

Oppervlaktewatermodel Fochteloërveen

**Opbouw van het oppervlaktewatermodel van het
Fochteloërveen
Prolander**

9 september 2025 - Public

Contactpersoon

CHRIS KERKLAAN

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 220
3800 AE Amersfoort
Nederland

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
1.1	Aanleiding en doel	4
1.2	Leeswijzer	4
2	Model	5
2.1	Modelgebied	5
2.2	Modelbouw	6
2.2.1	Data	6
2.2.2	Uitgangspunten	6
2.2.3	Koppeling grondwater en oppervlaktewatermodel	8
3	Validatie	11
4	Autonome situatie	13
4.1	Aanpassingen	13
4.2	Resultaat	16
4.3	Kalibratiegrafieken	22
4.4	Logboek	39

Bijlagen

Bijlage A	Overzicht oude en nieuwe peilen	19
------------------	--	-----------

Colofon	40
----------------	-----------

1 Inleiding

Voor de LESA (Landschaps Ecologische Systeem Analyse) van het Natura2000-gebied Fochteloërveen, een waterafhankelijk natuurgebied, is er een oppervlaktewatermodel gemaakt om inzicht te geven in het functioneren van het systeem. In dit rapport wordt uitleg gegeven over de opbouw van dit oppervlaktewatermodel.

1.1 Aanleiding en doel

Voor het herstel van hoogveen is een hoge grondwaterstand noodzakelijk. Er is daarvoor binnen het Fochteloërveen een kadeherstelproject gaande. Daarnaast zijn de beheerders van dit hoogveengebied op zoek naar mogelijkheden om tot duurzaam herstel te komen van het hoogveen. Hiervoor is inzicht nodig in het ontstaan en de werking van het hoogveen systeem. Hiervoor wordt een LESA opgesteld, waarbij het watersysteem een belangrijke rol speelt. Om het watersysteem beter in beeld te brengen, de knelpunten en herstelmogelijkheden in beeld te brengen, is de inzet van een oppervlaktewatermodel nodig.

Het oppervlaktewatermodel heeft meerdere doelen:

- Inzicht krijgen in de werking van het huidige oppervlaktewatersysteem.
- Verbeteren van de input van het oppervlaktewater in het grondwatermodel.
- Bepalen van de effectiviteit van maatregelen op het oppervlaktewatersysteem en indirect ook op het grondwatersysteem.

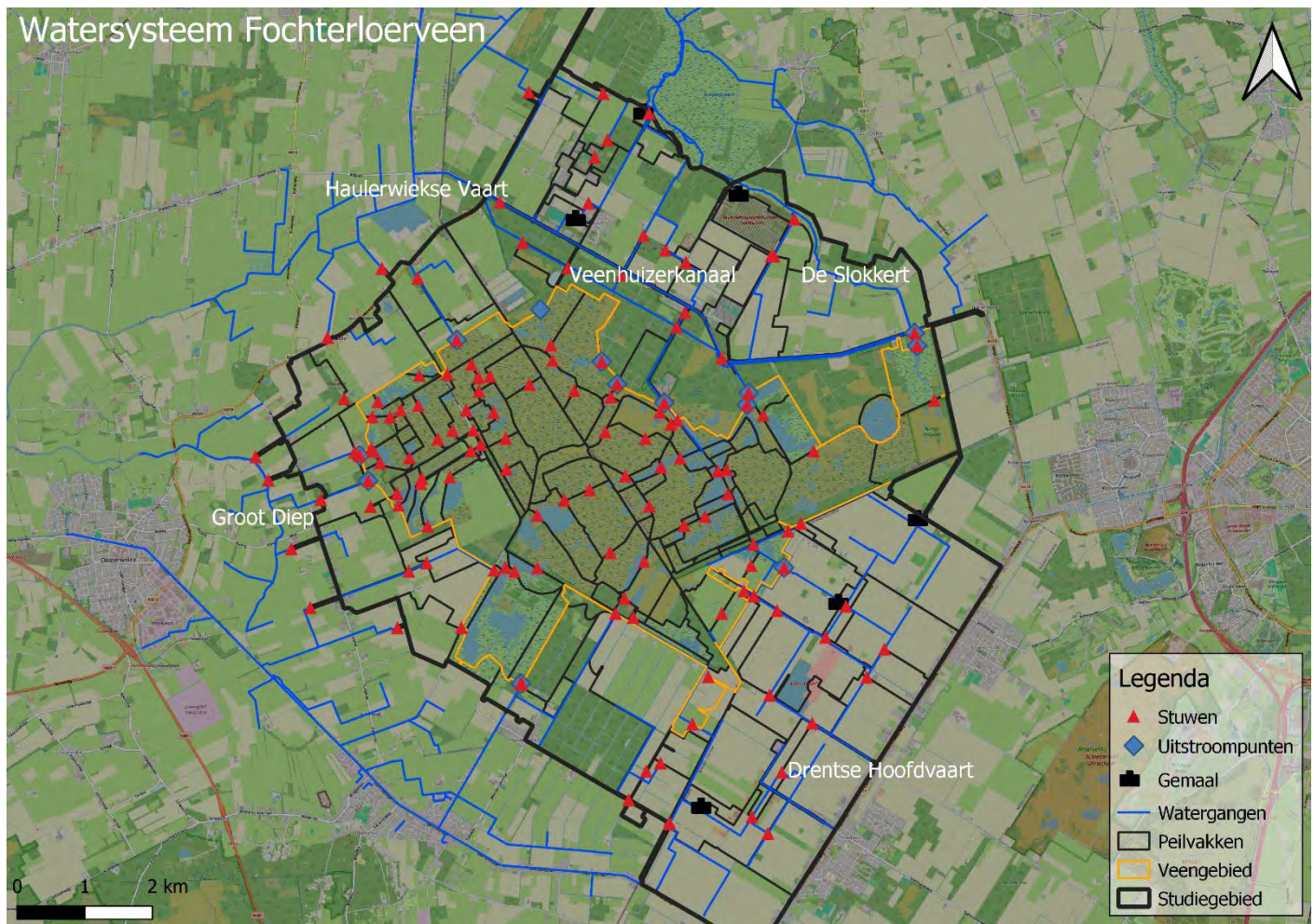
1.2 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden de uitgangspunten van het model en de modelopbouw beschreven. Hierna wordt in hoofdstuk 3 de validatie toegelicht waarna in hoofdstuk 4 de autonome situatie wordt beschreven.

2 Model

2.1 Modelgebied

Het studiegebied, zichtbaar in Figuur 1, is grofweg te verdelen in twee gedeeltes, het Fochteloërveen en het relatief vlakke gedeelte eromheen. Het gebied om het Fochteloërveen is van belang, omdat in deze gebieden water vastgehouden wordt en er mogelijk maatregelen in deze gebieden genomen gaan worden. Het modelgebied eindigt bij grotere wateren zoals het Groot Diep of de Drentse Hoofdvaart.



Figuur 1 Watersysteem en studiegebied van het Fochteloërveen

2.2 Modelbouw

Het model is opgebouwd als Sobek-RR model. Elk peilvak in het model is bestaat uit 2 soorten knopen: een onverharde knoop en een open water knoop. De onverharde knoop bepaald hoeveel water er afstroomt richting de open water knoop en is afhankelijk van onder andere verdamping, infiltratie, grondwater en drainage.

De open water knoop vormt de open waterberging in het watersysteem. In de open water knoop verdampt en infiltreert het water, maar stroomt het ook door naar de volgende open water knoop. Dit gebeurt aan de hand van duikers, stuwen, kades en gemalen. Deze kunstwerken bepalen hoeveel water naar de volgende openwater knoop stroomt. Hierdoor wordt aangenomen dat de plassen en watergangen niet beperkend zijn voor de afvoer tussen de deelgebieden.

2.2.1 Data

De knopen en kunstwerken worden zijn opgebouwd aan de hand van verschillende databronnen. Tabel 1 geeft inzicht in de bronnen van de data.

Tabel 1 Databronnen Sobek-RR model Fochteloërveen

Data	Bron
Hoogtemodel	AHN4
Peilvakken Fochteloërveen	Prolander/Natuurmonumenten
Kunstwerken Fochteloërveen	Prolander/Natuurmonumenten
Peilvakken rondom Fochteloërveen	Wetterskip Fryslân, Waterschap Noorderzijlvest, Waterschap Drents Overijsselse Delta
Kunstwerken rondom Fochteloërveen	Wetterskip Fryslân, Waterschap Noorderzijlvest, Waterschap Drents Overijsselse Delta
Toestand Kades	Prolander/Natuurmonumenten
Referentie verdamping	KNMI (Eelde)
Neerslag	KNMI (Eelde)
Landgebruik	BGT
Wateroppervlak	BGT en nodata uit hoogtemodel.

2.2.2 Uitgangspunten

Bij de modelbouw zijn er keuzes gemaakt om het hoogveen zo accuraat mogelijk te simuleren. Tabel 1 geeft een overzicht van de belangrijkste parameters. Deze worden in deze paragraaf verder toegelicht.

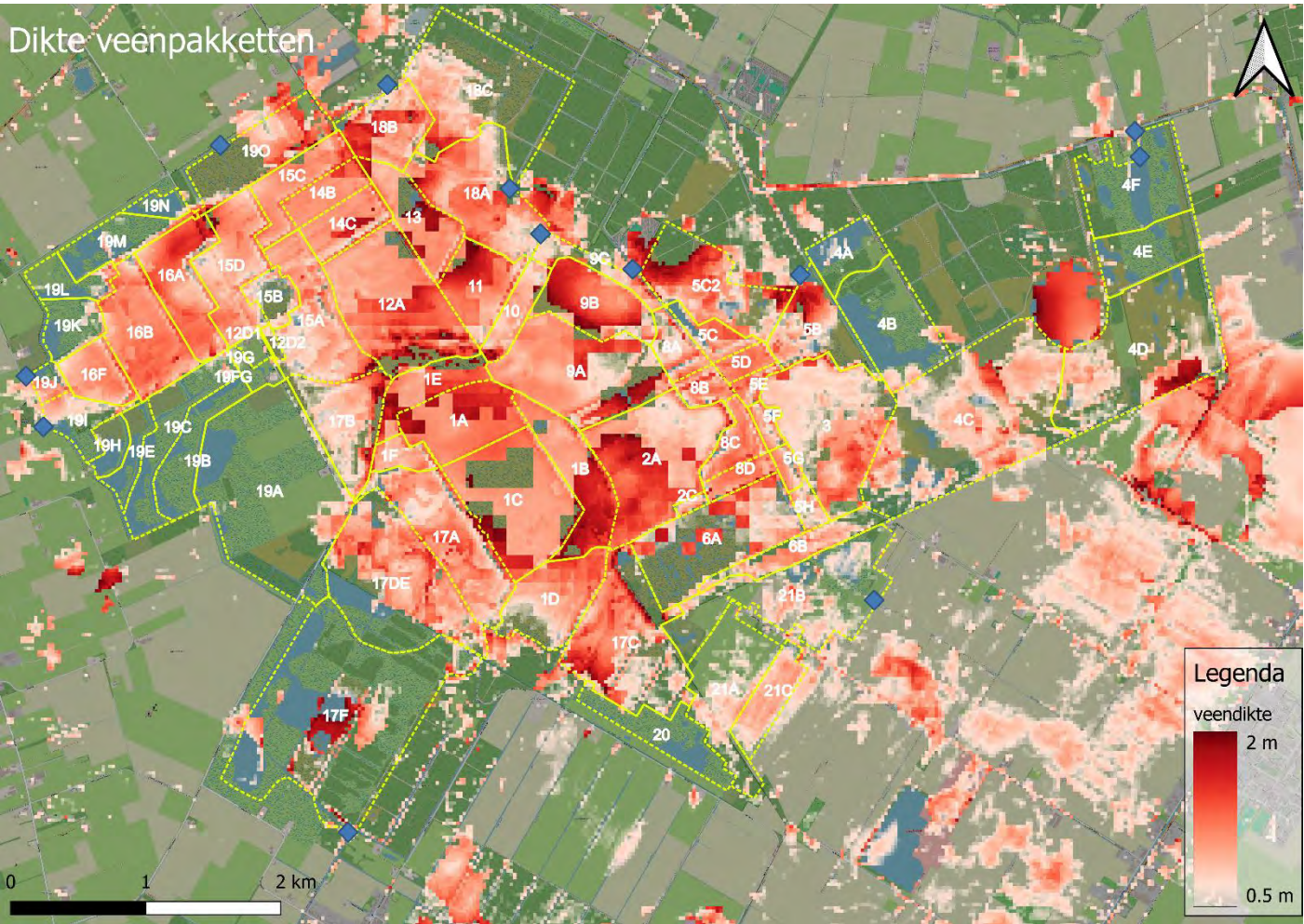
Tabel 2 Belangrijkste parameters RR-knopen

Rainfall-Runoff	
Parameter	Keuze
Bodem	Veengrond met ongerijpte klei
Drainage	Ernst, R=500
Oppervlakte berging	5 mm
Wegzijging	Grondwatermodel

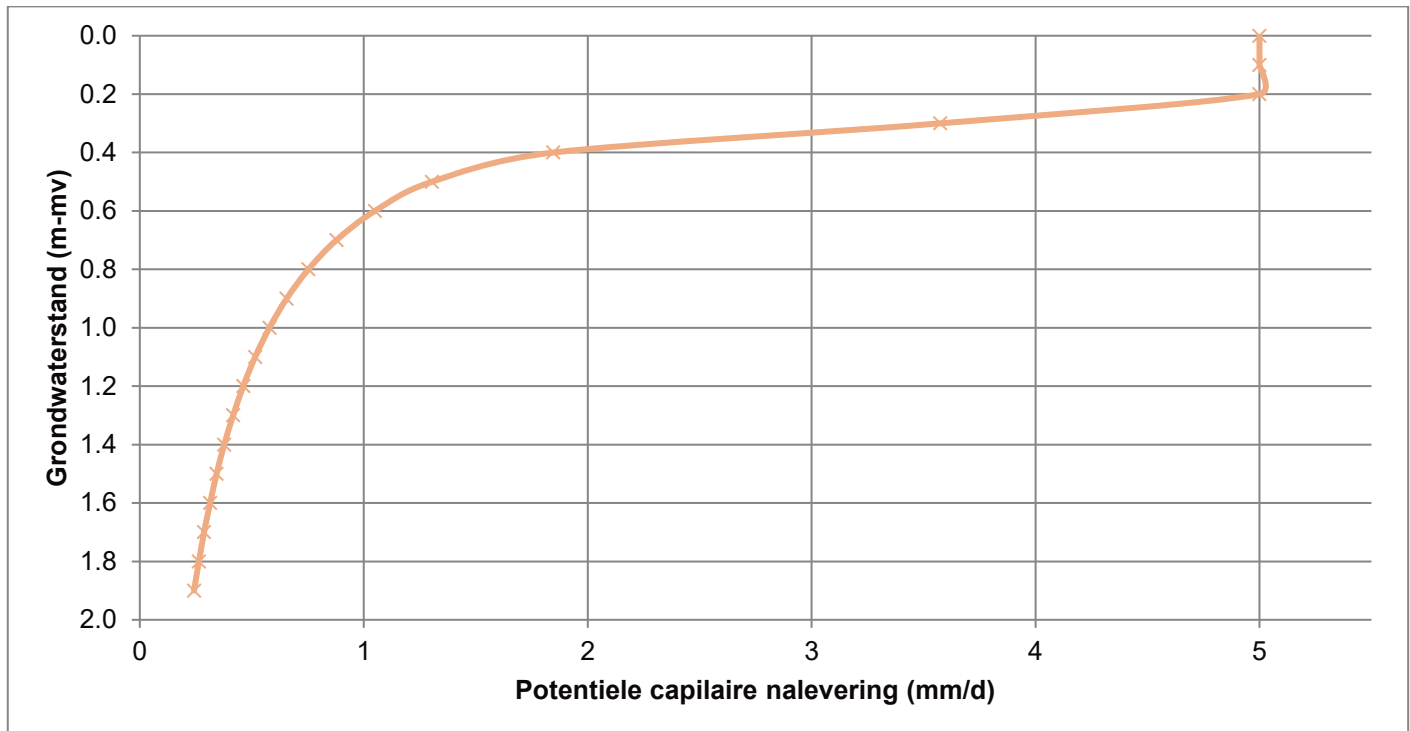
Tabel 3 Belangrijkste parameters Open water knopen

Open-water	
Parameter	Keuze
Hoogte-oppervlak relatie	Maaiveldcurve
Wegzijging	Grondwatermodel

De onverharde knopen zorgen voor de afvoer van het peilgebied naar de open water knoop. De bodem is van belang voor het inschatten van de verdamping. Hoogveen reduceert verdamping naarmate de watertoevoer wordt beperkt. In Sobek-RR is er geen toepasselijk bodemtype die dit gedrag goed simuleert. Van alle bodemtypes met veen heeft het bodemtype ‘Veengrond met ongerijpte klei’ de minste capillaire nalevering. Hierdoor wordt de verdamping relatief snel beperkt, wat overeenkomt met het gedrag van het veen. Dit bodemtype is daarom toegepast bij dikkere veenpakketten (bij veendiktes groter dan 1 m is het bodemtype ‘Veengrond met ongerijpte klei’ toegepast). De compartimenten met de dikkere veenpakketten >1m bevinden zich in de hoogveenkern (bijvoorbeeld compartimenten 12A, 1A, 1C).



