

Update Domingo2018 naar iDomingo

Versie: 1.23

Door:

Gosro Karimlou

Luuk van Elk

Imke Erven

Ankie Sterk

Susan Dinnissen



1	Inleiding	4
1.1	Doel	4
1.1.1	Toepasbaarheid model	4
2	De opbouw van het nieuwe grondwatermodel (iDomingo).....	5
2.1	Modelschematisatie	5
2.1.1	Grid resolutie en extent	5
2.1.2	Temporele resolutie (tijdsafhankelijk)	6
2.1.3	Modelrand (BND).....	6
2.1.4	Starting Heads (SHD package)	7
2.1.5	TOP en BOT (TOP en BOT package)	7
2.1.6	Doorlatendheid (KHV, KVV en KVA packages).....	7
2.1.7	Overland Flow (OLF package)	8
2.1.8	Recharge (RCH package)	8
2.1.9	Waterlopen (RIV package).....	10
2.1.10	Onttrekkingen (WEL package)	13
2.1.11	Drainage (DRN package)	15
2.1.12	Breuken (HFB package)	15
2.1.13	Constant Head (CHD package).....	17
2.1.14	Constant Storage (STO package)	17
2.1.15	MetaSWAP (MSW).....	17
2.2	Modelopzet.....	20
2.2.1	Modelstructuur.....	20
2.2.2	Mappenstructuur iDomingo.....	22
2.2.3	Mappenstructuur Deelmodel.....	26
2.3	Aansturing model (PRJ- en RUN-files)	26
2.3.1	RUN-file.....	26
2.3.2	PRJ-file	26
2.3.3	Aandachtspunt RUN-file en PRJ-file	27
2.4	Simulatie stationair	27
2.5	Simulatie tijdsafhankelijk.....	27
2.6	Kalibratie en validatie	28
2.6.1	Bepalen GxG periode	28

2.6.2	Bepalen ijkset peilbuizen.....	28
2.6.3	Eerste vergelijking stationaire modelresultaten met peilbuizen.....	29
2.6.4	Kalibratie stationair.....	30
2.6.5	Stationaire model resultaten.....	32
2.6.6	TA model resultaten	34
2.6.7	Vergelijking resultaten met resultaten Domingo (stationair)	41
3	Toepassing en aandachtspunten	46
3.1	Toepassingsmogelijkheden en afbakening iDomingo	46
3.1.1	IJking van het model	46
3.1.2	Schaal van het model	46
3.1.3	Effecten op de rand	46
3.1.4	Andere jaren doorrekenen.....	46
3.1.5	Landgebruik.....	47
3.1.6	Tijdsafhankelijke onttrekkingen	47
3.1.7	Berekening	47
3.1.8	Scenario berekeningen	47
3.2	Aandachtspunten voor opbouw deelmodellen	48
3.2.1	RIV-S1 parameters uit Sobek.....	48
3.2.2	Detailontwatering.....	48
3.2.3	Wateraanvoer.....	48
3.2.4	Buisdrainage.....	48
3.2.5	Berekening	48
3.2.6	IJking van het deelmodel.....	48
4	Referenties.....	49
5	Bijlage Deelmodellen.....	50
5.1	Stappenplan opbouw deelmodel.....	50
5.2	Welke workflows moeten nog worden gemaakt?	50
5.3	Aandachtspunten	51
6	Bijlage Aanpak van de bouw van iDomingo op hoofdlijnen	52
7	Bijlage Koppeltabel landgebruik	53

1 Inleiding

In 2020 is het nieuwe regionale grondwatermodel van Waterschap de Dommel opgeleverd namelijk DOMmel Model INSTRumentarium GrONDwater 2018 (Domingo2018¹). Domingo2018 is een verfijning van het Brabantmodel2018², en heeft waar mogelijk dezelfde parameters, expressies en modelconcepten. Naast de schaal zit er tussen deze twee modellen ook verschil in de rekensoftware; Brabantmodel2018 rekent met MODFLOW en Domingo2018 met Flairs. Beide modellen maken gebruik van Trishell/Triwaco software van RHDHV voor de modelopzet en voor het bepalen van de grondwateraanvulling wordt gebruik gemaakt van FLUZO.

De Trishell/Triwaco software van RHDHV wordt momenteel niet meer verder ontwikkeld. Daarnaast wijkt de methode gebruikt voor Domingo2018 af van wat landelijk gebruikelijk is. Landelijk wordt vooral gebruik gemaakt van MODFLOW/iMOD in combinatie met METASWAP voor de onverzadigde zone. In het verleden is het afwijken van de landelijke methoden een bewuste keuze geweest omdat in Flairs lokaal verfijning mogelijk is. Maar dankzij de doorontwikkeling van MODFLOW sluit deze methode nu beter aan bij de eisen die wij stellen qua functionaliteit.

Deze rapportage beschrijft de overgang van Domingo2018 van de Flairs/Fluzo software naar MODFLOW/METASWAP.

Na inventarisatie van de mogelijkheden voor de opzet van modellen in iMOD, is gekozen voor het instrumentarium SIF van Sweco. Het gebruik van het instrumentarium SIF sluit aan bij de HI filosofie. Het ondersteunt transparant en reproduceerbaar modelleren. Er wordt gebruik gemaakt van workflows die ervoor zorgen dat (eenmaal klaargezet) nabewerkingen, scenario's of complexe analyses zoals stroombaanberekeningen eenvoudig kunnen worden uitgevoerd. Daarnaast zijn de modellen makkelijker om te zetten naar andere schaalniveaus. Ook is het mogelijk om Python code in te bouwen in de workflows.

Om deze redenen is er besloten om voor de grondwatermodellering bij waterschap de Dommel over te gaan naar deze nieuwe methodiek.

1.1 Doel

Het doel van de update is het maken van een iMOD-grondwatermodel met dezelfde basisdata als Domingo2018. Het nieuwe model noemen we iDomingo. Wat betreft rekencode maken we gebruik van MODFLOW-2005 in combinatie met MetaSWAP voor de onverzadigde zone. Workflows om basisdata om te zetten naar modelinvoer worden opgezet met SIF, Python, Windows batch-functionaliteiten en iMOD. In bijlage 6 is de aanpak op hoofdlijnen geschetst.

1.1.1 Toepasbaarheid model

De toepasbaarheid van het nieuwe model komt overeen met Domingo2018. Het model kan gebruikt worden voor vraagstukken die op een regionale schaal spelen. Tevens kan het model de basis zijn voor nieuwe deelmodellen.

2 De opbouw van het nieuwe grondwatermodel (iDomingo)

In dit hoofdstuk wordt de opbouw van iDomingo beschreven. De gekozen gridresolutie en temporele resolutie worden besproken. Daarna wordt de input en de werking van de verschillende gebruikte model-packages toegelicht. Vervolgens wordt de modelstructuur en bijbehorende mappenstructuur van het model beschreven.

De aansturing van modelberekeningen verloopt via PRJ- of RUN-files. Uitleg wordt gegeven over de opbouw, indeling en werking van deze bestanden.

Binnen de grondwatermodellering wordt onderscheid gemaakt tussen stationaire berekeningen en tijdsafhankelijke berekeningen. De input voor deze twee type berekeningen verschilt van elkaar. Hierdoor worden er ook verschillende packages gebruikt voor deze twee type berekeningen. Dit wordt ook beschreven in dit hoofdstuk.

Als laatste wordt de kalibratie en validatie van het model beschreven.

In de verdere tekst zal de toevoeging van het jaartal 2018 niet verder benoemd worden. Als we schrijven over Brabantmodel, Domingo of iDomingo wordt de versie van 2018 bedoeld.

2.1 Modelschematisatie

In de basis zijn dezelfde uitgangspunten genomen zoals die in het Domingo model. Echter, door het gebruik van iMOD zijn enkele parameters niet één op één te gebruiken voor het iDomingo model. Per parameter wordt beschreven op welke manier de parameter door middel van SIF is opgebouwd.

Er is gekozen om het regionaal model met iMOD V5.3 (MODFLOW-2005) op te bouwen en op een later moment over te stappen naar MODFLOW 6 (MF6). Wanneer dit zal zijn is nog niet bekend. Er is gekozen voor MODFLOW-2005 omdat:

- De SIF tools en iMOD ten tijde van deze keuze nog niet voldoende waren ingericht om met MODFLOW 6 te werken. Zo ontbrak bijvoorbeeld nog de koppeling tussen MetaSWAP en MF6.
- Binnen de andere regionale consortia is nog onvoldoende ervaring met het modelleren met MODFLOW 6 en de valkuilen bij het gebruik ervan.
- Daarnaast zijn adviesbureaus nog niet heel ervaren met MODFLOW 6. Als we nu voor MODFLOW 6 zouden kiezen, zou dat betekenen dat we heel veel zelf zouden moeten uitzoeken. We zouden dan wederom een vreemde eend in de bijt zijn in grondwatermodellen-land (eerst Triwaco-Flairs vs MODFLOW-2005, en dan MODFLOW 6 vs MODFLOW-2005). Een van de redenen om over te stappen naar iMOD/MODFLOW-2005 is dat we gevarieerder aanbod willen hebben in partijen die ons kunnen ondersteunen bij de bouw van een grondwatermodel. Daarnaast kunnen we door het gebruik van de meest gangbare software makkelijker kennis en gegevens uitwisselen met andere partijen (waterschappen, provincie, adviesbureaus).
- MODFLOW 6 biedt wel de mogelijkheid (in tegenstelling tot MODFLOW-2005) lokale verfijning van het rekengrid toe te passen. Dit is een voordeel dat we met Triwaco-Flairs ook hadden en waar we veel gebruik van hebben gemaakt. Op termijn is het daarom de verwachting dat we de overstap zullen maken naar MODFLOW 6. Wanneer dat is, is onbekend.

2.1.1 Grid resolutie en extent

Een voorwaarde van iMOD V5.3 is dat deze alleen met structured grids kan rekenen. Er is gekozen voor een gridresolutie van 100 x 100 m. Deze resolutie zien we als een optimum tussen detailniveau, rekentijd en benodigde opslagruimte.

De rechthoekige extent van het model is als volgt:

- X: 118000 - 182500
- Y: 349500 - 418000

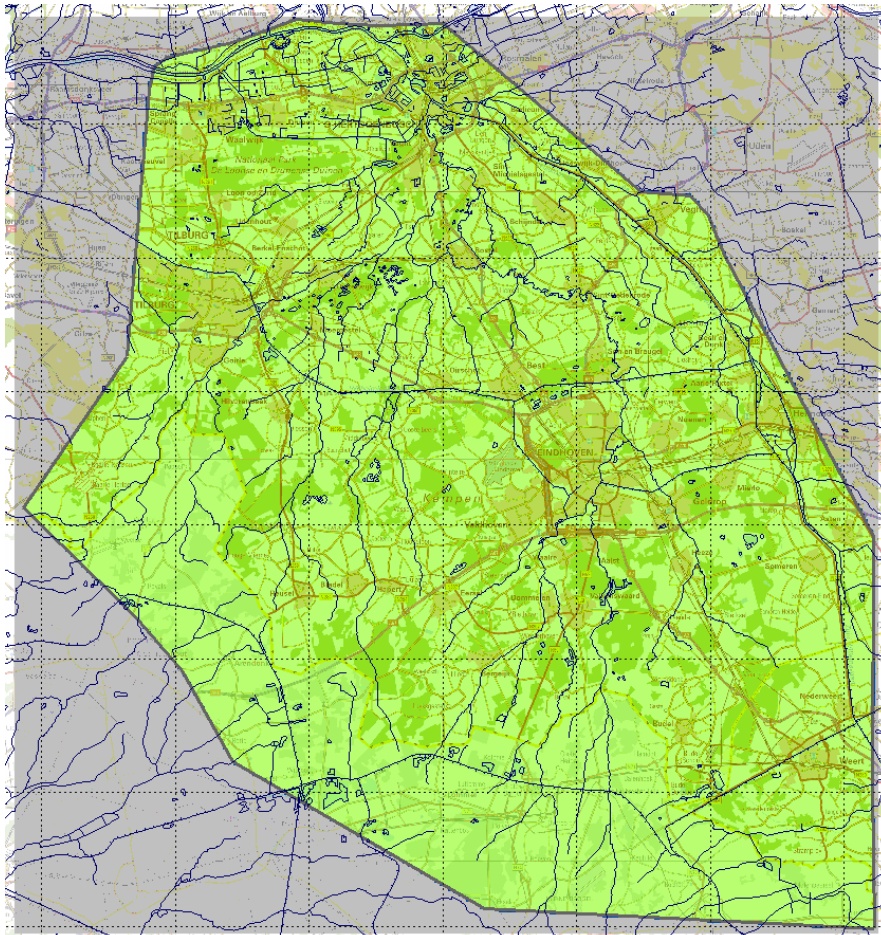
2.1.2 Temporele resolutie (tijdsafhankelijk)

Een tijdstap van 1 dag is gekozen. Hiervoor is gekozen omdat in de code van MetaSWAP een tijdstap van 1 dag wordt gehanteerd. Tijdsafhankelijk rekenen in combinatie met MetaSWAP met een andere tijdstap dan 1 dag geeft daardoor verkeerde modelresultaten. De verwachting is dat dit de komende tijd wordt opgelost en dat de ondersteuning voor andere tijdstappen beter zal worden.

2.1.3 Modelrand (BND)

De modelrand is niet veranderd t.o.v. Domingo. In Figuur 1 is de iDomingo modelrand weergegeven. Deze modelrand is zo gekozen omdat uit eerdere modelstudies (Ref 1) blijkt dat de rand dan ver genoeg ligt om weinig effect op de modelresultaten binnen de waterschapsgrens te hebben.

De modelranden hebben via de BND-package de waarde 1 gekregen, wat inhoudt dat de modelranden een vast stijghoogte hebben en geen vaste flux.



Figuur 1 Modelrand iDomingo. De grijze cellen zijn inactief, de groene cellen zijn actief.

2.1.4 Starting Heads (SHD package)

Voor de initiële grondwaterstanden van de stationaire berekening zijn per laag de grondwaterstanden uit het Brabantmodel (Ref 2) gebruikt, net zoals bij Domingo. Voor de stationaire berekening zijn op de rand van het model de initiële grondwaterstanden tevens de constante randvoorwaarden.

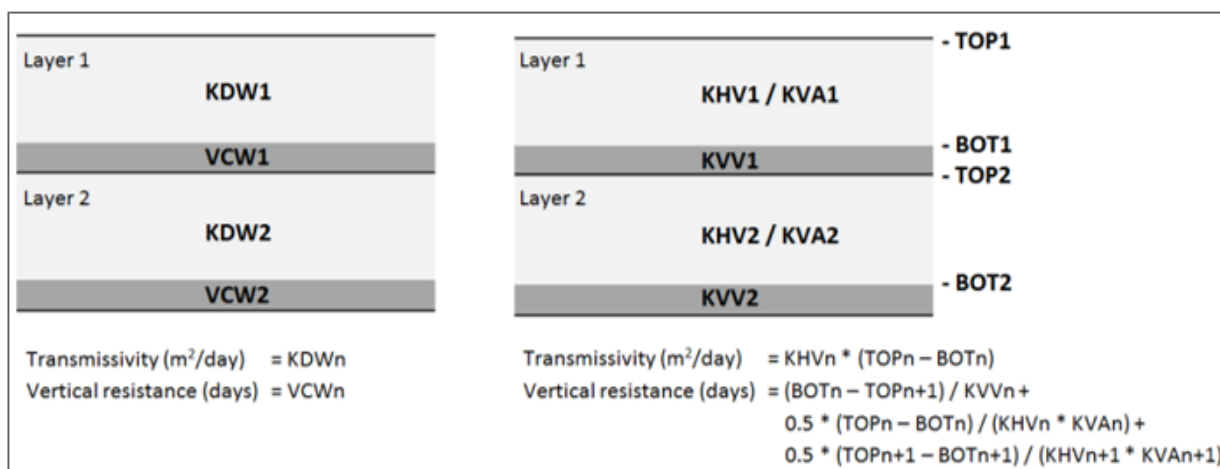
Voor de tijdsafhankelijke berekening worden de grondwaterstanden van de stationaire berekening gebruikt als startwaarden. De grondwaterstanden op de rand worden toegekend via de CHD package (zie paragraaf 2.1.13).

2.1.5 TOP en BOT (TOP en BOT package)

De TOP en de BOT van het lagenmodel zijn afkomstig uit het Brabantmodel (Ref 2). De RL# is aangehouden voor de TOP en de TH# voor de BOT. Uiteindelijk is hierbij de top van laag 19 aangepast om de scheidende laag tussen laag 18 en 19 te vergroten (zie paragraaf 2.1.6).

2.1.6 Doorlatendheid (KHV, KVV en KVA packages)

Er zit een verschil tussen Flairs en MODFLOW-2005 met betrekking tot de schematisatie van het lagenmodel, namelijk de horizontale doorlatendheid en de verticale doorlatendheid (zie Figuur 2). In Triwaco/flairs wordt gerekend met een KD (horizontale doorlatendheid in m²/d) en een VC (verticale weerstand in dagen), waar voor de recente iMOD-modellen in de KHV- en KVV-packages respectievelijk de horizontale doorlatendheid en de verticale doorlatendheid in m/d wordt gedefinieerd¹. MODFLOW-2005 rekt de waarden uit de KHV- en KVV-packages zelf om naar respectievelijk horizontale doorlatendheid in m²/d en verticale weerstand in dagen (zie Figuur 2).



Figuur 2: Verschil in schematisatie lagenmodel Triwaco/flairs (links) en MODFLOW-2005 (rechts) (Bron figuur: iMod handleiding)

Voor het iDomingo model is de KHV berekend door de kD-waarde welke afkomstig is uit het Brabantmodel (Ref 2) te delen door de dikte van de laag (TOP_n - BOT_n).

De KVV is berekend door de dikte van de slecht doorlatende laag (BOT_n - TOP_{n+1}) te delen door de VC-waarde afkomstig uit het Brabantmodel (Ref 2).

Enkel voor laag 18 is de verticale weerstand (KVV₁₈) opnieuw bepaald gedurende de kalibratie. Uit de

¹ Het is met iMOD en MODFLOW-2005 overigens nog steeds mogelijk om direct met kD- en C-lagen te rekenen, maar dit is de laatste jaren niet zo gangbaar meer. Met MODFLOW 6 kan enkel nog via k-waarden worden gerekend.

kalibratieberekeningen bleek dat de slecht doorlatende laag 18 slechts 1 centimeter dik is, maar wel een grote weerstand heeft. Dit resulteerde in grote verschillen in stijghoogtes tussen laag 18 en 19. MODFLOW-2005 bleek slecht om te kunnen gaan met deze inconsistentie (dunne laag met veel weerstand). Daarom is de dikte van de slecht doorlatende laag van laag 18 opnieuw bepaald aan de hand van de weerstand (VC) van de slecht doorlatende laag 18 en de doorlatendheid van klei (0,0001 m/d). De extra dikte van de slecht doorlatende laag is toegevoegd door de top van laag 19 te verdiepen. Zie ook onderstaande gebruikte formule.

$$\text{Verlaging Top laag 19} = 0,0001 \text{ m/d} * VC18$$

De top van laag 19 is hierdoor afhankelijk van de locatie, verlaagd met 0,05 tot 2 meter. Laag 19 is verder niet gecompenseerd, en is dus dunner dan in het Brabantmodel. Naar verwachting leidt dit niet tot significante veranderingen gezien de grote dikte van laag 19 (doorgaans meer dan 100 meter dik).

In de KVA package wordt voor elke modellaag een anisotropiefactor voor de verticale doorlatendheid gedefinieerd van de aquifer in die modellaag. De KVA package vermenigvuldigt de opgegeven IDF (of constante waarde) in de PRJ-file met de KHV van de aquifer van die laag om zo een verticale k-waarde te verkrijgen voor de betreffende watervoerende laag. Dit geeft, op basis van de dikte van deze laag, een weerstand die gelijk verdeeld wordt over de bovenliggende en onderliggende slecht doorlatende laag. Zie Figuur 2 voor een schematische weergave en zie de iMOD-manual voor verdere details. In iDomingo is gekozen voor een KVA-waarde² van 0,3 om tot de verticale doorlatendheid te komen.

2.1.7 Overland Flow (OLF package)

Met de Overland Flow Package wordt het maaiveldhoogte bestand klaargezet voor het iDomingo model.

Voor het niveau wordt gebruikt gemaakt van een gecombineerd hoogtebestand van Brabant, Limburg en Vlaanderen. De resolutie van dit hoogtebestand³ is gelijk aan de resolutie van het modelgrid (100x100m). Binnen de OLF workflow wordt het .ASC bestand omgezet naar IDF zodat het door iMOD kan worden ingelezen.

Het is mogelijk om met de OLF packages *ponding* te simuleren door het niveau van OLF enkele centimeters boven het maaiveld te kiezen. Dit is niet gedaan in iDomingo.

