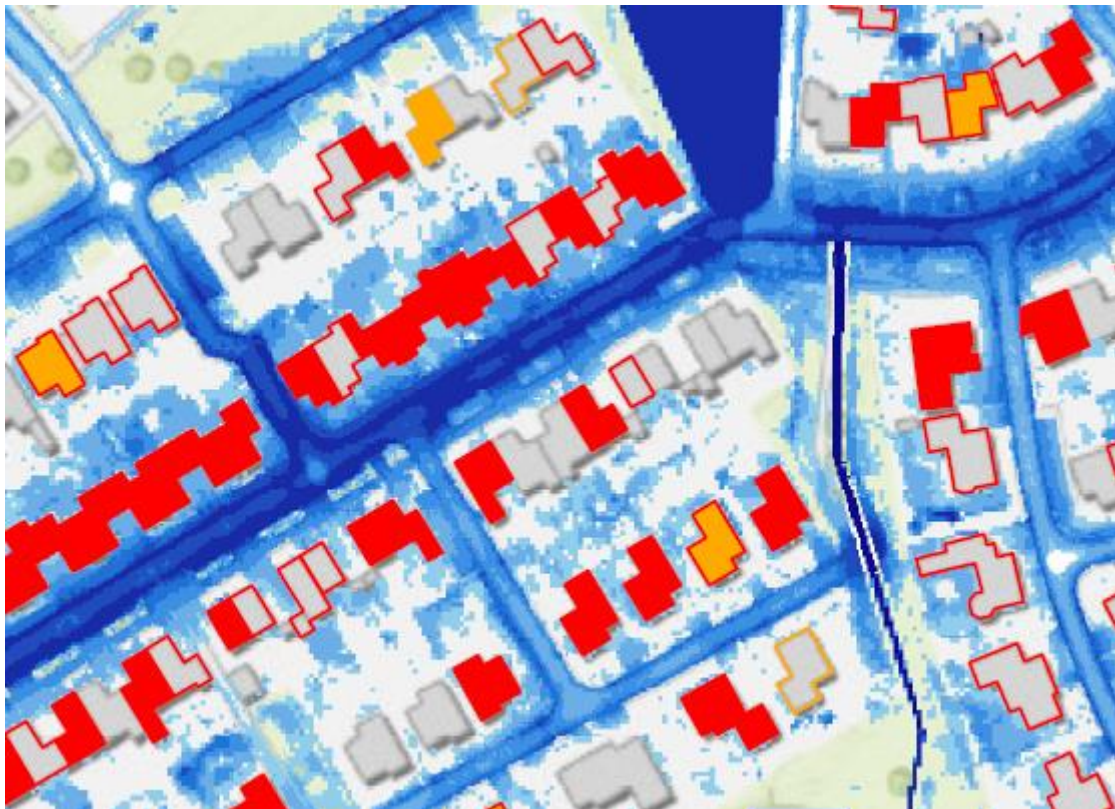


Validatie van het nieuwe 1D-2D gekoppeld stedelijk afwateringsmodel, D-Hydro Urban

Stage verslag



Validatie van het nieuwe 1D-2D gekoppeld stedelijk afwateringsmodel, D-Hydro Urban

Stage verslag

Naam:	Coen Maas
Studenten nummer:	930429537050
Begeleider Antea Group:	Benno Steentjes
Begeleider WUR:	Ryan Teuling
Date:	27-2-2019

Samenvatting

Het klimaat verandert en dit resulteert onder andere in een toename van de frequentie, de kans van optreden, de hoeveelheid neerslag en de intensiteit van extreme neerslag. Om de schade door pluviale overstromingen zo klein mogelijk te houden is het belangrijk dat de afwatering van deze neerslag goed verloopt. Om hier inzicht in te krijgen is het van belang dat modellen de neerslag in stedelijke gebieden goed kunnen simuleren. Dit simuleren gebeurt tegenwoordig veel met het 1D model SOBEK Urban. Aangezien dit model bij water op straat situaties niet kan laten zien hoe hoog het water staat en waar dit heen stroomt, is Antea Group in samenwerking met Deltares, Afval Verzameling Rivierenland (AVRI), Waterschap Rivierenland, gemeente Brielle en gemeente Berg en Dal partijen bezig met het ontwikkelen van een nieuw model welke een koppeling heeft tussen het rioolstelsel (1D) en het maaiveld (2D).

In dit onderzoek is het 1D deel van D-Hydro opnieuw getest en gevalideerd nadat de resultaten van onderzoeken uit juni 2018 niet meer gereproduceerd konden worden. Deze tests en validaties zijn gedaan voor een drietal proef casussen. De resultaten van D-Hydro werden vergeleken in dit onderzoek met resultaten van SOBEK.

De 1D-2D koppeling van het nieuwe software pakket D-Hydro is getest voor de casus Korte Woerden in Waardenburg. Dit is gedaan door de resultaten van het nieuwe model te vergelijken met SOBEK en foto's van een echte hevige neerslag situatie. Aan de hand van gevonden fouten is in samenwerking met Deltares het model verbeterd.

De recursieve manier van werken, welke gebruikt is, heeft geresulteerd in een model waarbij het 1D model klopt en de koppeling tussen het maaiveld en rioolstelsel via zowel de kolken als de inspectieputten goede resultaten geeft. Met dit nieuwe model is er te zien hoe hoog het water op straat staat en waar dit naartoe stroomt. Aan de hand van dit kan er beter inzicht gegeven worden waar overlast zal voorkomen bij een pluviale overstroming. Om te bepalen wat voor extra inzichten dit nieuwe model kan geven is echter wel verder onderzoek benodigd. Ook dient er nog gekeken te worden naar hoe de koppeling van het nieuwe model reageert op grotere casussen.

Inhoudsopgave

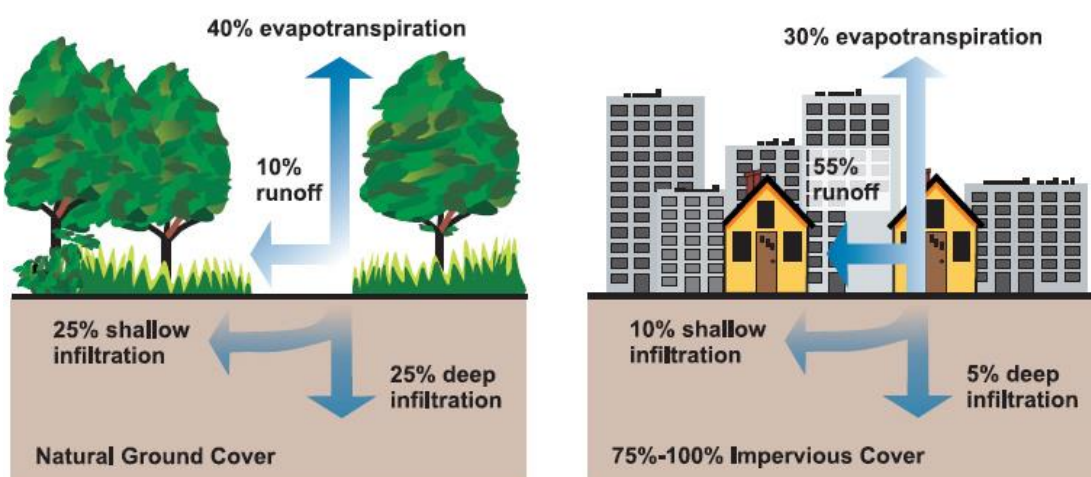
Samenvatting.....	iii
1 Inleiding.....	1
1.1 Aanleiding.....	1
1.2 Probleemstelling.....	3
1.3 Onderzoeksvragen.....	3
2 Gebiedsomschrijving.....	4
2.1 Korte Woerden.....	4
2.1.1 Maaiveldhoogte.....	5
2.1.2 Geologie.....	5
2.2 Brielle.....	6
2.2.1 Maaiveldhoogte.....	6
2.2.2 Geologie.....	7
2.3 Groesbeek Noord.....	7
2.3.1 Maaiveldhoogte.....	8
2.4 Geologie.....	9
3 Data.....	10
3.1 Rioolsystemen.....	10
3.1.1 Korte Woerden.....	10
3.1.2 Vesting Brielle.....	10
3.1.3 Groesbeek Noord.....	10
3.2 Toetsingsbui.....	10
3.3 Verwerkingsraster.....	11
3.4 Hoogte raster.....	12
4 Methode.....	13
4.1 Conversie SOBEK naar D-Hydro.....	13
4.2 1D validatie.....	14
4.3 1D-2D koppeling validatie.....	14
4.3.1 Koppeling put raster.....	15
4.3.2 Koppeling kolk maaiveld.....	15
5 Resultaten.....	17
5.1 1D validatie.....	17
5.2 1D-2D validatie.....	19

5.2.1	Koppeling put-maaiveld	19
5.2.2	Koppeling kolk-maaiveld	24
6	Discussie & Aanbevelingen.....	31
6.1	Algemeen.....	31
6.2	1D validatie.....	31
6.3	1D-2D validatie	31
6.4	Doorkijk	32
7	Conclusie	34
8	Bibliografie.....	35
9	Bijlage 1: 1D resultaten Korte Woerden	37
10	Bijlage 2: 1D resultaten Vestingstad Brielle	52
11	Bijlage 3: 1D resultaten Groesbeek Noord.....	129

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Uit onderzoek blijkt dat het klimaat verandert. Rapporten van het IPCC laten zien dat het klimaat verandert en zij schetsen klimaatscenario's voor de verandering van het klimaat in de toekomst (IPCC, 2014). Het KNMI heeft aan de hand van het onderzoek van de IPCC klimaatscenario's opgesteld voor Nederland. Uit deze klimaatscenario's blijkt onder andere dat de frequentie, de kans van optreden, hoeveelheid neerslag en de intensiteit van extreme neerslag toeneemt (KNMI, 2015; Beersma, Versteeg, & Hakvoort). Deze grotere hoeveelheid neerslag zorgt ervoor dat de kans op overlast door pluviale overstromingen toeneemt (Marsalek, et al., 2006). De overlast zal het grootst zijn in steden doordat de hoeveelheid verhard oppervlak in een stad groot is. Hierdoor is de infiltratiecapaciteit van de bodem klein en vermindert de vertragingstijd tussen neerslag en afstroming (Figuur 1). Het effect hiervan is dat de neerslag pieken vergroten en er een grotere kans op overstroming ontstaat (Leopold, Udall, & Pecora, 1968; Sanders, 1986)



Figuur 1: De watercyclus in natuurlijk en stedelijk gebied (EPA, 2003).

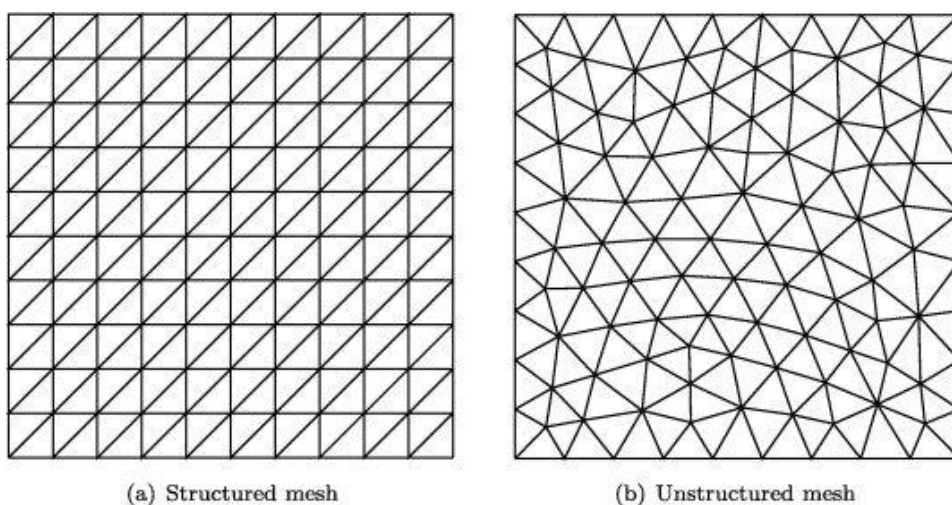
Aangezien overstromingen van het riool grote schade kunnen aanbrengen aan gebouwen (Hoogvliet, et al., 2012), milieu, economie en zelfs de gezondheid (WHO, 2008; Van Riel, 2011), is het van belang dat rioleringsstelsels zo worden ingericht dat de kans op overstromingen minimaal is. Momenteel worden rioolstelsels ontworpen op een 1x per 2 jaar water op straat situatie. Om de kans op wateroverlast te beperken moet de volledige buitenruimte beschouwd worden in modellen. Om het ontwerp van de buitenruimte te testen wordt er onder andere gebruik gemaakt van modellen welke het hemelwaterafvoer (hwa) en het droogweerafvoer (dwa) door het riool kunnen simuleren. Antea Group maakt voor deze berekeningen gebruik van het softwarepakket SOBEK Urban (Deltares, 2013)

De rioolstelsel en watergangen berekeningen (1D) met SOBEK Urban zijn goed zolang het waterniveau onder het maaiveld, en dus in het stelsel blijft. In SOBEK Urban kan het water namelijk niet over het maaiveld naar de omgeving lopen. Dit komt doordat er in SOBEK Urban gebruik gemaakt wordt van een Preissmann slot (Preissmann, 1961). Hierbij bevindt zich een dunne buis verticaal op de riool leiding welke gebruikt wordt om de drukverhoging in een gesloten leiding te simuleren. Als het waterniveau in de riool leiding stijgt, zal het water in deze verticale buis stijgen. Boven het maaiveld wordt het water op straat in SOBEK vertaald naar een bak op een put. Hierdoor kan het water niet naar de omgeving

weg stromen en zal het water in deze bak hoger staan dan in de praktijk voor zal komen. Waterstanden op straat groter dan 0,5 meter zijn resultaten welke gesimuleerd worden maar dit komt in de praktijk bijna niet voor. Er kan met SOBEK dus wel een analyse gemaakt worden waar water op straat staat maar niet waar dit naartoe stroomt en hoe hoog het waterniveau op straat is. De oplossing hierop is het mee modelleren van het maaiveld. Een van de methodes om dit te doen is het exporteren van de SOBEK resultaten naar een maaiveldmodel (2D), zoals D-Hydro. Hierbij functioneren beide modellen echter nog los van elkaar.

Een door Antea Group uitgevoerde integrale berekening (1D-2D, in SOBEK), voor de casus Haaften, toonde aan dat een gekoppeld model afwijkende resultaten leverde van een losse 2D berekening. Uit reacties van mensen uit het gebied bleek dat de integrale berekening resultaten leverde welke beter aansloten bij werkelijk ervaren wateroverlast. De betere werking van een gekoppeld 1D-2D model wordt mede ondersteund door verschillende studies (Van Dijk, Van Der Meulen, Kluck, & Straatman, 2014; Chang, Wang, & Chen, 2015). Ondanks dat de resultaten van deze gekoppelde berekeningen beter zijn wordt dit nog niet veel gebruikt. Dit komt voornamelijk doordat de benodigde tijd voor een gekoppelde berekening erg lang is (Bermúdez, Ntegeka, Wolfs, & Willems, 2018; Leandro, Chen, Djordjević, & Savić, 2009). De gekoppelde berekening die door Antea Group was uitgevoerd voor de relatief kleine casus Haaften duurde zelfs al 2 weken.

Het is waarschijnlijk dat deze 1D-2D berekening zo lang duurde doordat voor het 2D gedeelte het maaiveld benodigd was, welke opgebouwd was in rastervorm. De grootte van de rastercellen is belangrijk bij modellen over stedelijke gebieden. Doordat er in stedelijke gebieden grote verschillen kunnen zijn op kleine oppervlakten, in hoogte en infiltratiecapaciteit van de bodem, is het belangrijk voor een model om een raster met kleine cellen te gebruiken. Echter, een raster met kleine velden resulteert in lange rekentijden. Dit probleem kan ondervangen worden door gebruik te maken van een ongestructureerd en flexibel raster (Figuur 2). Met dit flexibele raster kan in de belangrijke gebieden gekozen worden voor een raster met relatief kleine velden en voor onbelangrijkere gebieden kan voor grotere velden gekozen worden. Het totaal aantal cellen neemt hierdoor af, wat resulteert in een kortere rekentijd.



Figuur 2: Verschil tussen een gestructureerd en een ongestructureerd raster (Hiester, Piggott, Farrell, & Allison, 2014).

Antea Group en Deltares zijn in 2018 samen met de AVRI, Waterschap Rivierenland, gemeente Brielle en gemeente Berg en Dal begonnen met een traject voor het ontwikkelen van de koppeling tussen het 1D en 2D model D-Hydro suite Urban. Dit traject wordt ondersteund door de overheid door middel van Topconsortia voor Kennis en Innovatie (TKI), waarmee de innovatie binnen Nederland gestimuleerd wordt. Dit traject is in het voorjaar van 2018 begonnen door middel van twee onderzoeken welke het ondergrondse rioleringsmodel (het 1D model) van D-Hydro getest en gevalideerd hebben (Barbieri, 2018; Kaptein, 2018). Deze fase is in de zomer van 2018 afgerond met een 1D model dat kloppende resultaten leverde. In het najaar van 2018 is gestart met de tweede fase van dit project. In deze tweede fase wordt er een koppeling gemaakt tussen het al bestaande maaiveld model (2D model) van D-Hydro met het in de vorige fase geteste 1D model. Het doel van deze tweede fase is het ontwikkelen van een gekoppeld 1D-2D model (D-Hydro) welke kloppende resultaten levert. Aan het eind van het gehele TKI project wordt D-Hydro de vervanger van SOBEK.

1.2 Probleemstelling

Momenteel wordt er bij Antea Group gerekend met losse 1D en 2D modellen om het stedelijk water en de riolering te simuleren. Er wordt verwacht dat er betere resultaten gesimuleerd worden met een gekoppeld 1D-2D model. Antea Group helpt en adviseert Deltares bij de ontwikkeling van een 1D-2D koppeling van het software pakket D-Hydro. Het is echter op het moment nog niet bekend of de verschillende koppelingen tussen het 1D en 2D model zich gedragen zoals verwacht. Verder is Antea Group ook geïnteresseerd in wat voor extra inzicht de resultaten van de gekoppelde software in de toekomst kunnen bieden. Aangezien zowel het maaiveld als het rioolstelsel integraal wordt meegenomen in deze berekeningen, wordt er verwacht dat er een breder en beter passend advies gegeven kan worden.

1.3 Onderzoeksvragen

Om bovenstaande problemen op te lossen is de volgende hoofdvraag opgesteld: *“In hoeverre kan het nieuwe gekoppelde 1D-2D model van Antea Group bijdragen aan betere adviezen voor water op straat situaties?”*

Om deze hoofdvraag te beantwoorden zijn er een aantal deelvragen opgesteld. Deze zijn hieronder weergegeven:

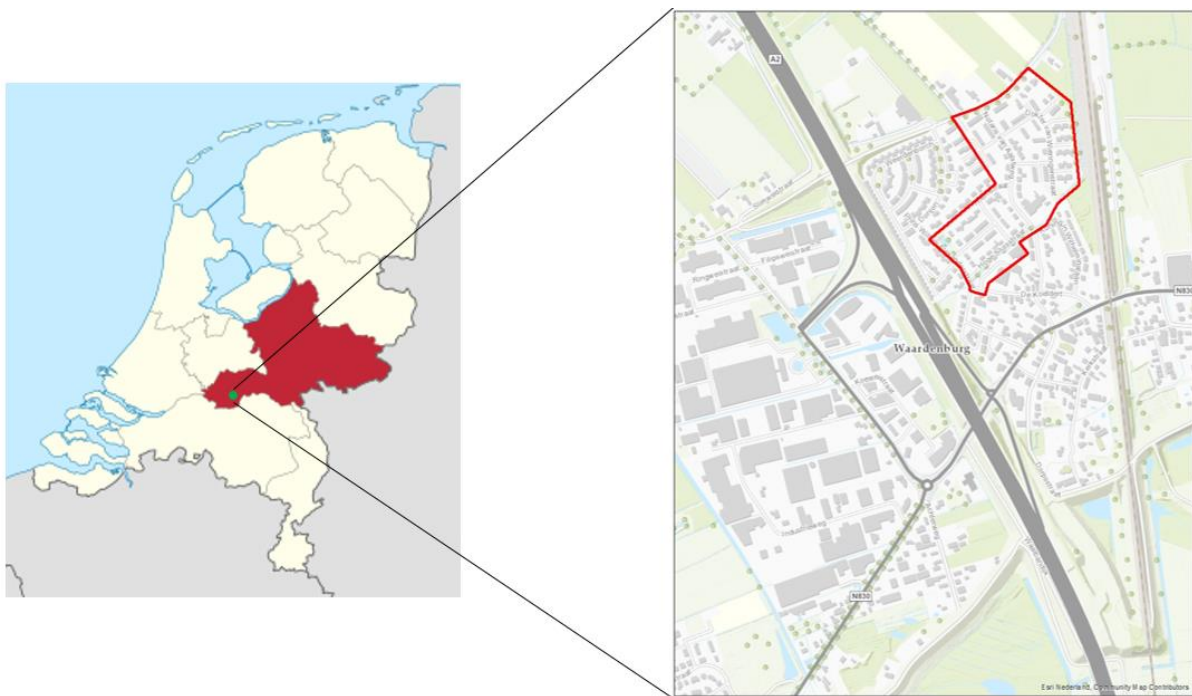
- Geeft het 1D model na de doorontwikkeling van de zomer 2018 nog altijd juiste resultaten?
- Gedraagt de koppeling tussen het bovengrondse en ondergrondse model zich als verwacht?
- Levert de extra inspanning om een gekoppeld model te maken ook extra inzicht op?

2 Gebiedsomschrijving

De ontwikkeling van de nieuwe software wordt gedaan door Antea Group en Deltares in samenwerking met de AVRI, Waterschap Rivierenland, de gemeente Brielle en de gemeente Berg en Dal. Deze drie partners worden daarom ook als proefcasussen gebruikt bij de ontwikkeling van de D-Hydro module.

2.1 Korte Woerden

Op de meeste plaatsten is de gemeente verantwoordelijk voor het rioolstelsel. Dit is echter niet het geval in Waardenburg, gemeente Neerijnen. Hier is het beheer van de openbare ruimte overgedragen naar de AVRI. Bij de AVRI wordt als proefcasus de wijk Korte Woerden in de plaats Waardenburg gebruikt (Figuur 3). Het gebied is gelegen in het zuidwesten van de provincie Gelderland. Dit gebied is gebruikt aangezien er in dit gebied terugkerende waterproblemen zijn bij hevige neerslag. De wijk Korte Woerden is gelegen aan de noordoostzijde van Waardenburg en heeft een oppervlakte van circa 5 hectare.



Figuur 3: Locatie van de proef locatie Korte Woerden. Op de linker afbeelding is de stad Waardenburg aangegeven met de groene stip. Op de rechter afbeelding is de wijk Korte Woerden omlind.

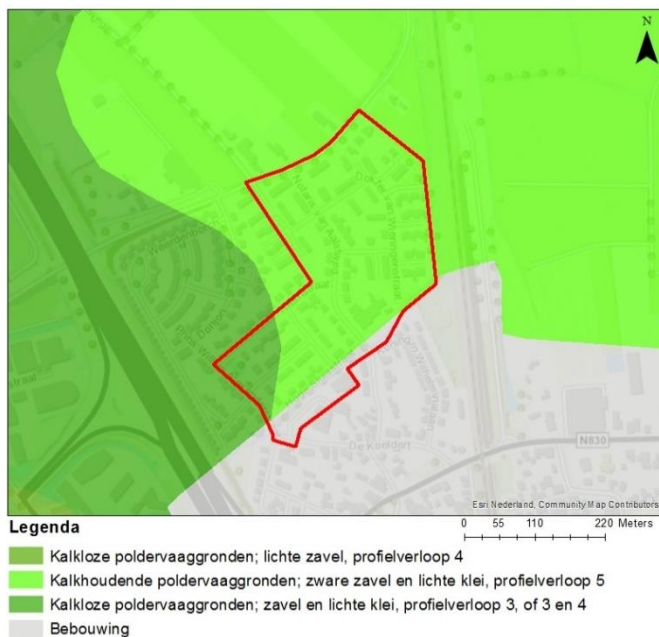


Figuur 4: Hoogtekaart van Waardenburg, met rood omlijnd de wijk Korte Woerden (AHN, 2019).

2.1.1 Maaiveldhoogte

Het maaiveld in het plangebied varieert ongeveer tussen de + 1,6 m NAP en + 3,5 m NAP. Het noordelijke deel van het gebied is hoger gelegen dan de zuidzijde van het gebied. Een overzichtskaart van het plangebied met onderliggend het AHN3 (AHN, 2019) is gegeven in Figuur 4.

In Figuur 4 is te zien dat er een aantal hoger gelegen gebieden om de wijk heen liggen. De verhoging aan de westzijde van de wijk is de verhoogde A2. Ten oosten van de wijk is het verhoogde gebied de spoorlijn tussen Utrecht en 's-Hertogenbosch



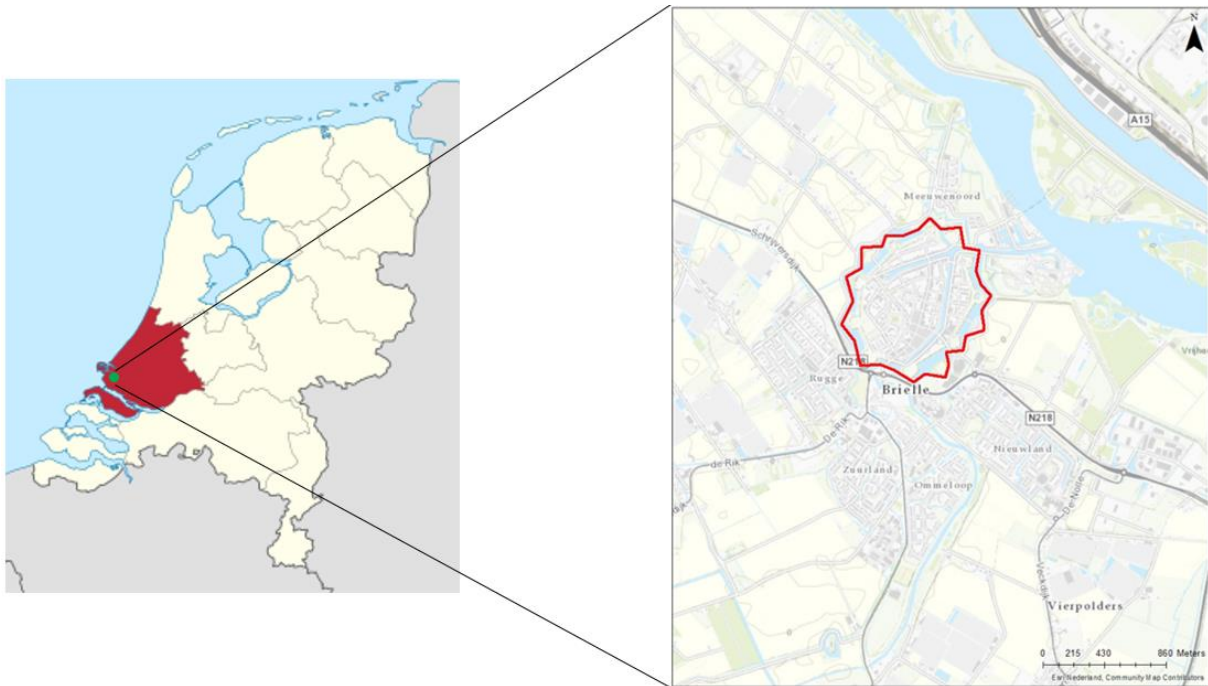
Figuur 5: Bodemkaart Korte Woerden.

2.1.2 Geologie

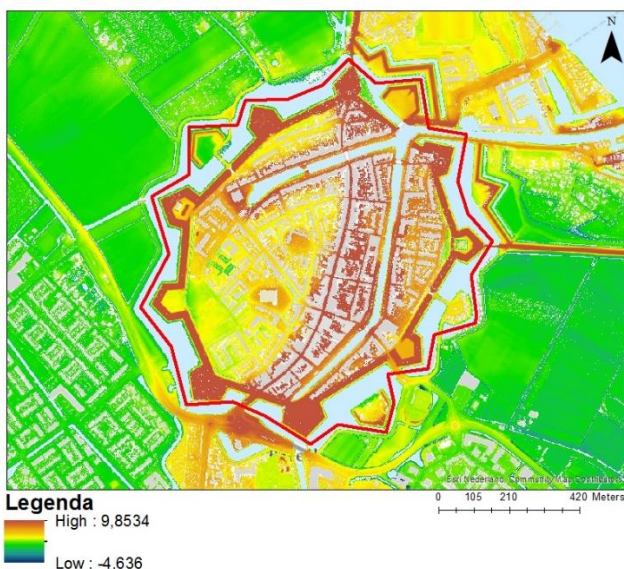
Zoals in Figuur 5 te zien is, bestaat de bodem in de Korte Woerden uit 2 verschillende bodemsoorten. Aan de zuidwestzijde van het gebied bestaat de bodem uit zavel met lichte klei terwijl in de rest van het gebied zware zavel met lichte klei te vinden is. Deze bodemsoorten zijn afzettingen van de Waal welke ten zuiden van Waardenburg loopt. Zavel en klei zijn beide grondsoorten welke een slechte doorlaatbaarheid hebben. Hierdoor kan de neerslag die op de bodem valt slecht infiltreren en kan dit afstromen richting het riool of over het maaiveld als de capaciteit van het riool overschreden is.

2.2 Brielle

De gemeente Brielle streeft er naar om wateroverlast, mogelijk veroorzaakt door klimaatverandering, preventief te voorkomen. Om deze reden is er aan Antea Group gevraagd om te helpen met inzicht te krijgen in de gevoeligheid voor pluviale overstromingen van het stedelijk gebied. Antea Group heeft in samenspraak met de gemeente Brielle ervoor gekozen om de vestingstad Brielle (Figuur 6) te behandelen als testcasus voor de nieuwe D-Hydro module.



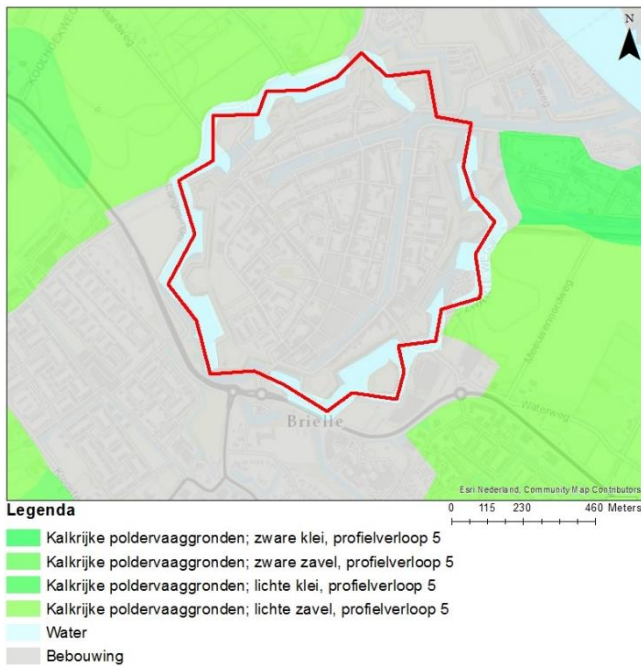
Figuur 6: Locatie van de proef locatie vestingstad Brielle. Op de linker afbeelding is de stad Brielle aangegeven met de groene stip. Op de rechter afbeelding is de vestingstad omlijnd.



Figuur 7: Hoogtekaart van de vestingstad Brielle (AHN, 2019).

2.2.1 Maaiveldhoogte

Er is te zien in Figuur 7 dat de gebieden in de omgeving van het Noord Spui en het Zuid Spui (de twee watergangen in de vesting) relatief hoog liggen vergeleken met de rest van de vesting (AHN, 2019). Het maaiveld varieert in de hele vesting ongeveer tussen de + 3,5 m NAP en de + 0,5 m NAP. Deze variatie kan oplopen tot een hoogteverschil van 2 meter over ongeveer 100 meter. Door dit hoogteverschil is het aannemelijk dat neerslag naar deze lager gelegen gebieden zal lopen. Dit blijkt ook uit de gevoeligheidsanalyse die reeds al is uitgevoerd door Antea Group (Steentjes & Scherpenisse, 2018).



Figuur 8: Bodemkaart van de vestingstad Brielle.

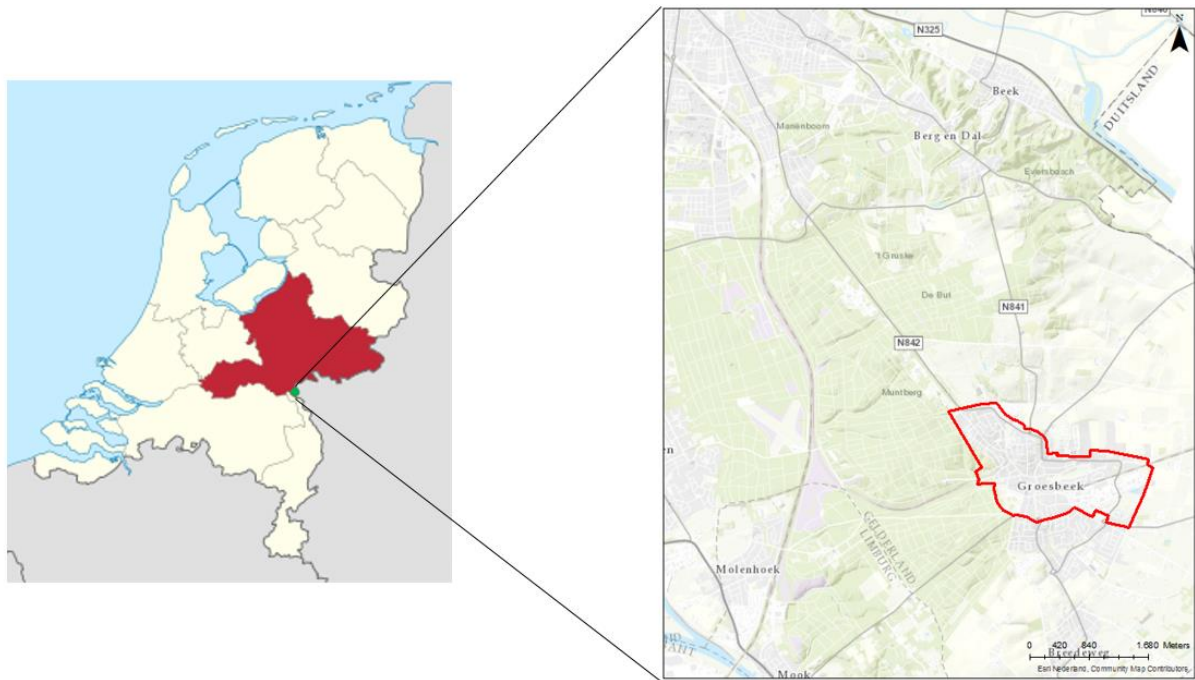
2.2.2 Geologie

In Figuur 8 is de bodemkaart van de vesting Brielle te vinden. Hierin is te zien dat de Omgeving Brielle voornamelijk uit bebouwing bestaat. Dit is ook in het straatbeeld van het gebied zelf terug te zien. Een groot deel van het gebied is namelijk bebouwd of verhard. Voor de plekken waar geen verharding is geeft de bodemkaart geen andere grondsoort aan. In de omgeving van de vestingstad is op de bodemkaart te zien dat de bodem voornamelijk bestaat uit klei en zavel. Er kan vanuit gegaan worden dat deze grondsoorten ook in de vestingstad voor zullen komen. Als er gekeken wordt naar boringen (Dinoloket, 2019) is te zien dat de toplaag van de vestingstad bij de boringen bestaat uit klei of zand. Aangezien er in de vestingstad veel bebouwd gebied is kan er vanuit gegaan

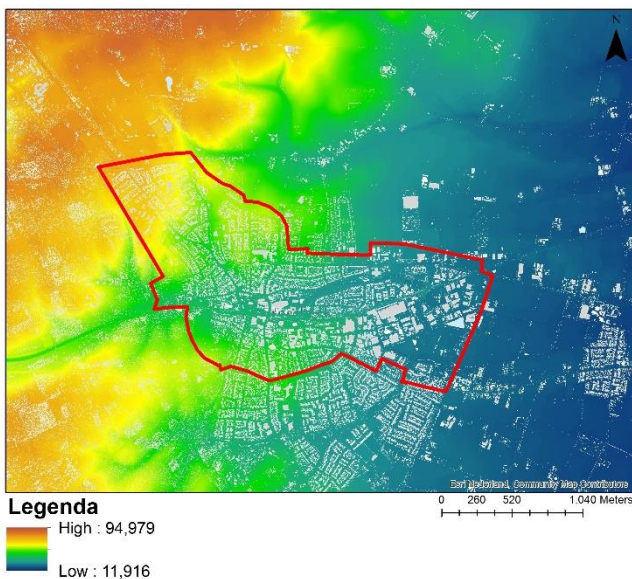
worden dat deze zandgrond afkomstig is van het ophogen van bouwkavels. De klei die in deze boringen naar voren komt is dezelfde klei als welke in de bodemkaart van het gebied wordt getoond.

2.3 Groesbeek Noord

Groesbeek Noord is een gebied in de gemeente Berg en Dal in het uiterste zuidoosten van de provincie Gelderland (Figuur 9). De gemeente Berg en Dal wilt voor het gebied Groesbeek Noord het functioneren van het huidige stelsel opnieuw laten toetsen. Om deze reden is aan Antea Group gevraagd om een nieuw BasisRioleringsPlan (BRP) op te stellen voor dit gebied. Aangezien Groesbeek Noord in een gebied met veel reliëf ligt (Paragraaf 2.3.1), is de gemeente Berg en Dal geïnteresseerd in wat het nieuwe gekoppelde model voor inzichten kon geven voor dit gebied.



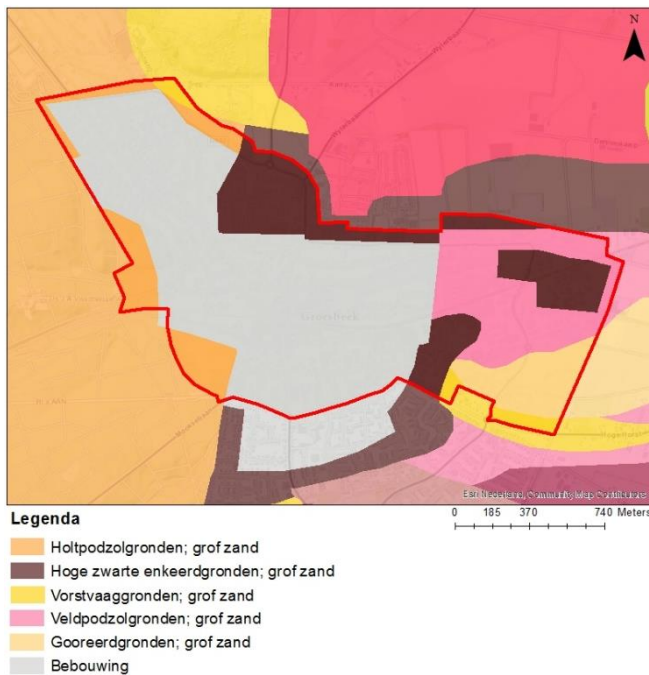
Figuur 9: Locatie van de proef locatie Groesbeek Noord. Op de linker afbeelding is de stad Groesbeek aangegeven met de groene stip. Op de rechter afbeelding is het gebied Groesbeek Noord omlind.



Figuur 10: Hoogtekaart van de Groesbeek Noord (AHN, 2019).

2.3.1 Maaiveldhoogte

Groesbeek Noord is, zoals in Figuur 10 te zien is, een gebied met veel hoogteverschil. In het westen ligt het gebied gedeeltelijk op de stuwwal van het Rijk van Nijmegen terwijl het oosten van het gebied in het dal ligt. Dit geeft een maximale hoogte in het gebied van ongeveer + 80 m NAP terwijl het laagste punt op ongeveer + 20 m NAP ligt. Dit is een hoogteverschil van 60 meter over ongeveer 3 km (breedte van het gebied). Dit hoogteverschil maakt het gebied interessant voor de afwatering bij extreme neerslag. Door dit grote verhang zal de neerslag zich snel van de stuwwal naar het lager gelegen gebied verplaatsen. Op deze locaties kan dit wateroverlast gaan veroorzaken als dit water niet snel genoeg afgevoerd wordt.



Figuur 11: Bodemkaart van Groesbeek Noord.

2.4 Geologie

In Figuur 11 is de bodemkaart van de omgeving van Groesbeek Noord te zien. De bodem lijkt hier gevarieerder dan de bodem in de andere twee proefcasussen. Echter, het hoofdbestandsdeel van de bodem in de omgeving van Groesbeek Noord is overal grof zand. Dit zand is afkomstig van de stuwwal welke hier in het Saalien is afgezet door de ijskappen.

Grof zand in de bodem is positief voor de doorlaatbaarheid. Doordat de bodem uit grof zand bestaat kan hemelwater makkelijk infiltreren. In de bodem van Groesbeek zijn echter ook lokale leemlagen te vinden. Deze lagen laten het water slecht door waardoor de neerslag hier niet goed infiltreert. Ook is de intensiteit van heftige neerslag vaak te

hoog om water goed te laten infiltreren in de bodem. Dit geldt ook voor zand gronden welke een hoge infiltratiecapaciteit hebben.

3 Data

3.1 Riolsystemen

De data van de riolsystemen van de proefcasussen is aangeleverd door de beheerder van het rioolsysteem in de betreffende casus. Er is toestemming om deze data ook te gebruiken voor het validatieproces van D-Hydro.

3.1.1 Korte Woerden

Het rioolsysteem in de Korte Woerden is een relatief eenvoudig systeem. Het stelsel heeft een totale lengte van ruim 2,5 km en bestaat volledig uit een gemengd rioolstelsel. Verder is er één externe overstort voorziening en één gemeentelijk opvoergemaal aanwezig in het gebied. Doordat dit gebied relatief eenvoudig en klein is, is het een geschikt gebied om te gebruiken als testgebied. Door de grootte van het gebied is de verwachting dat de rekentijd van het model relatief kort zijn. Ook is het opsporen van eventuele fouten door de kleine hoeveelheid kunstwerken makkelijker.

3.1.2 Vesting Brielle

Het rioolsysteem van de vesting Brielle is ingewikkelder dan het systeem van de Korte Woerden. Zo bestaat het systeem in Brielle gedeeltelijk uit een gescheiden systeem. Voor 2010 was er 0,58 ha aan verhard oppervlak afgekoppeld en dit stroomde direct op het open water af. In 2010 is er met het oog op de klimaatverandering in een aantal gebieden een gescheiden rioolstelsel aangelegd. Hierdoor is het oppervlak afgekoppelde verharding en afgekoppelde daken toegenomen tot respectievelijk 1,80 ha en 0,20 ha. Op het gemengde stelsel zit sinds 2010 nog altijd 21,05 ha verhard oppervlak en daken aangesloten. De totale lengte van de buizen in deze proefcasus is met ruim 15,5 km ook groter dan het systeem in de Korte Woerden. In het stelsel zijn ook meer kunstwerken aanwezig. Zo zijn er in dit stelsel 11 externe overstorten, 9 interne overstorten en is 1 pomp aanwezig.

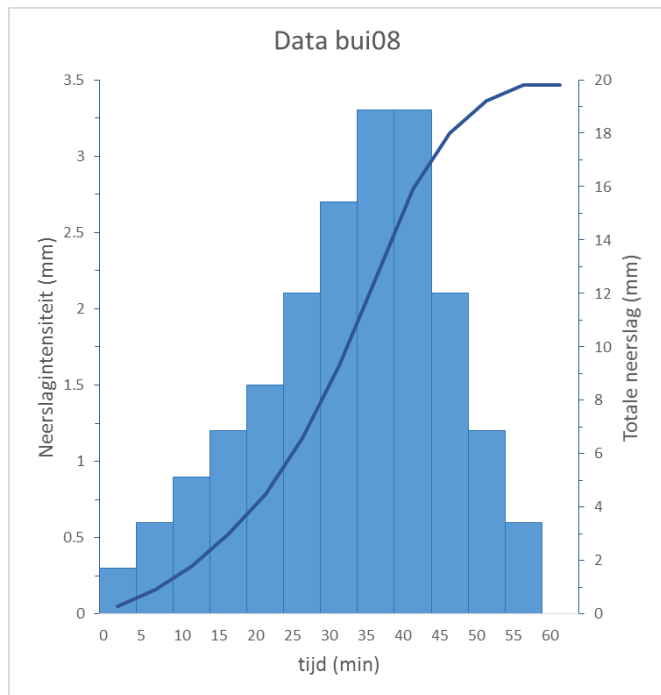
3.1.3 Groesbeek Noord

Het rioolsysteem van Groesbeek Noord is het ingewikkeldste van de drie test casussen. In totaal ligt er ruim 31 km aan leidingen in dit gebied. Dit zijn voornamelijk leidingen van een gemengd rioolstelsel. Op een aantal plekken binnen het gebied is dit gemengd rioolstelsel vervangen door een gescheiden rioolstelsel. Aangezien Groesbeek Noord in een hellend gebied ligt stroomt het water snel af. Om de afvoersnelheid van het gebied te verlagen en de berging van het stelsel optimaal te benutten, zijn er interne overstorten met doorlaten aangebracht welke de functie hebben om het water op te stuwen. Op het moment dat het stelsel niet meer in staat is om het aanbod aan neerslag te verwerken, treden drie overstorten in werking welke het overtollige water overstorten in de Groesbeek.

3.2 Toetsingsbui

Om een goed beeld te krijgen van het hydraulisch functioneren van een rioolstelsel is er door stichting RIONED een leidraad opgesteld voor het uitvoeren van rioleringsberekeningen (Rioned, 2004). In deze leidraad staan ook tien gestandaardiseerde neerslaggebeurtenissen welke gebruikt kunnen worden om de werking van een rioolstelsel te berekenen. Deze standaard neerslaggebeurtenissen zijn gebaseerd op een analyse van een vijftien minuten neerslagreeks, waargenomen in De Bilt tussen 1955 en 1979.

In de tien neerslag gebeurtenissen kunnen zes herhalingstijden en twee vormen worden onderscheiden. In de berekeningen die gedaan zijn voor de validatie is gebruik gemaakt van de standaard neerslaggebeurtenis BUI08 (Figuur 12). Dit is een bui met een herhalingstijd van 2 jaar en welke de piek aan de achterkant van de bui heeft. In totaal is de hoeveelheid neerslag van deze bui 19,8 mm in één uur. Deze bui wordt landelijk gebruikt als toets voor een rioelstelsel om te controleren of er een water op straat situatie ontstaat. Aangezien deze bui is gebruikt in oude analyses van de drie proefcasussen, is deze ook voor de validatie van D-Hydro gebruikt. Hiermee kan er een goede analyse worden uitgevoerd op de juistheid van de resultaten van de nieuwe module van D-Hydro.



Figuur 12: Overzicht van neerslaggebeurtenis bui08. De staafdiagram geeft de neerslag intensiteit per 5 minuten aan en de lijndiagram geeft de cumulatieve neerslag aan.

3.3 Verwerkingsraster

Aangezien er in de nieuwe module van D-Hydro niet alleen gebruik gemaakt wordt van de 1D berekeningen van het rioelstelsel, maar ook van de afstroming over het maaiveld, moet er rekening gehouden worden met de infiltratie van neerslag in de bodem. Om deze reden wordt er bij het gebruik van het 2D model gebruik gemaakt van een verwerkingsraster. De waarden van dit verwerkingsraster zijn afhankelijk van de soort bodem en de verharding van een gebied.

In de 2D wateroverlast berekeningen zonder 1D koppeling wordt er door Antea Group gebruik gemaakt van een bepaalde verwerkingswaarde voor verharding en bebouwing welke aan het rioel gekoppeld zijn. Deze verwerkingswaarde is afhankelijk van de capaciteit van het rioelstelsel. Aangezien in de nieuwe module het rioelstelsel mee berekend wordt, is een aangepaste waarde voor deze gebieden niet meer nodig.

Zoals eerder vermeld, is de verwerkingswaarde afhankelijk van de soort bodem maar ook van de verharding die in een gebied ligt. Vaak is de aanname dat bestrating geen water door laat maar dit is echter wel het geval (Van de ven, 1985). Om deze reden wordt er door de Antea Group ook gebruik gemaakt van een infiltratiecapaciteit voor een deel van de verharding. Voor de verwerkingswaarden van de bodem wordt er gebruik gemaakt van waarden welke zijn opgesteld in een rapport van Alterra (Tabel 1).

Tabel 1: Infiltratie waarden gebruikt in D-Hydro (Massop, Van der Gaast, & Kiestra, 2005).

Materiaal	Verwerkingswaarde (k_v) [m/d]
Fijnzandige lichte zavel	0,13
Fijnzandige siltige lichte zavel	0,13
Grof zand en/of grind	10,0
Klei of zand	0,33
Oude klei	0,10
Leemarm en zwak lemig fijn zand	0,33
Lemig fijn zand	0,20
Lichte zavel	0,18
Veen	0,05
Zandige leem	0,05
Zavel of klei	0,08
Zeer sterk lemig fijn zand	0,05
Zwak en sterk lemig fijn zand	0,15
Zware zavel	0,08
Veen of klei of zand	0,15
Zand of leem	0,15
Leem	0,03

3.4 Hoogte raster

Bij de 1D-2D koppeling van het model zal de hoogte van het maaiveld ook meegenomen moeten worden in de simulaties. Het verschil in de hoogte van het maaiveld bepaald namelijk mede waar water naartoe kan stromen. Dit heeft invloed op de plekken waar water op straat komt te staan met een bepaalde neerslaggebeurtenis.

Binnen Antea Group is het Algemene Hoogtebestand Nederland (AHN) voor de opbouw van hoogterasters (AHN, 2019). Sinds 2015 wordt de derde revisie van het AHN uitgerold. Deze derde revisie, ook wel AHN 3 genoemd, wordt ingemeten met een resolutie van 0,5 x 0,5 meter. Aangezien de hoge resolutie de uitkomst van de modelberekeningen verbeterd, wordt waar mogelijk gebruik gemaakt van deze derde revisie.

4 Methode

In het voorjaar van 2018 is het 1D deel van het model gevalideerd met 2 andere onderzoeken (Barbieri, 2018; Kaptein, 2018). Uit dit onderzoek is naar voren gekomen dat het 1D model realistische resultaten gaf, welke overeen kwamen met de resultaten uit SOBEK Urban. Tussen het eind van deze onderzoeken (juni 2018) en het begin van dit onderzoek (november 2018) is Deltares doorgedaan met de ontwikkeling van deze software. Bij het begin van dit onderzoek is de 1D module van de drie proefcasussen opnieuw gecontroleerd en hieruit kwam naar voren dat de resultaten niet meer overeen kwamen. Om deze reden moest de 1D module opnieuw getest, gevalideerd en verbeterd worden voordat de koppeling van de 1D met de 2D module gevalideerd kon worden. Voor de validatie van de 1D module worden de uitkomsten vergeleken met SOBEK Urban. Voor de 1D-2D koppeling werd er een vergelijking gemaakt met de resultaten van SOBEK en een expert opinion van medewerkers van Antea Group, Deltares en de mensen van de gemeentes (in het kader van het samenwerkingstraject).

Ondanks dat BUI08 een duur van 1 uur had werden de simulaties uitgevoerd over een duur van 2 uur. Dit werd gedaan om ervoor te zorgen dat de lediging van het systeem ook goed gecontroleerd kon worden. Doordat de bui gestart werd aan het begin van de simulatie had het model nog één uur na de bui om de lediging van het systeem te simuleren.

Tijdens dit onderzoek werd er op een recursieve manier samengewerkt met Deltares. De resultaten werden samen met feedback teruggekoppeld naar Deltares die daarop de benodigde aanpassingen uitvoerde aan de D-Hydro module. De uitkomsten van dit proces zijn de resultaten welke in dit onderzoek zijn beschreven.

4.1 Conversie SOBEK naar D-Hydro

Om de 1D functionaliteiten van D-Hydro te testen diende de rioolstelsels uit SOBEK Urban geconverteerd te worden naar een bestandstype dat in D-Hydro gebruikt kon worden. De conversie software die hiervoor gebruikt werd, was in het vorige onderzoek (Barbieri, 2018; Kaptein, 2018) gevalideerd en deze kon nog steeds gebruikt worden.

Het omzetten van het formaat waarin de modellen vanuit SOBEK waren geëxporteerd, het Standaard Uitwisselings Formaat HYDraulische rioleringsberekeningen (SUF-HYD), werd gedaan met behulp van twee python scripts welke via Deltares waren verkregen. Het eerste script converteerde het SUF-HYD bestand naar meerdere CSV bestanden, welke gezamenlijk het Gegevens Woordenboek Stedelijk Water (GWSW) formaat worden genoemd. Dit GWSW kon weer ingeladen worden in de Graphical User Interface (GUI) van D-Hydro. Aangezien niet alle instellingen van de kunstwerken goed werden overgezet in deze GUI, diende alle kunstwerken gecontroleerd te worden en waar nodig werden deze handmatig aangepast. Wanneer het 1D model van de betreffende casus goed in de GUI stond kon deze opgeslagen worden en werd een dsproject map van het model gemaakt. In deze dsproject map stonden alle bestanden welke betrekking hadden tot de objecten, leidingen, kunstwerken en instellingen van het model. Aangezien er nog niet gerekend kon worden in de GUI werden deze bestanden later gebruikt in Dflow FM (interacter). Dflow FM is de testmodule van D-Hydro met hetzelfde rekenhart als D-Hydro.

Het tweede script dat gebruikt moest worden, werd gebruikt om de neerslag bestanden per put om te zetten. Aangezien het in dit deel nog om een 1D model ging, kon er geen neerslag op het maaiveld vallen wat naar de put toe zou stromen. Om deze reden moest er de exacte instroom per put vanuit

SOBEK geëxporteerd worden. Neerslag is in SOBEK verdeeld op een hoeveelheid verharding, platte en schuine daken en/of een aantal inwoners. Om de resultaten te vergelijken is precies dezelfde instroom per tijdstap gebruikt. Deze instroom moest ook in het juiste formaat van D-Hydro gezet worden. Wanneer deze neerslagdata was omgezet kon deze gekoppeld worden aan het model en kon de betreffende casus gesimuleerd worden in de interacter.

4.2 1D validatie

Voor de validatie van het 1D model van D-Hydro werd een vergelijking gemaakt met de resultaten van SOBEK Urban (Deltares, 2013). SOBEK Urban is een module van de SOBEK suite waarmee rioolsystemen en stedelijk water gemodelleerd kunnen. Deze module wordt door verschillende waterschappen, gemeentes, advies- en ingenieursbureaus gebruikt voor het ontwerpen, analyseren en verbeteren van rioolsystemen.

Met de 1D validatie is er begonnen met de casus Korte Woerden. Deze casus werd als eerste gebruikt aangezien dit de kleinste casus was met een kleine hoeveelheid kunstwerken. Dit zorgde ervoor dat de berekeningstijd van dit model laag bleef. Wanneer de resultaten van dit model overeen kwamen met de resultaten van SOBEK Urban werd de validatie uitgevoerd op de Vesting Brielle. Als laatste werden de stabiliteit en de resultaten van het model getest op de casus Groesbeek Noord.

Voor alle proefcasussen moest dezelfde methode gehanteerd worden om resultaten te verkrijgen. De modellen welke aangeleverd waren door de gemeenten werden ingeladen, gecontroleerd en waar nodig aangepast in SOBEK Urban. Wanneer het model klopte werd deze doorgerekend in SOBEK Urban om de 1D resultaten van SOBEK Urban te verkrijgen.

De resultaten van D-Hydro konden in de interacter bekeken worden, maar om er de resultaten te vergelijken met de SOBEK resultaten diende de bestanden uitgelezen te worden met een software pakket dat Panoply heet (Panoply, 2018). Via dit programma kon de data geconverteerd worden naar CSV bestanden. Deze CSV bestanden konden gebruikt worden om de vergelijking met SOBEK te maken. Deze vergelijking werd uitgevoerd door de waterniveaus in de putten van beide modellen met elkaar te vergelijken. Aan de hand van deze vergelijking en de locatie van de putten kon bepaald worden waar de fouten in het D-Hydro model zaten zodat deze gecorrigeerd konden worden. Wanneer de resultaten van het 1D model bij alle proefcasussen betrouwbaar werden geacht, werd er doorgegaan naar de validatie van de 1D-2D koppeling.

4.3 1D-2D koppeling validatie

Voor de 1D-2D koppeling werd er gebruik gemaakt van de modellen welke in het vorige deel van het onderzoek zijn opgebouwd en welke resulteerde in betrouwbare resultaten. Bij de 1D-2D koppeling kon dit 1D model via twee objecten gekoppeld worden aan het 2D model. De eerste koppeling die gemaakt was, was een koppeling tussen het 2D raster en de putten. Dit was de eenvoudigste koppeling die gemaakt kon worden binnen D-Hydro. Wanneer de resultaten van deze koppeling juist werden geacht werd er doorgegaan met een koppeling tussen het 2D model en de kolken, waarbij de kolken aan de putten gelinkt zijn. Beide soorten koppelingen zijn doorgerekend met twee soorten neerslag. Voor iedere koppeling is de eerste versie doorgerekend met neerslag op de putten, zoals in de 1D situatie. Wanneer dit goede resultaten gaf werd in de tweede versie gebruik gemaakt van neerslag op het raster. Samenvattend zijn er dus vier verschillende methoden hoe de koppeling behandeld wordt (Tabel 2). De koppeling tussen het 1D en 2D model is alleen getest op de Korte Woerden casus.

Tabel 2: Overzicht van de verschillende testcasussen.

Test case	Soort koppeling	Maaiveldraster	Verwerkingsraster	Neerslag op
Put_v1	Inspectieput	Ja	Ja	Inspectieput
Put_v2	Inspectieput	Ja	Ja	Raster
Kolk_v1	Kolk	Ja	Ja	Inspectieput
Kolk_v2	Kolk	Ja	Ja	Raster

4.3.1 Koppeling put raster

Om de simulatie met de koppeling op put niveau uit te voeren werd er gebruik gemaakt van de kloppende 1D modellen uit het eerste deel van het onderzoek. Het 2D raster dat gebruikt werd, was een raster welke al door Antea Group was opgesteld voor advies richting de beheerder van de proefcasus. In dit 2D raster zat het hoogteraster, welke aan de hand van AHN 3 was opgesteld, al verwerkt.

Door beide 1D en 2D modellen in te laden is de koppeling tussen put en maaiveld te maken in de GUI van D-Hydro. Via een ingebouwde mogelijkheid van D-Hydro kon de “embedded” koppeling (koppeling tussen maaiveld en inspectieput) per wens van gebied gemaakt worden. Via deze mogelijkheid werd de inspectieput gekoppeld aan het midden van het raster vak waar deze inspectie put in lag. Nadat deze koppeling gemaakt werd, kon het bestand in de GUI opgeslagen worden.

Het model kon hierna geopend worden in de interacter om de berekening uit te voeren. Voordat de simulatie aangezet werd moest het verwerkingsraster aan het model gekoppeld worden. Dit verwerkingsraster was ook al opgebouwd bij de eerder uitgevoerde 2D berekeningen van Antea Group. Aangezien in dit raster voor het riool een vaste verwerkingswaarde werd gebruikt diende deze aangepast te worden. In het nieuwe model was het riool namelijk een model op zichzelf. Nadat dit verwerkingsraster aangepast en gekoppeld was aan het model kon de simulatie gestart worden.

Nadat de simulatie afgerond was kon de data van de inspectie putten weer uitgelezen worden via Panoply. De data van het maaiveld moest uitgelezen worden met het door Deltares beschikbaar gestelde Quickplot (Quickplot, 2013). In Quickplot kon de data naar Arcmap geëxporteerd worden waarmee de resultaten visueel gemaakt konden worden. Via Arcmap kon de vergelijking gemaakt worden met de model resultaten van de 2D simulaties. Aan de hand van deze vergelijking en de beoordeling van een professional kon bepaald worden waar zich nog problemen voor deden in het model.

4.3.2 Koppeling kolk maaiveld

Nadat de eenvoudigste koppeling goede resultaten gaf werd er door gegaan met een complexere koppeling tussen het 1D en het 2D model. Deze koppeling werd gemaakt via het maaiveld en de kolken in het systeem. Hierbij komt het model dichterbij de werkelijkheid aangezien in de praktijksituatie de neerslag ook via de kolken in het rioolstelsel komt.

Voor deze koppeling was er een bestanden benodigd waarin alle kolken stonden. Dit bestand werd verkregen via de AVRI. Aangezien de kolken in dit bestand via een kolkenreiniger werden ingemeten, moest de data nagekeken worden op onnauwkeurigheden. Dit gebeurde aan de hand van straatfotografie van Globespotter (Globespotter, 2019).

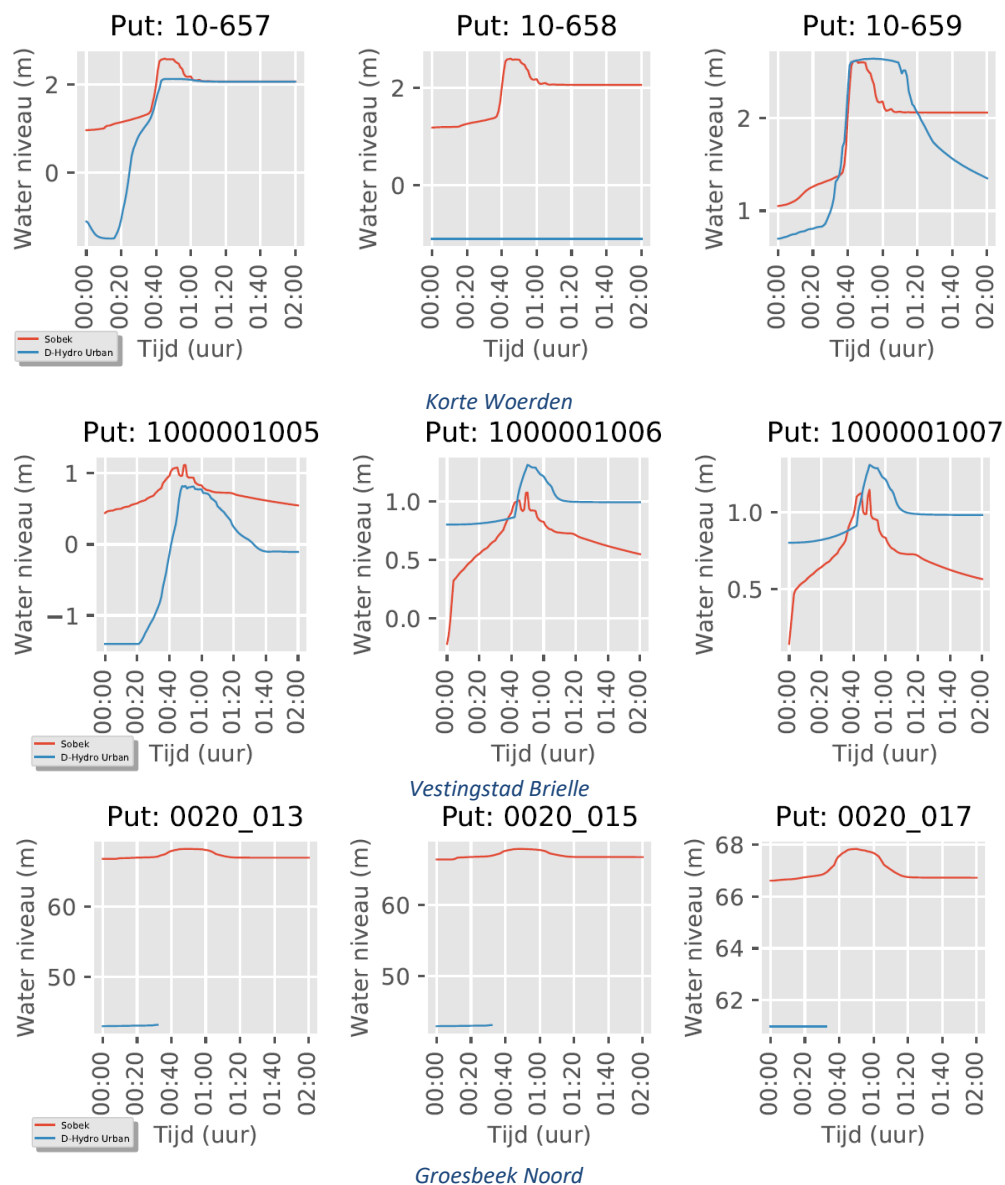
Wanneer het kolken bestand gecorrigeerd was kon deze aan het model gekoppeld worden in de GUI. Dit gebeurde op dezelfde manier als dat de “embedded” koppeling in de eerste koppeling gemaakt werd. Door een aantal muisklikken werden de kolken gekoppeld aan de dichtstbijzijnde put. Nadat deze koppeling gemaakt was kon het model op dezelfde manier als bij de koppeling met de putten aangezet worden in de interacter. De resultaten die uit deze simulatie kwamen werden op dezelfde manier als bij de koppeling via de inspectieputten uitgelezen en verwerkt.

5 Resultaten

5.1 1D validatie

De nieuwe module van het D-Hydro pakket is als eerste getest op de casus Korte Woerden aangezien dit gezien werd als het eenvoudigste stelsel. Hiermee werd verwacht dat de fouten in D-Hydro het eenvoudigst opgespoord en verholpen konden worden. Nadat de fouten in Korte Woerden waren hersteld werd het ook getest op de andere twee proefcasussen. Het verhelpen van de problemen in D-Hydro is een iteratief proces geweest tussen dit onderzoek, Deltares en de partners.

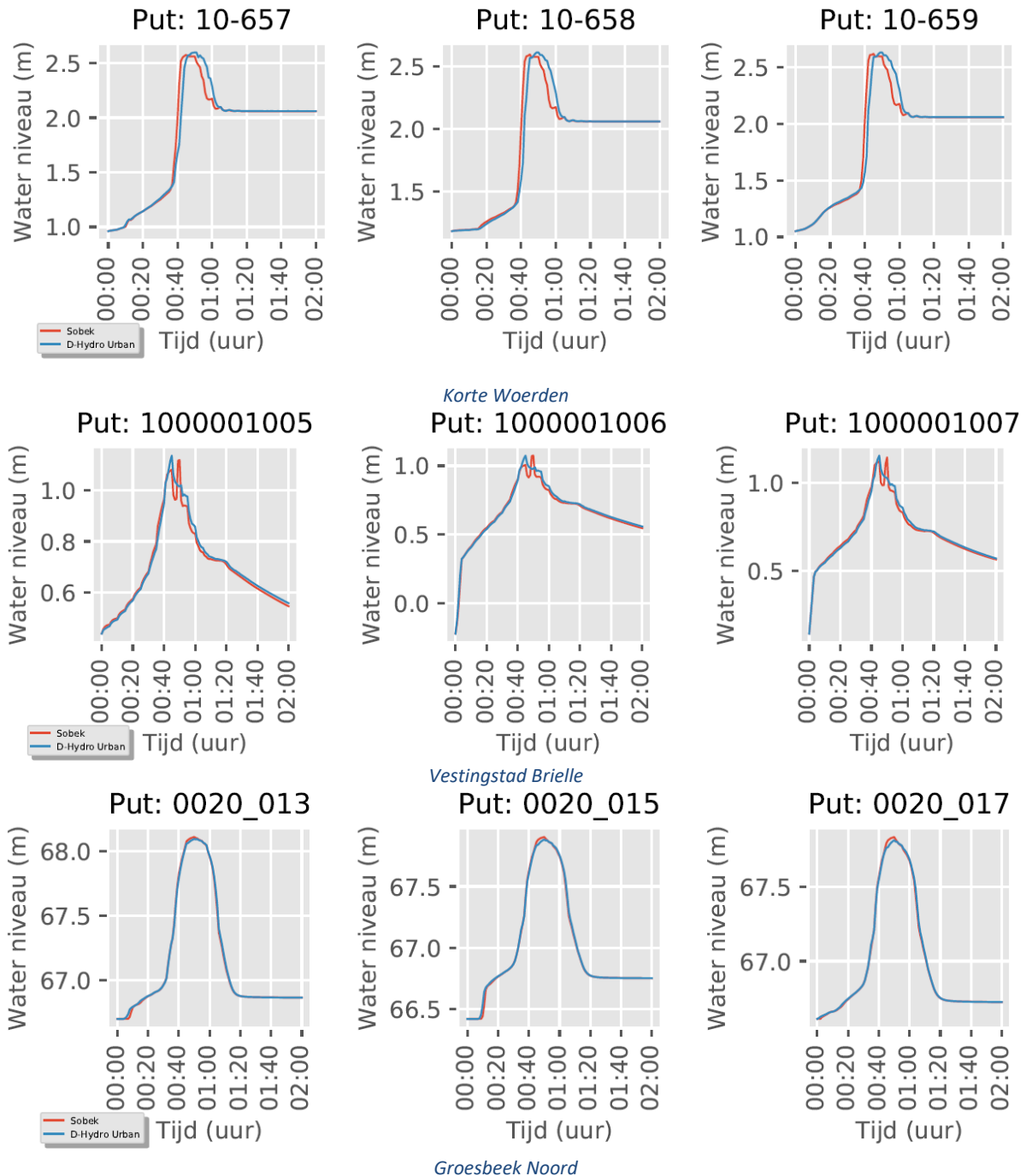
In Figuur 13 zijn de eerste resultaten, van de water niveaus van een aantal willekeurige putten uit de drie proefcasussen, te zien welke verkregen zijn met de vergelijking van SOBEK met de eerste verkregen versie, na de onderzoeken Barbieri, 2018; Kaptein, 2018, van D-Hydro (versie: 1.2.19.59468). Hierin is te zien dat bij alle drie de proefcasussen de berekende waterstand van D-Hydro ver afwijken van de berekende waarde van SOBEK af ligt. Dit verschil is bij de Groesbeek Noord casus het grootste. Ook is bij de Groesbeek Noord casus te zien dat de D-Hydro berekening na ongeveer 30 minuten niet meer door loopt. De berekening was hier gecrasht door een instabiliteit in de software.



Figuur 13: Resultaten van de vergelijking van de resultaten van SOBEK en de eerste versie van D-Hydro (versie: 1.2.19.59468). De rode lijn geeft de resultaten van SOBEK weer en de blauwe lijn de resultaten van D-Hydro.

De verschillen tussen de resultaten van beide modellen zijn teruggeleid naar fouten in D-Hydro. Hieruit kwam onder andere naar voren dat een aantal van de problemen voort kwamen uit fouten in de simulatie van kunstwerken. Deze kunstwerken reageerde niet op de juiste manier in het model, waardoor de afwatering van het 1D model niet goed verliep. Verder waren er ook nog een aantal kleine factoren in het rekenhart van D-Hydro die voor afwijkende resultaten zorgden.

Nadat deze problemen waren verholpen, zijn er opnieuw simulaties van het rioolstelsel van de drie casussen uitgevoerd. De resultaten van deze simulaties zijn te zien in Figuur 14. In dit figuur zijn dezelfde putten per casus te zien als in Figuur 13.



Figuur 14: Resultaten van de vergelijking van de resultaten SOBEK en de laatste versie van D-Hydro (versie: 1.2.26.60242). De rode lijn geeft de resultaten van SOBEK weer en de blauwe lijn de resultaten van D-Hydro.

Aan de resultaten van Figuur 14 valt als eerste op dat de simulaties van alle casussen volledig zijn afgerond zonder dat deze vroegtijdig crashte. Verder is ook zichtbaar dat de resultaten van D-Hydro (versie: 1.2.26.60242) en SOBEK veel beter overeen komen dan voorheen (versie: 1.2.19.59468). Het verschil, in waterhoogte, dat zich nu voordoet tussen beide modellen is over het algemeen nog maar enkele centimeters. Ook het verloop van de verandering van de waterhoogtes in de putten lijkt veel meer op elkaar.

Als er in Tabel 3 gekeken wordt is de Root Mean Square Error (RMSE) van de oude versie (versie: 1.2.19.59468) vergeleken met de nieuwe versie (versie: 1.2.26.60242). Hierin is te zien dat de modellen een veel lagere RMSE waarde hebben in het nieuwe model (versie: 1.2.26.60242). Dit betekent dat uitkomsten van het nieuwe model veel dichterbij de resultaten van SOBEK zitten dan de oude resultaten.

Tabel 3: Root Mean Square Error (RMSE) van de oude en de nieuwe versie van D-Hydro

Casus	Oude versie D-Hydro model (versie: 1.2.19.59468)	Nieuwe versie D-Hydro model (versie: 1.2.26.60242)
Korte Woerden	0,36	0,15
Vestingstad Brielle	0,62	0,06
Groesbeek Noord (tot crash)	20,25	0,02

Buiten het feit dat de resultaten beter zijn geworden is de simulatiesnelheid van de gehele simulatie ook sneller geworden. In Tabel 4 zijn de berekeningstijden van de verschillende casussen te zien van de eerste versie (versie: 1.2.19.59468) en een latere versie (versie: 1.2.26.60242) van D-Hydro. Hierin is te zien dat de rekentijd van voornamelijk de casus Korte Woerden veel sneller is geworden. Bij de Vestingstad Brielle is er een erg klein verschil en bij Groesbeek Noord kan er geen vergelijking gemaakt worden aangezien deze in de oude versie (versie: 1.2.19.59468) crashte voordat de volledige simulatie was uitgevoerd.

Tabel 4: Rekeningtijden Oude en nieuwe versie D-Hydro.

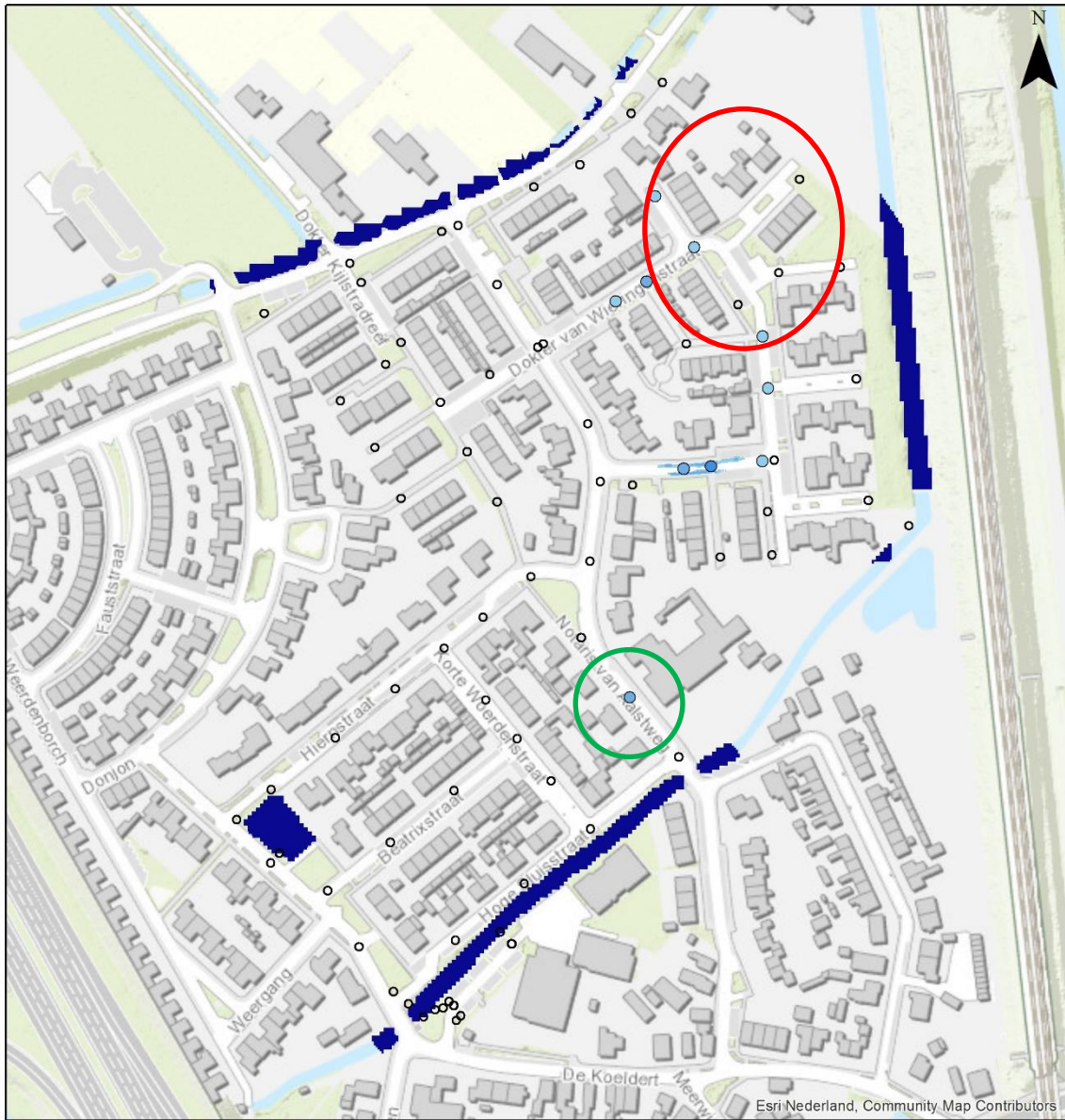
Casus	Oude versie D-Hydro model (versie: 1.2.19.59468) [S]	Nieuwe versie D-Hydro model (versie: 1.2.26.60242) [S]
Korte Woerden	172	21
Vestingstad Brielle	47	46
Groesbeek Noord	Niet afgerond door crash	62

In de resultaten van alle putten in de drie proefcasussen (Bijlage 1, Bijlage 2 en Bijlage 3) zijn nog wel een aantal putten te zien waar de verschillen groter zijn. Dit probleem doet zich echter maar voor bij een enkele put. Aangezien het verschil tussen SOBEK en D-Hydro over het algemeen minimaal is en er niet eenduidig gezegd kan worden dat SOBEK of D-Hydro betere resultaten heeft, is er in overleg met Deltares voor gekozen om dit model als basis te gebruiken voor de 1D-2D koppeling.

5.2 1D-2D validatie

5.2.1 Koppeling put-maaiveld

De eerste 1D-2D koppeling die gemaakt is, is gemaakt tussen het maaiveld en de putten. Hiermee was er dus alleen interactie tussen het maaiveld en het rioolstelsel mogelijk via de inspectie putten. Er is begonnen met alleen neerslag te simuleren op de inspectie putten, conform de 1D-methode. Hiermee komt er alleen water op het maaiveld als het rioolsysteem de neerslag niet kan verwerken. In Figuur 15 is het resultaat van deze simulatie te zien samen met de putten welke water op straat berekende bij SOBEK.



Legenda

Resultaat SOBEK	Resultaat D-Hydro
○ < 0,02	□ < 0,02
○ 0,02 - 0,05	□ 0,02 - 0,05
○ 0,05 - 0,10	□ 0,05 - 0,10
○ 0,10 - 0,15	□ 0,10 - 0,15
○ 0,15 - 0,20	□ 0,15 - 0,20
○ 0,20 - 0,25	□ 0,20 - 0,25
○ 0,25 - 0,50	□ 0,25 - 0,50
○ 0,50 <	□ > 0,50

0 37,5 75 150 Meters

Figuur 15: Resultaten van de simulatie met de koppeling tussen de inspectieputten en het maaiveld, met de neerslag op de put op tijdstip t = 49 minuten. De bolletjes zijn de water op straat hoogtes van SOBEK en de vlakken zijn de waterhoogtes van D-Hydro.

Uit Figuur 15 valt op te maken dat de locaties van water op straat bij SOBEK en D-Hydro (versie: 1.2.26.60242) niet helemaal op dezelfde plekken te vinden zijn. Er zijn enkele verschillen, zo zijn bij de locaties van de rode en de groene cirkels gebieden waar SOBEK water op straat simuleert maar

D-Hydro niet. Als er naar de berekende waterhoogtes van deze putten gekeken wordt (Bijlage 1, putten rode cirkel: 13-675, 13-694 en 13-696, groene cirkel: 10-641), is er te zien dat de waterniveaus bij deze putten niet veel van elkaar verschillen. De uitkomsten van de D-Hydro berekening zijn over het algemeen iets lager maar dit verschil is niet groot. Als er verder wordt gekeken is er te zien dat de maaiveldhoogtes van SOBEEK op deze locaties iets lager liggen dan de maaiveldhoogtes van de D-Hydro simulatie. Deze twee kleine verschillen kunnen resulteren in het verschil van de locaties waar water op straat situaties voorkomen. De berekende water op straat hoogtes van SOBEEK zijn namelijk maar enkele centimeters, welke opgeheven kunnen worden door bovenstaande redenen.

Aangezien de resultaten van de neerslag op de putten goed overeen komen met de resultaten van SOBEEK en de verschillen verklaarbaar zijn, is er vanaf hier gebruik gemaakt van neerslag op het 2D raster bij de koppeling via de inspectieputten. Hierbij zal er op het hele 2D raster neerslag vallen en zal dit over het oppervlak naar het 1D systeem toe stromen. Een deel van dit water zal verwerkt worden door de bodem. De hoeveelheid is afhankelijk van de waarde die in het verwerkingsraster staat. De neerslag die op de daken valt, stroomt door het hoogte verschil tussen de daken en het maaiveld automatisch af naar het maaiveld. In Figuur 17 zijn de resultaten van deze de koppeling tussen de putten en het maaiveld met neerslag op het 2D raster te zien op tijdstap $t = 49$ min. Op deze tijdstap staat er het meeste water op het maaiveld.

In Figuur 17 is te zien dat er over het algemeen veel meer water op het maaiveld staat dan in de simulatie met de neerslag op de inspectie putten. Dit komt doordat er met neerslag op het raster ook neerslag valt op gebieden waar via de neerslag op de putten geen water komt, zoals tuinen of grasvelden. De neerslag die hier valt kan in lokale laagtes in het hoogteraster blijven staan wat zorgt voor plasvorming. Dit is dan ook te zien in de resultaten van deze D-Hydro situatie. Het water wat hier staat zal in de grond infiltreren maar de snelheid hiervan is afhankelijk van de waarde van het verwerkingsraster in dat gebied.

Ook is er te zien dat er veel water in de goten blijft staan. Dit is beter te zien in het resultaat aan het eind van de simulatie (Figuur 18 $t = 120$ min). Hierin is te zien dat het water op straten voornamelijk aan de zijkanten van de straten staat. Het water dat hier staat kan niet weg stromen omdat de inspectieputten over het algemeen in het midden van de weg liggen. Aangezien de straten in dit gebied voornamelijk met een dak profiel zijn aangelegd ligt het midden van de weg hoger dan de goten aan weerszijden van de straat (Figuur 16). Hierdoor stroomt het water naar de zijkanten van de weg maar dit kan hier alleen weg stromen door de geringe verwerkingswaarde van de verharding.



Figuur 16: Water hoopt zich op aan de zijkant van de weg



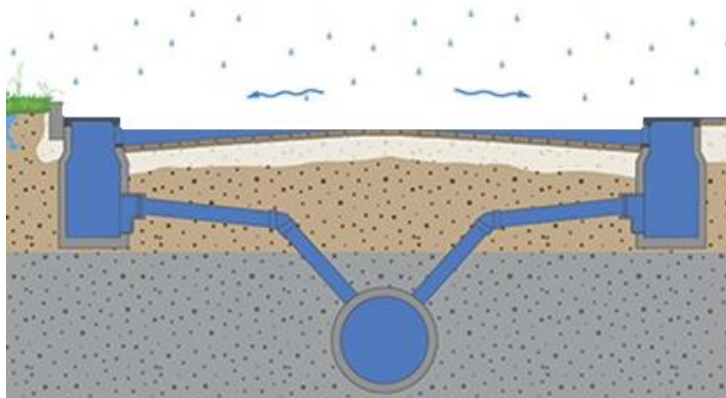
Legenda
Resultaat D-Hydro

- < 0,02
- 0,02 - 0,05
- 0,05 - 0,10
- 0,10 - 0,15
- 0,15 - 0,20
- 0,20 - 0,25
- 0,25 - 0,50
- > 0,50

0 37,5 75 150 Meters

Figuur 17: Resultaten van de simulatie met de koppeling tussen de inspectieputten en het maaiveld, met de neerslag op het maaiveld op tijdstap t = 49 minuten.

5.2.2 Koppeling kolk-maaiveld



Figuur 19: Afvoer water met kolken

Om het probleem uit bovenstaande paragraaf te verhelpen is de koppeling tussen de kolken en het maaiveld toegepast. Met deze koppeling wordt er vanuit gegaan dat het water dat zich nu ophoopt aan de zijkanten van de straten via de kolken het 1D stelsel in zal lopen (Figuur 19).

Om te controleren of de koppeling met de kolken goed werkte is er eerst begonnen met een simulatie met neerslag op de putten. De resultaten

van deze simulatie zijn te zien in Figuur 21. Hierin is te zien dat de locaties van water op straat van SOBEK en D-Hydro beter overeen komen dan de koppeling met de putten. De gebieden waar in de simulatie met de koppeling op de putten geen water op straat stond in de D-Hydro simulatie (rode en groene cirkels Figuur 15), staat nu wel water op straat. Het lijkt er op dat aangezien de goten, en dus ook de kolken, lager liggen dan het midden van de weg (waar de inspectie putten over het algemeen liggen) de resultaten van water op straat beter overeenkomen met de resultaten van SOBEK.

Als er naar Figuur 22 wordt gekeken is er te zien dat er, rond het hoogtepunt van de hoeveelheid water op straat, verschil tussen de resultaten van de koppeling tussen de inspectieputten en het maaiveld (Figuur 17) en de koppeling tussen de kolken en het maaiveld zit (Figuur 23). De hoeveelheid water op straat in de simulatie met de koppeling tussen het maaiveld en de kolken is op verschillende plekken lager dan met de koppeling via de inspectieputten. Een oorzaak hiervan kan zijn dat het water wat aan de zijkant van de weg ophoopt meteen afgewaterd kan worden door de kolken. Wanneer de koppeling via de inspectieputten wordt gemaakt zal het water eerst tot het midden van de weg moeten komen voordat dit afgewaterd kan gaan worden via het rioleringsstelsel.

De verschillen tussen de resultaten van de koppeling met de putten en de koppeling met de kolken (Figuur 24) worden groter als er gekeken wordt naar het einde van de simulatie (Figuur 25). Doordat het water zich bij de koppeling met de putten ophoopt in de goten en de putten boven dit water niveau liggen, kan er geen water van het maaiveld het riool instromen. Hierdoor kan dit water alleen verdwijnen door de geringe verwerkingswaarde van de verharding. Bij de koppeling met de kolken kan het water in de goten wel het riool instromen. Hierdoor blijft er aan het einde van de simulatie minder water op straat staan. Aangezien in de praktijk het water ook via de kolken het rioolsysteem in stroomt, lijkt het er op dat de laatste koppeling de werkelijkheid het beste benaderd.

Dit blijkt ook als er een vergelijking gemaakt wordt met een extreme neerslag situatie die zich heeft voorgedaan in de Korte Woerden. In Figuur 20 zijn twee afbeeldingen te zien die in de Korte Woerden gemaakt zijn na een hevige bui. De bui die hier is over getrokken wordt ingeschat op ongeveer 28 mm in een korte tijd. De locaties waar de afbeeldingen gemaakt zijn, zijn te zien in Figuur 23. Er is te zien dat op de plekken waar water op straat berekend wordt in de D-Hydro simulatie ook water op straat staat. Op de locaties van zowel de linker als de rechter foto is water op straat te zien in de simulatie.

Op de foto's lijkt meer water op straat te staan wat kan komen door het feit dat de bui heviger was dan de gesimuleerde bui.



Figuur 20: Foto's van water op straat na een hevige bui in de Korte Woerden. Het gebied van de linker foto is te zien in de groene cirkel in Figuur 23. Het gebied van de rechter foto is te zien in rode cirkel in Figuur 23.



Legenda

Resultaat SOBEK	Resultaat D-Hydro
○ < 0,02	□ < 0,02
○ 0,02 - 0,05	□ 0,02 - 0,05
○ 0,05 - 0,10	□ 0,05 - 0,10
○ 0,10 - 0,15	□ 0,10 - 0,15
○ 0,15 - 0,20	□ 0,15 - 0,20
○ 0,20 - 0,25	□ 0,20 - 0,25
○ 0,25 - 0,50	□ 0,25 - 0,50
○ 0,50 <	□ > 0,50

Figuur 21: Resultaten van de simulatie met de koppeling tussen de kolken en het maaiveld, met de neerslag op de put op tijdstap t = 49 minuten. De bolletjes zijn de water op straat hoogtes van SOBEK en de vlakken zijn de waterhoogtes van D-Hydro.



Legenda

- 0,15 - -0,10
- 0,10 - -0,05
- 0,05 - -0,02
- 0,02 - 0,02
- 0,02 - 0,05
- 0,05 - 0,10
- 0,10 - 0,15

0 37,5 75 150 Meters

Figuur 22: Verschillen tussen de SOBEK en D-Hydro berekeningen op t=49. Positieve getallen betekenen een hogere berekende waarde van SOBEK en negatieve getallen betekenen een hogere berekende waarde van D-Hydro.



Legenda
Resultaat D-Hydro

- < 0,02
- 0,02 - 0,05
- 0,05 - 0,10
- 0,10 - 0,15
- 0,15 - 0,20
- 0,20 - 0,25
- 0,25 - 0,50
- > 0,50

Figuur 23: Resultaten van de simulatie met de koppeling tussen de kolken en het maaiveld, met de neerslag op het maaiveld op tijdstap $t = 49$ minuten. De gekleurde cirkels zijn de gebieden van de foto's van Figuur 20.



Legenda
Resultaat D-Hydro

- < 0,02
- 0,02 - 0,05
- 0,05 - 0,10
- 0,10 - 0,15
- 0,15 - 0,20
- 0,20 - 0,25
- 0,25 - 0,50
- > 0,50

Figuur 24: Resultaten van de simulatie met de koppeling tussen de kolken en het maaiveld, met de neerslag op het maaiveld op tijdstap $t = 120$ minuten.



Legenda

- 0,15 - -0,10
- 0,10 - -0,05
- 0,05 - -0,02
- 0,02 - 0,02
- 0,02 - 0,05
- 0,05 - 0,10
- 0,10 - 0,15

0 37,5 75 150 Meters

Figuur 25: Verschillen tussen de SOBEK en D-Hydro berekeningen op t=120. Positieve getallen betekenen een hogere berekende waarde van SOBEK en negatieve getallen betekenen een hogere berekende waarde van D-Hydro.

6 Discussie & Aanbevelingen

6.1 Algemeen

Tijdens het testen van het model werd er gebruik gemaakt van verschillende versies van de D-Hydro GUI. Al deze versies hadden het probleem dat er geen opgeslagen modellen ingeladen kon worden. Hierdoor moest bij iedere aanpassing in één van de proefcasussen het model helemaal opnieuw opgebouwd worden in de GUI. Dit kostte tijd en gaf ruimte voor menselijke fouten in het opzetten van het model. Om deze reden wordt er aangeraden dat voor vervolgonderzoek de modellen van de proefcasussen ingeladen kunnen worden zodat er minder ruimte voor fouten is bij het opzetten van modellen.

6.2 1D validatie

Tussen de resultaten van SOBEK en D-Hydro zijn nog altijd verschillen te vinden. Deze verschillen hoeven daarentegen niet te betekenen dat het D-Hydro model geen goede resultaten simuleert. SOBEK is een model dat veel gebruikt wordt en de praktijk over het algemeen goed benaderd. De resultaten van SOBEK hoeven daarentegen niet altijd te kloppen. Uit het vorig uitgevoerde onderzoek bleek dat SOBEK waterstanden van het didactisch stelsel op een aantal plekken verkeerd berekende (Barbieri, 2018; Kaptein, 2018). De kleine verschillen die dus zijn waargenomen in de vergelijking kunnen ook een foute benadering zijn van SOBEK.

Ook wordt er in SOBEK gebruik gemaakt van het Preissmann slot. Doordat er met dit Preissmann slot gebruik gemaakt wordt van een dunne leiding verticaal op de riool leiding, om de drukverhoging van een gevulde buis te simuleren, wordt er ook extra berging in het stelsel gecreëerd. Deze extra berging kan resulteren in een verschil tussen de resultaten van D-Hydro en SOBEK.

Tijdens het gebruik van de nieuwe D-Hydro software kon er geen gebruik gemaakt worden van de ruwheid van pvc buizen (White Colebrook waarde van 0,0004 m). Deze waarde was in D-Hydro nog niet aan te passen. Aangezien de standaardwaarde in D-Hydro gelijk was aan een White Colebrook waarde van 0,003 (de ruwheidwaarde van beton), werd er met deze waarde in D-Hydro gerekend. Om de vergelijking met SOBEK zo goed mogelijk te maken zijn de modellen in SOBEK ook aangepast zodat er ook hier alleen maar gerekend werd met een ruwheidswaarde van een betonnen leidingen.

D-Hydro maakt gebruik van een ander nat oppervlak dan SOBEK. Bij SOBEK wordt het natte oppervlak berekend aan de bovenstroomse zijde van een leiding. Bij D-Hydro wordt dit gedaan op de locatie van de hoogst gelegen Binnenkant Onderkant Buis (BOB). Dit geeft verschillende resultaten tussen SOBEK en D-Hydro bij leidingen welke lager liggen bij de bovenstroomse put dan bij de benedenstroomse put (buis op tegenschot). Om dit te verhelpen zijn de leidingen welke op tussenschot lagen omgedraaid, zodat de resultaten tussen SOBEK en D-Hydro beter te vergelijken waren. Leidingen die op tegenschot lagen werden alleen gevonden in de proefcasus van Groesbeek. In werkelijkheid komen leidingen welke op tegenschot liggen niet vaak voor. Het kan zijn dat bij het opbouwen van de modellen door de gemeente er menselijke fouten zijn gemaakt bij het invoeren van de hoogtes van de buizen. Dit is echter niet te controleren, en voor de validatie van D-Hydro is dit ook minder belangrijk.

6.3 1D-2D validatie

De validatie van de koppeling tussen het 1D en 2D model is alleen getest op de casus Korte Woerden. Doordat er veel tijd verloren is gegaan aan het opnieuw testen en valideren van het 1D model is ervoor gekozen om de 1D-2D validatie alleen voor de casus Korte Woerden te doen. Doordat deze

koppeling met maar 1 proefcasus gedaan is, konden beide verschillende koppelingen getest en gevalideerd worden. Om te controleren of de koppeling ook bij een grotere casus zoals Vestingstad Brielle of bij een hellende casus zoals de casus Groesbeek Noord werkt is vervolgonderzoek benodigd.

De koppeling tussen de daken van gebouwen en het rioolstelsel is in dit onderzoek niet gemaakt. Deltares is wel bezig geweest met het bouwen van deze koppeling. Om te bepalen of deze koppeling goed werkt en wat het effect van deze koppeling is wordt er aangeraden om hier verder onderzoek naar te doen. Als basis voor dit onderzoek kan de huidige versie van D-Hydro (versie: 1.2.26.60242) en kunnen de huidige proefcasussen gebruikt worden.

Het kolken bestand dat was aangeleverd door de AVRI, was ingemeten door een kolkenreiniger tijdens reinigingswerkzaamheden. Aangezien deze metingen niet erg precies gedaan waren zijn de kolken gecontroleerd aan de hand van straatfotografie van globespotter (Globespotter, 2019). Op een aantal plekken zijn er kolken toegevoegd en zijn er kolken verplaatst. Aangezien dit met de hand gedaan is aan de hand van referentiepunten in de straatfotografie, is het mogelijk dat de kolken niet op de exact kloppende locatie zijn komen te liggen. Het wordt verwacht dat het effect hiervan op de resultaten minimaal zal zijn aangezien er meerdere kolken per straat liggen en het verschil tussen de echte locatie en de locatie in het bestand maximaal enkele meters bedraagt.

De resultaten van de 1D-2D koppeling geven een duidelijk overzicht van water op het maaiveld vergeleken met het oude SOBEK model. In SOBEK was alleen te zien waar zich water op het maaiveld bevond en de hoogte van deze overstroming bleef in de bak boven de put staan. Hierdoor kon er wel gezien worden waar zich water op straat situaties voor deden maar niet wat het effect van deze overstromingen was op de omgeving. Door de koppeling met het maaiveld te maken is te zien wat er gebeurd met het water en waar zich de meeste overlast van deze overstromingen voordoet. Ook is er te zien of het water alleen op straat blijft staan of dat dit water ook voor overlast in panden zal gaan zorgen.

In Waardenburg heeft zich op 12 juni 2016 een extreme neerslagsituatie voor gedaan. Van het water op straat in de Korte Woerden zijn twee foto's gemaakt. Deze foto's en de locaties van de foto's zijn te zien in Figuur 20 en Figuur 23. Hier is te zien dat de locaties van water op straat van D-Hydro overeen komt met de locaties van water op straat in de foto's. De hoogte van de hoeveelheid water op straat is op de foto lastig in te schatten, maar lijkt hoger dan D-Hydro geeft. Dit kan komen doordat de intensiteit van de bui anders is geweest. In D-Hydro werd er gerekend met BUI08, welke 20 mm neerslag in één uur geeft terwijl de AVRI heeft doorgegeven dat er in de Korte Woerden 28 mm in een korte tijd is gevallen. Er is geen indicatie gegeven hoe lang deze "korte tijd" duurde. Deze foto's geven een indicatie dat de berekende resultaten in de goede richting zitten maar kunnen niet als doorslaggevend bewijs worden gebruikt.