Figuur 2 Dikte veenpakketten Fochteloërveen

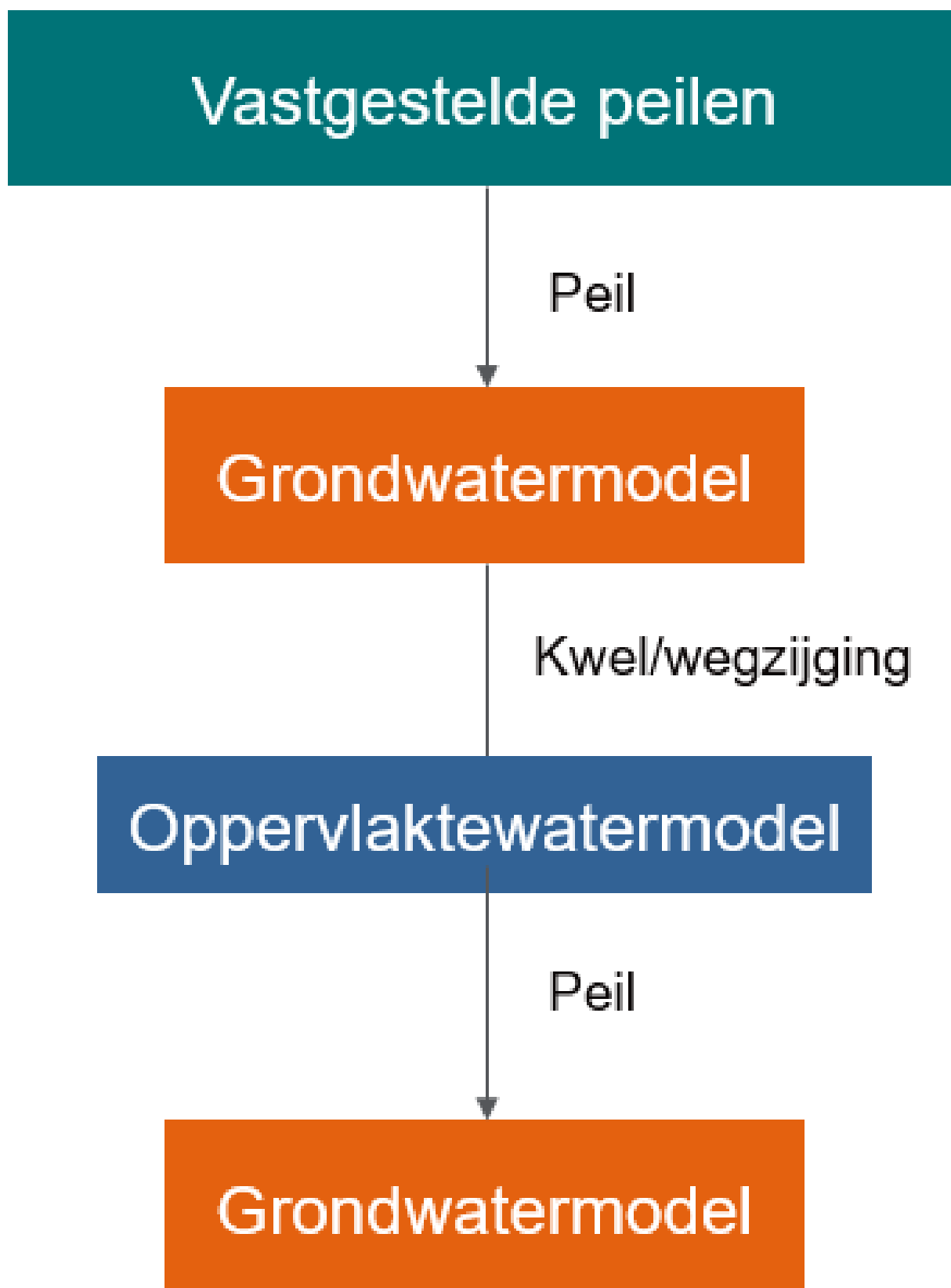


Figuur 3 Potentiële capillaire nalevering van veengrond met ongerijpte klei

In de Open Water knopen definieert de hoogte-oppervlakte relatie de berging van de knoop. De minimale oppervlakte is gedefinieerd aan de hand van het hoogtemodel. Het hoogtemodel geeft water weer als 'nodata'. Hier bovenop is de maaiveldcurve van het peilgebied gebruikt om de hoogte-oppervlakte relatie verder in te vullen.

2.2.3 Koppeling grondwater en oppervlaktewatermodel

De wegzijging in de knopen wordt bepaald aan de hand van het grondwatermodel. Figuur 4 geeft de iteraties tussen de modellen weer. In eerste instantie rekent het grondwatermodel met vastgestelde oppervlaktewaterpeilen. De resulterende wegzijging en kwel wordt vervolgens weer als input gebruikt voor het oppervlaktewatermodel. Waarna deze dynamische oppervlaktewaterpeilen weer gebruikt worden door het grondwatermodel. De technische beschrijving is te vinden in 'Grondwatermodel Fochteloërveen'



Figuur 4 Iteraties van het grondwater- en oppervlaktewatermodel

De stroming van en naar open water knopen toe wordt berekend door kunstwerken en kades. In het model zijn alleen peil scheidende kunstwerken overgenomen omdat in Sobek-RR maar één kunstwerk tussen knopen is toegestaan. De data van deze kunstwerken zijn overgenomen uit de aangeleverde data.

De kades zijn opgenomen in de vorm van een weerstand. Binnen de weerstand wordt een breedte gedefinieerd van de lengte van een kade tussen twee deelgebieden. De weerstand in dagen op basis van de staat van de kade en het materiaal van de kade in overleg met de grondwaterhydrologen.

Weerstand in dagen

Categorie

Materiaal	Geen probleem	Minder urgent	Urgent	
Zand		25	2.5	0.25
Hout		1	0.5	0.5
Folie		1000	50	5

Voor de kalibratie wordt het model doorgerekend met verdampings- en neerslagdata voor 2014 en 2015. 2015 is een jaar met gemiddelde neerslag en vormt voor een 'normale' situatie¹. Het model wordt doorgerekend met een tijdstap van 1 uur. Ook wordt het model doorgerekend met de CAPSIM-methodiek, zodat infiltratie van oppervlaktewater naar het veen kan worden meegenomen. Aan de volgende punten zijn gesleuteld in het model om een betere fit te krijgen:

- Stuw hoogtes.
- Duiker hoogtes.
- Drainage weerstanden.
- Oppervlak open water.
- Weerstanden in de kades.

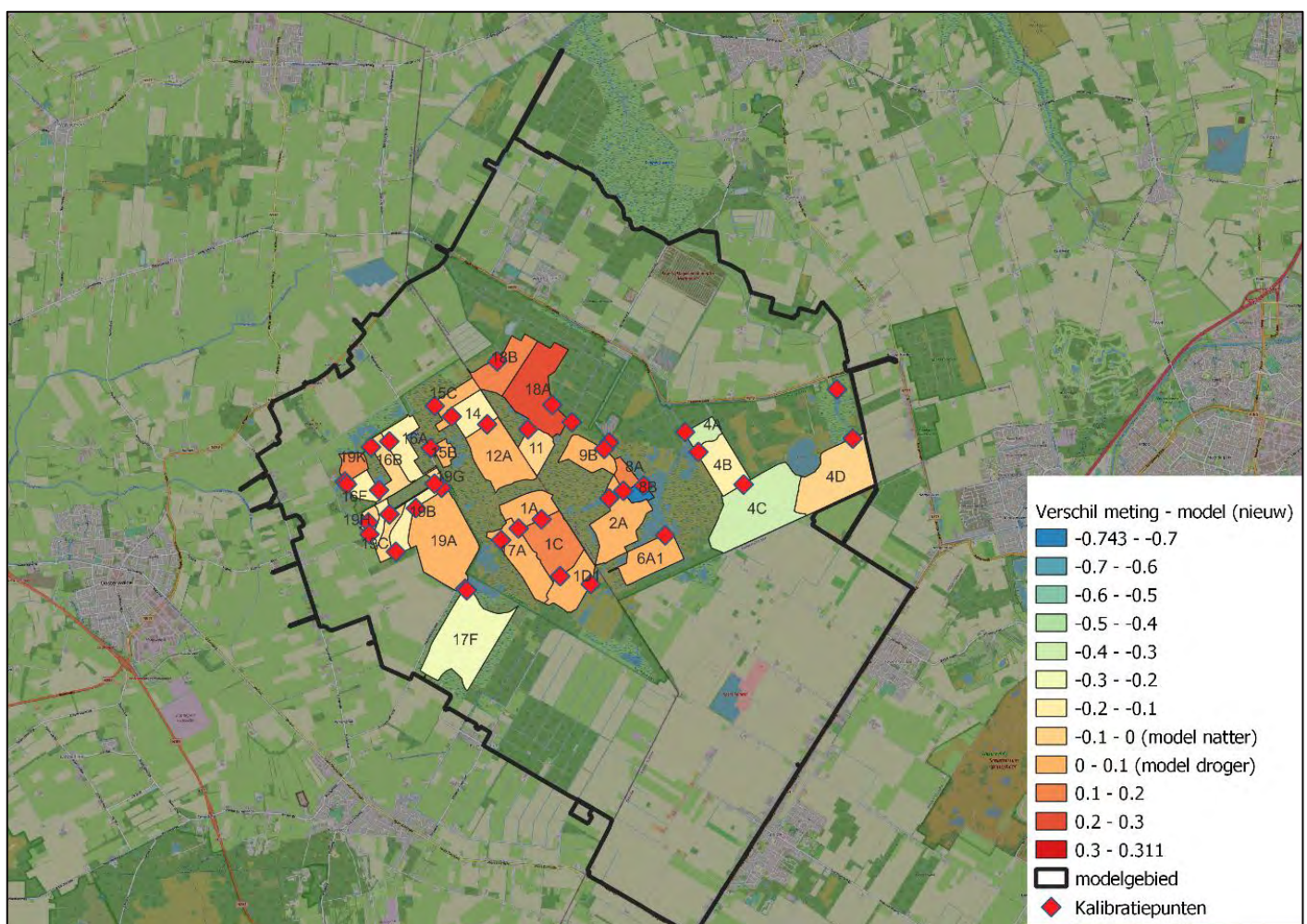
De stappen staan uitgebreid beschreven in het meegeleverde logboek.

¹ Het voorjaar van 2015 (april, mei, juni) was wat droger dan gemiddeld, de zomer (juli, augustus) en november natter.

3 Validatie

Voor de validatie is het model doorgerekend van 2014 tot 2018. Er zijn gemeten waterstanden aangeleverd van de peilgebieden van het veengebied om de resultaten te valideren. Er wordt op twee manieren naar de verschillen tussen de aangeleverde data gekeken: in de ruimte en in de tijd.

In Figuur 5 is de ruimtelijke spreiding te zien van het gemiddelde verschil tussen de metingen en het model. De figuur laat zien dat de waterstand in het model op veel locaties lager is dan de gemeten waterstand. De peilvakken met het grootste verschil bevinden zich met name in de hoogveenkern. Het hoogveen wat in deze kern ligt zorgt voor sterke verdampingsreductie in de zomer. Dit proces wordt in Sobek-RR waarschijnlijk onderschat waardoor deze verschillen ontstaan. Op plekken met minder hoogveen zoals peilvakken 4C en 4D is het verschil tussen de meting en model minder groot.



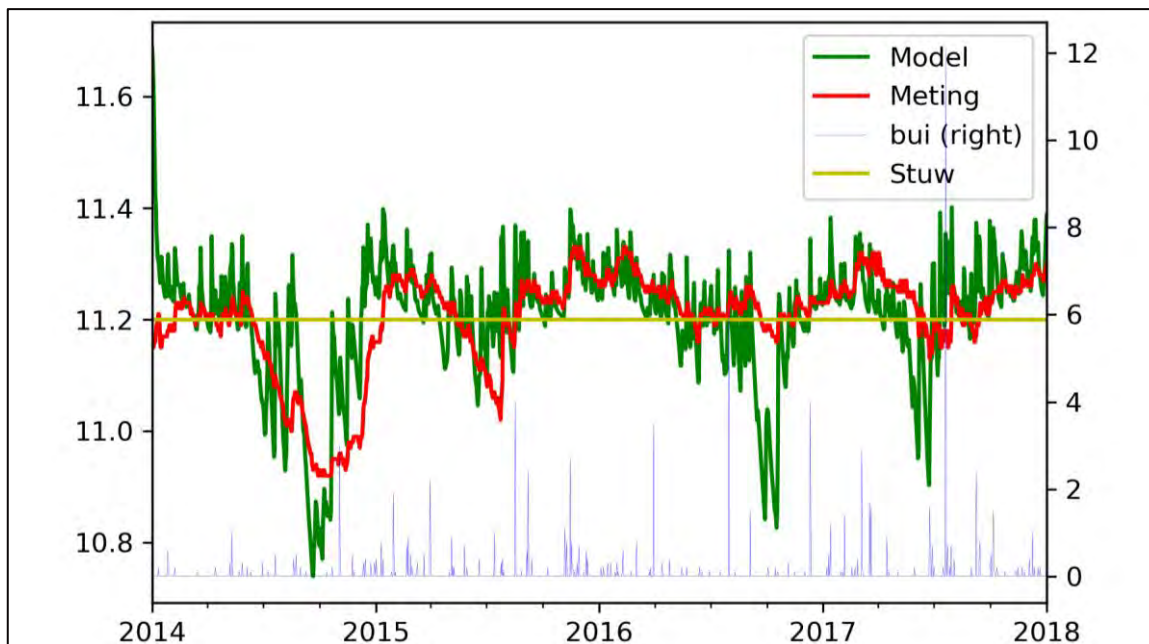
Figuur 5 Gemiddeld verschil tussen meting en model uit 2015. De figuur laat alleen peilvakken zien waar er metingen van zijn

In totaal zijn er 35 locaties waar oppervlaktewaterstanden zijn gemeten. Deze locaties kunnen onderverdeeld worden in twee categorieën:

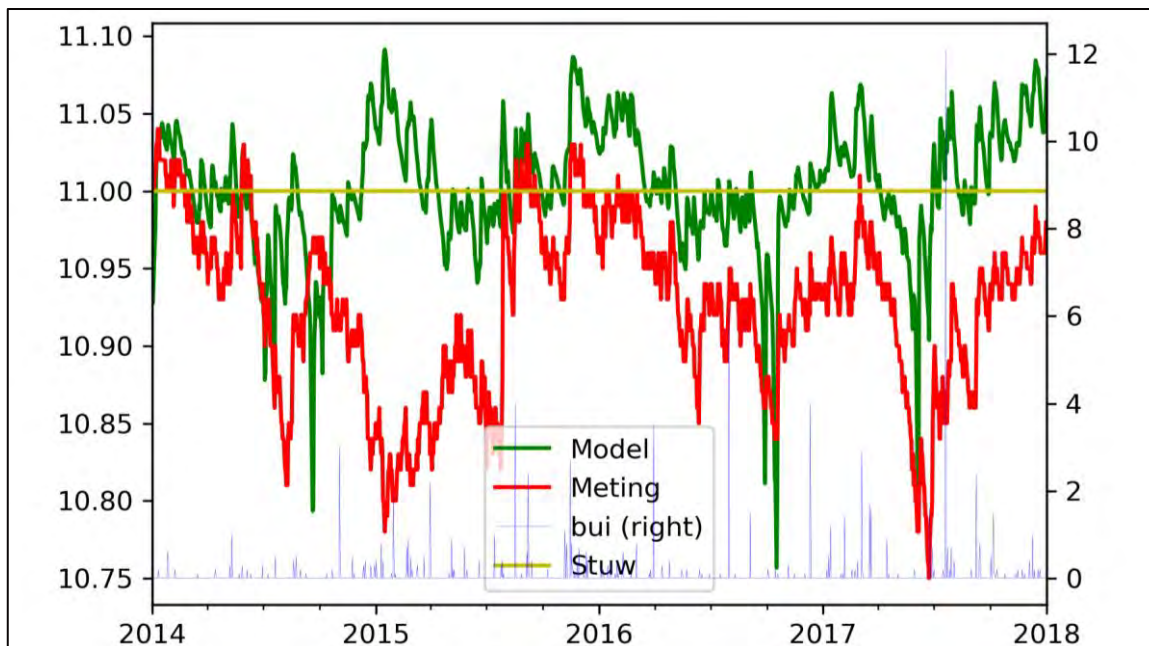
1. Punten met eenzelfde patroon maar waarbij het model meer uitzakt in de zomer.
2. Punten met een ander patroon.

De twee punten worden verduidelijkt met grafieken waarbij de linker-as de hoogte in mNAP is en de rechter-as de neerslag in mm/dag. Figuur 6 is een voorbeeld van een categorie 1. Gedurende een groot gedeelte van het jaar blijft de model nabij de meting. In de zomer is te zien dat het model 10 cm verder uitzakt dan de meting. Het model lijkt de zomerwaterstanden dus minder goed te voorspellen dan de waterstanden in de rest van het jaar.

Figuur 7 is een voorbeeld van categorie 2. In 2015 is te zien dat het waterstandsverloop van het model in 2015 niet overeenkomt met de meting. Waarom dit gebeurt is onduidelijk. Het kan bijvoorbeeld zijn dat er een kunstwerk lek is geweest, waardoor de waterstanden extra zijn uitgezakt, of dat de metingen niet kloppen. Deze locaties zijn met de beheerders besproken en in enkele gevallen is er een verklaring gevonden. In veel gevallen is er echter niet bekend wat er op deze locaties is gebeurd en kon de afwijking niet verklaard worden. Alle grafieken worden weergegeven in de bijlage. Voor alle grafieken geldt: linker-as is in mNAP en de rechter-as is in mm/dag.



Figuur 6 Meting en model resultaat voor peilvak 4D



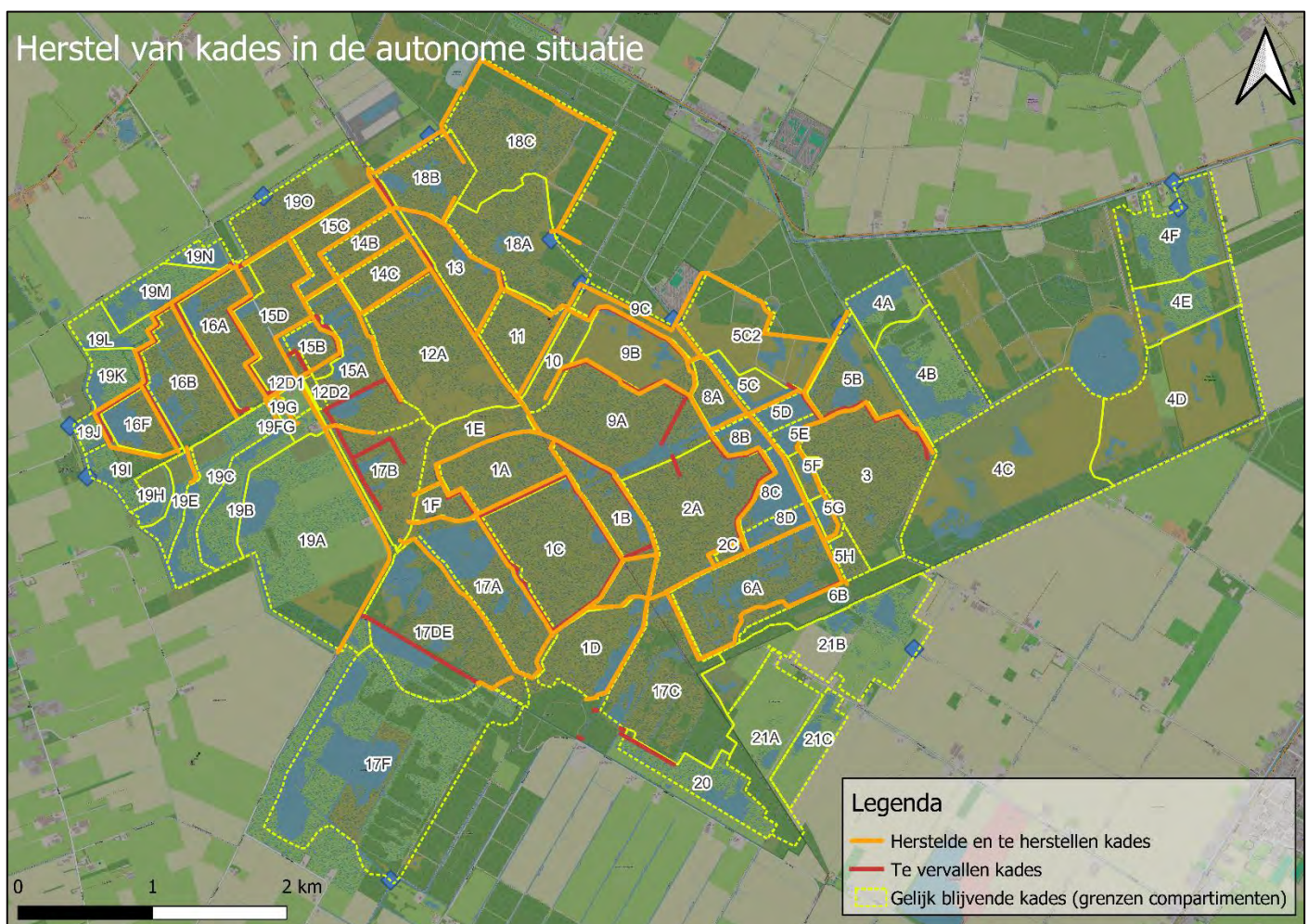
Figuur 7 Meting en model resultaat voor peilvak 11

