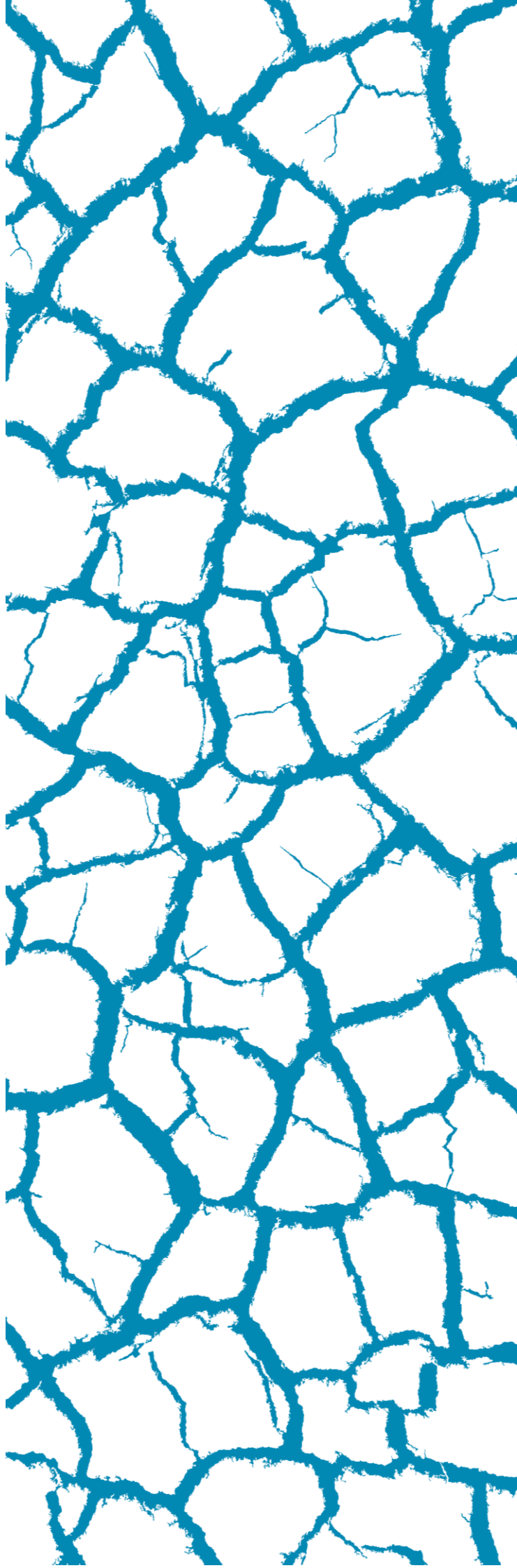


Berekening effecten beregening rond de Groote Peel

Definitief





Berekening effecten berekening rond de Groote Peel

Definitief

Opdrachtgever: Provincie Noord-
Brabant

Projectnummer: 20.37.13

Datum: 23-8-2021

Auteur(s): Ruben Caljé

Borging: Frans Schaars

© 2021 Artesia B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

1	Inleiding	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	Doel.....	1
1.3	Leeswijzer.....	2
1.4	Uitgangspunten (opgesteld door de opdrachtgevers)	2
1.5	Scenario's (opgesteld door de opdrachtgevers).....	3
1.5.1	Literatuur over hoogveencriteria	4
2	Model	5
2.1	Grondwateraanvulling	7
2.2	Afwatering binnen Groote Peel	8
2.3	Waterlopen	8
2.4	Drainage.....	8
2.5	Kwelschermen.....	8
2.6	Overeenkomsten en verschillen met model Deurnsche en Mariapeel	9
3	Berekening.....	10
4	Referentiescenario.....	13
4.1	GHG en GLG.....	13
4.2	Hoogveencriteria.....	14
4.3	Vergelijking met metingen in referentieperiode (2008 t/m 2015).....	15
4.4	Metingen in droge jaren 2018 en 2019.....	18
5	Scenario's	21
5.1	Effect berekening in referentie	21
5.2	Effect berekening inclusief vernattingsmaatregelen	22
5.3	Effect berekening na droge jaren (inclusief vernattingsmaatregelen)	23
5.4	Effect berekening in 2018 t/m 2019 versus 2008 t/m 2010	25
5.5	Overzicht hoogveencriteria.....	27
5.5.1	In hoogveenkerengebieden	27
5.5.2	In Natura 2000 gebied.....	28
6	Conclusie	29
	Bijlage 1 Vergelijking AHN 1, 2 en 3	31
	Bijlage 2 Boringen in doorsnedes.....	32
	Bijlage 3 Doorlaatvermogen en weerstand	33
	Bijlage 4 Waterlopen en drainage.....	35
	Bijlage 5 Vergelijking diepere stijghoogten	37
	Bijlage 6 Stijghoogte-reeksen na droge jaren	41

Bijlage 7	Details scenario's	45
1	Referentie	45
2	Referentie zonder berekening in beschermingszone	47
3	Met vernattingsmaatregelen	49
4	Met vernattingsmaatregelen, zonder berekening in beschermingszone	51
5	Na droge jaren en met vernattingsmaatregelen	53
6	Na droge jaren en met vernattingsmaatregelen, zonder berekening in beschermingszone	55
Bijlage 8	Effect berekening aan modelrand	57
Bijlage 9	Effect vernattingsmaatregelen	58
Bijlage 10	Begeleidingsgroep	59
Bijlage 11	Analyse meteorologie recente jaren	60

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

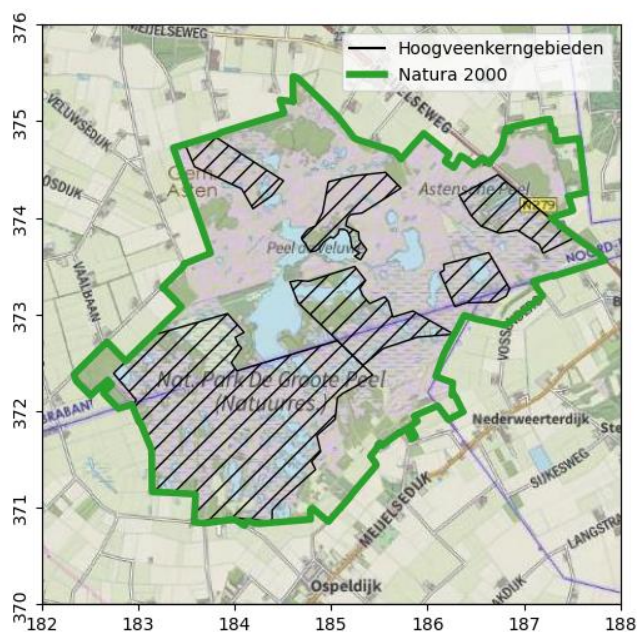
De afgelopen jaren zijn in het Natura 2000 gebied van de Groote Peel (figuur 1) maatregelen uitgevoerd ter vernatting van het gebied. Het doel van deze vernatting is om condities te creëren waarbij het hoogveen in stand blijft en eventueel aan kan groeien. Hiervoor zijn in 2015 en in 2016 modelstudies uitgevoerd.

Rond de Groote Peel bevindt zich landbouwgebied. Hier vindt in droge perioden beregening plaats van gewassen, door het onttrekken van grondwater op enkele tientallen meters diepte. In de jaren 90 heeft het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit een beschermingszone vastgesteld van ongeveer 2 km (zie figuur 2). In deze beschermingszone mogen momenteel geen nieuwe putten worden aangelegd ten behoeve van beregening. In verband met discussies over vrijstelling van de huidige beregening is men geïnteresseerd in het effect van de huidige beregening in de beschermingszone. In deze rapportage wordt de berekening van dit effect gepresenteerd en toegelicht.

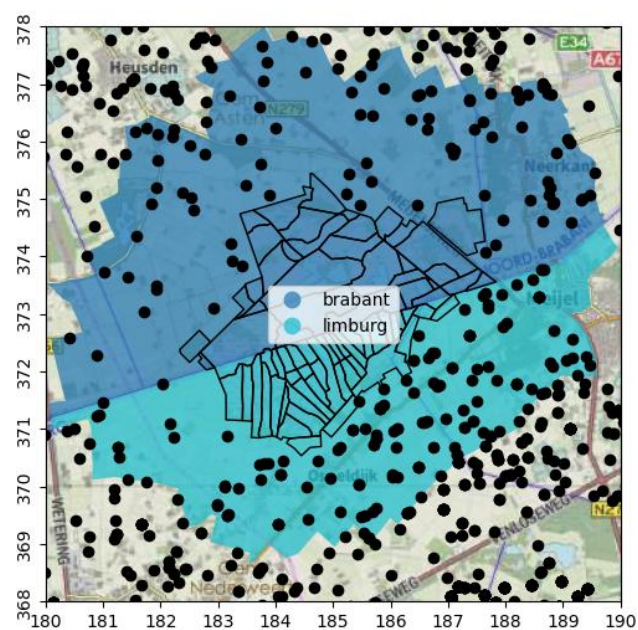
1.2 Doel

Het doel van het onderzoek is om de hydrologische effecten van beregeningsonttrekkingen vanuit het omliggende landbouwgebied op het natuurgebied de Groote Peel te bepalen met behulp van een grondwatermodel. Daarnaast is het doel om de invloed van de beregeningen vanuit het omliggende landbouwgebied op de hoogveencriteria te bepalen. Op basis van onderzoek moet antwoord worden gegeven op de vraag of met aan zekerheid grenzende waarschijnlijkheid is te onderbouwen of de huidige beregening open teelten, onder alle situaties geen significant negatief effect heeft op het behalen van de verschillende instandhoudingsdoelstelling Natura 2000. Om deze onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden, moet onder andere duidelijkheid komen over:

1. de relatie tussen de onttrekkingen enerzijds en stijghoogten en grondwaterstanden anderzijds;
2. de relatie grondwaterstanden en de gunstige staat van instandhouding van de habitattypen. Deze relatie is uitgewerkt in de zogenaamde hydrologische hoogveencriteria;



figuur 1: De begrenzing van het Natura-2000 gebied en de hoogveenkerengebieden.



figuur 2: De Groote Peel, inclusief de beschermingszone in de twee provincies, en de locaties van beregeningsputten.

3. het hydrologische effect van beregeningen tijdens droge jaren, en het hydrologische effect en de invloed van beregeningen op hoogveencriteria in de periode na droge jaren.

De bovenstaande vragen worden met behulp van een geohydrologisch model onderzocht en de resultaten worden in dit rapport vermeld. De provincies besluiten op basis van onder andere deze modelstudie of er wel of niet sprake is van een significant effect.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt het gebruikte grondwatermodel besproken, in hoofdstuk 3 wordt de in het model toegepaste berekening besproken, in hoofdstuk 4 komt het referentiescenario ter sprake, en wordt tevens een vergelijking met metingen besproken. In hoofdstuk 5 presenteren we de andere scenario's en het effect van berekening in de bufferzone. Tenslotte volgt in hoofdstuk 6 de conclusie.

1.4 Uitgangspunten (opgesteld door de opdrachtgevers)

Ten behoeve van deze modelstudie zijn door de opdracht gevende provincies Brabant en Limburg naar aanleiding van gesprekken met belanghebbenden een aantal uitgangspunten geformuleerd en scenario's gekozen.

De modelstudie geeft antwoord op de vraag welk effect berekend wordt als gevolg van de huidige berekening in de beschermingszones rondom de Natura2000 gebieden in de Peel. Daarvoor worden enkele situaties doorgerekend, namelijk:

- Gemiddelde jaren en herstelperiode: 2008–2015
- Extreem droge jaren: 2018–2019

Natte jaren worden nu niet berekend, want dan zijn de hydrologisch omstandigheden over het algemeen relatief gunstig voor het hoogveen en tevens is dan de onttrekking t.b.v. berekening relatief klein zodat de invloed van berekening dan ook beperkt is.

De periode met gemiddelde meteorologische omstandigheden is gekozen na een analyse van de neerslag en verdamping van de KNMI stations rondom de Peelgebieden. Zie Bijlage 11 voor met informatie hierover. Uit analyse van de meteorologische omstandigheden van een extreem droge zomer blijkt dat de verdamping en neerslagtekort in het zomerhalfjaar zo groot zijn dat er op dat moment nauwelijks geschikte omstandigheden ontstaan voor hoogveengroei. Uit metingen in het veld blijkt dat de fluctuaties van grondwaterstanden in een extreem droge zomer groot zijn, groter dan voor optimale hoogveen wenselijk is. Dat betekent dat hoogveen groei dan stagneert. Het is belangrijk dat in de (herstel-) periode na een extreem droge zomer de omstandigheden weer geschikt worden voor hoogveen. In deze modelstudie is daarom de aandacht gericht op een periode na de droge zomers 2018–2019.