2.1.8 Recharge (RCH package)

Als eerste inschatting voor de stationaire grondwateraanvulling is de grondwateraanvulling (eenheid=m/d) overgenomen van Domingo (grondwateraanvulling berekend met Fluzo). Dit is de gemiddelde grondwateraanvulling uit het tijdsafhankelijke model (Domingo) over de periode 2009 t/m 2016.

In iDomingo wordt voor de tijdsafhankelijke grondwateraanvulling gebruik gemaakt van MetaSWAP (zie paragraaf 2.1.15). MetaSWAP en Fluzo berekenen de grondwateraanvulling op een andere manier⁴.

² Deze waarde is gekozen op basis van expert judgement. Ook landelijk is dit een veel gekozen waarde (IBRAHYM, AZURE, NHI workflows).

³ Bestaande uit:

- AHN2 (5x5 m)
- DHMV II Vlaanderen (5x5 m)

Bij de opschaling naar 100x100 m is het gemiddelde van de originele cellen genomen.

⁴ zie rapportage Ref 3

Hierdoor wordt een andere grondwateraanvulling verkregen door inzet van MetaSWAP t.o.v. Fluzo. Dit heeft een grote impact op de modelresultaten (o.a. stijghoogtes).

De kalibratie van iDomingo wordt uitgevoerd met het stationaire model. Om ervoor te zorgen dat de kalibratiefactoren ook in de tijdsafhankelijke berekening voor goede modelresultaten zorgen is het noodzakelijk dat de grondwateraanvulling in het stationaire model correspondeert met de tijdsafhankelijke grondwateraanvulling. Daarom is na het doorrekenen van het tijdsafhankelijke model (iDomingo) de gemiddelde grondwateraanvulling (q_{gwa}) opnieuw bepaald (periode 2009-2016). Hierbij is gebruik gemaakt van de tijdsafhankelijke modeluitvoer van MetaSWAP. Volgens de handleiding van MetaSWAP kan de grondwateraanvulling (q_{gwr}) als volgt worden berekend:

$$q_{gwr} = sc1 * (h^n - h^0) / \Delta t - q_{modf}$$

q_{modf} is de flux in m/d die van MODFLOW (grondwater) naar MetaSWAP (onverzadigde zone) gaat

dt is de periode in dagen waarover het gemiddelde wordt berekend

$h^n - h^0$ is het verschil in grondwaterstand in m over de betreffende periode

$sc1$ is de bergingscoëfficiënt (eenheidsloos)

Voor het berekenen van de gemiddelde grondwateraanvulling over langere periodes (meerdere jaren) nemen we aan dat de grondwaterstand netto niet verandert. De term $sc1 * (h^n - h^0) / dt$ is dan 0. We houden dan de volgende formule over:

$$q_{gwr} = -q_{modf}$$

De aanname $sc1 * (h^n - h^0) / dt = 0$ klopt eigenlijk alleen maar als de grondwaterstand aan het begin van de langjarige periode overal helemaal gelijk is aan de grondwaterstand aan het eind van de langjarige periode. Dat is natuurlijk niet zo. Maar zelfs als er een verschil van 1 meter in grondwaterstand zou zijn tussen begin en eind van de langjarige periode (8 jaar) zou dat voor de gemiddelde grondwateraanvulling slechts 0,05 mm schelen (zie onderstaande berekening). Gemiddeld genomen ligt de grondwateraanvulling (q_{gwr}) rond de 0,6 mm. De fout die we maken is daarom niet heel groot. De berekening wordt er echter wel een stuk makkelijker van.

Voor het schatten van de fout bij $(h^n - h^0) = 1$ vullen we de formule zo in:

$$X = sc1 * (h^n - h^0) / dt$$

$$(h^n - h^0) = 1 \text{ m}$$

$$dt = 8 * 365 \text{ dagen}$$

$$sc1 = 0,15 \text{ (langjarig gemiddelde bergingscoëfficiënt)}^5$$

⁵ <https://edepot.wur.nl/388744>,
<http://www.grondwaterformules.nl/index.php/vuistregels/ondergrond/bergingscoefficient-van-zand>

Het blijkt dat de gemiddelde q_{modf} ook positief kan zijn. Er is dan een netto flux van het grondwater naar de onverzadigde zone. Wanneer q_{modf} positief is, is deze op 0 gezet:

$$q_{\text{gwr}} = \text{if} (-q_{\text{modf}} < 0, 0, -q_{\text{modf}})$$

Dit uitgangspunt is gekozen omdat de RCH package de flux representeert die van de neerslag overblijft als verdamping daarvan wordt afgetrokken. Het is dan niet mogelijk dat er meer verdampt dan de gevallen neerslag. Er kan nog wel verdamping plaatsvinden maar het water dat dan verdampt komt uit een ander 'reservoir', namelijk het grondwater.

De grondwateraanvulling berekend door het tijdsafhankelijke model is op deze wijze als input gebruikt voor het stationaire model. Hiermee is het stationaire model opnieuw gekalibreerd. En deze kalibratieresultaten zijn vervolgens weer gebruikt om een tijdsafhankelijke som te draaien en de daarbij horende grondwateraanvulling te berekenen. Dit was een iteratief proces waarbij twee keer zowel het tijdsafhankelijke als het stationaire model is doorgerekend (inclusief kalibratie), totdat de verandering in q_{gwa} ten opzichte van de vorige tijdsafhankelijke som nog minimaal was (in 99% van het modelgebied minder dan 0,05 mm).

2.1.9 Waterlopen (RIV package)

In de RIV package worden de grote rivieren, kanalen en A-, B- en C-watgangen geschematiseerd. De RIV package heeft de optie om meerdere systemen te definiëren (ook per gridcel). Hierdoor is het mogelijk om per systeem andere keuzes te maken in de bijbehorende parameters en/of kalibratiefactoren. De RIV package kent de volgende parameters:

- Stage (per jaargetij)
- Bottom
- Conductance
- Infiltration factor

In iDomingo zijn 4 RIV systemen gedefinieerd:

- RIV Systeem 1: A-watgangen
 - Voor elk seizoen worden andere oppervlaktewaterstanden gebruikt. Deze waterstanden zijn afkomstig uit stationaire SOBEK-modellen. De overige parameters van dit systeem zijn gedurende de gehele berekening constant (per cel).
- RIV Systeem 2: Kanalen
- RIV Systeem 3: Maas
- RIV Systeem 4: B- en C-watgangen

Voor systeem 2, 3 en 4 zijn de bijbehorende parameters gedurende de gehele berekening constant.

In Tabel 1 en Tabel 2 is aangegeven wat de bronnen zijn van de verschillende parameters van de 4 RIV systemen. In de tabellen is onderscheid gemaakt in bronnen voor parameters binnen en buiten het beheersgebied van WSDD. De infiltratiefactor in de RIV-1 en RIV-4 staat op nul, waardoor in het model geen infiltratie vanuit de A-watgangen in het beheergebied van WSDD plaatsvindt. Dit komt overeen met Domingo2018.

Tabel 1 Bronnen parameters RIV systemen binnen WSDD

	RIV S1	RIV S2	RIV S3	RIV S4**
STAGE	Brondata WSDD	Brabantmodel	N.v.t.	Analyse Deltares***
BOTTOM	Brondata WSDD	Brabantmodel	N.v.t.	Zelfde als stage****
CONDUCTANCE	Standaard formule*	Standaard formule*	N.v.t.	Standaard formule*
INFILTRATION FACTOR	0	Brabantmodel [#]	N.v.t.	0

Tabel 2 Bronnen parameters RIV systemen buiten WSDD

	RIV S1	RIV S2	RIV S3	RIV S4**
STAGE	Brabantmodel	Brabantmodel	Brabantmodel	Brabantmodel
BOTTOM	Brabantmodel	Brabantmodel	Brabantmodel	Zelfde als stage****
CONDUCTANCE	Standaard formule*	Standaard formule*	Brabantmodel	Standaard formule*
INFILTRATION FACTOR	Brabantmodel	Brabantmodel [#]	Brabantmodel	0

* Voor uitleg over de totstandkoming van deze parameter zie de paragraaf 2.1.9.2

** We zetten de B- en C-watgangen in de RIV package in plaats van in de DRN package. Voor de modelresultaten geeft dit geen significante verschillen, maar het is fysisch logischer want het zijn nu eenmaal watgangen en geen drains.

*** Op basis van een GIS analyse heeft Deltares drainageniveaus (peil of bodemhoogte afhankelijk van de watervoerendheid van de watergang op het moment van invliegen van het AHN) bepaald voor B- en C-watgangen. Zie Ref 4 en Ref 5.

**** Omdat we vanuit de analyse van Ref 4 niet weten of we met een peil of een bodemhoogte te maken hebben, is gekozen om de bottom parameter gelijk te stellen aan de stage. Fysisch gezien zal dit niet overal kloppen. De verwachting is dat het kiezen van een standaard waterdiepte even fout zal zijn. Modeltechnisch is het makkelijker om bottom gelijk te stellen aan stage. In deelmodellen kunnen op basis van inmetingen nog aanpassingen gedaan worden aan de bottom (en stage) parameter van RIV S4.

[#] De infiltratiefactor is overgenomen uit het Brabantmodel. Dit is vaak een constante factor, maar deze kan verschillen over de verschillende kanalen. Sommige kanalen zoals het Wilheminakanaal heeft een infiltratiefactor van nul.

2.1.9.1 Correcties

Het afwateringskanaal De Colateur (ook bekend als “De gracht”) heeft in de brondata onrealistisch hoge waarden voor de waterstand en bodemhoogte (meerdere meters boven omliggend maaiveld) (zie Figuur 3 voor de ligging). Op basis van de omliggende maaiveldhoogte is een grove inschatting gemaakt voor een meer realistische waterstand en bodemhoogte. De waterstand is gekozen op 0,5 m-mv en de bodemhoogte is gekozen op 1,5 m-mv.



Figuur 3 Ligging van de Colateur (zie rode cirkel).

Het kanaalpeil van het Eindhovens kanaal is aangepast op basis van Ref 6. In de lokale Sobek-modellen is een peil van 16,7 m+NAP gehanteerd. In werkelijkheid is het streefpeil 18,53 m+NAP.

In de analyse van Deltares (Ref 4), zoals gebruikt voor peilen/bodemhoogte van de B- en C-watgangen, zitten op sommige plekken extreem afwijkende getallen (bijvoorbeeld de waarde 0 of een getal heel ver onder maaiveld). Om deze waarden eruit te halen is in de correcties meegegeven dat het peil voor de B- en C-watgangen maximaal 3 m beneden maaiveld mag zijn, als dit niet het geval is wordt het peil op 3 m beneden maaiveld gezet.

2.1.9.2 Concept conductance/bodemintreeweerstand Domingo en iDomingo

Modeltechnisch werkt bodemintreeweerstand en conductance van watgangen hetzelfde in Flairs (Domingo) en MODFLOW (iDomingo). In Flairs geef je een (bodemintree)weerstand op en in MODFLOW

geef je de conductance op. De conductance heeft een omgekeerd recht evenredig verband met de bodemintreeweerstand:

$$\text{Conductance} \sim 1/\text{bodemintreeweerstand}$$

De keuze of de bodemweerstand toeneemt of gelijk blijft bij bredere watergangen is bewust anders in Flairs vs MODFLOW. In literatuur^{6,7,8} is onderstaande formule voor de conductance in MODFLOW te vinden:

$$\text{Conductance} = (\text{lengte watergang in modelcel [m]} * \text{breedte watergang [m]}) / \text{bodemweerstand [dagen]}$$

Voor de conductance van de watergangen gebruiken we een waarde van 0,5 voor de A-watergangen en 0,2 voor de B- en C-watergangen. Dat wil zeggen dat we een bodemweerstand van 2 en 5 dagen hanteren voor respectievelijk de A-watergangen en B- en C-watergangen. We kiezen deze waardes omdat:

- De waardes komen overeen met de literatuur^{6,7,8} en komen qua ordegrrootte overeen met wat Waterschap Aa en Maas (WSAM) gebruikt⁹.
- Gaat uit van het principe dat watergangen die minder goed onderhouden worden ook een hogere bodemweerstand hebben.
- Dit geeft logische modelresultaten voor de afvoerverdeling uit het model (RIV en DRN package)¹⁰.

2.1.10 Onttrekkingen (WEL package)

De onttrekkingen zijn overgenomen uit het Brabantmodel. De onttrekkingen in het model zijn de winningen van Brabant Water en grote industriële/commerciële winningen (bv. voor frisdrank (Refresco)). Er is een onderscheid gemaakt tussen onttrekkingen waarvan wel of geen tijdreeks bekend is. De laatste categorie krijgt een constant debiet toegekend. Kleine langlopende/eeuwige onttrekkingen, zoals saneringen, zijn niet opgenomen in het model aangezien hier geen data beschikbaar voor is binnen waterschap de Dommel.

Stationair wordt er gerekend met het gemiddelde onttrekkingsdebiet. Wanneer een filter van een onttrekking in meerdere lagen aanwezig is wordt door middel van de dikte en doorlatendheid van de lagen waar de filters in staan bepaald (met behulp van MKWELLIPF (zie iMOD-manual)) hoeveel uit welke laag wordt onttrokken om tot het totale bekende onttrekkingsdebiet te komen. Tijdsafhankelijk is waar beschikbaar de tijdreeks en anders het constante onttrekkingsdebiet gebruikt. Dit is conform het

⁶ <https://repository.officiële-overheidspublicaties.nl/externebijlagen/exb-2019-4709/1/bijlage/exb-2019-4709.pdf>

⁷ <https://www.rivm.nl/publicaties/bepaling-van-bodemweerstand-in-en-onder-watergangen-door-middel-van>

⁸ https://www.planviewer.nl/imro/files/NL.IMRO.0262.buSluisEefde-BP41/b_NL.IMRO.0262.buSluisEefde-BP41_tb10.pdf

⁹ Nuttig omdat het een aangrenzend waterschap is, en zal daarom niet de oorzaak zijn van eventuele verschillen in modelresultaat in de grensgebieden.

¹⁰ Op basis van een aantal stationaire modelberekeningen met variërende bodemweerstand zijn waterbalansen opgesteld. Bij de gekozen waardes voor bodemweerstand (0,5 voor de A-watergangen en 0,2 voor de B- en C-watergangen) gaf het model de meest logische modelresultaten voor de afvoer uit het model (meeste afvoer via A-watergangen gevolgd door B- en C-watergangen en maaiveld (overlandflow)).

Brabantmodel. Echter, de verdeling over de lagen kan verschillen met het Brabantmodel en Domingo2018.

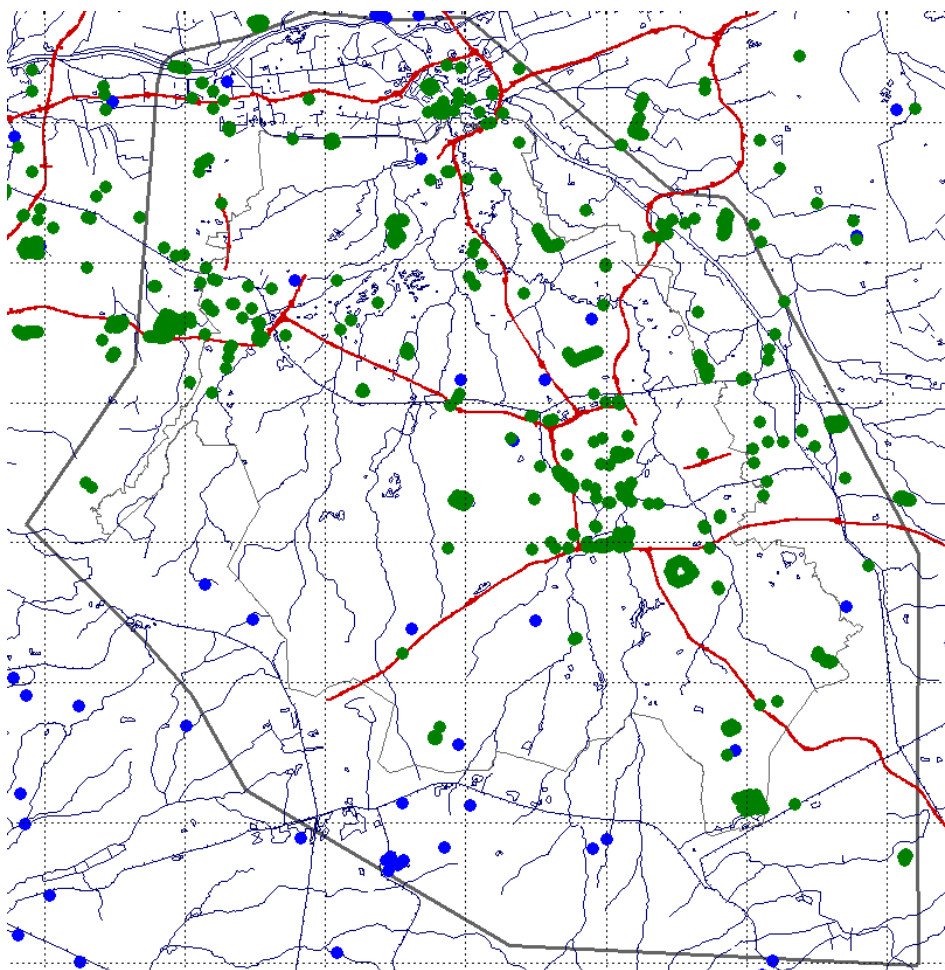
Bronnen met constante waarde:

- onder het bevoegd gezag van Waterschap De Dommel
- onder het bevoegd gezag van Waterschap Aa en Maas
- onder het bevoegd gezag van Waterschap Brabantse Delta
- Vlaanderen drinkwater
- Vlaanderen industrie
- MORIA (vigerende versie in 2018)
- Evides

Bronnen met tijdreeks:

- WML: tot max 2017, 1 maandelijks
- Brabant Water: tot max 2021, 1 maandelijks
- onder het bevoegd gezag van de Provincie Noord Brabant: tot max 2017, 3 maandelijks
- onder het bevoegd gezag van de Provincie Limburg: tot max 2012, 3 maandelijks

Voor deze bronnen is ook per onttrekking een .txt bestand toegevoegd met de tijdreeks (onttrekking per tijdstap)



Figuur 4 Onttrekkingen, constant (blauw) en met tijdreeks (groen) die binnen de modelrand zijn opgenomen in iDomingo.

2.1.11 Drainage (DRN package)

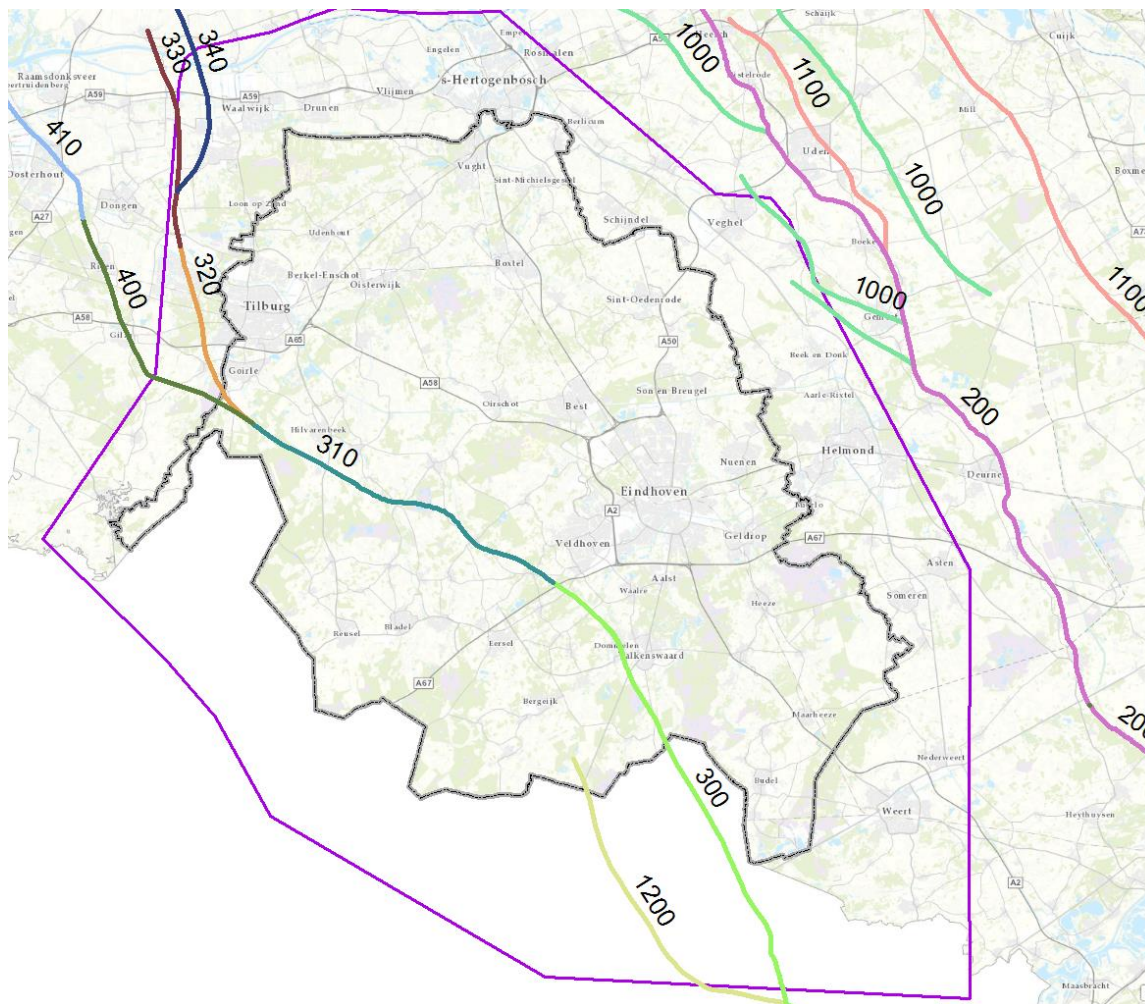
In iDomingo wordt de DRN package niet gebruikt omdat we ervoor kiezen om buisdrainage niet op te nemen in het regionale model. Deze keuze is gemaakt omdat het zeer onzeker is waar buisdrainage ligt. Daarnaast is niet bekend wat de onderhoudsstatus is van de betreffende buizen. Binnen projecten wordt vaak wel van tevoren geïnventariseerd waar buisdrainage aanwezig is. Deze informatie kan in de betreffende deelmodellen worden verwerkt, maar wordt niet in het regionale model opgenomen.

