



MODELLOGBOEK HERINRICHTING

GRONDWATERMODELLERING IBRAHYM

Opdrachtgever:	Waterschap Limburg
Projectnr:	WSL026-0001
Datum:	1 juli 2021

MODELLOGBOEK HERINRICHTING HUILBEEK

GRONDWATERMODELLERING IBRAHYM

Opdrachtgever:	Waterschap Limburg
Projectnr:	WSL026-0001
Rapportnr:	20200330-WSL026-Modellogboek Huilbeek.docx
Status:	Definitief
Datum:	1 juli 2021

T 088 - 33 66 333
F 088 - 33 66 099
E info@kragten.nl



© 2019 Kragten
Niets uit dit rapport mag worden veeleenvoudigd
en/of openbaar gemaakt door middel van druk,
fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan
ook zonder voorafgaande toestemming van
Kragten. Het is tevens verboden informatie en kennis

Opsteller:
NSV

Verificatie:
WB

Validatie:
GVH

verwerkt in dit rapport ter beschikking te stellen aan
derden of op andere wijze
toe te passen dan waaraan in de overeenkomst
toestemming
wordt verleend.



INHOUDSOPGAVE

1	INVENTARISATIE BESCHIKBARE DATA	9
1.1	Aangeleverde informatie	9
1.2	Grondwatermodellering Arnoud Soetens (Waterschap Limburg)	9
1.3	Grondwatermodellering Grontmij (Teutebeek)	9
2	PLAN VAN AANPAK GRONDWATERMODELLERING	10
3	TOETSING GRONDWATERMODEL	13
4	INVENTARISATIE MODELGEBIED	17
4.1	Modeluitsnede	17
4.2	Huilbeek in Ibrahym en SOBEK	18
4.3	Weerstand (KVV) in het modelgebied	19
4.4	Grondwaterstanden oostelijk deel van het model	20
5	GEVOELIGHEIDSANALYSE	23
5.1	Initiële stationaire modelrun (init_stat_50.run)	23
5.2	Gevoeligheid KHV	24
5.2.1	Verhoging KHV met factor 2 (stat_50_khv-fct2)	24
5.2.2	Verlaging KHV met factor 2 (stat_50_khv-fct05)	26
5.3	Gevoeligheid KVV	27
5.3.1	Verhoging KVV met factor 10(verlaging weerstand, stat_50_kvv-fct10)	27
5.3.2	Verlaging KVV met factor 5(verhoging weerstand, stat_50_kvv-fct02)	29
5.4	Gevoeligheid conductance rivers	30
5.4.1	Verhoging conductance met factor 5.....	30
5.4.2	Verlaging conductance met factor 0,2.....	32
5.5	Gevoeligheid weerstand breuk nabij Beeselsbroek	33
5.6	Conclusie gevoeligheidsanalyse en voorstel voor kalibratie.....	35
6	KALIBRATIE.....	37
6.1	Initiële instationaire modelrun (init_nstat_50.run)	37
6.2	Aanpassen KVV laag 1	42
6.3	Aanpassen geometrie Huilbeek	44
6.4	Aanpassen KHV en bergingscoëfficiënt.....	44
6.4.1	B58E0217 (ligging naast de Huilbeek)	44
6.4.2	B58E0065, B58E0216, B58E0271, B58E1436, B58E0833, REUV WP06	45
6.4.3	B58E0837, B58E0838, REUV WP02	46
6.4.4	B58E1435	46
6.4.5	Punten langs de Maas: B58B0439, B58B0440, B58B0443	47
6.4.6	REUV WL95	47
6.4.7	B58G0366	48
6.4.8	Aanpassen KHV bovenste modellagen	48
6.5	Aanpassen conductance Huilbeek	48
6.6	Automatische kalibratie	49
6.7	Aanpassen bergingscoëfficiënt	51
6.8	Toepassen nieuwe geometrie Huilbeek	51
6.9	Tweede automatische kalibratie.....	52
6.10	Definitieve kalibratierun	52

BIJLAGEN

B1	GXG-KAARTEN KALIBRATIERUN
B2	RESULTATEN BEREKENING VO-V1
B3	RESULTATEN BEREKENING DO-V1

TABELLEN

Tabel 1 Validatie- en kalibratiebuizen.....	14
Tabel 2. Parameteraanpassingen per zone	50
Tabel 3 Gemiddelde residu voor GHG, GLG en dynamiek voor initiële modelrun en na kalibratie	55

AFBEELDINGEN

Afbeelding 1 Peilbuizen toetsing IBRAHYM 2.1	13
Afbeelding 2 Peilbuizen toetsing grondwatermodellering Huilbeek	15
Afbeelding 3 Modeluitsnede met in blauw de Huilbeek	17
Afbeelding 4 Huilbeek in Ibrahim	18
Afbeelding 5 Huilbeek in het SOBEK-model	19
Afbeelding 6 KVV modellaag 1	20
Afbeelding 7 KVV REGIS II v2.2.....	20
Afbeelding 8 Vergelijking gemeten en berekende grondwaterstanden oostelijk modeldeel	21
Afbeelding 9 Residukaart laag 1 bij initiële run	23
Afbeelding 10 Residukaart laag 2-4 bij initiële run.....	24
Afbeelding 11 Verschilkaart laag 1 bij verhoging horizontale doorlatendheid	25
Afbeelding 12 Verschilkaart laag 2 t/m 4 bij verhoging horizontale doorlatendheid	25
Afbeelding 13 Verschilkaart laag 1 bij verlaging horizontale doorlatendheid.....	26
Afbeelding 14 Verschilkaart lagen 2 t/m 4 bij verlaging horizontale doorlatendheid.....	27
Afbeelding 15 Verschilkaart laag 1 bij verhoging verticale doorlatendheid (= verlaging weerstand)	28
Afbeelding 16 Verschilkaart laag 2 t/m 4 bij verhoging verticale doorlatendheid (= verlaging weerstand)	28
Afbeelding 17 Verschilkaart laag 1 bij verlaging verticale doorlatendheid (= verhoging weerstand)	29
Afbeelding 18 Verschilkaart laag 2 t/m 4 bij verlaging verticale doorlatendheid (= verhoging weerstand)	30
Afbeelding 19 Verschilkaart laag 1 bij verhoging conductance	31
Afbeelding 20 Verschilkaart lagen 2 t/m 4 bij verhoging conductance	31
Afbeelding 21 Verschilkaart laag 1 bij verlaging conductance.....	32
Afbeelding 22 Verschilkaart lagen 2 t/m 4 bij verlaging conductance.....	33
Afbeelding 23 HFB Beesels Broek.....	34
Afbeelding 24 Effect verlagen weerstand met factor 10	34
Afbeelding 25 Effect verhogen weerstand met factor 10.....	35
Afbeelding 26 Residu GHG modellaag 1	37
Afbeelding 27 Residu GHG modellaag 2 t/m 4.....	38
Afbeelding 28 Residu GLG modellaag 1	38
Afbeelding 29 Residu GLG modellaag 2 t/m 4.....	39
Afbeelding 30 Residu Grondwaterdynamiek: GHG-GLG modellaag 1	39
Afbeelding 31 Residu Grondwaterdynamiek: GHG-GLG modellaag 2 t/m 4.....	40
Afbeelding 32 KVV laag 1 IBRAHYM (links) en KVV laag 1 IBRAHYM conform Regis II v2.2 (rechts)	42
Afbeelding 33 Residukaart laag 1 kal-run1	43

Afbeelding 34 Residukaart laag 2-4 kal-run1	43
Afbeelding 35 Absoluut en genormaliseerd resultaat peilbuis B58E0217.....	45
Afbeelding 36 Absoluut en genormaliseerd resultaat peilbuis B58E1435.....	46
Afbeelding 37 Meetreeks B58G0366.....	48
Afbeelding 38 Residukaart laag 1 kal-pest5	50
Afbeelding 39 Residukaart laag 2-4 kal-pest5	51
Afbeelding 40 Residu GHG modellaag 1	53
Afbeelding 41 Residu GHG modellaag 2 t/m 4.....	53
Afbeelding 42 Residu GLG modellaag 1	53
Afbeelding 43 Residu GLG modellaag 2 t/m 4.....	54
Afbeelding 44 Residu Grondwaterdynamiek: GHG-GLG modellaag 1.....	54
Afbeelding 45 Residu Grondwaterdynamiek: GHG-GLG modellaag 2 t/m 4	55

1 INVENTARISATIE BESCHIKBARE DATA

1.1 Aangeleverde informatie

De volgende gegevens ten aanzien van de IBRAHYM-modellering heeft Kragten van het Waterschap ontvangen:

- Grondwatermodel van grondwaterberekeningen voor de Huilbeek, uitgevoerd door Waterschap Limburg (Arnoud Soetens, maart 2019). Inclusief runfiles, modelbestanden en modelresultaten van de stationaire modelrun.
- Informatie over het grondwatermodel voor de Teutebeek (gelegen in dezelfde oude Maasarm als de Huilbeek).
- Grondwaterstanden langs de Huilbeek en Teutebeek (Waterschap Limburg, ontvangen d.d. 24-10-2019). Opgeslagen onder p:\prj100\WSL\026\UitwOpdr\1_Werk\geo\hydrol.berekeningen\IBRAHYM\ontvangen WSL\grondwaterHuilbeek.zip

1.2 Grondwatermodellering Arnoud Soetens (Waterschap Limburg)

Achtergrondinformatie over deze modellering (mail A. Soetens, d.d. 23-10-2019)

Hoi Nancy,

In beide gevallen ging het om testberekeningen, waarvan ik geen beschrijving heb gemaakt. Er was afgesproken dat ik jullie een modelrand zou sturen, daaraan heb ik hier voldaan.

Toch een korte uitleg:

Met het stationaire model heb ik een snelle verkenning gedaan naar het grondwatereffect van het verhogen van de bodem van de Huilbeek. Dit was nodig om vast te stellen of we Huilbeek en Beeselsbroek als twee afzonderlijke projecten konden doen. Op basis hiervan en andere zaken heb ik ingeschat dit geen goed idee is.

Met het niet-stationaire model heb ik gekeken hoever de gemeten en berekende grondwaterstanden uit elkaar liggen. Dit om in te schatten hoeveel werk het modelleren is (dus keuze zelf doen of uitbesteden).

Met vriendelijke groet,

Arnoud Soetens
Vakspecialist watersysteemsimulatie
+31 631759706

Aanvullend: het doorgekende modelgebied is 14 x 20 km.

1.3 Grondwatermodellering Grontmij (Teutebeek)

Informatie over de aandachtspunten bij de grondwatermodellering voor de Teutebeek door Grontmij. Mails opgeslagen onder:

- p:\prj100\WSL\026\UitwOpdr\1_Werk\geo\hydrol.berekeningen\IBRAHYM\ontvangen WSL\RE modelleren Teutebeek in Ibrahym.msg

- p:\prj100\WSL\026\UitwOpdr\1_Werk\(\geo)hydrol. berekeningen\IBRAHYM\ontvangen WSL\FW modelleren Teutebeek in Ibrahim.msg

2 PLAN VAN AANPAK GRONDWATERMODELLERING

Kragten heeft in de offertefase een Plan van Aanpak voor de grondwatermodellering opgesteld. Dit is op 24 oktober 2019 middels een overleg met Waterschap Limburg (Arnoud Soetens) vastgesteld en goedgekeurd.

Stap 1: opstartfase

- In overleg met waterschap vaststellen hoe we het model gaan toetsen (verificatiegesprek)
- Inventarisatie huidig model (modeldata en -resultaten bekijken)
- Beeoordelen aanvullende data. Accent dient te liggen op de ondiepe ondergrond (verticale en horizontale doorlatendheid) en de parametrisatie van de Huilbeek (weerstanden beekloop). Mogelijk zijn bij Limburgs Landschap aanvullende boringen van Beeselsbroek beschikbaar.
- Afhankelijk van hoeveelheid en complexiteit van aanvullende data, een eerste quick-scan van de modelgevoeligheid, zodat we kunnen afwegen welke aanvullende data relevant is. Hierbij dient rekening gehouden te worden met de breuk die in de omgeving aanwezig is en de oude Maasgeul die bepalend is voor het grondwaterregime.
- Eventueel overleg met waterschap over aanvullende data en hoe te verwerken
- Verwerken aanvullende data, vaststellen kalibratie- en validatieset
- Modelrun met nieuw model, vergelijken resultaten met oorspronkelijk model en vaststellen kwaliteit van en knelpunten in model

Overleg met waterschap over resultaten en bespreken uitgangspunten gevoeligheidsanalyse

Stap 2: model- en gevoeligheidsanalyse

- Interne bespreking werking model en grondwatersysteem
- Vaststellen gevoeligheidsanalyse (welke parameters en hoe uit te voeren)
- Uitvoeren gevoeligheidsanalyse, diverse modelruns met aangepaste parameters en eventueel gebruikmakend van PEST
- Resultaten verwerken en interpreteren
- Advies opstellen m.b.t. kalibratie

Overleg met waterschap over resultaten gevoeligheidsanalyse en kalibratie-advies. Tijdens dit overleg worden de uitgangspunten en randvoorwaarden voor de kalibratie (act 3) definitief vastgesteld: wat gaan we wel/niet doen en hoe? Voorstel is om de kalibratie in 2 rondes te doen met tussentijds overleg. De praktijk leert dat, mede door een gedegen model- en gevoeligheidsanalyse (act 2), 2 rondes volstaan om het model te kalibreren. Tijdens het overleg wordt vastgesteld of – gegeven de kennis op dat moment – dit inderdaad de beste strategie is, of dat we de strategie beter kunnen aanpassen.

Stap 3: kalibratie

- Uitvoeren eerste kalibratieronde, uitvoeren van modelruns en verwerken resultaten
- Bespreken resultaten eerste ronde met waterschap, eventueel aanscherpen van uitgangspunten tweede ronde
- Uitvoeren tweede kalibratieronde, uitvoeren modelruns en verwerken resultaten

Overleg met waterschap over kalibratieresultaten. In principe ronden we de kalibratie af, tenzij de resultaten aanleiding geven om aanvullende berekeningen uit te voeren (meerwerk). Bij akkoord wordt het model goedgekeurd ten behoeve van de projectberekeningen.

Stap 4: uitvoeren definitieve modelrun en oplevering

- a. Uitvoeren niet-stationaire modelrun (eventueel ook stationair?) en modelvalidatie
- b. Verwerken van resultaten en genereren van kaartbeelden
- c. Schrijven van notitie/rapportage
- d. Oplevering modelbestanden op de rekenserver

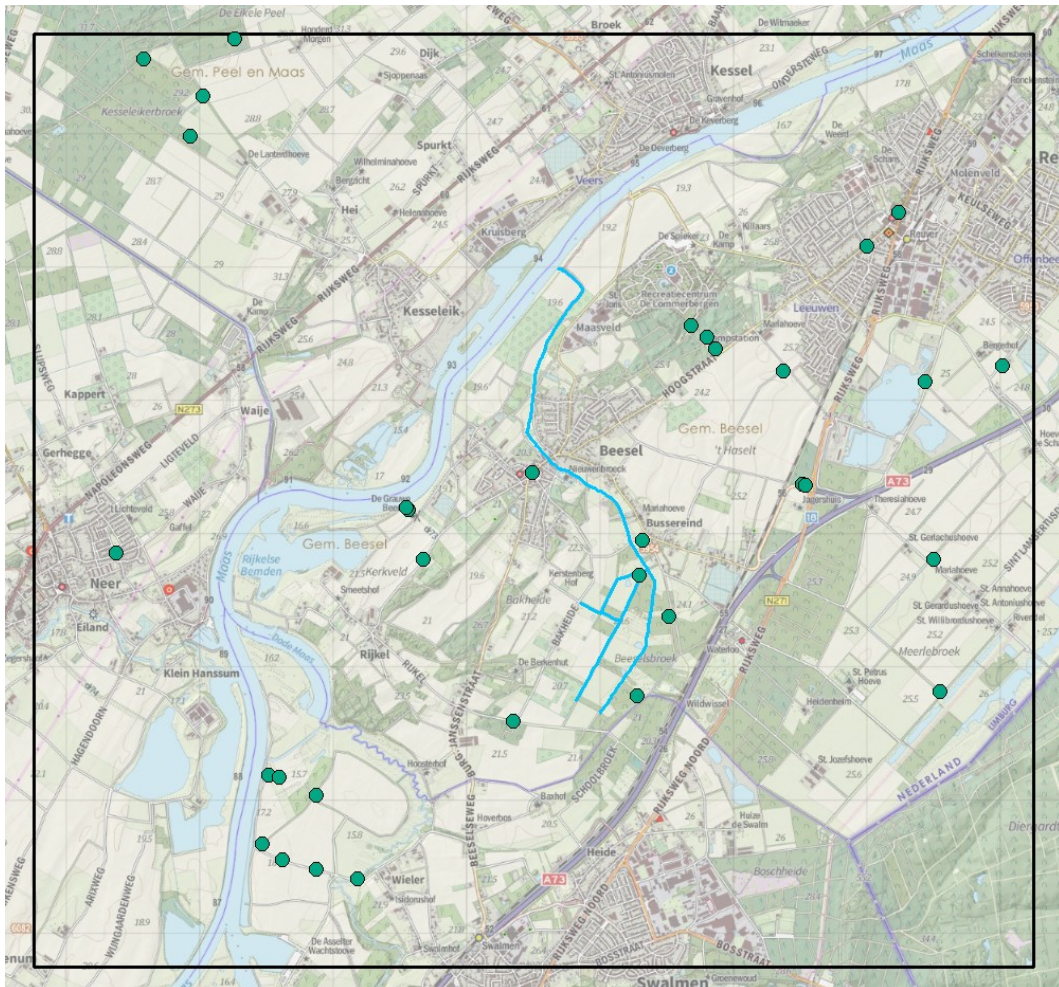
3 TOETSING GRONDWATERMODEL

Inleiding

Kragten voert in opdracht van Waterschap Limburg de grondwatermodellering voor de herinrichting van de Huilbeek uit. In het Plan van Aanpak grondwatermodellering Huilbeek is aangegeven dat vooraf wordt vastgesteld hoe het grondwatermodel getoetst wordt. Onderhavige memo bespreekt de toetsingsmethode. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen het toetsen van de stationaire en instationaire modelberekeningen. Conform het vastgestelde Plan van Aanpak worden de modelstappen 1 en 2 (opstartfase en model- en gevoeligheidsanalyse) stationair uitgevoerd en de modelstappen 3 en 4 (kalibratie en definitieve modelruns) instationair.

Beschikbare toetsgegevens

De berekende grondwaterstanden worden getoetst aan de hand van gemeten grondwaterstanden. In het projectgebied is een aantal peilbuizen aanwezig waarin de grondwaterstanden gemeten worden. In het kader van de actualisatie van IBRAHYM naar versie 2.1, welke in 2018 is uitgevoerd, is gebruik gemaakt van een aantal van deze peilbuizen. De locatie van deze peilbuizen in relatie tot het modelgebied van de Huilbeek is weergegeven op onderstaande afbeelding. Hierbij is gekeken naar de peilbuizen in de modellagen 1 t/m 4. Ingeschat wordt dat deze modellagen het meest relevant zijn voor de grondwatermodellering van de Huilbeek.



Afbeelding 1 Peilbuizen toetsing IBRAHYM 2.1

Voor het toetsen van het model van de Huilbeek is deze peilbuizenset beoordeeld op de geschiktheid van de meetreeks, gebaseerd op een aantal factoren:

- Volledige of gedeeltelijke overeenkomst meetreeks met de IBRAHYM-modelperiode 1994-2011
- Metadata van de peilbuis (maaiveldhoogte, filterstelling bekend)
- Locatie in het modelgebied, zo goed mogelijke evenredige verdeling

De set is verder uitgebreid met één andere peilbuis uit Dinoloket (B58G0366). Op basis van de hierboven genoemde factoren is gekomen tot de een peilbuizenset welke gebruikt gaat worden voor de validatie en kalibratie van het model. De kenmerken van deze buizen zijn opgenomen in **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**

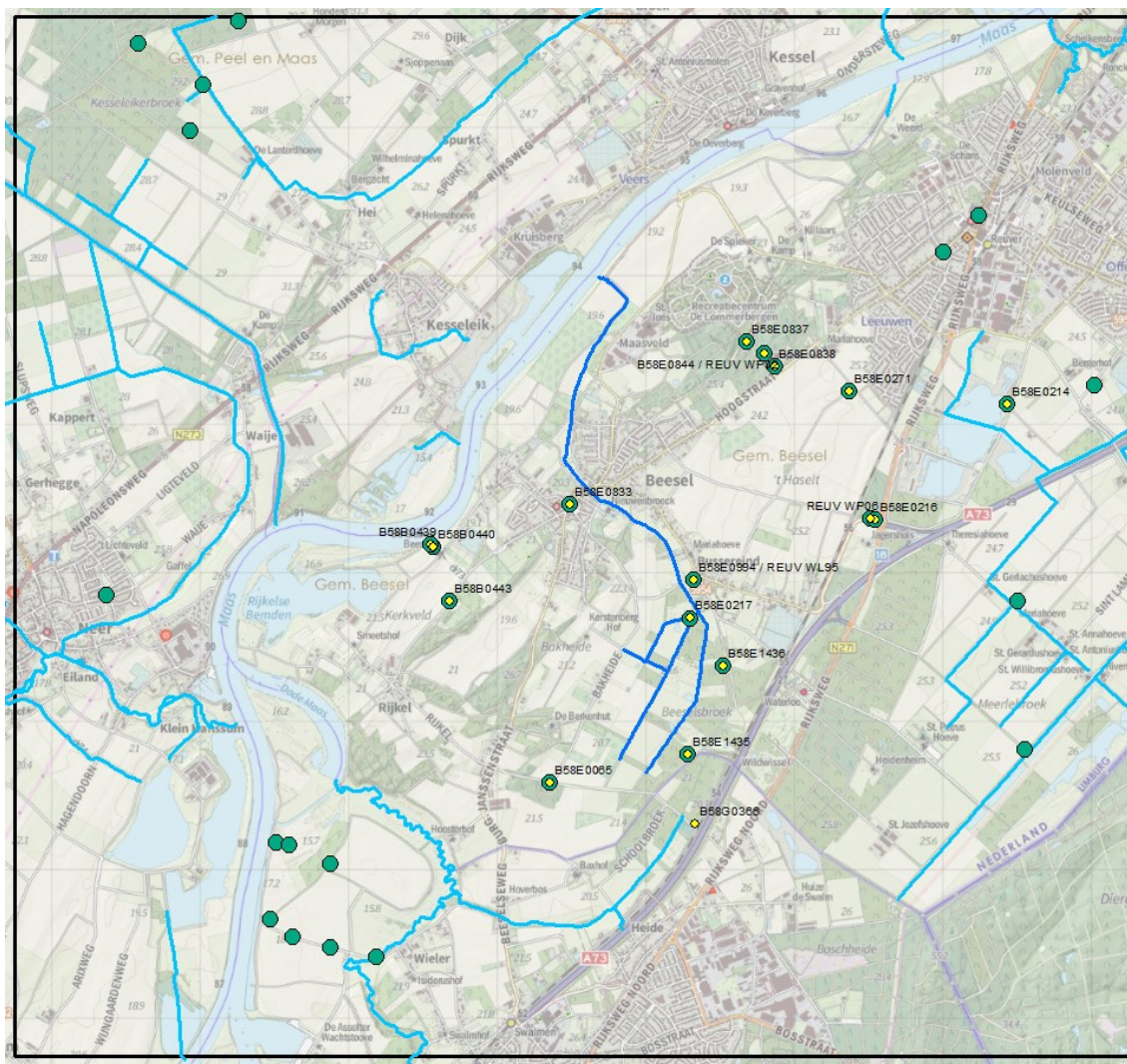
Hierbij dient te worden opgemerkt dat van een aantal peilbuizen de filterstelling niet bekend is. Dit zijn de buizen B58E0833, B58E1435 en B58E1436. Zonder deze peilbuizen is de ruimtelijke verdeling van de validatie- en kalibratieset echter niet optimaal. Aangenomen wordt dat deze peilbuizen de grondwaterstand in het eerste watervoerende pakket meten en drie van deze peilbuizen zijn ook meegenomen in de kalibratie van IBRAHYM v2.1. Deze peilbuizen worden daarom toch opgenomen in de validatie- en kalibratieset.

Van elke peilbuis is ook nagegaan in welke modellaag of -lagen deze zich bevindt. Dit is van belang aangezien in modellaag 1 plaatselijk hoge weerstanden aanwezig zijn. Zo kan in een later stadium worden nagegaan of het een freatische peilbuis betreft of dat deze in het eerste watervoerende pakket onder een weerstandbiedende laag staat.

Tabel 1 Validatie- en kalibratiebuizen

Naam	X	Y	Maaiveld (m NAP)	Start metingen	Einde metingen	GHG (m NAP)	GVG (m NAP)	GLG (m NAP)	Modellaag
B58B0439	199547	364195	18,04	1999	2003	-	-	-	2,3
B58B0443	199677	363807	22,48	1999	2003	-	-	-	2
B58E0065	200350	362590	21,66	1953	2012	19,27	19,14	18,73	3
B58E0216	202540	364360	24,94	1983	2001	22,86	22,67	22,10	2
B58E0217	201296	363702	20,10	1983	2019	19,93	19,88	19,46	2,3,4
B58E0271	202370	365220	24,99	1994	1998	-	-	-	1,2,3
B58E0833	200490	364460	21,58	1954	2001	17,77	17,59	16,97	2
B58E0837	201680	365560	23,94	1983	2001	18,68	18,40	18,10	2
B58E0838	201865	365390	26,32	1983	2001	19,50	19,25	18,93	2
B58E1435	201281	362782	19,60	2007	2017	19,85	-	19,51	1
B58E1436	201518	363377	20,83	2007	2017	-	-	-	1
B58E0214	203435	365140	25,11	1983	2001	23,52	23,34	22,76	
B58B0440	199567	364178	18,70	1999	2003	-	-	-	
B58E0844 / REUV WP02	201800	365475	26,44	1964	1996	-	-	-	
B58E0994 / REUV WL95	201320	363950	20,11	1952	1979	-	-	-	
REUV WP06	202515	364370							

De locatie van de peilbuizen is ook op onderstaande kaart weergegeven. De grote bollen komen overeen met de kalibratieset voor IBRAHYM v2.1. De gele peilbuizen zijn de validatie- en kalibratiebuizen voor de grondwatermodellering voor de Huilbeek. Deze locaties komen grotendeels overeen met de IBRAHYM v2.1-set.



Afbeelding 2 Peilbuizen toetsing grondwatermodellering Huilbeek

Beoordeling meetgegevens

De beschikbare meetgegevens zijn ten tijde van de kalibratie van IBRAHYM 2.0 getoetst door KWR (Samenstelling ijkset voor IBRAHYM, KWR, 2013). Hierbij zijn de meetreeksen met behulp van tijdreeksanalyse gecontroleerd op kwaliteit en plausibiliteit. Ook zijn er wegingsfactoren toegekend aan de meetpunten. Voor het gebruik van de ijkset zijn de volgende kanttekeningen door KWR geplaatst:

- Er is alleen een zeer grove controle van de ergste fouten gedaan. We verwachten dat er nog veel fouten in de meetreeksen zullen zitten. Bijvoorbeeld uitschieters of sprongen door niet goed verwerkte aanpassingen van de buishoogte of filterverwisselingen. Reeksen met dergelijke fouten zijn waarschijnlijk niet goed gemodelleerd, en hebben daarom een lagere weegfactor gekregen. Verhelpen van dergelijke fouten leidt dus tot betere kalibratiewaarden met een overeenkomstig groter gewicht.
- Controle van de tijdreeksmodellen alleen op een aantal statistische parameters, dus weinig hydrologische controle.
- De simulaties zijn zo goed als het tijdreeksmodel. Relatief slechte tijdreeksmodellen (bijv. met een lage verklaarde variantie) zullen minder goede simulaties van de grondwaterstand opleveren, vooral als de (klimatologische) omstandigheden anders zijn dan in de periode waarvoor het tijdreeksmodel is afgeleid.
- Als bij het vergelijken van de modelparameters met de waarden uit de tijdreeksen grote verschillen aan het licht komen, dan raden we aan om eerst de meetreeksen te

controleren en niet 'blind' het model aan te passen. Controle van de tijdreeksen kan zich richten op aspecten als: foute waarden (uitschieters), sprongen (door oplengingen van de meetbuis), validatie van divermetingen.