De overheid heeft in de motivatie van het vorige besluit vermeld dat de zgn. vernattingsmaatregelen in en rondom een Natura2000 gebied in de oppervlaktewateren een veel groter gunstig effect hebben op de grondwaterstand dan het negatieve effect van grondwateronttrekkingen t.b.v. berekening. Daarom worden scenario's met en zonder vernattings-maatregelen berekend. In de planscenario's zijn alleen vernattingsmaatregelen opgenomen van plannen die zijn uitgevoerd, plannen die zijn vastgesteld of waarvan op korte termijn uitvoering mogelijk is. In hoofdstuk 5 worden de scenario's toegelicht.

Voor de duidelijkheid de gehanteerde referentie situatie is geen werkelijke reconstructie van een situatie die zich in het verleden heeft voorgedaan. De referentiesituatie is voorafgaand aan de vernattingsplannen

die in de afgelopen 5 à 10 jaar zijn uitgevoerd. Met de gekozen scenario's wordt wel inzicht in het (verschil-) effect van vernattingsmaatregelen.

1.5 Scenario's (opgesteld door de opdrachtgevers)

In deze studie worden de volgende scenario's met het model doorgerekend:

1. Referentie in gemiddelde jaren met berekening
2. Referentie in gemiddelde jaren zonder berekening in de beschermingszone
3. Plan in gemiddelde jaren met berekening
4. Plan in gemiddelde jaren zonder berekening in de beschermingszone
5. Plan herstel periode na twee droge jaren met berekening
6. Plan herstel periode na twee droge jaren zonder berekening in de beschermingszone

De berekende effecten van deze modelstudie worden gepresenteerd in kaarten met gemiddelde grondwaterstanden en met verschilkaarten zodat het effect van berekening zichtbaar wordt in waterstanden. Daarnaast worden de hydrologische effecten nader onderzocht op geschiktheid voor hoogveen zoals dat in o.a. in MER plan Leegveld en bij planvorming Mariapeel is toegepast. De oppervlakte "geschikt" wordt per scenario weergegeven op kaarten en in tabellen met een begrenzing van het Natura2000 gebied en de hoogveenkerengebieden. De hoogveenkerengebieden zijn vermeld in het Natura2000 beheerplan Groote Peel, Deurnsche Peel & Mariapeel (139 en 140).

Hoogveen gedijt goed bij natte hydrologische condities. Hiervoor zijn in de afgelopen decennia diverse wetenschappelijke studies gedaan die inzicht geven in de geschikte hydrologische condities. Voor optimale ontwikkeling van hoogveen zijn 4 hydrologische criteria geformuleerd:

1. de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) moet boven maaiveld staan, maximaal 30 cm.
2. de gemiddelde seizoensmatige peilfluctuatie is kleiner dan 30 cm, op basis van het verschil tussen gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG).
3. de gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG) in de veenlaag moet hoger zijn dan de basis van het veenpakket.
4. de gemiddelde wegzijging vanuit het veenpakket naar de zandondergrond mag op jaarbasis niet meer dan 40 mm bedragen.

Deze criteria zijn gebaseerd op diverse wetenschappelijke ecohydrologische studies die uitgevoerd zijn ten behoeve van hoogveenherstel. In de literatuurlijst zijn de belangrijkste bronnen vermeld. Een overzicht van beschikbare kennis is beschreven in het OBN rapport over hoogvenen: Duinen, G.-J. van, J. von Asmuth, A. van Loon, S. van der Schaaf, H. Thomassen. 2017.

Ad 2) In een extreem droog jaar zal de seizoensfluctuatie groter zijn dan 30 cm, over het effect daarvan is weinig bekend. Om enig inzicht te krijgen over de invloed van een extreem droog jaar wordt met de modellen berekend welke grondwaterstanden ontstaan in de periode na een extreem droog periode 2018-2019.

Ad 3) In het Natura2000 beheerplan is vermeld dat enkele malen per 10 jaar de stijghoogte tijdelijk kan zakken onder de onderkant van de veenlaag, maar niet hoe vaak en lang dit mag gebeuren. Op basis van recente kennis beschikbaar via de OBN website is het begrip stijghoogte vervangen door grondwaterstand. In (extreem) droge jaren zakt de grondwaterstand op grote oppervlakte wel onder de veenbasis, dat is op zichzelf geen significant negatief effect als dit gedurende enkele maanden is en minder frequent dan

“enkele malen per 10 jaar”. In de gemiddelde jaren en in periode na twee droge jaren dient de GLG wel hoger te zijn dan de onderkant veenlaag.

Ad 4) In een (extreem) droog jaar kan de wegzijging tijdelijk groter zijn, dan stagneert hoogveengroei tijdelijk. De wegzijging mag niet structureel te hoog zijn.

1.5.1 Literatuur over hoogveencriteria

Dienst Landelijk Gebied en Staatsbosbeheer, oktober 2017. Beheerplan Natura 2000 Groote Peel, Deurnsche Peel & Mariapeel (139 en 140);

Jansen, A., G. van Duinen, H. Tomassen en N. Smits. 2015. Herstelstrategie H7110A: Actieve hoogvenen (hoogveenlandschap). Beschikbaar via: pas.natura2000.nl/files/h7110a.pdf; Laatst bezocht op 20-09-2017;

Streefkerk, J.G. en anderen, Hydrologisch advies Mariapeel. Staatsbosbeheer Driebergen, 17 juni 2013

Streefkerk, J.G., Notitie hydrologische randvoorwaarden op regionale schaal. Ten behoeve van beoordeling resultaten hydrologische modellering in relatie tot hoogveenregeneratie Deurnsche Peel. Staatsbosbeheer Driebergen, 22 februari 2010.

Streefkerk, J.G. & Casparie 1987. De hydrologie van hoogveensystemen. Rapport 1987-19, Staatsbosbeheer, Utrecht.

Akker van den J., R. Hendriks, B van Delft, De organische veenbasis, Afbraakprocessen in relatie tot hydrologie, WUR, o+bn, VBNE, 2017

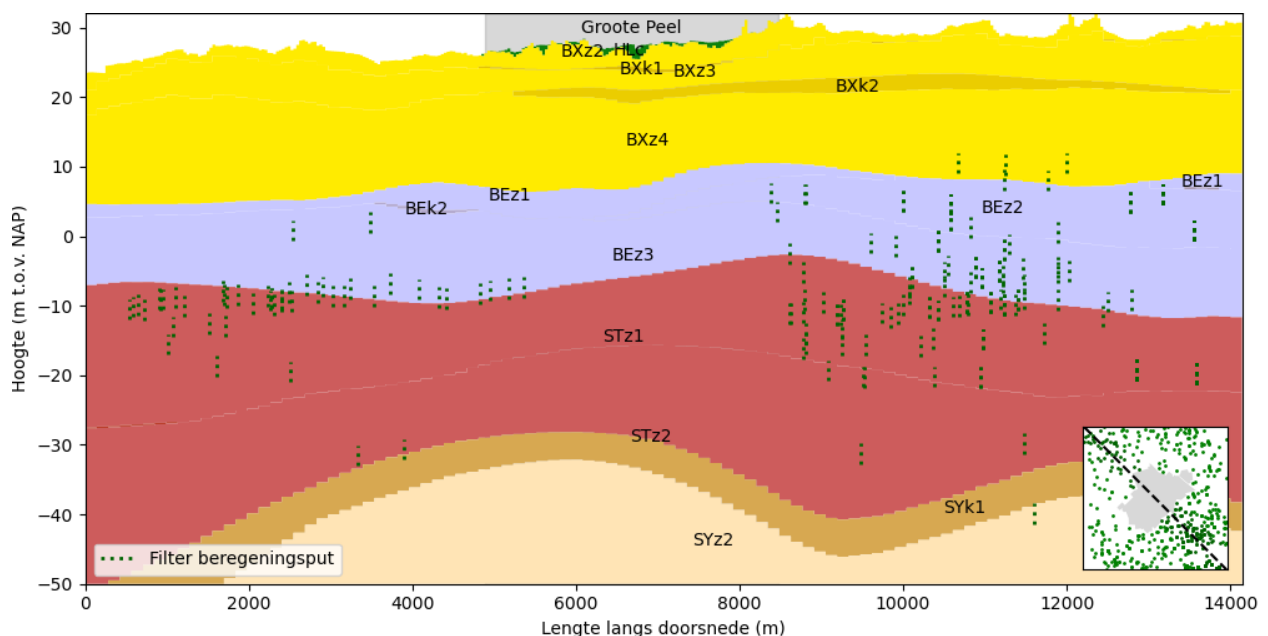
2 Model

Het grondwatermodel is vergelijkbaar met het eerder gebruikte model in studies in 2015 en 2016 naar de effecten van vernattingsmaatregelen op de (grond)waterstanden in de Groote Peel en de omgeving. Een belangrijk aspect waarop het model is aangepast is de berekening van beregening, beschreven in hoofdstuk 3.

Het modeldomein is 17,8 maal 15,4 km groot, en bestaat uit cellen van 25 x 25 meter. De geologische schematisatie van het model is gebaseerd op REGIS II v2.2 tot aan de tweede kleilaag in de Waalre formatie (Wak2) op ongeveer -100 m NAP. Dit is de eerste diepe kleilaag met een redelijke weerstand (rond 1000 dagen) en een behoorlijke verbreiding rond de Groote Peel.

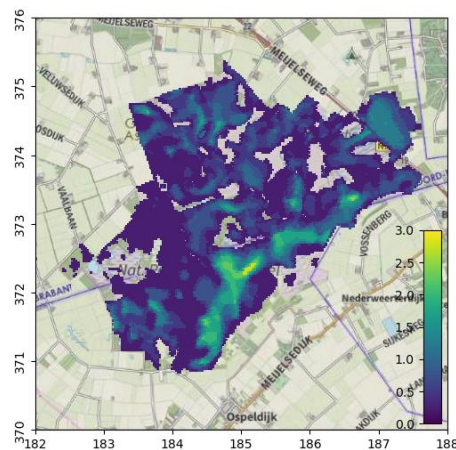
In figuur 3 en figuur 5 is een doorsnede door een deel van het modeldomein weergegeven. De bovenste 20 meter van de ondergrond (formatie van Boxtel) bestaat grotendeels uit fijn zand, afgewisseld met dunnere kleilagen. Hieronder bevindt zich ongeveer 50 meter grover zand (formatie van Beegden en Formatie van Sterksel). Vanwege het grotere doorlaatvermogen (zie figuur 5) bevinden zich hier ook bijna alle putten ten behoeve van beregening. Binnen de Grote Peel vormt het hoogveen een extra weerstand naar de diepere ondergrond.

De rand van het model is dicht, en de stijghoogte wordt hier niet vastgehouden. Voor de effectberekeningen van beregening werkt de rand dan ook niet dempend. De rand zal hooguit het berekende effect lokaal versterken, omdat er geen water over de rand kan stromen die het effect van een onttrekking kan dempen. Ook de Peelrandbreuk, ten oosten van de Groote Peel, is volledig dicht aangenomen. Het is onbekend hoeveel water door de breukzone van de Peelrandbreuk kan stromen. Deze stroming kan een dempend effect hebben op het effect van beregening in de beschermingszone.



figuur 3: De laagindeling van REGIS, op basis waarvan het model is opgebouwd.

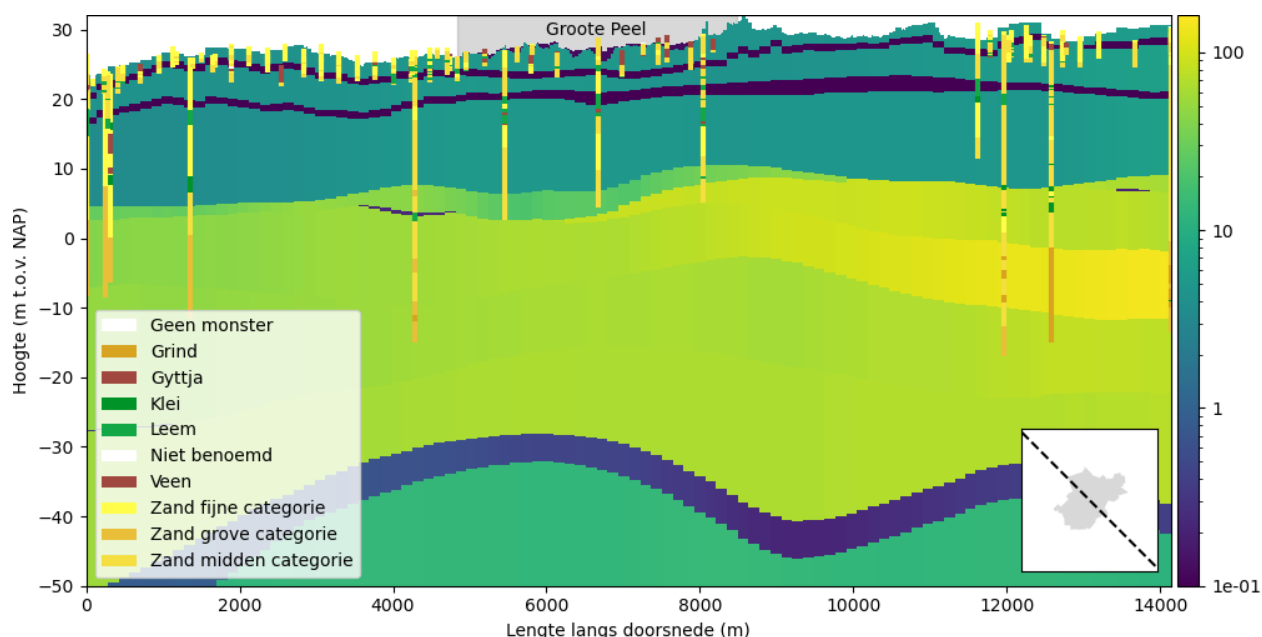
In totaal bestaat het model uit 23 lagen. Aan de hand van de vergelijking van het model-resultaat en grondwaterstand-metingen zijn enkele aanpassingen aan de REGIS-schematisatie uitgevoerd. Zo is de verticale doorlatendheid van de bovenste weerstandbiedende lagen verkleind en is de maaiveldhoogte nauwkeuriger ingebracht volgens AHN 3, opgevuld met AHN 1 (zie Bijlage 1 voor een vergelijking van AHN 1, 2 en 3). De dikte van de holocene deklaag is vervangen door de som van de dikte van de laagveen- en hoogveen-kaart, zie figuur 4, plus een verdichtingslaag die op basis van veldbezoek is vastgesteld. De verticale doorlatendheid van deze laag is gesteld op 0.00125 m/d (800 dagen weerstand per meter kleilaag). Gaten in de kleilagen binnen de Formatie van Bostel zijn opgevuld door een minimale dikte van 1 meter op te leggen (zie doorsneden in figuur 5 en Bijlage 2). Aan de hand van meetreeksen zijn waarden voor de berging gekozen. De freatische bergingscoëfficiënt is gezet op 0,18 (-), van de veenlaag op 0,5 en de specifieke berging van de diepere zandlagen is op 5×10^{-5} (m-1). Wanneer het water boven maaiveld staat (vooral binnen de Groote Peel) is de bergingscoëfficiënt 1.