2.1.12 Breuken (HFB package)

Binnen het modelgebied van iDomingo zijn meerdere geologische breuken gelegen. Op basis van het Brabantmodel zijn de relevante breuken opgenomen in iDomingo. Voor de breukweerstand zijn de breuken in verschillende zones opgedeeld (zie Figuur 5), omdat de weerstand regionaal kan verschillen en omdat de breuken in andere formaties aanwezig zijn, zie ook paragraaf 5.7 van het Brabantmodel rapport. In Tabel 3 staan de breukzones die binnen het gebied van iDomingo actief zijn. Dit zijn de Feldbiss breuk en de Roerdalslenk. Breukzones 320 en 340 vallen wel binnen ons modelgebied maar zijn als “open” gemodelleerd en hebben daarom geen extra weerstand toegekend gekregen.

De breukweerstand is gekalibreerd met het Brabantmodel, dat doorgerekend is via MODFLOW. Uit onder andere een oud regionaal grondwatermodel (DoRegMod2014) is gebleken dat de breukweerstand modelcode-afhankelijk is. Omdat iDomingo gebruikt maakt van dezelfde modelcode als het Brabantmodel zijn de breukweerstand van het Brabantmodel direct overgenomen.

IMOD maakt van de breuklijnen in principe zelf een (vergridde) versie die de cellen van het modelgrid volgen. Maar vanwege het gebruik van een PRJ-file (zie ook paragraaf 2.3) bij het aansturen van de modelberekening kunnen er ‘gaten’ in de breuken ontstaan. Dit treedt voornamelijk op als de aansluiting van twee verschillende breuklijnen midden in een rekencel ligt. Uiteinden van breuklijn die deels in een cel liggen kunnen namelijk bij het vergriden wegvallen. In de berekening is de breuk dan ter plaatse van het gat lek. Om dit te voorkomen zijn de breuken op voorhand vergrid met de iMOD-batchfunctions GENPUZZLE, waarmee alle losse lijndelen aan elkaar geplakt worden tot 1 lijn. Dit was niet mogelijk wanneer er bij twee lijndelen samen kwamen met verschillende weerstand. In dit specifieke geval (overgang breukzone 300-310) is handmatig de overgang tussen deze twee lijndelen uitgelijnd op cellen van 100x100m. Vervolgens zijn de lijnen met GENSNAPTOGRID op het grid gelegd voor het gedefinieerde grid van 100x100m. Het resultaat is gecontroleerd en hier waren geen ‘gaten’ meer in aanwezig. Mocht een deelmodel gebruikt worden met ander uitlijning dan zal zowel de handmatig actie als de stap GENSNAPTOGRID nogmaals uitgevoerd moeten worden.



Figuur 5 Zonering breuksysteem voor toepassen breukweerstand. Met in groen de Feldbiss breuk (300 en 310) en in geel de Roerdalslenk (1200)

Tabel 3 Breukzones per laag en bijbehorende breukweerstand. De breuken die niet in de tabel staan maar wel in de figuur zijn niet opgenomen in het model omdat deze buiten het model liggen of omdat deze breuken in het Brabantmodel geen breukweerstand hebben.

BREUKZONE	LAGEN	BREUKWEERSTAND (D)
300 – FELDBISS	9-16	5.000
300 – FELDBISS	17-19	10.000
310 – FELDBISS	9-19	500
1200 – H3O ROERDALSLENK	9-19	500

2.1.13 Constant Head (CHD package)

Met CHD package wordt gedefinieerd wat de stijghoogten aan de rand van het model zijn. Deze package wordt alleen gebruikt bij de tijdsafhankelijke berekening. Per tijdstap en per laag kunnen stijghoogten worden aangegeven via een IDF-bestand. We hebben ervoor gekozen om in iDomingo de grondwaterstanden zoals deze zijn berekend in het Brabantmodel te gebruiken. Omdat in het Brabantmodel tijdstappen van 5 dagen zijn gebruikt, zijn er ook 'slechts' om de 5 dagen grondwaterstanden beschikbaar voor de rand van iDomingo.

Met behulp van de ADO2IDF tool zijn de grondwaterstanden van elke tijdstap van elke laag van het Brabantmodel geëxporteerd als IDF-bestand. Deze bestanden zijn hier te vinden:

- W:\HMI\1_Data\Hydrodata\Brabantmodel2018\Resultaten\20210319\ADOts2IDF\output

Deze bestanden worden gebruikt als randvoorwaarde in de tijdsafhankelijke berekening van iDomingo. Op de randen van iDomingo verandert de grondwaterstand daarom om de 5 dagen. In de .PRJ file is voor iedere tijdstap verwezen naar de .idf met de juiste rand. Het format hiervoor wordt klaargezet via een python script dat is opgenomen in de workflow. Het resultaat van dit script is een textfile dat naar de .PRJ file gekopieerd moet worden.

2.1.14 Constant Storage (STO package)

De invoer van de STO package is afhankelijk van hoe er wordt gerekend. Wanneer er *unconfined* wordt gerekend wordt een andere invoer verwacht dan wanneer er *confined* wordt gerekend. iDomingo rekent *confined*. Dit komt overeen met het Brabantmodel. In de STO package wordt in dat geval de freatische en elastische bergingscoëfficiënt opgegeven. De bergingscoëfficiënt geeft de verhouding aan tussen het volume water die geborgen wordt of vrijkomt en de grondwaterstandsverandering.

Voor de eerste modellaag wordt de freatische bergingscoëfficiënt¹¹ opgegeven. Deze komt overeen met een gemiddelde porositeit van de bodem en is gekozen op 0,15 (zie 2.1.8 voor de onderbouwing van deze waarde). Voor de diepere lagen is de aanname dat ze verzadigd zijn. Er geldt dan een elastische bergingscoëfficiënt. Voor deze lagen is een klein getal gekozen (0.1000000E-02) dat correspondeert met de samendrukbaarheid van water en ondergrond.

2.1.15 MetaSWAP (MSW)

Het proces van grondwateraanvulling en afvoer door de onverzadigde zone wordt gesimuleerd met MetaSWAP. Hieronder volgt een overzicht van de benodigde inputdata voor deze simulatie. De verwerking van de gegevens gebeurt door middel van SIF-batchfiles waarvan de werking tevens staat beschreven in de verschillende mappen van het model (in Lees-mij's):

- Bodemkaart (SFU) -> BOFEK
Voor de bodemkaart in Nederland wordt gebruik gemaakt van het BOFEK bestand (shapefile) welke is vrijgegeven door de universiteit van Wageningen (2020). De BOFEK kaart wordt allereerst omgezet naar een GEN bestand en vervolgens naar een IDF-bestand zodat het door MODFLOW kan worden ingelezen. Vervolgens worden in deze IDF-files de BOFEK codes omgezet naar de bodemcodes binnen MetaSWAP door middel van een koppeltabel.

Voor de bodemkaart in Vlaanderen wordt gebruik gemaakt van de BOFEK te Vlaanderen (shapefile). Deze wordt zoals de Nederlandse BOFEK kaart omgezet naar een IDF-file, en vervolgens worden hierin de bodemcodes door middel van een koppeltabel omgezet naar de

¹¹ De bergingscoëfficiënt van de bovenste modellaag wordt per tijdstap bepaald door MetaSWAP

bodemcodes voor MetaSWAP.

Tot slot worden de BOFEK IDF-bestanden van Nederland en Vlaanderen samengevoegd door middel van een batchfile en wordt het bestand geclipt naar het extent van het model.

- Landgebruik (LGN7)

Landgebruik is een van de invoerparameters van MetaSWAP. Landgebruik bepaalt mede de verdamping en daarmee de grondwateraanvulling in de freatische zone.

Voor het landgebruik wordt gebruik gemaakt van de shapefile uit het Domingo2018 model. Binnen iDomingo wordt deze shapefile eerst omgezet naar een raster door middel van een Python script¹².

Binnen Domingo wordt gebruik gemaakt van Fluzo welke andere landgebruikscodes heeft dan MetaSWAP. Daarvoor dienen de codes in de IDF-file van Fluzo nog te worden omgezet naar landgebruikscodes van MetaSWAP. Dit gebeurt aan de hand van een koppeltabel (bijlage 7). Het landgebruiksgrid (25x25m) wordt aangepast naar de grootte van het rekengrid binnen iDomingo (100x100m) door middel van 'rescale'. Hiervoor wordt de meest gebruikte waarde binnen de 100x100m cel toegekend aan het uiteindelijke grid. Daarnaast wordt ook dezelfde uitlijning als de modelrand toegepast waardoor het landgebruik in lijn ligt met het rekengrid van het model.

Wanneer er nog gaten in het grid zitten worden deze dichtgesmeerd met behulp van de omliggende cellen (minimum value).

Vervolgens wordt het raster omgezet naar een IDF zodat het kan worden ingelezen.

In imod werden tot en met versie 5.4 een aantal landgebruikstypes (kassen, verhard gebied en donker naaldbos) na het inlezen omgezet in gras. Vanaf versie 5.5 gebeurde dit niet meer. In plaats van automatisch wordt deze stap nu bewust op de input uitgevoerd.

- Maaiveldhoogte

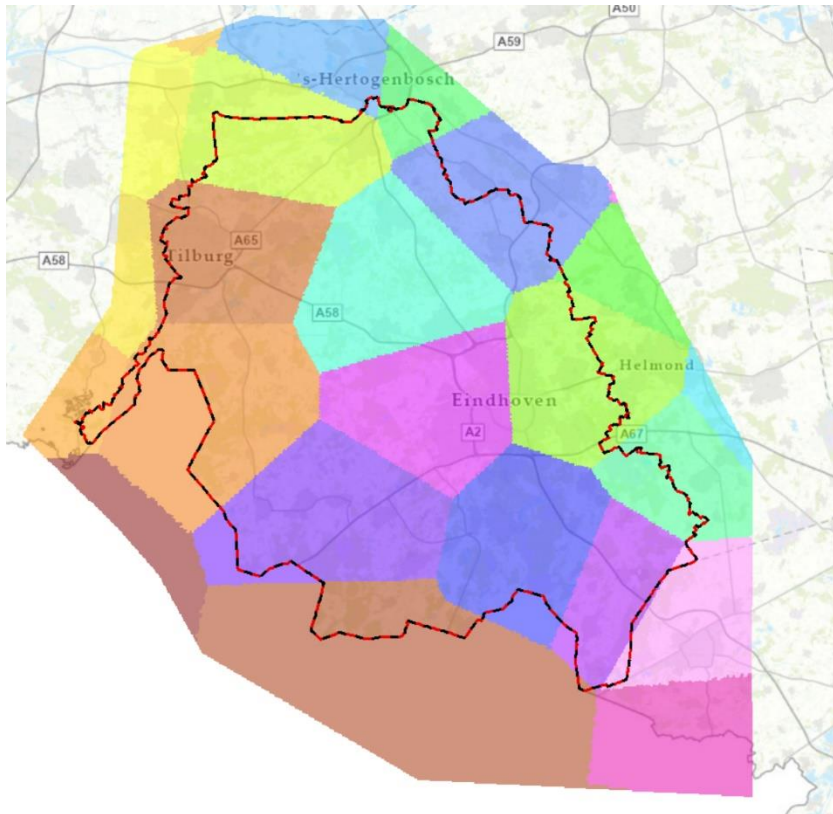
Voor MetaSWAP moet ook de maaiveldhoogte worden opgegeven. Hiervoor is hetzelfde maaiveldbestand gebruikt als voor de OLF package, namelijk het gecombineerde hoogtebestand van Brabant, Limburg en Vlaanderen op een resolutie van 100x100m

- Meteo data (MET)

- Meteostations

Om aan te sluiten bij Domingo is in eerste instantie gebruik gemaakt van de meteodata op basis van meteostations verdeeld over het gebied door middel van Thiessen Polygonen (zie Figuur 6). Per meteostation is voor iedere tijdstap (periode 2000-2019) neerslag en verdamping weggeschreven in Mete_svat.inp.

¹² P:\WinPython\WPy64-3920\notebooks\Vakgroep Hydrologie\Functies\shape_to_raster.py



Figuur 6 Thiessen polygoenen voor de verschillende meteostations binnen de modelgrenzen

- Radar data
Met MetaSWAP is er ook de mogelijkheid om gebruik te maken van radar data. Dit verbetert de ruimtelijke nauwkeurigheid van neerslag. Vooral nog is dit nog niet in het model opgenomen maar dit staat wel op de planning voor de volgende versie.
- Oppervlaktewater (WTA)
Om het aantal m^2 oppervlaktewater per cel te bepalen zijn zowel de A-watergangen, kanalen, B- en C-watergangen en de Maas meegenomen. Het oppervlak van de A-watergangen en kanalen is bepaald door de lengte te vermenigvuldigen met de natte omtrek, omdat deze direct beschikbaar was. De breedte wordt hiermee overschat, bij een volgende modelupdate kan dit verbeterd worden. Voor overig oppervlaktewater binnen de landsgrens wordt het oppervlak bepaald op basis van de lengte uit de top10NL waterlopen vermenigvuldigd met een breedte van 1,5m. Voor België wordt de aanname gebruikt dat 1% van een cel uit water bestaat, dit komt overeen met de aanname voor het bepalen van de conductance. Gedetailleerdere informatie voor België hebben we op dit moment nog niet beschikbaar, dit is één van de aandachtspunten voor de volgende update van het model.
Cellen die binnen een polygoon met de ligging van de Maas vallen, worden volledig als wateroppervlak meegenomen.
- Oppervlakte verhard (UBA)
Het aantal m^2 verhard binnen een cel is gebaseerd op het landgebruik (LGN7). Als het landgebruikstype bebouwing is, dan is de aanname dat 60% daadwerkelijk verhard oppervlak is. In het UBA bestand wordt dan het 60% van het oppervlak van de cel aangemerkt als verhard

oppervlak. In de landgebruikskaart wordt al het stedelijk gebied voor MetaSWAP op landgebruik gras gezet. Dit geldt dus voor de overige 40% van elke cel die verhard oppervlak bevat.

- Extra files
 - fact_svat.inp
Dit bestand bevat de waarde (per dag) van vegetatiefactoren en interceptie karakteristieken zoals vegetatietypen, bodembedekking, bladoppervlakte index, interceptie capaciteit etc.
 - luse_svat.inp
Dit bestand bevat de verschillende landgebruikstypen en bijbehorende karakteristieken zoals landgebruiksindex, landgebruikstype, vegetatietypen, Feddes formule, fractie verdampt regenwater, beregening mm per gift, lengte gift, rotatie gift, start beregeningsseizoen, eind beregeningsseizoen etc.
 - para_sim.inp
Dit bestand geeft aan welke modellen er binnen MetaSWAP worden gebruikt zoals het vegetatiemodel, verdampingsmodel, runoff model. Daarnaast wordt hier het pad naar de MetaSWAP-database gedefinieerd. Voor meer informatie zie de SIMGRO handleiding.
 - tiop_sim.inp
Dit bestand geeft de periode aan (per dag / accumulatieperiode) welke worden gebruikt voor de output-files (zoals bijvoorbeeld verandering in watermanagement-periodes (zomer,winter)).
 - init_svat.inp
Hierin worden de initiële condities gekozen en gedefinieerd voor het water in de bodem. De 4 opties zijn een evenwichtsprofiel, een pF-curve, percolatie flux, of een vaste waarde.
 - sel_key_svat_per.inp
Hierin wordt de weg te schrijven modeluitvoer gedefinieerd. Door een parameter op 1 te zetten worden de resultaten weggeschreven. Door een parameter op 0 te zetten worden de resultaten niet weggeschreven. Resultaten die kunnen worden weggeschreven zijn bijvoorbeeld: neerslag, evaporatie, MODFLOW stresses, runoff, beregening etc.

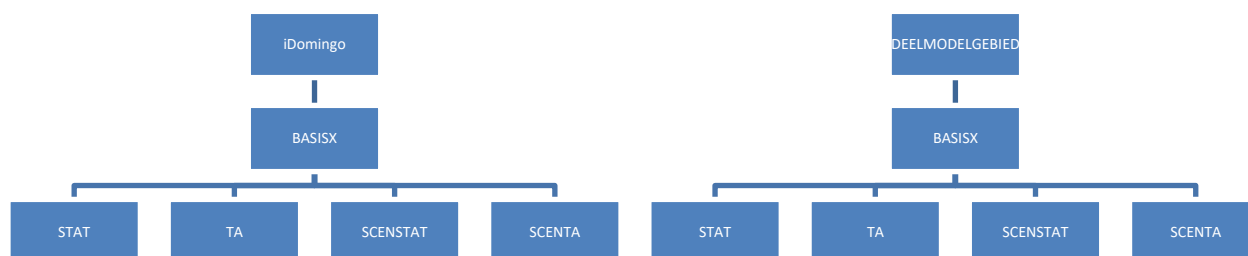
Met MetaSWAP bestaat de mogelijkheid om beregening toe te voegen in het grondwatermodel. In iDomingo is geen beregening toegevoegd. Voor meer informatie, zie paragraaf 3.2.5.

2.2 Modelopzet

2.2.1 Modelstructuur

Het regionale uitgangsmodel (hierna 'moedermodel') staat onder de map iDomingo (W:\HMI\3_Modellen\Grondwater\iDomingo). Dit moedermodel wordt om de zoveel tijd geupdate door nieuwe inzichten en krijgt daarmee een ander versienummer (BASISX, BASISY etc.). Versiebeheer wordt verder toegelicht in paragraaf 2.2.1.1. Elk moedermodel (BASISX, BASISY etc.) omvat een stationaire som (BASISX_STAT), een tijdsafhankelijke som (BASISX_TA) en eventueel scenario's die met het moedermodel worden berekend. Afhankelijk of de scenario's stationair of tijdsafhankelijk zijn, worden de verschillende scenario's onder de map SCENSTAT (stationair) of SCENTA (tijdsafhankelijk) geplaatst (zie figuur hieronder).

Wanneer er een deelmodel (model met een kleiner extent) wordt gemaakt van het moedermodel (BASISX) dan komt deze op hetzelfde niveau als het moedermodel te staan in de mappenstructuur. Dit model wordt dan DEELMODELGEBIED. Hierin wordt een verwijzing gemaakt welk moedermodel is gebruikt (BASISX, BASISY etc). Hierin komt een stationaire som (BASISX_STAT), een tijdsafhankelijke som (BASISX_TA), en eventuele scenario's (BASISX_SCENSTAT en BASISX_SCENTA).



- iDomingo
 - BASISX (regionale moedermodel)
 - STAT Stationaire berekeningen van moedermodel
 - TA Tijdsafhankelijke berekeningen van moedermodel
 - SCENSTAT Scenarioberekening met het moedermodel, Stationair
 - SCENTA Scenarioberekening met het moedermodel, Tijdsafhankelijk
- DEELMODELGEBIED (deelmodel)
 - BASISX
 - STAT Stationaire berekeningen van deelmodel
 - TA Tijdsafhankelijke berekeningen van deelmodel
 - SCENSTAT Scenarioberekening met het deelmodel, Stationair
 - SCENTA Scenarioberekening met het deelmodel, Tijdsafhankelijk

2.2.1.1 Versiebeheer

Het versienummer van de modellen is af te leiden aan de versie van het moedermodel (BASISX, BASISY) in combinatie met het de hoeveelheid updates die aan dit moedermodel zijn gedaan. Bijvoorbeeld, versie 1.23 is moedermodel BASIS1 waarin 23 updates zijn gedaan. Welke update als laatste is gedaan kan worden gezien in de RUNFILE map (zie hieronder). De naam van de mappen geeft aan welke update er is gedaan. Zo betekent de mapnaam 19PSTgev dat dit 19^e update is aan het moedermodel BASIS1 waarbij er een PEST gevoeligheidsanalyse is gedaan.

