

Grondwatermodel Fochteloërveen

**Modelontwikkeling en validatie
Prolander**

16 september 2025

Contactpersoon

JAN-PIETER WILLEMSSEN

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
1.1	Aanleiding	4
1.2	Doel	4
1.3	Leeswijzer	4
2	Modelopzet en aanpassingen	5
2.1	Model uitgangspunten	6
2.2	Parameterisatie	8
3	Modelresultaat	19
3.1	Validatieset	19
3.2	Validatie onder Formatie Peelo (potklei)	20
3.3	Validatie tussen keileem en Peelo klei	22
3.4	WVP1 – tussen veenbasis en keileem	27
3.5	Freatische grondwaterstand – veenpakket	30
3.6	Waterbalans	33
4	Conclusie modelvalidatie	36
Bijlagen		
	Bijlage A Statistieken begin en eindmodel	38
	Bijlage B Overzicht validatieset	40
	Colofon	60

1 Inleiding

Deze rapportage is onderdeel van de LESA (Landschaps Ecologische Systeem Analyse) van het Natura2000-gebied Fochteloërveen.

Voor het berekenen van de waterkwantiteit in een gebied waarbij de grondwatercomponent van grote invloed is, wordt veelal gebruik gemaakt van een grondwatermodel. Voor de LESA van het Natura2000-gebied Fochteloërveen, een waterafhankelijk natuurgebied, is binnen het regionale grondwatermodel MIPWA een modeluitsnede gemaakt. Deze is gekalibreerd en aangevuld met invoer vanuit een oppervlaktewatermodel. Dit model is vervolgens gebruikt om systeeminzichten in beeld te brengen voor de LESA, en om globale effecten van maatregelen in te schatten.

In dit rapport is de modelontwikkeling beschreven.

1.1 Aanleiding

Voor het herstel van hoogveen is een stabiel en hoog genoeg waterniveau noodzakelijk. Er is daarvoor binnen het Fochteloërveen een kadeherstelproject gaande. Daarnaast is gezocht naar aanvullende 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 is een LESA opgesteld, waarbij het watersysteem een belangrijke rol speelt. Om het watersysteem beter in beeld te brengen, en de knelpunten en herstelmogelijkheden in beeld te brengen, is de inzet van een grondwatermodel nodig.

1.2 Doel

Het doel van het hydrologisch model is om meer grip te krijgen op de werking van het systeem, de huidige knelpunten en de kansen om deze te herstellen. Hiervoor zijn een aantal subdoelen geïdentificeerd:

- In beeld brengen huidige werking van het systeem.
- In beeld brengen knelpunten door fluxen in en om het hoogveengebied te kwantificeren (waterbalans).
 - Het kwantificeren van de waterverliezen via de ondergrond.
 - Het kwantificeren van oppervlaktewaterfluxen door de compartimenten (waterbalans per compartiment).
- In beeld brengen van herstelmogelijkheden.
 - Het identificeren van maatregelen die kunnen bijdragen aan hoogveenherstel.
 - Het bepalen van effecten van deze maatregelen.

Hiervoor is een geschikt grondwatermodel nodig, welke geschikt is om waterbalans posten in beeld te brengen, en om effecten te berekenen. Deze rapportage gaat in op de ontwikkeling van dit model.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden de modelopbouw en aanpassingen beschreven. Hoofdstuk 3 gaat over de modelvalidatie die worden behaald met deze aanpassingen. Tot slot geeft hoofdstuk 4 de conclusies over de prestatie van het grondwatermodel.

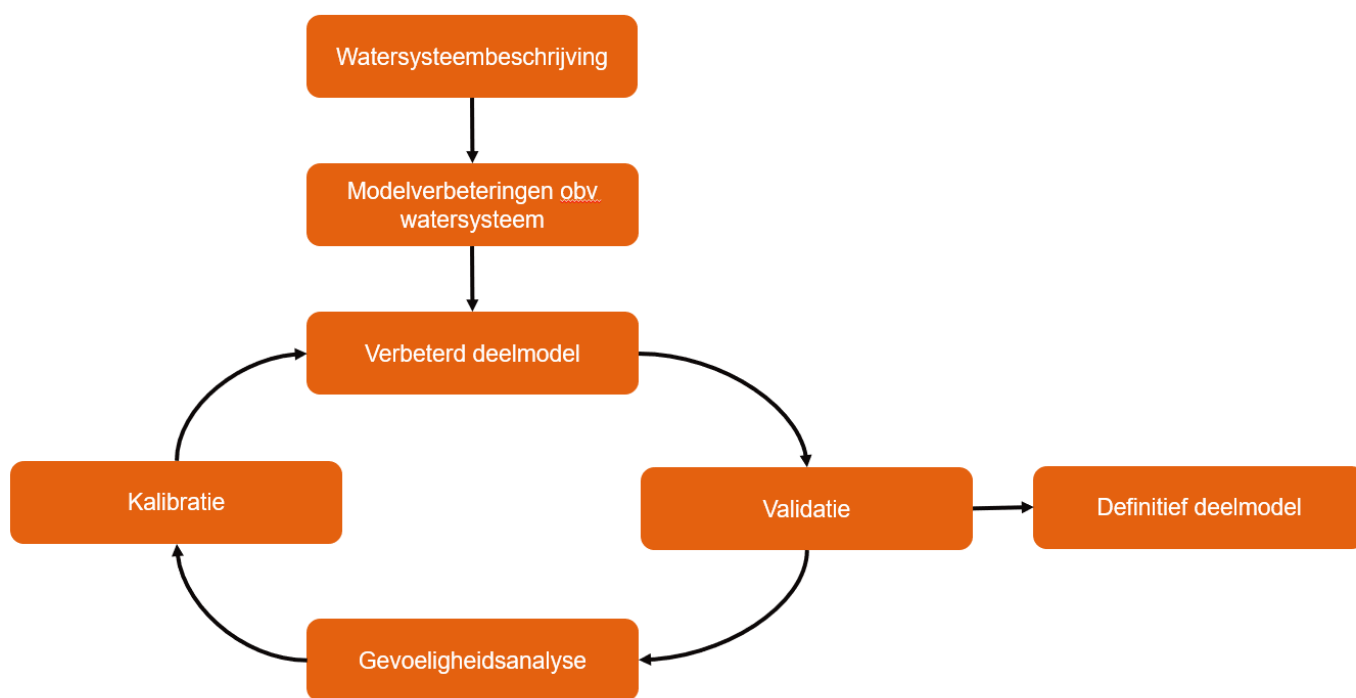
2 Modelopzet en aanpassingen

Dit hoofdstuk beschrijft de parameterisatie van het grondwatermodel en de aanpassingen er zijn gedaan op basis van systeemkennis. De stappen die hiervoor zijn doorlopen zijn gevisualiseerd in Figuur 2-1. Voor de verbeteringen is eerst een systeembeschrijving opgesteld binnen de LESA. Deze systeembeschrijving vormt het uitgangspunt waarmee een conceptueel model is opgesteld. Met dit conceptuele model zijn de belangrijkste processen en functionele relaties tussen de componenten inzichtelijk gemaakt. De modeluitkomsten zijn vervolgens weer meegenomen in de systeemanalyse; dit is een iteratief proces.

De inzichten die op basis van de watersysteembeschrijving zijn verkregen, zijn gebruikt om modelverbeteringen door te voeren. Hierbij is niet gekeken naar een zo laag mogelijke modelafwijking, maar gekeken naar aanpassingen die tot een verbeterd functioneren van het grondwatersysteem in het model leiden.

De verbeterde modellen zijn vervolgens gekalibreerd. Op basis van een eerste validatie zijn de modelparameters gecontroleerd en zijn meerdere gevoeligheidsanalyses van de modelparameters uitgevoerd. Vervolgens zijn alleen de parameters aangepast die tot kleinere modelafwijkingen leiden en die verklaard kunnen worden op basis van het functioneren van het watersysteem. Hiermee wordt het risico verkleind dat het model juiste resultaten genereert om de verkeerde redenen (*“right for the wrong reasons”*).

Vanwege de combinatie van een complexe ondergrond en een veelvoud van gegevensbeheerders is er een zorgvuldige selectie gemaakt van peilbuizen. De uiteindelijk gekozen kalibratieset is besproken in dit rapport, waarbij ook de validatieresultaten van het verbeterde deelmodel is weergegeven. Voor de validatie is gekeken naar afwijkingen op GxG en tijdstijghoogteverlopen.



Figuur 2-1 Schematische weergave van de werkwijze

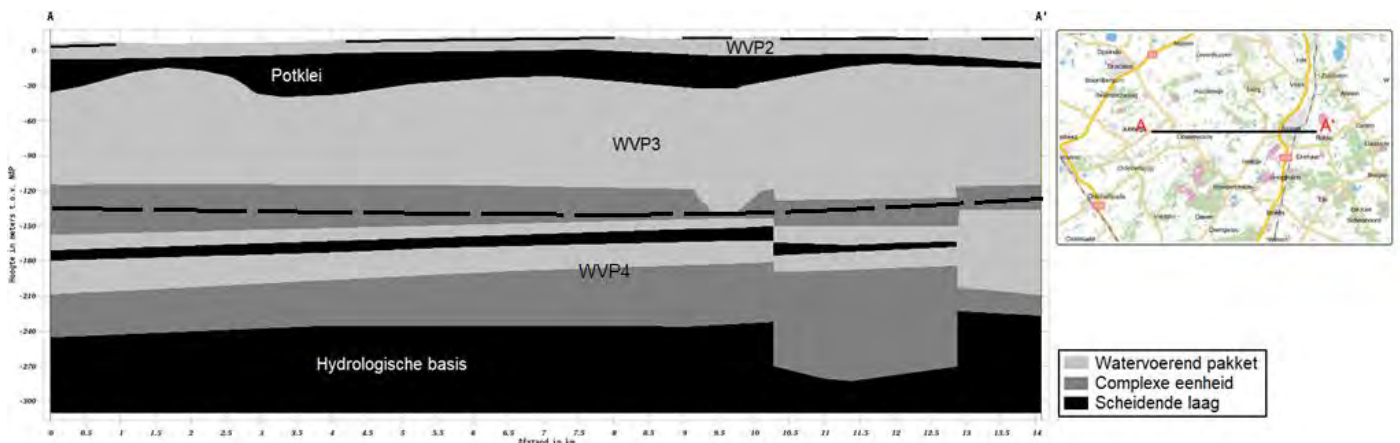
Voor het begrip van de opbouw van het grondwatermodel worden verder in dit hoofdstuk de modeldiscretisatie en parameterisatie behandeld.

Tabel 2-1 Algemene modeluitgangspunten

Variabele	Uitgangspunt	Toelichting
Modelinstrumentarium	MIPWA 4.1.2 iMODFLOW v5.4	
Metaswap	V8.1.1.2	
Modelperiode	2007-2020	
Validatieperiode	2010-2018	Periode 1 april 2010 t/m 31 maart 2018
Tijdsstap model	1 dag	
Resolutie	25 x 25m	
Modellagen	11 lagen	Aantal modellagen van de modeluitsnede
Basis extent	Xmin: 215.000 X2080: 231.000 Ymin: 550.000 Ymax: 564.000	
Model uitsnede MIPWA	Xmin: 208.000 Xmax: 238.000 Ymin: 543.000 Ymax: 571.000	

Tabel 2-2 Verdeling van de modellagen aan de hand van geologische afzettingen (MIPWA), met de scheidende lagen in het groen, watervoerende lagen in geel

Modellaag	Formaties	Watervoerend pakket
1	Holoceen (veen)	Freatisch
2	Boxtel	WVP1
3	Boxtel, Drenthe	
	Drenthe Gieten (keileem)	SDL
4	Drenthe, Drachten Urk, Peelo	WVP2
	Peelo (potklei)	SDL
5	Peelo	WVP3
6	Peelo, Urk	
7	Urk, Appelscha, Peize Waalre	
8	Peize Waalre, Peize Complex	SDL
9	Peize Waalre, Maassluis	WVP4
10	Maassluis	
11	Oosterhout, Breda (hydrologische basis)	SDL



Figuur 2-3 De regionale indeling in watervoerende pakketten (WVP) en scheidende lagen, gebaseerd op de geologische doorsnede uit REGIS. Een gedetailleerder en verbeterd beeld van de potklei is te zien in de LESA

2.2 Parameterisatie

In dit hoofdstuk worden aanpassingen in de parameters van het grondwatermodel toegelicht.

2.2.1 Grondwateraanvulling

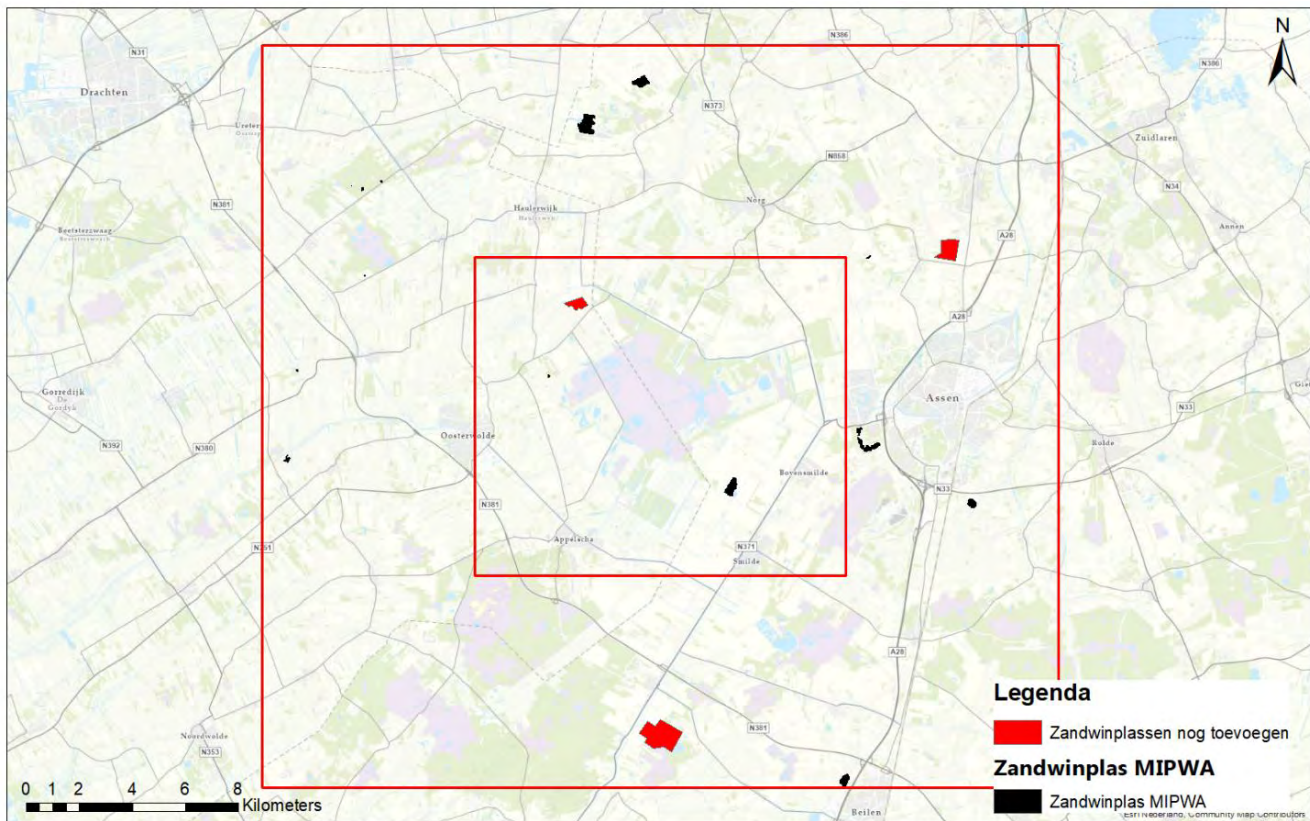
De grondwateraanvulling wordt berekend met MetaSWAP. Hierin is de berekening vanuit grondwater uitgezet, aangezien de beregeningslocaties en hoeveelheden niet bekend zijn. De plasdiepte (ponding depth) is aangepast zoals beschreven in paragraaf 2.2.7. De vegetatie is gemodelleerd met de standaard vegetatieklassen in MetaSWAP. Dit betekent dat het hoogveen is gemodelleerd als natte natuur. Specifieke eigenschappen van hoogveen zoals de grote verdampingsreductie worden hierbij niet goed meegenomen, wat tot te diep uitzakken van de grondwaterstand kan leiden (zie ook paragraaf 3.5).

2.2.2 Start- en randstijghoogten

Startstijghoogten (SHD) en constante randstijghoogten (CHD) zijn belangrijk voor de kalibratie van het model. Met name voor WVP3 is bij kalibratie een grote verbetering behaald door aanpassing van de randstijghoogte (op basis van interpolatie van gemeten stijghoogten in peilbuizen). Ook voor de bovenliggende watervoerende pakketten is met peilbuisinterpolatie de randstijghoogte opnieuw bepaald. Met de nieuwe startstijghoogten en randstijghoogten is het grote modelgebied op schaal 250x250m doorgerekend. De uitkomsten hiervan zijn op dagelijkse basis opgelegd aan het kleine model met 25x25m schaal.

2.2.3 Zandwinplassen

De zandwinnings kunnen van invloed zijn op de regionale grondwaterstroming gezien hun grote bufferende werking. In het model worden deze geschematiseerd door een hoge horizontale doorlatendheid ($1000 \text{ m}^2/\text{d}$), zonder een verticale weerstand, waarbij de bergingscoëfficiënt op 1 staat, en de plas is aangemerkt als open water. De zandwinplas ten noordwesten van het Fochteloërveen ontbrak nog. Deze is nu toegevoegd, inclusief de bovengenoemde parameters.



Figuur 2-4 Zandwinplassen in het modelgebied

2.2.4 Verticale weerstand

De weerstanden van de scheidende lagen tussen de watervoerende pakketten zijn gecontroleerd en verbeterd. De verbetering is hieronder per weerstandlaag (veen, keileem, potklei) beschreven.

Veen

De verticale weerstand van het veenpakket bestaat uit een veenbasis in combinatie met de dikte van het bovenliggende veenpakket, waarbij de weerstand van de veenbasis afhankelijk is van het type veenbasis en de weerstand van het veenpakket zelf wordt veroorzaakt door de dikte en humificatiegraad van het veen:

$$C_{\text{veenpakket}} = C_{\text{veenbasis}} + \frac{1}{kv_{\text{veenpakket}}} \times \text{dikte veenpakket}$$

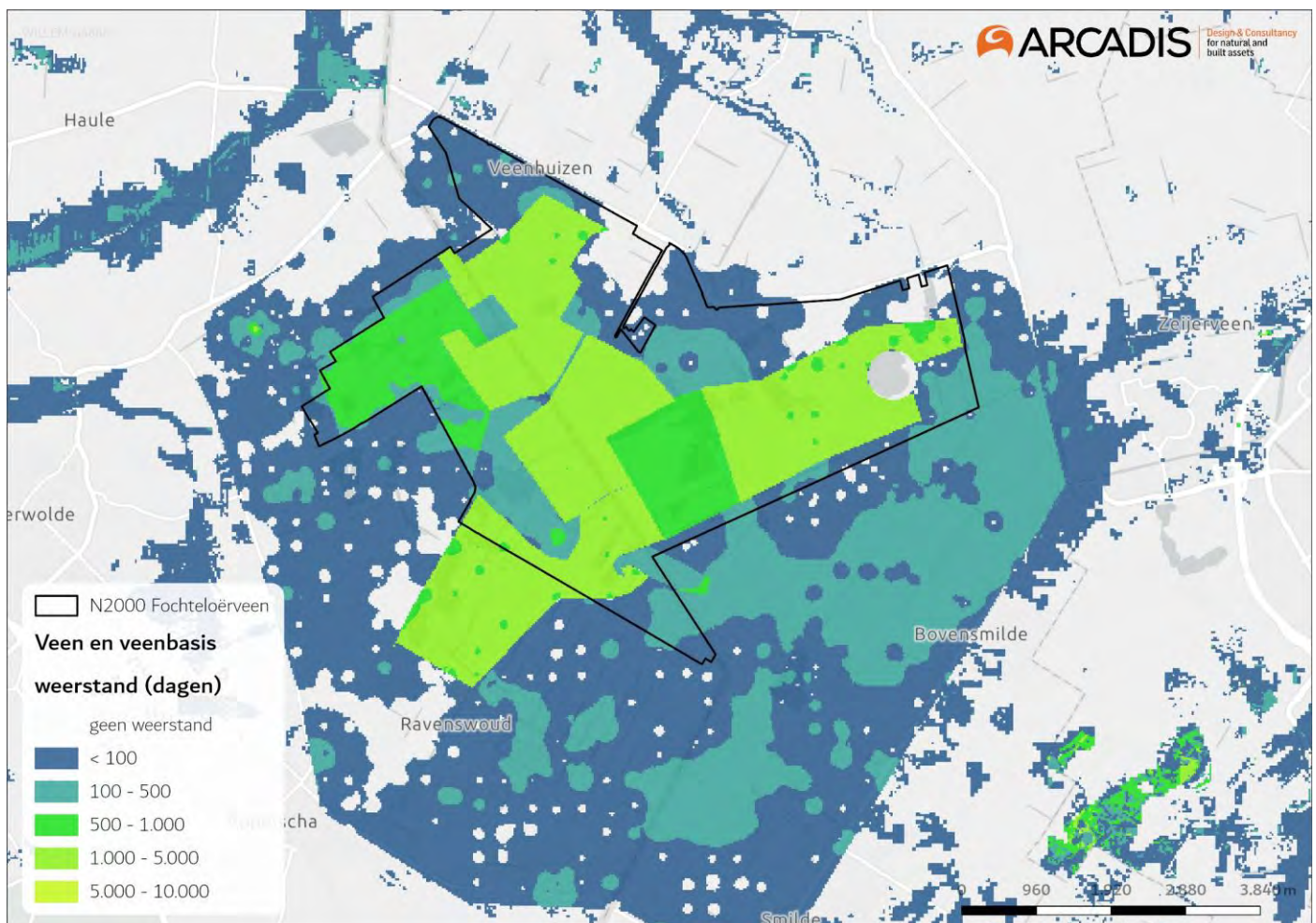
Voor de weerstand van de veenbasis zijn boringen gedaan door Stichting Bargerveen (2023), waarbij op basis van plantenresten, lithologische en chemische eigenschappen is bepaald wat het type veenbasis is. Hierin zijn types te onderscheiden die een verschil in verticale weerstand kennen (Tabel 2-3).

Voor het veenpakket is de gemiddelde verticale doorlatendheid van 5 mm/d, wat neerkomt op een weerstand van 200 dagen per meter veendikte. Dit is gebaseerd op een inschatting van de weerstand uit gemeten stijghoogteverschillen in en onder het veen. De dikte van het veenpakket is geïnterpoleerd met inverse distance weighing (IDW) uit boringen in DINOloket, boringen van Stichting Bargerveen (2023) in het kader van LESA Fochteloërveen, boringen van Hullenaar (2023, in afronding) en boringen van Quik (2021, gepubliceerd in [1]). De weerstand van modellaag 1 die dit oplevert is weergegeven in Figuur 2-5.

De aangehouden weerstand voor de veenbasis is beschreven in onderstaande tabel.

Tabel 2-3 Weerstand van verschillende types veenbases die zijn verijnd in het grondwatermodel.

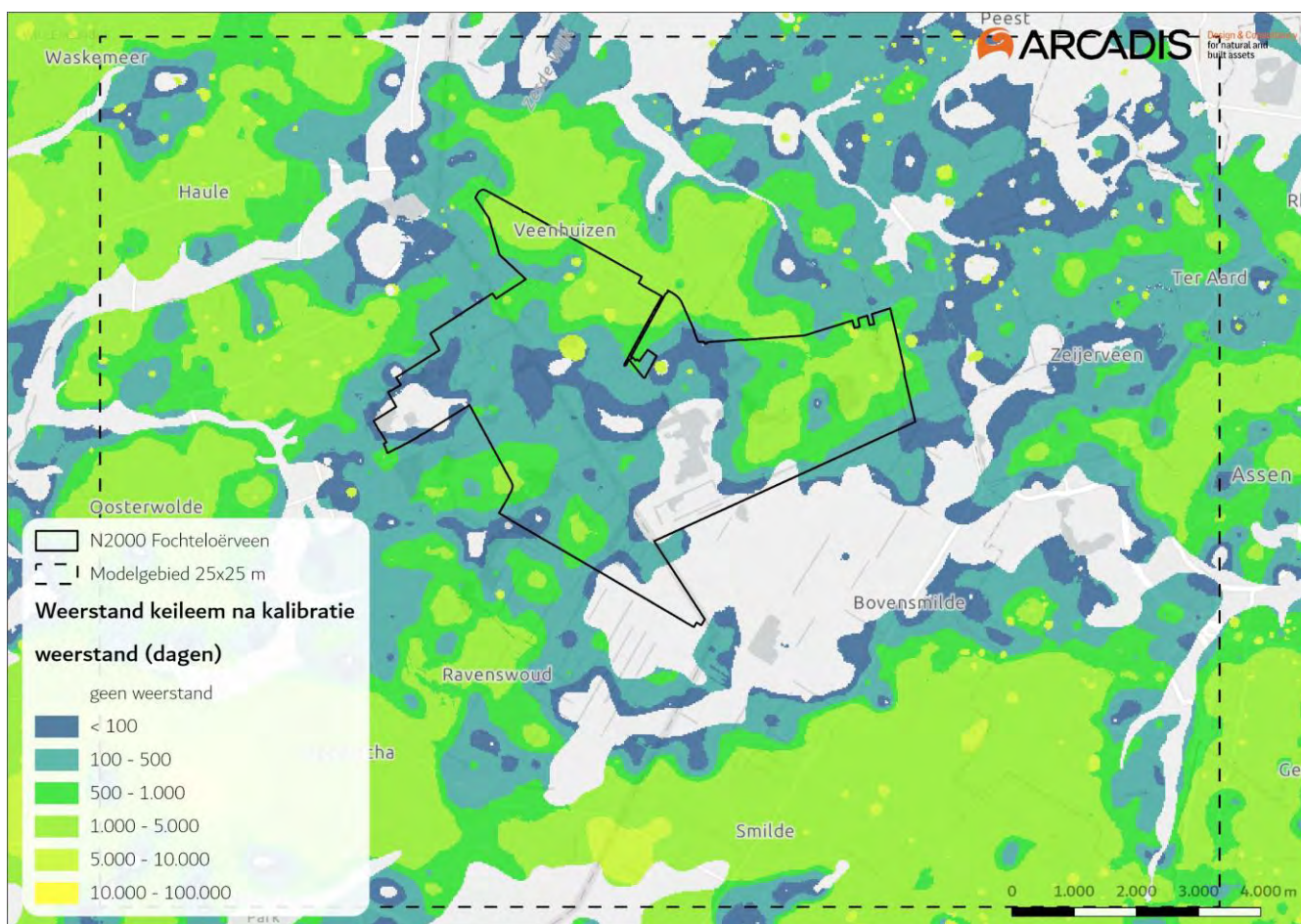
Type veenbasis	C-waarde (d)	Uitleg
Klei of leemlaag	Weerstand in andere modellaag	De verticale weerstand van beekleem, keileem en potklei is toegekend in respectievelijk modellaag 2, 3 en 4 en hoort niet bij het veenpakket.
Bh-horizont (kazige B)	1000	In een hydromorfe podzol is de inspoelingslaag verkit geraakt door inspoeling van humuszuren en vorming van sesquioxiden in de minerale delen. De verzadigde doorlatendheid van een intacte kazige B is maximaal 0,01 m/d (op plaatsen waar geen verstoring is), maar kan tot een factor 100 lager zijn [2], [3], [4]. Een weerstand van 1000 dagen lijkt een redelijk goede indicatie afgaand op stijghoogteverschillen in peilbuizen.
Gyttja	200	Voor Gyttja is de weerstand ingeschat op 200 dagen
Gliede	50	Voor Gliede is een weerstand van 50 dagen aangehouden [3]
Dikke gyttja Schaapshoksslenk	800	In de verveende Schaapshoksslenk is een dikke gyttja laag en bruine leem aanwezig, en geen andere vorm van veenbasis. De gemeten stijghoogtesprong is hier circa 1,5 meter, wat duidt op een grotere weerstand dan in eerste instantie aangenomen. Om deze reden is er een aanvullende weerstand toegevoegd.