6.4 Doorkijk

Aan de hand van deze resultaten kan er ook verder gekeken worden dan alleen water op straat situaties. Antea Group maakt de resultaten bij de 2D simulaties nu al inzichtelijker door een panden analyse te doen. Hiermee wordt er een kaart gemaakt waarop aangegeven staat welke panden geraakt worden door water op straat en hoe hoog dit water tegen een pand aan is. Dit kan ook gedaan worden bij de resultaten van de gekoppelde simulaties. Verder kan er ook nog dieper gegaan worden in deze analyse. Zo kan er gekeken worden naar hoe groot de verwachte schade is in een gebied na een

bepaalde neerslaggebeurtenis. Hierbij kan er een betere afweging gemaakt worden of bepaalde aanpassingen van het afwaterend stelsel rendabel zijn.

Ook zou aan de hand van de simulaties de stromingsrichting van het vuil water bepaald worden. Hiermee kan geanalyseerd worden waar vervuild water naar toe zal stromen en waar dit effect op de waterkwaliteit van open water of op de gezondheid van mensen kan hebben. Om dit soort toepassingen van het nieuwe model te gaan gebruiken dient er eerst uitvoerig onderzoek naar de mogelijkheden hiervan gedaan te worden. Hiervoor wordt dan ook een vervolgstudie aangeraden.

7 Conclusie

Het doel van dit onderzoek was om te bepalen of een gekoppeld 1D-2D model kon bijdragen aan betere adviezen voor Antea Group. Om dit doel te behalen waren er een aantal onderzoeksvragen opgesteld welke in dit rapport behandeld zijn.

- Geeft het 1D model na de doorontwikkeling van de zomer 2018 nog altijd juiste resultaten?

Het 1D model dat in het voorjaar van 2018 was getest en gevalideerd gaf geen kloppende resultaten meer. Daarom moest dit model opnieuw getest en gevalideerd worden. In samenwerking met Deltares is de software opnieuw getest en gevalideerd. Dit had als resultaat dat er een aantal fouten in de software zijn gevonden welke onder andere bij de kunstwerken in het 1D stelsel voor problemen zorgde. Na het verhelpen van de verschillende fouten was het resultaat van de 1D simulaties weer kloppend en kon het 1D model als basis gebruikt worden om de koppeling met de 2D te maken.

- Gedraagt de koppeling tussen het bovengrondse en ondergrondse model zich als verwacht?

De koppeling tussen het maaiveld en het rioolstelsel kon via kolken en inspectieputten gemaakt worden. Beide koppelingen zijn getest met zowel de neerslag op de putten als op het raster. Uit deze tests kwam naar voren dat de beide koppelingen tussen het 1D en 2D model goed verliep. De resultaten via beide koppelingen gaven ook goede resultaten. De koppeling via de kolk en het maaiveld gaf echter wel betere resultaten dan de koppeling via de inspectieputten en het maaiveld. Dit kwam doordat in deze laatst genoemde koppeling water zich ophoopte in de goten en hier niet weg kon. Door gebruik te maken van de koppeling via de kolken was dit probleem verholpen.

- Levert de extra inspanning om een gekoppeld model te maken ook extra inzicht op?

De resultaten van het gekoppelde 1D-2D model geeft betere inzichten dan het 1D model van SOBEK. In het nieuwe model is goed te zien waar water op straat situaties voor komen en hoe hoog het water op deze situaties staat. Hiermee kan er een beter advies gegeven worden, vergeleken met SOBEK, waar zich overlast zal voordoen en hoe dit opgelost kan worden. Eventuele oplossingen kunnen ook meteen doorgerekend worden en daarmee kan het effect ook meteen gevisualiseerd worden voor de klant.

De toegevoegde waarde van het gekoppelde model met het huidig gebruikte 2D model van D-Hydro kan in dit onderzoek niet genoemd worden. Doordat onverwachts het 1D model opnieuw getest en gevalideerd moest worden is hier veel tijd op verloren. Om deze reden wordt er nog vervolg onderzoek aanbevolen waarin de volgende punten meegenomen moeten worden:

- De 1D-2D koppeling dient nog verder getest te worden op grotere en ingewikkeldere casussen.
- Het testen en valideren van de koppeling tussen de daken en het rioolstelsel dient uitgevoerd te worden. Er is bezig geweest met het bouwen van deze koppeling maar in dit onderzoek is er niet aan toe gekomen om deze te testen.
- Er moet gekeken worden naar hoe de nieuwe resultaten gebruikt kunnen worden met verdere analyses. Kunnen de resultaten betere inzichten geven in de economische schade of schade aan de natuur door pluviale overstromingen?

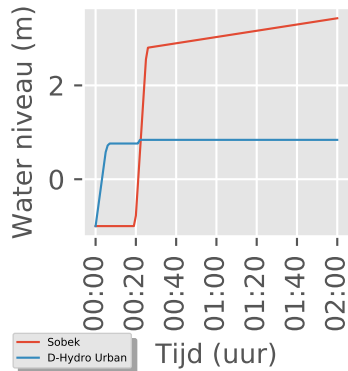
8 Bibliografie

- AHN. (2019, 01 07). *AHN*. Opgehaald van Actueel Hoogtebestand Nederland: <http://www.ahn.nl/index.html>
- Barbieri, B. (2018). *Het 1D Hydraulisch Functioneren van D-Hydro Urban*. Avans hogeschool.
- Beersma, J., Versteeg, R., & Hakvoort, H. (sd). *Neerslagstatistieken voor korte duren : actualisatie 2018*.
- Bermúdez, M., Ntegeka, V., Wolfs, V., & Willems, P. (2018). Development and Comparison of Two Fast Surrogate Models for Urban Pluvial Flood Simulations. *Water Resources Management*.
- Chang, T., Wang, C., & Chen, A. (2015). A novel approach to model dynamic flow interactions between storm sewer system and overland surface for different land covers in urban areas. *Journal of Hydrology*.
- Deltares. (2013). *Sobek Urban*. Deltares.
- Dinoloket. (2019, 01 21). *Dinoloket ondergrondgegevens*. Opgehaald van Dinoloket: <https://www.dinoloket.nl/>
- EPA. (2003). *Managing Urban Runoff What Homeowners Can Do*.
- Globespotter*. (2019). Opgehaald van <https://globespotter.cyclomedia.com/nl/>
- Hiester, H., Piggott, M., Farrell, P., & Allison, P. (2014). Assessment of spurious mixing in adaptive mesh simulations of the two-dimensional lock-exchange. *Ocean Modelling*.
- Hoogvliet, M., Van de Ven, F., Buma, J., Van Oostrom, N., Brolsma, R., Filatova, T., . . . Bosch, P. (2012). *Schades door watertekorten en -overschotten in stedelijk gebied*. Deltares, Delft.
- IPCC. (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (1 ed.). Geneva: IPCC.
- Kaptein, B. (2018). *D-Hydro, de toekomst van Sobek?* Hogeschool Rotterdam.
- KNMI. (2015). *KNMI'14-klimaatscenario's voor Nederland; Leidraad voor professionals in klimaatadaptatie*. KNMI, De Bilt.
- Leandro, J., Chen, A., Djordjević, S., & Savić, D. (2009). Comparison of 1D/1D and 1D/2D Coupled (Sewer/Surface) Hydraulic Models for Urban Flood Simulation. *Journal of Hydraulic Engineering*.
- Leopold, L., Udall, S., & Pecora, W. (1968). *Hydrology for-Urban Land Planning-A Guidebook on the Hydrologic Effects of Urban Land Use United States Department of the Interior Geological Survey*.
- Marsalek, J., Jiménez-Cisneros, B., Malmquist, P.-A., Karamouz, M., Goldenfum, J., & Chocat, B. (2006). *Urban water cycle processes and interactions; Technical documents in hydrology; Vol.:78; 2006*.
- Massop, H., Van der Gaast, J., & Kiestra, E. (2005). *De doorlatendheid van de bodem voor infiltratiedoeleinden*. Alterra, Wageningen.
- Panoply. (2018). New York: NASA Goddard Institute for Space Studies.

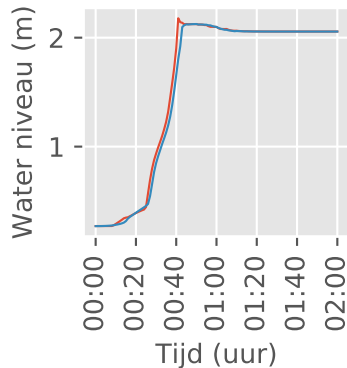
- Preissmann, A. (1961). Propagation des Intumescences dans les canaux et Rivières. *First Congress of French Association for Computation*.
- Quickplot. (2013). Delft: Deltares.
- Rioned. (2004). *Leidraad Module C2100: Rioleringsberekeningen, hydraulisch functioneren*. Rioned, Delft.
- Sanders, R. (1986). Urban vegetation impacts on the hydrology of Dayton, Ohio. *Urban Ecology*.
- Steentjes, B., & Scherpenisse, R. (2018). *Wateroverlast Brielle Statische en dynamische wateroverlastanalyses*. Antea Group, Deventer.
- Van de ven, F. (1985). From rainfall to sewer inflow; a process with consequences. *Water in urban areas*, 33.
- Van Dijk, E., Van Der Meulen, J., Kluck, J., & Straatman, J. (2014). Comparing modelling techniques for analysing urban pluvial flooding. *Water Science and Technology*.
- Van Riel, W. (2011). *Exploratory study of pluvial flood impacts in Dutch urban areas*. Deltares, Delft.
- WHO. (2008). *Guidelines for Drinking-water Quality THIRD EDITION INCORPORATING THE FIRST AND SECOND ADDENDA Volume 1 Recommendations Geneva 2008 WHO Library Cataloguing-in-Publication Data* (3 ed.).

9 Bijlage 1: 1D resultaten Korte Woerden

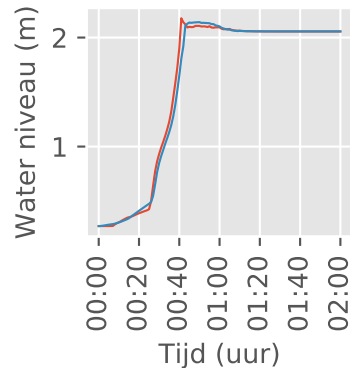
Put: 10-615R



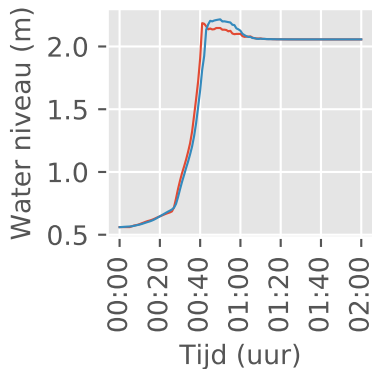
Put: 10-634



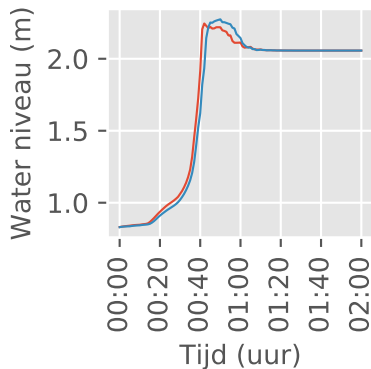
Put: 10-635



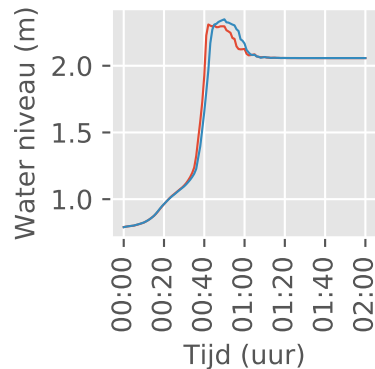
Put: 10-636



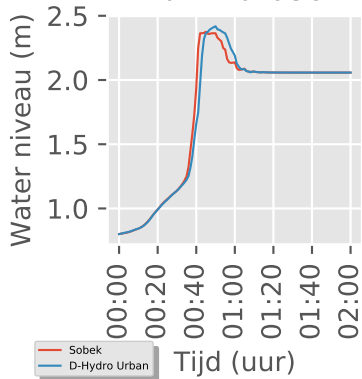
Put: 10-637



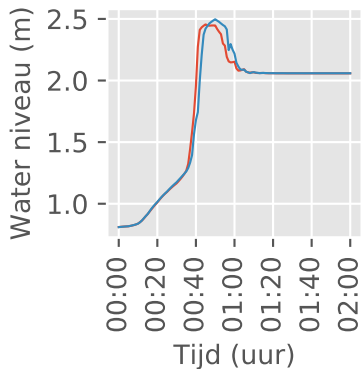
Put: 10-638



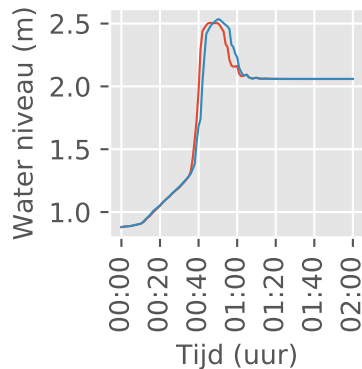
Put: 10-639



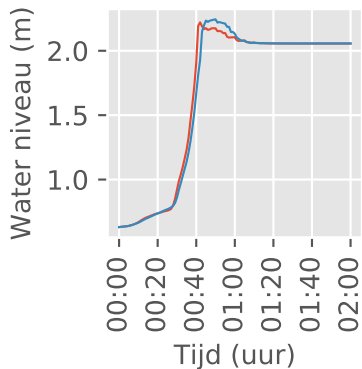
Put: 10-640



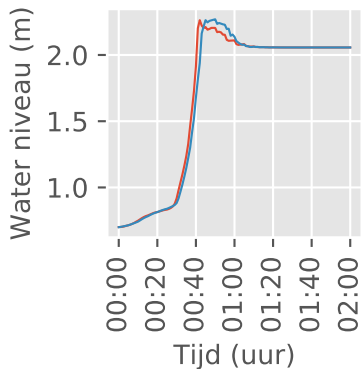
Put: 10-641



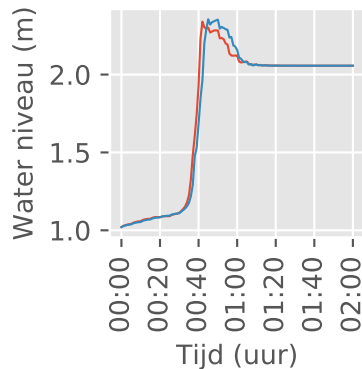
Put: 10-642

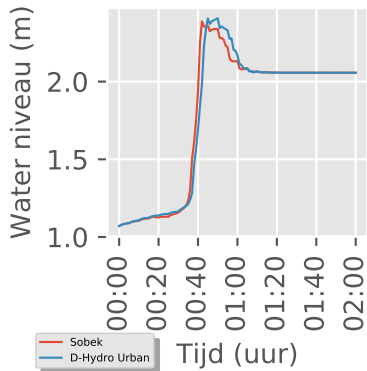
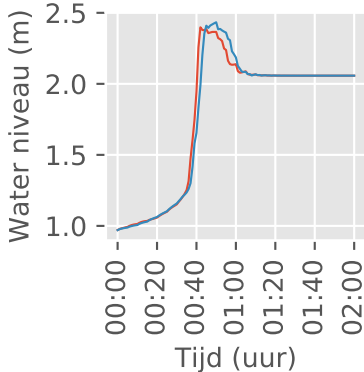
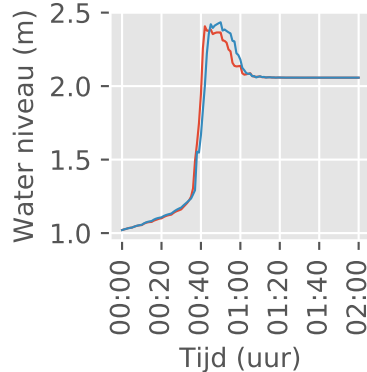
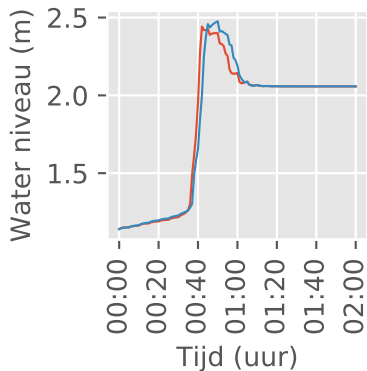
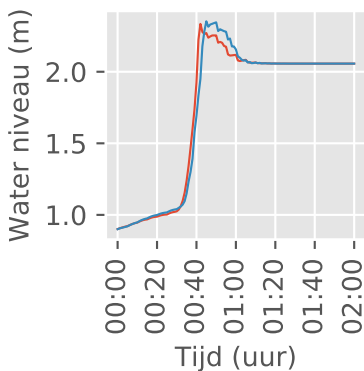
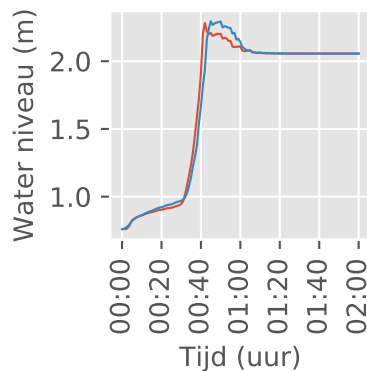


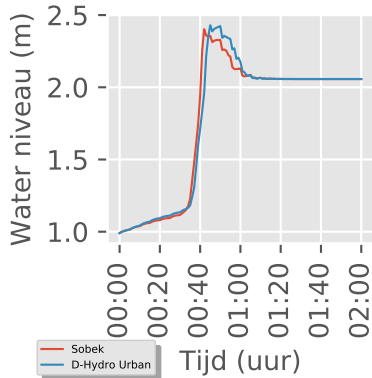
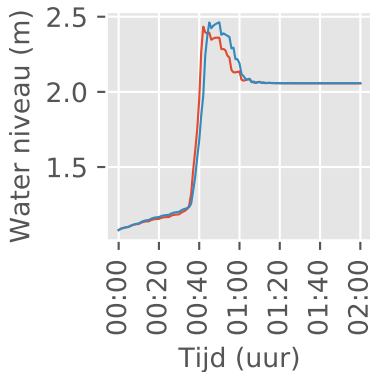
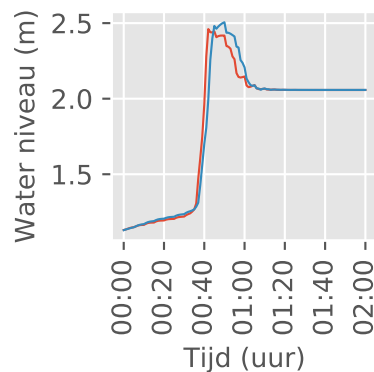
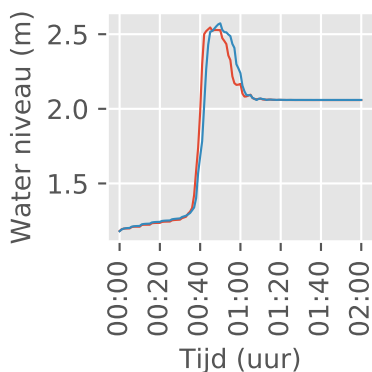
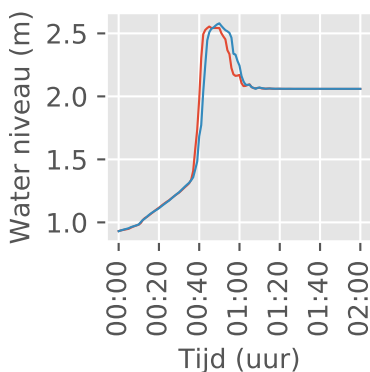
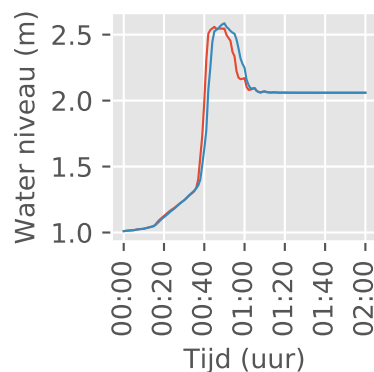
Put: 10-643

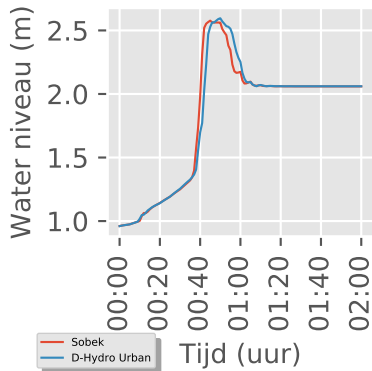
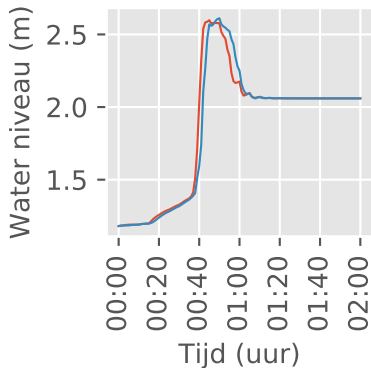
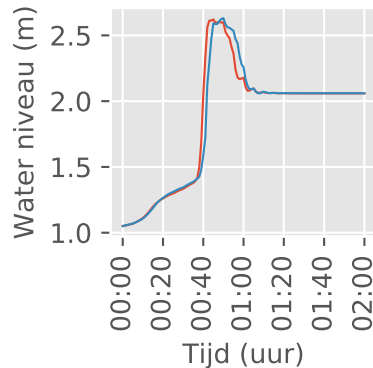
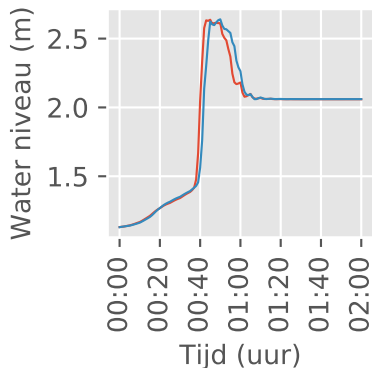
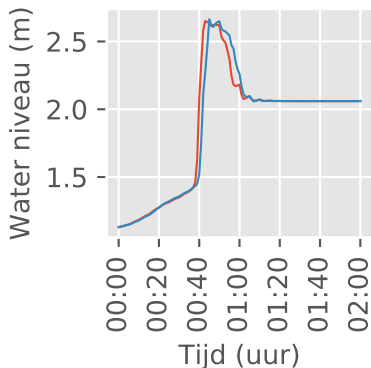
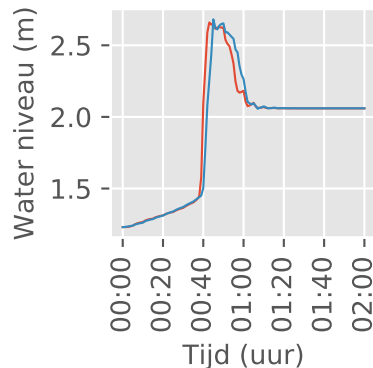


Put: 10-644

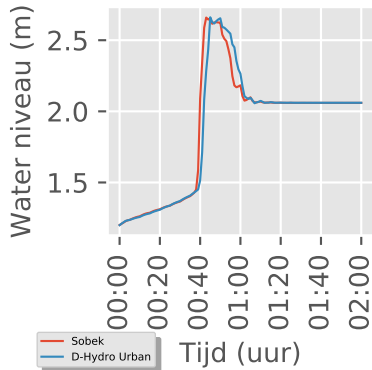


Put: 10-645**Put: 10-646****Put: 10-647****Put: 10-648****Put: 10-650****Put: 10-650A**

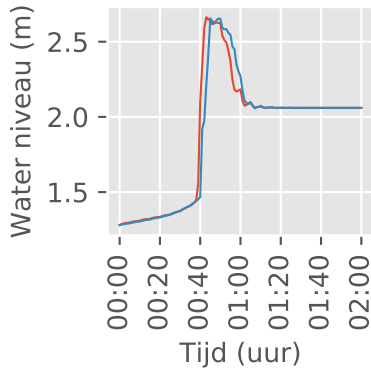
Put: 10-651**Put: 10-652****Put: 10-653****Put: 10-654****Put: 10-655****Put: 10-656**

Put: 10-657**Put: 10-658****Put: 10-659****Put: 10-660****Put: 10-661****Put: 10-662**

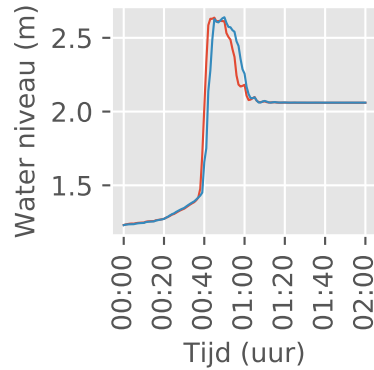
Put: 10-663



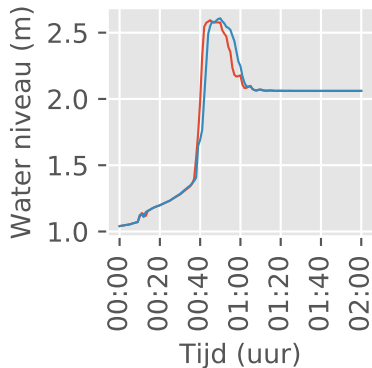
Put: 10-664I



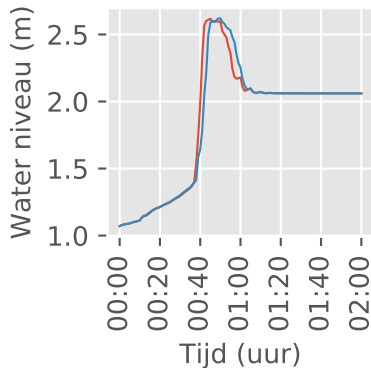
Put: 10-665



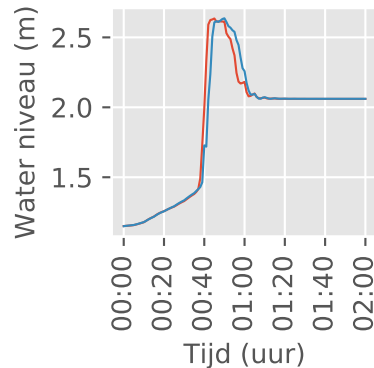
Put: 10-666I



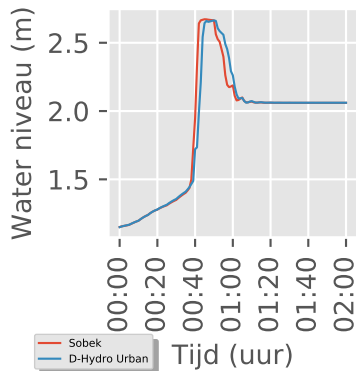
Put: 10-667



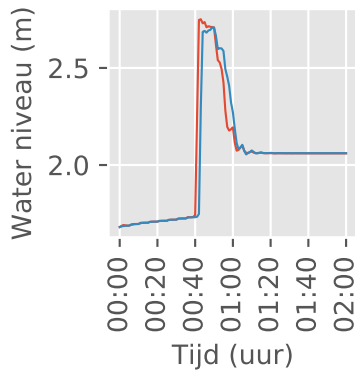
Put: 10-668



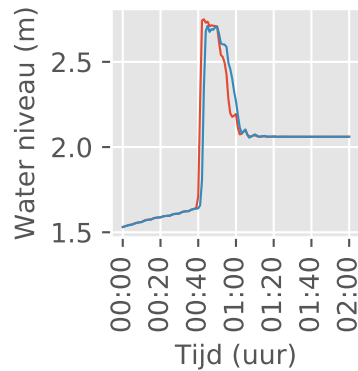
Put: 10-669



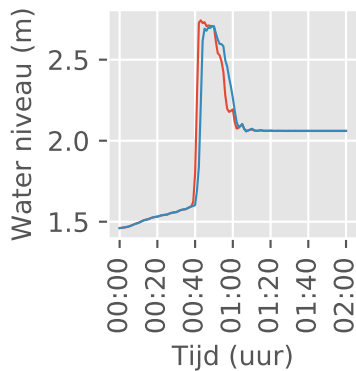
Put: 10-670



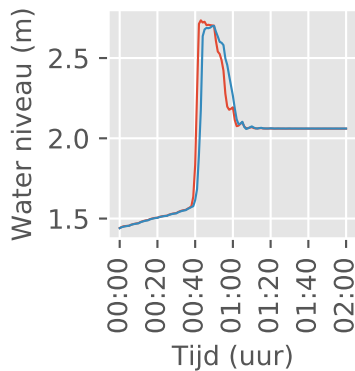
Put: 10-671



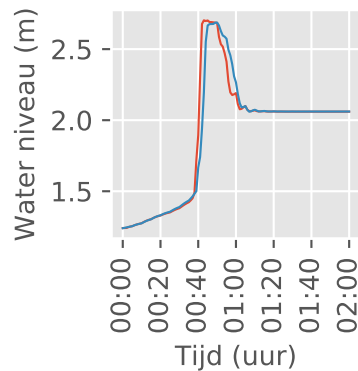
Put: 10-672

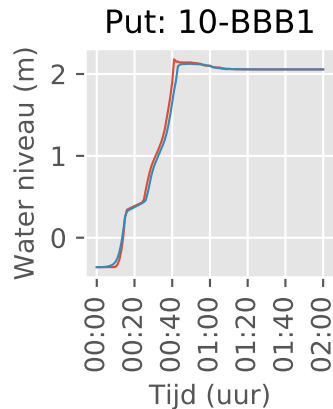
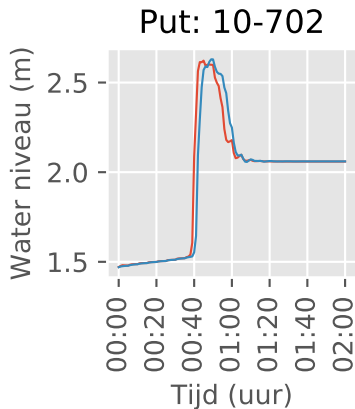
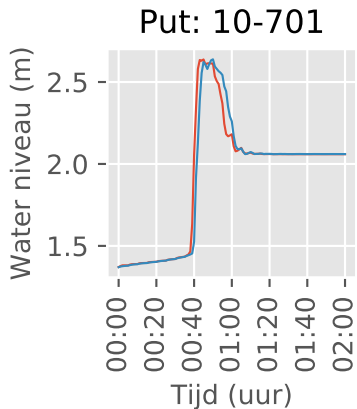
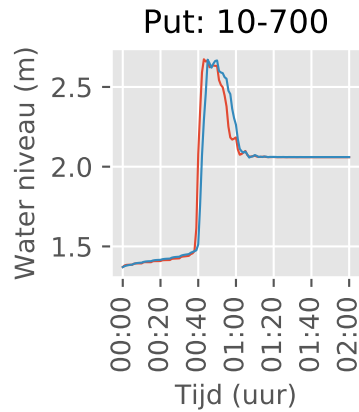
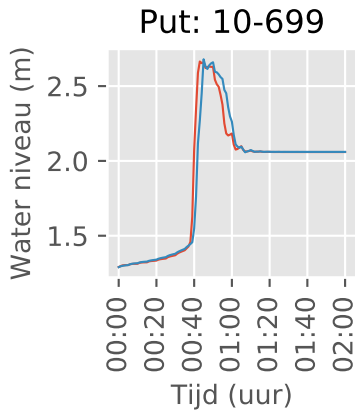
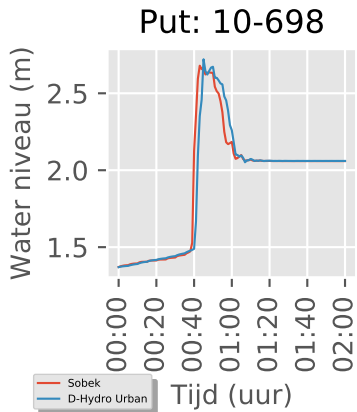


Put: 10-673

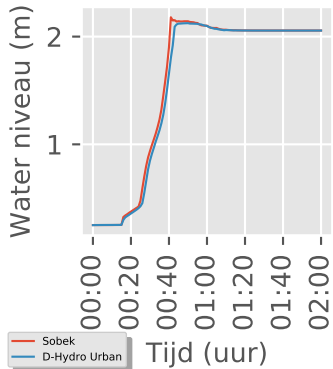


Put: 10-674

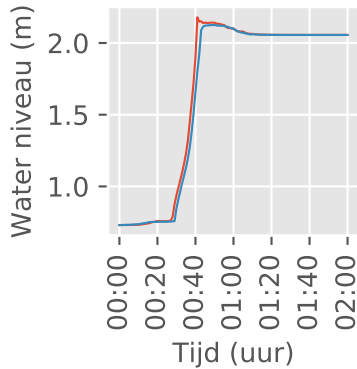




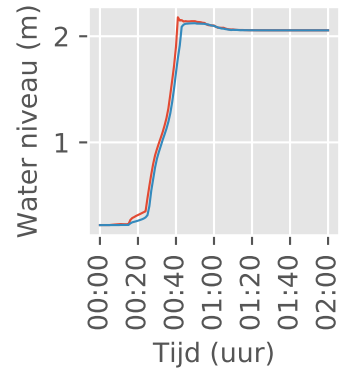
Put: 10-BBB2



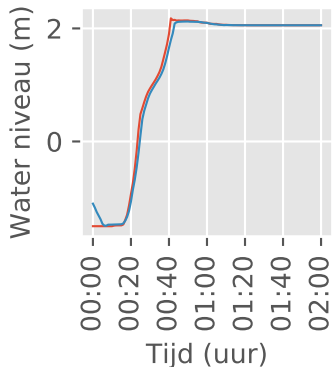
Put: 10-BBB3



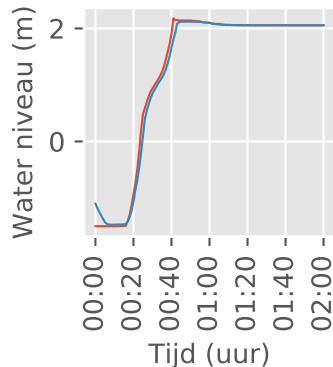
Put: 10-BBB4



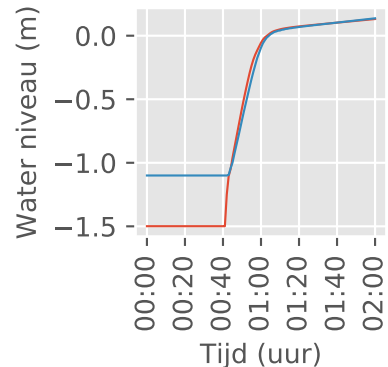
Put: 10-BBB5c1



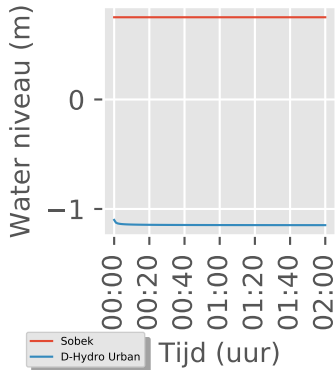
Put: 10-BBB6c1



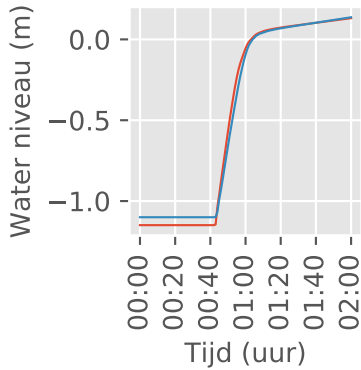
Put: 10-BBB6c2



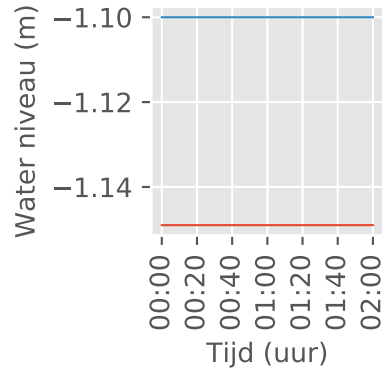
Put: 10-BBB7U



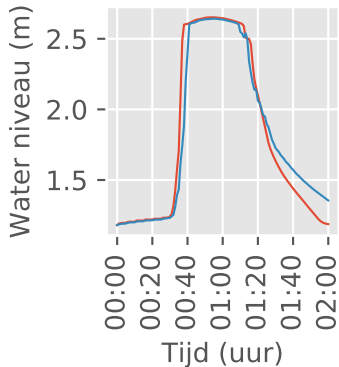
Put: 10-BBB7c1



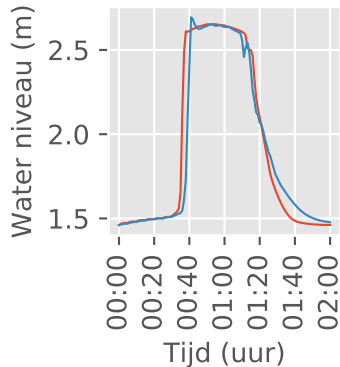
Put: 10-BBB7c2



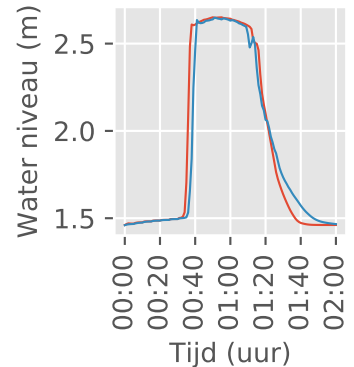
Put: 13-675

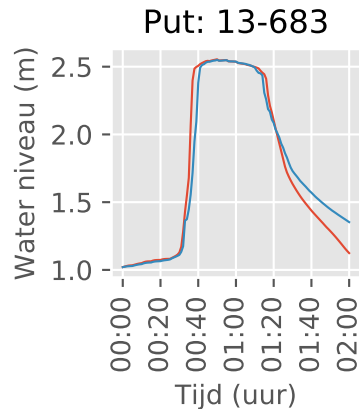
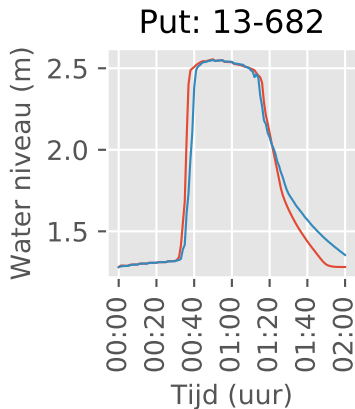
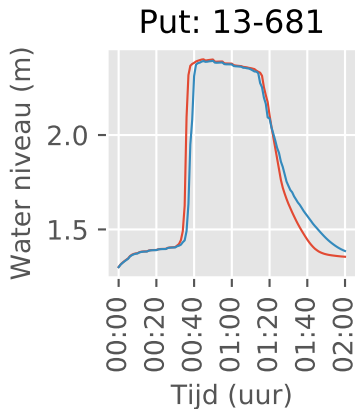
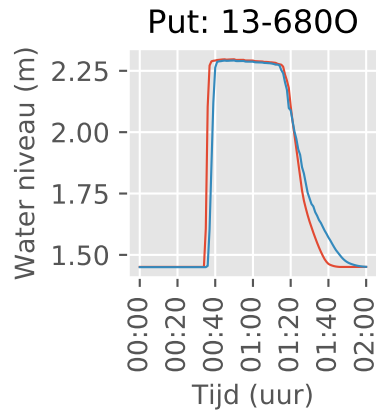
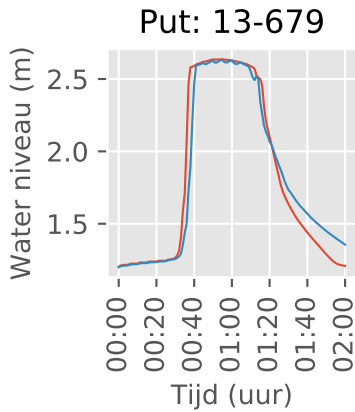
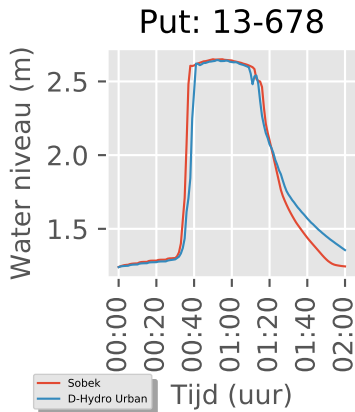


Put: 13-676

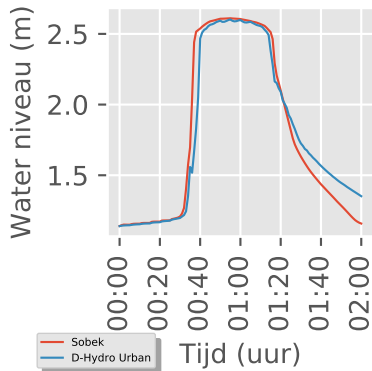


Put: 13-677

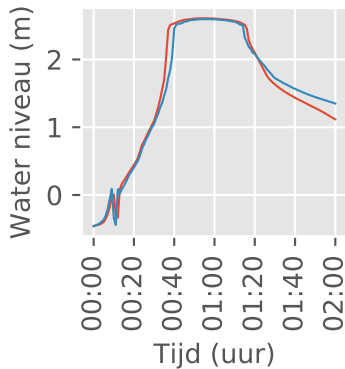




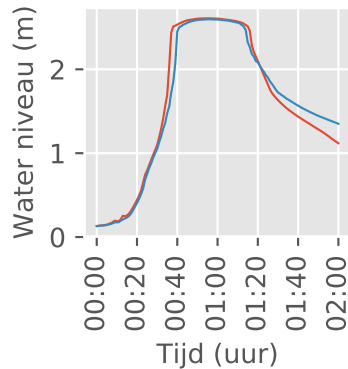
Put: 13-684



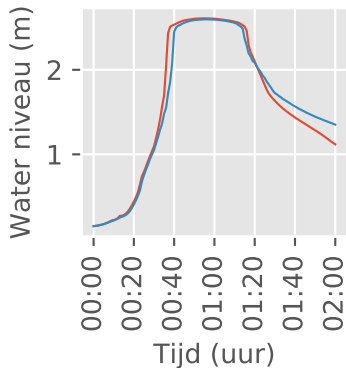
Put: 13-685R



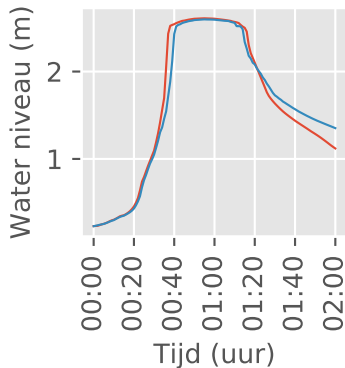
Put: 13-686



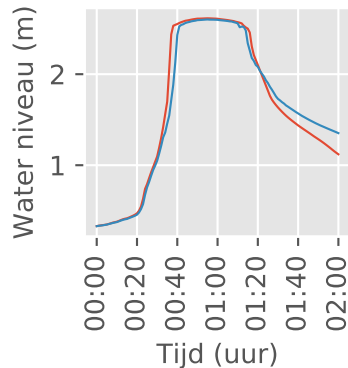
Put: 13-687



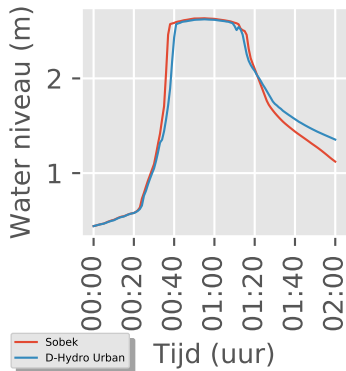
Put: 13-688



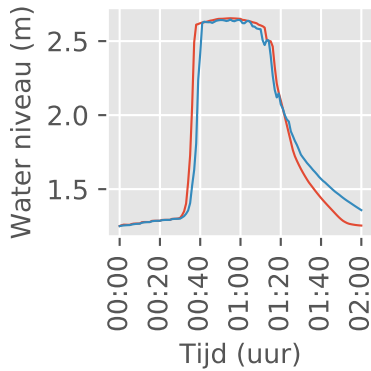
Put: 13-689



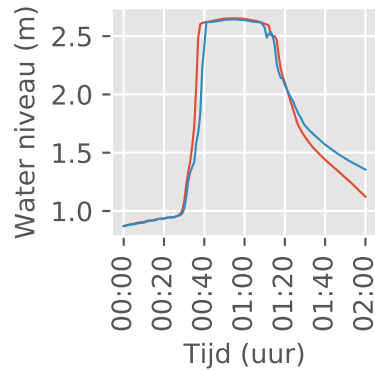
Put: 13-690



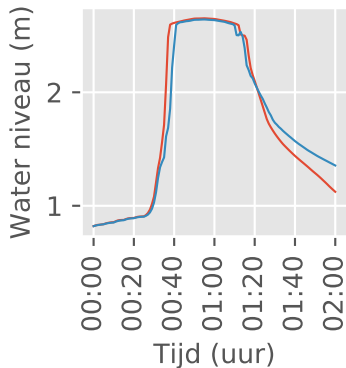
Put: 13-691



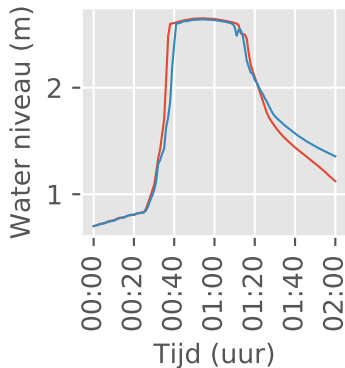
Put: 13-692



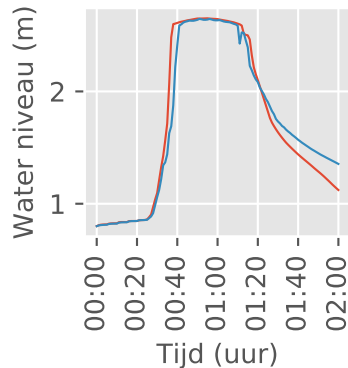
Put: 13-693



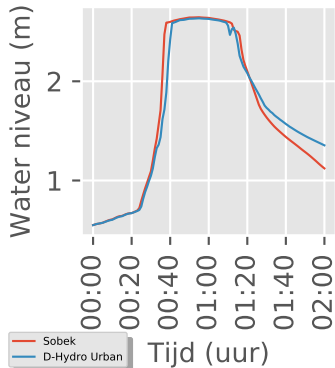
Put: 13-694



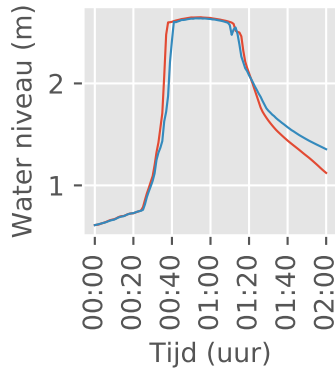
Put: 13-695



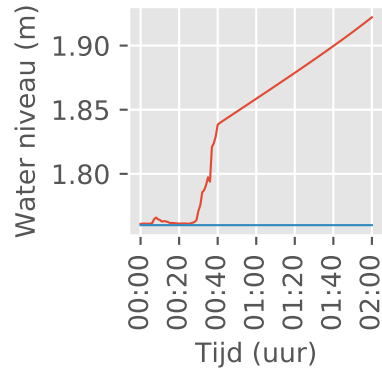
Put: 13-696



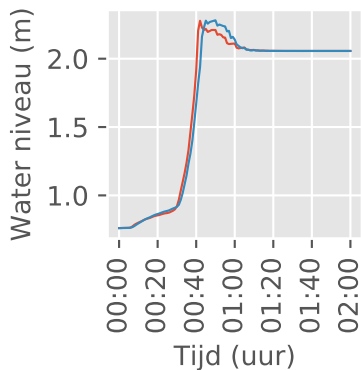
Put: 13-697



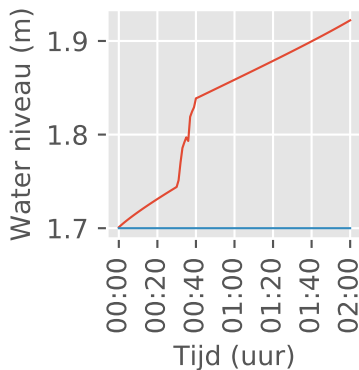
Put: 16-650Bc1



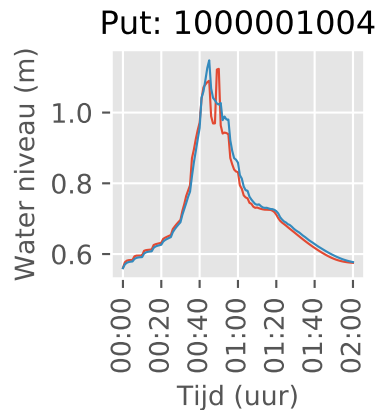
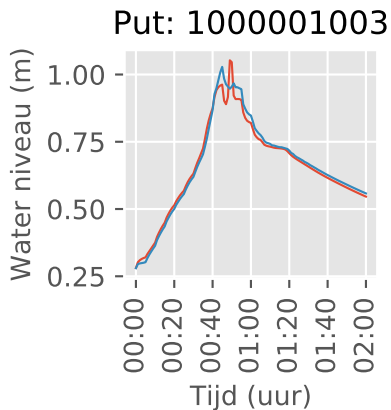
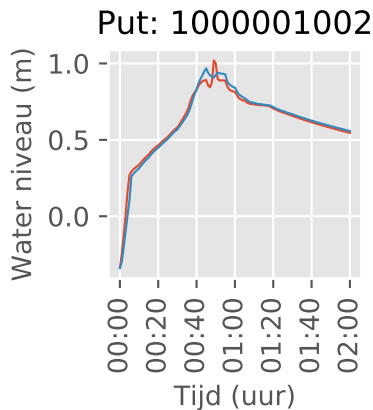
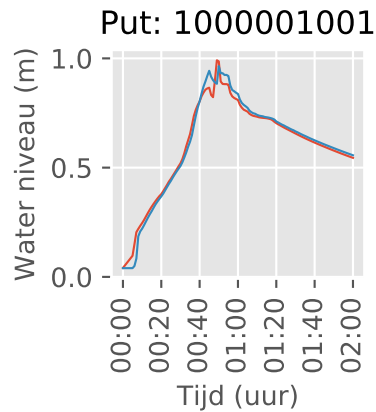
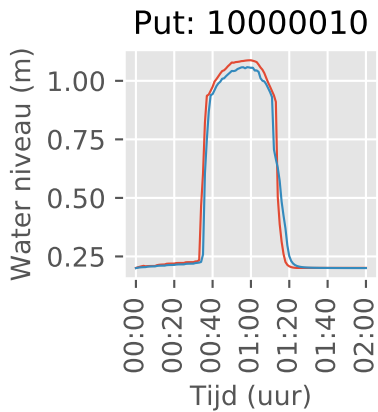
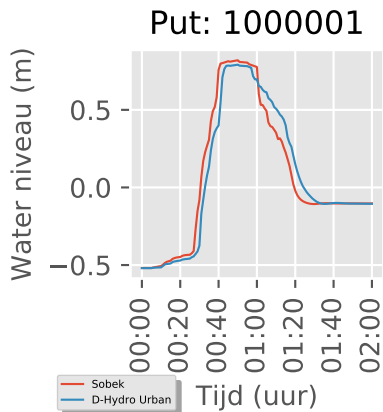
Put: 16-650Bc2



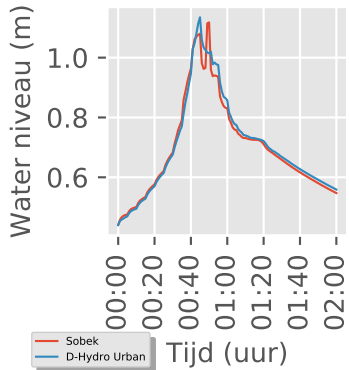
Put: 16-D045c2



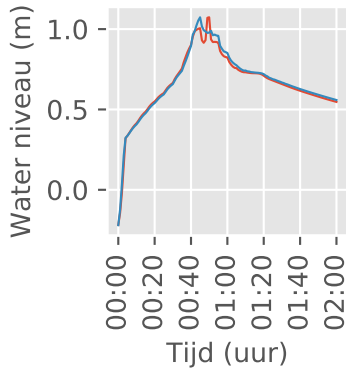
10 Bijlage 2: 1D resultaten Vestingstad Brielle



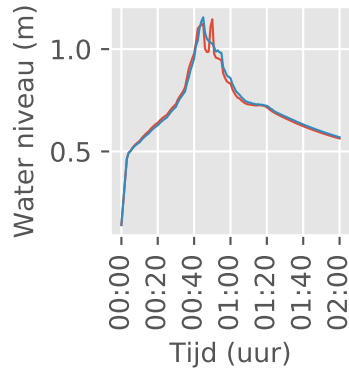
Put: 1000001005



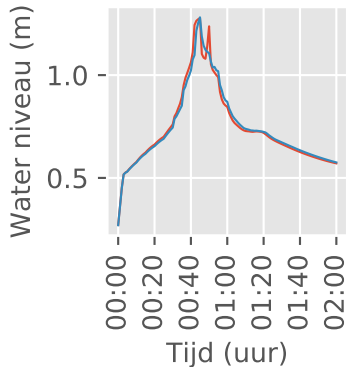
Put: 1000001006



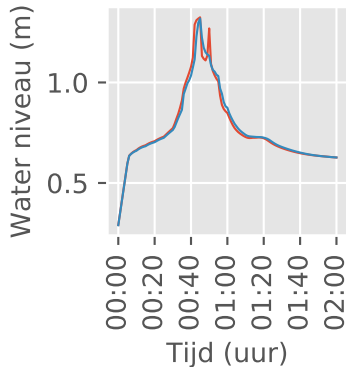
Put: 1000001007



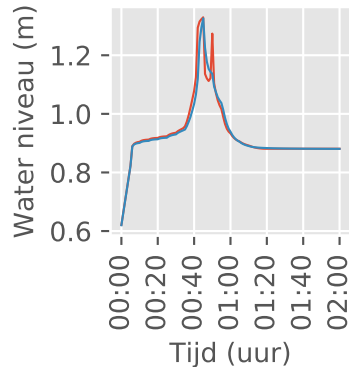
Put: 1000001008

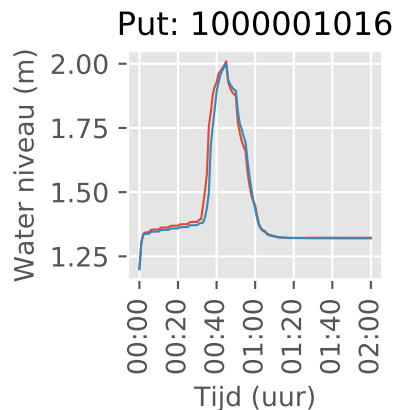
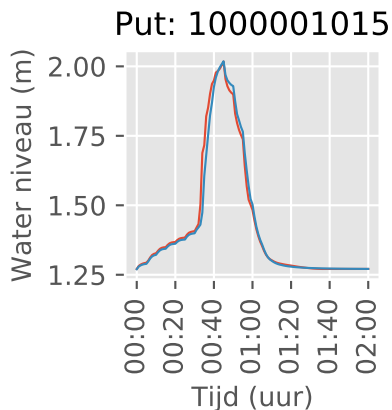
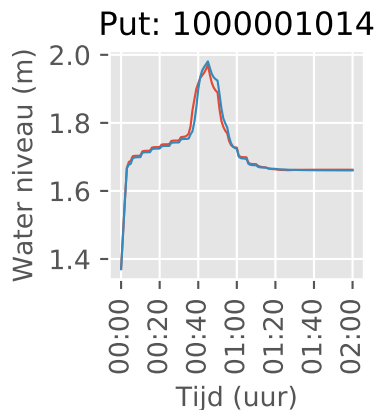
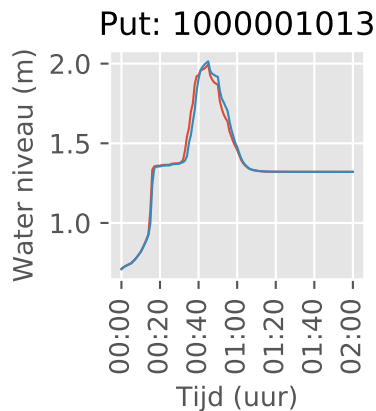
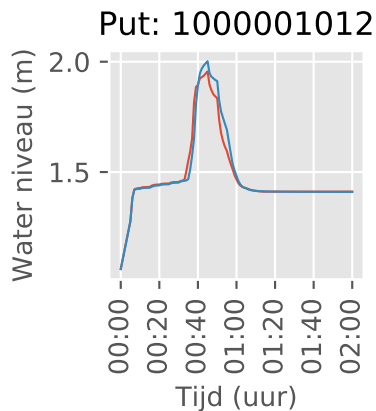
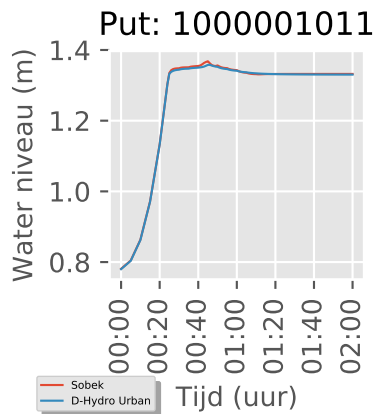


Put: 1000001009

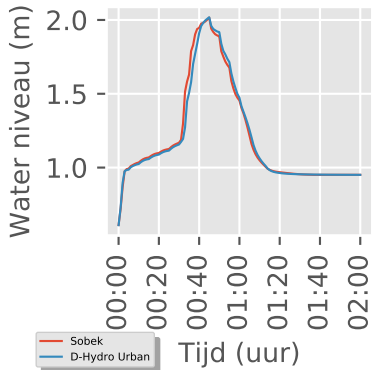


Put: 1000001010

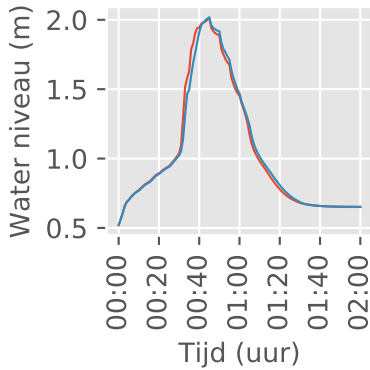




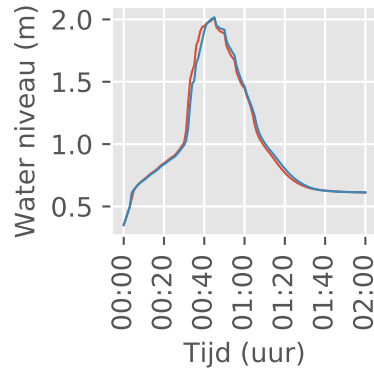
Put: 1000001017



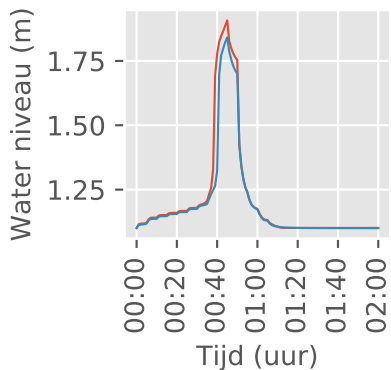
Put: 1000001018



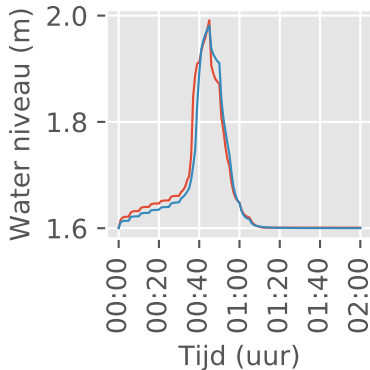
Put: 1000001019



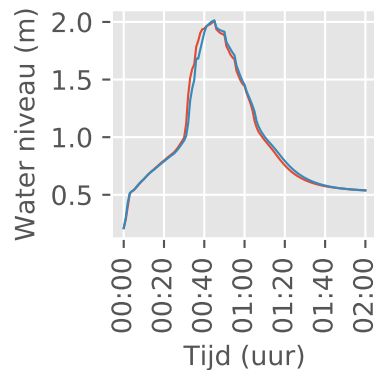
Put: 1000001020



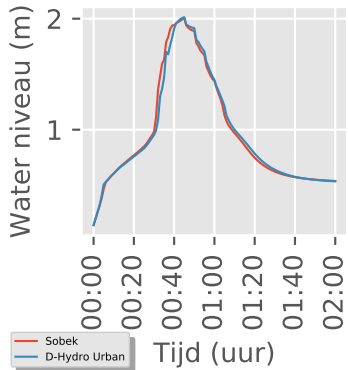
Put: 1000001021



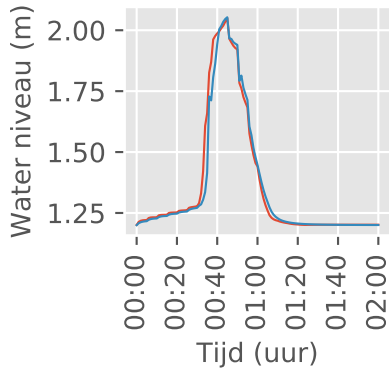
Put: 1000001022



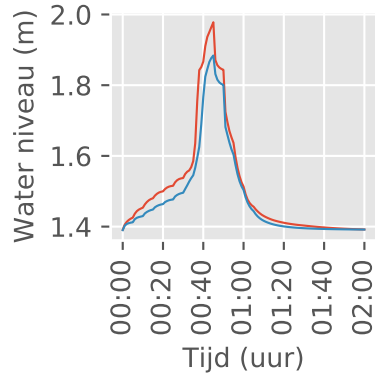
Put: 1000001023



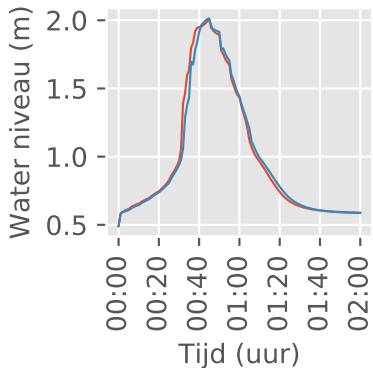
Put: 1000001025



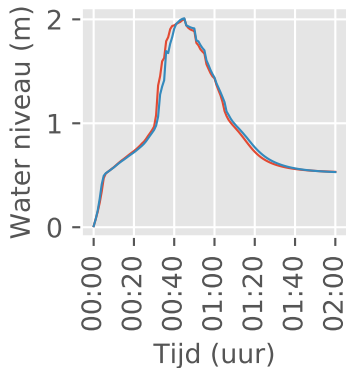
Put: 1000001026



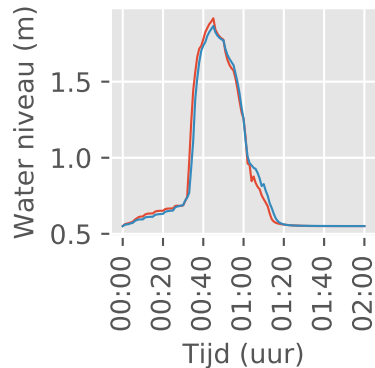
Put: 1000001027



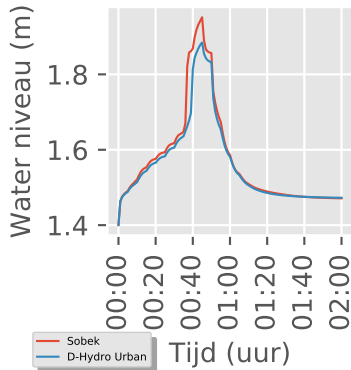
Put: 1000001028



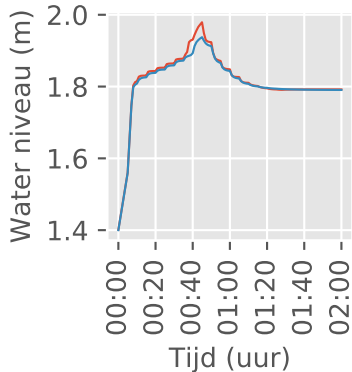
Put: 1000001029



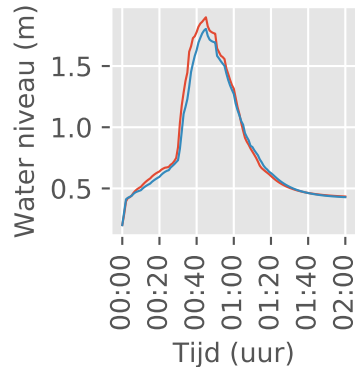
Put: 1000001030



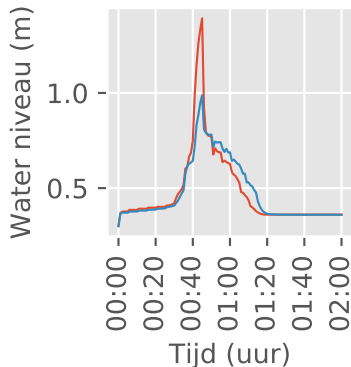
Put: 1000001031



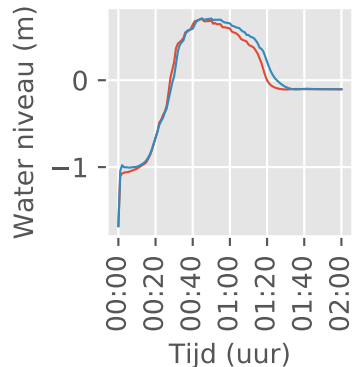
Put: 1000001036



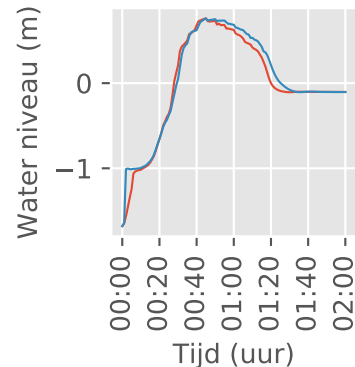
Put: 1000001037

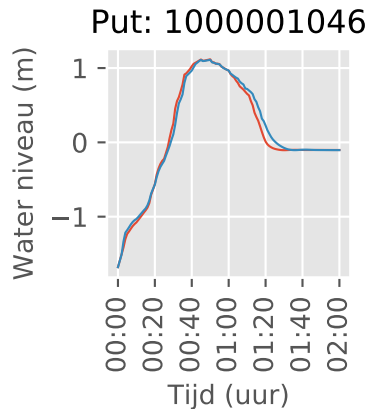
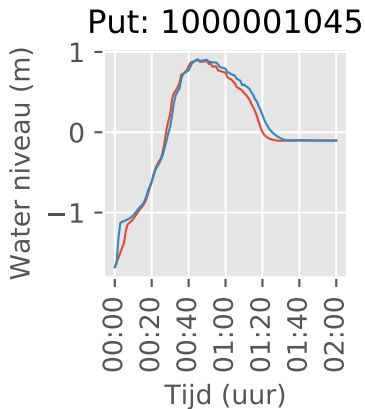
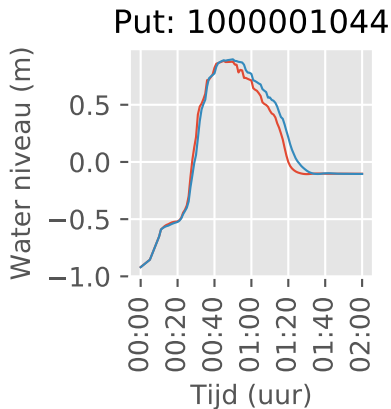
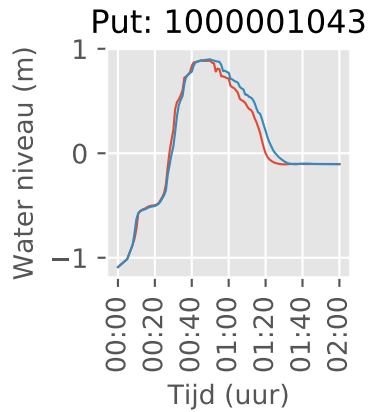
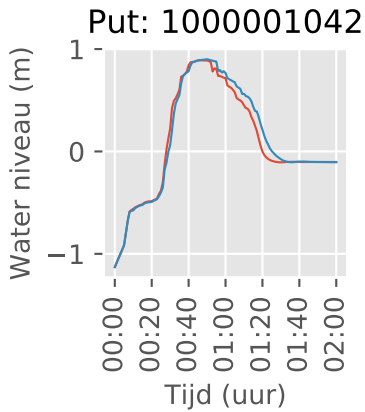
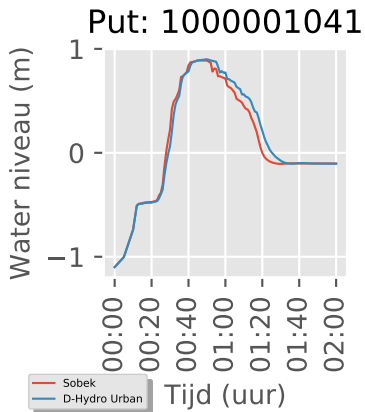


Put: 1000001038

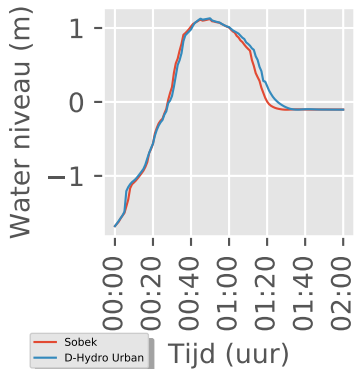


Put: 1000001040

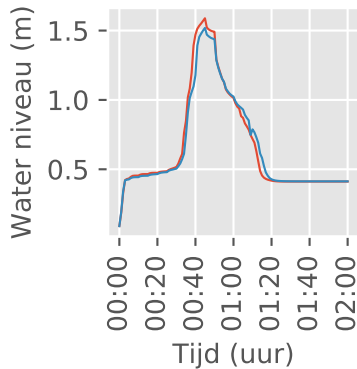




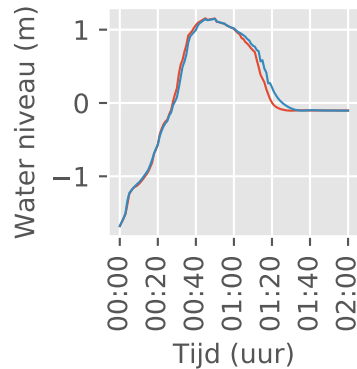
Put: 1000001047



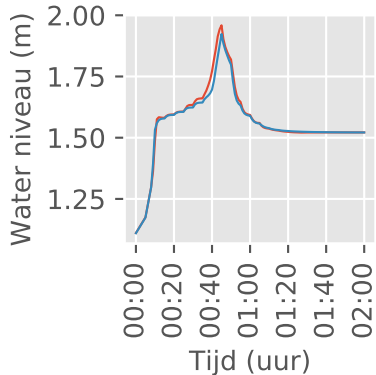
Put: 1000001048



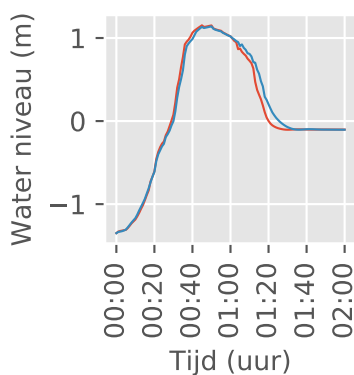
Put: 1000001049



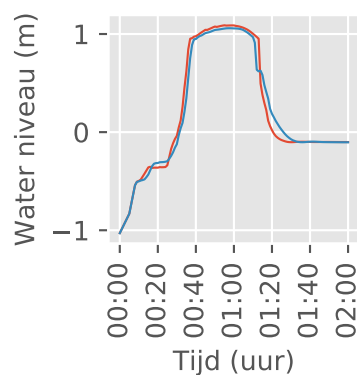
Put: 1000001050



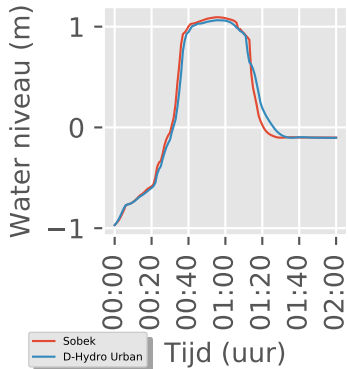
Put: 1000001052



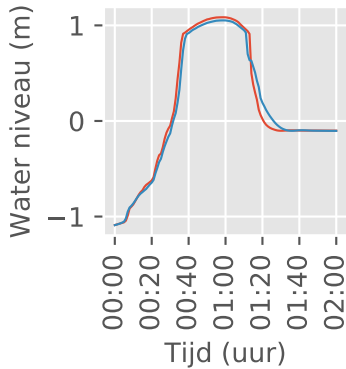
Put: 1000001053



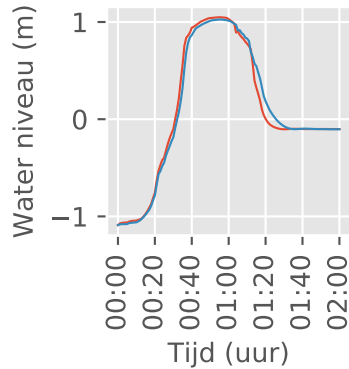
Put: 1000001054



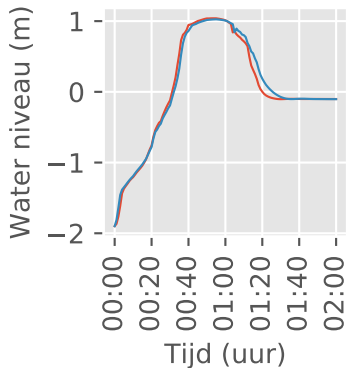
Put: 1000001055



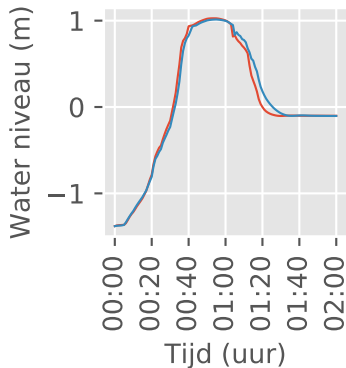
Put: 1000001056



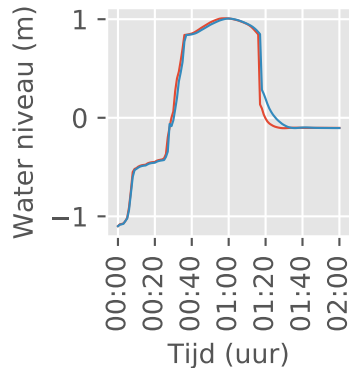
Put: 1000001057



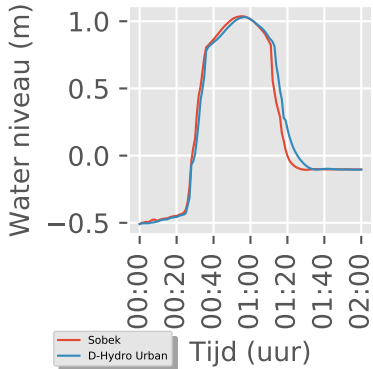
Put: 1000001058



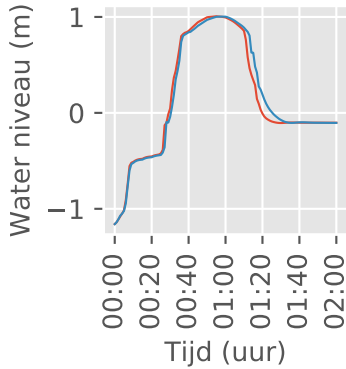
Put: 1000001059



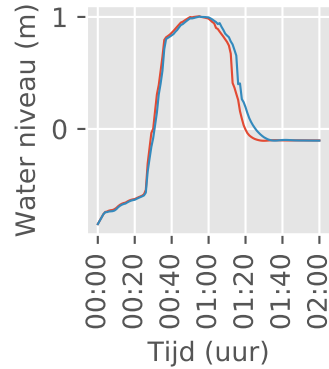
Put: 1000001060



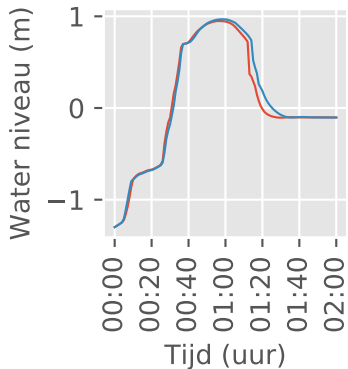
Put: 1000001061



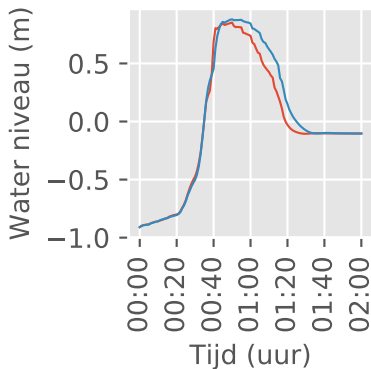
Put: 1000001062



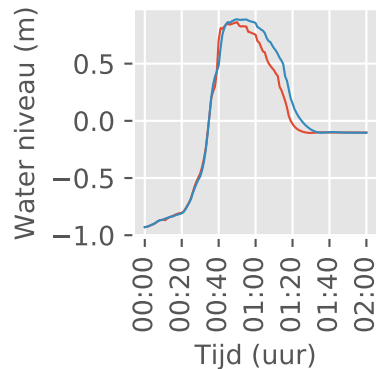
Put: 1000001063

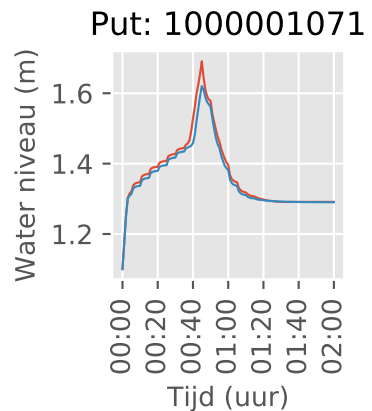
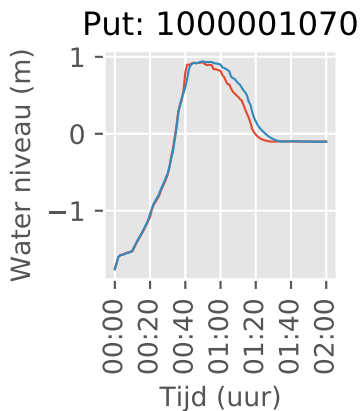
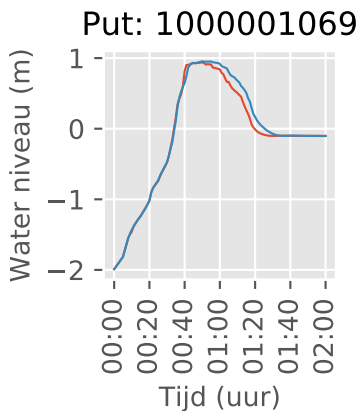
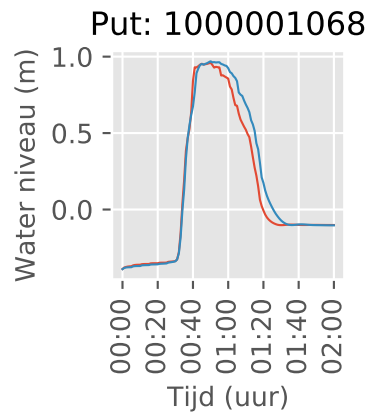
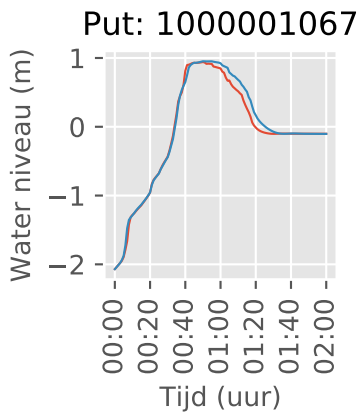
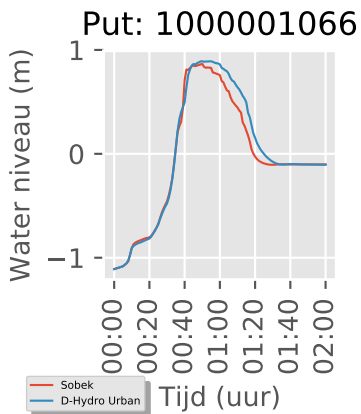


Put: 1000001064

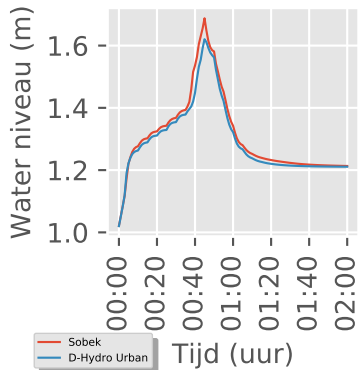


Put: 1000001065

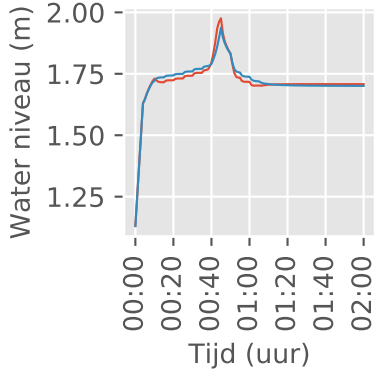




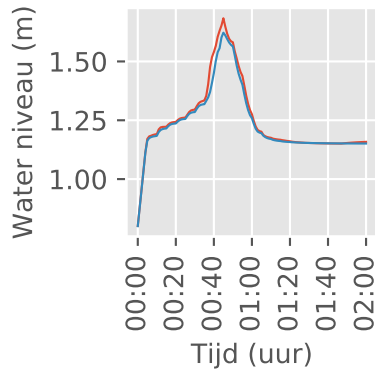
Put: 1000001072



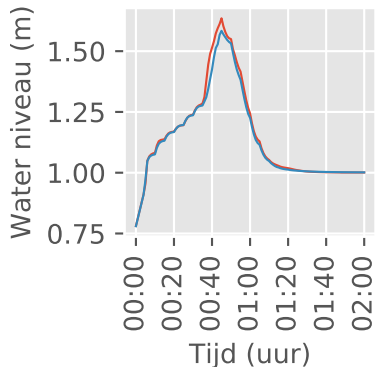
Put: 1000001073



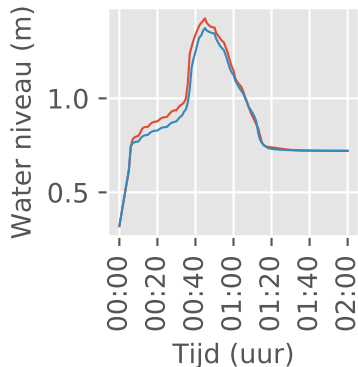
Put: 1000001074



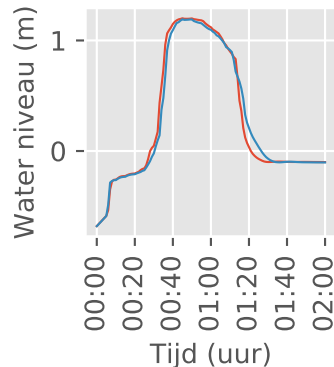
Put: 1000001075



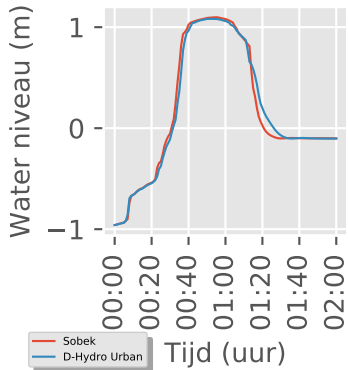
Put: 1000001078



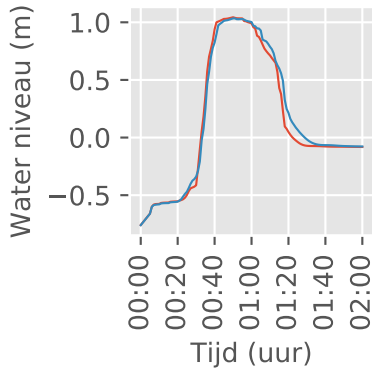
Put: 1000001080



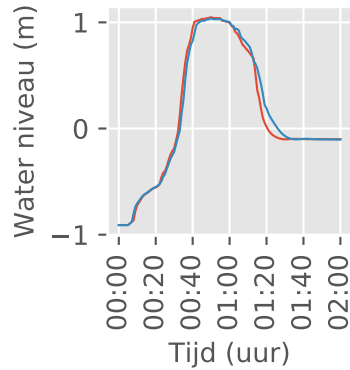
Put: 1000001081



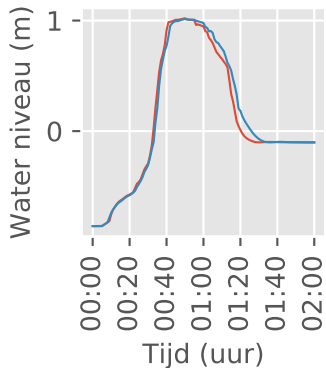
Put: 1000001082



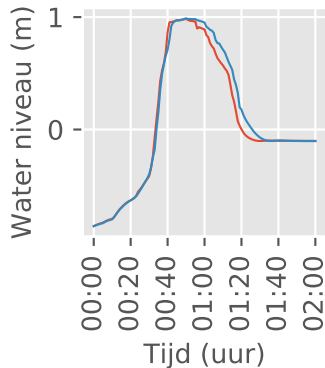
Put: 1000001083



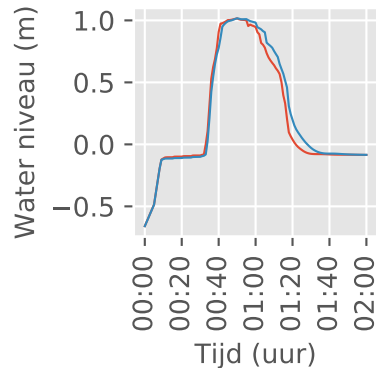
Put: 1000001084



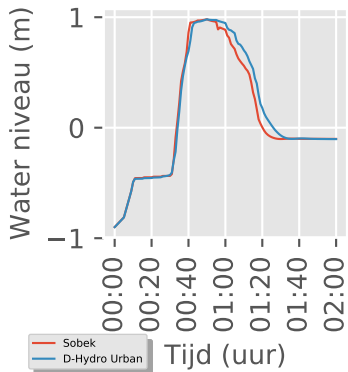
Put: 1000001085



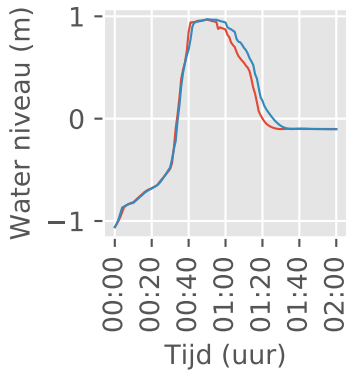
Put: 1000001086



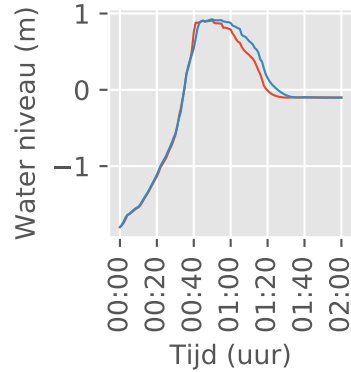
Put: 1000001087



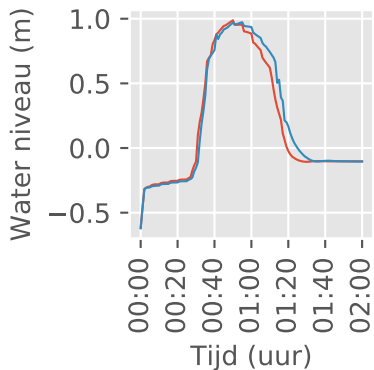
Put: 1000001088



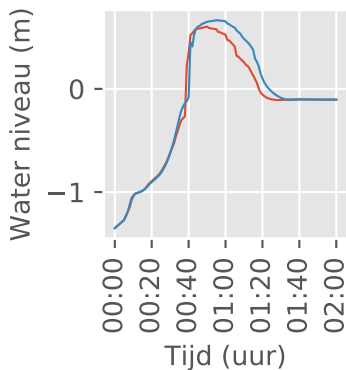
Put: 1000001089



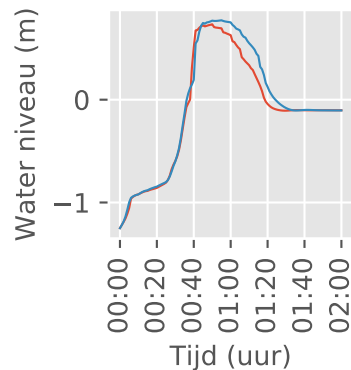
Put: 1000001090



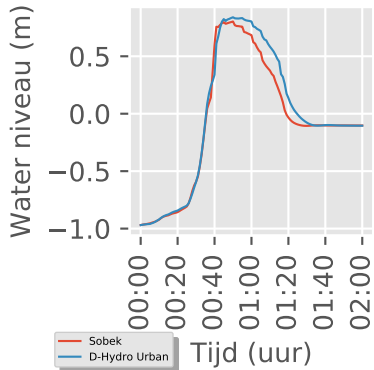
Put: 1000001094



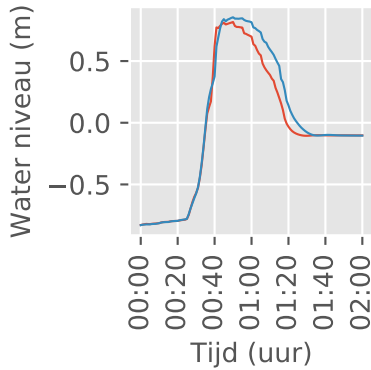
Put: 1000001095



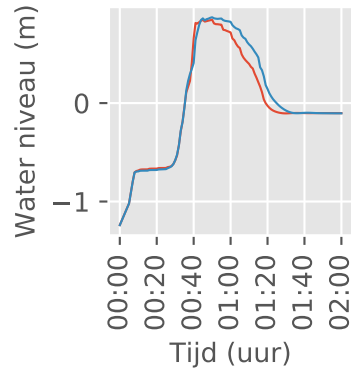
Put: 1000001096



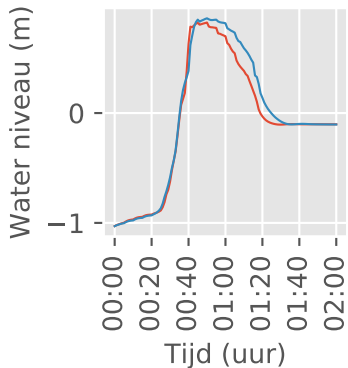
Put: 1000001097



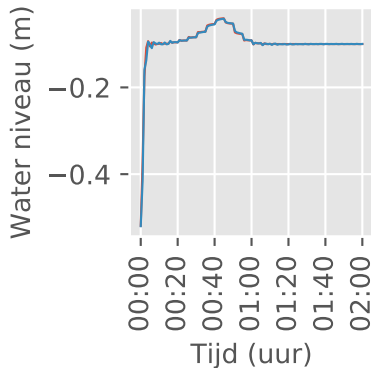
Put: 1000001098



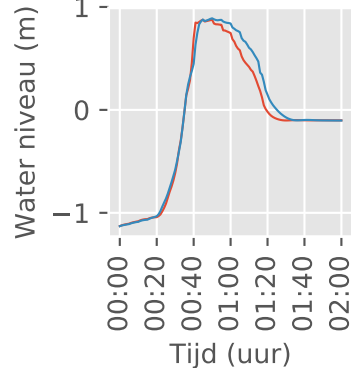
Put: 1000001099

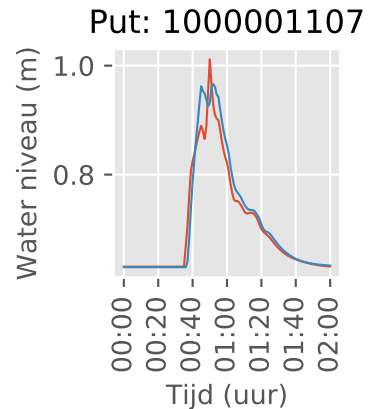
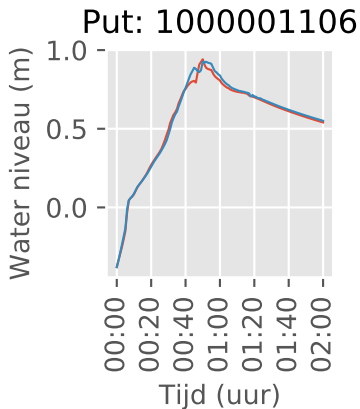
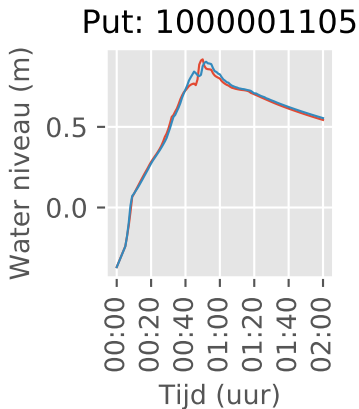
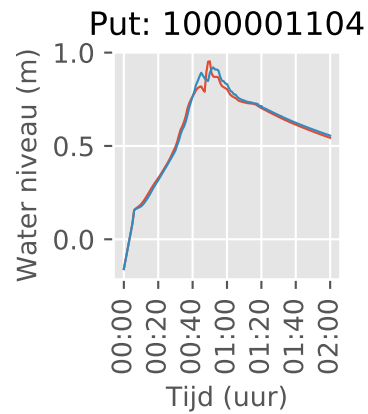
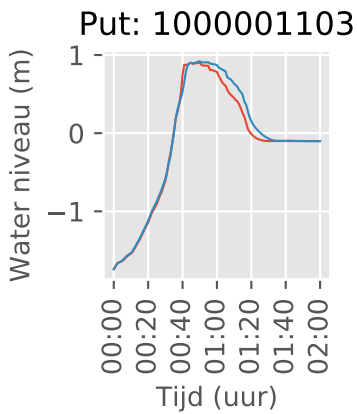
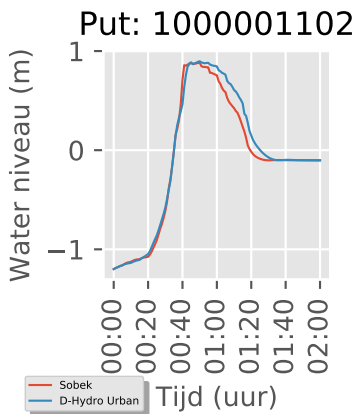