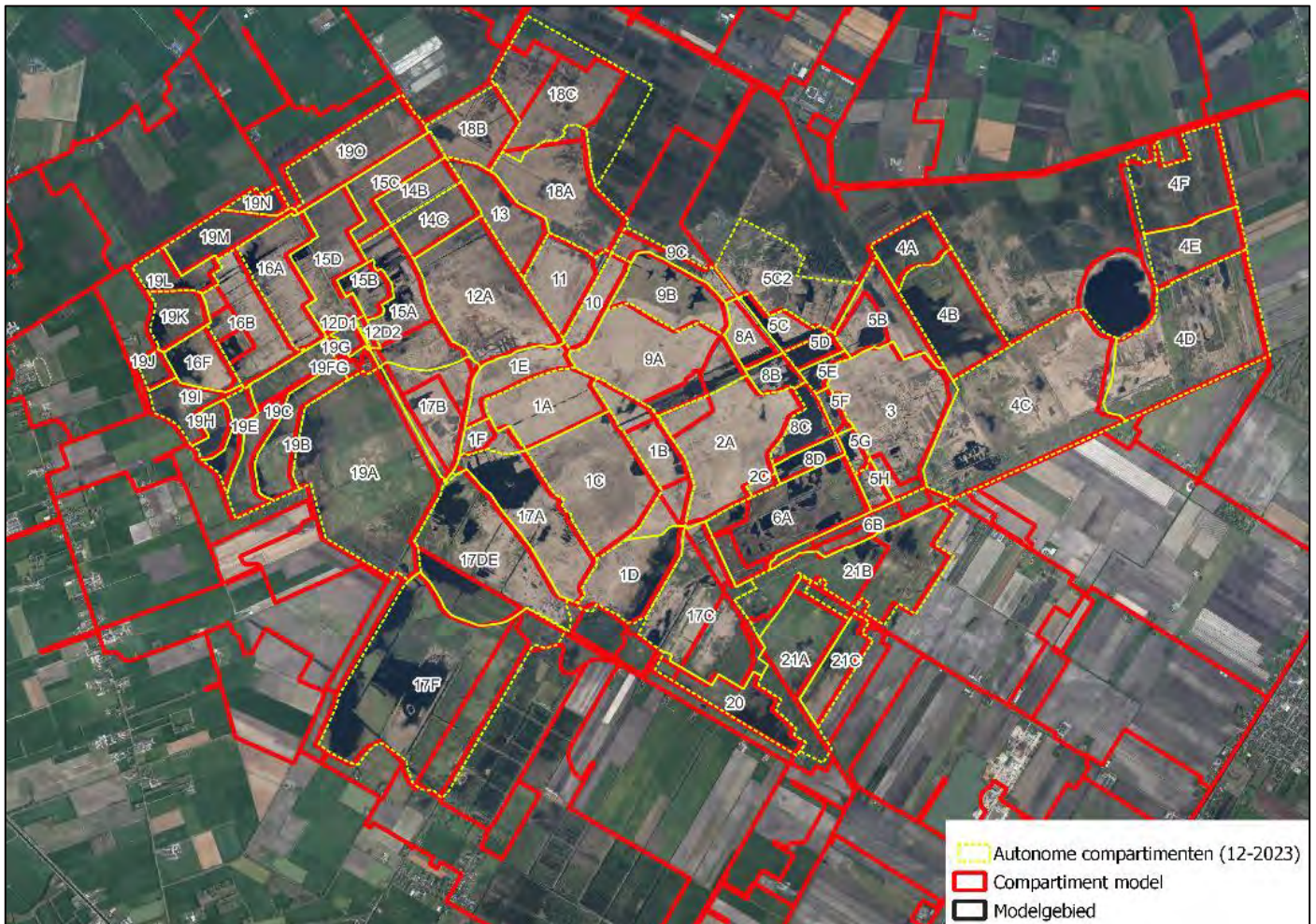
4 Autonome situatie

4.1 Aanpassingen

In de afgelopen jaren zijn er al meerdere aanpassingen in het gebied uitgevoerd. Deze aanpassingen hebben als doel om water beter vast te houden. Omdat deze wijzigingen nog niet allemaal zijn uitgevoerd en er nog geen gemeten waterstanden zijn is deze situatie niet gebruikt voor de validatie. Deze autonome situatie is echter wel het huidige uitgangspunt van het watersysteem. De autonome ontwikkelingen zijn daarom in het model verwerkt.

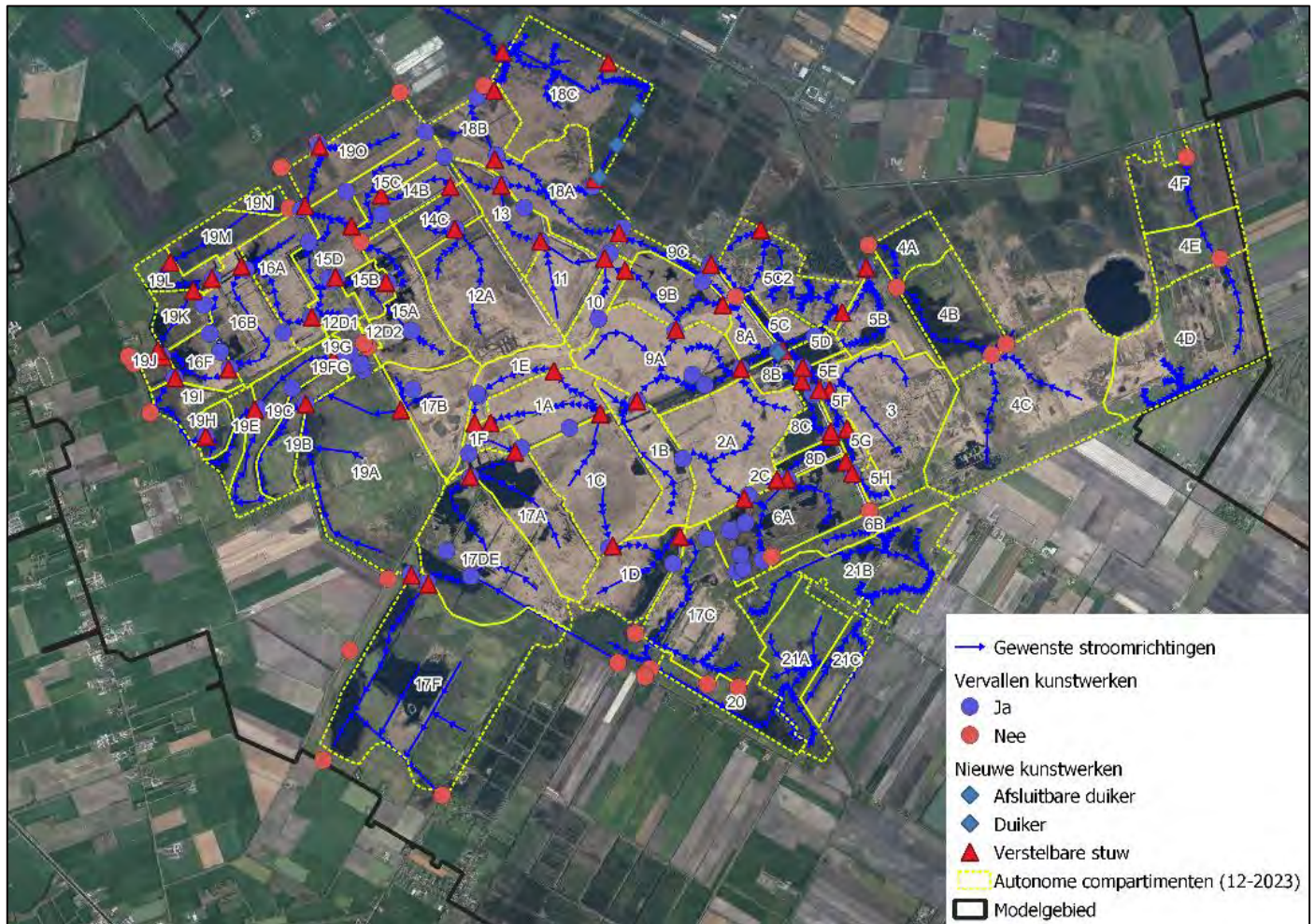
In de autonome situatie zijn de kades hersteld. De weerstand van de kades zijn in het model daarom naar de hoogste waarde gezet: 1000 dagen. In essentie stroomt er dus nauwelijks water meer door de kades heen. In Figuur 8 zijn de locaties van de kadeverbeteringen weergegeven.



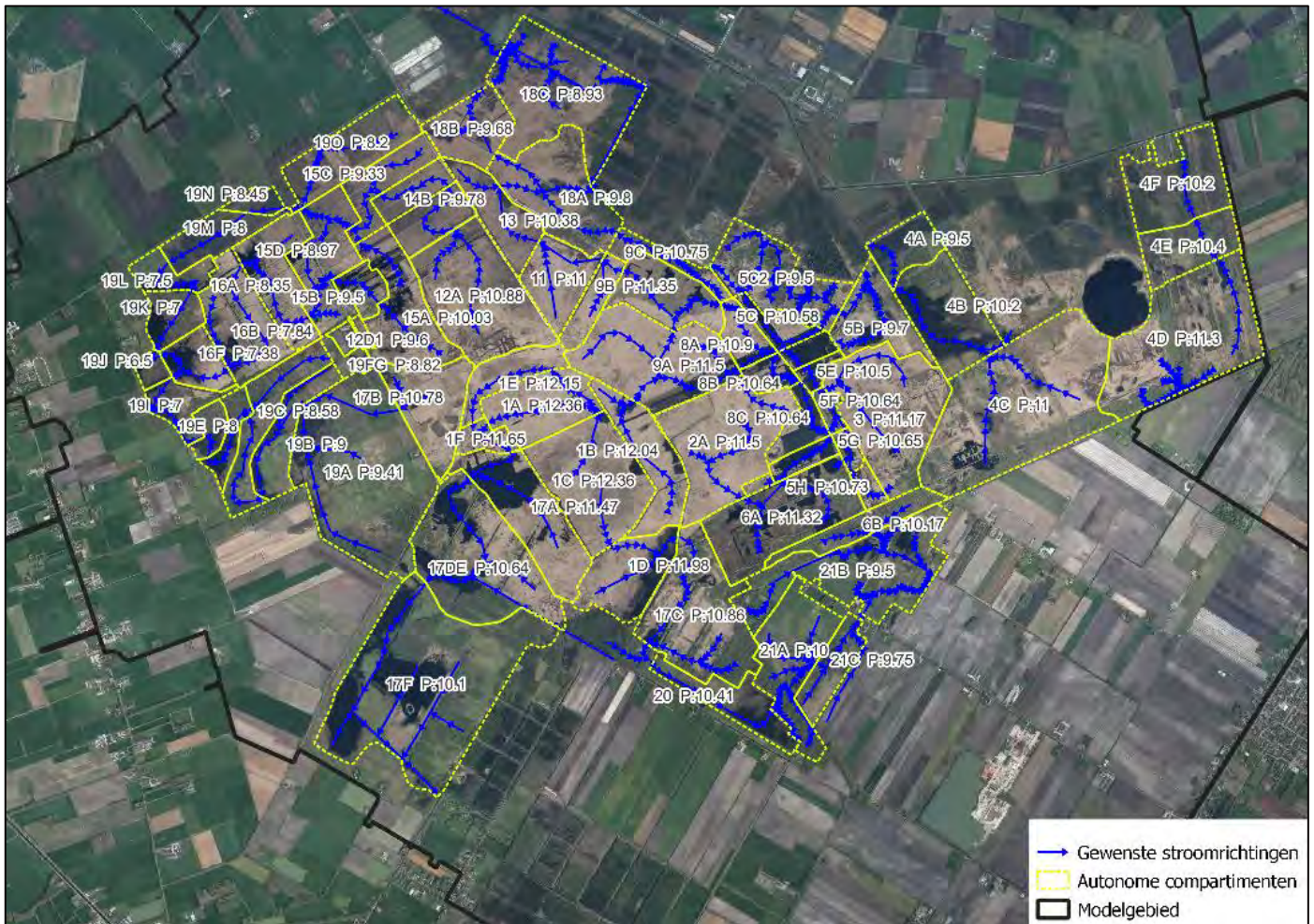


Figuur 9 Nieuwe peilgebieden in de autonome situatie

Figuur 10 geeft de nieuwe stroomrichtingen en bijbehorende kunstwerken weer. De kunstwerken worden weggehaald en bijgevoegd om de nieuwe stroomrichting te faciliteren. Nieuwe en vervangen kunstwerken worden standaard op peil gezet. De nieuwe stuwen zijn 1 meter breed en de duikers rond 0,5 m. Figuur 11 geeft de nieuwe peilen weer in de autonome situatie.



Figuur 10 Stroomrichting en kunstwerken in de autonome situatie



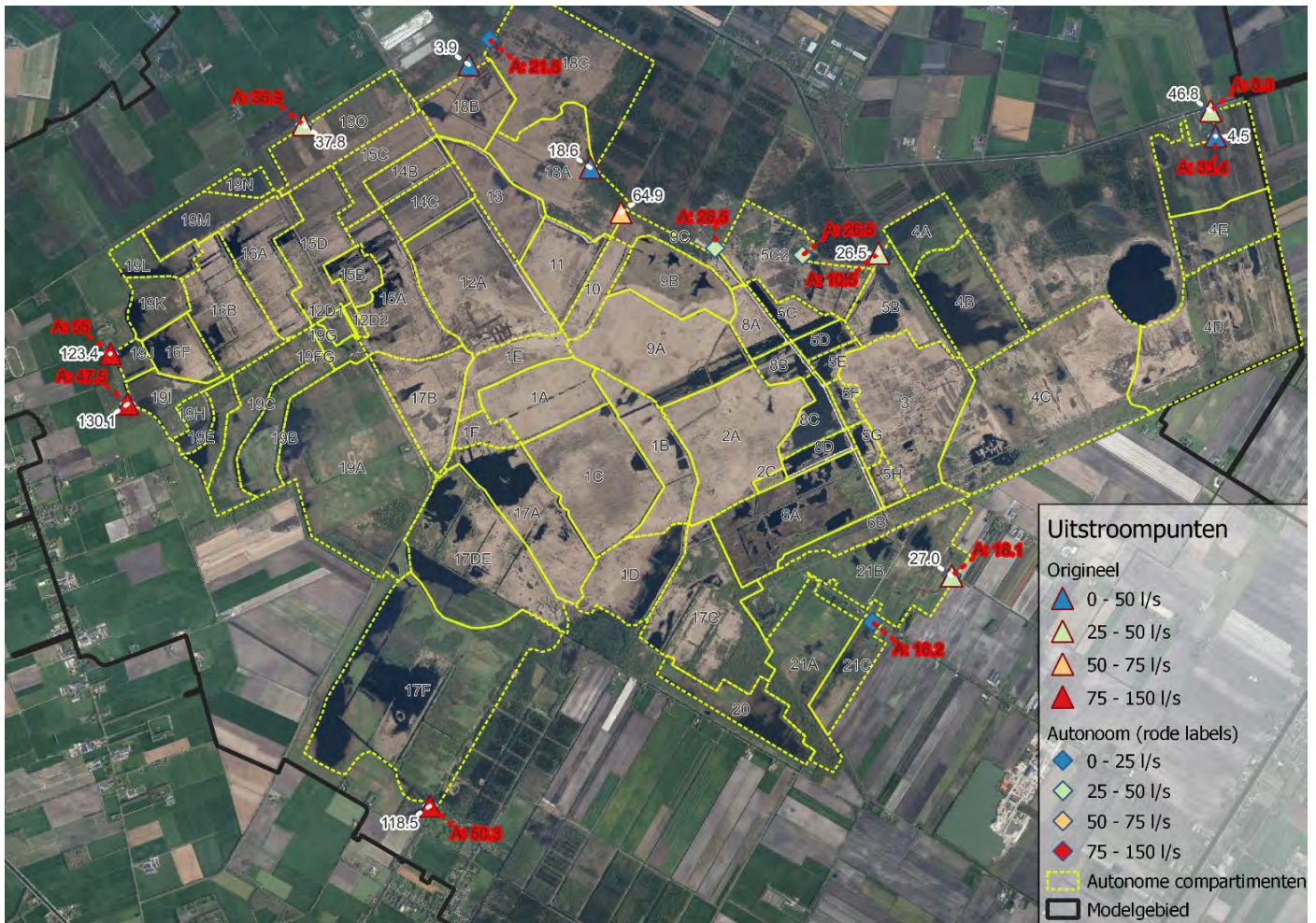
Figuur 11 Peilen in de autonome situatie

4.2 Resultaat

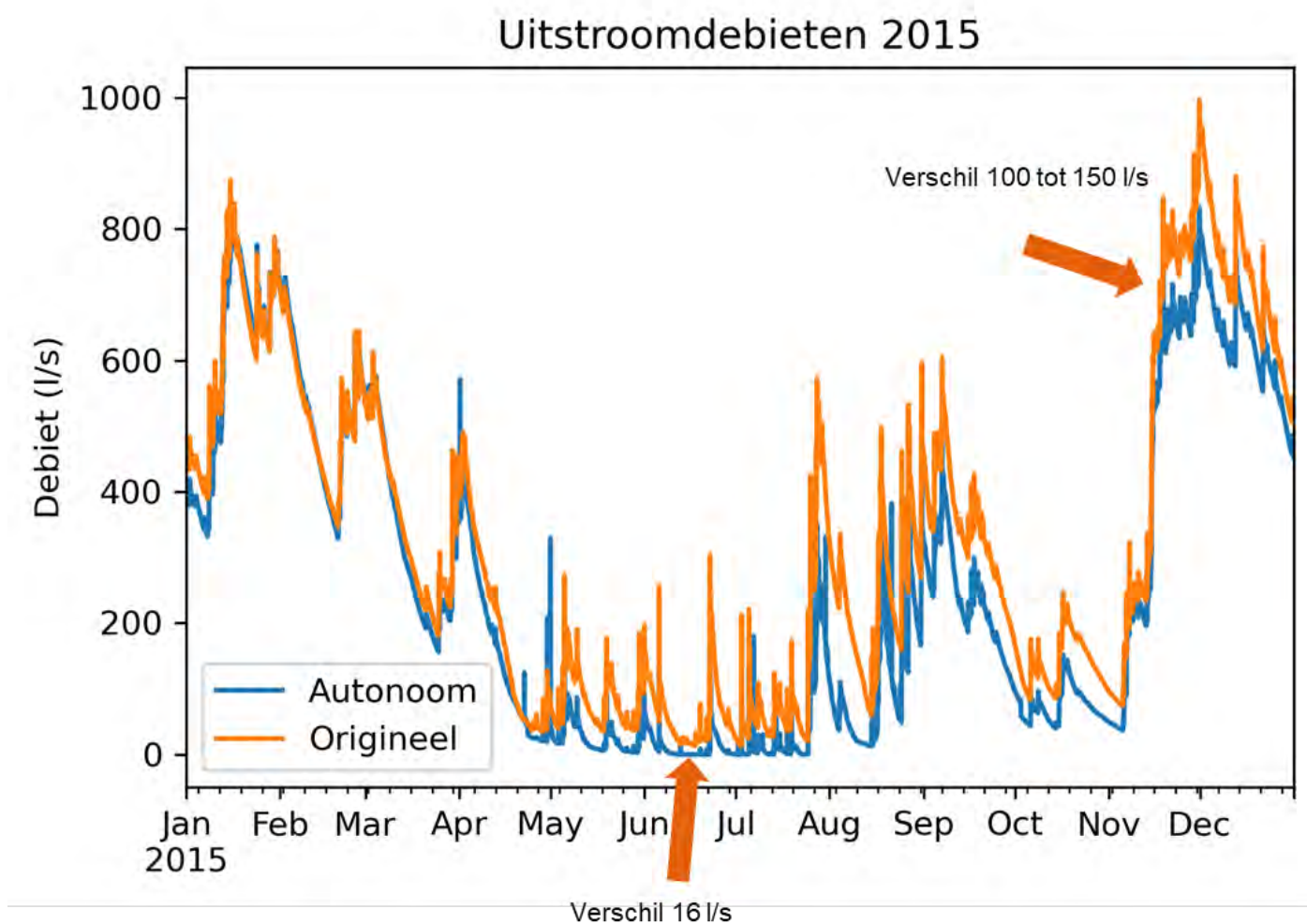
Het model in de autonome situatie is doorgerekend voor meerdere jaren. Figuur 12 laat de gemiddelde winterdebieten zien van de autonome situatie en van de huidige situatie. In de figuur is te zien dat de afvoer op alle locaties is verminderd. Dit komt met name door de verwijderde stuwen, verwijderde duikers en dichte kades. Het kan ook komen doordat duikers en stuwen zijn opgehoogd omdat ze moeten voldoen aan een ander/nieuw peil. Een ander gevolg van deze aanpassingen is dat meer water wordt vastgehouden.