Figuur 2-5 De weerstand van veen op basis van boringen opgeteld bij de weerstand van de veenbasis

Keileem

Keileem is sterk heterogeen. Door grote variaties op korte afstand is het niet mogelijk om de keileemweerstand in te schatten met interpolatie op basis van de gedane onderzoeken. Op basis van de gemeten en berekende stijghoogteverschillen over de keileemlaag concludeerden we dat de weerstand in het model te laag is ingeschat. Dit kwam overeen met ervaringen van de Provincie Drenthe die aangaf dat een factor 3 verhoging van de keileemweerstand ten opzichte van de model waarde vaker aangehouden wordt. Door deze aanpassing werd de afwijking tussen gemeten en berekende stijghoogte kleiner. De nieuwe weerstand is weergegeven in Figuur 2-6.

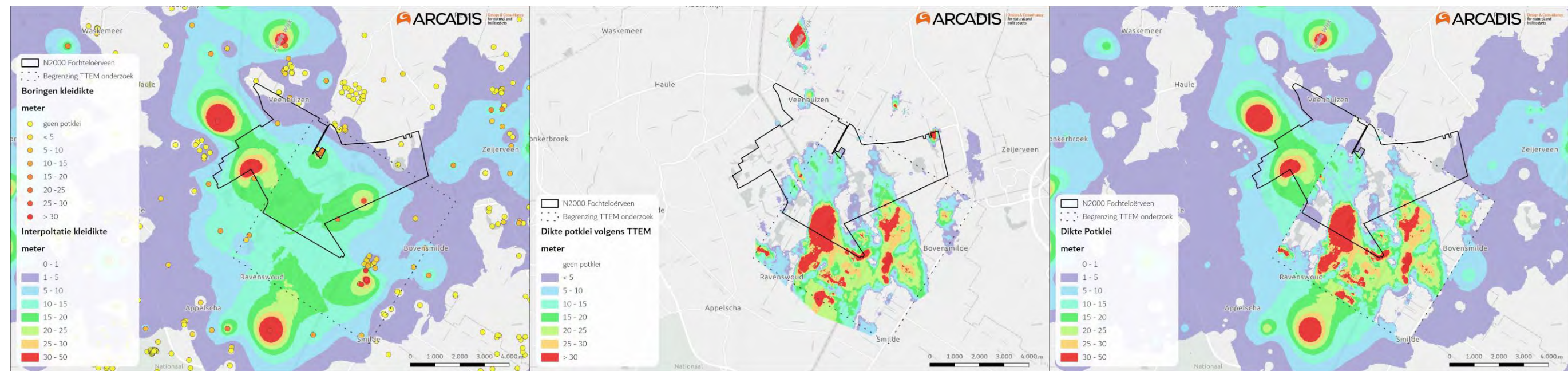


Figuur 2-6 Weerstand van keileem na kalibratie

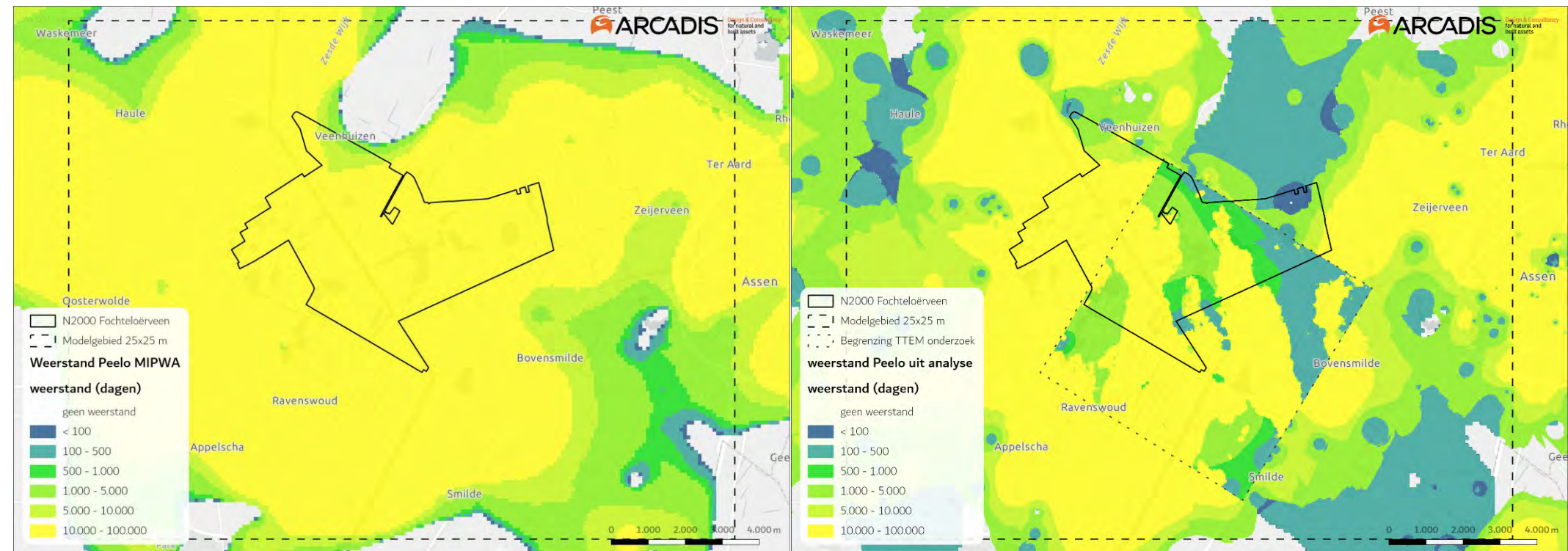
Potklei

De Formatie van Peelo is in MIPWA gebaseerd op het ondergrondmodel REGIS II. In REGIS is aan de hele Formatie van Peelo toegekend dat het om klei gaat, terwijl in praktijk de geulopvullingen uit het Elsterien veel heterogener zijn. Om hier een verfijning in aan te brengen zijn alle boringen uit DINOloket die de Formatie van Peelo doorboren verzameld. Van deze boringen is bepaald voor de dieptes waarop ze de Formatie van Peelo doorkruisen bepaald wat de lithologie (dikte klei, leem en zand) is. Op basis van TNO-onderzoek met tTEM (terrestrial transient electromagnetism) is plaatselijk onder het Fochteloërveen een detailkartering van de potkleidikte in de ondergrond gemaakt [5]. De kaarten uit deze onderzoeken zijn samengevoegd, waarbij het tTEM onderzoek betrouwbaarder wordt geacht dan de interpolatie van boringen, zie Figuur 2-7. Daarom is in het vierkant de tTEM bepalend, daarbuiten de interpolatie. Beide zijn in 1 bestand samengevoegd; de interpolatie sluit redelijk goed aan op de tTEM data. Er is voor de overgang geen verdere interpolatie toegepast, waardoor scherpe grenzen ontstaan.

Zand uit de Formatie van Peelo is goed gesorteerd uiterst fijn zand met een lage porositeit en krijgt daarom een standaard verticale weerstand van 200 d (niet afhankelijk van de dikte van het pakket). De klei krijgt een weerstand van 1000 d/m en leem een weerstand van 50 d/m (op basis van de waarden uit het TNO-onderzoek). De verandering die dit heeft opgeleverd is weergegeven in Figuur 2-8, waar de verticale weerstand van het originele model en de nieuw bepaalde verticale weerstand weergegeven zijn.



Figuur 2-7 Van links naar rechts: de potklei dikte op basis van interpolatie van boringen; de potklei dikte op basis van tTEM; combinatie van beide methoden



Figuur 2-8 Links de weerstand die volgens REGIS II (dus MIPWA) aan de Formatie van Peelo toegekend moet worden en rechts de verbeterde weerstandkaart van de Formatie van Peelo, samengesteld door (interpolatie van) boringen en het TTEM-onderzoek

2.2.5 Oppervlaktewater

In onderstaande paragrafen zijn de verbeteringen aan het oppervlaktewater (RIV en DRN-package) beschreven.

Laagtoekenning (insnijding)

In het model zijn watergangen opgenomen in modellaag 1. Bij diepere watergangen kunnen deze weerstandbiedende lagen doorsnijden, waardoor er ook een interactie is met de onderliggende watervoerende pakketten. Om de werking van de watergangen in het model te verbeteren is de insnijding bepaald. Dit is gedaan op basis van de volgende stappen en uitgangspunten:

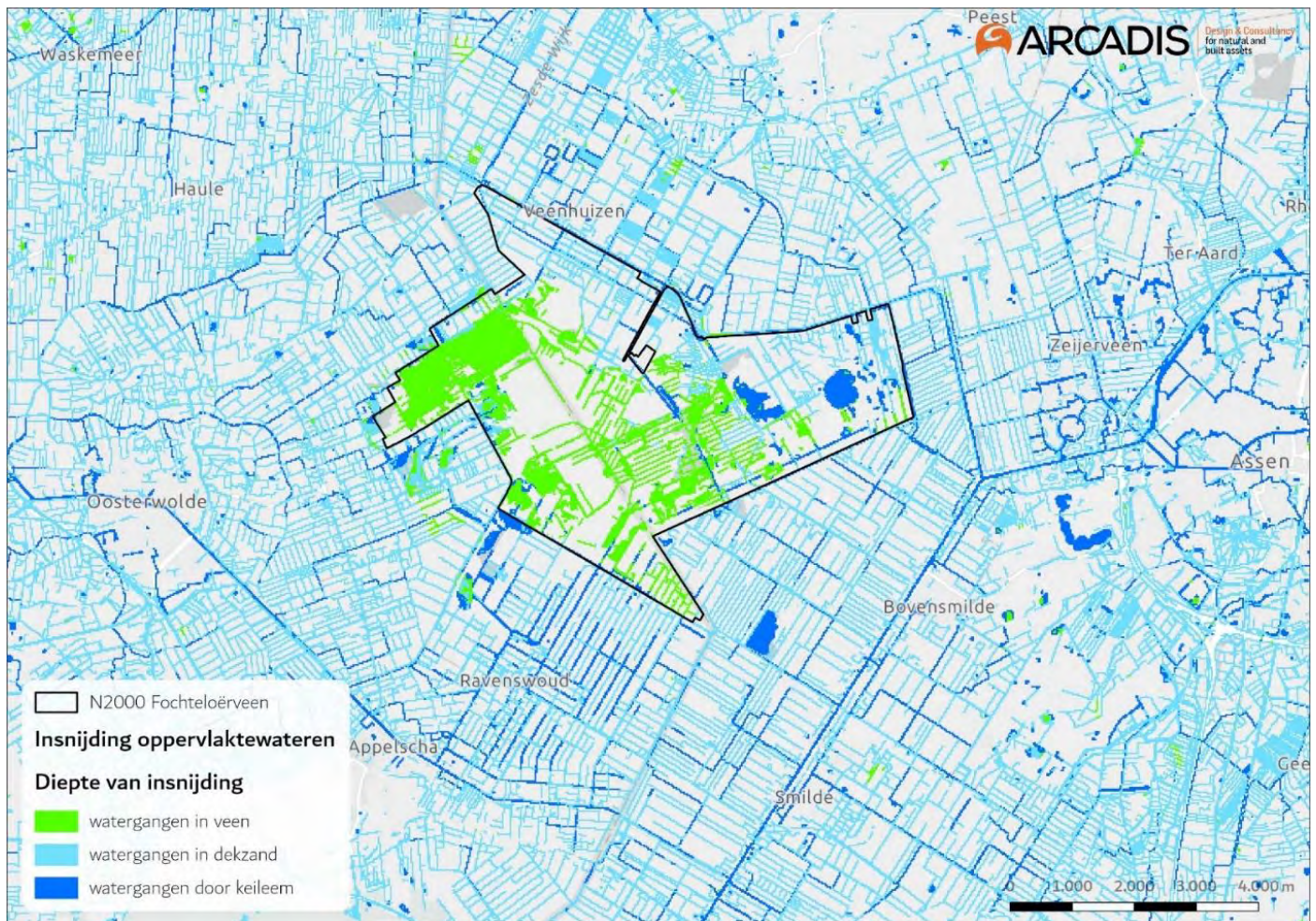
- Van de watergangen is een bodemhoogte bekend, of aangenomen, in MIPWA. Ook de hoogte van de bovenkant en onderkant van scheidende lagen is aanwezig in het model. Wanneer de bodemhoogte lager is dan de onderkant van een scheidende laag, dan snijdt de watergang ook het grondwater aan van het watervoerende pakket onder die scheidende laag. Wanneer watergangen een weerstandslaag (veen, keileem) doorsnijden is de conductance van die watergang voor een deel toegekend aan de laag waar die insnijdt en voor een deel toegekend aan de watervoerende lagen daarboven.
- Aan de hand van inmetingen van een aantal watergangen in Boswachterij Veenhuizen en Polder Ravenswoud door Prolander is aangegeven of er keileem onder die watergangen aanwezig is. Wanneer er keileem is aangetroffen onder de watergang ligt deze in WVP1 (Laag 3) en niet in WVP2 (Laag 4).
- Aangenomen is dat top10 waterlopen nooit de keileem doorsnijden; deze zijn over het algemeen ondieper.
- Aangenomen is dat greppelstructuren in het veen, het veen niet doorsnijden.

De conductance is als volgt over de modellagen verdeeld:

- Watergang ligt in freatisch pakket: 100% van de conductance in het freatisch pakket
- Watergang ligt in WVP1: 20 % van de conductance ligt in het freatische pakket, 100% van de conductance ligt in WVP1
- Watergang ligt in WVP2: 20% van de conductance ligt in het freatische pakket, 20% in WVP1 en 80 % ligt in WVP2

Voor watergangen die in WVP1 en WVP2 liggen is de conductance dus verhoogd naar 120%. Dit is gedaan omdat watergangen in deze pakketten een zandigere bodem hebben, en waarschijnlijk dus een lagere drainageweerstand. Het grootste deel van de conductance is in de laag geplaatst waar de bodem van de watergang ligt, omdat dit relatief een groot deel van het natte oppervlak van de watergang betreft.

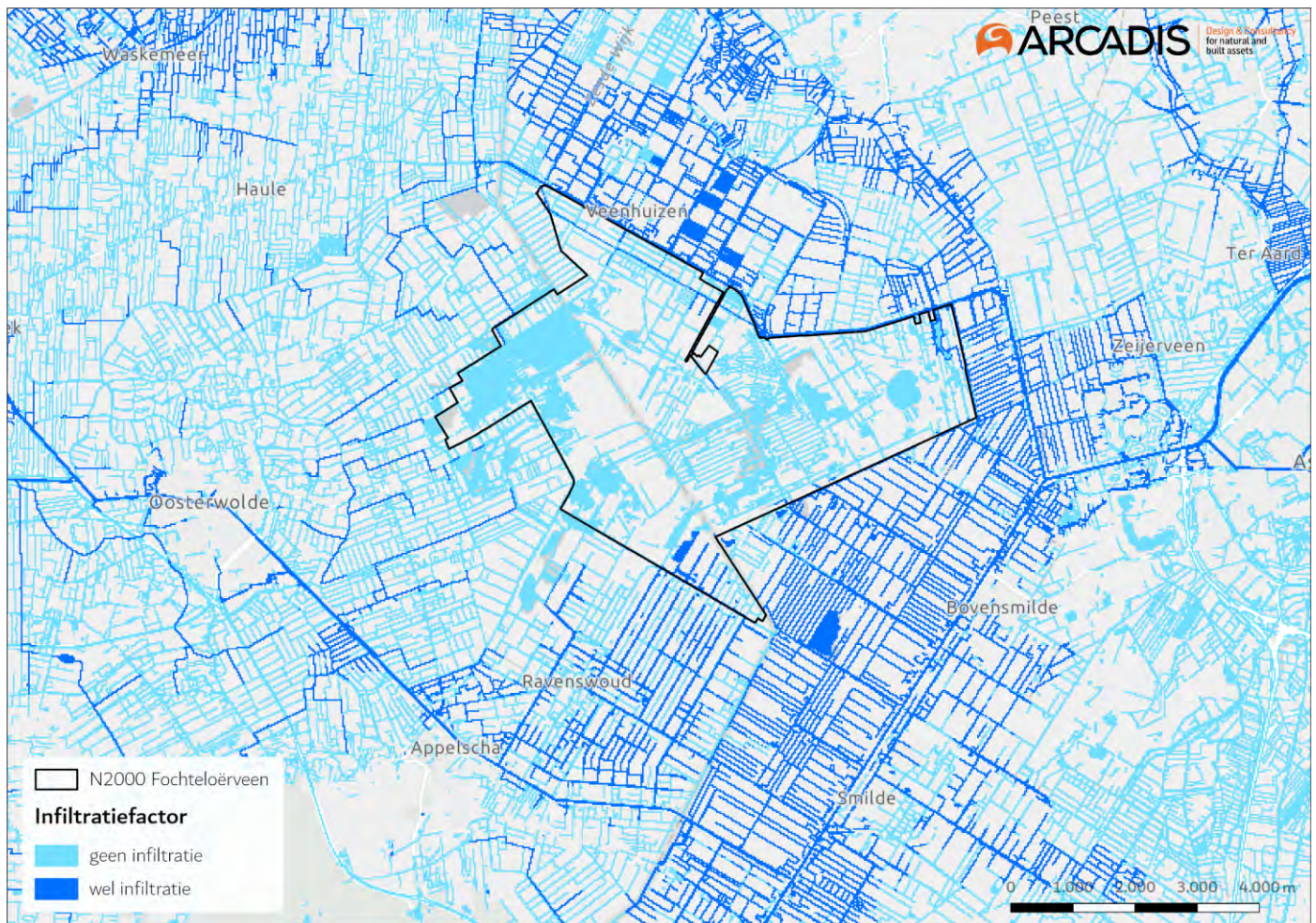
Voor grote open wateren is op basis van expert judgement nagegaan tot welke lagen die toegekend moeten worden (zandwinningen, plassen, pingoruïne Esmeer). De laagtoekenning voor al het oppervlaktewater is in onderstaande figuur weergegeven.



Figuur 2-9 insnijding van de watergangen op basis van ingemeten bodemhoogtes en diepte bovenkant en onderkant keileem en inmetingen van Natuurmonumenten

Infiltratieweerstand

Infiltratie is aangepast voor de peilvakken binnen waterschap Noorderzijlvest waarop inlaat mogelijk is. De mogelijkheid voor inlaat is ingeschat op basis van wateraanvoergegevens en peilbuisgegevens; wanneer peilbuizen niet uitzakken onder het oppervlaktewaterpeil is aangenomen dat hier jaarrond infiltratie vanuit de watergang kan zijn. Dit gaat om de Zeven Blokken, Veenhuizen en de Slokkert, waar jaarrond water ingelaten kan worden vanuit de Drentse Hoofdvaart. De infiltratiefactor (verhouding drainage/infiltratieweerstand) is aangepast naar 0.333 voor deze watergangen (standaard verhouding in MIPWA).



Figuur 2-10 Overzicht van de infiltratiemogelijkheid binnen het aangepaste model

Waterpeil

De peilen van het oppervlaktewater zijn vergeleken met de peilvakken. Gezien de maaiveldhoogteverschillen binnen een peilvak, is het te verwachten dat de peilvakken afwijken van de modelpeilen. In MIPWA is rekening gehouden met dit verhang, en zijn detailsloten ingebracht met behulp van het AHN. De peilen in MIPWA geven hiermee een realistischer beeld van de werkelijkheid dan de peilvakkenkaart, waar dit verhang niet aanwezig is. Hierdoor mogen dus peilen in het model voorkomen welke hoger liggen dan het peilvak. Peilen die lager liggen worden aangepast naar het peilvak.

De peilen binnen de compartimentering zijn berekend met een oppervlaktewatermodel (zie onderstaand tekstkader). De peilen zijn iteratief bepaald; met de grensflux over de onderkant van modellaag 1 van het grondwatermodel is dit oppervlaktewatermodel gevoed aan de onderkant. Berekende maandgemiddelde peilen uit dit oppervlaktewatermodel zijn vervolgens opgelegd aan het grondwatermodel om met een betrouwbaarder variabel peil te rekenen in plaats van een vast zomer- en winterpeil (standaard in MIPWA). Er is gekozen voor een maandgemiddeld peil (i.p.v. bijvoorbeeld een dagpeil) gezien de geringe schommelingen binnen een maand. Aangezien binnen de compartimenten de optie voor infiltratie uitstaat, hebben korte schommelingen in peil maar een beperkte invloed op de berekende grondwaterstand.

Vanwege kadeherstelmaatregelen (2023) en droge jaren (2018-2022) zijn de best beschikbare reeksen om het oppervlaktewatermodel op te kalibreren die van het jaar 2015. Het oppervlaktewatermodel is gevalideerd op de jaren 2014-2018. De methode van koppeling van oppervlaktewater in het grondwatermodel staat in onderstaand tekstblok. Zie verder bijlage A over het oppervlaktewatermodel.

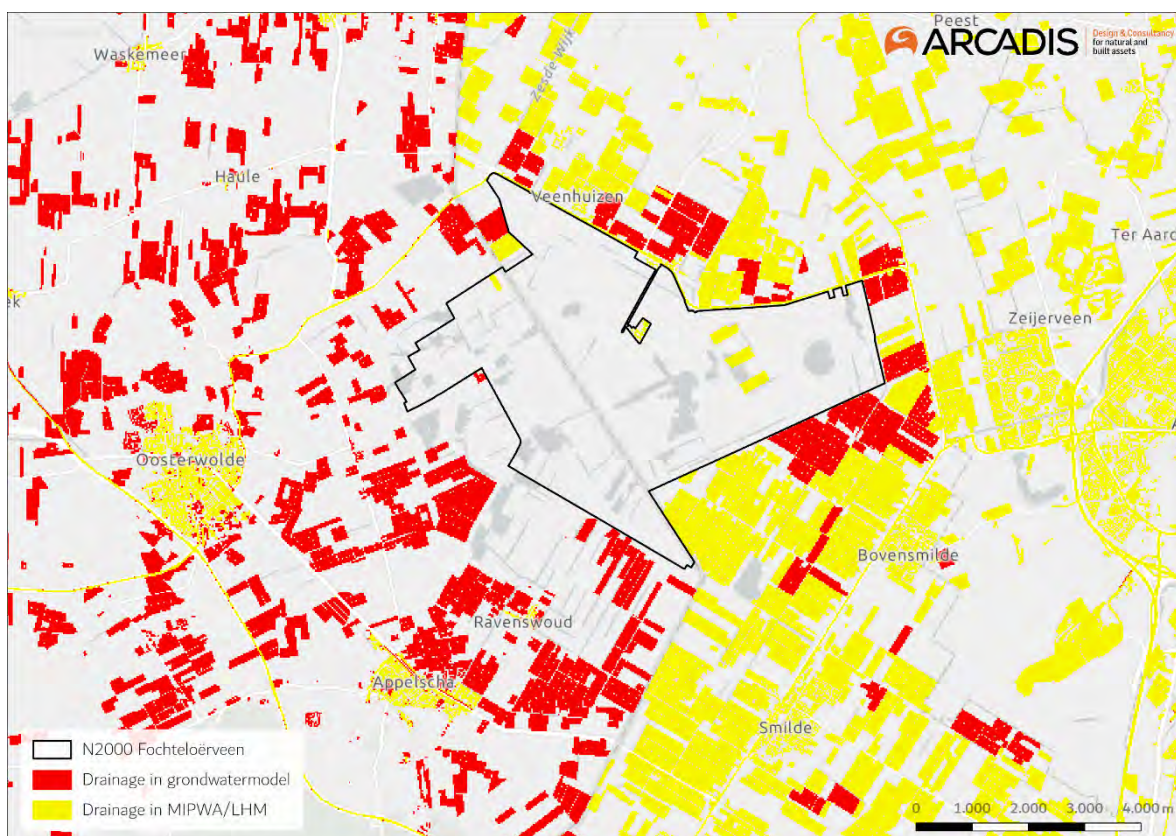
Oppervlaktewatermodel voor compartimenten

In SOBEK is voor het gecompartmenteerde hoogveengebied een bakjesmodel gemaakt. In dit model is ieder compartiment toegevoegd als een knooppunt (node). Tussen de verschillende knooppunten zijn verbanden (links) die de stroming van compartiment naar compartiment vertegenwoordigen. Dit kan zowel stroming over een stuw zijn, als laterale stroming door een lekkende kade. Dit oppervlaktewatermodel is aan de hand van meetreeksen bij stuwen en peilmetingen van het oppervlaktewater in een aantal compartimenten gekalibreerd.

Met het gekalibreerde model is doorerekend wat de peilen iedere dag van het jaar zijn. Dit peil is op maandelijkse basis opgelegd aan het grondwatermodel, door iedere eerste dag van de maand het dan geldende peil volgens het oppervlaktewatermodel op te leggen. Deze koppeling is mogelijk door een ruimtelijk bestand (rasterbestand van de compartimenten) aan de hand van tijdreeksen per compartiment per maand een nieuw peil toe te kennen. Dit peil is ingebrand in de peilbestanden van oppervlaktewateren, drainage en oppervlakkige afvoer, waardoor het grondwatermodel rekent met een veel accurater waterpeil dan oorspronkelijk beschikbaar was in het MIPWA-model.

2.2.6 Drainage

In het model is drainage weggehaald waar de inschatting is dat deze drainage er niet ligt. De aanwezige drainage binnen het Natura 2000 gebied en de bufferzones is uit het model weggehaald; deze is niet plausibel. Ook is de drainage onder verhard oppervlak verwijderd; deze wordt standaard aangenomen binnen MIPWA. In de praktijk is niet onder elke weg en ieder gebouw drainage aanwezig, dus deze is uitgeschakeld om bij de effectberekening effecten niet te onderschatten. Met de drainagekaart van Provincie Drenthe [6] is de hoeveelheid drainage aan de Drentse kant naar beneden bijgesteld ten opzichte van de hoeveelheid drainage die in MIPWA aanwezig was. Hierdoor zijn nu aan de Drentse kant alleen percelen als gedraineerd aangemerkt waarvan met zekerheid vaststaat dat ze gedraineerd zijn. Van Friesland waren geen gegevens beschikbaar, dus daar is geen aanpassing gedaan. De resulterende drainagekaart is weergegeven in Figuur 2-11. Er is nergens drainage toegevoegd aan het model.