Put: 10000011

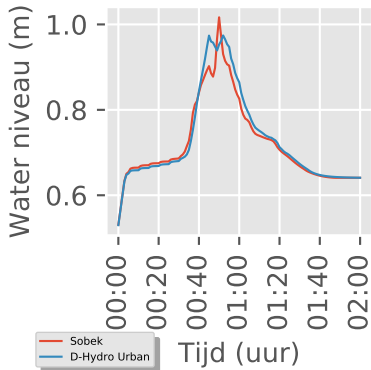


Put: 1000001100

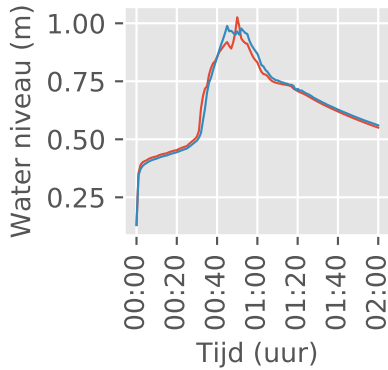




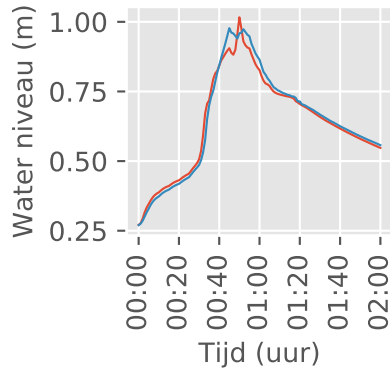
Put: 1000001108



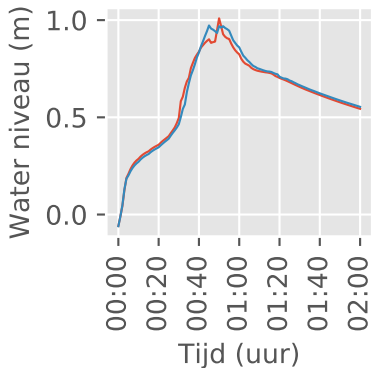
Put: 1000001109



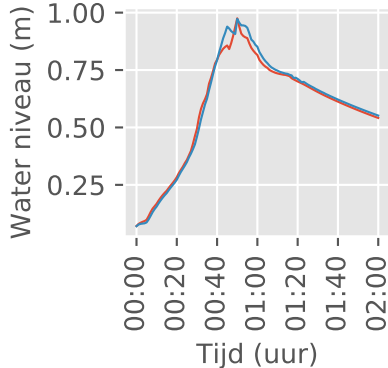
Put: 1000001110



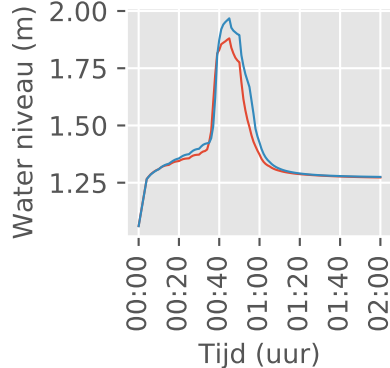
Put: 1000001111



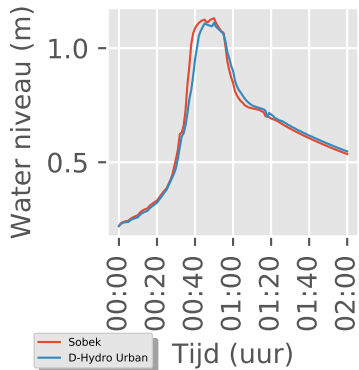
Put: 1000001112



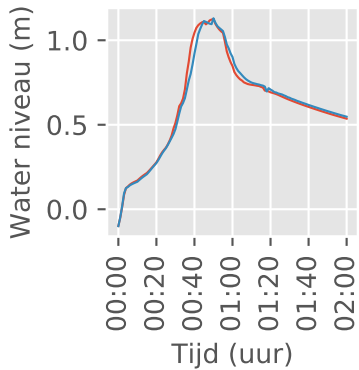
Put: 1000001113



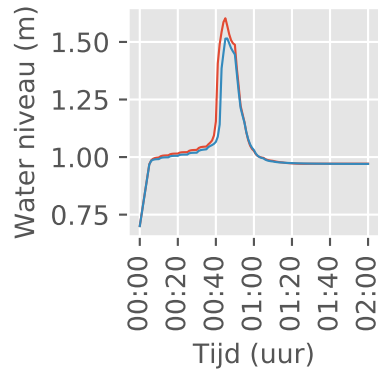
Put: 1000001114



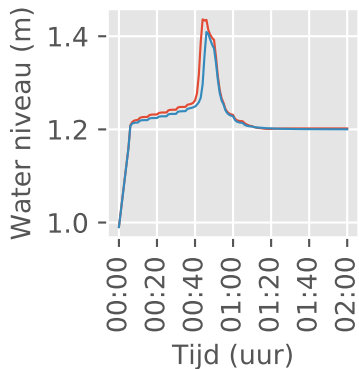
Put: 1000001115



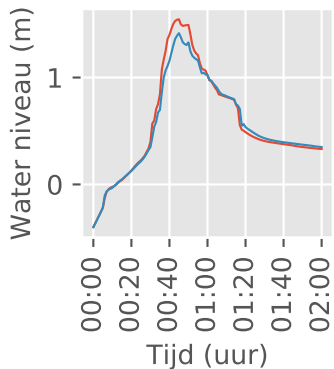
Put: 1000001116



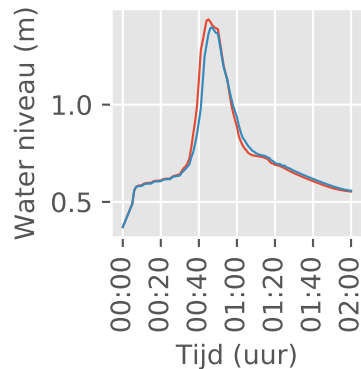
Put: 1000001117



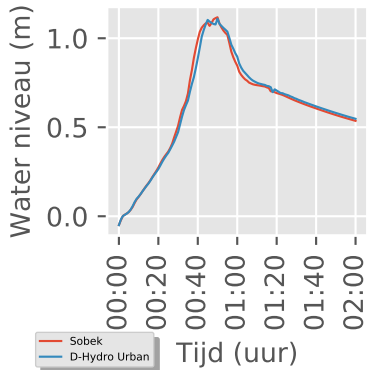
Put: 1000001118



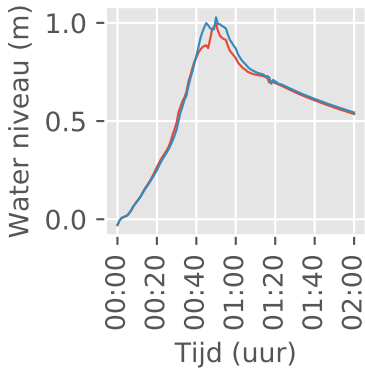
Put: 1000001120



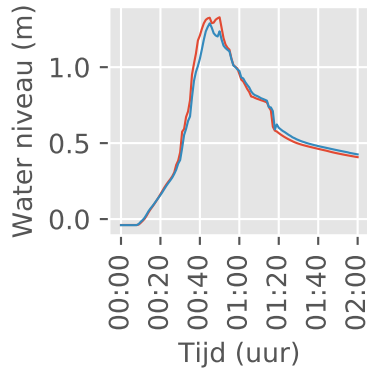
Put: 1000001121



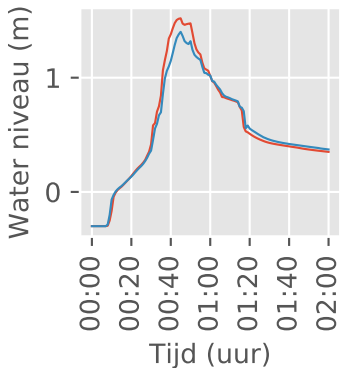
Put: 1000001122



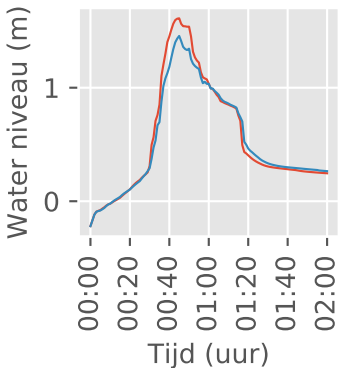
Put: 1000001123



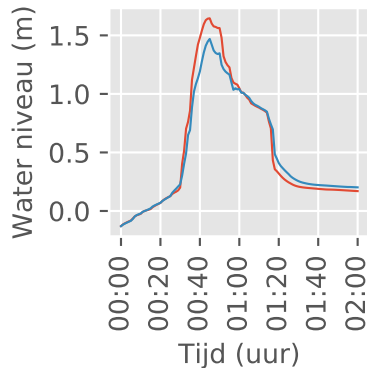
Put: 1000001124



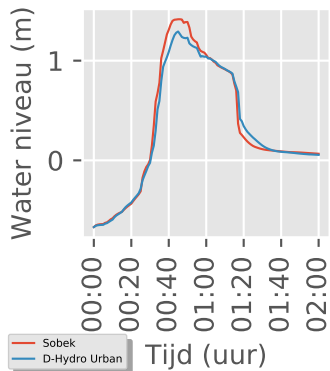
Put: 1000001125



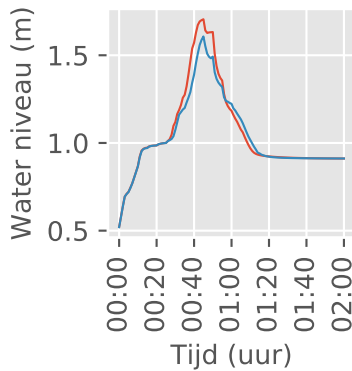
Put: 1000001128



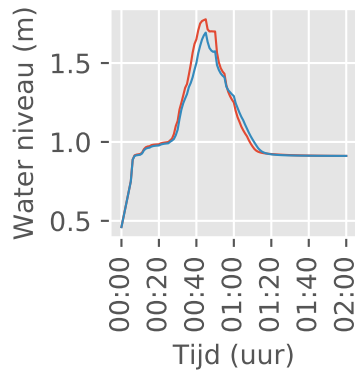
Put: 1000001129



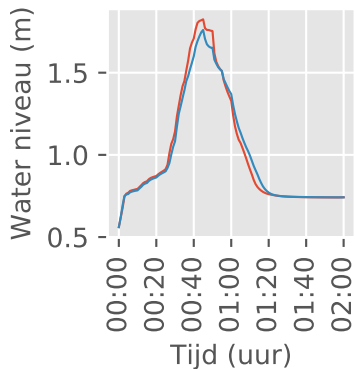
Put: 1000001130



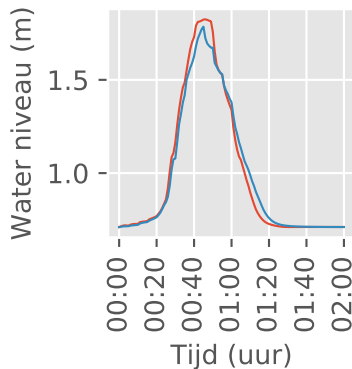
Put: 1000001131



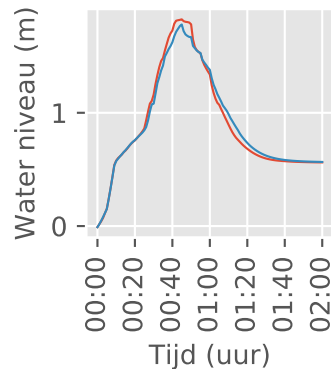
Put: 1000001132



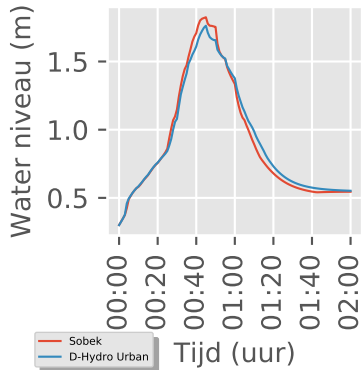
Put: 1000001133



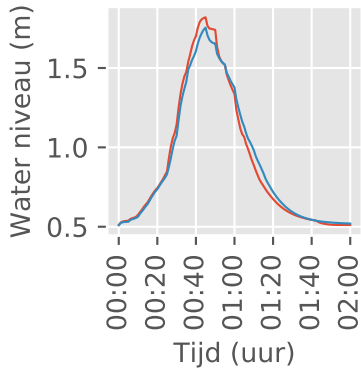
Put: 1000001134



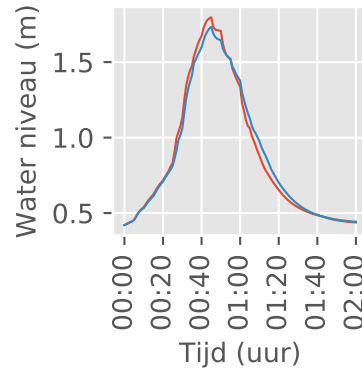
Put: 1000001135



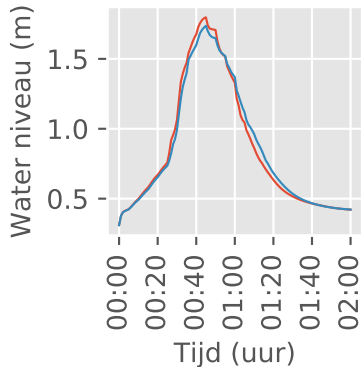
Put: 1000001136



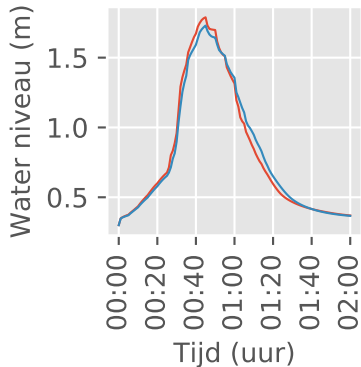
Put: 1000001137



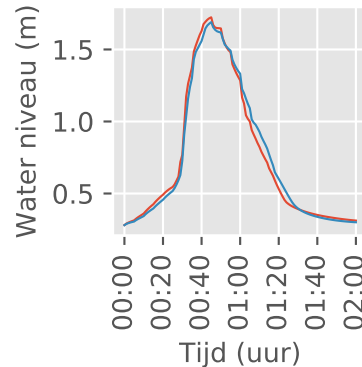
Put: 1000001138



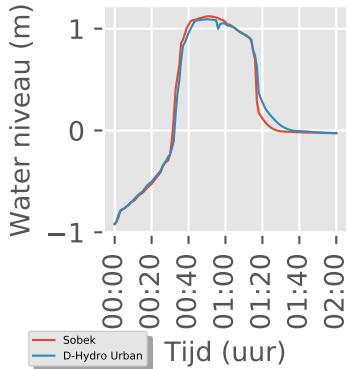
Put: 1000001139



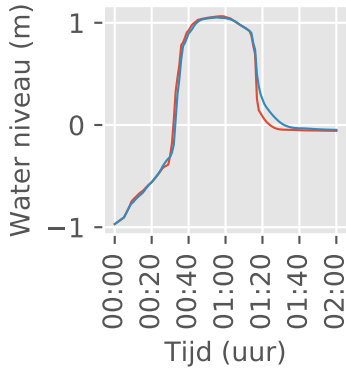
Put: 1000001140



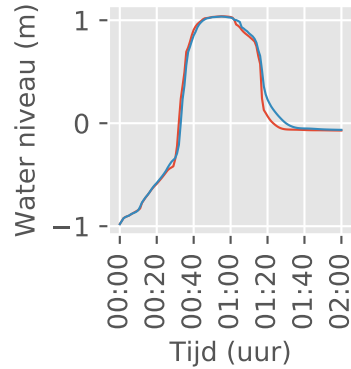
Put: 1000001142



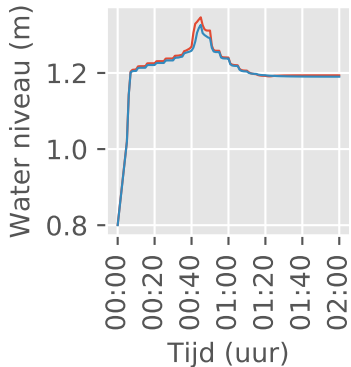
Put: 1000001144



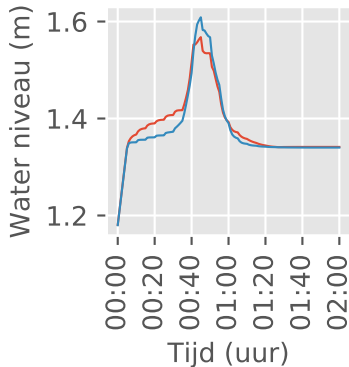
Put: 1000001145



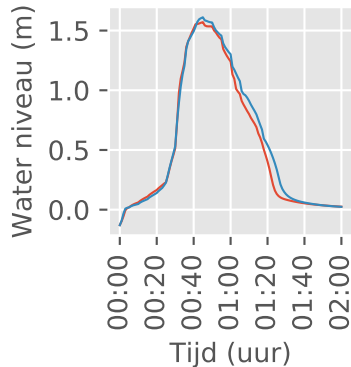
Put: 1000001146



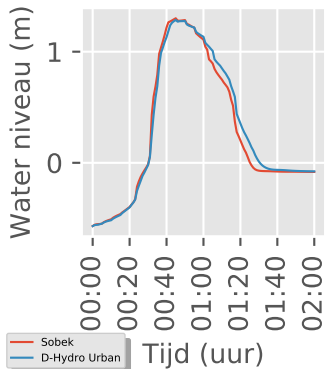
Put: 1000001147



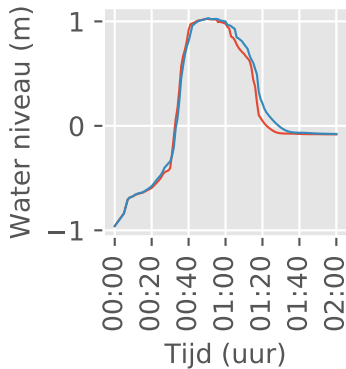
Put: 1000001148



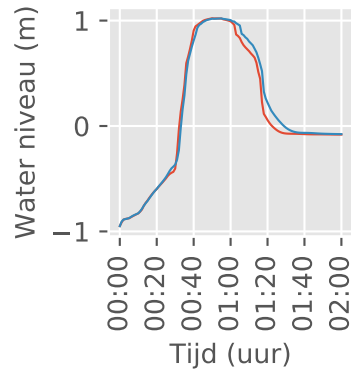
Put: 1000001149



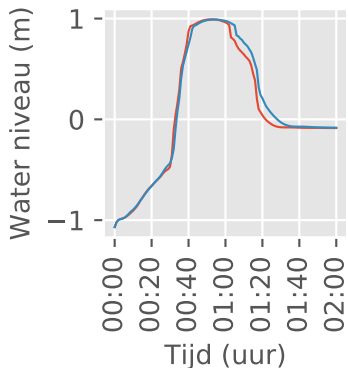
Put: 1000001150



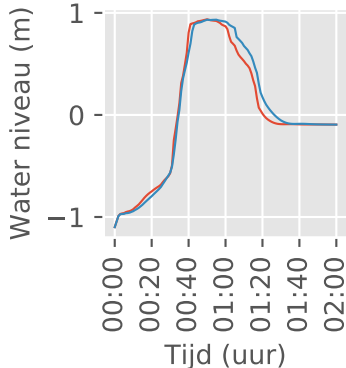
Put: 1000001151



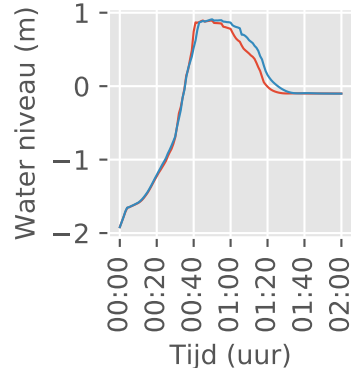
Put: 1000001152



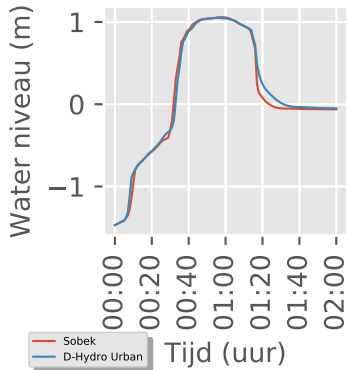
Put: 1000001153



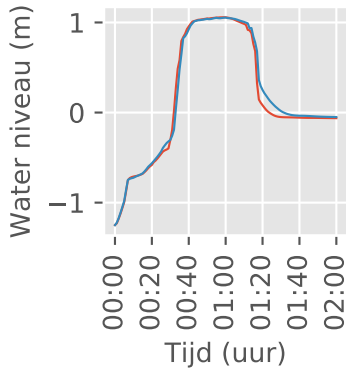
Put: 1000001154



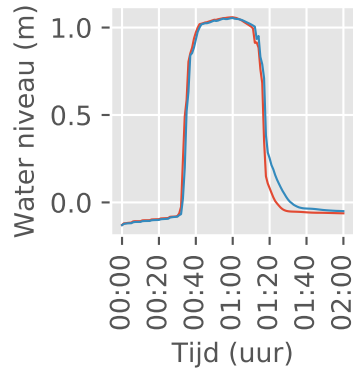
Put: 1000001155



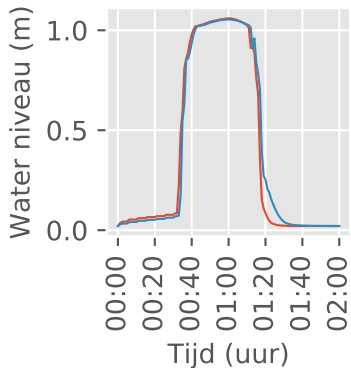
Put: 1000001156



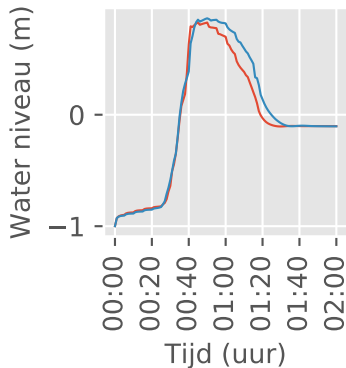
Put: 1000001157



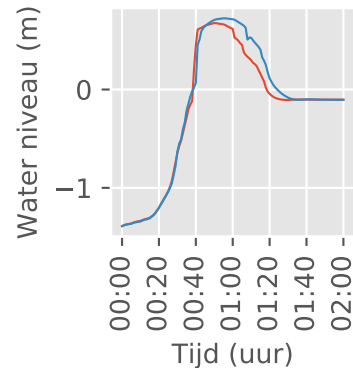
Put: 1000001158



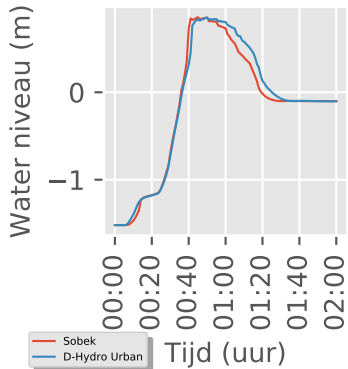
Put: 1000001162



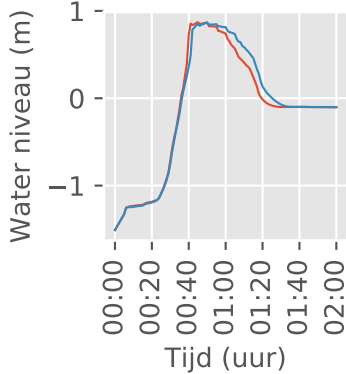
Put: 1000001163



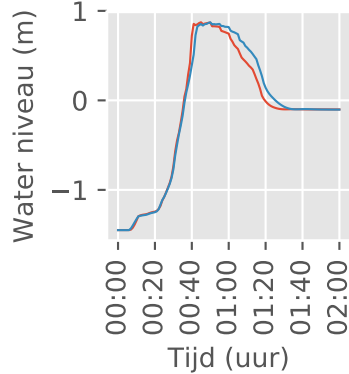
Put: 1000001167



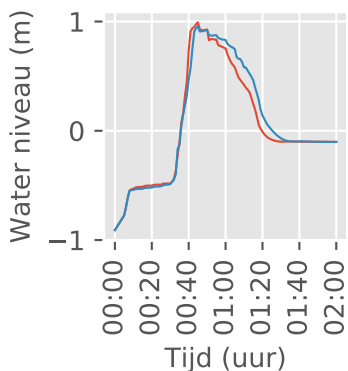
Put: 1000001168



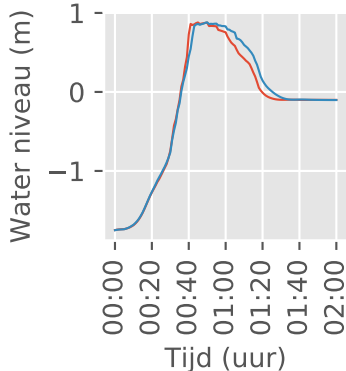
Put: 1000001169



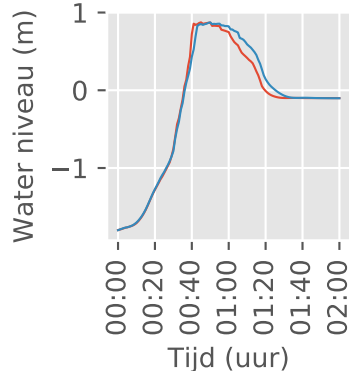
Put: 1000001170



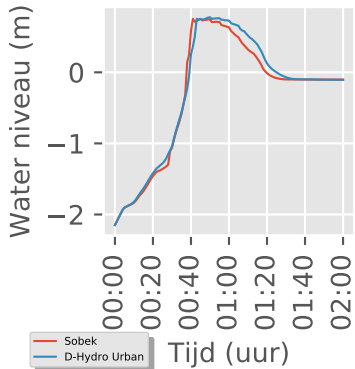
Put: 1000001171



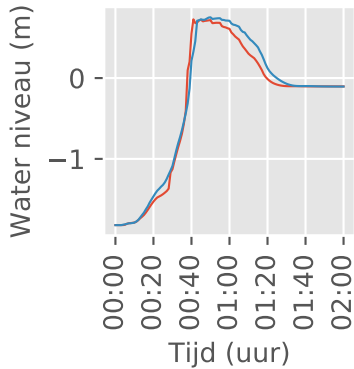
Put: 1000001172



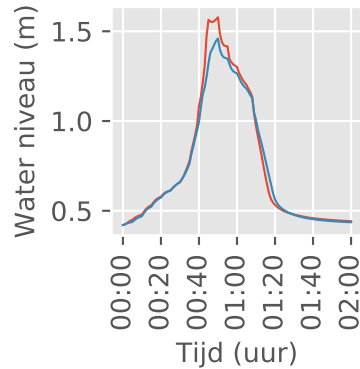
Put: 1000001173



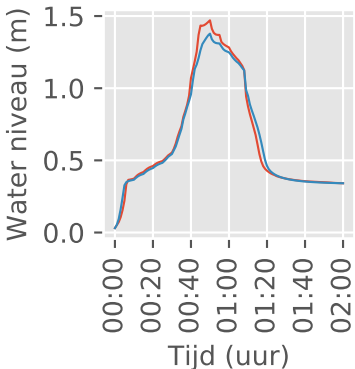
Put: 1000001174



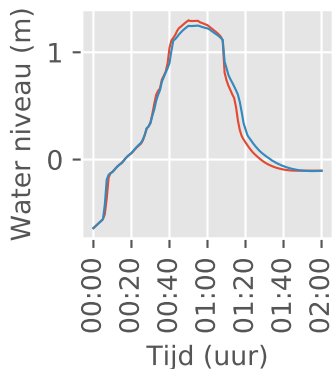
Put: 1000001179



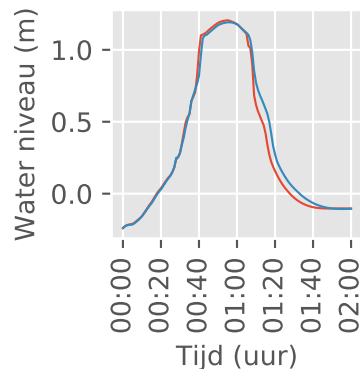
Put: 1000001180



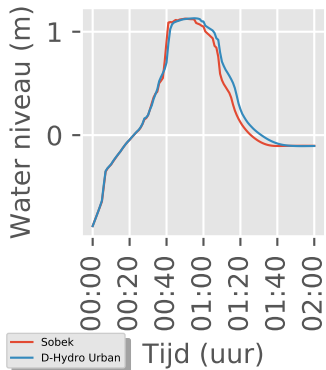
Put: 1000001181



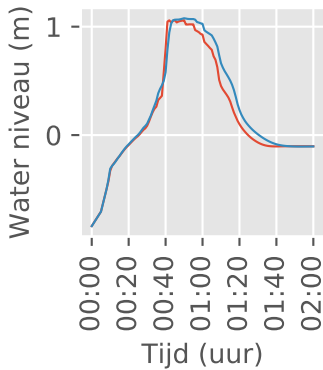
Put: 1000001182



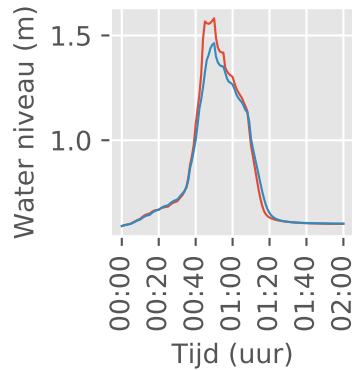
Put: 1000001183



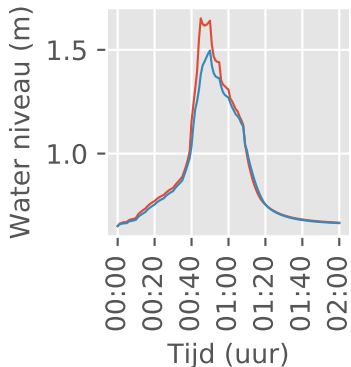
Put: 1000001184



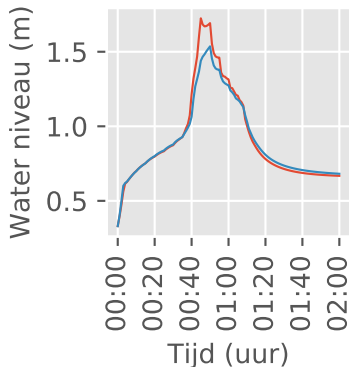
Put: 1000001189



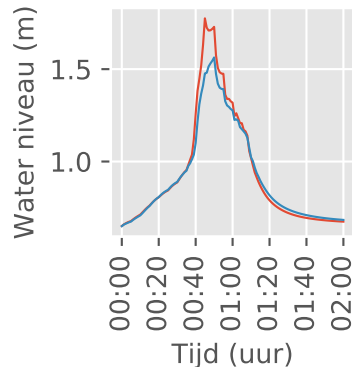
Put: 1000001190



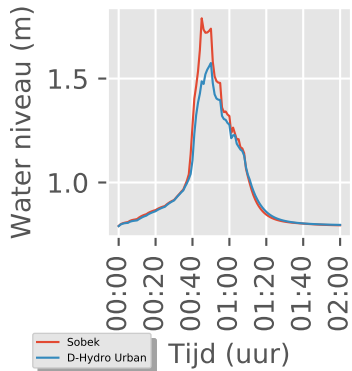
Put: 1000001191



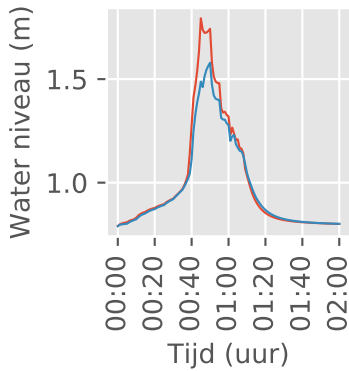
Put: 1000001192



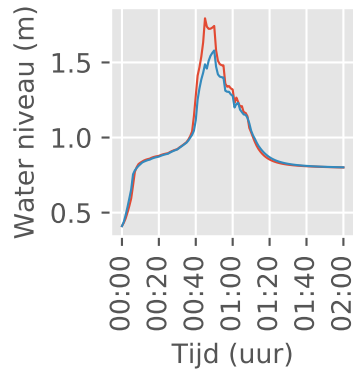
Put: 1000001193



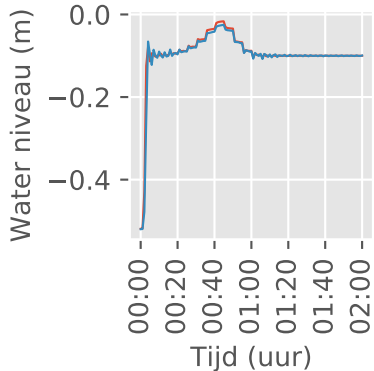
Put: 1000001194



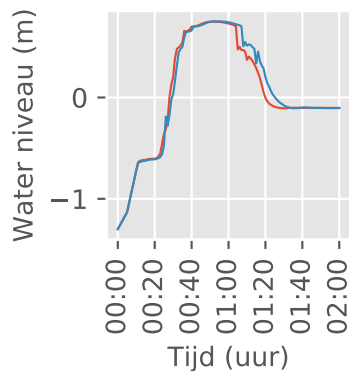
Put: 1000001195



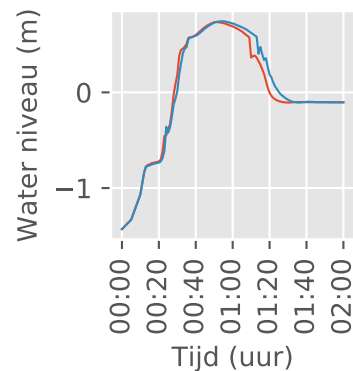
Put: 10000012



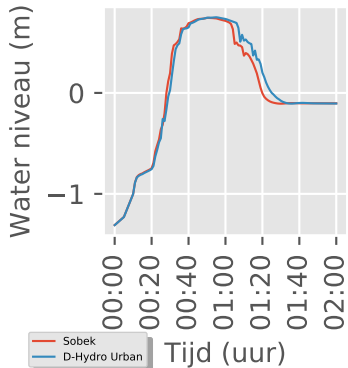
Put: 1000001202



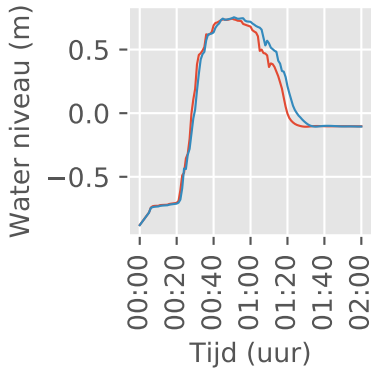
Put: 1000001204



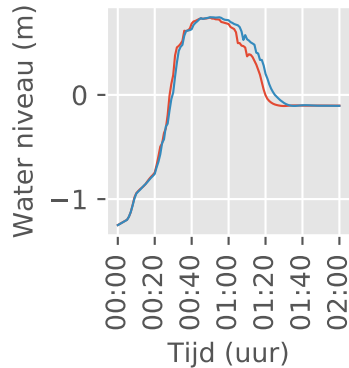
Put: 1000001205



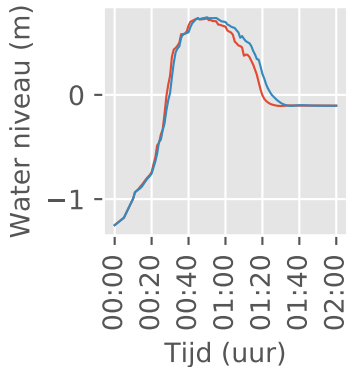
Put: 1000001206



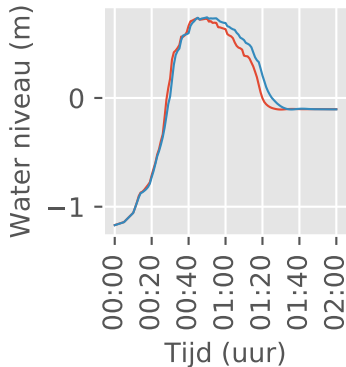
Put: 1000001207



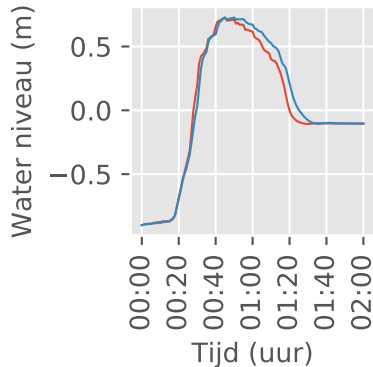
Put: 1000001208



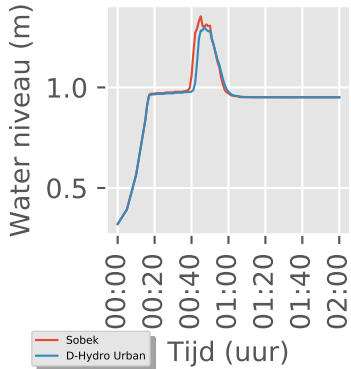
Put: 1000001210



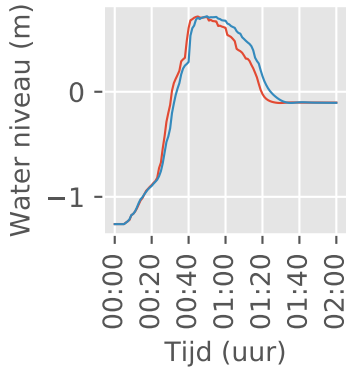
Put: 1000001211



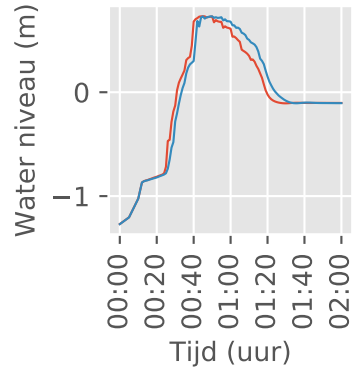
Put: 1000001212



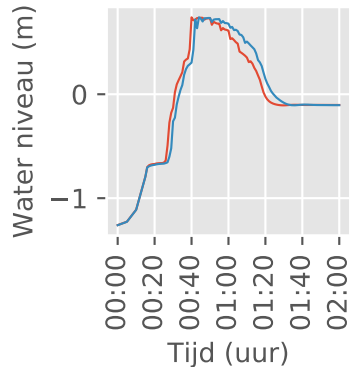
Put: 1000001218



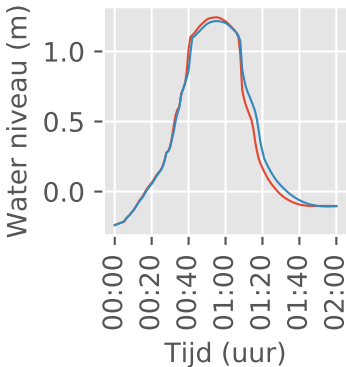
Put: 1000001219



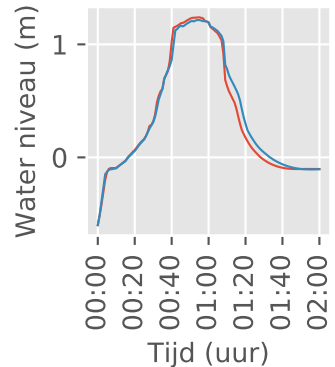
Put: 1000001220



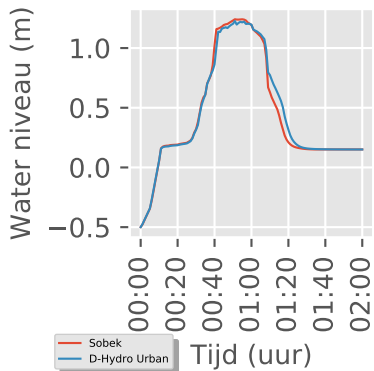
Put: 1000001221



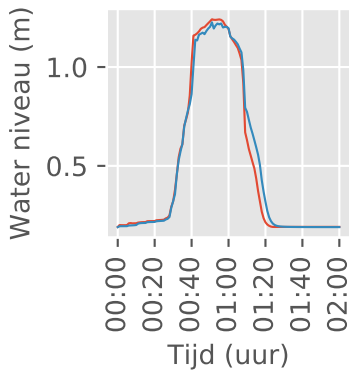
Put: 1000001222



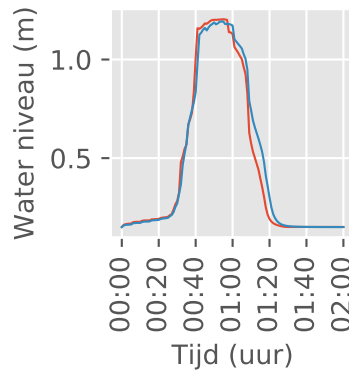
Put: 1000001223



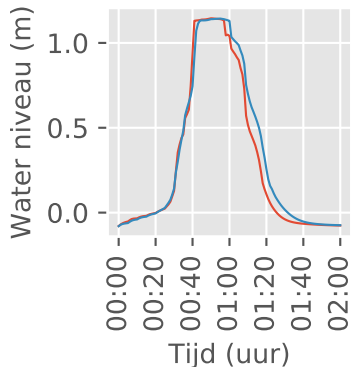
Put: 1000001224



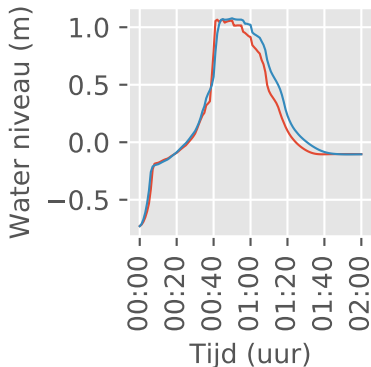
Put: 1000001225



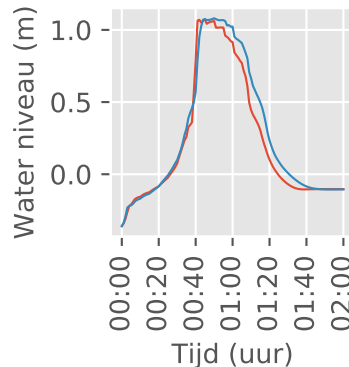
Put: 1000001226



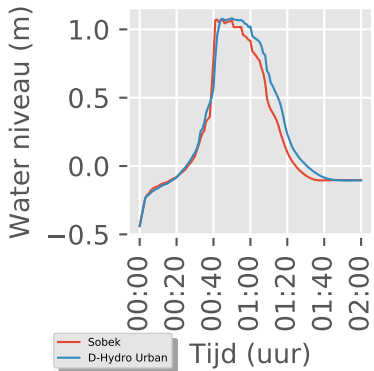
Put: 1000001227



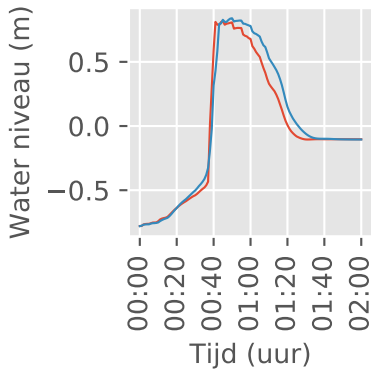
Put: 1000001228



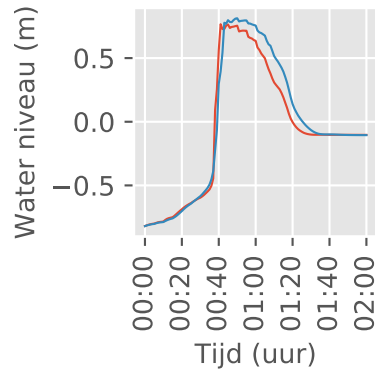
Put: 1000001229



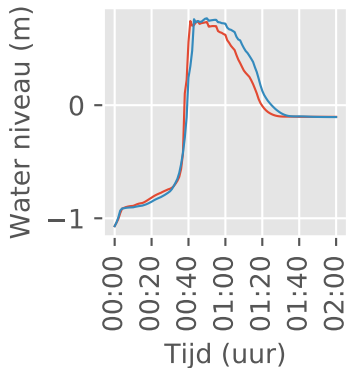
Put: 1000001232



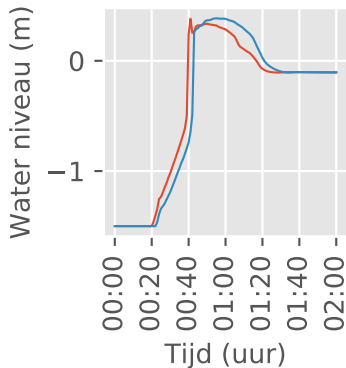
Put: 1000001233



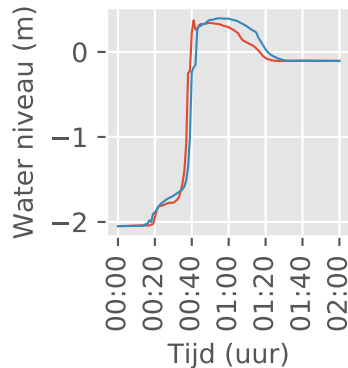
Put: 1000001234



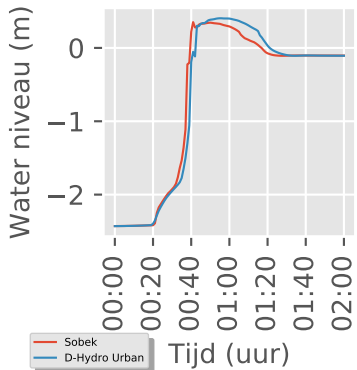
Put: 1000001238



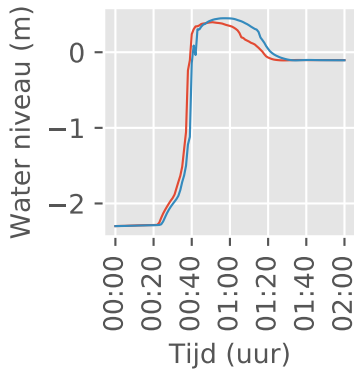
Put: 1000001239



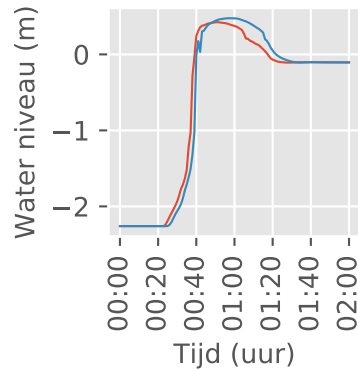
Put: 1000001240



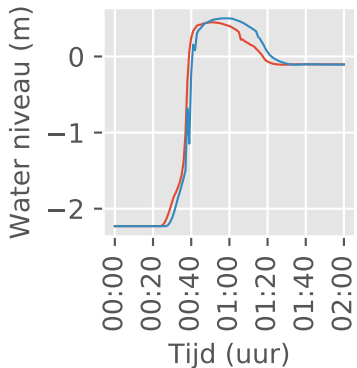
Put: 1000001242



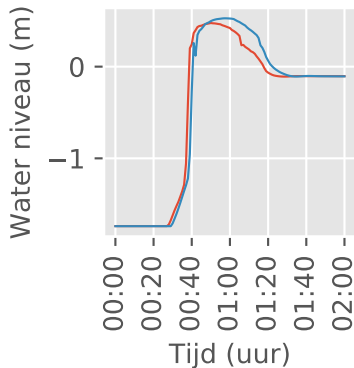
Put: 1000001243



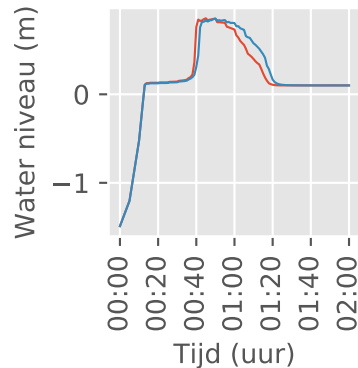
Put: 1000001244



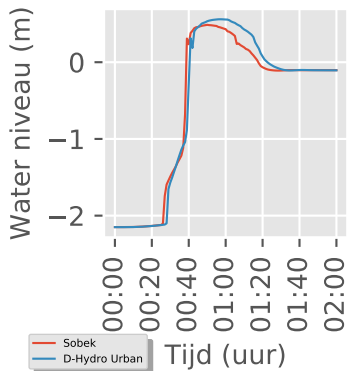
Put: 1000001245



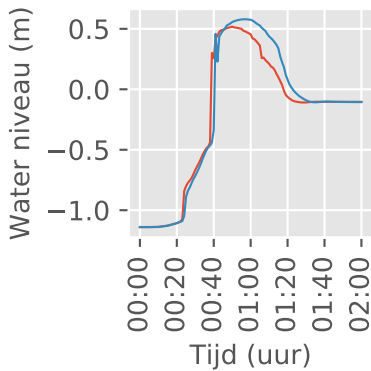
Put: 1000001246



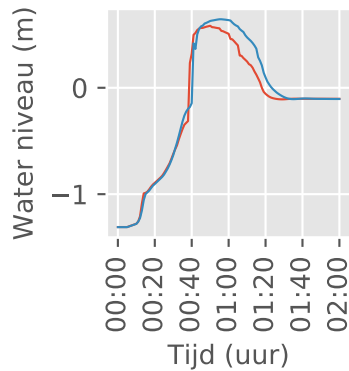
Put: 1000001247



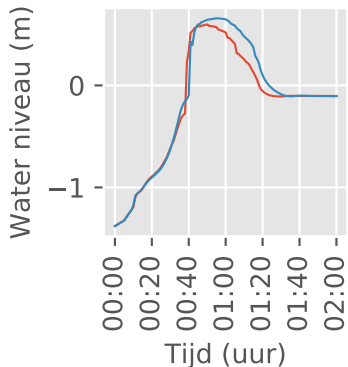
Put: 1000001248



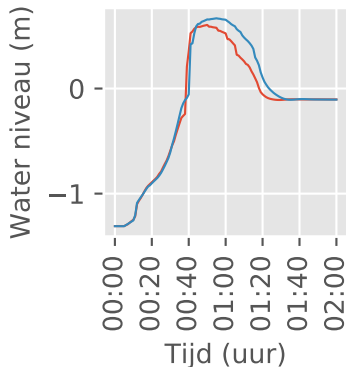
Put: 1000001249



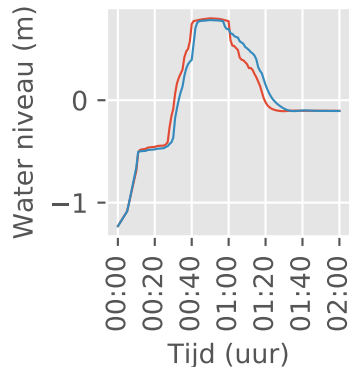
Put: 1000001250



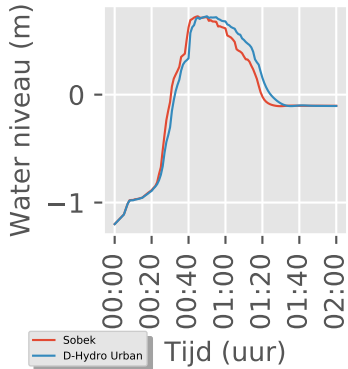
Put: 1000001251



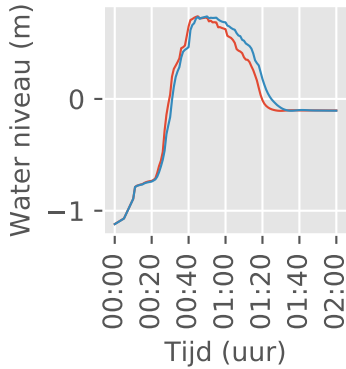
Put: 1000001252



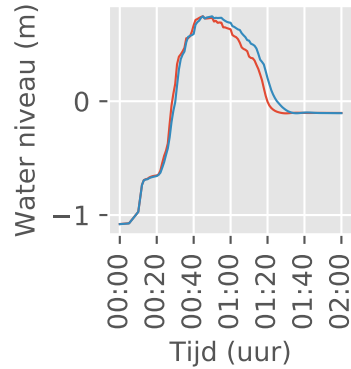
Put: 1000001253



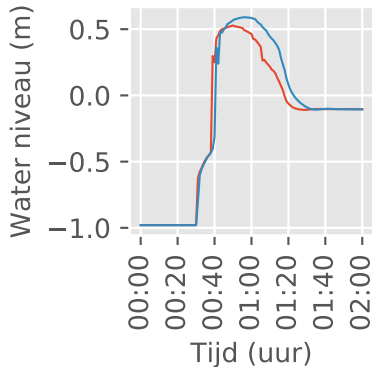
Put: 1000001254



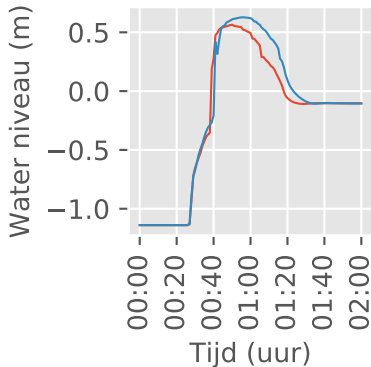
Put: 1000001255



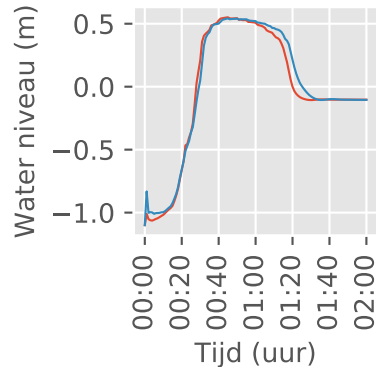
Put: 1000001256



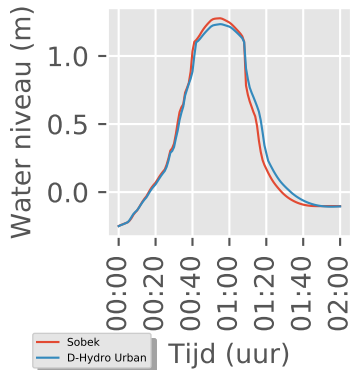
Put: 1000001257



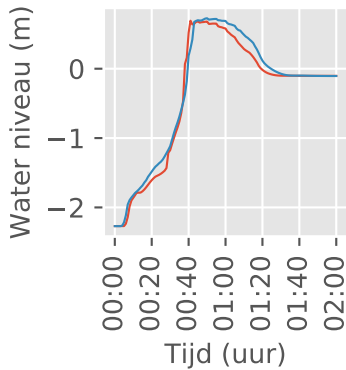
Put: 1000001258



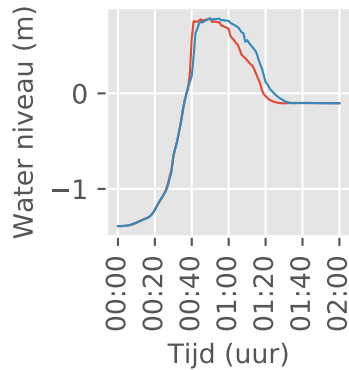
Put: 1000001259



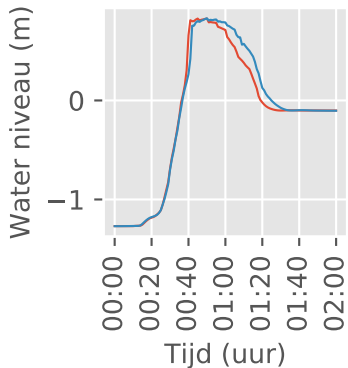
Put: 1000001260



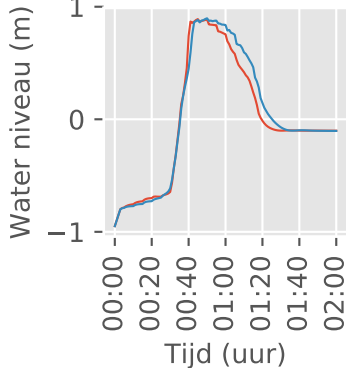
Put: 1000001261



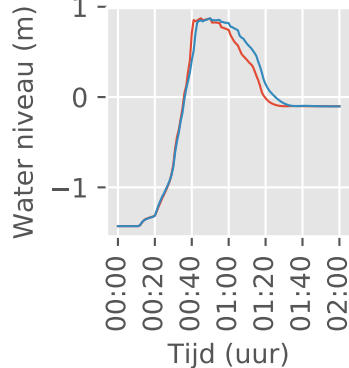
Put: 1000001262

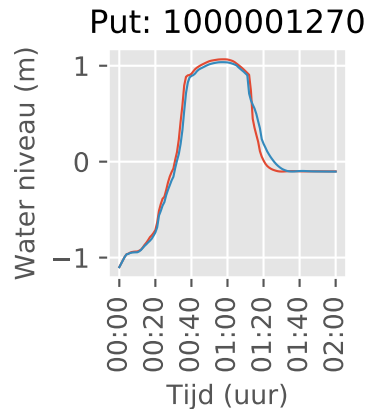
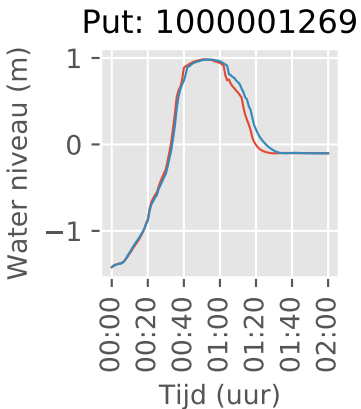
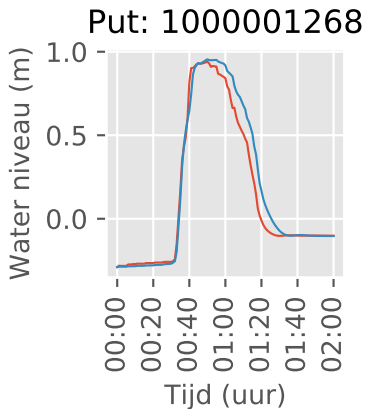
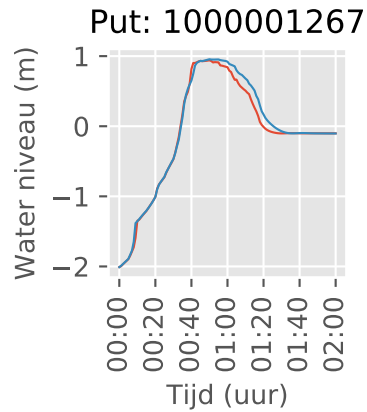
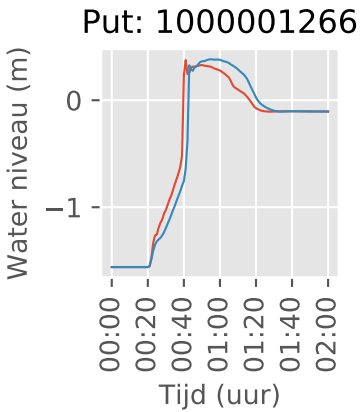
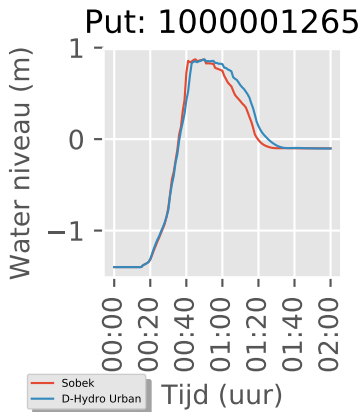


Put: 1000001263

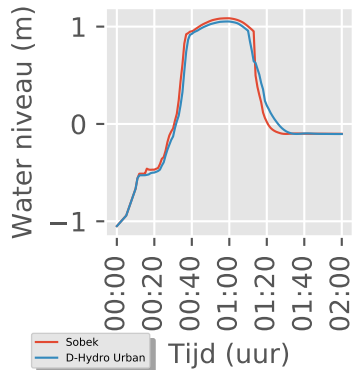


Put: 1000001264

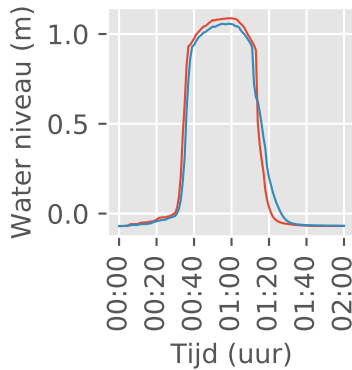




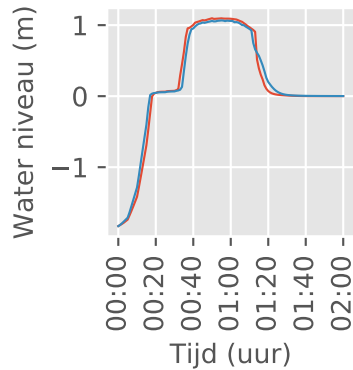
Put: 1000001271



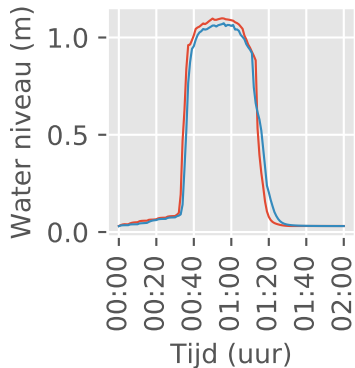
Put: 1000001272



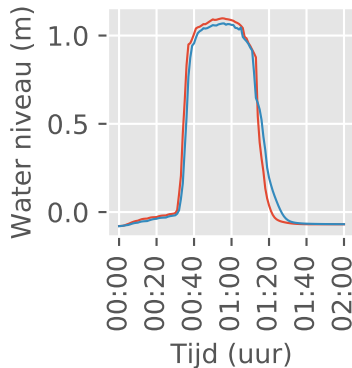
Put: 1000001273



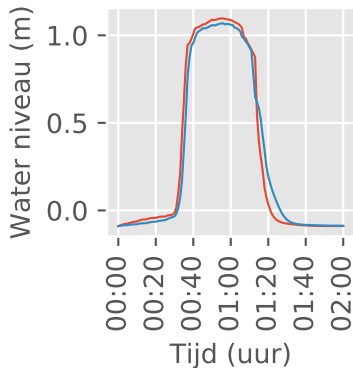
Put: 1000001274

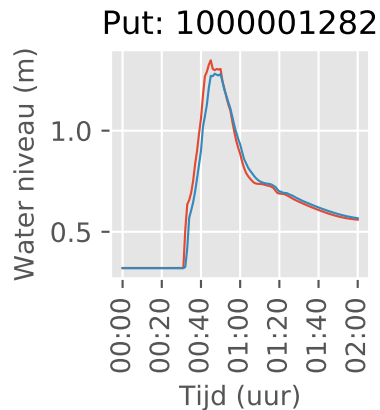
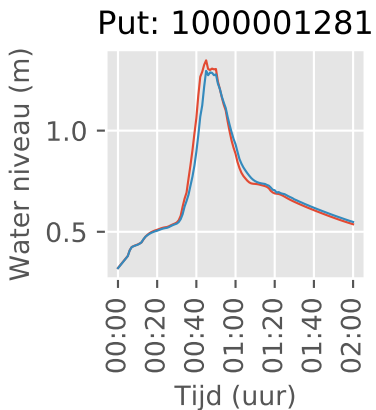
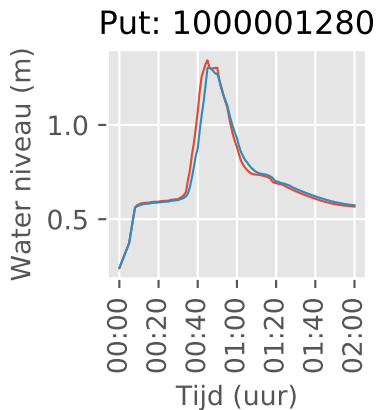
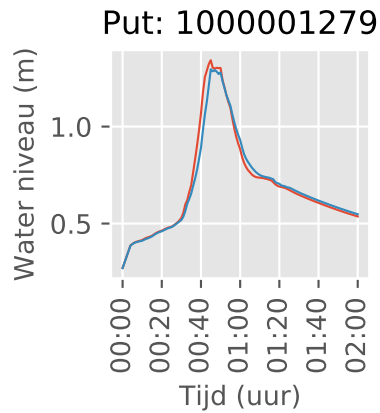
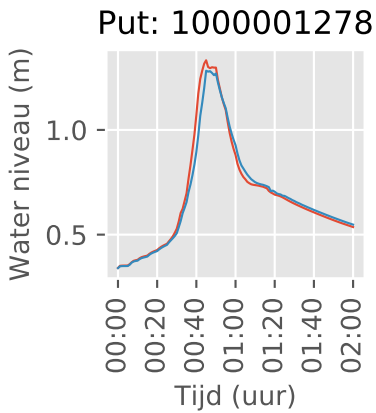
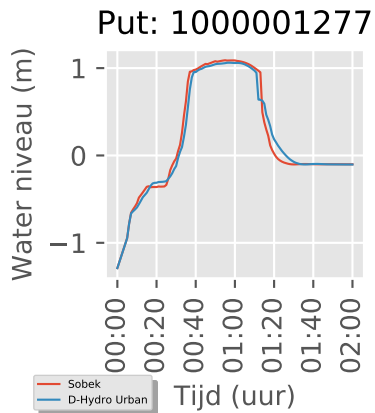


Put: 1000001275

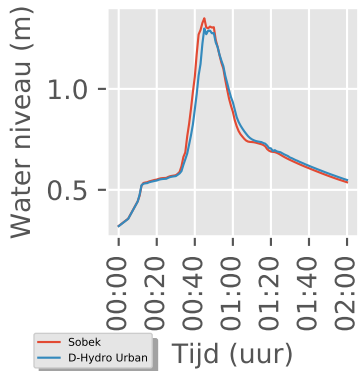


Put: 1000001276

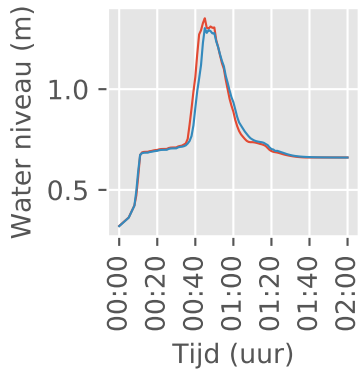




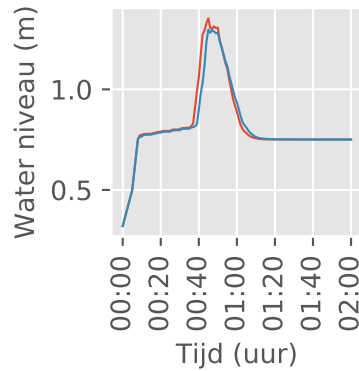
Put: 1000001283



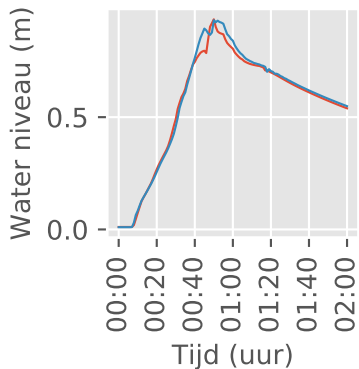
Put: 1000001284



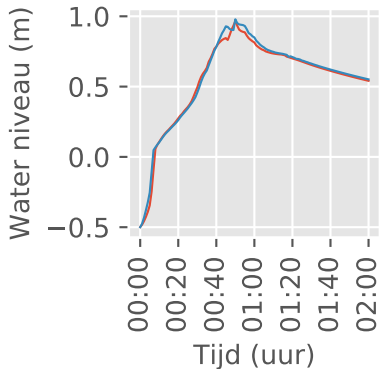
Put: 1000001285



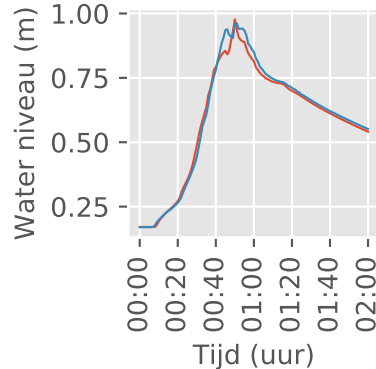
Put: 1000001286



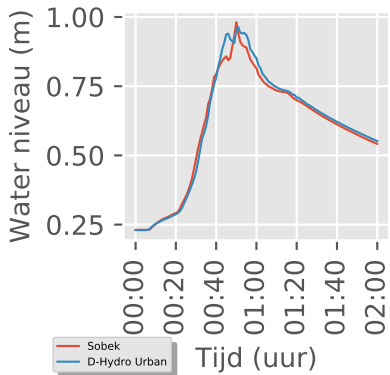
Put: 1000001287



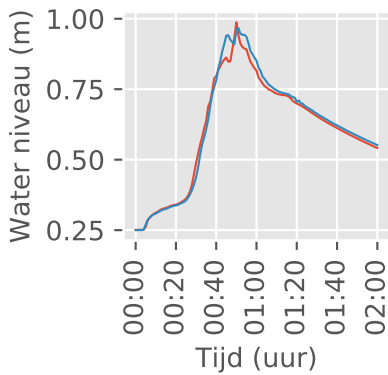
Put: 1000001288



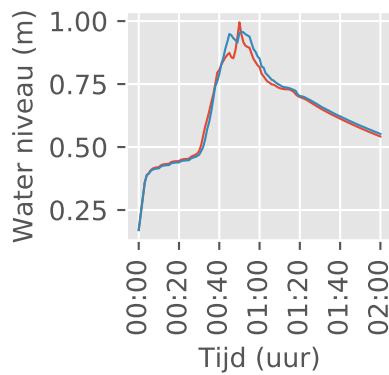
Put: 1000001289



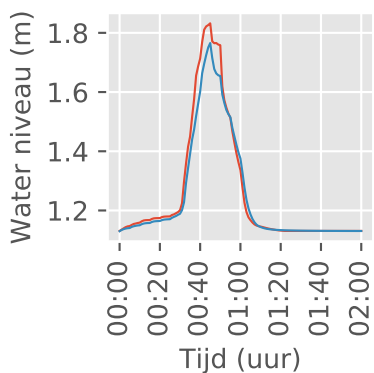
Put: 1000001290



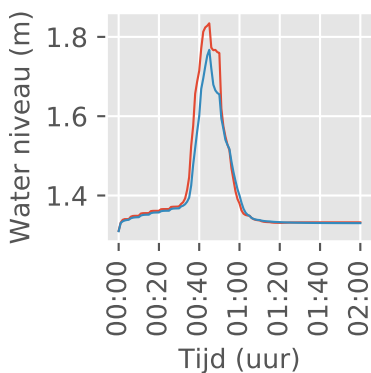
Put: 1000001291



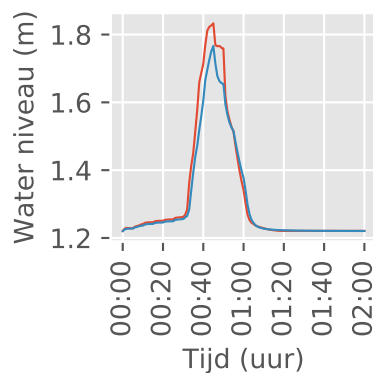
Put: 1000001292

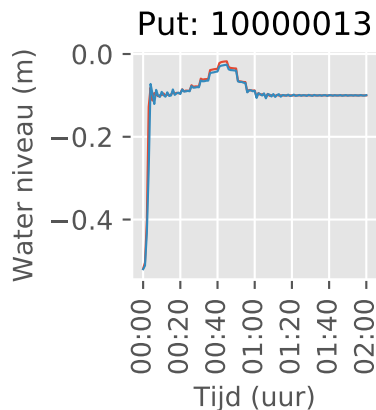
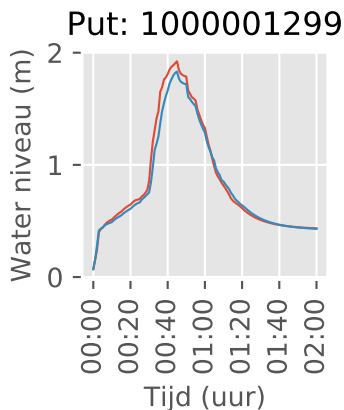
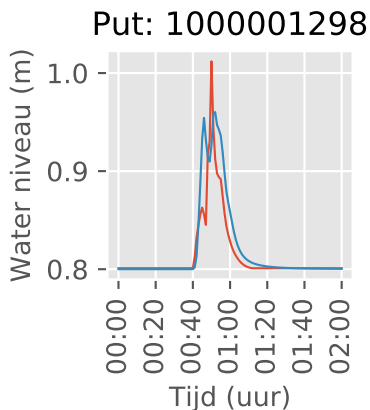
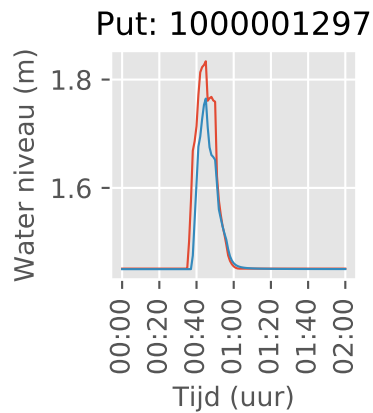
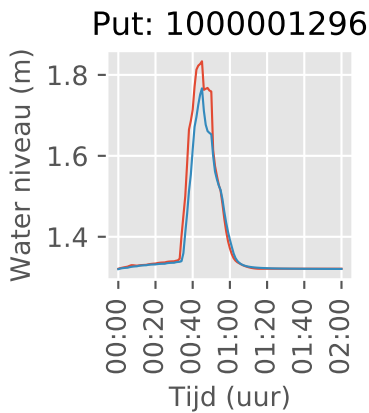
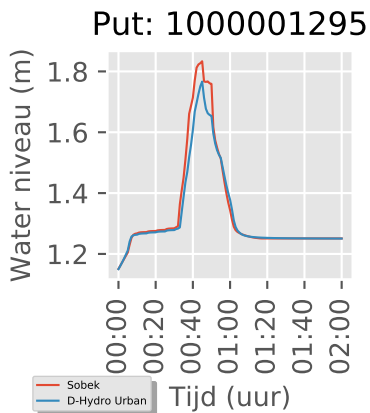


Put: 1000001293

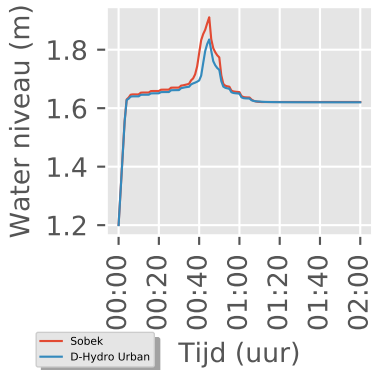


Put: 1000001294

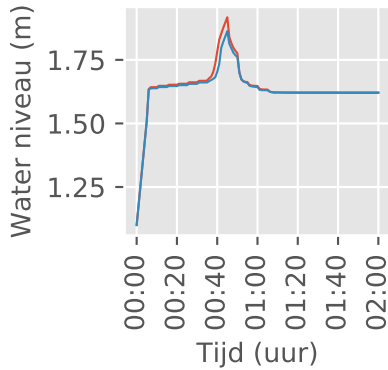




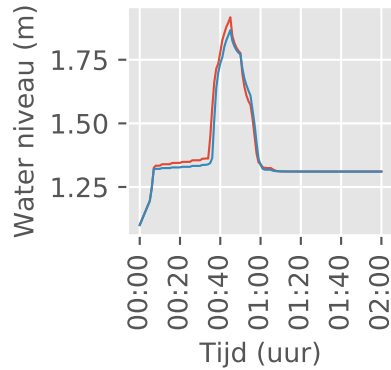
Put: 1000001300



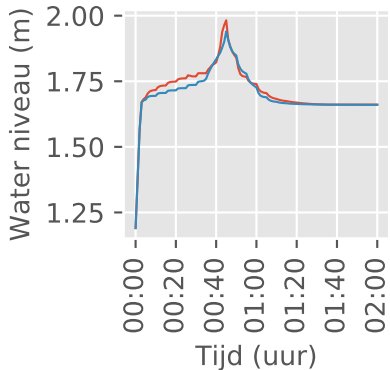
Put: 1000001301



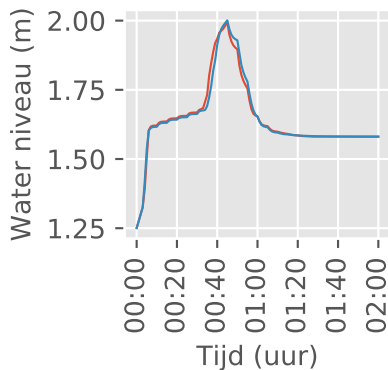
Put: 1000001302



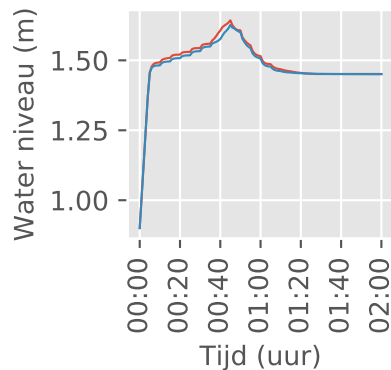
Put: 1000001303



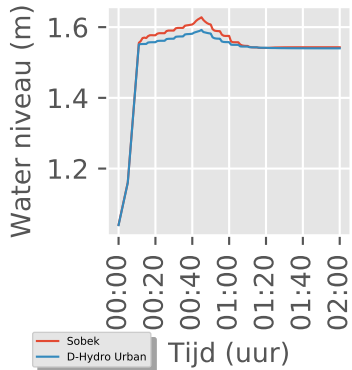
Put: 1000001304



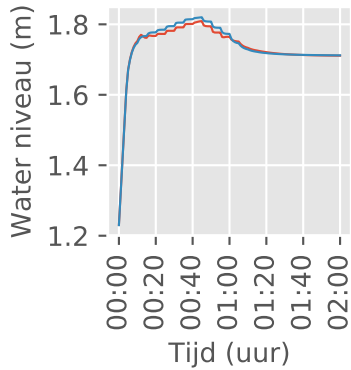
Put: 1000001305



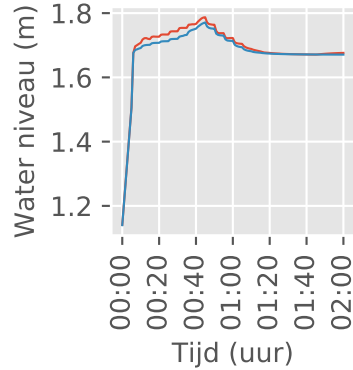
Put: 1000001306



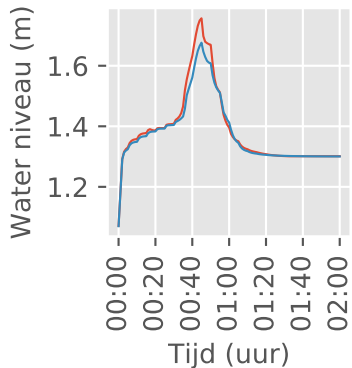
Put: 1000001307



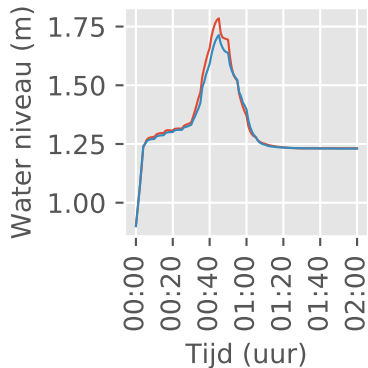
Put: 1000001308



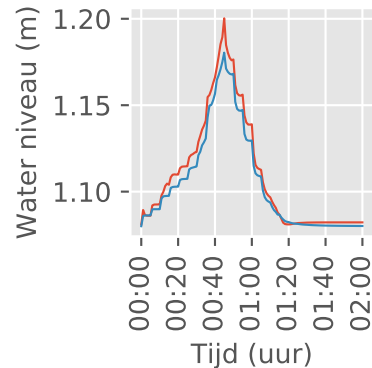
Put: 1000001309



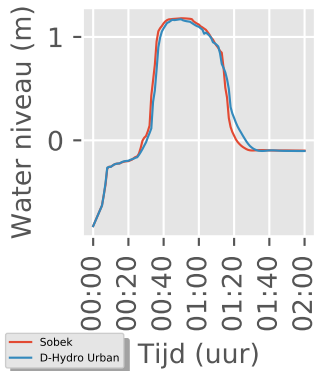
Put: 1000001310



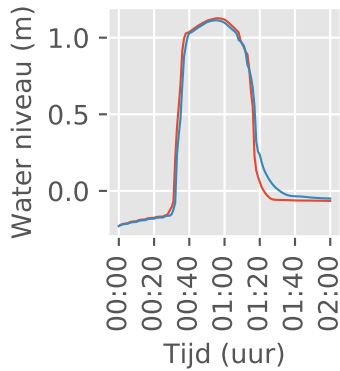
Put: 1000001311



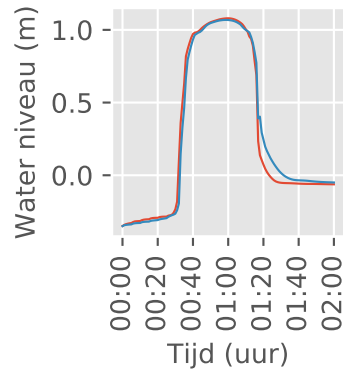
Put: 1000001312



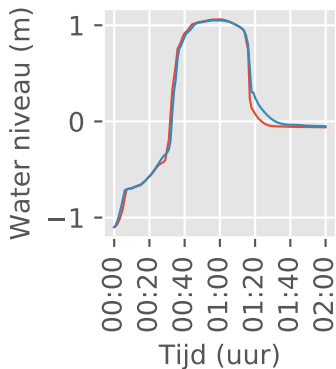
Put: 1000001313



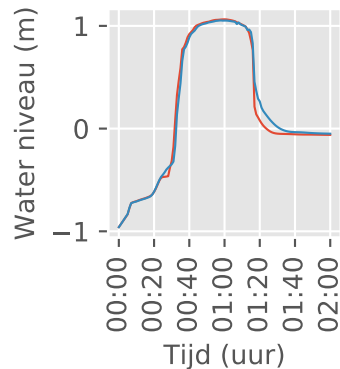
Put: 1000001314



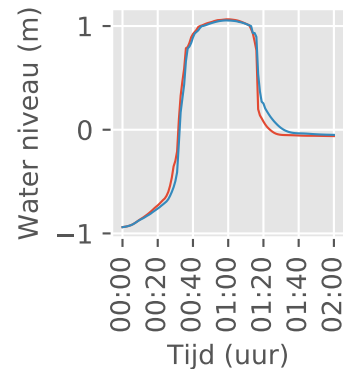
Put: 1000001315



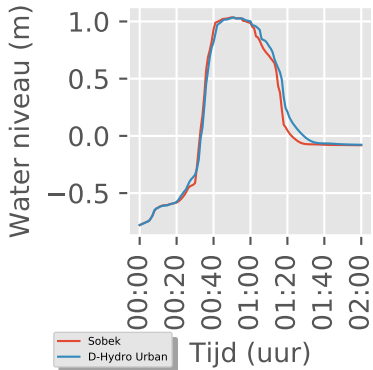
Put: 1000001316



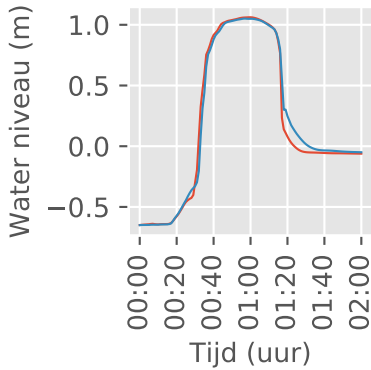
Put: 1000001317



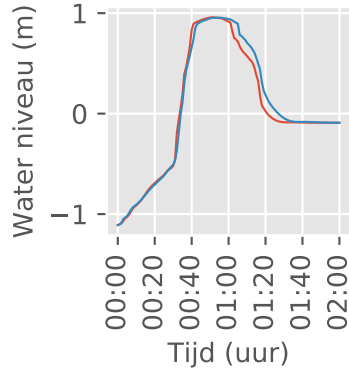
Put: 1000001319



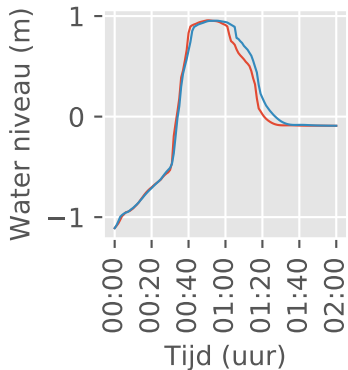
Put: 100000131A



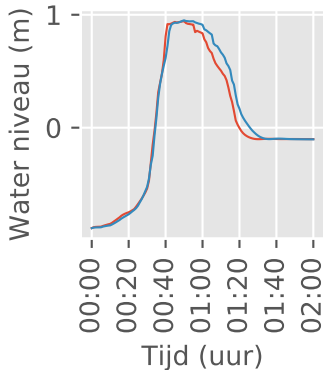
Put: 1000001322



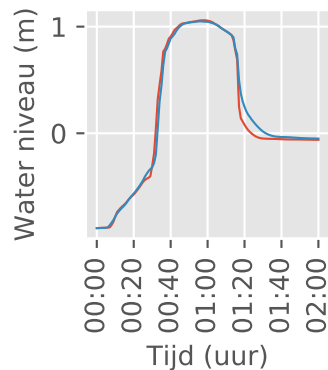
Put: 1000001323



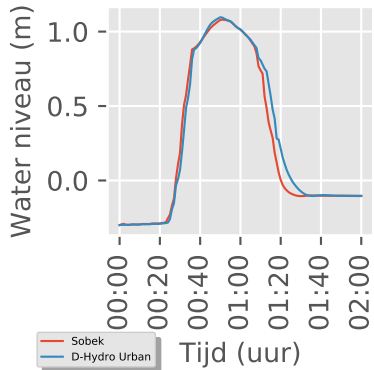
Put: 1000001324



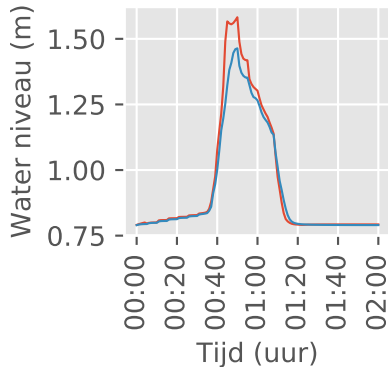
Put: 1000001325



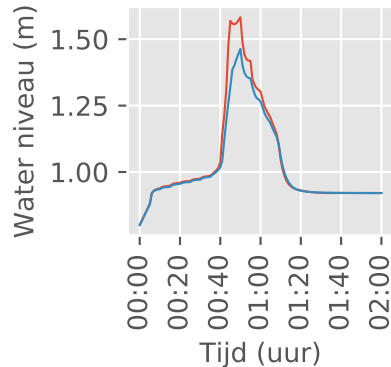
Put: 1000001326



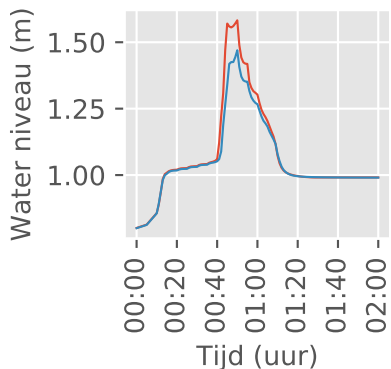
Put: 1000001327



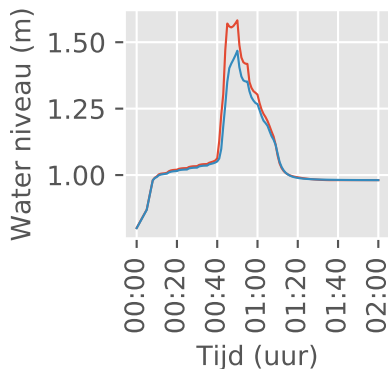
Put: 1000001328



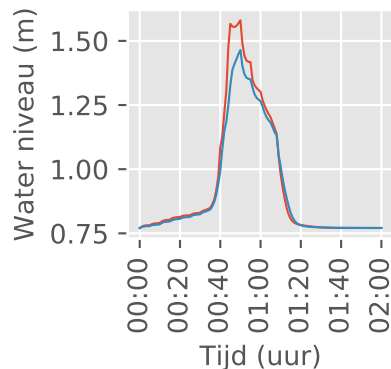
Put: 1000001329



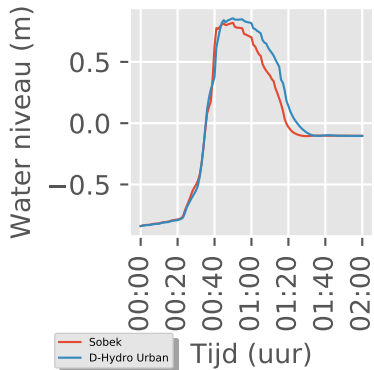
Put: 1000001330



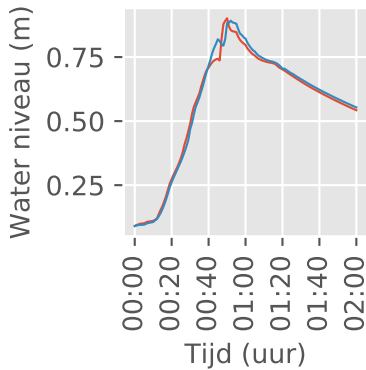
Put: 1000001331



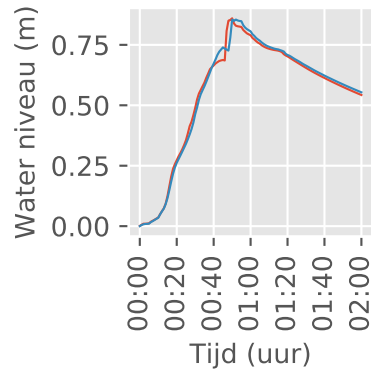
Put: 1000001332



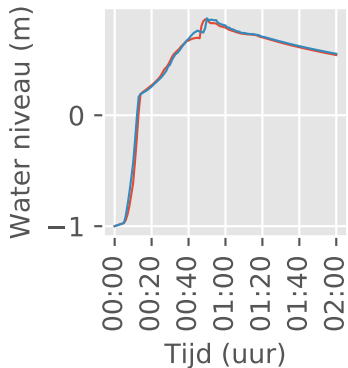
Put: 1000001333



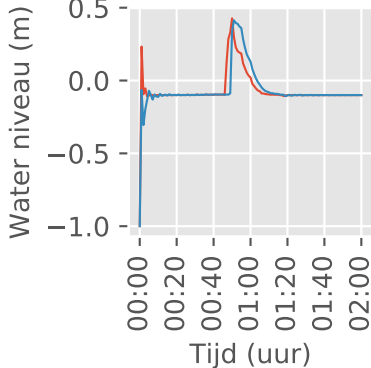
Put: 1000001334



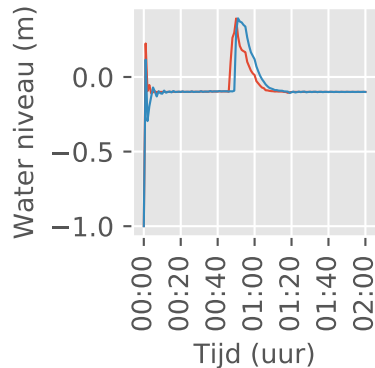
Put: 1000001335



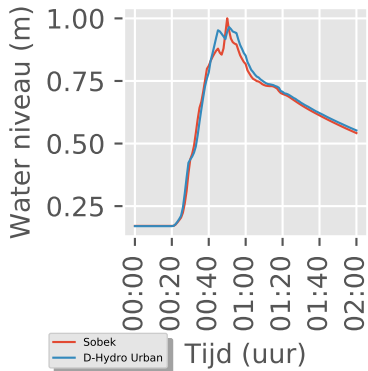
Put: 1000001336



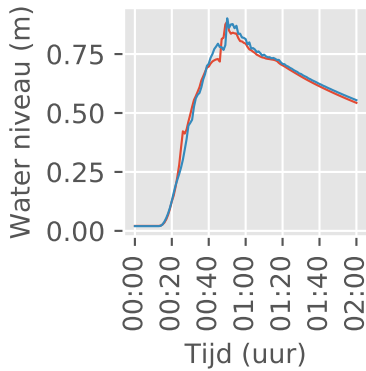
Put: 1000001340



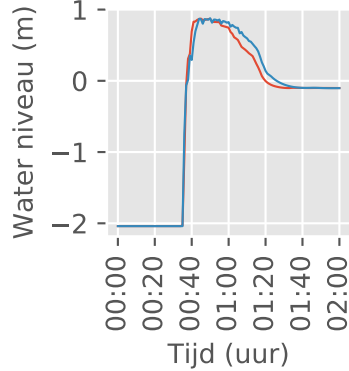
Put: 1000001350



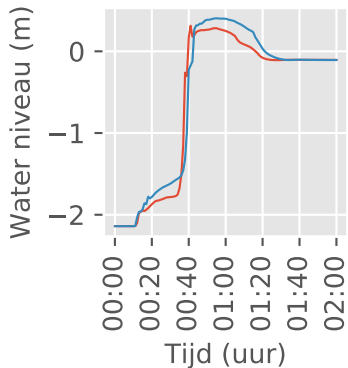
Put: 1000001351



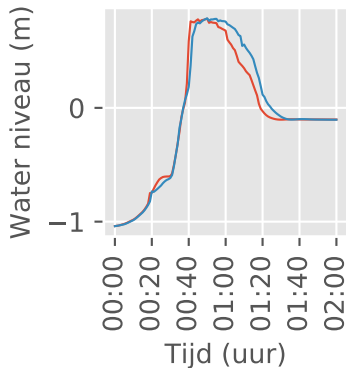
Put: 1000001353



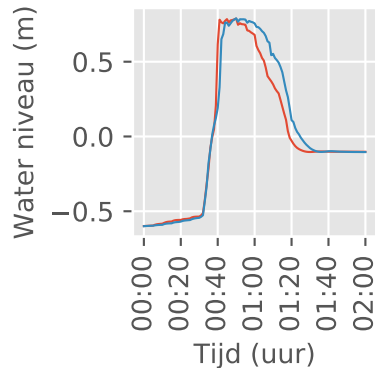
Put: 1000001354



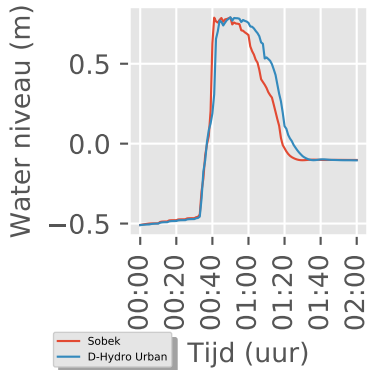
Put: 1000001355



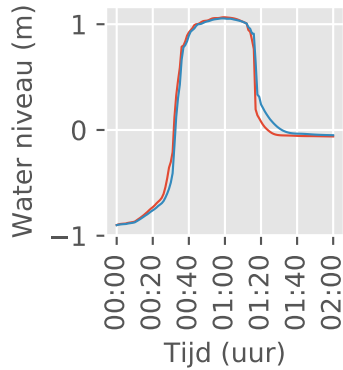
Put: 1000001356



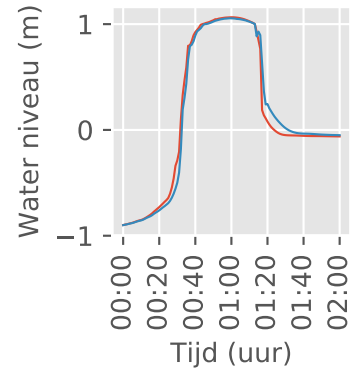
Put: 1000001357



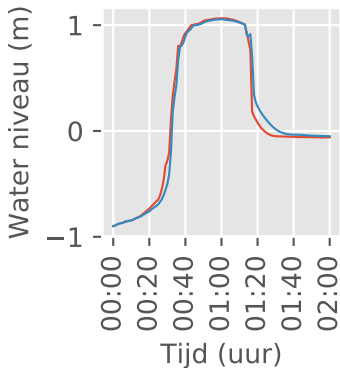
Put: 1000001358



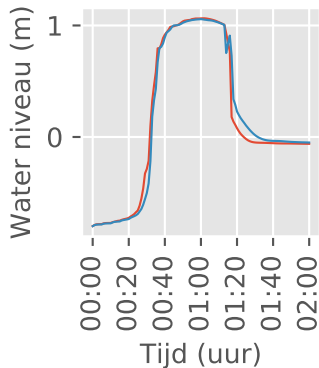
Put: 1000001359



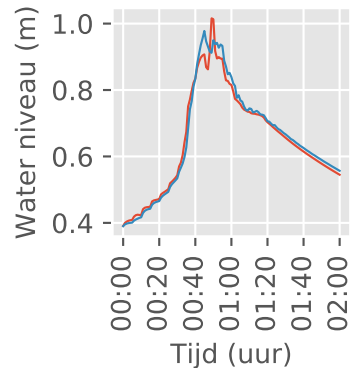
Put: 1000001360

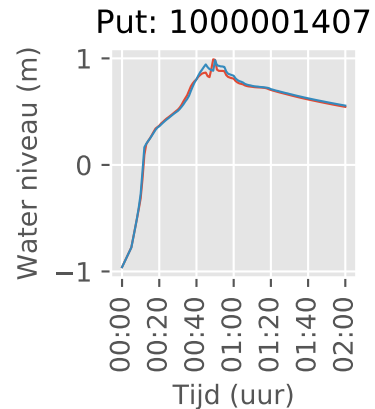
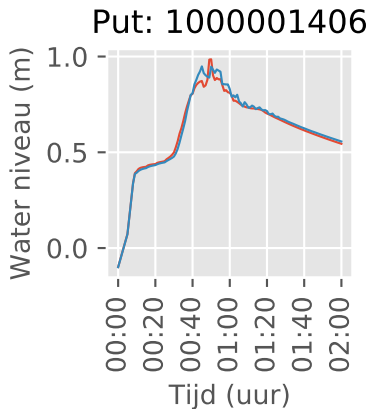
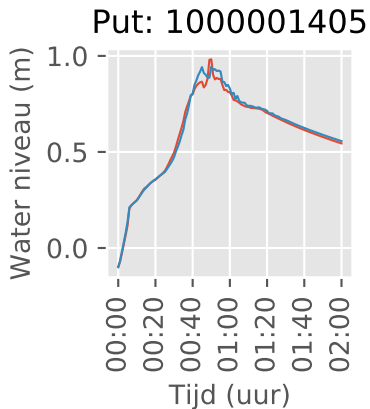
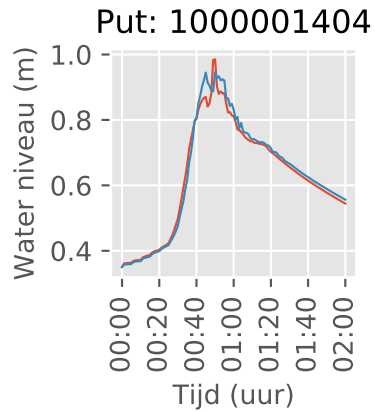
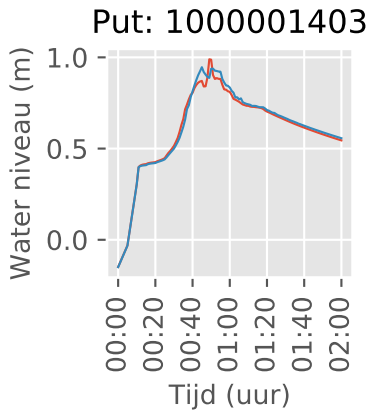
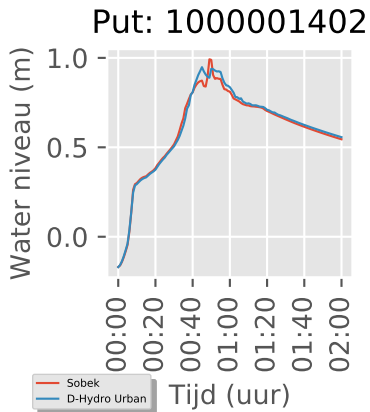