Bovenstaande kanttekeningen worden meegenomen bij de toepassing en interpretatie van de meetgegevens. Concreet betekent dit dat we bij grote verschillen tussen het model en meting eerst de meetdata en -locatie nader zullen toetsen. Wat betreft de locatie kijken we met name naar de representativiteit van de meetlocatie in relatie tot de modelresolutie en -data. Vooral peilbuizen nabij ontwateringsmiddelen en peilbuizen in bebouwd gebied verdienen hierbij extra aandacht. Daarnaast worden de beschikbare meetreeksen nog visueel geïnspecteerd om uitschieters en sprongen te detecteren.

Plausibiliteit

Naast toetsing aan de hand van meetgegevens, toetsen we het model ook op plausibiliteit. Dit is in feite een toetsing op basis van 'zachte' informatie gebaseerd op gebiedskennis. In delen van het studiegebied waar we geen meetdata hebben, willen we de kennis die binnen het waterschap aanwezig is benutten om het modelresultaat te toetsen. Dit betreft met name kennis over kwel/wegzijing en de diepte van de grondwaterstand. Aangezien deze informatie niet feitelijk (met data) is te onderbouwen, zal het slechts als ondersteunende informatie gebruikt worden en is het niet leidend bij eventuele aanpassingen van het model.

Focus bij beoordeling

Bij de toetsing van het model is het van groot belang om het doel van de modelstudie voor ogen te houden. Het doel is om met het model effectberekeningen voor de Huilbeek uit te kunnen voeren. Toetsing van het model dient dan ook gericht te zijn op een zo goed mogelijke beschrijving van

- de interactie tussen de Huilbeek en de omliggende grondwaterstand; en
- de doorwerking van eventuele effecten naar de omgeving.

Dit betekent dat bij de toetsing van het model de focus ligt op het model en meetdata rondom de Huilbeek. Verschillen tussen model en metingen van verafgelegen peilbuizen krijgen hiermee minder aandacht, tenzij afwijkingen een duidelijk regionaal patroon laten zien. Anders gezegd: verschillen tussen model en metingen geven slechts aanleiding tot modelaanpassingen, indien dit leidt tot een aantoonbare verbetering van het model ter plaatse van de Huilbeek.

Toetsing stationaire modelruns (stappen 1 en 2)

Conform de werkwijze bij de huidige modelversie, wordt voor het toetsen van de stationaire modelruns van elke peilbuisreeks de gemiddelde grondwaterstand bepaald. Deze wordt vervolgens vergeleken met de berekende waarde ter plaatse van de peilbuis in het model.

Indien evaluatie en toetsing van het model aanleiding geeft tot het gebruik van de automatische kalibratiemethode iPEST, dan wordt hiervoor een doelfunctie gebruikt die gelijk is aan die van IBRAHYM v2.0 en v2.1, namelijk de som van kwadraten van gewogen individuele residuen. Ook de wegingsfactoren worden overgenomen. Deze zijn destijds bepaald op basis van tijdreeksanalyse door KWR, zoals uitgevoerd voor IBRAHYM v2.0. Kalibratiefactoren worden getoetst aan de hand van het door iPEST bepaalde betrouwbaarheidsinterval en plausibiliteit.

Toetsing instationaire modelruns (stappen 3 en 4)

Het instationaire model wordt getoetst door voor de meetreeksen de GHG, GLG en dynamiek (GHG-GLG) af te leiden en deze te vergelijken met de gemodelleerde waarden. Tevens worden de gemodelleerde en gemeten meetreeksen met elkaar vergeleken. Dit is een visuele inspectie die veelal bijdraagt aan meer inzicht in geconstateerde verschillen tussen meting en model.

Wanneer is het model goed genoeg?

Het model is goed genoeg indien

- het model in staat is om de beschikbare grondwaterstandsmetingen rondom de Huilbeek goed te representeren; of
- de beschikbare meetdata geleid hebben tot plausibele modelaanpassingen, waarmee het maximaal haalbare is bereikt om het model te verbeteren.

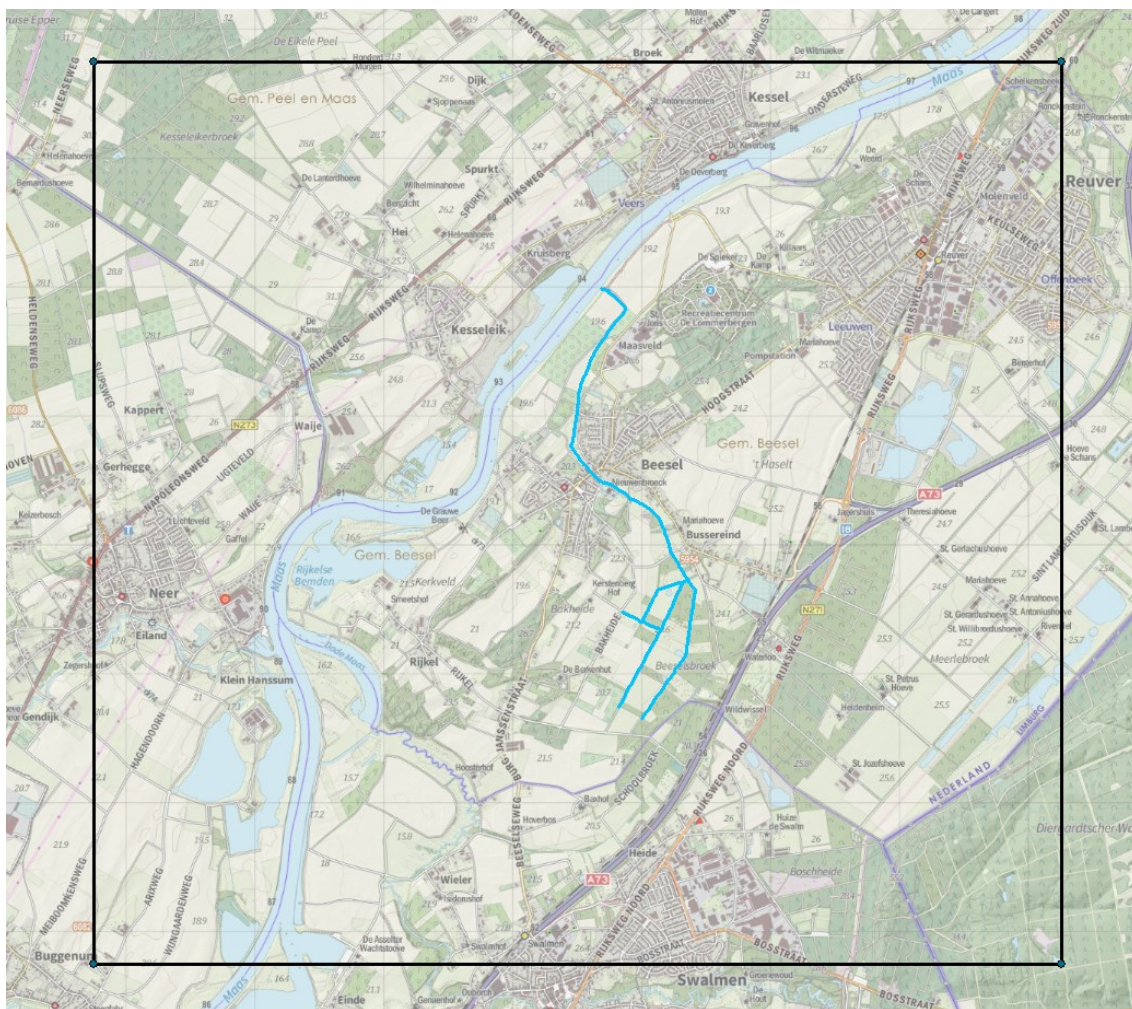
Bij bovenstaande gaan we uit van de eerder beschreven beoordelingsfocus; het doel is om uiteindelijk betrouwbare scenario-/effectberekeningen voor de Huilbeek met het model uit te kunnen voeren. Daarnaast is een belangrijke leidraad dat eventuele modelaanpassingen goed onderbouwd moeten kunnen worden door data. Hiermee waken we ervoor dat we het model 'overfitten'.

4 INVENTARISATIE MODELGEBIED

4.1 Modeluitsnede

Het door te rekenen modelgebied is bepaald aan de hand van de verwachte invloedssfeer van de herinrichting van de Huilbeek Afbeelding 3. De coördinaten van de linker benedenhoek en rechterbovenhoek zijn:

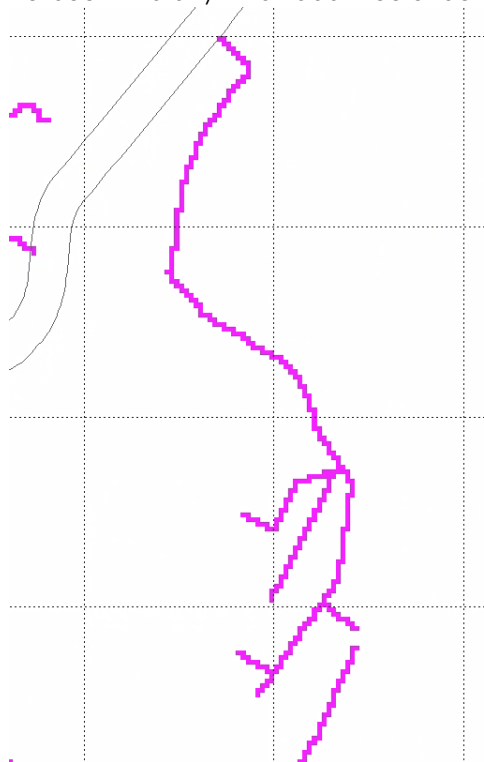
196750.00 360750.00 204250.00 367750.00.



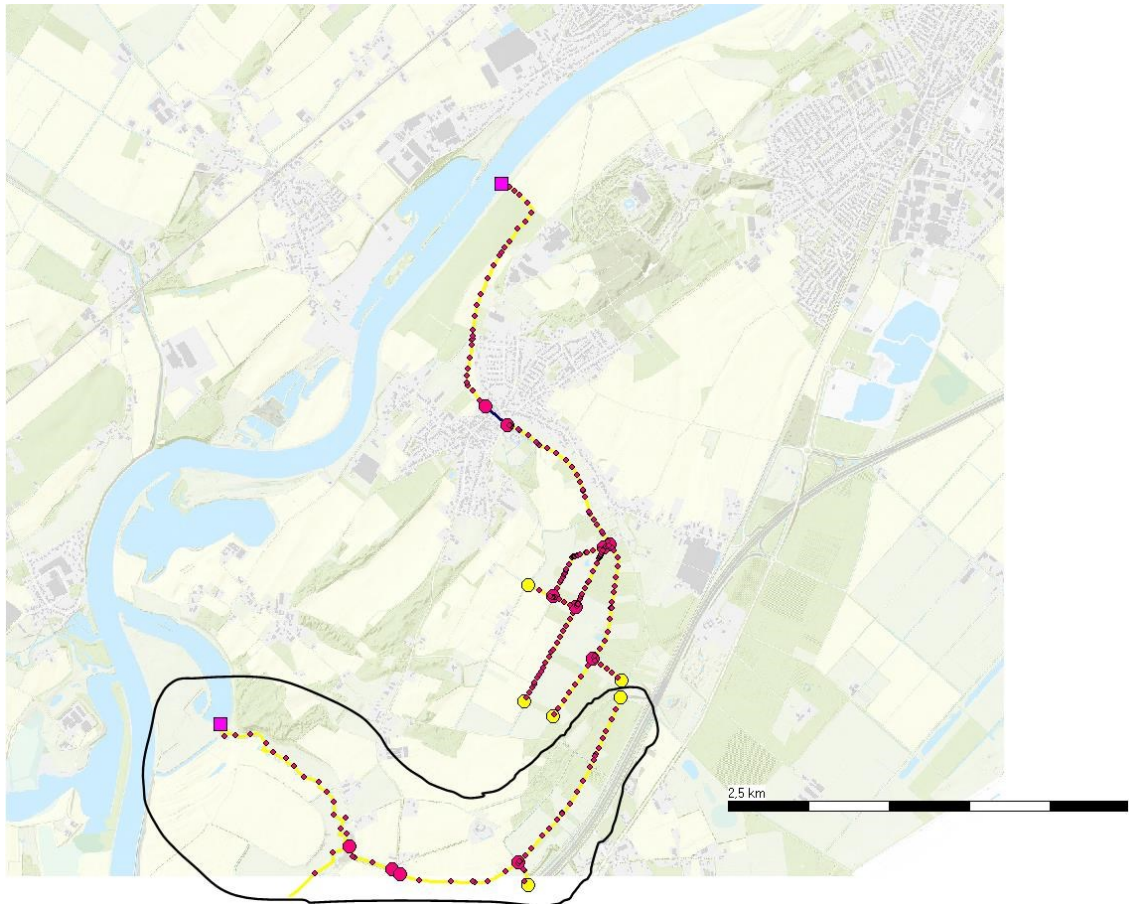
Afbeelding 3 Modeluitsnede met in blauw de Huilbeek

4.2 Huilbeek in Ibrahym en SOBEK

De Huilbeek zit in Ibrahym zoals weergegeven op Afbeelding 4. Dit wijkt af van de shapefile 'waterlopen' in gis (Afbeelding 3). Het gaat hierbij om enkele zijtakken in Beeselsbroek. Dit wijkt ook af van hoe de Huilbeek in het SOBEK-model zit. Dit is op Afbeelding 5 weergegeven. De Huilbeek in SOBEK is leidend, Ibrahym dient hierop aangepast te worden. Het aanpassen van de Huilbeek in Ibrahym valt daarmee onder het verwerken van aanvullende data.



Afbeelding 4 Huilbeek in Ibrahym

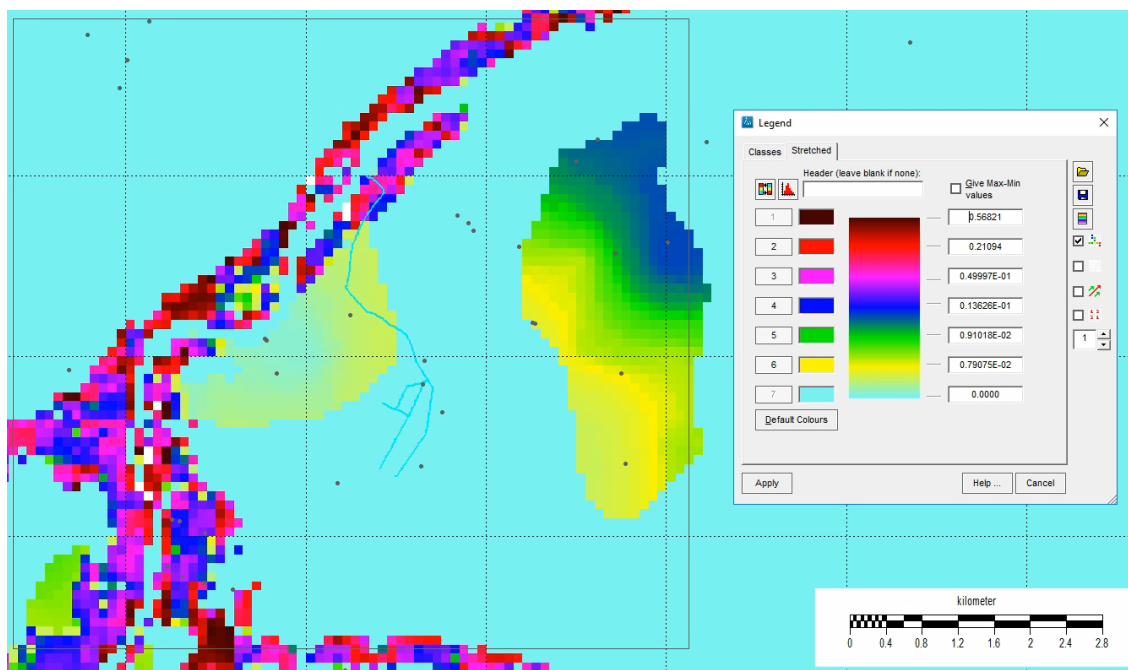


Afbeelding 5 Huilbeek in het SOBEK-model

4.3 Weerstand (KVV) in het modelgebied

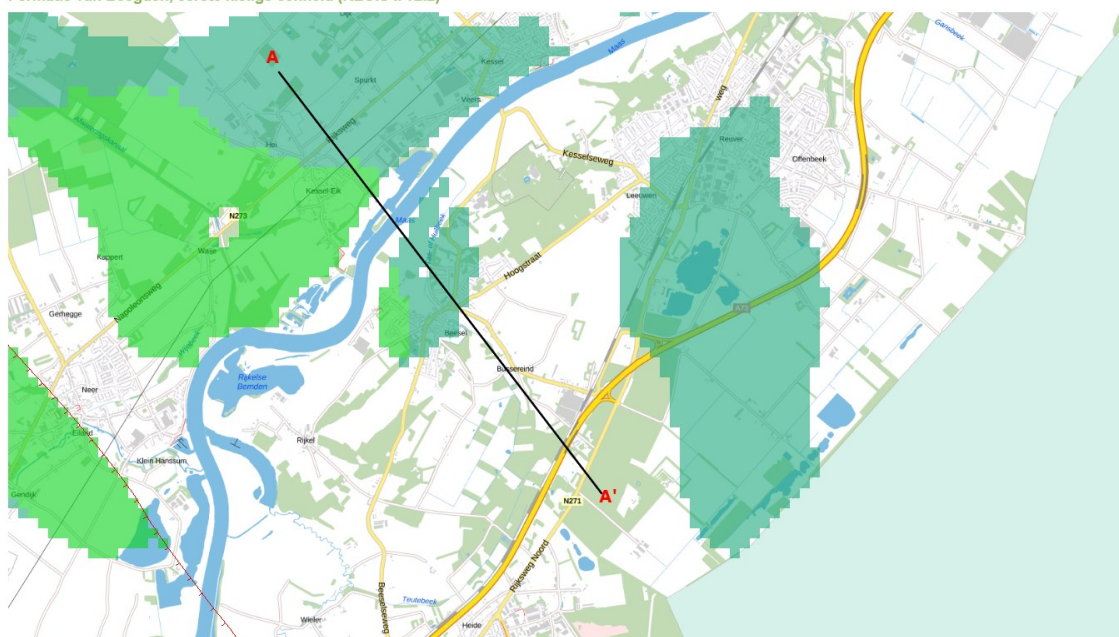
Doorlatendheid in modellaag 1. Deze liggen allen in het bereik van 2 of 3 cijfers achter de komma.

Let op: lage doorlatendheid dus hoge weerstand! In de modellagen 2 t/m 4 zit geen relevante weerstand.



Bij een analyse van deze weerstandsbiedende laag in REGIS II v2.2 blijkt de verbreiding van de weerstand met name in de kern van Beesel te zijn aangepast. In de kalibratiefase kan dit een waardevolle verbetering zijn voor het model.

Formatie van Beegden, eerste kleilige eenheid (REGIS II v2.2)



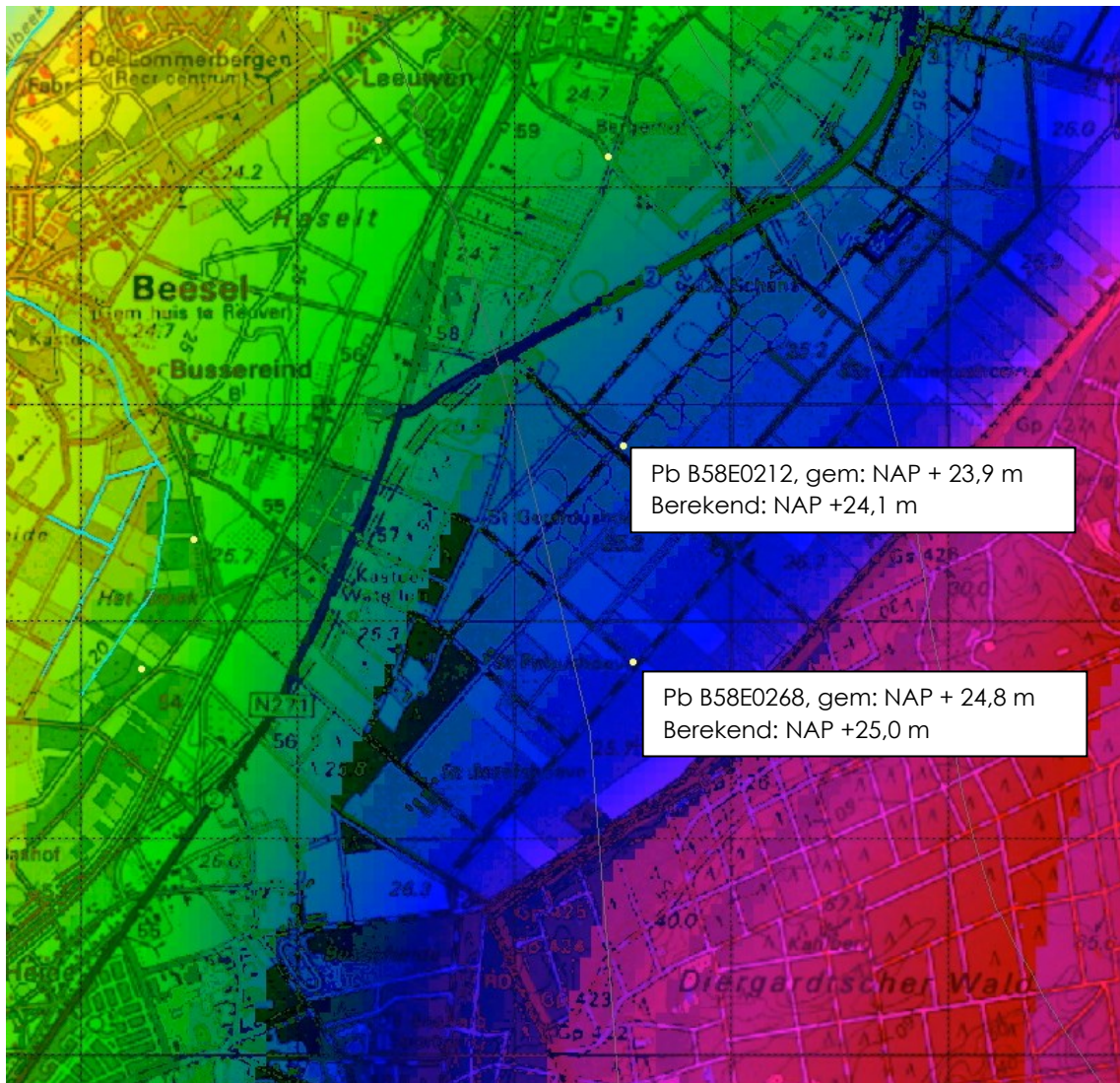
Afbeelding 7 KVV REGIS II v2.2

4.4 Grondwaterstanden oostelijk deel van het model

Om na te gaan of de grondwaterstanden nabij de modelrand plausibel zijn is een vergelijking gemaakt tussen de berekende modelresultaten van de initiële stationaire modelrun en de gemeten grondwaterstanden. Hierbij wordt gekeken naar twee peilbuizen ten oosten van de

A73, die in het hoger gelegen landbouwgebied nabij de grens met Duitsland liggen. In onderstaande afbeelding zijn deze peilbuizen, de gemiddelde grondwaterstand (op basis van Dinoloket) en de berekende stationaire grondwaterstand weergegeven.

In beide gevallen is het verschil tussen de gemeten en de berekende waarde 20 cm. Deze orde van grootte wordt als acceptabel geacht en vormt geen aanleiding voor aanpassingen aan de uitgangsgroundwaterstanden.



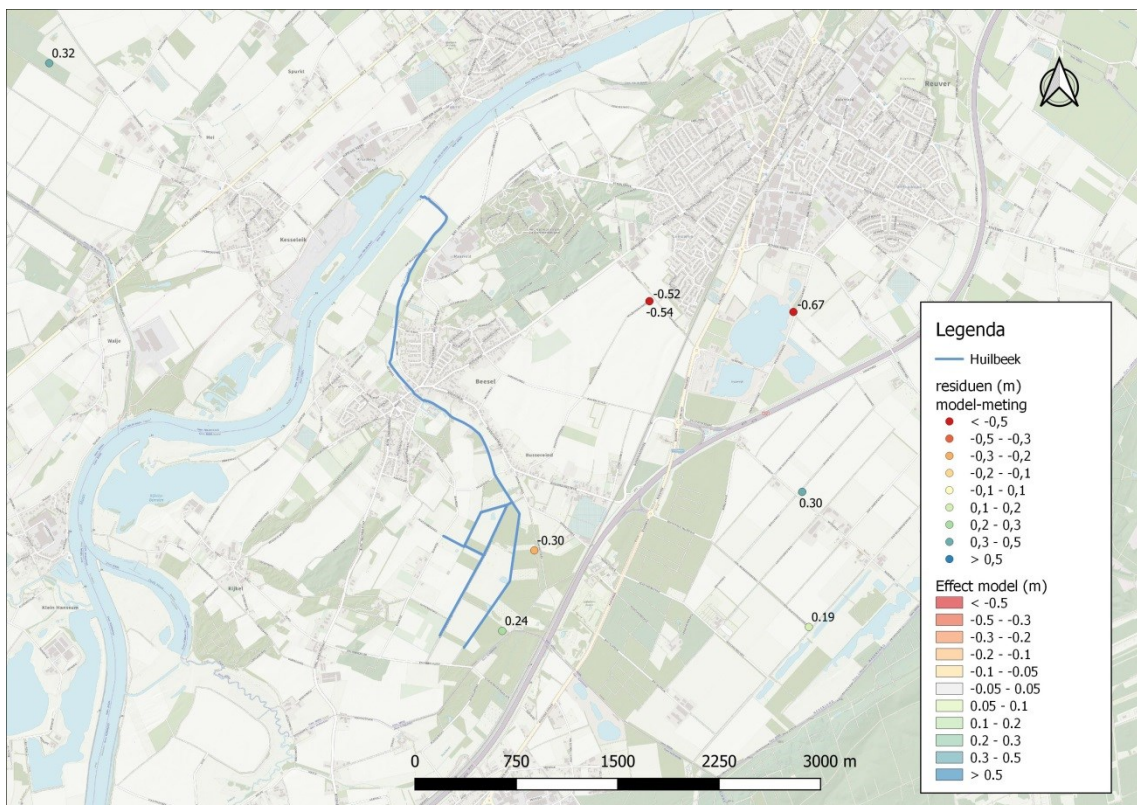
Afbeelding 8 Vergelijking gemeten en berekende grondwaterstanden oostelijk modeldeel

5 GEVOELIGHEIDSANALYSE

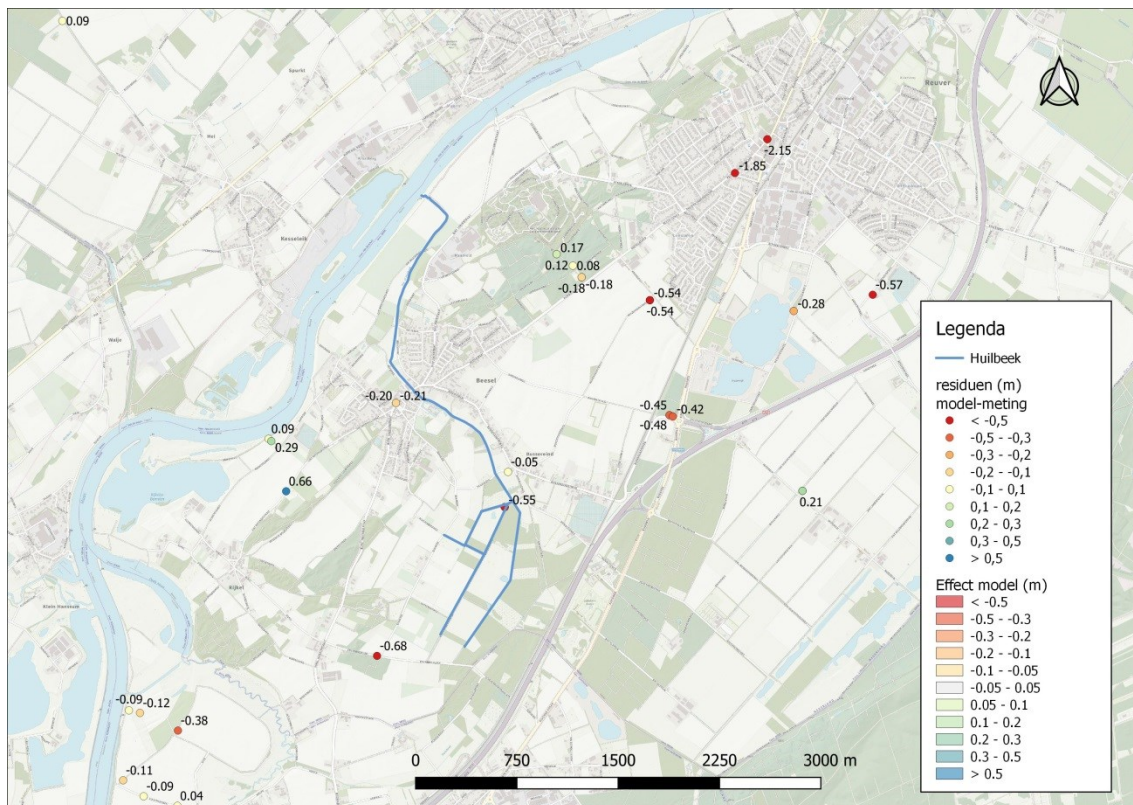
5.1 Initiële stationaire modelrun (init_stat_50.run)

Om te bepalen of de modelresultaten bij het doorrekenen van de modeluitsnede niet te veel afwijken van bij het doorrekenen van het complete model is de modelrun init_stat_50.run uitgevoerd. Dit blijkt niet het geval. Deze modelrun wordt daarom het uitgangspunt voor de gevoeligheidsanalyse. Alle uitgevoerde modelruns in de gevoeligheidsanalyse worden met deze modelrun vergeleken.