figuur 4: De gesommeerde dikte van het laag- en hoogveen.

In onderstaande tabel zijn de eigenschappen van de verschillende modellagen opgenomen. Het horizontale doorlaatvermogen (kD) en de verticale weerstand (c) van de modellagen zijn in figuur 19 en figuur 20 in Bijlage 3 weergegeven.

	Hoogte (m NAP)		Dikte (m)		Hor. Doorlatend- heid (m/d)		Weerstand (d)		Freatische bergings coëfficiënt (-)	Gespannen berging (m-1)
	min	max	min	max	min	max	min	max		
Opp. water	21,06				100,00	100,00			1,00	0,00005
HLc	24,29	32,32	0,00	2,83	0,13	0,13	0,00	2261,55	0,50	0,00005
BXz2	16,07	36,35	0,00	11,61	3,72	6,10	0,00	233,54	0,18	0,00005
BXk1	15,07	30,53	0,00	5,33	0,05	0,09	0,00	9739,38	0,18	0,00005
BXz3	10,62	29,49	0,00	10,23	3,60	6,96	0,00	208,78	0,18	0,00005
BXk2	9,62	27,42	0,00	3,41	0,07	0,09	0,00	5105,48	0,18	0,00005
BXz4	0,67	26,42	0,26	17,95	3,44	7,17	5,64	422,99	0,18	0,00005
BEz1	-1,25	16,34	0,00	7,44	12,58	124,05	0,00	2,66	0,18	0,00005
BEk1	2,75	10,99	0,00	2,61	0,17	0,31	0,00	128,94	0,18	0,00005
BEz2	-2,89	16,05	0,00	10,97	23,02	115,44	0,00	2,65	0,18	0,00005
BEk2	-5,02	7,26	0,00	7,27	0,12	0,25	0,00	565,11	0,18	0,00005
BEz3	-16,77	15,29	0,00	19,83	36,06	153,40	0,00	4,81	0,18	0,00005
STz1	-36,49	17,02	2,22	37,07	34,73	82,19	0,32	9,32	0,18	0,00005
STk1	-37,14	-7,64	0,00	3,42	0,19	0,62	0,00	145,48	0,18	0,00005
STz2	-56,15	-5,32	5,87	31,51	33,98	76,25	0,80	5,71	0,18	0,00005
SYz1	-40,06	-19,74	0,00	1,59	10,84	12,26	0,00	1,42	0,18	0,00005
SYk1	-67,28	-16,69	0,75	12,40	0,15	1,04	18,84	383,12	0,18	0,00005
SYz2	-80,35	-19,37	0,43	42,30	10,33	16,15	0,29	37,24	0,18	0,00005
SYk2	-82,50	-48,40	0,00	7,26	0,11	0,65	0,00	459,33	0,18	0,00005
SYz3	-103,64	-23,95	0,00	33,24	11,08	15,93	0,00	23,05	0,18	0,00005
SYk3	-110,15	-59,60	0,00	11,80	0,22	0,37	0,00	377,95	0,18	0,00005
SYz4	-122,83	-26,84	1,47	19,79	11,37	19,19	1,15	11,03	0,18	0,00005
WAK1	-92,56	-62,64	0,00	9,57	0,05	0,23	0,00	1955,30	0,18	0,00005
PZWAZ2	-121,84	-29,34	0,01	31,98	10,28	29,63	0,00	17,78	0,18	0,00005



figuur 5: De horizontale doorlatendheid van de geologie in en rond de Groote Peel.

Door de begeleiders namens de provincies Limburg en Brabant (zie Bijlage 10) is een simulatie-periode inclusief inloop-periode gekozen. De simulatieperiode loopt van 2008 t/m 2015, zo gekozen vanwege het gemiddelde karakter van de meteorologie en de geringe veranderingen in waterhuishouding binnen de Groote Peel. Deze periode wordt voorafgegaan door een stationaire tijdstap om een evenwicht-situatie te bereiken en drie inloop-jaren. De meteorologische invoer van deze inloopjaren kan verschillen tussen de scenario's, zie hoofdstuk 4. Het model wordt met halfmaandelijke tijdstappen doorgerekend, zodat er per jaar 24 tijdstappen zijn. Hiermee is het mogelijk om GHG en GLG-waarden te berekenen, waaraan de hoogveencriteria kunnen worden getoetst.

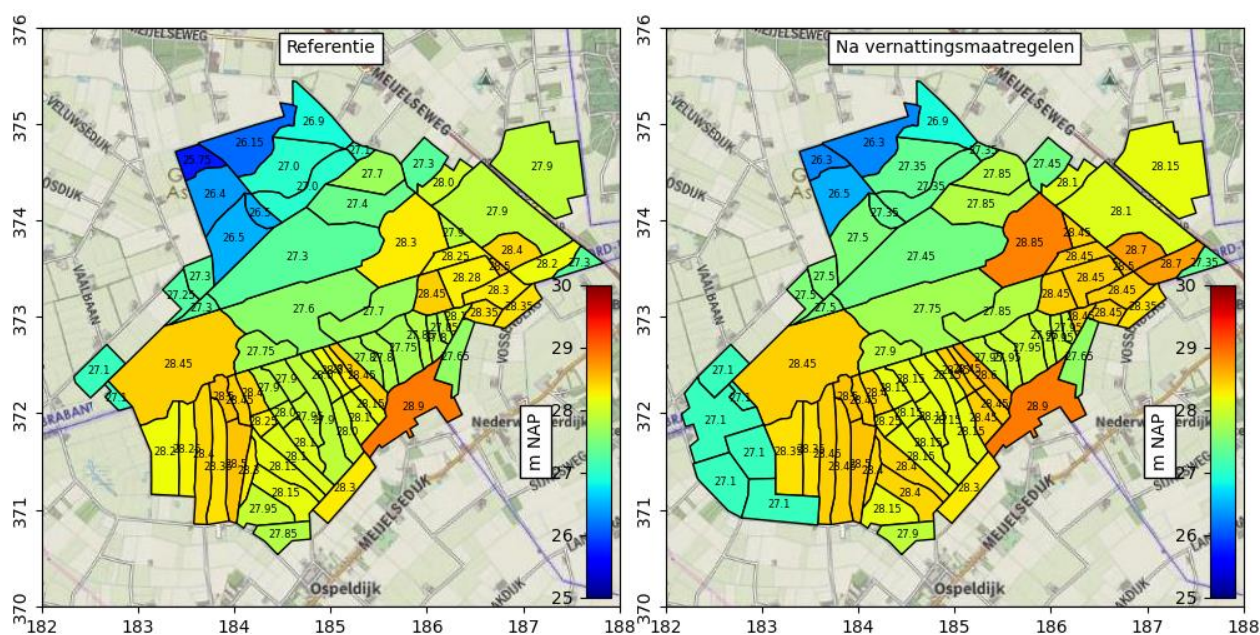
2.1 Grondwateraanvulling

Als bron voor tijdreeksen van neerslag en verdamping is gekozen voor het meteorologische station van het KNMI in Eil (nummer 377). Vanwege het relatief kleine modelgebied en de grote modeltijdstap biedt het toevoegen van meetdata van andere meetstations of meer ruimtelijk dekkende bronnen (radar) weinig meerwaarde. Het KNMI geeft waarden voor de Makkink-verdamping, die gelden voor een goed bewaterd gras. De verdampingsreductie in het model is op basis van stijghoogte-metingen in het jaar 2008 t/m 2019 op de volgende wijze aangebracht:

- De grondwateraanvulling bestaat uit de neerslag verminderd met de verdamping binnen elke 15-daagse tijdstap, tot aan minimaal 0 (geen negatieve neerslag dus). De gedachte hier achter is dat water in de onverzadigde zone van het model (die niet expliciet gemodelleerd wordt) binnen een tijdstap direct kan verdampen.
- Op de resterende verdampingshoeveelheid wordt een verdampingsreductie aangebracht, afhankelijk van de gemodelleerde grondwaterstand. Bij grondwaterstanden tot 1,5 meter onder maaiveld treedt de volledige Makkink-verdamping op. Daarna treedt een lineaire reductie van de verdamping op tot 3 meter onder maaiveld. Verdampingsreductie vindt alleen plaats in tijdstappen dat de verdamping groter is als de neerslag (zie eerste punt).

2.2 Afwatering binnen Groote Peel

Binnen de Groote Peel worden stuwpeilen op compartiment-niveau opgegeven. In rekencellen waar het stuwpeil zich boven het laagste maaiveld in de cel bevindt, wordt een drainagehoogte op dit stuwpeil aangebracht in het model, met een weerstand van 1 dag. Totdat dit peil wordt bereikt, zal water zich via een oppervlaktewater-laag (met een berging van 1 en een hoge doorlatendheid) binnen het compartiment verspreiden. Bij de vernattingsmaatregelen zijn deze stuwpeilen verhoogd, zie figuur 6. Op de randen van de compartimentsgrenzen zijn de compartimentsgrenzen geschematiseerd door middel van een Horizontal Flow Barrier (HFB) in de oppervlaktewater-laag, met een weerstand van 100 dagen.



figuur 6: De binnen de compartimenten opgelegde peilen, in de referentie (links) en na de vernattingsmaatregelen (rechts).

2.3 Waterlopen

De ligging van de waterlopen buiten de Groote Peel zijn afgeleid uit de Basisregistratie Grootchalige Topografie (BGT), waarbij het peil is afgeleid uit het AHN 3 op 0,5 meter schaal. Waterlopen buiten het natuurgebied kunnen alleen draineren. De weerstand van de waterlopen in het model is 1 dag. De ligging van de waterlopen is weergegeven in Bijlage 4.

2.4 Drainage

In Limburg zijn de gedraineerde percelen volgens de publiek beschikbare kaart op de website van Waterschap Limburg in het model aangebracht. In Noord-Brabant zijn de door Waterschap Aa en Maas aangeleverde modelbestanden van gedraineerde percelen in het model overgenomen. De weerstand van de drainage is gelijkgesteld aan de drainafstand. Als deze is niet bekend is, is een waarde van 20 dagen gekozen. De ligging van de gedraineerde percelen is met het afvoerpeil weergegeven in Bijlage 4.

2.5 Kwelschermen

Aan de zuidwestelijke zijde van de Groote Peel, bij de Musschenbaan, bevindt zich in de referentieperiode een kwelscherm in de bovenste zandlaag, met een weerstand van 500 dagen. Als onderdeel van de vernattingsmaatregelen bevinden zich aan de noordgrens van de Groote Peel drie kwelschermen, waarvan de weerstand op 1000 dagen is geschat. Alle kwelschermen zijn in het model geschematiseerd als een Horizontal Flow Barrier (HFB), tot aan de eerste kleilaag van Bostel (BXk1).

2.6 Overeenkomsten en verschillen met model Deurnsche en Mariapeel

Voor de Deurnsche Peel & Mariapeel worden vergelijkbare berekeningen uitgevoerd door Witteveen+Bos. In deze paragraaf worden enkele overeenkomsten en verschillen tussen de modelberekeningen voor de Groote Peel en de Deurnsche Peel & Mariapeel benoemd.