Put: 1000001361

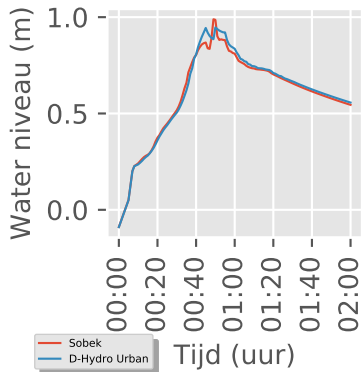


Put: 1000001401

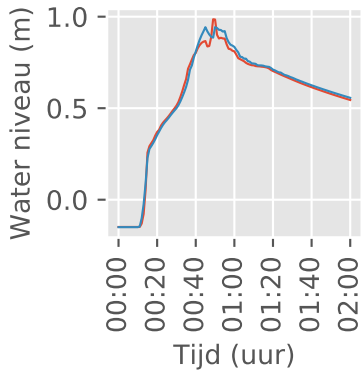




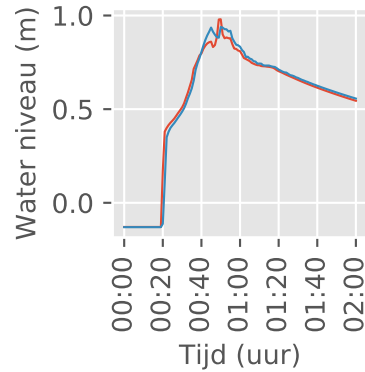
Put: 1000001408



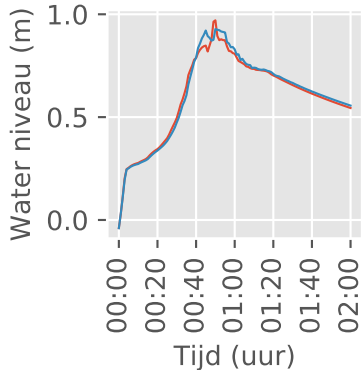
Put: 1000001409



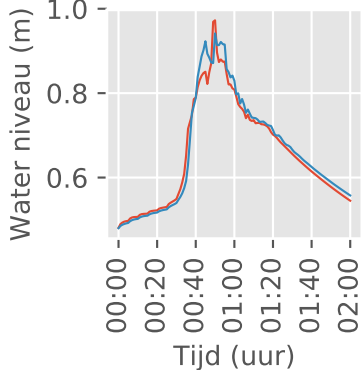
Put: 1000001410



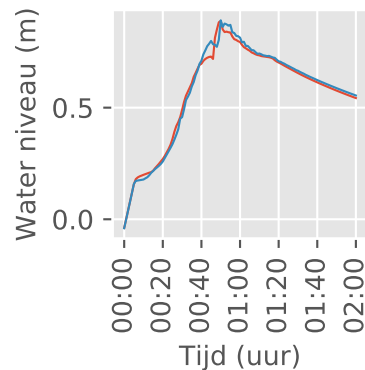
Put: 1000001411



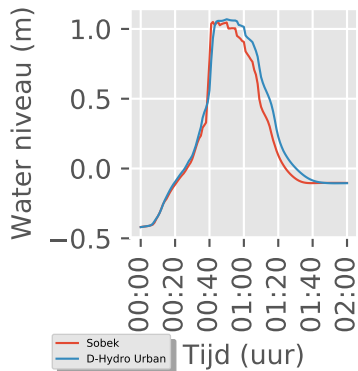
Put: 1000001412



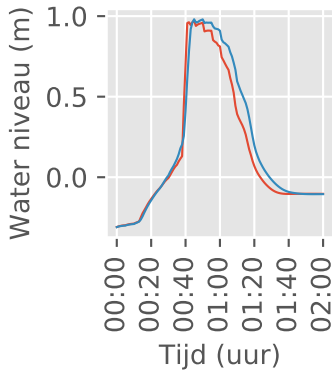
Put: 1000001413



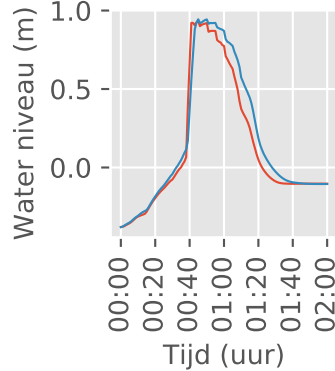
Put: 1000001414



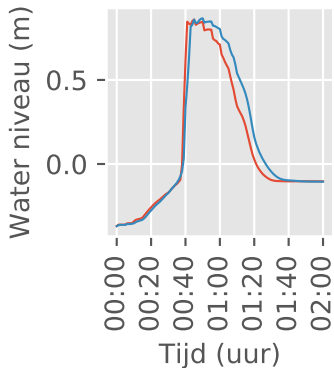
Put: 1000001415



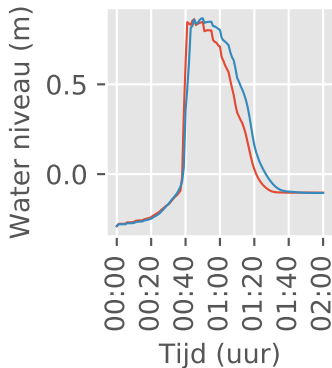
Put: 1000001416



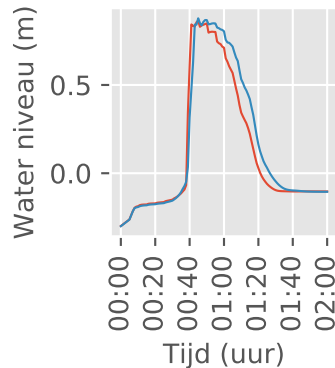
Put: 1000001417

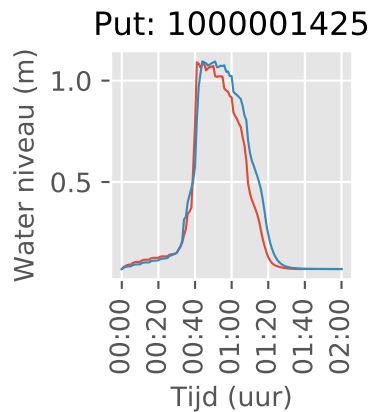
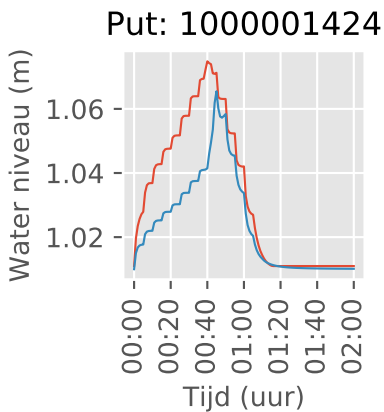
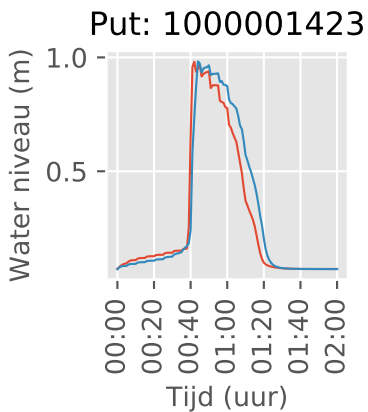
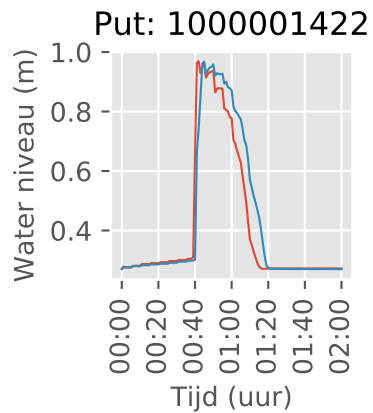
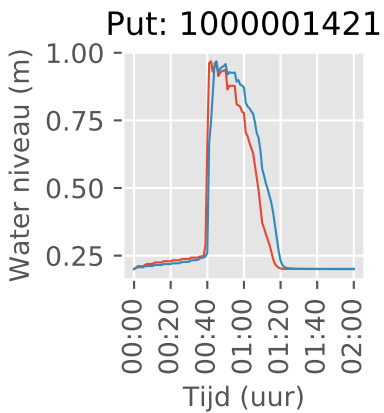
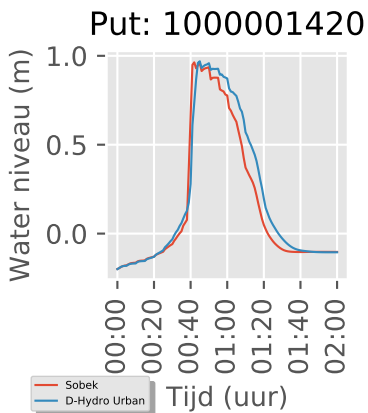


Put: 1000001418

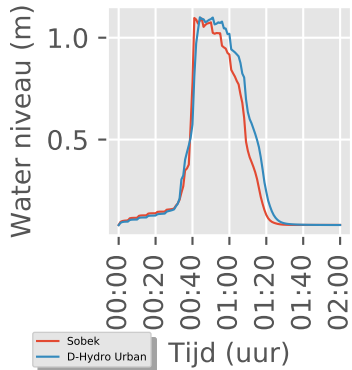


Put: 1000001419

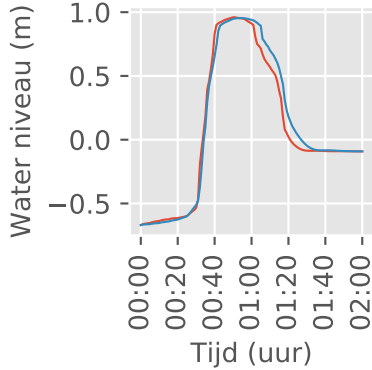




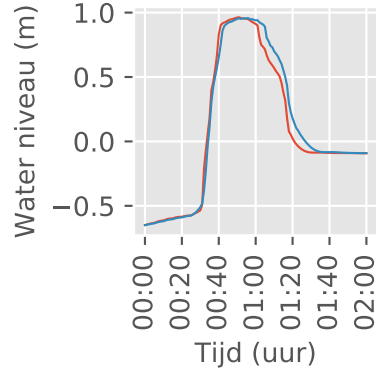
Put: 1000001426



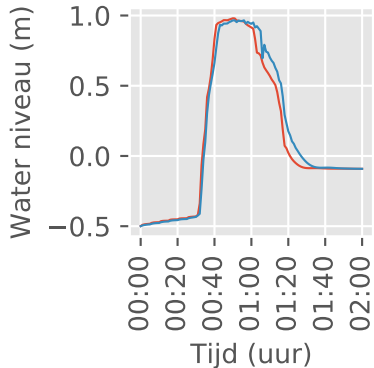
Put: 1000001427



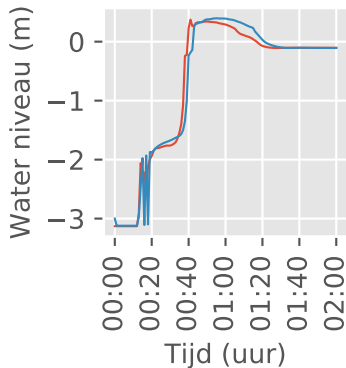
Put: 1000001428



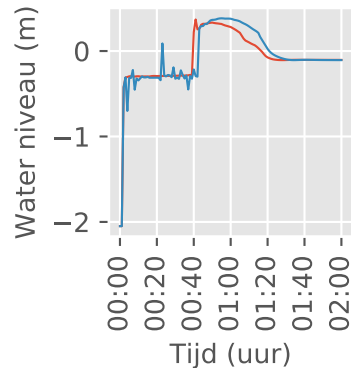
Put: 1000001429



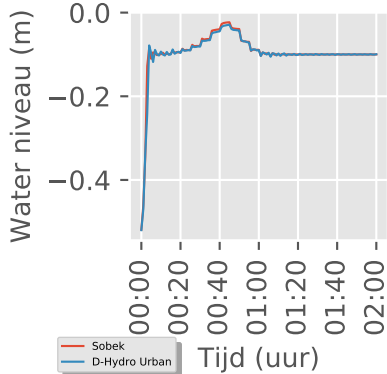
Put: 1000001530



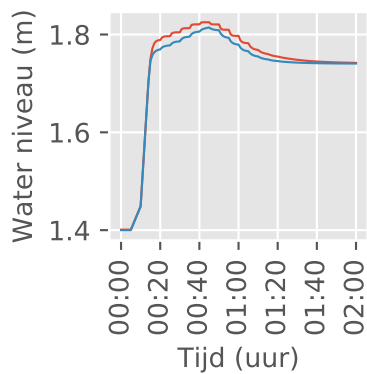
Put: 1000001531



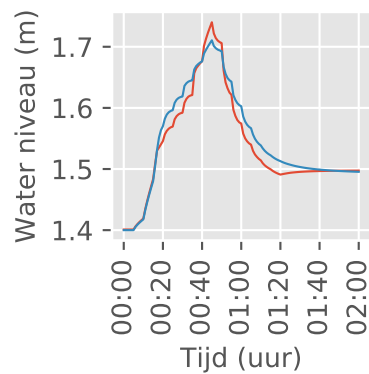
Put: 10000016



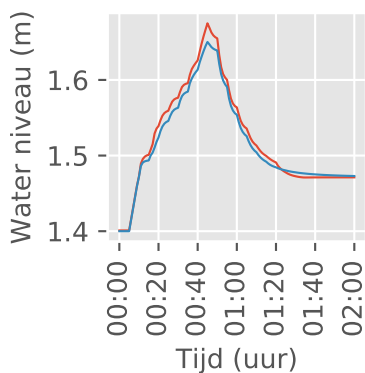
Put: 1000001701



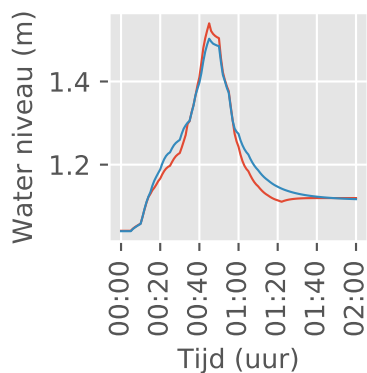
Put: 1000001702



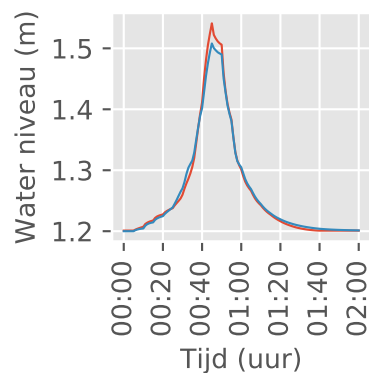
Put: 1000001703



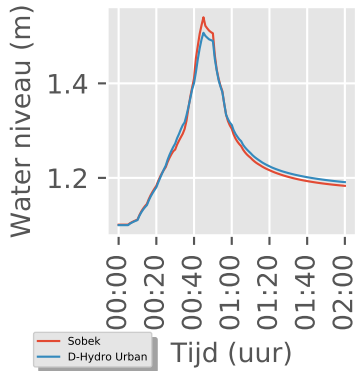
Put: 1000001704



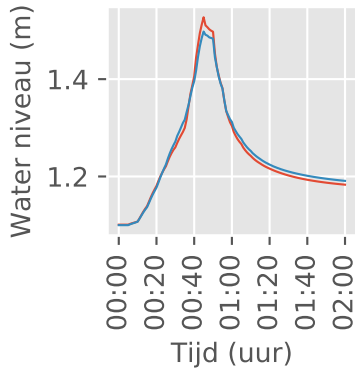
Put: 1000001705



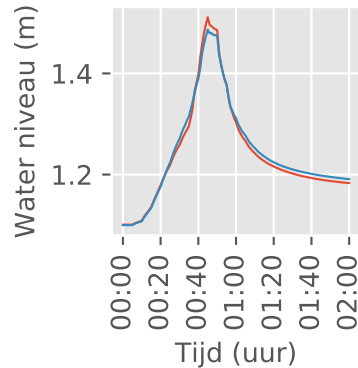
Put: 1000001706



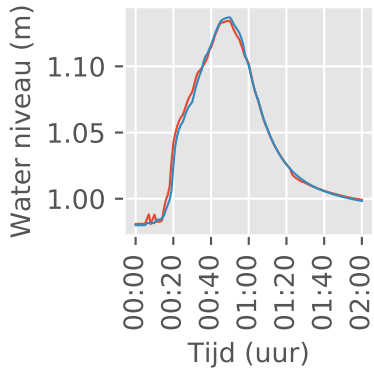
Put: 1000001707



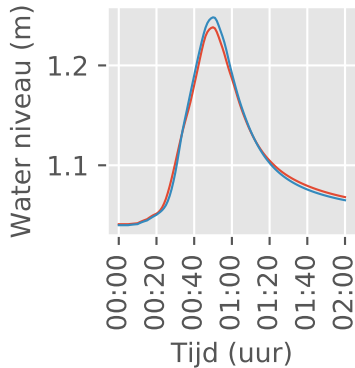
Put: 1000001708



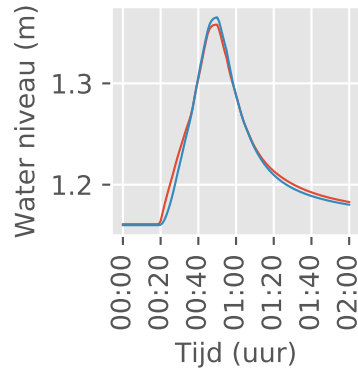
Put: 1000001709



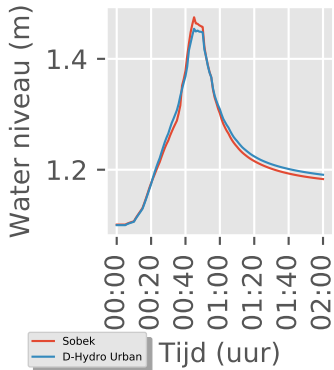
Put: 1000001710



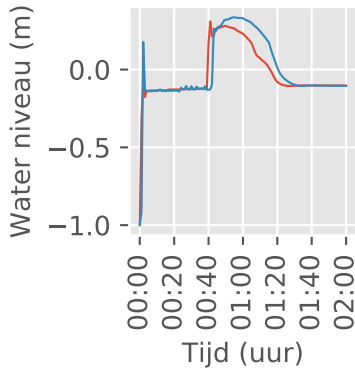
Put: 1000001711



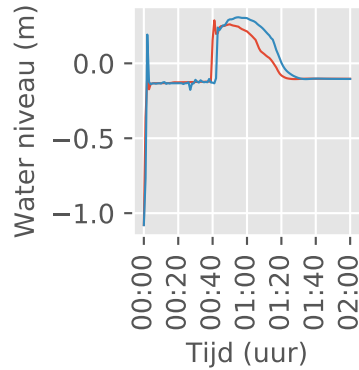
Put: 1000001715



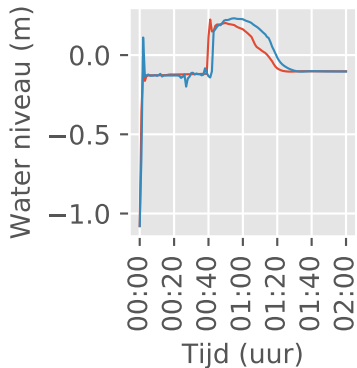
Put: 1000001716



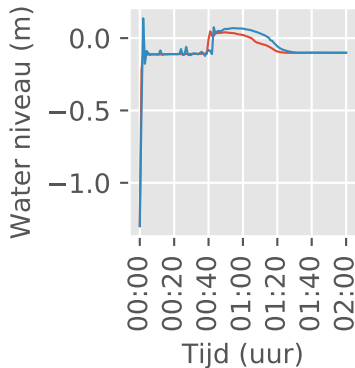
Put: 1000001717



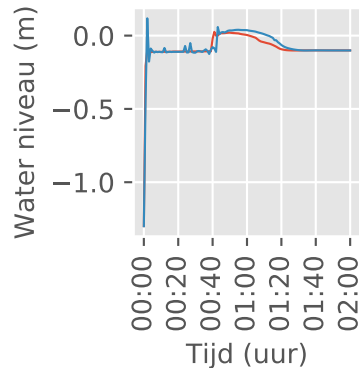
Put: 1000001718



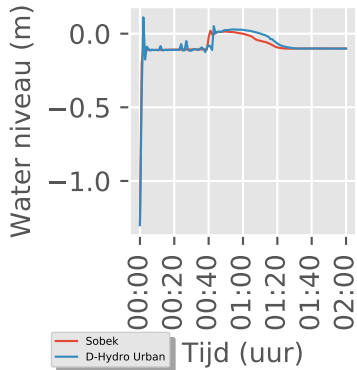
Put: 1000001719



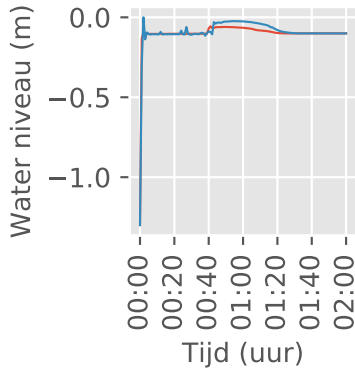
Put: 1000001720



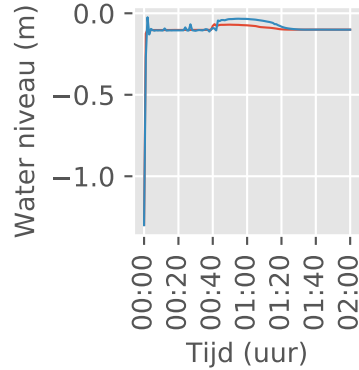
Put: 1000001721



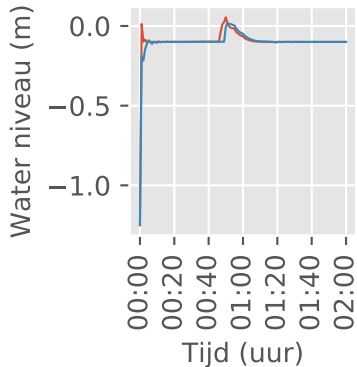
Put: 1000001722



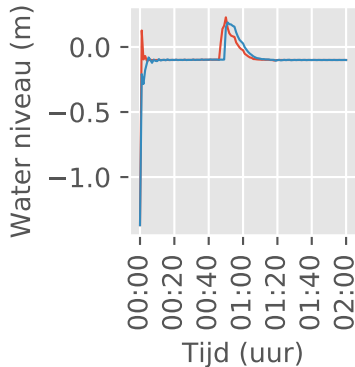
Put: 1000001723



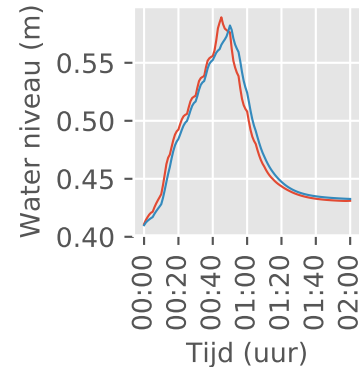
Put: 1000001724



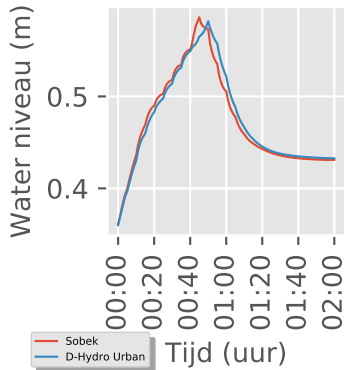
Put: 1000001725



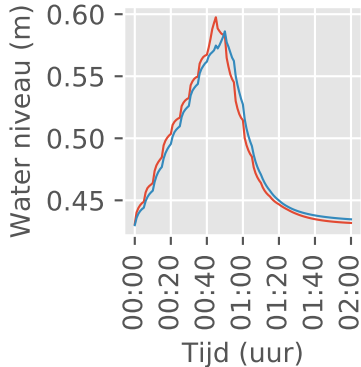
Put: 1000001730



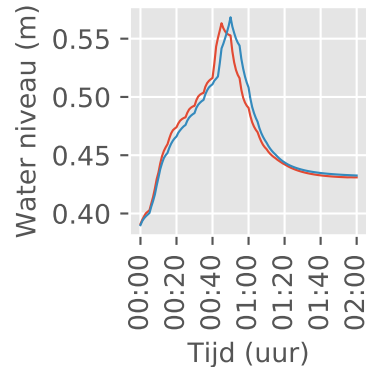
Put: 1000001731



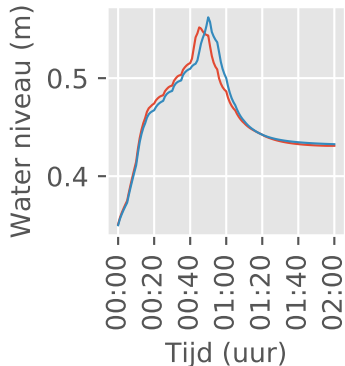
Put: 1000001732



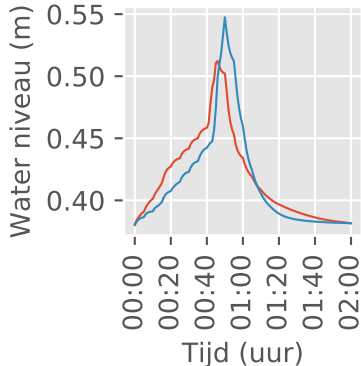
Put: 1000001733



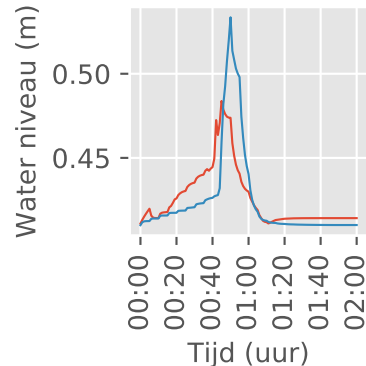
Put: 1000001734



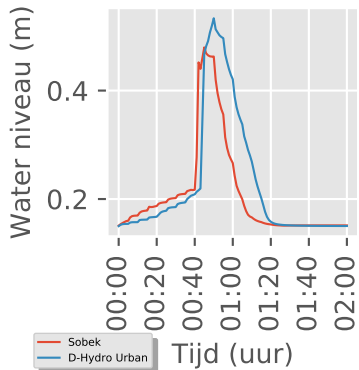
Put: 1000001735



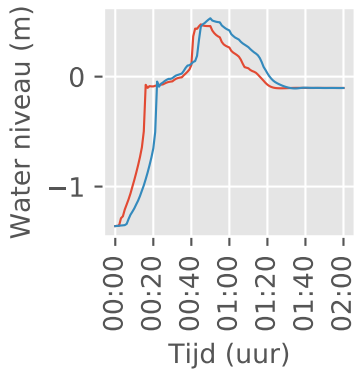
Put: 1000001736



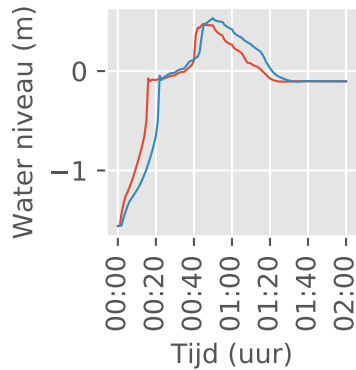
Put: 1000001737



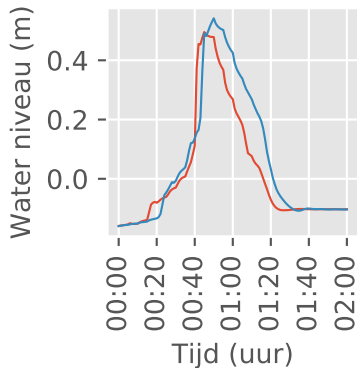
Put: 1000001738



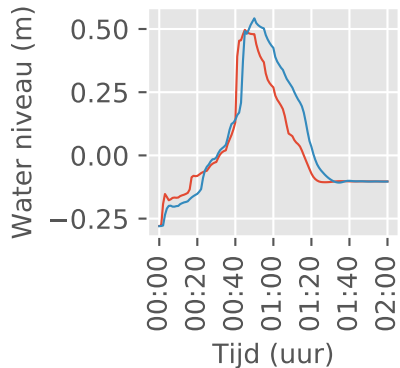
Put: 1000001739



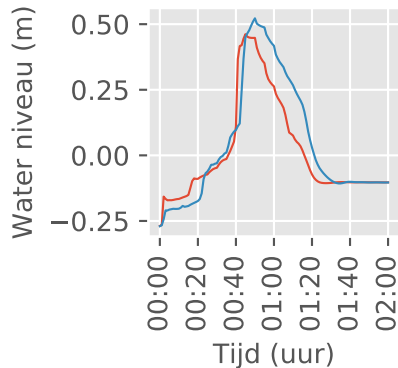
Put: 1000001740



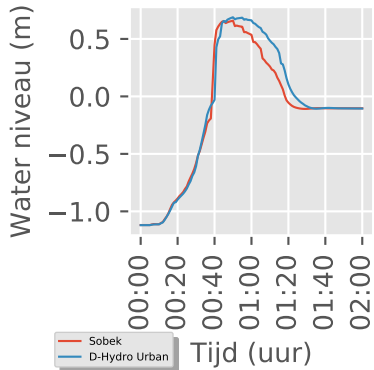
Put: 1000001741



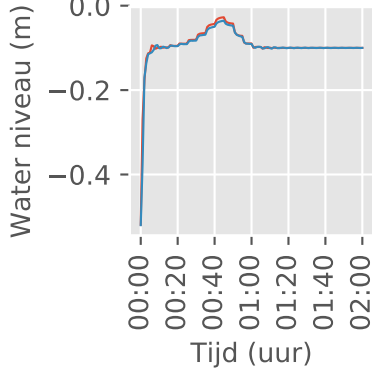
Put: 1000001742



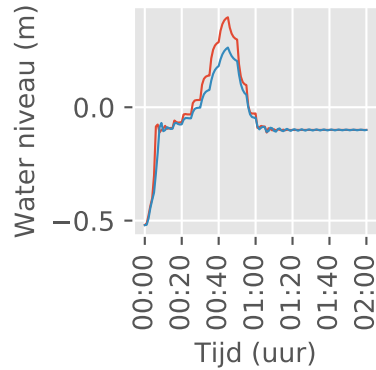
Put: 1000001744



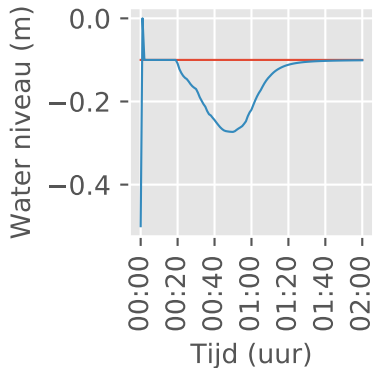
Put: 1000001745



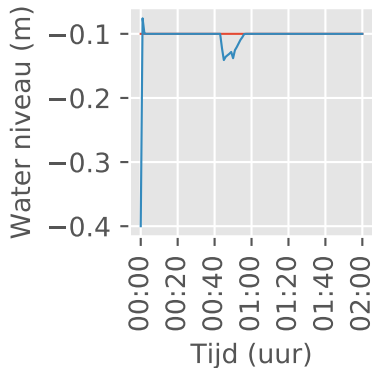
Put: 1000001746



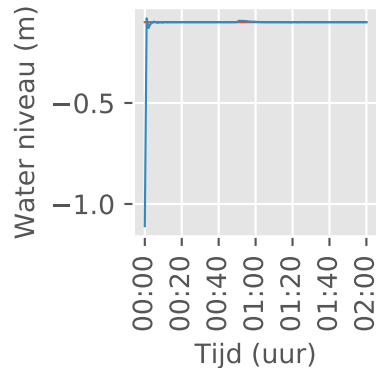
Put: 1000001901



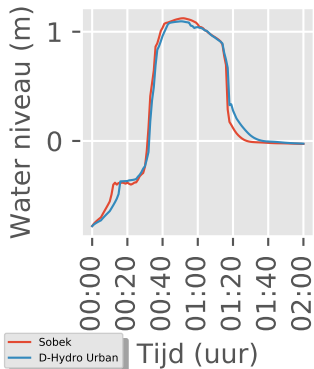
Put: 1000001902



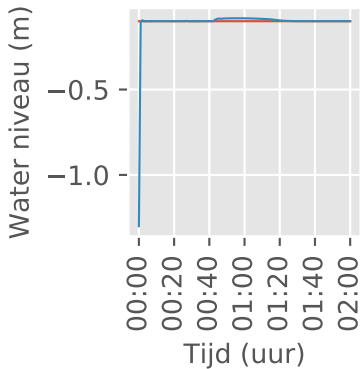
Put: 1000001903



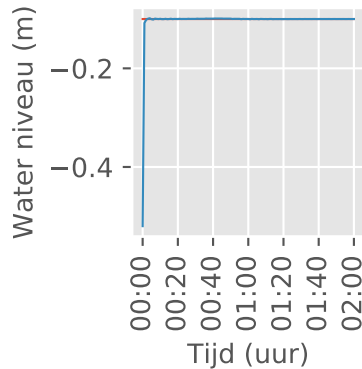
Put: 1000001909



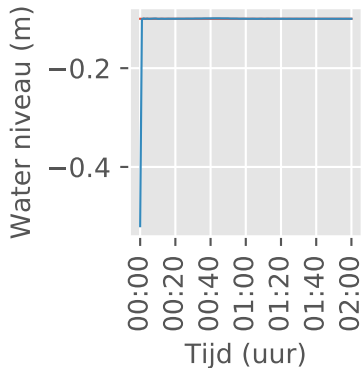
Put: 1000001910



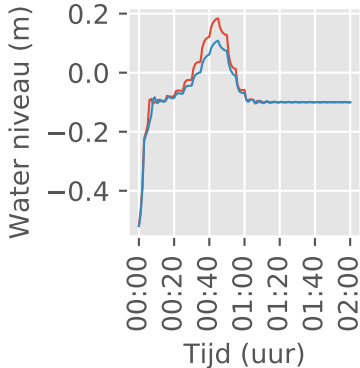
Put: 1000001912



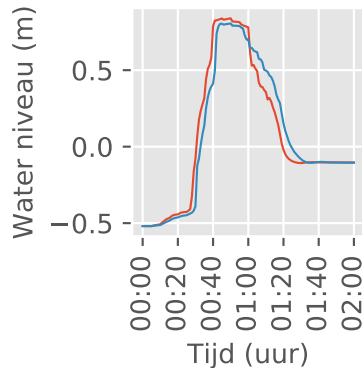
Put: 1000001913



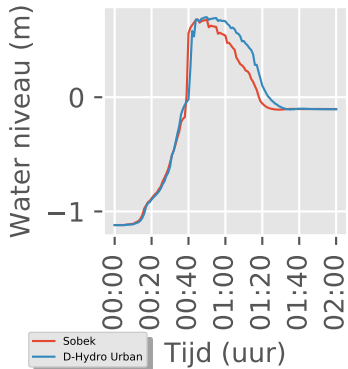
Put: 1000002



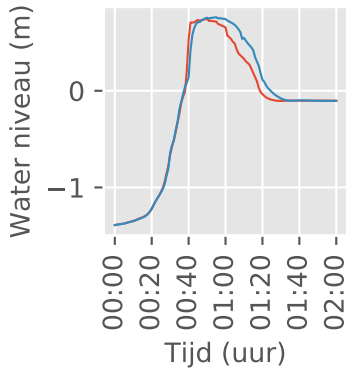
Put: 1000003



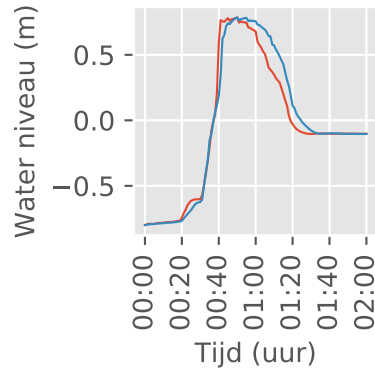
Put: 1000004



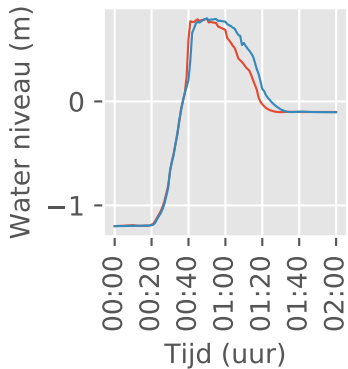
Put: 1000005



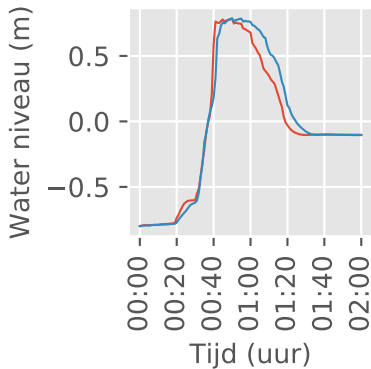
Put: 1000006



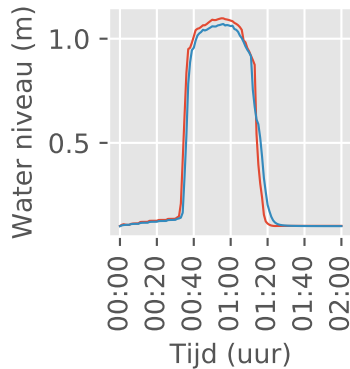
Put: 1000007

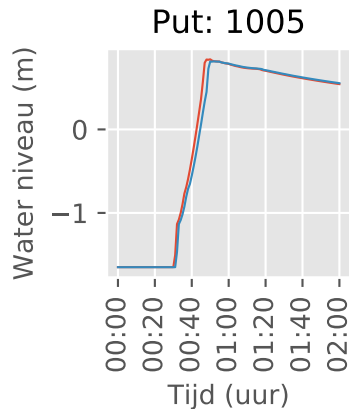
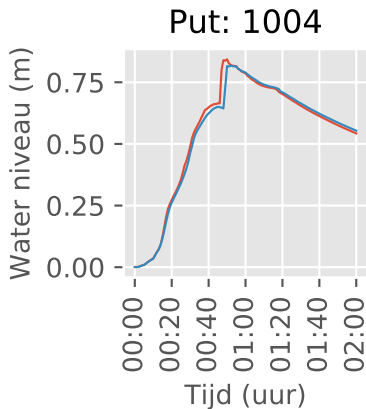
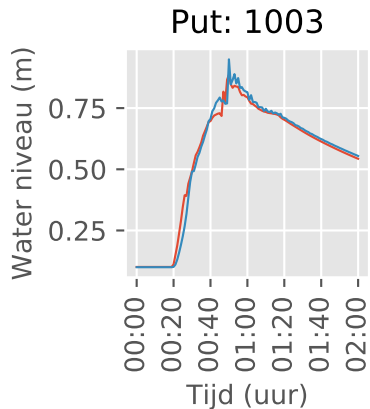
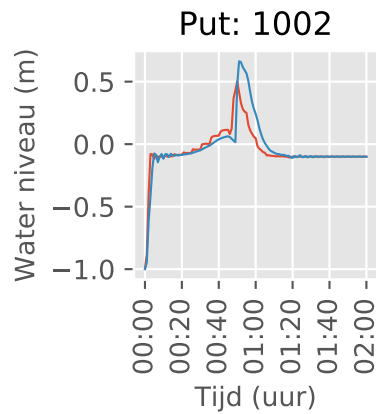
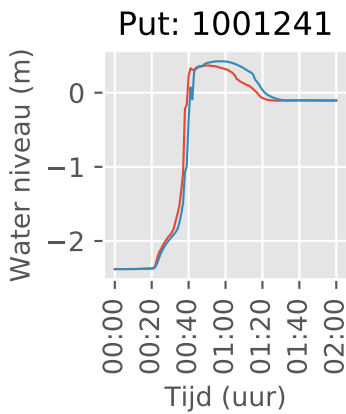
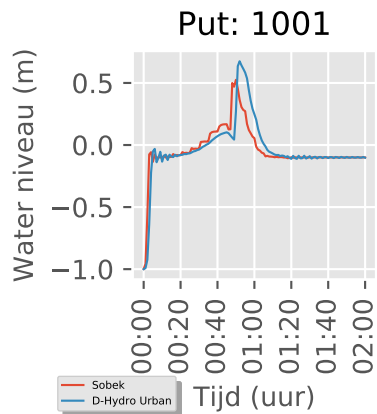


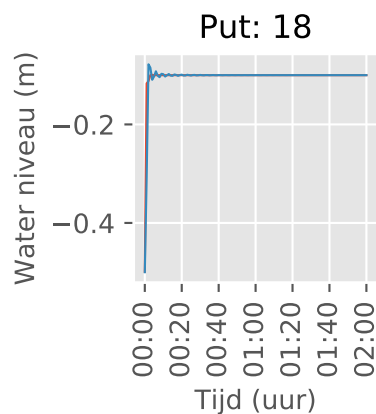
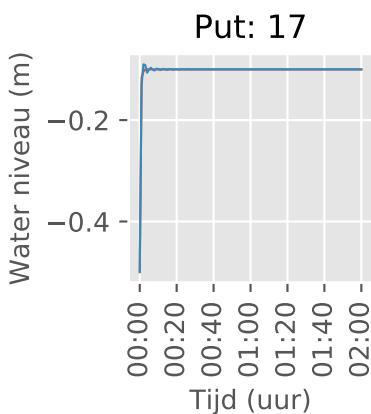
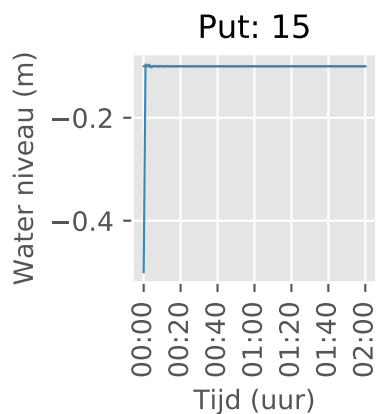
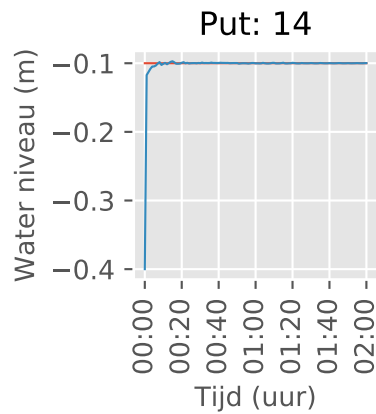
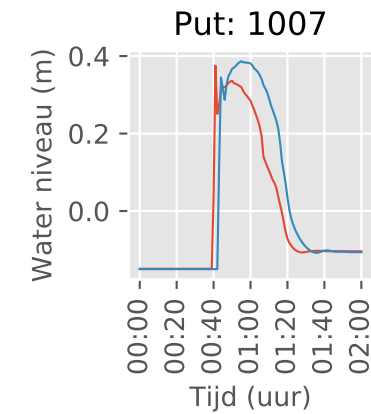
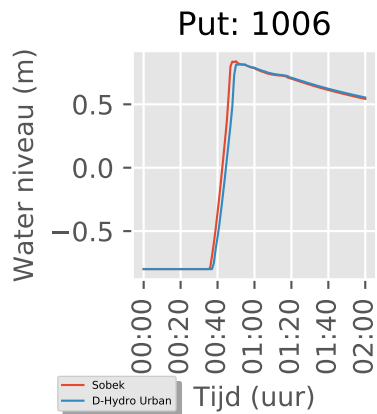
Put: 1000008

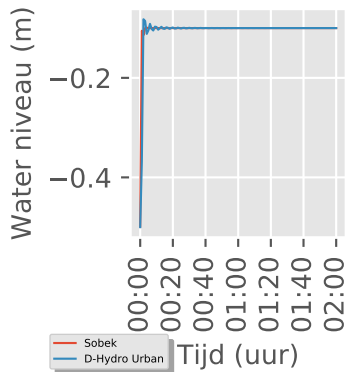
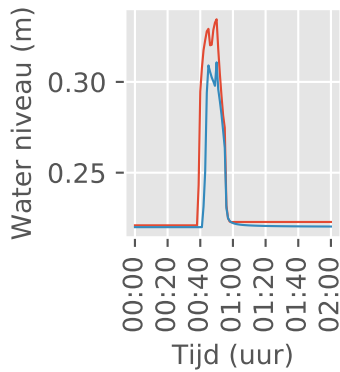
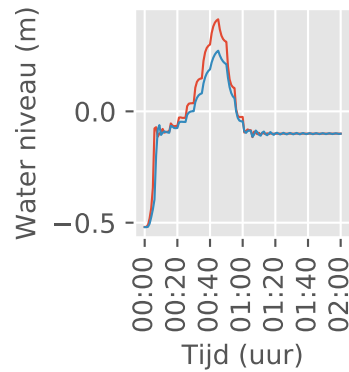
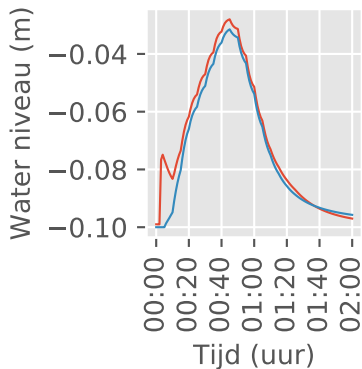
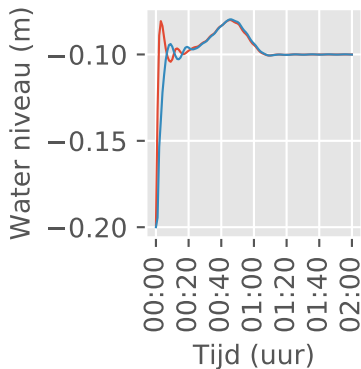
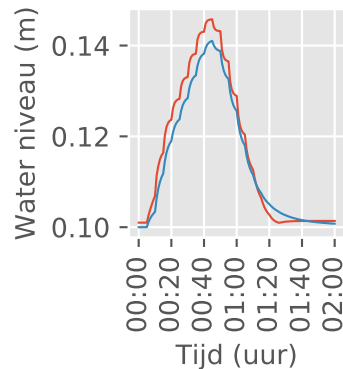


Put: 1000009

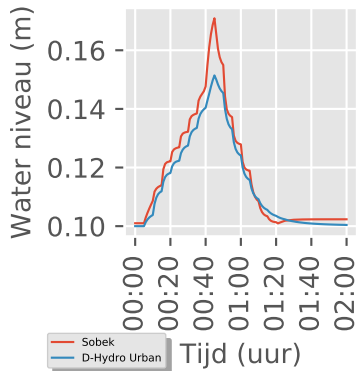




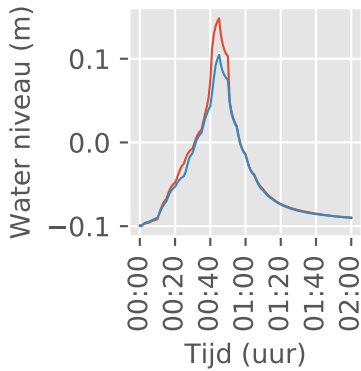


Put: 19**Put: 20****Put: 21****Put: 22****Put: 23****Put: 24**

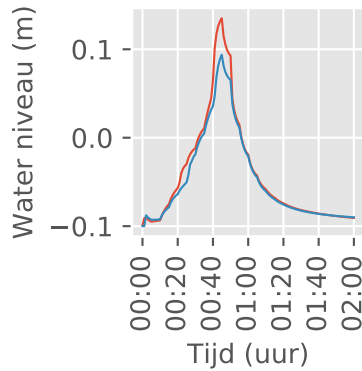
Put: 25



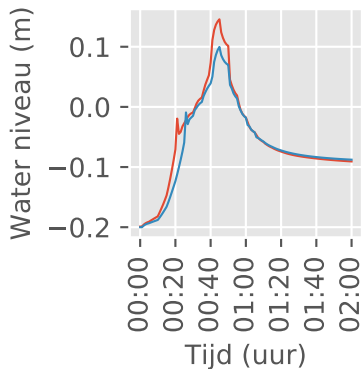
Put: 26



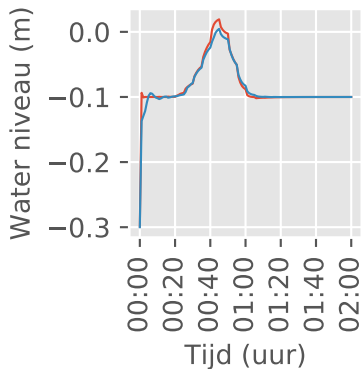
Put: 27



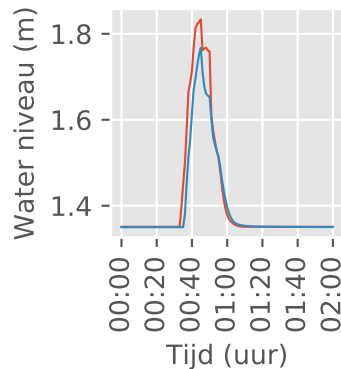
Put: 28



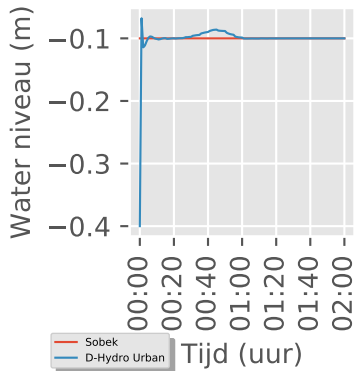
Put: 29



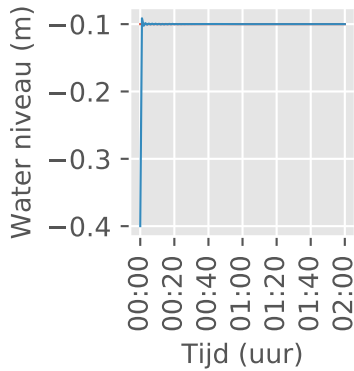
Put: 30



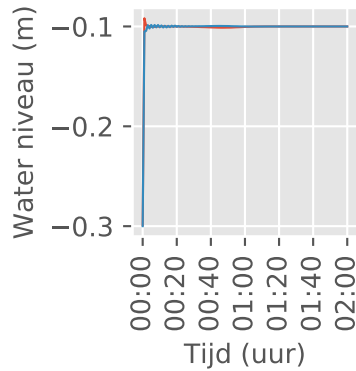
Put: 31



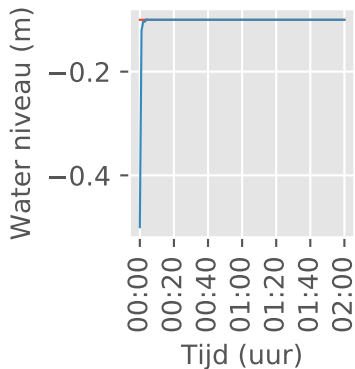
Put: 32



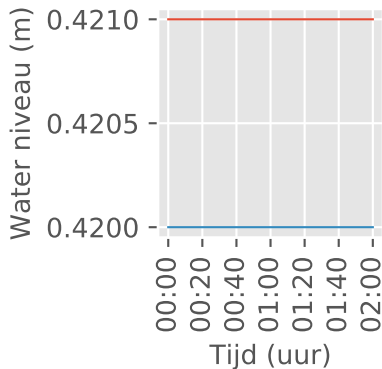
Put: 33



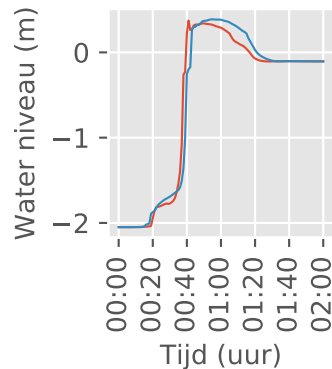
Put: 34

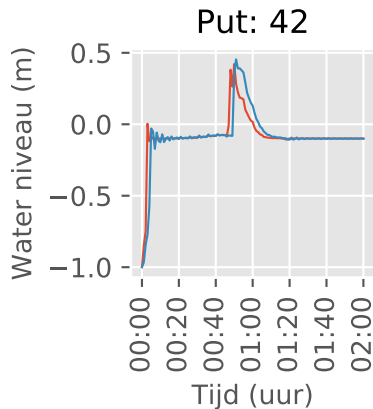
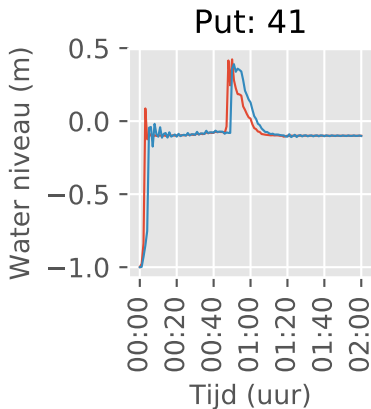
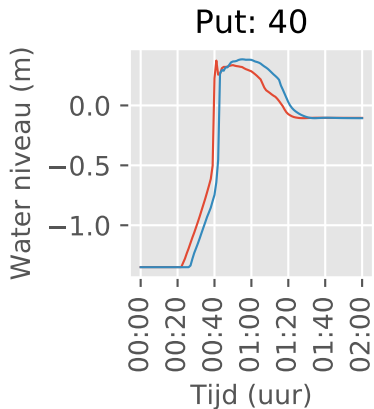
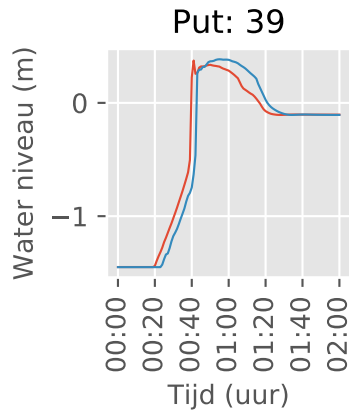
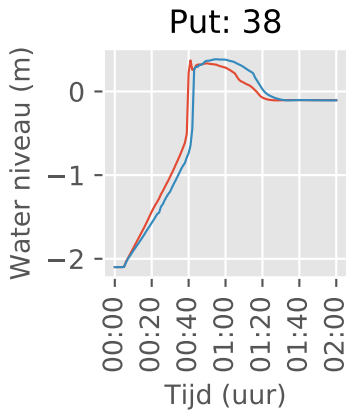
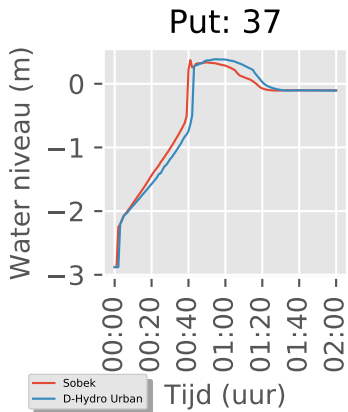


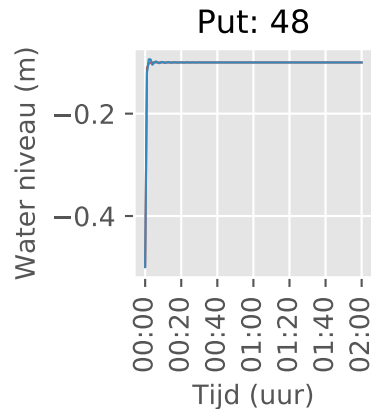
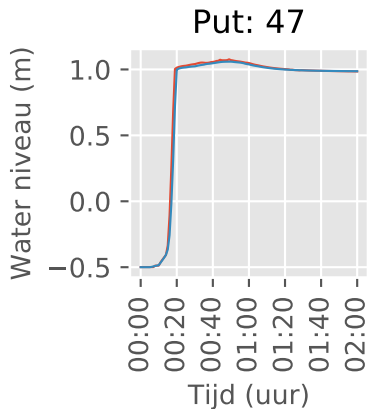
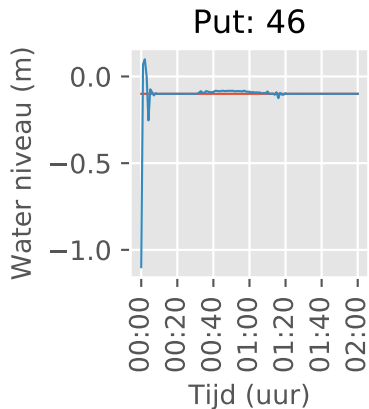
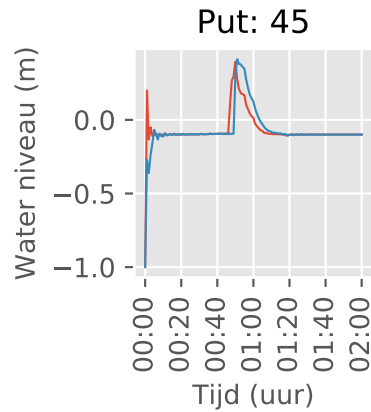
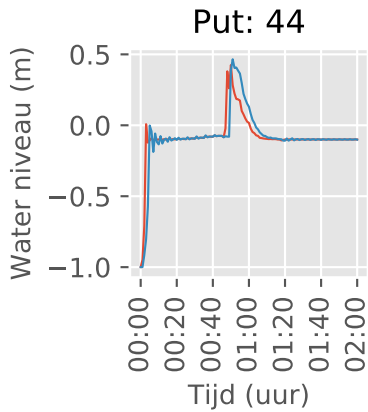
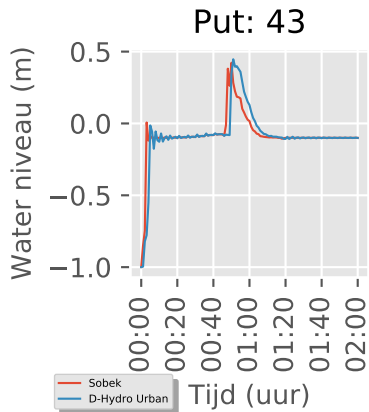
Put: 35



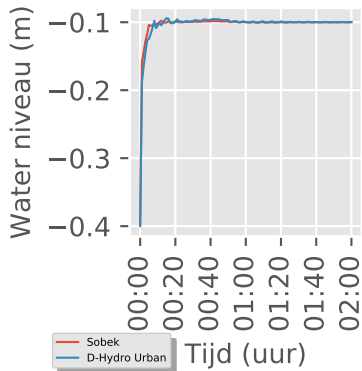
Put: 36



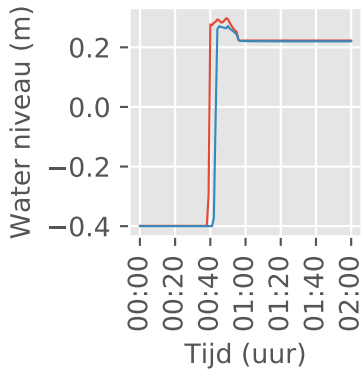




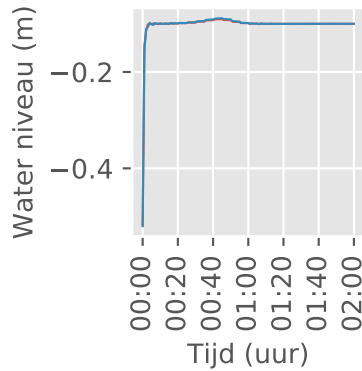
Put: 49



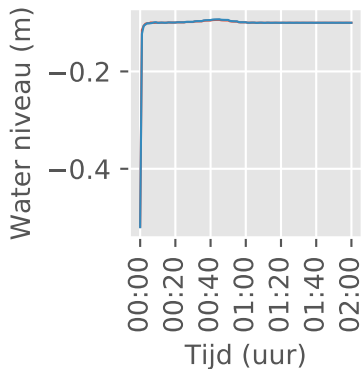
Put: 50



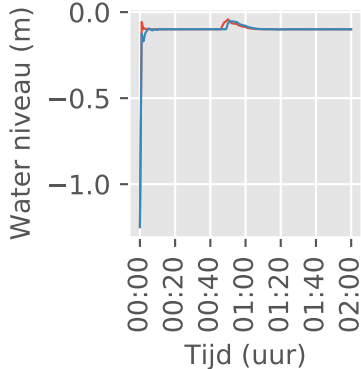
Put: 51



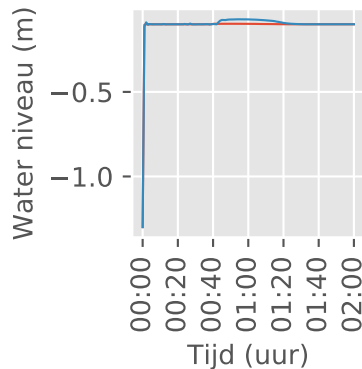
Put: 52

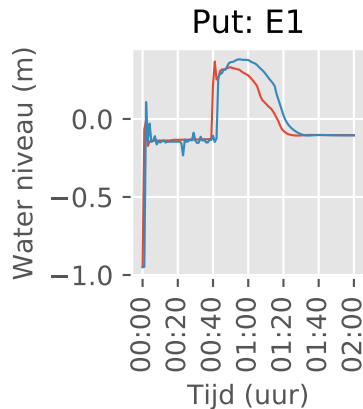
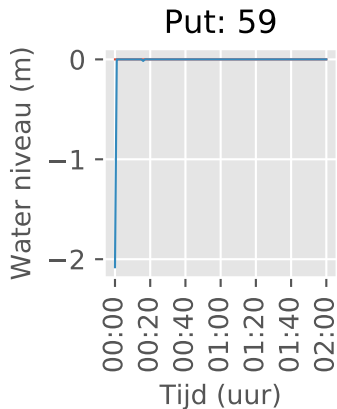
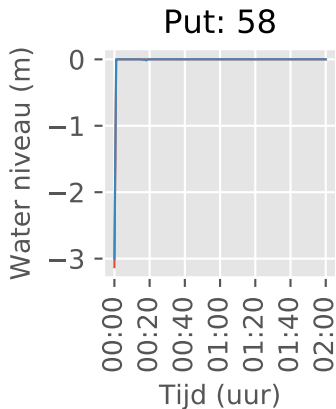
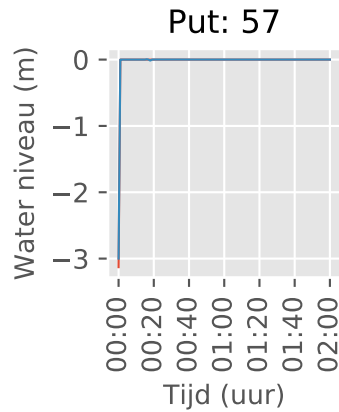
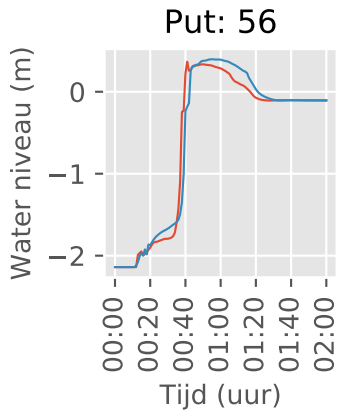
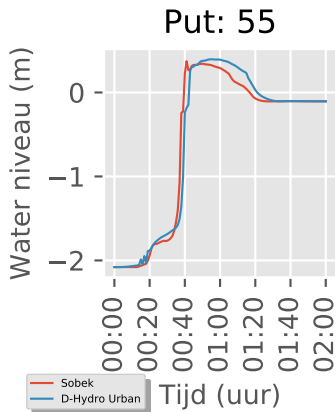


Put: 53

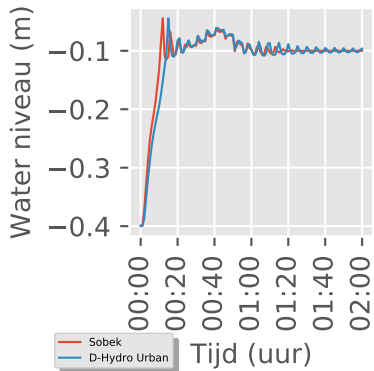


Put: 54

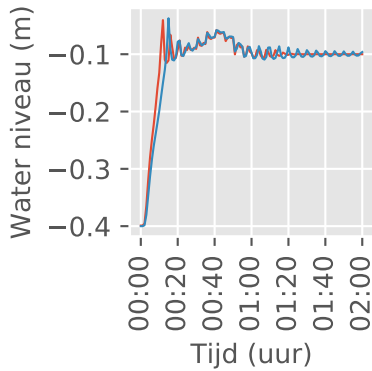




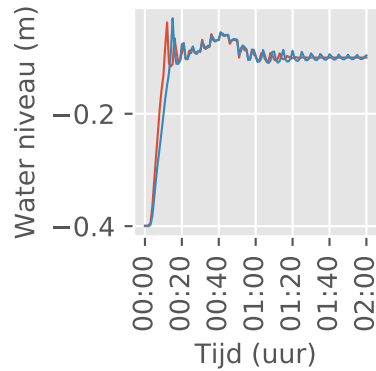
Put: E10



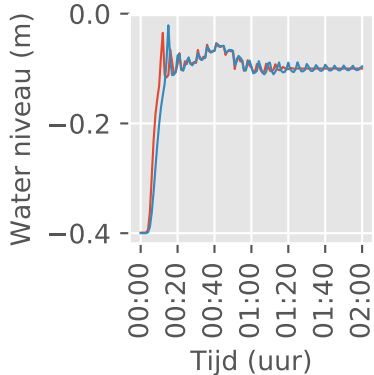
Put: E11



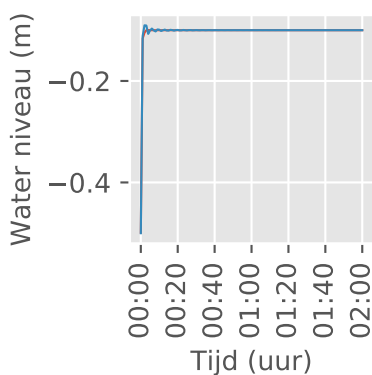
Put: E12



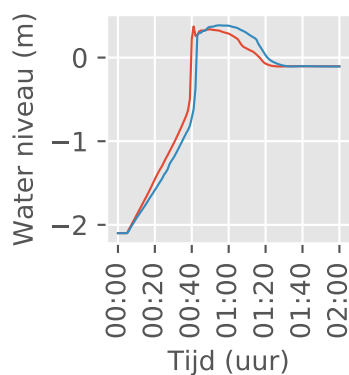
Put: E13

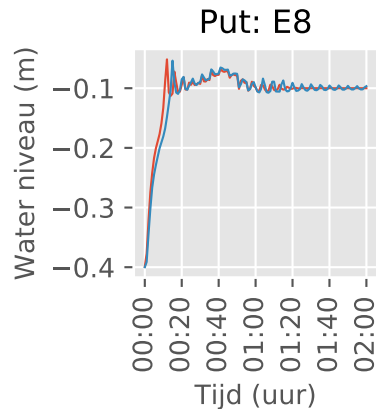
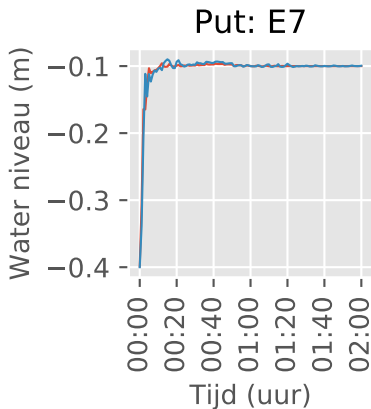
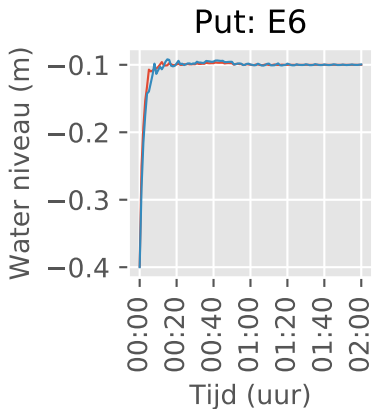
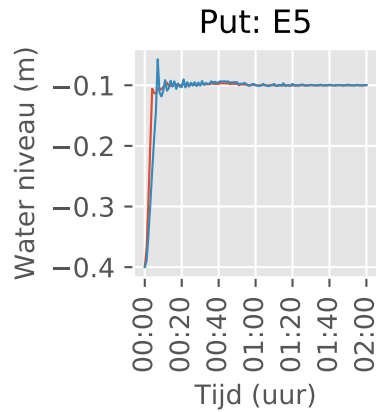
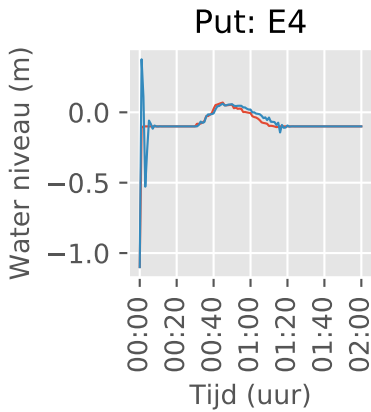
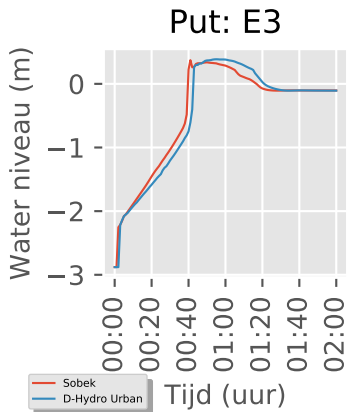


Put: E16

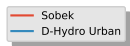
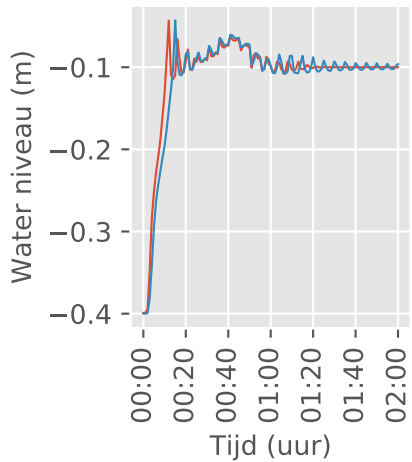


Put: E2



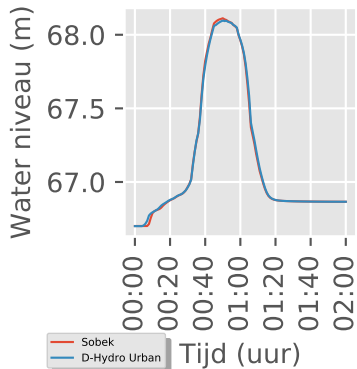


Put: E9

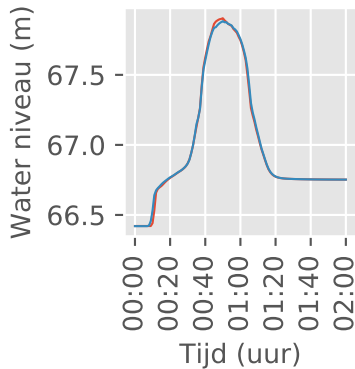


11 Bijlage 3: 1D resultaten Groesbeek Noord

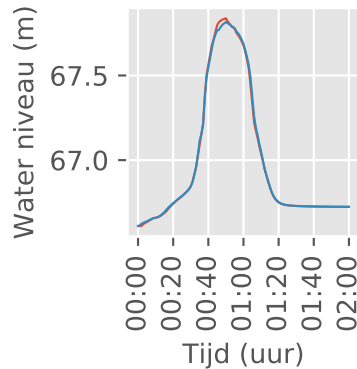
Put: 0020_013



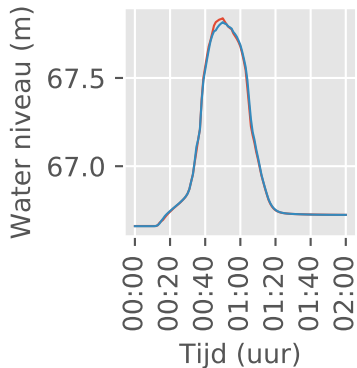
Put: 0020_015



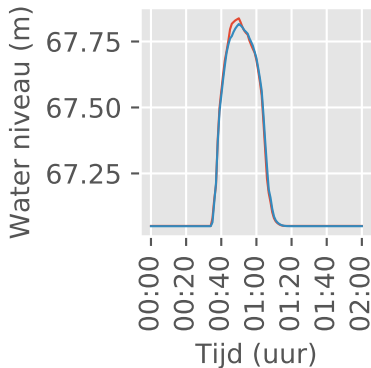
Put: 0020_017



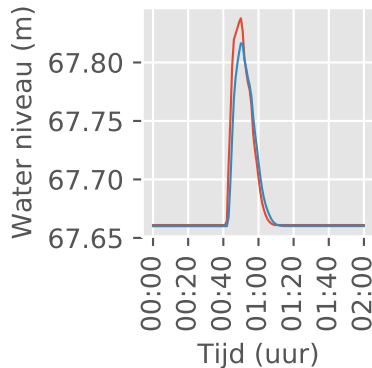
Put: 0020_019



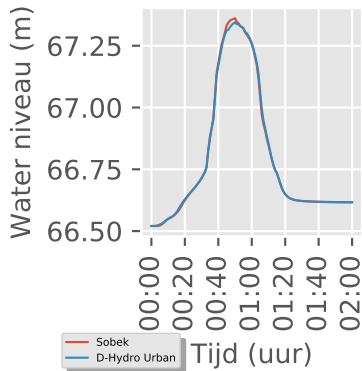
Put: 0020_021



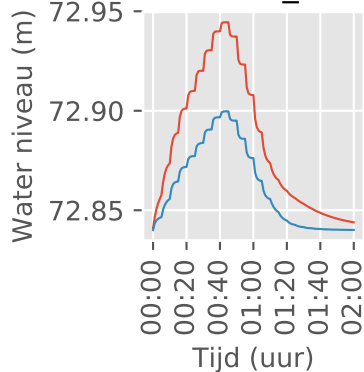
Put: 0020_023



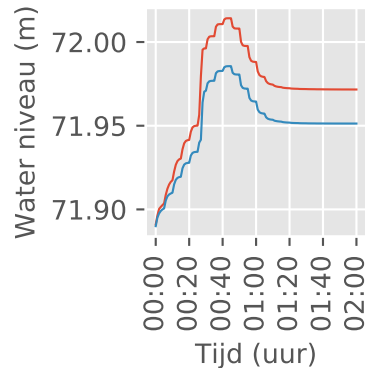
Put: 0020_025



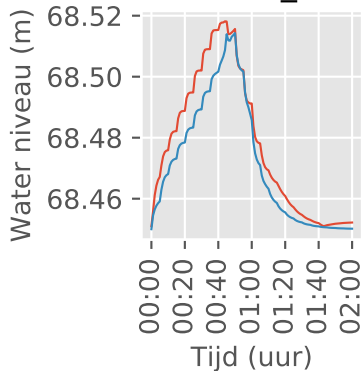
Put: 0230_007v



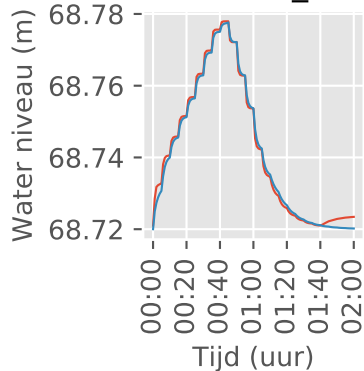
Put: 0230_009v



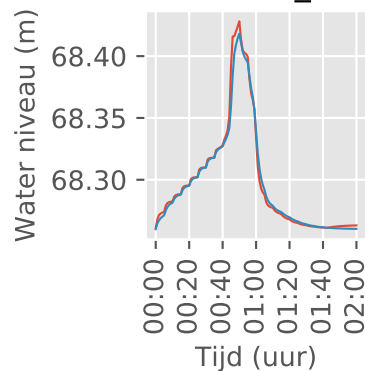
Put: 0270_015v

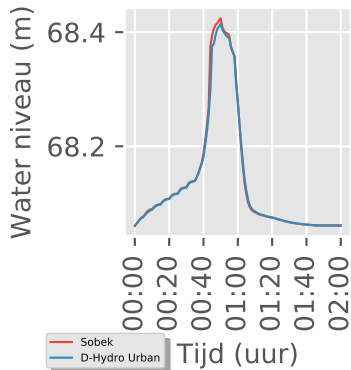
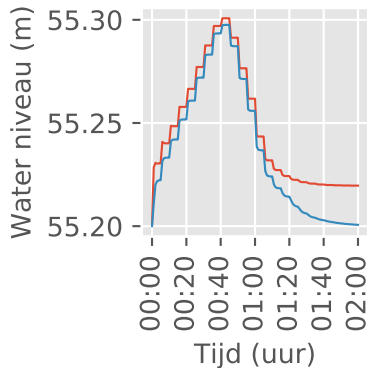
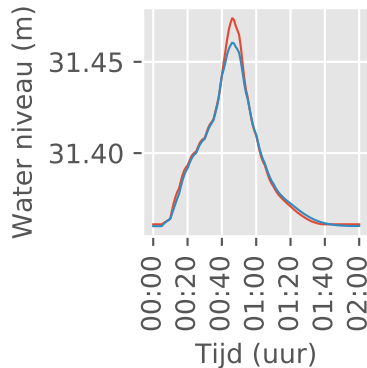
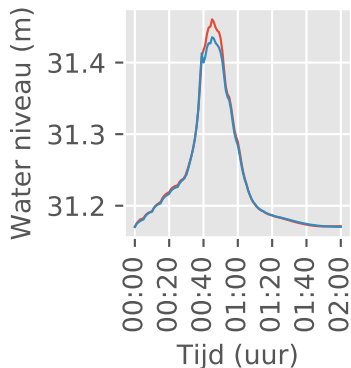
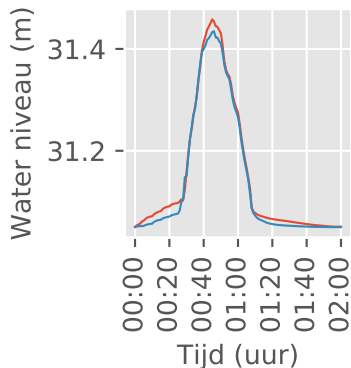
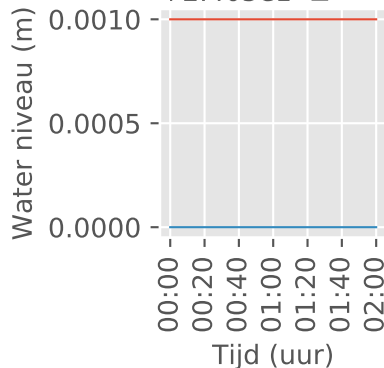


Put: 0270_017

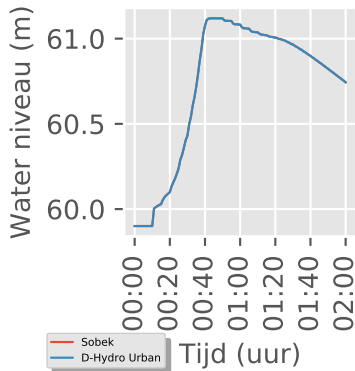


Put: 0270_019

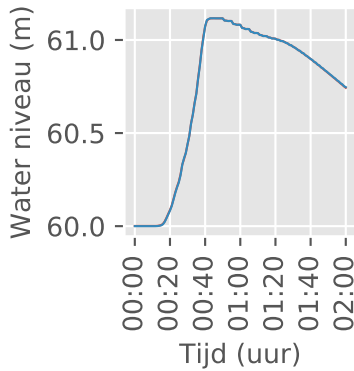


Put: 0270_021**Put: 1****Put: 10****Put: 11****Put: 12****Put: 1370_001**

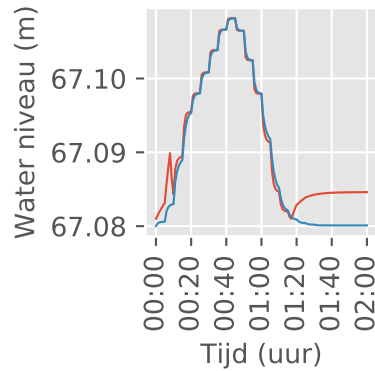
Put: 17



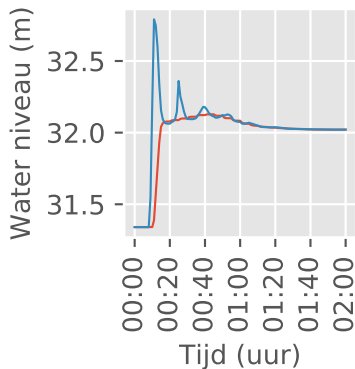
Put: 18



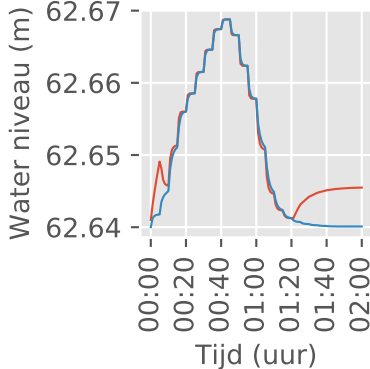
Put: 19



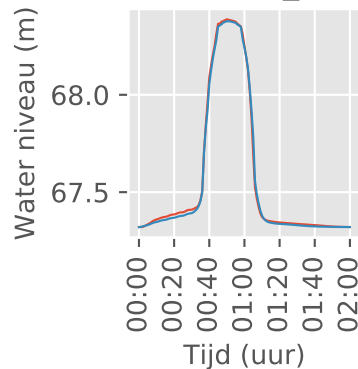
Put: 2

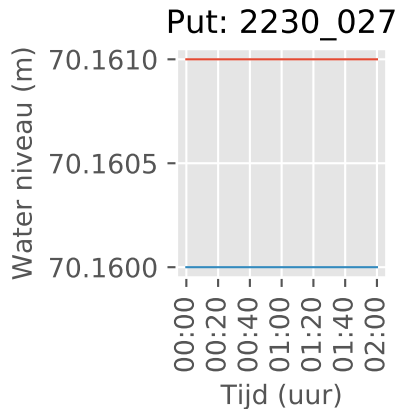
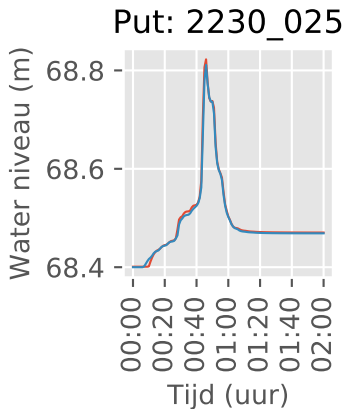
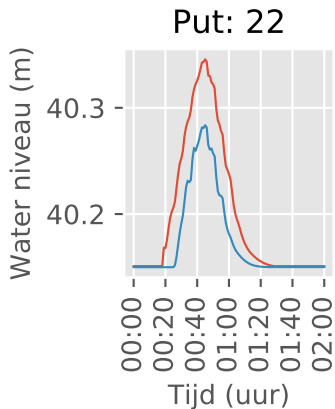
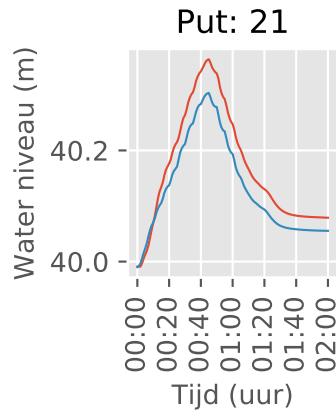
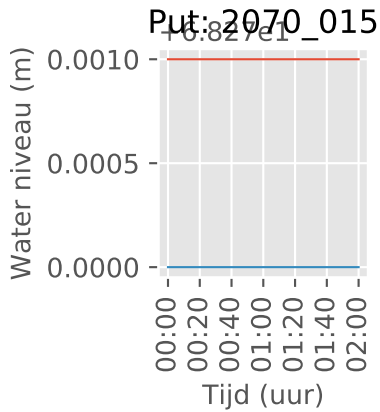
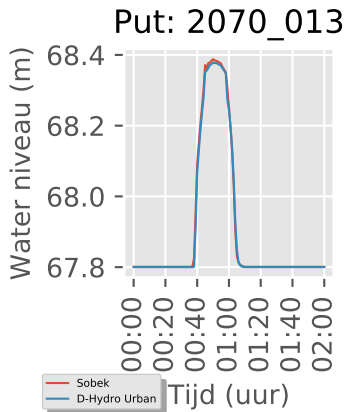


Put: 20

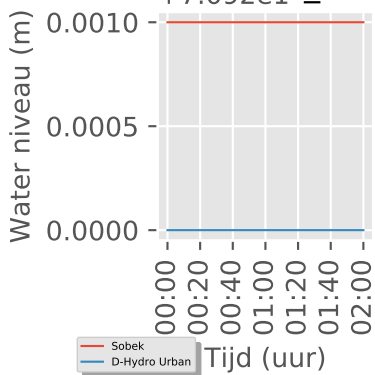


Put: 2070_011

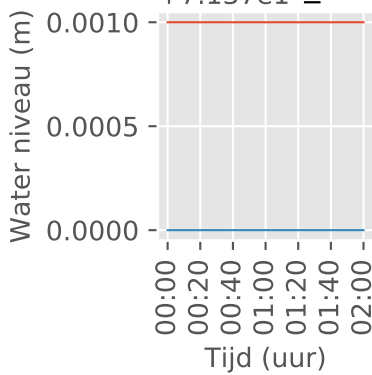




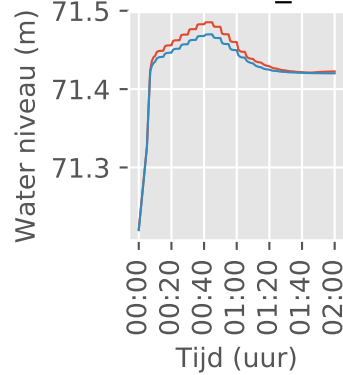
Put: 2230_029



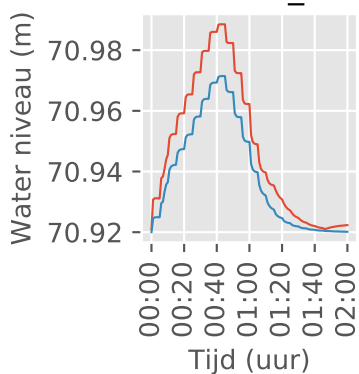
Put: 2230_031



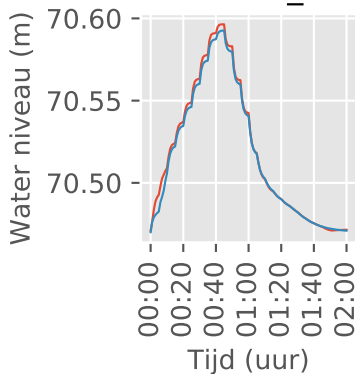
Put: 2230_033



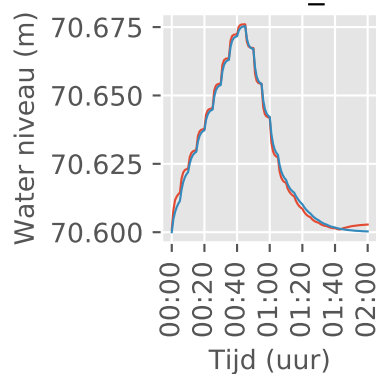
Put: 2230_035



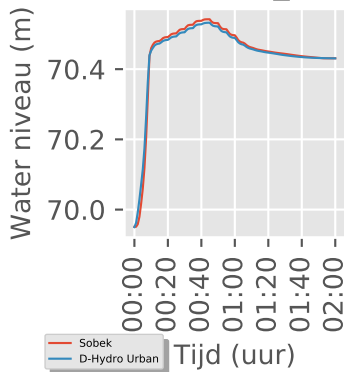
Put: 2230_037



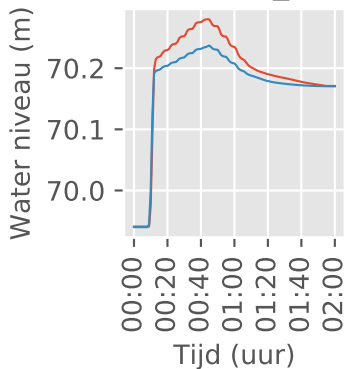
Put: 2230_039



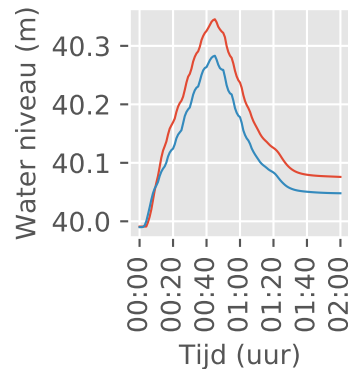
Put: 2230_041



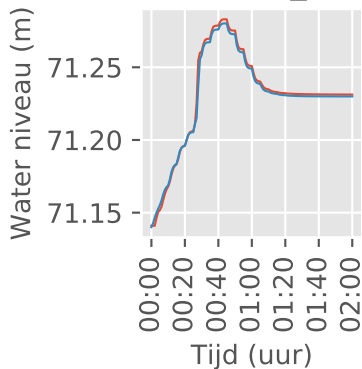
Put: 2230_043



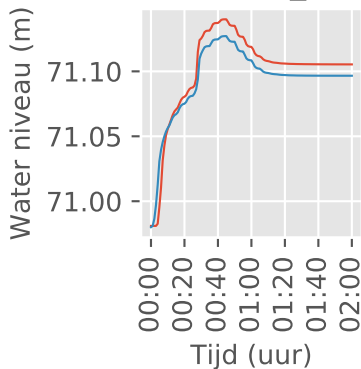
Put: 23



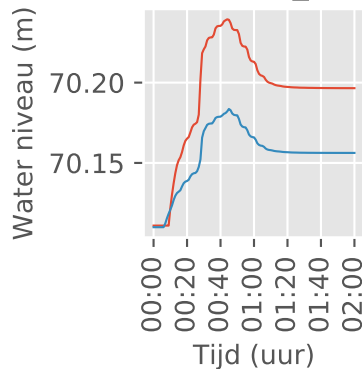
Put: 2300_017



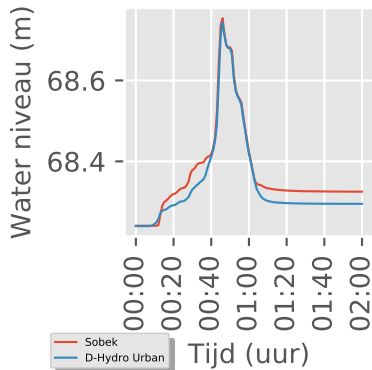
Put: 2300_019



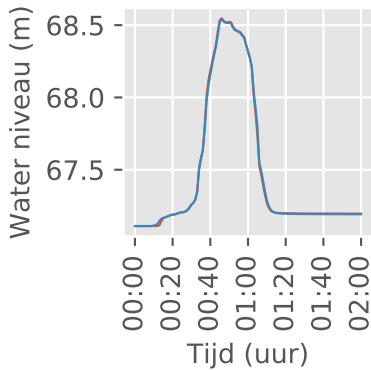
Put: 2300_021



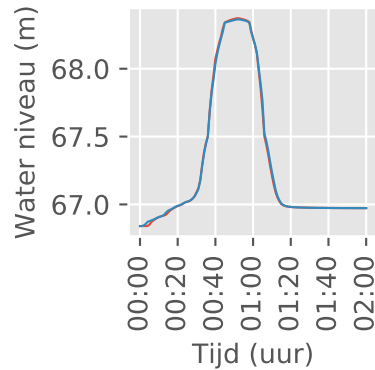
Put: 2300_023



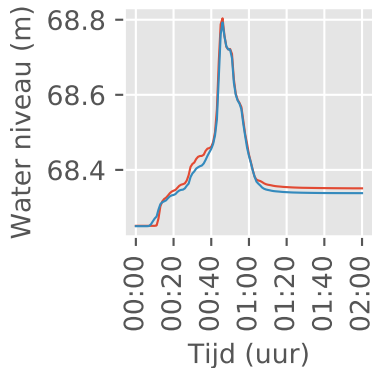
Put: 2300_025



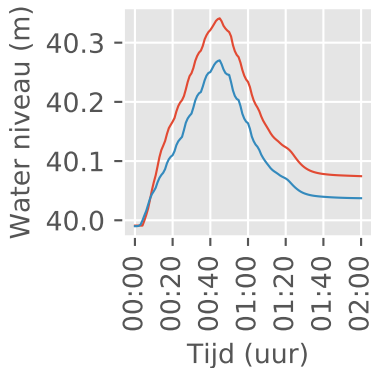
Put: 2300_027



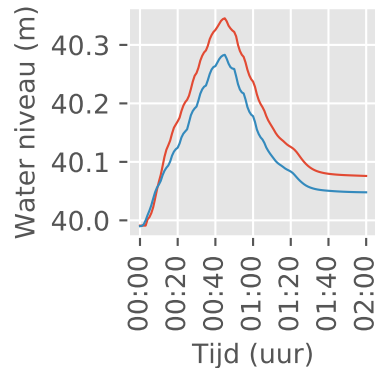
Put: 2300_045

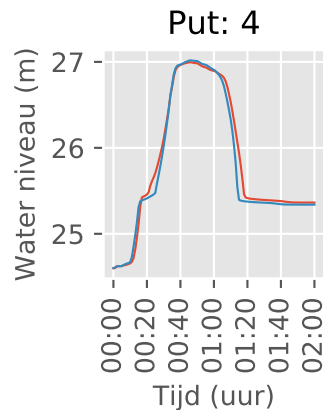
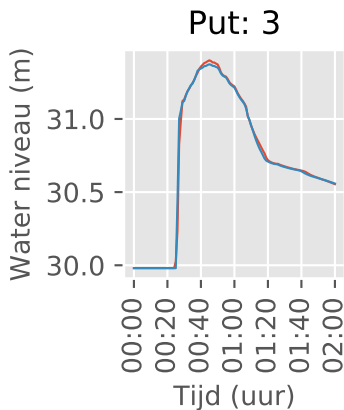
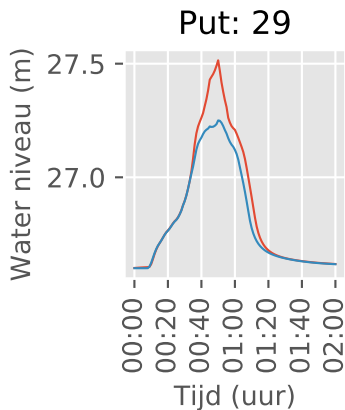
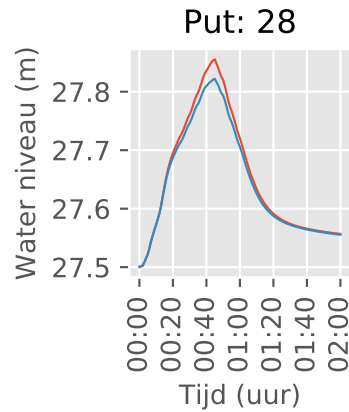
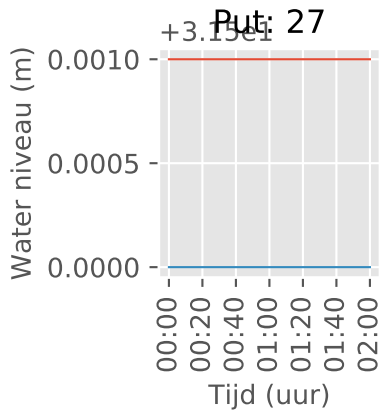
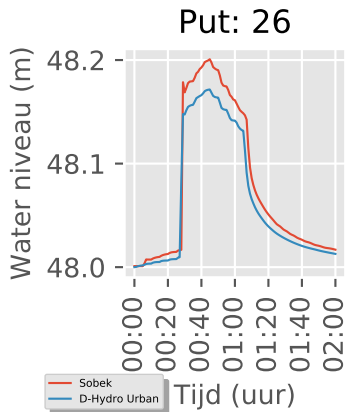