De residuen (verschil tussen metingen en modelberekening) van deze modelrun zijn weergegeven in onderstaande afbeeldingen. In de modellagen 1 (Afbeelding 9) en 2 t/m 4 (Afbeelding 10) lopen de residuen nogal uiteen. Afwijkingen liggen in de orde grootte van 20 cm te hoog (blauw/groen) en te laag (geel/oranje). Nabij Reuver berekent het model grondwaterstanden van 50-60 cm te laag.



Afbeelding 9 Residukaart laag 1 bij initiële run



Afbeelding 10 Residukaart laag 2-4 bij initiële run

5.2 Gevoeligheid KHV

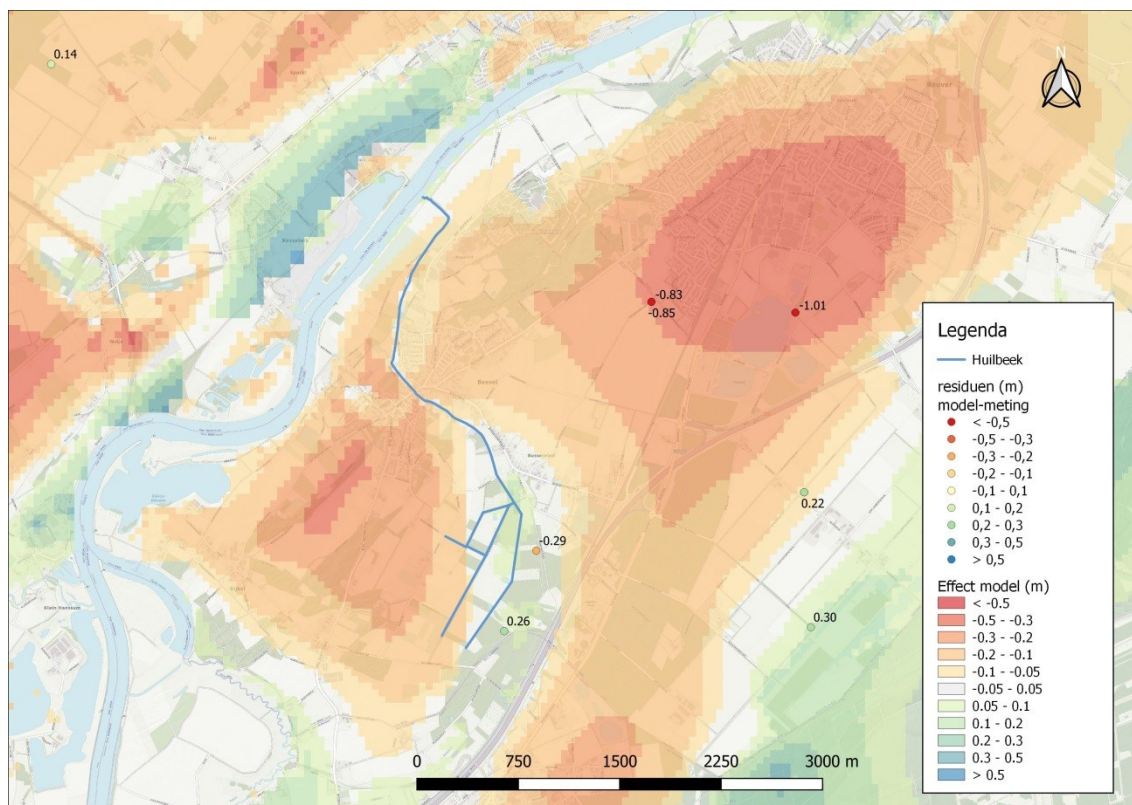
Om de gevoeligheid van de horizontale doorlatendheid te bepalen zijn twee scenario's doorgerekend:

- Verhoging KHV met een factor 2: stat_50_khv-fct2
- Verlaging KHV met een factor 0,5: stat_50_khv-fct05

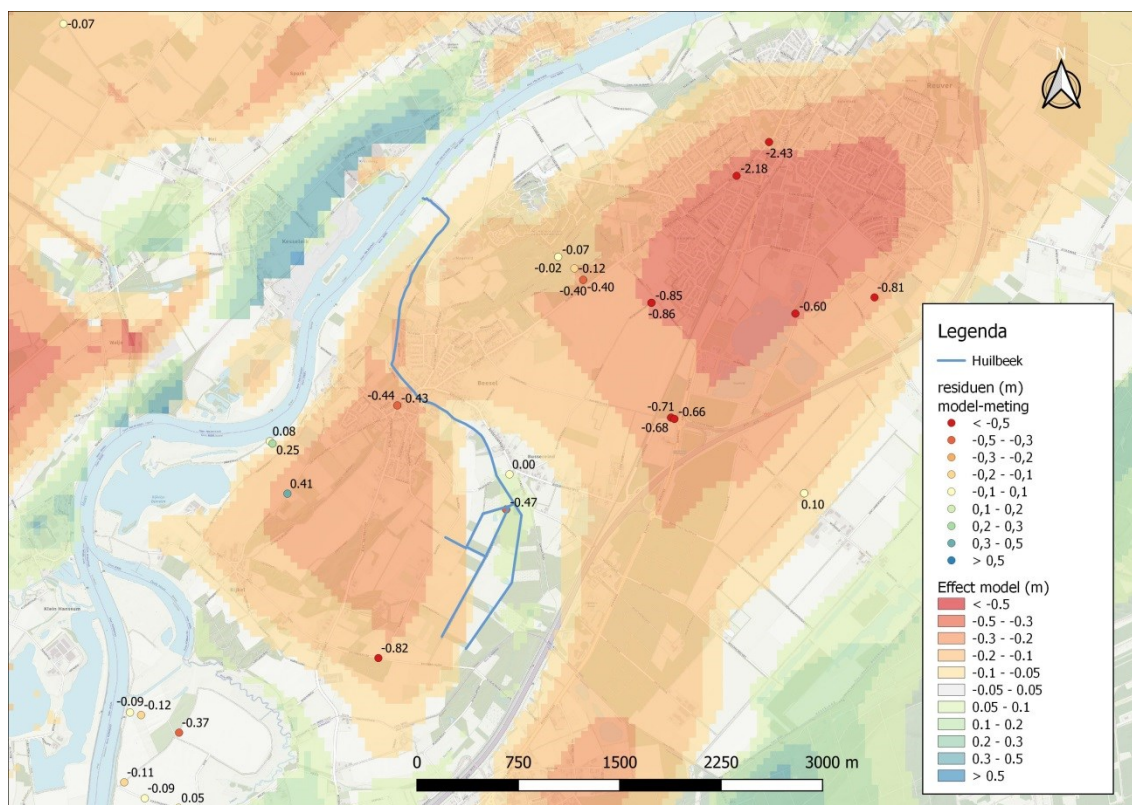
Van elk scenario zijn verschilkaarten van de heads gemaakt (vergelijking met init_stat_50.run).

5.2.1 Verhoging KHV met factor 2 (stat_50_khv-fct2)

Het verschil voor modellaag 1 en de lagen 2 t/m 4 is in onderstaande kaarten weergegeven.



Afbeelding 11 Verschilkaart laag 1 bij verhoging horizontale doorlatendheid

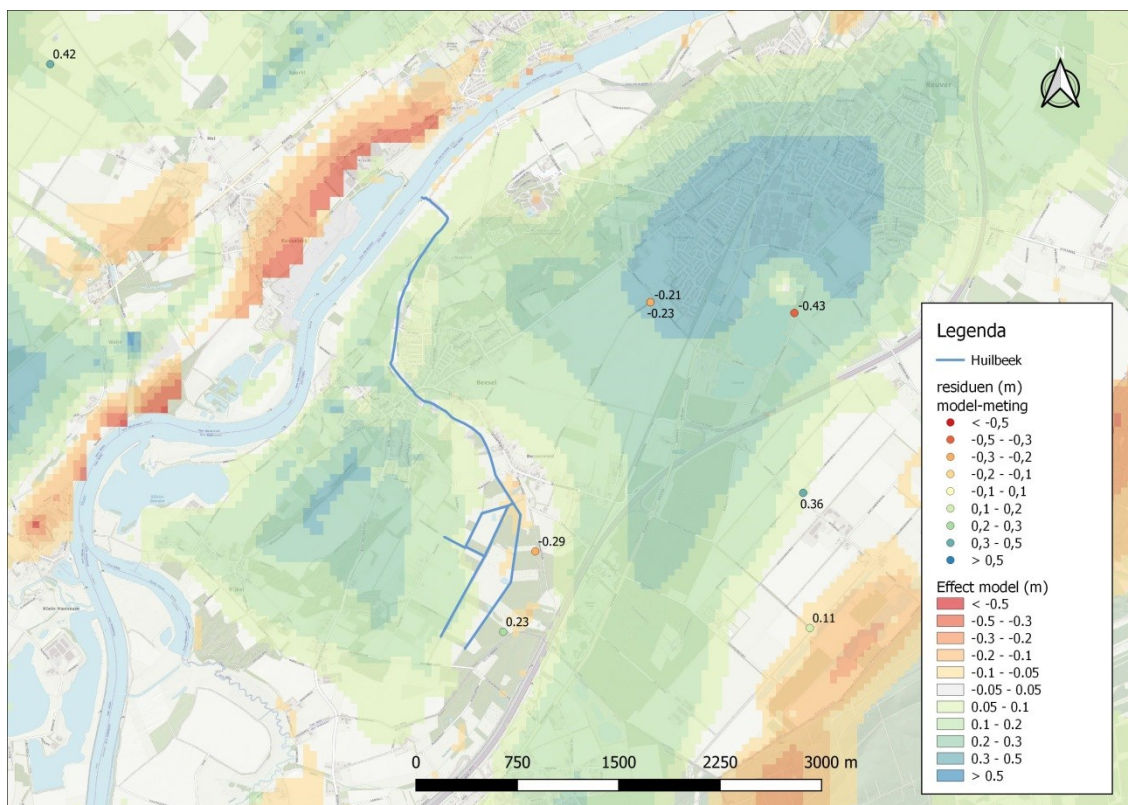


Afbeelding 12 Verschilkaart laag 2 t/m 4 bij verhoging horizontale doorlatendheid

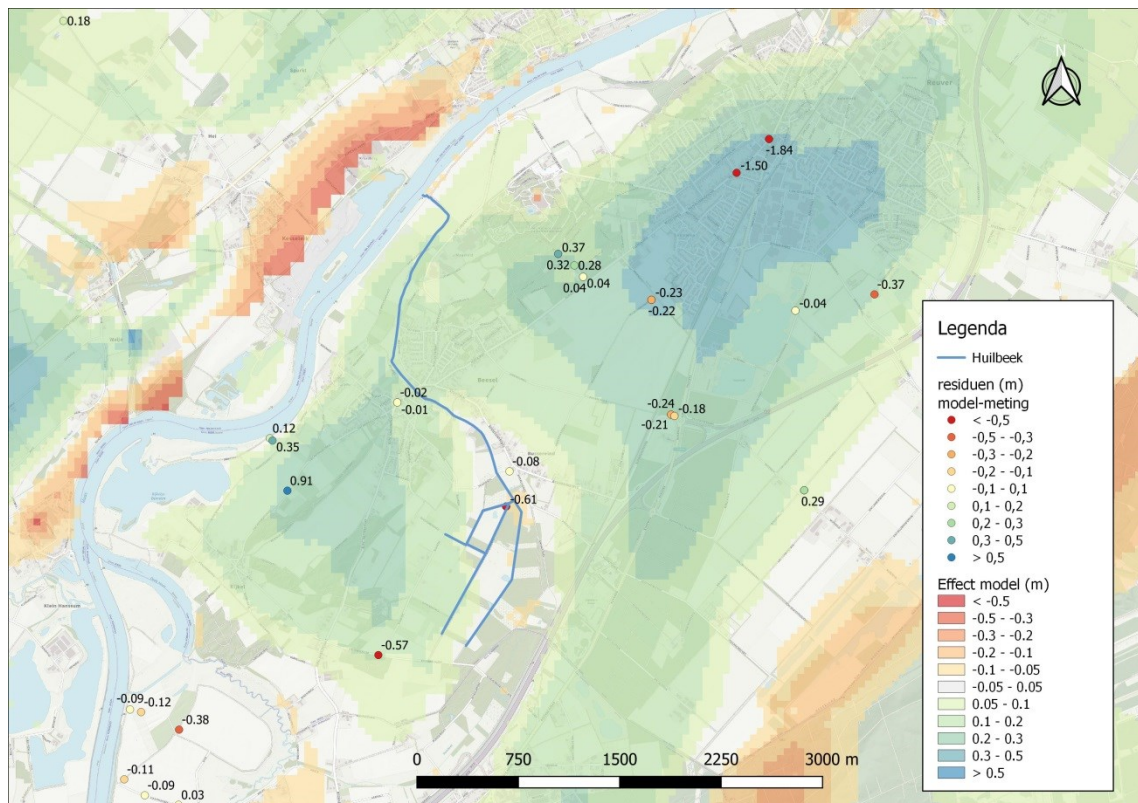
Ter plaatse van het bovenstroomse deel van de Huilbeek, waar de beek in het model draineert, stijgt de grondwaterstand licht. In de omliggende gebieden nemen de grondwaterstanden af. Dit houdt in dat het water sneller wordt afgevoerd richting de oppervlaktewateren.

5.2.2 Verlaging KHV met factor 2 (stat_50_khv-fct05)

Voor modellaag 1 en 2 is het effect van het verlagen van de KHV vrijwel gelijk. Het verschil voor modellaag 1 is in onderstaande kaart weergegeven.



Afbeelding 13 Verschilkaart laag 1 bij verlaging horizontale doorlatendheid



Afbeelding 14 Verschilkaart lagen 2 t/m 4 bij verlaging horizontale doorlatendheid

Ter plaatse van het bovenstroomse deel van de Huilbeek, waar de beek in het model draineert, daalt de grondwaterstand licht. In de omliggende gebieden nemen de grondwaterstanden toe. Het grondwater wordt langer vastgehouden en minder snel door de oppervlaktewateren afgevoerd.

5.3 Gevoeligheid KVV

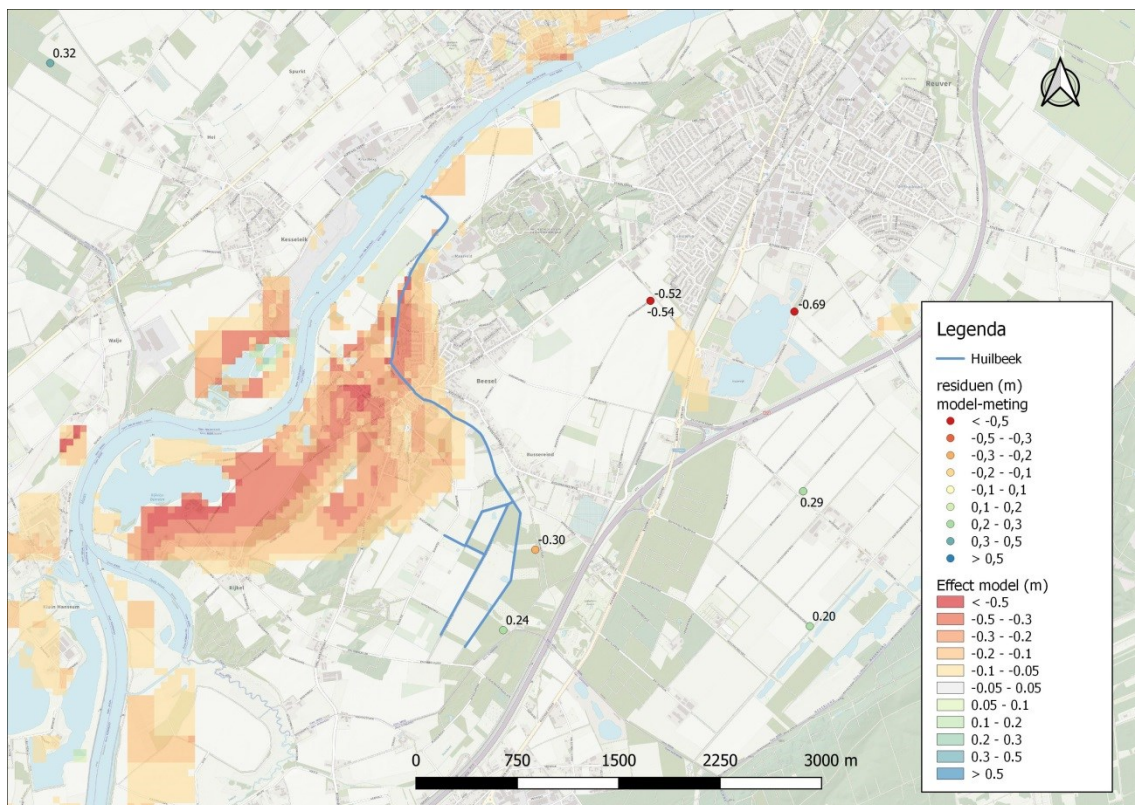
Om de gevoeligheid van de verticale doorlatendheid (en dus de weerstand tussen de lagen 1 en 2) te bepalen zijn twee scenario's doorgerekend:

- Verhoging KVV met een factor 10 (en dus verlaging weerstand): stat_50_kv-v-fct10
- Verlaging KVV met een factor 0,2 (en dus verhoging weerstand): stat_50_kv-v-fct02

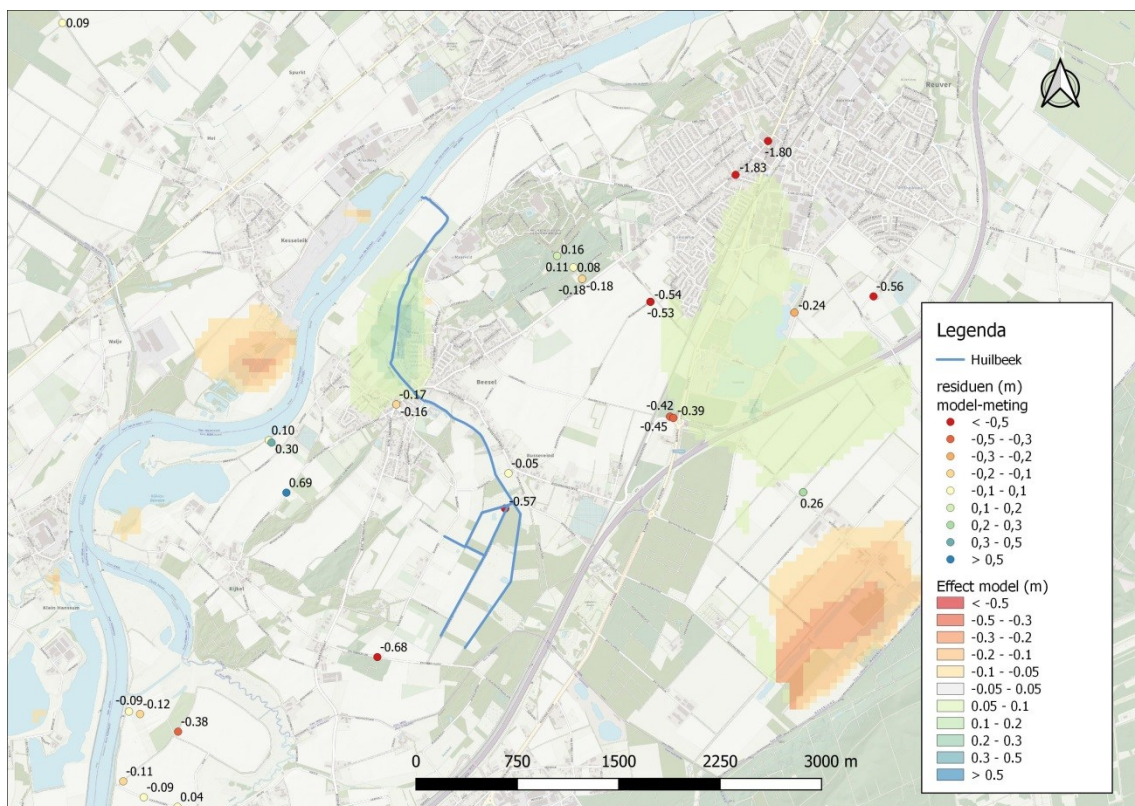
Van elk scenario zijn verschilkaarten van de heads gemaakt (vergelijking met init_stat_50.run).

5.3.1 Verhoging KVV met factor 10(verlaging weerstand, stat_50_kv-v-fct10)

Het verschil voor modellaag 1 en de lagen 2 t/m 4 is in onderstaande kaarten weergegeven.



Afbeelding 15 Verschilkaart laag 1 bij verhoging verticale doorlatendheid (= verlaging weerstand)



Afbeelding 16 Verschilkaart laag 2 t/m 4 bij verhoging verticale doorlatendheid (= verlaging weerstand)

Gevolgen verlagen van de weerstand:

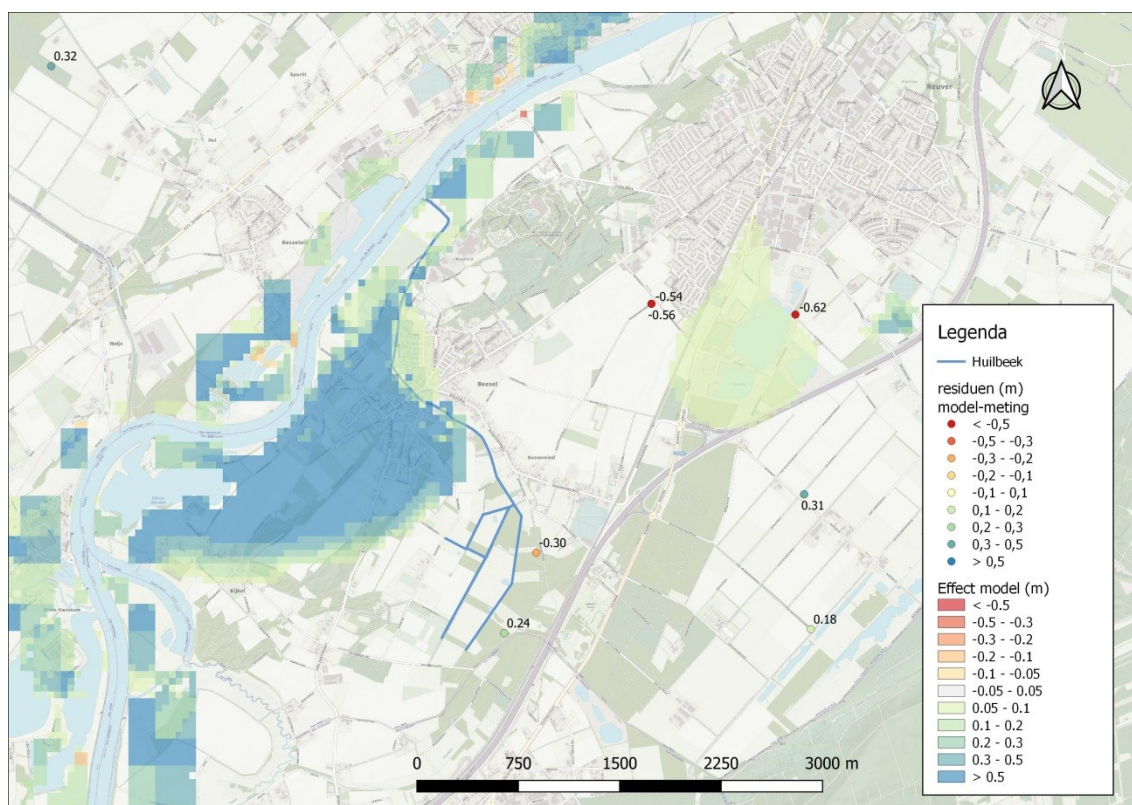
- Modellaag 1: ter plaatse van de weerstand tussen modellaag 1 en 2 worden de grondwaterstanden lager. Weinig tot geen effect in het zuidelijk deel van de weerstand tegen de Duitse grens.
- Modellaag 2: ter plaatse van de weerstand tussen modellaag 1 en 2 worden de grondwaterstanden hoger; behalve bij het zuidelijk deel van de weerstand tegen de Duitse grens. Hier nemen de grondwaterstanden juist af.
- Het effect is conform verwachting aangezien door verlaging van de weerstand meer water van modellaag 1 naar modellaag 2 stroomt.

5.3.2 Verlaging KVV met factor 5(verhoging weerstand, stat_50_kv-vfct02)

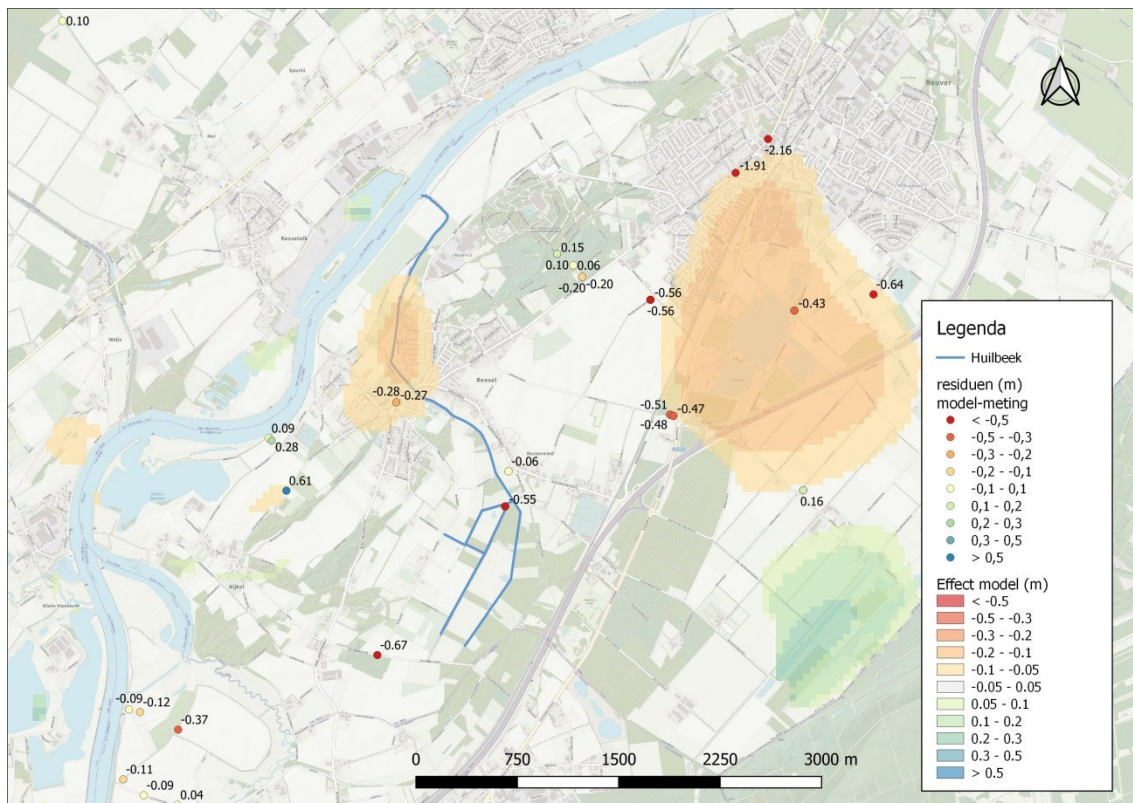
Het verschil voor modellaag 1 en de lagen 2 t/m 4 is in onderstaande kaarten weergegeven.