De belangrijkste overeenkomsten tussen de modelberekeningen zijn de volgende:

- Beide modellen bestaan uit een numeriek grondwatermodel, gebruikmakend van de meest recente MODFLOW-code: MODFLOW 6.
- De compartimentering binnen de natuurgebieden wordt in rekening gebracht via een drainageniveau per compartiment.
- De berekening is in beide modellen op eenzelfde wijze in het model aangebracht (zie hoofdstuk 3). Het totale debiet binnen het modelgebied is bepaald uit voorgaande MetaSWAP-berekeningen van Royal HaskoningDHV, waarna dit verdeeld is over de bekende onttrekkingsputten, naar rato van de capaciteit van de putten.

Er zijn ook echter ook enkele verschillen tussen de berekeningen:

- De rand van het modegebied is bij de Groote Peel dicht (geen vaste stijghoogte), terwijl deze bij de Deurnsche Peel & Mariapeel open is (wel een vaste stijghoogte)
- Verdampingsreductie is op een andere wijze toegepast. Bij de Groote Peel wordt verdampingsreductie toegepast op het neerslagtekort binnen een halfmaandelijke tijdstap, afhankelijk van de grondwaterstand. Binnen de Deurnsche Peel & Mariapeel wordt gerekend met een maximaal neerslagtekort van 1 mm/d.

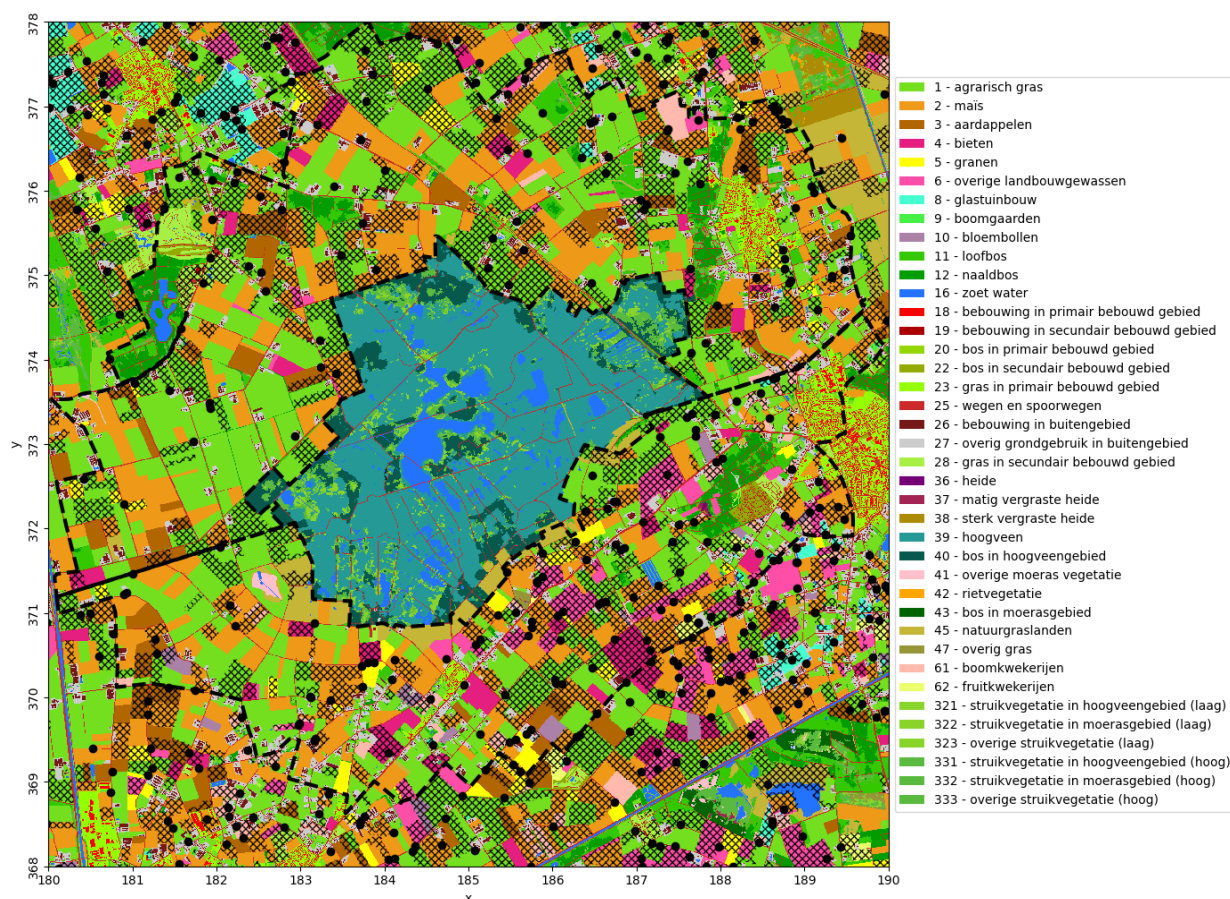
Een deel van de verschillen in aanpak wordt veroorzaakt doordat bestaande grondwatermodellen zijn gebruikt. Deze modellen zijn in het verleden onder verschillende omstandigheden ontwikkeld, wat tot andere keuzes heeft geleid. Ook speelt mee dat de geologie tussen de twee gebieden aanzienlijk verschilt, ondanks de geringe afstand, door de ligging aan elk van de zijdes van de Peelrandbreuk. Onder de Groote Peel (Centrale Slenk) bevinden zich relatief veel ondiepe kleilagen, terwijl onder de Deurnsche Peel & Mariapeel (Peelhorst) meer sprake is van één watervoerend pakket onder de veenlaag.

De verwachting is dat deze beperkte verschillen geen significante invloed hebben op de berekende effecten

3 Berekening

Rond de Groote Peel bevinden zich beregeningsinstallaties ten behoeve van het beregenen van landbouwgronden. Deze locaties zijn ontleend aan de registratie van vergunde beregeningen van waterschap Aa en Maas en waterschap Limburg.

In figuur 7 is het landgebruik (volgens de LGN 2018) weergegeven, in combinatie met de locatie van de beregeningsputten en de beregende percelen en de contour van de twee beschermingszones. In de beschermingszone van Limburg bevinden zich meer putten dan in de beschermingszone in Noord-Brabant.



figuur 7: Het landgebruik volgens het LGN 2018, samen met de locatie van de beregeningsputten (zwarte rondjes) en de rand van de beschermingszone (zwart gestreep). De beregende percelen zijn gearceerd weergegeven.

Als uitgangspunt voor de beregeningshoeveelheid is gekozen om deze gelijk te stellen aan de gemiddelde jaarlijkse beregening die via de MetaSWAP-modelcode wordt bepaald in het IBRAHYM model ten behoeve de Limburgse Watersysteem Analyse (LIWA). In MetaSWAP treedt in beregende percelen bij een bepaald vochttekort beregening op, in giften om de 7 of 14 dagen, met een gift van 25 mm. Voor het modelgebied van de Groote Peel bedraagt het debiet voor beregening over de jaren 2010 t/m 2017 gemiddeld 4,5 miljoen m³/jaar.

Een ander uitgangspunt van de modelberekening zijn de locaties, dieptes en capaciteit van de huidige beregeningsputten, die zijn ontleend aan de meldingen/vergunningen bij de waterschappen. In het model zijn de beregeningsputten in een normaal jaar gedurende de twee droogste halfmaandelijke tijdstappen actief. Om in deze 30 dagen tot een debiet te komen van 4,5 miljoen m³/jaar, dient de capaciteit in m³/uur vermenigvuldigd te worden met een factor 2,71, om te komen tot een debiet in m³/dag. Dit

betekent dus dat de putten in deze 30 dagen gemiddeld 2,71 uur per dag pompen op capaciteit-niveau. Het resulterende totale onttrekkingsdebiet, per zone is opgenomen in onderstaande tabel, zowel in m³/jaar als in mm/jaar. In een droog jaar als 2018 en 2019 is de berekening in het model in de vier droogste halfmaandelijke periode actief, waardoor de totale jaarlijkse onttrekking dan twee keer zo groot is.

Zone	Oppervlakte ha	Onttrekking t.b.v. berekening in een gemiddeld jaar		
		m ³ /jaar	mm/jaar	mm/jaar in beregende percelen
Groote Peel	1.363	0	0	0
Beschermingszone Brabant	2.865	414.061	15	46
Beschermingszone Limburg	1.973	417.677	21	66
Overig modelgebied	21.211	3.736.673	18	60
Gehele model	27.412	4.568.411	17	59

Alle berekening vind in het model dus plaats in twee halfmaandelijke perioden (in 2018 en 2019 in 4 perioden). Dit is een vereenvoudiging van de werkelijkheid, waarbij de berekening in kortere perioden plaatsvindt, en bovendien meer ruimtelijk en temporeel gespreid. Of de vereenvoudiging leidt tot een groter of kleiner effect van berekening op de GLG (zie paragraaf 4.1 en hoofdstuk 5) is op voorhand niet te zeggen. Doordat alle berekening tegelijk plaatsvindt, zal het effect aan de ene kant wat overschat worden. Echter, de droogste periode in een jaar vindt vaak aan het begin van de zomer plaats (zie figuur 8), wanneer de grondwaterstanden nog niet zo laag zijn, waardoor deze periode niet maatgevend is voor de GLG. Hierdoor kan de vereenvoudigde schematisatie ook tot een onderschatting van het effect op de GLG zorgen, net als het uitsmeren van de onttrekkingen ten behoeve van berekening over halfmaandelijke tijdstappen.

	van 28/04 tot 14/05	van 14/05 tot 28/05	van 28/05 tot 14/06	van 14/06 tot 28/06	van 28/06 tot 14/07	van 14/07 tot 28/07	van 28/07 tot 14/08	van 14/08 tot 28/08	van 28/08 tot 14/09	Droge jaren
2008	-2,57	-0,29	1,43	-3,14	0,04	-0,80	-0,38	-0,56	0,29	
2009	-2,16	-1,66	-0,05	-2,91	-1,94	1,39	-1,25	-3,01	-1,19	
2010	1,02	-2,33	-2,35	-3,85	-2,49	0,79	-0,34	3,82	1,95	
2011	-2,23	-2,53	-1,95	0,15	-2,04	5,40	0,02	5,53	0,16	
2012	0,85	-1,41	1,82	-0,54	0,40	-1,06	-0,35	-1,51	-1,48	
2013	-1,19	1,15	-3,23	-0,18	-1,67	-1,44	-0,29	-1,60	2,16	
2014	2,41	-1,26	-0,01	-3,09	3,85	0,75	1,77	2,62	-0,99	
2015	-1,53	-1,99	-2,27	-1,46	-3,39	-0,28	-1,90	2,39	-0,36	
2016	-2,55	-1,08	6,14	6,01	0,79	-2,14	-0,32	-2,46	-2,28	
2017	-0,99	-3,04	-1,34	-3,71	1,85	-0,72	-1,27	-2,04	0,94	
2018	-0,81	-2,27	-0,29	-2,90	-4,56	-4,47	-1,60	-0,64	-0,91	D
2019	-0,31	-2,71	-0,24	-2,74	-3,53	-2,11	-1,25	-0,94	-1,64	D

figuur 8: Gemiddelde netto aanvulling (in mm/dag) per halfmaandelijke periode van 28 april tot 14 september voor de jaren 2000 tot 2019 (overgenomen uit rapportage Witteveen+Bos).

Van de onttrekkingen waarvan de diepte niet bekend is, is gekozen om de gemiddelde diepte van de overige onttrekkingen binnen het modeldomein aan te houden. Tijdens de implementatie in het model is gecontroleerd dat dit overeenkomt met de watervoerende lagen van het model. Alle putten in de verstrekte registraties worden meegenomen, inclusief degene zonder geregistreerde debieten. Onttrekkingen van agrarische bedrijven die recentelijk zijn uitgekocht of in de nabije toekomst worden uitgekocht zijn in het bijbehorende scenario weggelaten.

De berekening wordt over het algemeen onttrokken aan de diepere zandlagen tussen -40 en 10 m NAP (zie figuur 3 en figuur 5). De berekening zal grotendeels verdampen, en voor een kleiner deel weer wegzakken in de ondergrond. In de berekeningen is aangenomen dat 30 % van het onttrekkingsdebiet het freatische grondwater weer bereikt. Deze 30 % wordt per zone (beschermingszone Brabant, beschermingszone Limburg, overig modelgebied) gesommeerd en in het model toegekend aan alle beregende percelen volgens een door waterschap Aa en Maas aangeleverde kaart (in figuur 7 gearceerd weergegeven).

Naast de berekening voor open teelten zijn er in het modelgebied ook 188 onttrekkingen gesimuleerd ten behoeve van de glastuinbouw. De locaties van de onttrekkingen van glastuinbouw zijn vastgesteld door middel van het LGN 2018 (zie figuur 7). Deze onttrekkingen zijn vastgesteld op 600 mm per jaar, onttrekken een constant debiet in alle tijdstappen, en leveren geen grondwater terug aan het freatisch pakket. In totaal is de onttrekking ten behoeve van glastuinbouw in het modeldomein van de Groote Peel 2.136.655 m³/jaar. Aangezien de huidige studie gaat over het effect van berekening in de beschermingszone ten behoeve van open teelten, blijven de onttrekkingen ten behoeve van glastuinbouw in alle scenario's actief, ook in de beschermingszone. Nagenoeg alle glastuinbouw binnen het modelgebied ligt echter buiten de beschermingszones.