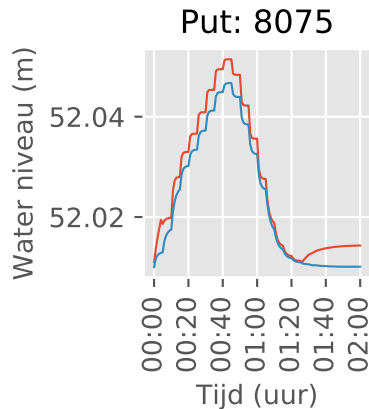
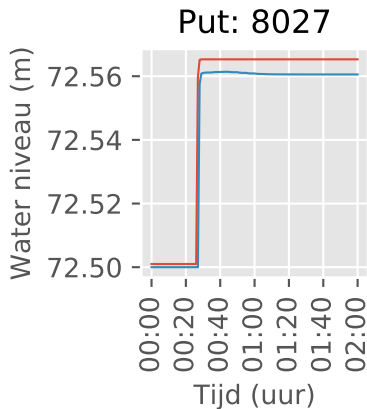
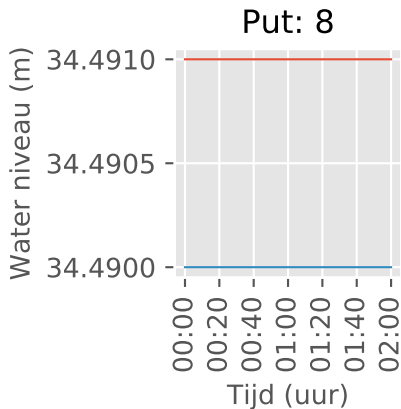
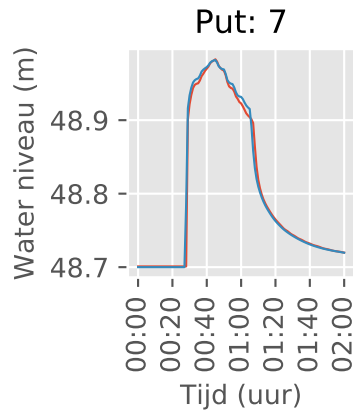
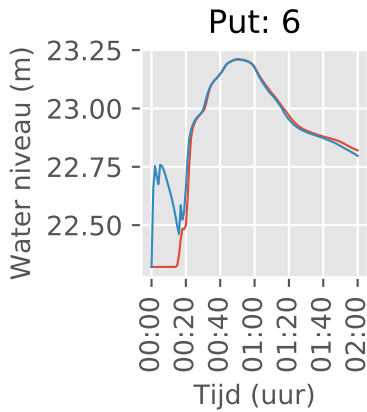
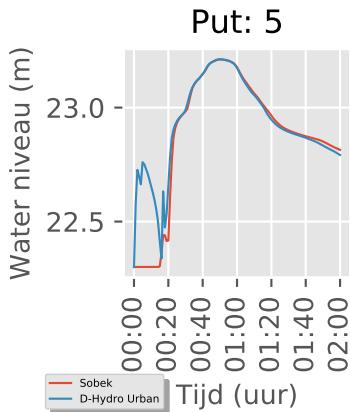
Put: 24

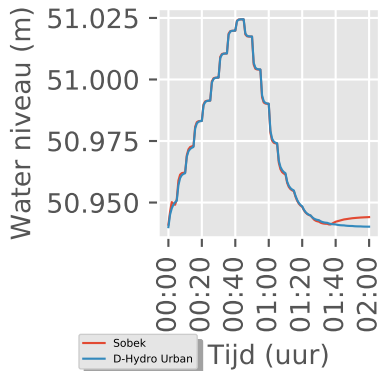
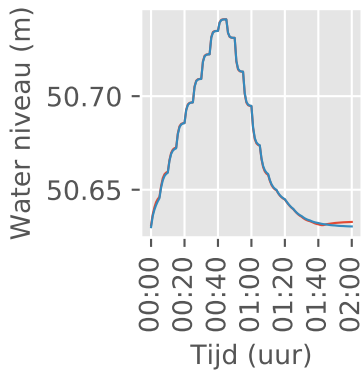
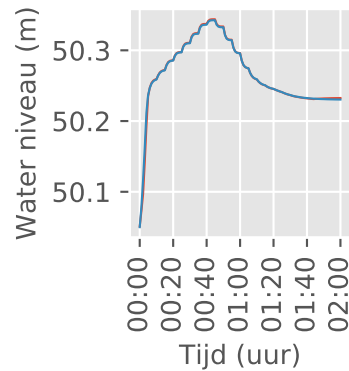
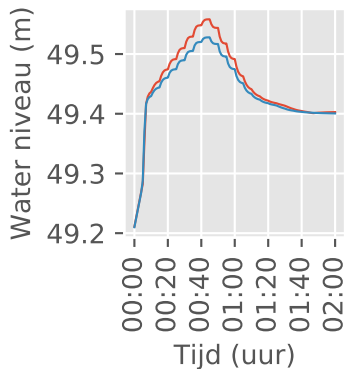
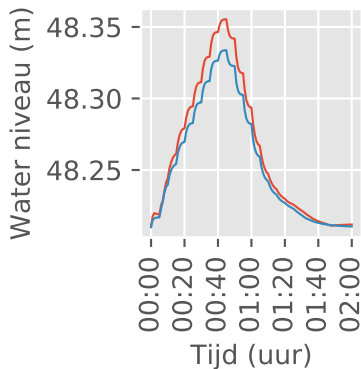
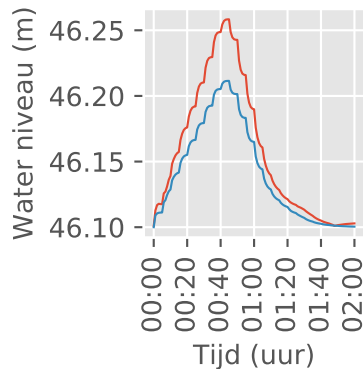


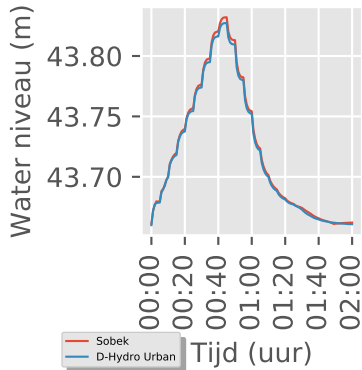
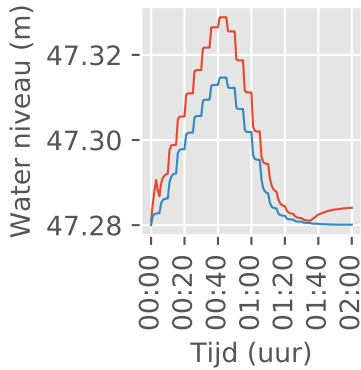
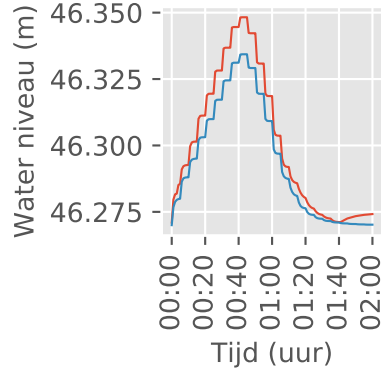
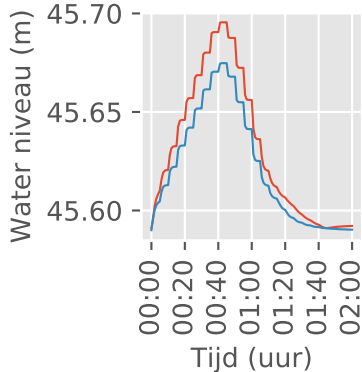
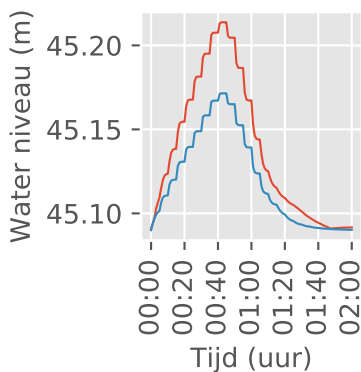
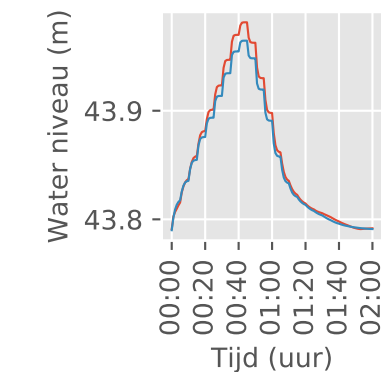
Put: 25

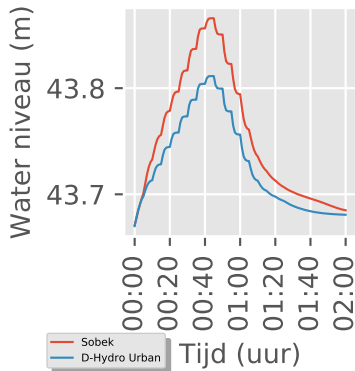
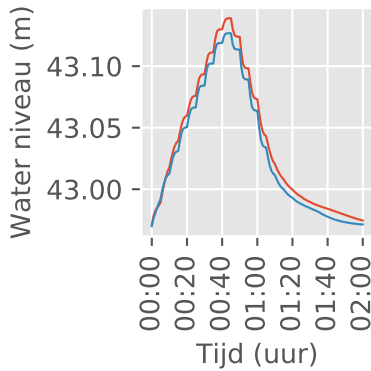
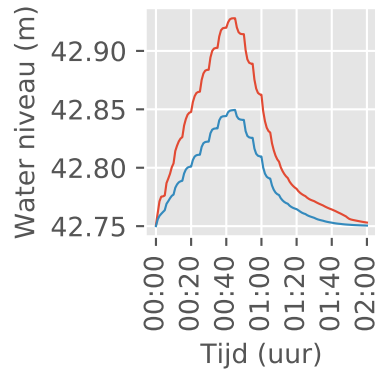
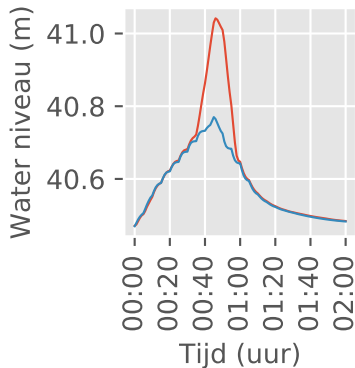
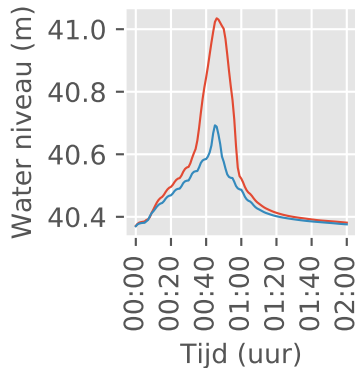
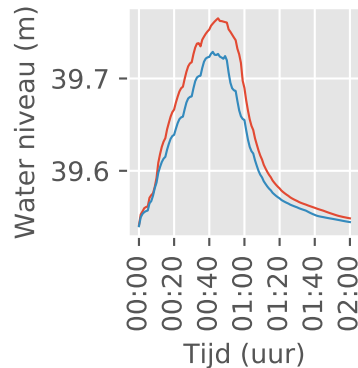




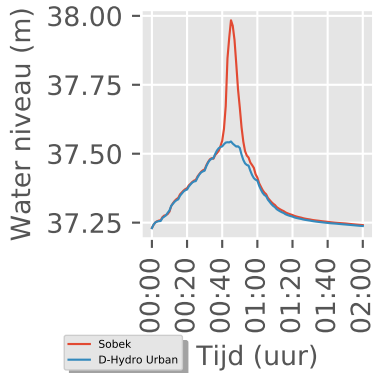


Put: 8076**Put: 8077****Put: 8078****Put: 8079****Put: 8080****Put: 8081**

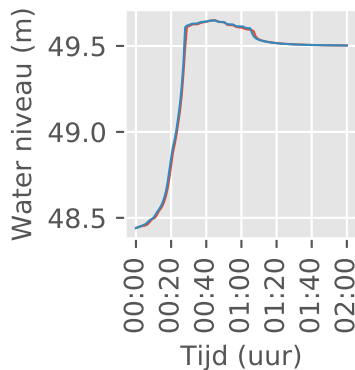
Put: 8082**Put: 8083****Put: 8084****Put: 8085****Put: 8086****Put: 8087**

Put: 8088**Put: 8089****Put: 8090****Put: 8091****Put: 8092****Put: 8093**

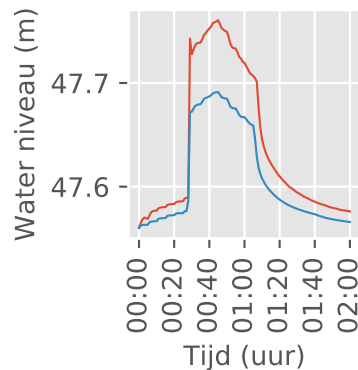
Put: 8094



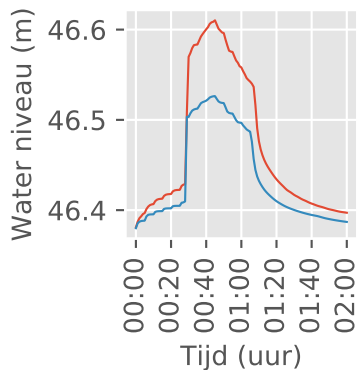
Put: 8096



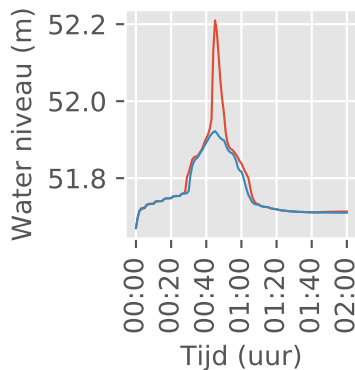
Put: 8097



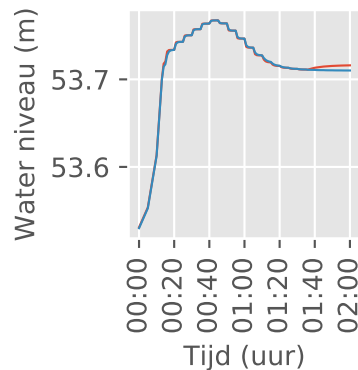
Put: 8098



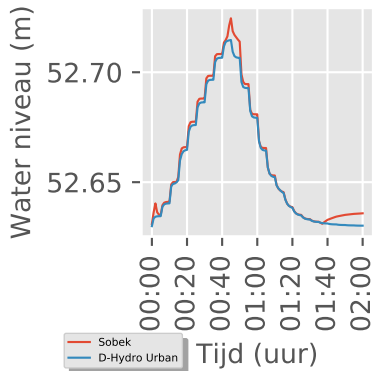
Put: 8101



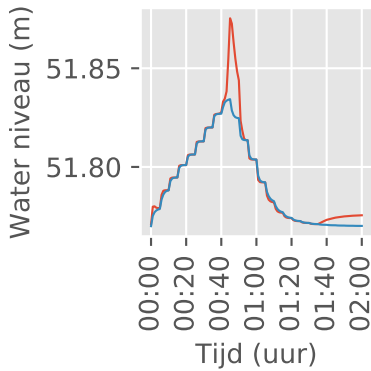
Put: 8102



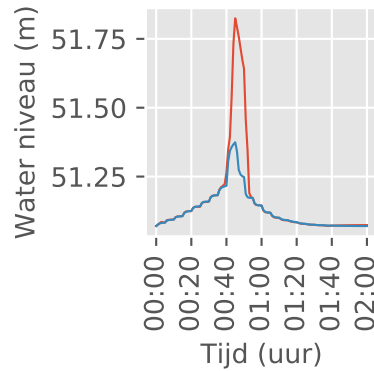
Put: 8103



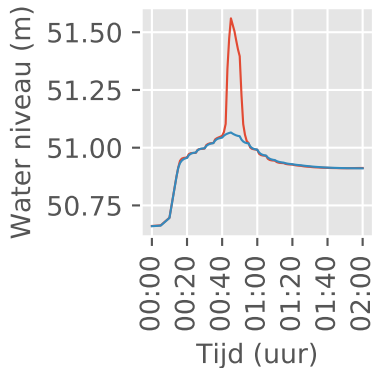
Put: 8104



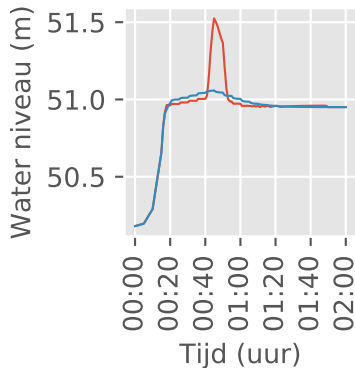
Put: 8105



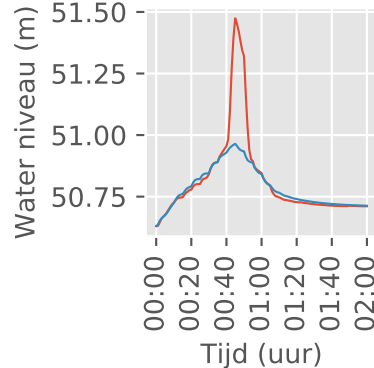
Put: 8106



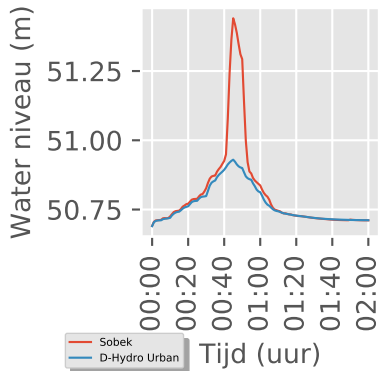
Put: 8107



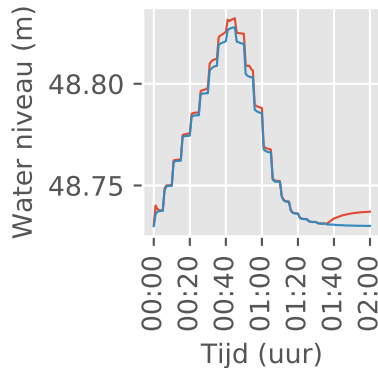
Put: 8108



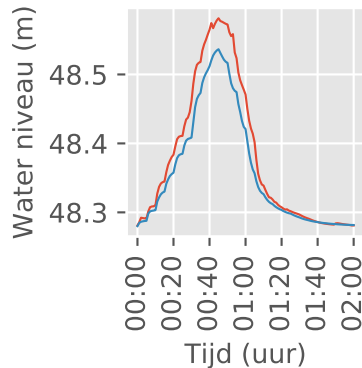
Put: 8109



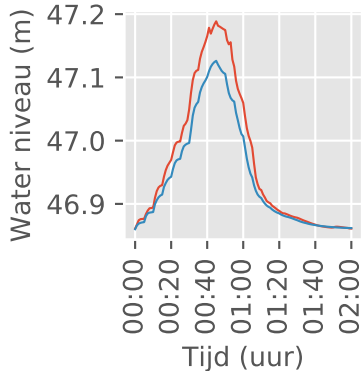
Put: 8110



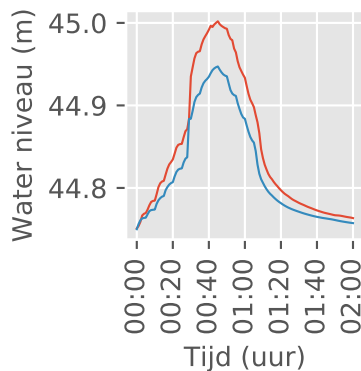
Put: 8111



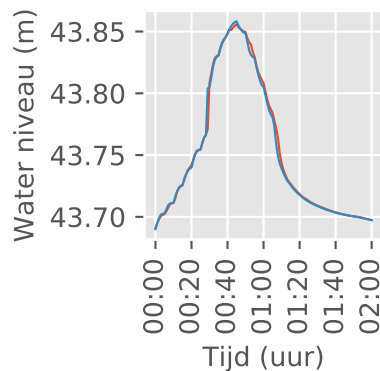
Put: 8112



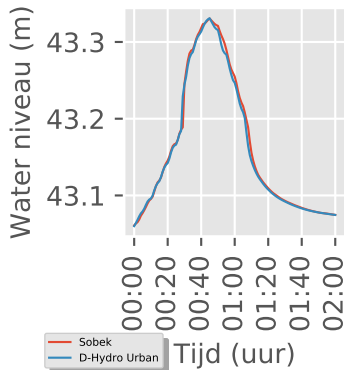
Put: 8113



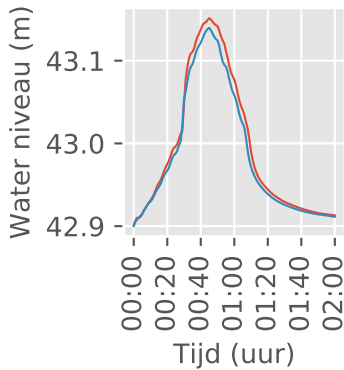
Put: 8113a



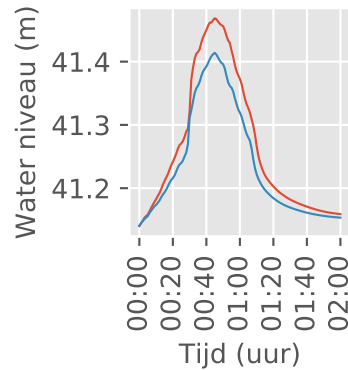
Put: 8114



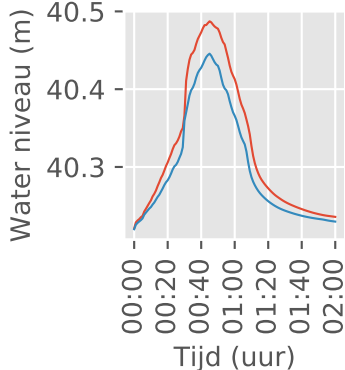
Put: 8115



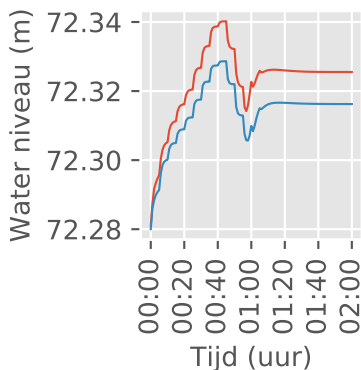
Put: 8116



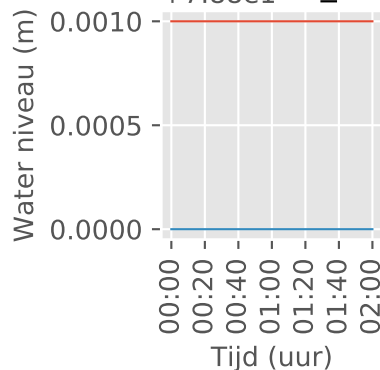
Put: 8117

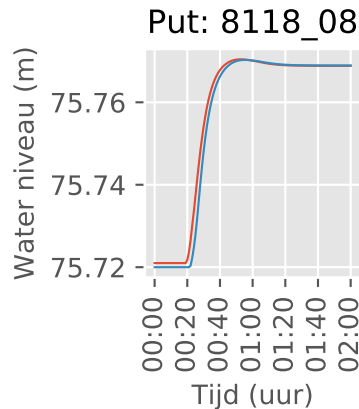
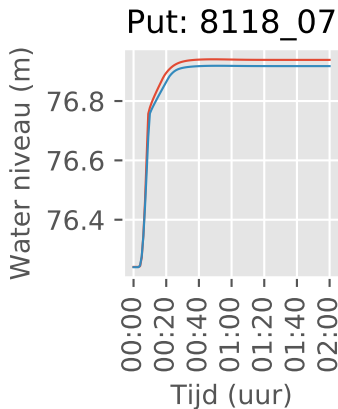
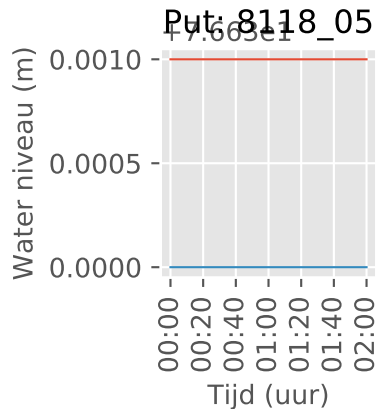
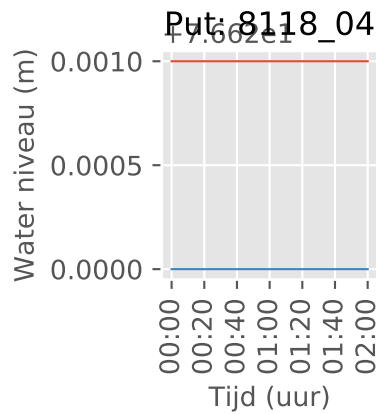
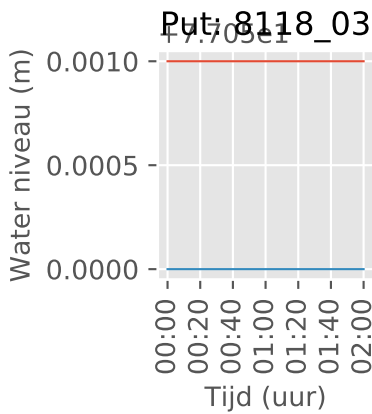
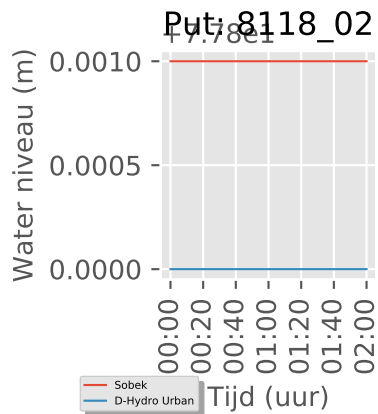


Put: 8118

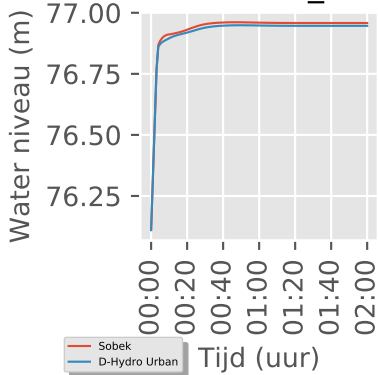


Put: 8118_01

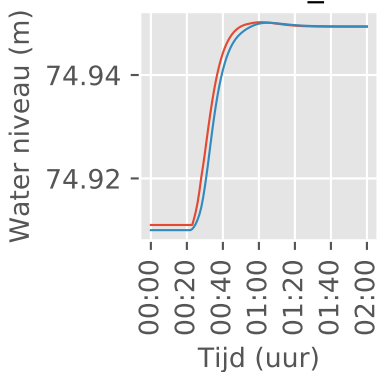




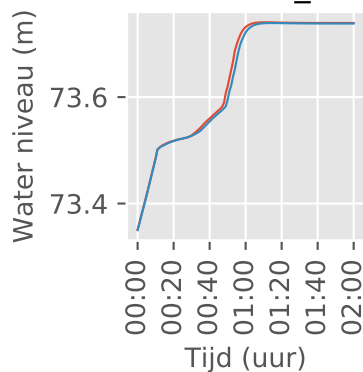
Put: 8118_09



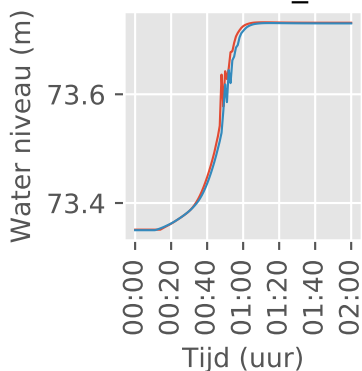
Put: 8118_10



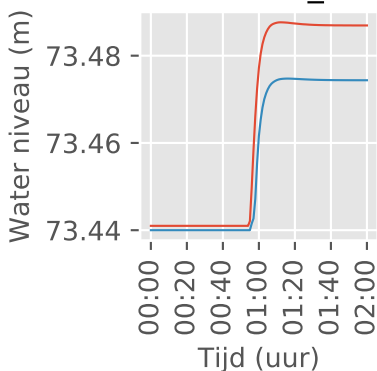
Put: 8118_11



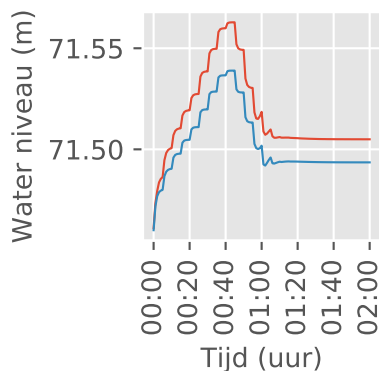
Put: 8118_12



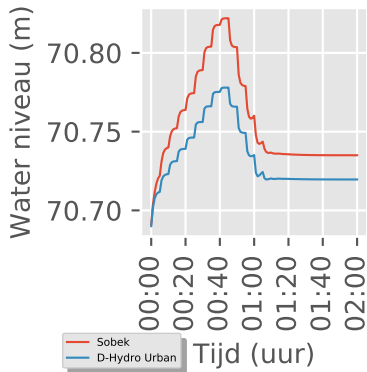
Put: 8118_13



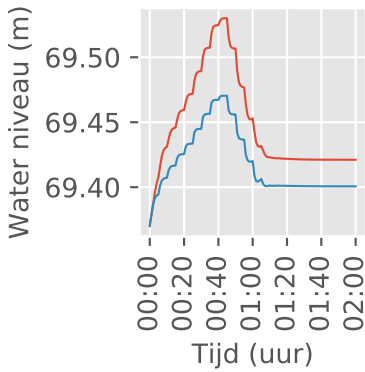
Put: 8119



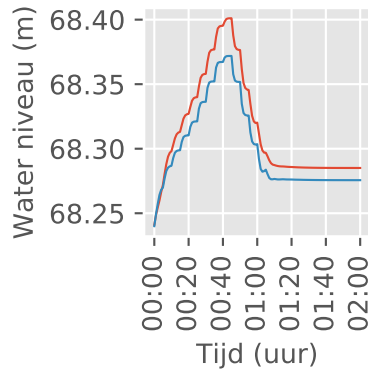
Put: 8120



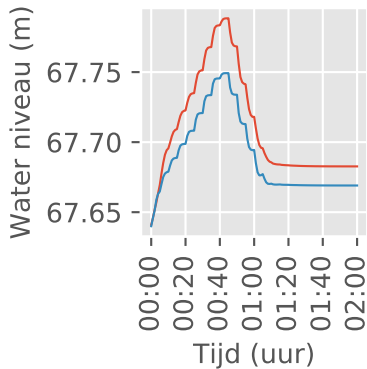
Put: 8121



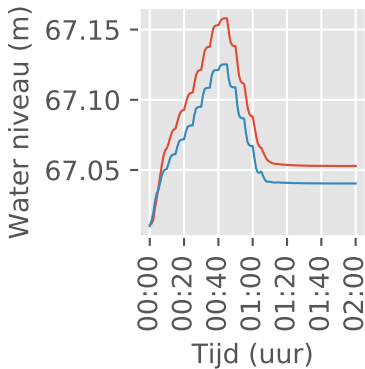
Put: 8122



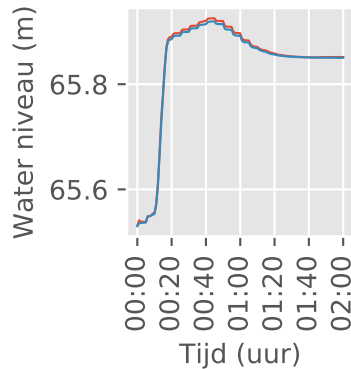
Put: 8123



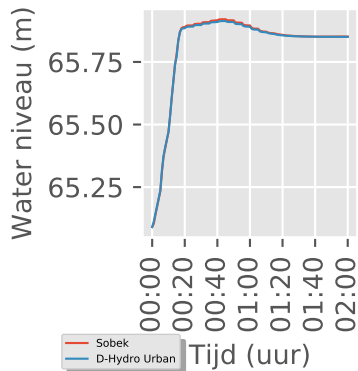
Put: 8126



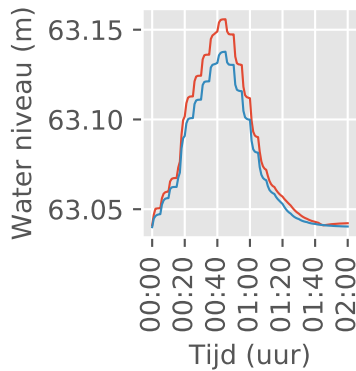
Put: 8127



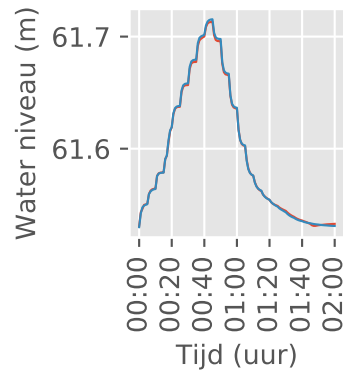
Put: 8128



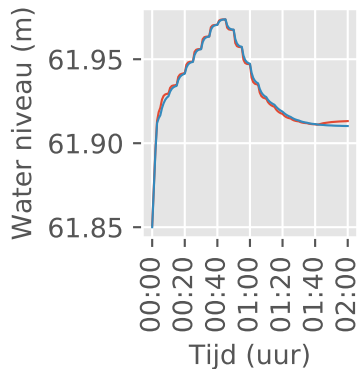
Put: 8129



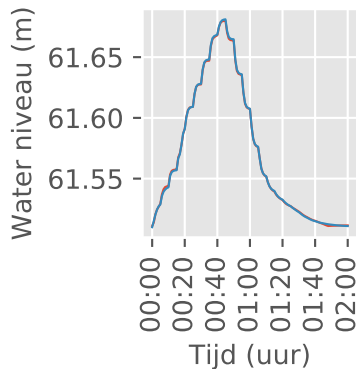
Put: 8130



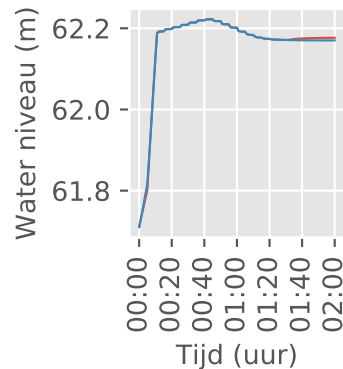
Put: 8131

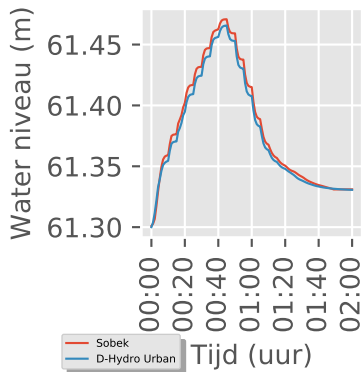
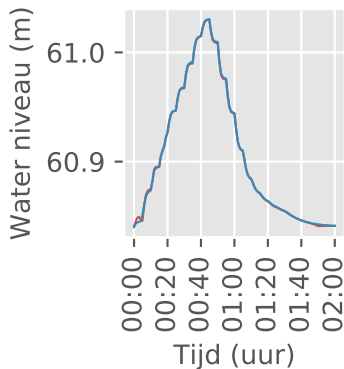
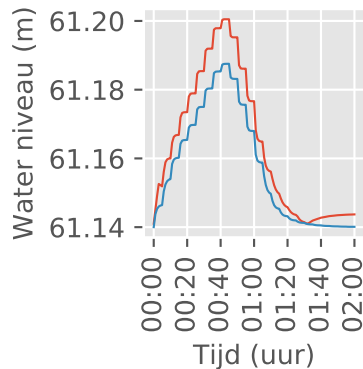
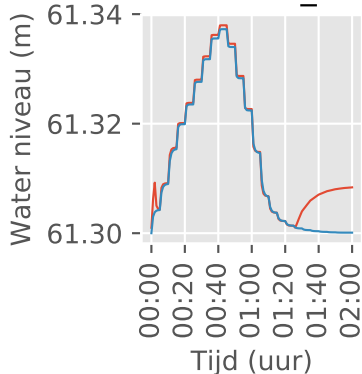
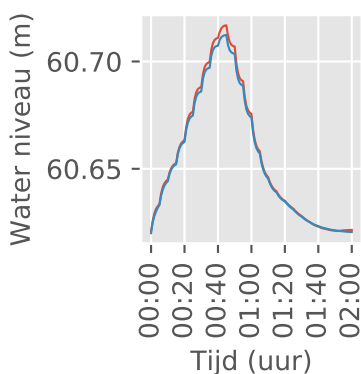
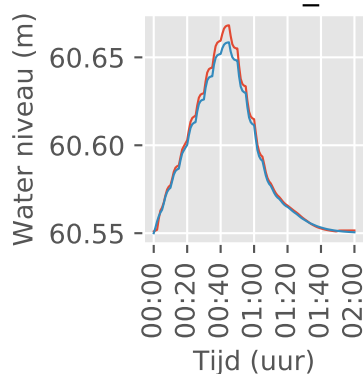


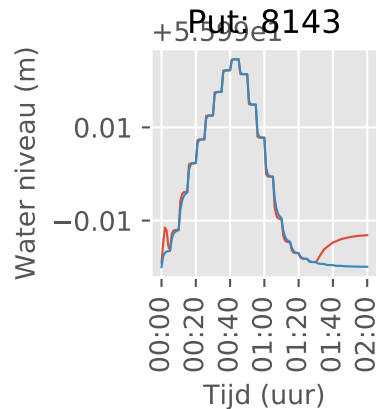
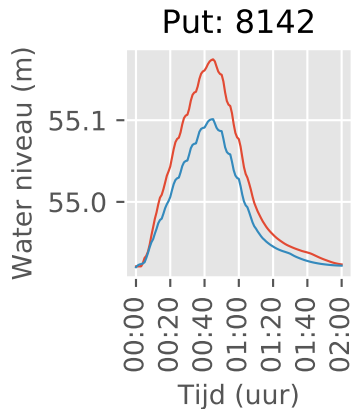
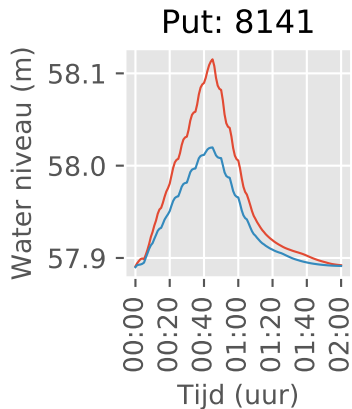
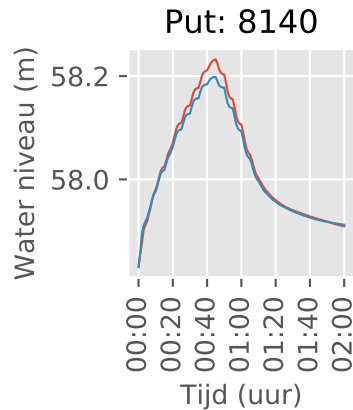
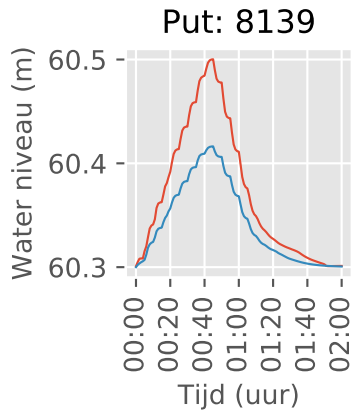
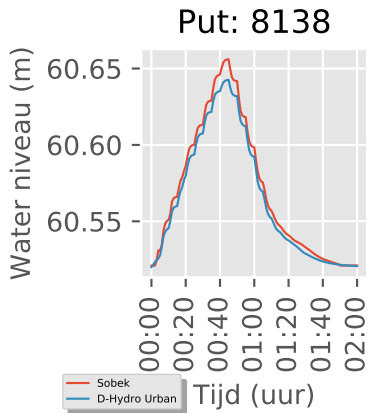
Put: 8132



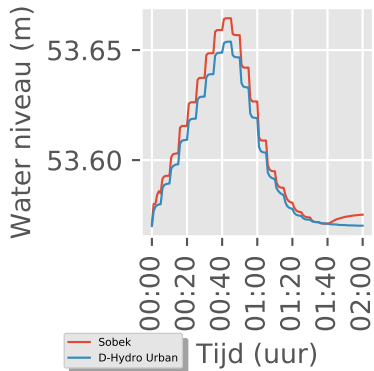
Put: 8133



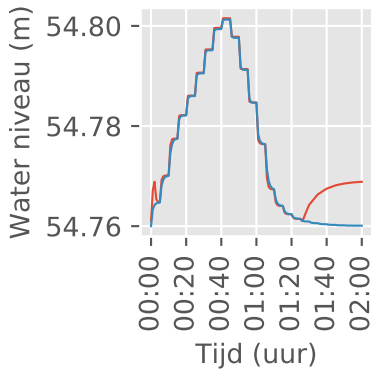
Put: 8134**Put: 8135****Put: 8136****Put: 8136_01****Put: 8137****Put: 8137_01**



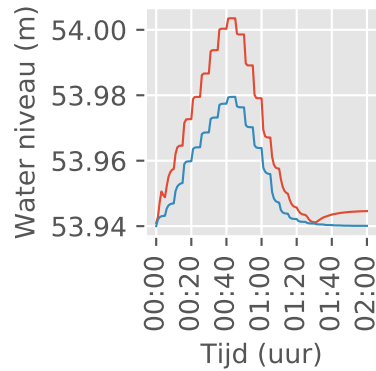
Put: 8144



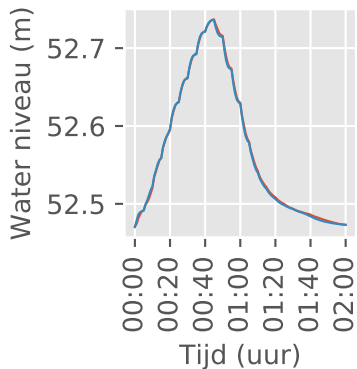
Put: 8145



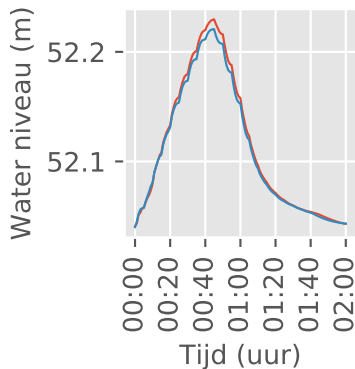
Put: 8146



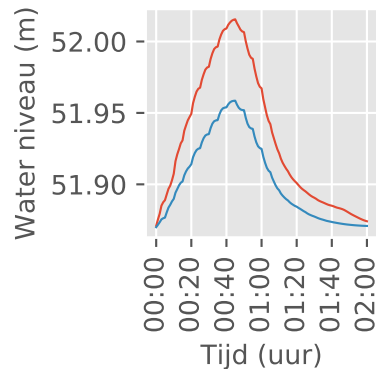
Put: 8147

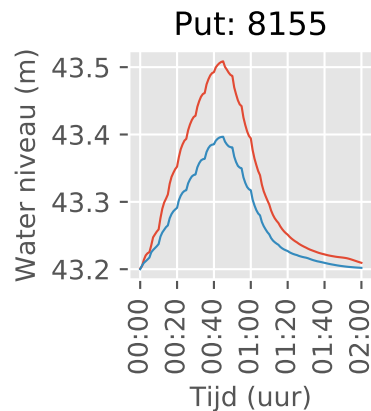
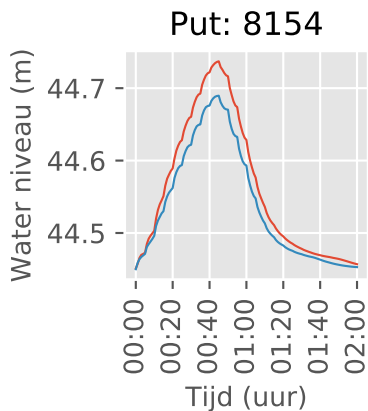
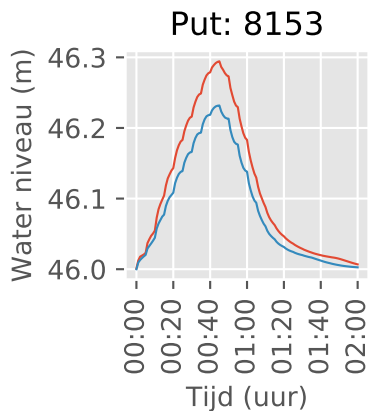
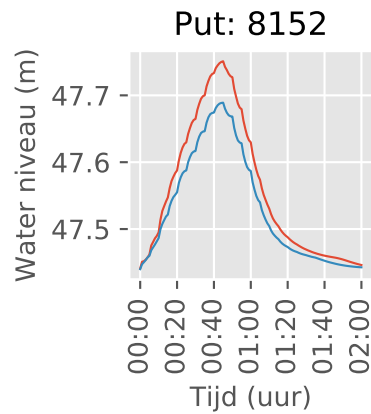
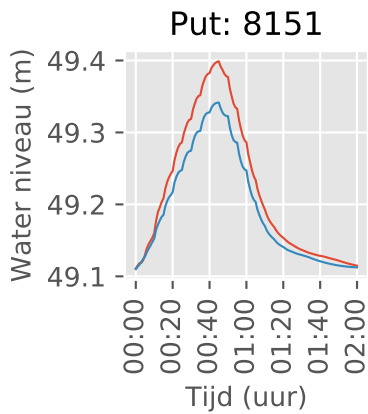
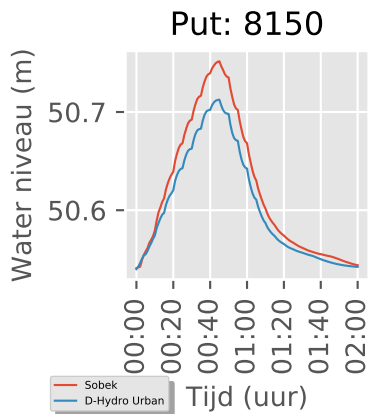


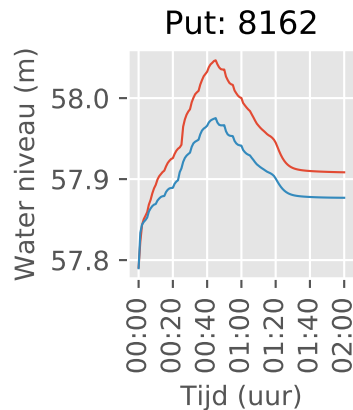
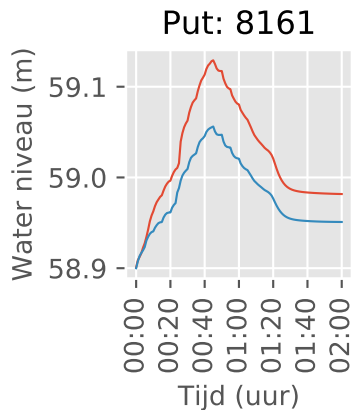
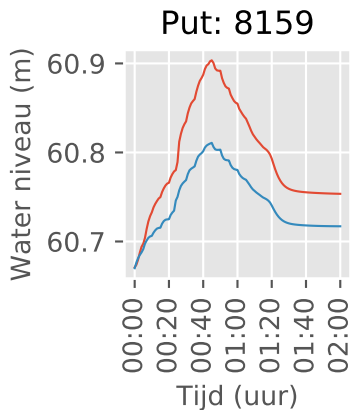
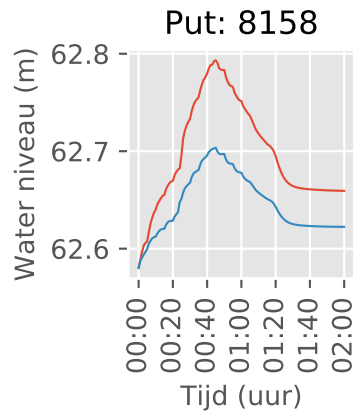
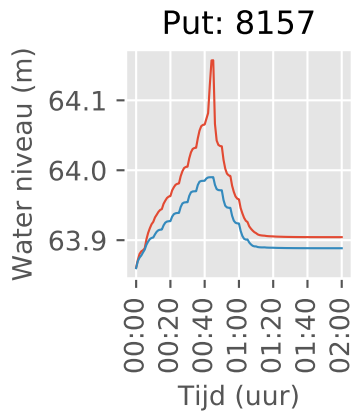
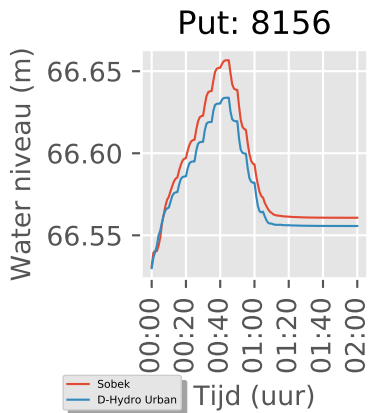
Put: 8148

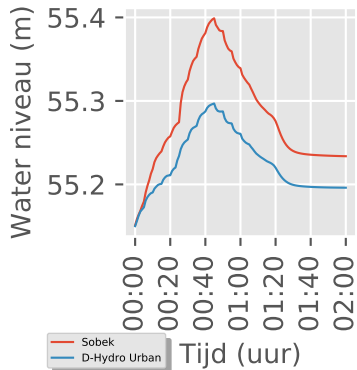
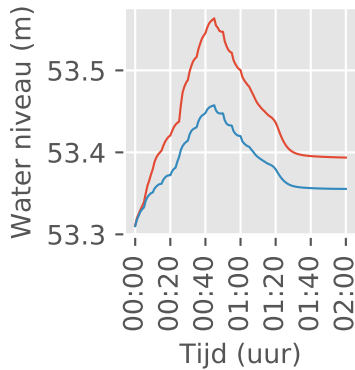
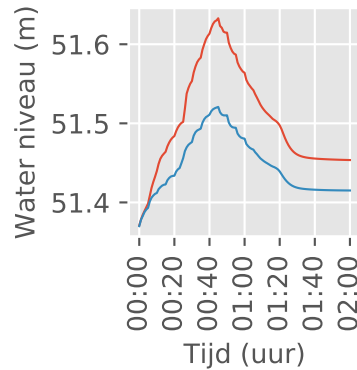
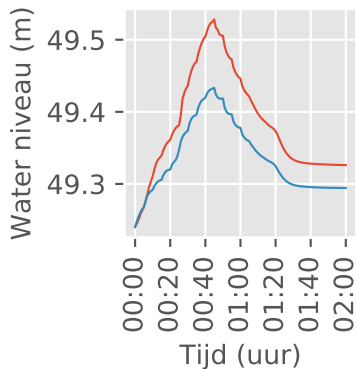
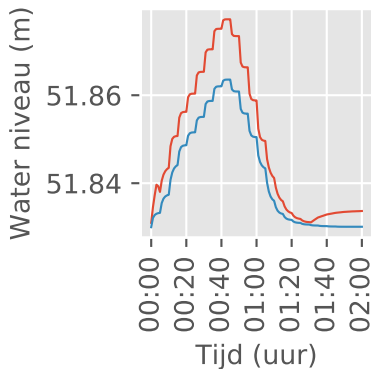
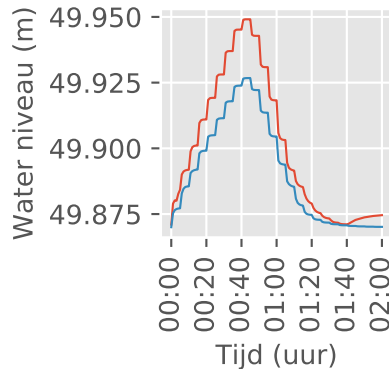


Put: 8149

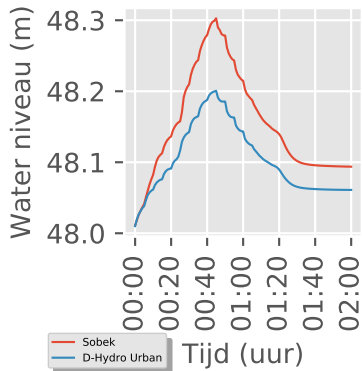




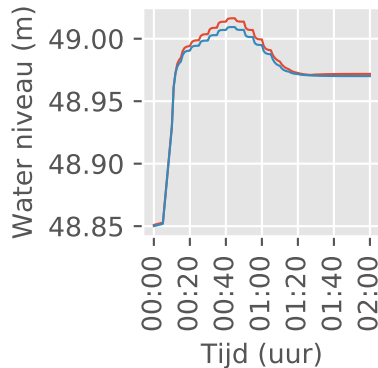


Put: 8163**Put: 8164****Put: 8165****Put: 8166****Put: 8167****Put: 8168**

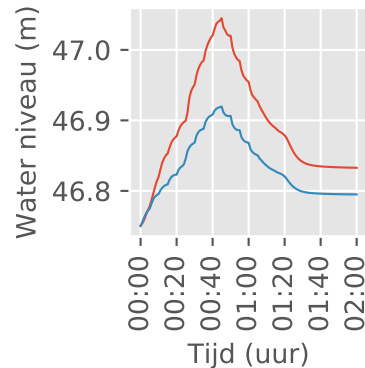
Put: 8169



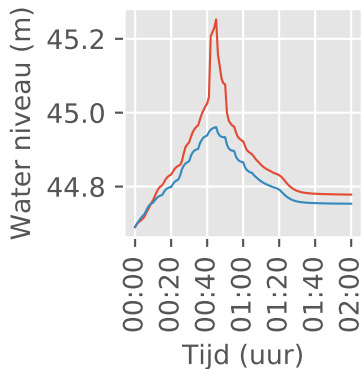
Put: 8170



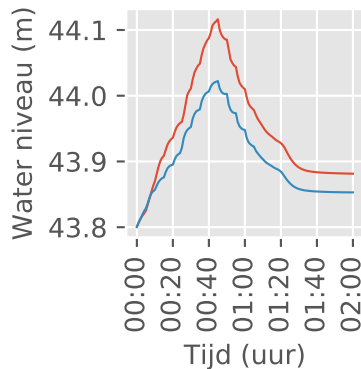
Put: 8171



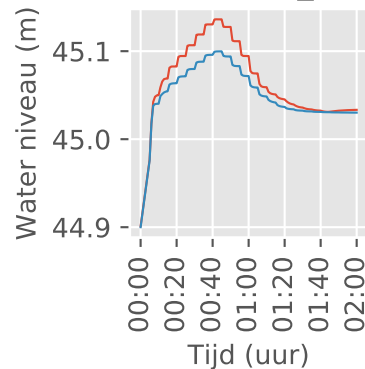
Put: 8172



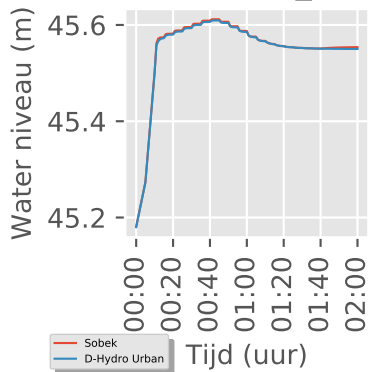
Put: 8173



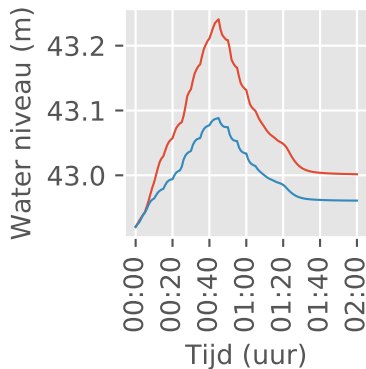
Put: 8173_01



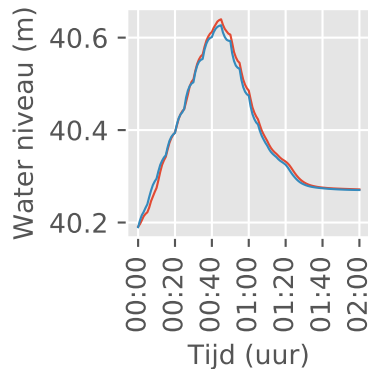
Put: 8173_02



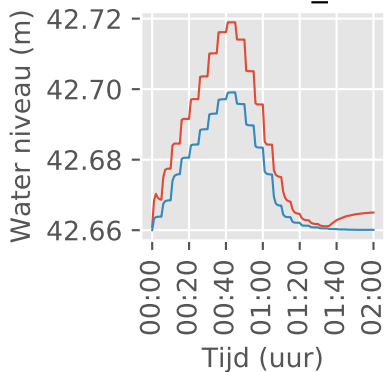
Put: 8174



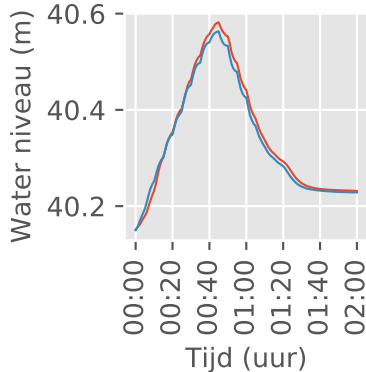
Put: 8175



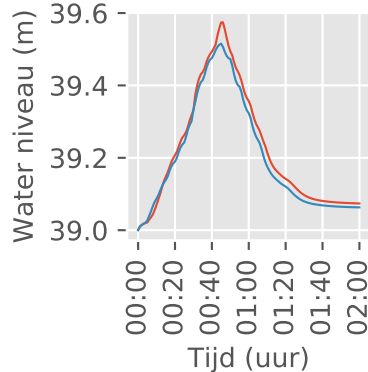
Put: 8175_01



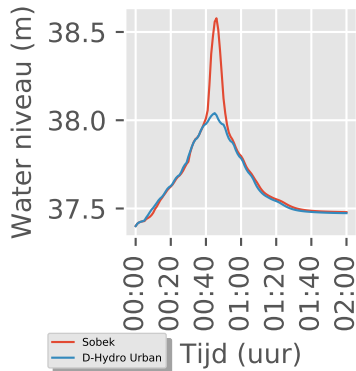
Put: 8176



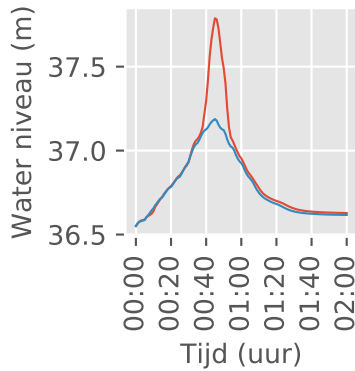
Put: 8177



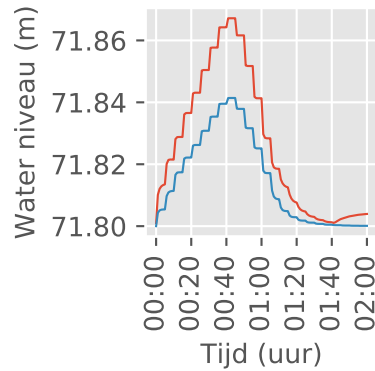
Put: 8178



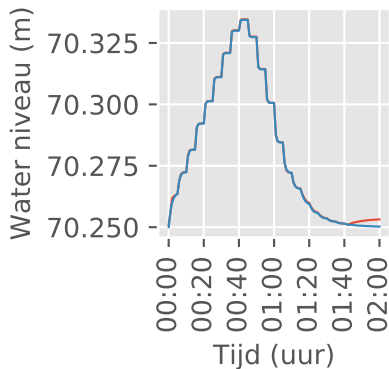
Put: 8179



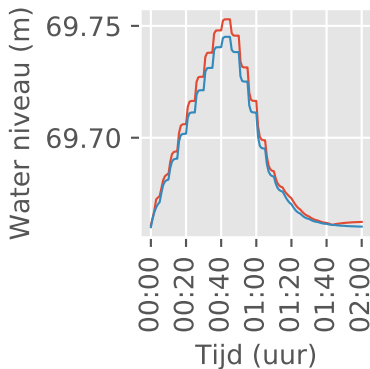
Put: 8180



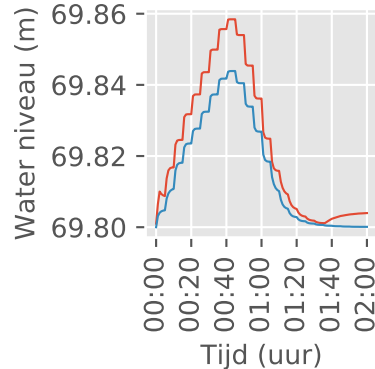
Put: 8181

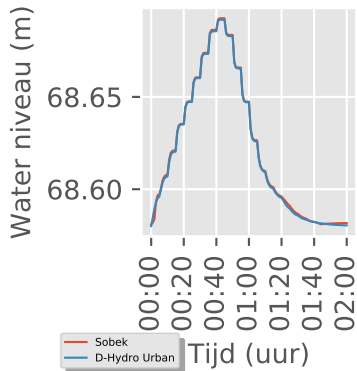
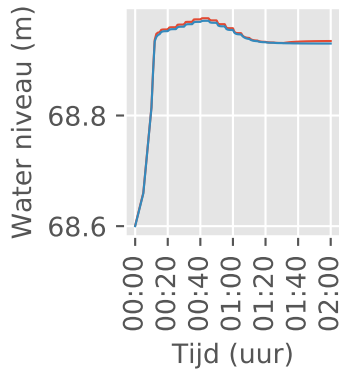
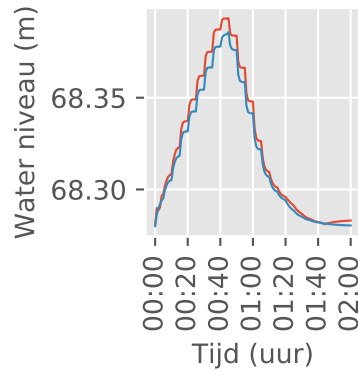
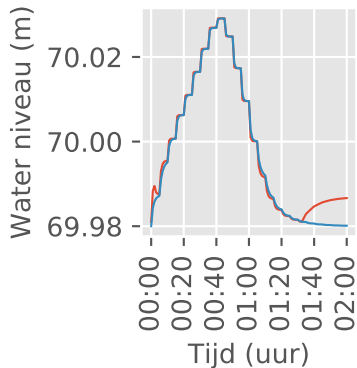
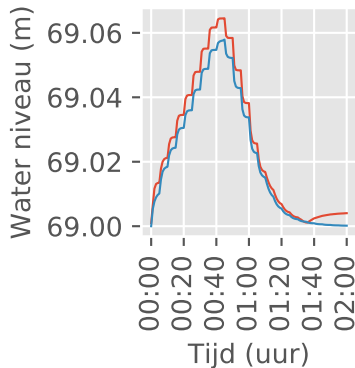
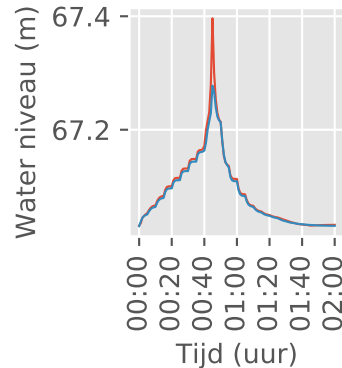


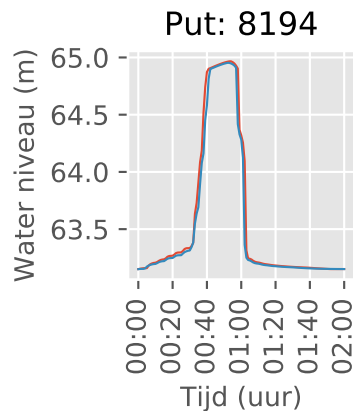
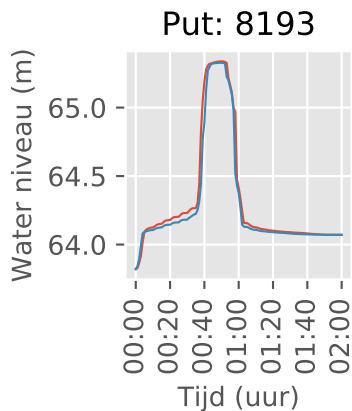
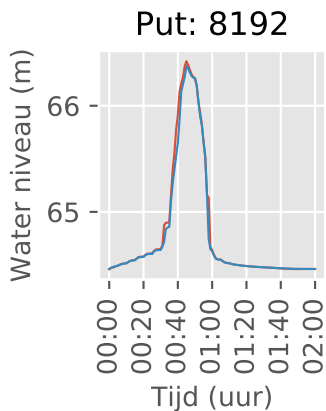
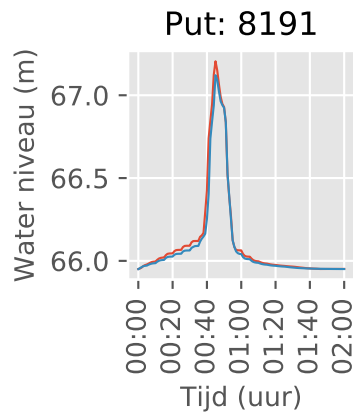
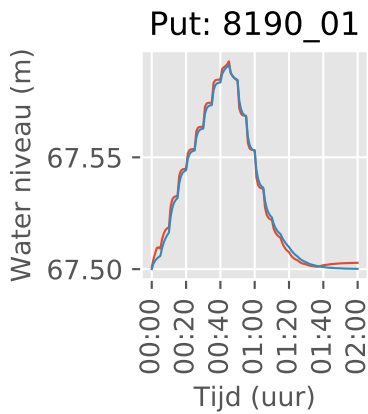
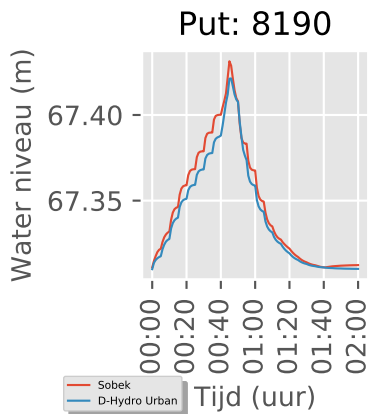
Put: 8182

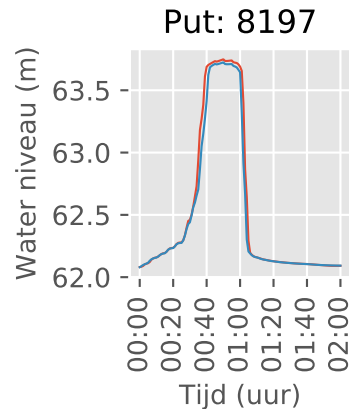
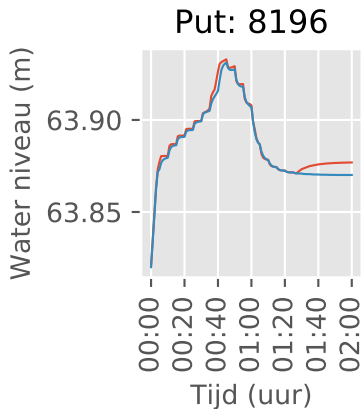
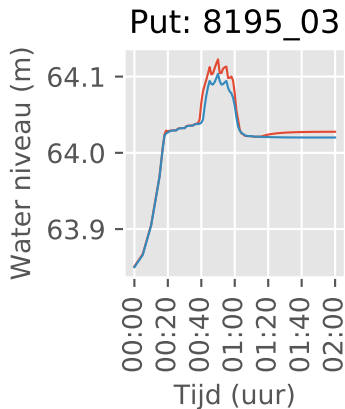
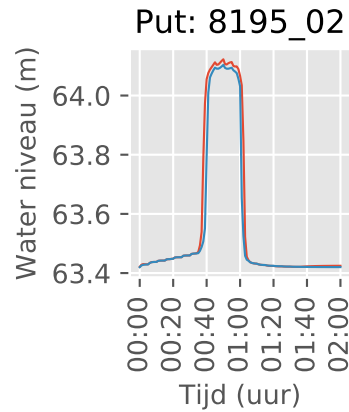
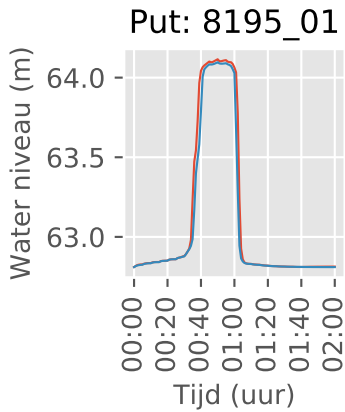
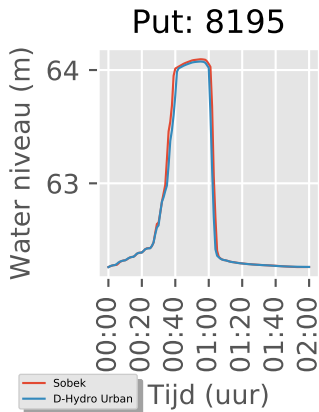


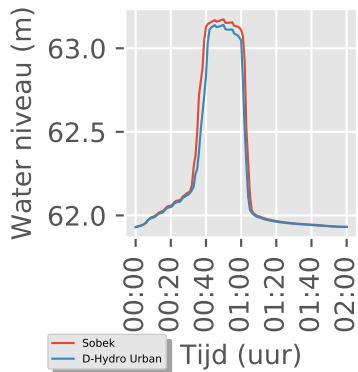
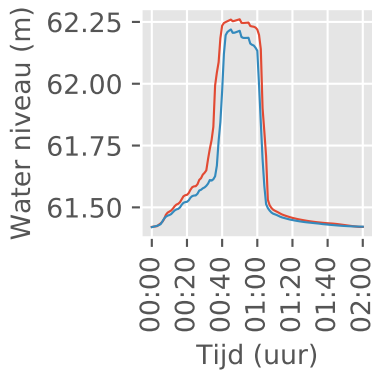
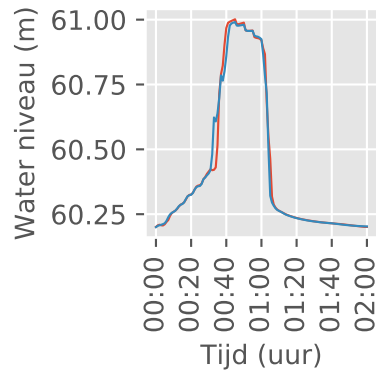
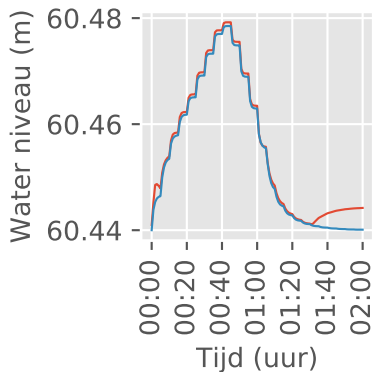
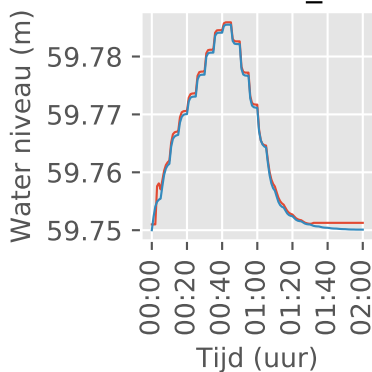
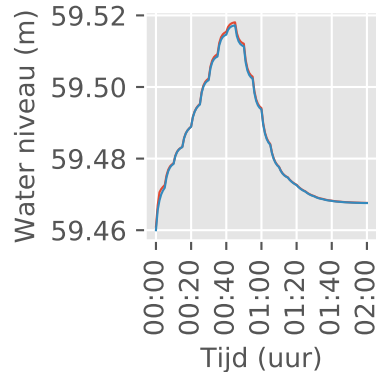
Put: 8183

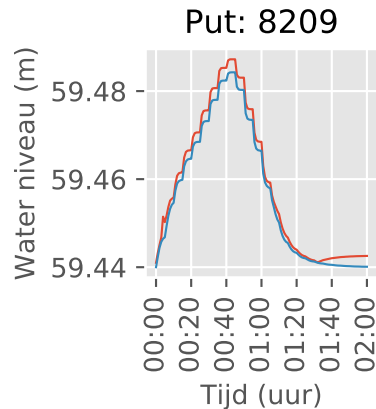
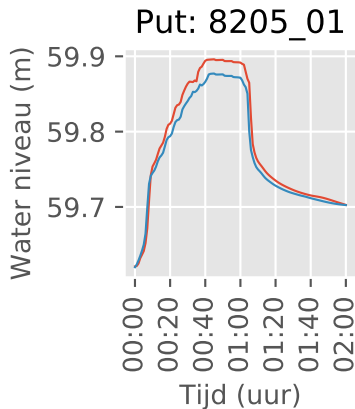
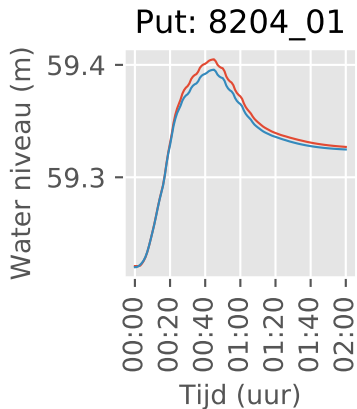
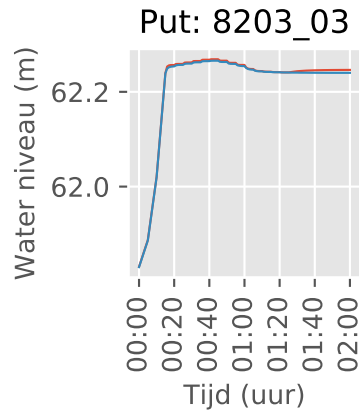
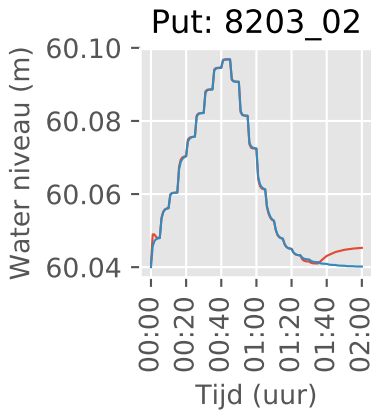
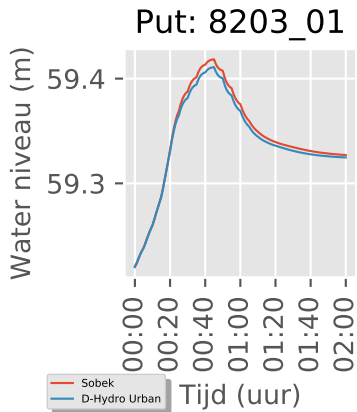


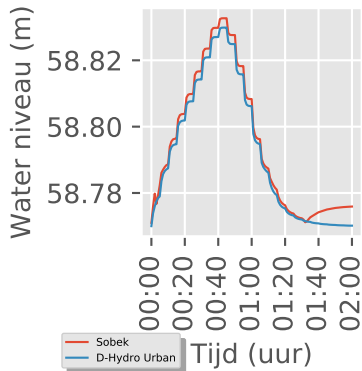
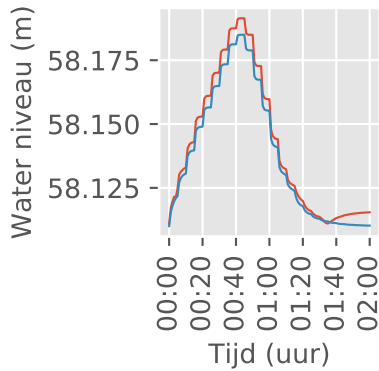
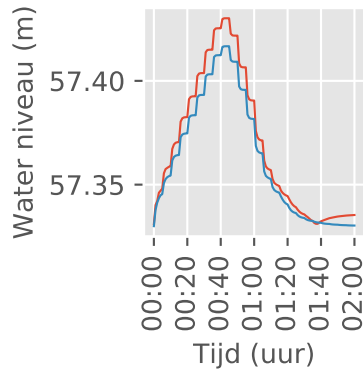
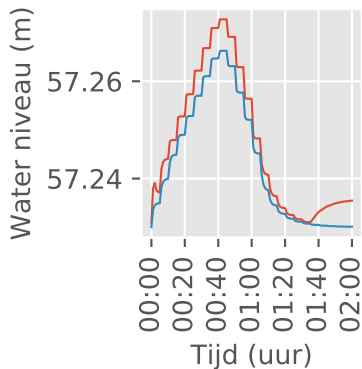
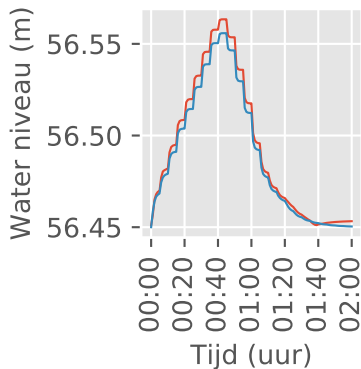
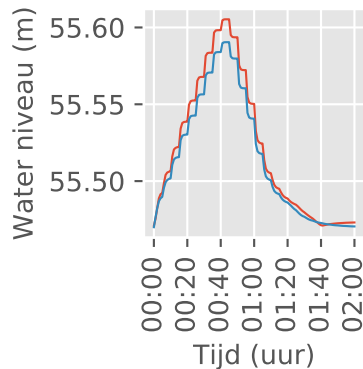
Put: 8184**Put: 8185****Put: 8186****Put: 8187****Put: 8188****Put: 8189**



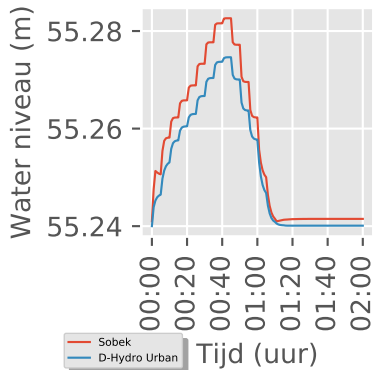


Put: 8198**Put: 8199****Put: 8200****Put: 8201****Put: 8201_01****Put: 8202**

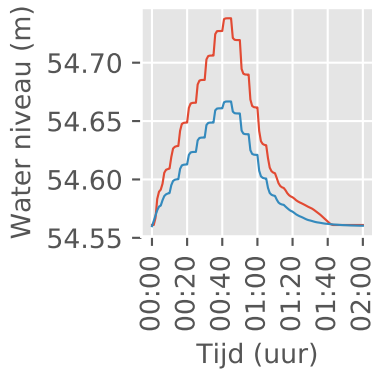


Put: 8210**Put: 8211****Put: 8212****Put: 8213****Put: 8214****Put: 8215**

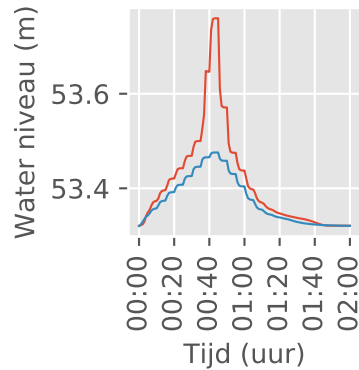
Put: 8216



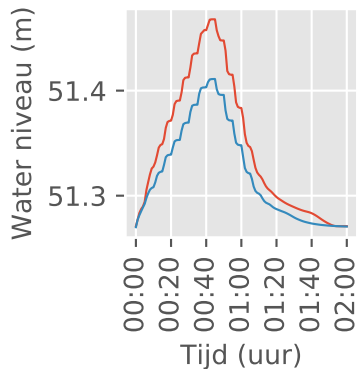
Put: 8217



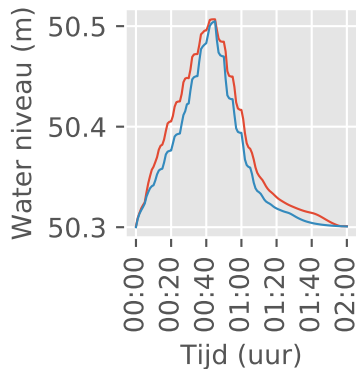
Put: 8218



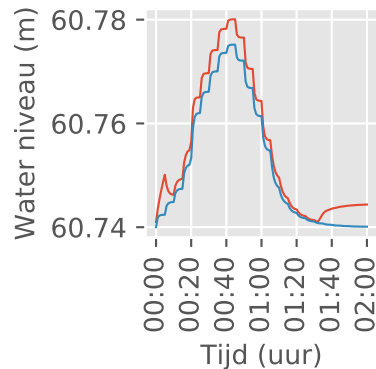
Put: 8220



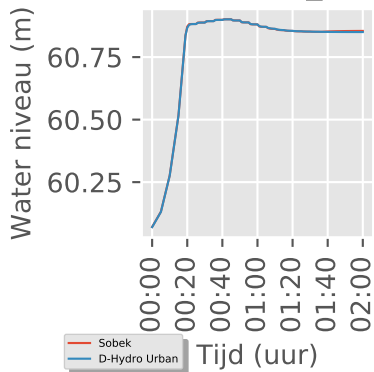
Put: 8221



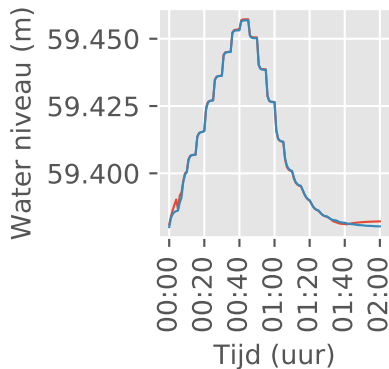
Put: 8222



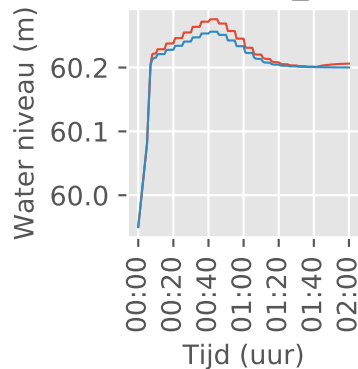
Put: 8222_01



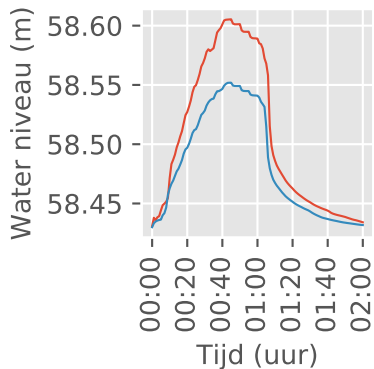
Put: 8223



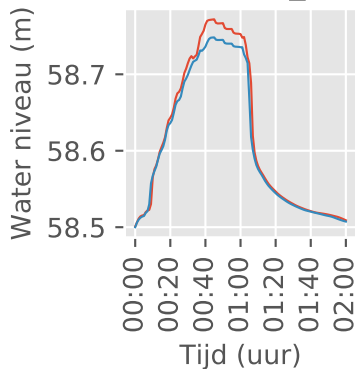
Put: 8223_01



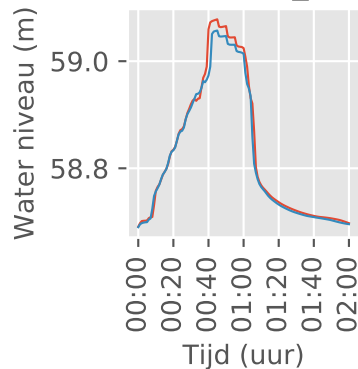
Put: 8224



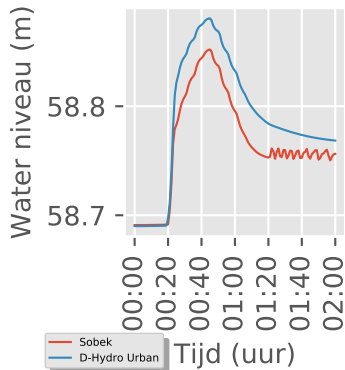
Put: 8224_01



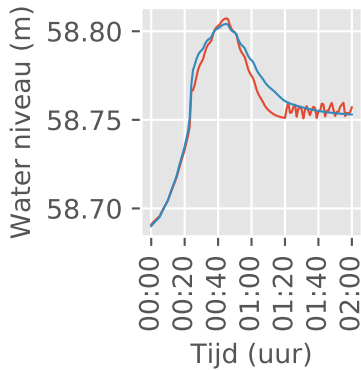
Put: 8224_02



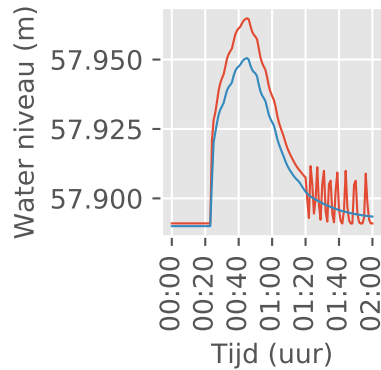
Put: 8225_01



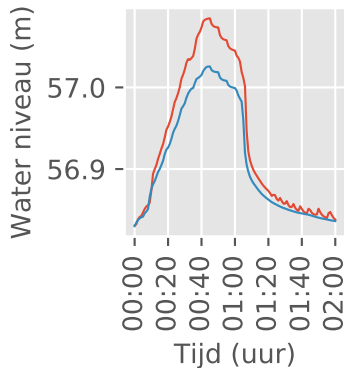
Put: 8226



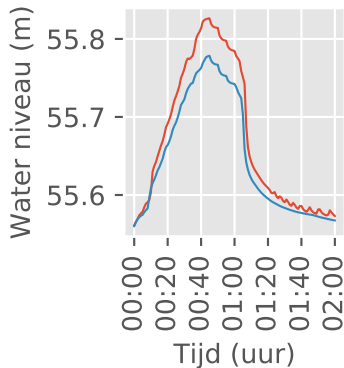
Put: 8226_01



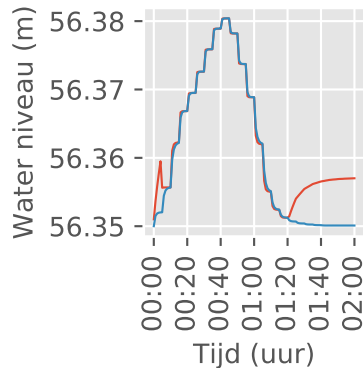
Put: 8227_01



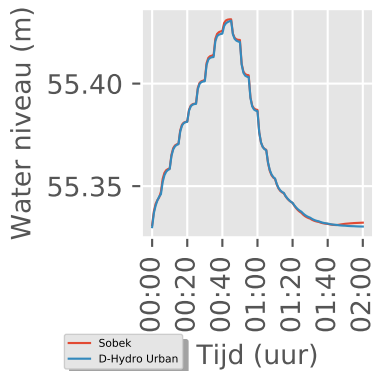
Put: 8228_01



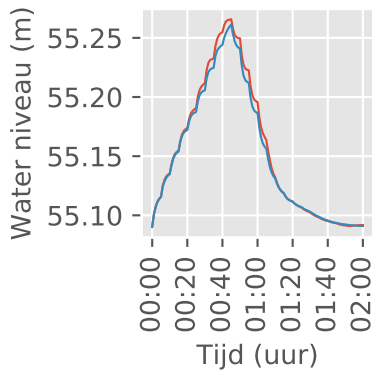
Put: 8229



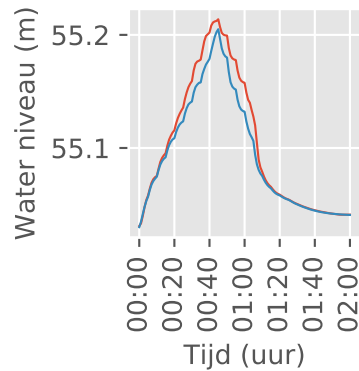
Put: 8230



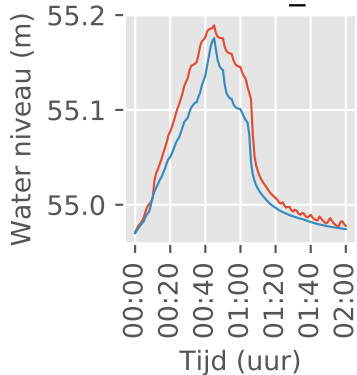
Put: 8231



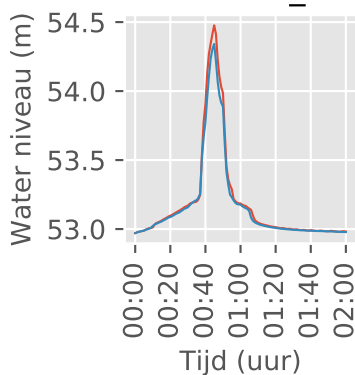
Put: 8232



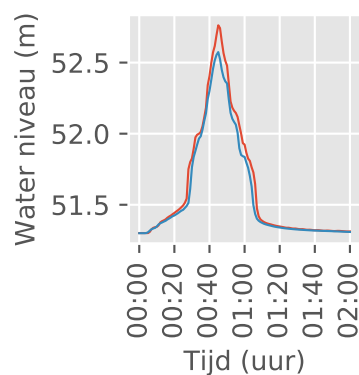
Put: 8233_01



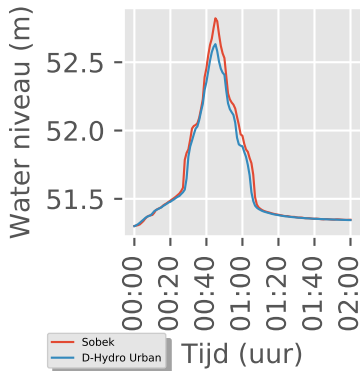
Put: 8234_01



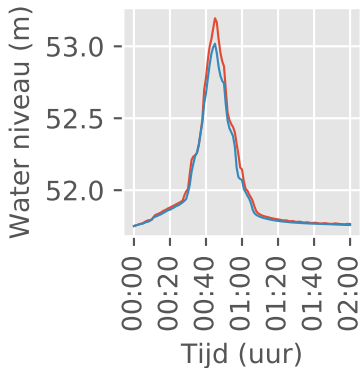
Put: 8235



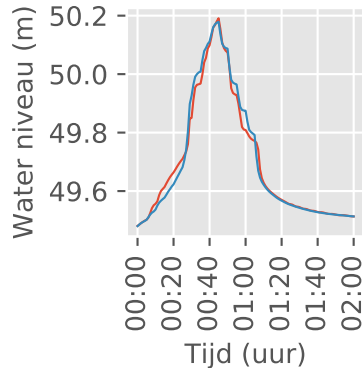
Put: 8235_01



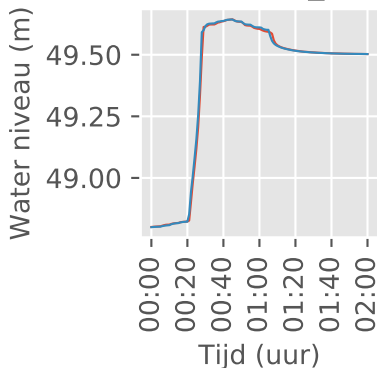
Put: 8236



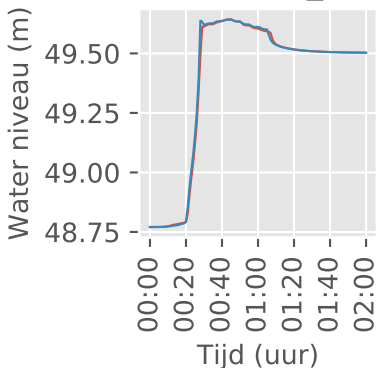
Put: 8237



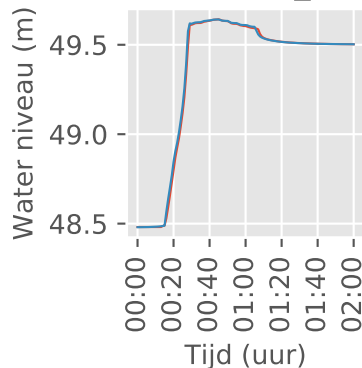
Put: 8238_01



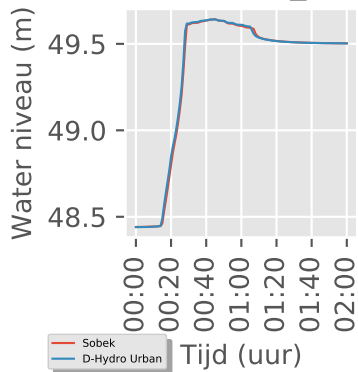
Put: 8238_02



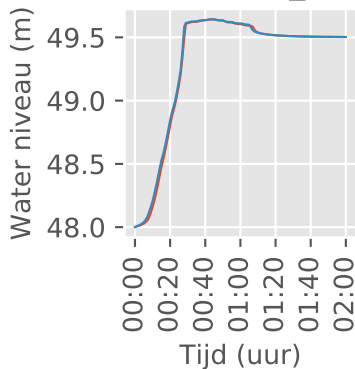
Put: 8238_03



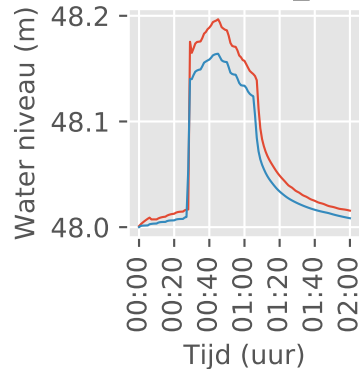
Put: 8238_04



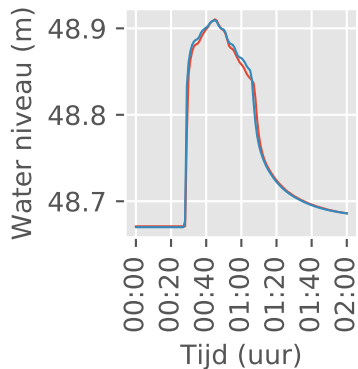
Put: 8238_05



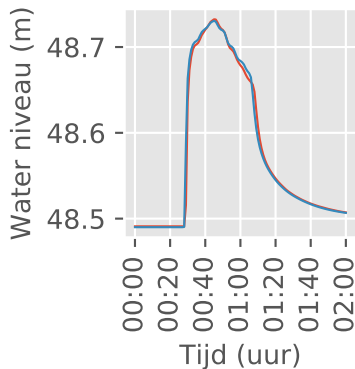
Put: 8238_08



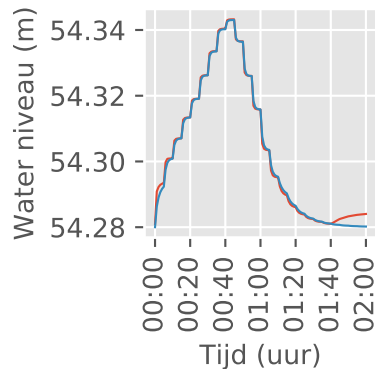
Put: 8239

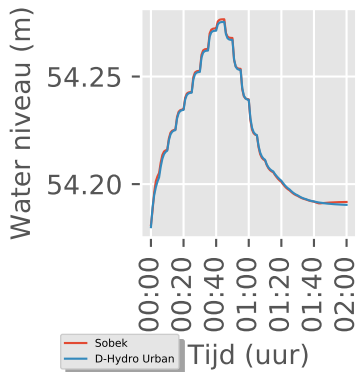
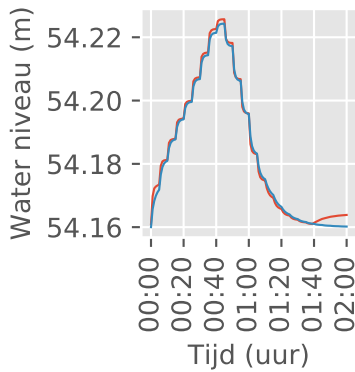
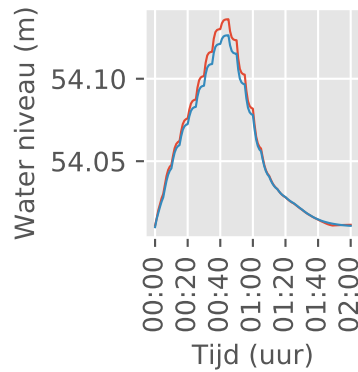
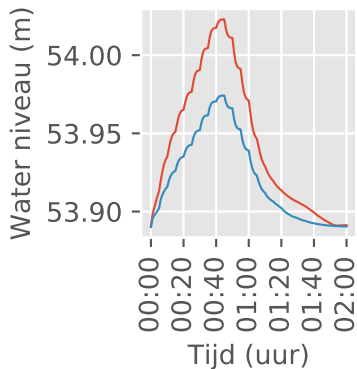
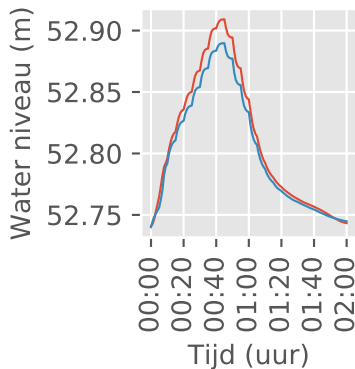
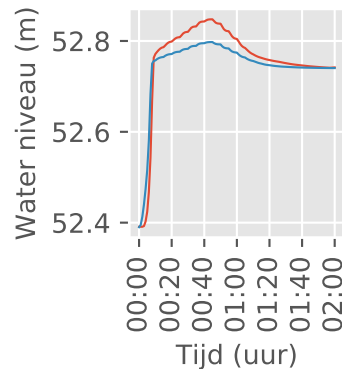