Figuur 2-11 Drainage zoals in MIPWA (geel+ rood) en na de modelverbeteringen (rood)

2.2.7 Oppervlakkige afvoer

De oppervlakkige afvoer (OLF en ponding depth) is aangepast binnen het hoogveengebied, om het meebewegen van het veenmos met het waterpeil niet te onderschatten. Veen werkt hierbij als een spons, waar het maaiveld kan meebewegen met het waterniveau; er ontstaat dus niet snel oppervlakkige afvoer. De aanpassing is gedaan met de volgende uitgangspunten:

- De oppervlakkige afvoer treedt op vanaf 20 cm boven maaiveld binnen compartimenten.
- De oppervlakkige afvoer treedt nooit op bij een niveau lager dan het stuwpeil van het compartiment (in lokale laagtes ligt de drempelwaarde voor oppervlakkige afvoer dus op het compartimentpeil in plaats van 20 cm boven maaiveld).

3 Modelresultaat

In dit hoofdstuk is het validatieresultaat weergegeven, per watervoerend pakket (paragraaf 2.1, Tabel 2-2). De watervoerende pakketten zijn bepaald aan de hand van de modellagen: waar belangrijke weerstand biedende lagen voorkomen is onderscheid te maken tussen watervoerende pakketten. Door de aanwezigheid van gaten in potklei en keileem, en het niet overal voorkomen van veen staan watervoerende pakketten lokaal met elkaar in verbinding.

3.1 Validatieset

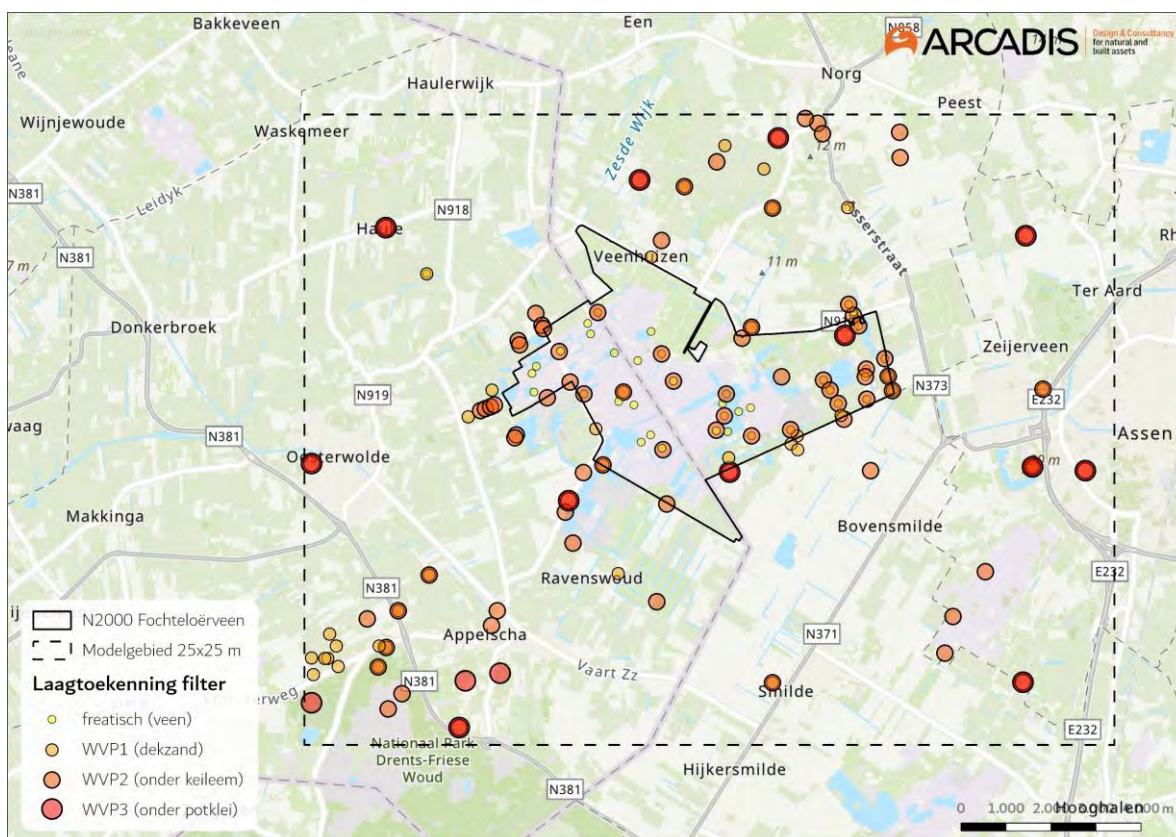
De validatie op GxG is uitgevoerd voor de periode 2010-2018, zodat het de gemiddelde hoogste en laagste grondwaterstanden simuleert en niet te veel beïnvloed wordt door een aantal opeenvolgende extreme jaren, zoals de periode van 2018 tot 2023.

De validatieset bestaat uit peilbuizen van DINOloket, Provincie Fryslân, WDO, Provincie Drenthe, Staatsbosbeheer, Wetterskip Fryslân en waterschap Noorderzijlvest. Voor de validatieset zijn de volgende eisen gesteld aan de peilbuizen:

- Bemeten periode van 2010-2018.
- Meetinterval van 14 dagen of minder.
- Maximaal 1 jaar aan missende data.
- Realistische reeks: geen grote onverklaarbare sprongen in stijghoogte, en geen droogvallende peilbuizen.

De validatieset is opgedeeld per watervoerend pakket. Dit is gedaan door de diepte van het filter ten opzichte van maaiveld te vergelijken met nabijgelegen boringen en de modellagen. De indeling van de validatieset (Figuur 3-1) bevat 42 peilbuizen in een veenpakket, 36 peilbuizen in het dekzandpakket, 83 peilbuizen in het zandpakket tussen keileem en potklei en 15 peilbuizen in het pakket onder de potklei.

Een overzicht van alle peilbuizen staat in Bijlage B.



Figuur 3-1 Validatieset met laagtoekenning

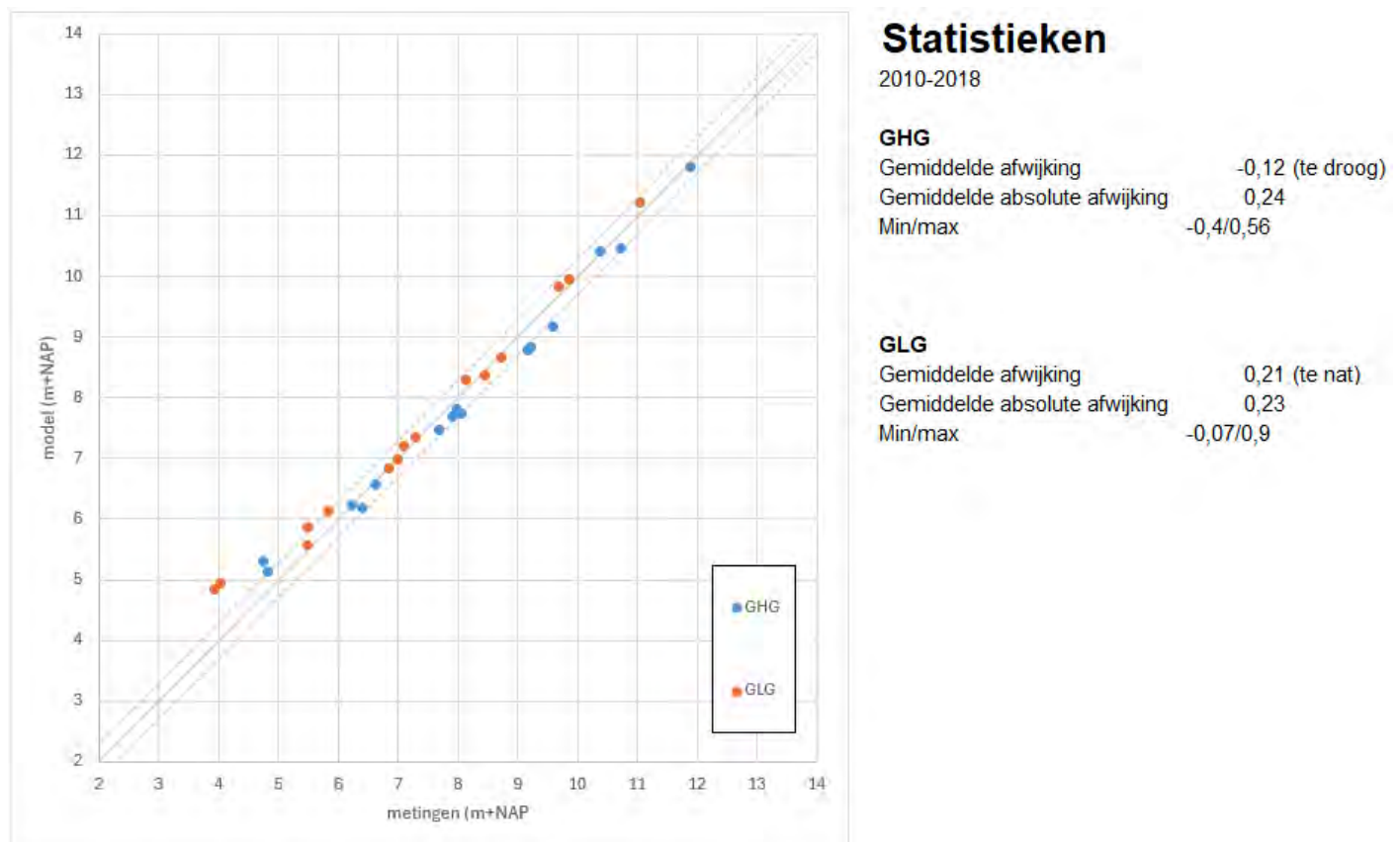
Er is gestreefd naar de volgende validatiecriteria:

- Een gemiddelde afwijking tussen het model en gemeten grondwaterstanden van maximaal 10 cm voor het watervoerend pakket. Wanneer deze groter is, is er sprake van een systematische afwijking.
- Een gemiddelde absolute afwijking van maximaal 30 cm.
- Een maximale absolute afwijking van twee keer de maximale gemiddelde absolute afwijking.

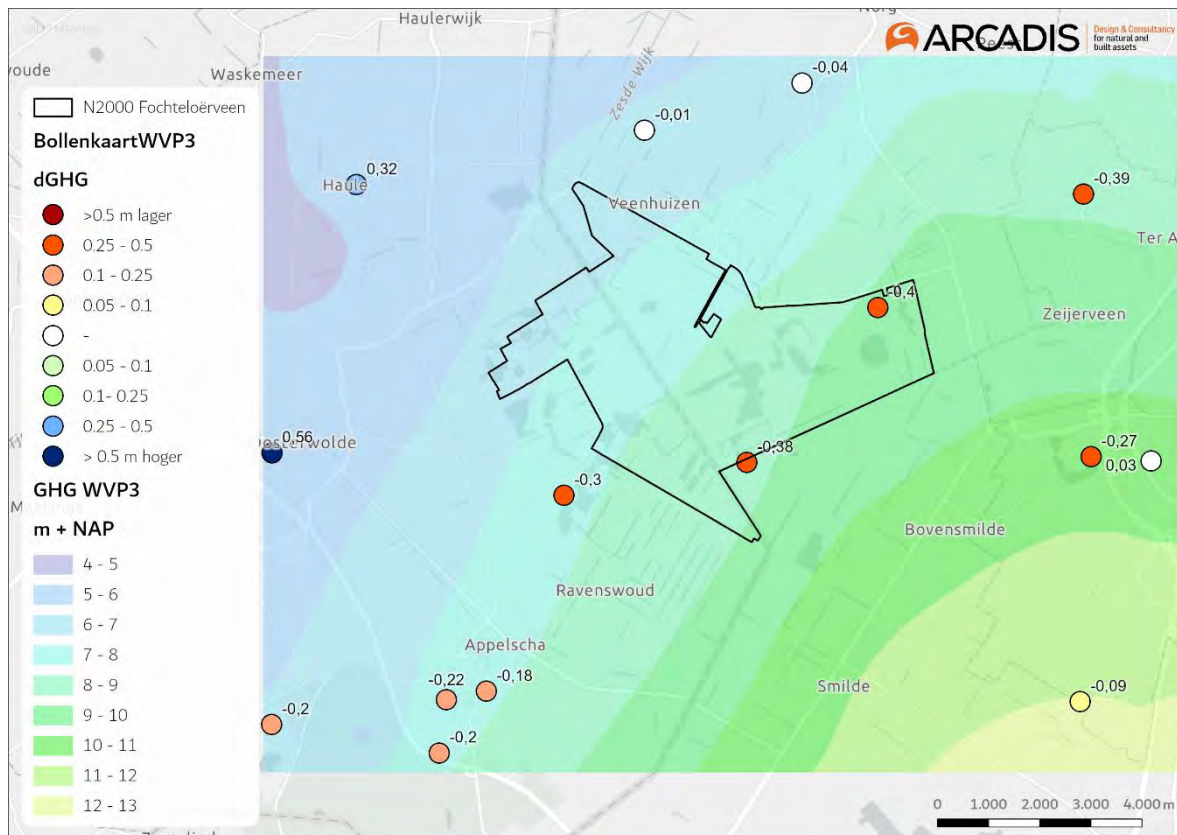
Samen met de projectgroep is besloten dat het model voldoende betrouwbaar is om de verkennende effectenstudie mee uit te voeren. De uitkomst van de validatie is hieronder per watervoerend pakket weergegeven.

3.2 Validatie onder Formatie Peelo (potklei)

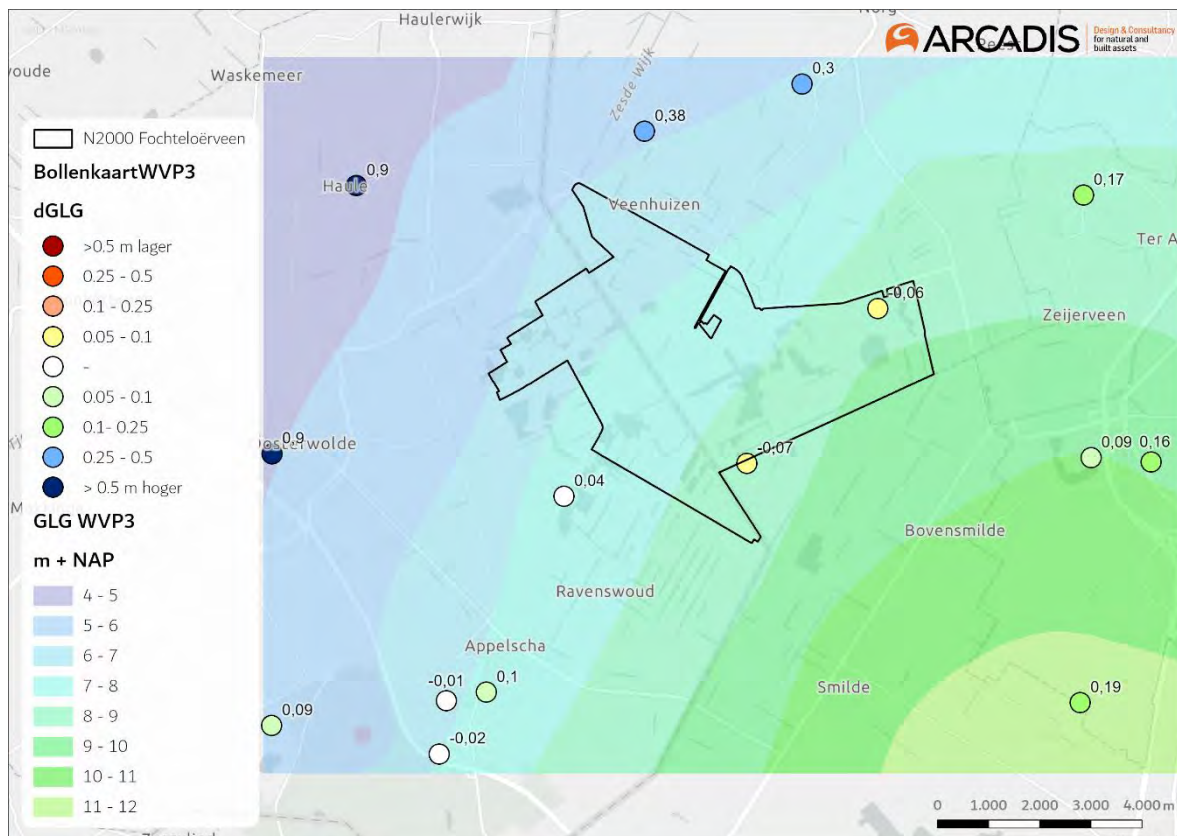
Het derde watervoerende pakket is gemiddeld 12 cm te droog bij de GHG en 21 cm te nat bij de GLG (Figuur 3-2). De gemiddelde absolute afwijkingen zijn minder dan 30 cm. Ruimtelijk laten zowel GHG (Figuur 3-3) als GLG (Figuur 3-4) zien dat het noordwestelijke modelgebied (Friese beekdalen) te nat gemodelleerd zijn, terwijl onder het veengebied het model te droog is gemodelleerd. Dit duidt op te weinig te weinig voeding onder het veen en te veel bij de beekdalen. Dit kan duiden op fouten op de weerstand en spreiding van de potklei die alleen na verder onderzoek aangepast kunnen worden met een goede onderbouwing.



Figuur 3-2 Statistieken WVP3 (tussen potklei en geohydrologische basis)



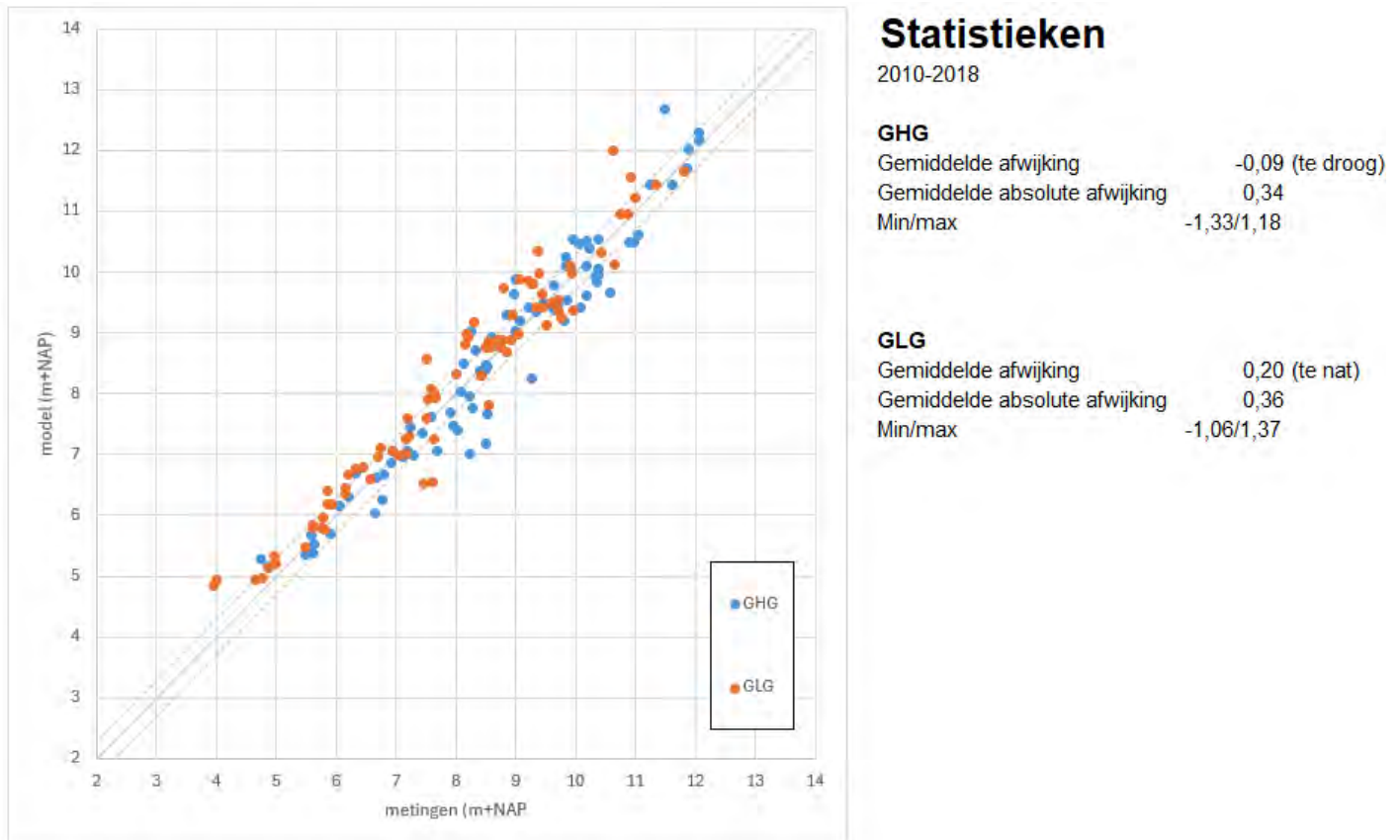
Figuur 3-3 Afwijking van de gemodelleerde GHG ten opzichte van gemeten GHG in WVP3 met als achtergrond in kleurschaal de isohypsen



Figuur 3-4 Afwijking van de gemodelleerde GLG ten opzichte van gemeten GLG in WVP3 met als achtergrond in kleurschaal de isohypsen

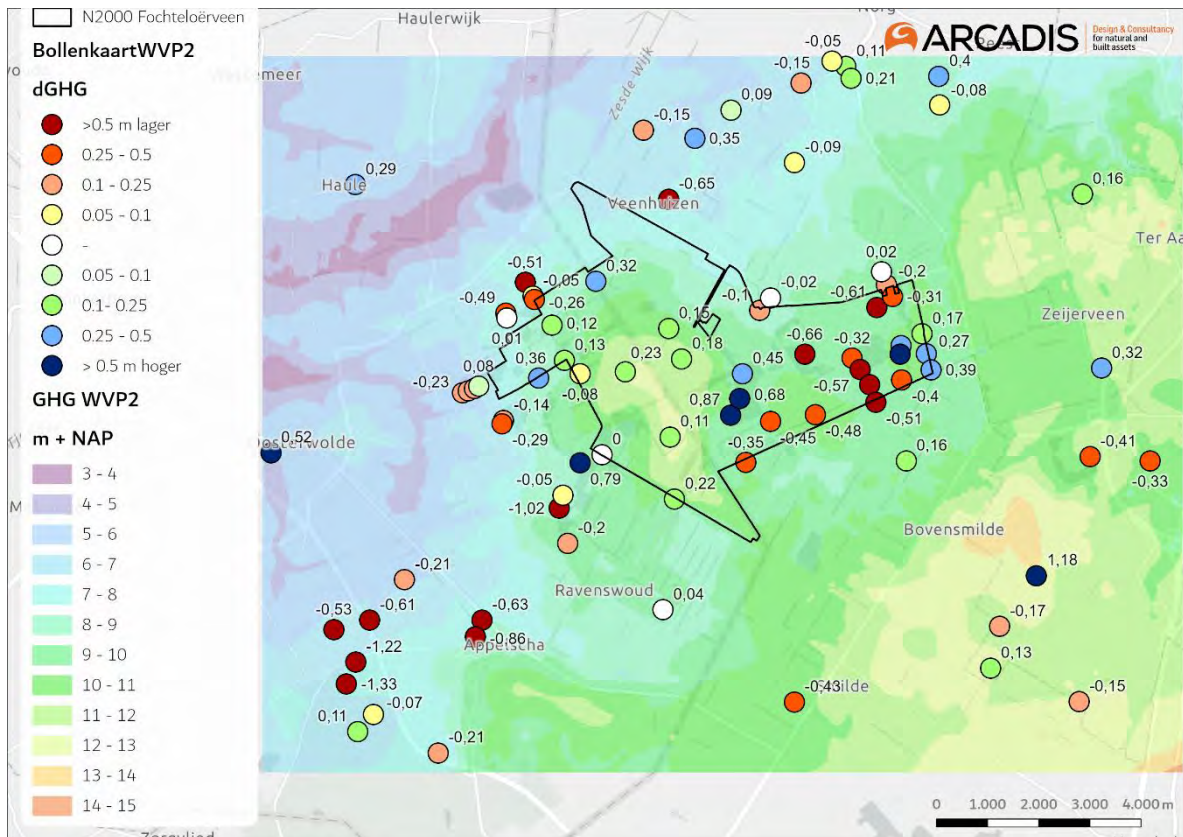
3.3 Validatie tussen keileem en Peelo klei

In deze laag wordt de GLG gemiddeld 9 cm te droog gemodelleerd, en de GHG gemiddeld 20 cm te nat. De modelstatistieken zijn weergegeven in Figuur 3-5.

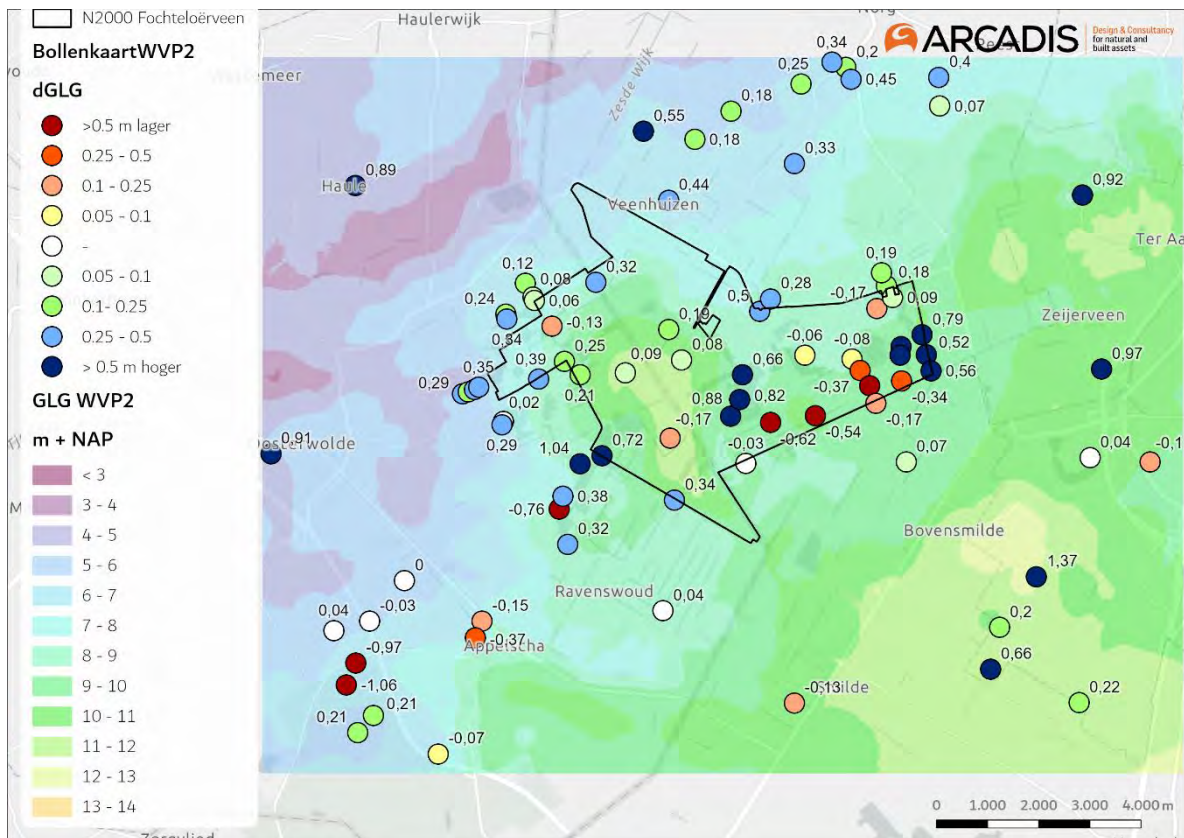


Figuur 3-5 statistieken WVP2 (tussen keileem en potklei)

De ruimtelijke spreiding laat zien dat de noordwestelijke hoek nog te nat gemodelleerd wordt, net als in WVP3. Verder zijn er geen duidelijke ruimtelijke connecties in de modelafwijking voor zowel GHG (Figuur 3-6) als GLG (Figuur 3-7).