Figuur 13 laat zien dat de uitstroomdebieten lager liggen in de autonome situatie. In de zomer is er dan ook geen constante afvoer waar dit wel zo was in de originele situatie. Ook lijkt de autonome variant sneller te reageren op neerslag dan de originele variant. Echter de debieten liggen lager. Nu is er nog geen extremen mee berekend, dus de werking (debieten, waterstanden in vergelijking met originele situatie) bij T10/T100 is niet bekend.

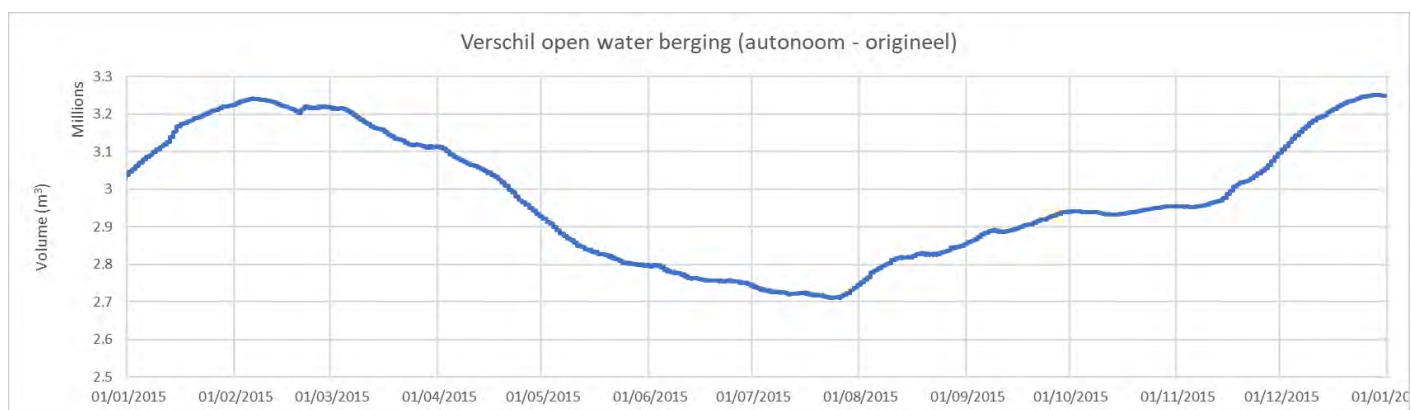
Figuur 14 laat het verschil in waterberging zien (autonoom minus origineel). Het verschil in open waterberging varieert gedurende het jaar. Het verschil is groter in de winter t.o.v. de zomer. Als het meer regent wordt er meer water vastgehouden.



Figuur 12 Gemiddelde winterdebieten bij uitstroompunten



Figuur 13 Gesommeerde afvoeren uit 2015



Figuur 14 Verschil in berging in open water in 2015 tussen de autonome situatie en de originele situatie

Bijlage A Overzicht oude en nieuwe peilen

Compartiment	2015	2022	Autonoom peil
10	11.12	11.2	11.21
11	11.22	11.1	11
12A	10.96	11.1	10.88
12D1	9.3	9.6	9.6
12D2	9.6	9.6	9.6
13	10.52	10.5	10.38
14B	9.69	10	9.78
14C	9.69	10	10.17
15A	9.6	9.6	10.03
15B	9.45	9.6	9.5
15C	9.2	9.5	9.33
15D	8.52	9	8.97
16A	8.36	8.5	8.35
16B	7.86	8.1	7.84
16F	7.36	7.4	7.38
17A	11.35	11.7	11.47
17B	11.12	11.1	10.78
17C	10.75	11.1	10.86
17DE	10.34	10.4	10.64
17F	9.88	10.1	10.1
18A	9.96	10.1	9.8
18B	9.68	9.7	9.68
18C	9.96	10.1	8.93
19A	9.47	9.5	9.41
19B	9	9	9
19C	8.45	8.5	8.58
19E	8	8	8
19FG	8	8	8.82
19G	8	8	8
19H	7.53	7.5	7.5
19I	7	7	7

Compartiment	2015	2022	Autonoom peil
19J	5.93	6.5	6.5
19K	7	7	7
19L	7.5	7.5	7.5
19M	8	8	8
19N	8.5	8.5	8.45
19O	8.204	8.2	8.2
1A	12.15	12.2	12.36
1B	11.99	12.1	12.04
1C	12.26	12.6	12.36
1D	11.68	11.9	11.98
1E	12.2	12.2	12.15
1F	12.2	12.2	11.65
20	9.9	10.5	10.41
21A	10	10	10
21B	9.5	9.5	9.5
21C	9.75	9.75	9.75
2A	10.55	11.5	11.5
2C	10.8	10.8	10.68
3	10.95	10.95	11.17
4A	9.35	9.5	9.5
4B	10.55	10.2	10.2
4C	10.78	10.7	11
4D	11.2	11.3	11.3
4E	10.8	10.8	10.4
4F	9.75	10.2	10.2
5B	9.64	9.7	9.7
5C	10.45	11	10.58
5C2	7.4	7.4	9.5
5D	10.45	11	10.59
5E	10.45	11	10.5
5F	10.55	11	10.64
5G	11	11	10.65

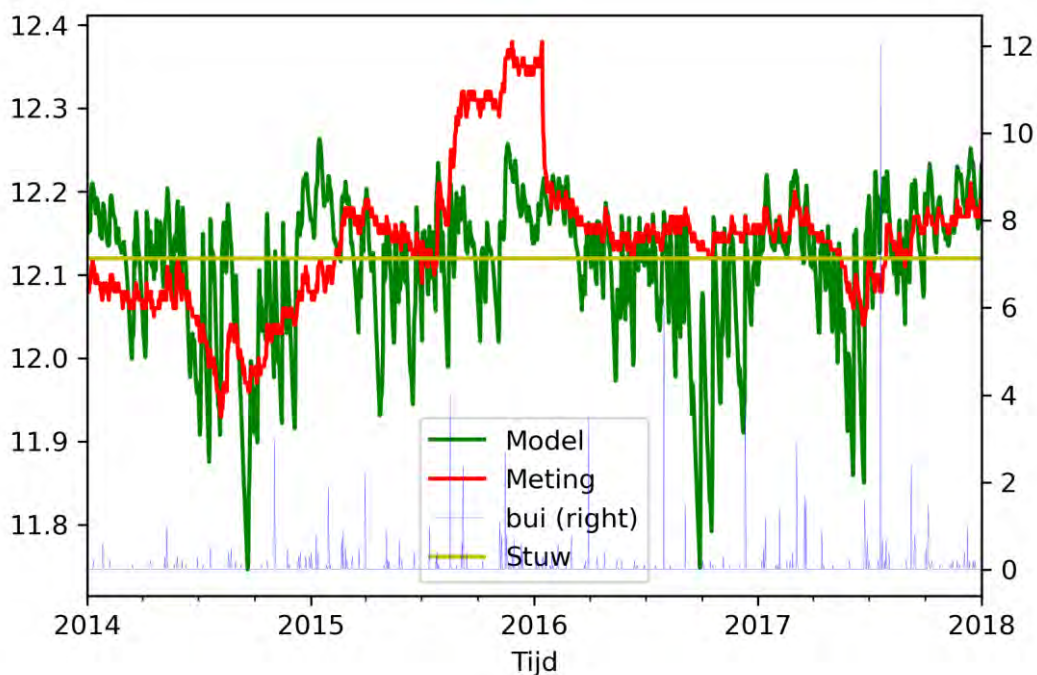
Compartiment	2015	2022	Autonoom peil
5H	11	11	10.73
6A	10.62	11	11.32
6B	9.8	9.8	10.17
8A	10.45	11	10.9
8B	10.45	11	10.64
8C	10.55	11	10.64
8D	10.55	11	10.67
9A	11.91	11.9	11.5
9B	11.27	11.2	11.35
9C	10.35	9.5	10.75

4.3 Kalibratiegrafieken

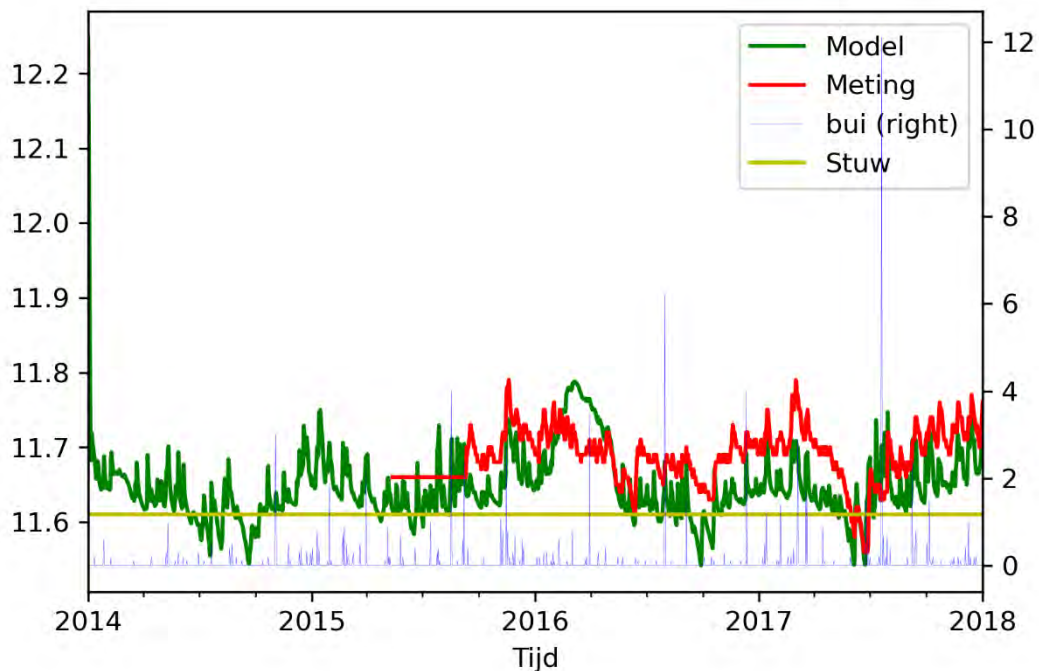
In de bijlage worden de kalibratie grafieken gegeven. Zoals aangegeven in hoofdstuk 3 zijn er 2 categorieën met verschillen tussen model en meting:

1. Het model zakt verder uit dan de meting.
2. Het model heeft een ander patroon dan de meting. Er is geen verklaring waarom het verschil in deze grafieken optreedt.

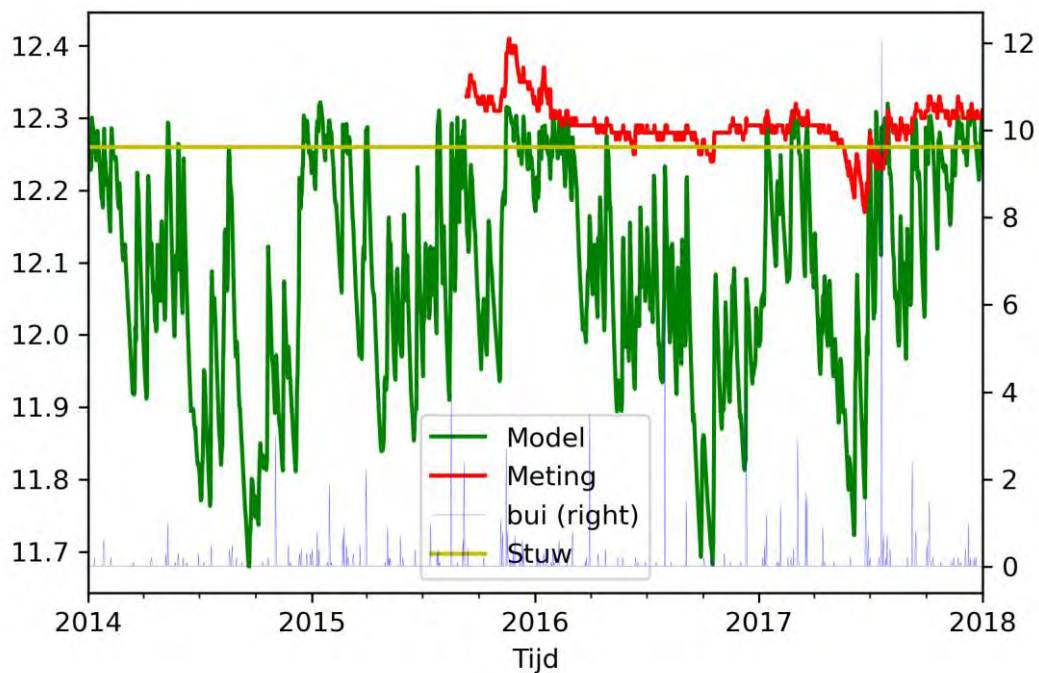
Onder categorie 2 vallen de volgende peilvakken: 4A, 6A1, 8A, 11, 15C, 19G, 19K.



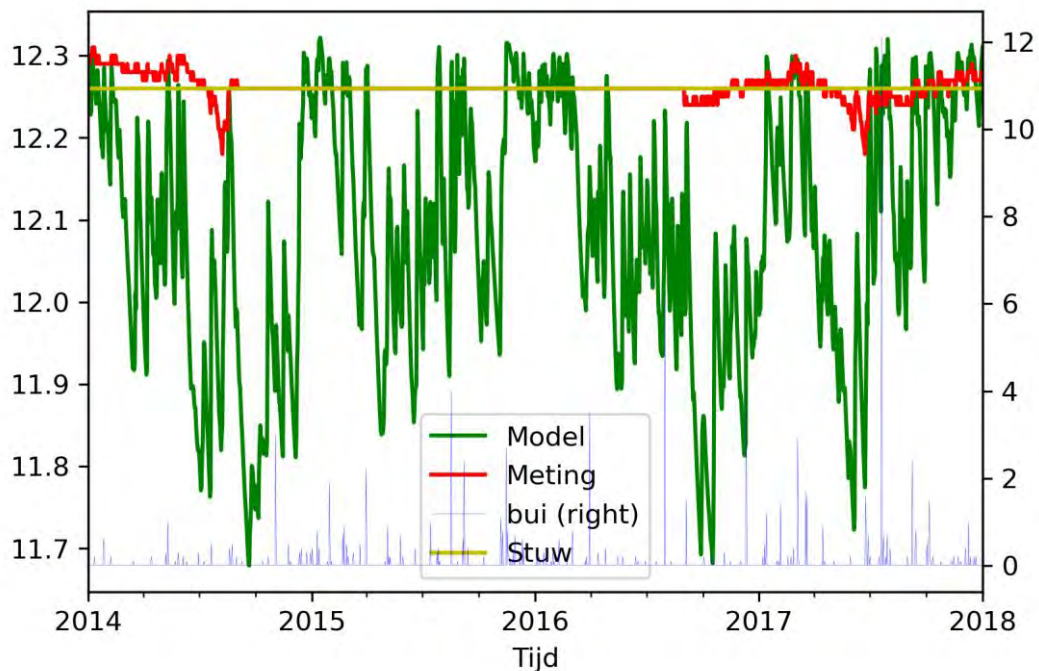
Figuur 15 Meting (11250230S005) en model resultaat voor peilvak 1A



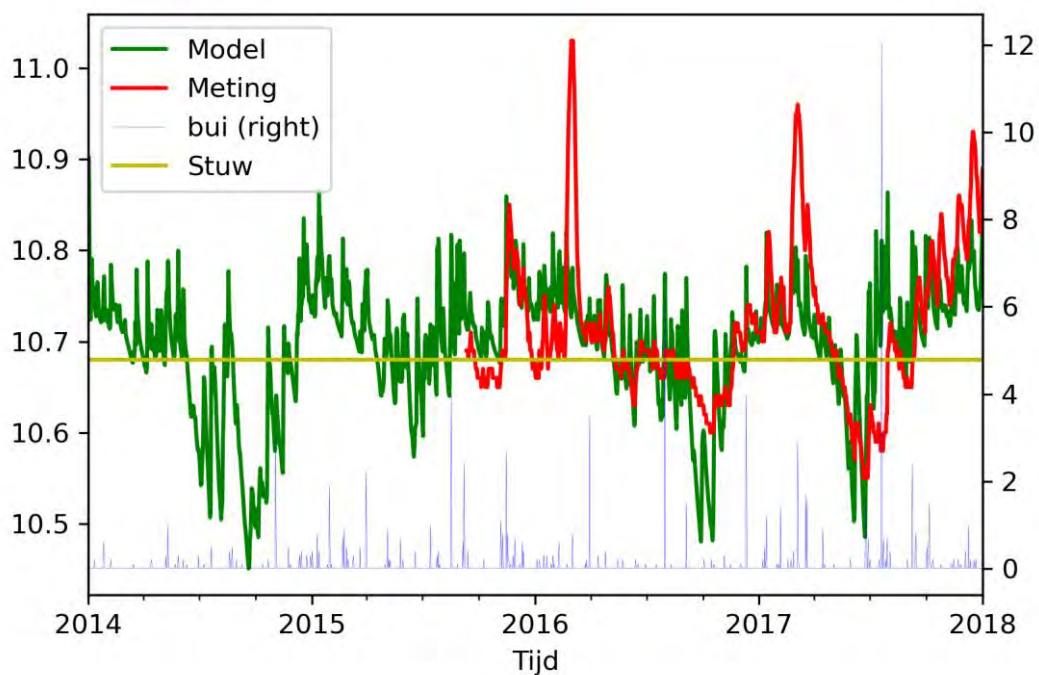
Figuur 16 Meting (11250230S001) en model resultaat voor peilvak 1D1