Gevolgen verhogen van de weerstand:

- Modellaag 1: ter plaatse van de weerstand tussen modellaag 1 en 2 worden de grondwaterstanden hoger. Bij de weerstand aan de Maas is het effect het grootst. Weinig tot geen effect in het zuidelijk deel van de weerstand tegen de Duitse grens.
- Modellaag 2: ter plaatse van de weerstand tussen modellaag 1 en 2 worden de grondwaterstanden lager; behalve bij het zuidelijk deel van de weerstand tegen de Duitse grens. Hier nemen de grondwaterstanden juist toe.
- Het effect is conform verwachting aangezien door verhoging van de weerstand minder water van modellaag 1 naar modellaag 2 kan stromen.



Afbeelding 17 Verschilkaart laag 1 bij verlaging verticale doorlatendheid (= verhoging weerstand)



Afbeelding 18 Verschilkaart laag 2 t/m 4 bij verlaging verticale doorlatendheid (= verhoging weerstand)

5.4 Gevoeligheid conductance rivers

Om de gevoeligheid van de conductance ter plaatse van de Huilbeek (RIVER_PRIMAIR_COND_GEMIDDELD.IDF) te bepalen zijn twee scenario's doorgekend:

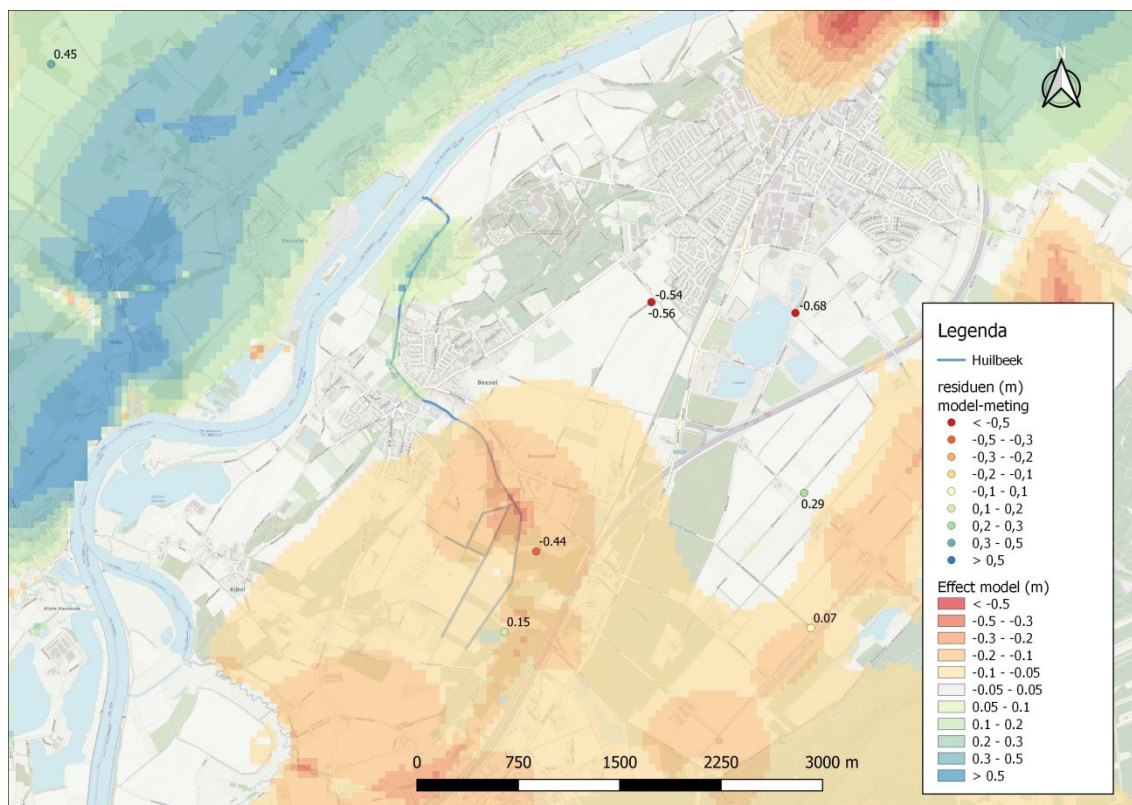
- Verhoging conductance met een factor 5: STAT_50_cond-fct5
- Verlaging conductance met een factor 0,2: STAT_50_cond-fct02

De conductance is het doorlaatvermogen van een watergang, hier in m^2/d . Een verhoging van de conductance betekent dus een verlaging van de weerstand! Van elk scenario zijn verschilkaarten van de heads gemaakt (vergelijking met init_stat_50.run).

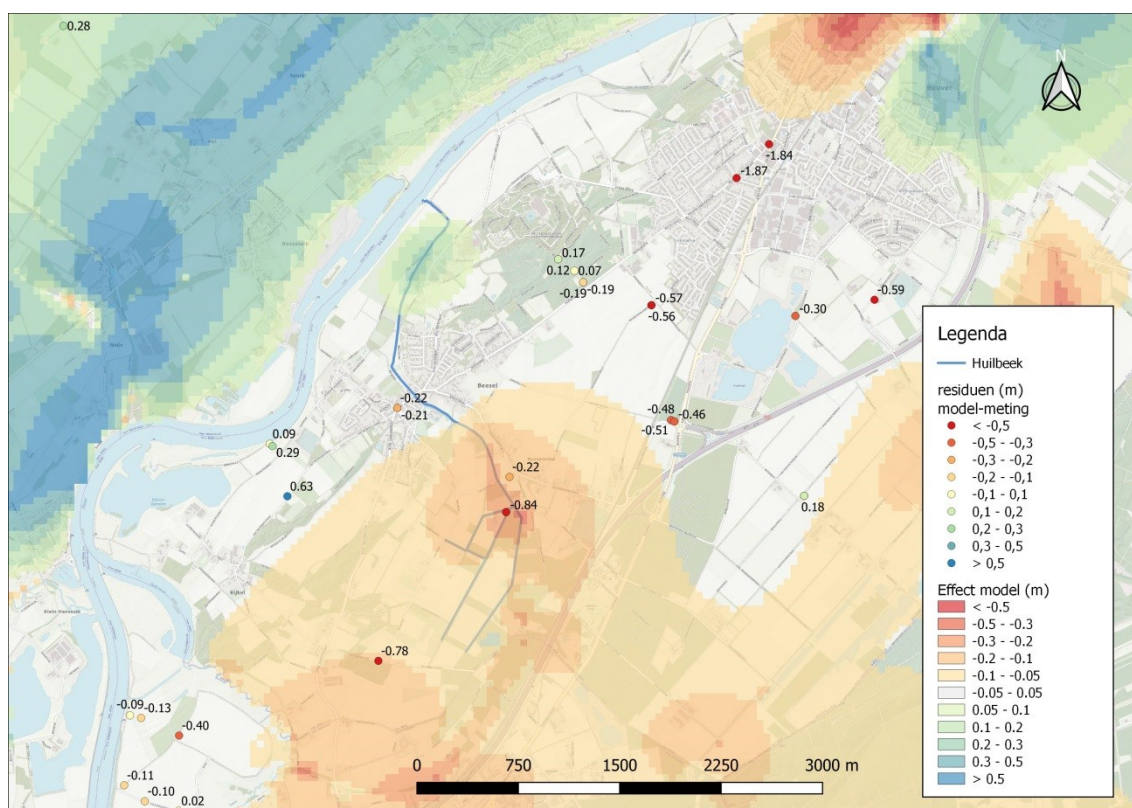
5.4.1 Verhoging conductance met factor 5

Het verschil voor modellaag 1 en de lagen 2 t/m 4 is in onderstaande kaarten weergegeven.

Het verhogen van de conductance (verlaging weerstand) heeft tot gevolg dat de grondwaterstanden ter plaatse van het bovenstroomse deel van de Huilbeek lager worden. Dit komt doordat de beek meer water afvoert. In het benedenstroomse deel treedt juist een vernatting op.



Afbeelding 19 Verschilkaart laag 1 bij verhoging conductance

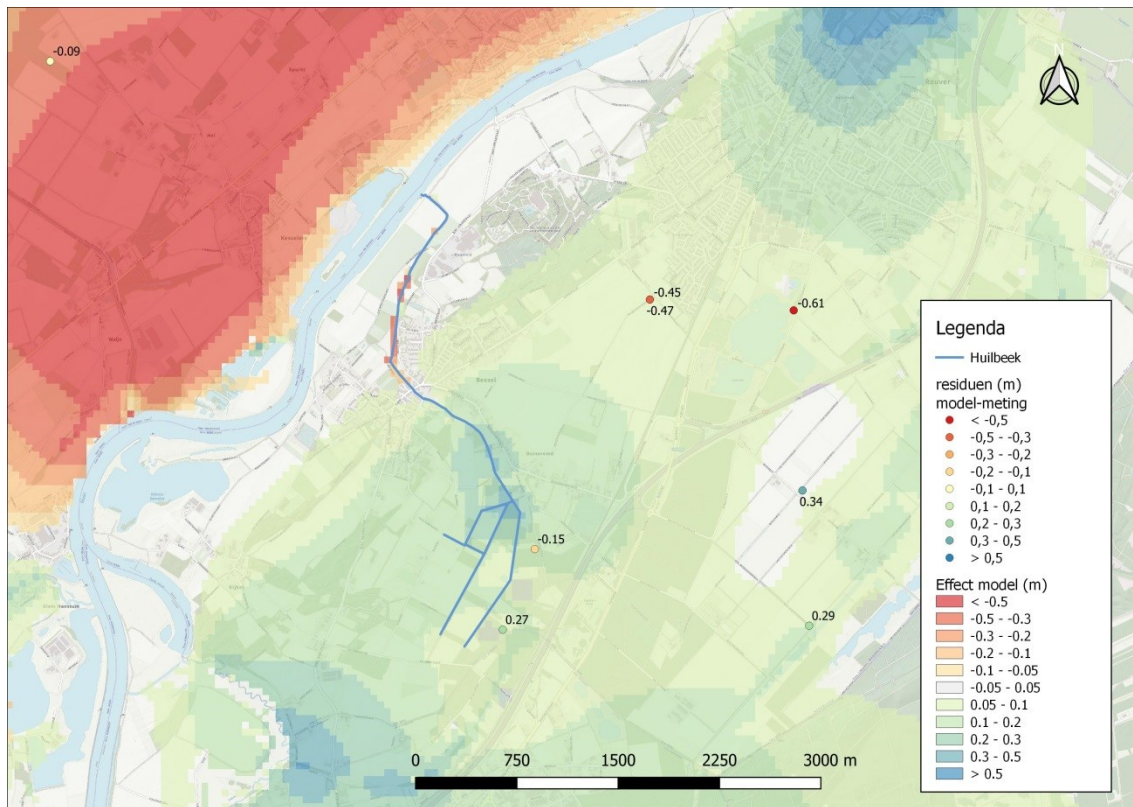


Afbeelding 20 Verschilkaart lagen 2 t/m 4 bij verhoging conductance

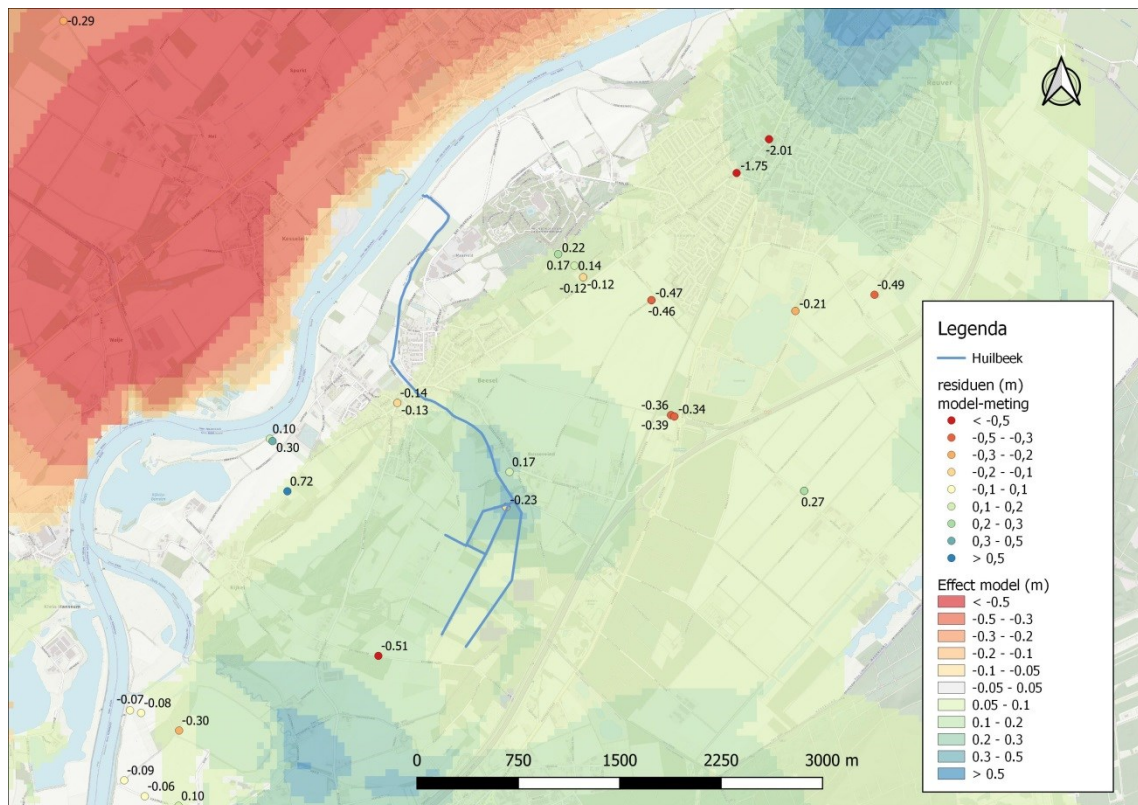
5.4.2 Verlaging conductance met factor 0,2

Het verschil voor modellaag 1 en de lagen 2 t/m 4 is in onderstaande kaarten weergegeven.

Het verlagen van de conductance (= verhogen weerstand) heeft tot gevolg dat de grondwaterstanden ter plaatse van het bovenstroomse deel van de Huilbeek hoger worden. De beek voert minder snel water af.



Afbeelding 21 Verschilkaart laag 1 bij verlaging conductance



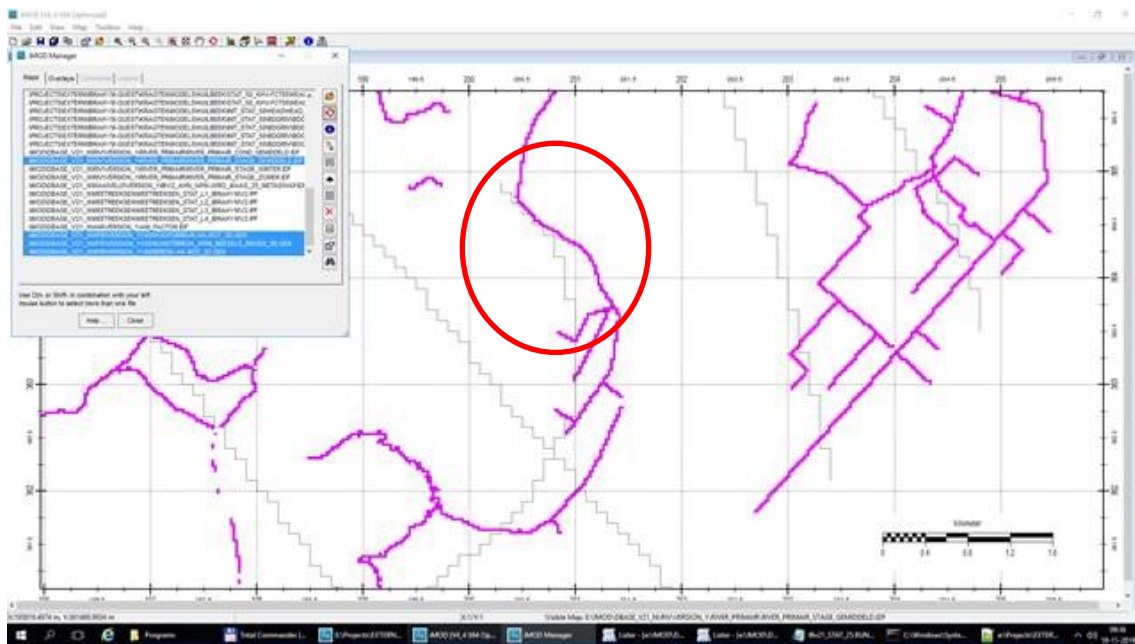
Afbeelding 22 Verschilkaart lagen 2 t/m 4 bij verlaging conductance

5.5 Gevoeligheid weerstand breuk nabij Beeselsbroek

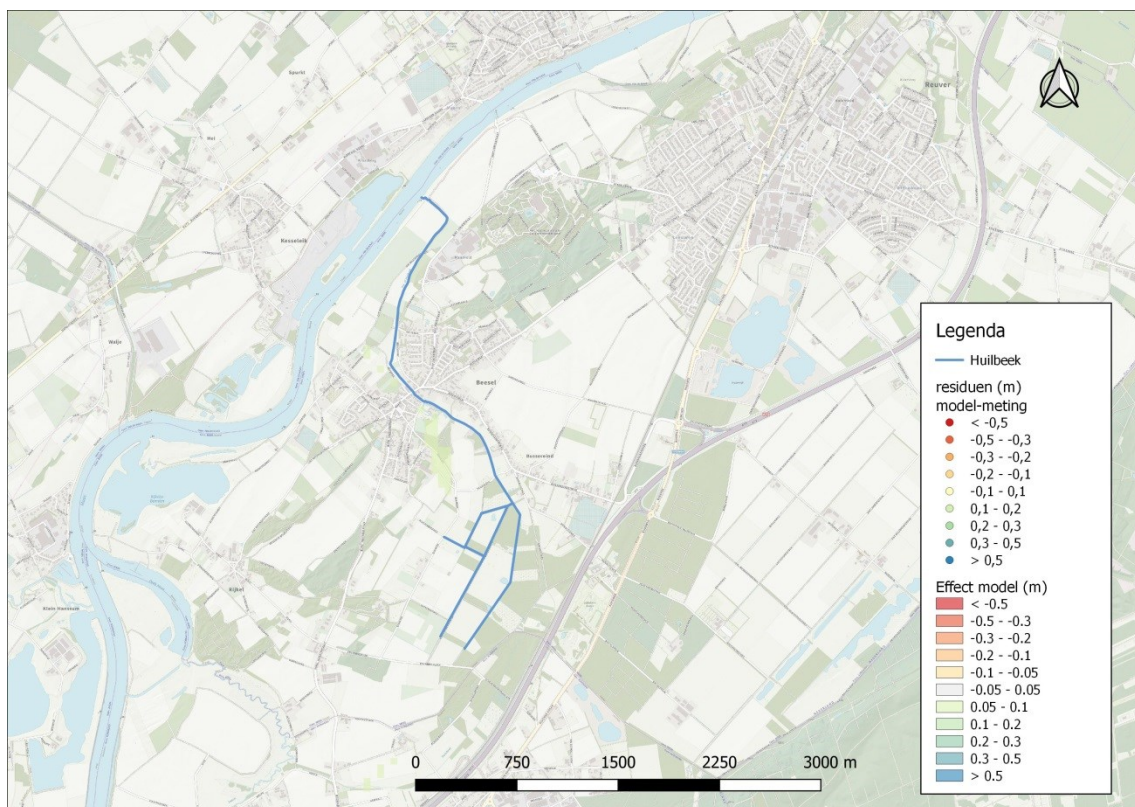
Ten westen van de beek en Beesels Broek ligt een HFB in het model, zie onderstaande afbeelding. Deze is aan het model toegevoegd als extra weerstand waarmee het model beter kon worden gekalibreerd. Om na te gaan hoe gevoelig het model is voor de hoogte van deze weerstand zijn twee modelsommen gedraaid:

- Verlagen van de weerstand met factor 10: stat_50_hfb_bb-fct01
- Verhogen van de weerstand met factor 10: stat_50_hfb_bb-fct10

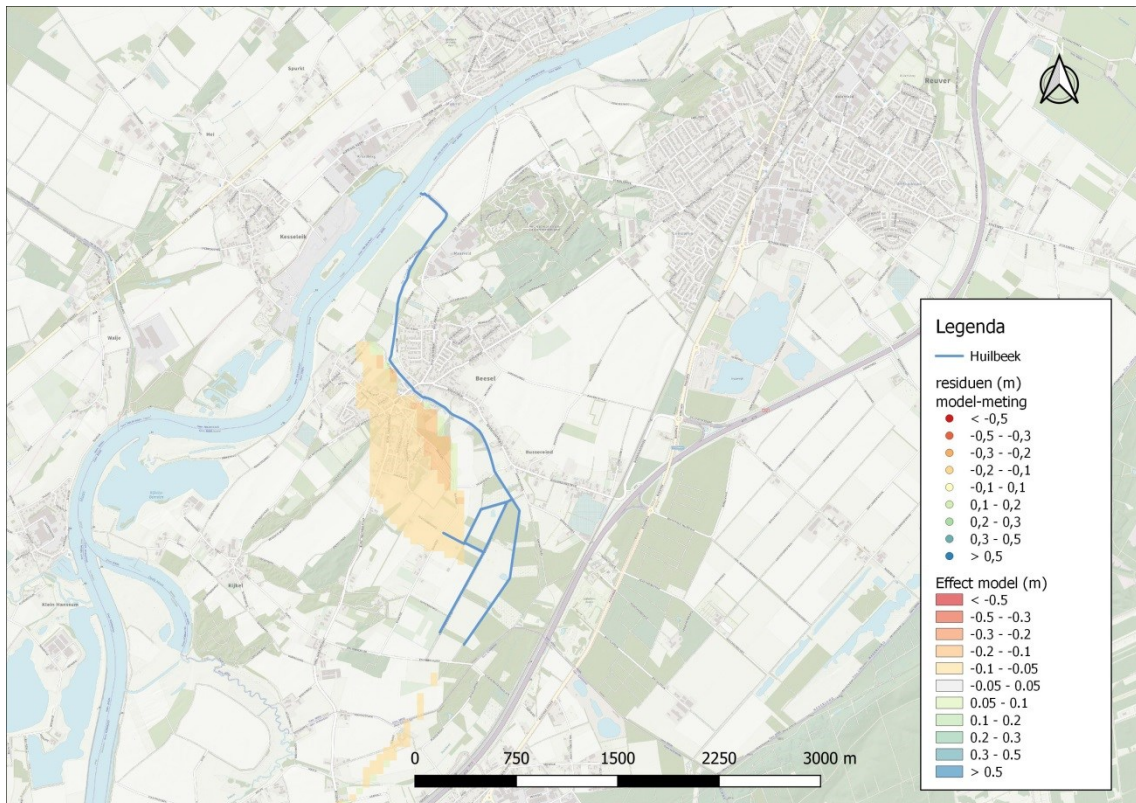
Het effect van het aanpassen van de weerstand is weergegeven in Afbeelding 24 en Afbeelding 25. Het verlagen van de weerstand heeft een kleine, plaatselijke verhoging van de grondwaterstand tot gevolg. Een verhoging van de weerstand veroorzaakt een kleine, plaatselijke verlaging van maximaal 20 cm.



Afbeelding 23 HFB Beesels Broek



Afbeelding 24 Effect verlagen weerstand met factor 10



Afbeelding 25 Effect verhogen weerstand met factor 10

5.6 Conclusie gevoeligheidsanalyse en voorstel voor kalibratie

In het kader van de gevoeligheidsanalyse zijn de volgende parameters nader beschouwd: KHV, KVV en conductance van de rivers. Onderstaand wordt per parameter afgewogen welke een hoge en lage prioriteit in de kalibratiefase krijgt.

- Het aanpassen van de horizontale doorlatendheid (KHV) heeft gevolgen voor het projectgebied maar slechts een beperkt (tegengesteld) effect in de directe omgeving van de beek. Daarnaast levert het afwisselend kleinere of grotere residuen op. Het beeld is dus sterk heterogeen, waardoor een uniforme aanpassing van de KHV niet tot grote modelverbeteringen zal leiden. Voor deze parameter zijn geen gerichte indicaties dat de huidige waarden in het model niet plausibel zijn. Als gevolg van het aanpassen van de horizontale doorlatendheid worden daarom geen grote modelverbeteringen verwacht → lage prioriteit.
- Het aanpassen van de verticale doorlatendheid (KVV) heeft alleen ter plaatse van de betreffende weerstand effect. Aangezien de verbreiding weerstand ter plaatse van Beesel bij de Maas in de nieuwe REGIS-versie fors kleiner is geworden wordt ingeschat dat het aanpassen van de KVV bij de kalibratie een waardevolle verbetering is voor het model. De weerstand in laag 1 komt in dit gebied uit het Holocene en de Beegden klei. Als we de verbreidingen hiervan vergelijken met die in Regis 2.2, dan zien we dat deze op een aantal plekken fors afwijkt. Het vervangen van de Beegden klei en de Holocene weerstand op basis van Regis 2.2 lijkt daarom een waardevolle verbetering. Dit zal met name merkbaar zijn bij de peilbuizen in het westelijk deel van het modelgebied en nabij de kern Beesel → hoge prioriteit.
- Aangezien een deel van de kalibratiebuizen redelijk dicht bij de Huilbeek ligt speelt de interactie oppervlakte-grondwater een grote rol. Deze wordt mede bepaald door het

doorlaatvermogen (conductance) van de beek. Dit is daarom een belangrijke parameter waarmee bij de kalibratie gevarieerd kan worden. In de kalibratiefase wordt nog nader op deze parameter en de herkomst uit het SOBEK-model ingezoomd → hoge prioriteit.

- Zijtakken Huilbeek bij Beeselsbroek in Ibrahym: geconstateerd is dat de zijtakken van de Huilbeek in Beeselsbroek in Ibrahym afwijken van het SOBEK-model. Het aanpassen van deze waterlopen kan ook een verbetering voor de modelresultaten betekenen. Hierbij dient wel te worden nagegaan sinds wanneer deze zijtakken veranderd zijn (dwz, was dit tijdens de modelperiode 1994-2011 het geval) → hoge prioriteit.
- Het aanpassen van de weerstand van de HFB nabij Beesels Broek heeft slechts een klein, lokaal effect op de grondwaterstanden → lage prioriteit.