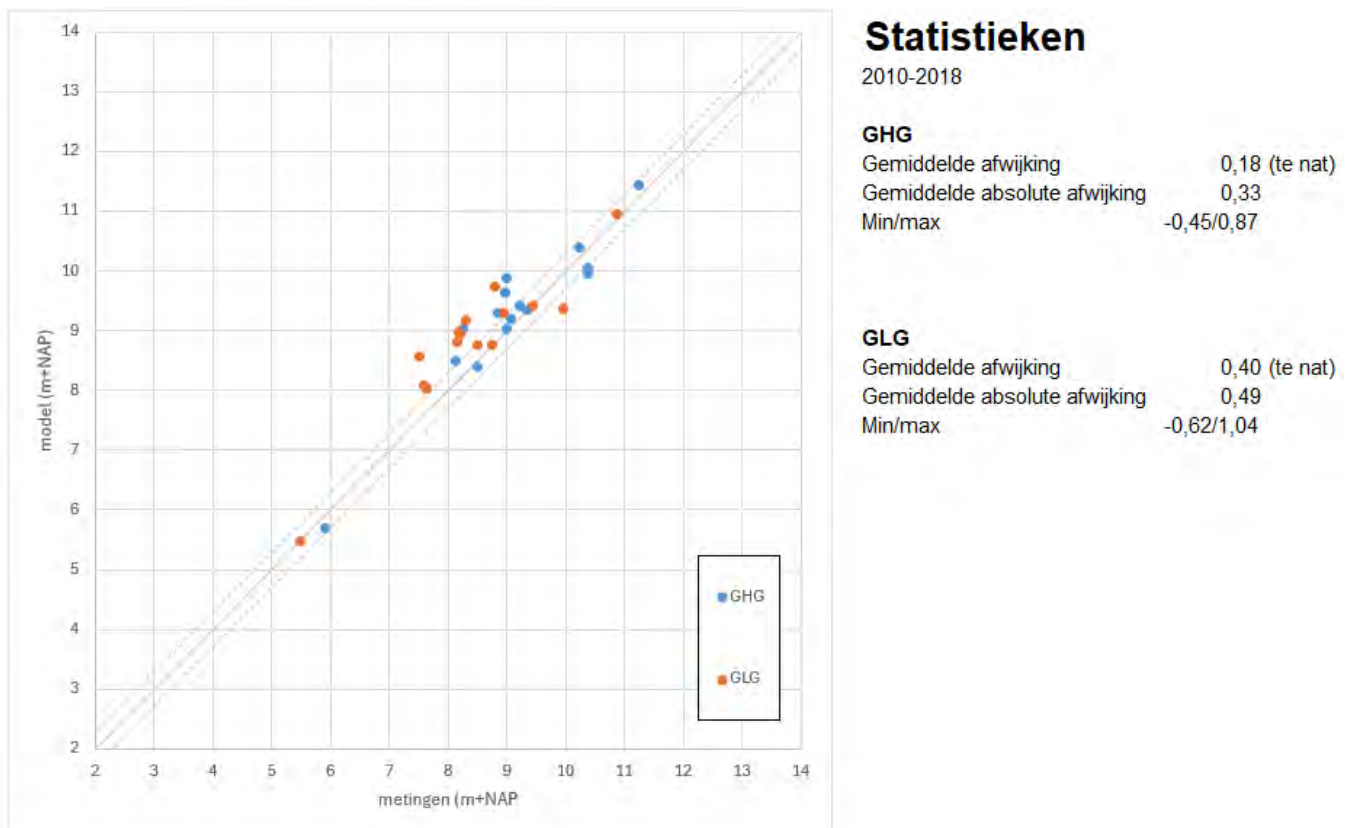
Figuur 3-6 Afwijking van de gemodelleerde GHG ten opzichte van gemeten GHG in WVP2 met als achtergrond in kleurschaal de isohypsen



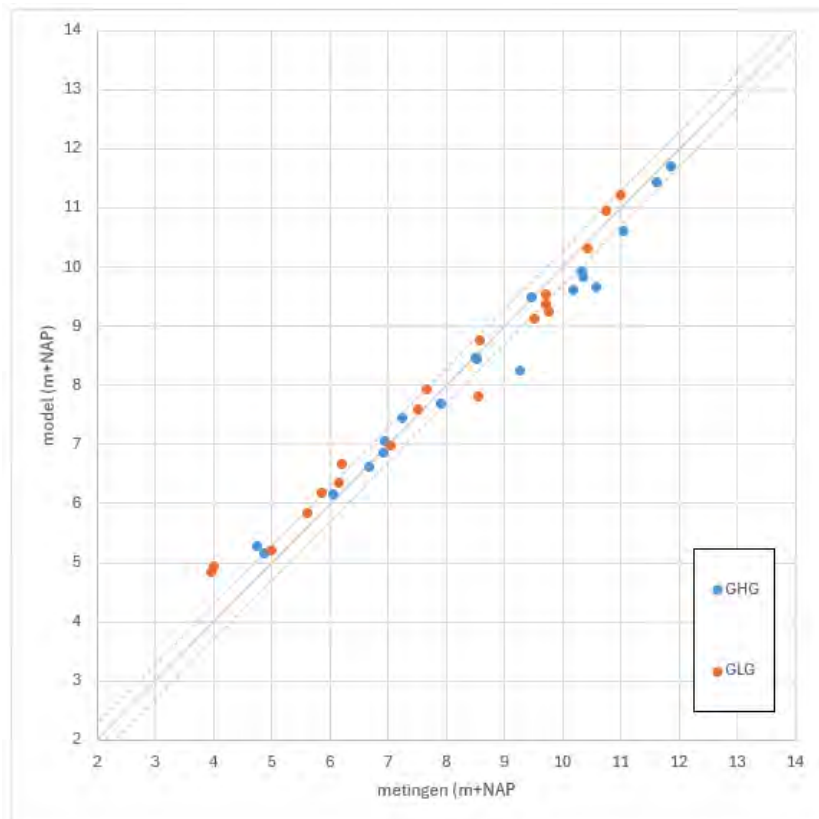
Figuur 3-7 Afwijking van de gemodelleerde GLG ten opzichte van gemeten GLG in WVP2 met als achtergrond in kleurschaal de isohypsen

3.3.1 Analyse afwijkingen door weerstanden

Dit pakket (WVP2) is met de huidige kennis moeilijk te modelleren door onzekerheid over de basis van de Formatie van Peelo (potklei en gesorteerd zand) en de bovenkant van keileem. Door middel van een analyse is bepaald waar de grootste afwijkingen voorkomen, zodat hier bij vervolgonderzoek op gefocust kan worden. De afwijkingen zijn apart beschouwd voor locaties waar zowel potklei als keileem voorkomt; waar alleen keileem voorkomt; waar alleen potklei voorkomt en waar noch keileem, noch potklei voorkomt. Hieruit blijkt dat de grootste afwijking voorkomen bij Formatie van Peelo (Figuur 3-8), maar plaatsen met keileem zorgen ook voor veel afwijking (Figuur 3-9). Op de plaatsen waar deze formaties niet voorkomen voldoen de modelstatistieken beter (Figuur 3-10), terwijl op plaatsen waar beide formaties voorkomen veel afwijking is van de gemeten waardes. Mogelijk dat de keileem iets te veel gecorrigeerd is (te veel weerstand). Wat betreft de potklei is het overwegend te nat, maar de spreiding is groot. Dat geeft meer de onzekerheid aan van verbreiding en weerstand. Voor correctie van deze weerstanden in het model zijn aanvullende gegevens nodig over de ligging en samenstelling van de formaties.



Figuur 3-8 Statistieken voor WVP2 op plaatsen (n=15) waar alleen potklei voorkomt



Statistieken

2010-2018

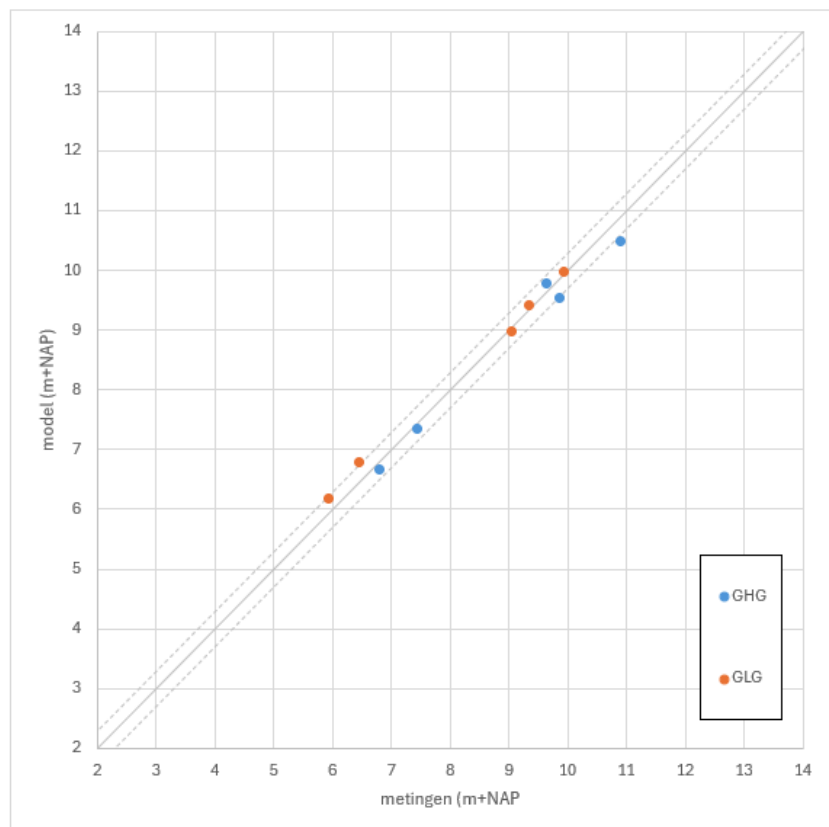
GHG

Gemiddelde afwijking -0,18 (te droog)
 Gemiddelde absolute afwijking 0,31
 Min/max -1,02/0,52

GLG

Gemiddelde afwijking 0,10 (te nat)
 Gemiddelde absolute afwijking 0,34
 Min/max -0,76/0,91

Figuur 3-9 Statistieken voor WVP2 op plaatsen (n=19) waar alleen keileem voorkomt



Statistieken

2010-2018

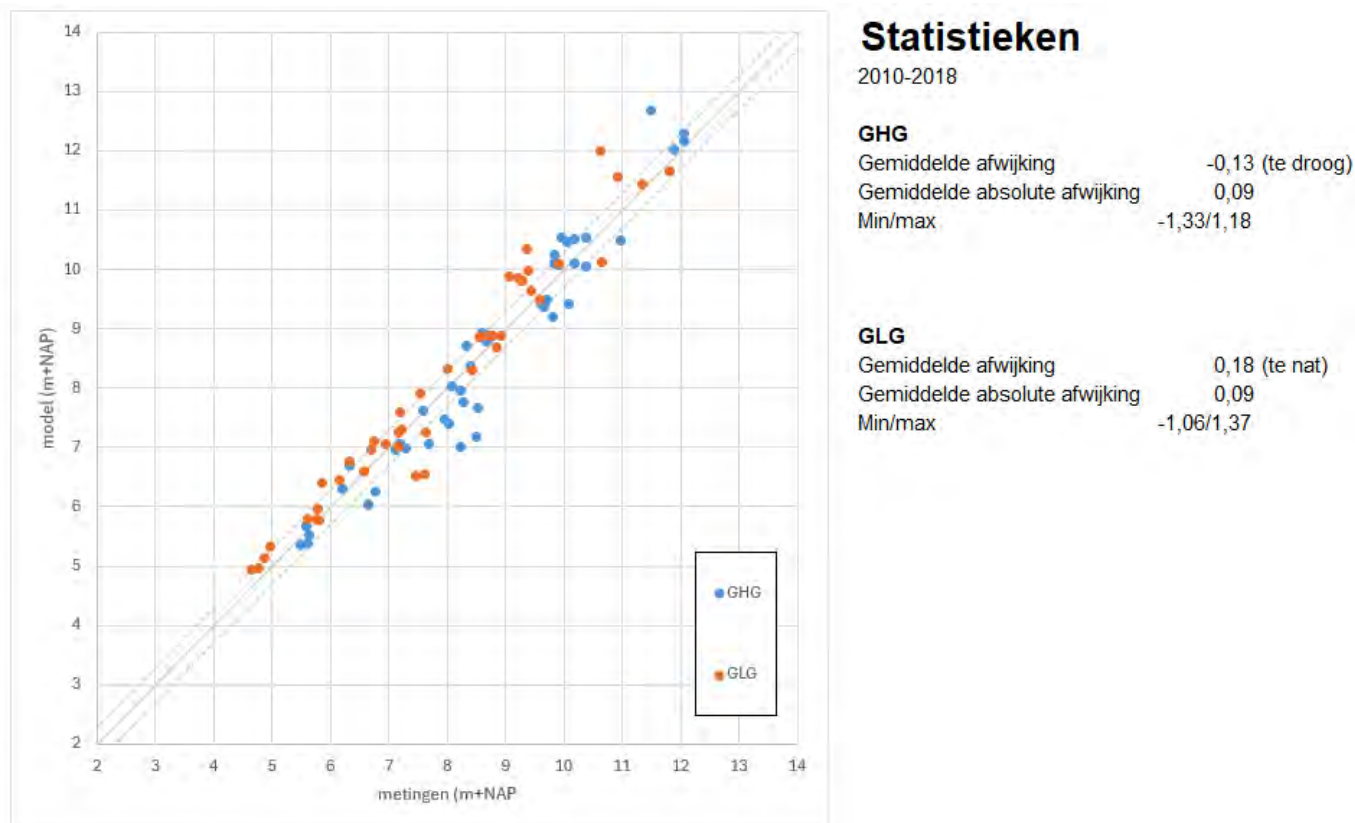
GHG

Gemiddelde afwijking -0,16 (te droog)
 Gemiddelde absolute afwijking 0,23
 Min/max -0,41/0,16

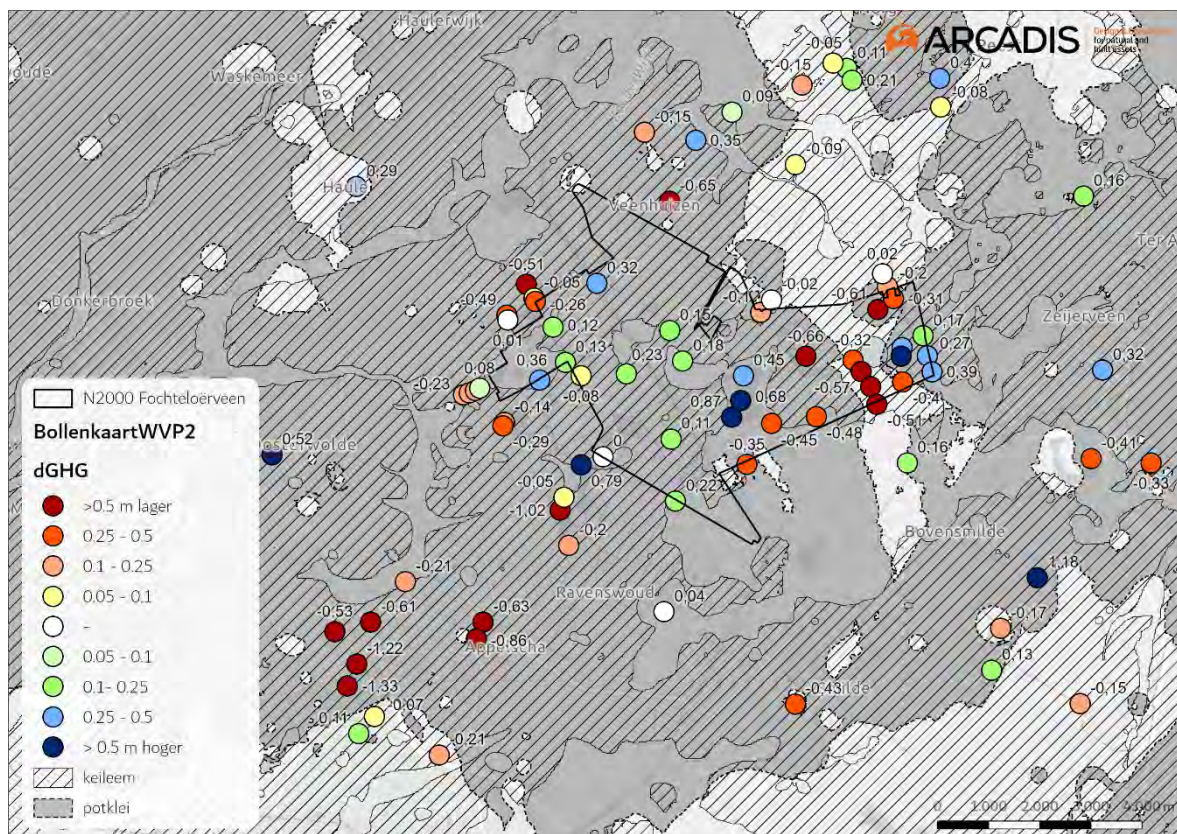
GLG

Gemiddelde afwijking 0,12 (te nat)
 Gemiddelde absolute afwijking 0,15
 Min/max -0,08/0,33

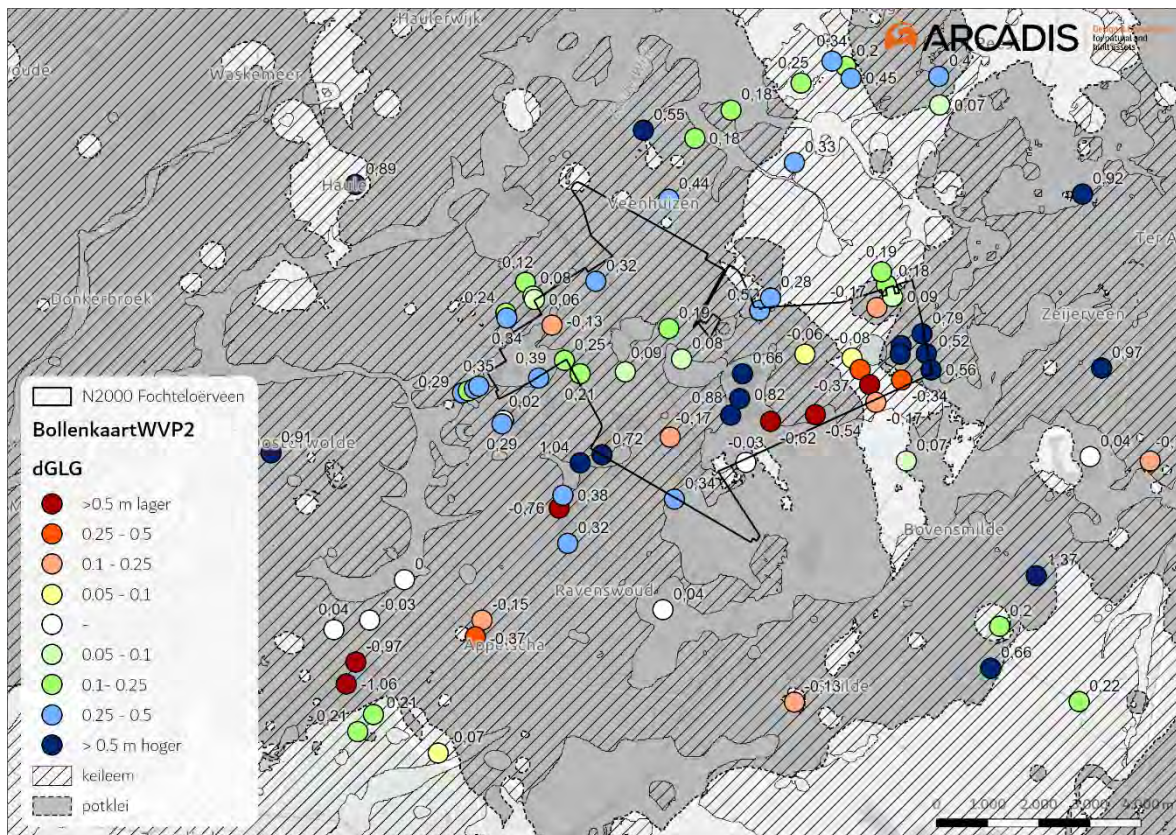
Figuur 3-10 Statistieken voor WVP2 op plaatsen (n=5) waar geen potklei en/of keileem voorkomt



Figuur 3-11 Statistieken voor WVP2 op plaatsen (n=44) met zowel keileem als potklei



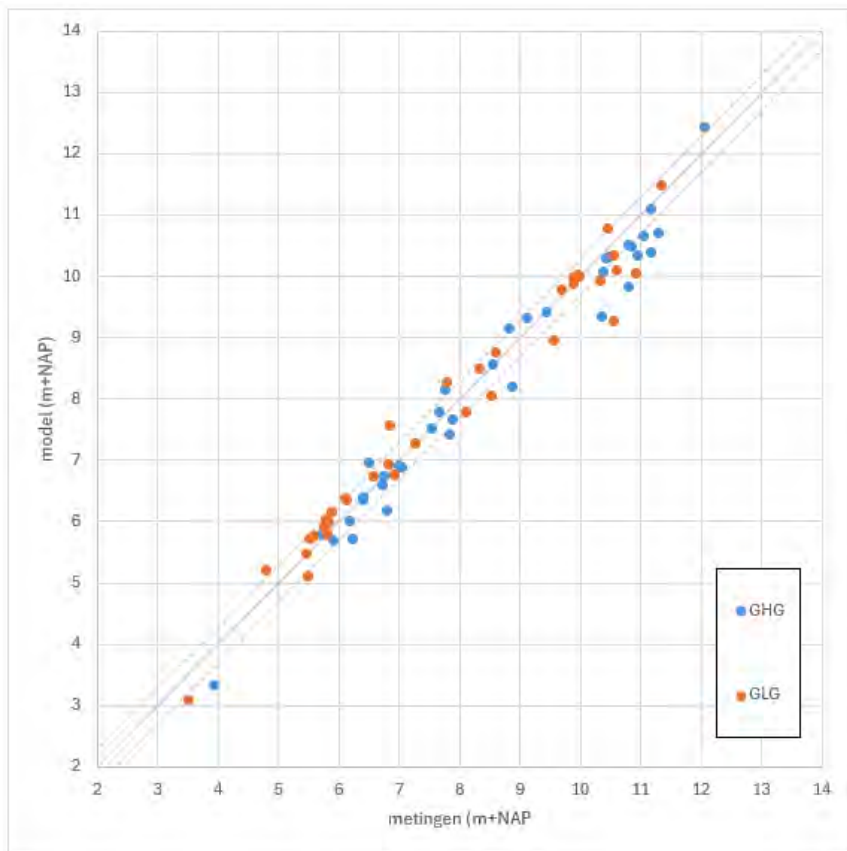
Figuur 3-12 Modelafwijkingen GHG in WVP2, met aangegeven waar potklei (onderkant WVP2) en keileem (bovenkant (WVP2) als scheidende lagen voorkomen



Figuur 3-13 Modelafwijkingen GLG in WVP2, met aangegeven waar potklei (onderkant WVP2) en keileem (bovenkant (WVP2) als scheidende lagen voorkomen

3.4 WVP1 – tussen veenbasis en keileem

WVP1 bestaat uit Formatie van Boxtel zand 1, Boxtel klei 1 (lokale beekleem) en Boxtel zand 2, en is beter bekend onder de naam dekzand. Dit watervoerende pakket maakt op plaatsen waar geen veen aanwezig is deel uit van het freatische pakket. Waar geen keileem voorkomt is er geen weerstand tussen WVP1 en WVP2. In dit pakket wordt de GHG gemiddeld 4 cm te nat en de GLG 6 cm te droog gemodelleerd. De gemiddelde absolute afwijkingen liggen rond de 30 cm, waarbij er lokaal grotere afwijkingen zijn waarbij het model voornamelijk te droog uitkomt.