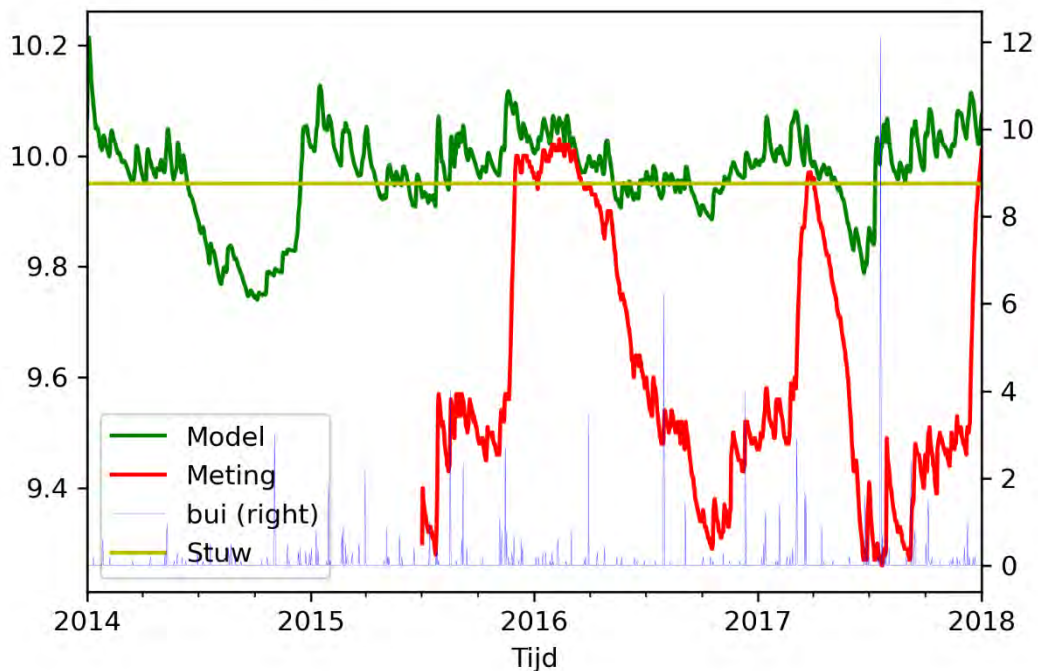
Figuur 17 Meting (11250230S004) en model resultaat voor peilvak 1C



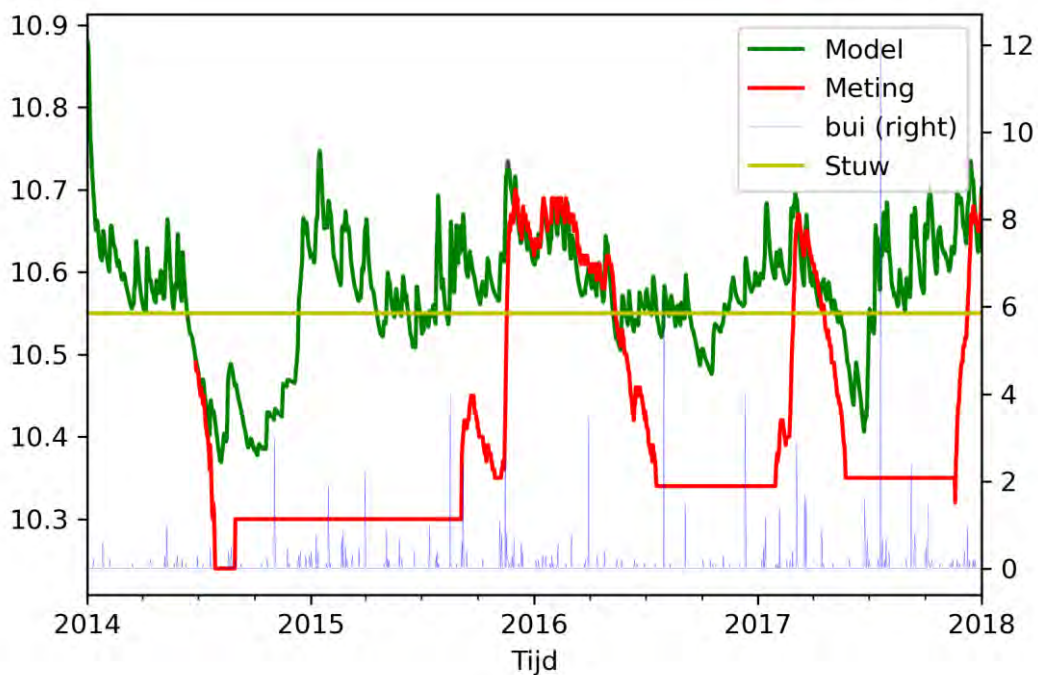
Figuur 18 Meting (11250230S006) en model resultaat voor peilvak 1C



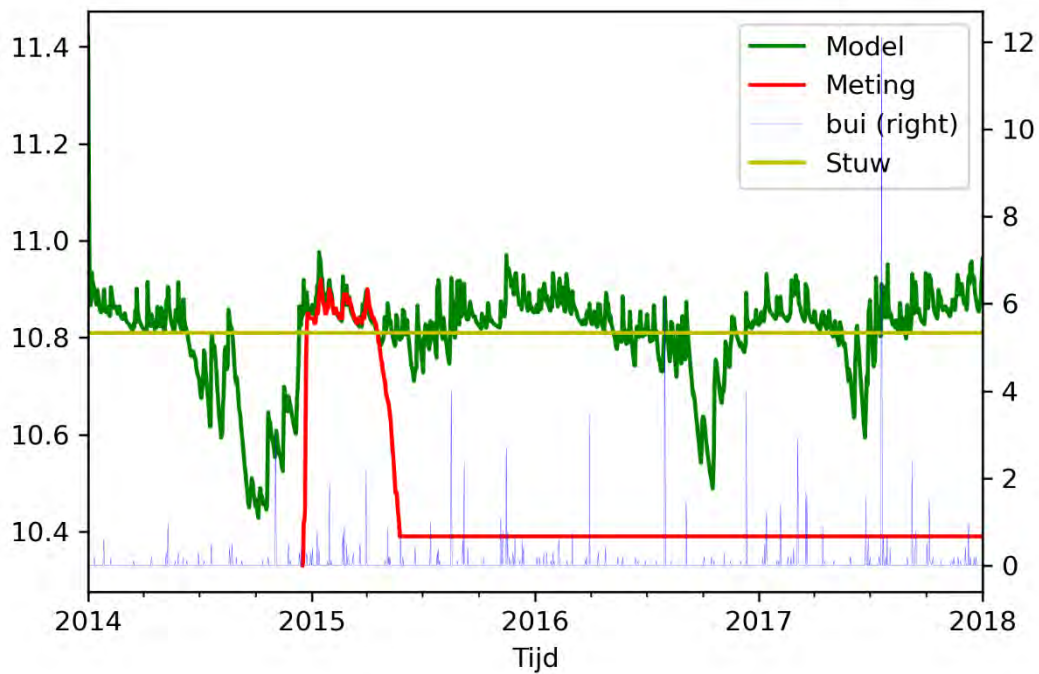
Figuur 19 Meting (11250230S012) en model resultaat voor peilvak 2A



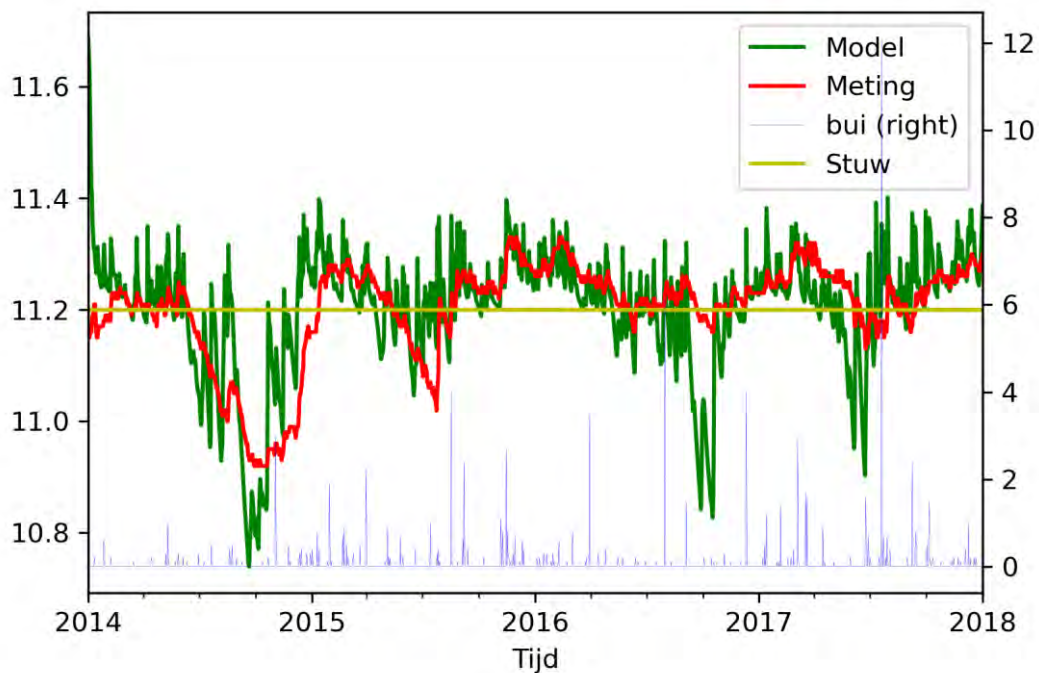
Figuur 20 Meting (13250900P013) en modelresultaat voor peilvak 4A



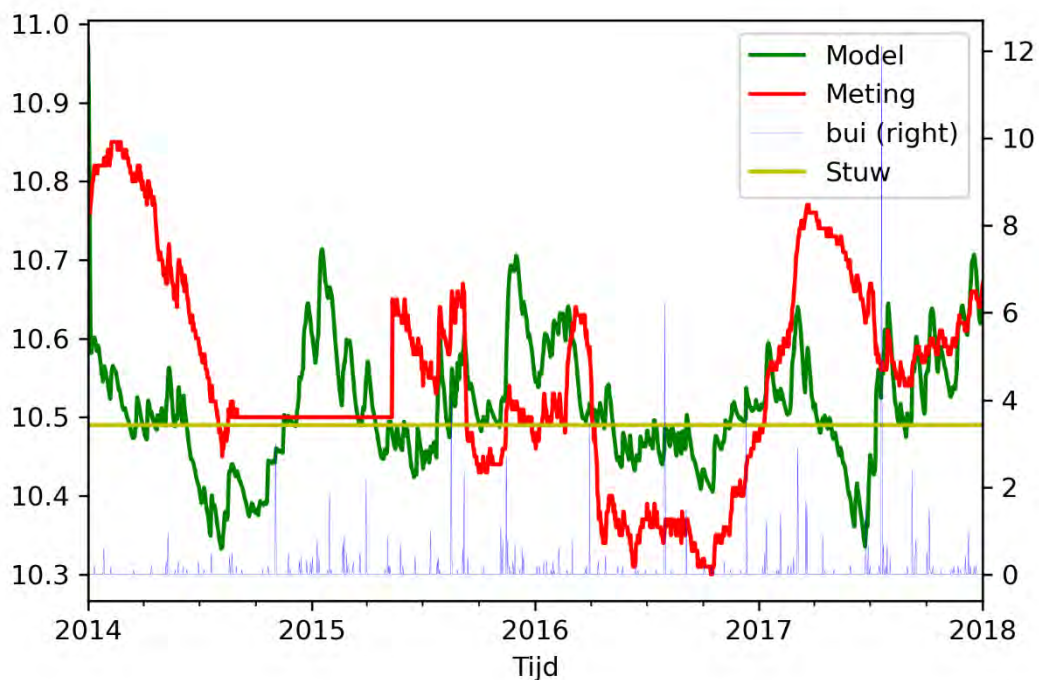
Figuur 21 Meting (13250900P011) en modelresultaat voor peilvak 4B



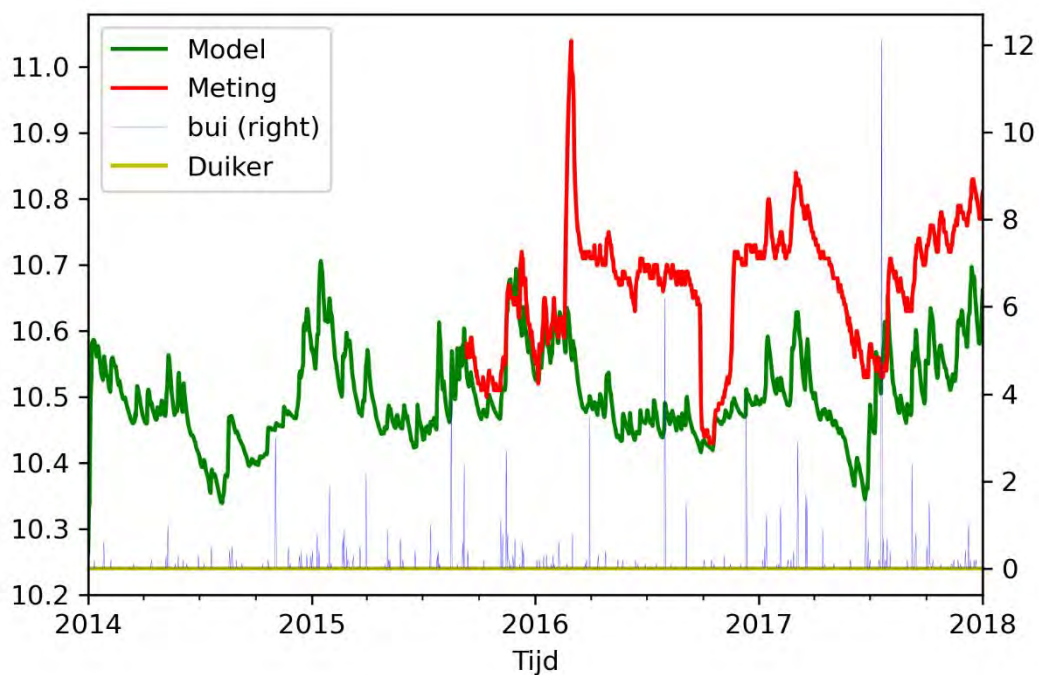
Figuur 22 Meting (13250900P012) en modelresultaat voor peilvak 4C



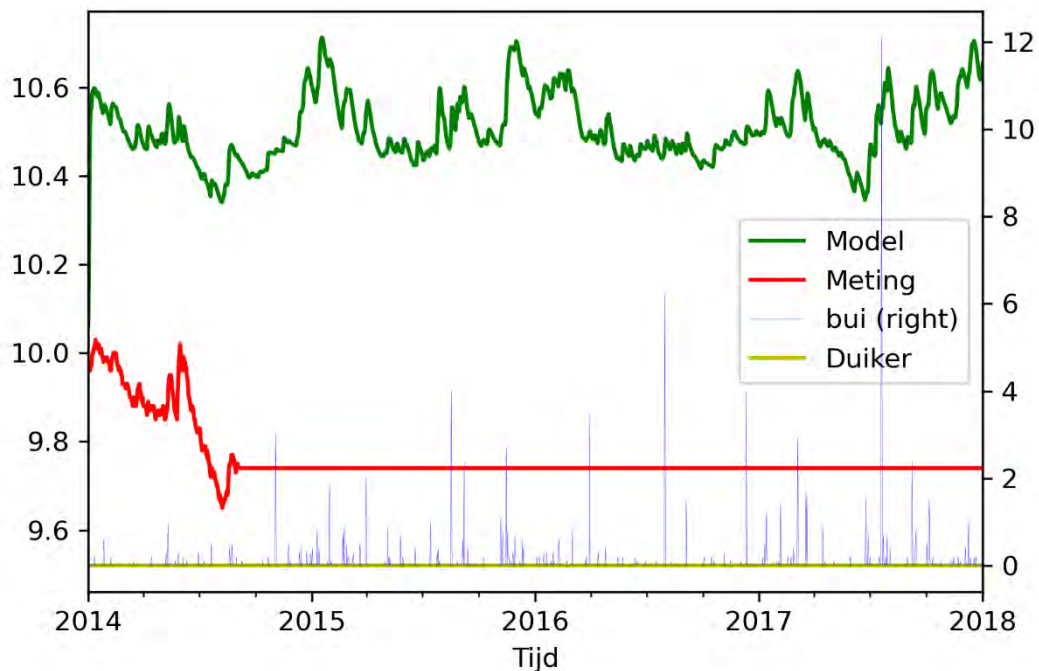
Figuur 23 Meting (13250900P010) en modelresultaat voor peilvak 4D



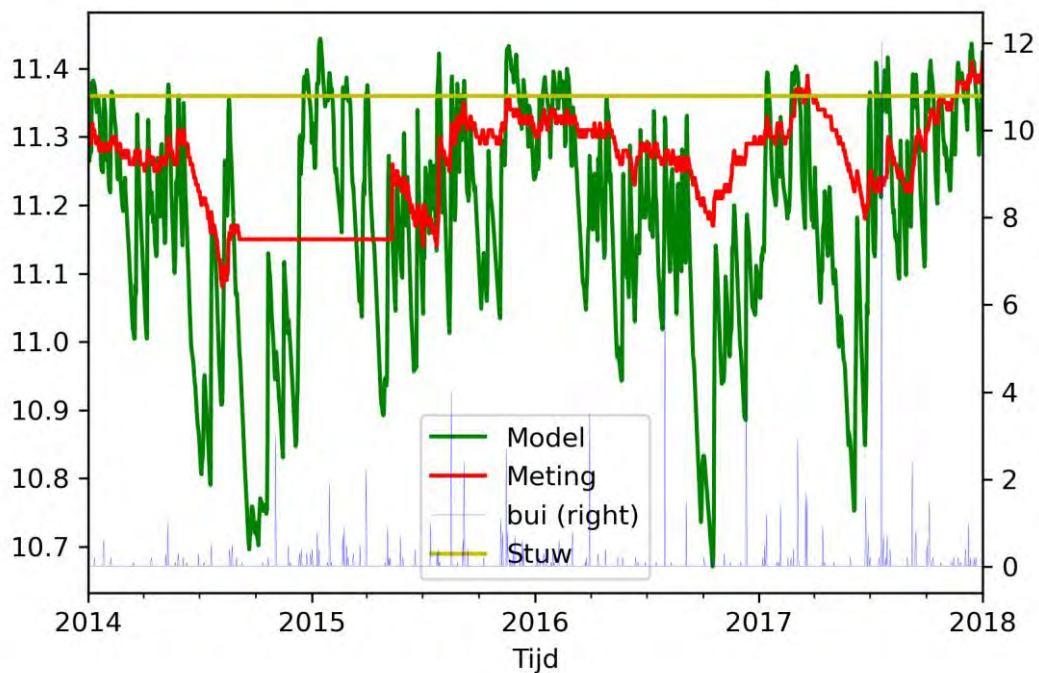
Figuur 24 Meting (11250230S036) en modelresultaat voor peilvak 6A1