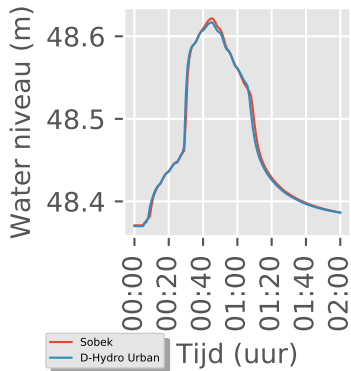
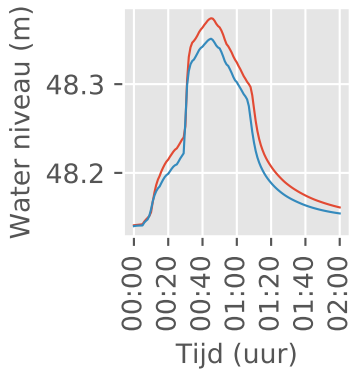
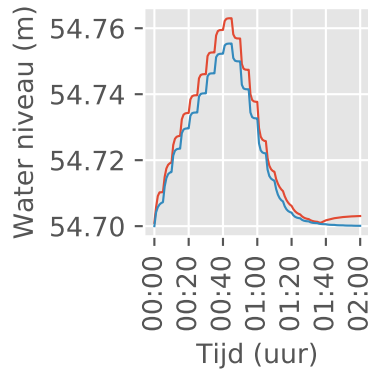
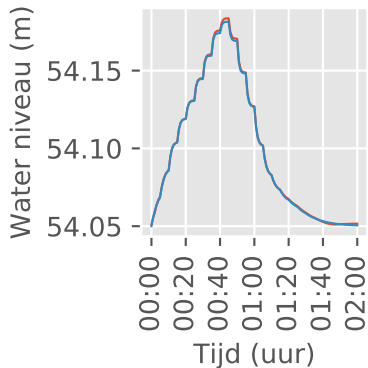
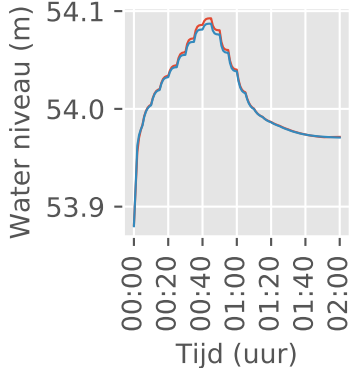
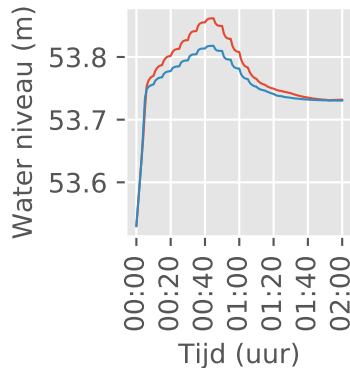
Put: 8240

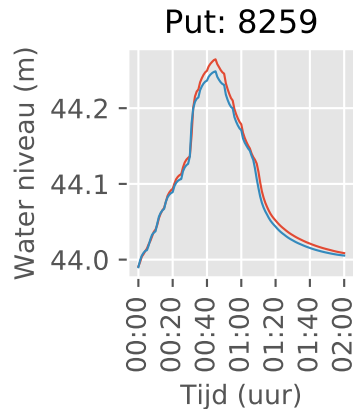
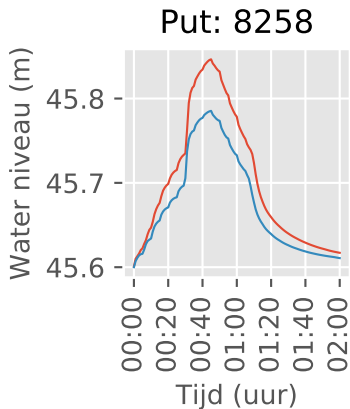
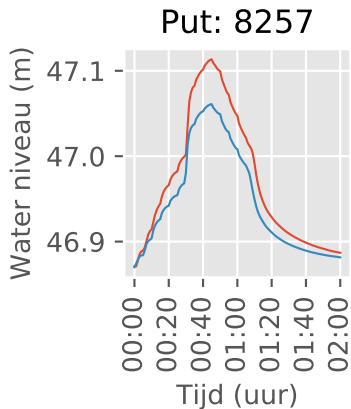
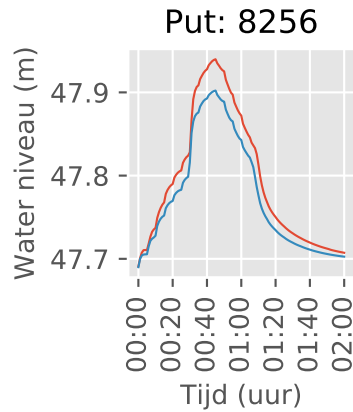
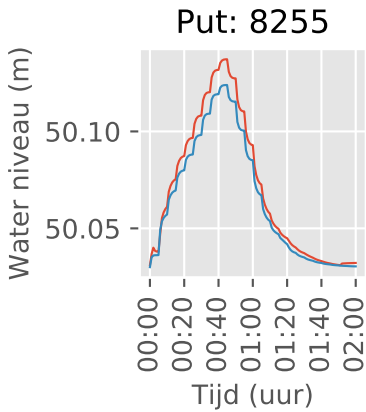
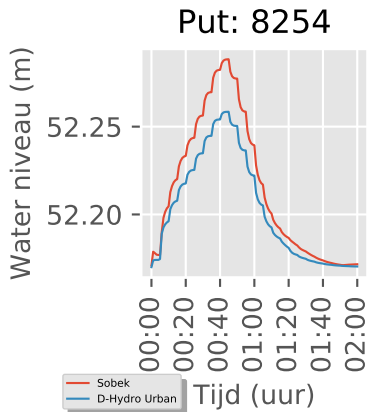


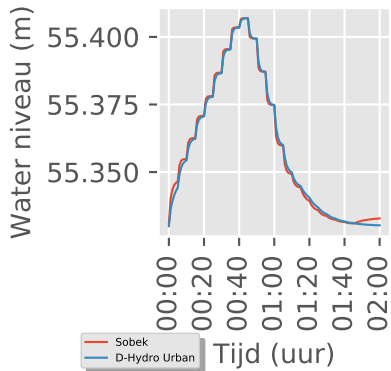
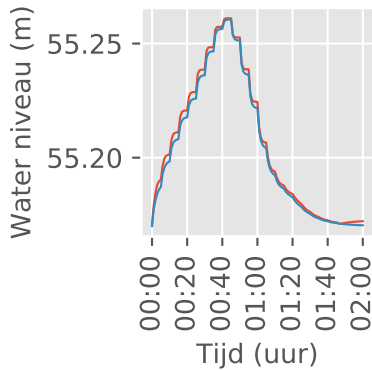
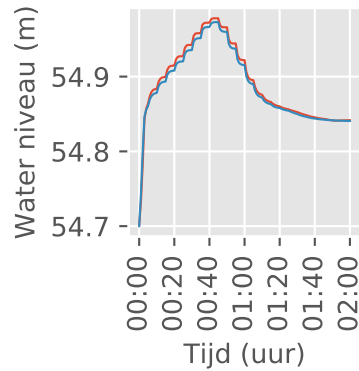
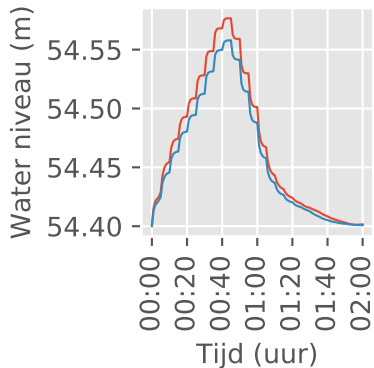
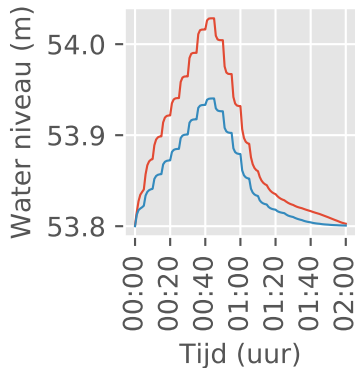
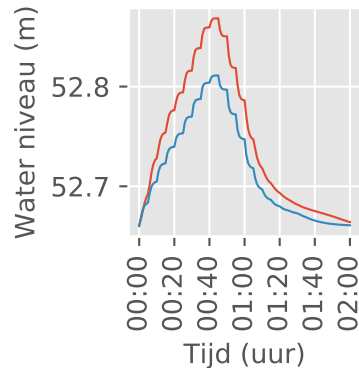
Put: 8241



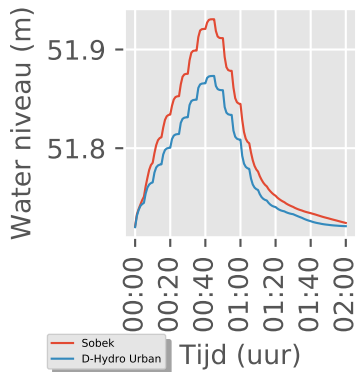
Put: 8242**Put: 8243****Put: 8244****Put: 8245****Put: 8246****Put: 8247**

Put: 8248**Put: 8249****Put: 8250****Put: 8251****Put: 8252****Put: 8253**

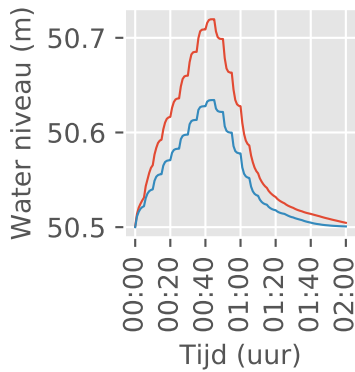


Put: 8260**Put: 8261****Put: 8262****Put: 8263****Put: 8264****Put: 8265**

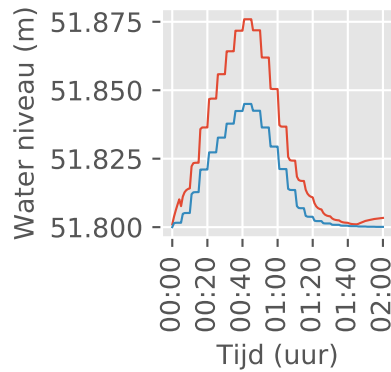
Put: 8266



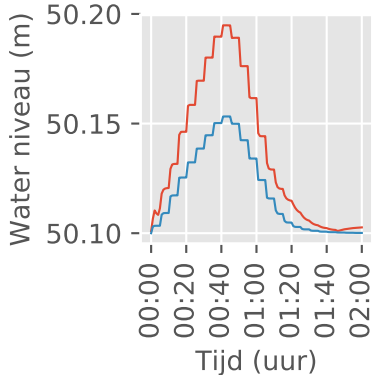
Put: 8267



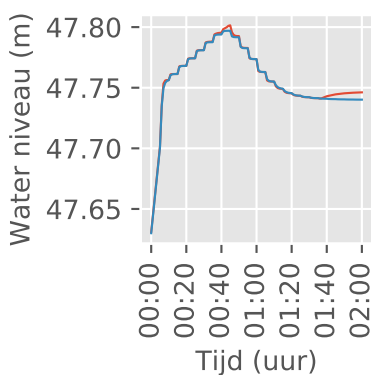
Put: 8268



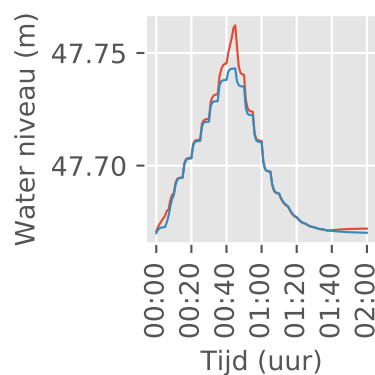
Put: 8269

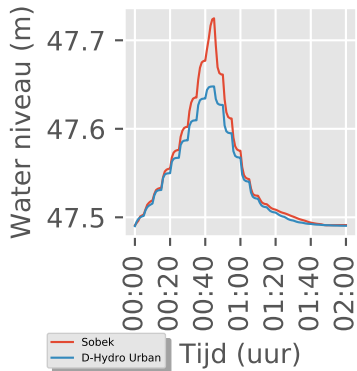
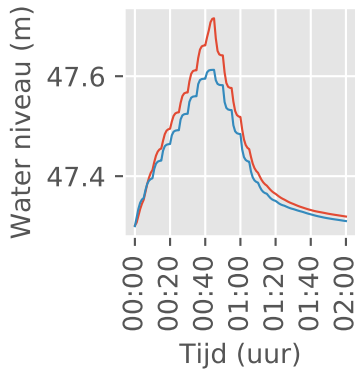
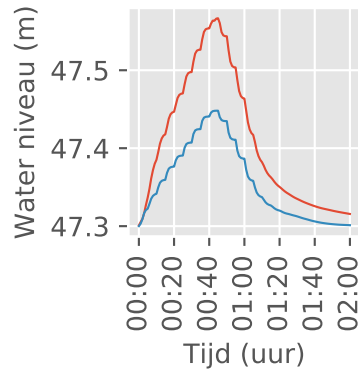
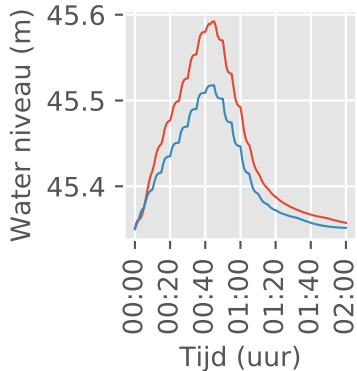
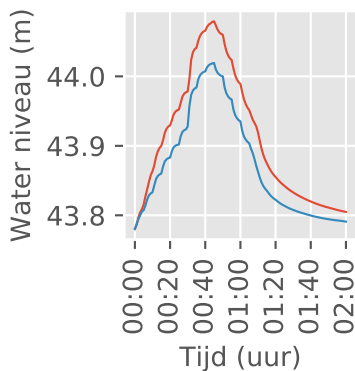
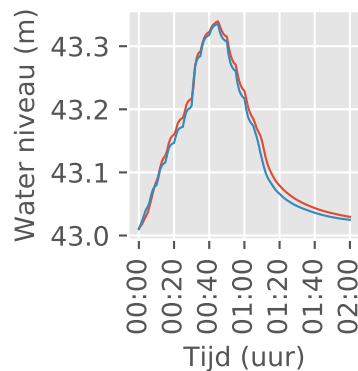


Put: 8270

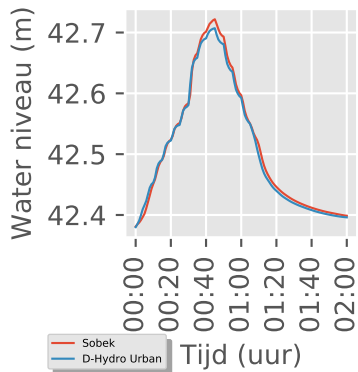


Put: 8271

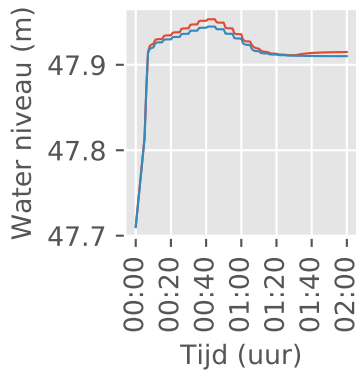


Put: 8272**Put: 8273****Put: 8274****Put: 8275****Put: 8276****Put: 8277**

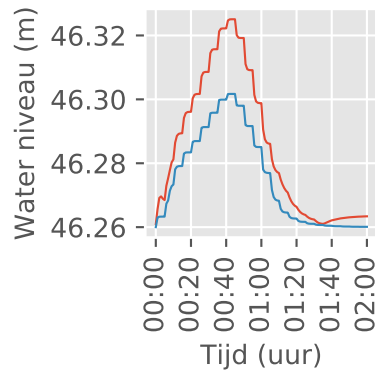
Put: 8278



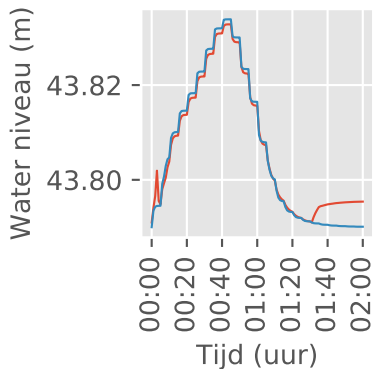
Put: 8279



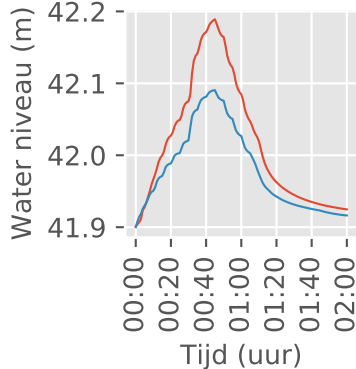
Put: 8280



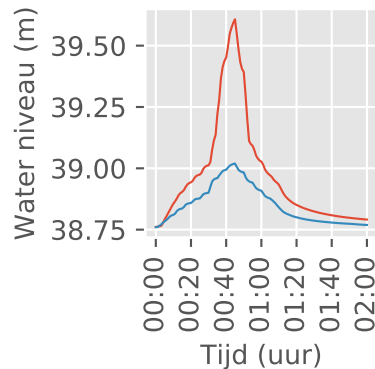
Put: 8281



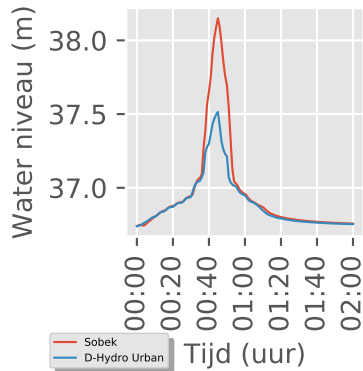
Put: 8282



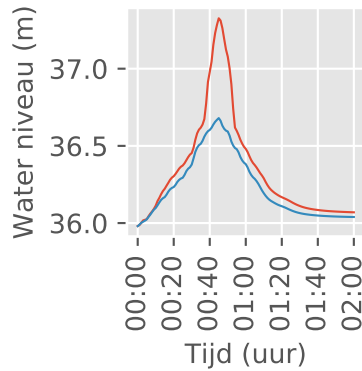
Put: 8283



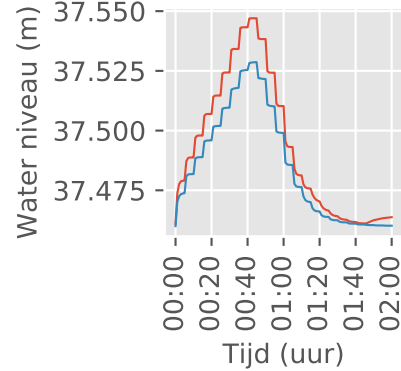
Put: 8284



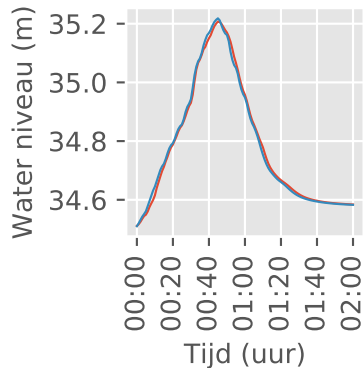
Put: 8285



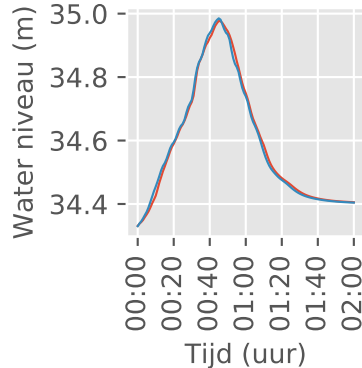
Put: 8286



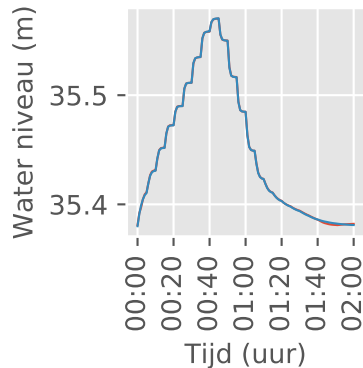
Put: 8287



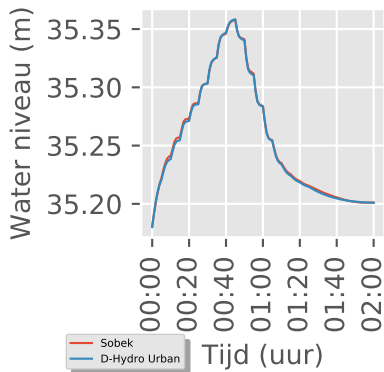
Put: 8288



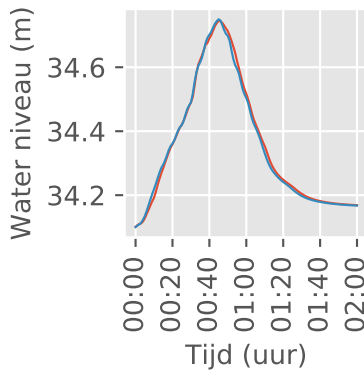
Put: 8289



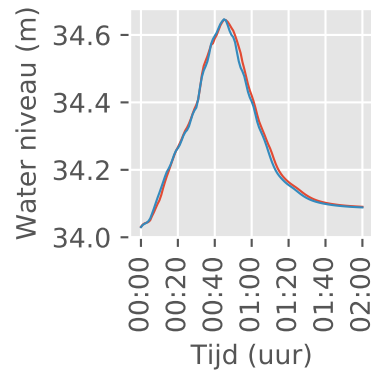
Put: 8290



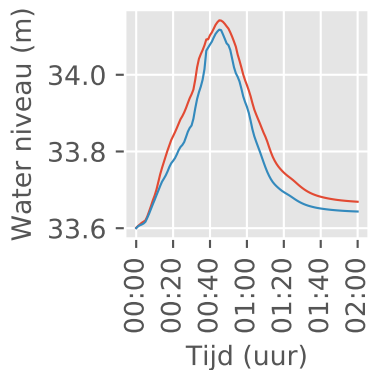
Put: 8291



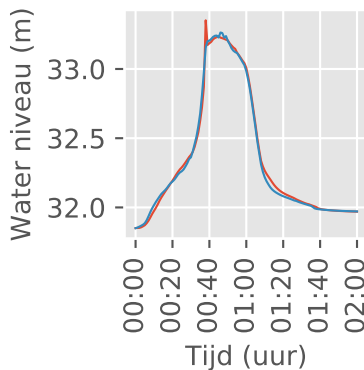
Put: 8292



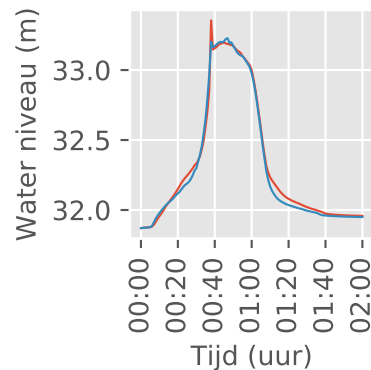
Put: 8293



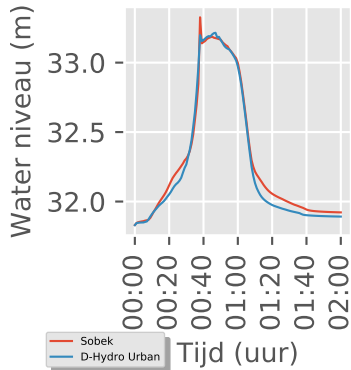
Put: 8294



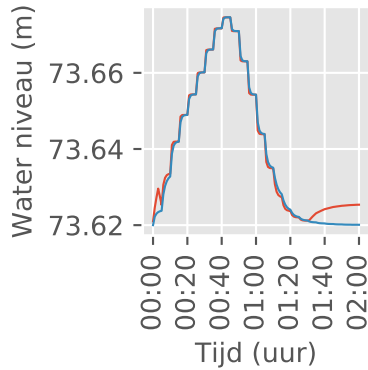
Put: 8295



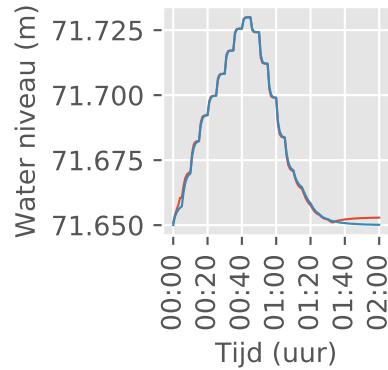
Put: 8296



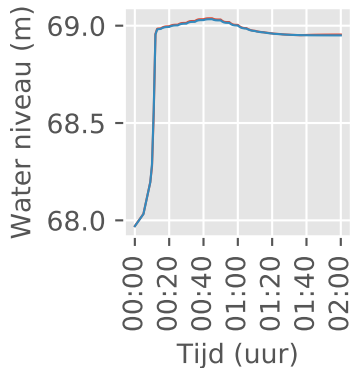
Put: 8297



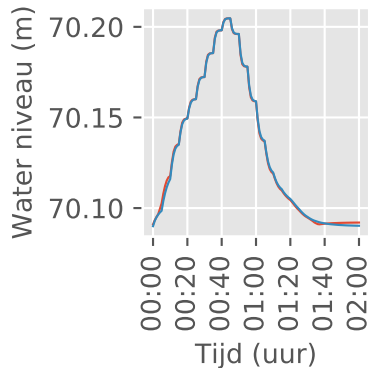
Put: 8298



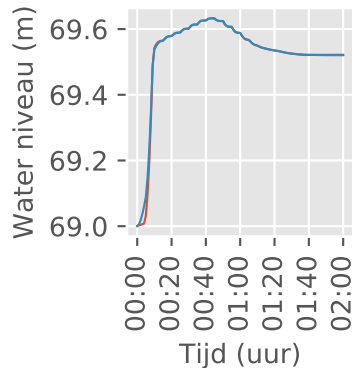
Put: 8299

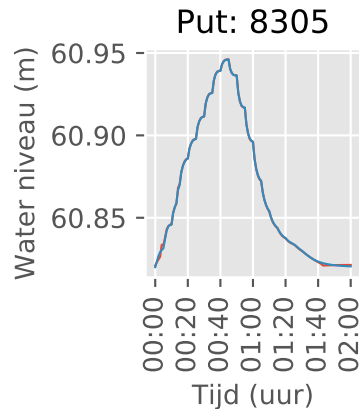
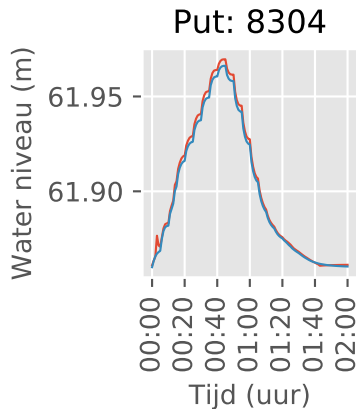
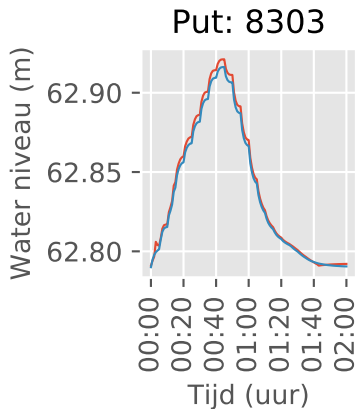
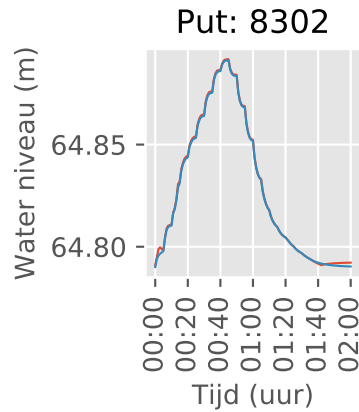
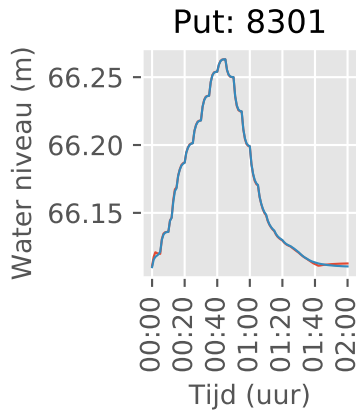
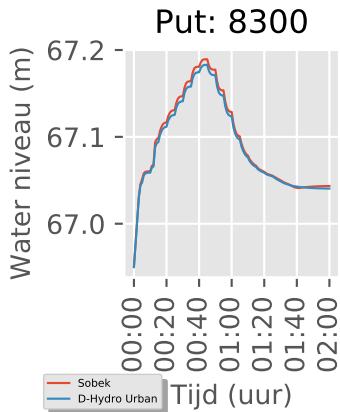


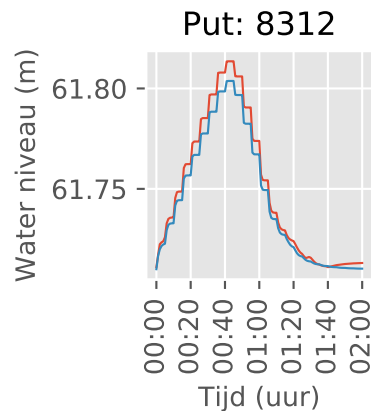
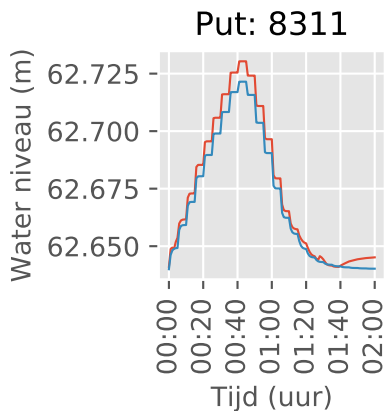
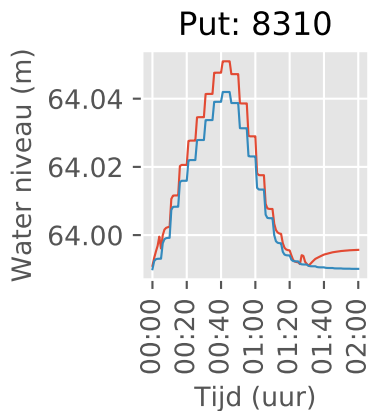
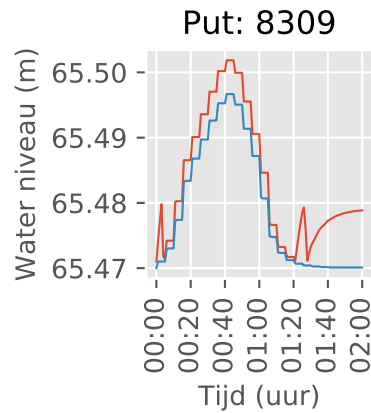
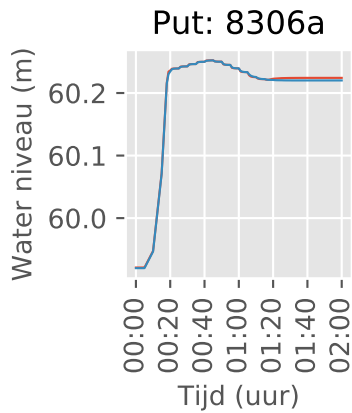
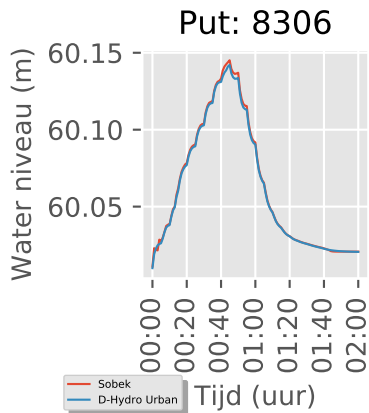
Put: 8299_01



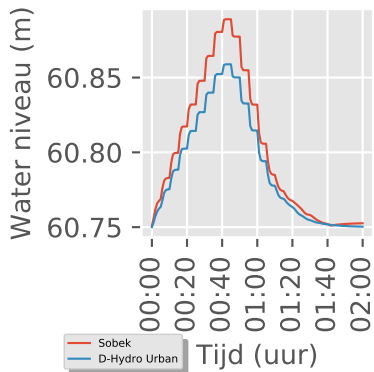
Put: 8299_02



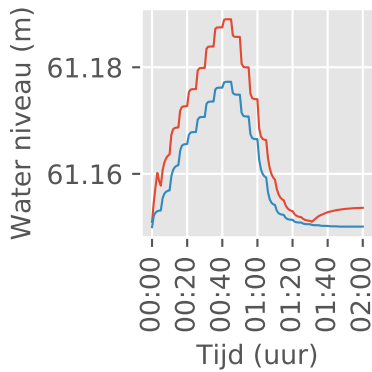




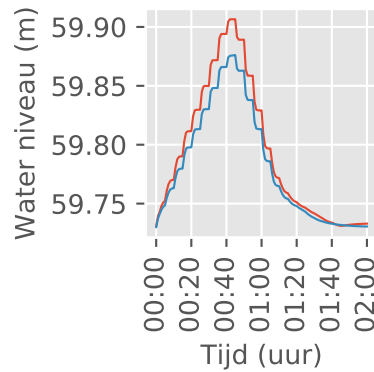
Put: 8313



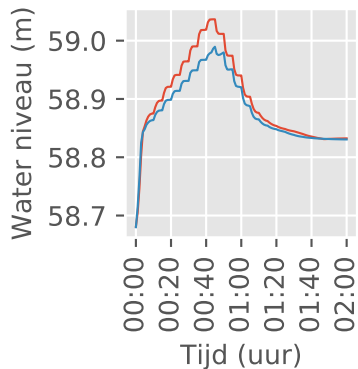
Put: 8313af



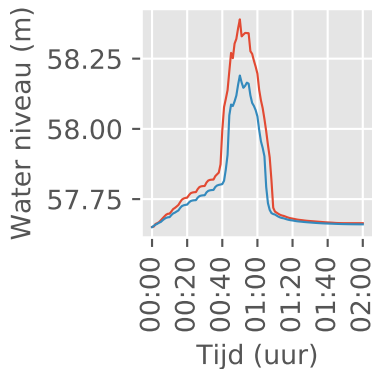
Put: 8314



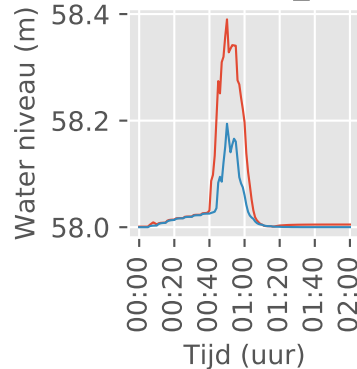
Put: 8315



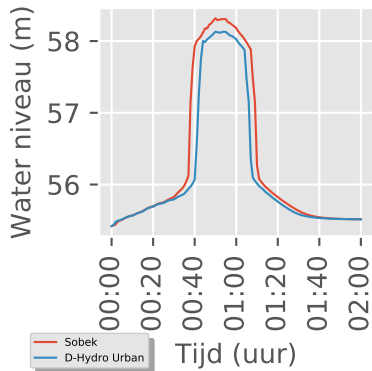
Put: 8316



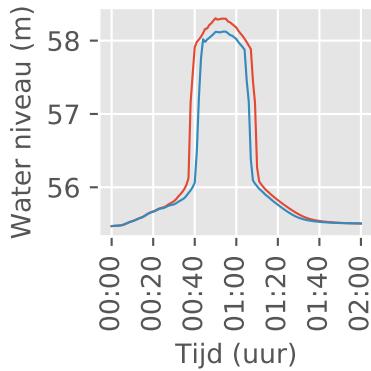
Put: 8316_01



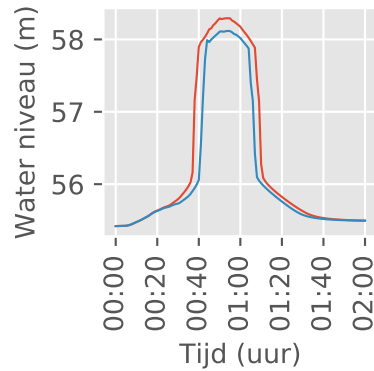
Put: 8317



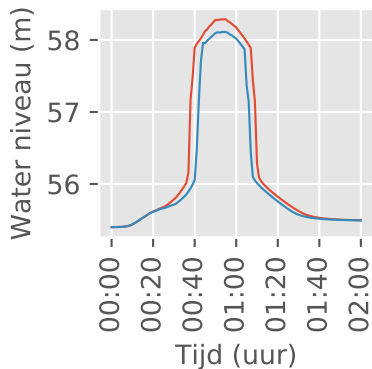
Put: 8318



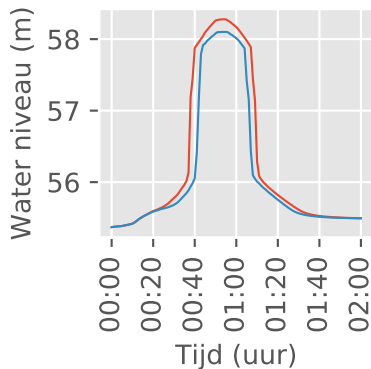
Put: 8320



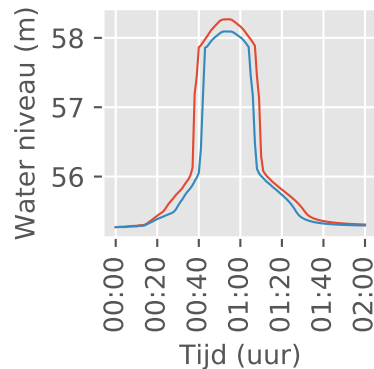
Put: 8321



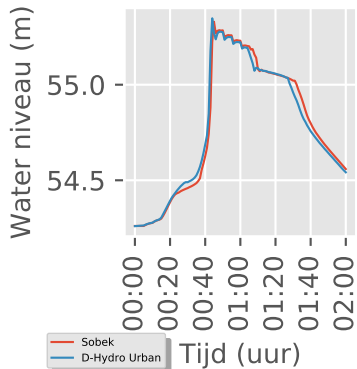
Put: 8322



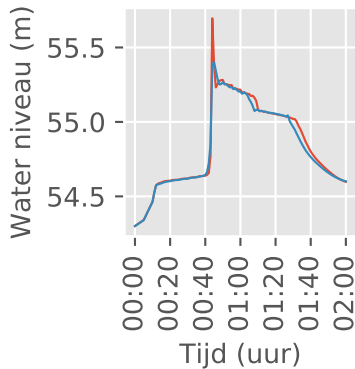
Put: 8323



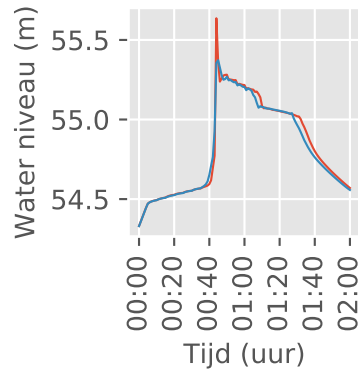
Put: 8324



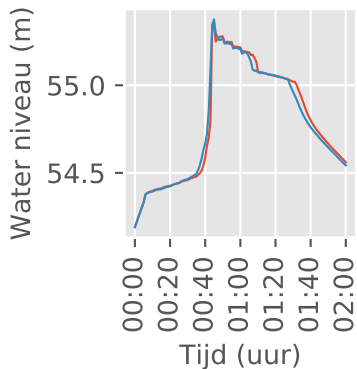
Put: 8325



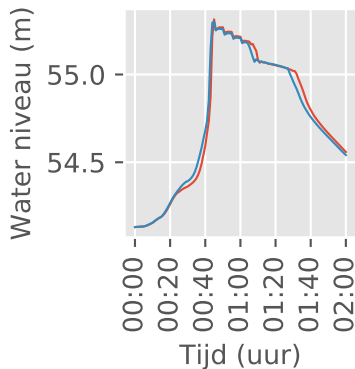
Put: 8326



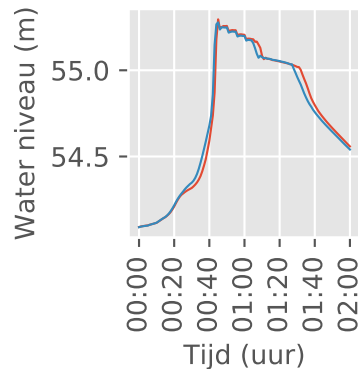
Put: 8327



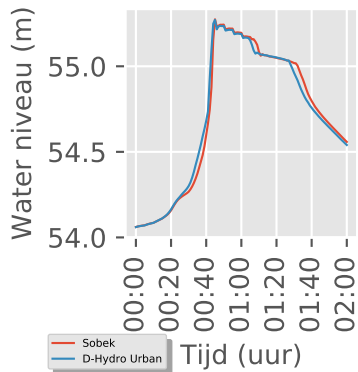
Put: 8328



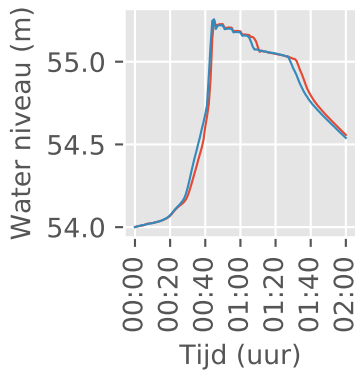
Put: 8329



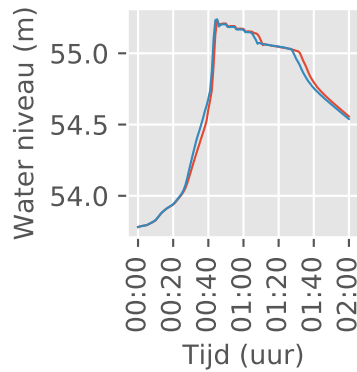
Put: 8330



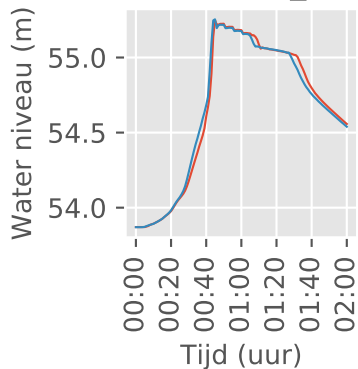
Put: 8331



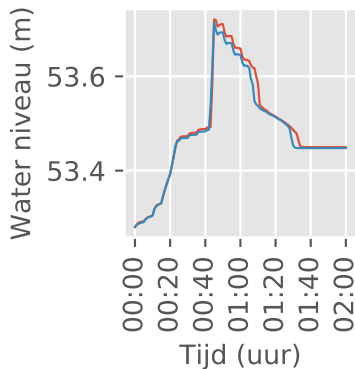
Put: 8332



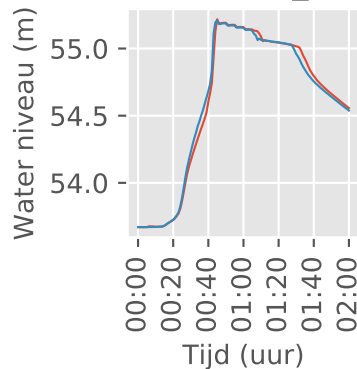
Put: 8332_01



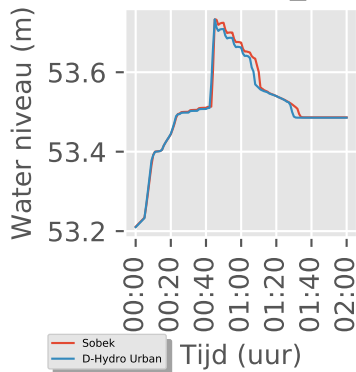
Put: 8333



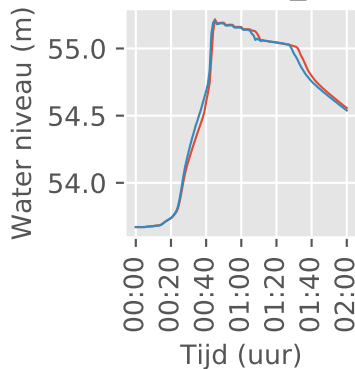
Put: 8333_01



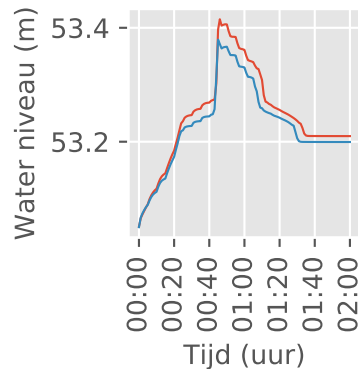
Put: 8333_02



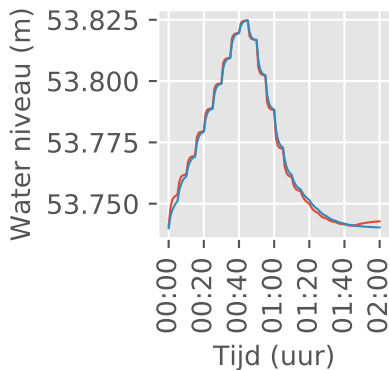
Put: 8333_03



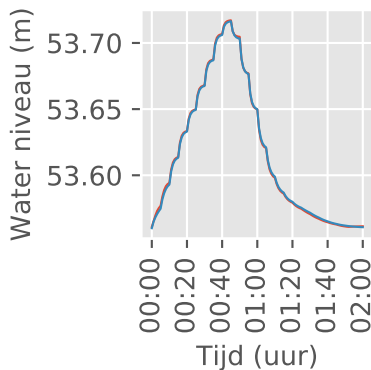
Put: 8334



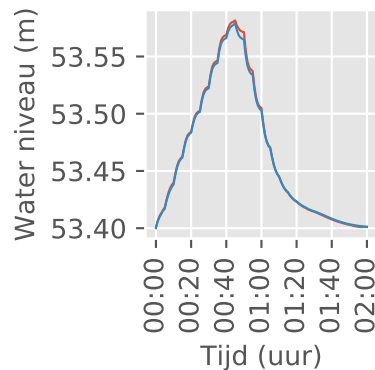
Put: 8335



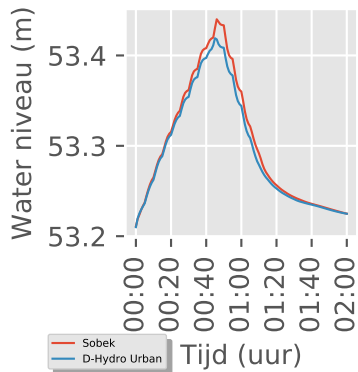
Put: 8336



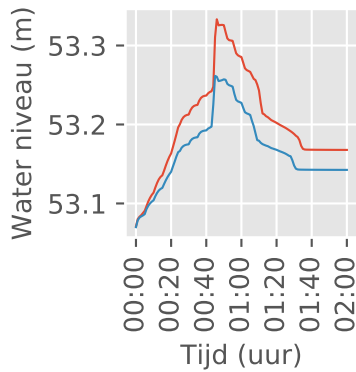
Put: 8337



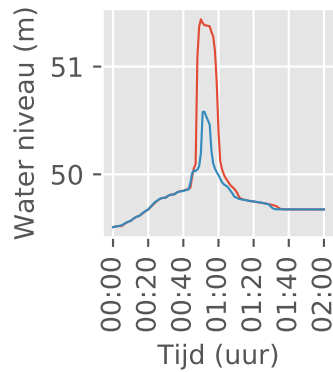
Put: 8338



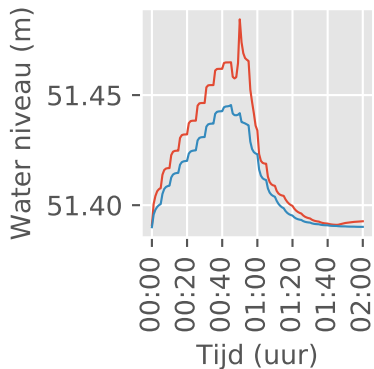
Put: 8339



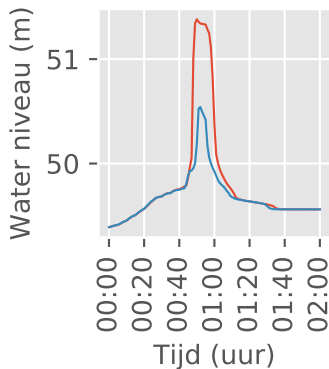
Put: 8340



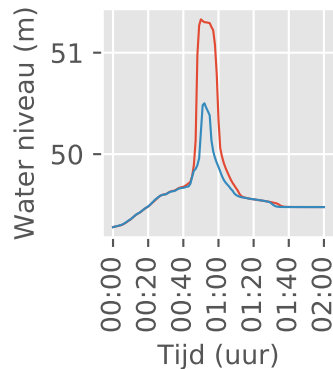
Put: 8341



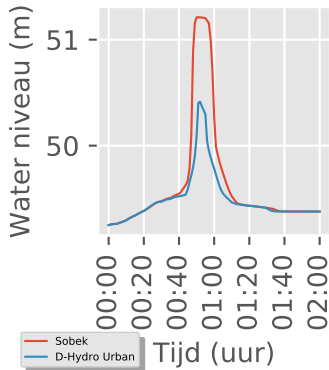
Put: 8342



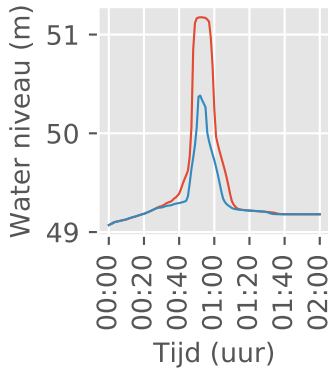
Put: 8343



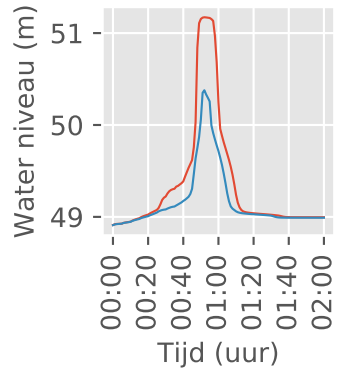
Put: 8344



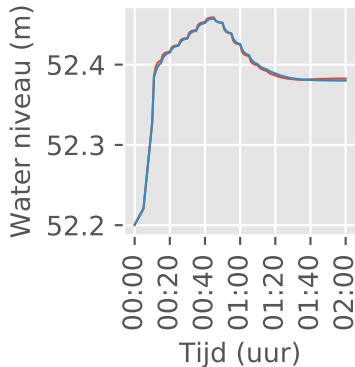
Put: 8345



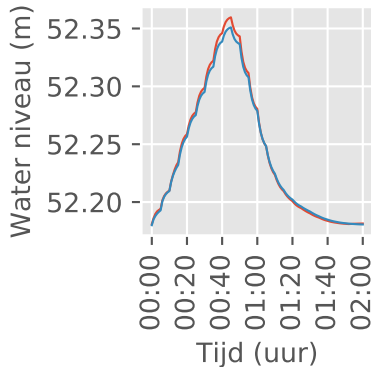
Put: 8346



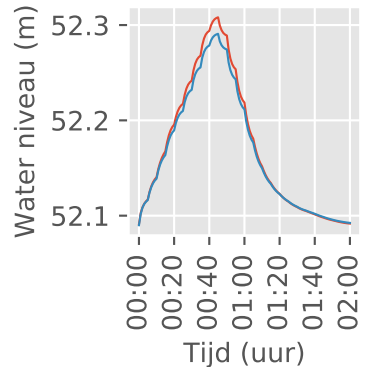
Put: 8347

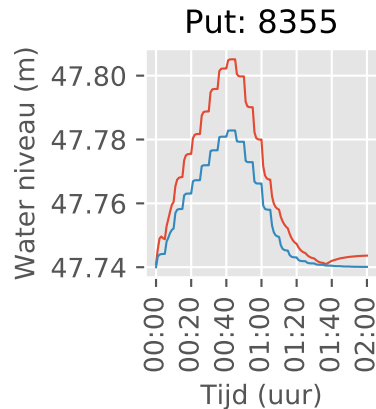
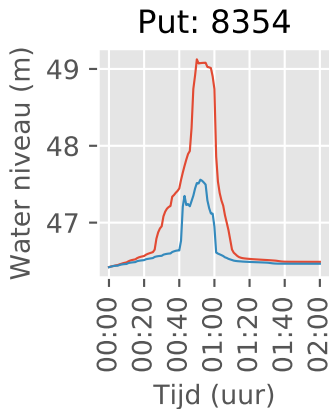
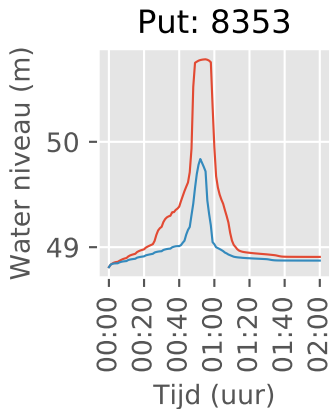
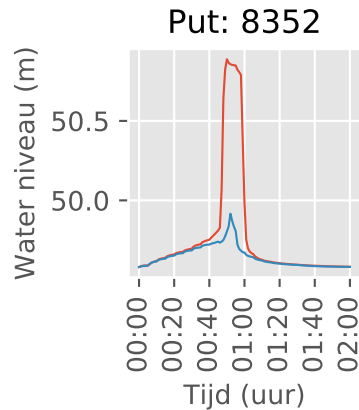
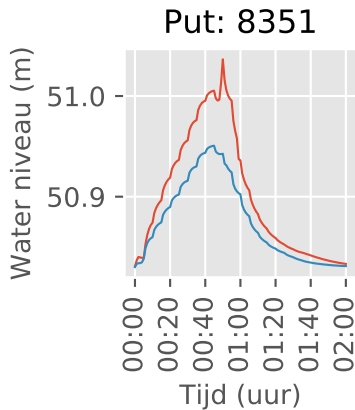
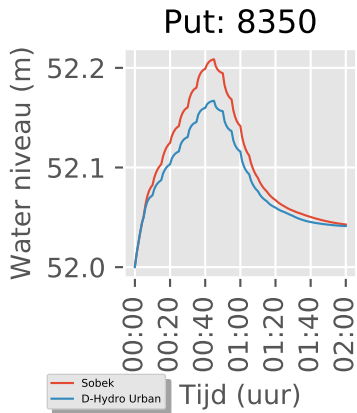


Put: 8348

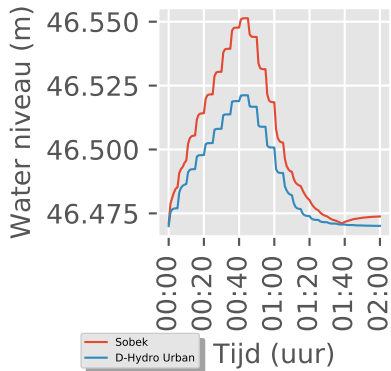


Put: 8349

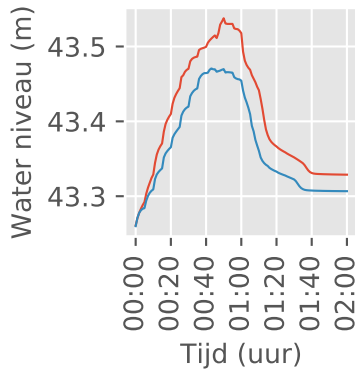




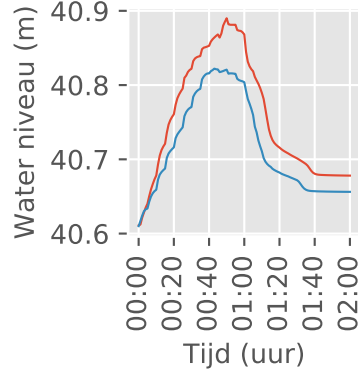
Put: 8356



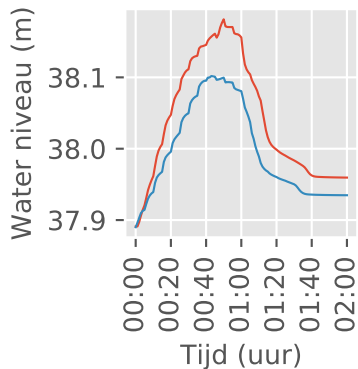
Put: 8357



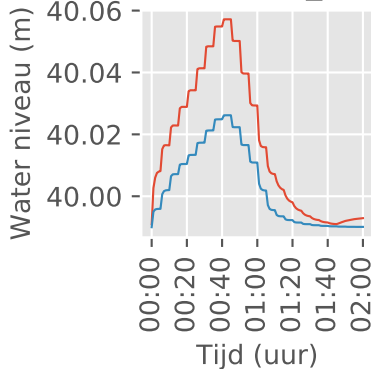
Put: 8358



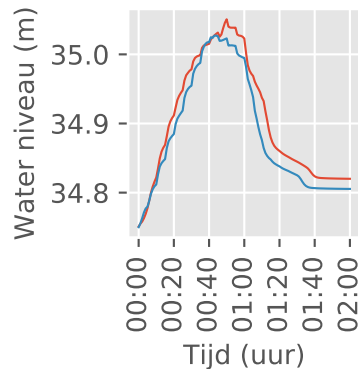
Put: 8359



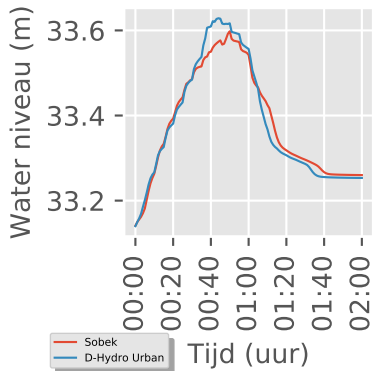
Put: 8359_01



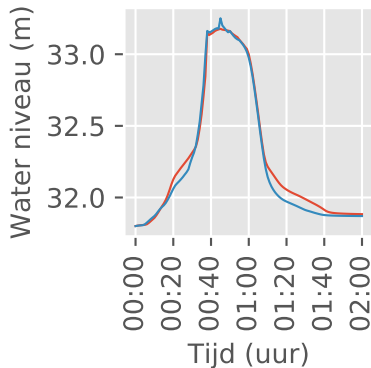
Put: 8360



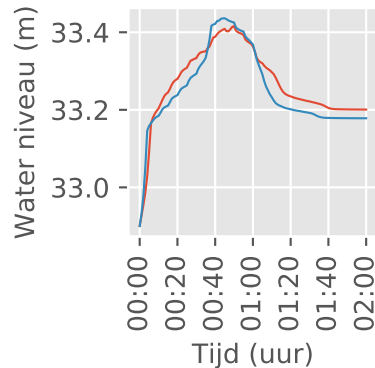
Put: 8361



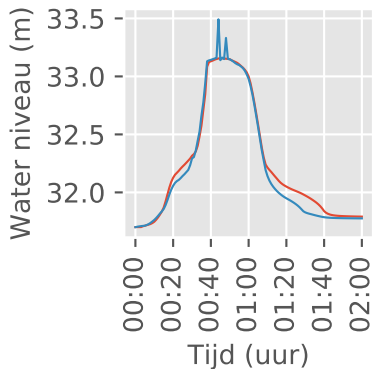
Put: 8362



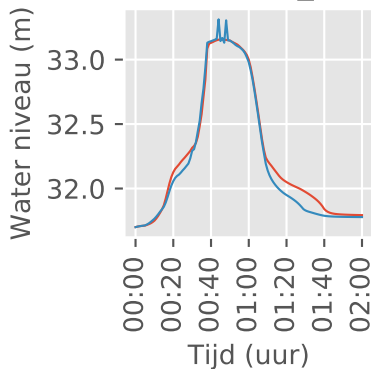
Put: 8362_01



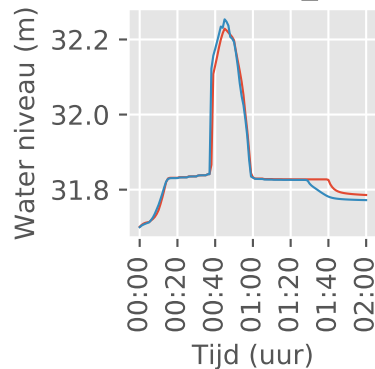
Put: 8363

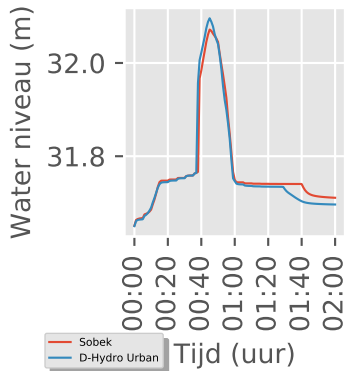
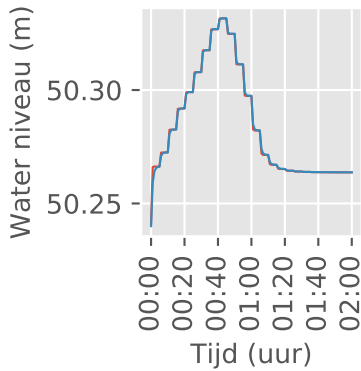
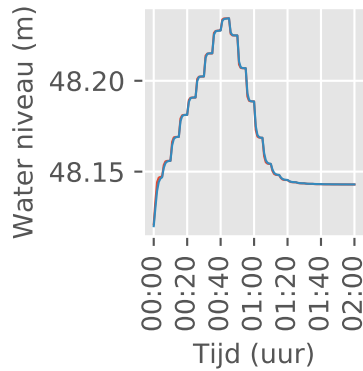
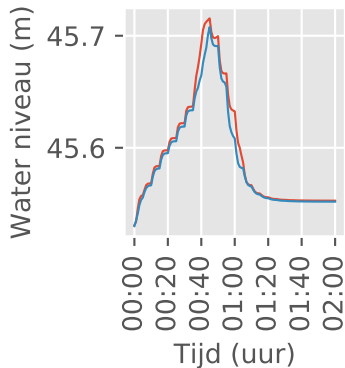
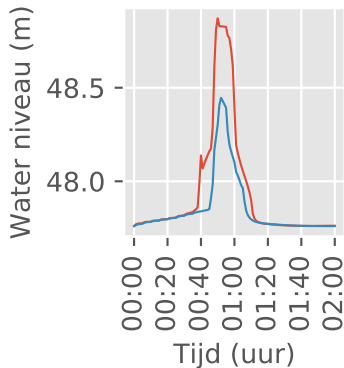
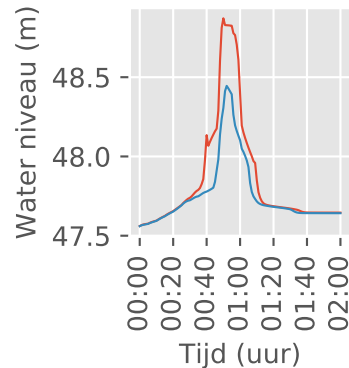


Put: 8363_01

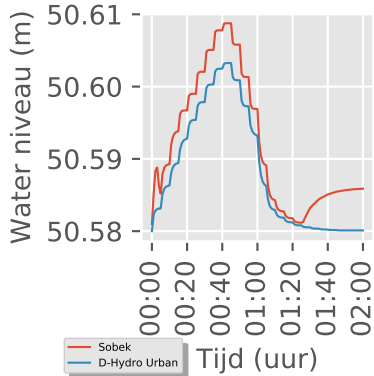


Put: 8363_02

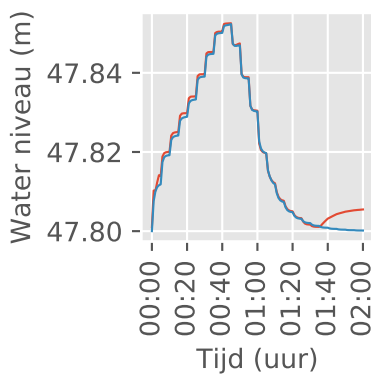


Put: 8364**Put: 8366****Put: 8367****Put: 8368****Put: 8370****Put: 8371**

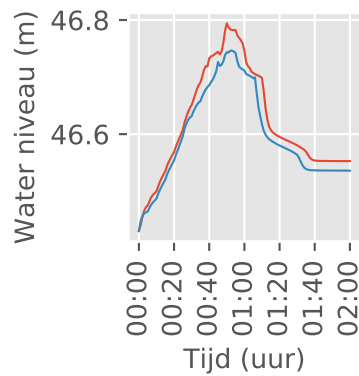
Put: 8372



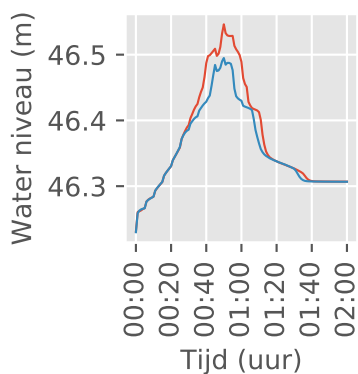
Put: 8373



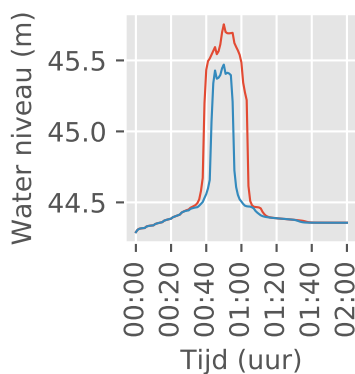
Put: 8374



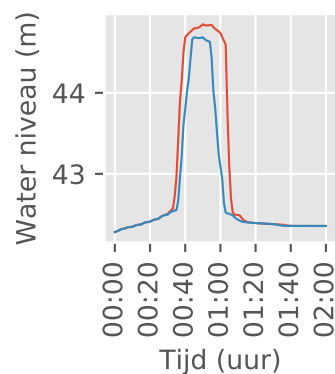
Put: 8375



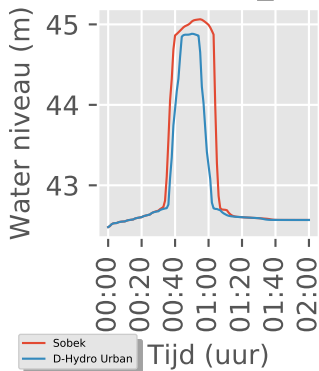
Put: 8376



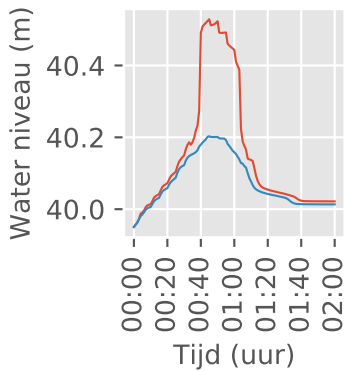
Put: 8377



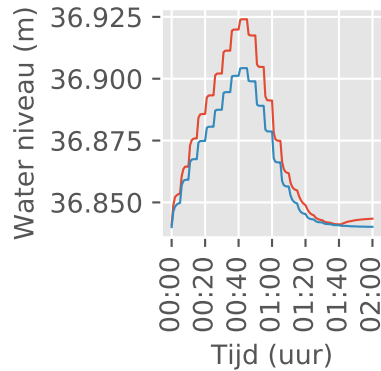
Put: 8377_01



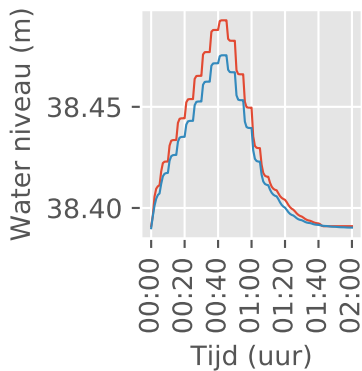
Put: 8379



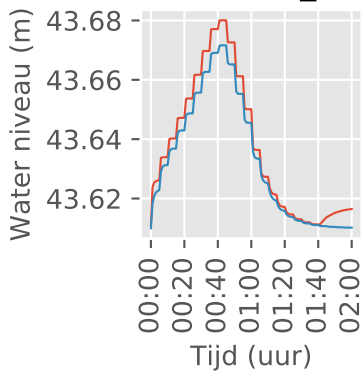
Put: 8380



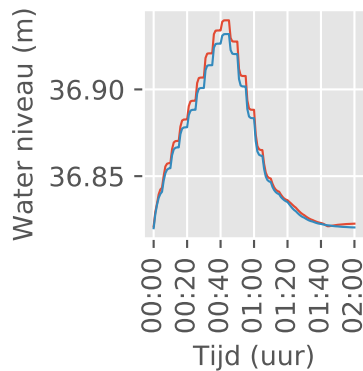
Put: 8381



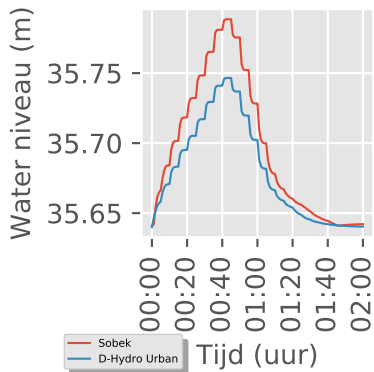
Put: 8381_01



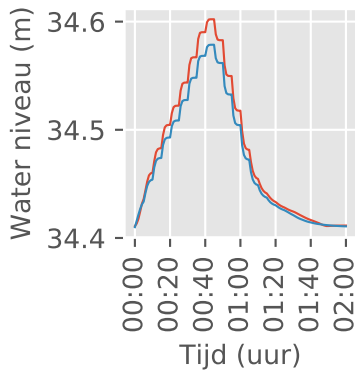
Put: 8382



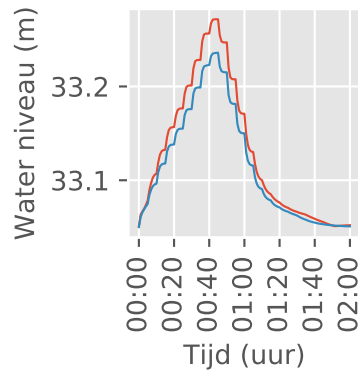
Put: 8383



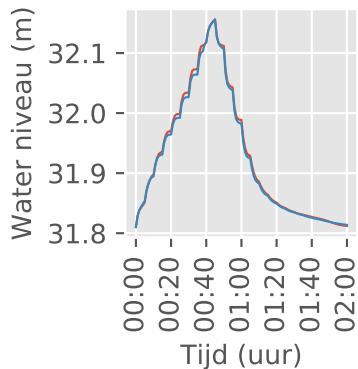
Put: 8384



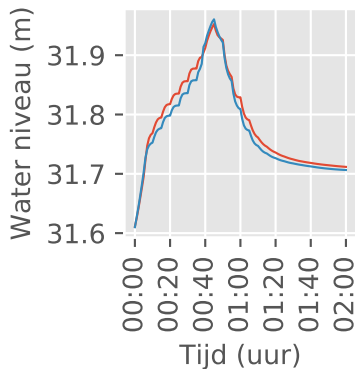
Put: 8385



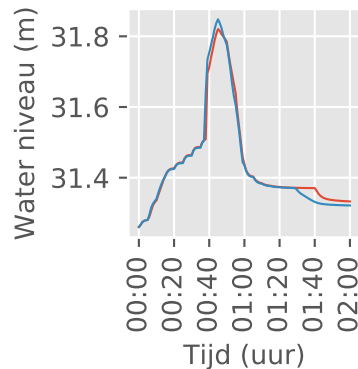
Put: 8386



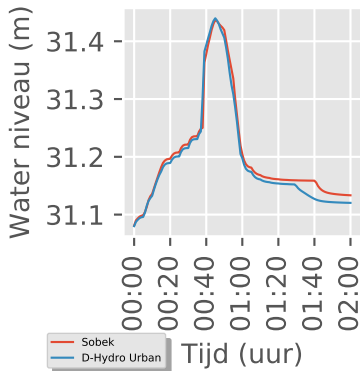
Put: 8387



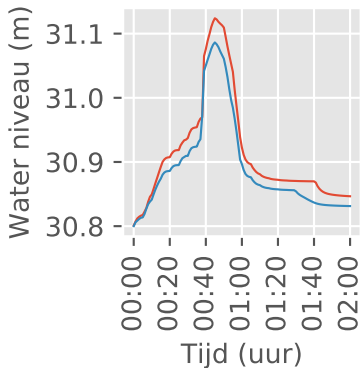
Put: 8388



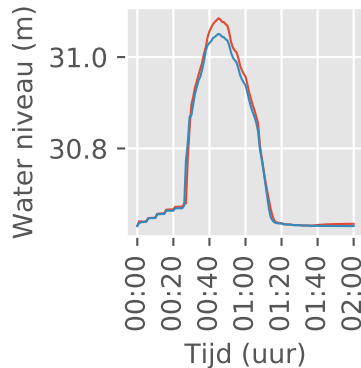
Put: 8388_01



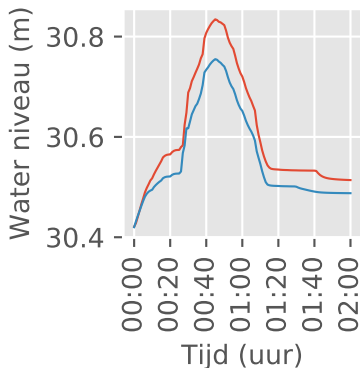
Put: 8389



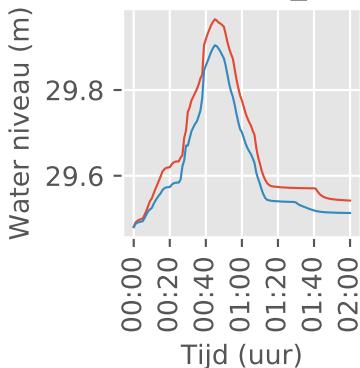
Put: 8390



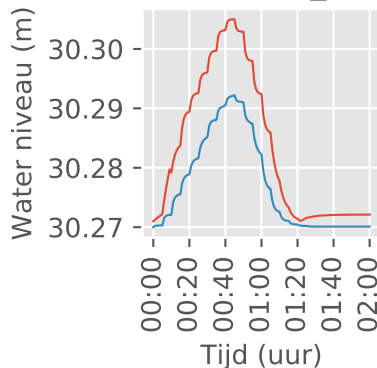
Put: 8391

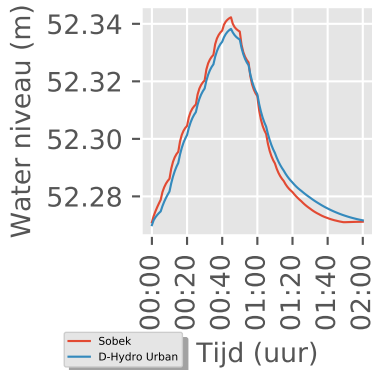
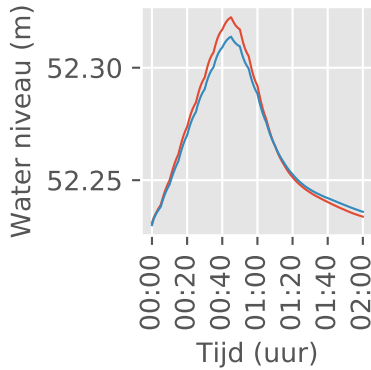
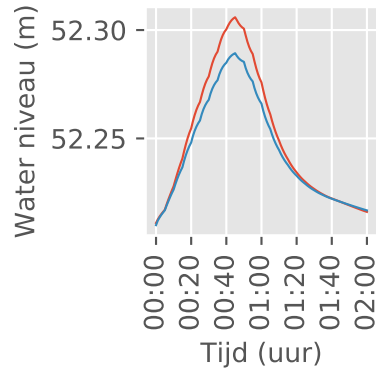
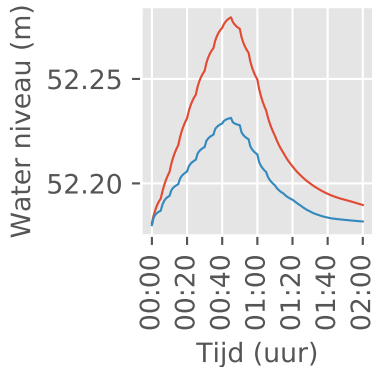
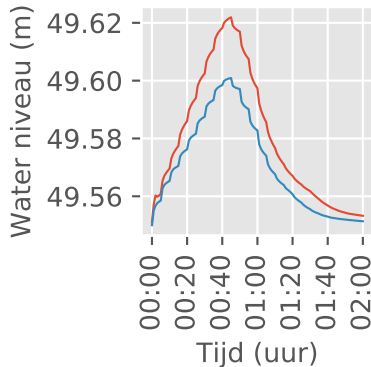
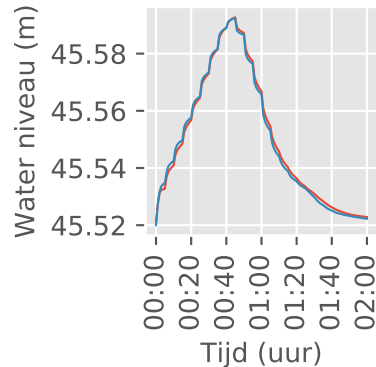


Put: 8391_01

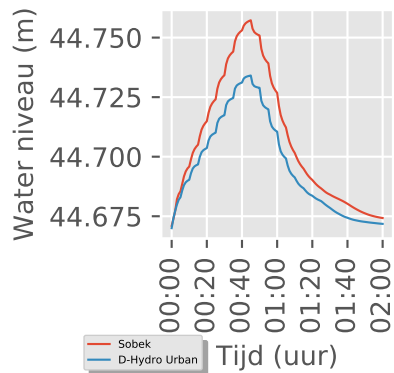


Put: 8398_03

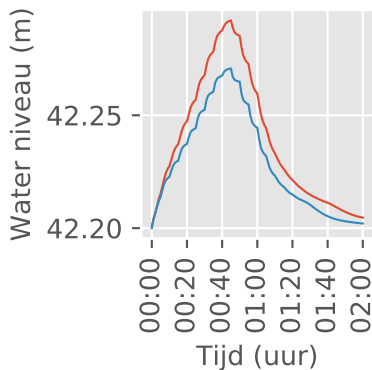


Put: 8411**Put: 8412****Put: 8413****Put: 8414****Put: 8416****Put: 8417**

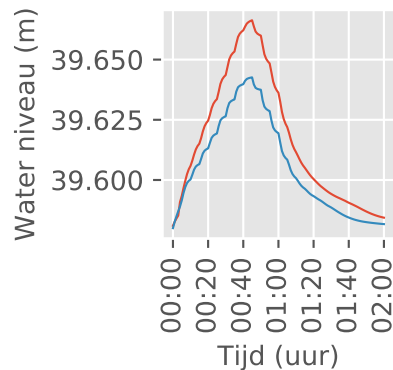
Put: 8418



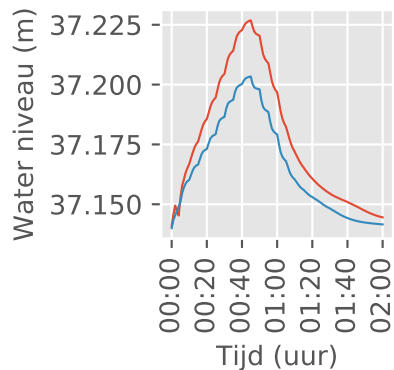
Put: 8419



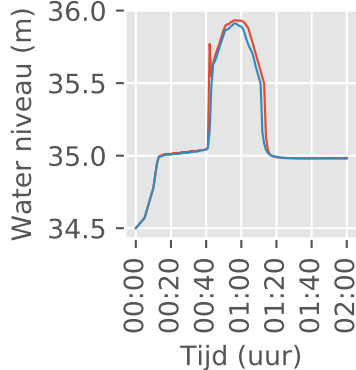
Put: 8420



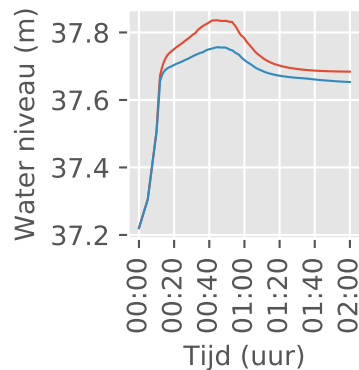
Put: 8421



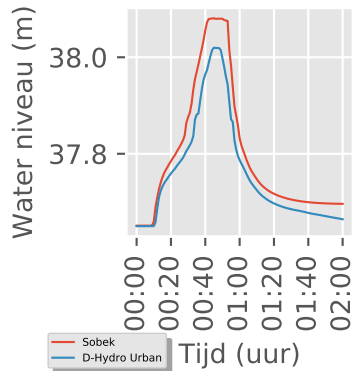
Put: 8422



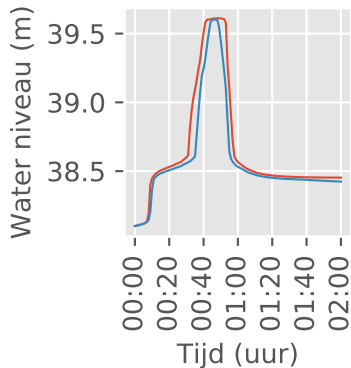
Put: 8423



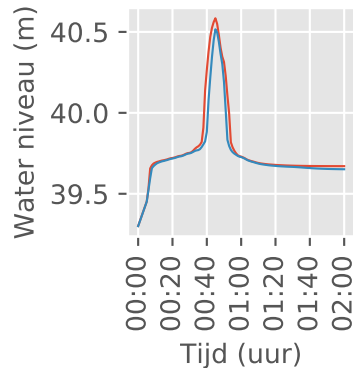
Put: 8423_01



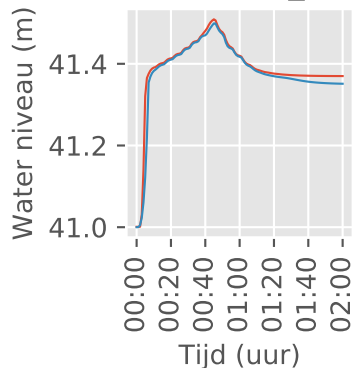
Put: 8423_02



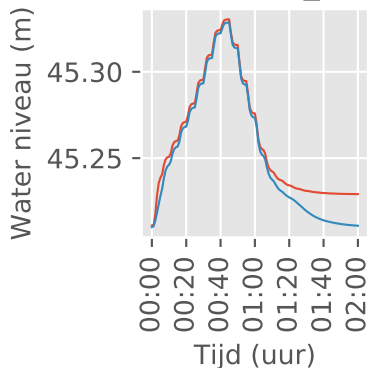
Put: 8423_03



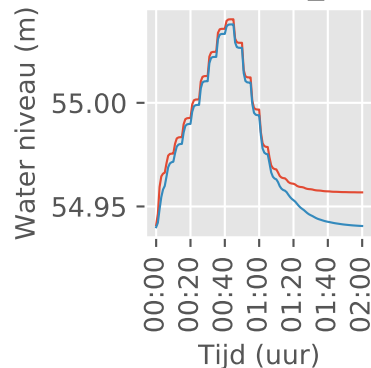
Put: 8423_04



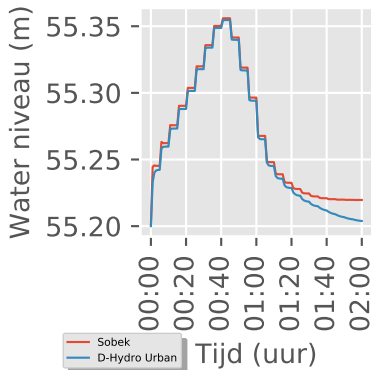
Put: 8423_05



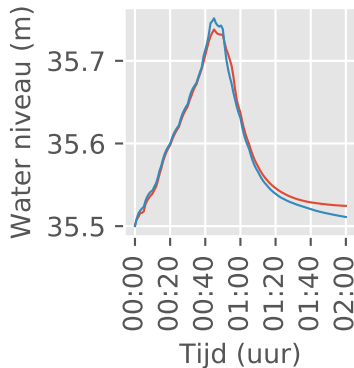
Put: 8423_06



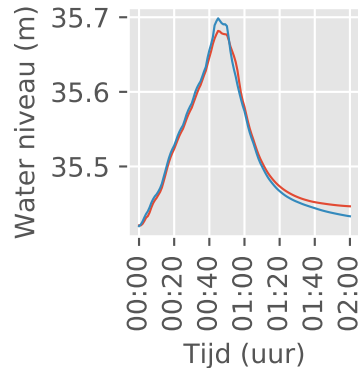
Put: 8423_07



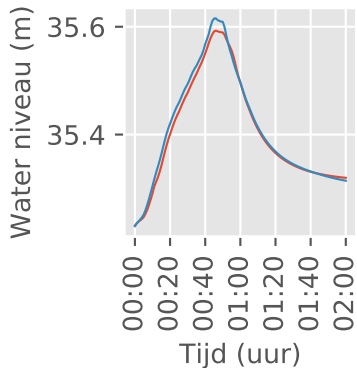
Put: 8424



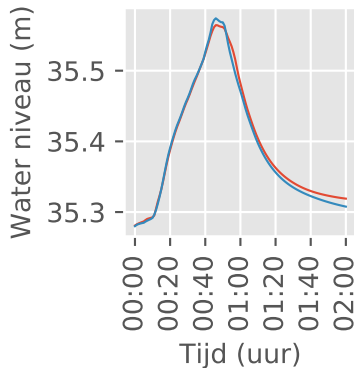
Put: 8425



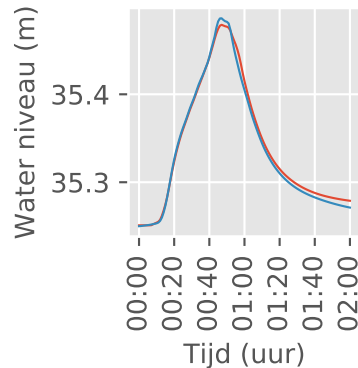
Put: 8426



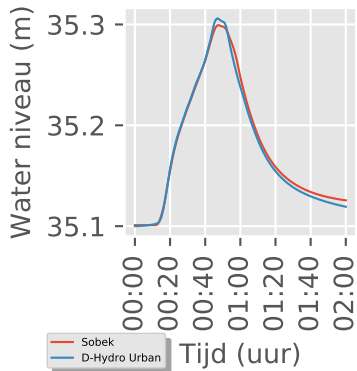
Put: 8427



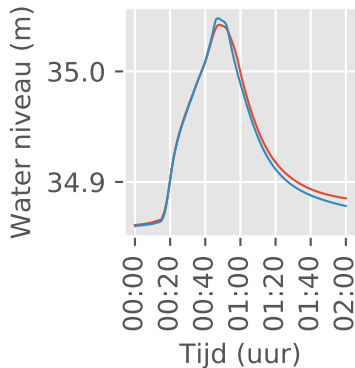
Put: 8428



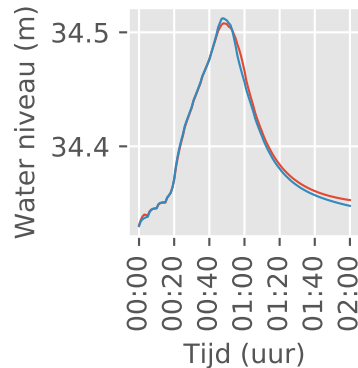
Put: 8429



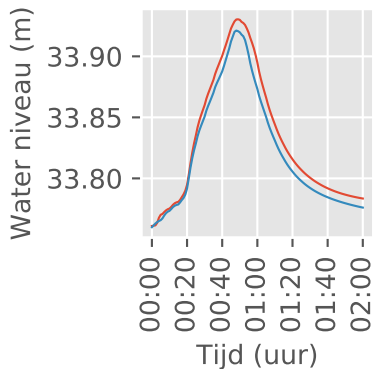
Put: 8430



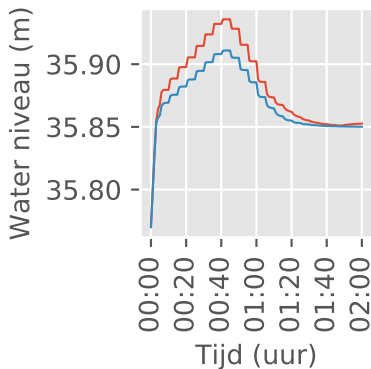
Put: 8431



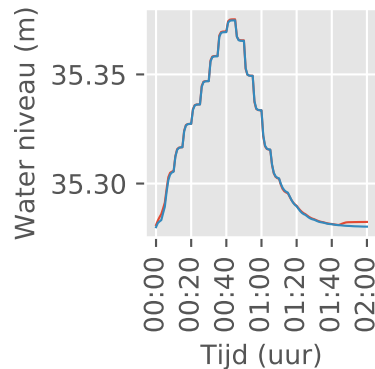
Put: 8432

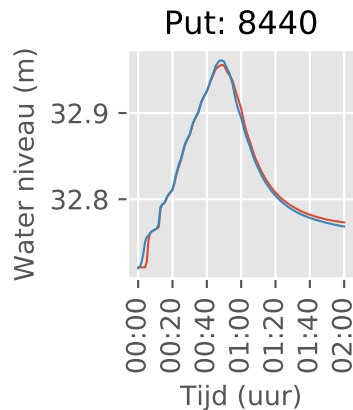
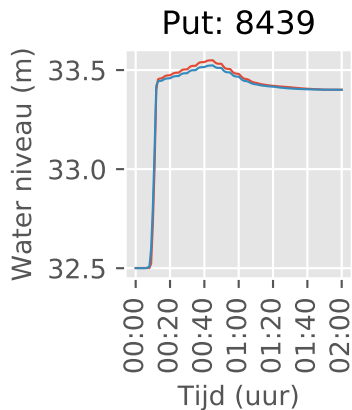
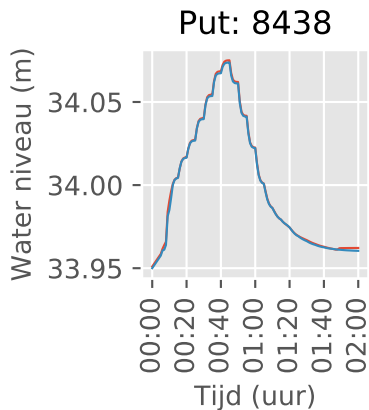
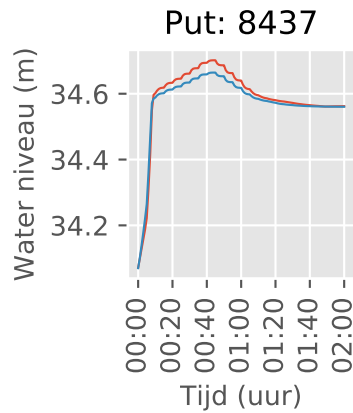
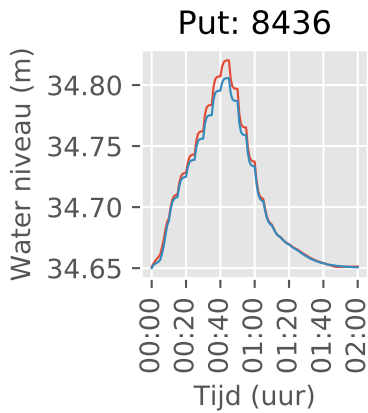
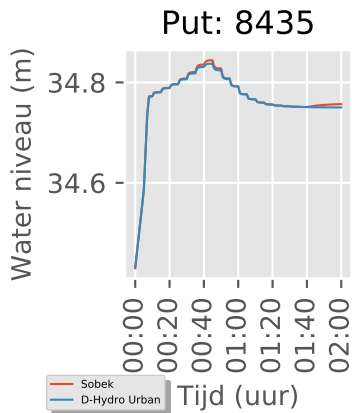


Put: 8433

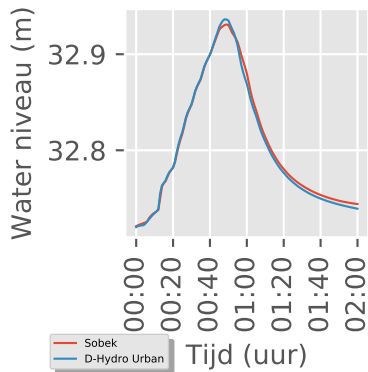


Put: 8434

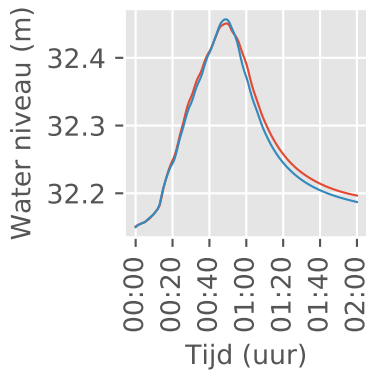




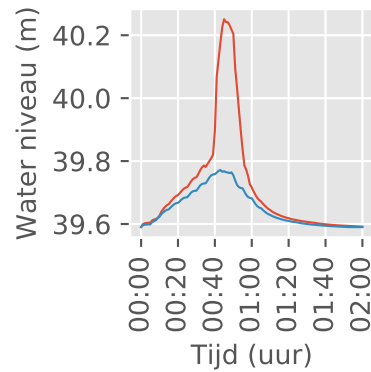
Put: 8442



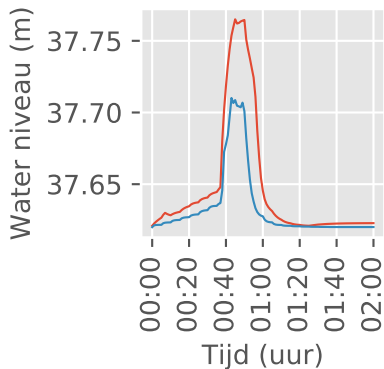
Put: 8443



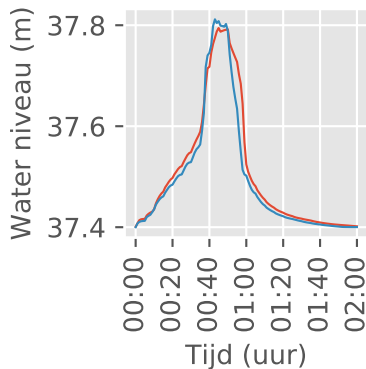
Put: 8444



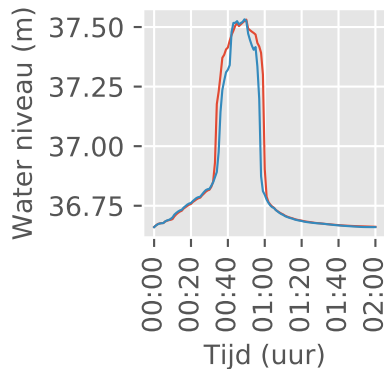
Put: 8445

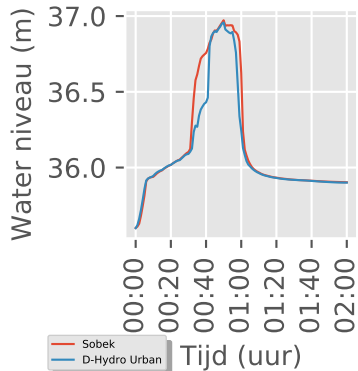
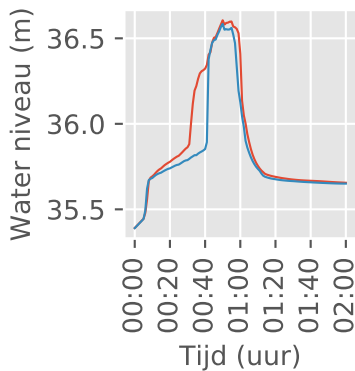
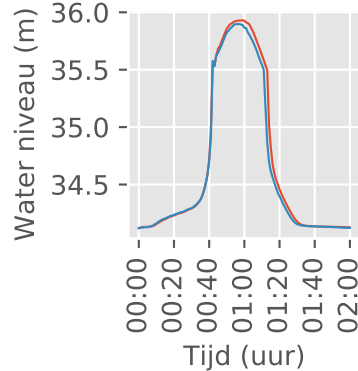
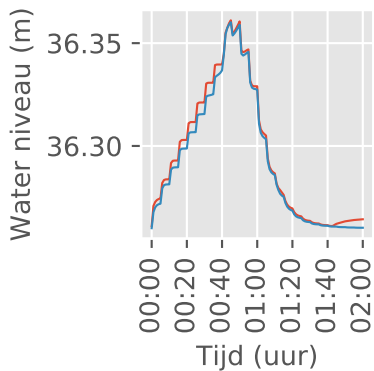
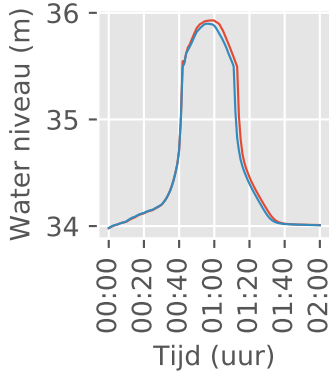
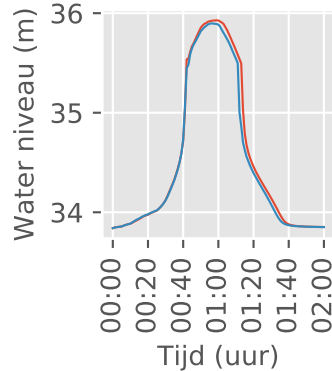