4 Referentiescenario

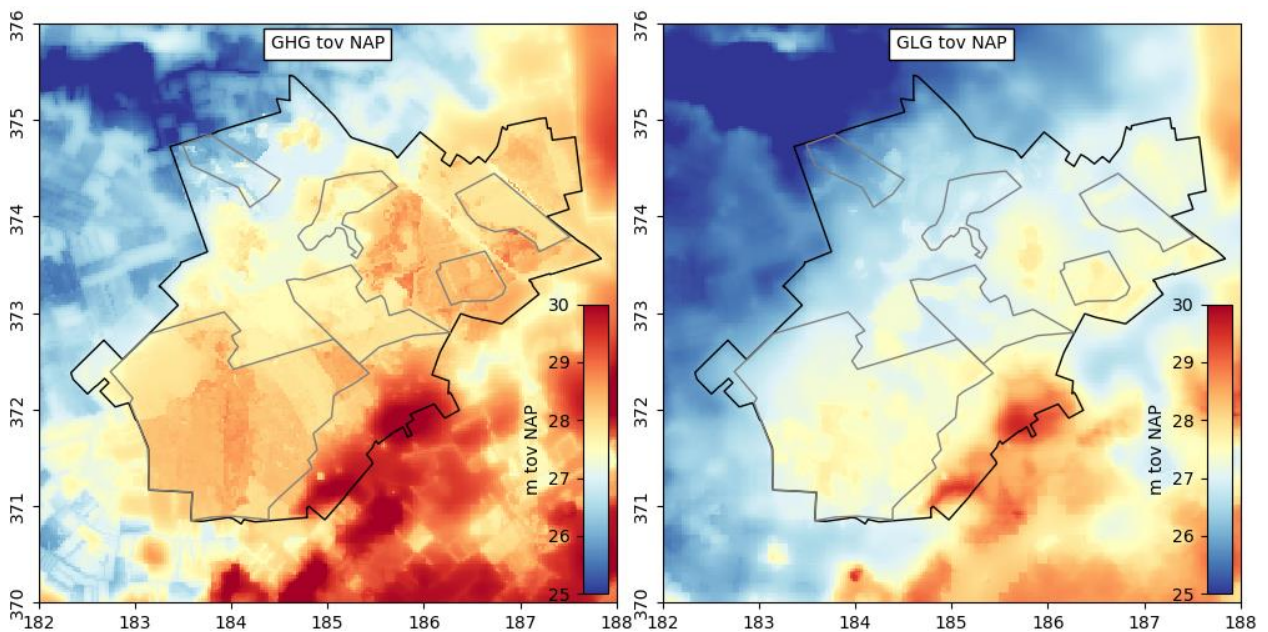
In dit hoofdstuk wordt het referentiescenario besproken. Er hebben in het referentiescenario nog geen vernattingsmaatregelen plaatsgevonden, waardoor dit scenario het best overeen komt met de situatie voor 2016. In het referentiescenario is de berekening in de bufferzone actief.

In paragraaf 4.1 worden enkele resultaten van de berekening gepresenteerd, zoals de GLG en de GHG. In Bijlage 6 zijn deze en meer figuren voor elk van de in dit rapport besproken scenario's weergegeven. Het referentiescenario met berekening komt in de simulatieperiode het best overeen met de metingen. In paragraaf 4.3 wordt het referentiescenario dan ook vergeleken met grondwaterstand-metingen.

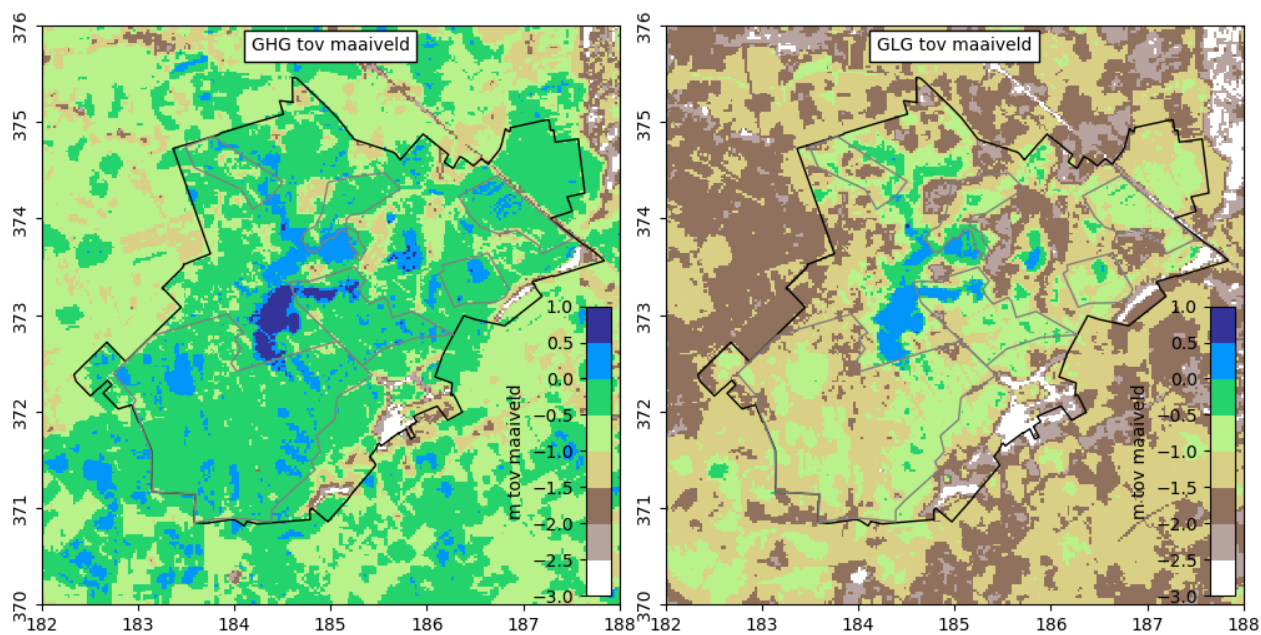
Elke berekening wordt voorafgegaan door drie inloop-jaren. Voor deze drie inloopjaren wordt in de referentie-berekening als meteorologische invoer voor alle drie de jaren het jaar 2010 gekozen, vanwege het gemiddelde meteorologische karakter van dit jaar. In het droge scenario (zie paragraaf 5.2) is voor de jaren 2010, 2018 en 2019 gekozen (in die volgorde).

4.1 GHG en GLG

De Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG) en de Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) zijn weergegeven in figuur 9 (ten opzichte van NAP) en figuur 10 (ten opzichte van maaiveld). In deze figuren zijn de centrale plassen van de Groote Peel goed zichtbaar, waar de (grond)waterstand constanter is.



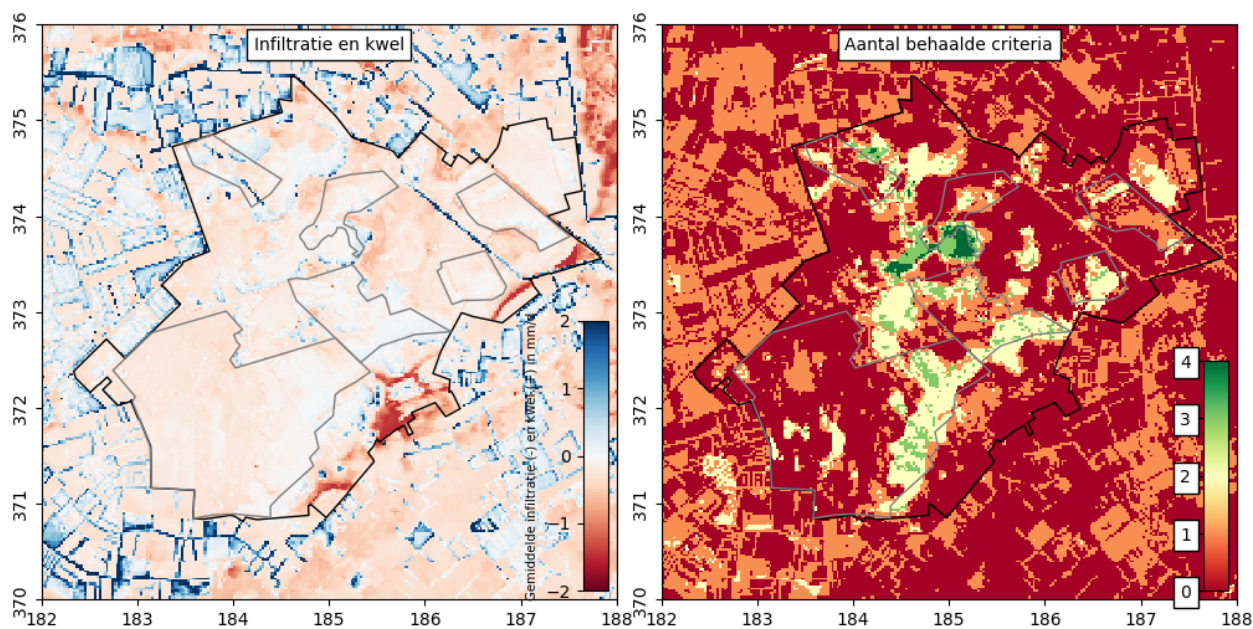
figuur 9: De GHG (links) en de GLG (rechts) van het referentiescenario, ten opzichte van NAP.



figuur 10: De GHG (links) en de GLG (rechts) van het referentiescenario, ten opzichte van maaiveld.

4.2 Hoogveencriteria

Vanuit de berekende GHG, de GLG, de diepte van de onderzijde van het veen (figuur 4) en de wegzijging (linker deel van figuur 11) wordt bepaald of aan elk van de hoogveencriteria wordt voldaan (zie ook paragraaf 1.5). Het totaal aantal behaalde criteria is afgebeeld in het rechter deel van figuur 11. De behaalde criteria zijn in de twee onderstaande tabellen opgesomd, zowel per individueel criterium, als gesommeerd, en zowel in het totale Natura-2000 gebied als in de hoogveenkerengebieden (zie figuur 1).



figuur 11: De gemiddelde infiltratie/kwel (links) en het aantal hoogveen-criteria waaraan voldaan wordt (rechts).

	Natura 2000			Hoogveenkerengebieden	
Criterium	Oppervlakte (ha)	%		Oppervlakte (ha)	%
1 ($0 < ghg < 30$ cm boven maaiveld)	110	8		62	11
2 ($ghg - glg < 30$ cm)	57	4		9	2
3 ($glg > \text{onderzijde veen}$)	294	22		146	27
4 (wegzijging < 40 mm/jaar)	451	34		210	38

Aantal behaalde criteria	Natura 2000			Hoogveenkerengebieden	
	Oppervlakte (ha)	%		Oppervlakte (ha)	%
0	775	57		286	52
1	305	23		129	23
2	208	15		106	19
3	48	4		25	5
4	12	1		2	0

In de hoogveenkerengebieden wordt in het referentiescenario in minder dan 1 procent van de oppervlakte aan alle vier de hoogveencriteria voldaan, en in iets meer dan de helft van deze gebieden wordt geen enkel criterium gehaald.

De hoogveencriteria zijn berekend voor het gehele modelgebied. De informatie in tabellen is alleen voor het Natura 2000 gebied of de hoogveenkerengebieden van toepassing. De toepassing van criteria in landbouwgebied is niet gemaskeerd of afgeschermd om inzicht in het gehele modelgebied te geven.