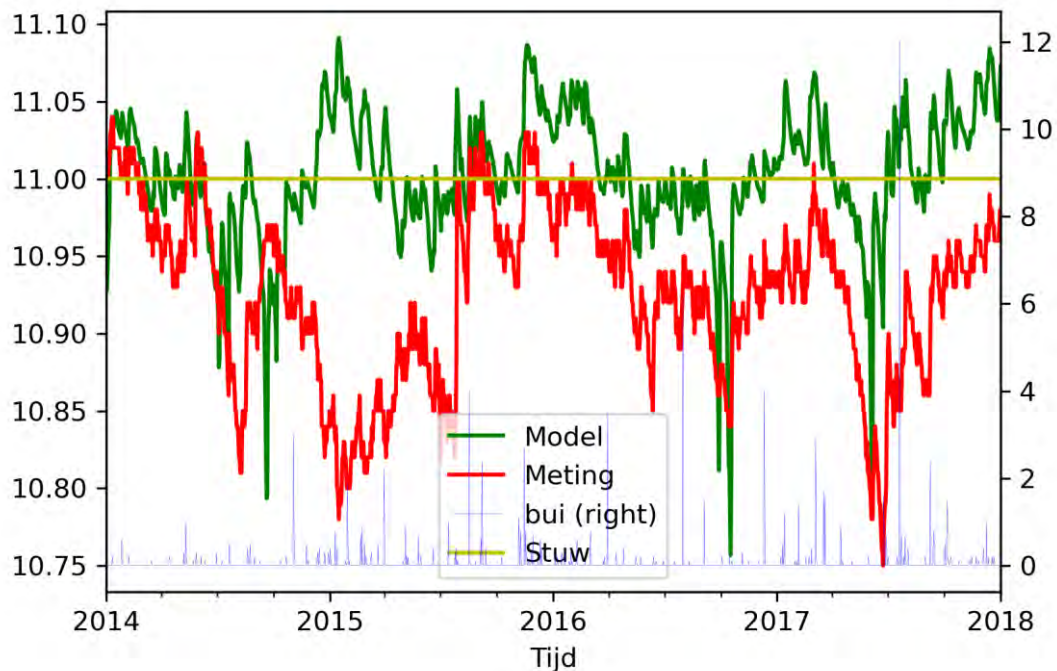
Figuur 25 Meting (11250230S011) en modelresultaat voor peilvak 8A



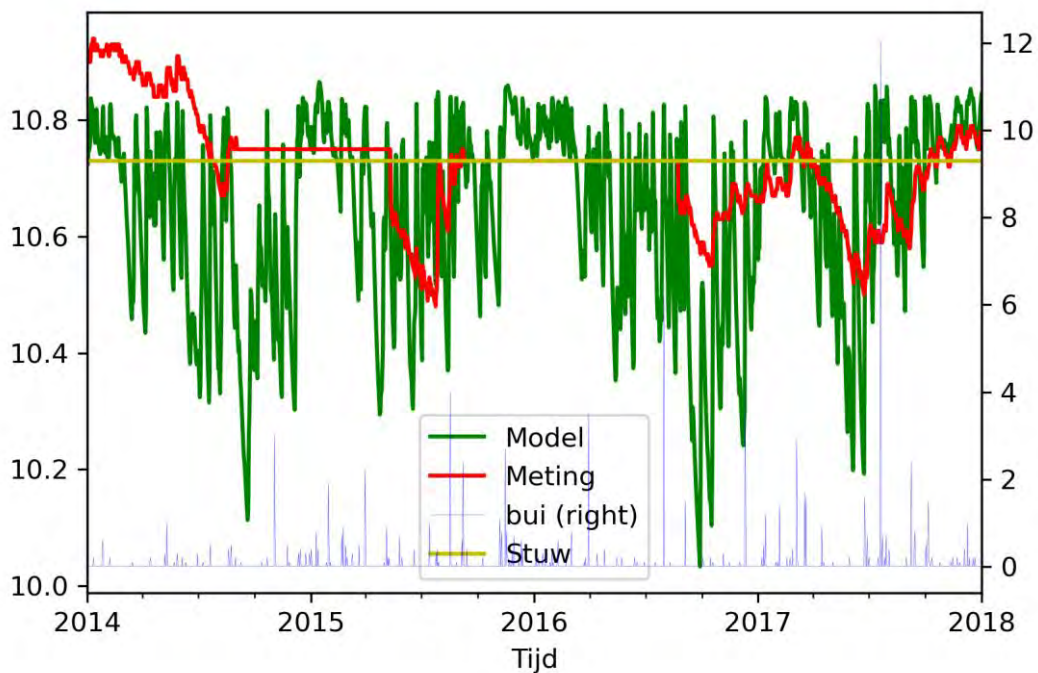
Figuur 26 Meting (11250230S103) en modelresultaat voor peilvak 8B



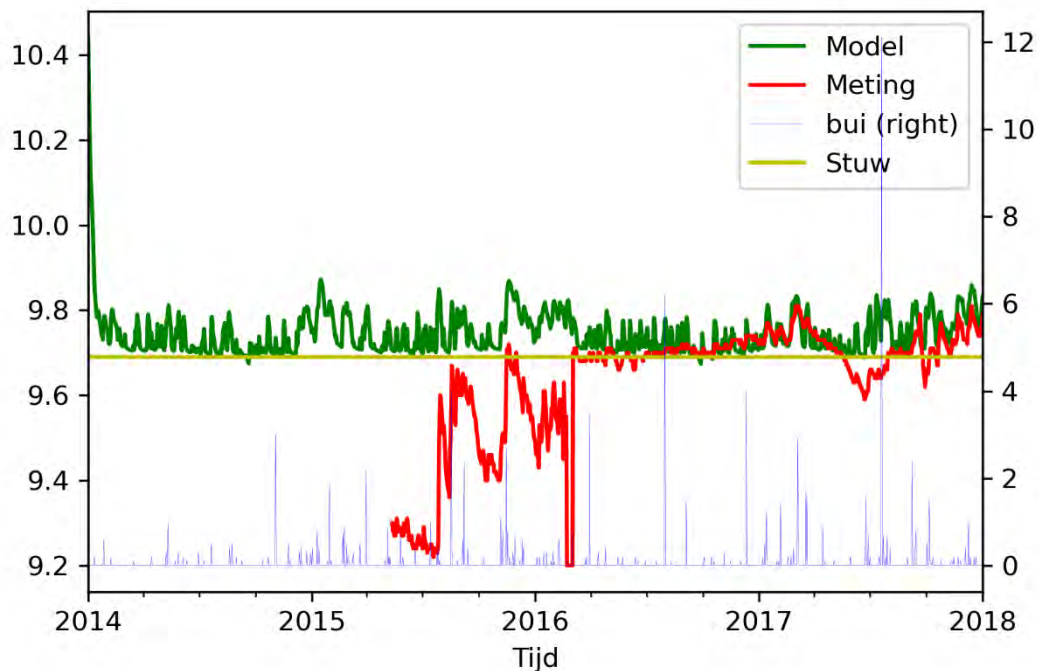
Figuur 27 Meting (11250230S040) en modelresultaat voor peilvak 9B



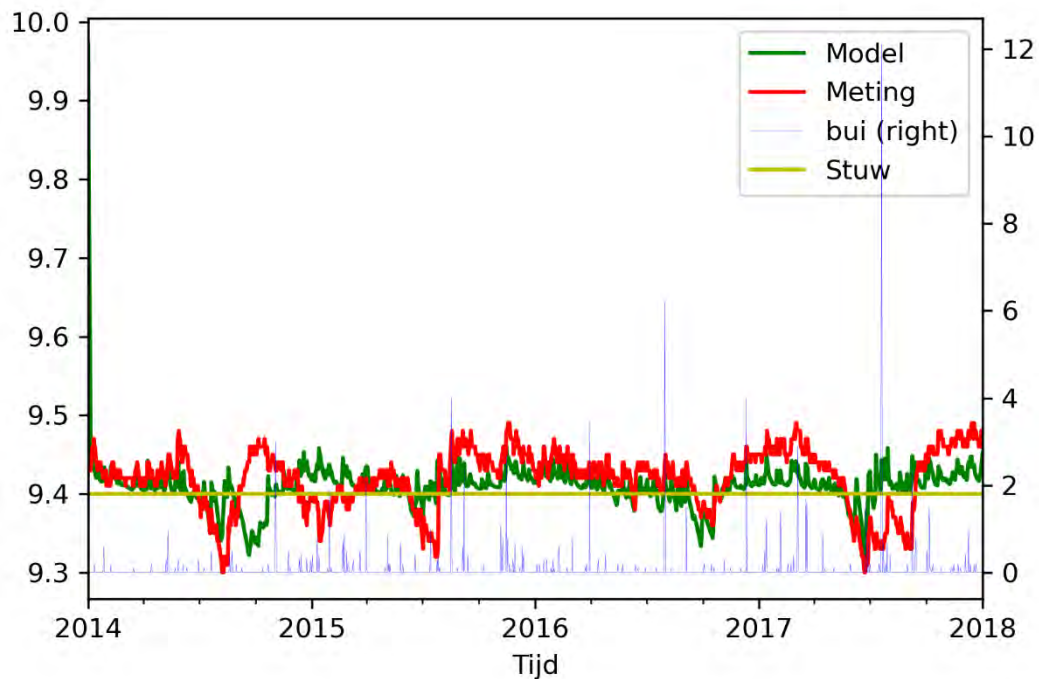
Figuur 28 Meting (11250230S018) en modelresultaat voor peilvak 11



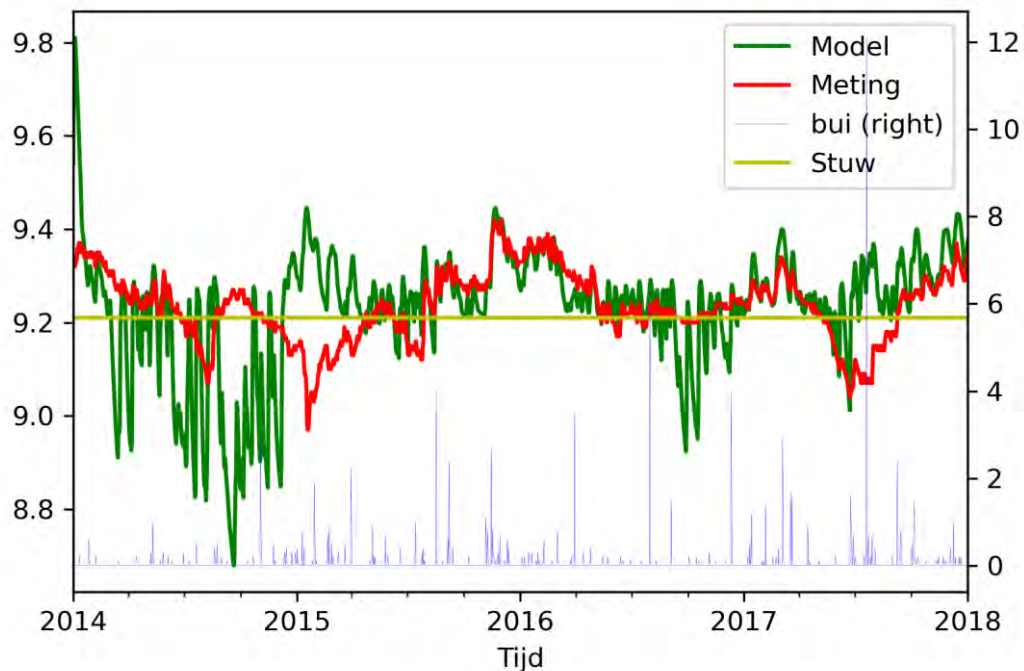
Figuur 29 Meting (11250230S020) en modelresultaat voor peilvak 12A



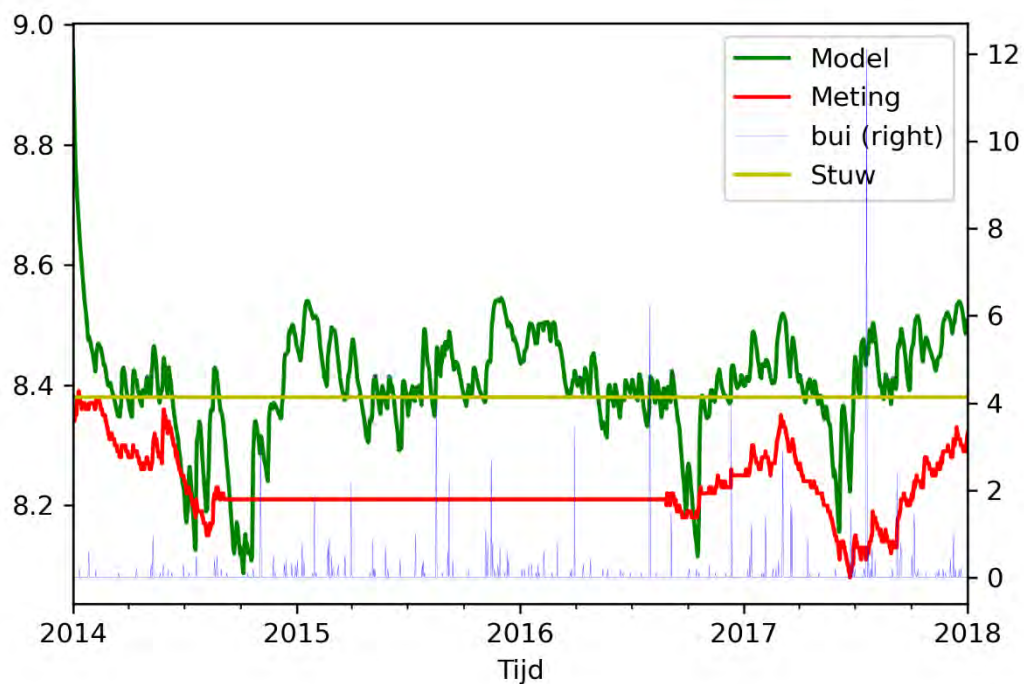
Figuur 30 Meting (11250230S021) en modelresultaat voor peilvak 14



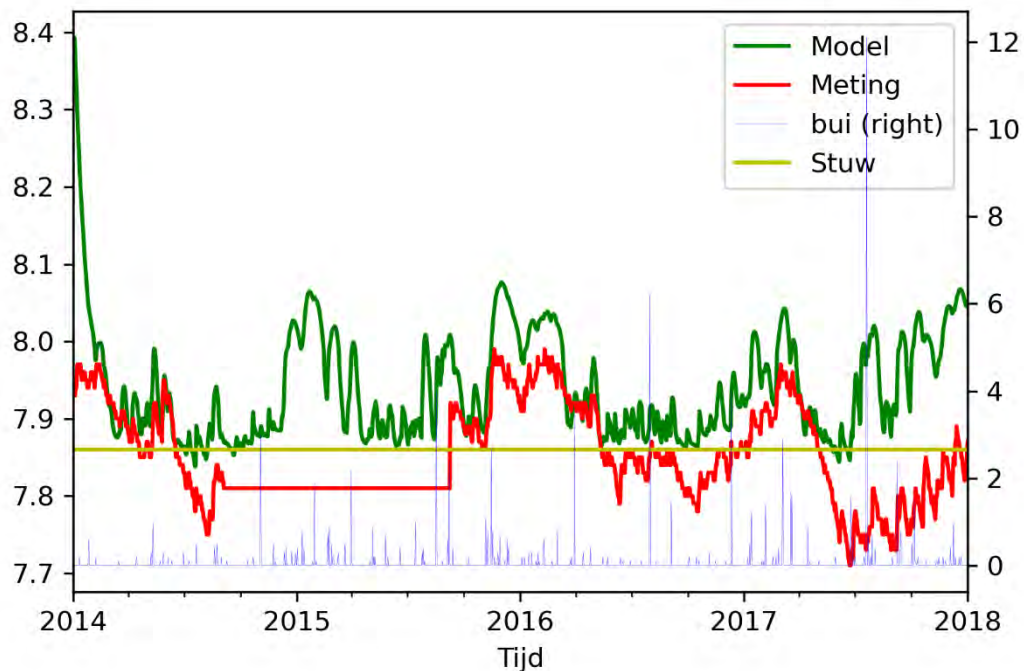
Figuur 31 Meting (11250230S024) en modelresultaat voor peilvak 15B



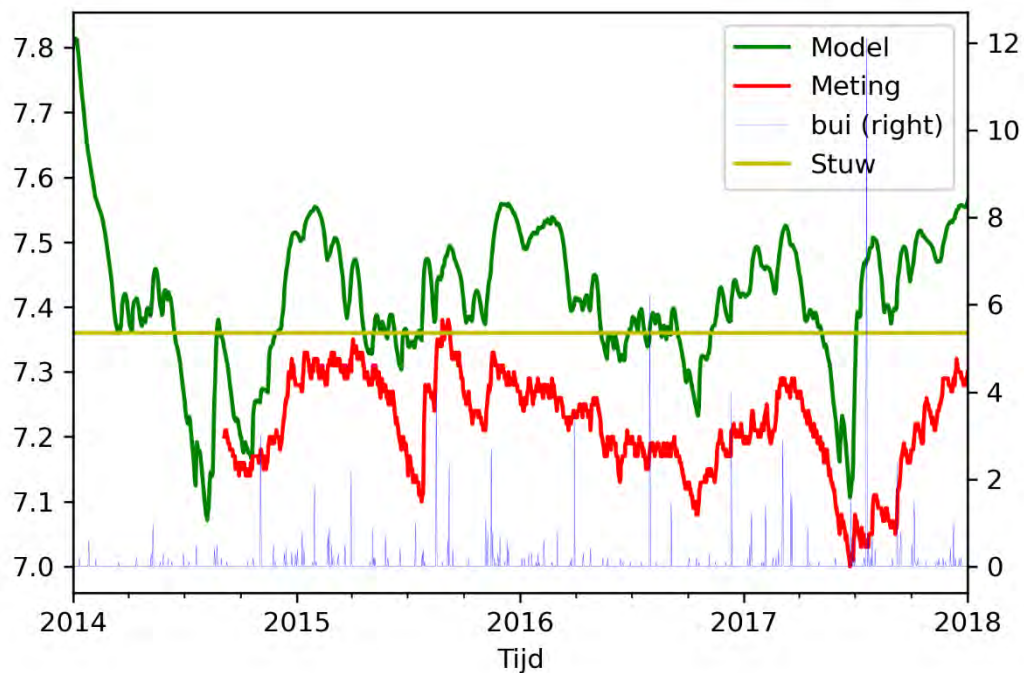
Figuur 32 Meting (11250230S025) en modelresultaat voor peilvak 15C