HMI > 3_Modellen > Grondwater > iDomingo > iDomingo > RUNFILES > BASIS1 > STAT

Naam	Gewijzigd op	Type
19PSTgev	30-1-2023 11:22	Bestandsmap
19PSTkal	30-1-2023 11:21	Bestandsmap
19PSTrun	30-1-2023 11:22	Bestandsmap
19RCH	27-1-2023 15:34	Bestandsmap
20PSTkal	27-1-2023 17:05	Bestandsmap
20PSTrun2	30-1-2023 11:34	Bestandsmap
20RCH	10-3-2023 17:11	Bestandsmap
22PSTkal	14-3-2023 09:46	Bestandsmap
22PSTrun	12-5-2023 15:18	Bestandsmap
22RIV4	17-3-2023 15:47	Bestandsmap
23PSTkal	28-4-2023 16:45	Bestandsmap
23PSTrun	11-8-2023 12:47	Bestandsmap
23PSTrun55hfb	1-11-2023 10:37	Bestandsmap
23RIVcorr	28-4-2023 18:57	Bestandsmap

Op het moment van schrijven van dit rapport zijn de meest recente versies:

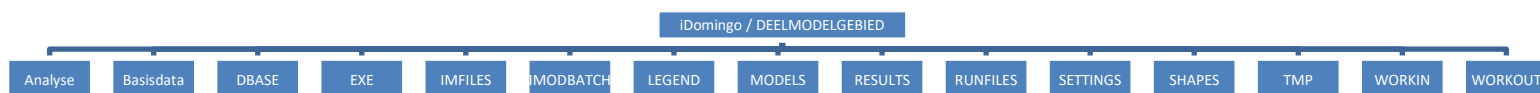
- BASIS1_STAT_23PSTrun55hfb (stationair)
- BASIS1_TA_23idomingoTA-wellsTA55hfb .

Dit zijn ook de versie die is ontsloten (ontsloten aan de rest van WDD in oktober/november 2023).

Wanneer er nieuwe structurele updates worden uitgevoerd aan een moedermodel (bijv. BASIS1) krijgt het moedermodel een nieuwe versie: bijvoorbeeld BASIS2 enzovoort.

2.2.2 Mappenstructuur iDomingo

Het grondwatermodel iDomingo en alle bijbehorende data staan op de W-schijf van waterschap de Dommel (W:\HMI\3_Modellen\Grondwater\iDomingo). In deze paragraaf wordt de mappenstructuur beschreven die wordt gebruikt voor elk grondwatermodel (regionaal en deelmodel).



Enkele mappen (zoals ANALYSE, WORKIN) bevatten workflows welke bestaan uit verschillende batchfiles. Voor elk van deze workflows staat er in de betreffende map ook een LeesMij bestand, welke meer informatie geeft over de werking van de workflow. De werking van de workflows is niet in deze rapportage opgenomen, hiervoor wordt verwezen naar de LeesMij_{OBJ1OBJ1}.

Bij gebruik van workflows is het van belang om resultaten naar de juiste mappen te schrijven. Let op: de workflows en batchfiles binnen SIF gaan uit van een vaste structuur, met vaste namen voor de in bovenstaand schema getoonde mappen (subdirectory's). Deze namen van de subdirectory's zijn gedefinieerd middels zogenaamde *environment variabelen* in 'SETTINGS\SIF.Settings.Project.bat' (bijvoorbeeld DBASEPATH). Door gebruik te maken van de environment variabelen is het niet nodig om absolute padnamen te gebruiken.

De namen van de subdirectory's kunnen eventueel worden aangepast, maar omdat iMOD een deel van bovenstaande mappen automatisch aanmaakt bij het opstarten, wordt aangeraden de huidige namen te handhaven. Dit voorkomt ook problemen met foute verwijzingen als het model en de bijbehorende mappenstructuur later naar een andere map wordt verplaatst.

2.2.2.1. ANALYSE

Deze map bevat workflows voor algemene analyses van het grondwatermodel, die niet specifiek zijn gericht op een bepaalde modelvariant of scenario. Bijvoorbeeld een workflow voor een analyse van het lagenmodel (diktes etc.) of voor peilbuizen (afvallers, toekennen gewichten). Daarnaast staat hier ook de standaard workflow-template voor de nabewerking van de grondwaterresultaten.

2.2.2.2. BASISDATA

In de map BASISDATA staan alle bronbestanden van het grondwatermodel, zoals A-watgang, beregeningsdata, waterschapgrens, kalibratieset, die invoer zijn voor de workflows. De bestanden hebben verschillende formaten, zoals shapefiles, Excelbestanden, IDF-bestanden, IPF-bestanden etc. Deze bestanden moeten over het algemeen nog worden voorbereid voordat ze klaar zijn om door iMOD / MODFLOW te worden ingelezen. Het voorbereiden gaat door middel van workflows die staan benoemd in paragraaf WORKIN (paragraaf 2.2.2.12). De omgezette bestanden worden naar de map DBASE weggeschreven (zie paragraaf 2.2.2.3.).

2.2.2.3. DBASE

Binnen de DBASE map staan de bestanden die worden ingelezen door iMOD. De verwijzingen in de PRJ-file (zie paragraaf 2.2.2.8) verwijzen dan ook naar deze map.

Binnen deze map wordt er onderscheid gemaakt tussen verschillende moedermodel zoals BASIS1, BASIS2 (zie paragraaf 2.2.1).

Voor elk moedermodel (BASISX, BASISY etc.) wordt in de DBASE onderscheid gemaakt tussen het stationaire model (STAT), het tijdsafhankelijke model (TA), de kalibratie van het model (CAL) en scenario met het moedermodel (SCEN). Er is hier voor gekozen om niet zoals bij de modelstructuur aparte mappen te maken voor een scenario stationair en scenario tijdsafhankelijk omdat de input bestanden voor de scenario's kunnen worden gebruikt voor zowel een stationaire scenarioberekening als een tijdsafhankelijke scenarioberekening.



De bestanden in de map STAT zijn tevens de basis voor het tijdsafhankelijke model. De bestanden in de map TA vormen dus samen met de bestanden in de map STAT de input voor het tijdsafhankelijke model.

Wanneer nieuwe bestanden via workflows worden aangemaakt in de DBASE-map is het van belang om de bestanden in de juiste subdirectory te plaatsen. Bestanden voor scenario's met het moedermodel BASISX komen dus in de map BASISX -> SCEN.

2.2.2.4. EXE

In de map EXE staan alle tools (executables, Python-scripts, etc.) voor iMOD, iMODFLOW en de batchbestanden (TOOLS).

2.2.2.5. IMFILES

iMOD-bestanden (zoals IDF-, IPF-files) kunnen weergegeven worden door middel van iMOD. Projecten die binnen iMOD worden opgebouwd (zoals in ArcGIS) worden in deze map opgeslagen in IMF-files.

2.2.2.6. LEGEND

Voor het weergeven van iMOD-bestanden met iMOD kunnen standaard legenda's worden opgesteld. Deze legenda's worden in deze map opgeslagen / opgehaald.

2.2.2.7. RESULTS

Binnen de map RESULTS wordt de modeluitvoer weggeschreven, uitgaande van de iMOD RUN- of PRJ-file. Bij gebruik van een PRJ-file worden de iMOD-bestanden eerst omgezet naar modelinvoer voor MODFLOW (o.a. NAM- en ARR-files). Deze (tussen)resultaten worden eveneens in de RESULTS-map weggeschreven, maar kunnen eventueel worden verwijderd om schijfruimte te besparen. Verder worden in de RESULTS-map weggeschreven: resultaten van MetaSWAP, de ruwe resultaten van de MODFLOW-berekening en de naar iMOD-formaat geconverteerde modelresultaten (m.n. HEAD's, BDGXXX).

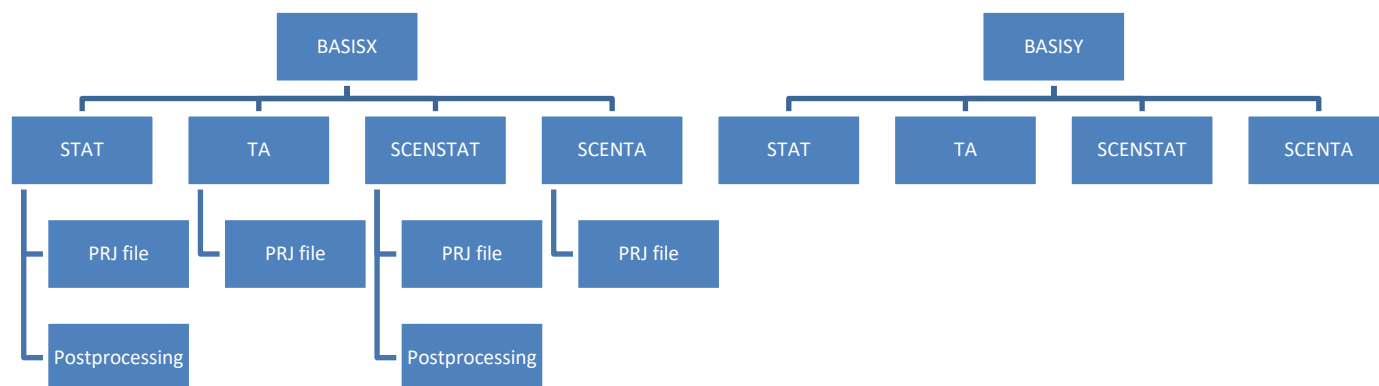
De structuur van de RESULTS-map staat hieronder weergegeven.



2.2.2.8. RUNFILES

Binnen deze map staan alle RUN- en PRJ-files met verwijzingen naar de modelinvoer in iMOD-formaat (zie ook paragraaf 2.3). Ook hier geldt, BASISX is het moedermodel met daaronder een stationair model (STAT) met daarmee scenario's (SCENSTAT) en het tijdsafhankelijke model (TA) met daarmee scenario's (SCENTA).

Voor de stationaire modellen staan naast de PRJ-file ook scripts voor postprocessing in deze map, waarmee snel residuen of effecten in beeld kunnen worden gebracht.



2.2.2.9. SETTINGS

Bij de SETTINGS behorende enkele batchbestanden met daarin de instellingen van het model (verwijspaden, standaard legenda's, iMODValidator).

2.2.2.10. SHAPES

In deze map staan de shapes die handig zijn om als achtergrond in te laden wanneer je in iMOD de bronbestanden of resultaten bekijkt. Het gaat bijvoorbeeld om GEN-files met de waterschapsgrens, TOP10 rijkswegen, TOP250, rijkswegen, bebouwing, watergangen en om enkele topografische kaarten (rasters) als achtergrond.

2.2.2.11. TMP

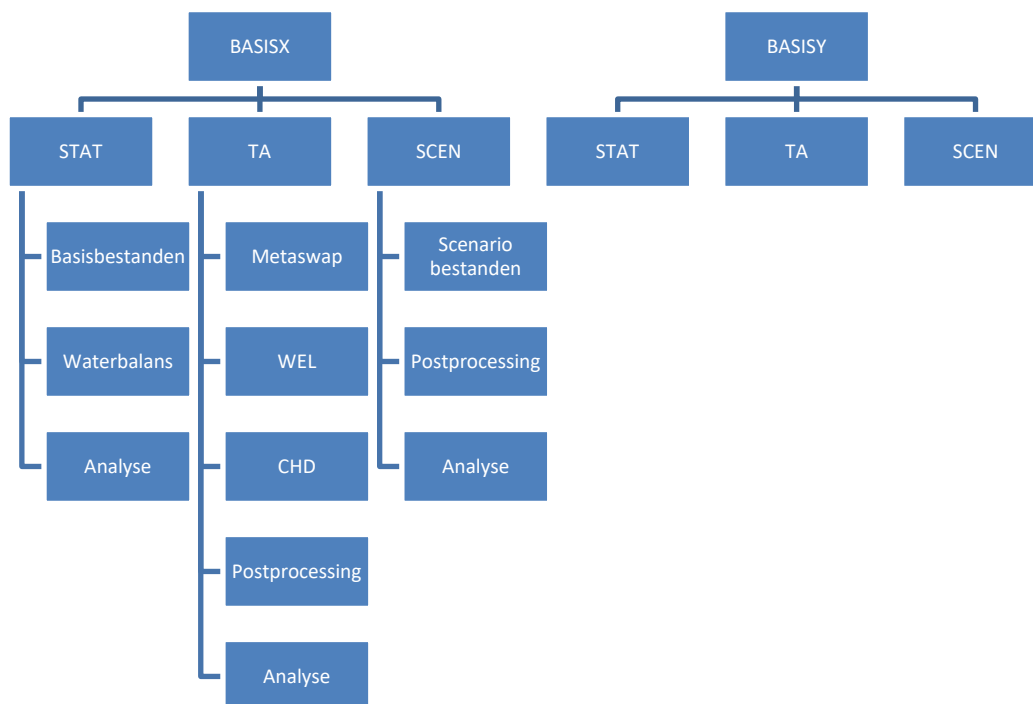
Binnen de map TMP worden tijdelijke bestanden weggeschreven vanuit handmatige bewerkingen in iMOD. Zoals bijvoorbeeld de uitkomst van een optelling van twee verschillende lagen met een rastercalculator.

2.2.2.12. WORKIN

Binnen de map WORKIN staan per model de benodigde workflows om:

- de modelinvoer klaar te zetten om door MetaSWAP / iMOD / MODFLOW ingelezen te worden. De bronbestanden van de modelinvoer staat in BASISDATA . De modelinvoer wordt in DBASE weggezet
- de postprocessing uit te voeren van de ruwe resultaten van het grondwatermodel
- analyses uit te voeren op de resultaten zoals bijvoorbeeld een vergelijking met het Domingo model, de iMODValidator en residu-afwijkingen

De structuur van deze map is hieronder weergegeven. Ook hierbij wordt er geen onderscheid gemaakt voor scenario's (stationair en tijdsafhankelijk). Hiervoor is gekozen omdat de bestanden voor beide scenario's (stationair en tijdsafhankelijk) kunnen worden gebruikt.



2.2.2.13 WORKOUT

In de WORKOUT map staan de uitkomsten van het grondwatermodel nadat ze zijn nabewerkt. Het gaat hierbij om bijvoorbeeld de head, kwel, de GXG, de residuen i.r.t. de GXG en de tijdreeksen, de tijdreeksen voor de ijkset, en de vergelijking met Domingo. In principe gaat het om afgeleide bestanden, die zo nodig opnieuw gegenereerd kunnen worden. De scripts voor postprocessing staan zelf in de WORKIN-map.

De structuur van deze map is hieronder weergegeven.



2.2.3 Mappenstructuur Deelmodel

De deelmodellen (modellen met een kleiner extent) staan op hetzelfde niveau als de map iDomingo (regionale moedermodellen) in de mappenstructuur (zie 2.2.2). Deelmodellen hebben dezelfde mappenstructuur als een regionale moedermodel (zie 2.2.3). Het enige verschil hiertussen is dat enkel de data die specifiek wordt aangepast voor het deelmodel komt te staan in de mappen van het deelmodel. Voor alle overige data die benodigd is, maar niet gewijzigd hoeft te worden wordt verwezen naar de DBASE van het moedermodel waaronder het deelmodel valt. Hiertoe kan het dus zo zijn dat enkele mappen van een deelmodel leeg zijn. [OBJ]

2.3 Aansturing model (PRJ- en RUN-files)

2.3.1 RUN-file

Een RUN-file is het aansturingsbestand voor iMODFLOW om mee te rekenen. Het bestand bevat een overzicht met verwijzingen naar de modelinvoer. In de RUN-file staat bijvoorbeeld: de locatie van het model, de te berekenen periode, de verdeling van het grid, het aantal modellen, de locatie van de invoerbestanden, en waar de resultaten moeten worden weggeschreven. Voor verdere inhoudelijke uitwerking van een RUN-file zie de iMOD handleiding.

2.3.2. PRJ-file

De PRJ-file is een variant op een RUN-file waarin alle packages staan opgenomen die actief dan wel inactief zijn en waarin verwijzingen naar alle benodigde invoerbestanden staan, zoals bijvoorbeeld modelinvoer voor MetaSWAP, het modelgrid, de KVV, KVH, RIV, HFB, etc. Instellingen die aangeven hoe het model moet worden doorgerekend (zoals extent en celgrootte) staan niet in de PRJ-file.

Voordelen van een PRJ-file ten opzichte van een RUN-file zijn dat je flexibel tijdstappen kan definiëren (bijvoorbeeld een zomer en een winterperiode), de weerstand en conductance naar ratio worden verdeeld over verschillende modellen als een watergang dieper insnijdt en ook is er meer grip op controles / opvulling / correcties van het lagenmodel wanneer hier nog inconsistenties inzitten (in de RUN-file gebeurt dit automatisch).

Vanuit de PRJ file wordt vervolgens een NAM-file gegenereerd. Dit is een MODFLOW-bestand waarin de instellingen en verwijzingen staan op basis van de opgegeven gegevens in de PRJ-file, voor het rekenen

met MODFLOW-2005 of MODFLOW 6 (de keuze kun je aangeven in de batchfile welke ervoor zorgt dat de PRJ-file wordt omgezet naar een NAM-file). Bij het genereren worden alle iMOD-bestanden omgezet naar MODFLOW-formaten (o.a. ARR), waarbij de bestanden meteen naar de opgegeven celgrootte worden geschaald. Voor verdere inhoudelijke uitwerking van een PRJ-file en NAM-file zie de iMOD handleiding.

Doordat de PRJ-file net wat andere gegevens en opties heeft dan de RUN-file zie je minimale verschillen tussen resultaten die zijn berekend met een RUN-file en een PRJ-file. Er is besloten om gedurende de opbouw van iDomingo door te gaan met de PRJ-file omdat hier meer mogelijkheden inzitten en consistentier is gezien de toekomst.

2.3.3. Aandachtspunt RUN-file en PRJ-file

In de beschrijving van de RUN-file in de iMOD-manual staat dat er default voor MINKD¹³ een waarde van 0.1 en voor MINC¹⁴ een waarde van 1.0 gebruikt wordt. Dit blijkt niet juist. De waarde zoals beschreven bij de PRJ-file (MINKD = 1 en MINC = 0.1) zijn logischer om te gebruiken. Deze getallen zijn dan ook gebruikt bij het verder opzetten van iDomingo.

Daarnaast zijn er enkele instellingen die bij gebruik van de PRJ-file kunnen worden opgegeven. Deze parameters zijn niet beschikbaar voor de RUN-file. Dit zijn onder andere de instellingen ICONSISTENCY = 0, ICHKCHD = 0 en IDEFLAYER = 0.

Daarnaast dient bij het gebruik van de PRJ-file in het achterliggende IPF-bestand van de WEL-package de laatste regel van de header te beginnen met 0,TXT in plaats van 6,TXT.

Ook dient er bij breuken opgelet te worden wanneer gebruikt gemaakt wordt van een PRJ-file in plaats van een RUN-file. Wanneer bij een PRJ-file twee breuklijnen in het midden van een cel samenkomen, dan gaat dit niet goed met het vergriden waardoor er een gat in de breuk ontstaat. Voor nu is dat handmatig opgelost en gemeld aan Deltares.

2.4 Simulatie stationair

Ruimtelijk wordt het model gedefinieerd met de packages BND, TOP+BOT en HFB. De eigenschappen van de ondergrond worden hier aan toegevoegd met de packages KHV, KVV en KVA. In combinatie met de hydrologische processen uit de packages RCH, OLF, RIV, DRN, WEL wordt het model doorgerekend voor een initiële situatie en randvoorwaarden uit package SHD.

2.5 Simulatie tijdsafhankelijk

De tijdsafhankelijke simulatie is in de basis hetzelfde als de stationaire simulatie met de volgende wijzigingen:

- De RCH wordt niet bepaald door de gemiddelde grondwateraanvulling, maar per tijdstap berekend door MetaSWAP.
- OLF wordt niet in de PRJ file gedefinieerd maar komt ook uit MetaSWAP.
- De stijghoogte en dynamiek van de randen van iDomingo komen uit het Brabantmodel. Per tijdstap wordt de head (CHD) op de boundary meegegeven per laag.
- De inputdata voor de verschillende RIV systemen kunnen variëren voor de 4 seizoenen. In het huidige model wordt alleen voor de systeem 1 (A-watgangen) een ander peil opgegeven per

¹³ Minimale KD waarde (transmissivity)

¹⁴ Minimale C waarde (resistance)

seizoen. Voor systeem 2, 3 en 4 is er in de input geen variatie per seizoen opgegeven, maar dit behoort wel tot de mogelijkheden.

- De onttrekkingen zouden tijdsafhankelijk kunnen worden doorgerekend op basis van de tijdsafhankelijke invoer afkomstig uit Brabantmodel.
- SHD is op basis van het resultaat van de stationaire berekening. Deze wordt bij een tijdsafhankelijke run alleen nog gebruikt voor de initiële stijghoogten waarmee het model start.