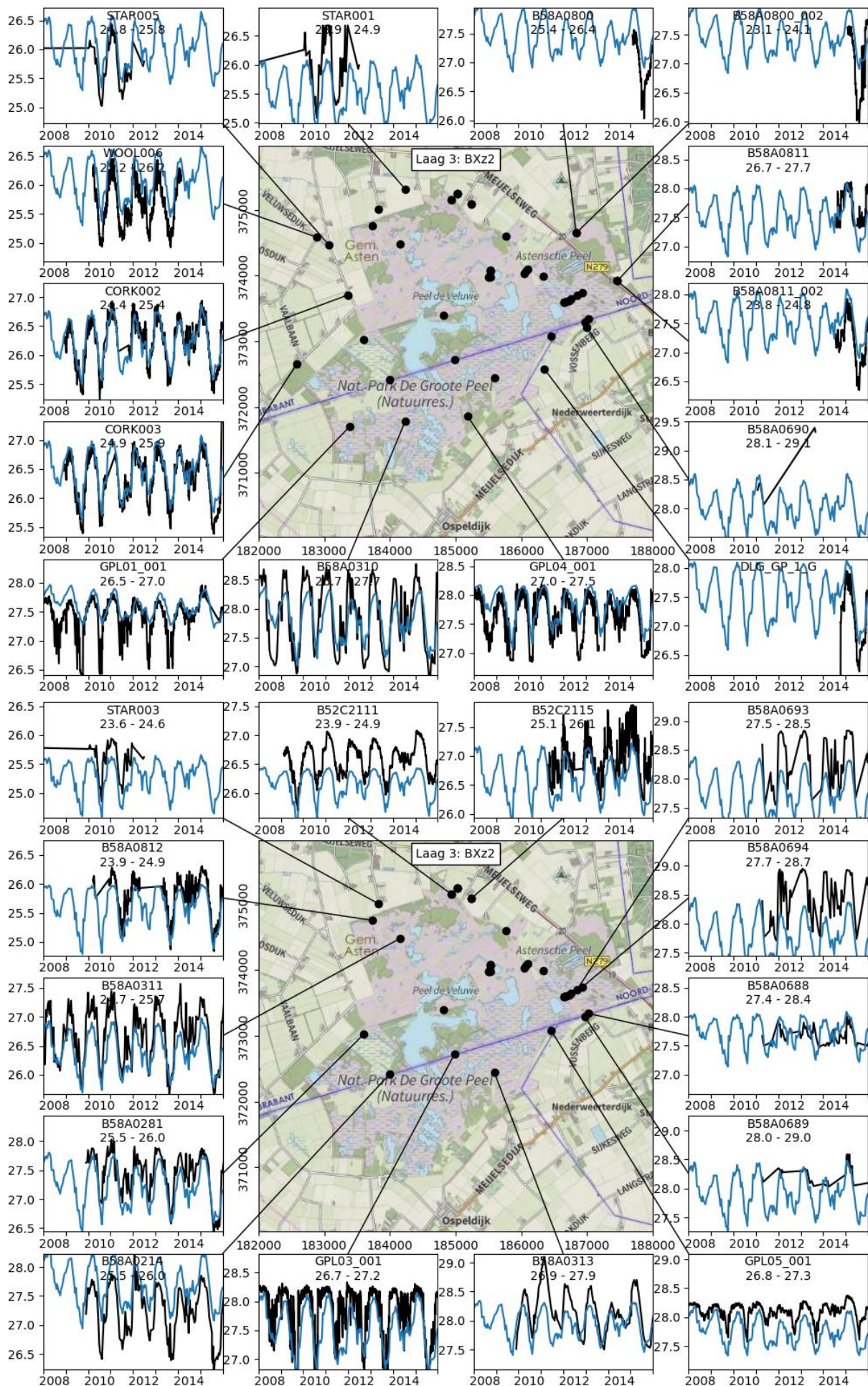
Voor criterium 4 (wegzijging <40 mm/jaar) geldt dat op locaties met enige grondwatertoestroming ook een geringe wegzijging per saldo berekend wordt. Locaties met (lokale) kwel hebben ook een wegzijging <40 mm/jaar.

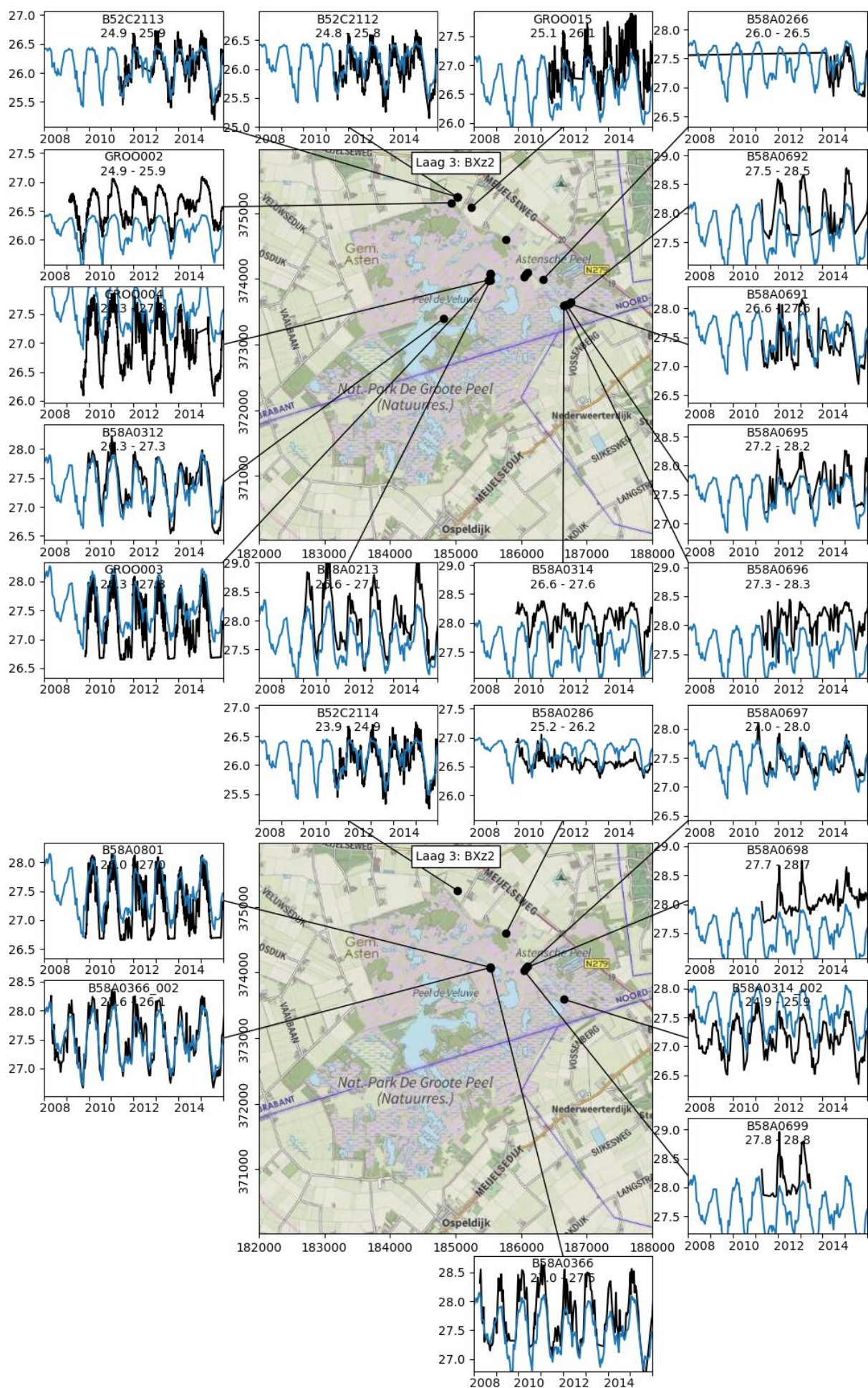
4.3 Vergelijking met metingen in referentieperiode (2008 t/m 2015)

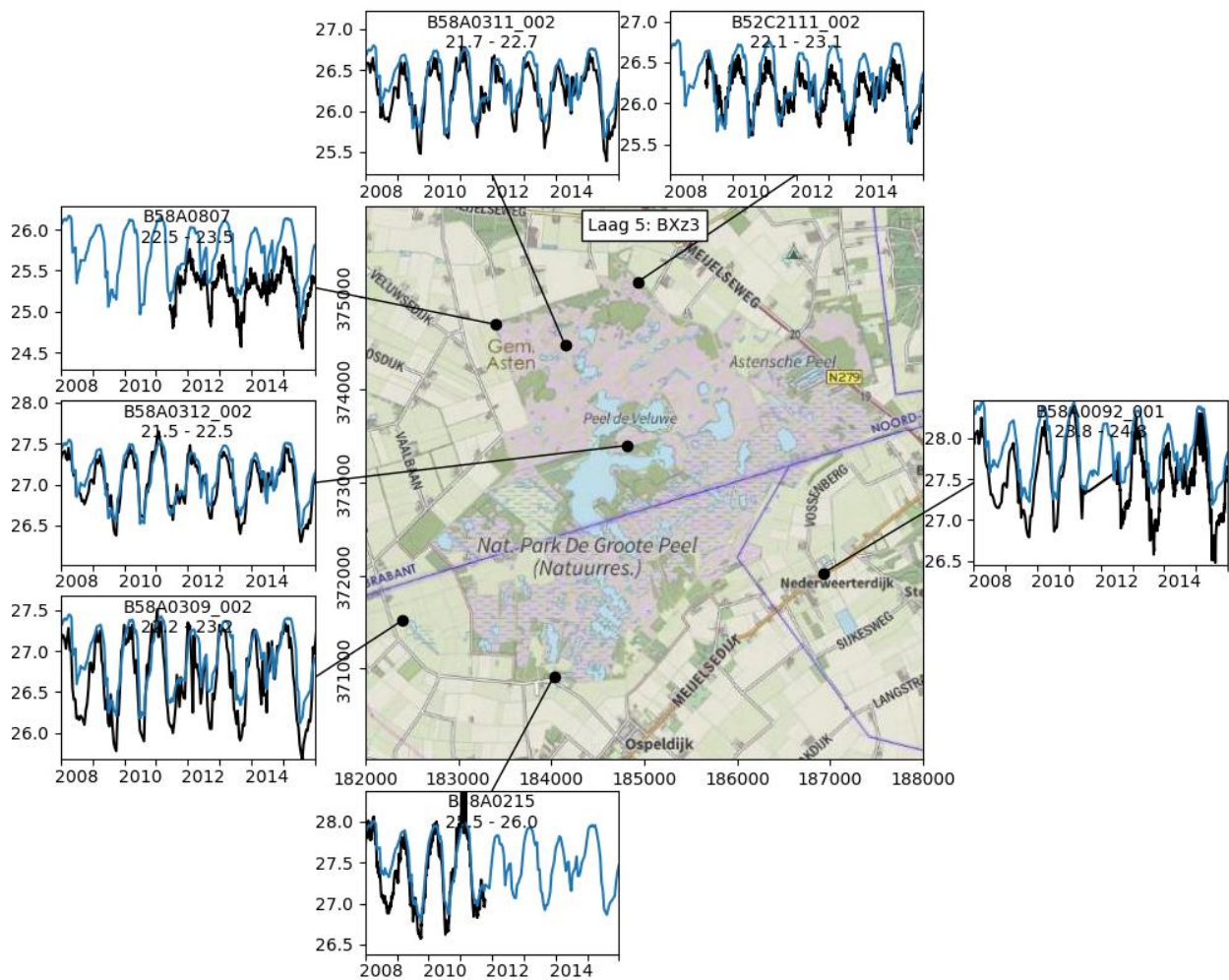
Op de volgende twee bladzijden is de berekende grondwaterstand (blauwe lijnen) vergeleken met stijghoogtemetingen in peilbuizen (zwarte lijnen) in de bovenste twee zandlagen (BXz2 en BXz3). Over het algemeen is de overeenkomst met metingen goed, wat ook het gevolg is van enkele aanpassingen het model (zie hoofdstuk 2). De dynamiek in de meeste peilbuizen wordt juist gesimuleerd. Ook de absolute hoogte van de grondwaterstand, veelal bepaald door lokale drainageniveaus, wordt over het algemeen goed gesimuleerd.

Lokaal zijn er verschillen tussen het model en de metingen. Soms berekent het model een hogere grondwaterstand, in andere meetpunten een lagere grondwaterstand, waarbij er geen sprake is van een structurele trend. Soms verschilt de grondwaterstand in twee vlak bij elkaar gelegen meetpunten ook sterk. De afwijkingen tussen model en metingen worden veroorzaakt door verschillen tussen de modelschematisatie en de werkelijkheid. Hierbij moet gedacht worden aan een verkeerde inschatting van het drainageniveau, de weerstand van het oppervlaktewater of de stromingsweerstand van het veen of de zandpakketten.

De overeenkomst met peilschalen in de Groote Peel is redelijk (niet afgebeeld) en de stijghoogtesprong naar diepere lagen komt over het algemeen goed overeen met de metingen (zie Bijlage 5).