Op basis van de conclusies van de gevoeligheidsanalyse worden voor de kalibratiefase de volgende stappen voorgesteld:

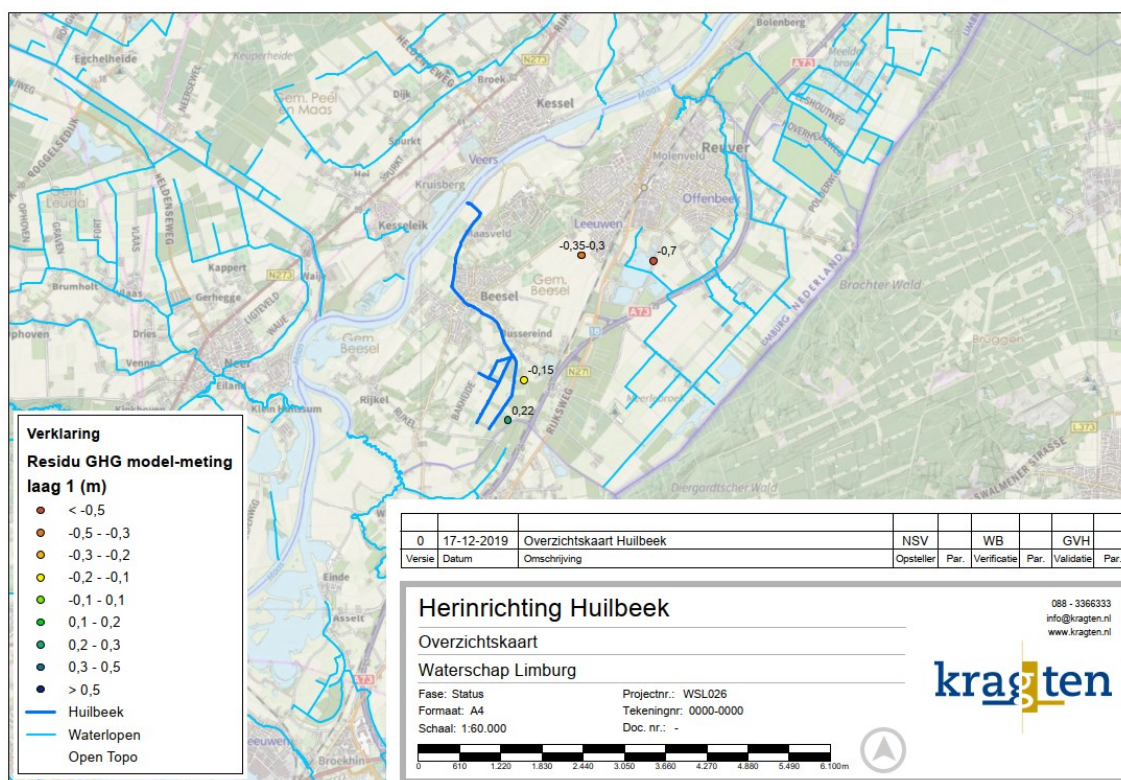
1. Aanpassen KVV naar REGIS II v2.2
2. Aanpassen zijtakken Huilbeek in Beeselsbroek (afhankelijk van aanwezigheid tijdens Ibrahym-modelperiode)
3. Aanpassen conductance Huilbeek

6 KALIBRATIE

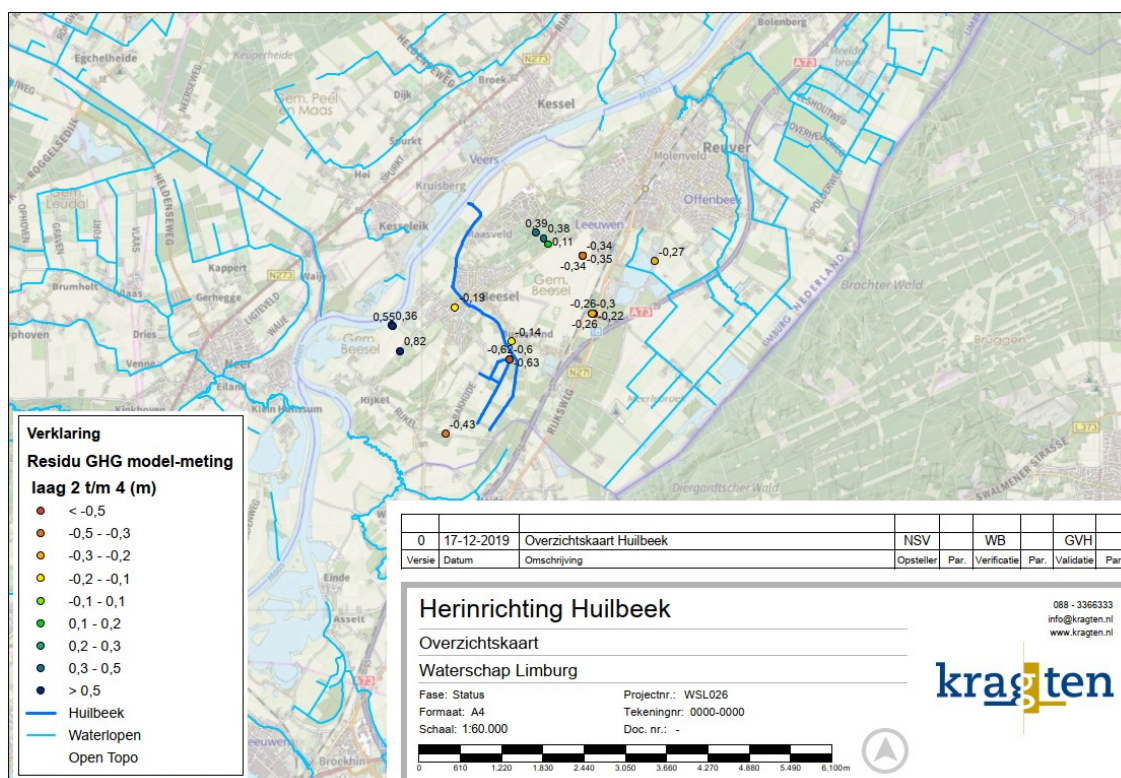
6.1 Initiële instationaire modelrun (init_nstat_50.run)

Naast een stationaire modelrun met alle startbestanden (zie paragraaf 5.1) is ook een instationaire modelrun uitgevoerd. Deze modelrun wordt het uitgangspunt voor de kalibratiefase. Alle uitgevoerde modelruns in de kalibratiefase worden met deze modelrun vergeleken. De resultaten van deze modelrun zijn onderstaand weergegeven. Opgenomen zijn 6 kaarten:

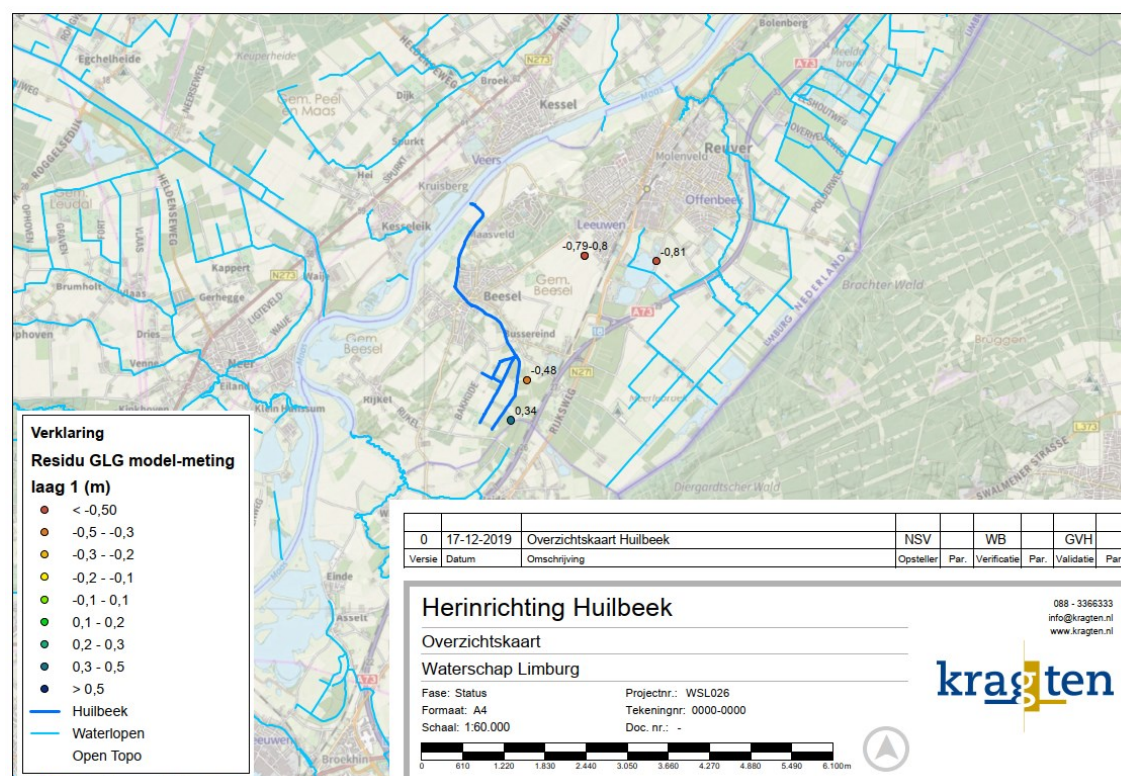
- Residu GHG modellaag 1
- Residu GHG modellaag 2 t/m 4
- Residu GLG modellaag 1
- Residu GLG modellaag 2 t/m 4
- Residu Grondwaterdynamiek: GHG-GLG modellaag 1
- Residu Grondwaterdynamiek: GHG-GLG modellaag 2 t/m 4



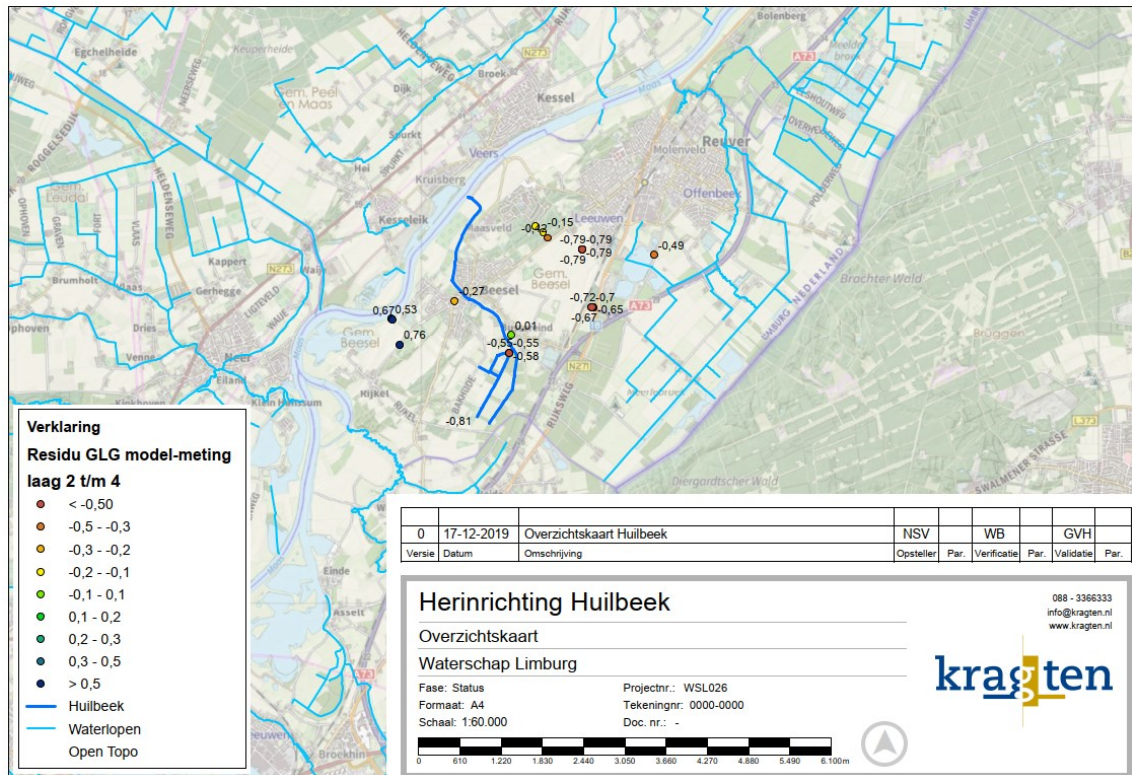
Afbeelding 26 Residu GHG modellaag 1



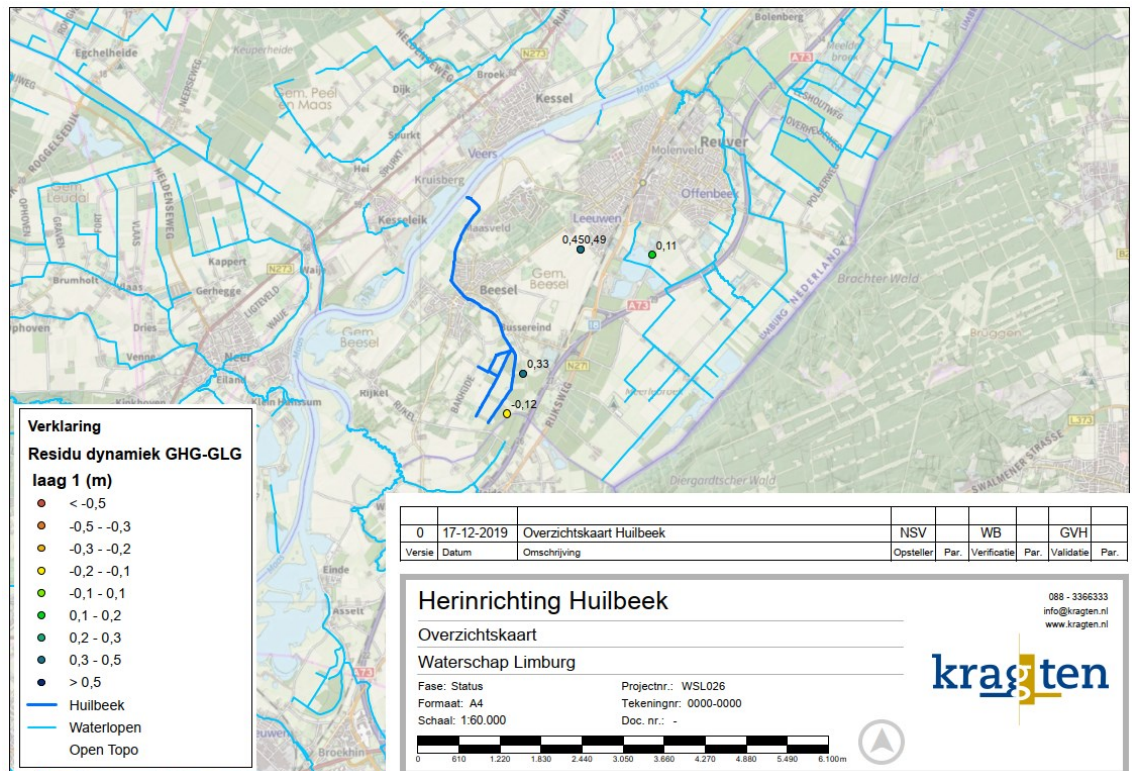
Afbeelding 27 Residu GHG modellaag 2 t/m 4



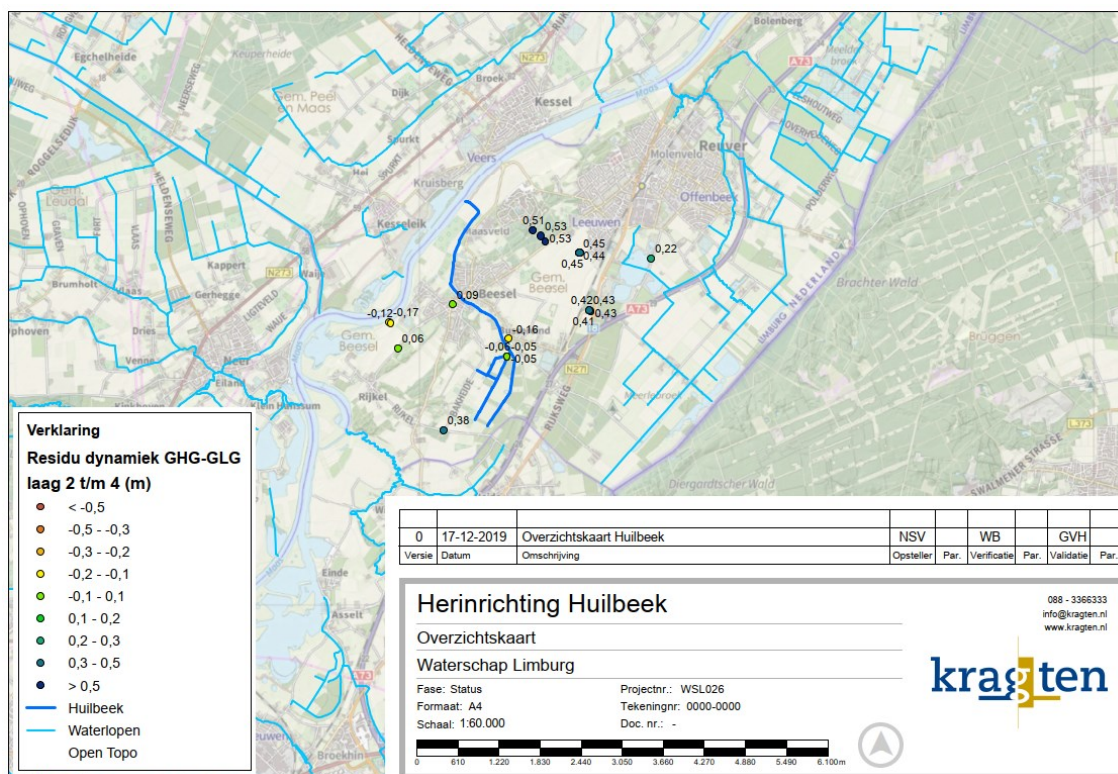
Afbeelding 28 Residu GLG modellaag 1



Afbeelding 29 Residu GLG modellaag 2 t/m 4



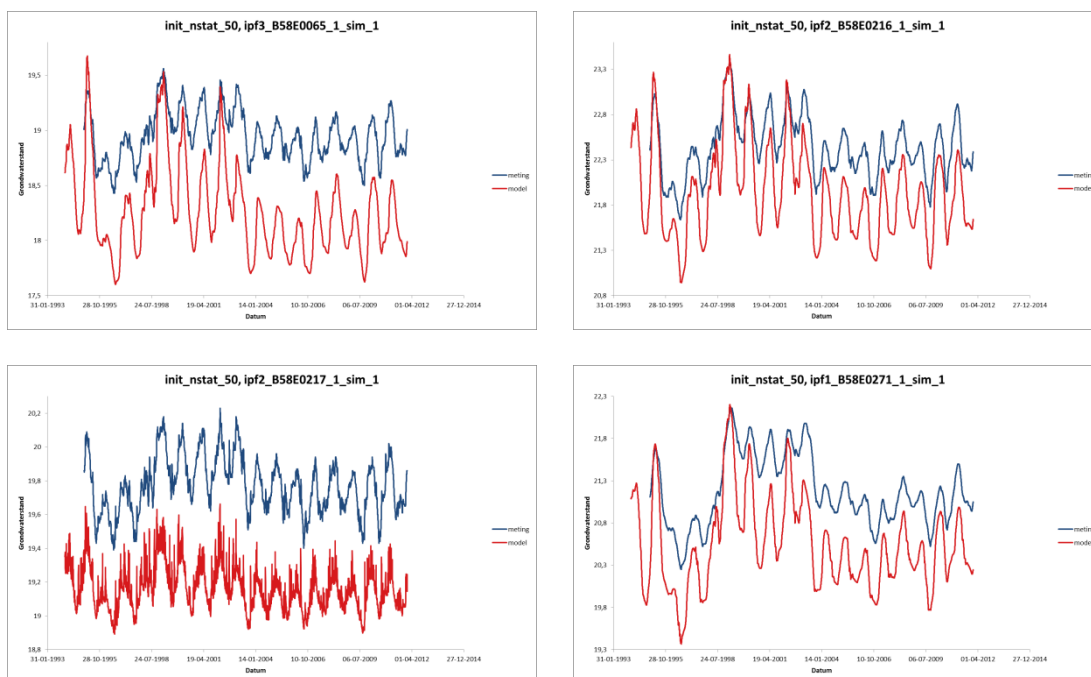
Afbeelding 30 Residu Grondwaterdynamiek: GHG-GLG modellaag 1

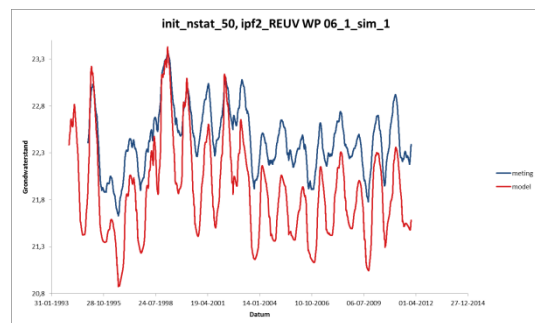
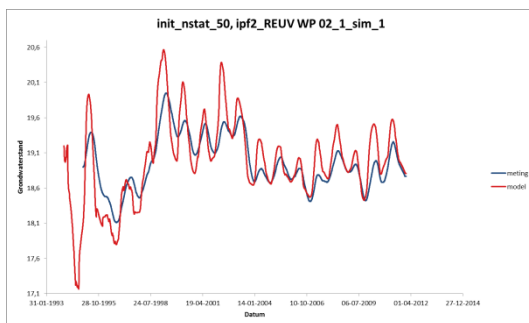
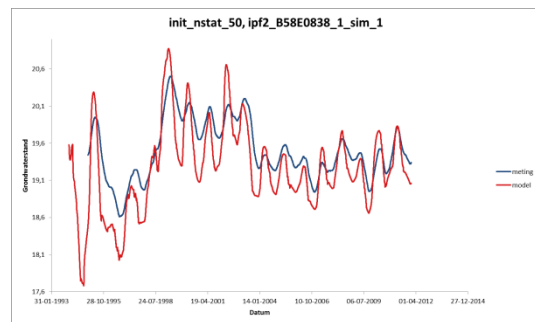
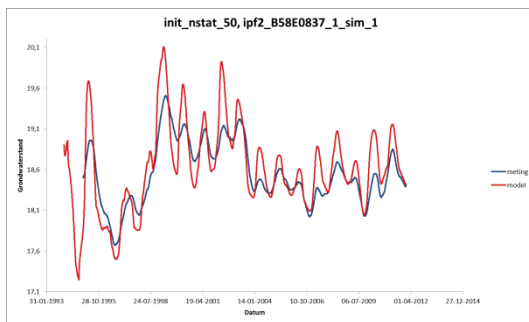
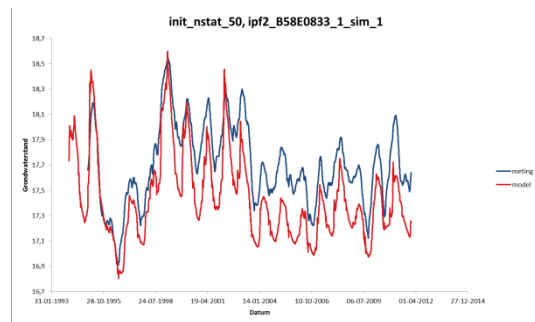
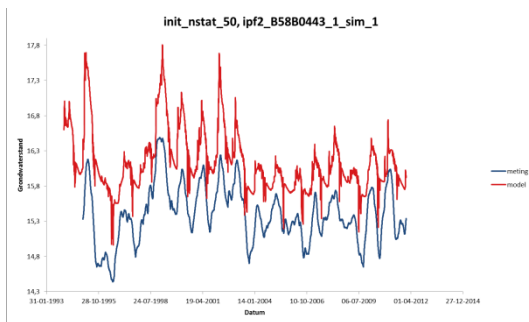
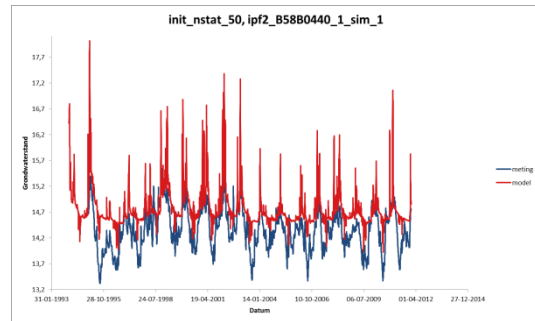
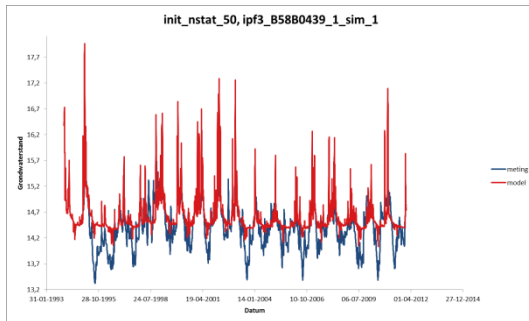
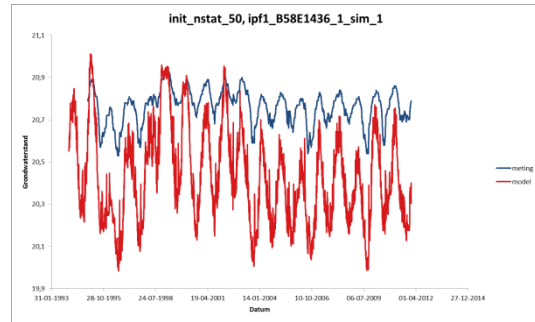
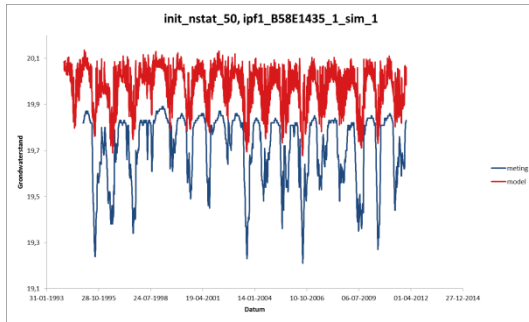


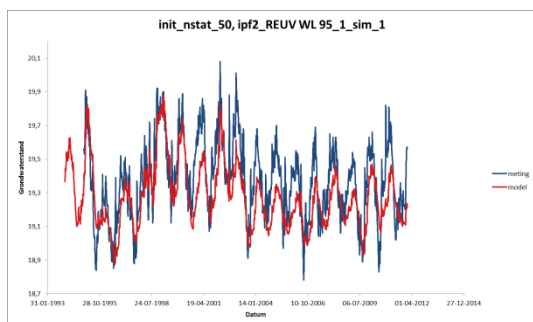
Afbeelding 31 Residu Grondwaterdynamiek: GHG-GLG modellaag 2 t/m 4

Onderstaand zijn de verschillen tussen de meetreeksen en de berekende grondwaterstanden opgenomen. Hierbij zijn de metingen in **blauw** weergegeven en de modelberekeningen in **rood**. Voor de ligging van de peilbuizen wordt verwezen naar Afbeelding 2.

Uit de afbeeldingen kan geconcludeerd worden dat het model over het algemeen te lage grondwaterstanden berekend. Met name de GLG is te laag, gemiddeld 31 cm. De GHG is gemiddeld 10 cm te laag. De dynamiek (GHG-GLG) is gemiddeld aan de hoge kant, namelijk 21 cm. Dit blijkt ook uit de genormaliseerde grafieken. Deze zijn vanwege de leesbaarheid niet in dit rapport opgenomen.

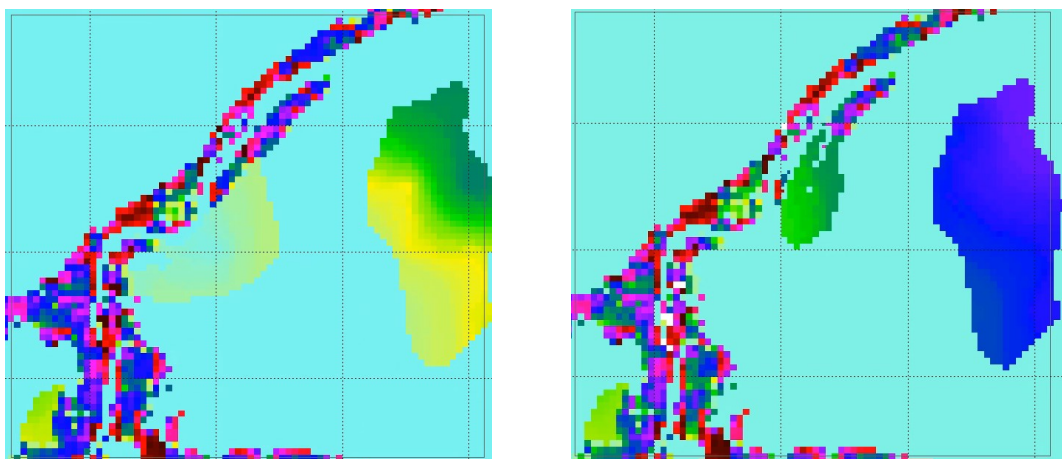






6.2 Aanpassen KVV laag 1

Op basis van de dikte en KVV-waarde van de Beegden Klei (BEK1) uit REGIS II v2.2 is de KVV en de top van laag 2 uit IBRAHYM aangepast. De verbreiding is kleiner geworden. Waar geen weerstand aanwezig is, is de TOP2 gelijk aan BOT1. Waar wel weerstand aanwezig is, is de dikte van BEK1 afgetrokken van BOT1. Dit is de nieuwe TOP2.