Figuur 3-14 Statistieken WVP1 (tussen veen en keileem)

Statistieken

2010-2018

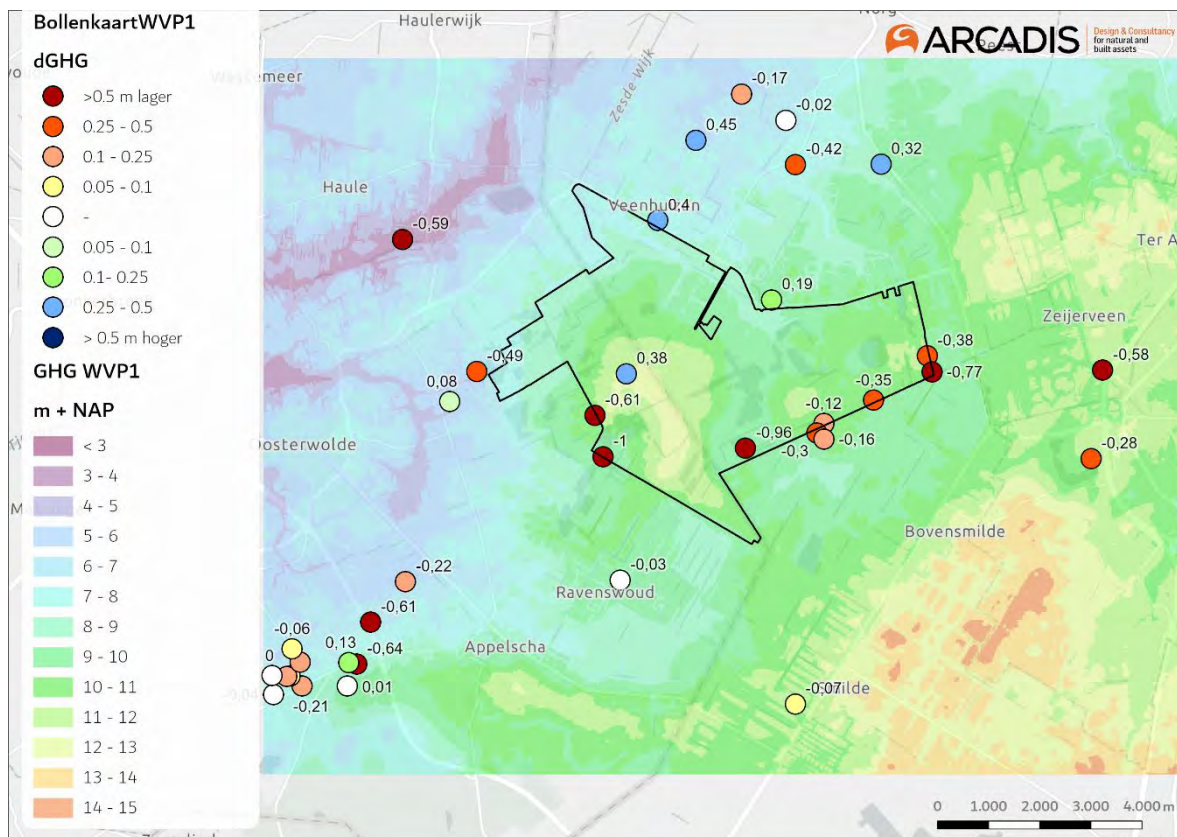
GHG

Gemiddelde afwijking -0,21 (te droog)
 Gemiddelde absolute afwijking 0,32
 Min/max -1/0,45

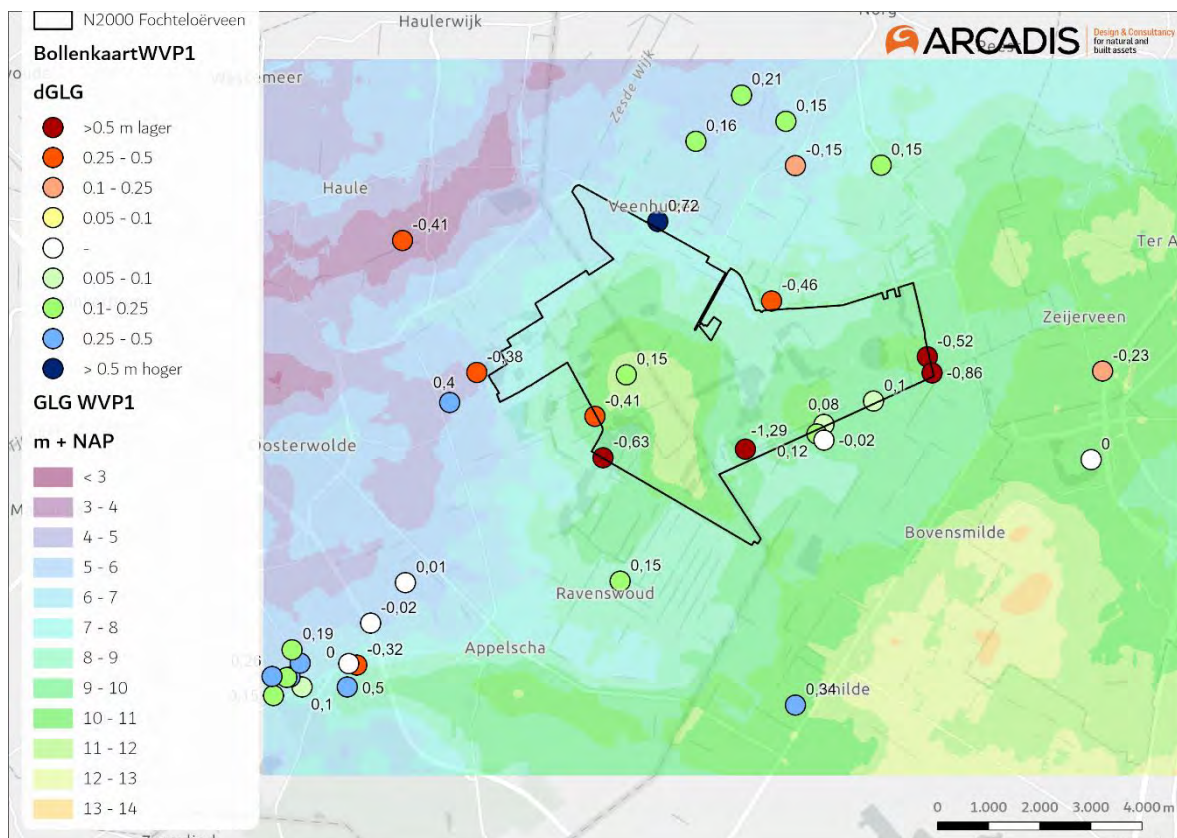
GLG

Gemiddelde afwijking -0,03 (te droog)
 Gemiddelde absolute afwijking 0,29
 Min/max -1,29/0,72

Het ruimtelijke beeld laat zien dat de afwijkingen met name rondom het hoogveen groot zijn voor zowel GHG (Figuur 3-15) als GLG (Figuur 3-16). De peilbuizen staan in de overgangszone (met steile gradiënt) van het veengebied naar het landbouwgebied en worden overwegend te droog gemodelleerd.



Figuur 3-15 Afwijking van de gemodelleerde GHG ten opzichte van gemeten GHG in WVP1 met als achtergrond in kleurenschaal de isohypsen

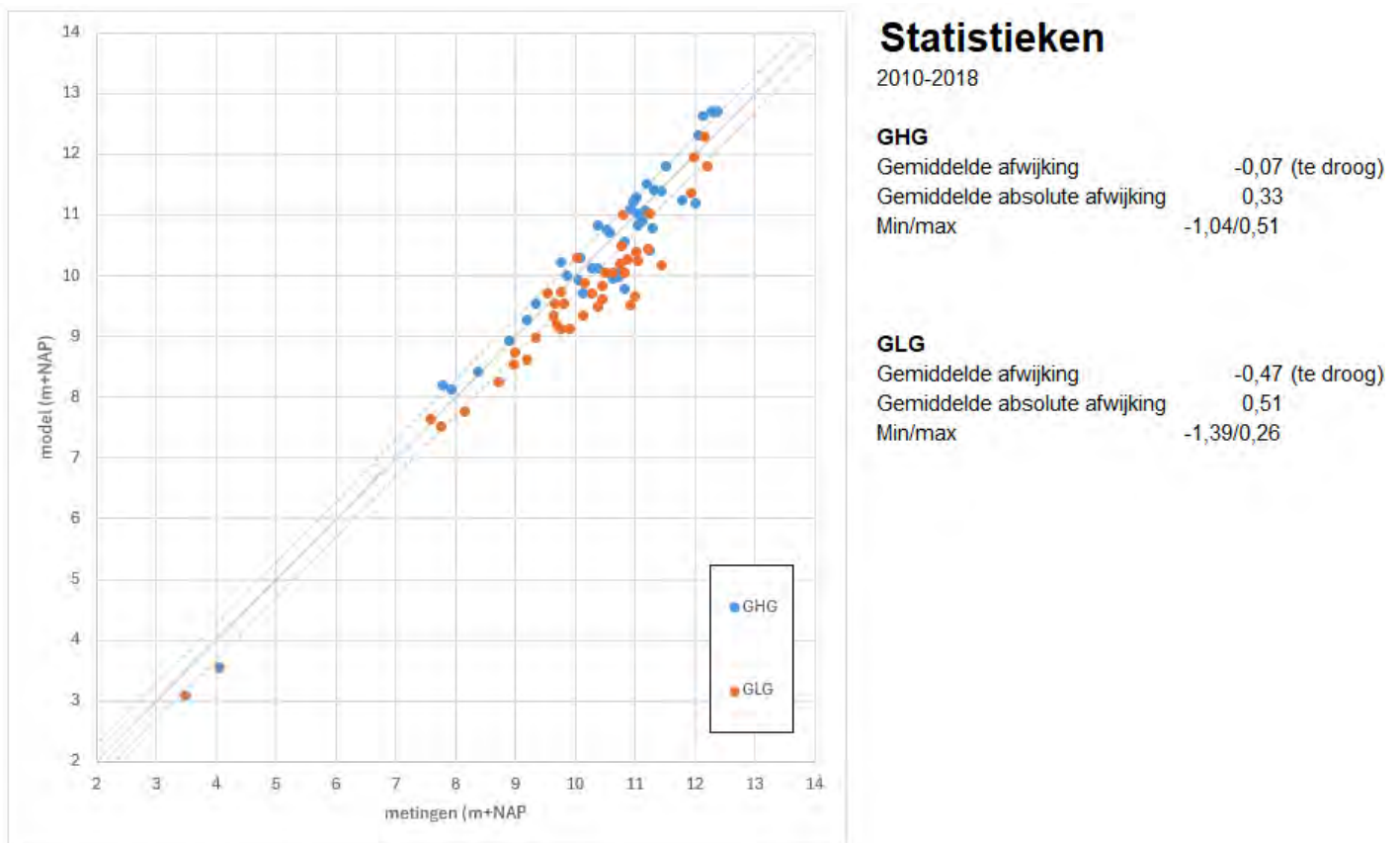


Figuur 3-16 Afwijking van de gemodelleerde GLG ten opzichte van gemeten GLG in WVP1 met als achtergrond in kleurenschaal de isohypsen

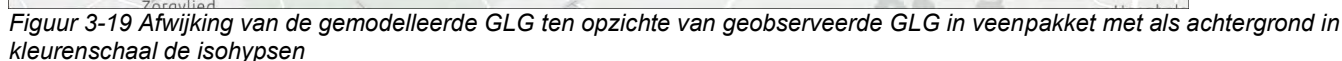
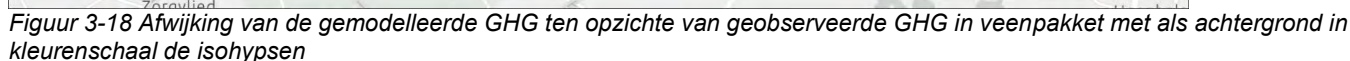
3.5 Freatische grondwaterstand – veenpakket

De GHG is gemiddeld 7 cm te droog berekend. De maximale afwijkingen van het model zijn voornamelijk te vinden op plaatsen waar het veen erg is aangetast (beekdalen, Schaapshokswijk, Norgerpetgaten). In de hoogveenkern is de GHG iets te nat berekend (zie Figuur 3-18 en Figuur 3-19).

De GLG laat in zijn geheel een te droog beeld zien met gemiddeld 47 cm afwijking (Figuur 3-17). Dat de gemiddelde afwijking zo'n grote onderschatting geeft van de grondwaterstanden betekent dat er een systematische afwijking is door een foute modelinvoer of schematisatie. Er zijn hiervoor twee mogelijke oorzaken verkend (zie paragraaf 3.5.1)



Figuur 3-17 Statistieken van het freatisch pakket (veengebied)



3.5.1 Analyse afwijking GLG

De GLG wordt sterk te droog berekend voor het hoogveen. Dit kan veroorzaakt worden doordat er te weinig water het model in komt, of er te veel water uitgaat. Er zijn hiervoor twee mogelijke oorzaken verkend:

1. Te weinig voeding vanuit hoger liggende compartimenten door uitgeschakelde infiltratie.
2. Te weinig verdampingsreductie.

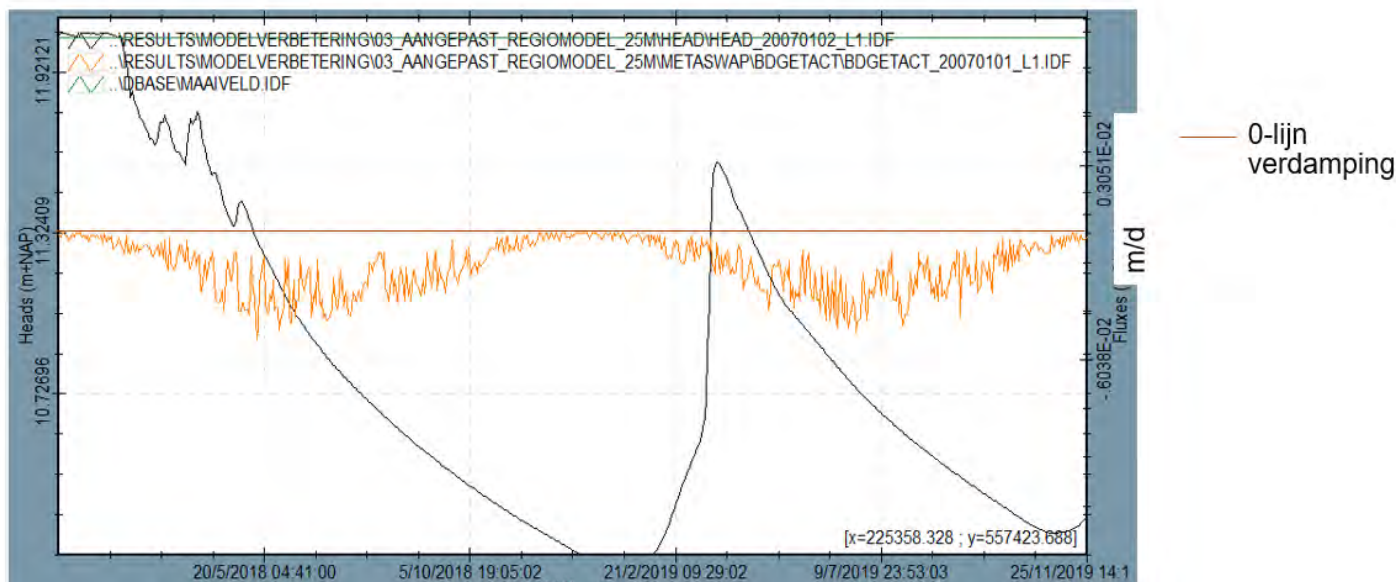
In het model is de infiltratie vanuit oppervlaktewater in het veen uitgeschakeld omdat er geen peilgarantie is. In werkelijkheid treedt er afvoer op van hogere naar lagere compartimenten. Door deze infiltratie te onderschatten zakt de GLG mogelijk te diep uit. Om dit te toetsen is een modelberekening aangezet waarbij infiltratie is ingeschakeld. Dit leidt tot het volgende resultaat:

- De freatische GLG wordt circa 20 cm natter; het model is dus nog steeds circa 30 cm te droog bij de GLG.
- WVP1 wordt te nat bij de GLG.

Op basis hiervan is geconcludeerd dat de onderschatting van infiltratie in enige mate wel bijdraagt aan de modelafwijking, maar dat dit niet de enige oorzaak is. Het inschakelen van de infiltratie leidt tot een overschatting van de hoeveelheid beschikbaar water, dus is in de modellering niet meegenomen.

In het model wordt veen geschematiseerd in MetaSWAP als landgebruik type natte natuur. Veen beschikt over verschillende feedbackmechanismen en heeft een sterke sponswerking, waardoor het de verdamping sterk kan reduceren. In onderstaande tijdreeks is de grondwaterstand (zwart) en verdamping (oranje) in het model weergegeven voor 2018. Hierin is te zien dat de verdampingsreductie pas laat intreedt (bij een grondwaterstand van circa 1 m onder maaiveld is de verdamping nog circa 4 mm/d).

Deze late verdampingsreductie is niet plausibel voor veen. Door te veel verdamping zakt de grondwaterstand te diep uit. Om dit aan te passen zou een nieuw landgebruikstype en bijbehorende vegetatieparameterreeks in MetaSWAP opgenomen moeten worden, die beter in staat is om veenmos na te bootsen.



Figuur 3-20 Berekende verdamping (2e y-as, oranje lijn) ten opzichte van de gemeten grondwaterstand (1e y-as, zwarte lijn) en het maaiveld (1e y-as, groene lijn)

3.6 Waterbalans

De waterbalans (Tabel 3-1) is voor de verschillende deelgebieden (zie Figuur 3-21) opgesteld. Voor de gebieden binnen de Natura2000-grens (Hoogveenkern, Friese Bufferzone, Norgerpetgaten en Bufferzone Zeven Blokken) is de balans op twee manieren opgesteld: via het grondwatermodel en via het oppervlaktewatermodel.

Voor de compartimenten waarin veenmossen aanwezig zijn is met het oppervlaktewatermodel bepaald welke hoeveelheid van het neerslagoverschot wordt geborgen en welke hoeveelheid wordt afgevoerd. Het grondwatermodel beschikt niet over elastische berging (veenmossen zwellen en krimpen aan de hand van het beschikbare water en de biomassa van de veenmossen) waardoor deze in deze compartimenten minder betrouwbaar is dan de berekende waarden uit het oppervlaktewatermodel. De sterk peilgestuurde landbouwgebieden kunnen beter worden benaderd met het grondwatermodel.

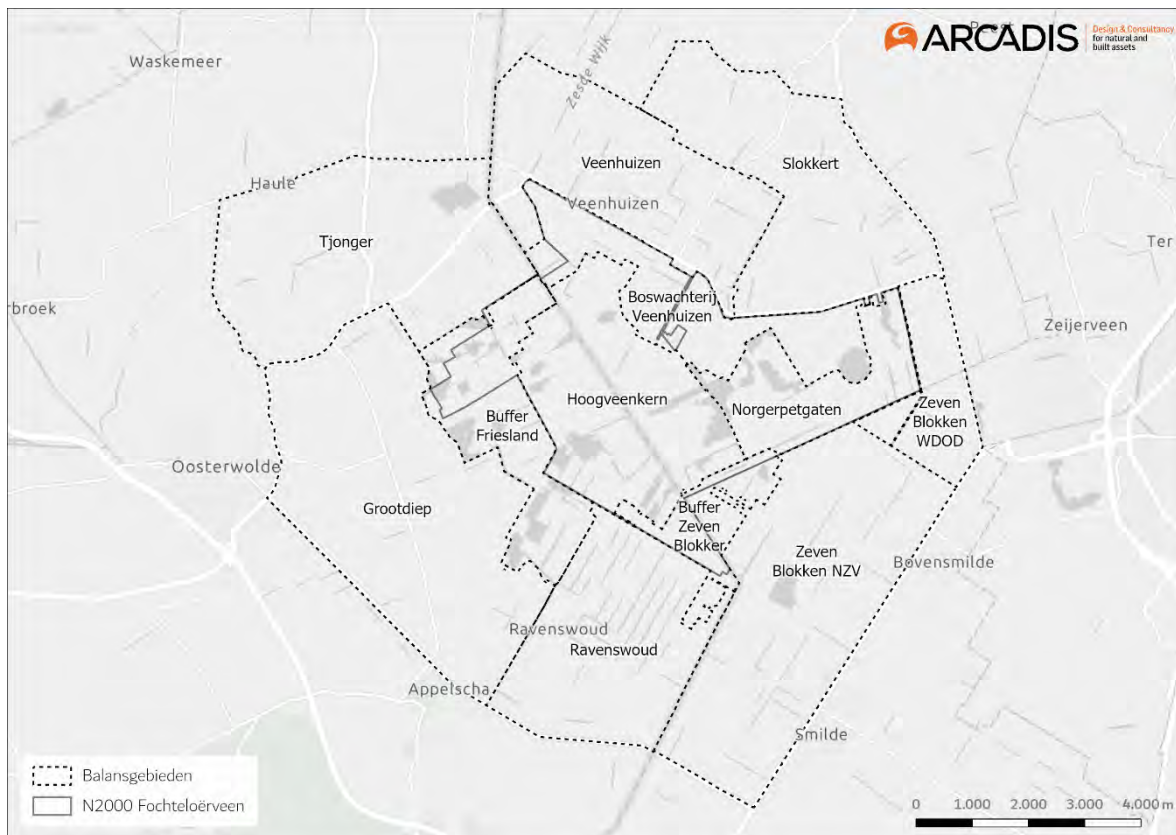
De hoeveelheid neerslag in de periode 2010-2018 was gemiddeld 756 mm/j en de hoeveelheid potentiële verdamping 579 mm/j. Op het moment dat er genoeg water in het veen aanwezig is, is de evapotranspiratie door de vegetatie gelijk aan de potentiële verdamping. Als er minder water beschikbaar is, treedt verdampingreductie op (droogtestress door de vegetatie). De gemiddelde hoeveelheid water die nog overblijft (neerslag – potentiële verdamping) zou in een natuurlijk systeem afgevoerd worden door wegzijging of oppervlaktewaterafvoer. Deze post komt neer op 177 mm/j.

In de laatste kolom van Tabel 3-2 zijn oppervlaktewaterafvoer, laterale afvoer en kwel/wegzijging opgesomd, waaruit duidelijk wordt dat er in ieder balansgebied meer water afgevoerd wordt dan de waarde van 177 mm/j. Er treedt dus in ieder balansgebied droogtestress op, wat betekent dat er zoveel wordt afgevoerd dat er voor de vegetatie in een droog seizoen te weinig water beschikbaar is. De actuele verdamping is de sluitpost van de waterbalans, de potentiële verdamping minus de actuele verdamping is het neerslagtekort (of het teveel aan afvoer). Het neerslagtekort treedt overal in het gebied op, maar is kleiner in de gebieden waar wateraanvoer mogelijk is.

De waterbalans is voor het jaar 2015 (waarop oppervlaktewatermodel gekalibreerd is) uitgesplitst in een zomerbalans (Tabel 3-3) en een winterbalans (Tabel 3-4). In de winter is overal veel afvoer, terwijl in de zomer gebieden met een netto kwelflux geen netto afvoer hebben. Het grondwatermodel berekent de fluxen van en naar de ondergrond, en onderschat de afvoer van watergangen. Dit komt doordat verschillende concepten niet aanwezig zijn; zo wordt neerslag dat op open water valt niet meegenomen in de waterbalans, en wordt oppervlakkige afvoer bij piekbuien onderschat door het rekenen op dagbasis. Daarom is voor die onderdelen van de waterbalans het oppervlaktewatermodel meer geschikt.

Tabel 3-1 Totale waterbalans bepaald op basis van de balansgebieden

Gebied	Neerslag	Netto verliesposten (Afvoer, wegzijging)	Actuele verdamping	Neerslagtekort
Zeven Blokkenbuffer	756	-460	-296	-283
Zeven Blokken NZV	756	-323	-433	-146
Zeven Blokken WDOD	756	-309	-447	-132
Boswachterij Veenhuizen	756	-217	-539	-40
Friese Bufferzone	756	-365	-391	-188
Grootdiep	756	-285	-471	-108
Hoogveenkern	756	-384	-372	-207
Norgerpetgaten	756	-450	-306	-273
Ravenswoud	756	-245	-511	-68
Slokkert	756	-268	-488	-91
Tjonger	756	-239	-517	-62
Veenhuizen	756	-254	-502	-77



Figuur 3-21 Kaart met gebieden waarvoor een waterbalans is opgesteld

Tabel 3-2 Waterbalansposten per balansgebied gemiddeld over 2010-2018, uit het grondwatermodel, uitgedrukt in mm/j

Gebied	Oppervlaktewater afvoer volgens Sobekmodel	Oppervlakte(water) aan-/afvoer	Laterale flux freatisch pakket	Kwel (+) of wegzijging (-) uit freatisch pakket	Totale afvoer uit freatisch pakket
Zeven Blokkenbuffer	-203	3	-5	-252	-254/ -460*
Zeven Blokken NZV		-90	1	-233	-323
Zeven Blokken WDOD		-189	10	-130	-309
Boswachterij Veenhuizen		-39	6	-184	-217
Friese Bufferzone	-236	-76	-1	-128	-205/ -365*
Grootdiep		-108	1	-178	-285
Hoogveenkeren	-239	-45	-3	-142	-190/ -384*
Norgerpetgaten	-237	-13	-7	-206	-226/ -450*
Ravenswoud		-118	0	-127	-245
Slokkert		-40	0	-228	-268
Tjonger		-123	0	-116	-239
Veenhuizen		-75	-1	-178	-254

*berekend met oppervlaktewatermodel

Tabel 3-3 Waterbalansposten per balansgebied in de zomer van 2015 (ongeveer gemiddeld jaar) in mm

Gebied	Oppervlaktewater afvoer volgens Sobekmodel	Oppervlakte(water) aan-/afvoer volgens grondwatermodel	Laterale flux freatisch pakket	Kwel (+) of wegzijging (-) uit freatisch pakket	Totale aan-/afvoer
Zeven Blokkenbuffer	-76	24	-2	-59	-137*
Zeven Blokken NZV		10	0	24	34
Zeven Blokken WDOD		-11	5	42	35
Boswachterij Veenhuizen		-1	2	-40	-39
Friese Bufferzone	-67	-7	-1	-41	-109*
Grootdiep		-8	0	0	-7
Hoogveenkeren	-97	-4	-1	-65	-163*
Norgerpetgaten	-78	5	-2	-78	-158*
Ravenswoud		-5	0	36	31
Slokkert		12	-1	15	26
Tjonger		-28	0	28	1
Veenhuizen		10	0	22	31

*berekend met oppervlaktewatermodel, omdat dit een betrouwbaardere uitkomst is.

Tabel 3-4 Waterbalansposten per balansgebied in de winter van 2015 (ongeveer gemiddeld jaar) in mm

Gebied	Oppervlaktewater afvoer volgens Sobekmodel	Oppervlakte(water) aan-/afvoer volgens grondwatermodel	Laterale flux freatisch pakket	Kwel (+) of wegzijging (-) uit freatisch pakket	Totale aan-/afvoer
Zeven Blokken buffer	-127	-7	-3	-157	-287*
Zeven Blokken NZV		-87	0	-215	-302
Zeven Blokken WDOD		-155	5	-138	-288
Boswachterij Veenhuizen		-29	3	-107	-133
Friese Bufferzone	-169	-54	0	-71	-240*
Grootdiep		-88	0	-148	-236
Hoogveenkeren	-142	-31	-1	-67	-210*
Norgerpetgaten	-105	-12	-4	-105	-214*
Ravenswoud		-101	0	-134	-234
Slokkert		-45	0	-194	-239
Tjonger		-86	0	-109	-195
Veenhuizen		-71	0	-158	-230

*berekend met oppervlaktewatermodel, omdat dit een betrouwbaardere uitkomst is.

4 Conclusie modelvalidatie

Tijdens het geohydrologisch onderzoek is een modeluitsnede uit MIPWA 4.1.2 gemaakt en verbeterd op basis van watersysteemkennis. Alle systeemkenmerken en aanvullende onderzoeken vanuit de LESA Fochteloërveen zijn nu verwerkt in het model. Het systeem wordt hiermee nu zo goed mogelijk gemodelleerd op basis van de beschikbare kennis. Op enkele punten wijkt het model nog af door de complexiteit van het gebied, lokale variaties en beperkingen vanuit de modelschematisatie. De grootste afwijkingen worden veroorzaakt door onzekerheden in de voorkomende weerstanden in de ondergrond. Uit de analyses volgt dat de grootste afwijkingen liggen bij het voorkomen van de potklei, en in mindere mate de keileem. De afwijkingen zijn hier niet systematisch; de ene locatie wordt te droog berekend en de ander juist te nat. Dit laat ook de grote heterogeniteit van de ondergrond zien.

De GLG in het veenpakket wordt te laag berekend door een te hoog berekende verdamping. De oplossing hiervoor moet in MetaSWAP gezocht worden: de verdampingsreductie van veenmossen wordt hierin niet goed gemodelleerd. Gezien het doel van dit model: inzet voor aanvullend systeembegrip voor de LESA en in beeld brengen effect van globale gevoeligheden, is met de projectgroep besloten dat verdere modelverbetering nu niet noodzakelijk is.