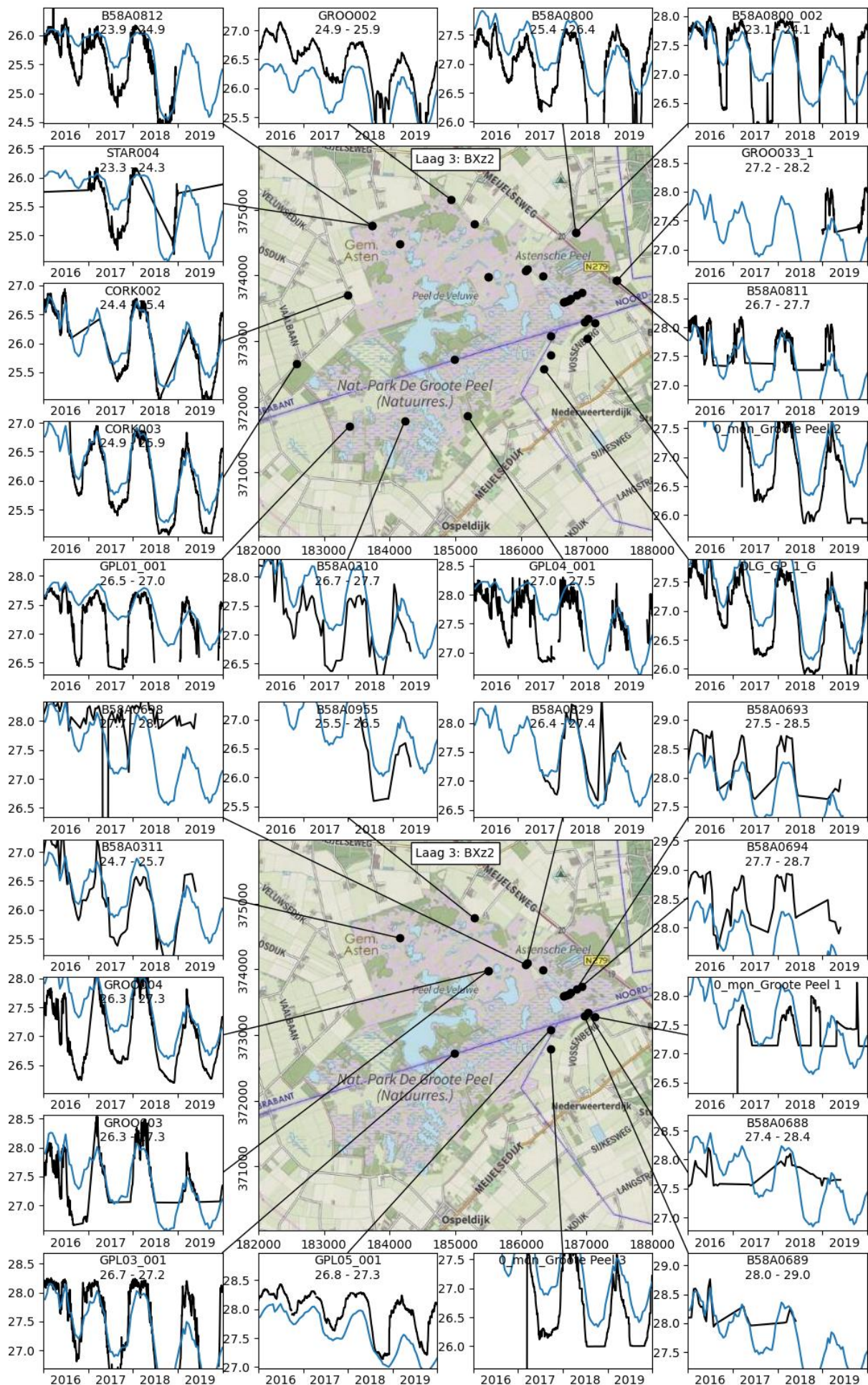


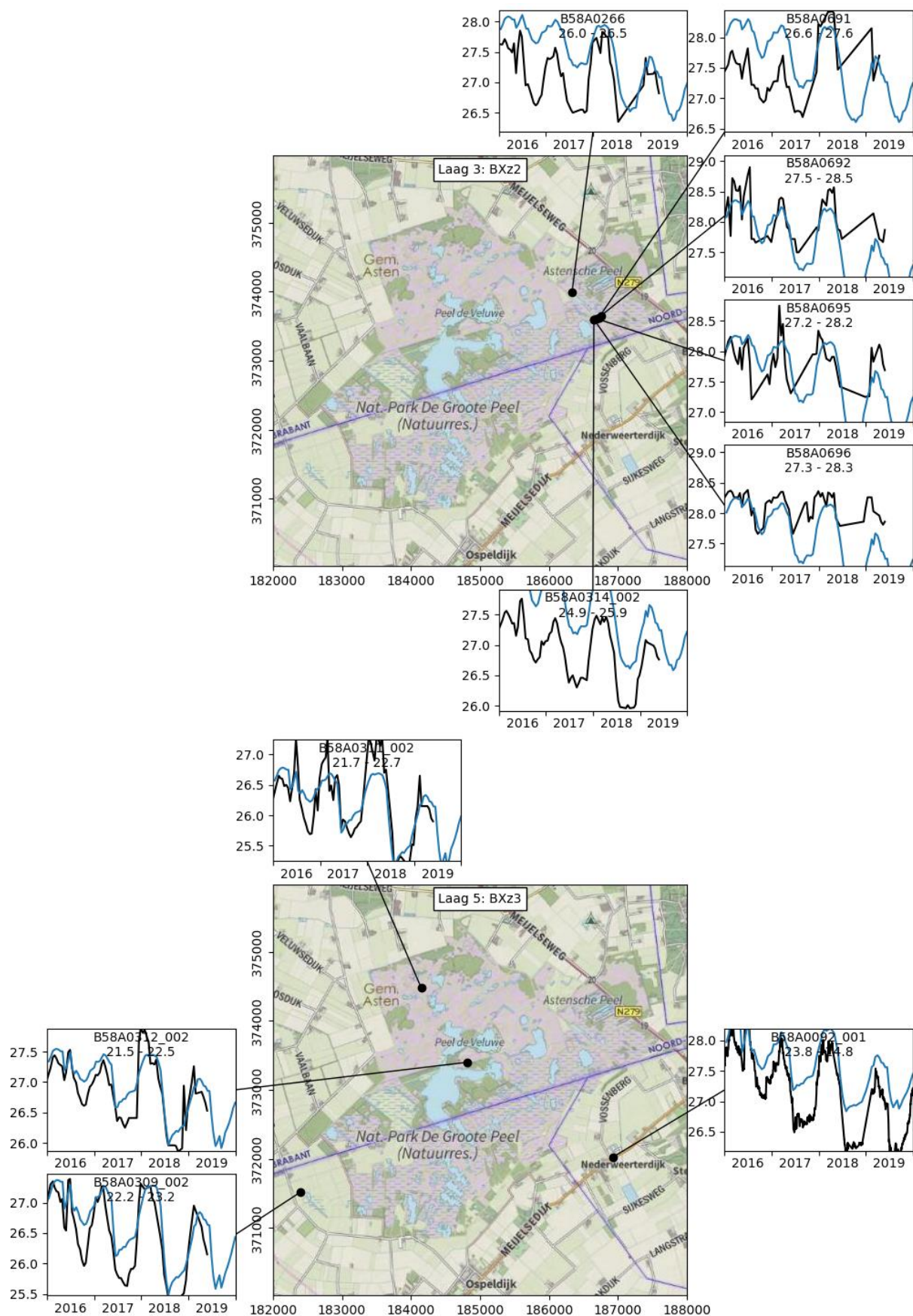


4.4 Metingen in droge jaren 2018 en 2019

Omdat men ook geïnteresseerd is in het effect van beregening in droge jaren, is de modelperiode voor twee scenario's uitgebreid naar de jaren 2018 en 2019. Omdat voor 2018 de meeste vernattingsmaatregelen uitgevoerd waren, is dit gedaan voor de scenario's waarbij de vernattingsmaatregelen actief zijn (scenario 3 en 4, zie hoofdstuk 5 verderop in de rapportage). In de figuren op de volgende bladzijden wordt de gesimuleerde grondwaterstand in scenario 3 (met beregening) in de jaren 2016 t/m 2019 vergeleken met metingen in de bovenste twee zandlagen van de formatie van Boxtel, voor alle meetpunten in de nabijheid van de Groote Peel met metingen in de jaren 2018 of 2019.

Over het algemeen wordt de daling van de grondwaterstand in de droge jaren redelijk gesimuleerd. Er zijn meetpunten waar de daling in de metingen groter is (DLG_GP_1_G), maar ook meetpunten waar het model juist een grotere daling berekent (GPL05_001)





5 Scenario's

In deze studie zijn de volgende scenario's met het model doorgerekend:

- 1) Referentie in gemiddelde jaren
- 2) Referentie in gemiddelde jaren zonder berekening in de beschermingszone
- 3) Plan in gemiddelde jaren
- 4) Plan in gemiddelde jaren zonder berekening in de beschermingszone
- 5) Plan herstelperiode na droge jaren
- 6) Plan herstelperiode na droge jaren zonder berekening in de beschermingszone

De resultaten van scenario 1 zijn reeds in hoofdstuk 4 besproken. Bij de referentiescenario's (1 en 2) is de inrichting binnen de Groote Peel zoals deze was voorafgaand aan het Life+plan in 2016. In plan scenario's (3 t/m 6) zijn de concrete vernattingsmaatregelen van vastgestelde plannen opgenomen. Dit betreft de maatregelen van het Life+plan en vernattingsmaatregelen in het deelgebied Mussenbaan, dat in Limburg reeds is uitgevoerd en in Brabant in komende jaren uitgevoerd wordt. De vernattingsmaatregelen bestaan vooral uit hogere afvoerpeilen binnen de Groote Peel (zie paragraaf 0), een verlegging van de Eeuwselse Loop, de plaatsing van drie kwelschermen en het afdichten van sloten binnen de Groote Peel (wat verwerkt is in de bodemweerstand van de ondiepe veenlaag).

De berekende modelperiode is in alle scenario's 2008 t/m 2015. Voor de vergelijking met grondwaterstand-metingen (paragraaf 4.4) en de berekening van het effect van berekening in 2018 en 2019 (paragraaf 5.4) zijn scenario's 3 en 4 uitgebreid tot en met 2019. In scenario's 5 en 6 wordt de modelperiode voorafgegaan door de meteorologische invoer van de twee extreem droge jaren 2018 en 2019, om zo een herstelperiode door te kunnen rekenen. De meteorologische invoer is voor de scenario's dan ook de volgende:

Scenario's	Stationaire tijdstap	Inlooperperiode	Simulatieperiode	Extra periode
1 en 2	x	2010, 2010, 2010	2008 t/m 2015	
3 en 4	x	2010, 2010, 2010	2008 t/m 2015	2016 t/m 2019
5 en 6	x	2010, 2018, 2019	2008 t/m 2015	

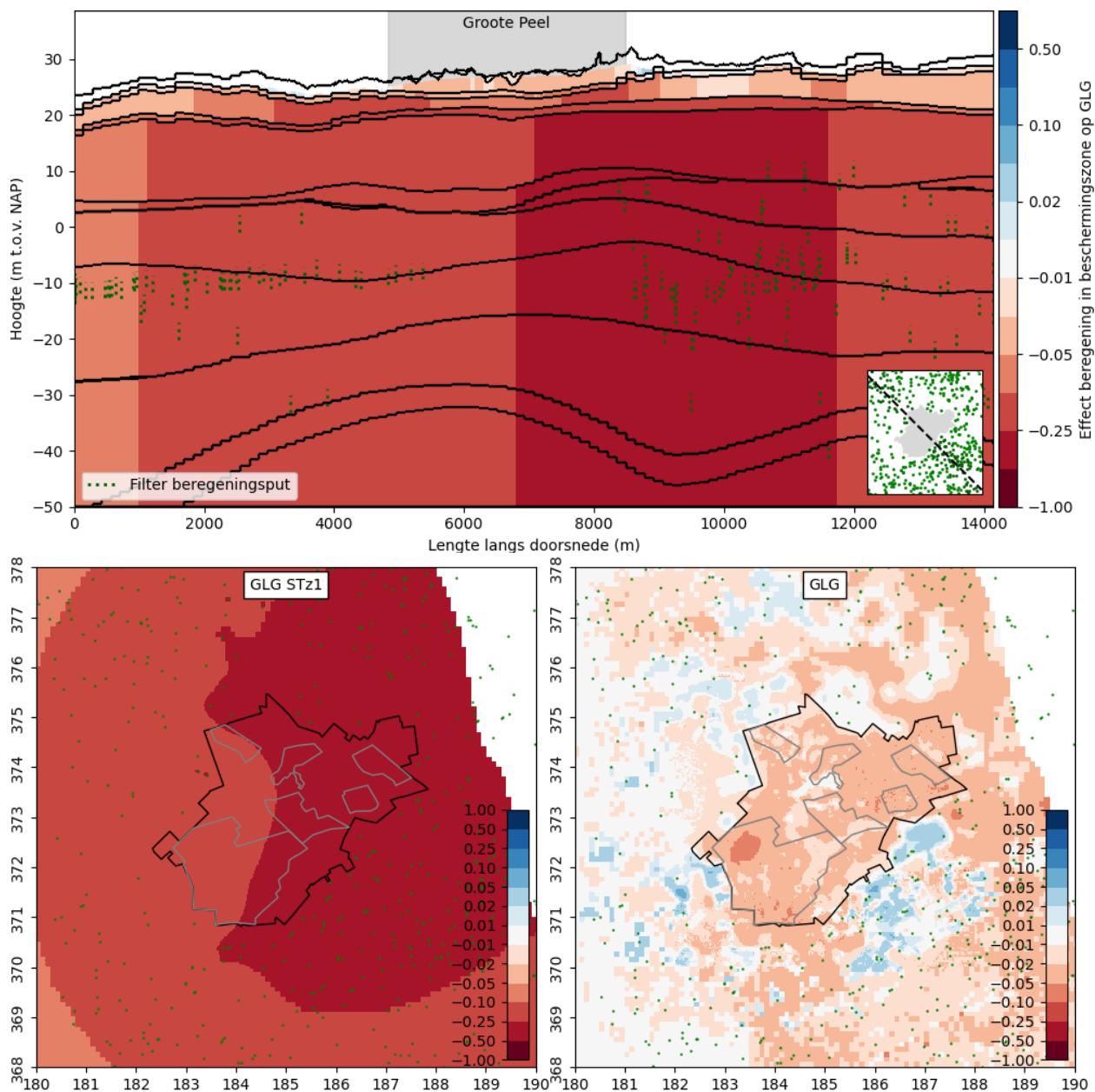
In Bijlage 6 zijn de berekende resultaten van de scenario's weergegeven. In de volgende paragrafen worden de verschillen tussen scenario 1 en 2, 3 en 4, alsmede 5 en 6 gepresenteerd en toegelicht.