Het is van belang dat de steady-state stap (voor de packages RCH, DRN, OLF, RIV en WEL) niet in de PRJ file blijft staan. Ook bij een tijdsafhankelijke berekening worden deze op één of andere manier meegenomen en dat is niet de bedoeling.

De rekenperiode van iDomingo is van 1 januari 2007 tot en met eind 2016 met tijdstappen van 1 dag (in vergelijking: Brabantmodel en Domingo rekenden met tijdstappen van 5dagen). De eerste twee jaar van deze rekenperiode is inrekentijd. De modelresultaten van deze twee jaar dienen niet meegenomen te worden in nabewerking. De rekentijd van een tijdsafhankelijke berekening met iDomingo voor deze rekenperiode bedraagt ongeveer 1 dag. De nabewerking van de modelresultaten kost ook ongeveer 1 dag. Dit is een zeer acceptabele rekentijd. Ter vergelijking: het regionale model in Triwaco rekende ruim twee keer zo lang, en ook de nabewerking had een langere doorlooptijd.

2.6 Kalibratie en validatie

Bij de kalibratie en validatie van het model worden de modelresultaten vergeleken met metingen van peilbuizen. Wanneer verschillen aanwezig zijn tussen de modelresultaten en de metingen is het mogelijk om deze verschillen te minimaliseren door één of meerdere modelparameters aan te passen. Deze kalibratie is alleen uitgevoerd op het stationaire model. De factoren die volgen uit deze kalibratie zijn daarna ook toegepast op de tijdsafhankelijke modelberekening. Voor de tijdsafhankelijke berekeningen wordt de vergelijking tussen de berekening en metingen uitgevoerd op basis van de GxG periode. In dit hoofdstuk worden de volgende onderwerpen toegelicht:

- Hoe bepalen we de GxG periode?
- Welke peilbuizen gebruiken we om met het model te vergelijken?
- Welke modelparameters zijn aangepast en hoe zijn ze aangepast.
- Resultaten van de vergelijking (stationair, tijdsafhankelijk)

De formaties onder de Waalre klei zijn niet te ijken voor een lokaal model aangezien de invloed van de rand dan te groot wordt. Deze formaties zijn dus alleen te ijken met Brabantmodel. Overeenkomstig met Domingo zijn voor de KHV en KVV van laag 7 t/m 19 de kalibratiefactoren uit het Brabantmodel overgenomen. In iDomingo zijn dus alleen modellen 1 t/m 6 gekalibreerd. Dit komt overeen met de formatie van Boxtel en Sterksel.

2.6.1 Bepalen GxG periode

De GxG periode is overgenomen van het Brabantmodel en Domingo, dit betreft de periode van 2009-2017. De GHG en GLG zijn afgeleid aan de hand van de hydrologische jaren, de GVG niet. Uit de analyse van RHDHV tijdens het bouwen van het Brabantmodel bleek dat het neerslagoverschot voor deze periode redelijk vergelijkbaar is met het gemiddelde neerslagoverschot vanaf 1970.

2.6.2 Bepalen ijkset peilbuizen

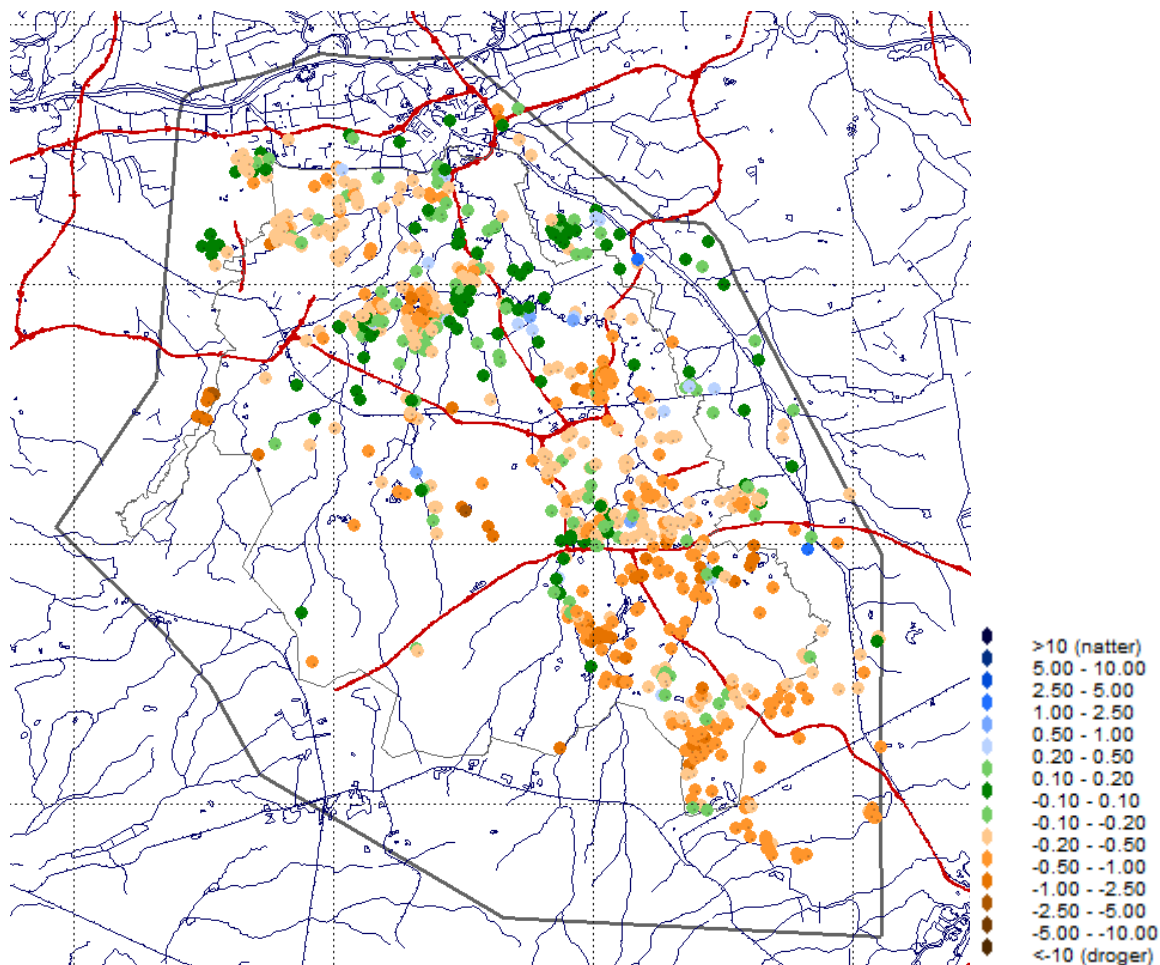
De ijkset voor de peilbuizen is overgenomen van Domingo (Ref 1). De beschikbare peilbuizen via DINOLOket binnen ons beheergebied zijn gecontroleerd op geschiktheid (lengte meetreeks binnen rekenperiode en EVP op basis van tijdreeksanalyse). De focus voor de kalibratie ligt op deze set

peilbuizen, maar de “afvallers” kunnen ook gebruikt worden om de resultaten te valideren. In de huidige ijkset zitten geen peilbuizen uit België, deze zullen in een volgende update aanvullend worden meegenomen.

2.6.3 Eerste vergelijking stationaire modelresultaten met peilbuizen

Om een eerste indruk te krijgen van de afwijking van de berekende grondwaterstanden ten opzichte van de metingen zijn de grondwaterstanden van het ongekalibreerde stationaire model (BASIS1_STAT_23RIVcorr) vergeleken met de GG (gemiddelde grondwaterstand).

In Figuur 7 is voor laag 3 (freatisch), de laag waarin de meeste peilbuizen zich bevinden, de afwijking per peilbuis ruimtelijk weergegeven. De berekende grondwaterstanden zijn over het algemeen lager dan de GG van de peilbuizen in laag 3¹⁵. In laag 3 komen voornamelijk peilbuizen voor in de Slenk, laag 3 is relatief dun op de Horst waardoor daar minder peilbuizen aanwezig zijn. In Tabel 4 worden de gemiddelde residuen per laag weergegeven. Ook hier is duidelijk dat het ongekalibreerde model droger is dan de metingen.



Figuur 7 Afwijking van de gemiddelde grondwaterstand van het ongekalibreerde stationaire model ten opzichte van de metingen voor de peilbuizen in laag 3.

¹⁵ Voorbeeld vanwege de vele aanwezige peilbuizen in laag 3.

Tabel 4 Residuen per laag van het ongekalibreerde model (BASIS1_STAT_23RIVcorr)

Laag	N	Gemiddelde afwijking	Gemiddelde absolute afwijking
1	48	-0.27	0.33
2	224	-0.37	0.48
3	838	-0.43	0.48
4	397	-0.39	0.46
5	77	-0.39	0.49
6	26	-0.49	0.55
7	10	-0.34	0.34
8	18	-0.06	0.38
9	11	-0.43	0.47
10	15	-0.07	0.45
11	9	0.04	0.70
12	5	0.19	0.23
13	6	-0.28	0.47
14	13	0.00	1.07
15	9	-0.80	0.80
16	4	-0.77	0.77
17	5	-0.28	0.46
18	25	0.02	0.57
19	19	-0.54	0.63
Total	1759	-0.39	0.48

2.6.4 Kalibratie stationair

Kalibratie van het stationaire model is uitgevoerd met behulp van iPEST. Dit is de kalibratietool van iMOD en is gebaseerd op LMA (Levenberg-Marquardt algorithm) en PEST. PEST (Parameter ESTimation) is een veelgebruikte automatische kalibratietool.

2.6.4.1 Gevoeligheidsanalyse

Voor de daadwerkelijke kalibratie is eerst een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. Deze analyse geeft inzicht welke parameters de meeste invloed hebben en uiteindelijk mee moeten worden genomen in de kalibratie. Het scheelt aanzienlijk veel rekentijd om parameters die weinig invloed hebben op het resultaat niet mee te nemen in de kalibratie. De parameters die zijn meegenomen in de gevoeligheidsanalyse zijn:

- KHV van laag 1 t/m laag 6
- KVV van laag 1 t/m laag 6

De KHV en KVV zijn verdeeld over 2 zones, namelijk horst (zone 1) en slenk (zone 2).

Uit de gevoeligheidsanalyse bleken de volgende parameters het meest gevoelig:

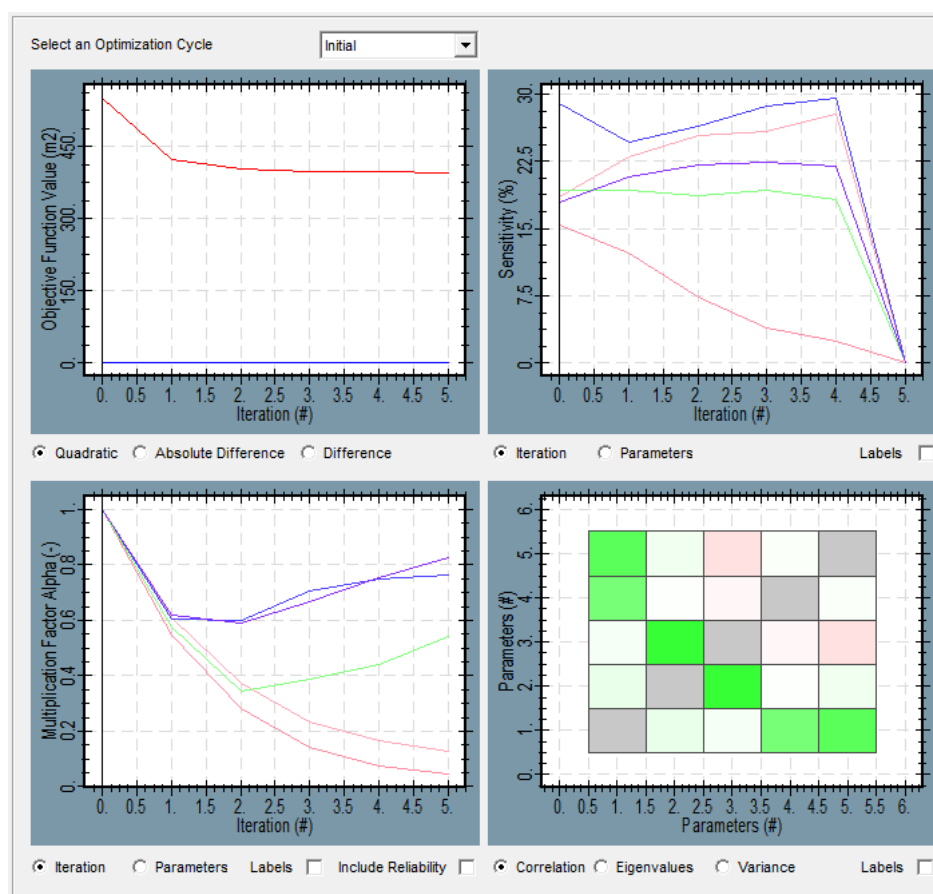
- KHV in zone 2 van laag 3, 4 en 5
- KVV in zone 2 van laag 1 en 3

Voor de horst komen er uit de gevoeligheidsanalyse dus geen gevoelige parameters. Laag 1 t/m 6 bestaan hier voornamelijk uit dummy lagen (lagen van 10cm), er zijn daardoor ook vrijwel geen peilbuizen aanwezig in dit gebied waarop gekalibreerd kan worden. Voor een volgende kalibratieronde is het hier verstandig om ook diepere lagen mee te nemen in de kalibratie. Voor deze versie van het model is dit niet gedaan om de werkwijze vergelijkbaar te laten zijn met de werkwijze voor Domingo2018.

Parameters voor de grondwateraanvulling, breukweerstand en conductance van de verschillende RIV-systemen worden als gegeven beschouwd en niet gekalibreerd. Zowel grondwateraanvulling als de conductance van de A-watgangen zijn juist zeer gevoelige parameters voor de uitkomsten van het model, maar door hiermee te gaan kalibreren wordt er mogelijk aan de verkeerde knop gedraaid om het model goed te krijgen.

2.6.4.2 Resultaten kalibratie

De meest gevoelige parameters uit de gevoeligheidsanalyse zijn meegenomen in de kalibratie. De range waarbinnen de kalibratiefactor kon variëren is voor alle parameters een factor 100 (zowel groter als kleiner). Na de 2^e iteratie was er nog weinig verbetering in de doelfunctie (Figuur 8). Daarom zijn de kalibratiefactoren van deze iteratie gebruikt (zie Tabel 5 voor deze factoren).



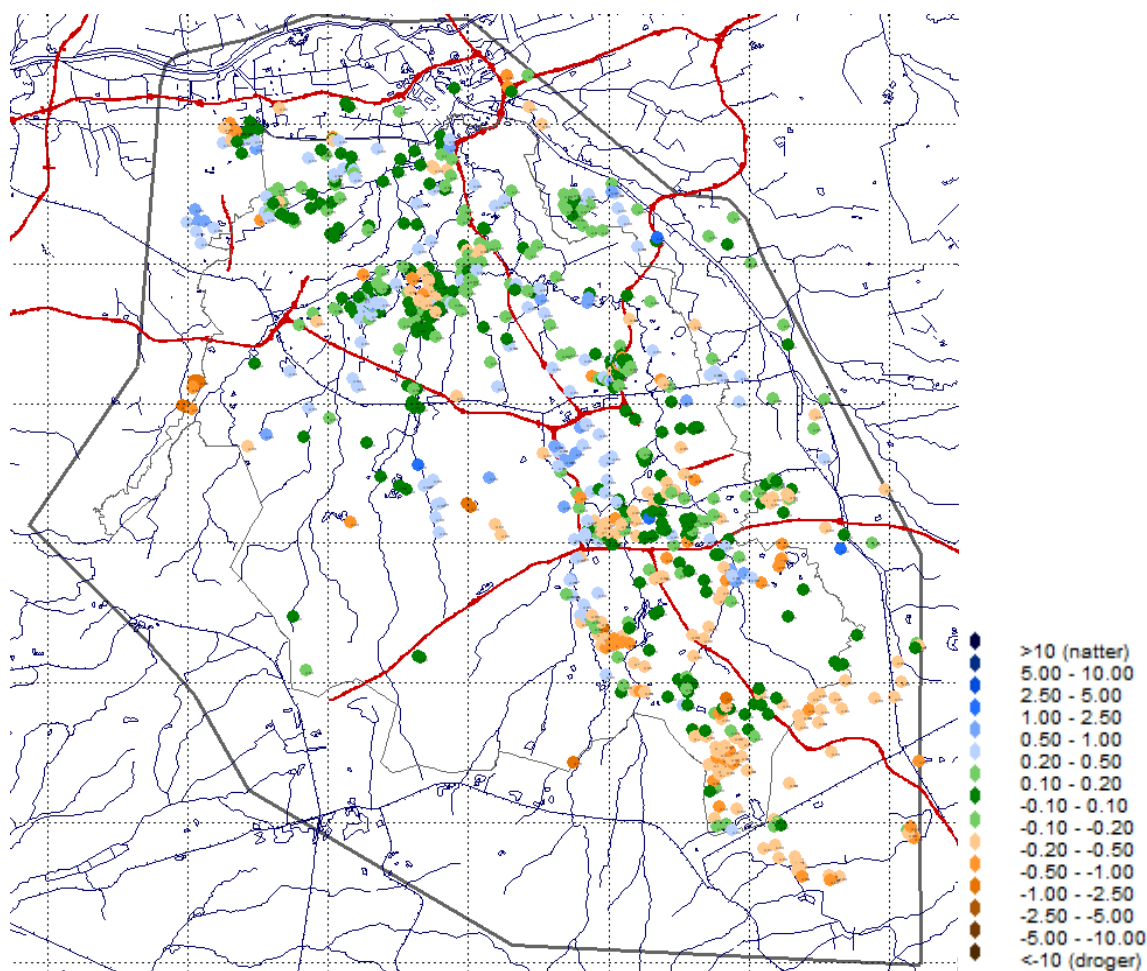
Figuur 8 Resultaat iPEST; Links boven de doelfunctie, daarnaast de gevoeligheid van de parameters, links onder de berekende factoren voor de verschillende parameters

Tabel 5 Kalibratieparameters

<i>Parameter</i>	<i>Omschrijving</i>	<i>ITER002</i>
<i>KH003002-006</i>	KHV laag 3, zone 2	0.374
<i>KH004002-008</i>	KHV laag 4, zone 2	0.601
<i>KH005002-010</i>	KHV laag 5, zone 2	0.284
<i>KV001002-018</i>	KVV laag 1, zone 2	0.343
<i>KV003002-022</i>	KVV laag 3, zone 2	0.590

2.6.5 Stationaire model resultaten

Het stationaire model (BASIS1_STAT_23PSTrun) is doorgerekend met de kalibratieparameters. In Figuur 9 is te zien dat het gekalibreerde stationaire model in laag 3 zowel hogere (blauwe labels), vergelijkbare (groen) als lagere grondwaterstanden (oranje/rood) berekent dan de gemeten GG. Het model is gemiddeld minder droog dan het ongekalibreerde model. In Tabel 6 worden de gemiddelde residuen per laag voor het gekalibreerde model weergegeven. De prestatie van dit model is beter dan van het ongekalibreerde model. Vooral in de bovenste lagen is het model verbeterd. De gemiddelde absolute afwijking (fout) van deze simulatie is 0.32m terwijl het ongekalibreerde stationaire model een gemiddelde absolute afwijking heeft van 0.48m.



Figuur 9 Afwijking van de gemiddelde grondwaterstand van het gekalibreerde stationaire model ten opzichte van de metingen voor de peilbuizen in laag 3.