De voorliggende modelversie is geschikt om op gebiedsniveau te bepalen wat de omvang is van fluxen in het gebied. Ook kan met dit model bepaald worden in welke hoek gezocht moet worden naar maatregelen. Door de afwijkingen kan er wel uitspraak gedaan worden over of een type maatregel nuttig kan zijn en de orde grootte van effecten. Het model is minder geschikt om effecten op hoger detailniveau te berekenen. Voor een doorkijk naar omgevingseffecten bij een ontwerp moet rekening worden gehouden met de beperkingen van het model. Hiervoor doen wij de volgende aanbevelingen:

- Freatisch grondwaterstand in het veen is niet nauwkeurig door het ontbreken van elastische berging, feedbackmechanismen van het veen en infiltratie vanuit watergangen. De orde grootte van effecten kan wel bepaald worden, maar de absolute getallen (grondwaterstanden ten opzichte van maaiveld) zullen afwijken. De verandering in WVP1 is daarom betrouwbaarder om veranderingen op te beoordelen.
- Bij berekeningen op regionale schaal is de samenstelling en weerstand van de Formatie van Peelo (afwisselende potklei, leem, fijn zand) een belangrijke factor in de ligging en omvang van kwel- en wegzijgingsfluxen. Om invloeden van ingrepen op diepere watervoerende pakketten (WVP2 en WVP3), zoals onttrekkingen en regionale verhoging van grondwater, goed te kunnen beoordelen is een verder verbetering van deze formatie in het grondwatermodel belangrijk.
- Keileem is qua orde grootte aangepast om voor dit gebied de goede stijghoogteverschillen te berekenen. Door de heterogeniteit van de keileem is het verstandig bij systeemaanpassingen, die op lokale schaal grote invloed hebben, een gevoeligheidsanalyse te doen met een halvering en verdubbeling van de weerstand van de keileem. Als de keileem lokaal zandiger/grindiger is, zal de weerstand namelijk veel lager zijn, is de keileem lemiger en/of meer versmeerd, dan is de weerstand groter.
- De veenbasis is in vlakken ingedeeld op basis van boringen waarin de samenstelling van de veenbasis is bepaald. In de meeste boringen is namelijk de aanwezigheid van een verkitte B-horizont niet als zodanig geclassificeerd; de ruimtelijke spreiding hiervan kan alleen met een specifiek daarop georiënteerd boorplan in beeld gebracht worden.
- In specifieke gebieden en in de overgangen van het veengebied naar omgeving zien we grotere afwijkingen tussen de modeluitkomsten en de metingen. De hoogteverschillen en peilverschillen zijn hier zo groot dat op een schaal kleiner dan perceelsniveau (minder dan 25 m, de modelresolutie) verschillen in grondwaterstanden en stijghoogten optreden.
- Fluxen in het gecompartmenteerde hoogveen zijn niet goed te berekenen met het grondwatermodel, het oppervlaktewatermodel geeft betrouwbaardere uitkomsten voor de afvoer. Het grondwatermodel is niet gevalideerd op waterbalansen. Indien hier gegevens beschikbaar voor zijn kan het model aan de hand van de validatie verder verbeterd worden.

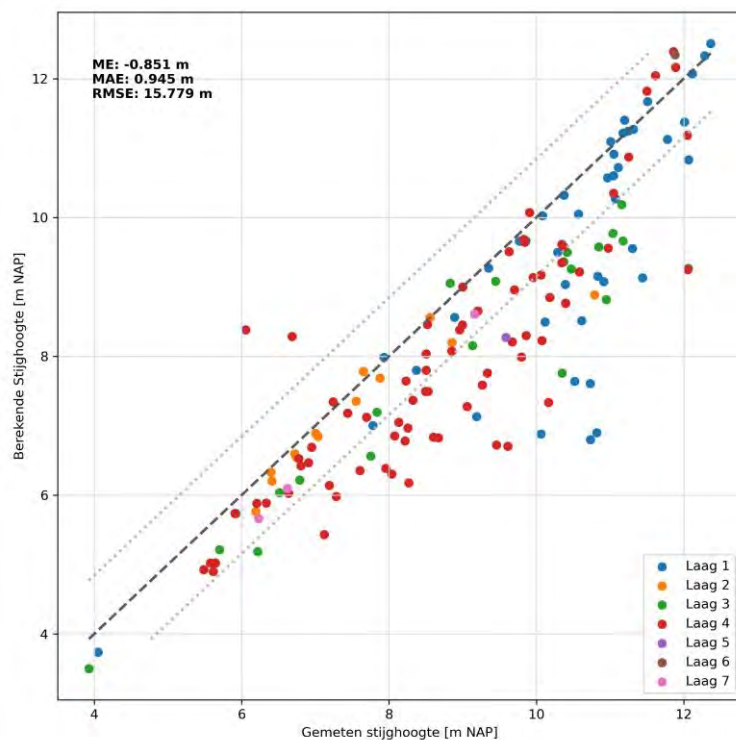
Voor het opstellen van een grondwatermodel aanvullend op de LESA was het doel om qua orde grootte een geschikt model te hebben en hydrologische knelpunten voor hoogveenherstel te kunnen achterhalen. In een fase waar gericht maatregelen doorgerekend worden kan een hogere nauwkeurigheid gewenst zijn voor de specifieke gebieden van de maatregelen. Dit kan bereikt worden door verder onderzoek naar de ondergrond en het doorvoeren van modelverbeteringen. Ook kan gekozen worden om de aanwezige onzekerheden mee te nemen in effectberekeningen door middel van een bandbreedte analyse.

Referenties

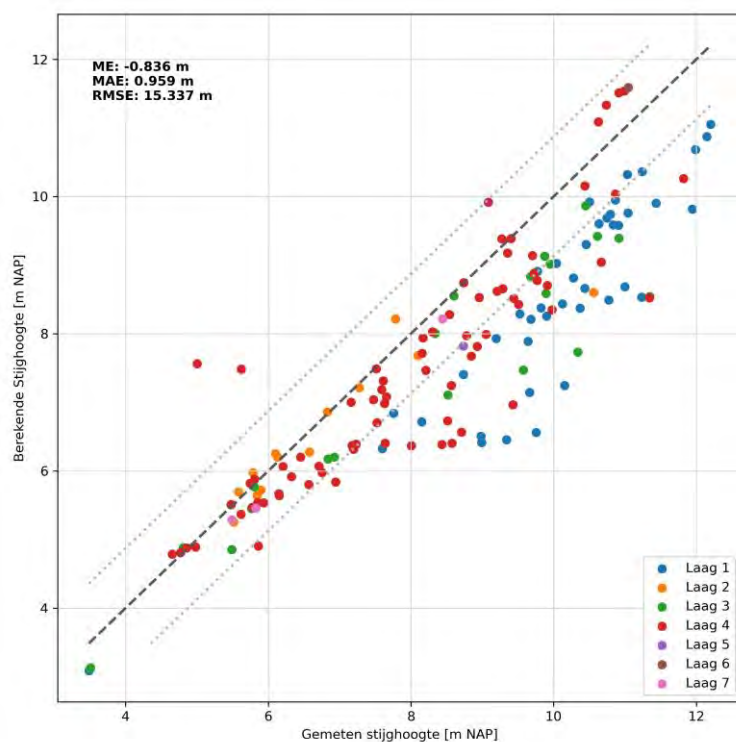
- [1] C. Quik, Y. van der Velde, J. Candel, L. Steinbuch, R. van Beek and J. Wallinga, *Faded landscape: unravelling peat initiation and lateral expansion at one of northwest Europe's largest bog remnants*, vol. 20, Biogeosciences, 2023, pp. 695-718.
- [2] J. Sevink, C. Geujen, B. van Delft, M. Schouten and L. van Tweel-Groot, *De veenbasis: kenmerken en effecten van ontwatering, in relatie tot behoud en herstel van de Nederlandse hoogvenen*, Driebergen: Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren (VBNE), 2014.
- [3] B. J. B. A. Dekker L.W., *Bodemkundig en bodemfysisch onderzoek naar de invloed van grondwaterstandsverlaging op wegzijging van water uit vennen nabij Sellingen*, Wageningen: Stichting voor Bodemkartering, 1986.
- [4] J. Dekkers, J. Stolte and J. Wösten, *De doorlatendheid van de bodem in het natuurgebied "Beerzerveld". De onverzadigde doorlatendheid van de kazige B-horizont.*, Wageningen: Staring Centrum, 1991.
- [5] S. Meekes, M. Bakker, J. Gunnink, G. van de Werken and W. Bootink, *Fochteloërveen TTEM*, Delft: TNO, 2022.
- [6] Provincie Drenthe, *Gedraineerde percelen*, Assen: Kaartportaal Provincie Drenthe, 2022.

Bijlage A Statistieken begin en eindmodel

In de begin-indeling komen de lagen overeen met de modellagen: veenpakket = Laag 1; WVP1 = Laag 2-3; WVP2 = Laag 4; WVP3 = Laag 5-7

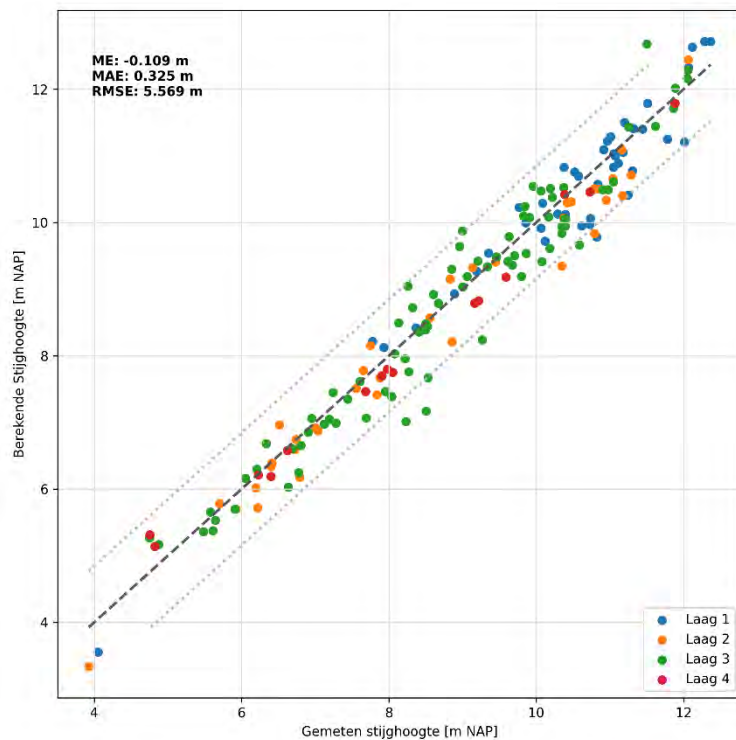


Bijlagefiguur 1 Statistieken GHG modeluitsnede uit MIPWA

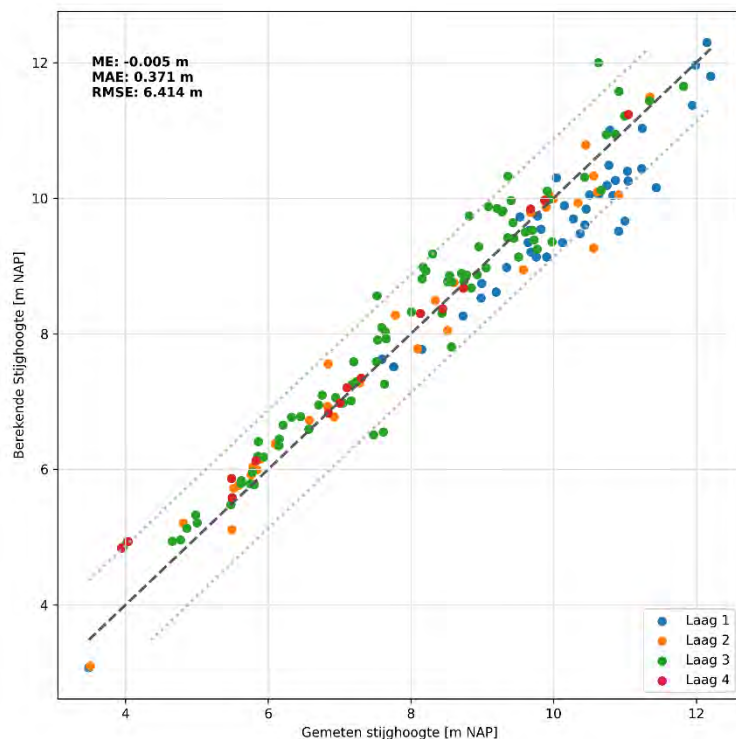


Bijlagefiguur 2 Statistieken GLG modeluitsnede uit MIPWA

In de eind-indeling komen de lagen overeen met de modellagen: veenpakket = Laag 1; WVP1 = Laag 2; WVP2 = Laag 3; WVP3 = Laag 4



Bijlagefiguur 3 Statistieken GHG verbeterde grondwatermodel



Bijlagefiguur 4 Statistieken GLG verbeterde grondwatermodel

Bijlage B Overzicht validatieset

In deze bijlage staat de tabel met alle geanalyseerde peilbuizen. Hierbij is aangegeven of ze zijn meegenomen in de validatieset (ja/ nee) en welk watervoerend pakket de peilbuis staat. Voor de peilbuizen die niet in de validatieset staan geldt dat ze zijn afgefallen op 1 of meer van de selectiecriteria (paragraaf 3.1). Het is niet bijgehouden op welk criteria ze zijn afgefallen. Ook zijn dubbele locaties of locaties met meerdere filters in hetzelfde watervoerend pakket opgeschoond. Locaties met missende metadata (filterdieptes) vallen ook af.

NITGCode/ Naam	Filter	XCoördinaat	Ycoördinaat	Maaiveld (m NAP)	Bovenkant buis (m NAP)	Bovenkant filter (m NAP)	Onderkant filter (m NAP)	peilbuis in validatieset (ja/ nee)	watervoerend pakket
B11H1697	1	217714	560459	4.12	4.58	3.78	3.28	ja	freatisch
B12C0222001	1	222939	558678	10.4		10.33	9.83	ja	freatisch
B12C0223001	1	221209	557793	10.49		10.07	9.77	ja	freatisch
B12C0254001	1	226530	558099	11.29		10.28	9.78	ja	freatisch
B12C0255	1	226684	557877	11.8	12.15	11.17	10.17	ja	freatisch
B12C0256001	1	226867	557584	12.34		11.35	10.85	ja	freatisch
B12C0257001	1	227487	558348	11.26		10.51	10.01	ja	freatisch
B12C0258	1	227469	558178	11.25	11.73	10.78	10.28	ja	freatisch
B12C0259001	1	227494	557674	11.37		10.22	9.72	ja	freatisch
B12C0260001	1	227898	558572	11.04		10.27	9.77	ja	freatisch
B12C0261	1	227975	558181	11.05	11.29	10.6	10.1	ja	freatisch
B12C0262001	1	228070	557871	11.04		10.3	9.8	ja	freatisch
B12C0268	1	222946	556592	11.84	12.76	12.08	11.08	ja	freatisch
B12C0269001	1	222690	556882	11.94		11.95	10.95	ja	freatisch
B12C0270	1	222322	557552	11.97	12.86	12.22	11.22	ja	freatisch
B12C0271	1	221987	557629	11.84	12.6	11.91	10.91	ja	freatisch
B12C0272001	1	222478	556720	11.24		11.09	10.59	ja	freatisch
B12C0274001	1	224150	556975	11.33		11.37	10.37	ja	freatisch
B12C0275001	1	223202	558076	11.37		11.25	10.75	ja	freatisch
B12C0276001	1	222699	559177	9.59		9.64	9.14	ja	freatisch
B12C0277001	1	222406	558529	10.81		10.8	9.8	ja	freatisch
B12C0278	1	221887	558700	10.52	11.34	10.81	9.81	ja	freatisch
B12C0279	1	221357	559128	9.58	10.3	9.47	8.47	ja	freatisch
B12C0280	1	221295	559364	8.83	9.65	8.84	7.84	ja	freatisch
B12C0281001	1	220692	558750	8.33		8.81	7.81	ja	freatisch
B12C0282001	1	220149	558408	8.19		7.9	7.4	ja	freatisch
B12C0283001	1	220054	558248	7.71		7.92	6.92	ja	freatisch
B12C0284001	1	220104	557832	7.7		8.29	7.29	ja	freatisch
B12C1578001	1	221515	559598	8.74		8.44	7.94	ja	freatisch
B12C1598001	1	227279	559464	11.25		10.45	9.45	ja	freatisch
B12C1600001	1	225806	556995	10.51		10.75	9.75	ja	freatisch
B12C1601001	1	227201	559536	10.98		10.56	9.56	ja	freatisch
B12C1602001	1	227200	559615	10.78		10.21	9.21	ja	freatisch
B12C1603001	1	227100	559788	10.3		9.88	8.88	ja	freatisch
B12C1607001	1	227315	559304	11.48		10.32	9.32	ja	freatisch

B12C1643001	1	224291	557584	9.73		9.71	9.41	ja	freatisch
B12C1644001	1	224381	557793	9.7		9.67	9.37	ja	freatisch
B12C1645001	1	224332	557308	11.12		10.2	9.7	ja	freatisch
B12C1646001	1	224646	557405	10.08		10.02	9.52	ja	freatisch
B12C1647001	1	224918	557488	11.07		10.37	9.87	ja	freatisch
B12C1648001	1	224412	556959	9.68		9.55	9.05	ja	freatisch
B12C1649001	1	224932	556867	10.3		10.39	9.89	ja	freatisch
B11H0361	1	216640	551732	NaN	10.04	8.14	7.14	ja	WVP1
B11H0362	1	217088	552975	NaN	6.91	6.16	5.16	ja	WVP1
B11H0363	1	217776	553768	NaN	6.42	4.92	3.92	ja	WVP1
B11H0365	1	216820	552160	NaN	10.55	9.05	8.05	ja	WVP1
B11H1697	2	217714	560459	4.12	4.56	2.07	1.07	ja	WVP1
B11H1702	1	218638	557289	6.57	7.22	4.07	3.87	ja	WVP1
B11H1765	1	215752	551735	8.35	8.28	7.41	6.41	ja	WVP1
B11H1766	1	215195	551564	8.41	8.28	7.43	6.43	ja	WVP1
B11H1767	1	215515	551923	7.66	7.54	6.63	5.63	ja	WVP1
B11H1768	1	215457	551922	7.45	7.4	6.53	5.53	ja	WVP1
B11H1769	1	215160	551932	7.32	7.22	6.31	5.31	ja	WVP1
B11H1773	1	215710	552194	7.49	7.44	6.49	5.49	ja	WVP1
B11H1774	1	215559	552460	7.09	7.63	6.2	5.2	ja	WVP1
B11H1778	1	216659	552190	0	8.64	7.74	6.74	ja	WVP1
B12A1747	1	225211	562787	6.45	7.07	5.64	4.64	ja	WVP1
B12A1756	1	224343	563302	6.23	6.79	5.92	4.92	ja	WVP1
B12C0085	1	225400	551380	12.15	12.7	9.72	8.72	ja	WVP1
B12C0190	1	222092	557833	12.44	13.09	10.08	9.58	ja	WVP1
B12C0221002	2	221638	556214	10.29		9.24	8.74	ja	WVP1
B12C0261	2	227975	558181	11.05	11.28	10	9.5	ja	WVP1
B12C0262002	2	228070	557871	11.04		9.81	9.31	ja	WVP1
B12C0273001	1	224425	556375	10.94		11.32	10.32	ja	WVP1
B12C1541	1	227072	561927	9.97	9.87	9.33	8.33	ja	WVP1
B12C1542	1	223449	562395	7.37	7.25	6.64	5.51	ja	WVP1
B12C1543	1	222705	560827	8.565	9.217	8.247	6.247	ja	WVP1
B12C1579	1	221969	553801	9.44	9.38	8.25	8.05	ja	WVP1
B12C1585	1	221475	557017	11.17	11.1	10.35	10.15	ja	WVP1
B12C1595	1	226931	557315	12.26	12.68	10.83	9.83	ja	WVP1
B12C1599	1	225954	556861	11.02	11.47	9.79	8.79	ja	WVP1
B12C1604001	1	224932	559279	9.48		9.43	8.43	ja	WVP1
B12C1605001	1	225816	556679	10.95		9.3	8.3	ja	WVP1
B12C1606	2	225963	556555	11.87	11.74	8.91	7.91	ja	WVP1
B12C1633	1	225402	561921	8.303	8.918	7.39	6.88	ja	WVP1
B12D0273	1	231180	556170	12.71	13.36	9.7	8.7	ja	WVP1
B12D1948	1	231409	557902	12.21	12.59	10.86	9.86	ja	WVP1
F16P	1	219166	557876	6.7	6.67	5.45	5.25	ja	WVP1
B11H0127	1	215159	556243	6.94	6.79	-5.81	-6.81	ja	WVP2
B11H0146	1	216807	561485	6.67	6.7	-7.27	-8.27	ja	WVP2

B11H0171	1	216392	552797	7.83	8.73	-3.07	-4.07	ja	WVP2
B11H0361	2	216640	551732	NaN	10.04	0.04	-0.96	ja	WVP2
B11H0362	2	217088	552975	NaN	6.88	-0.77	-1.77	ja	WVP2
B11H0363	2	217776	553768	NaN	6.4	-0.3	-1.3	ja	WVP2
B11H0364	1	219290	552980	NaN	8.03	-0.12	-1.12	ja	WVP2
B11H0365	2	216820	552160	NaN	10.59	2.49	1.49	ja	WVP2
B11H0366	2	219706	556882	7.7	8.2	3.48	2.48	ja	WVP2
B11H0368	1	216860	550797	11.18	11.65	5.87	4.87	ja	WVP2
B11H0369	1	217169	551132	9.73	10.18	4.51	3.51	ja	WVP2
B11H1701	1	219678	556820	7.69	8.38	6.08	5.88	ja	WVP2
B12A0023	1	222450	562550	8.12	8.63	6.7	5.7	ja	WVP2
B12A0143	2	225530	563480	8.08	8.8	-1.92	-3.92	ja	WVP2
B12A1745	2	226410	563800	9.93	9.84	6.77	5.77	ja	WVP2
B12A1793	2	224159	562948	6.27	6.63	3.09	2.59	ja	WVP2
B12A1794	1	228226	563608	8.96	9.66	4.99	3.99	ja	WVP2
B12A1795	2	228243	563045	9.14	9.59	5.12	4.12	ja	WVP2
B12A1805	2	226134	563906	9.89	0	-4.56	-5.56	ja	WVP2
B12A1806	2	226509	563571	10.5	0	-4.62	-5.62	ja	WVP2
B12C0056	2	227584	556091	11.61	11.52	3	2	ja	WVP2
B12C0084	1	224450	556060	11.46	12.06	8.5	7.5	ja	WVP2
B12C0085	3	225400	551380	12.15	12.67	-20.78	-22.78	ja	WVP2
B12C0099	1	220821	555342	9.48	9.79	2.47	0.47	ja	WVP2
B12C0119	1	224720	559030	9.64	9.89	7.13	6.63	ja	WVP2
B12C0190	2	222092	557833	12.44	13.22	7.92	7.42	ja	WVP2
B12C0221003	3	221638	556214	10.29		6.91	6.41	ja	WVP2
B12C0222002	2	222939	558678	10.4		8.04	7.44	ja	WVP2
B12C0223002	2	221209	557793	10.49		8.13	7.63	ja	WVP2
B12C0254002	2	226530	558099	11.29		8.5	7.5	ja	WVP2
B12C0255	3	226684	557877	11.8	12.03	7.92	6.92	ja	WVP2
B12C0256002	2	226867	557584	12.34		9.42	8.42	ja	WVP2
B12C0257002	2	227487	558348	11.26		8.43	7.43	ja	WVP2
B12C0258	2	227469	558178	11.25	11.46	8.48	7.48	ja	WVP2
B12C0259002	2	227494	557674	11.37		8.52	7.52	ja	WVP2
B12C0260002	2	227898	558572	11.04		8.18	7.18	ja	WVP2
B12C0261	3	227975	558181	11.05	11.21	8.29	7.29	ja	WVP2
B12C0262003	3	228070	557871	11.04		8.28	7.28	ja	WVP2
B12C0264002	2	220657	558740	8.79		4.23	3.23	ja	WVP2
B12C0265001	1	223197	558080	11.31		7.45	6.45	ja	WVP2
B12C0266	1	222966	556559	12.06	12.65	7.89	6.89	ja	WVP2
B12C0267001	1	224155	556984	11.3		7.93	6.93	ja	WVP2
B12C1542	2	223449	562395	7.37	7.242	3.28	2.28	ja	WVP2
B12C1544	1	222938	561204	8.14	8.762	7.822	5.822	ja	WVP2
B12C1566	2	227008	559091	11.69	12	3.22	1.22	ja	WVP2
B12C1573	2	229411	552854	14.27	14.82	8.7	7.7	ja	WVP2
B12C1576	2	229238	552040	14.45	15.03	8.58	7.58	ja	WVP2

B12C1578002	2	221515	559598	8.74		4.52	3.52	ja	WVP2
B12C1581	1	220396	557706	8.17	8.74	5.78	5.58	ja	WVP2
B12C1582	1	222830	553180	9.58	10.08	7.96	7.76	ja	WVP2
B12C1584	1	220967	554478	10.3	10.24	8.51	8.31	ja	WVP2
B12C1586	1	221205	556052	9.81	10.43	7.43	7.23	ja	WVP2
B12C1587	1	220801	555169	9.59	10.38	7.22	7.02	ja	WVP2
B12C1588	1	220900	558055	9.37	10	7.7	7.5	ja	WVP2
B12C1589	1	223056	555344	10.81	10.78	8.92	8.72	ja	WVP2
B12C1594	2	226994	557234	11.38	11.85	8.34	7.34	ja	WVP2
B12C1596002	2	225602	558174	10.36		7.35	6.35	ja	WVP2
B12C1600002	2	225806	556995	10.51		7.56	6.56	ja	WVP2
B12C1601002	2	227201	559536	10.98		7.92	6.92	ja	WVP2
B12C1603002	2	227100	559788	10.3		7.09	6.09	ja	WVP2
B12C1604002	2	224932	559279	9.48		6.41	5.41	ja	WVP2
B12C1607002	2	227315	559304	11.48		8.31	7.31	ja	WVP2
B12C1633	2	225402	561921	8.303	8.829	4.3	3.3	ja	WVP2
B12C1644002	2	224381	557793	9.7		7.73	6.73	ja	WVP2
B12C1645002	2	224332	557308	11.12		8.72	7.72	ja	WVP2
B12C1649002	2	224932	556867	10.3		8.35	7.35	ja	WVP2
B12D0159	1	231031	561303	11.17	12.05	9.19	8.19	ja	WVP2
B12D0273	2	231180	556170	12.71	13.34	4.7	2.7	ja	WVP2
B12D1794	1	230966	551387	12.6	13.11	9.4	7.4	ja	WVP2
B12D1795	1	232356	556094	11.3	11.84	6.09	4.09	ja	WVP2
B12D1825	1	230134	553850	14.71	15.16	9.3	8.3	ja	WVP2
B12D1948	2	231409	557902	12.21	12.55	-3.85	-4.85	ja	WVP2
FR-B01	1	220140	559582	0	9.06	2.53	1.53	ja	WVP2
FR-B02	1	220285	559312	8.2	8.1	2	1	ja	WVP2
FR-B03	1	220312	559245	8.75	8.61	2	1	ja	WVP2
FR-B06	1	218909	557422	6.03	6.01	2	1	ja	WVP2
FR-B07	1	219018	557460	5.37	5.65	2	1	ja	WVP2
FR-B08	1	219136	557503	6.17	6.11	2	1	ja	WVP2
FR-B09	1	219223	557549	6.31	6.23	2	1	ja	WVP2
FR-B11	1	219753	558976	8.07	7.96	2	1	ja	WVP2
FR-B12	1	219779	558885	8.2	8.2	1.9	0.9	ja	WVP2
ZOAPPE.1A	1	219157	552650	8.89	8.8	7.7	6.7	ja	WVP2
B11H0128	1	218435	550385	10.3		3.87	1.87	ja	WVP2
B11H0127	2	215159	556243	6.94	6.77	-34.73	-35.73	ja	WVP3
B11H0146	3	216807	561485	6.67	6.57	-57.9	-58.9	ja	WVP3
B12A0023	3	222450	562550	8.12	7.98	-68	-78	ja	WVP3
B12A0143	4	225530	563480	8.08	8.76	-47.92	-49.92	ja	WVP3
B12C0084	5	224450	556060	11.46	12.01	-50.5	-52.5	ja	WVP3
B12C0099	3	220821	555342	9.48	9.7	-69.3	-71.3	ja	WVP3
B12C1566	4	227008	559091	11.69	11.94	-38.61	-40.61	ja	WVP3
B12D0159	4	231031	561303	11.17	11.99	-57.81	-59.81	ja	WVP3
B12D0273	5	231180	556170	12.71	13.28	-37.3	-39.3	ja	WVP3