Afbeelding 32 KVV laag 1 IBRAHYM (links) en KVV laag 1 IBRAHYM conform Regis II v2.2 (rechts)

Deze twee nieuwe modelbestanden zijn opgeslagen in de DBASE:

e:\Projects\EXTERN\IBRAHYM-GUEST\KRAGTEN\DBASE\Huilbeek\KVV\KVV_1.IDF

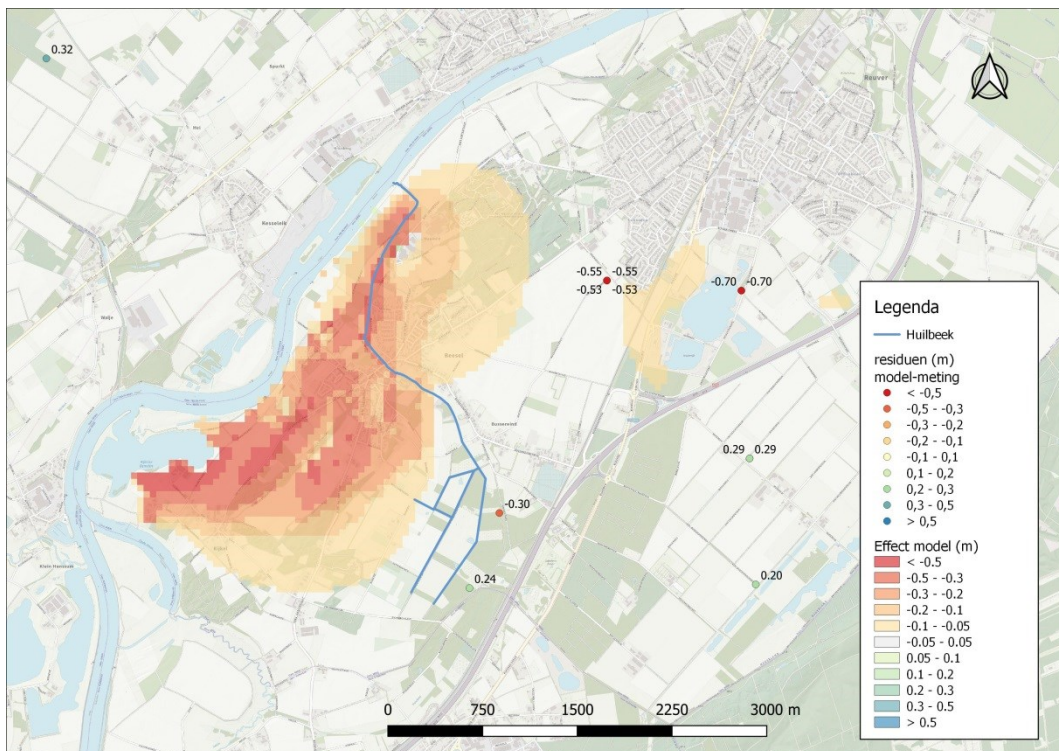
e:\Projects\EXTERN\IBRAHYM-GUEST\KRAGTEN\DBASE\Huilbeek\TOP\TOP_L2.IDF

Vervolgens is een modelrun gestart met deze twee bestanden in plaats van de originele bestanden:

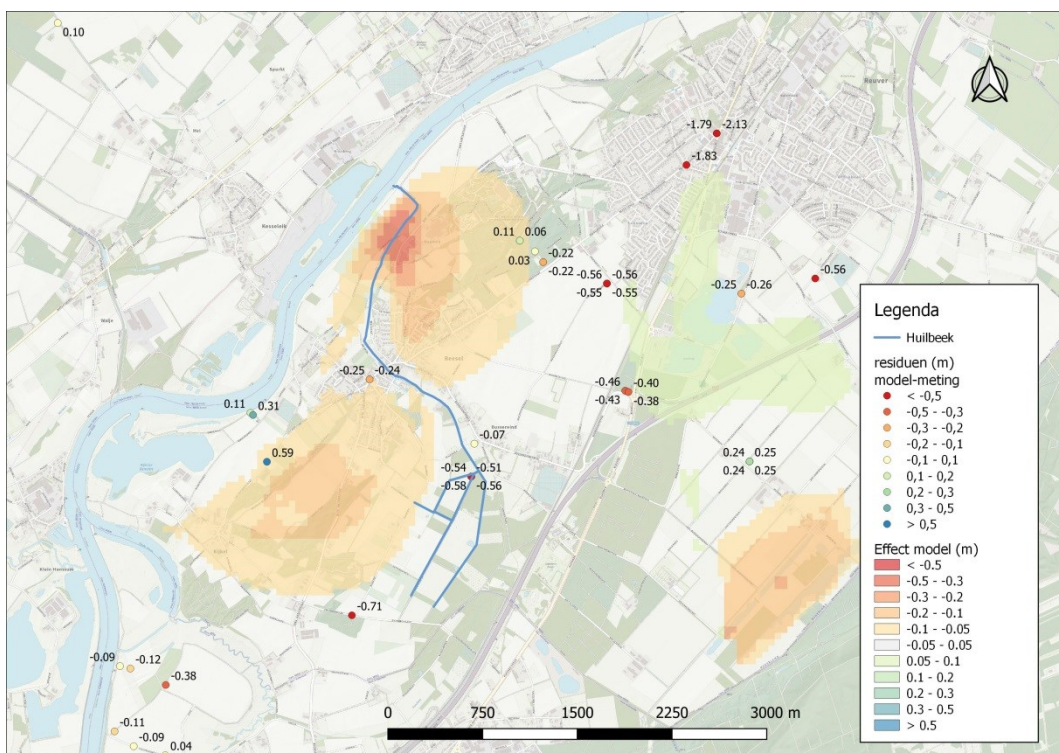
e:\Projects\EXTERN\IBRAHYM-GUEST\KRAGTEN\RUNFILES\Huilbeek\NSTAT_50_kal-run1.RUN

e:\Projects\EXTERN\IBRAHYM-GUEST\KRAGTEN\RUNFILES\Huilbeek\STAT_50_kal-run1.RUN

De resultaten van de eerste kalibratierun zijn weergegeven in onderstaande afbeeldingen. Het aanpassen van de weerstand heeft voor laag 1 tot gevolg dat de grondwaterstanden tot 0,5 m lager worden in het gebied tussen de Huilbeek en de Maas. Ook in modellaag 2-4 is deze verlaging zichtbaar, hetzij in mindere mate. De residuen in de peilbuizen laten slechts kleine veranderingen zien.



Afbeelding 33 Residukaart laag 1 kal-run1



Afbeelding 34 Residukaart laag 2-4 kal-run1

6.3 Aanpassen geometrie Huilbeek

Conform hetgeen in paragraaf 4.2 is geconcludeerd wordt de geometrie van de Huilbeek in IBRAHYM aangepast naar de actuele situatie. De kalibratie van het SOBEK-model was ten tijde van deze stap nog niet voltooid, daarom is gewerkt met een tussenmodel:

- Winter - 20191127-Kragten-winter_HS_val5_ks=15
- Zomer - 20191127-Kragten-winter_HS_val5_ks=15

De SOBEK-output is met behulp van de conversietool omgezet naar grids die in IBRAHYM ingelezen kunnen worden. Om aan de hand van deze bestanden een stationaire run te draaien is van alle invoerbestanden (stage, conductance, infiltratiefactor en bodemhoogte) de gemiddelde waarde bepaald (winter+zomer/2).

- e:\Projects\EXTERN\IBRAHYM-GUEST\Kragten\DBASE\Huilbeek\RIV\tussentijds-20191127\gemiddeld\BOTTOM_huidig_tussentijds_gemiddeld.IDF
- e:\Projects\EXTERN\IBRAHYM-GUEST\Kragten\DBASE\Huilbeek\RIV\tussentijds-20191127\gemiddeld\INFFCT_huidig_tussentijds_gemiddeld.IDF
- e:\Projects\EXTERN\IBRAHYM-GUEST\Kragten\DBASE\Huilbeek\RIV\tussentijds-20191127\gemiddeld\COND_huidig_tussentijds_gemiddeld.IDF
- e:\Projects\EXTERN\IBRAHYM-GUEST\Kragten\DBASE\Huilbeek\RIV\tussentijds-20191127\gemiddeld\STAGE_huidig_tussentijds_gemiddeld.IDF

Deze gemiddelden zijn vervolgens geïntegreerd in de overall-riverbestanden van IBRAHYM v2.2:

- e:\Projects\EXTERN\IBRAHYM-GUEST\Kragten\DBASE\Huilbeek\RIV\tussentijds-20191127\gemiddeld\RIVER_PRIMAIR_STAGE_GEMIDDELD.IDF
- e:\Projects\EXTERN\IBRAHYM-GUEST\Kragten\DBASE\Huilbeek\RIV\tussentijds-20191127\gemiddeld\RIVER_PRIMAIR_INFFCT_GEMIDDELD.IDF
- e:\Projects\EXTERN\IBRAHYM-GUEST\Kragten\DBASE\Huilbeek\RIV\tussentijds-20191127\gemiddeld\RIVER_PRIMAIR_COND_GEMIDDELD.IDF
- e:\Projects\EXTERN\IBRAHYM-GUEST\Kragten\DBASE\Huilbeek\RIV\tussentijds-20191127\gemiddeld\RIVER_PRIMAIR_BOTTOM_GEMIDDELD.IDF

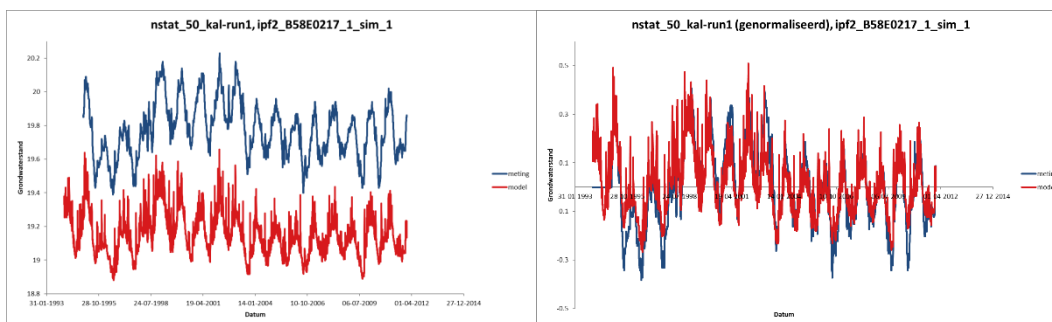
Stationaire modelrun: STAT_50_kal-run2.RUN

Het aanpassen van de geometrie van de Huilbeek heeft vooralsnog niet het gewenste resultaat. De peilen van het tussenmodel liggen met name in Beeselsbroek lager dan de peilen die momenteel in IBRAHYM zitten. Dit heeft een verlagend effect op de grondwaterstanden die toch al in IBRAHYM te laag liggen. Het aanpassen van de Huilbeek naar de huidige geometrie is daarom vooralsnog geen verbetering voor het model in de kalibratiefase.

6.4 Aanpassen KHV en bergingscoëfficiënt

Ten gevolge van het tegenvallende resultaat van het aanpassen van de geometrie van de Huilbeek zijn de kalibratiepeilbuizen nader beschouwd. Hierbij worden de resultaten van de initiële instationaire kalibratierun vergeleken met de peilbuismetingen, zie ook paragraaf 6.1. De peilbuizen zijn gegroepeerd op basis van resultaten en/of ligging.

6.4.1 B58E0217 (ligging naast de Huilbeek)

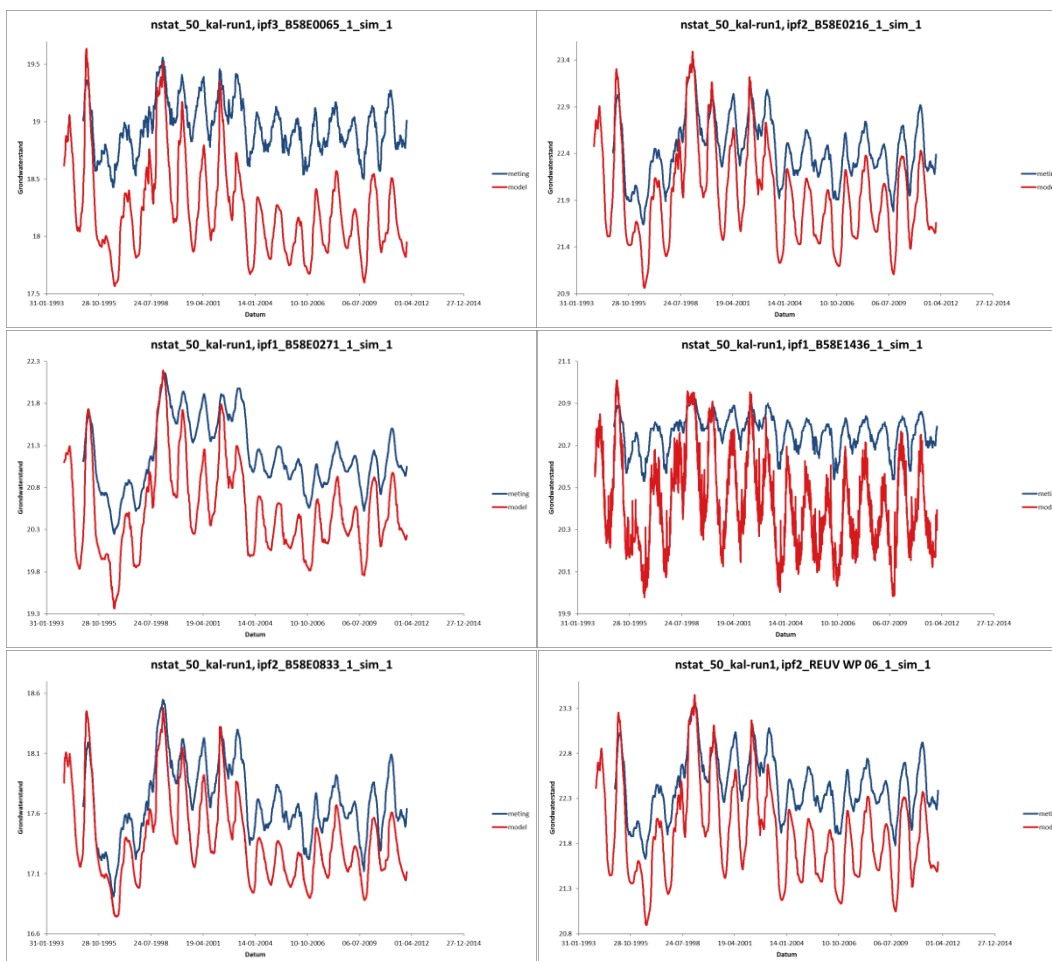


Afbeelding 35 Absoluut en genormaliseerd resultaat peilbuis B58E0217

De in Dinoloket opgenomen maaiveldhoogte is NAP +20,10 m. De AHN is ter plaatse van deze peilbuis lager, namelijk NAP +19,75 m. Voor het beoordelen van de werking van het model wordt daarom bij deze peilbuis alleen gekeken naar de dynamiek en niet naar de absolute hoogte.

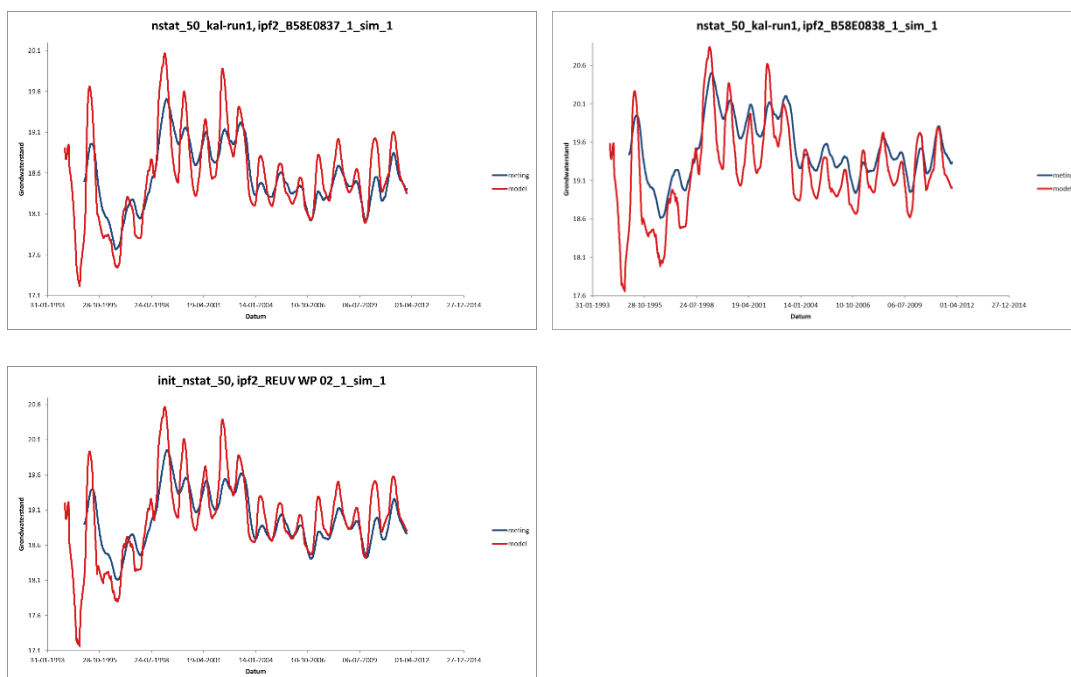
6.4.2 B58E0065, B58E0216, B58E0271, B58E1436, B58E0833, REUV WP06

Onderstaand zijn de verschillen tussen de metingen en de berekende waarden van de genoemde peilbuizen opgenomen. Over het algemeen liggen de modelresultaten (rode lijn) te laag. Deze peilbuizen liggen centraal in het modelgebied.



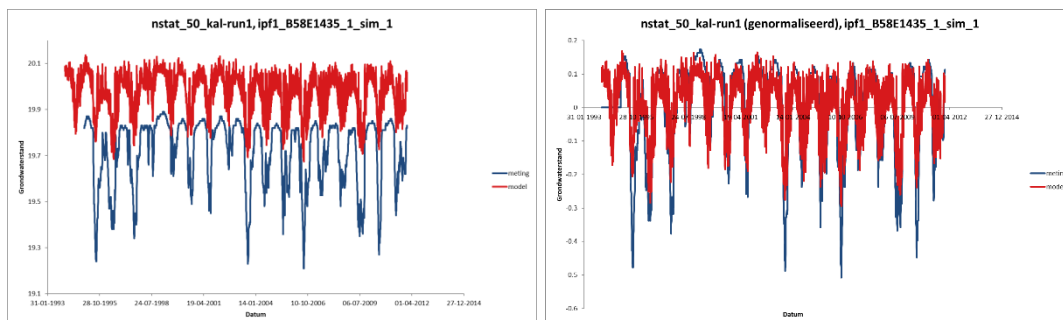
6.4.3 B58E0837, B58E0838, REUV WP02

De modelresultaten van deze noordelijk gelegen peilbuizen komen redelijk goed overeen met de metingen.

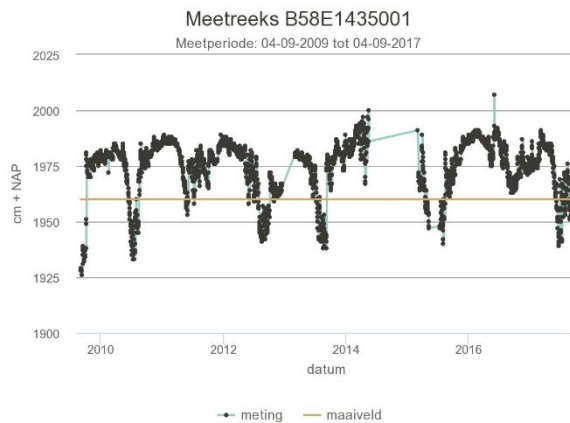


6.4.4 B58E1435

De in Dinoloket opgenomen maaiveldhoogte is NAP +19,60 m. De AHN is ter plaatse van deze peilbuis lager, namelijk ca. NAP +20 m. Daarnaast is er een grote gradiënt in maaiveld. Door modelresolutie (50x50) is de absolute hoogte van de metingen minder representatief. Voor het beoordelen van de werking van het model wordt daarom bij deze peilbuis alleen gekeken naar de dynamiek en niet naar de absolute hoogte.

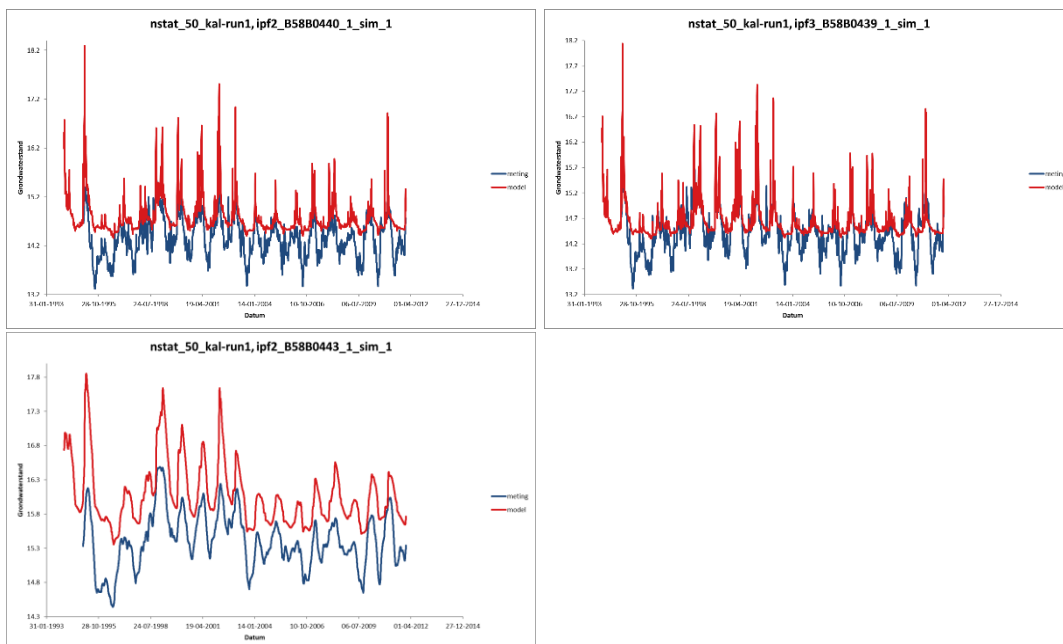


Afbeelding 36 Absoluut en genormaliseerd resultaat peilbuis B58E1435



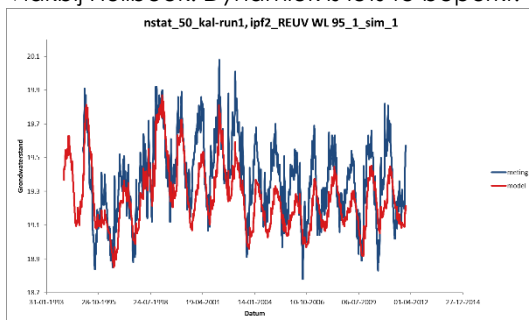
6.4.5 Punten langs de Maas: B58B0439, B58B0440, B58B0443

Te sterke invloed van de Maas (hoogwaters komen te sterk door). Oplossing lijkt te zijn om Maasweerstand aan te passen. Tijdens studie van Sweco is echter de weerstand verlaagd van 5 naar 2 dagen. Het heeft daarom niet de voorkeur hieraan aanpassingen te doen.



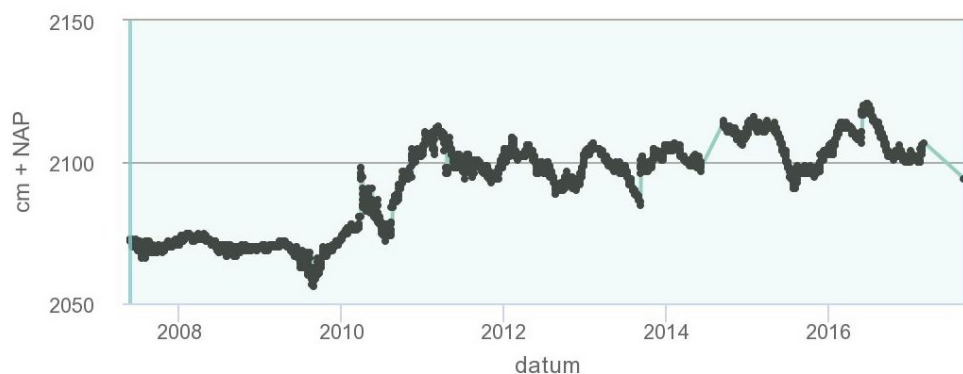
6.4.6 REUV WL95

Valk bij Huilbeek. Dynamiek is iets te beperkt.



6.4.7 B58G0366

Eerder was voorgesteld deze peilbuis aan de kalibratieset toe te voegen. Gezien de sprong in deze meetreeks in 2010 en de korte overlap met de IBRAHYM-modelperiode (1994-2011) wordt deze alsnog buiten beschouwing gelaten.



Afbeelding 37 Meetreeks B58G0366

6.4.8 Aanpassen KHV bovenste modellagen

Aangezien de berekende grondwaterstanden in het centrale deel van het modelgebied over het algemeen te laag liggen is de doorlatendheid van de bovenste modellagen wellicht te hoog. De resultaten van de gevoeligheidsanalyse laten zien dat een verlaging van de KHV leidt tot hogere grondwaterstanden. Hiervoor zijn de volgende modelruns gestart, met een factor van 0,5 voor de KHV van de bovenste modellagen:

- e:\Projects\EXTERN\IBRAHYM-GUEST\KRAFTEN\MODELS\Huilbeek\nstat_50_kal-run3\ KHV laag 1 en 2 *0.5
- e:\Projects\EXTERN\IBRAHYM-GUEST\KRAFTEN\MODELS\Huilbeek\nstat_50_kal-run4\ KHV laag 1 t/m 4 *0.5 en bergingscoëfficiënt vanaf laag 2 *10
- e:\Projects\EXTERN\IBRAHYM-GUEST\KRAFTEN\MODELS\Huilbeek\nstat_50_kal-run5\ KHV laag 1 t/m 4 *0.5
- e:\Projects\EXTERN\IBRAHYM-GUEST\KRAFTEN\MODELS\Huilbeek\nstat_50_kal-run6\ Bergingscoëfficiënt vanaf laag 2 *10

Bevindingen run 3:

- weinig verandering in de verschillen tussen model en meting, lokaal worden grondwaterstanden wel iets hoger.

Bevindingen run 4:

- Dynamiek wordt minder, niet overal een betere fit tussen model en berekening

Bevindingen run 5:

- Kleine veranderingen ten opzichte van run 3.

Bevindingen run 6:

- Dynamiek wordt kleiner. Model zit echter in centrale modelgebied nog te laag.

6.5 Aanpassen conductance Huilbeek

Verlagen van de conductance van de Huilbeek met een factor 0,2.

e:\Projects\EXTERN\IBRAHYM-GUEST\KRAFTEN\RUNFILES\Huilbeek\NSTAT_50_kal-run7.RUN

Met de aangepaste invoerbestanden:

- e:\Projects\EXTERN\IBRAHYM-GUEST\KRAFTEN\DATABASE\Huilbeek\RIV\conductance_huilbeek_fct02\ipeST_RIVER_PRIMA IR_COND_EXCLNIERS_WINTER.IDF

- e:\Projects\EXTERN\IBRAHYM-GUEST\Kragten\DATABASE\Huilbeek\RIV\conductance_huilbeek_fct02\iPEST_RIVER_PRIMA_IR_COND_EXCLNIERS_ZOMER.IDF

Bevindingen run 7:

- Effect alleen merkbaar direct naast Huilbeek (= conform verwachting) in de peilbuizen B58E0217, B58E1436 en REUV WL95. Grondwaterstanden worden hoger maar dit komt niet ten goede aan de dynamiek.