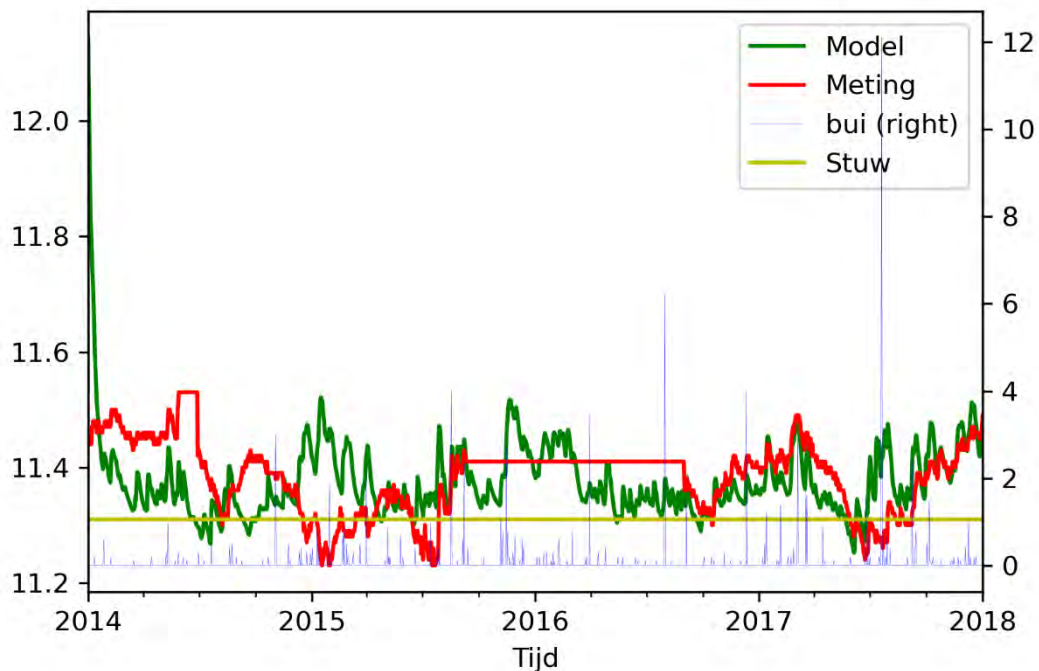
Figuur 33 Meting (11250230S029) en modelresultaat voor peilvak 16A



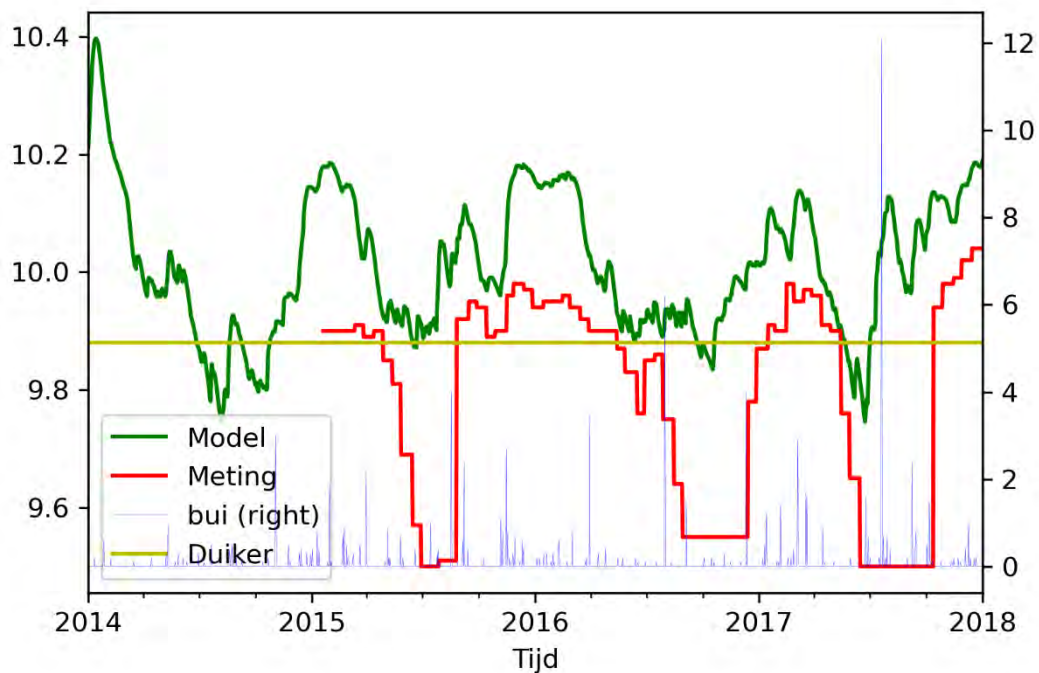
Figuur 34 Meting (11250230S031) en modelresultaat voor peilvak 16B



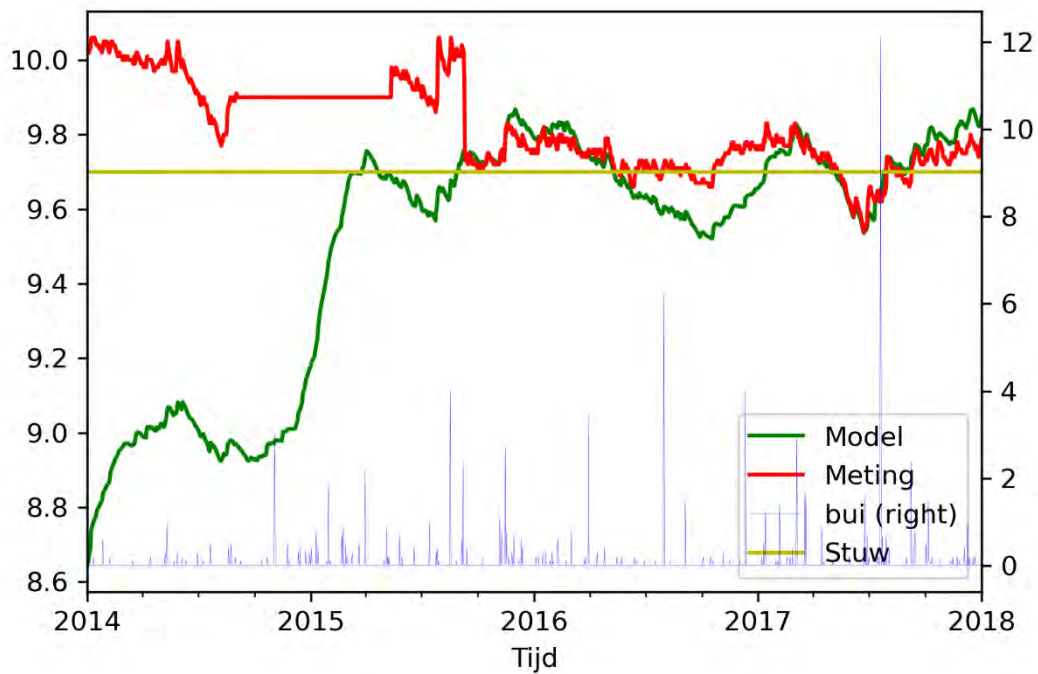
Figuur 35 Meting (11250230S033) en modelresultaat voor peilvak 16F



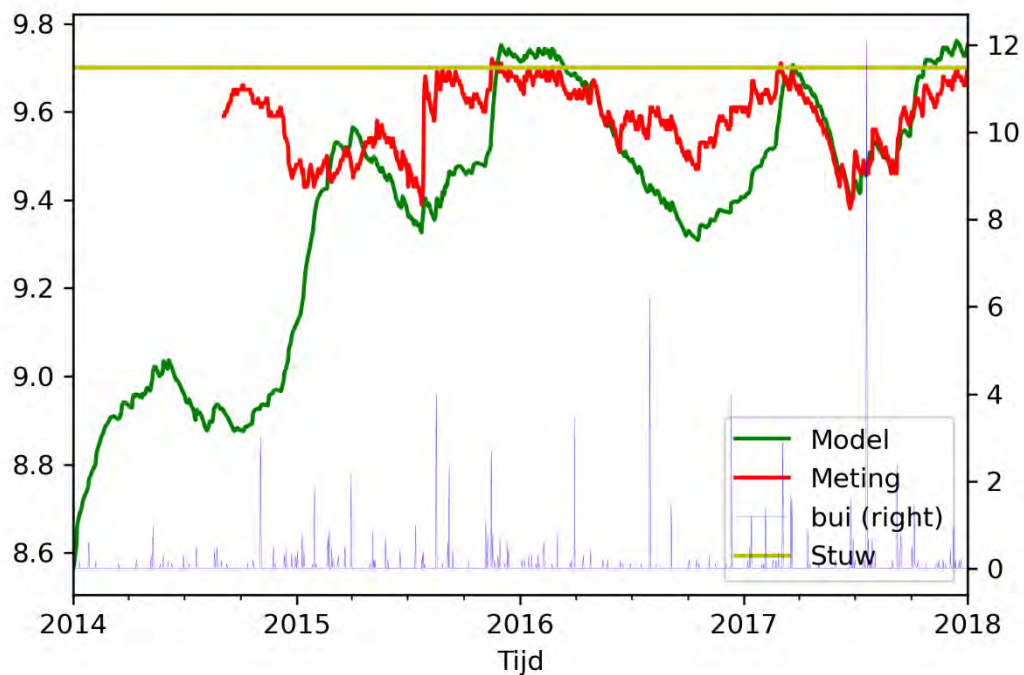
Figuur 36 Meting (11250230S008) en modelresultaat voor peilvak 17A



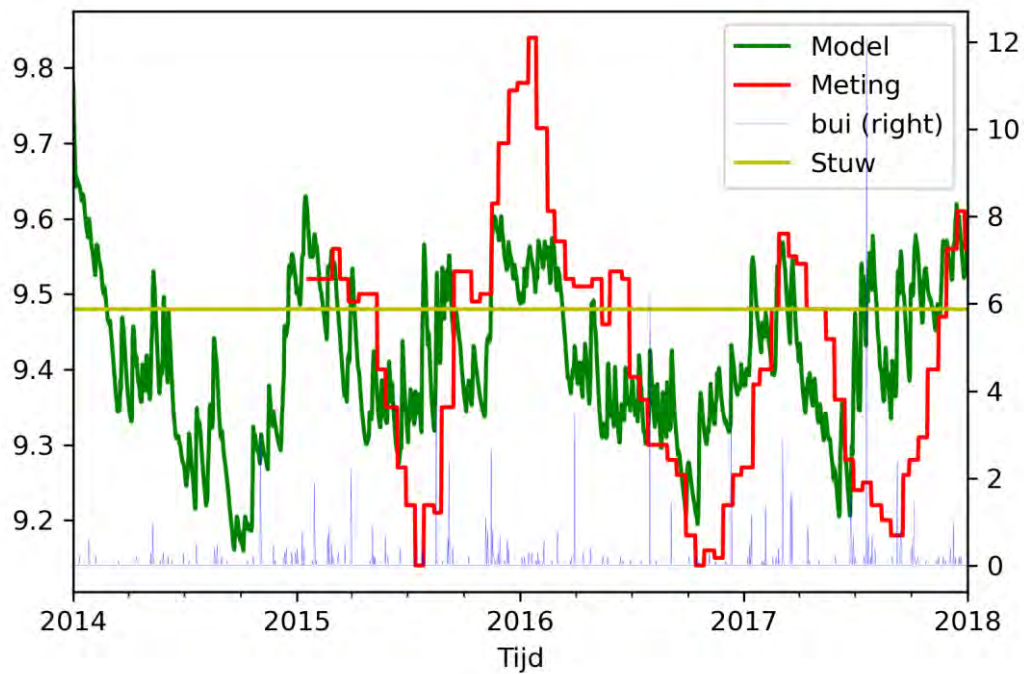
Figuur 37 Meting (11250230S008) en modelresultaat voor peilvak 17F



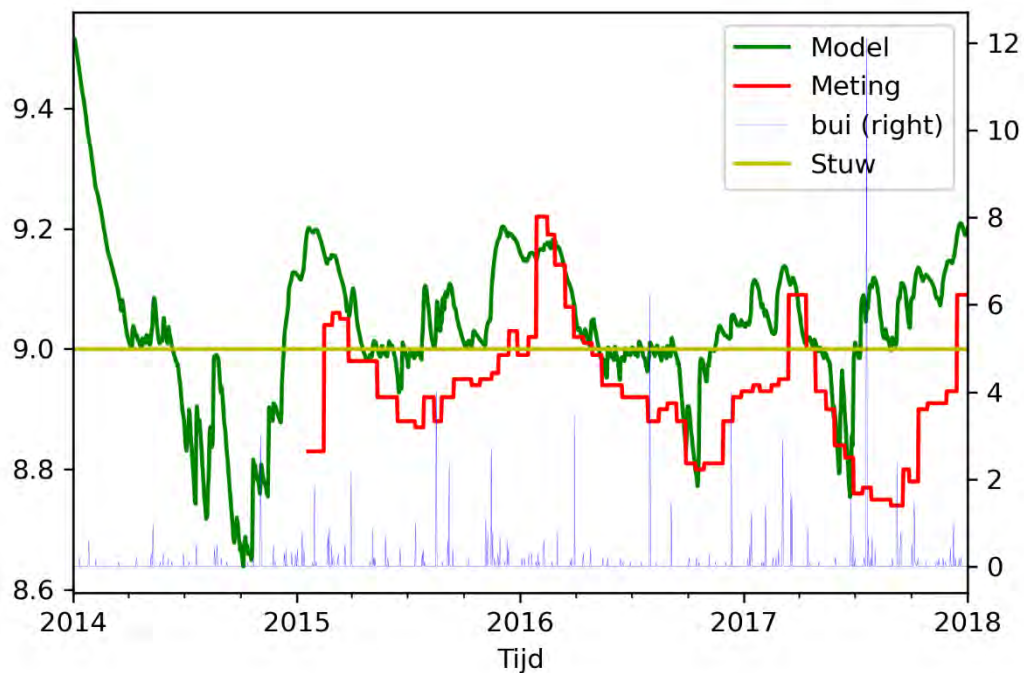
Figuur 38 (11250230S015) en modelresultaat voor peilvak 18A



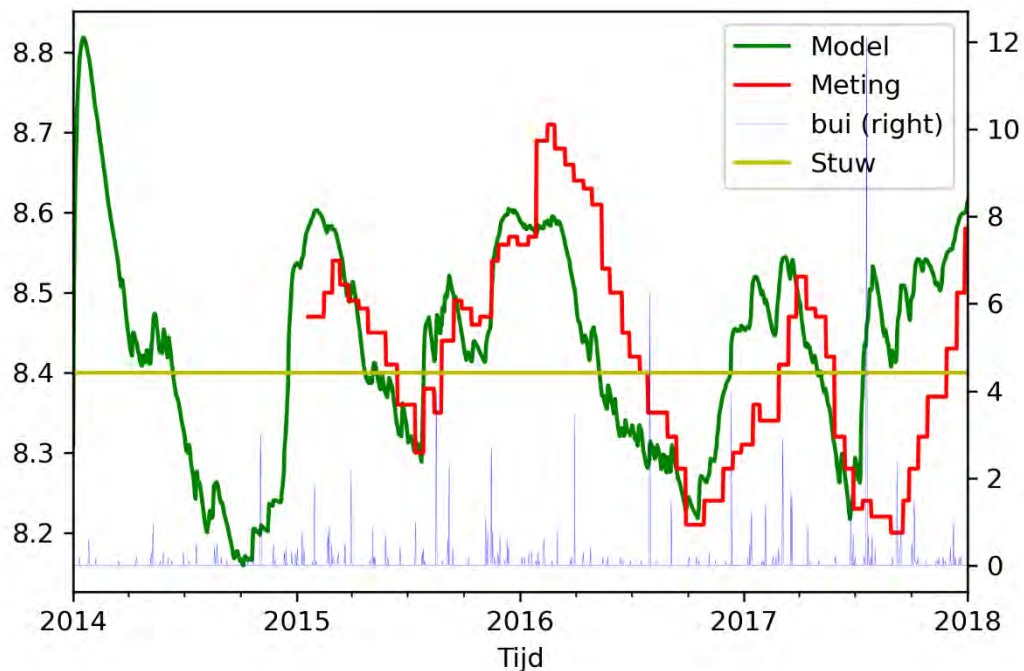
Figuur 39 (11250230S017) en modelresultaat voor peilvak 18B



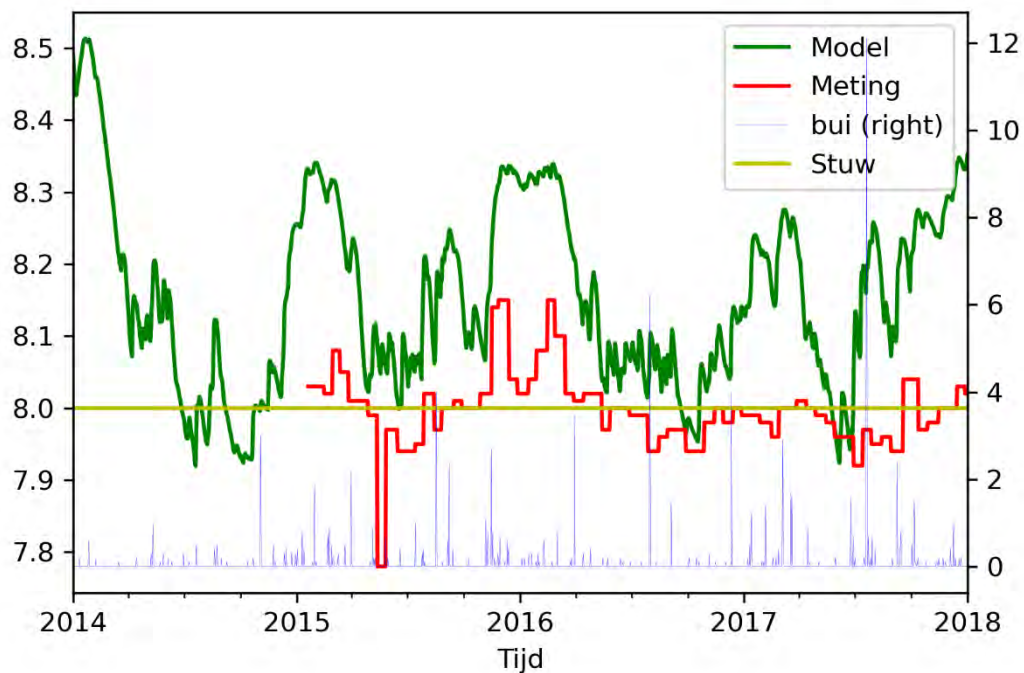
Figuur 40 (11250230S042) en modelresultaat voor peilvak 19A