Tabel 6 Residuen per laag van het gekalibreerde model

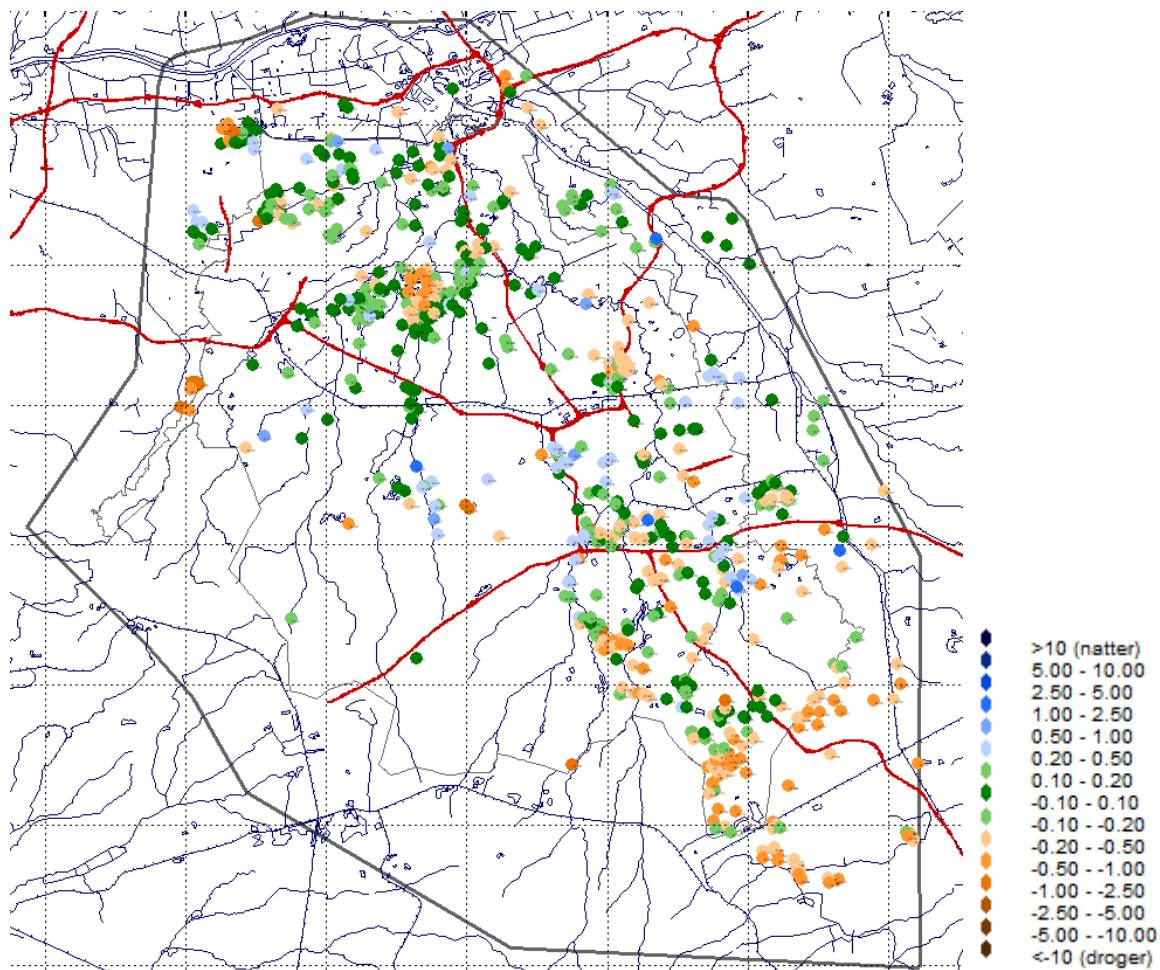
Laag	N	Gemiddelde afwijking	Gemiddelde absolute afwijking
1	48	-0.05	0.26
2	224	-0.01	0.32
3	838	-0.06	0.28
4	397	-0.10	0.32
5	77	-0.07	0.34
6	26	-0.19	0.48
7	10	-0.02	0.17
8	18	0.23	0.46
9	11	-0.20	0.36
10	15	0.12	0.42
11	9	0.18	0.70
12	5	0.34	0.37

13	6	-0.07	0.38
14	13	0.14	0.97
15	9	-0.65	0.65
16	4	-0.60	0.60
17	5	-0.19	0.42
18	25	0.18	0.58
19	19	-0.35	0.54
Total	1759	-0.06	0.32

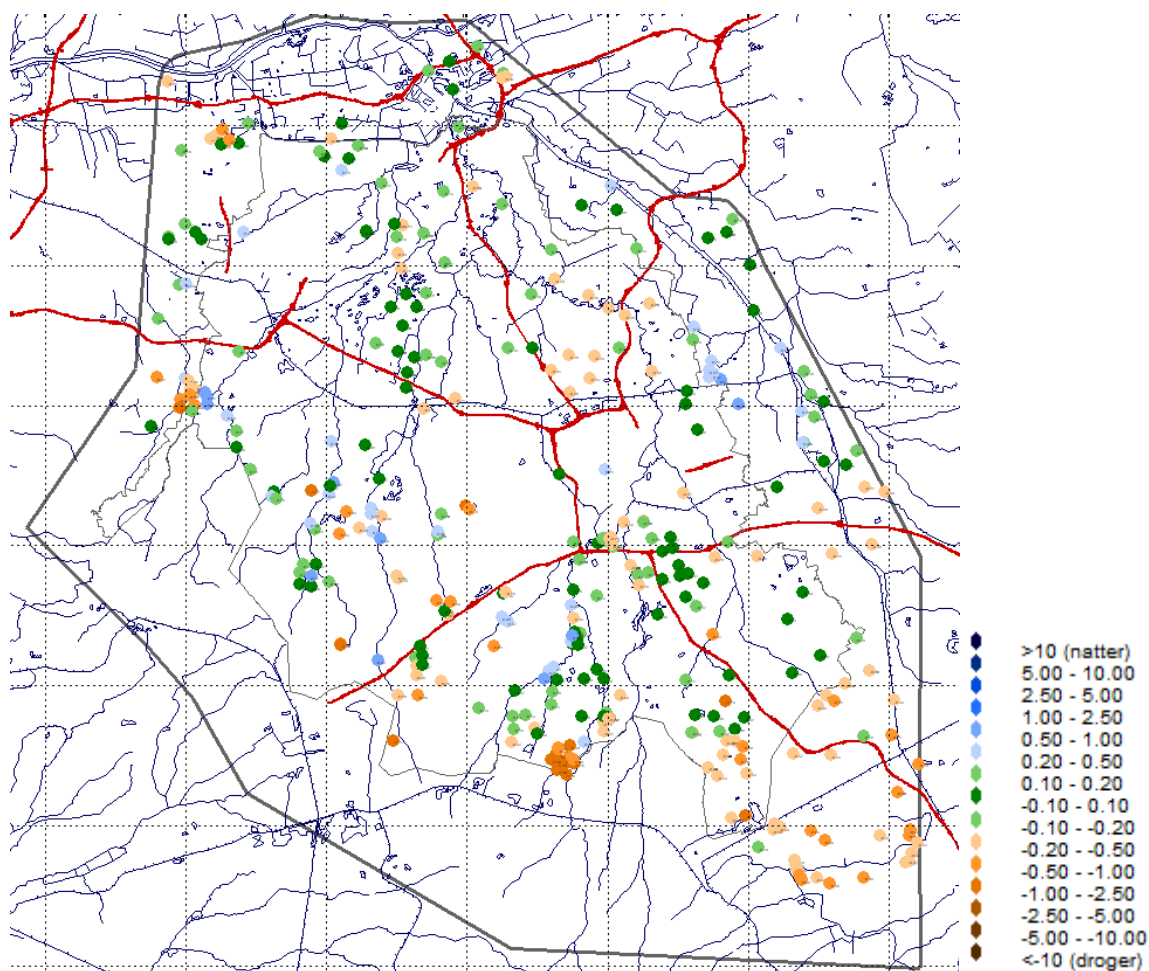
2.6.6 TA model resultaten

Het tijdsafhankelijke model is doorgerekend met dezelfde kalibratiefactoren (17iDomingoTA-wellsTA). In Figuur 10 en Figuur 11 worden de afwijking van de gemiddelde grondwaterstand van het tijdsafhankelijke model ten opzichte van de metingen voor de peilbuizen in laag 3 en laag 4 respectievelijk weergegeven.

Tabel 7 laat de residuen voor de GxG van het tijdsafhankelijke model per laag zien. Voor de GLG is de afwijking iets minder groot dan voor de GVG en GHG. De grootste afwijkingen zitten in de diepere lagen, maar hier zijn ook maar beperkt peilbuizen beschikbaar waardoor een enkele peilbuis die sterk afwijkt al snel een grote invloed heeft op de gemiddelde afwijking.



Figuur 10 Afwijking van de gemiddelde grondwaterstand van het gekalibreerde tijdsafhankelijke model ten opzichte van de metingen voor de peilbuizen in laag 3.



Figuur 11 Afwijking van de gemiddelde grondwaterstand van het gekalibreerde tijdsafhankelijke model ten opzichte van de metingen voor de peilbuizen in laag 4.

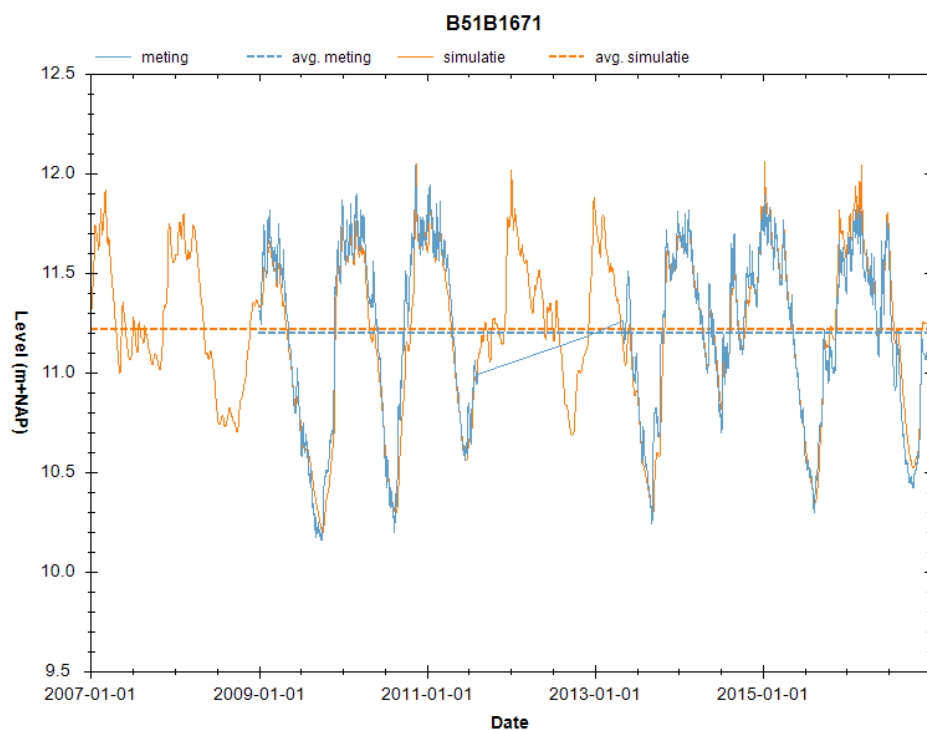
Tabel 7 Residuen voor de GxG per laag van het gekalibreerde tijdsafhankelijke model

Laag	N	Gemiddelde afwijking			Gemiddelde absolute afwijking		
		GLG	GVG	GHG	GLG	GVG	GHG
1	39	-0.19	-0.16	-0.08	0.29	0.19	0.17
2	155	-0.04	-0.23	-0.24	0.36	0.39	0.41
3	615	-0.03	-0.26	-0.24	0.25	0.34	0.33
4	329	-0.05	-0.24	-0.25	0.30	0.35	0.36
5	57	0.07	-0.17	-0.14	0.31	0.34	0.35
6	25	-0.24	-0.45	-0.46	0.51	0.55	0.58
7	8	-0.07	-0.24	-0.23	0.19	0.25	0.28
8	16	0.31	0.09	0.10	0.55	0.42	0.45
9	10	-0.72	-1.05	-1.06	1.12	1.10	1.06
10	16	-0.10	-0.57	-0.54	1.10	0.86	0.84
11	6	0.53	0.04	0.14	0.58	0.44	0.45
12	5	0.60	0.12	0.05	0.60	0.30	0.32

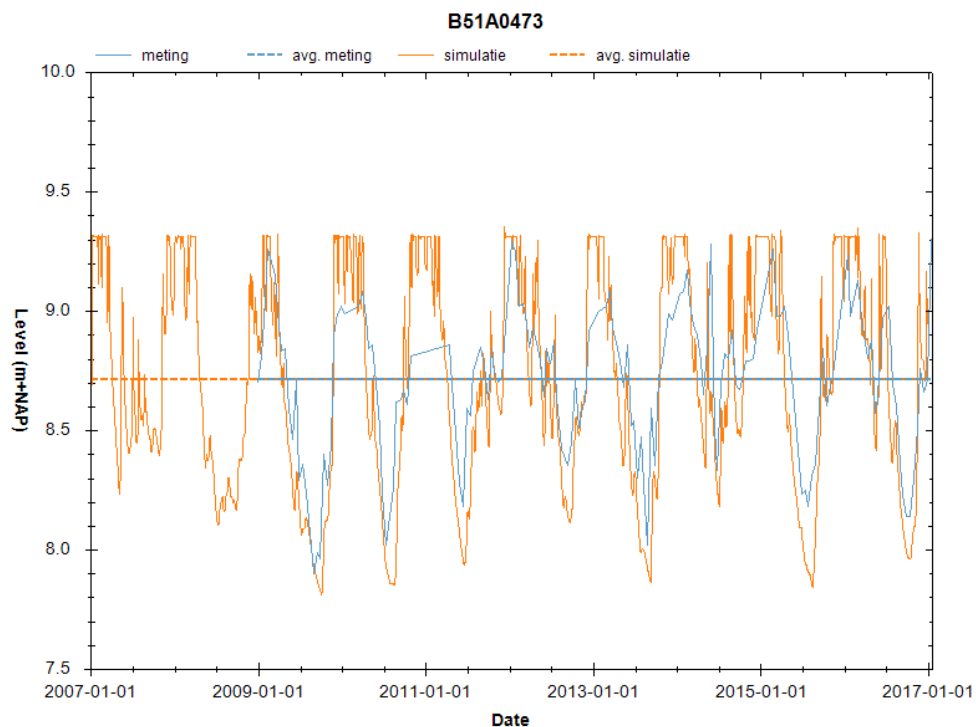
13	6	0.37	-0.27	-0.29	0.58	0.44	0.47
14	11	0.57	0.00	0.04	1.15	0.97	1.03
15	7	-0.59	-0.63	-0.64	0.59	0.63	0.64
16	5	-0.30	-0.71	-0.70	0.30	0.71	0.70
17	5	-0.02	-0.13	-0.11	0.50	0.48	0.53
18	24	0.38	-0.03	-0.06	0.73	0.54	0.56
19	17	0.00	-0.60	-0.56	0.81	0.76	0.74
Total	1356	-0.03	-0.25	-0.24	0.34	0.38	0.38

Voor alle peilbuizen is de tijdstijghoogtegrafiek van de berekende versus gemeten grondwaterstand beschikbaar. De tijdstijghoogtegrafieken zijn visueel geanalyseerd ter validatie van het model. Zie een willekeurige peilbuis in Figuur 12. Voor peilbuis B51B1671 is zowel het gemiddelde als de dynamiek van de grondwaterstand goed gesimuleerd door het model. Voor sommige peilbuizen komt de gemiddelde grondwaterstand wel overeen maar de dynamiek niet (zie voorbeeld in Figuur 13 voor peilbuis B51A0473). Daarnaast zijn er locaties waar het omgekeerde het geval is, nl dat het gemiddelde afwijkt maar de dynamiek correct berekend wordt (Figuur 14). Over het algemeen laten de tijdreeksen ook qua dynamiek een redelijke simulatie zien, al is dat niet op alle locaties het geval.

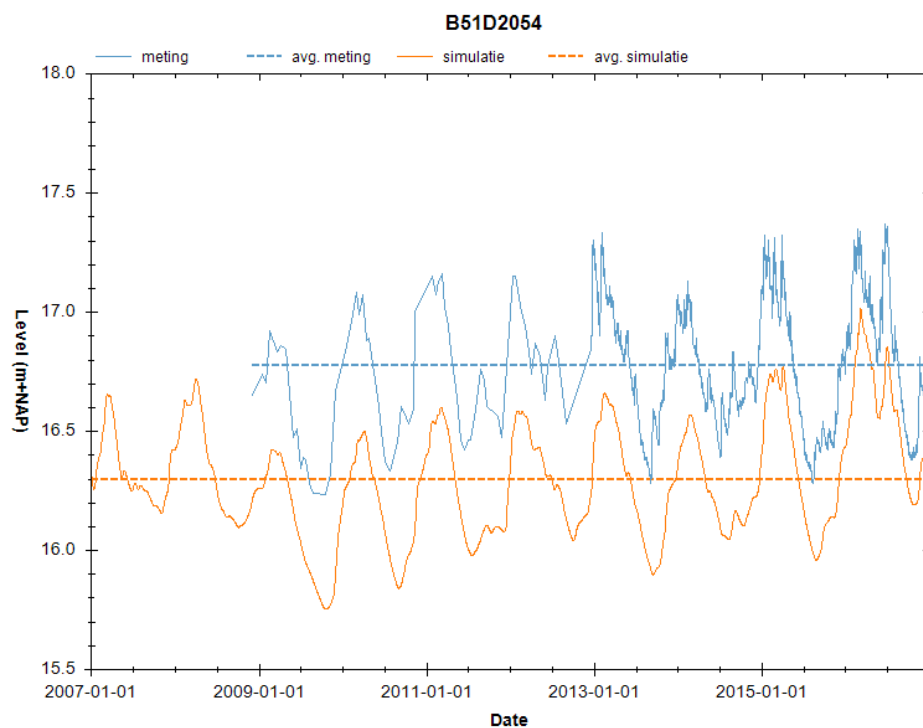
Afwijkingen tussen meetreeksen en gesimuleerde tijdreeksen kunnen deels verklaard worden door oorzaken zoals een korte datareeks (Figuur 15), missende data, peilbuis in de verkeerde laag of een afgetopt resultaat door een lager liggend maaiveld of nabijgelegen watergang (Figuur 16). Maar op andere locaties wijst het op de ontoereikendheid van het detailniveau van het model om de werkelijkheid te benaderen. Bijvoorbeeld in de nabijheid van winningen, in gebieden met lokale leemlagen of andere lokale processen die niet in voldoende detail in het model zitten (Figuur 17). Met zulke afwijkingen moet rekening worden gehouden bij de toepasbaarheid van dit model. Lokale deelmodellen moeten hierop gecontroleerd en zo nodig verbeterd worden.



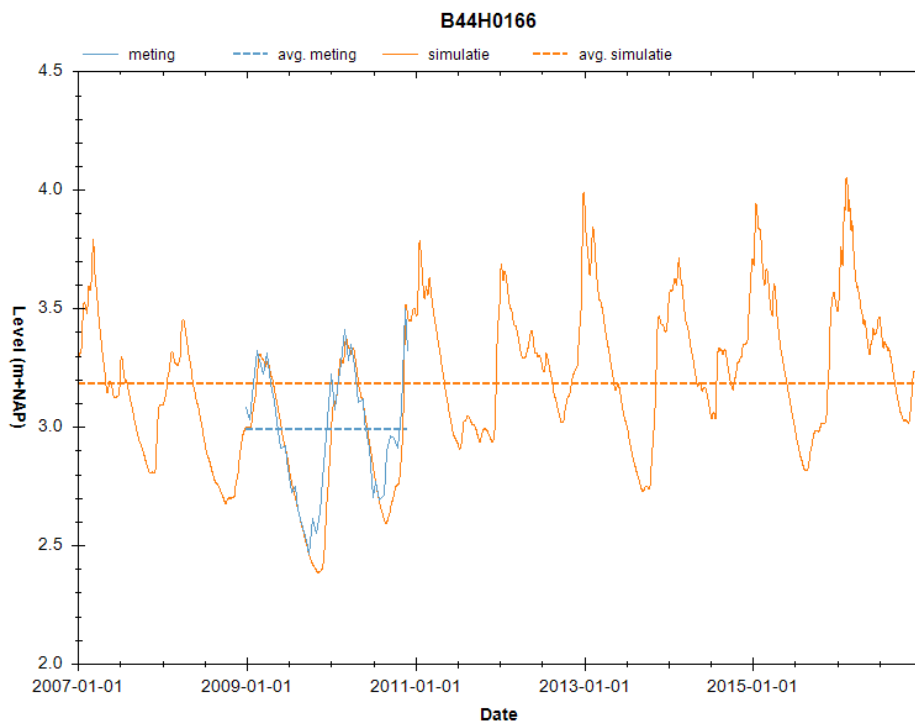
Figuur 12 Berekende (oranje lijn) en gemeten (blauwe lijn) grondwaterstand van peilbuis B51B1671 filter 1; voorbeeld van goed presterende peilbuis.