6.6 Automatische kalibratie

De kalibratieruns en bevindingen zoals beschreven in paragraaf 6.4 en 6.5, laten zien dat een gebiedsbrede aanpassing van modelparameters tot verbetering van het model leidt. Maar het laat ook zien dat er mogelijk nog winst te behalen is door met behulp van PEST een automatische kalibratie van de doorlatendheid uit te voeren, waarbij de parameteraanpassingen plaatsvinden op basis van een zonering en voor het stationaire model. Bij eerdere versies van IBRAHYM zijn voor de bovenste modellagen verschillende zoneringen gebruikt: een zonering op basis van de bodemkaart en een zonering op basis van geologische eenheden.

Beide zoneringen zijn bij enkele proefkalibraties toegepast. Hierbij blijkt dat de zonering op basis van de bodemkaart niet tot de gewenste resultaten leidt. Er zijn 2 kalibratieruns gedraaid:

- stat_kal-pest1
- stat_kal-pest2

Beide runs hebben een andere configuratie van PEST en een zonering conform de bodemkaart. Het feit dat deze zonering niet tot een plausibel resultaat leidt, heeft met name te maken met de zone-indeling in relatie tot de locatie van de meetpunten. Doordat in sommige zones zeer weinig tot geen meetpunten aanwezig zijn, treedt er 'overfitting' op: in enkele zones de zijn de parameteraanpassingen groot, terwijl deze niet direct worden onderbouwd door metingen.

Er is daarom gekozen voor zonering op basis van geologische eenheden. Voor modellaag 1 en 2 betreft dit de Beegden zanden en Boxtel zanden.

Bij de automatische kalibratie is eerst bepaald welke parameters het meest gevoelig zijn. Hierbij hebben we ons beperkt tot:

1. KHV van laag 1 en 2
2. KVV van laag 1
3. Conductance van de Huilbeek

Het stationaire model blijkt – gegeven de beschikbare meetset – maar beperkt gevoelig voor de conductance van de Huilbeek. Dit komt vooral omdat er maar weinig (bruikbare) metingen in de nabije omgeving van de beek zijn gesitueerd. Nadere analyse van de KVV van laag 1 (Beegden klei) laat zien dat de weerstand volgens Regis 2.2 aanzienlijk lager is dan die in het oorspronkelijke model. Daarom is ter plaatse van de nieuwe verbreiding van de kleilagen, de weerstand aangepast naar de oorspronkelijke orde grootte. Dit betekent dat de weerstand een factor 5 is verhoogd ($KVV * 0,2$).

Er zijn 3 runs gedraaid:

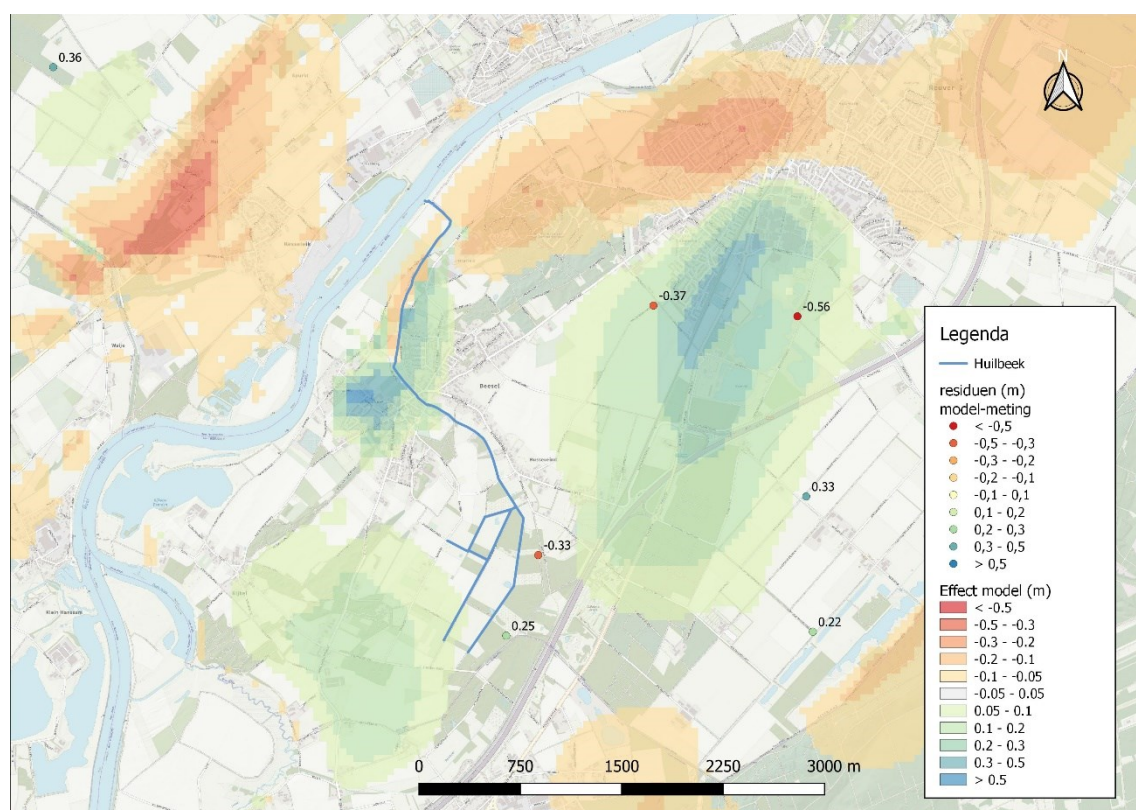
- stat_kal-pest3: hierin zijn voor laag 1 alleen de zones BEZ1, BEZ2, BXZ2 meegenomen en voor laag 2 BEZ2 en BEZ3. Hierin ontbreken echter enkele eenheden/zones, waardoor de zonering niet juist is. Deze run is daarom komen te vervallen;
- stat_kal-pest4: alle zones in laag 1 en 2 meegenomen en parameter bandbreedte factor 0,5-1,5 en geen KVV meegenomen in kalibratie;
- stat_kal-pest5: alle zones in laag 1 en 2 meegenomen en parameter bandbreedte factor 0,3-2,0 en wel KVV meegenomen.

Kalibratierun stat_kal-pest5 leidt tot het beste resultaat (lagere doelfunctie in combinatie met plausibele parameteraanpassingen). Onderstaande tabel geeft de parameteraanpassingen per zone.

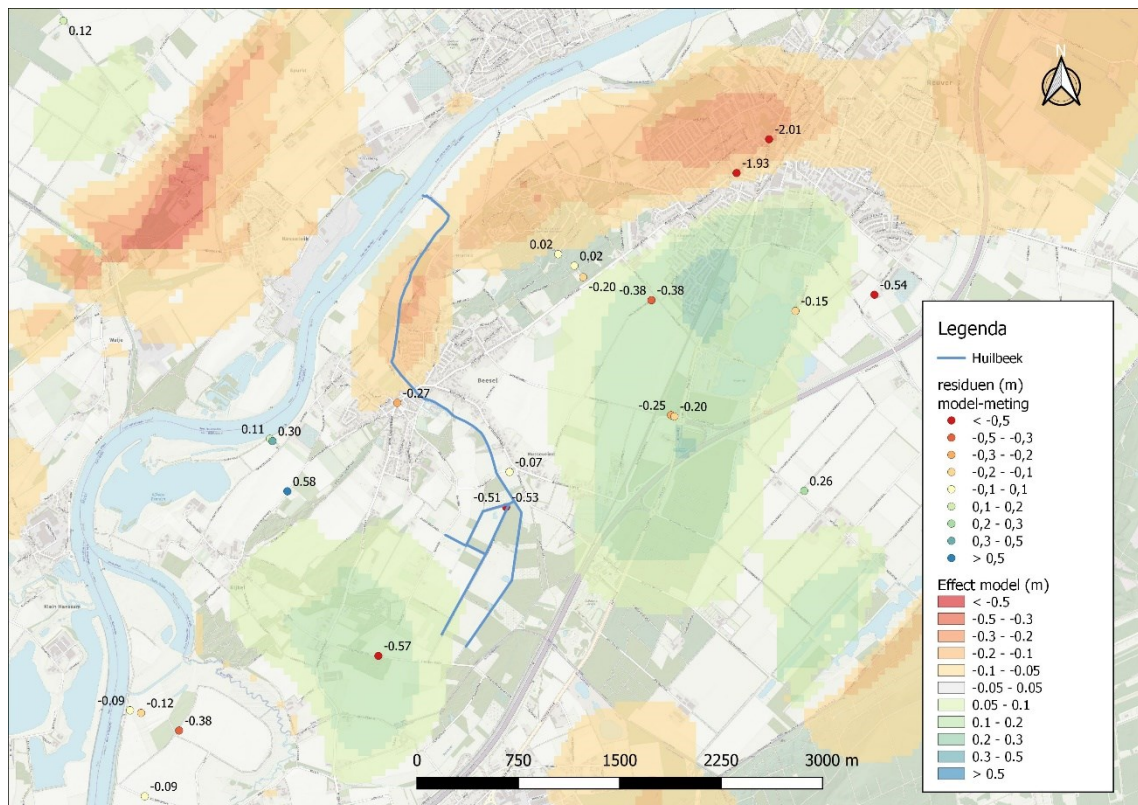
Tabel 2. Parameteraanpassingen per zone

Parameter	Modellaag	Eenheid/Zone	Kalibratiefactor
KHV	1	BEZ1	1,33
KHV	1 en 2	BEZ2	1,10
KHV	1 en 2	BEZ3	1,05
KHV	1	BXZ1-3	0,30
KVV	1		1,15

Onderstaande afbeeldingen tonen de residuen met op de achtergrond het verschil in grondwaterstand/stijghoogte ten opzichte van de run met aangepaste KVV (paragraaf 6.2). Dit toont dus het effect van de automatische kalibratie.



Afbeelding 38 Residukaart laag 1 kal-pest5



Afbeelding 39 Residukaart laag 2-4 kal-pest5

6.7 Aanpassen bergingscoëfficiënt

Zoals hierboven beschreven presteerde kalibratierun stat_kal-pest5 het best. Om de gevoeligheid voor de bergingscoëfficiënt in beeld te krijgen zijn drie instationaire modelruns gedraaid:

- e:\Projects\EXTERN\IBRAHYM-GUEST\Kragten\RUNFILES\Huilbeek\NSTAT_50_pest5_s0.RUN
Bergingscoëfficiënt onveranderd
- e:\Projects\EXTERN\IBRAHYM-GUEST\Kragten\RUNFILES\Huilbeek\NSTAT_50_pest5_s1.RUN
Bergingscoëfficiënt verhoogd met factor 5
- e:\Projects\EXTERN\IBRAHYM-GUEST\Kragten\RUNFILES\Huilbeek\NSTAT_50_pest5_s2.RUN
Bergingscoëfficiënt verhoogd met factor 10

Van deze modelruns presteerde de laatste run (Bergingscoëfficiënt verhoogd met factor 10) het beste.

6.8 Toepassen nieuwe geometrie Huilbeek

In paragraaf 6.3 is de nieuwe geometrie van de Huilbeek toegepast en vergeleken met het oorspronkelijke model. De vergelijking is uitgevoerd voor het stationaire model. Om te zien hoe dit uitpakt voor het instationaire model, zijn de SOBEK-bestanden van de Huilbeek welke ook in kalibratierun 2 (paragraaf 6.2) zijn gebruikt opnieuw toegepast. De river-bestanden voor de Huilbeek (cond, stage, infactor en bottom) zijn in het overall-riverbestand geïntegreerd waarna de volgende modelruns zijn gedraaid:

- e:\Projects\EXTERN\IBRAHYM-GUEST\Kragten\RUNFILES\Huilbeek\NSTAT_50_pest6.run
Conductance zoals deze uit SOBEK-model wordt gegenereerd

- e:\Projects\EXTERN\IBRAHYM-GUEST\KRAGTEN\RUNFILES\Huilbeek\NSTAT_50_pest7.run
Conductance zoals deze uit SOBEK-model wordt gegenereerd * 0,2
- e:\Projects\EXTERN\IBRAHYM-GUEST\KRAGTEN\RUNFILES\Huilbeek\NSTAT_50_pest8.run
Conductance zoals deze uit SOBEK-model wordt gegenereerd * 0,5

Bij het uitwerken van deze modelruns is naar voren gekomen dat bij de stationaire modelruns de verkeerde RIV-bestanden werden gebruikt. Bij de niet-stationaire runs zijn de RIV-bestanden van IBv2 gebruikt, bij de stationaire runs die van IBv21_N. In de volgende paragraaf is beschreven hoe hiermee is omgegaan.

6.9 Tweede automatische kalibratie

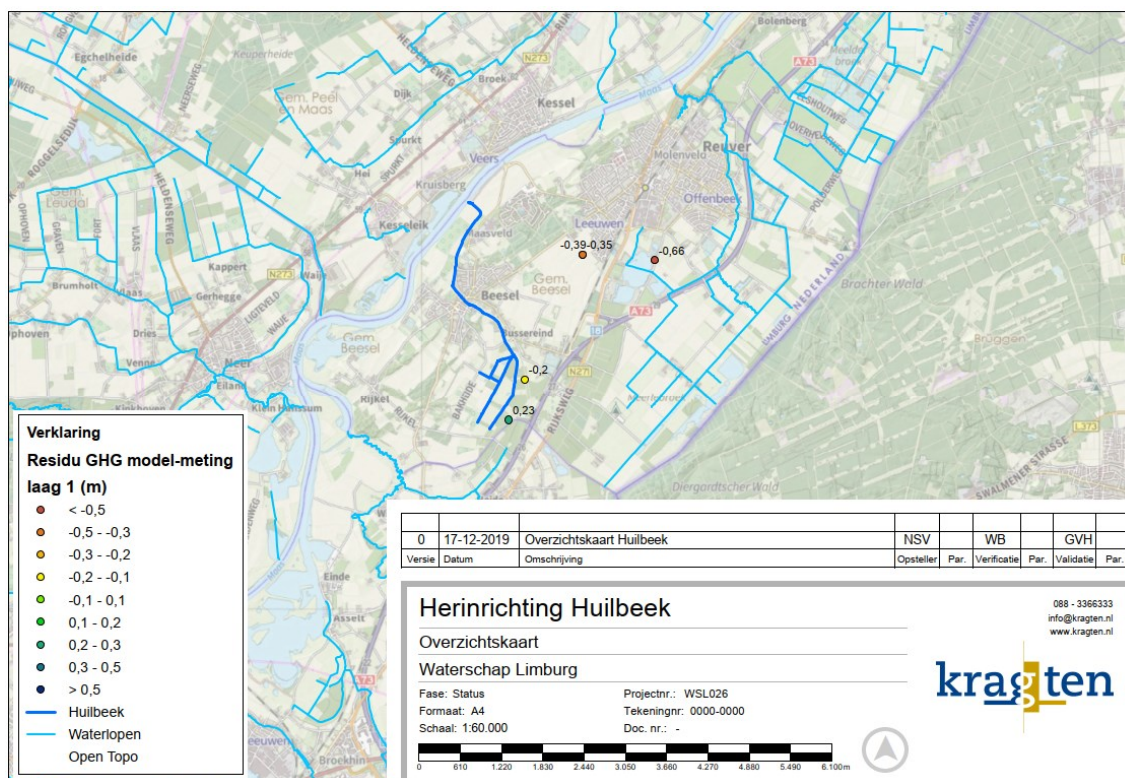
In het stationaire model zijn de RIV-bestanden van IBv2 toegepast. Hiermee is het stationaire model consistent met het instationaire model. Er is vervolgens een nieuwe automatische kalibratie uitgevoerd. Hierbij zijn direct de aangepaste RIV-bestanden voor de Huilbeek geïmplementeerd, wat voor een zuiverdere kalibratie zorgt. Dit heeft geresulteerd in twee stationaire modelruns, te weten:

- stat_kal-pest9.RUN (KVV standaardwaarde)
- stat_kal-pest10.RUN (KVV*0,2, gelijk aan stat_kal-pest5)

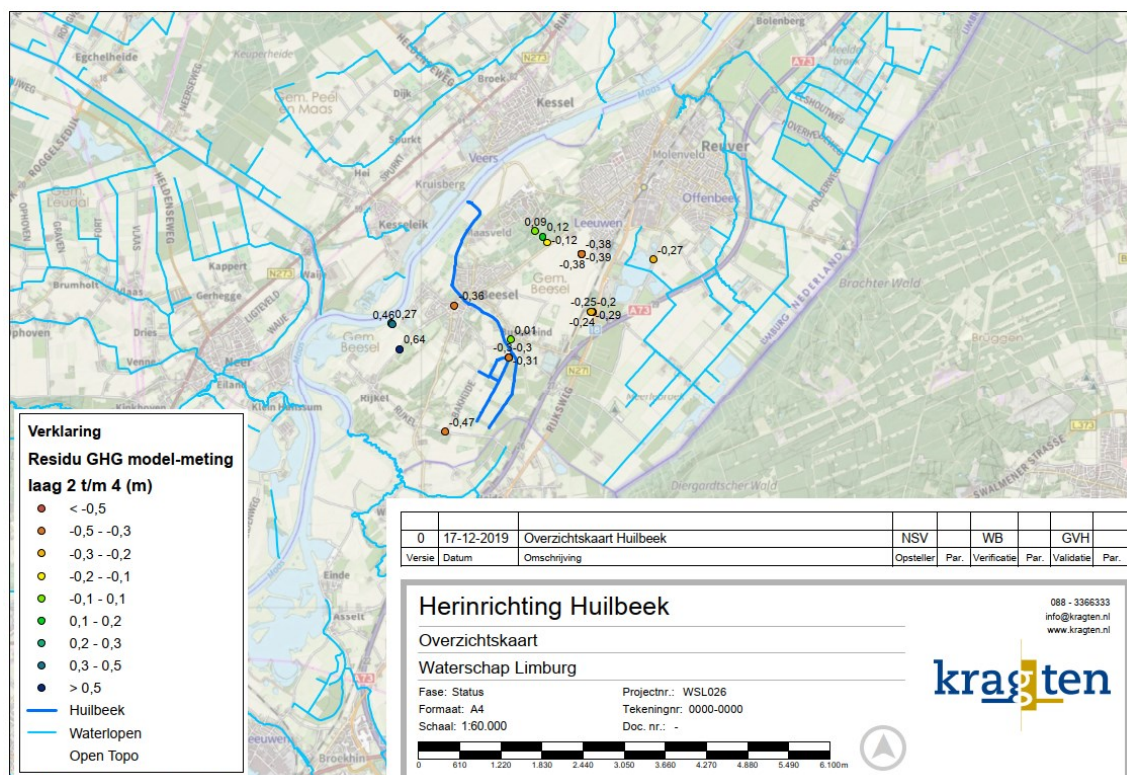
6.10 Definitieve kalibratierun

De resultaten van de run stat_kal-pest10.RUN zijn het best, hiervan is tevens een niet-stationaire modelrun gedraaid:
NSTAT_50_pest10.run

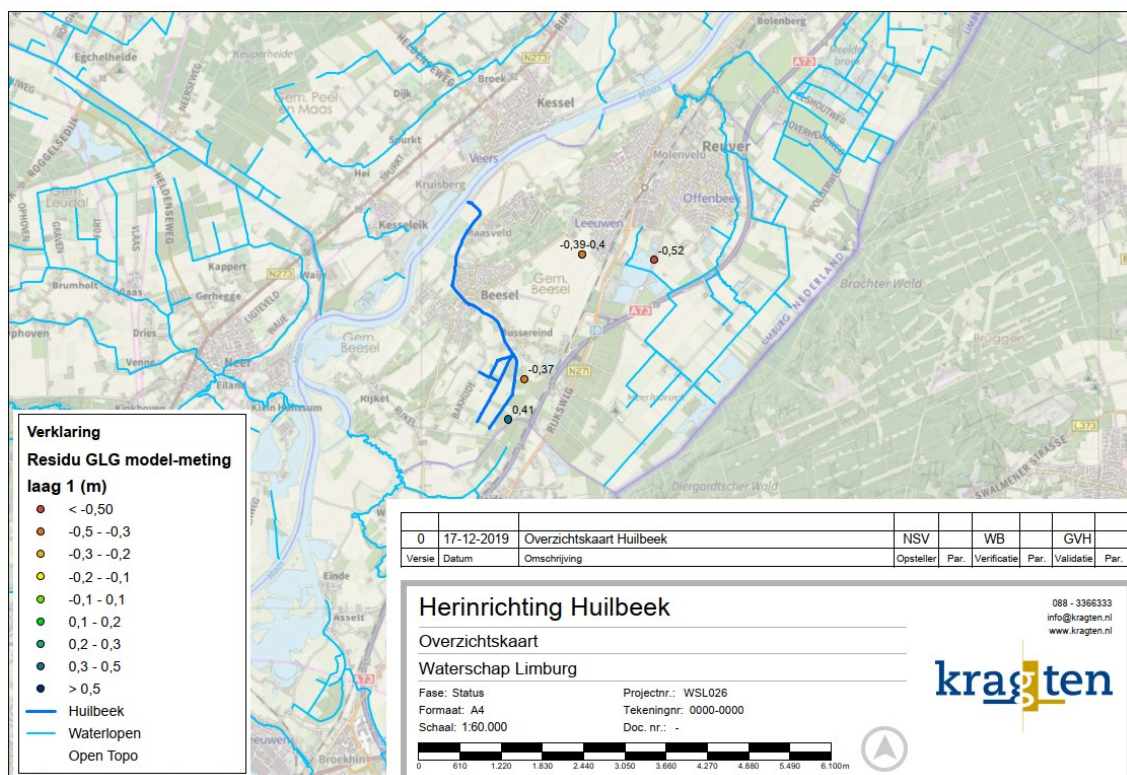
Dit is de definitieve kalibratierun. De modelresultaten zijn hieronder nader uitgewerkt door middel van residukaarten van de GHG, GLG en grondwaterdynamiek voor de bovenste 4 modellen en een vergelijking van de meetreeksen met de berekende tijdreeksen.



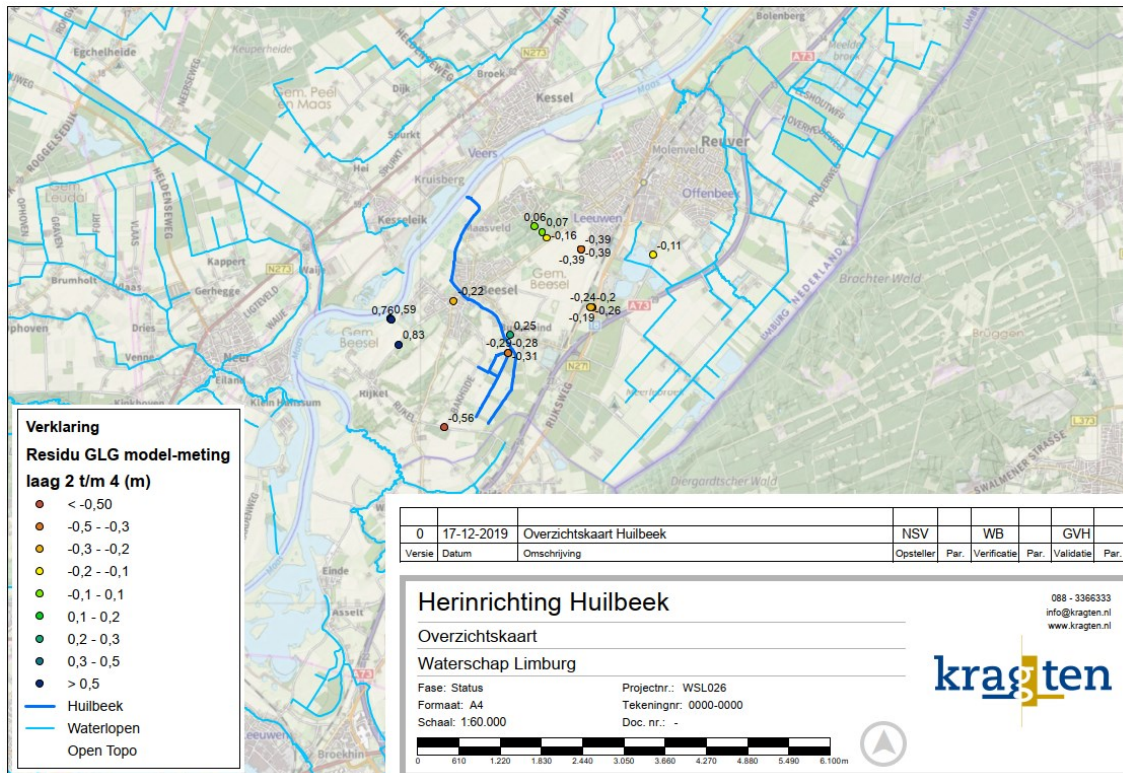
Afbeelding 40 Residu GHG modellaag 1



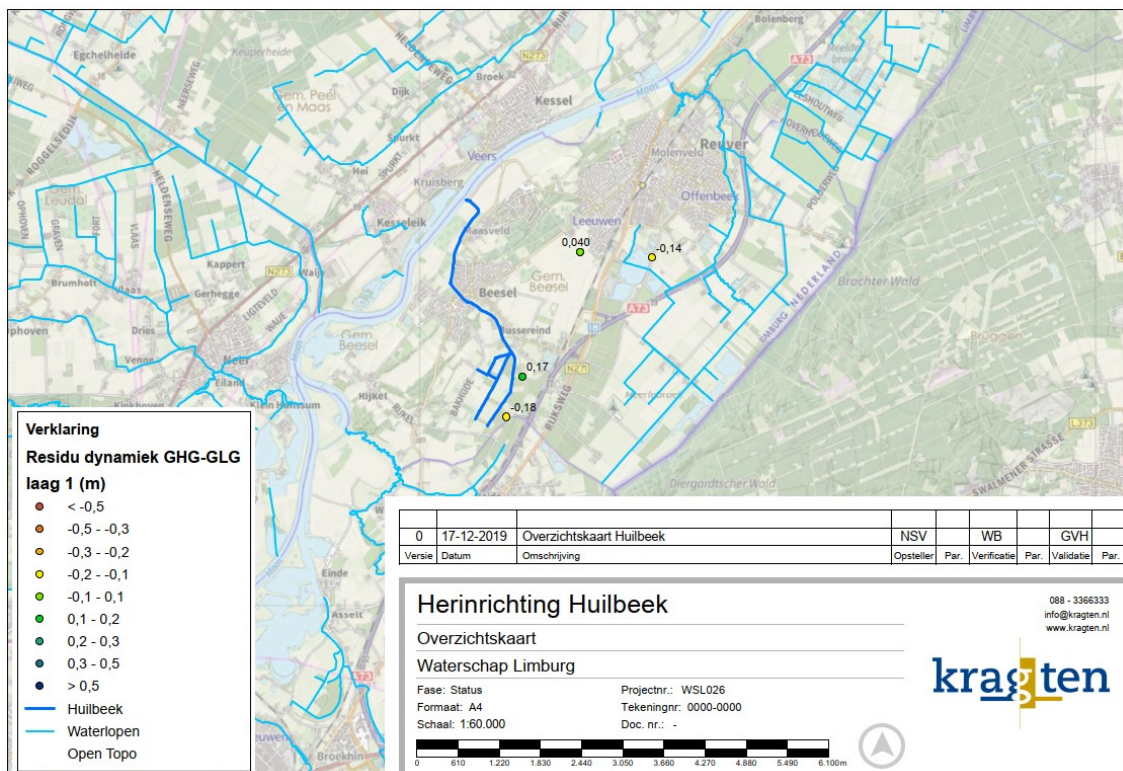
Afbeelding 41 Residu GHG modellaag 2 t/m 4



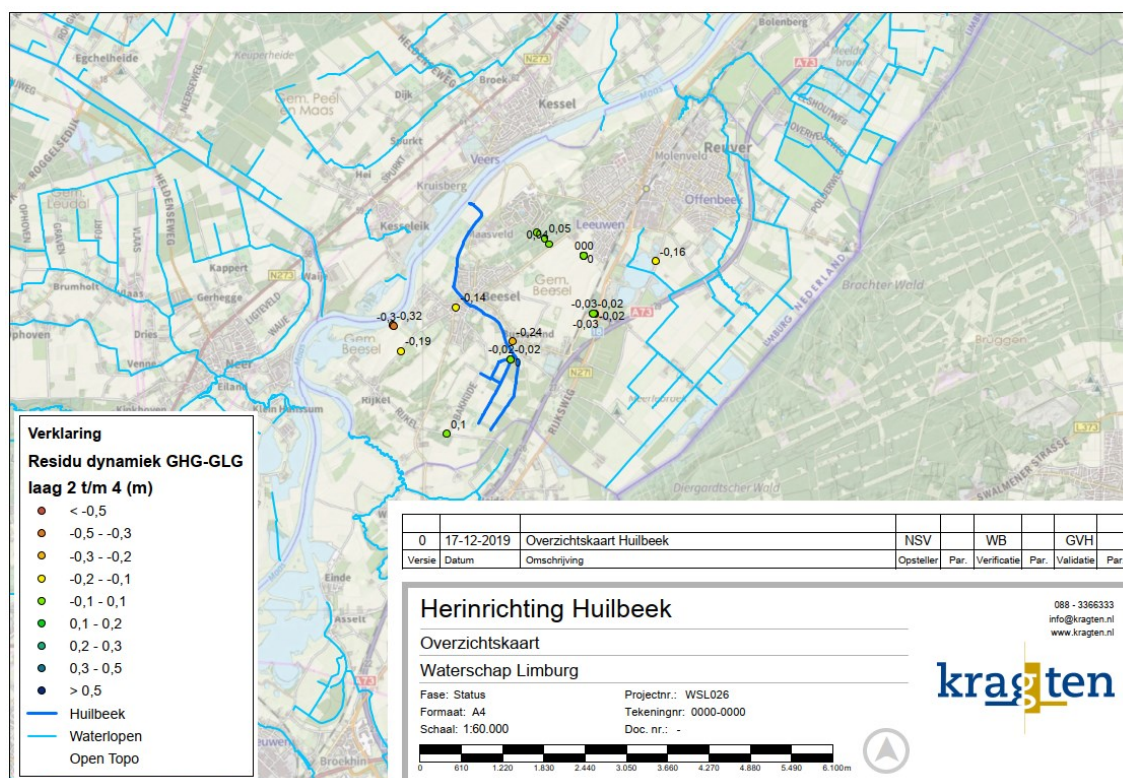
Afbeelding 42 Residu GLG modellaag 1



Afbeelding 43 Residu GLG modellaag 2 t/m 4



Afbeelding 44 Residu Grondwaterdynamiek: GHG-GLG modellaag 1



Afbeelding 45 Residu Grondwaterdynamiek: GHG-GLG modellaag 2 t/m 4

Fout! Verwijzingsbron niet gevonden. toont het gemiddelde van de residuen voor alle model lagen samen. Een negatieve waarde betekent dat het model lager is dan gemeten. De tabel laat zien dat de kalibratie heeft geleid tot aanzienlijk kleinere residuen. Zowel de GLG als de dynamiek zijn er aanzienlijk op vooruitgegaan. Alleen de GHG is gemiddeld iets minder goed geworden.