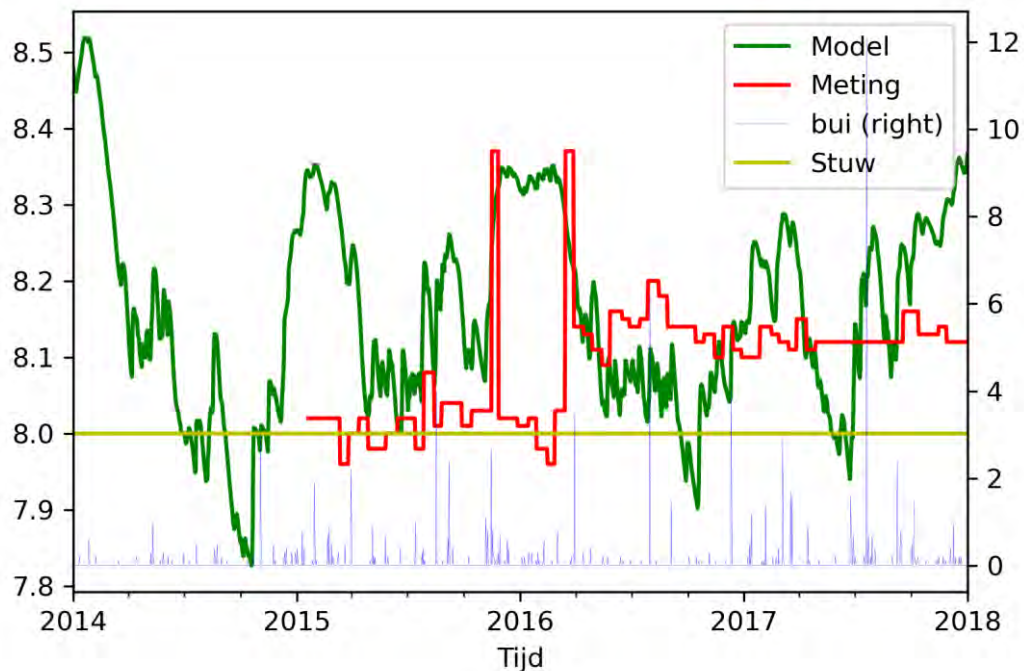
Figuur 41 (11250230S043) en modelresultaat voor peilvak 19B



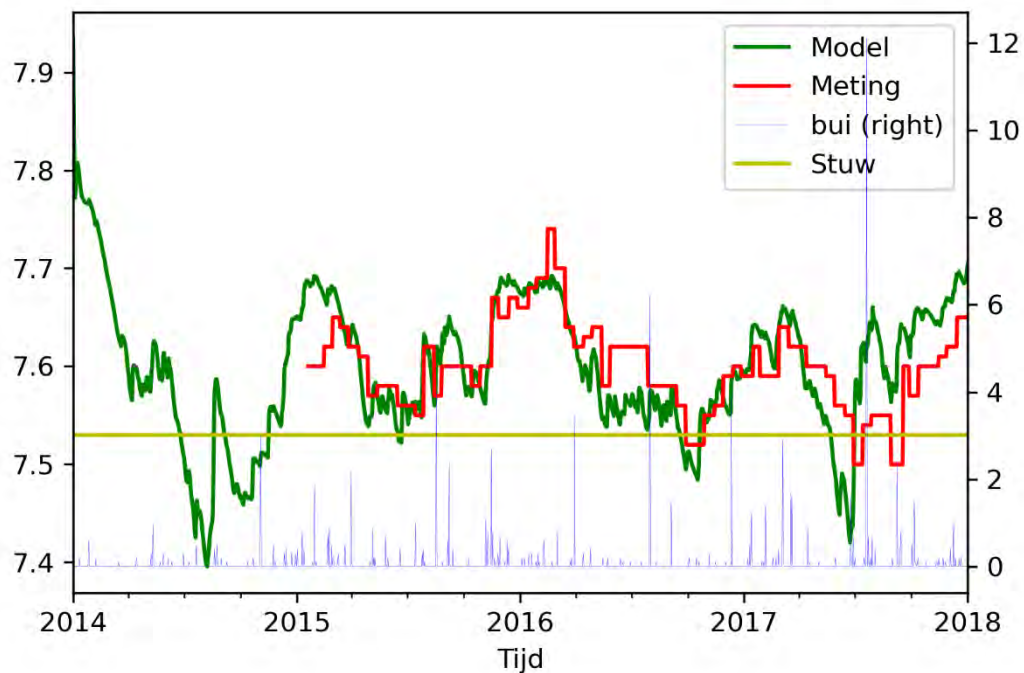
Figuur 42 (11250230S044) en modelresultaat voor peilvak 19C



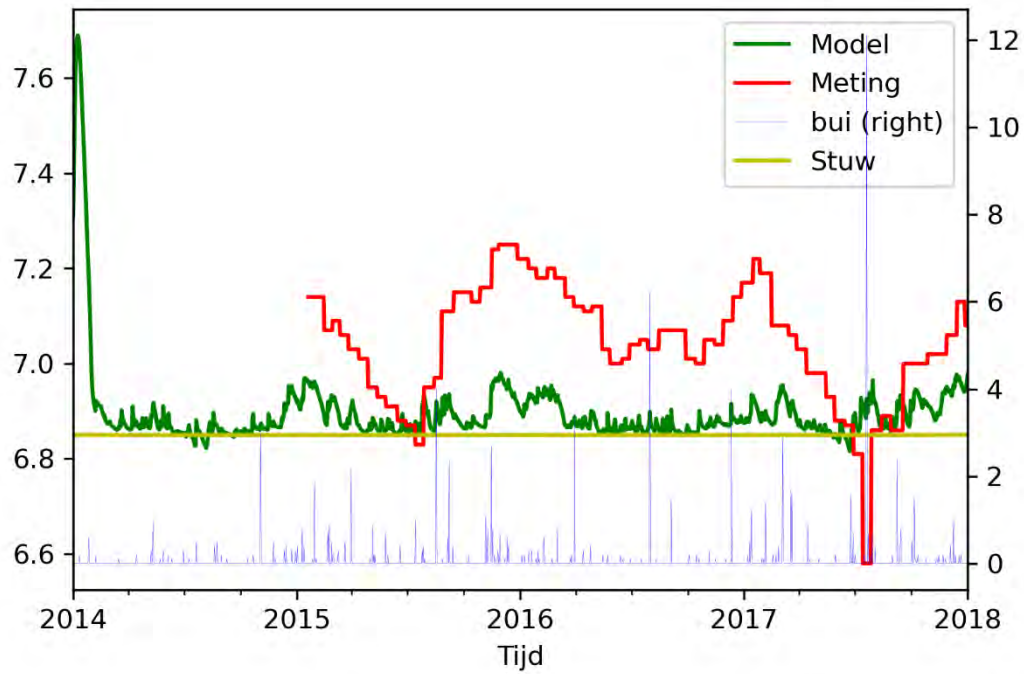
Figuur 43 (11250230S045) en modelresultaat voor peilvak 19E



Figuur 44 (11250230S047) en modelresultaat voor peilvak 19G



Figuur 45 (11250230S046) en modelresultaat voor peilvak 19H



Figuur 46 (11250230S041) en modelresultaat voor peilvak 19K



4.4 Logboek

Project/client:	Kalibratie Fochteloërveen							
Reference:	30142520							
Date:	08/09/2025							
Contact:	C Keriklaan							
Remark:	Evt. Opmerkingen							
				Design & Consultancy for natural and built assets				
Version	Model filename	Model description	Model modifications	Based on	Vragen/opmerkingen	Convergence	Modeller	Date
1	5-9-2023 - seepage + gaten - v3	6A1: Meting daalt terwijl model stijgt.	6A1: Link toegevoegd naar 5			-	Chris	08/09/2025
2	5-9-2023 - seepage + gaten - v4	6A1: Meting daalt terwijl model stijgt. 1D1: meting zit lager dan model. 4A: Meting zakt meer uit dan model. 4B idem. 8A: model hoger dan meting, hoogstwaarschijnlijk een verbinding tussen 8A en 5C. 8B: Hoogstwaarschijnlijk een verbinding tussen 8B en 8C. 9A5: Model stijgt. 9B: Model reageert heftiger dan meting. 11: Model hoger dan meting. 15D: Meetpunt ligt verkeerd. 12C: Missende verbindingen. RR227/RR226: Rare verbindingen. 16A: Model start eigenlijk te hoog. 17D: Meting ligt verkeerd. 17F: Model hoger dan meting. 18A: Model lager dan meting. 18B: Model fluctueert teveel.	6A1: Link 7 moet naar 5D, 5E en 5C. 1D1: ST001 Stuw naar 11.61. 4A: ST043 Stuw naar 9.35. 4B: ST044 Stuw naar 10.34. Link gemaakt tussen 8A en 5C. 8B: Link gemaakt tussen 8B en 8C Duiker 0.5, 0.5. 9A5: Link maken met stuw ST012. 9B: Stuw012 naar 11.3. 11: Stuw ST018 naar 11. 12C: Missende verbindingen tussen 12c, 12D2, PBH... 0229 en ST104. 15D: Beginpeil naar 8.52. 17D: Startpeil naar 10.34. 17F: Missende link naar ST106. 18A: ST015 naar 9.96. 18B: Missend uitstroompunt, stuw op 9.86 en uitstroompunt naar het noorden.	Modellfouten verbeteren - grafieken	Zit er een verbinding/missend kunstwerk tussen peilgebied 8A en 5C? Ze hebben hetzelfde peil. 19A t/m stuw ST054: Er verdwijnt hier water, of door wegrijding of door kades.		Chris	08/09/2025
3	5-9-2023 - seepage + gaten - v4	1E1:Geen verbinding. 20_1: Geen verbinding. 12B, 12C: Geen verbinding. 16C heeft geen verbinding.	1E1: Verbinding maken met 17A, inclusief niet bestaande stuw van 10 cm boven maaiveld. 20_1: Verbinding maken tussen gebieden 076 en 608 en st05 en 17D. Verbinding maken tussen 12C, weir 25, 229 en dan st04. 16C: RS22 en RS23 verwijderen, verbinding tussen 16c en 16f. 5A verbinding met 8C. Verbinding 5b1 met 5b2	Stroombanen analyse	20_1: Mist er een duiker tussen 076 en 604? Is er een directe verbinding nodig tussen st05 en 608? 12B: Er zit geen directe verbinding tussen 12B en 12C. Dit is anders dan de stroombanen.			
4	20-9-2023 - seepage + gaten - v5	4A: Pieken meting te hoog. 16A: Model hoger dan meting. 17F: Model hoger dan meting. 18A: meting hoger dan model. 18B: Meting hoger dan model.19A: model reageert heftiger dan meting.	4A, 4B: stuwen teruggezet naar originele situatie. 16B: ST028 naar 8.7. 18F: ST106 naar 9.7. 18A: st015 naar 9.7. 18B: stuw 1 naar 9.7. 19A: Meting zakt verder uit dan model, dit komt doordat er nog aanvoer in het model is.		Komt het uitzakken in 4A, 4B door seepage? 9C klopt, er zijn 2 uitstroompunten.			
	20-9-2023 - seepage + gaten - v6	4A: Meting lijkt veel te snel omhoog te gaan? 16A: Model hoger dan meting. 17F: Meting zakt verder uit dan model. 18A: Zakt nog teveel uit, calibratie nu niet op 2015. 18B: Model zakt teveel uit vergeleken met meting. 19B: Meting lager dan model. Kan komen door teveel aan aanvoer bovenstrooms (19A). Traject 19: Eerst 19A goed hebben.	16A: ST028 naar 8.8. 17F: orifice '9' naar 9.7. 18A: Stuw naar 9.9.		4A: Zit hier de stuw verstopt, waardoor hij zo snel omhoog gaat? Misschien is hier de stuw omhoog gezet? Of een verstopte afvoer? 18B: Model zakt uit door teveel verdamping. 19A: Kan komen door te aanvoer, maar misschien toch ook wel uitzakking door verdamping en/of gaten.			
	20-9-2023 - seepage + gaten - v7	16A: Model hoger dan meting. 19B: Model te hoog. 19C: model te laag	16A: st028 naar 8.9. 18A: stuw naar 10. 19C: ov065 naar 8.9, OV064 naar 8.2. Frictiewaarden van kades volgens nieuwe tabel.		Traject 4a, 4b, 4c hebben hoge pieken in de metingen, wellicht door verstopping? 17F: Meting zakt verder uit, wellicht door gaten? Voor d rest lijkt het gedrag oké. Traject 19: Bovenstrooms toch meer verdamping? 19K: Is de afvoerverstopt? Lijkt erop dat het peil wel echt 7 moet zijn.			
	20-9-2023 - seepage + gaten - v8		Aangeleverde duikers toegevoegd. Drainage weerstand verlaag naar 10 in de start compartimenten.		Verskil in metingen in traject 19A, en 4A. Is de afvoer verstopt in 19K? Waarom is er zoveel uitzakking in 19F? Er zat geen verbinding tussen 8b en 8c. En tussen 5b en 5C.			
	2-10-2023 - seepage + gaten - v9		Opening van de duikers op 0.5 meter hoogte gezet. Verbinding van 20_2 naar PBH0094073 gezet. Du55 eruit gehaald, deze verbinding is al met een stuw.					
	2-10-2023 - seepage + gaten - v10		Duikers nabij een stuw zijn dichtgezet. Duikers hebben een opening even groot als de breedte. Ze zijn dus vierkant					
	2-10-2023 - seepage + gaten - v11		Alle duikers uitgezet.					
	20-9-2023 - seepage + gaten - v7 - 2		v7 met verdampingsreductie					
	20-9-2023 - seepage + gaten - v7 - 3		Alleen relevante duikers toegevoegd.					
	20-09-2023 - seepage + gaten - v12		Stuwen van 4a en 4b vervangen door duikers, omdat deze blijkbaar peilscheidend zijn		Model is een opvolging van v7 -3			
	20-09-2023 - seepage + gaten - v13		Maximum permisseble lavel					
	20-09-2023 - seepage + gaten - v14		Bodemhoogtes zijn aangepast naar level 1. Oppervlak van de open water knoopjes zijn aangepast naar 95% van oppervlak 2.					
	23-10-2023 - seepage + gaten - v15		Duiker DU48 naar 10.57, 18A stuw naar 9.77. Voor ST010 is er een duiker De duiker toevogen 10.43 en hij is rond 300. 9C moeten eigenlijk 2 stukken worden gesplitst. Stuw terugzetten van ST043. St044 bij 10.55. - stuw 18A is vanaf halverwege 2015 verlaagd van 9.90 naar 9.77 - 9C 2e stuw vervangen door duiker --> 10.43 300 rond - 9C in 2 delen? Hoge rug in het maaiveld. Momenteel dit als 1 vak laten, effect is beperkt door duiker - in droge periodes wat te weinig afvoer van 9C - 4A stuwstand op 9.95, breedte moet weer terug naar 1.2 - Ook 4B terug naar stuw, 10.55 DR028 Dicht, STUW101 wegghaald, OV064 naar 8.40. Kapotte kades bij: 11 (kade 14 naar 15C). 16F, 17F	DU48 is niet te vinden. ST015 naar 9.77. ST101 vervangen door een duiker (rond 300, 10.43 mNAP). St044 naar 10.55 en st043 naar 9.95				
	23-10-2023 - seepage + gaten - v16							
	23-10-2023 - seepage + gaten - v17				Model is verbetering t.o.v v16. Model zakt minder ver uit, maar zakt nog wel uit. Dit komt omdat we de verdamping overschatten. Het model reageert ook trager, als het eenmaal is uitgezakt, duur het ook langer voordat het weer recht trekt. Dit zie je dan ook vooral op de pieken met geen verbetering. Volgens de documentatie klopt de maximum permisseble level ook niet. Stoppen met verbeterderslagen?	Verbetering voor 1a, 1d1, 12A, 18A, 18B Geen verbetering voor 9B, 1C, 11,		
	24-10-2023 - seepage + gaten - v18		Compart 14 stuw naar 9.69, 16B naar 7.86,16F naar 7.36, 17F naar 9.88, 19G ->8.0, 19K naar 6.85. Wateroppervlak is verplaatst naar level 1. Permissible level is ook naar level 1. Dit is het neerslag/verdampingsoppervlak. Neerslag/verdampingsoppervlak is dus 5% . Vanaf h2 is er meer dan 50% oppervlak. Seepage en andere dingen zijn teruggezet.	Er zit een fout in meetpunt 9C.				
	30-10-2023 - seepage + gaten - v19		Voor de selectie: level1 = bottom level, level2 = level1 + 0.1, level3 = alle nodata punten, level4/5/6 is +0.1. Target levels zijn de oppervlaktes waar de neerslag op valt. Deze zijn aangepast naar de maximum allowable level.					
	07-12-2023 - seepage + gaten - v20 - autonome ontwikkelingen		Samenvoegen en scheiden van compartimenten: Opsplitsing van 18B naar 18B en 18B1;Opsplitsing van18A naar 18A en 18A1;5C2 toegevoegd+verbindingen; 5B samengevoegd;16B samengevoegd;19C samengevoegd; 12B opsplitsen in 12b1, 12b2; Strooming 15A, 17B gefixt. 17D en 17E samengevoegd. Verbinden in 20 gemaakt. Pomp is toegevoegd zodat hij alles op peil houdt.		Bij de opsplitsingen zijn de oppervlaktes vaak in 2en gedeeld. Soms zijn er dus meerdere compartimenten welke fungeren als één gebied omdat er geen/dummy weerstanden zitten tussen de			
				Nog even afwachten op 19G/1f nodes.		Stuwen zijn altijd 1 meter breed en op peil; duikers 0.5 m		

Colofon

OPPERVLAKTEWATERMODEL FOCHTELOËRVEEN
OPBOUW VAN HET OPPERVLAKTEWATERMODEL VAN HET FOCHTELOËRVEEN

KLANT
Prolander

AUTEUR
Chris Kerklaan

PROJECTNUMMER
30142520

ONZE REFERENTIE
M3VR7YVRZE2A-1421357779-182290:2.0

DATUM
9 september 2025

STATUS
Definitief

GECONTROLEERD DOOR

VRIJGEGEVEN DOOR

Arjon Buijert
Senior Hydroloog

Marloes Arens
Specialist geohydrologie

Over Arcadis

Arcadis is dé wereldwijde partner die vooraan staat bij de meest impactvolle projecten van onze tijd. We helpen onze klanten duurzame keuzes te maken via de combinatie van digitale innovatie, expertise en toekomstgerichte vaardigheden in onder meer milieu, energie, water, gebouwen, transport en infrastructuur. Wij zetten die extra stap om onze klanten op maat gemaakte oplossingen te bieden voor ontwerp, engineering en advies. Door data-gedreven inzichten in te zetten geven we de natuurlijke en gebouwde omgeving samen vorm. Met meer dan 35.000 mensen bundelen we wereldwijde expertise en pakken we samen uitdagingen als klimaat, betaalbare energie en leefbare steden aan. We verbeteren de levenskwaliteit door onze aanwezigheid in meer dan 30 landen. In 2024 behaalden we een bruto-omzet van €5,0 miljard.

www.arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 220
3800 AE Amersfoort
Nederland

T +31 (0)88 4261 261