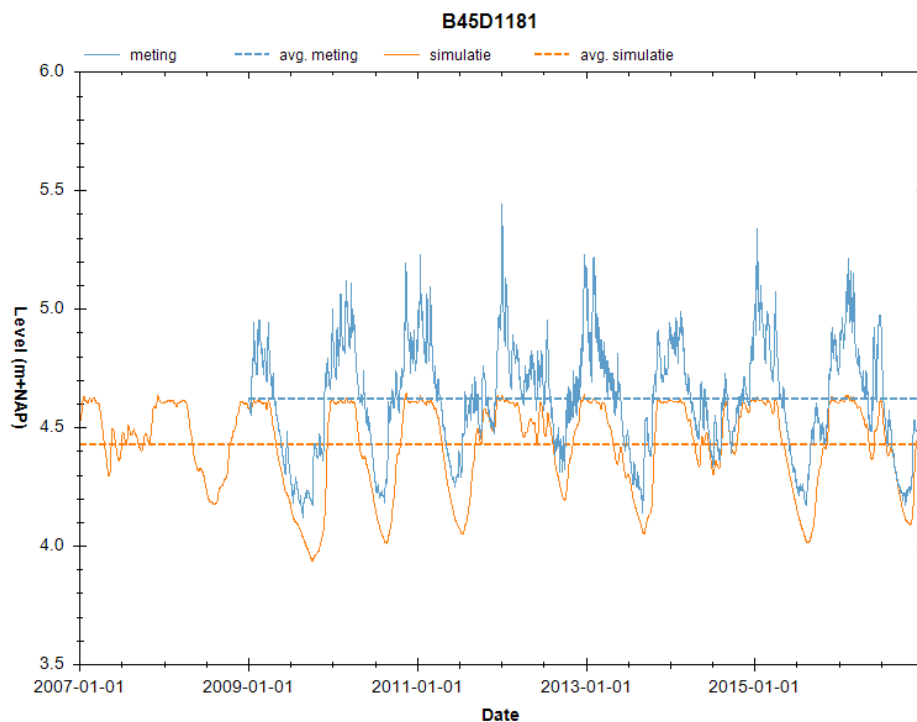
Figuur 13 Berekende (oranje lijn) en gemeten (blauwe lijn) grondwaterstand van peilbuis B51A0473 filter 1; voorbeeld van peilbuis waarbij de dynamiek niet goed gesimuleerd is terwijl de gemiddelde grondwaterstand wel overeenkomt.



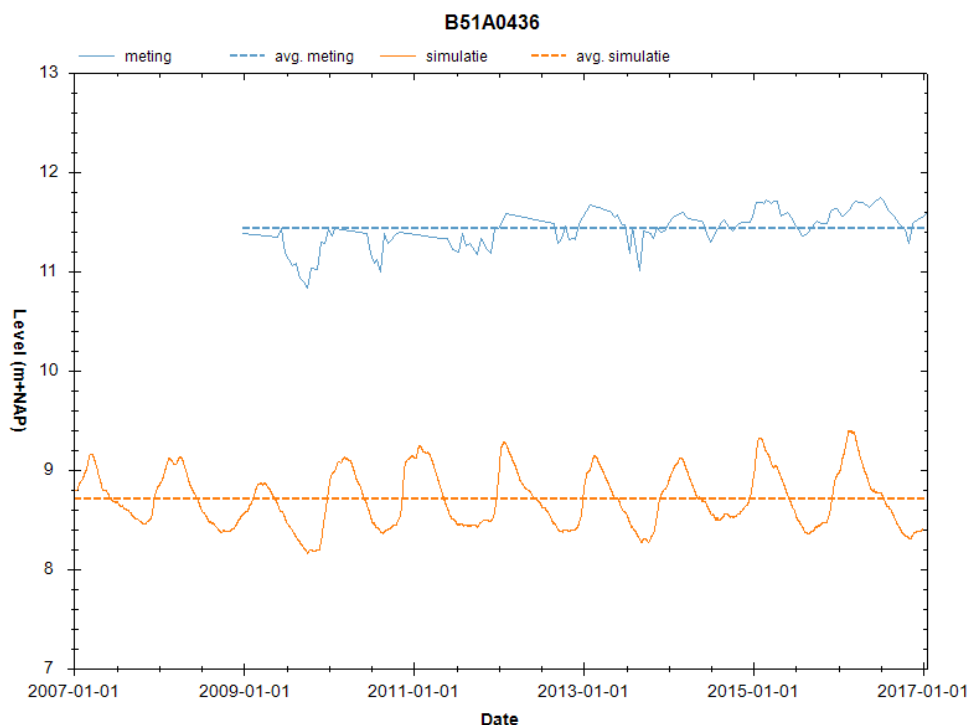
Figuur 14 Berekende (oranje lijn) en gemeten (blauwe lijn) grondwaterstand van peilbuis B51D2054 filter 1; voorbeeld van peilbuis waarbij de gemiddelde grondwaterstand een grote afwijking laat zien (60cm) maar de dynamiek wel redelijk overeenkomt.



Figuur 15 Berekende (oranje lijn) en gemeten (blauwe lijn) grondwaterstand van peilbuis B44H0166 filter 1; voorbeeld van korte meetreeks



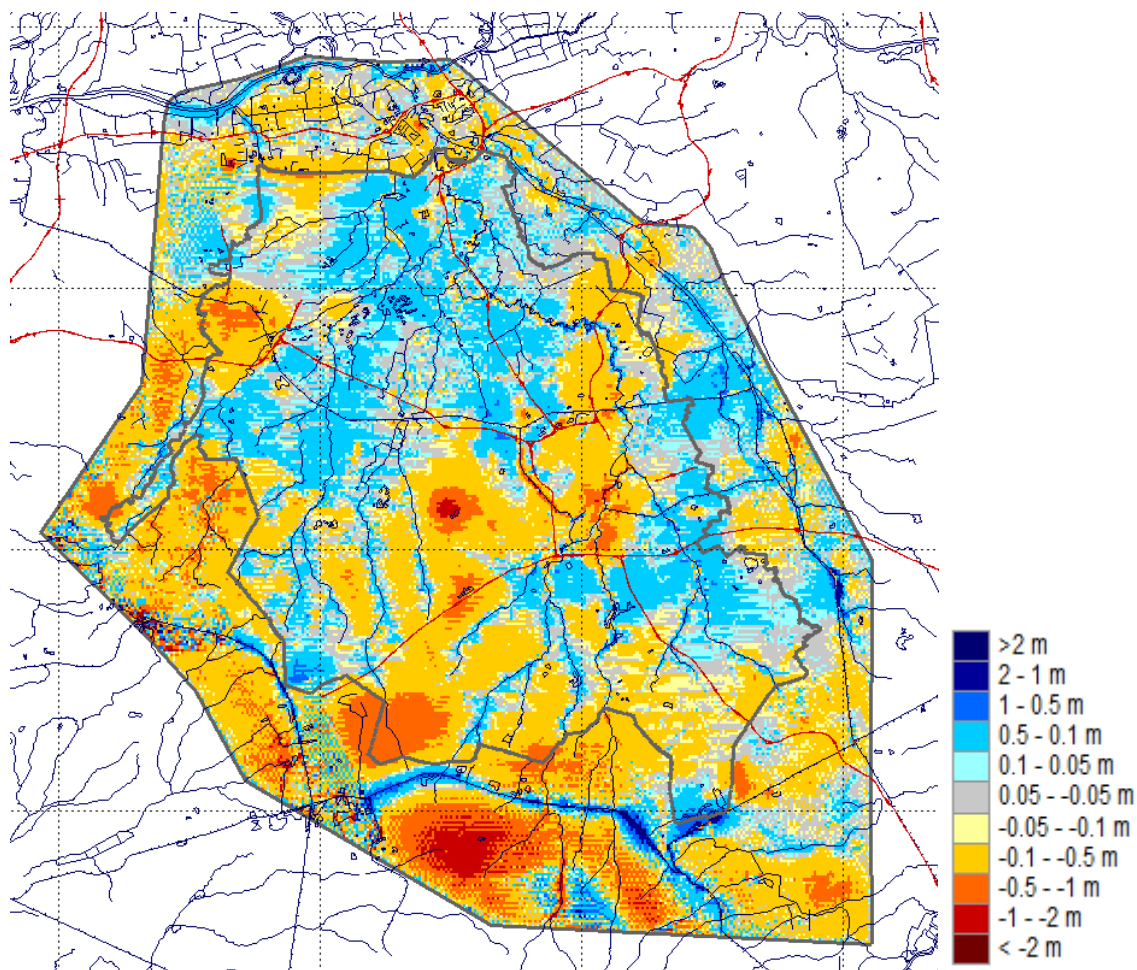
Figuur 16 Berekende (oranje lijn) en gemeten (blauwe lijn) grondwaterstand van peilbuis B45D1181 filter 1; voorbeeld van het aftoppen van de meetreeks, deze peilbuis ligt vlak naast een watergang waar het peil altijd 4.6m+NAP is.



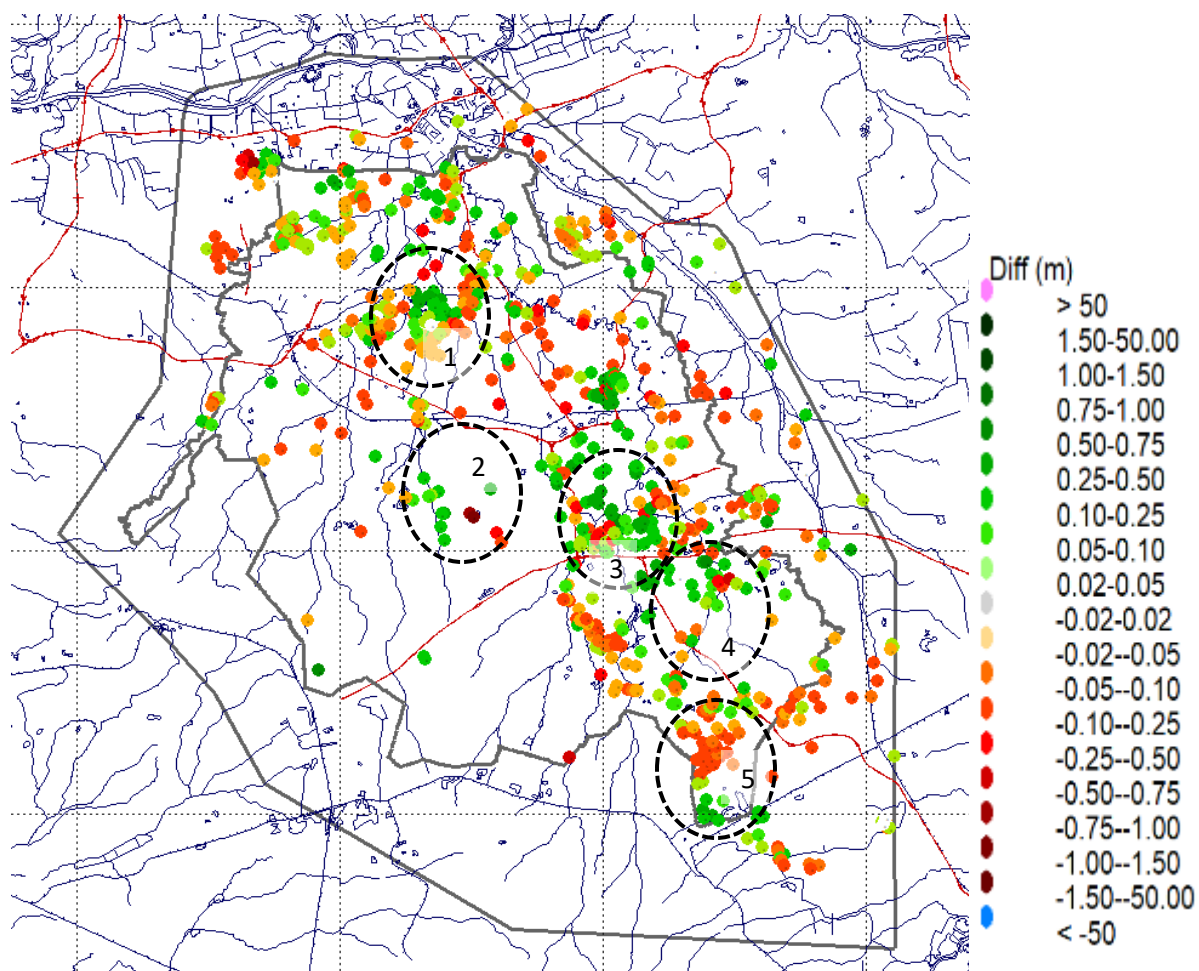
Figuur 17 Berekende (oranje lijn) en gemeten (blauwe lijn) grondwaterstand van peilbuis B51A0436 filter 1; voorbeeld van peilbuis waarbij de afwijking niet toe te schrijven is aan de meetdata. Locatie is Oisterwijkse Bossen en Vennen. Aangezien de peilbuizen in de omgeving hier wel vrij goed kloppen is de verwachting dat het verschil ontstaat door de aanwezige leemlagen/veenlagen in dit gebied die mogelijk een schijngrondwaterspiegel creëren (waardoor hier een ven ontstaat).

2.6.7 Vergelijking resultaten met resultaten Domingo (stationair)

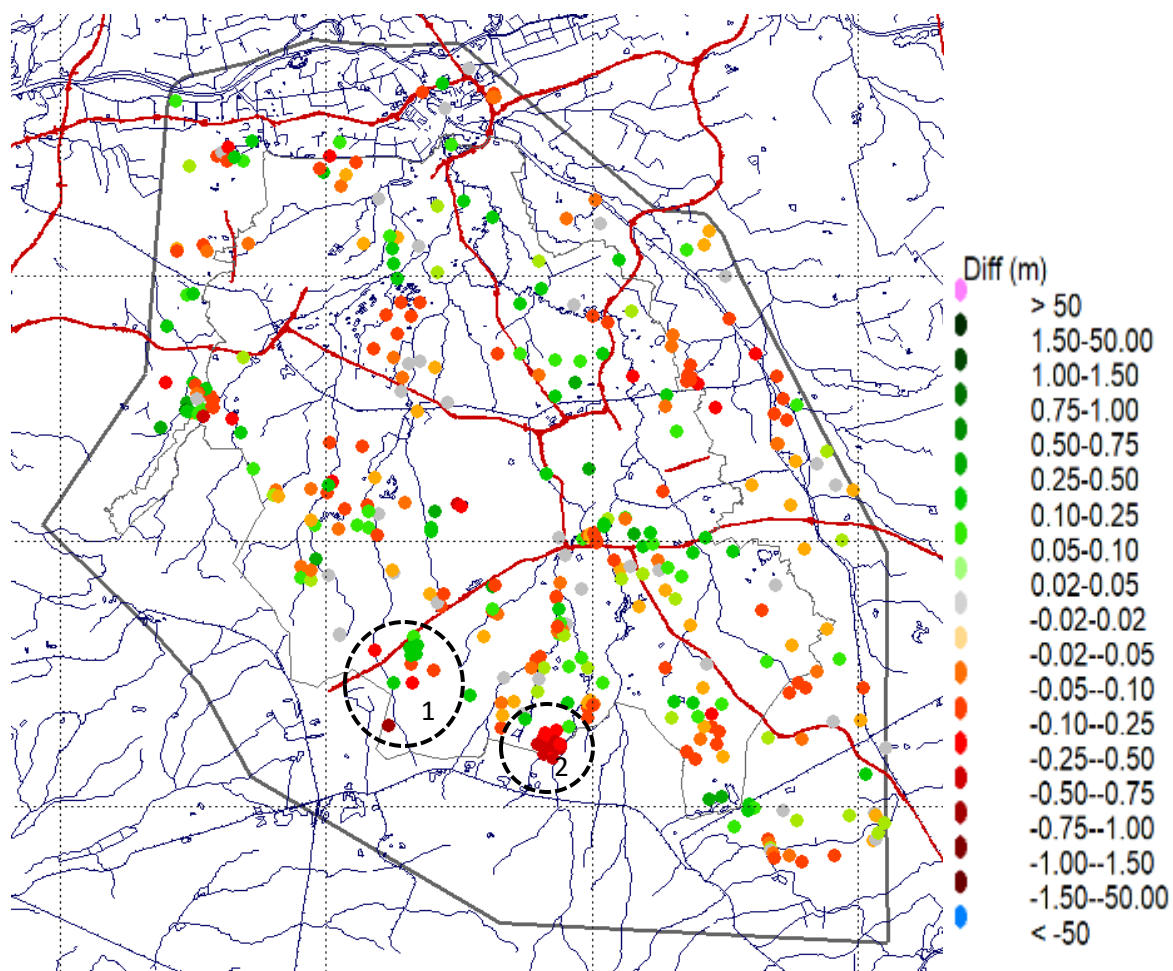
Zoals te zien is in Figuur 18 (ter illustratie is laag 3 weer gebruikt) zijn er verschillen tussen het resultaat van iDomingo en Domingo. De grootste verschillen zitten in het zuidelijke deel, buiten de grens van het model. Hoewel geprobeerd is de input vergelijkbaar te houden was dit niet overal mogelijk vanwege de verschillen in de software. Daarnaast zijn voor de hand liggende verbeteringen van de data doorgevoerd wanneer we tegen onjuistheden aanliepen. Ook zijn de bovenste lagen van de modellen onafhankelijk van elkaar gekalibreerd. Het was dan ook niet te verwachten dat de resultaten exact gelijk zouden zijn. Daarom is vooral de prestatie van de modellen met elkaar vergeleken. In Figuur 19 en Figuur 20 worden voor de residuen voor laag 3 en laag 4 van de twee modellen met elkaar vergeleken. Te zien is dat niet één van de modellen overal beter presteert dan de andere, op sommige locaties is iDomingo beter en andere locaties Domingo. Hetzelfde zien we als we kijken naar de gemiddelde residuen per laag (Tabel 6 vs Tabel 8. De totale gemiddelde absolute afwijking van Domingo en iDomingo komt zelfs exact overeen.



Figuur 18 Verschil head laag 3 Domingo en iDomingo; blauw is iDomingo natter dan Domingo, rood is iDomingo droger dan Domingo



Figuur 19 Verschil in residuen tussen Domingo en iDomingo voor de peilbuizen in laag 3; groen zijn de peilbuizen waarvoor de afwijking tussen de modelresultaten en de meting kleiner is voor iDomingo dan voor Domingo. Bij de rode peilbuizen is de afwijking voor iDomingo groter dan voor Domingo



Figuur 20 Verschil in residuen tussen Domingo en iDomingo voor de peilbuizen in laag 4; groen zijn de peilbuizen waarvoor de afwijking tussen de modelresultaten en de meting kleiner is voor iDomingo dan voor Domingo. Bij de rode peilbuizen is de afwijking voor iDomingo groter dan voor Domingo

Tabel 8 Residuen per laag voor Domingo (stationair)

Layer	N	Gemiddelde afwijking	Gemiddelde absolute afwijking
1	48	-0.06	0.26
2	224	-0.01	0.32
3	838	-0.07	0.28
4	397	-0.1	0.32
5	77	-0.07	0.34
6	26	-0.2	0.48
7	10	-0.02	0.17
8	18	0.23	0.46
9	11	-0.21	0.37
10	15	0.12	0.42

11	9	0.18	0.7
12	5	0.34	0.37
13	6	-0.07	0.38
14	13	0.14	0.98
15	9	-0.65	0.65
16	4	-0.61	0.61
17	5	-0.19	0.42
18	25	0.18	0.59
19	19	-0.36	0.54
Total	1759	-0.07	0.32

In de rapportage van Domingo (ref1) zijn verschillende aandachtsgebieden beschreven. In grote lijnen herkennen we deze gebieden ook in de resultaten van iDomingo.

Rondom de beekdalen zijn de berekende grondwaterstanden overwegend te hoog. Dit was al het geval in Domingo (tevens in het Brabantmodel), maar in iDomingo zijn de grondwaterstanden nog iets hoger. In de rapportage van Domingo is deze te hoge grondwaterstand toegeschreven aan de grote verschillen in maaiveldhoogte in het beekdal ten opzichte van de gridcell. De gridcellen van iDomingo zijn gemiddeld fijner dan die van Domingo, nl 100m tov 200m. Maar door de methode van gridopbouw zijn de cellen van Domingo kleiner rondom de waterlopen. Het is aannemelijk dat de afwijkingen in iDomingo om deze reden nog wat groter zijn.

De andere opvallende afwijkingen, weergegeven voor laag 3 en laag 4 in Figuur 19 en Figuur 20, worden hieronder beschreven. Er zijn ook hier verschillen tussen Domingo en iDomingo. Deze zijn toe te schrijven aan de verschillen in kalibratie van de KHV en KVV in de bovenste lagen en de gekozen waarden voor de conductance van de waterlopen.

Model afwijkingen in laag 3:

1. Voor Natuurgebied Kampina wordt net zoals in Domingo en het Brabantmodel een lagere grondwaterstand berekend dan gemeten. Maar iDomingo presteert voor deze locatie wel duidelijk beter dan Domingo.
2. In het gebied rondom Vessem berekenen alle modellen (Brabantmodel, Domingo en iDomingo) een hogere grondwaterstand dan gemeten (eveneens zichtbaar in laag 4). In het rapport van Brabantmodel wordt aangegeven dat in het gebied lokale breuken voorkomen waarover weinig bekend is. Ook hier zijn de afwijking voor iDomingo iets minder groot. Behalve ter plaatse van de onttrekkingen van Brabant Water te Vessem. Hier zijn de afwijkingen voor iDomingo groter dan voor Domingo. iDomingo berekent hier een te lage grondwaterstand.
3. Ten westen van Eindhoven wordt een hogere grondwaterstand berekend dan gemeten. iDomingo is hier iets minder nat dan Domingo. In het rapport van Brabantmodel wordt aangegeven dat hier mogelijk buisdrainage ligt. In iDomingo zit (net als in Domingo) buisdrainage standaard niet in het model.
4. Ten zuiden van Eindhoven werd voor zowel het Brabantmodel als Domingo de grondwaterstand lager berekend dan gemeten. In iDomingo is deze afwijking niet zo duidelijk meer te herkennen, de simulatie is hier over het algemeen verbeterd en de peilbuizen laten afwisselend een te lage of te hoge grondwaterstand zien.