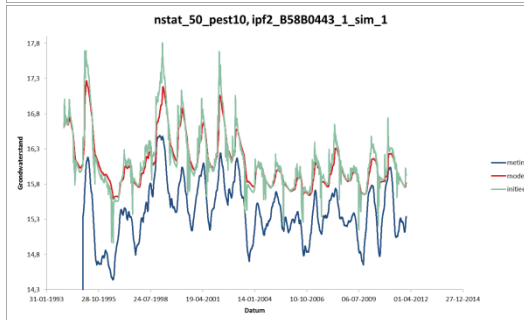
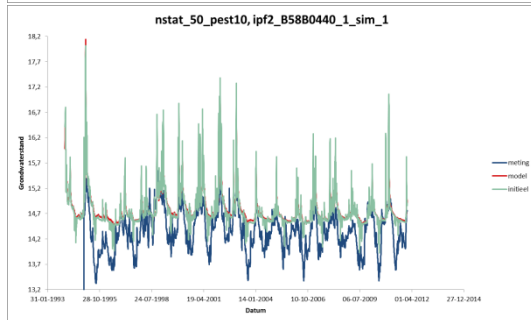
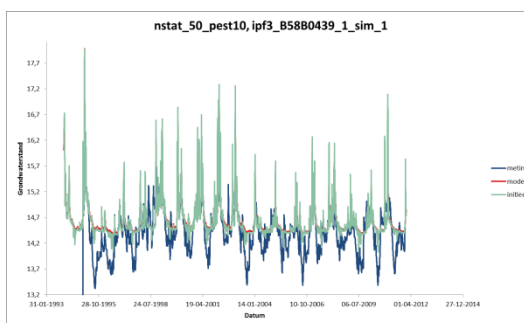
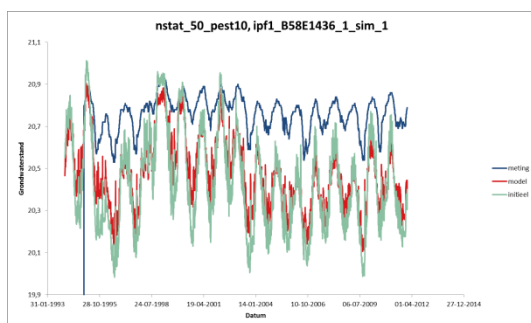
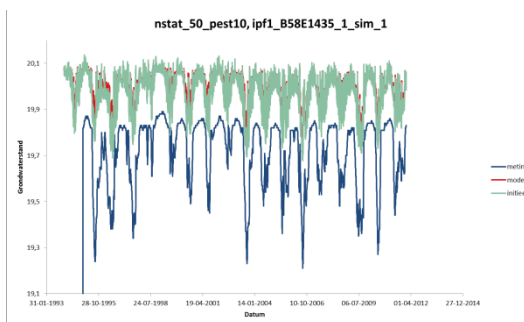
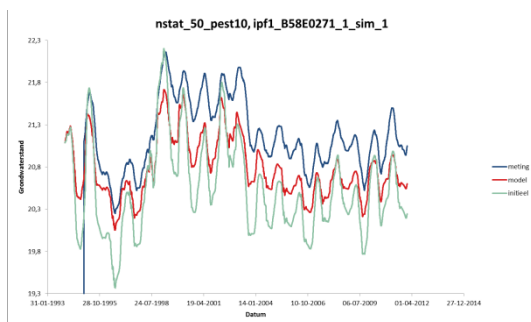
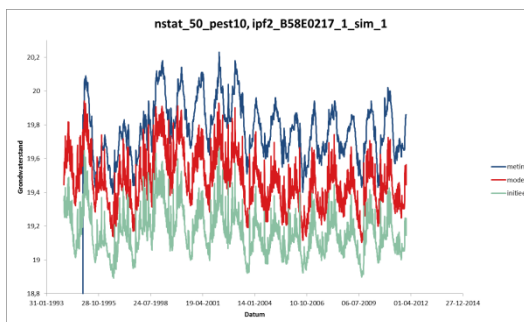
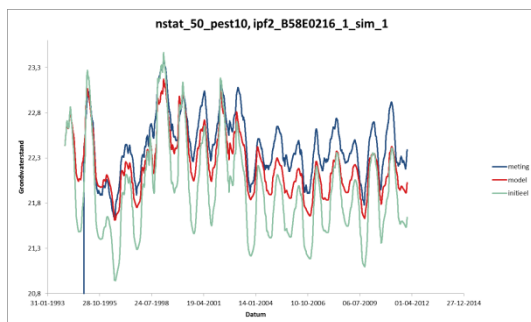
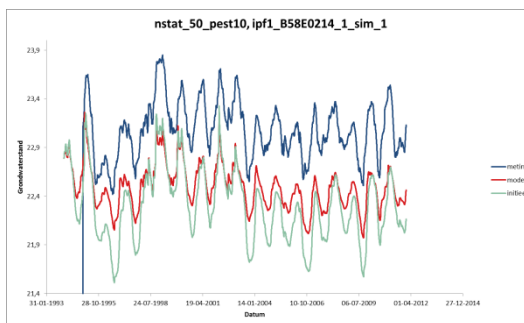
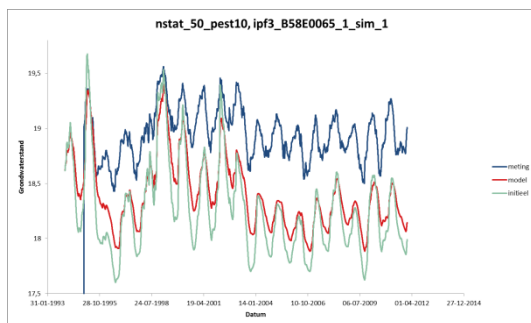
Tabel 3 Gemiddelde residu voor GHG, GLG en dynamiek voor initiële modelrun en na kalibratie

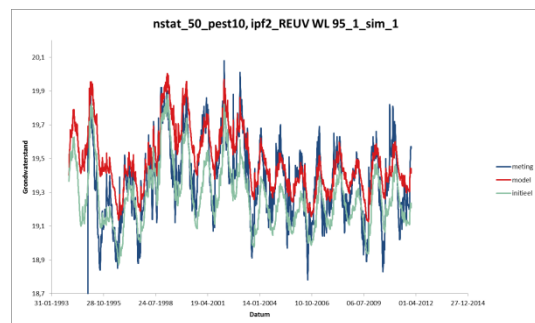
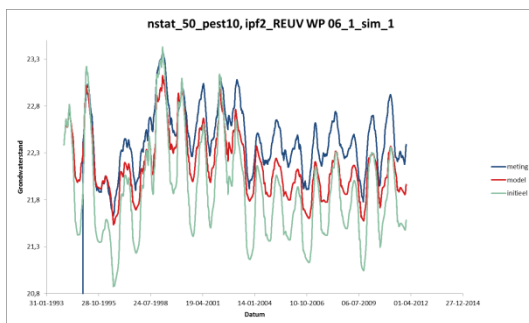
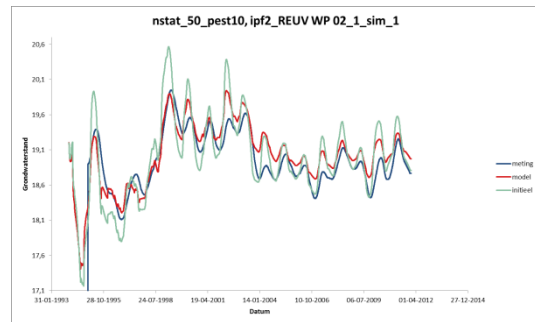
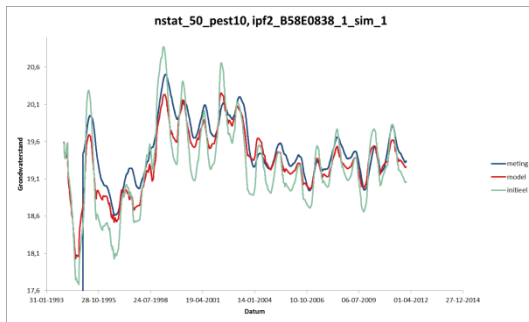
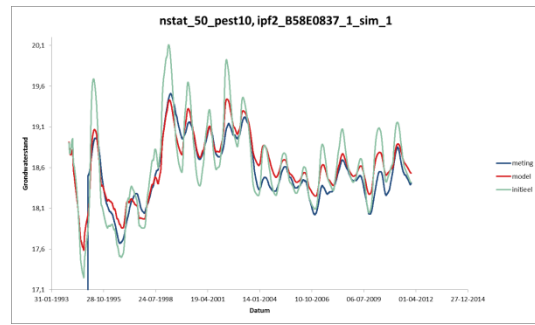
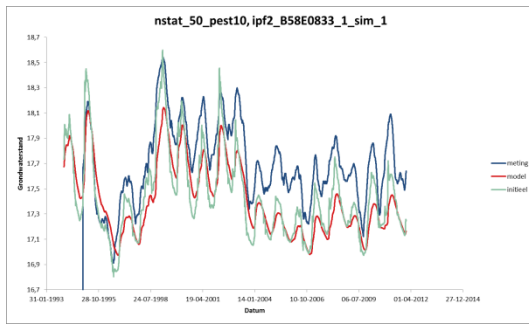
	GHG (m)	GLG (m)	dynamiek (m)
initieel	-0,10	-0,31	0,21
na kalibratie	-0,13	-0,06	-0,07

Onderstaand zijn de verschillen tussen de meetreeksen en de berekende grondwaterstanden ook nog eens visueel weergegeven. Hierbij zijn de metingen in **blauw** weergegeven en de het gekalibreerde model in **rood**. De resultaten van de initiële run zijn in **groen** weergegeven. Voor de ligging van de peilbuizen wordt verwezen naar Afbeelding 2.

In de afbeeldingen is te zien dat als gevolg van de modelaanpassingen het model in de meeste gevallen dichter bij de metingen is komen te liggen. Ook de dynamiek, welke eerder aan de hoge kant was, past nu beter bij de meetreeksen. De peilbuizen in de nabijheid van de beek (REUV WL 95, B58E0217) laten een duidelijke verbetering zien ten opzichte van het ongekalibreerde model. Hierbij dient in het achterhoofd gehouden te worden dat het maaiveld van peilbuis B58E0217 zoals het in Dinoloket is opgenomen afwijkt van het maaiveld in het AHN. Hierdoor zal de gemeten reeks lager komen te liggen en goed overeen komen met de berekende grondwaterstanden.

De peilbuizen welke dicht bij de Maas liggen (bijvoorbeeld B58B0439, B58B0440 en B58B0443) laten iets te hoge grondwaterstanden zien, de invloed van het Maaspeil op de grondwaterstanden in het model is hier wellicht te groot. De peilbuizen in het noorden van het projectgebied (nabij recreatiepark De Lommerbergen, B58E0837, B58E0838 en REUV WP02) presteerden in het uitgangsmodel al goed en zijn nu nog iets verbeterd.





7 BEREKENING EFFECTEN VO

7.1 VO-v1

Het VO-v1 is op 23 maart 2020 beschikbaar gekomen voor integratie in IBRAHYM, het gaat hierbij om de volgende bestanden welke door Caspar beschikbaar zijn gesteld:

Winter - 20200319-Kragten-winter_HS_val5_ks=15 (stabiel) – VO

Zomer - 20200319-Kragten-winter_HS_val5_ks=15 (stabiel) – VO

7.1.1 Omzetten bestanden van Sobek naar Ibrahim

Voor het omzetten van de bestanden is gebruik van de Sobek-to-Ibrahim-tool, deze staat op de server onder:

e:\Projects\EXTERN\IBRAHYM-GUEST\Kragten\DATABASE\Huilbeek\RIV\Tool SOBEK-IBRAHYM\

Een korte toelichting voor het gebruik van deze tool staat ook in de betreffende map. Let hierbij op dat je als gridsize 25 pakt, aangezien de overall riverbestanden ook gridgrootte 25 hebben.

De bestanden zijn op 24-03-2020 middels de import SOBEK-tool omgezet naar idf-bestanden voor gebruik in IBRAHYM, voor zowel het zomer- als winterscenario:

- e:\Projects\EXTERN\IBRAHYM-GUEST\Kragten\SCENARIOS\Huilbeek\RIV\winter\VO_20200324\INFFCT_VO_20200324_Winter.IDF
- e:\Projects\EXTERN\IBRAHYM-GUEST\Kragten\SCENARIOS\Huilbeek\RIV\winter\VO_20200324\BOTTOM_VO_20200324_Winter.IDF
- e:\Projects\EXTERN\IBRAHYM-GUEST\Kragten\SCENARIOS\Huilbeek\RIV\winter\VO_20200324\STAGE_VO_20200324_Winter.IDF
- e:\Projects\EXTERN\IBRAHYM-GUEST\Kragten\SCENARIOS\Huilbeek\RIV\winter\VO_20200324\COND_VO_20200324_Winter.IDF
- idem voor de zomer-bestanden.

7.1.2 Integratie in overall riverbestanden

Bovengenoemde bestanden betreffen slechts de parameters voor de Huilbeek (en niet alle overige beken) en zijn geïntegreerd in de overall-riverbestanden.

In de map:

e:\Projects\EXTERN\IBRAHYM-GUEST\Kragten\DATABASE\Huilbeek\RIV\RIV-bestanden zonder Huilbeek\

staan de overall riverbestanden zonder de Huilbeek. Deze bestanden kunnen (na kopiëren, originele bestanden niet overschrijven) gebruikt worden voor de integratie van de Huilbeek-bestanden.

- e:\Projects\EXTERN\IBRAHYM-GUEST\Kragten\SCENARIOS\Huilbeek\RIV\winter\RIVER_PRIMAIR_STAGE_WINTER.IDF
- Idem voor de overige winter- en zomerbestanden

De integratie is gedaan met behulp van de idf-edit functie in iMod:

- inladen 4 river-bestanden Huilbeek
- inladen 4 river-bestanden overige beken zonder Huilbeek
- cellen selecteren op basis van waarde > 0 in een Huilbeek-bestand
- overnemen waarden uit Huilbeek bestanden, toekennen aan overall riverbestand (8 x in totaal).

7.1.3 Modelrun NSTAT50_VO-v1 en verwerking output

In de runfile zijn deze bestands- en padnamen aangepast, de volgende modelrun is gestart:
e:\Projects\EXTERN\IBRAHYM-GUEST\KRAGTEN\RUNFILES\Huilbeek\NSTAT_50_VO-v1.run

De resultaten van de modelrun staat op deze locatie:

e:\Projects\EXTERN\IBRAHYM-GUEST\KRAGTEN\MODELS\Huilbeek\init_nstat_50\head\

Van modellaag 1 zijn de GxG's (zowel ten opzichte van NAP als ten opzichte van mv) bepaald voor de periode 2003-2011. Het gebruikte maaiveldbestand is het volgende:
e:\IMOD\DBASE_V21_N\MAAIVELD\VERSION_1\IBV2_AHN_WPM-WRO-MAAS_25_METASWAP.IDF

Tevens is het verschil berekend met de GxG's van de definitieve kalibratierun (NSTAT_50_pest10.run). Dit resulteert in 9 outputbestanden, welke met behulp van iMOD als asci-bestand zijn geëxporteerd:

e:\Projects\EXTERN\IBRAHYM-GUEST\KRAGTEN\MODELS\Huilbeek\nstat_50_VO-v1\head\ASC\

7.1.4 Verwerking output-bestanden tot gis-kaarten

De asci-bestanden zijn op het netwerk van Kragten opgeslagen in deze map:

p:\prj100\WSL\026\UitwOpdr\1_Werk\geo\hydrol. berekeningen\IBRAHYM\04 - IBRAHYM\04 - Berekening VO\ASC\

Vervolgens zijn met behulp van de asci-bestanden in ArcGis de verschilkaarten gegenereerd.

Hiervoor is het volgende mxd-bestand gebruikt (op netwerkschijf Kragten):

p:\prj100\WSL\026\UitwOpdr\1_Werk\geo\hydrol. berekeningen\IBRAHYM\02 - GIS\20200326-WSL026-VO-portraitA3.mxd

In dit mxd-bestand is een Group-layer aangemaakt voor de uitwerking van het VO-v1. De gemaakte legenda's kunnen voor eventuele toekomstige scenario's overgemaakt worden.

De kaarten staan op de volgende plek:

netwerkschijf Kragten: p:\prj100\WSL\026\UitwOpdr\1_Werk\geo\hydrol. berekeningen\IBRAHYM\02 - GIS\uitvoer\VO-v1\

Ibrahym-server: e:\Projects\EXTERN\IBRAHYM-GUEST\KRAGTEN\MODELS\Huilbeek\nstat_50_VO-v1\resultaten\

7.1.5 Beknpte beschrijving van de effecten VO-v1 t.o.v. uitgangssituatie

Als gevolg van de aanpassingen aan de Huilbeek treedt in de omgeving van de meest oostelijk gelegen Huilbeek-arm in Beeselsbroek een vernatting op. De grondwaterstanden stijgen in de GHG-situatie maximaal 15 cm. Dit effect dempt in oostelijke en westelijke richting snel uit. In de GLG-situatie is de vernatting rond 10 cm. De vernatting is het gevolg van een hogere waterstand in de beek door het plaatsen van een stuw op de plek waar de drie zuidelijke Huilbeek-armen samenkomen.

Ten noorden van de geplande stuw dalen de grondwaterstanden. In de GHG-situatie is dit maximaal 15 cm, in de GLG-situatie maximaal 10 cm. De daling in grondwaterstanden is verklaarbaar aangezien het oppervlaktewater door de stuw langer in Beeselsbroek wordt vastgehouden. Aan de andere zijde van de stuw is daardoor minder water beschikbaar; de grondwaterstanden dalen.

8 BEREKENING EFFECTEN DO

8.1 Nieuwe referentiesituatie

Naar aanleiding van de inmetingen van de beek is een nieuwe referentiesituatie tot stand gekomen. Op 29 juni 2021 zijn door Caspar de volgende bestanden beschikbaar gesteld:

Winter - 210615-Kragten-winter_HS_val5_ks=15 (stabil) – REF

Zomer - 210615-Kragten-winter_HS_val5_ks=15 (stabiel) - REF

Deze SOBEK-bestanden zijn omgezet naar IBRAHYM-input:

e:\Projects\EXTERN\IBRAHYM-GUEST\KRAGTEN\DBASE\Huilbeek\RIV\referentie-20210629\winter\

e:\Projects\EXTERN\IBRAHYM-GUEST\KRAFTEN\DBASE\Huilbeek\RIV\referentie-20210629\zomer\

en vervolgens geïntegreerd in de overall riverbestanden:

e:\Projects\EXTERN\IBRAHYM-GUEST\KRAGTEN\DATABASE\Huilbeek\RIV\referentie-20210629\

In de runfile zijn deze bestands- en padnamen aangepast, de volgende modelrun is gestart:

e:\Projects\EXTERN\IBRAHYM-GUEST\KRAFTEN\RUNFILES\Huilbeek\NSTAT_50_pest11.run

8.2 DO-v1

Het DO-v1 is op 16 juni 2021 beschikbaar gekomen voor integratie in IBRAHYM, het gaat hierbij om de volgende bestanden welke door Caspar beschikbaar zijn gesteld:

Winter - 210615-Kragten-winter HS val5 ks=15 (stabiel) – DO

Zomer - 210615-Kragten-winter_HS_val5_ks=15 (stabiel) – DO

Deze SOBEK-bestanden zijn omgezet naar IBRAHYM-input:

e:\Projects\EXTERN\IBRAHYM-GUEST\Kragten\SCENARIOS\Huilbeek\RIV\winter\DO_20210622\

e:\Projects\EXTERN\IBRAHYM-GUEST\Kragten\SCENARIOS\Huilbeek\RIV\zomer\DO_20210622\

en vervolgens geïntegreerd in de overall riverbestanden:

e:\Projects\EXTERN\IBRAHYM-GUEST\KRAGTEN\SCENARIOS\Huilbeek\RIV\zomer\

e:\Projects\EXTERN\IBRAHYM-GUEST\Kragten\SCENARIOS\Huilbeek\RIV\winter\

In de runfile zijn deze bestands- en padnamen aangepast, de volgende modelrun is gestart:

e:\Projects\EXTERN\IBRAHYM-GUEST\KRAGTEN\RUNFILES\Huilbeek\NSTAT 50 DO-v1.run

De resultaten van de modelrun staat op deze locatie:

e:\Projects\EXTERN\IBRAHYM-GUEST\KRAGTEN\MODELS\Huilbeek\nstat_50_DO-v1\head\

Van modellaag 1 zijn de GxG's (zowel ten opzichte van NAP als ten opzichte van mv) bepaald voor de periode 2003-2011. Het gebruikte maaiveldbestand is het volgende:

e:\IMOD\DATABASE V21 N\MAAIVELD\VERSION 1\IBV2 AHN WPM-WRO MAAS 25 METASWAP.IDF

Tevens is het verschil berekend met de GxG's van de nieuwe referentiesituatie

(NSTAT_50_pest11.run). Dit resulteert in 9 outputbestanden, welke met behulp van iMOD als ascii-bestand zijn geëxporteerd:

e:\Projects\EXTERN\IBRAHYM-GUEST\KRAGTEN\MODELS\Huilbeek\nstat 50 DO-v1\head\ASC\

8.3 Verwerking output-bestanden tot gis-kaarten

De asci-bestanden zijn op het netwerk van Kragten opgeslagen in deze map:

p:\prj100\WSL\026\UitwOpdr\1_Werk\geo\hydrol. berekeningen\IBRAHYM\04 - IBRAHYM\04 - Berekening DO\ASC\

Vervolgens zijn met behulp van de asci-bestanden in ArcGis de verschilkaarten gegenereerd.

Hiervoor is het volgende mxd-bestand gebruikt (op netwerkschijf Kragten):

p:\prj100\WSL\026\UitwOpdr\1_Werk\geo\hydrol. berekeningen\IBRAHYM\02 - GIS\20210629-WSL026-DO-portraitA3.mxd

In dit mxd-bestand is een Group-layer aangemaakt voor de uitwerking van het DO-v1.

De kaarten staan op de volgende plek:

netwerkschijf Kragten: p:\prj100\WSL\026\UitwOpdr\1_Werk\geo\hydrol.

berekeningen\IBRAHYM\02 - GIS\uitvoer\DO-v1\

Ibrahym-server: e:\Projects\EXTERN\IBRAHYM-GUEST\Kragten\MODELS\Huilbeek\nstat_50_VO-v1\resultaten\

8.4 Beschrijving van de effecten DO-v1 t.o.v. uitgangssituatie

8.4.1 Veranderingen grondwaterstanden

Als gevolg van de aanpassingen aan de Huilbeek wordt een klein effect berekend op dat alleen optreedt in de GHG- en GVG-situatie. De veranderingen zijn te zien in Bijlage 3. De grondwaterstand stijgt volgens het model zeer lokaal (in slechts twee modelcellen) maximaal 15 cm ter plaatse van de hoofdloop waar een nieuwe aftakking is voorzien. In het gebied direct ten westen daarvan, ter plaatse van de nieuwe aftakking, treedt volgens het model een kleine verdroging op van maximaal 10 cm. De verwachting is echter dat deze stijging in de praktijk niet of nauwelijks op zal treden. De nieuwe aftakking is namelijk momenteel fysiek al aanwezig maar is niet opgenomen in het referentiemodel van Waterschap Limburg. In de modelberekening van het DO is deze watergang toegevoegd waardoor er een verandering in de grondwaterstand wordt berekend. Deze zal echter in de werkelijke situatie niet of nauwelijks optreden aangezien de watergang in de huidige situatie ook al watervoerend is en de berekende vernatting uitvlakt met de berekende verdroging direct ernaast.

Vlak bij de monding van de Huilbeek in de Maas wordt ook zeer lokaal (één modelcel) een verdroging van maximaal 10 cm berekend. Hier zijn echter geen veranderingen aan de beek voorzien, de verwachting is dan ook niet dat deze verdroging daadwerkelijk zal optreden. In de overige delen van het projectgebied treden geen veranderingen van de grondwaterstand op.

8.4.2 Veranderingen kwel/infiltratie en drainage/infiltratie

Ook in Bijlage 3 opgenomen is de situatie van kwel en wegzijging tussen modellaag 1 en 2, de aanvoer naar de riviers en het verschil tussen de uitgangssituatie en het DO. Tussen Beeselsbroek en Bussereind worden kleine veranderingen van maximaal 1 mm/d in de kwel-situatie berekend. Ter plaatse van de midden- en oostelijke loop van de Huilbeek neemt de kwel af met maximaal 1 mm/d. Dit is het gevolg van het hogere peil in het oppervlaktewater. In de westelijke tak van de Huilbeek, waar de peilen in de toekomstige situatie lager worden neemt de kwel in lichte mate toe. Vanaf het punt waar de drie takken samenkomen is een lichte afname van kwel berekend. Zoals uit de kwel- en wegzijgingskaart blijkt is hier echter nog altijd sprake van een kwelsituatie.

Als gevolg van de peilveranderingen neemt de drainage van de meest oostelijk gelegen tak en het noordelijk deel van de middentak dus iets af. De drainage neemt toe ter plaatse van het zuidelijk deel van de middelste tak en de meest westelijke tak. Dit allemaal in de orde grootte van enkele m³/d over het jaargemiddelde, dit betreft dan ook slechts een kleine verandering.

BIJLAGEN

B1 GXG-KAARTEN KALIBRATIERUN

B2 RESULTATEN BEREKENING VO-V1

B3 RESULTATEN BEREKENING DO-V1