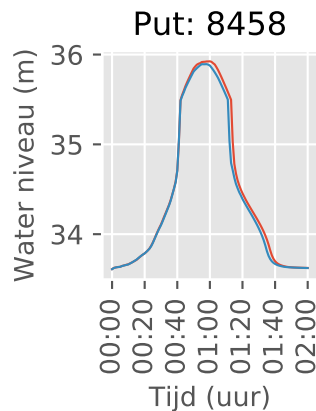
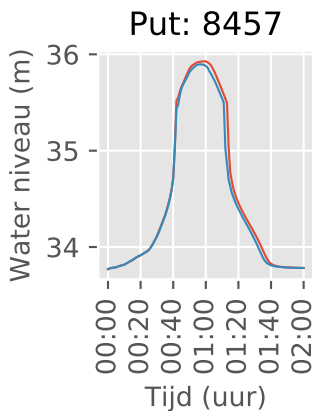
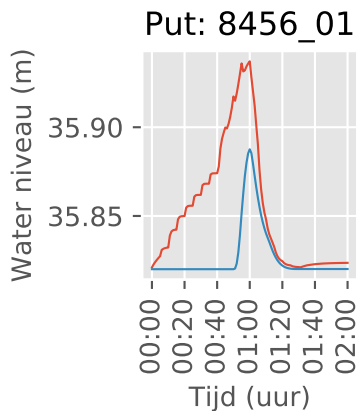
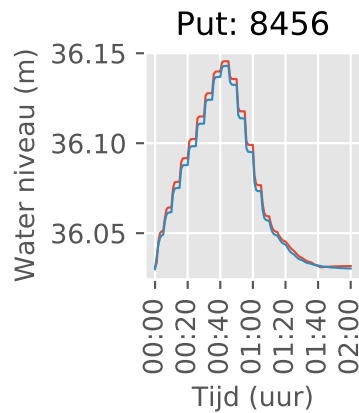
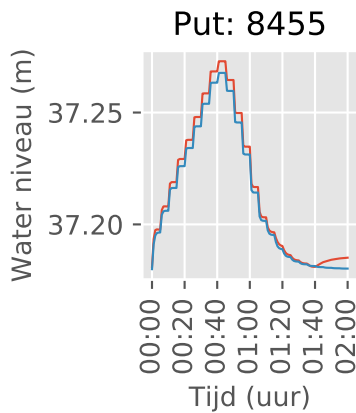
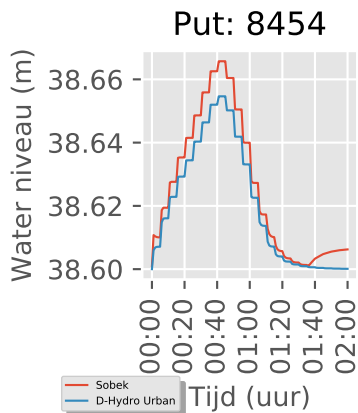
Put: 8446



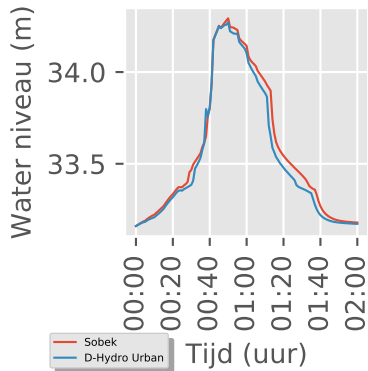
Put: 8447



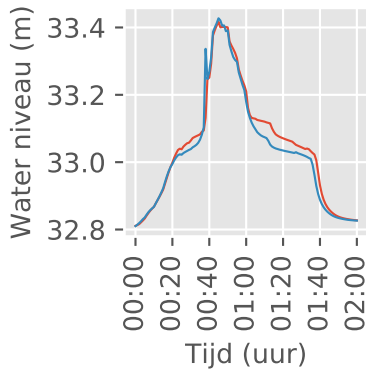
Put: 8448**Put: 8449****Put: 8450****Put: 8451****Put: 8452****Put: 8453**



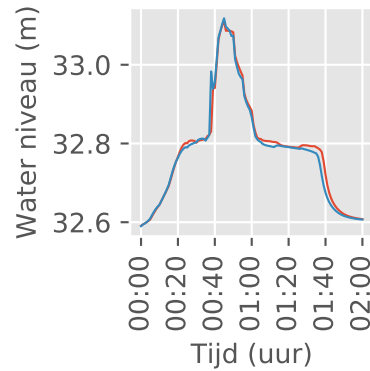
Put: 8459



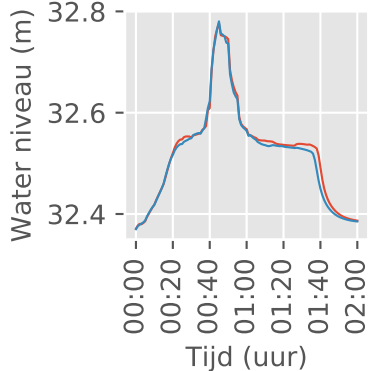
Put: 8460



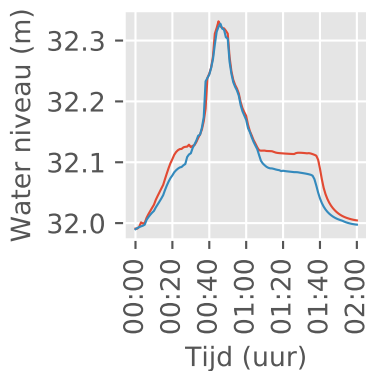
Put: 8461



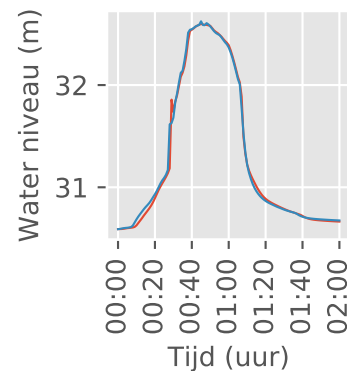
Put: 8462



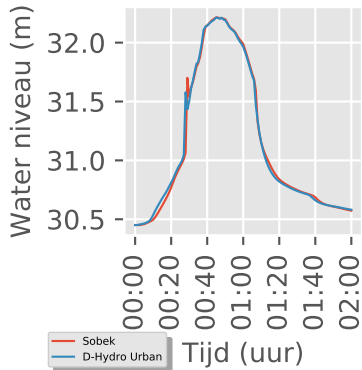
Put: 8463



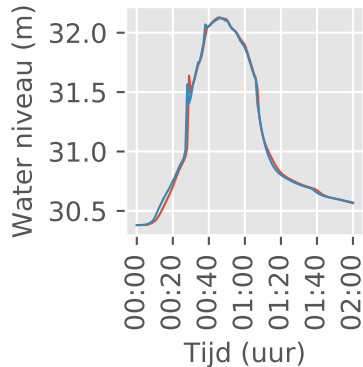
Put: 8464



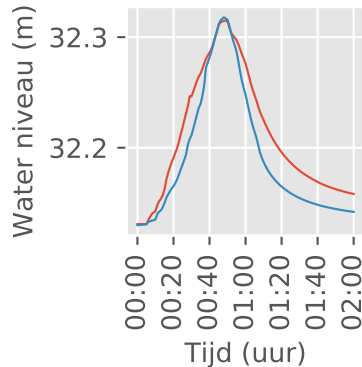
Put: 8465



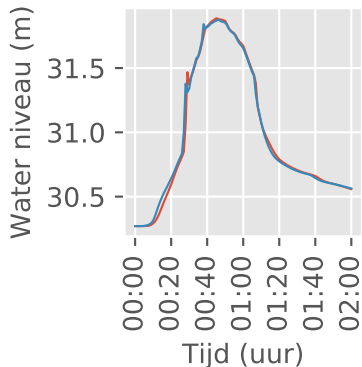
Put: 8474V



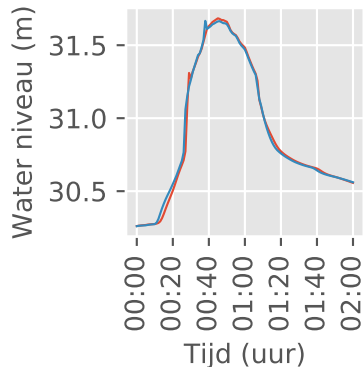
Put: 8474_01V



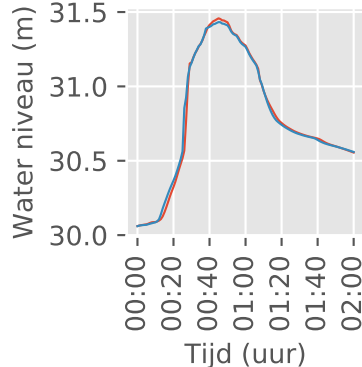
Put: 8475V

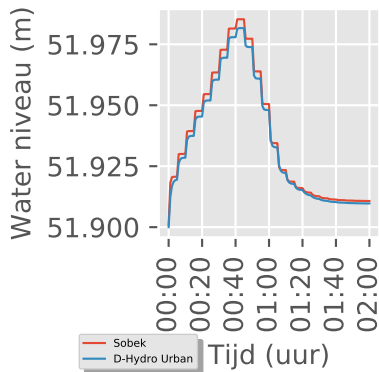
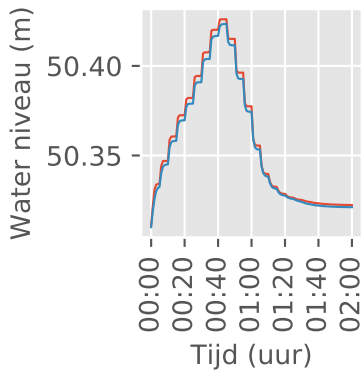
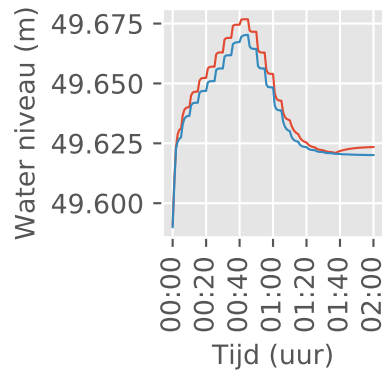
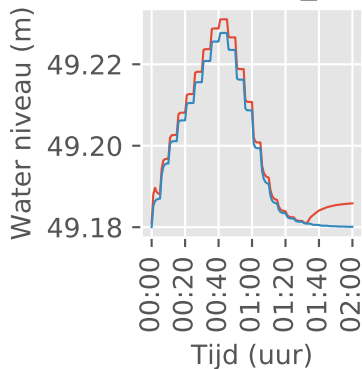
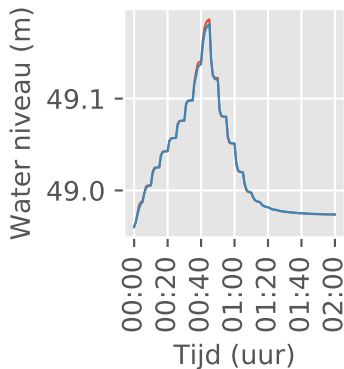
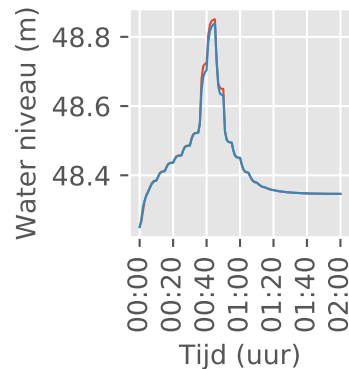


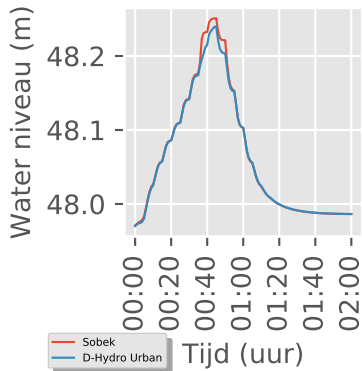
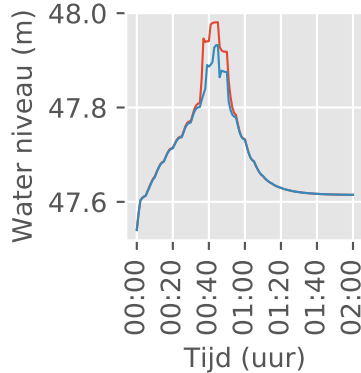
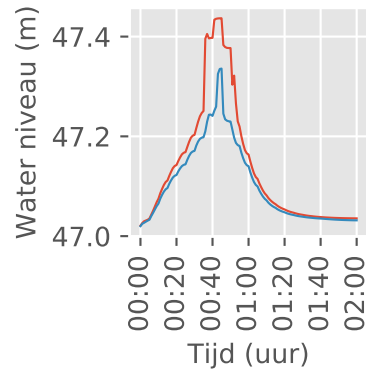
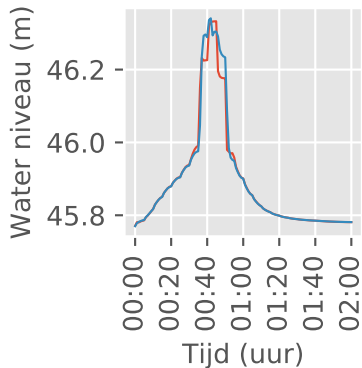
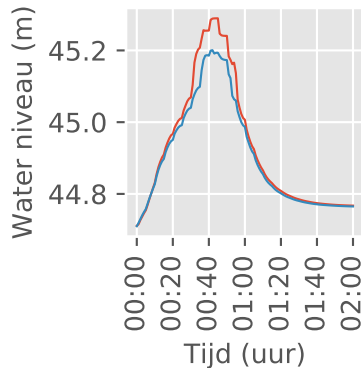
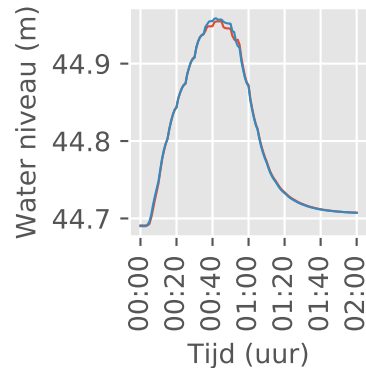
Put: 8476V



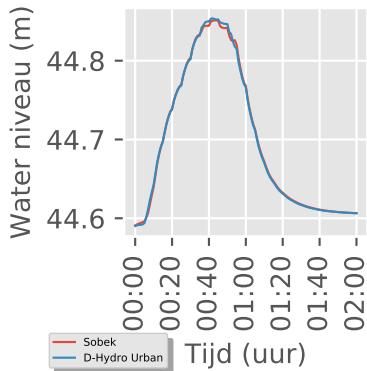
Put: 8476_01V



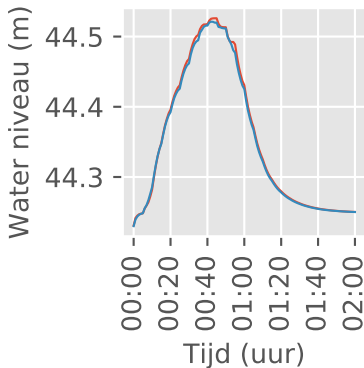
Put: 8477**Put: 8478****Put: 8479****Put: 8479_01****Put: 8480****Put: 8481**

Put: 8482**Put: 8483****Put: 8484****Put: 8485****Put: 8485A****Put: 8486**

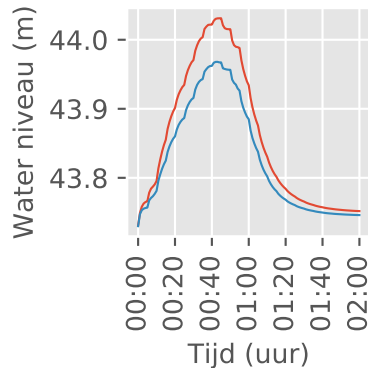
Put: 8486A



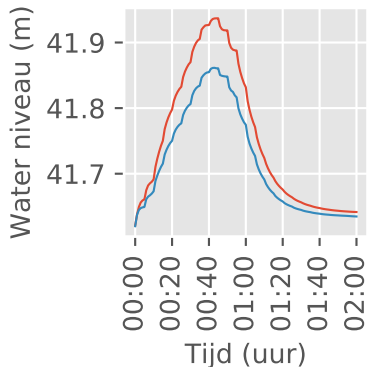
Put: 8487



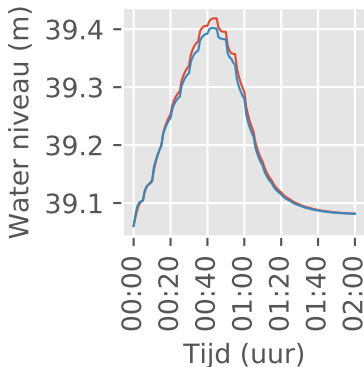
Put: 8488



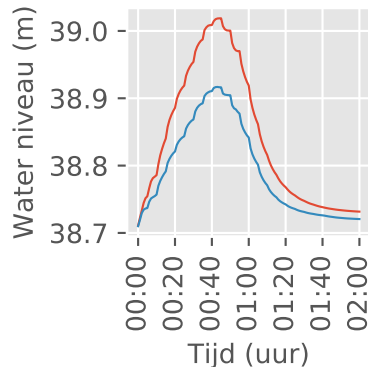
Put: 8489

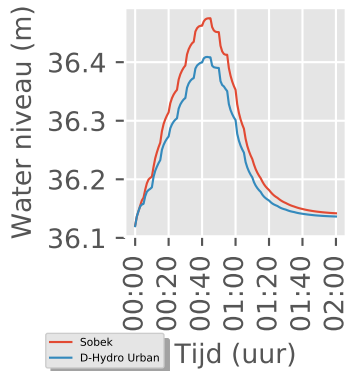
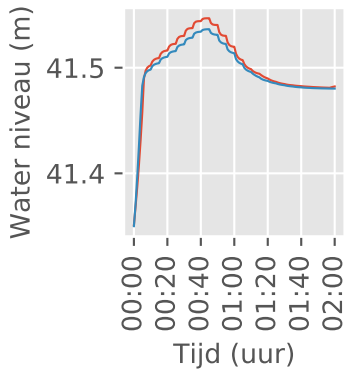
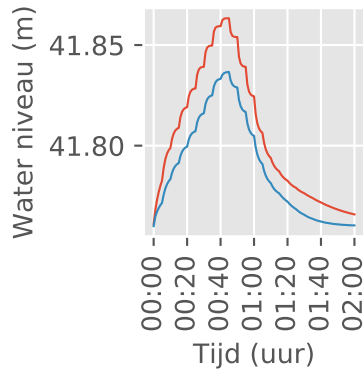
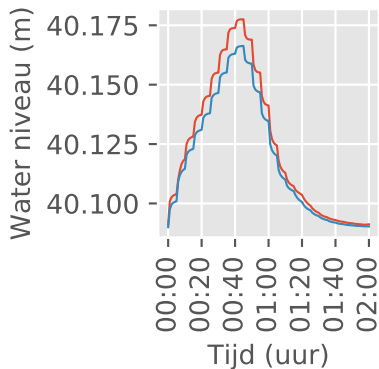
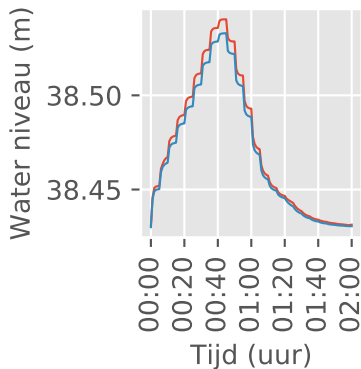
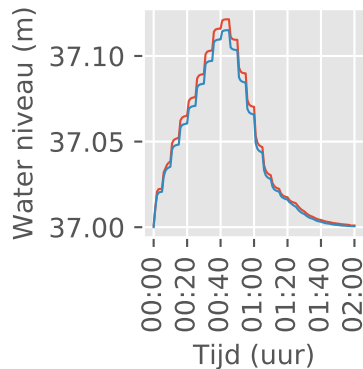


Put: 8490

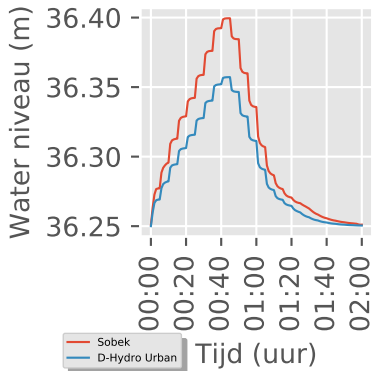


Put: 8490_01

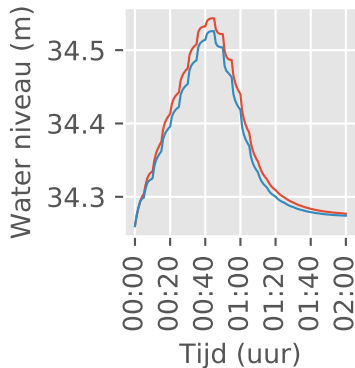


Put: 8491**Put: 8492****Put: 8492_01****Put: 8493****Put: 8494****Put: 8495**

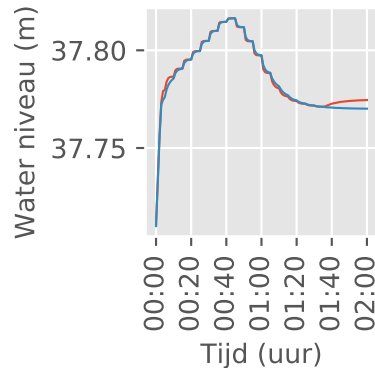
Put: 8495_01



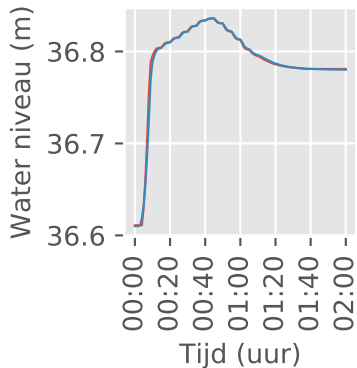
Put: 8496



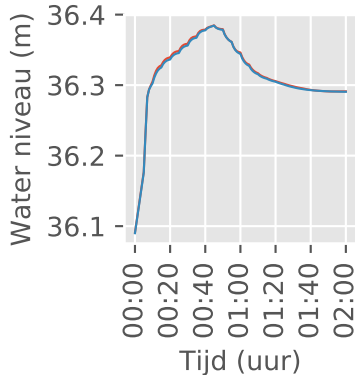
Put: 8497



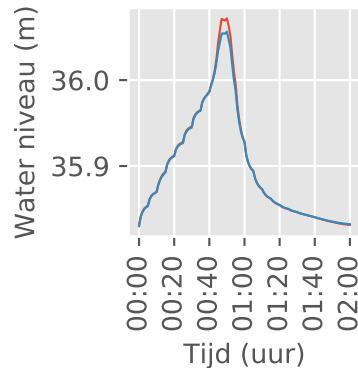
Put: 8498



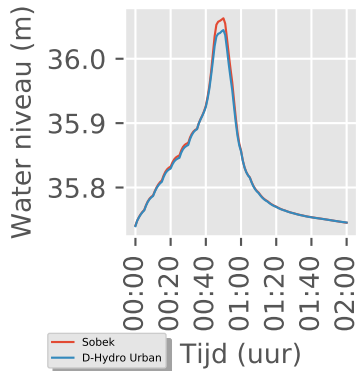
Put: 8499



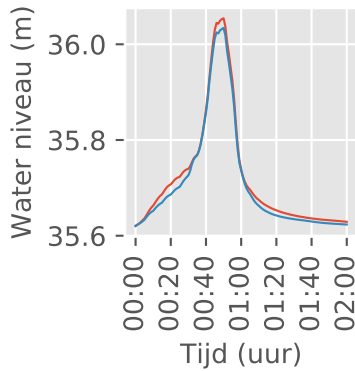
Put: 8500



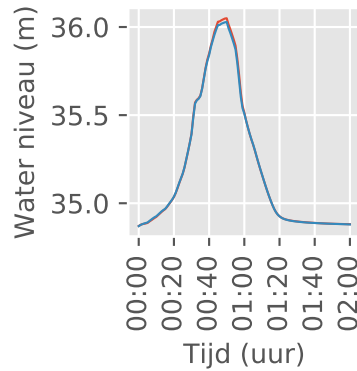
Put: 8501



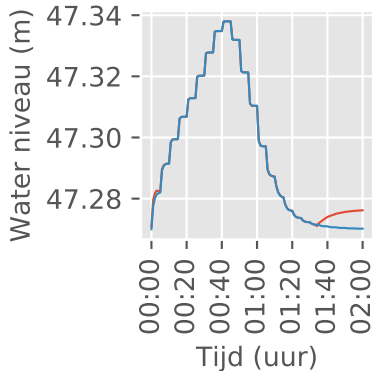
Put: 8502



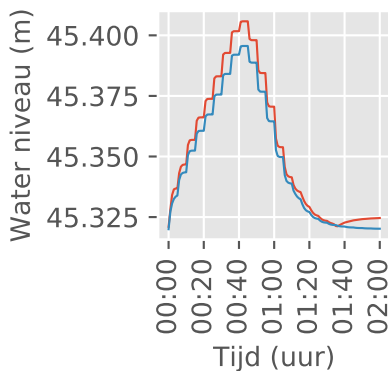
Put: 8503



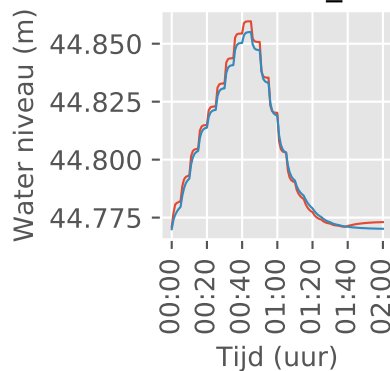
Put: 8504



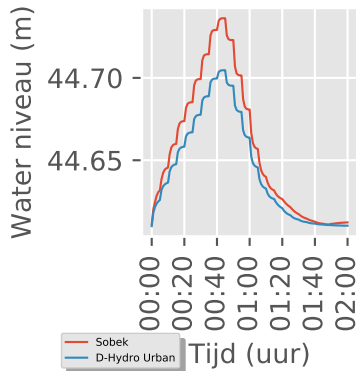
Put: 8505



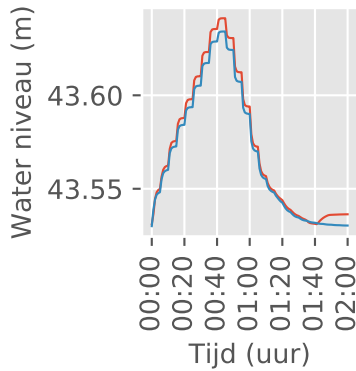
Put: 8505_01



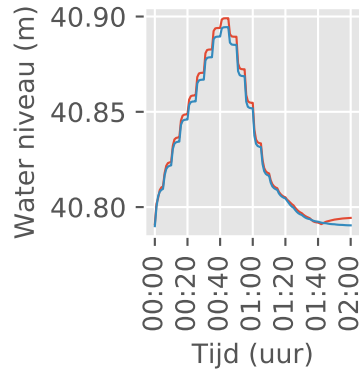
Put: 8505_02



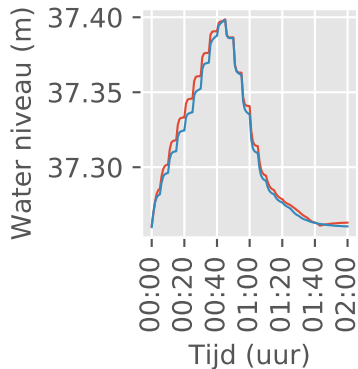
Put: 8505_03



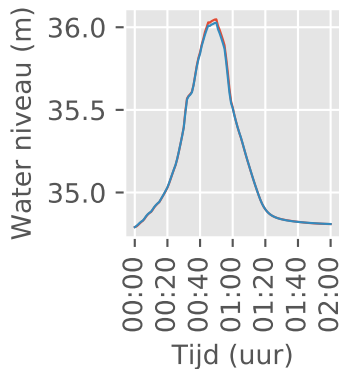
Put: 8506



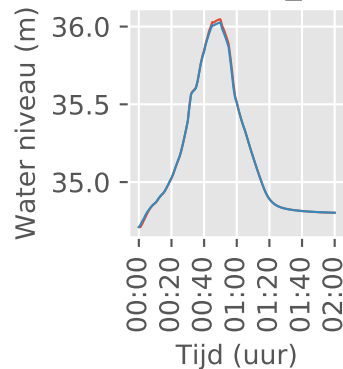
Put: 8507

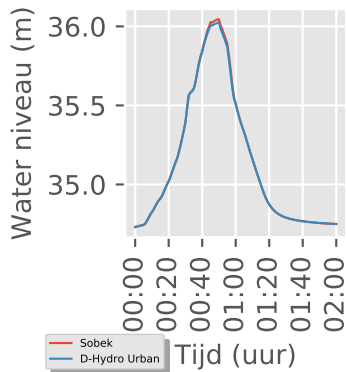
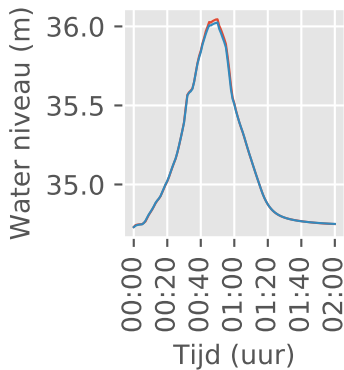
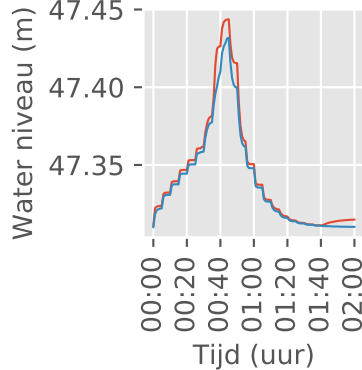
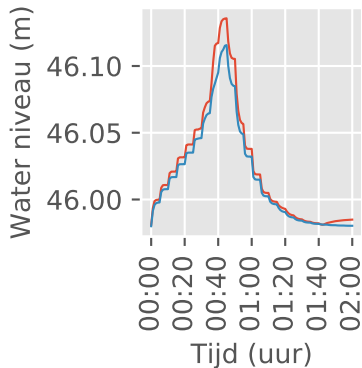
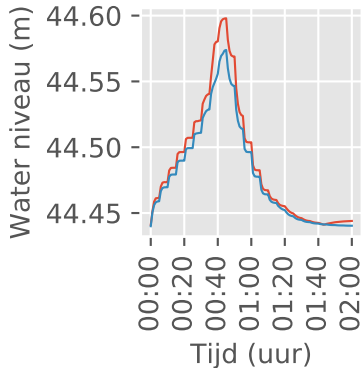
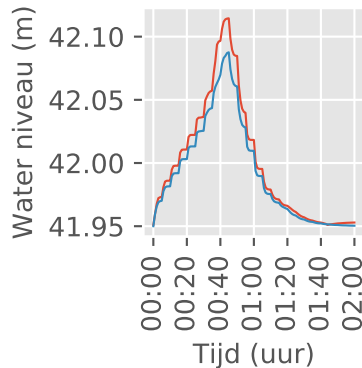


Put: 8508

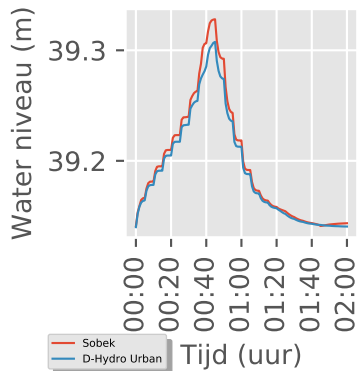


Put: 8508_01

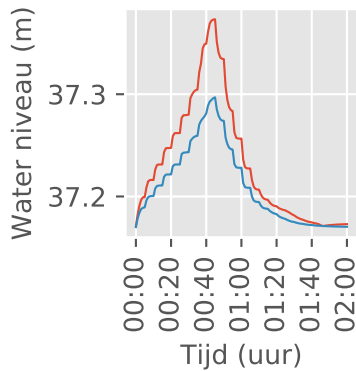


Put: 8509**Put: 8509f****Put: 8510****Put: 8511****Put: 8512****Put: 8513**

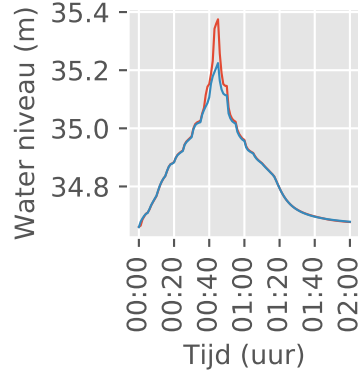
Put: 8514



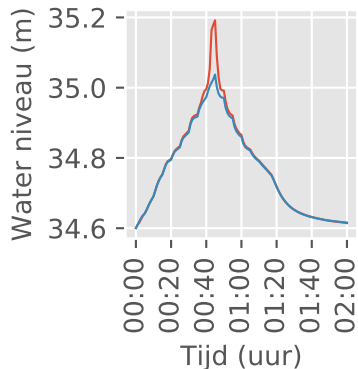
Put: 8515



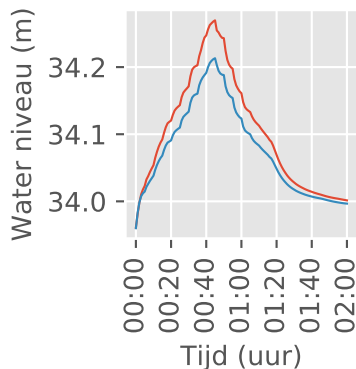
Put: 8516



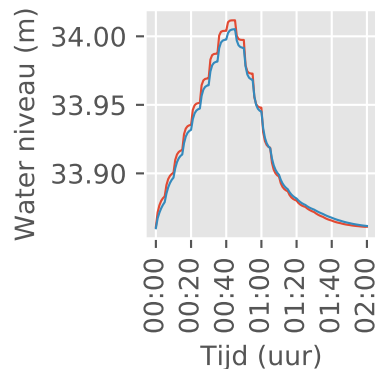
Put: 8517



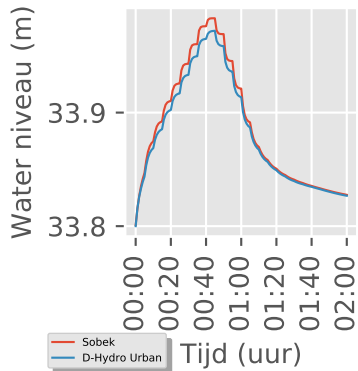
Put: 8518



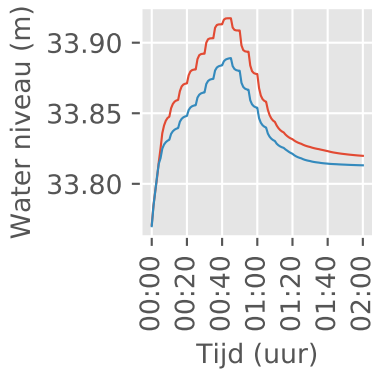
Put: 8519



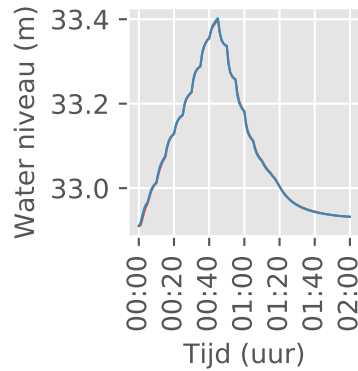
Put: 8520



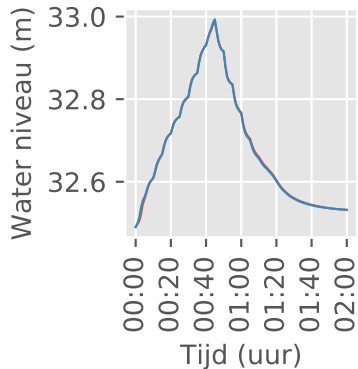
Put: 8521



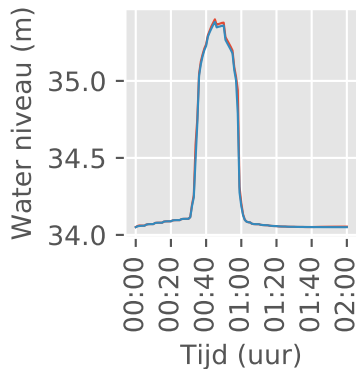
Put: 8522



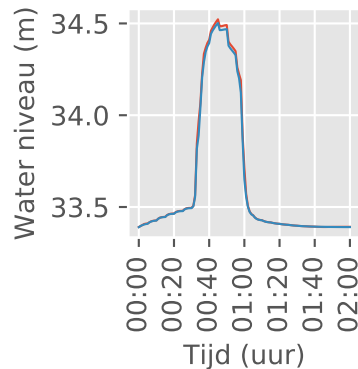
Put: 8523

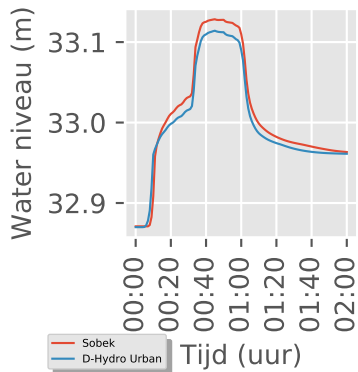
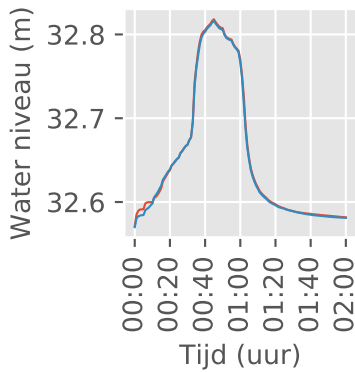
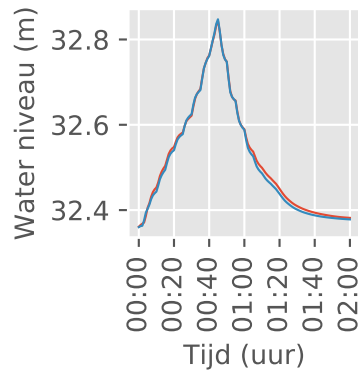
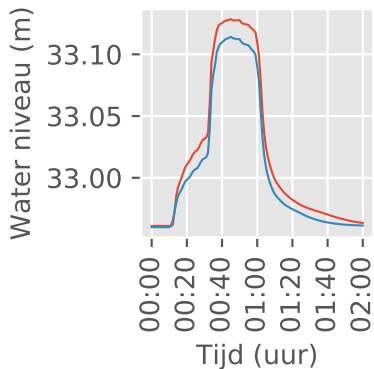
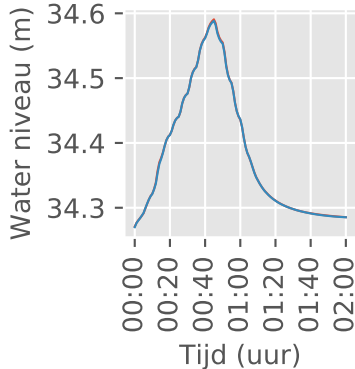
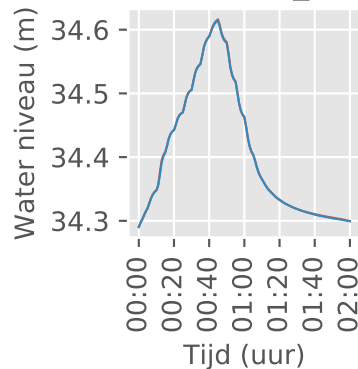


Put: 8524

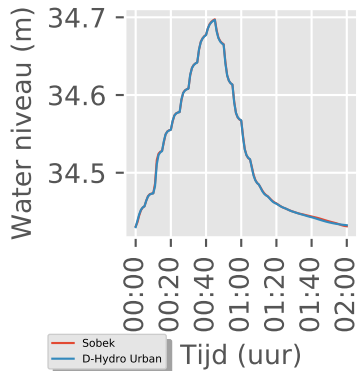


Put: 8525

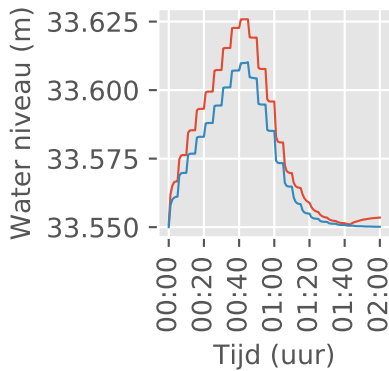


Put: 8528**Put: 8529****Put: 8530****Put: 85311****Put: 8532****Put: 8532_01**

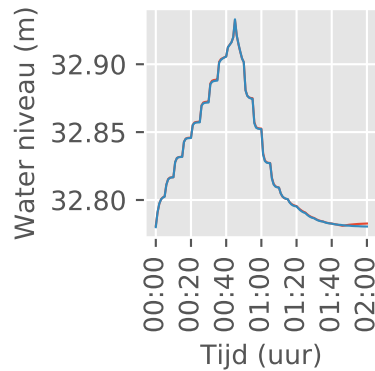
Put: 8533



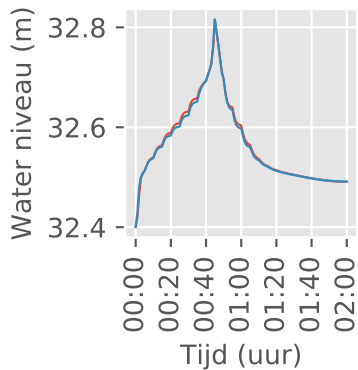
Put: 8534



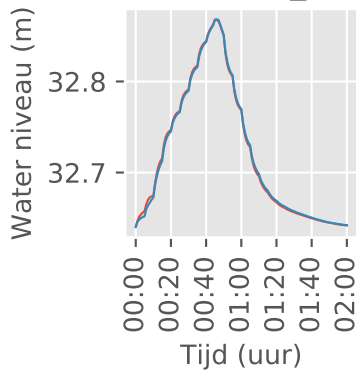
Put: 8535



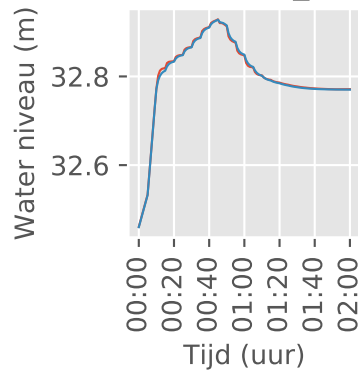
Put: 8536



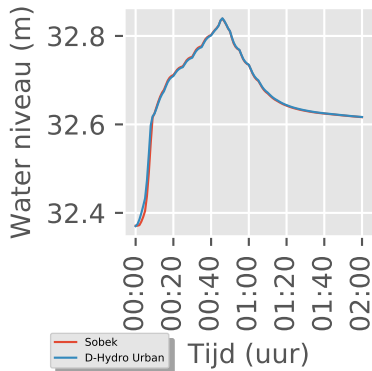
Put: 8536_04



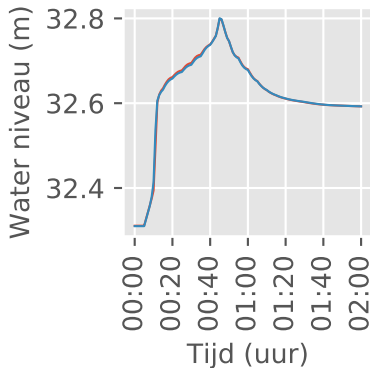
Put: 8536_05



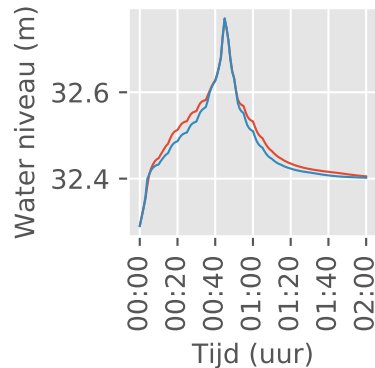
Put: 8536_06



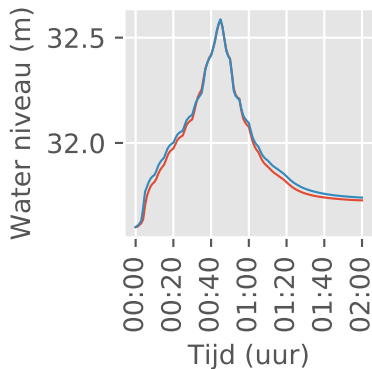
Put: 8536_07



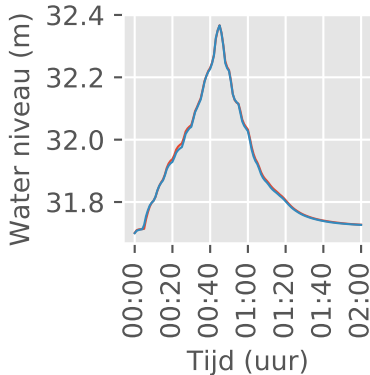
Put: 8536_08



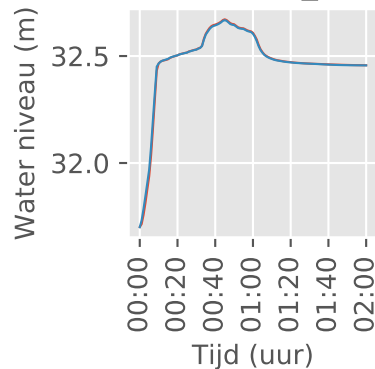
Put: 8537



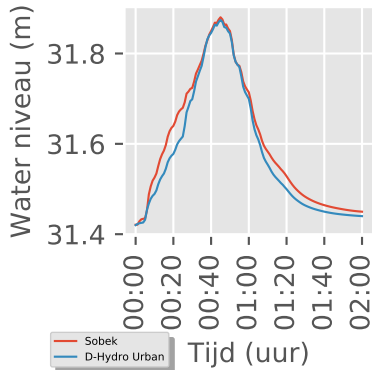
Put: 8538



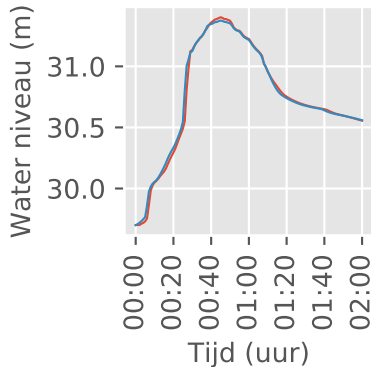
Put: 8538_01



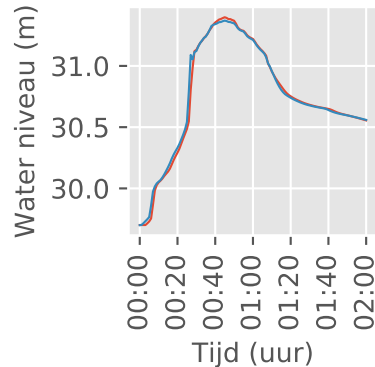
Put: 8539



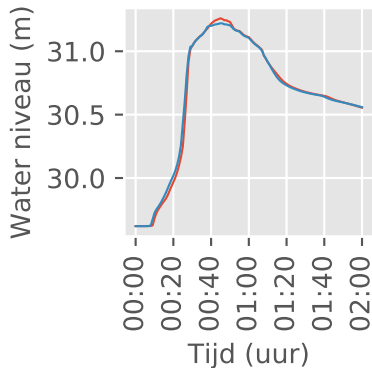
Put: 8540



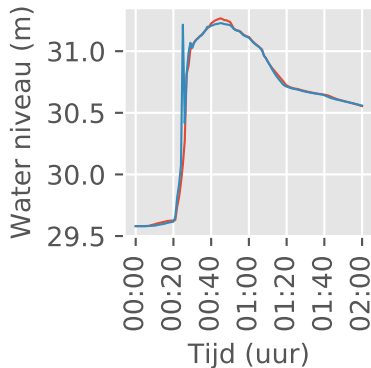
Put: 8540_01



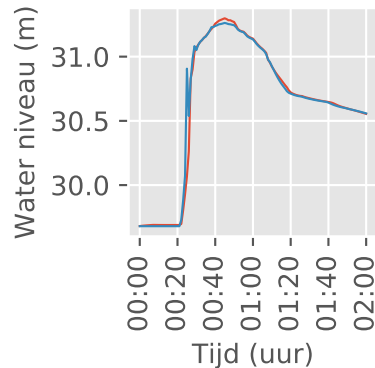
Put: 8541



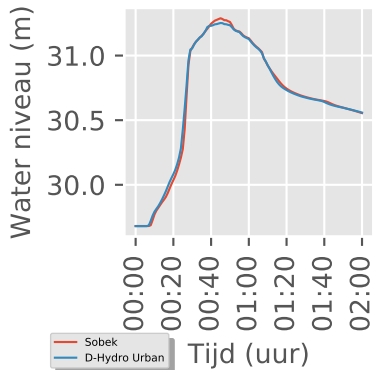
Put: 8541_01



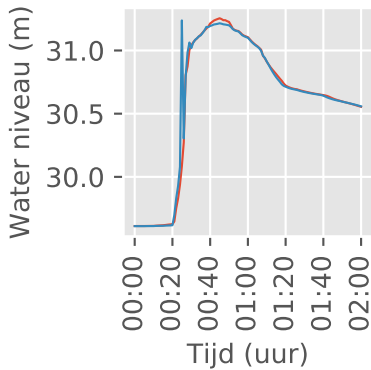
Put: 8541_02



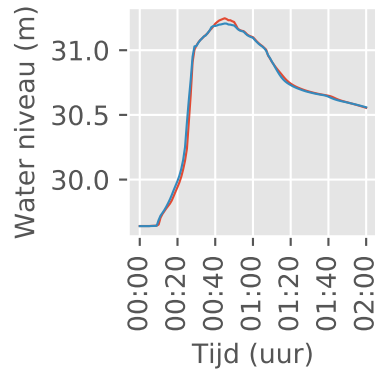
Put: 8541_03



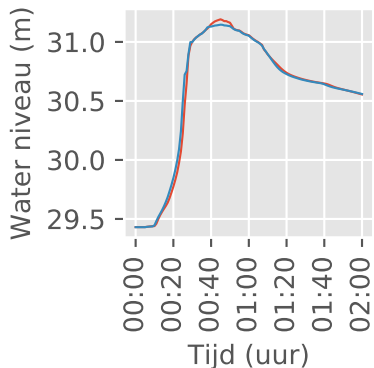
Put: 8541_04



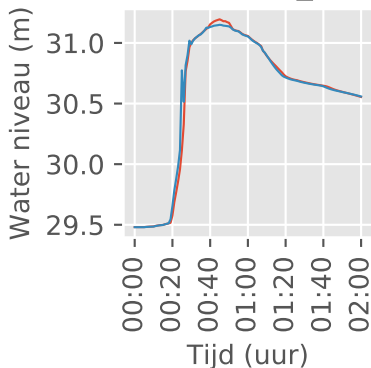
Put: 8541_05



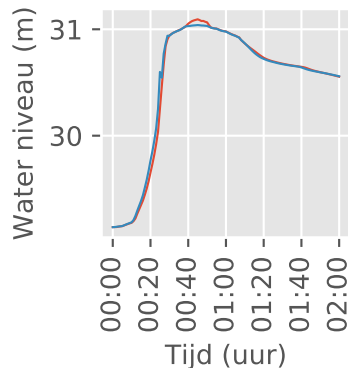
Put: 8542



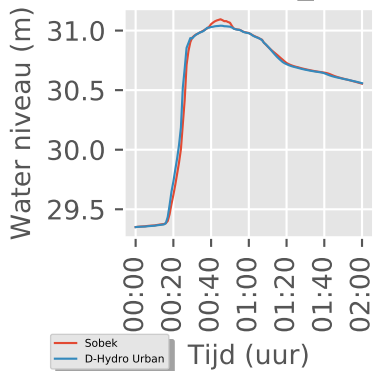
Put: 8542_01



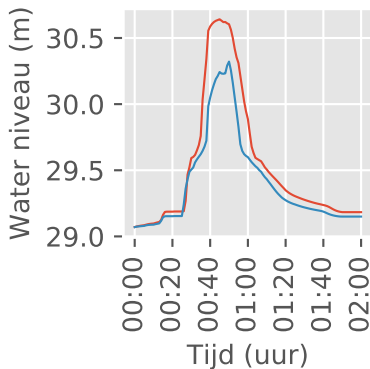
Put: 8543



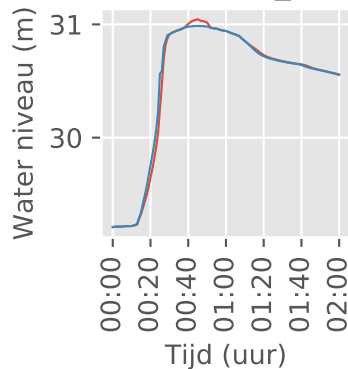
Put: 8543_01



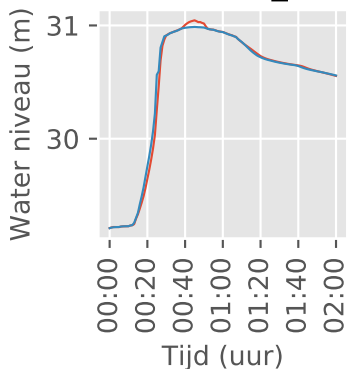
Put: 8544



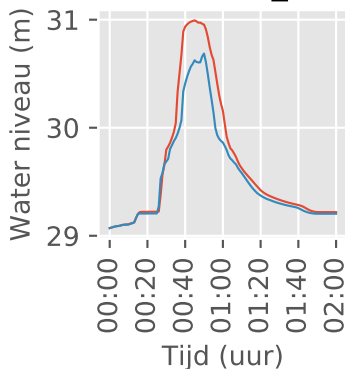
Put: 8544_01



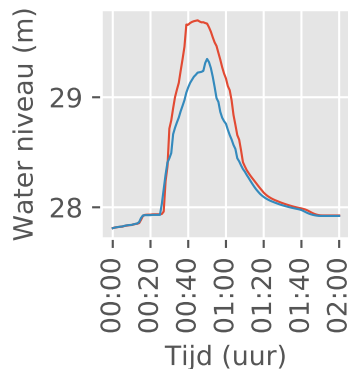
Put: 8544_02



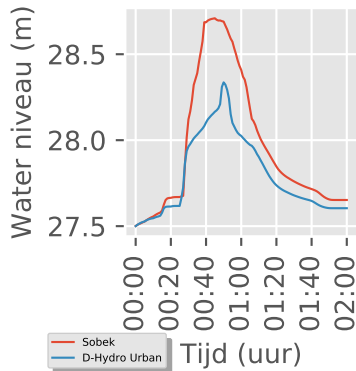
Put: 8544_03



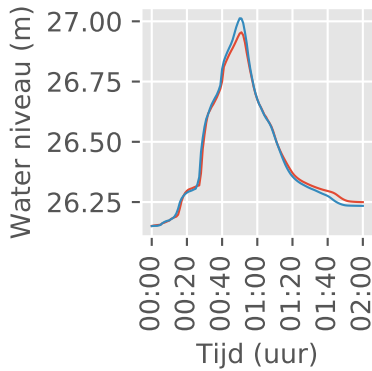
Put: 8545



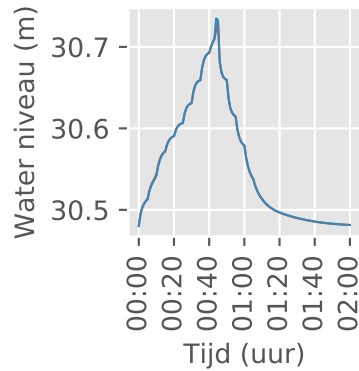
Put: 8546



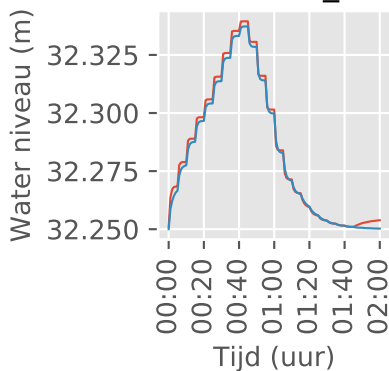
Put: 8547



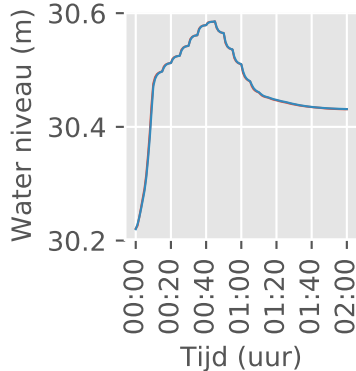
Put: 8552



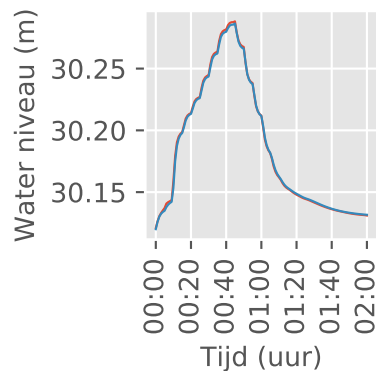
Put: 8553_01



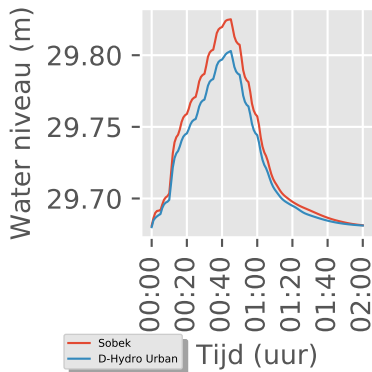
Put: 8554



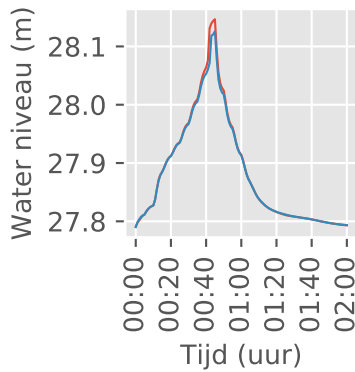
Put: 8555



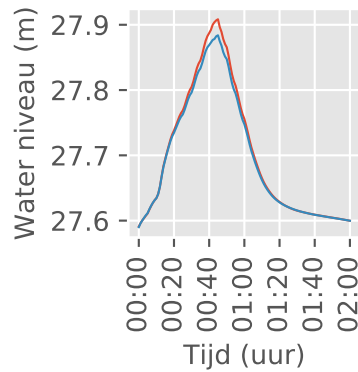
Put: 8556



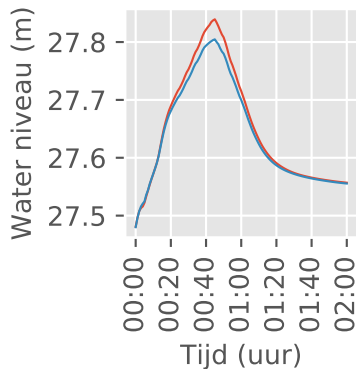
Put: 8557



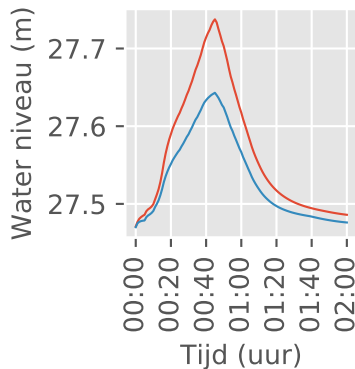
Put: 8558



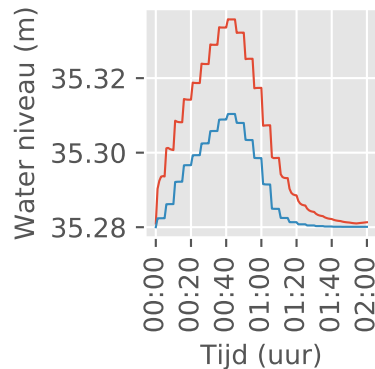
Put: 8559



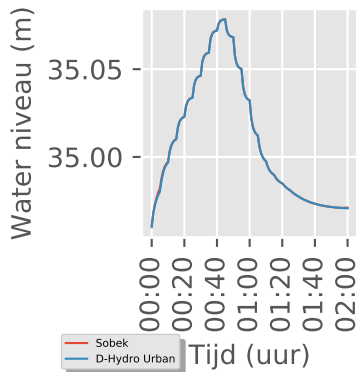
Put: 8560



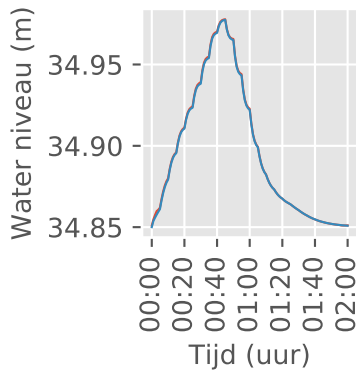
Put: 8561



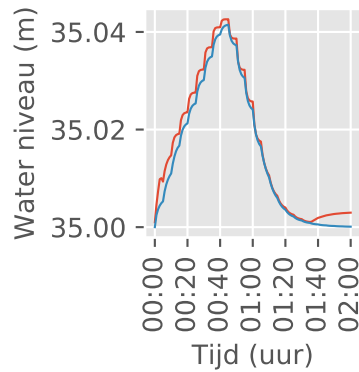
Put: 8562



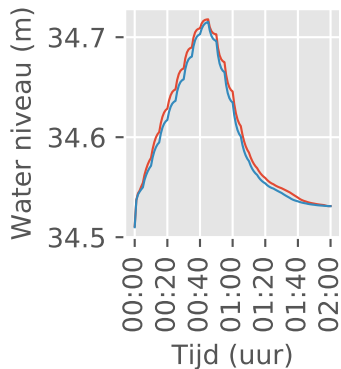
Put: 8563



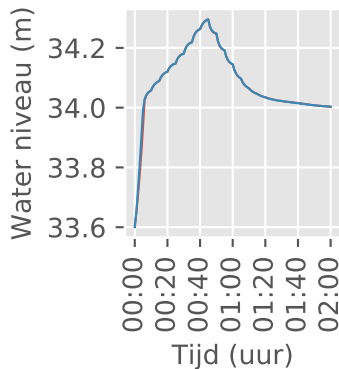
Put: 8564



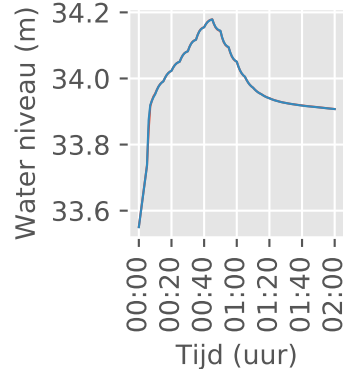
Put: 8565

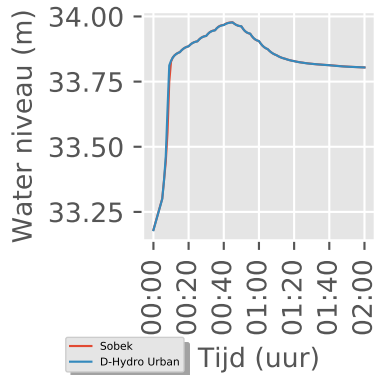
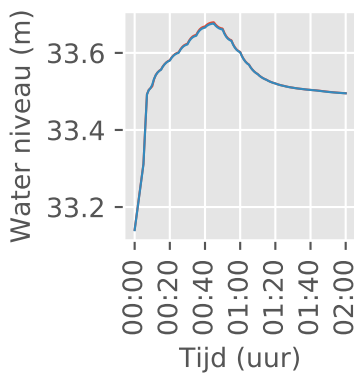
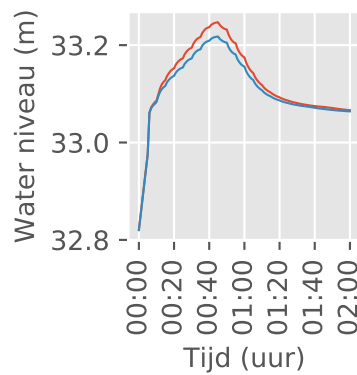
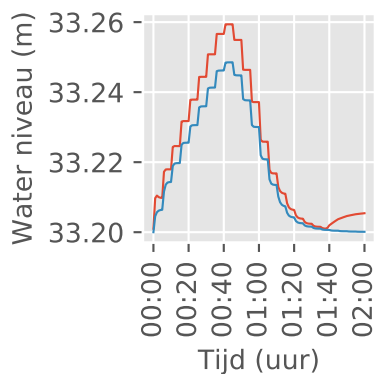
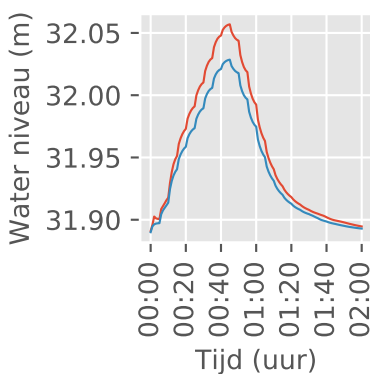
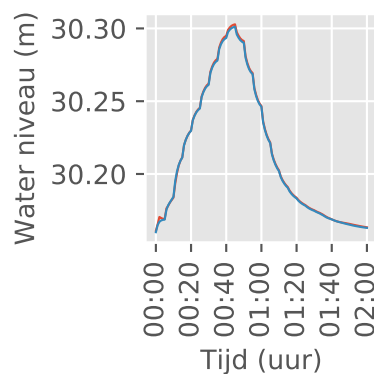


Put: 8566

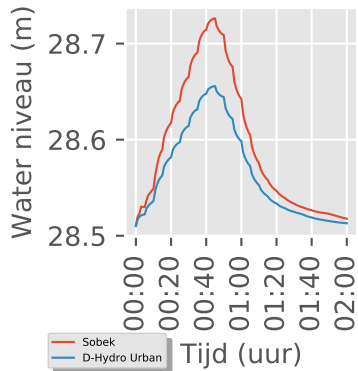


Put: 8567

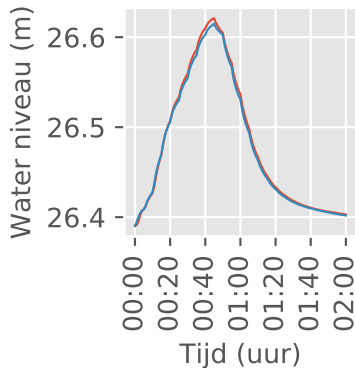


Put: 8568**Put: 8569****Put: 8570****Put: 8571****Put: 8572****Put: 8573**

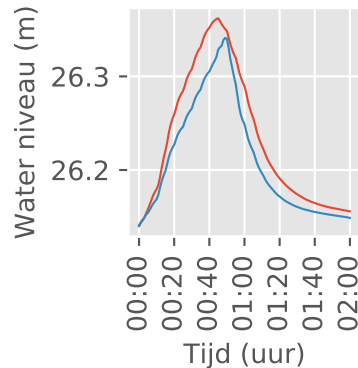
Put: 8574



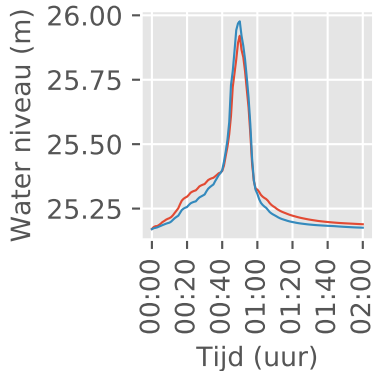
Put: 8575



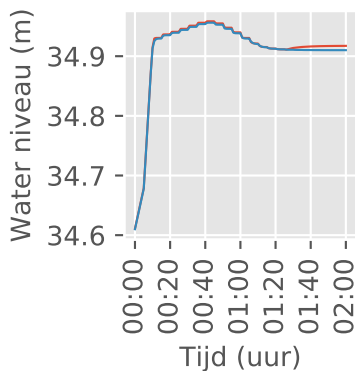
Put: 8576



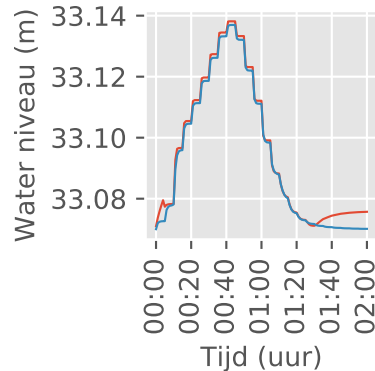
Put: 8577

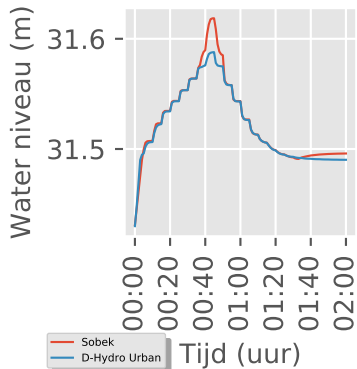
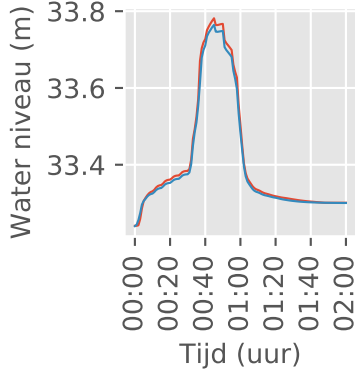
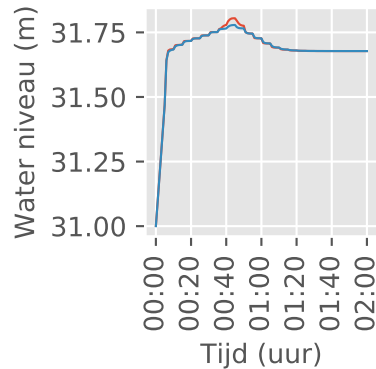
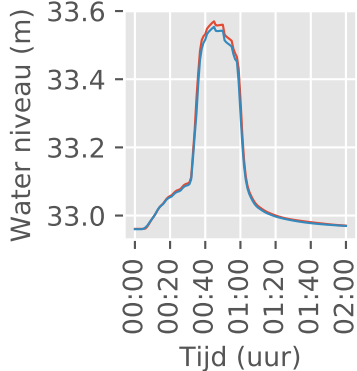
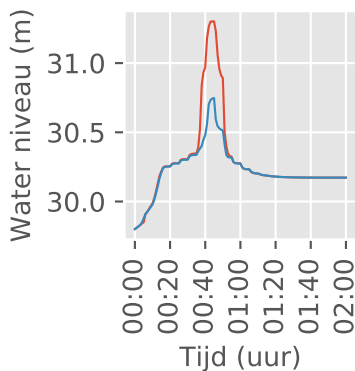
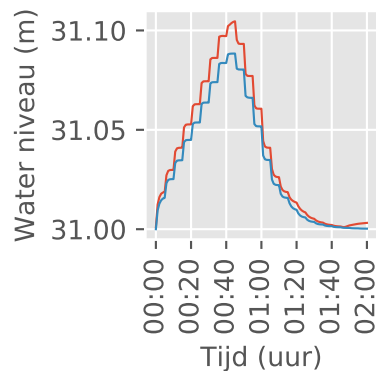


Put: 8580

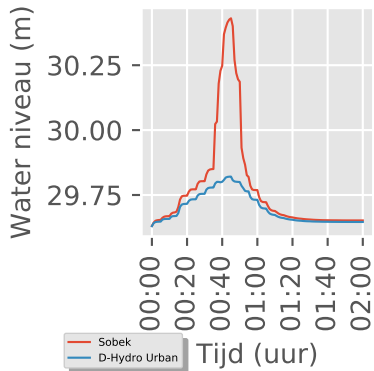


Put: 8581

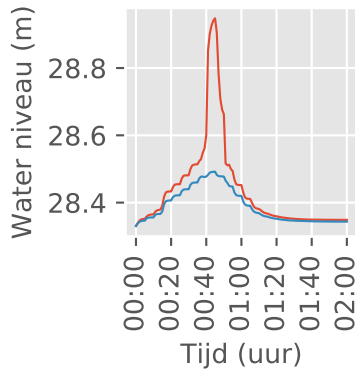


Put: 8582**Put: 8583****Put: 8584****Put: 8585****Put: 8586****Put: 8587**

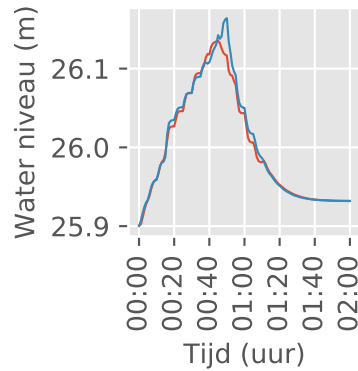
Put: 8588



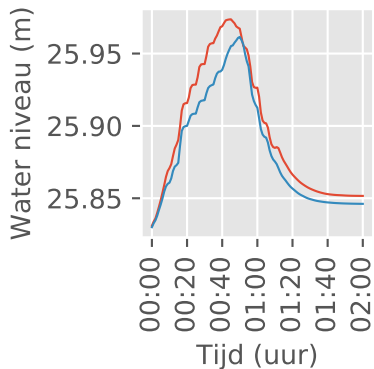
Put: 8589



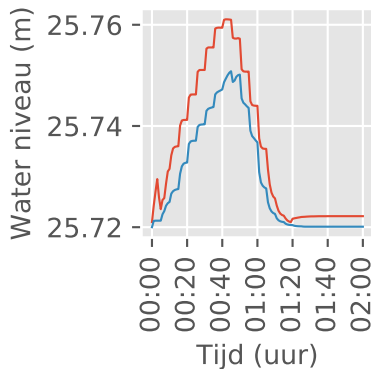
Put: 8590



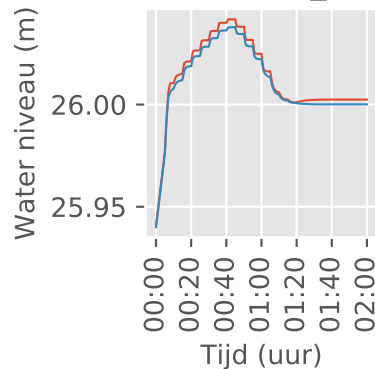
Put: 8591



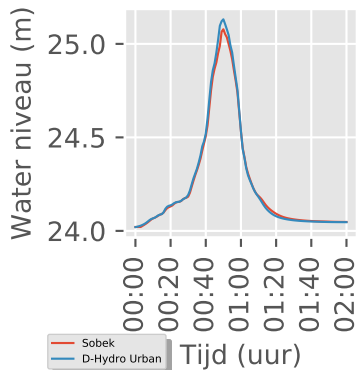
Put: 8596



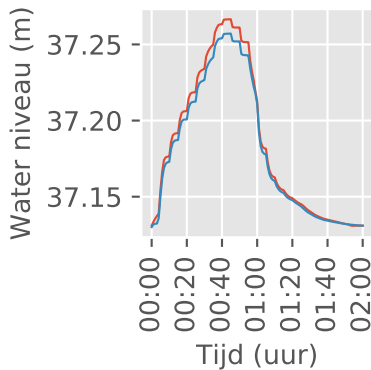
Put: 8596_02



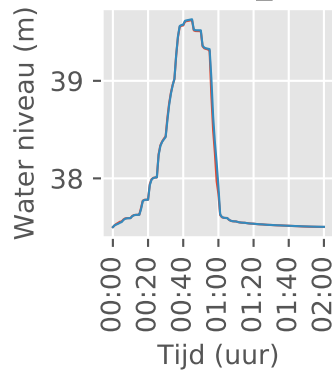
Put: 8597



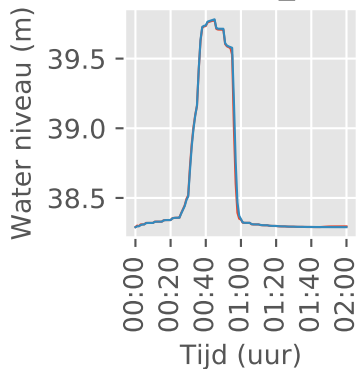
Put: 8601



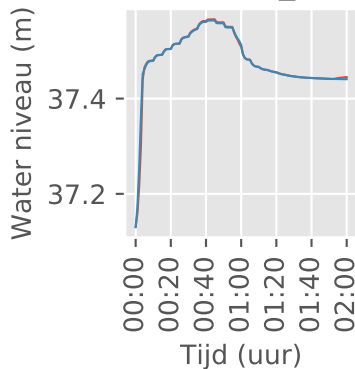
Put: 8601_01V



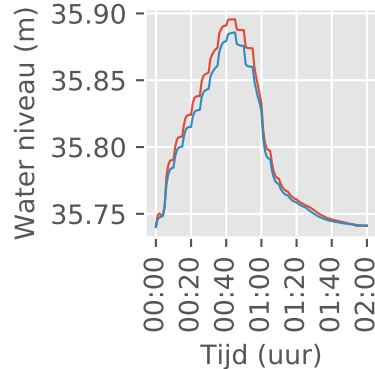
Put: 8601_02V

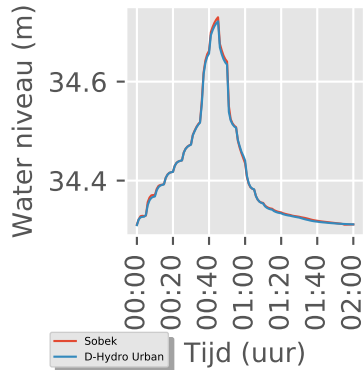
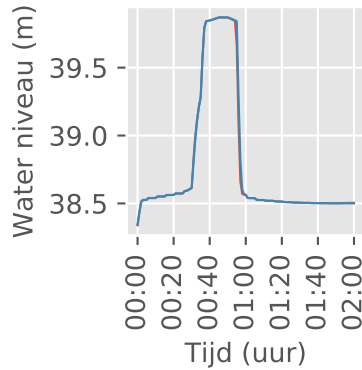
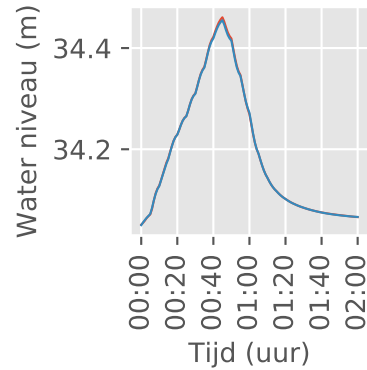
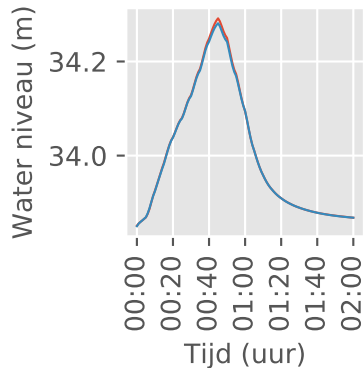
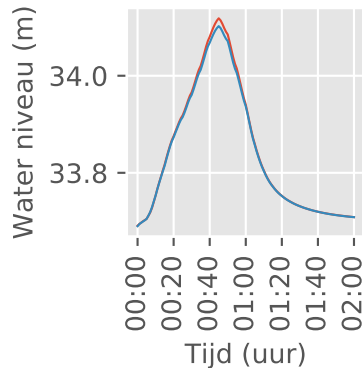
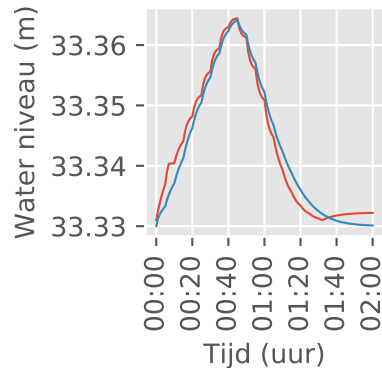


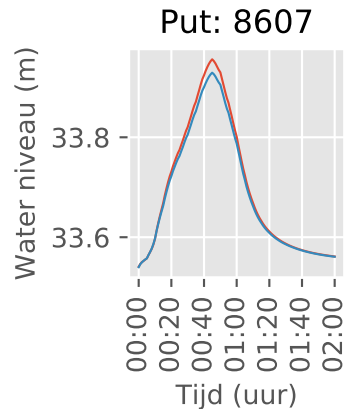
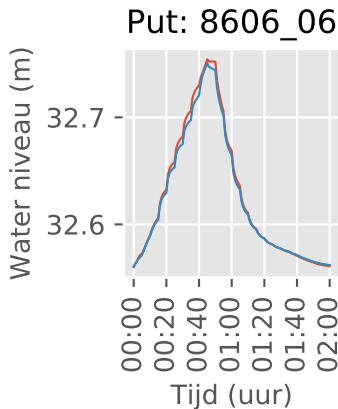
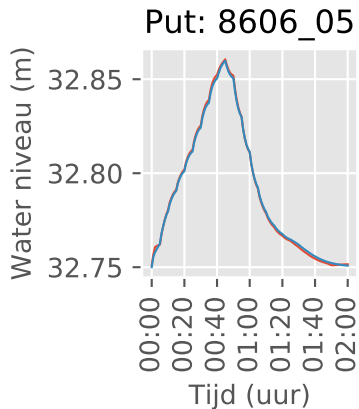
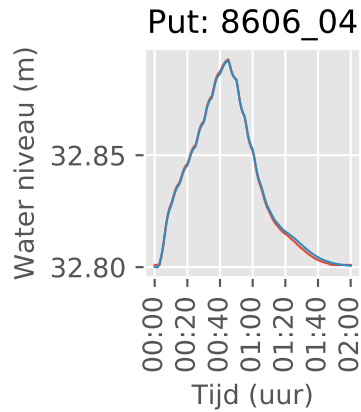
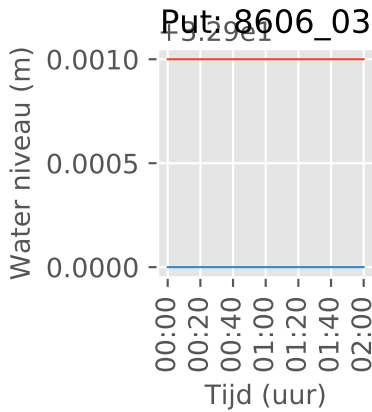
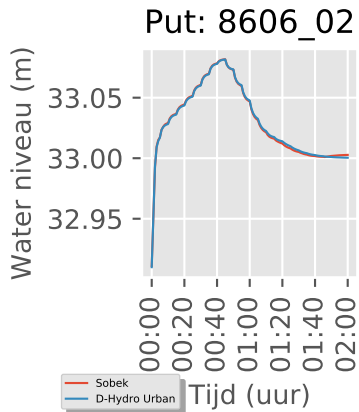
Put: 8601_04V



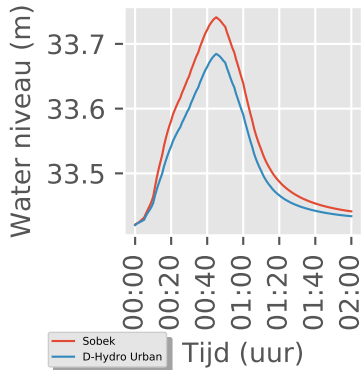
Put: 8602



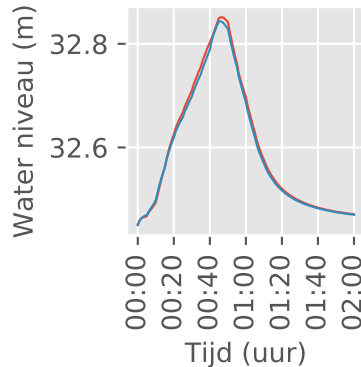
Put: 8603**Put: 8603_03V****Put: 8604****Put: 8605****Put: 8606****Put: 8606_01**



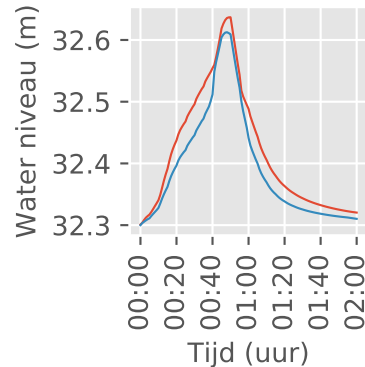
Put: 8608



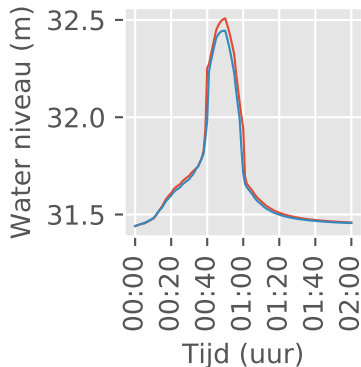
Put: 8609



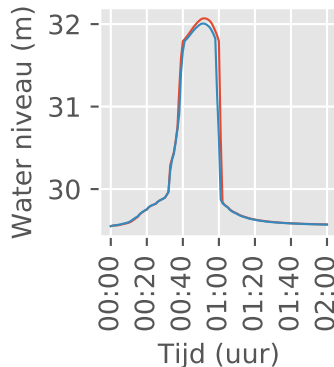
Put: 8609_01



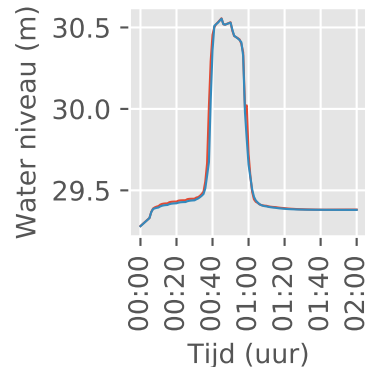
Put: 8610



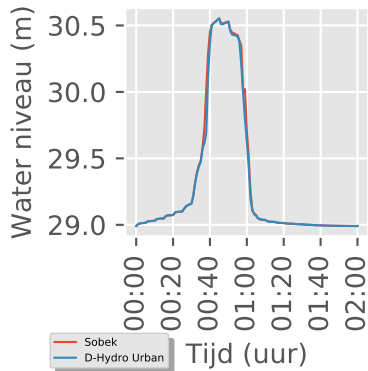
Put: 8611



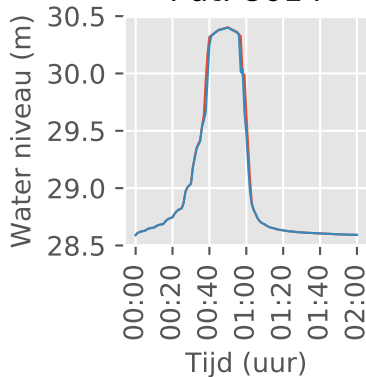
Put: 8612



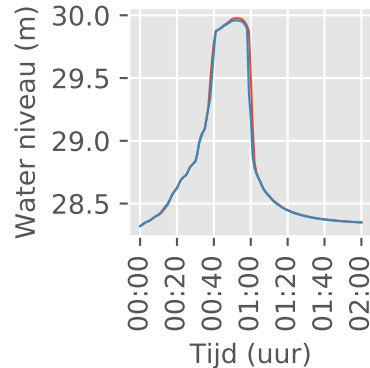
Put: 8613



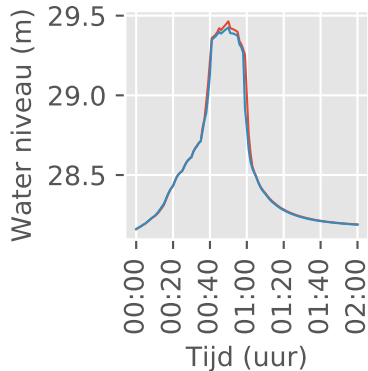
Put: 8614



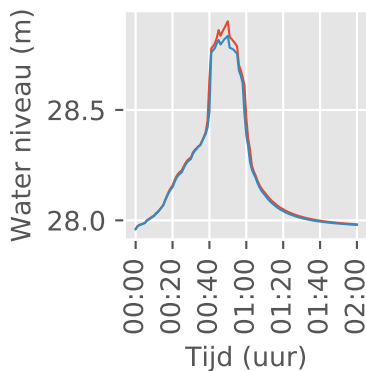
Put: 8615



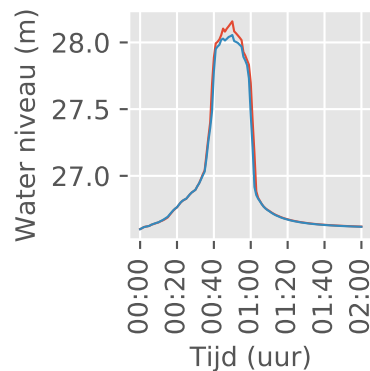
Put: 8616

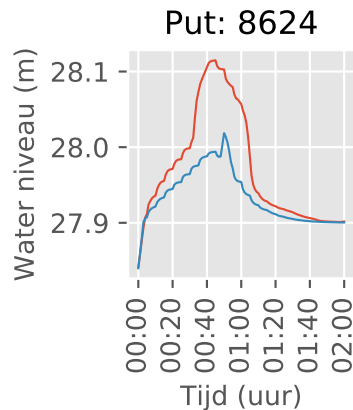
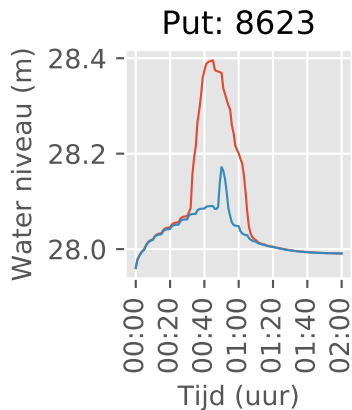
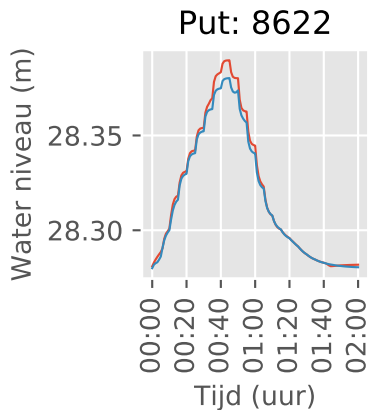
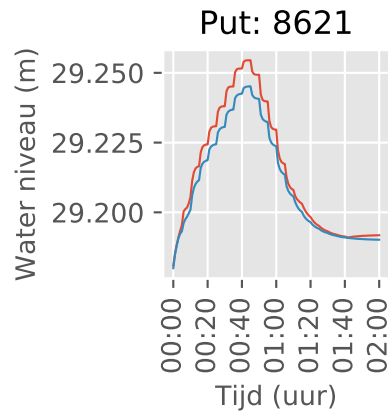
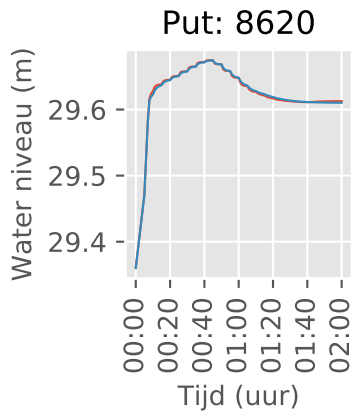
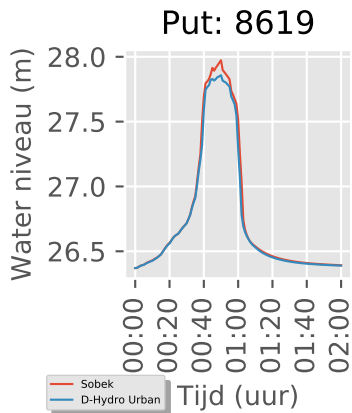


Put: 8617

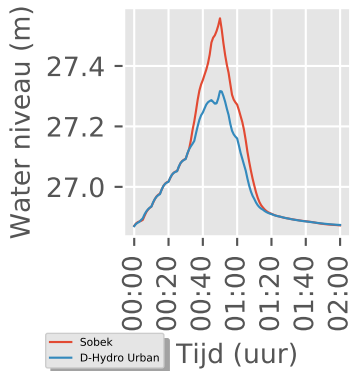


Put: 8618

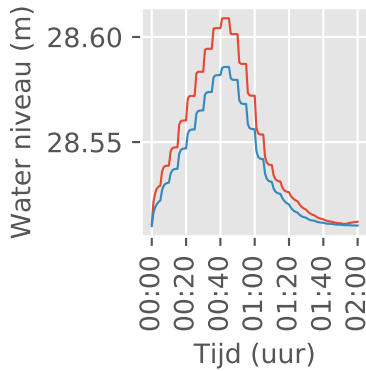




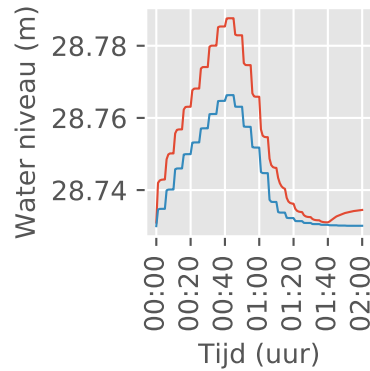
Put: 8625



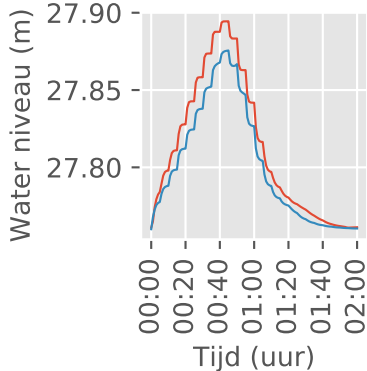
Put: 8626



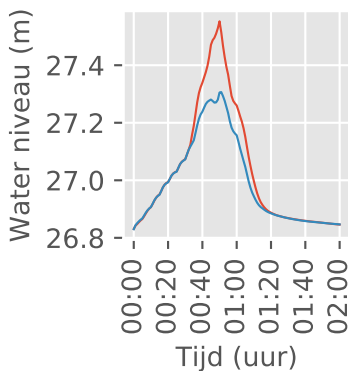
Put: 8627



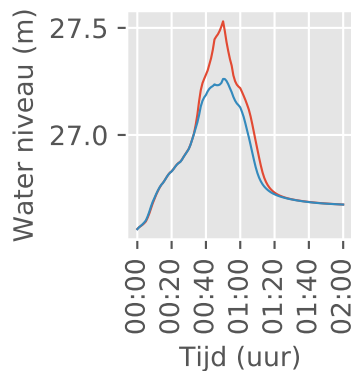
Put: 8628

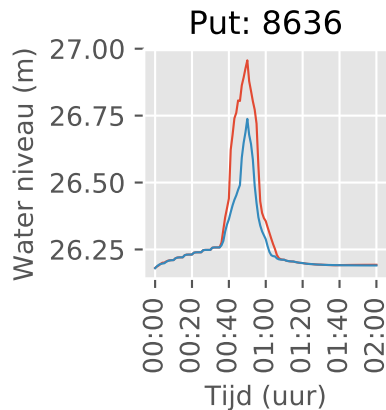
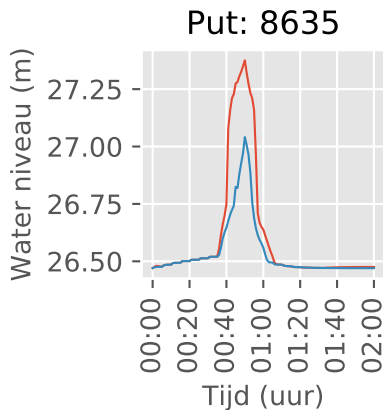
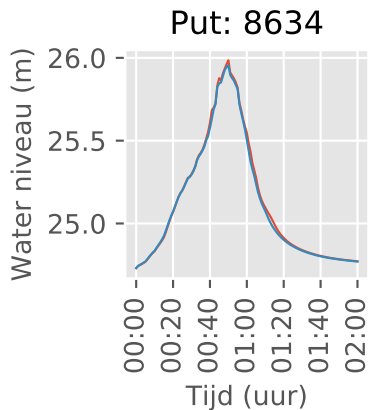
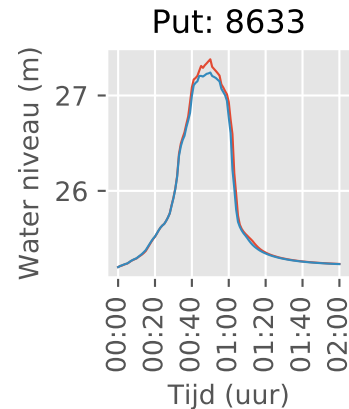
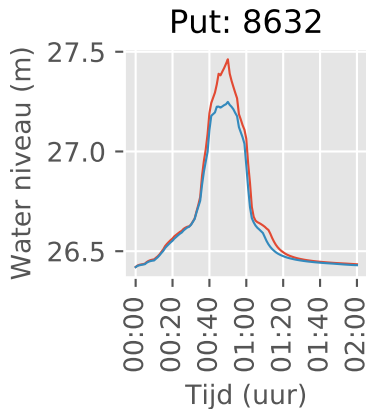
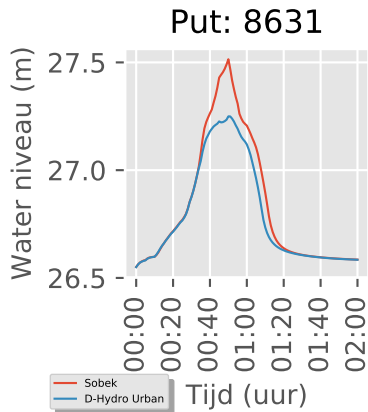