5. In het gebied rondom Budel wordt voor alle modellen (Brabantmodel, Domingo en iDomingo) een lagere grondwaterstand berekend dan gemeten. In iDomingo is de grondwaterstand nog wat lager dan in Domingo. In 2013 (halverwege de GxG periode) zijn de middeldiepe winningen van Brabant Water rondom Budel verdiept. In het model is dit niet verwerkt. De verwachting is dat dit bijdraagt aan de te laag berekende grondwaterstanden in de ondiepe lagen.

Modelafwijkingen in laag 4:

1. Ten westen van Luyksgestel is zowel in Domingo als iDomingo de grondwaterstand in het model lager dan volgens de metingen. Een duidelijke verklaring is vooralsnog niet aanwezig. Over het algemeen lijkt het model in het zuiden droger dan in werkelijkheid. Doordat de peilbuizen in België niet worden meegenomen in de kalibratie is niet de bepalen hoever deze trend reikt. Aanvulling met deze peilbuizen aan de kalibratie en/of validatie set zal hier meer informatie over opleveren.
2. Natuurgebied de Plateaux is te droog berekend, in iDomingo zijn de grondwaterstanden nog iets lager dan in Domingo. Het is bekend dat in Natuurgebied de Plateaux jaarrond water aangevoerd wordt en wateraanvoer zit niet in (i)Domingo. Ook blijkt na onderzoek dat het gemeten oppervlaktewaterpeil van de Dommel hoger is dan wat de randvoorwaardelijke Sobekmodellen berekenen.

3 Toepassing en aandachtspunten

Het regionale grondwatermodel van Waterschap de Dommel is opnieuw opgebouwd in iMOD. Het vernieuwde regionale grondwatermodel (**iDomingo**) is onderdeel van het hydrologisch instrumentarium (HI) dat gebruik maakt van verschillende software om (deels) geautomatiseerd en gestructureerd van basisdata tot modellen te komen en om modelgegevens na te bewerken. Passend bij de filosofie van het HI kan met iDomingo relatief snel op een reproduceerbare wijze een nieuw grondwaterdeelmodel gemaakt worden, passend bij het vraagstuk qua schaal- en detailniveau.

3.1 Toepassingsmogelijkheden en afbakening iDomingo

3.1.1 IJking van het model

Het regionale grondwatermodel is ondiep geijkt op basis van gemeten grondwaterstanden en stijghoogten in de periode 2009-2016. De diepere lagen zijn alleen te ijken op het schaalniveau van de provincie Noord-Brabant. De ijking van de diepere lagen is direct overgenomen van het Brabantmodel.

De berekende grondwaterstanden en stijghoogten van het regionale model laten zich op regionaal niveau goed vergelijken met meetgegevens.

3.1.2 Schaal van het model

iDomingo is opgezet met een rekenpuntafstand van 100 meter. Het model is geschikt voor berekeningen op regionale schaal.

3.1.3 Effecten op de rand

Voor het Domingo model is de gevoeligheid van de stijghoogteranden onderzocht (zie ref1). De stijghoogte van de modelrand is hierbij verhoogd met 1 meter voor modellaag 1 tot en met 6 aangezien voor de diepere lagen al bekend is dat de rand invloed heeft over een groter schaalniveau. De conclusie was dat het effect van het verhogen van de modelrand met 1 meter voor modellaag 1 tot en met 6 niet doorwerkte tot aan de grens van beheersgebied van de Dommel. Voor iDomingo is deze analyse niet herhaald, maar is de aanname dat ook hier de grens voldoende ruim gekozen is om op de grens van het beheersgebied géén tot beperkte invloed te hebben van de modelrand.

Ook voor iDomingo geldt: “de invloed van de modelrand is echter afhankelijk van de geologische eigenschappen en de grootte van de door te rekenen maatregel. De modelrand heeft géén tot beperkt effect wanneer maatregelen doorgerekend worden in het topsysteem (zoals peilverhoging, dempen detailontwatering etc.). Bij maatregelen die een ver uitstrekkend effect hebben op de stijghoogten van de diepere lagen, zoals bijvoorbeeld het effect van het stopzetten van alle drinkwateronttrekkingen, kan de modelrand effect hebben op de uitkomsten. In de opgelegde stijghoogte van de rand zit namelijk niet het effect van stopzetten van de drinkwateronttrekkingen. Indien uit modelresultaten blijkt dat het effect van een maatregel ‘hangt’ aan een modelrand, is een mogelijkheid om dezelfde berekening ook uit te voeren met het Brabantmodel2018 en de stijghoogte uit deze berekening op te leggen als modelrand van Domingo2018”

3.1.4 Andere jaren doorrekenen

Met iDomingo kunnen de jaren 2007 tot en met eind 2019 worden doorgerekend. De inlooptijd van de berekening is twee jaar. Andere jaren doorrekenen is vooralsnog niet mogelijk. Om ook voor de periode daarna berekeningen uit te kunnen voeren moeten de meteobestanden voor MetaSWAP, de IDF's voor de CHD package (tijdsafhankelijke grondwaterstanden op de modelrand) en de debietreeksen van de onttrekkingen worden uitgebreid naar deze betreffende jaren. Voor de meteobestanden is de brondata

beschikbaar (KNMI). Voor de WEL-package wordt standaard automatisch het laatste debiet vastgehouden. Voor de grondwaterstanden op de modelrand zijn de volgende opties mogelijk:

- 1. Brabantmodel langer doorrekenen.
- 2. Gemiddeld jaar kiezen uit bestaande berekening Brabantmodel en dit voor de extra jaren als rand gebruiken.
- 3. Analyse uitvoeren op basis van metingen en hieruit randvoorwaarde destilleren.

Optie 2 lijkt vooralsnog het meest kansrijk.

3.1.5 Landgebruik

Het landgebruik van iDomingo is gebaseerd op LGN7 (i.p.v. Brabantmodel gebaseerd op LGN6). Het landgebruik kan aangepast worden door een andere versie van de landgebruikskaart te gebruiken of door zelf aanpassingen te doen aan het landgebruik. Let daarbij op dat bij een aanpassing van het landgebruik mogelijk ook een aanpassing moet worden gedaan aan de IDF-files van het verhard oppervlak en het wateroppervlak (input MetaSWAP). Daarnaast is het goed om te beseffen dat het landgebruik effect heeft op de tijdsafhankelijke grondwateraanvulling die wordt berekend met MetaSWAP.

3.1.6 Tijdsafhankelijke onttrekkingen

In iDomingo zijn conform het Brabantmodel de debieten gevarieerd in de tijd voor de Brabantse drinkwaterwinningen (per maand) en de grote Brabantse industriële onttrekkingen (per kwartaal).

3.1.7 Berekening

Berekening is in de basis niet opgenomen in iDomingo, maar wordt gebruikt in een scenario berekening (zie memo iDomingo Berekening Scenario) t.b.v. grondwaterbeleid.

De reden waarom berekening in eerste instantie niet is opgenomen in de basis van iDomingo is omdat het primaire doel het omzetten van het Domingo model was. In Domingo is berekening niet opgenomen omdat er grote onzekerheid zit tussen de locatie van de beregeningsput en het opgegeven adres in de vergunningsaanvraag, de diepte waaruit wordt onttrokken, het tijdstip van berekening, de hoeveelheid grondwater en het rendement van de berekening (zie ook rapportage Domingo).

In het Brabantmodel is berekening overigens wel doorgerekend voor de jaren 2009-2016. In het Brabantmodel is gebruik gemaakt van een berekeningstool die RHDHV in 2014 heeft ontwikkeld. Deze tool is echter gebaseerd op grove aannames om de locatie, het tijdstip, de diepte, de hoeveelheid grondwater en rendement van de berekening te bepalen.

Vanuit het proces beleid is gevraagd om in beeld te brengen hoeveel effect berekening heeft op de grondwaterstanden in het beheergebied. Daartoe is besloten om doormiddel van een scenario berekening het effect op de grondwaterstand in beeld te brengen als gevolg van berekening. Hiervoor is gebruik gemaakt van de data aanwezig in het beheerregister (de schijf Y:/ACTUEEL). Voor een verdere analyse van dit scenario wordt verwezen naar de memo 'iDomingo Berekening Scenario'.

3.1.8 Scenario berekeningen

Bij Het uitvoeren van scenario berekeningen is het van belang dat bij interpretatie van deze modelresultaten rekening wordt gehouden met de verschillende aannames die zijn gedaan bij de modelbouw. Denk hierbij bijvoorbeeld aan de keuze voor bodemweerstand van A-watgangen en B- en C-watgangen en aan de keuze voor het niet meenemen van buisdrainage in het model.

3.2 Aandachtspunten voor opbouw deelmodellen

Voor het maken van detailstudies op (grof)lokale schaal, bijvoorbeeld voor GGOR-studies, moet een gedetailleerder deelmodel gebouwd worden om antwoord te kunnen geven op het gewenste detailniveau. De achterliggende data van iDomingo, als onderdeel van het hydrologisch instrumentarium (HI), kan gebruikt worden om een deelmodel te maken met daaraan toegevoegd aanvullende gebied specifieke detailinformatie (bijvoorbeeld ligging buisdrainage, diepte en waterhoogte van sloten en greppels etc.).

Hieronder een opsomming met aandachtspunten/adviezen die tijdens de bouw van iDomingo zijn opgedaan.

3.2.1 RIV-S1 parameters uit Sobek

Bij de bouw van iDomingo is uitgegaan van de Sobekpeilen van het hydrologisch instrumentarium uit 2017. HI oppervlaktewater en daaruit vloeiend regionale oppervlaktewatermodellen en oppervlaktewaterdeelmodellen zijn ook in ontwikkeling. Wanneer er een deelmodel gebouwd gaat worden, moet nagegaan worden of recentere gegevens beschikbaar zijn.

3.2.2 Detailontwatering

Het basisbestand voor de ligging van de detailontwatering is de Top10 NL. Bij de bouw van een deelmodel moet dit bestand gecontroleerd worden of dit nog de huidige situatie representeert.

3.2.3 Wateraanvoer

Wateraanvoer en daarbij horend het ‘aanzetten’ van de infiltratiemogelijkheid van een watergang zit niet in iDomingo. In deelmodellen kan er voor worden gekozen om dit wel aan te zetten voor watergangen waar wateraanvoer op zit. Met behulp van debietmetingen van aangevoerd water en waterbalansen van het grondwatermodel kan een passende infiltratieweerstand worden gekozen (binnen realistische bandbreedtes uiteraard) voor de betreffende aanvoerwatergang.

3.2.4 Buisdrainage

Buisdrainage is niet opgenomen in iDomingo. In een detailstudie moet nagegaan worden of in het gebied buisdrainage aanwezig is, welke draindiepte en of de buisdrainage nog wel functioneert. Uit eerdere detailstudies is gebleken dat in sommige gebieden buisdrainage wel aanwezig is maar niet meer functioneert omdat de buisdrainage verstopt zit. Om de invloed van buisdrainage op de grondwaterstand te bepalen is een mogelijkheid om een scenario te berekenen met alle buisdrainage ‘aan’ en alle buisdrainage ‘uit’.

3.2.5 Berekening

Berekening is niet standaard opgenomen in iDomingo. Uit verkennende berekeningen is gebleken dat onttrekkingen voor berekening van significante invloed kan zijn op de berekende grondwaterstanden (memo iDomingo Berekening scenario). In een detailstudie kan worden nagegaan worden of in het gebied onttrekkingen voor berekening aanwezig zijn, op welke diepte deze onttrekking zit en voor welke percelen dit wordt gebruikt.

3.2.6 Ijking van het deelmodel

Voorafgaand bij studies van specifieke gebieden is het aan te raden om eerst te beoordelen in hoeverre de berekeningen en metingen in dit gebied met elkaar overeenkomen en in hoeverre aanvullende ijking nodig is nadat aan een deelmodel van het gebied specifieke aanvullende informatie is toegevoegd. Door verfijning van het grid met kleinere rekenpuntafstand kan het verhang in maaiveld en daarmee samenhangend het grondwaterverhang namelijk al gedetailleerder gemodelleerd worden.

4 Referenties

Ref 1: Domingo2018, 29 juni 2022, Waterschap de Dommel

Ref 2: Update Hydrologische Gereedschapskist Noord-Brabant, 6 februari 2019, Royal HaskoningDHV

Ref 3: Vergelijking FLUZO – SWAP – MetaSWAP, 9 november 2012, Royal HaskoningDHV

Ref 4: Rapportage AHN Filtering, 24 juli 2017, Deltares

Ref 5: Memo vergelijking drainage analyse Deltares versus inmetingen, 5 december 2017, Gosro Karimlou (WSDD) T:\Advies Watersysteem\Vakgroep Hydrologie\11 Data\AHN-filtering drainageniveau waterlopen\Memo vergelijking drainage analyse Deltares versus inmetingen.docx)

Ref 6: Presentatie Eindhovens Kanaal 10-11, 9 november 2022, Sam Westerhof & Bram Evers (RHDHV), BI8993 RHD ZZ XX PP Z 0001 T:\Advies Watersysteem\Vakgroep Hydrologie\6 Thema\Droge Voeten\Herstelprogramma Overige Keringen\Eindhovens Kanaal\Presentatie Eindhovens Kanaal 10-11.pdf

5 Bijlage Deelmodellen

5.1 Stappenplan opbouw deelmodel

- Kopieer de map DeelmodelTemplate en hernoem het naar Deelmodel[NAAM].
- Pas in SETTINGS\SIF.Settings.Project.bat de volgende parameters aan
 - MODELREF0
 - Zelfde als Deelmodel[NAAM]
 - MODELEXTENT
 - Afronden op honderd-tallen. Op die manier is het grid uitgelijnd met het moedermodel.
 - MODELCELLSIZE
 - 25
 - CONTACTPERSON
 - CONTACTEMAIL
- Pas in SETTINGS\SIF.Settings.Model.bat de volgende parameters aan:
 - SURFACELEVELIDF (alleen als cellsize anders is dan 25)
- Run de volgende workflows in de WORKIN:
 - BASIS1\STAT\01 BND
 - Modelrand maken.
 - BASIS1\STAT\02 CREATESOF
 - Dit is de filtering van de detailwatergangen. Ook zaksloten worden verwijderd. In de basis-PRJ-file worden de bestanden gebruikt waarin de zaksloten zijn verwijderd.
- Pas in de PRJ de volgende verwijzingen aan:
 - W:\HMI\3_Modellen\Grondwater\iDomingo\DeelmodelTemplate ?
W:\HMI\3_Modellen\Grondwater\iDomingo\Deelmodel[NAAM]
 - Verwijzingen SHD package naar stationaire deelmodel resultaten (heads).

5.2 Welke workflows moeten nog worden gemaakt?

Voor de volgende modelinvoer moeten nog workflows worden gemaakt:

- Peilen/natte omtrek/bodem van Sobek-modellen in RIV-package verwerken.
 - Ook voor scenario's met andere ligging (a.g.v. beekherstel).
 - Gegevens o.b.v. huidige Sobek-modellen staan wel klaar.
- Bepalen infiltratiefactor watergangen (RIV-package).
- Inmetingen detailwatergangen in RIV-package verwerken.
- Buisdrainage in DRN-package verwerken.
- Maaiveldverlaging (of verhoging) (OLF-package).
- Workflows voor kalibreren deelmodel zijn beschikbaar in moedermodel maar nog niet klaargezet voor deelmodel.

5.3 Aandachtspunten

- Bij het opnieuw kalibreren van de KHV en KVV van een deelmodel kan het voorkomen dat de verdeling van de onttrekkingsdebieten van onttrekkingen die uit meerdere lagen onttrekken verandert. Dit komt doordat de verdeling afhankelijk is van de KHV.
- Er is nog niet goed nagedacht over welke model-output bewaard moet worden.

6 Bijlage Aanpak van de bouw van iDomingo op hoofdlijnen

Ter voorbereiding op de daadwerkelijke overgang naar iMOD is van oktober 2021 t/m januari 2022 een pilot uitgevoerd. In dit project zijn op de vrijdagen binnen deze periode cursusdagen geweest waarbij de verschillende onderdelen van iMOD, SIF en MetaSWAP zijn behandeld. De volgende Dommel-medewerkers hebben de cursus/pilot doorlopen:

- Luuk van Elk
- Imke Erven
- Gosro Karimlou
- Tim Raats
- Ankie Sterk
- Heleen Westerhof

De cursus is gegeven door:

- Koen van de Hauw (Sweco) (iMOD en SIF)
- Wouter Swierstra (RHDHV) (MetaSWAP)

Het doorlopen cursusmateriaal (presentaties, voorbeeldbestanden, enz.) is hier te vinden:

- T:\Advies Watersysteem\Vakgroep Hydrologie\5 Kennisdelen\Grondwater\SIF Sweco\Pilot iDomingo

Nadat we deze cursus hebben doorlopen is de daadwerkelijke overzetting van start gegaan (maart 2022). We hebben hierbij wederom gekozen om op de vrijdagen de werkzaamheden uit te voeren. Hierbij waren dezelfde Dommel-medewerkers betrokken als bij de cursus/pilot. Hierbij is het belangrijk om op te merken dat Tim en Heleen vooral hebben meegedacht op hoofdlijnen en dat de overige personen het daadwerkelijke hands-on werk hebben uitgevoerd. Van de externe personen was Koen de meeste vrijdagen beschikbaar voor vragen. Met hem hebben we dan ook vaak overleg gehad over welke werkzaamheden we het beste wanneer konden uitvoeren.

In eerste instantie is uitgegaan van de data en aannames zoals ook gebruikt voor Domingo2018 zodat een eerlijke vergelijking van de resultaten van de twee modelschematisaties gemaakt kon worden. Vervolgens zijn er nog een aantal verbeteringen doorgevoerd.

7 Bijlage Koppeltabel landgebruik

LGN-code	fluzo-code	GG-codeBB	SWAP_Code	Landgebruik LGN	Landgebruik FLUZO	SWAP	Omschrijving
0	4	4	1	No data	gras	1	gras
1	4	4	1	agrarisch gras	gras	2	mais
2	5	5	2	maïs	maïs	3	aardappelen
3	8	8	3	aardappelen	aardappelen	4	bieten
4	7	7	4	bieten	suikerbieten	5	granen
5	11	11	5	granen	granen	6	overige landbouwgew
6	2	1	6	overige landbouwgewassen (groente)	overige landbouwgewassen (groente)	7	boomteelt
8	17	17	18	glastuinbouw	stedelijk	8	glastuinbouw
9	10	10	7	boomgaard	fruitbomen	9	boomgaard
10	3	3	10	bollen	bollen	10	bollen
11	12	12	11	loofbos	loofbos	11	loofbos
12	13	24	12	naaldbos	naaldbos	12	naaldbos
16	16	16	16	zoet water	open water	13	natte natuur
17	16	16	16	zout water	open water	14	droge natuur
18	17	17	18	stedelijk bebouwd gebied	stedelijk	15	kale grond
19	17	17	18	bebouwing in buitengebied	stedelijk	16	zoet water
20	12	12	11	loofbos in bebouwd gebied	loofbos	17	zout water
22	12	12	11	bos in secundair bebouwd gebied	loofbos	18	stedelijk bebouwd
23	4	4	1	gras in bebouwd gebied	gras	19	donker naaldbos
24	15	15	15	kale grond in bebouwd buitengebied	open grond		
25	17	17	18	hoofdwegen en spoorwegen	stedelijk		
26	17	17	18	bebouwing in agrarisch gebied	stedelijk		
28	4	4	1	gras in secundair bebouwd gebied	gras		
30	18	18	1	kwelders	natuur (gras zonder ET reductie)		
31	15	15	15	open zand in kustgebied	open grond		
32	14	14	1	open duinvegetatie	natuur (gras met ET reductie)		

33	14	14	1	gesloten duinvegetatie	natuur (gras met ET reductie)		
34	14	14	1	duinheide	natuur (gras met ET reductie)		
35	15	15	15	open stuifzand en/of rivierzand	open grond		
36	14	14	1	heide	natuur (gras met ET reductie)		
37	14	14	1	matig vergraste heide	natuur (gras met ET reductie)		
38	14	14	1	sterk vergraste heide	natuur (gras met ET reductie)		
39	18	18	1	hoogveen	natuur (gras zonder ET reductie)		
40	12	12	11	bos in hoogveengebied	loofbos		
41	18	18	1	overige moerasvegetatie	natuur (gras zonder ET reductie)		
42	18	18	1	rietvegetatie	natuur (gras zonder ET reductie)		
43	12	12	11	bos in moerasgebied	loofbos		
45	14	14	1	overig open gegroeid natuurgebied	natuur (gras met ET reductie)		
61	10	10	7	boomkwekerijen	fruitbomen		
62	10	10	7	fruitkwekerijen	fruitbomen		
nvt	19	19	11	nvt	Bos		
nvt	20	20	11	nvt	Open bos		