B12D1794	3	230966	551387	12.6	12.98	-26.27	-27.27	ja	WVP3
B12D1795	4	232356	556094	11.3	11.77	-56.73	-58.73	ja	WVP3
B11H0016	1	215157	550936	8.84		-15.25	-16.25	ja	WVP3
B11H0035	3	219353	551587	11.46		-38.6	-39.6	ja	WVP3
B11H0070	1	218575	551425	11.07		-53.91	-145	ja	WVP3
B11H0128	3	218435	550385	10.3		-51.18	-52.18	ja	WVP3
B11F0238	1	217748	564469	6.65	6.52	5.49	4.49	nee	
B11F0297	1	211680	566100	4.56	4.51	3.86	2.86	nee	
B11F0298	1	211920	565895	6.94	6.86	4.83	4.33	nee	
B11F0299	1	212075	565755	6.62	6.51	4.99	3.99	nee	
B11F1584	1	212582	565859	5.81	5.74	3.89	3.39	nee	
B11F1585	1	212017	565472	7.17	7.11	4.27	3.77	nee	
B11F1654	1	217783	564458	6.63	6.44	-12.36	-13.36	nee	
B11H0358	1	214145	554246	NaN	6.86	4.56	3.56	nee	
B11H0359	1	214318	551695	NaN	6.95	5.7	4.7	nee	
B11H0359	2	214318	551695	NaN	6.92	-0.48	-1.48	nee	
B11H1744	1	212260	550545	NaN	7.02	-26.65	-28.65	nee	
B11H1779	1	219404	561220	5.67	6.37	3.27	2.27	nee	
B11H1780	1	219659	560912	6.22	6.68	3.22	2.22	nee	
B11H1781	1	219881	551007	11.11	11.55	4.3	3.3	nee	
B11H1781	2	219881	551007	11.11	11.57	8.61	7.61	nee	
B12A1748	1	224736	564392	6.28	6.2	2.09	1.09	nee	
B12A1749	1	224849	566839	5.36	5.99	1.47	0.47	nee	
B12A1750	1	222994	566282	5.41	6.09	3.24	2.24	nee	
B12A1750	2	222994	566282	5.41	5.95	-0.91	-1.91	nee	
B12A1751	1	223723	567923	4.56	5.12	0.24	-0.76	nee	
B12A1753	1	224575	568243	3.83	4.45	-0.41	-1.41	nee	
B12A1754	1	224077	567164	3.9	4.6	2.42	1.42	nee	
B12A1754	2	224077	567164	3.9	4.54	-1.35	-2.35	nee	
B12A1755	1	223631	564684	5.15	5.77	1.06	0.06	nee	
B12A1757	1	225752	564640	7.88	8.45	3.46	2.46	nee	
B12A1762	1	228130	568408	4.22	4.93	3.94	2.94	nee	
B12A1762	2	228130	568408	4.22	4.79	-2.38	-3.38	nee	
B12A1763	1	229755	565664	6.63	7.28	6.11	5.11	nee	
B12A1763	2	229755	565664	6.63	7.13	2.67	1.67	nee	
B12A1765	1	229516	564803	8.48	9.08	4.44	3.44	nee	
B12A1766	1	228177	567109	5.84	5.79	5.12	4.12	nee	
B12A1766	2	228177	567109	5.84	5.84	1.8	0.8	nee	
B12A1767	1	227465	567986	5.8	6.35	2.75	1.75	nee	
B12A1767	2	227465	567986	5.8	6.48	0.4	-0.6	nee	
B12A1792	1	223633	564687	5.11	5.11	5.1	3.11	nee	
B12C0189002	2	221695	556805	10.03		4.65	4.15	nee	
B12C0189001	1	221695	556805	10.03		9.18	8.68	nee	
B12C0190002	2	222092	557833	12.57		8.76	7.76	nee	
B12C0190001	1	222092	557833	12.57		11.05	10.05	nee	

B12C0191001	1	222200	557575	12.2		10.7	10.2	nee	
B12C0192002	2	222235	557525	12.05		10.85	10.35	nee	
B12C0192003	3	222235	557525	12.05		10.85	10.35	nee	
B12C0192001	1	222235	557525	12.05		11.55	11.05	nee	
B12C0193003	3	222745	557695	12.05		9.35	8.85	nee	
B12C0193002	2	222745	557695	12.05		10.7	10.2	nee	
B12C0193001	1	222745	557695	12.05		11.42	11.17	nee	
B12C0194002	2	222705	557645	11.95		10.05	9.45	nee	
B12C0194001	1	222705	557645	11.95		11.62	11.12	nee	
B12C0196003	3	223230	557390	11.81		8.45	7.95	nee	
B12C0196002	2	223230	557390	11.81		11.4	10.9	nee	
B12C0195001	1	223210	557410	11.55		11.1	10.6	nee	
B12C0197002	2	223305	557875	11.35		8.72	8.22	nee	
B12C0197001	1	223305	557875	11.35		10.83	10.33	nee	
B12C0198002	2	223605	557625	11.25		7.77	7.27	nee	
B12C0198001	1	223605	557625	11.25		10.14	9.69	nee	
B12C0199002	2	222730	559600	10.15		7.13	6.63	nee	
B12C0199001	1	222730	559600	10.15		9.86	9.36	nee	
B12C0200001	1	224980	558425	9.44		6.89	6.44	nee	
B12C0201003	3	223750	558420	10.86		7.93	7.43	nee	
B12C0201004	4	223750	558420	10.86		6.15	5.65	nee	
B12C0201001	1	223750	558420	10.86		10.51	10.31	nee	
B12C0201002	2	223750	558420	10.86		10.45	9.95	nee	
B12C0203001	1	224350	558400	11.33		9.1	8.6	nee	
B12C0204002	2	225300	557815	11		7.39	6.89	nee	
B12C0204001	1	225300	557815	11		10.5	10	nee	
B12C0205001	1	225625	557040	11.72		9.27	8.77	nee	
B12C0206001	1	224600	557525	9.78		7.28	6.78	nee	
B12C0207002	2	224725	557570	10.9		8.44	7.94	nee	
B12C0207001	1	224725	557570	10.9		9.7	9.2	nee	
B12C0208002	2	224275	557775	9.85		7.44	6.94	nee	
B12C0208001	1	224275	557775	9.85		9.39	9.29	nee	
B12C0209002	2	224075	557510	11.03		8.61	8.11	nee	
B12C0209001	1	224075	557510	11.03		10.61	10.11	nee	
B12C0210002	2	224305	556825	10		7.47	6.97	nee	
B12C0210001	1	224305	556825	10		9.59	9.09	nee	
B12C0212002	2	224510	556400	11.2		6.79	6.29	nee	
B12C0212001	1	224510	556400	11.2		8.82	8.32	nee	
B12C0213001	1	223650	555275	10.59		8.14	7.64	nee	
B12C0214001	1	223535	557060	11.43		0	0	nee	
B12C0214003	3	223535	557060	11.43		9.05	8.55	nee	
B12C0214002	2	223535	557060	11.43		10.66	10.41	nee	
B12C0215002	2	223500	556455	12.2		9.68	9.18	nee	
B12C0215001	1	223500	556455	12.09		11.97	11.57	nee	
B12C0216001	1	223400	556100	11.86		9.36	8.86	nee	

B12C0217002	2	223155	555730	11.54		9.59	9.09	nee	
B12C0217001	1	223155	555730	11.54		10.56	10.06	nee	
B12C0218003	3	222680	555910	11.68		9.1	8.5	nee	
B12C0218002	2	222680	555910	11.68		10.41	9.91	nee	
B12C0218001	1	222680	555910	11.68		11.2	10.85	nee	
B12C0219003	3	222740	556385	11.95		8.72	8.22	nee	
B12C0219002	2	222740	556385	11.95		9.96	9.46	nee	
B12C0219001	1	222740	556385	11.95		10.54	10.04	nee	
B12C0220002	2	223025	556625	12.03		10.48	9.98	nee	
B12C0220001	1	223025	556625	12.03		11.22	10.72	nee	
B12C0221001	1	221638	556214	10.28		9.99	9.49	nee	
B12C0224003	3	222620	558130	10.9		8.58	7.98	nee	
B12C0224002	2	222620	558130	10.9		10.17	9.97	nee	
B12C0224001	1	222620	558130	10.9		10.53	10.38	nee	
B12C0225001	1	222325	557075	11.95		10.95	9.95	nee	
B12C0226002	2	222605	556530	11.72		9.27	8.77	nee	
B12C0226001	1	222605	556530	11.72		10.73	10.43	nee	
B12C0227001	1	223525	557850	11.47		8.07	7.07	nee	
B12C0228002	2	222370	558455	10.77		8.31	7.81	nee	
B12C0228001	1	222370	558455	10.77		10.18	9.88	nee	
B12C0229002	2	222220	558370	10.6		8.08	7.58	nee	
B12C0229001	1	222220	558370	10.6		10.32	9.82	nee	
B12C0230002	2	222235	558515	10.6		8.2	7.7	nee	
B12C0230001	1	222235	558515	10.6		10.16	9.66	nee	
B12C0231001	1	221975	558740	10.3		9.3	8.8	nee	
B12C0232002	2	222005	558705	10.63		8.09	7.59	nee	
B12C0232001	1	222005	558705	10.63		9.43	8.93	nee	
B12C0233002	2	221980	558945	10.24		7.77	7.27	nee	
B12C0233001	1	221943	558938	10.35		10.44	9.44	nee	
B12C0234003	3	221660	559300	9.6		7.19	6.69	nee	
B12C0234002	2	221660	559300	9.6		8.62	8.12	nee	
B12C0234001	1	221660	559300	9.6		9.18	8.68	nee	
B12C0235002	2	222010	559930	9.24		-13.76	-14.76	nee	
B12C0235001	1	222010	559930	9.24		2.24	1.24	nee	
B12C0237001	1	221140	560300	8.69		5.29	4.79	nee	
B12C0238002	2	221430	557350	10.45		8.15	7.65	nee	
B12C0238001	1	221430	557350	10.45		10.05	9.85	nee	
B12C0239003	3	220890	558240	9.1		6.82	6.32	nee	
B12C0239002	2	220890	558240	9.1		8.11	7.61	nee	
B12C0239001	1	220890	558240	9.1		8.71	8.36	nee	
B12C0240002	2	220630	558705	8		5.7	5.25	nee	
B12C0240001	1	220630	558705	8		7.61	7.11	nee	
B12C0241002	2	220755	559485	8.12		5.71	5.21	nee	
B12C0241001	1	220755	559485	8.12		7.9	7.4	nee	
B12C0242002	2	224625	554590	11.21		8.76	8.26	nee	

B12C0242001	1	224625	554590	11.21		11.03	10.53	nee	
B12C0248002	2	220725	558305	8.78		6.49	5.99	nee	
B12C0248001	1	220725	558305	8.78		8.77	8.27	nee	
B12C0249002	2	220433	558450	8.51		6.1	5.6	nee	
B12C0249001	1	220433	558450	8.51		8.03	7.53	nee	
B12C0250002	2	220280	558475	8.09		5.64	5.14	nee	
B12C0250001	1	220280	558475	8.09		7.81	7.31	nee	
B11H0347002	2	219735	558295	7.43		5.13	4.63	nee	
B11H0347001	1	219735	558295	7.43		7.25	6.9	nee	
B12C0264001	1	220657	558740	8.79		7.35	6.85	nee	
B11H0366001	1	219706	556882	7.69		6.57	6.07	nee	
B11H0366002	2	219706	556882	7.69		3.47	2.47	nee	
B12C0266001	1	222965	556555	12.28		7.93	6.93	nee	
B12C0268001	1	222946	556592	11.94		12.18	11.18	nee	
B12C0270001	1	222322	557552	11.97		12.22	11.22	nee	
B12C0271001	1	221987	557629	11.86		11.93	10.93	nee	
B12C0278001	1	221887	558700	10.55		10.84	9.84	nee	
B12C0279001	1	221357	559128	9.54		9.43	8.43	nee	
B12C0280001	1	221295	559364	8.83		8.84	7.84	nee	
B12C1650001	1	225084	556449	9.63		9.42	8.92	nee	
B12C1736001	1	221296	560431	7.72		6.26	5.26	nee	
B12C1737001	1	221455	560240	7.86		7.11	6.61	nee	
B12C1737002	2	221455	560240	7.86		4.53	3.53	nee	
B12C1738001	1	221581	560079	8.2		7.83	7.33	nee	
B12C1738002	2	221581	560079	8.2		5.81	4.81	nee	
B12C1739001	1	221089	560000	8.83		7.82	6.82	nee	
B12C1740001	1	221135	560124	8.47		6.92	5.92	nee	
B12C1741001	1	221760	560285	8.31		7.55	6.55	nee	
P12C0024001	1	220350	558400					nee	
P11H0002001	1	219970	558175					nee	
P12C0025001	1	220420	558222					nee	
P12C0026001	1	220425	558210					nee	
P12C0027001	1	220410	558200					nee	
P12C0028001	1	220403	558213					nee	
P12C0029001	1	220308	558400					nee	
P12C0030001	1	220315	558388					nee	
P12C0031001	1	220305	558375					nee	
P12C0032001	1	220300	558390					nee	
P11H0003001	1	219970	558220					nee	
P12C0033001	1	220010	558155					nee	
P12C0034001	1	220075	558040					nee	
P11H0004001	1	219785	558165					nee	
P11H0005001	1	219835	557945					nee	
P11H0006001	1	219925	557800					nee	
P12C0035001	1	225625	557040	11.72				nee	

P12C0004001	1	223510	557040	11.01				nee	
P12C0041001	1	223453	556159					nee	
P12C0005001	1	223395	556090					nee	
P12C0006001	1	223525	556975					nee	
P12C0007001	1	223180	557425					nee	
P12C0042001	1	222952	556289					nee	
P12C0008001	1	223610	557630					nee	
P12C0043001	1	222270	557071					nee	
P12C0009001	1	222222	557175					nee	
P12C0044001	1	222647	557222					nee	
P12C0010001	1	221295	557575					nee	
P12C0011001	1	221350	559190					nee	
P12C0045001	1	221775	556825					nee	
P12C0012001	1	221700	558600					nee	
P12C0013001	1	222430	558710					nee	
P12C0014001	1	222100	559125					nee	
P12C0046001	1	223989	557689					nee	
P12C0015001	1	224260	557810					nee	
P12C0047001	1	223704	557556					nee	
P12C0016001	1	223770	558485					nee	
P12C0017001	1	224030	557600					nee	
P12C0018001	1	224675	557500					nee	
P12C0048001	1	222825	559100					nee	
P12C0037001	1	224310	557830					nee	
P12C0049001	1	221921	559815					nee	
P12C0050001	1	222425	558699					nee	
P12C0051001	1	221755	558780					nee	
P12C0052001	1	221170	558903					nee	
P12C0053001	1	220818	558407					nee	
P12C0054001	1	220896	559082					nee	
P12C0019001	1	223040	555400					nee	
P12C0022001	1	223040	555400					nee	
P12C0055001	1	220150	558501					nee	
P11H0007001	1	219850	558408					nee	
P11H0008001	1	219981	557702					nee	
P11H0009001	1	219451	557793					nee	
P12C0056001	1	224675	556960					nee	
P12C0057001	1	223676	558377					nee	
P11H0014001	1	219422	557840	6.3				nee	
P12C0069001	1	220586	557406	8.5				nee	
P12C0070001	1	220258	556690	8.4				nee	
P12C0071001	1	220153	557305	8.1				nee	
P11H0015001	1	219825	556978	7.3				nee	
P11H0016001	1	219808	557170	7.1				nee	
P12C0072001	1	220892	557807	7.8				nee	

P12C0073001	1	221421	556058	9.2				nee	
P12C0074001	1	221395	556085	9				nee	
P12C0058001	1	223755	558485					nee	
P12C0059001	1	223055	558770					nee	
P12C0060001	1	224325	557775					nee	
P12C0075001	1	221007	557739	8.35				nee	
13250230B001	1	225653	556631	10.8		8.1	7.6	nee	
13250230B002	1	225819	556523	11.82		9.15	8.65	nee	
13250230B003	1	225892	556471	11.66		9.06	8.56	nee	
13250230B004	1	225824	556390	11.27		8.95	8.45	nee	
13250230B005	1	225627	556328	11.6		8.65	8.15	nee	
13250230B006	1	225491	556177	9.36		7.1	6.6	nee	
13250230B007A	1	225598	556111	9.49		7.51	7.01	nee	
13250230B007B	1	225598	556111	9.49		6.1	5.6	nee	
13250230B008	1	225633	556092	9.48		7.05	6.55	nee	
13250230B009	1	225199	555771	10.17		7.57	7.07	nee	
13250230B010	1	225159	555633	11.1		8.1	7.6	nee	
13250230B011	1	225106	555567	9.87		7.5	7	nee	
13250230B012	1	225042	555385	9.92		7.65	7.15	nee	
13250230B013	1	224960	555436	9.37		7.37	6.87	nee	
13250230B014	1	224855	555502	9.63		7.97	6.97	nee	
13250230B015	1	224953	555632	10.26		7.7	7.2	nee	
13250230B016	1	224903	555836	10.75		8.2	7.7	nee	
13250230B017	1	224879	555947	10.39		8.2	7.7	nee	
13250230B018	1	224700	555842	10.79		8.29	7.79	nee	
13250230B019	1	224609	556007	11.15		8.45	7.95	nee	
13250230B020	1	224520	555988	12.09		9.55	9.05	nee	
13250230P021	1	225759	556602	9.8				nee	
13250230P022	1	224849	555820	9.3				nee	
13250230P023	1	224836	555802	9.26				nee	
B12C0255001	1	226684	557877	11.8		11.15	10.15	nee	
B12C0255002	2	226684	557877	11.8		9.83	9.33	nee	
B12C0255003	3	226684	557877	11.8		7.89	6.89	nee	
B12C0255004	4	226684	557877	11.8		9.63	9.13	nee	
B12C0258001	1	227469	558178	11.24		10.75	10.25	nee	
B12C0258002	2	227469	558178	11.24		8.45	7.45	nee	
B12C0261001	1	227975	558181	11.03		10.59	10.09	nee	
B12C0261002	2	227975	558181	11.03		9.98	9.48	nee	
B12C0261003	3	227975	558181	11.03		8.29	7.29	nee	
B12C1594001	1	226994	557234	11.38		11.59	10.59	nee	
B12C1594002	2	226994	557234	11.38		8.34	7.34	nee	
B12C1595001	1	226931	557315	12.26		10.83	9.83	nee	
B12C1596001	1	225602	558174	10.36		10.19	9.19	nee	
B12C1599001	1	225954	556861	11.02		9.79	8.79	nee	
B12C1606001	1	225963	556555	11.87		10.9	9.9	nee	

B12C1606002	2	225963	556555	11.87		8.91	7.91	nee	
B12C0056001	1	227584	556091	11.61		10.52	9.52	nee	
B12C0056002	2	227584	556091	11.61		3	2	nee	
B12C0056003	3	227584	556091	11.61		-58.41	-59.41	nee	
P12C0038001	1	226575	557288	10.1				nee	
P12C0064001	1	227752	558547	10.4				nee	
P12C0068001	1	225219	558327	10.1				nee	
P12C0076001	1	225961	557793	10.1				nee	
P12C0077001	1	225000	558655	8.6				nee	
P12C0078001	1	225218	558328	10.1				nee	
P12C0079001	1	225963	557794	10.4				nee	
P12C0061001	1	226706	558145	10.97				nee	
B12A1796	1	229555	564209	8.97	9.55	4.95	3.95	nee	
B12A1798	1	229719	565524	7.53	8.18	5.44	4.44	nee	
B12A1798	2	229719	565524	7.53	8.06	2.39	1.39	nee	
B12A1799	1	229356	564562	8.81	9.33	4.62	3.62	nee	
B12A1801	1	229330	564560	8.88	8.96	6.96	5.96	nee	
B12A1807	1	225211	562787	6.314	6.992	5.56	4.56	nee	
B12A1810	1	227841	564260	9.968	9.85	9.61	9.11	nee	
B12A1812	1	224601	563981	6.869	7.475	5.84	4.835	nee	
B12A1812	2	224601	563981	6.869	7.38	2.78	1.78	nee	
B12A1813	1	224159	565014	7.529	8.086	3.36	2.36	nee	
B12A1814	1	223157	564787	6.001	6.596	4.94	3.94	nee	
B12A1814	2	223157	564787	6.001	6.563	1.99	0.99	nee	
B12A1815	1	223362	565535	4.933	4.845	0.85	-0.15	nee	
B12A1898	1	227109	564164	10.056	9.959	9.859	9.359	nee	
B12A1898	2	227109	564164	10.056	9.959	5.299	4.299	nee	
B12A1899	1	228847	565011	8.56	9.119	4.439	3.439	nee	
B12B1724	1	230489	564501	7.78	8.56	7.73	6.73	nee	
B12B1724	2	230489	564501	7.78	8.43	3.68	2.68	nee	
B12B1775	1	230215	564769	7.8	8.42	3.77	2.77	nee	
B12B1776	1	230106	565002	7.84	8.45	3.72	2.72	nee	
B12C1596	1	225602	558174	10.36	10.89	10.19	9.19	nee	
B12C1596	2	225602	558174	10.36	10.87	7.35	6.35	nee	
B12C1597	1	227317	559299	11.5	11.96	10.32	9.32	nee	
B12C1597	2	227317	559299	11.5	11.93	8.32	7.32	nee	
B12C1598	1	227279	559464	11.25	11.75	10.45	9.45	nee	
B12C1600	1	225806	556995	10.51	11.08	10.75	9.75	nee	
B12C1600	2	225806	556995	10.51	11.06	7.56	6.56	nee	
B12C1601	1	227201	559536	10.98	11.44	10.56	9.56	nee	
B12C1601	2	227201	559536	10.98	11.42	7.92	6.92	nee	
B12C1602	1	227200	559615	10.78	11.14	10.21	9.21	nee	
B12C1603	1	227100	559788	10.3	10.78	9.88	8.88	nee	
B12C1603	2	227100	559788	10.3	10.76	7.09	6.09	nee	
B12C1604	1	224932	559279	9.48	9.97	9.43	8.43	nee	

B12C1604	2	224932	559279	9.48	9.95	6.41	5.41	nee	
B12C1605	1	225816	556679	10.95	10.85	9.3	8.3	nee	
MPN342-1	1	229767	565668	0	6.74	0	-1	nee	
MPN344-1	1	227828	564293	0	10	0	-1	nee	
MPN349-1	1	229823	559294	0	11.72	0	-1	nee	
MPN350-1	1	223784	564834	0	6.32	0	-1	nee	
MPN354-1	1	228513	559584	0	11.05	0	-1	nee	
MPN355-1	1	228262	559491	0	11.68	0	-1	nee	
MPN356-1	1	224559	563509	0	5.97	0	-1	nee	
MPN357-1	1	225579	562289	0	8.58	0	-1	nee	
MPN382-1	1	221184	566113	0	7.81	0	-1	nee	
MPN384-1	1	223512	565846	0	4.82	0	-1	nee	
B17B0095	3	230150	549160	17.16	17.02	-42.06	-43.06	nee	
B17B0095	2	230150	549160	17.16	17.04	-11.66	-12.66	nee	
B17B0095	1	230150	549160	17.16	17.36	15.1	14.6	nee	
B17A0190	1	227390	549450	14.82	14.83	13.24	12.74	nee	
B17A0098	5	220520	547680	10.35	10.94	-47.64	-49.64	nee	
B17A0098	4	220520	547680	10.35	10.96	-29.64	-31.64	nee	
B17A0098	3	220520	547680	10.35	10.98	-13.64	-15.64	nee	
B17A0098	2	220520	547680	10.35	10.98	2.36	0.36	nee	
B17A0098	1	220520	547680	10.35	11.02	8.86	7.86	nee	
B17A0045	2	227390	549450	14.82	15.39	-36.17	-37.17	nee	
B17A0045	1	227390	549450	14.82	15.42	8.83	7.83	nee	
B16F2076	1	216543	547374	9.3	9.79	6.29	5.29	nee	
B16F2075	2	216215	549053	10.68	11.09	4.63	3.63	nee	
B16F2075	1	216215	549053	10.68	11.19	7.14	6.14	nee	
B16F2051	1	218615	548907	10.47	11.03	9.98	9.68	nee	
B16F2047	1	213398	547199	7.49	8.09	6.33	6.03	nee	
B16F2046	1	213380	547353	7.62	8.17	6.41	6.11	nee	
B16F2040	1	215365	547066	6.76	7.33	5.57	5.27	nee	
B16F0278	2	218524	549272	10.55	11.17	9.91	9.41	nee	
B16F0278	1	218524	549272	10.55	11.46	10.37	9.87	nee	
B16F0205	2	217279	549094	8.62	8.75	6.77	5.77	nee	
B16F0205	1	217279	549094	8.62	8.84	7.17	6.67	nee	
B16F0204	2	217224	549153	8.25	8.47	5.79	5.29	nee	
B16F0204	1	217224	549153	8.25	8.49	6.82	6.32	nee	
B16F0203	1	217166	549212	8.05	8.37	6.7	6.2	nee	
B16F0200	2	217041	549335	7.72	7.82	5.03	4.53	nee	
B16F0200	1	217041	549335	7.72	7.85	6.29	5.79	nee	
B16F0198	1	216990	549397	7.95	8.23	6.55	6.05	nee	
B16F0197	2	216928	549459	8.06	8.37	5.76	5.26	nee	
B16F0197	1	216928	549459	8.06	8.36	6.76	6.26	nee	
B16F0196	1	216820	549553	9.59	9.69	6.67	6.17	nee	
B12D2037	1	230780	554818	12.5	12.98	11.48	10.48	nee	
B12D2036	1	230753	554896	12.81	13.27	11.77	10.77	nee	