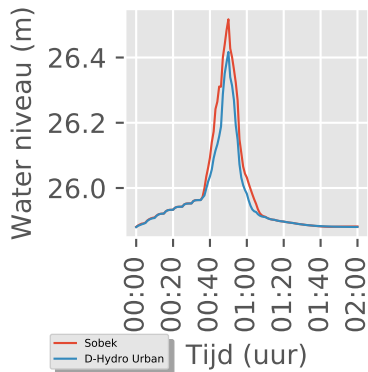
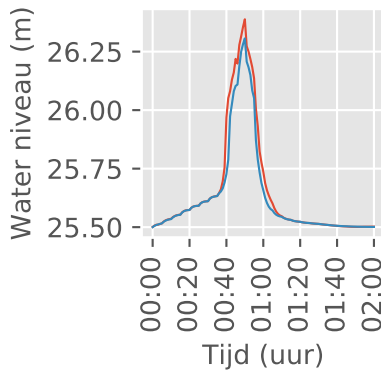
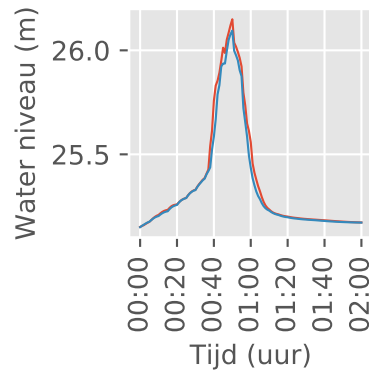
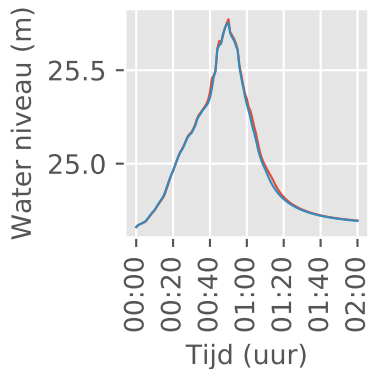
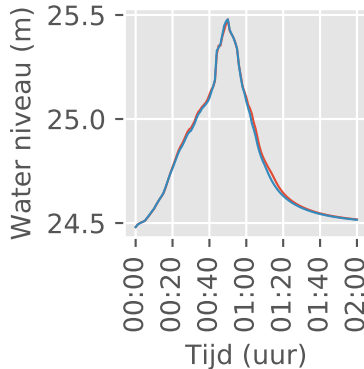
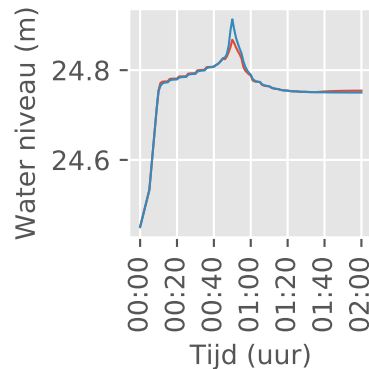
Put: 8629



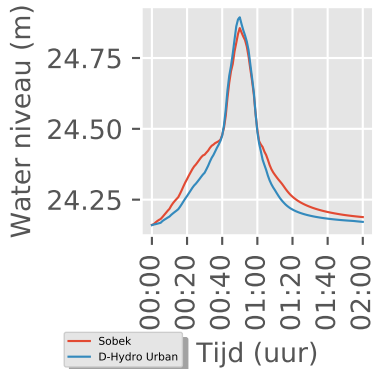
Put: 8630



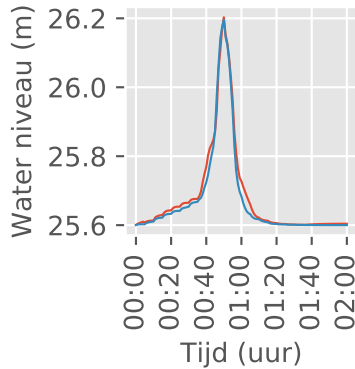


Put: 8637**Put: 8638****Put: 8639****Put: 8640****Put: 8641****Put: 8642**

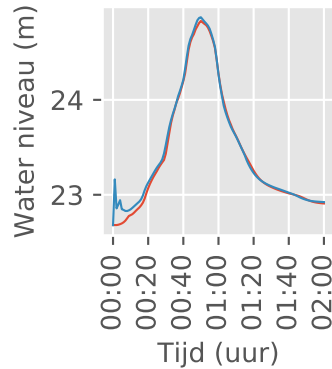
Put: 8643



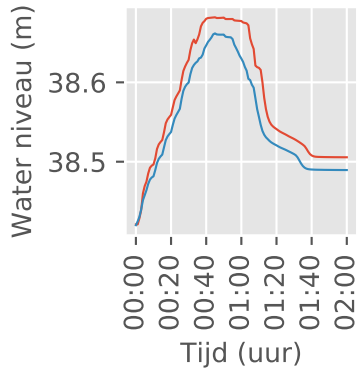
Put: 8647



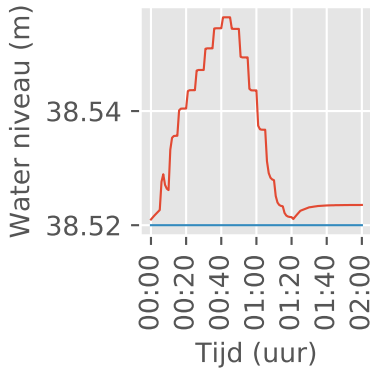
Put: 8653



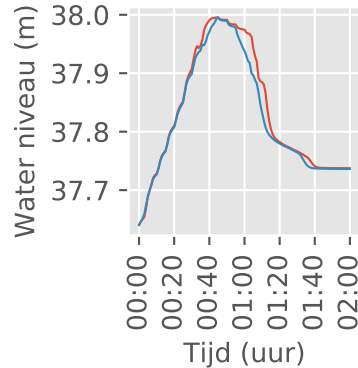
Put: 8654



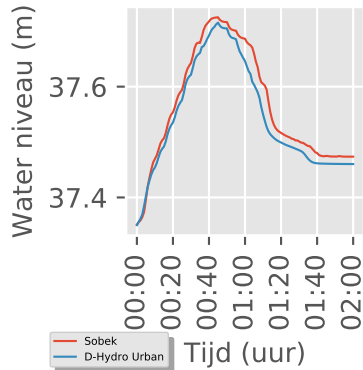
Put: 8654_01f



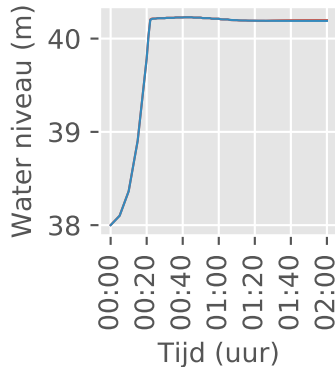
Put: 8655



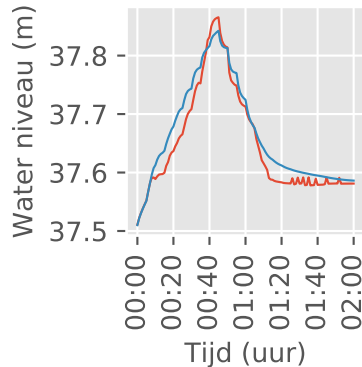
Put: 8656



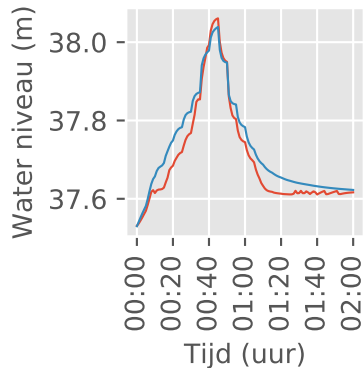
Put: 8656_02



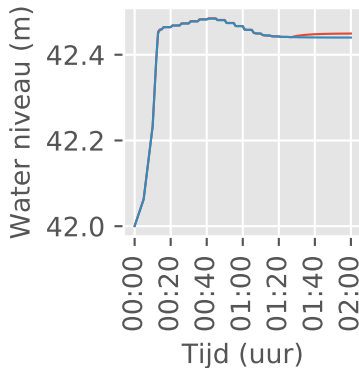
Put: 8656_03



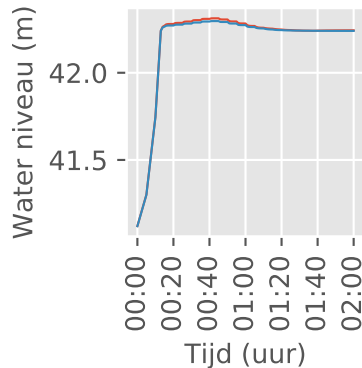
Put: 8656_04



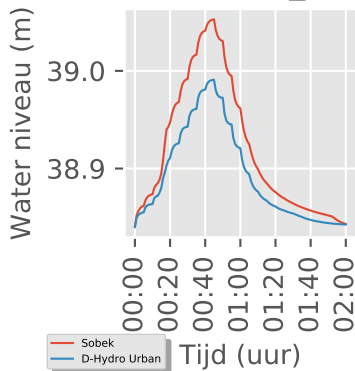
Put: 8656_05



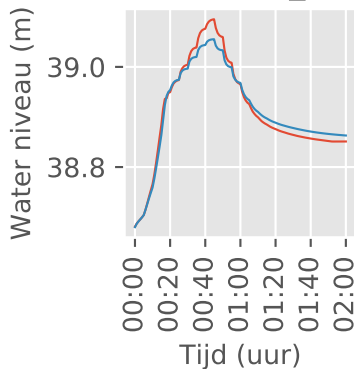
Put: 8656_06



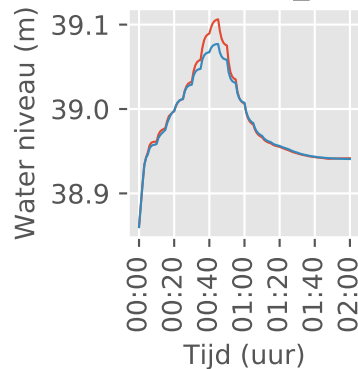
Put: 8656_07



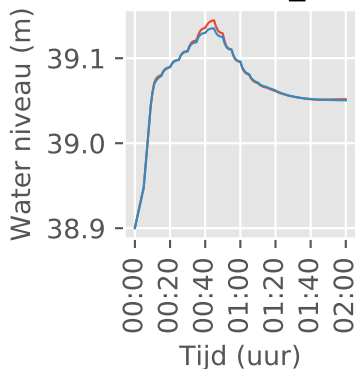
Put: 8656_08



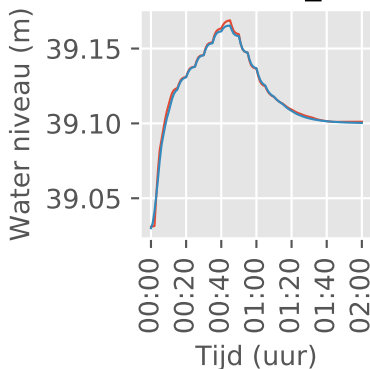
Put: 8656_09



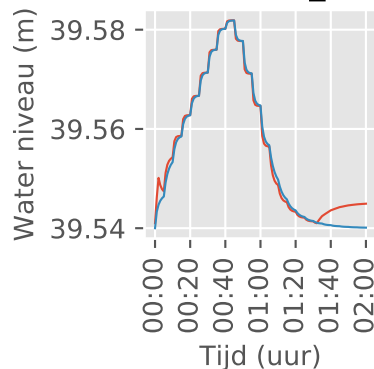
Put: 8656_10



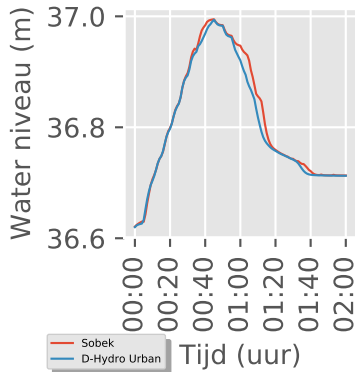
Put: 8656_11



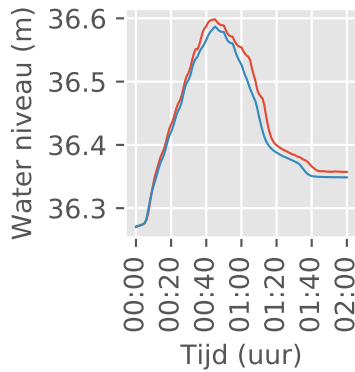
Put: 8656_12



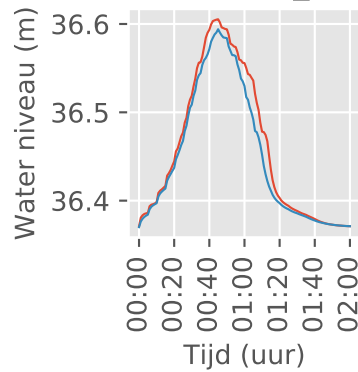
Put: 8657



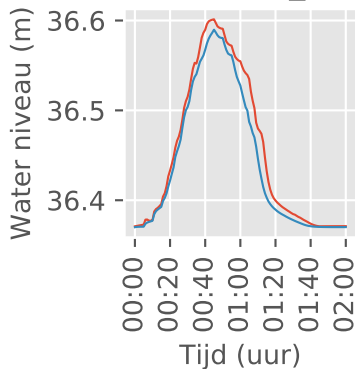
Put: 8658



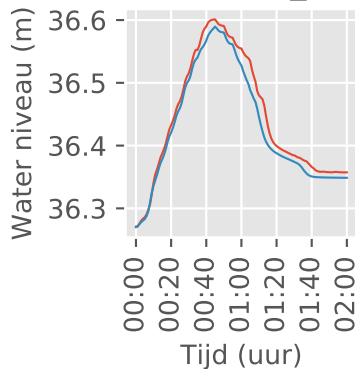
Put: 8658_01



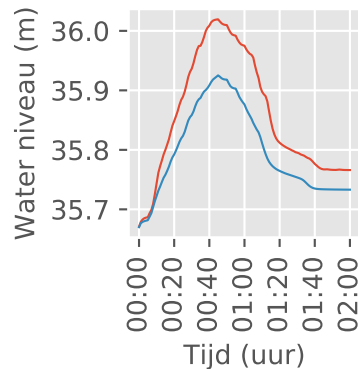
Put: 8658_02



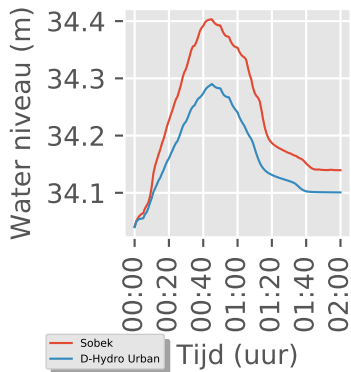
Put: 8658_03



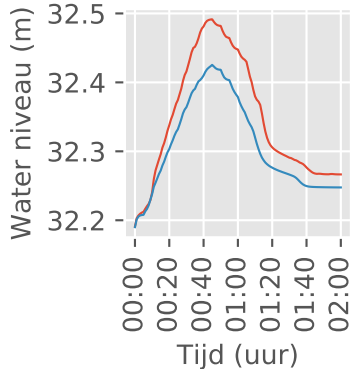
Put: 8659



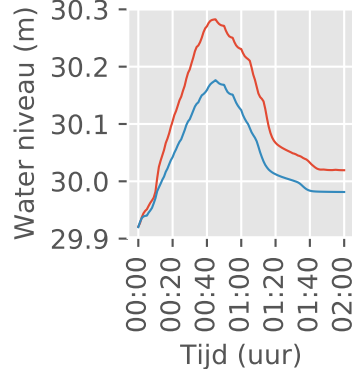
Put: 8660



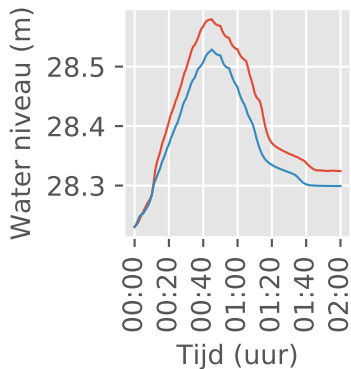
Put: 8661



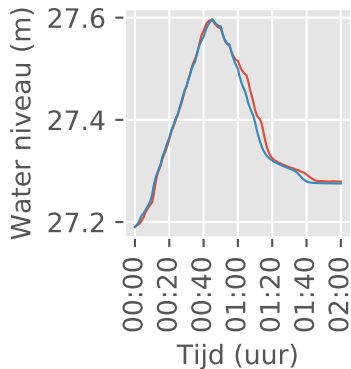
Put: 8662



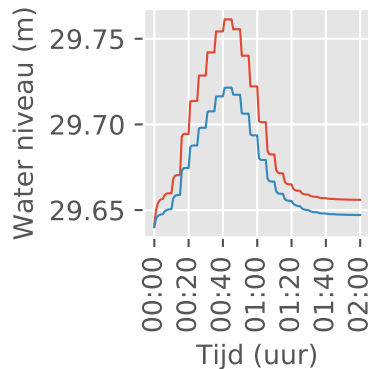
Put: 8663

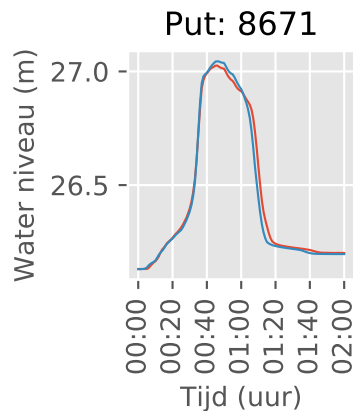
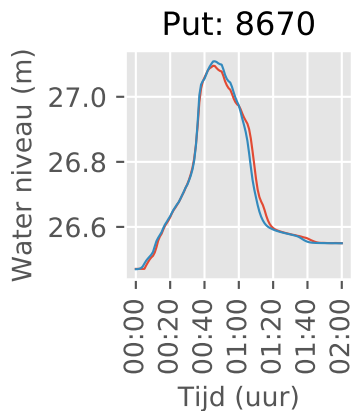
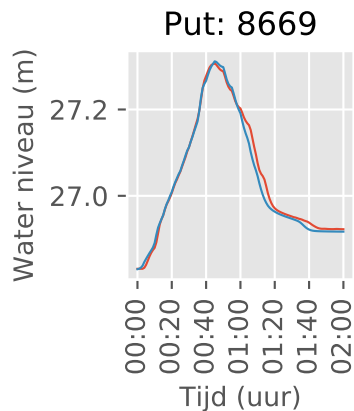
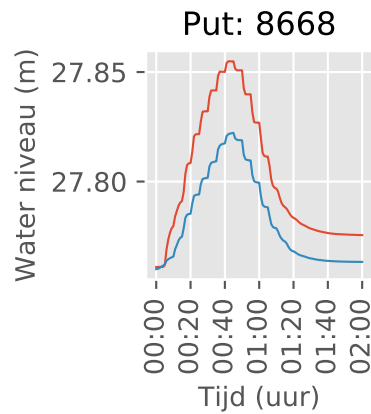
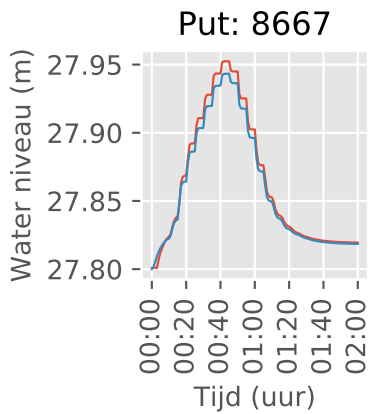
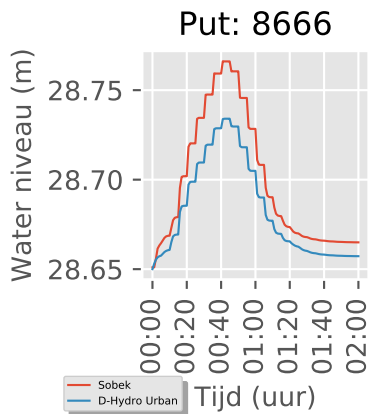


Put: 8664

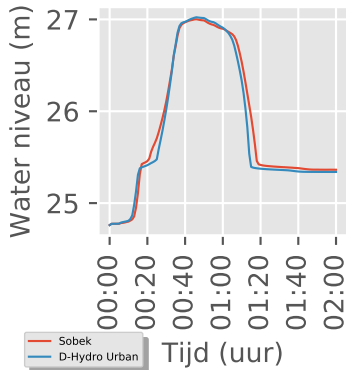


Put: 8665

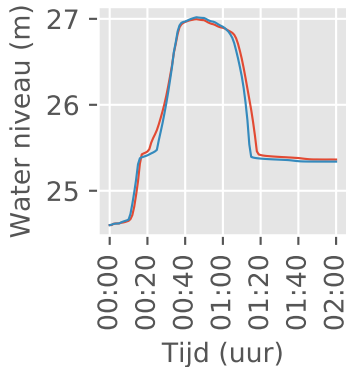




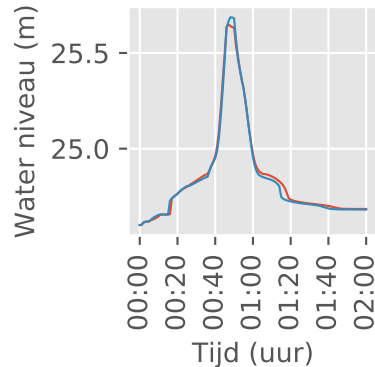
Put: 8672



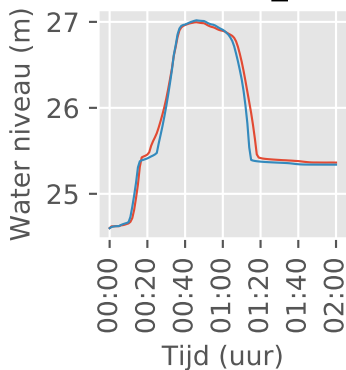
Put: 8672_01



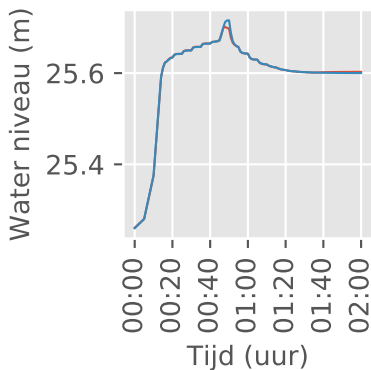
Put: 8672_02



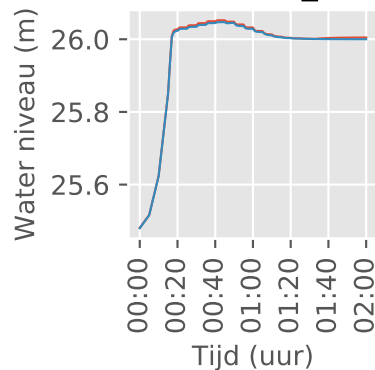
Put: 8672_03



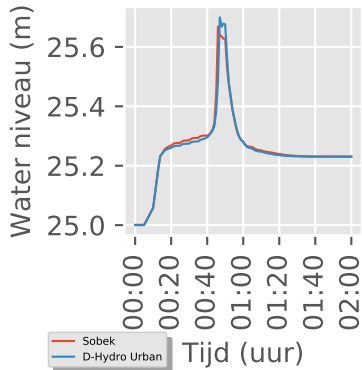
Put: 8673



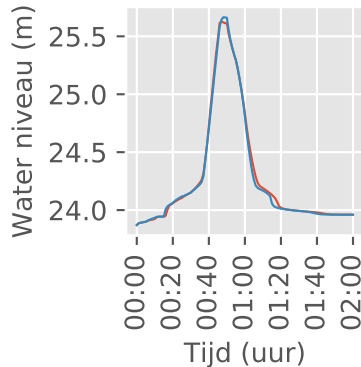
Put: 8673_01



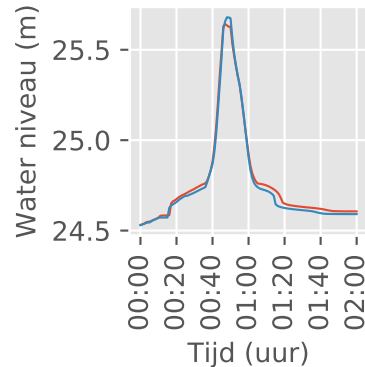
Put: 8674



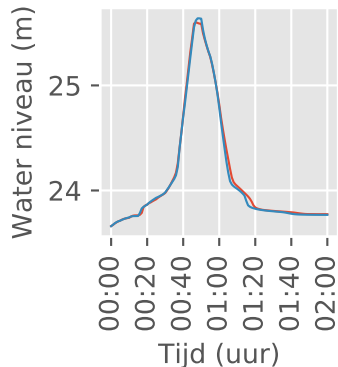
Put: 8675



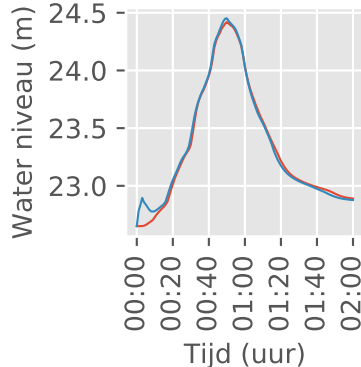
Put: 8675_01



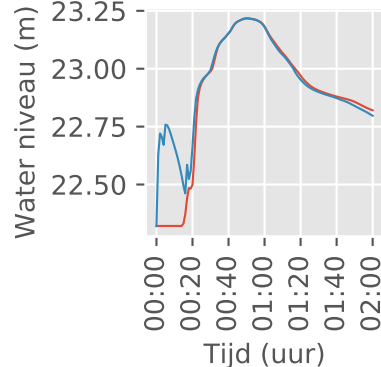
Put: 8676



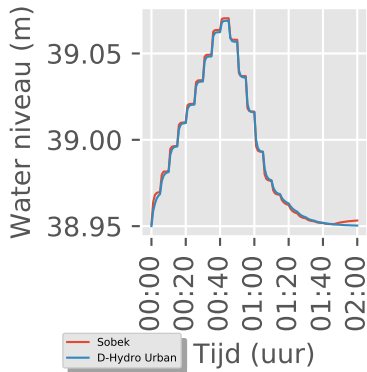
Put: 8677



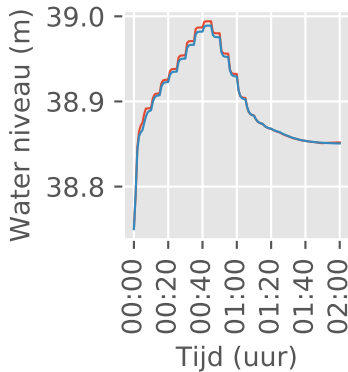
Put: 8681



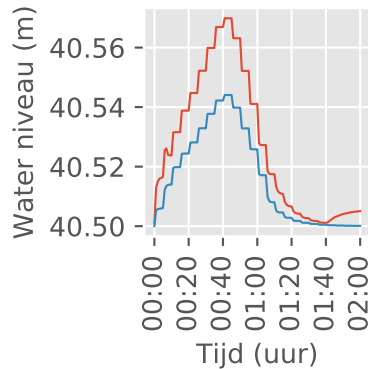
Put: 8703



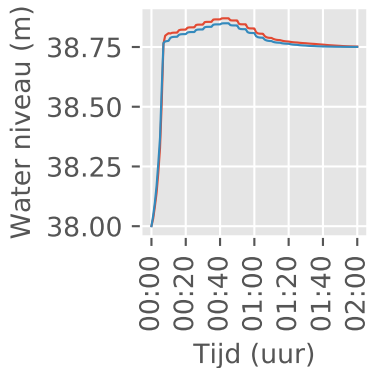
Put: 8704



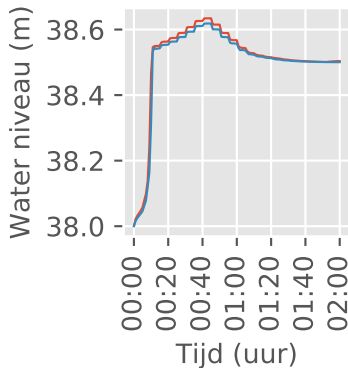
Put: 8705



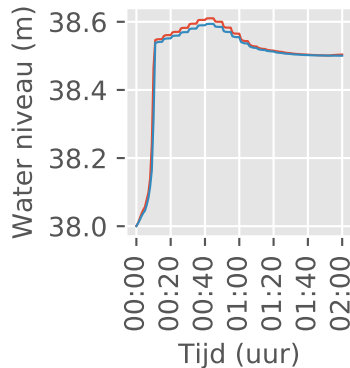
Put: 8706

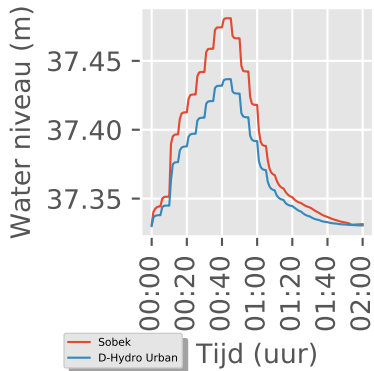
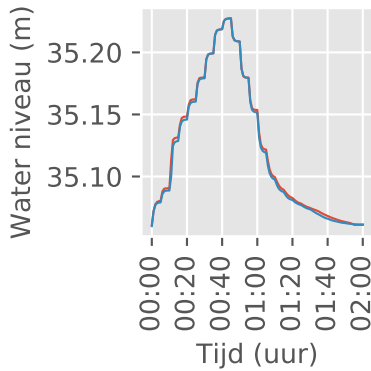
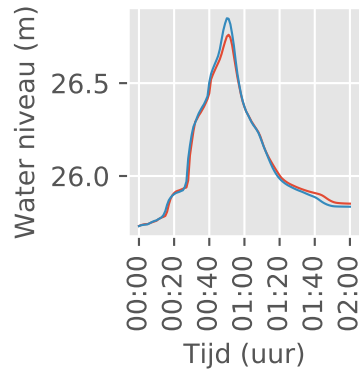
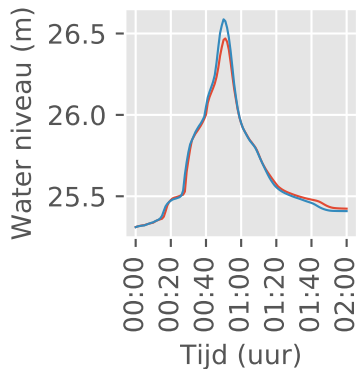
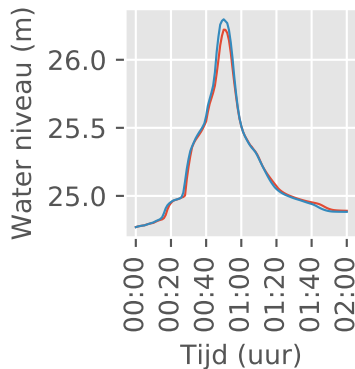
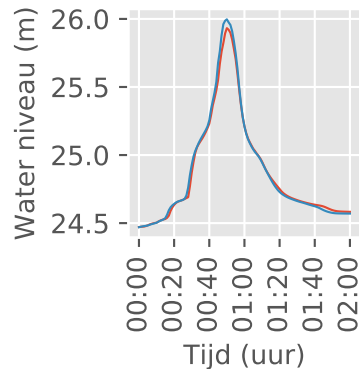


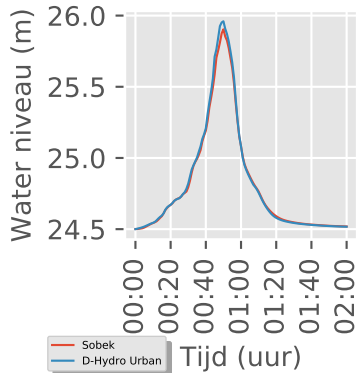
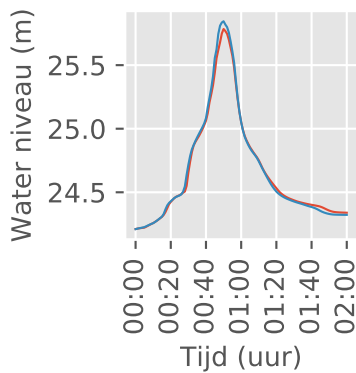
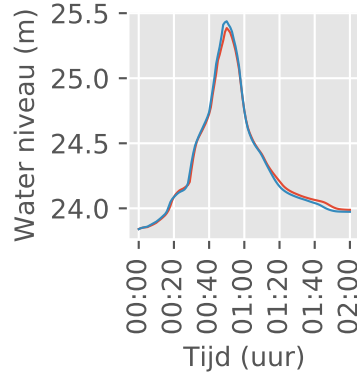
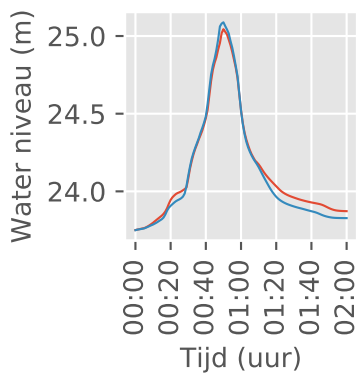
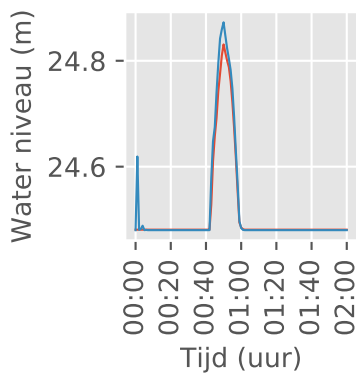
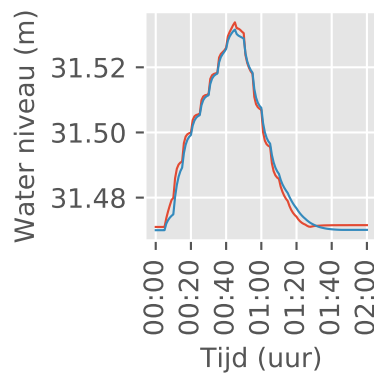
Put: 8706_01

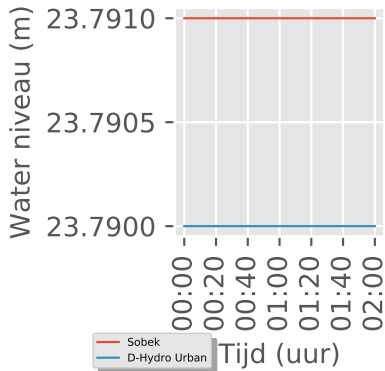
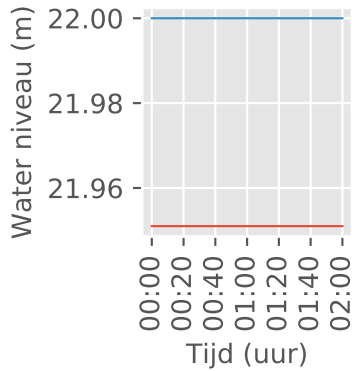
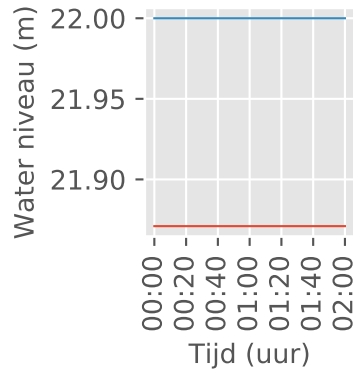
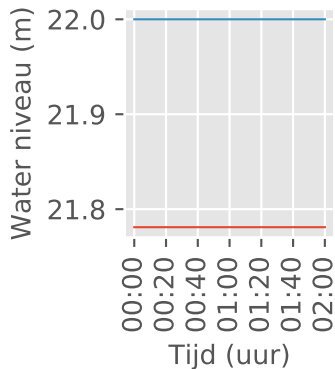
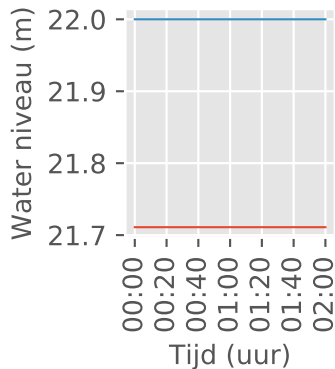
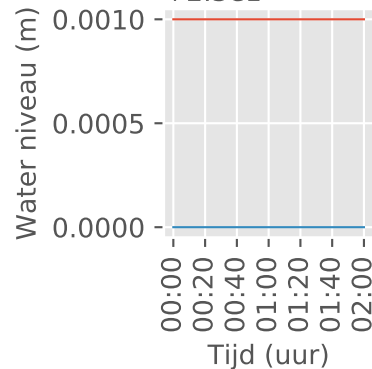


Put: 8706_02

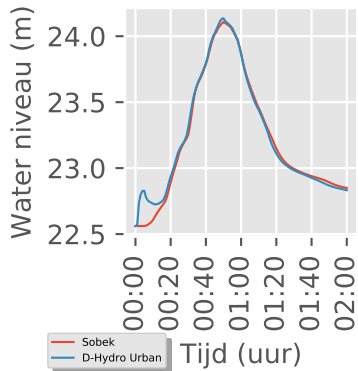


Put: 8707**Put: 8708****Put: 8709****Put: 8710****Put: 8711****Put: 8712**

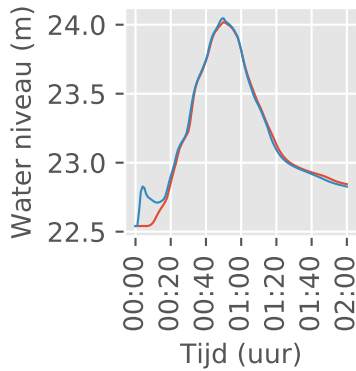
Put: 8713**Put: 8714****Put: 8715****Put: 8716****Put: 8717****Put: 9**

Put: 9914**Put: 9915****Put: 9916****Put: 9917****Put: 9918****Put: 9919**

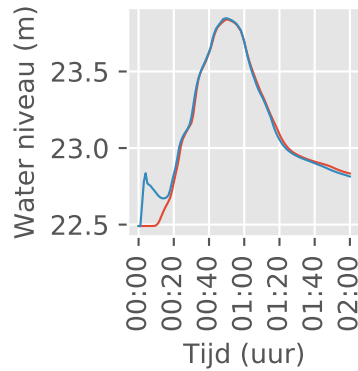
Put: 9930



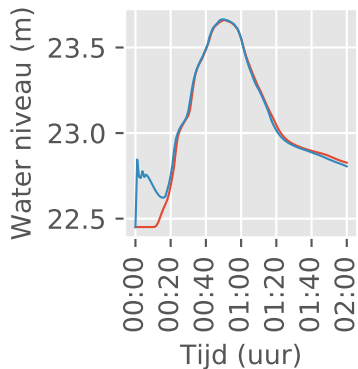
Put: 9931



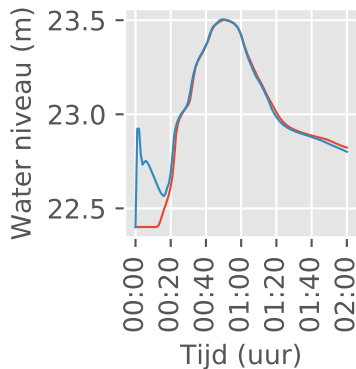
Put: 9932



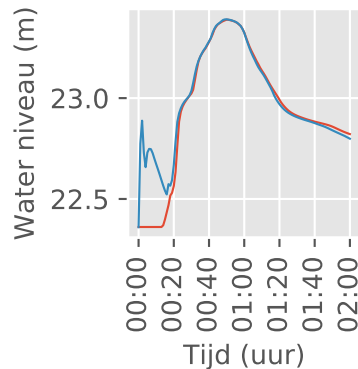
Put: 9933

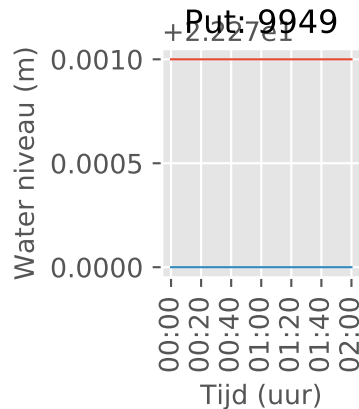
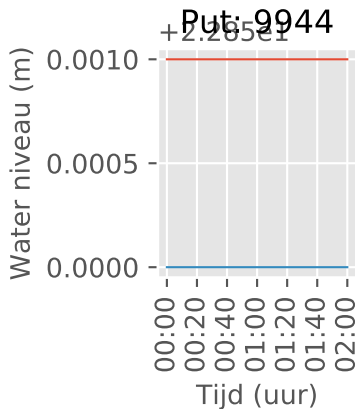
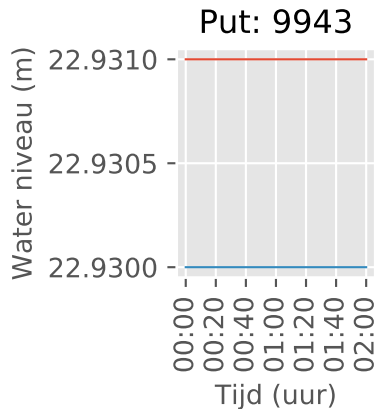
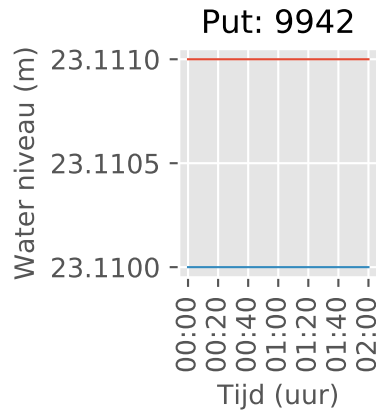
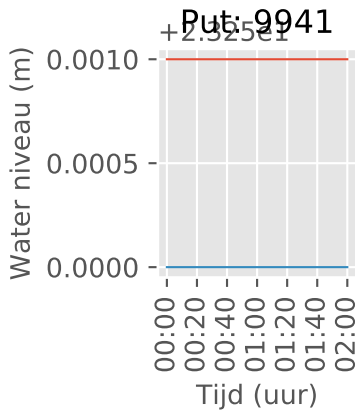
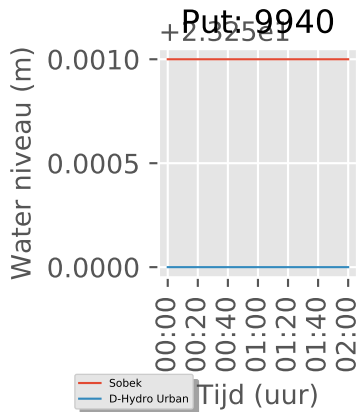


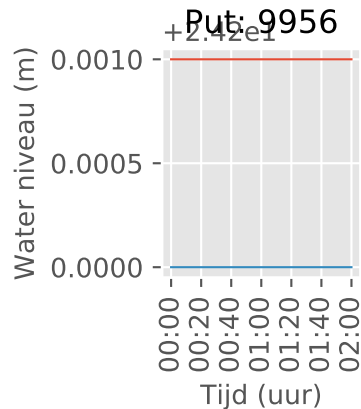
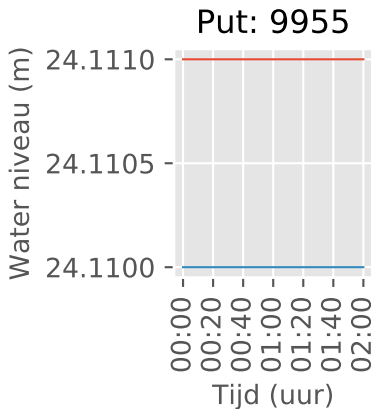
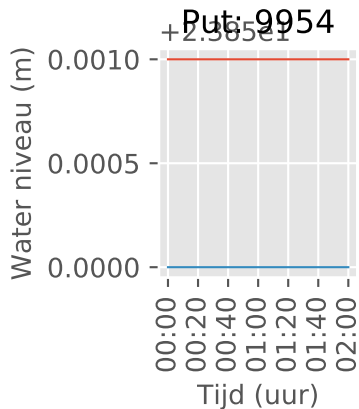
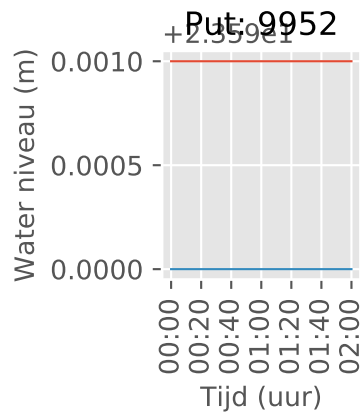
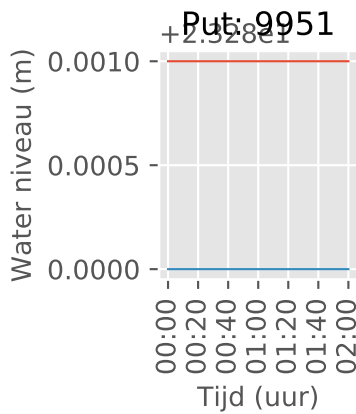
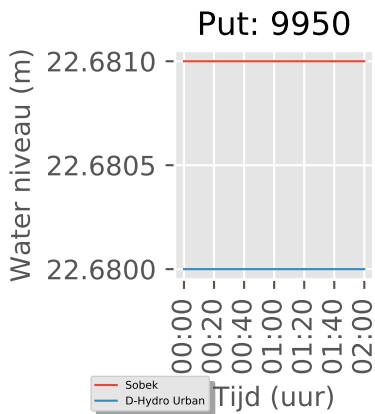
Put: 9934

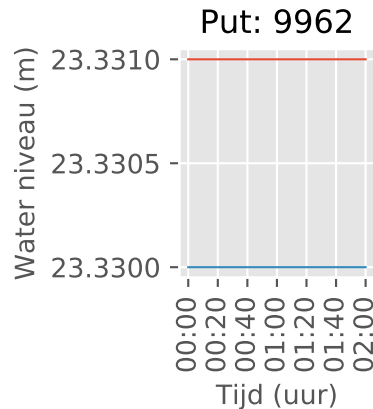
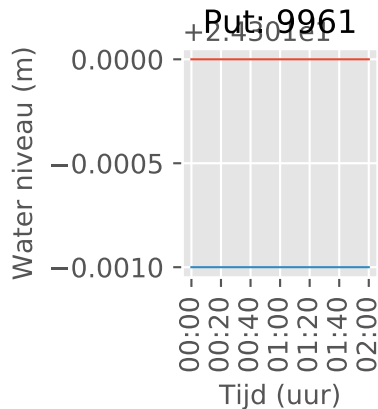
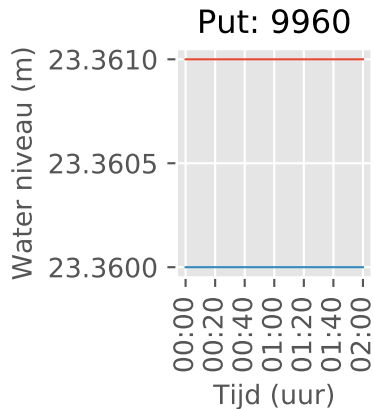
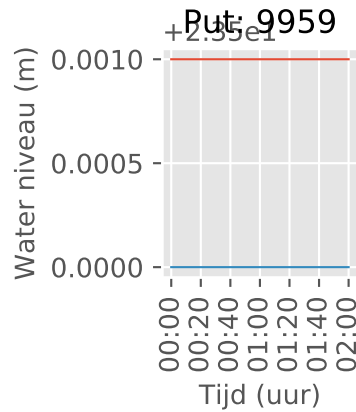
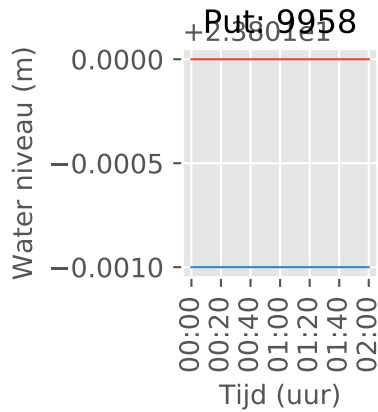
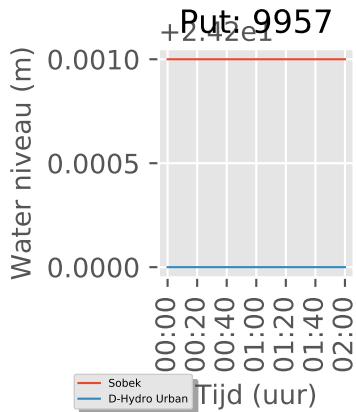


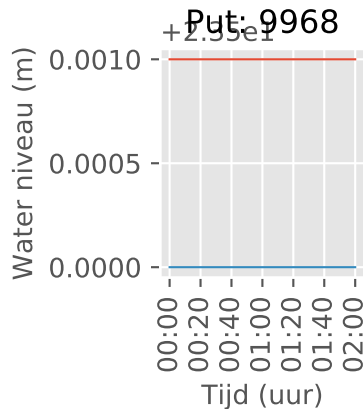
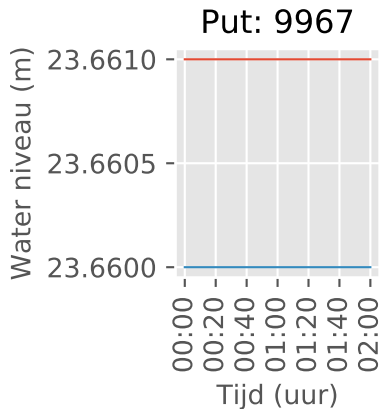
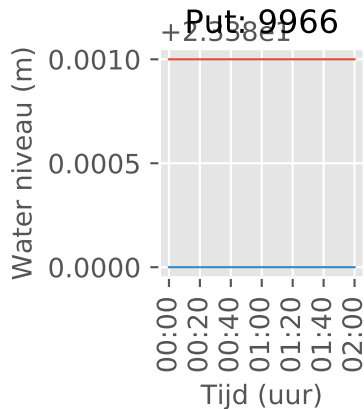
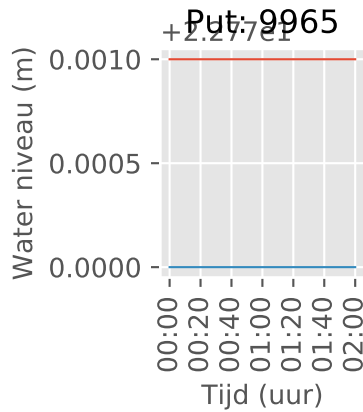
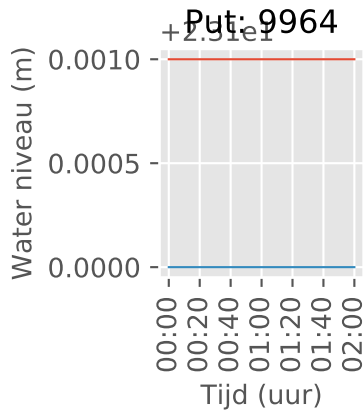
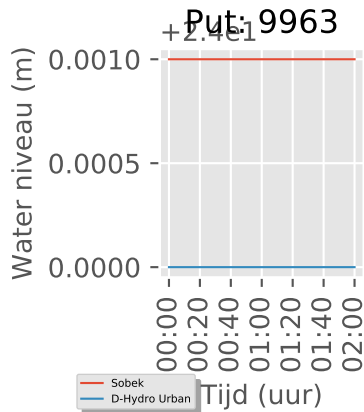
Put: 9935

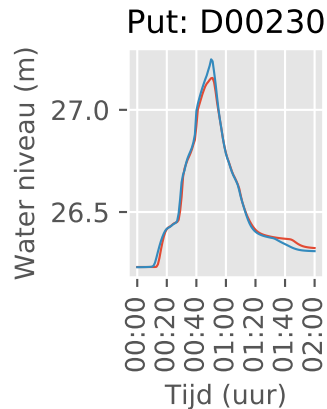
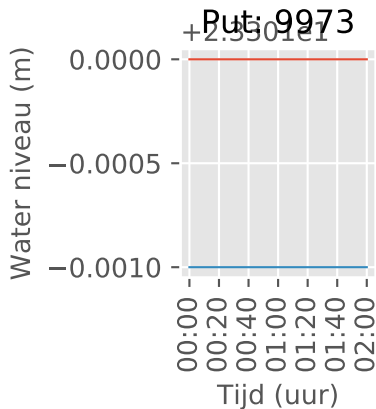
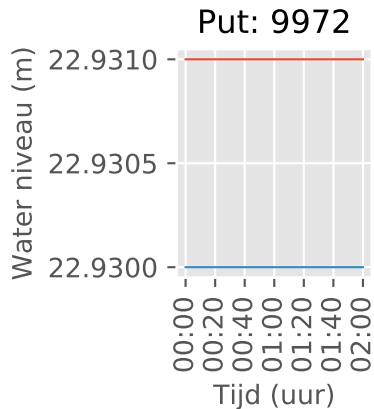
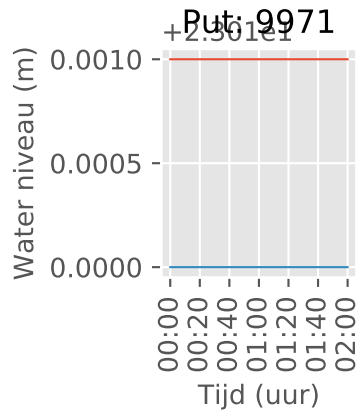
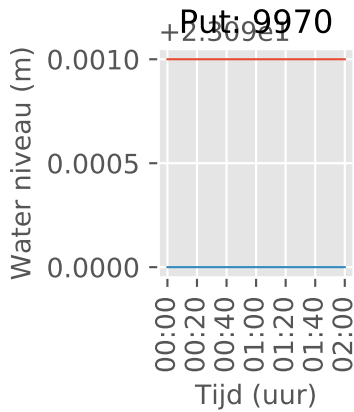
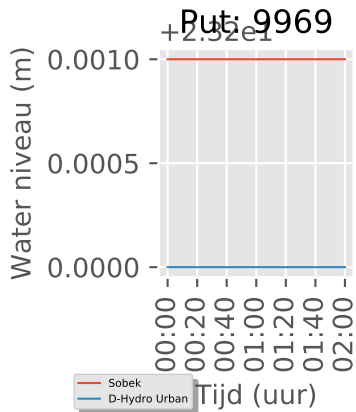




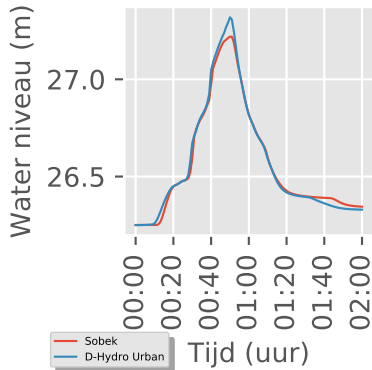




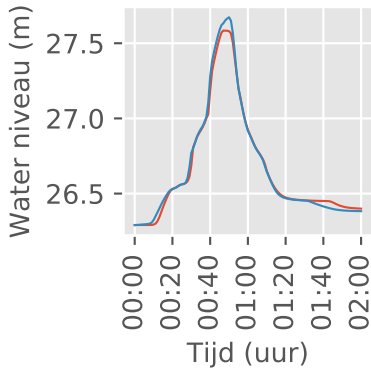




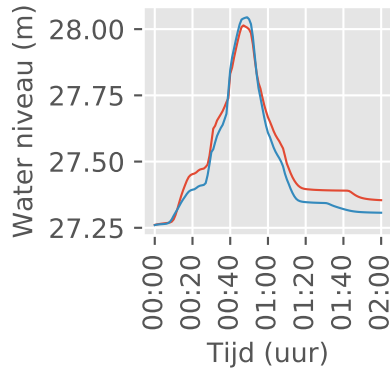
Put: D00231



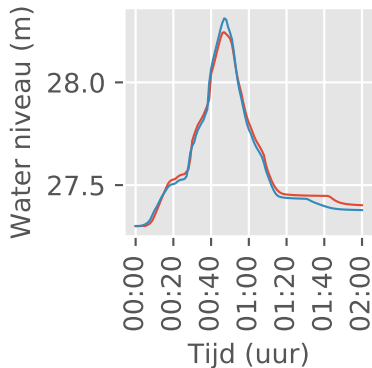
Put: D00232



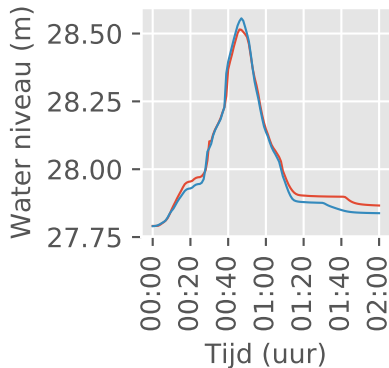
Put: D00233



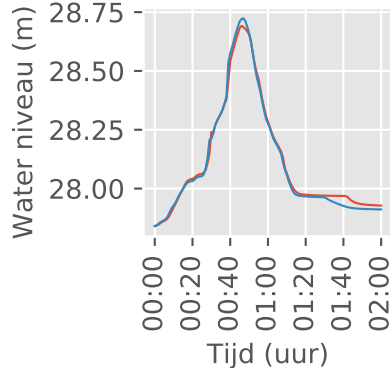
Put: D00234

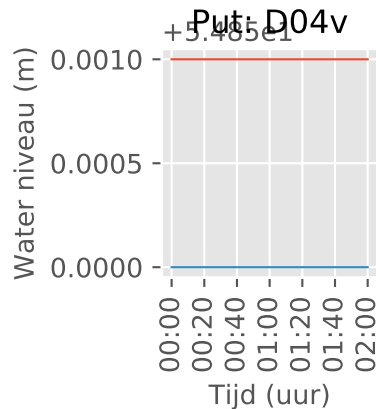
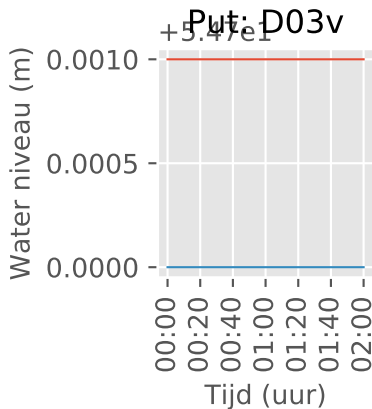
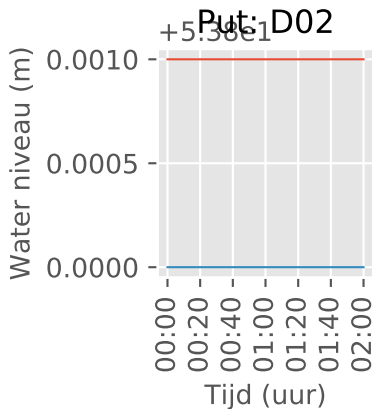
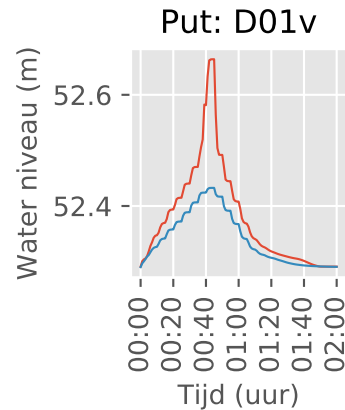
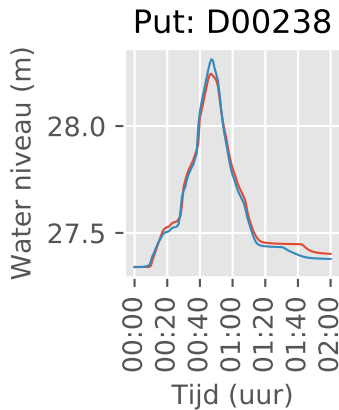
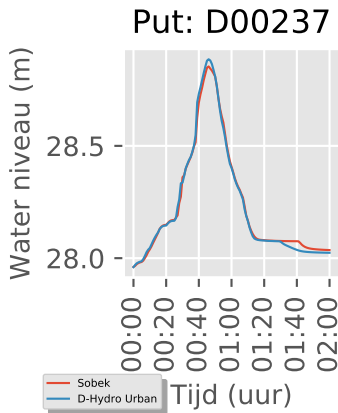


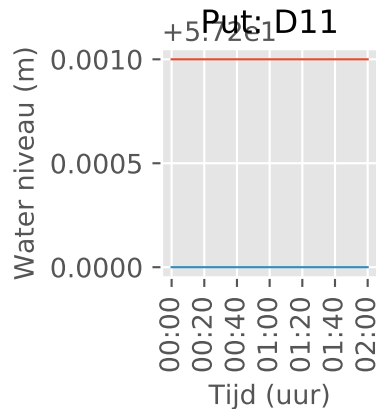
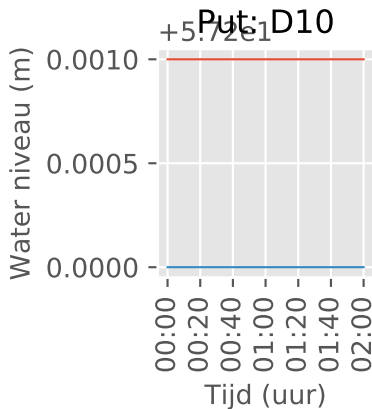
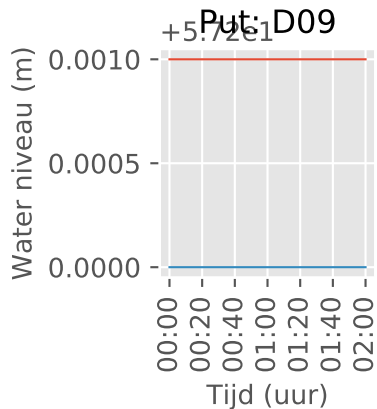
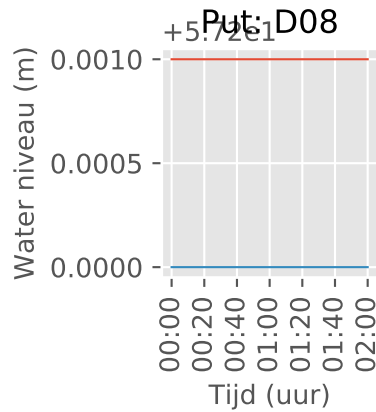
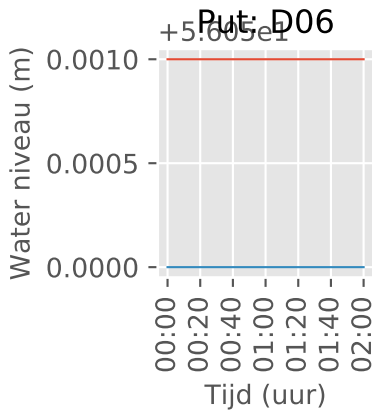
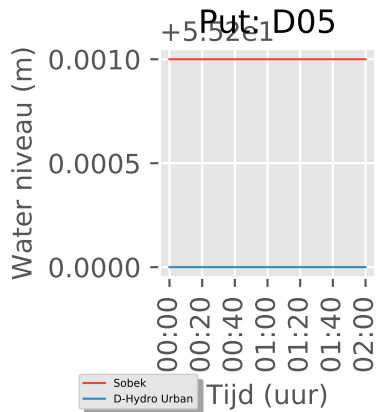
Put: D00235

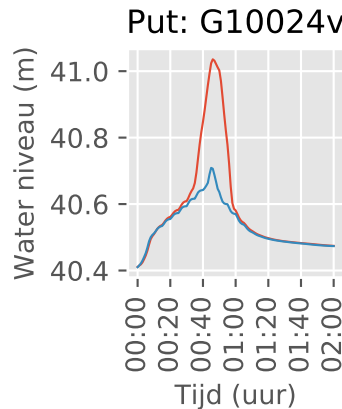
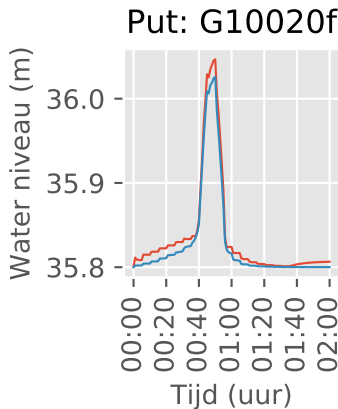
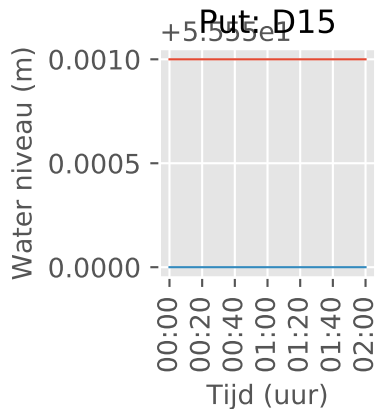
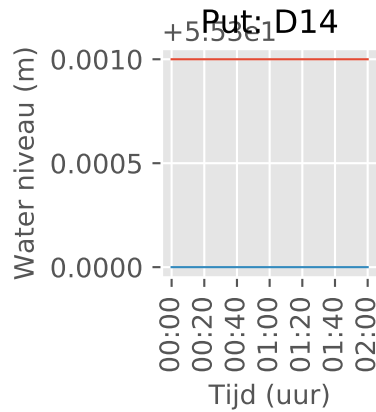
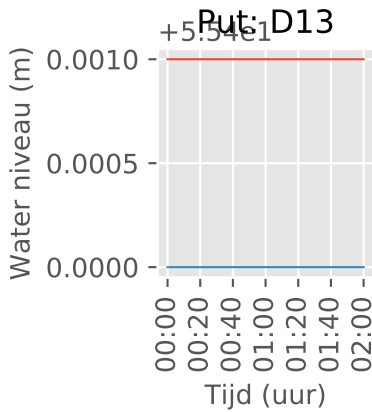
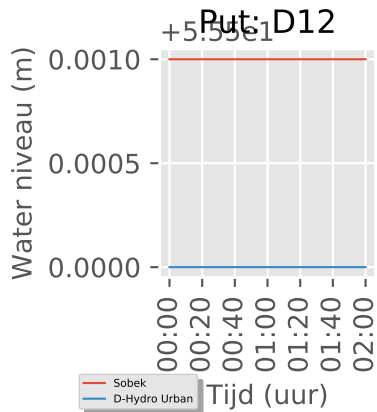


Put: D00236

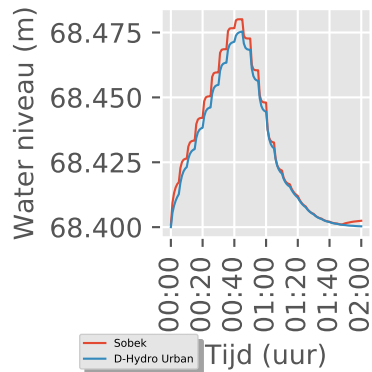




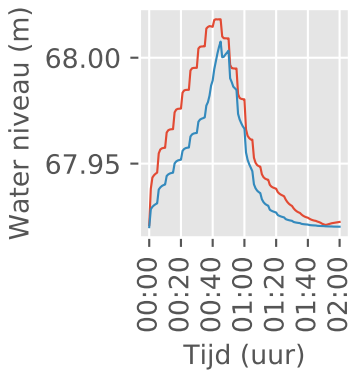




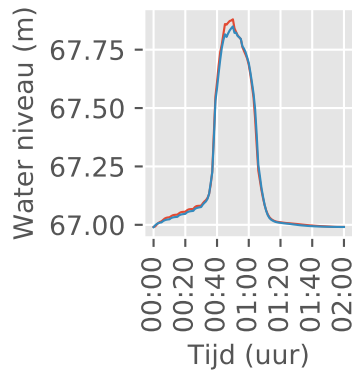
Put: G10026v



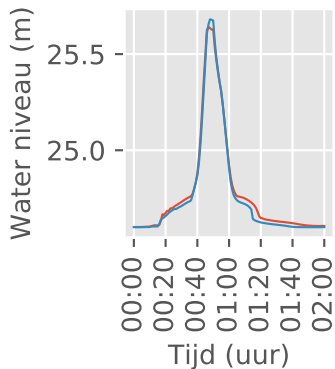
Put: G10028v



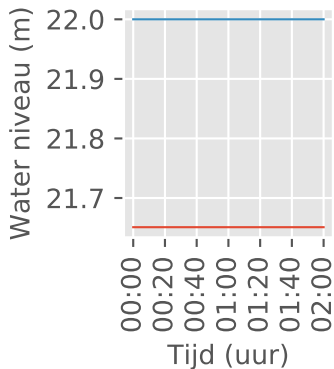
Put: G10034v



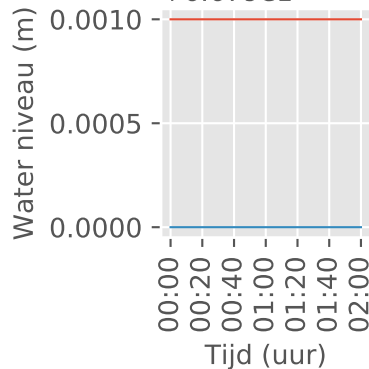
Put: G10038f

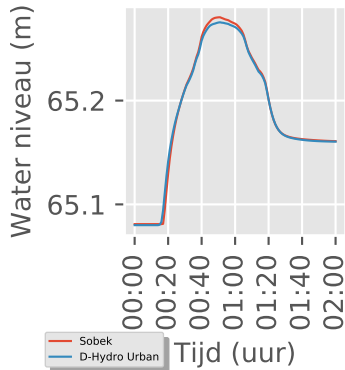
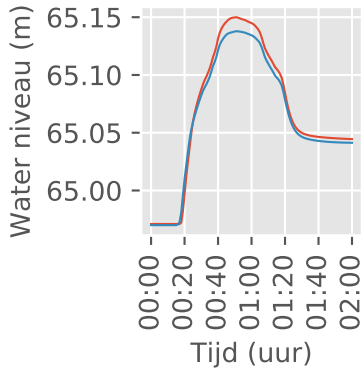
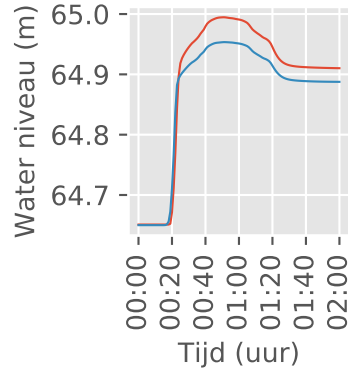
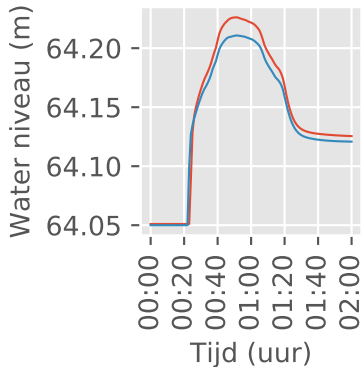
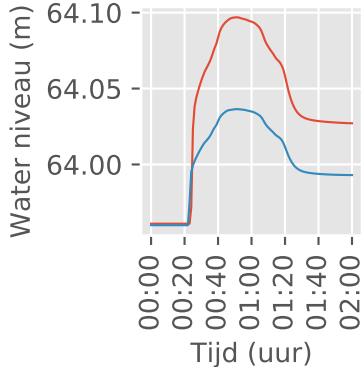
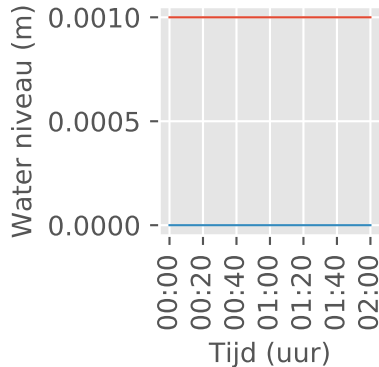


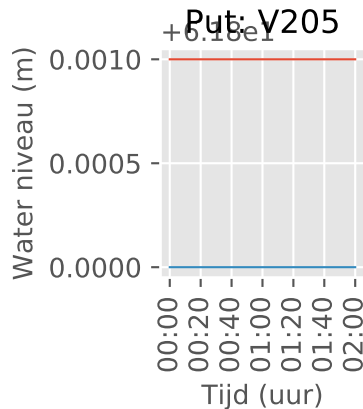
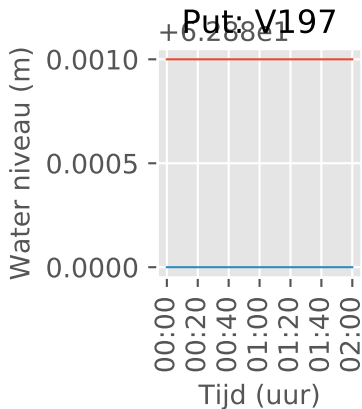
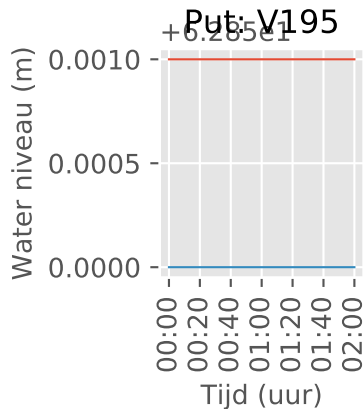
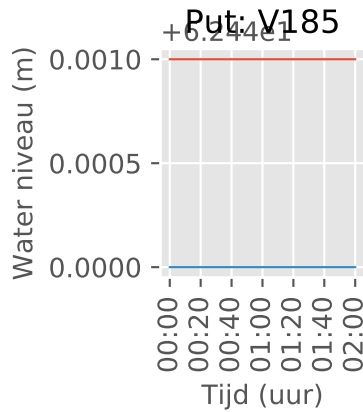
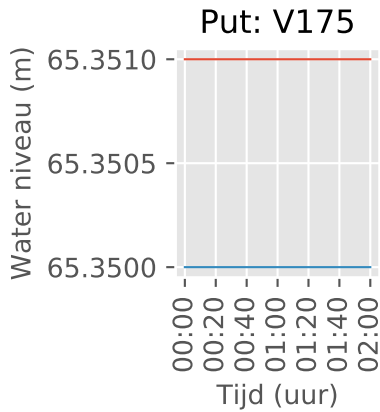
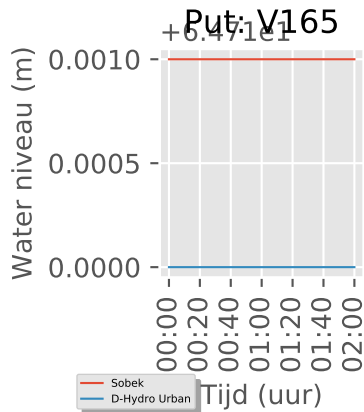
Put: PP231

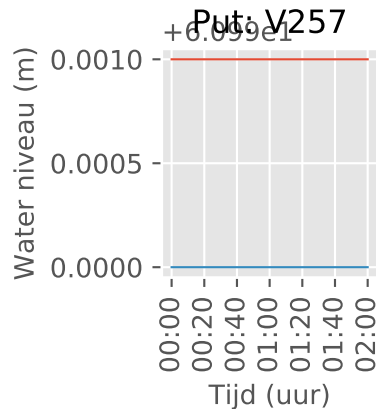
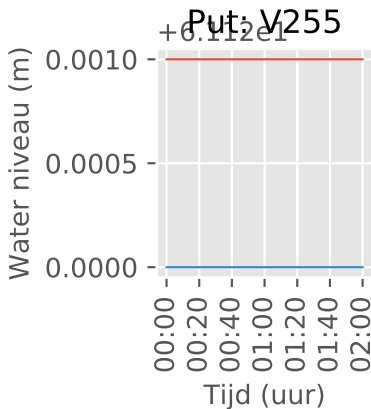
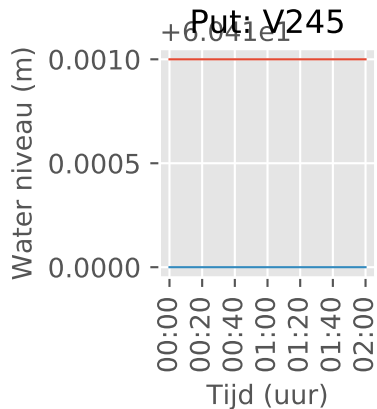
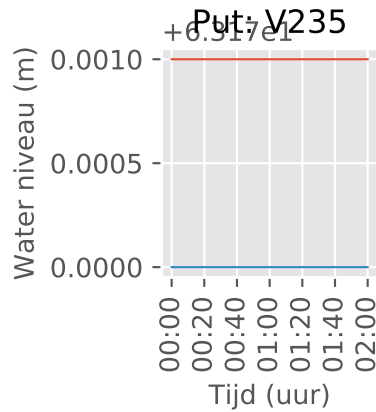
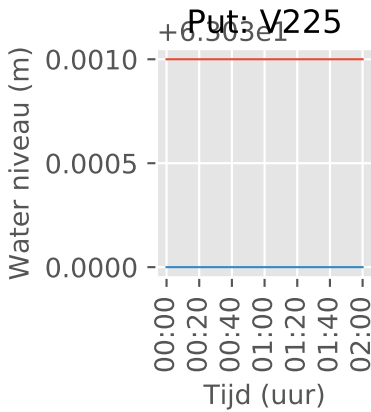
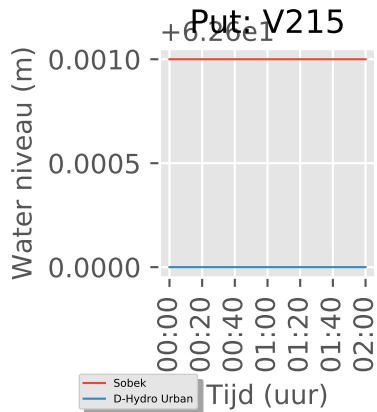


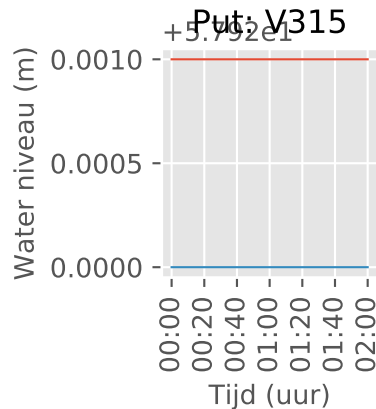
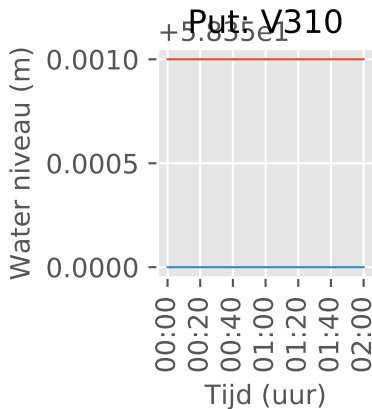
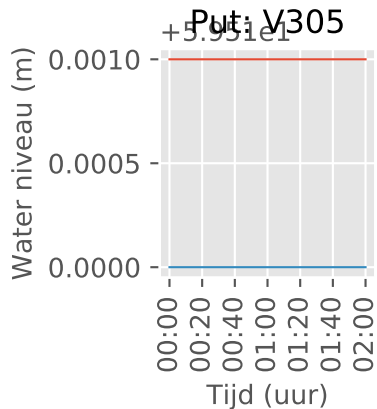
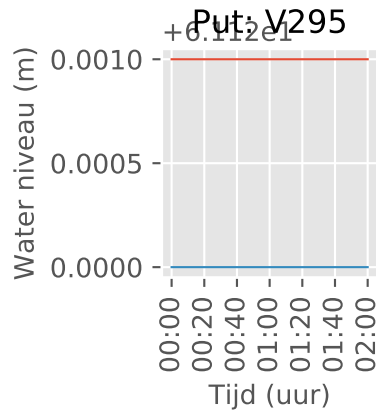
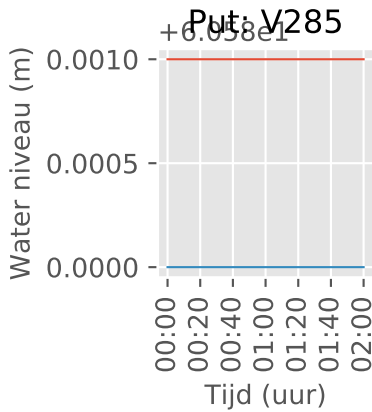
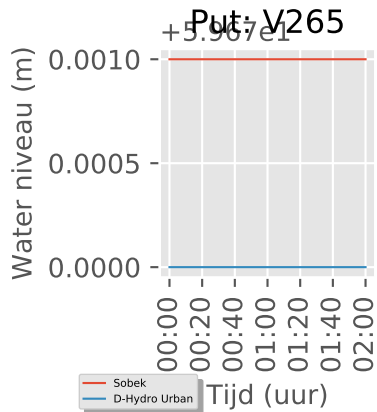
Put: V105

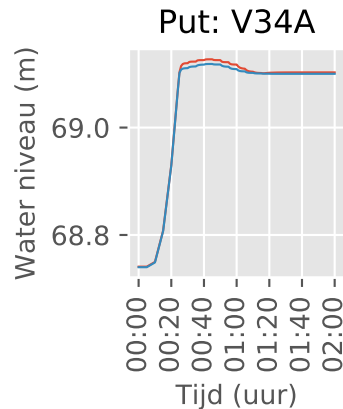
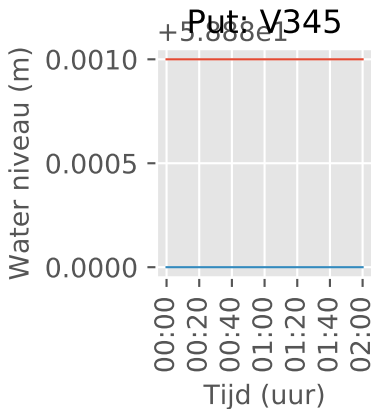
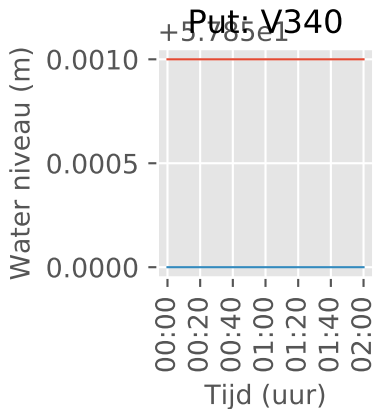
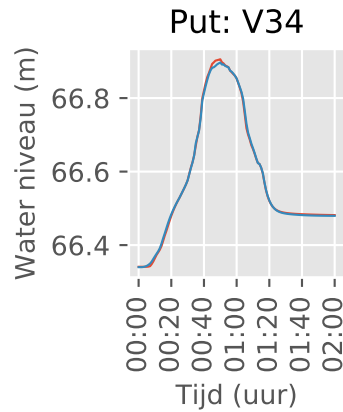
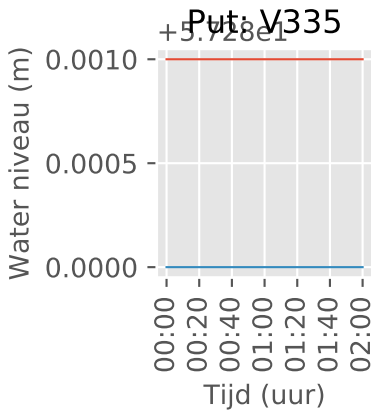
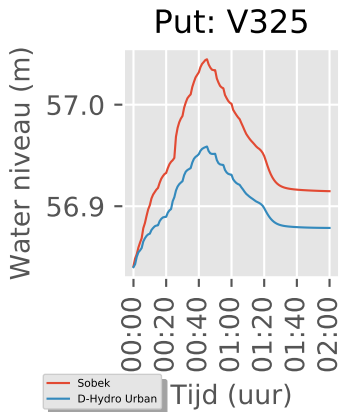


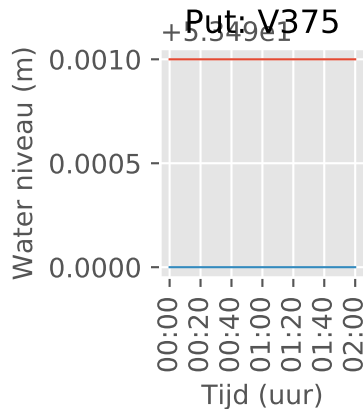
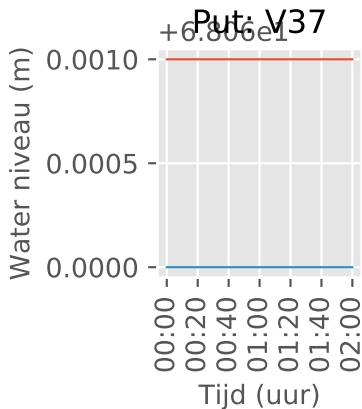
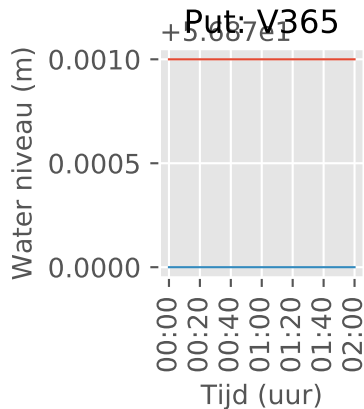
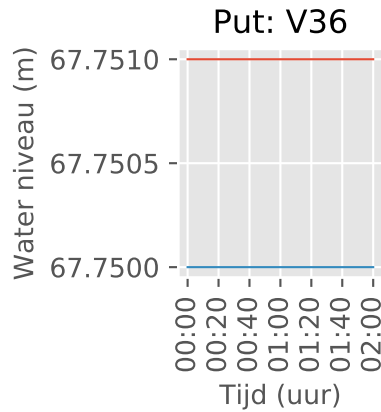
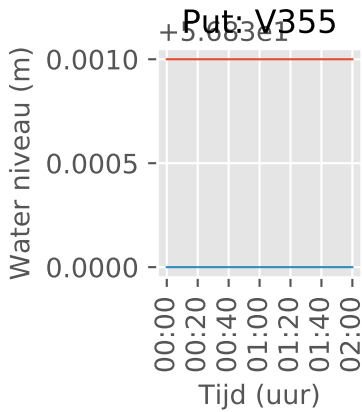
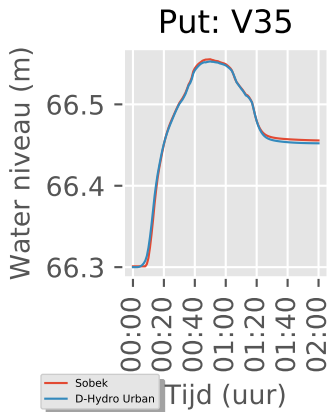
Put: V115**Put: V125****Put: V135****Put: V145****Put: V150****Put: V155**

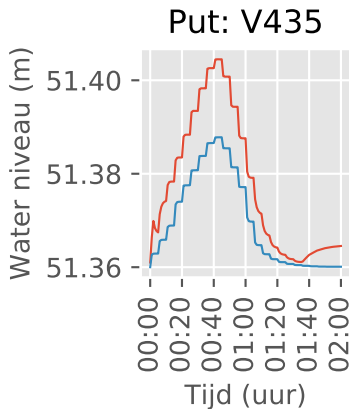
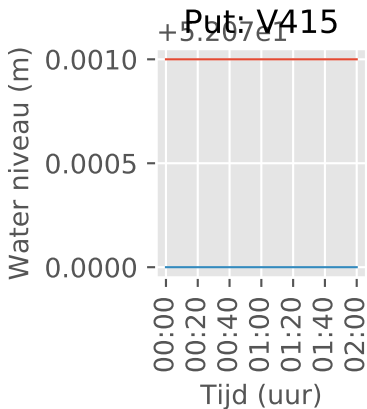
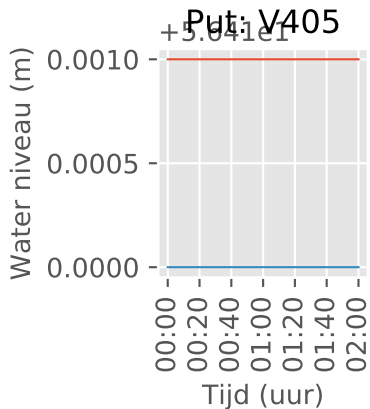
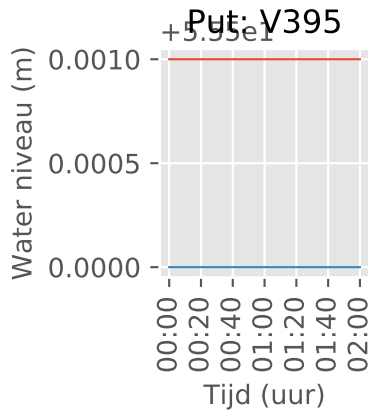
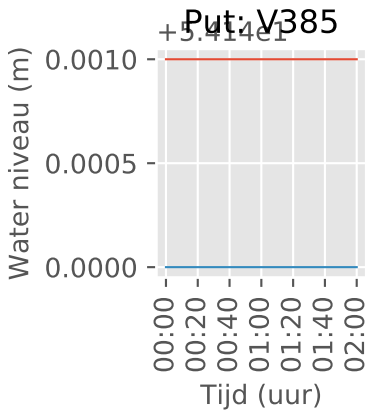
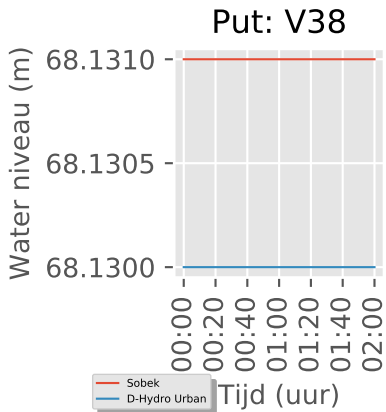




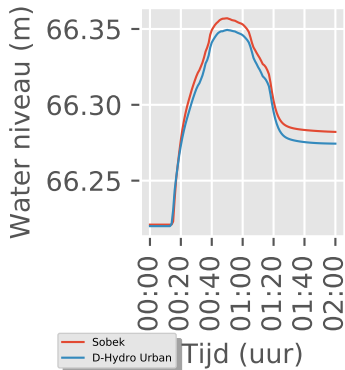




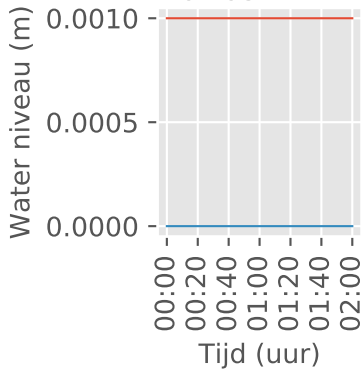




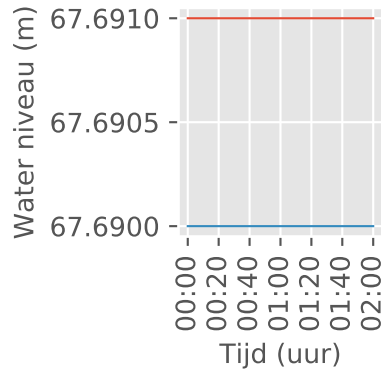
Put: V45



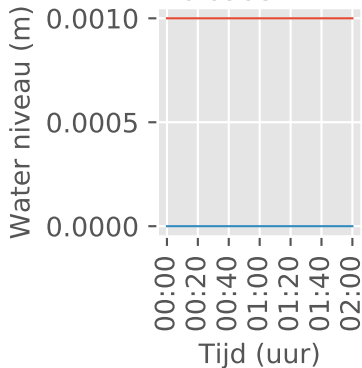
Put: V53



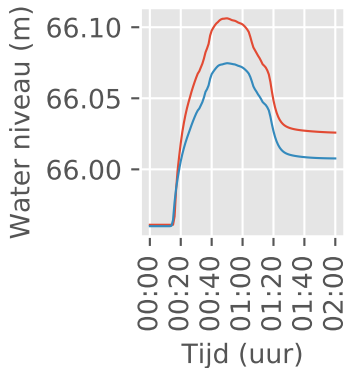
Put: V54



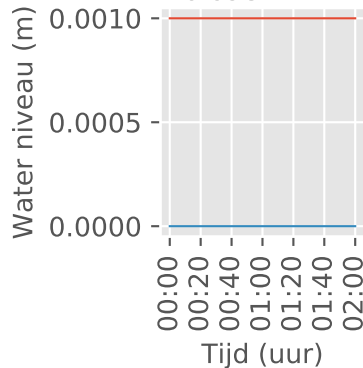
Put: V55



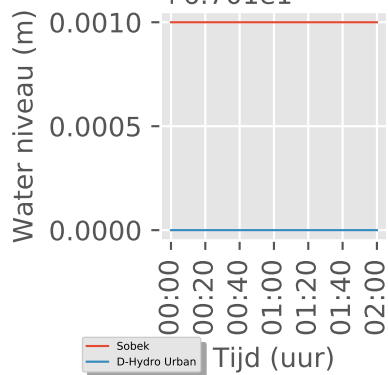
Put: V65



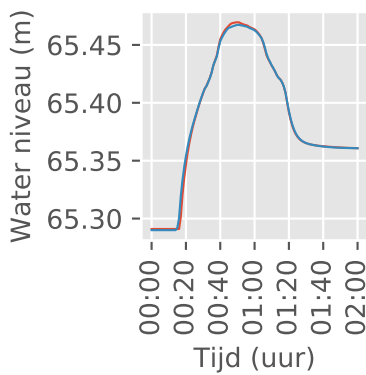
Put: V75



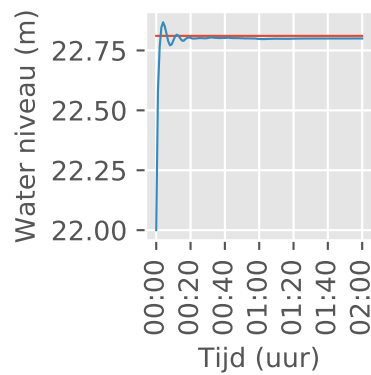
Put: V85



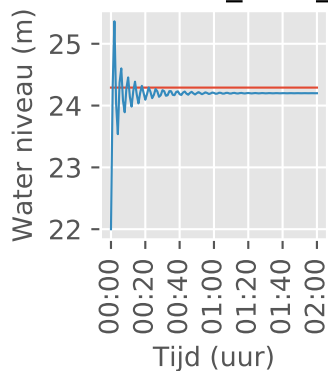
Put: V95



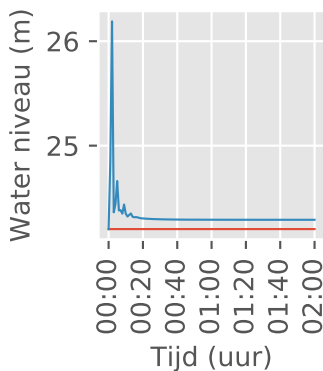
Put: W86



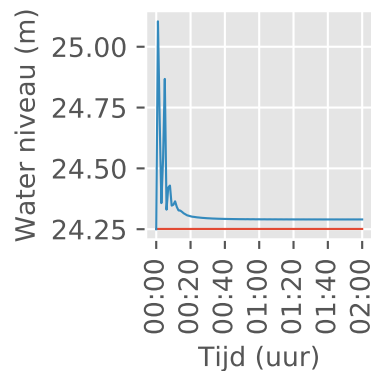
Put: WCN_Oost_2



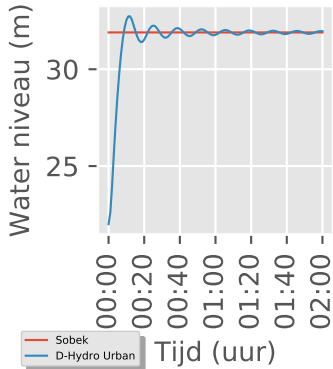
Put: WR-14



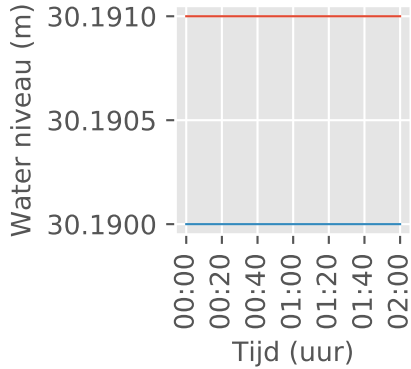
Put: WR-16



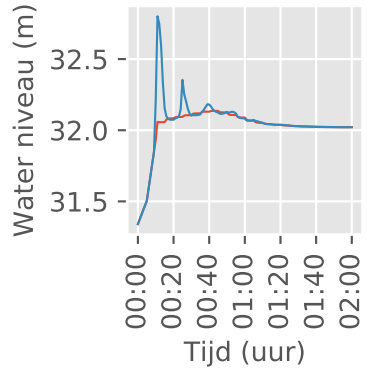
Put: WR-2



Put: WR-8391_02



Put: WR-8475_02



Put: Wgroeske_5