B12D1824	1	230352	554572	12.67	13.29	12.49	10.69	nee	
B12D1823	2	230971	553253	12.98	13.51	7.91	6.91	nee	
B12D1823	1	230971	553253	12.98	13.59	12.29	11.29	nee	
B12D1822	2	230500	553362	12.87	13.5	8.47	7.47	nee	
B12D1822	1	230500	553362	12.87	13.6	12.09	11.59	nee	
B12D1821	1	230054	553933	14.53	15.16	13.98	12.98	nee	
B12D1820	1	230957	554646	11.98	12.6	10.63	9.63	nee	
B12D1819	1	230844	554712	12.08	13.02	11.77	11.47	nee	
B12D1818	2	230414	554570	13.1	13.72	11.29	10.29	nee	
B12D1818	1	230414	554570	13.1	13.49	12.89	12.39	nee	
B12D1815	1	230384	551788	13.49	14.16	13.16	12.16	nee	
B12D1814	1	230411	551770	13.23	13.91	12.81	11.81	nee	
B12D1813	2	230427	551759	13.21	13.69	9.24	8.74	nee	
B12D1813	1	230427	551759	13.21	13.72	12.53	12.03	nee	
B12D1812	1	230474	551732	13.01	13.42	12.39	11.89	nee	
B12D1811	1	231747	554584	11.73	12.21	11.16	10.66	nee	
B12D1809	1	230555	552255	13.5	13.87	12.42	11.92	nee	
B12D1808	2	230543	552233	13.56	14.06	9.06	8.56	nee	
B12D1808	1	230543	552233	13.56	14.09	11.75	11.25	nee	
B12D1807	1	230526	552208	13.36	13.92	12.28	11.78	nee	
B12D1806	1	230250	552303	14.19	14.71	12.97	12.47	nee	
B12D1805	1	230371	552427	14.36	14.86	13.12	12.62	nee	
B12D1804	1	231055	553283	12.69	13.16	11.17	10.67	nee	
B12D1803	1	230864	553233	12.85	13.42	12.42	11.92	nee	
B12D1802	2	230043	552561	13.76	14.18	9.83	8.83	nee	
B12D1802	1	230043	552561	13.76	14.2	13.8	11.8	nee	
B12D1801	1	230798	553230	12.93	13.4	13.05	11.05	nee	
B12D1800	2	230444	553409	13.2	13.65	9.13	8.63	nee	
B12D1800	1	230444	553409	13.2	13.71	12.47	11.97	nee	
B12D1799	1	230128	553858	14.44	15.01	13.54	12.54	nee	
B12D1798	2	230007	554003	13.79	14.23	9.21	8.21	nee	
B12D1798	1	230007	554003	13.79	14.24	13.27	12.77	nee	
B12D1797	2	231694	554212	11.63	11.98	9.16	8.16	nee	
B12D1797	1	231694	554212	11.63	12	11.52	10.02	nee	
B12D1796	1	231983	553949	11.41	11.87	10.7	9.7	nee	
B12D0352	1	232870	556250	10.79	10.5	8.26	7.76	nee	
B12C1575	2	229599	552206	13.78	14.38	8.86	7.86	nee	
B12C1575	1	229599	552206	13.78	14.48	13.19	12.19	nee	
B12C1574	2	229631	552538	13.94	14.51	8.43	7.43	nee	
B12C1574	1	229631	552538	13.94	14.58	13.19	12.19	nee	
B12C1572	1	229667	552123	13.34	13.75	13.41	11.61	nee	
B12C1571	1	229374	552479	13.5	13.96	13.61	12.61	nee	
B12C1570	1	229892	552826	13.61	14.2	13.69	12.69	nee	
B12C1569	2	229628	553279	14.72	15.31	8.92	8.42	nee	
B12C1569	1	229628	553279	14.72	15.36	14.34	13.84	nee	

B12C1568	1	229655	553230	14.26	15.02	13.81	11.81	nee	
B12C1567	1	229632	553604	14.37	14.84	13.84	11.84	nee	
B12C0269	1	222690	556882	11.94	12.71	11.94	10.94	nee	
B12B0249	1	230820	566680	6.69	6.03	3.63	2.63	nee	
B12B0132	3	231020	565700	8.78	8.66	-59.43	-60.43	nee	
B12B0132	2	231020	565700	8.78	8.68	-48.83	-49.83	nee	
B12B0132	1	231020	565700	8.78	8.74	-0.23	-1.23	nee	
B12A0176	1	226110	565120	8.78	9.32	4.8	3.8	nee	
B12A0142	5	222460	565560	6.48	7.18	-68.46	-70.46	nee	
B12A0142	4	222460	565560	6.48	7.21	-43.46	-45.46	nee	
B12A0142	3	222460	565560	6.48	7.25	-20.46	-22.46	nee	
B12A0142	2	222460	565560	6.48	7.27	-7.46	-9.46	nee	
B12A0142	1	222460	565560	6.48	7.29	3.54	2.54	nee	
B12A0141	5	221740	566855	7.04	7.58	-68.09	-70.09	nee	
B12A0141	4	221740	566855	7.04	7.6	-45.09	-47.09	nee	
B12A0141	3	221740	566855	7.04	7.61	-20.09	-22.09	nee	
B12A0141	2	221740	566855	7.04	7.64	-9.09	-11.09	nee	
B12A0141	1	221740	566855	7.04	7.65	4.05	3.05	nee	
B11F0165	1	219991	562945	6.37	6.59	4.86	3.86	nee	
B11F0227	1	215210	566466	7.04	6.85	6.05	5.55	nee	
B11F0236	1	213244	564624	5.71	5.51	3.44	2.44	nee	
B11F0019	1	219991	562945	6.37	5.89	-5.21	-6.21	nee	
B11F0019	2	219991	562945	6.37	5.83	1.06	0.06	nee	
B11F0113	1	215211	566466	7.09	6.97	-29.45	-31.45	nee	
B11F0113	2	215211	566466	7.09	7.94	-81.76	-83.76	nee	
B11F0113	3	215211	566466	7.09	6.88	-	-118.62	nee	
B11F0113	4	215211	566466	7.09	6.86	-	-161.84	nee	
B11F0113	5	215211	566466	7.09	6.83	-	-225.67	nee	
B11F0086	1	213192	564730	5.93	5.82	-2.18	-3.18	nee	
B11F0087	1	217783	564458	6.77	6.65	-12.3	-13.3	nee	
11HL0020	1	213818	551294	7.25	7.75	4.85	3.85	nee	
11HL0036	1	214350	554100	7.7	7.6	6.65	5.65	nee	
B11H0229	1	219704	555587	8.9	8.81	8.16	7.66	nee	
B11H0335	1	216806	561485	6.68	6.71	5.66	4.66	nee	
B11H0337	1	215346	560709	6.4	6.37	4.35	3.35	nee	
B11H0339	1	213375	556980	4.1	4.04	2.98	1.98	nee	
B11H0340	1	211615	562228	6.01	5.93	4.85	3.85	nee	
B11H0341	1	214680	556050	5.67	5.65	3.75	2.75	nee	
B11H0342	1	217413	556886	6.3	6.17	5.17	4.17	nee	
B11H0343	1	212263	553367	5.14	5.09	4.07	3.07	nee	
B11H0344	1	216362	552705	8	7.9	5.82	4.82	nee	
11HP0020	1	213850	551225	7.25	7.82	-3.8	-4.8	nee	
11HP0020	2	213850	551225	7.25	7.8	-23.8	-24.8	nee	
11HP0020	3	213850	551225	7.25	7.77	-43.8	-44.8	nee	

11HP0020	4	213850	551225	7.25	7.76	-83.8	-84.8	nee	
11HP0036	1	214350	554100	7.7	7.62	-5.3	-6.3	nee	
11HP0036	2	214350	554100	7.7	7.62	-26.3	-27.3	nee	
11HP0036	3	214350	554100	7.7	7.59	-42.3	-43.3	nee	
11HP0037	1	219704	555593	8.9	8.95	1.9	0.9	nee	
11HP0037	2	219704	555593	8.9	8.81	-92.2	-95.2	nee	
B11H0038	1	213561	559563	5.28	5.25	-0.81	-1.81	nee	
B11H0038	2	213561	559563	5.28	5.24	-100.34	-101.34	nee	
B11H0063	1	218279	559188	8.18	8.85	4.16	3.16	nee	
B11H0063	2	218279	559188	8.18	8.76	-0.84	-1.84	nee	
B11H0063	3	218279	559188	8.18	8.71	-15.84	-16.84	nee	
B11H0077	1	211616	562229	6.04	5.9	-58.1	-59.1	nee	
B11H0132	1	213555	556870	4.71	4.66	-9.36	-10.36	nee	
B11H0133	1	217322	556912	6.42	6.33	-12.61	-13.61	nee	
B11H0134	1	212315	553320	5.64	5.49	0.14	-0.86	nee	
B11H0143	1	218909	552704	8.13	7.92	6.86	5.86	nee	
B11H0143	2	218909	552704	8.13	7.95	-1.91	-2.91	nee	
B12C0164	1	222804	553235	9.33	9.72	8.36	7.36	nee	
B12C1608	1	222673	553522	9.94	10.42	1.07	0.07	nee	
B16F0157	1	212026	549237	5.94	5.31	3.89	2.89	nee	
B16F0158	1	212191	549454	5.79	5.54	4.76	3.76	nee	
B16F0080	1	212156	548724	6.14	6.1	4.6	3.6	nee	
B16F0063	1	211767	549332	5.29	5.15	-2.9	-3.9	nee	
B16F0063	2	211767	549332	5.29	5.09	-30.04	-31.04	nee	
B16F0063	3	211767	549332	5.29	5.11	-48.69	-49.69	nee	
B16F0079	1	212591	548717	6.95	6.77	4.13	3.13	nee	
B16F0079	2	212591	548717	6.95	6.79	-2.88	-3.88	nee	
B11F0250	1	212028	563569	8.2	8.42	7.38	6.38	nee	
B11F0250	2	212028	563569	8.2	8.41	2.73	1.73	nee	
B16F0206	1	217516	549443	7.15	8.07	6.77	6.27	nee	
B12C0166	1	223820	558590	10.73	10.83	8.33	7.83	nee	
B12C0167	1	224580	558270	10.43	10.52	8.37	7.87	nee	
B12C0168	1	224877	558377	10.18	10.26	8.56	8.06	nee	
B12C0171	1	223930	558910	10.79	10.82	10.02	9.52	nee	
B12C0171	2	223930	558910	10.79	10.82	8.87	8.37	nee	
B12C0172	1	224130	559260	10.01	9.99	9.34	8.84	nee	
B12C0172	2	224130	559260	10.01	10	7.5	7	nee	
B12C0173	1	224230	559450	10.12	10.11	9.21	8.71	nee	
B12C0173	2	224230	559450	10.12	10.15	8.25	7.75	nee	
B12C0173	3	224230	559450	10.12	10.15	7.25	6.75	nee	
B12C0174	1	223400	558930	11.09	11.2	10.15	9.65	nee	
B12C0175	1	223670	559400	10.52	10.61	9.51	9.01	nee	
B12C0176	1	223560	560050	9.38	9.48	9.33	8.83	nee	
B12C0176	2	223560	560050	9.38	9.48	5.68	5.18	nee	
B12C0177	1	223465	559860	9.93	10.02	9.87	9.37	nee	

B12C0178	1	223310	559590	10.03	10.05	9.85	9.35	nee	
B12C0181	1	222893	560380	9.1	9.18	8.38	7.88	nee	
B12C0181	2	222893	560380	9.1	9.18	5.63	5.13	nee	
B12C0182	1	222890	560210	9.83	9.84	7.94	7.44	nee	
B12C0182	2	222890	560210	9.83	9.84	4.4	3.9	nee	
B12C0183	1	223070	559880	9.62	9.68	8.98	8.48	nee	
B12C0184	1	222820	559490	10.16	10.18	10.08	9.58	nee	
B12C0185	1	222100	560890	8.74	8.92	7.82	7.32	nee	
B12C0186	1	222760	560063	9.33	9.4	9.19	8.69	nee	
B12C0186	2	222760	560063	9.33	9.42	7.72	7.22	nee	
B12C0187	1	221470	561250	8.3	8.42	7.57	7.07	nee	
B12C0188	1	221390	560800	7.52	7.6	7.2	6.7	nee	
P12C0001	1	224230	559450	10.12	8.75	8.75	8.75	nee	
P12C0002	1	223490	559860	5.38	9.9	9.9	9.9	nee	
P12C0003	1	222890	560210	9.83	7.66	7.66	7.66	nee	
B12C0165	1	224189	558731	10.58	10.61	9.46	8.96	nee	
B12C0165	2	224189	558731	10.58	10.67	8.17	7.67	nee	
B12C0169	1	224640	559000	9.48	9.65	8.95	8.45	nee	
B12C0169	2	224640	559000	9.48	9.65	8	7.5	nee	
B12C0170	1	224434	558894	9.83	9.93	7.28	6.78	nee	
B12C0177	2	223465	559860	9.93	10.02	8.62	8.12	nee	
B12C0177	3	223465	559860	9.93	10	6.4	5.9	nee	
B12C0178	2	223310	559590	10.03	10.07	8.62	8.12	nee	
B12C0178	3	223310	559590	10.03	10.07	6.72	6.22	nee	
B12C0179	1	223140	559334	10.31	10.32	9.72	9.22	nee	
B12C0179	2	223140	559334	10.31	10.37	7.87	7.37	nee	
B12C0180	1	222993	558933	10.93	11.01	9.71	9.21	nee	
B12C0180	2	222993	558933	10.93	11.01	8.46	7.96	nee	
B12C1638	1	224355	558166	10.5	10.98	9.89	9.39	nee	
B12C1639	1	224255	559082	10.3	10.8	9.56	9.06	nee	
B12C1640	1	223858	558589	10.62	11.07	9.92	9.42	nee	
B12C1641	1	222924	560013	8.3	8.87	6.75	6.25	nee	
P12C0065	1	222334	560503	0	0	0	0	nee	
P12C0066	1	224239	559443	0	0	0	0	nee	
P12C0067	1	223500	559900	0	0	0	0	nee	
10294 Tida Kira	1	224252	550150	NaN	NaN	NaN	NaN	nee	
10294 Tida Kira	2	224252	550150	NaN	NaN	NaN	NaN	nee	
10294 Tida Kira	91	224252	550150	NaN	NaN	NaN	NaN	nee	
10295 Nicolai	1	222879	550213	NaN	NaN	NaN	NaN	nee	
10295 Nicolai	2	222879	550213	NaN	NaN	NaN	NaN	nee	
10295 Nicolai	91	222879	550213	NaN	NaN	NaN	NaN	nee	
10299 Vonk	1	222640	549467	NaN	NaN	NaN	NaN	nee	
10299 Vonk	2	222640	549467	NaN	NaN	NaN	NaN	nee	
10299 Vonk	91	222640	549467	NaN	NaN	NaN	NaN	nee	
10333 Hijkerweide	1	230480	544823	NaN	NaN	NaN	NaN	nee	

10333 Hijkerweide	2	230480	544823	NaN	NaN	NaN	NaN	nee	
10333 Hijkerweide	91	230480	544823	NaN	NaN	NaN	NaN	nee	
10336 Molenwijk sluis	1	226176	551600	NaN	NaN	NaN	NaN	nee	
10336 Molenwijk sluis	2	226176	551600	NaN	NaN	NaN	NaN	nee	
10336 Molenwijk sluis	91	226176	551600	NaN	NaN	NaN	NaN	nee	
10337 DOMEINWEG	1	229624	557755	NaN	NaN	NaN	NaN	nee	
10337 DOMEINWEG	2	229624	557755	NaN	NaN	NaN	NaN	nee	
10337 DOMEINWEG	91	229624	557755	NaN	NaN	NaN	NaN	nee	
10341 Smildigersluis (KST)	1	225011	547671	NaN	NaN	NaN	NaN	nee	
10341 Smildigersluis (KST)	91	225011	547671	NaN	NaN	NaN	NaN	nee	
10342 Zwiggeltersluis (KST)	1	234905	545204	NaN	NaN	NaN	NaN	nee	
10342 Zwiggeltersluis (KST)	91	234905	545204	NaN	NaN	NaN	NaN	nee	
10571 Veenesluis (KST)	1	221308	544164	NaN	NaN	NaN	NaN	nee	
10571 Veenesluis (KST)	2	221308	544164	NaN	NaN	NaN	NaN	nee	
10263G Kloosterveen	1	228938	558191	NaN	NaN	NaN	NaN	nee	
10263G Kloosterveen	2	228938	558191	NaN	NaN	NaN	NaN	nee	
10300G Zevenblokken	1	229140	556974	NaN	NaN	NaN	NaN	nee	
10300G Zevenblokken	2	229140	556974	NaN	NaN	NaN	NaN	nee	
10301G Veenstra Blokken	1	229093	556527	NaN	NaN	NaN	NaN	nee	
10301G Veenstra Blokken	2	229093	556527	NaN	NaN	NaN	NaN	nee	
10338G Assen	1	230734	557130	NaN	NaN	NaN	NaN	nee	
10338G Assen	2	230734	557130	NaN	NaN	NaN	NaN	nee	
17AL850101 Vonk	1	223084	549402	12.21	11.74	9.975	8.975	nee	
17AL850201	1	220825	548555	10.58	11.03	8.505	7.505	nee	
17AL850301	1	220160	547823	9.77	10.22	8.65	7.65	nee	
17AL850701	1	221770	548075	11.131	11.62	10.28	9.279	nee	
1807 ZEVENBLOKKEN (GWS)	1	228879	557290	9.98	10.23	NaN	NaN	nee	
Brongebied VI Aa-PB12	1	217322	546623	8.87	9.22	7.62	6.62	nee	
Brongebied VI Aa-PB14	1	214442	547785	8.3	8.678	5.978	8.68	nee	
Brongebied VI Aa-PB5	1	215997	548242	7.9	8.46	7.176	6.176	nee	
Brongebied VI Aa-PB6	1	216563	547416	10.04	10.04	7.44	6.44	nee	
SM078.022	1	229812	559285	11.8	11.739	10.32	9.32	nee	

SM104.102	1	229586	550261	14.38	13.93	13.27	11.71	nee	
VL118.001	1	221698	547044	11.685	12.07	10.04	9.035	nee	
FR-B04	1	220388	559255	8.32	8.22	2	1	nee	
FR-B05	1	220438	559170	8.16	8.02	2	1	nee	
FR-B13	1	219839	558766	7.77	7.67	2	1	nee	
B11H1756_edit_d a y	1	212431	556901	3.55	3.5	2.5	1.5	nee	
B11H1757_edit_d a y	1	211176	556898	3.02	2.97	1.67	1.17	nee	
B11G1551_edit_d a y	1	209750	556314	2.41	2.36	0.96	0.46	nee	
B16B1782_edit_d a y	1	199566	548053	-1.03	-1.05	-2.35	-2.85	nee	
B11H1762	1	213690	550961	7.28	7.2	6.25	5.25	nee	
B11H1763	1	214564	550930	8.28	8.18	7.38	6.38	nee	
B11H1764	1	214499	551816	6.4	6.35	5.09	4.09	nee	
B11H1770	1	214304	552657	6.53	6.52	5.67	4.67	nee	
B11H1772	1	213927	553225	6.48	6.39	5.44	4.44	nee	
B11H1775	1	216454	552696	7.49	7.33	6.39	5.39	nee	
B11H1776	1	214568	550501	0	6.72	5.77	4.77	nee	
B11H1777	1	215533	551894	0	6.75	5.84	4.84	nee	
B12C1580	1	221491	556599	10.81	11.43	8.55	8.35	nee	
B16F2133	1	215298	549820	8.54	8.59	7.64	6.64	nee	
B16F2134	1	214575	549224	8.13	8.08	7.14	6.14	nee	
ZOAPPE.1C	1	219500	552062	11.15	11.1	9.35	8.35	nee	
ZOAPPE.1E	1	220334	552100	10.34	10.28	8.96	7.96	nee	
FOCH01	1	221173	555766	9.23	9.9	9.5	8.5	nee	
FOCH02	1	221138	555787	9.09	9.78	9.48	8.48	nee	
FOCH02	2	221138	555787	9.09	9.71	7.16	6.16	nee	
FOCH03	1	221063	555833	8.86	9.44	7.09	6.09	nee	
FOCH04	1	220978	555885	8.96	9.53	7.12	6.12	nee	
FOCH05	1	220892	555937	8.96	9.48	7.19	6.19	nee	
FOCH06	1	220962	555657	8.95	9.6	9.09	8.09	nee	
FOCH07	1	220772	555020	9.35	10	9.5	8.5	nee	
FOCH08	1	220735	555043	9.44	10.03	9.83	8.83	nee	
FOCH08	2	220735	555043	9.44	9.99	6.49	5.49	nee	
FOCH09	1	220659	555069	9.79	10.52	10.05	9.05	nee	
FOCH10	1	220591	555098	10.06	10.7	10.23	9.23	nee	
FOCH11	1	220498	555140	10	10.67	10.12	9.12	nee	
FOCH12	1	220706	554667	10.46	10.37	9.76	8.76	nee	
FOCH13	1	220716	554584	10.54	11.07	9.94	8.94	nee	
FOCH13	2	220716	554584	10.54	11.02	6.47	5.47	nee	
FOCH14	1	220590	554471	9.47	10.18	9.64	8.64	nee	
FOCH15	1	219802	554716	7.77	7.68	7.56	6.56	nee	
KV_A1	1	220780	559482	8.44	9.11	7.94	7.69	nee	
KV_A1	2	220780	559482	8.44	9.08	6.35	5.35	nee	
KV_A2	1	220755	559541	8.16	8.07	6.17	5.17	nee	
KV_A3	1	220742	559564	8.41	8.32	7.64	7.24	nee	

KV_A3	2	220742	559564	8.41	8.29	6.28	5.28	nee	
KV_A4	1	220673	559657	8.37	8.31	7.95	7.75	nee	
KV_A4	2	220673	559657	8.37	8.3	6.34	5.34	nee	
KV_A5	1	220653	559666	8.64	9.22	8.17	7.67	nee	
KV_A5	2	220653	559666	8.64	9.19	6.43	5.43	nee	
KV_B1	1	219767	558824	7.89	9.06	1.38	1.18	nee	
KV_B1	2	219767	558824	7.89	8.53	3.65	2.65	nee	
KV_B2	1	219730	558883	8.02	8.1	0.65	0.35	nee	
KV_B2	2	219730	558883	8.02	7.82	3.17	2.17	nee	
KV_B3	1	219720	558899	8.04	8.61	0.79	0.29	nee	
KV_B3	2	219720	558899	8.04	8.69	3	2	nee	
KV_B4	1	219680	558960	8.05	8.22	0.86	0.46	nee	
KV_B4	2	219680	558960	8.05	7.91	2.85	1.85	nee	
KV_B5	1	219634	559029	8.08	8.02	0.61	0.41	nee	
KV_B5	2	219634	559029	8.08	7.96	3.13	2.33	nee	
KV_C1	1	219468	557679	6.54	7.27	5.81	5.31	nee	
KV_C1	2	219468	557679	6.54	7.25	3.98	3.48	nee	
KV_C2	1	219326	557623	6.45	7.1	6.18	5.98	nee	
KV_C2	2	219326	557623	6.45	7.09	4.45	3.45	nee	
KV_C3	1	219235	557584	6.26	6.14	5.62	5.12	nee	
KV_C3	2	219235	557584	6.26	6.12	4.21	3.21	nee	
KV_C4	1	219219	557573	6.17	6.09	5.41	5.21	nee	
KV_C4	2	219219	557573	6.17	6.08	4.18	3.18	nee	
KV_C5	1	219163	557557	6.06	5.96	5.4	5.2	nee	
KV_C5	2	219163	557557	6.06	5.93	3.99	2.99	nee	
KV_C6	1	219039	557508	5.78	5.66	5.1	4.9	nee	
KV_C6	2	219039	557508	5.78	5.65	2.7	1.7	nee	
KV_D1	1	219930	556800	7.77	8.49	7.28	7.08	nee	
KV_D1	2	219930	556800	7.77	8.46	5.64	4.63	nee	
KV_D2	1	219848	556773	7.85	8.52	7.38	7.08	nee	
KV_D2	2	219848	556773	7.85	8.48	5.66	4.66	nee	
KV_D3	1	219827	556769	7.87	8.51	7.56	7.36	nee	
KV_D3	2	219827	556769	7.87	8.49	5.8	4.8	nee	
KV_D4	1	219761	556739	7.75	8.45	7.5	7	nee	
KV_D4	2	219761	556739	7.75	8.4	6.06	5.56	nee	
KV_D5	1	219645	556699	7.71	7.61	6.99	6.79	nee	
KV_D5	2	219645	556699	7.71	7.6	5.52	4.52	nee	
KV_E1	1	219198	556943	6.61	6.53	6.09	5.89	nee	
KV_E1	2	219198	556943	6.61	6.52	4.41	3.41	nee	
KV_F1	1	218968	558445	7.12	7.04	6.47	6.17	nee	
KV_F1	2	218968	558445	7.12	7.02	4.24	3.24	nee	
LB 01	1	220488	549136	10.64	10.55	8.56	7.56	nee	
LB 02	1	220189	548917	10.21	10.63	8.2	7.2	nee	
LB 03	1	219700	548338	10.17	10.07	7.92	6.92	nee	
LB 04	1	219825	548215	9.58	10.11	7.65	6.65	nee	

LB 05	1	219933	548052	10.16	10.59	8.12	7.12	nee	
LB 06	1	219317	547748	10.12	10.02	7.12	6.12	nee	
LB 07	1	218853	547416	10.27	10.85	7.72	6.72	nee	
LB 08	1	218995	546794	10.42	10.9	7.7	6.7	nee	
LB 09	1	218091	546817	9.41	9.31	6.49	5.49	nee	
LB 10	1	217061	546034	9.17	9.06	6.56	5.56	nee	
LB 11	1	216886	546113	9.13	9.07	6.29	5.29	nee	
LB 12	1	216528	546041	9.39	9.81	6.58	5.58	nee	
LB 13	1	216898	545707	8.78	9.36	6.76	5.76	nee	
LB 14	1	217179	545536	9.13	9.64	7.04	6.04	nee	
LB 15	1	217808	545544	10.36	10.91	8.04	7.04	nee	
WP A	1	219436	548698	11.41	11.76	8.46	7.46	nee	
WP A	2	219436	548698	11.41	11.72	4.46	3.46	nee	
WP B	1	218030	545888	10.15	10.62	7.35	6.35	nee	
WP B	2	218030	545888	10.15	10.6	2.94	1.94	nee	
ZGT1	1	223320	555273	9.53	10.24	8.61	7.61	nee	
ZGT1	2	223320	555273	9.53	10.2	6.1	5.1	nee	
ZGT2	1	223597	554986	9.5	10.65	9.7	8.7	nee	
ZGT2	2	223597	554986	9.5	10.59	7	6	nee	
ZGTOW	1	223298	555333	0	10.95	10.05	9.55	nee	

Colofon

GRONDWATERMODEL FOCHTELOËRVEEN
MODELONTWIKKELING EN VALIDATIE

KLANT

Prolander

AUTEUR

Jan-Pieter Willemsen

PROJECTNUMMER

30142520

ONZE REFERENTIE

M3VR7YVRZE2A-1421357779-182289:3.0

DATUM

16 september 2025

STATUS

Definitief

GECONTROLEERD DOOR

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 264
6800 AG Arnhem
Nederland

T +31 (0)88 4261 261