5.1 Effect berekening in referentie

In figuur 12 is het effect van de berekening in de beschermingszone op de Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) en Gemiddeld Laagste Stijghoogte (GLS) weergegeven in de referentie (scenario's 1 en 2). Dit effect treedt op wanneer de berekening actief is, in de zomer.

De beregeningsputten bevinden zich in de diepere zandlagen, zoals die van de formatie van Sterksel (STz1). Het effect van de onttrekkingen in de beschermingszone is het grootst aan de oostelijke zijde van de Groote Peel, tegen de Peelrandbreuk. Door de ondiepe kleilagen is de doorwerking naar het freatisch pakket beperkt. Buiten de Groote Peel treedt vaak een verhoging van het freatische grondwater op, doordat een deel van het beregeningswater (30 %, zie hoofdstuk 3) hier als grondwateraanvulling terecht komt. Binnen de Groote Peel treedt een verlaging van de GLG op, op de meeste plekken tussen 2 en 5 cm.

Het effect op het freatische grondwater is in grote mate afhankelijk van de verbreiding van de ondiepe kleilagen. Deze lagen zijn aangetroffen in boringen en sonderingen die in 2015–2016 zijn uitgevoerd ter voorbereiding Life+plan, en informatie van de geologische dienst TNO. Desondanks is de verbreiding en weerstand van deze lagen enigszins onzeker. Vanwege het tijdsafhankelijke karakter van de berekening is het effect ook afhankelijk van de bergingscoëfficiënt van het diepe pakket. Deze variabele is relatief onzeker, omdat deze niet geijkt is op metingen van de verlaging ten gevolge van onttrekkingen. In een onderzoek van Artesia uit 2014 ('Parameteranalyse gevoeligheid bufferzones beregeningsbeleid Noord Brabant') bleek dat bij een 10 keer hogere waarde van de gespannen bergingscoëfficiënt (10^{-4} in plaats van 10^{-5} m^{-1}) de freatische verlaging in het natuurgebied halveert (bij een aanzienlijke weerstand boven de onttrekkingen).

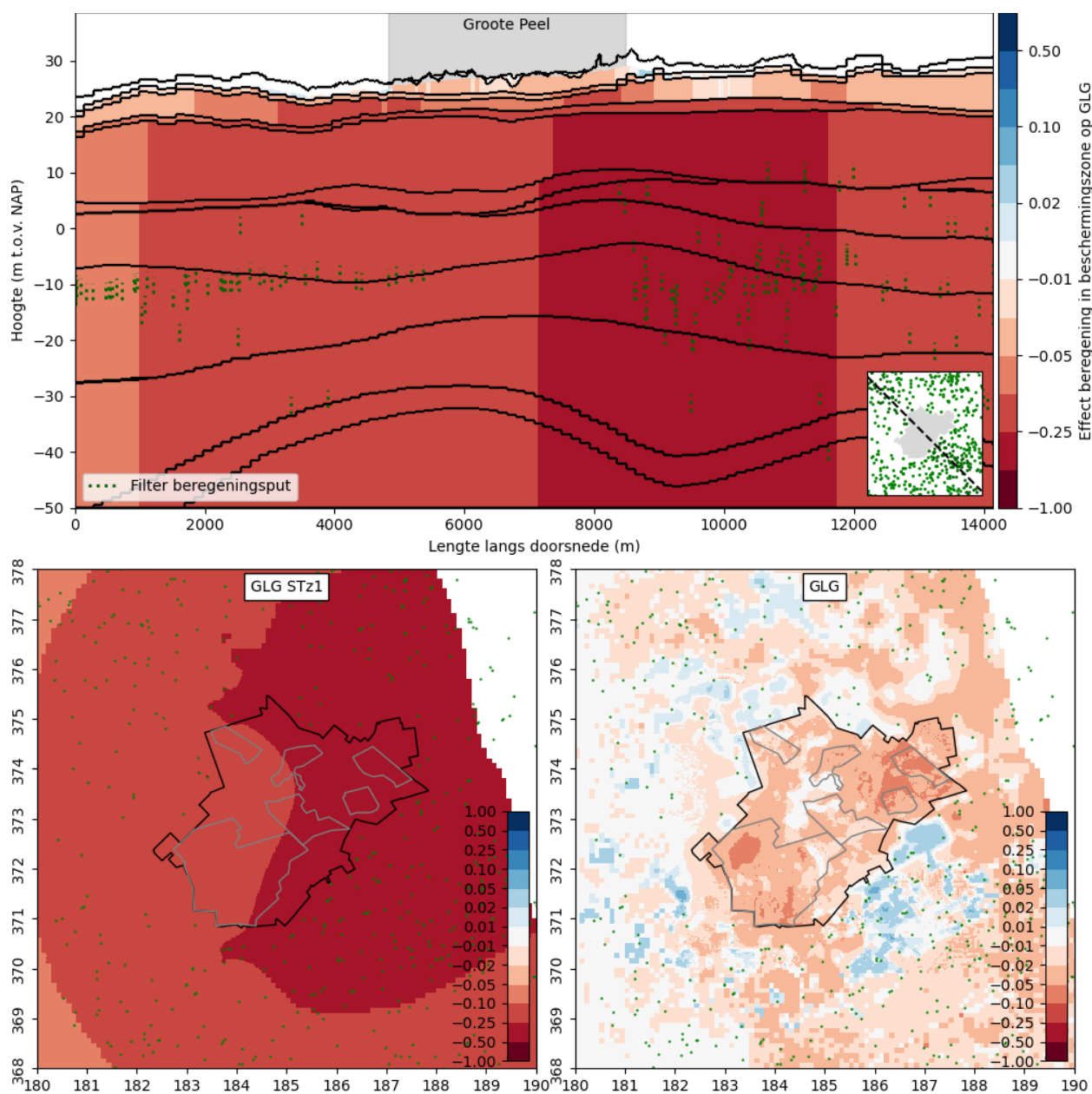


figuur 12: Effect van beregning in de referentie-situatie op de GLG en GLS in een doorsnede (boven), de GLS in een diepere zandlaag (Stz1, 30 m onder maaiveld, links) en de GLG (rechts).

5.2 Effect beregning inclusief vernattingsmaatregelen

Bij de bepaling van het effect van beregning in de plan-situatie (scenario's 3 en 4), zijn de aan het begin van dit hoofdstuk beschreven vernattingsmaatregelen actief.

Over het algemeen is het effect van beregening in de beschermingszone op de GLG binnen de Groote Peel iets groter na uitvoering van de vernattingsmaatregelen. Vooral aan de noordoostelijke zijde van de Groote Peel, rond de voormalige ligging van de Eeuwselse Loop, is de verlaging groter dan 5 cm. Dat dit effect groter is, valt te verklaren uit de afname van ontwateringsmiddelen en verhoogde peilen binnen de Groote Peel. Onttrekkingen ten behoeve van beregening vertalen zich in minder afvoer naar het oppervlaktewater en/of lagere grondwaterstanden. Door de vernattingsmaatregelen is er minder afvoer, waardoor het effect zich meer in verlaagde grondwaterstanden manifesteert.



Figuur 13: Effect van beregening op de GLG en GLS in een doorsnede (boven), de GLS in een diepere zandlaag (Stz1, 30 m onder maaiveld, links) en de GLG (rechts). De vernattingsmaatregelen zijn actief.

5.3 Effect beregening na droge jaren (inclusief vernattingsmaatregelen)

Bij de berekening van het effect na de droge jaren (scenario's 5 en 6) veranderen twee zaken ten opzichte van de referentie:

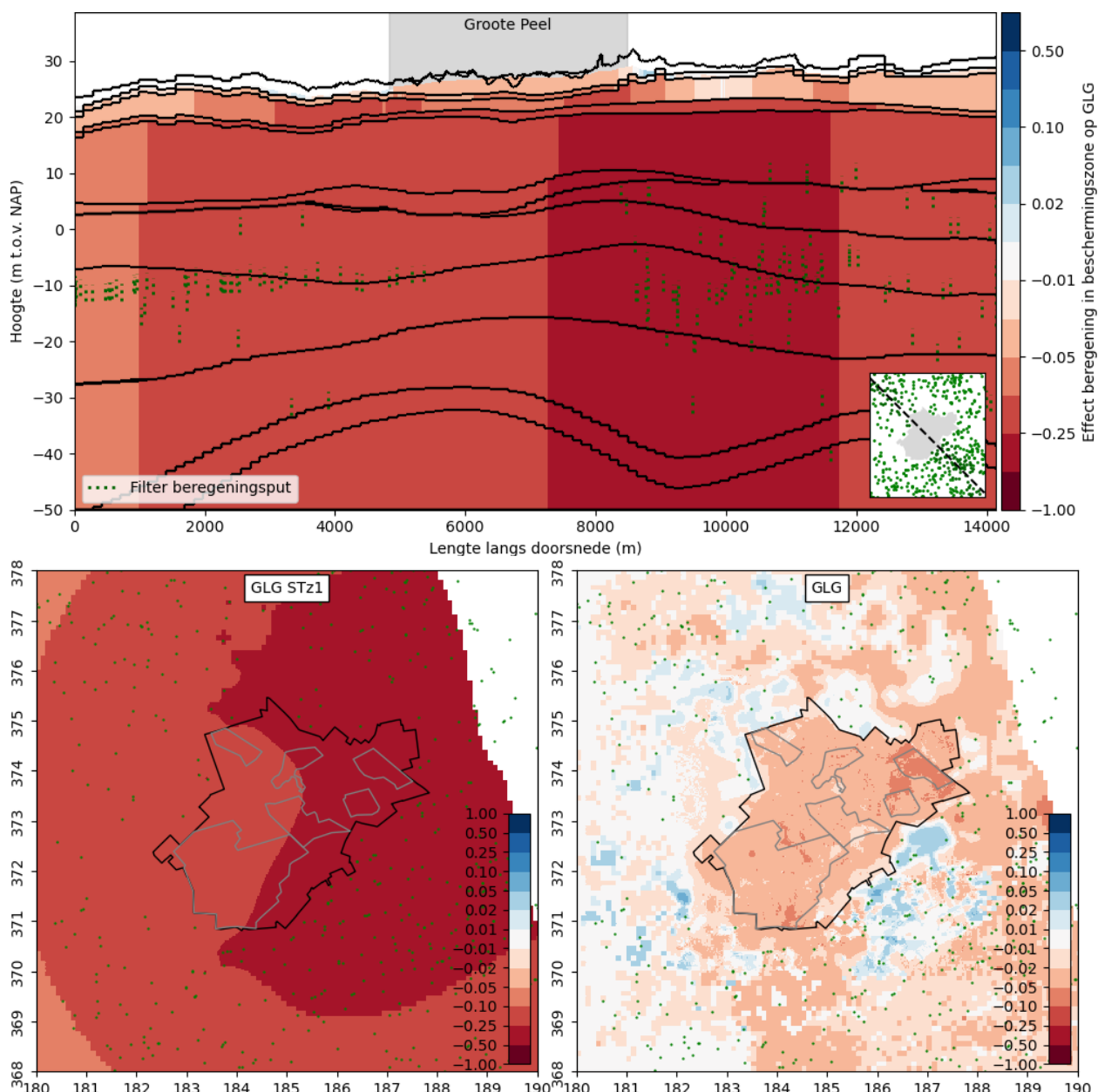
- De inloop-periode bestaat niet langer uit driemaal de meteorologie van het jaar 2010, maar uit het jaar 2010, 2018 en 2019. Hiermee is de inloop-periode erg droog. De meteorologische

randvoorwaarden in de periode daarna (2008 t/m 2015) zijn hetzelfde als in het voorgaande scenario.

- De aan het begin van dit hoofdstuk beschreven vernattingsmaatregelen zijn actief.

Deze scenario's worden sterk beïnvloedt door de voorafgaande droge jaren. Ten opzichte van het referentie-scenario (scenario 1) is de gerekende grondwaterstand in de eerste 1 tot 3 jaar lager door de droge aanloopperiode (zie Bijlage 6). Daarna komt de grondwaterstand vaak hoger te liggen, door de vernattingsmaatregelen.

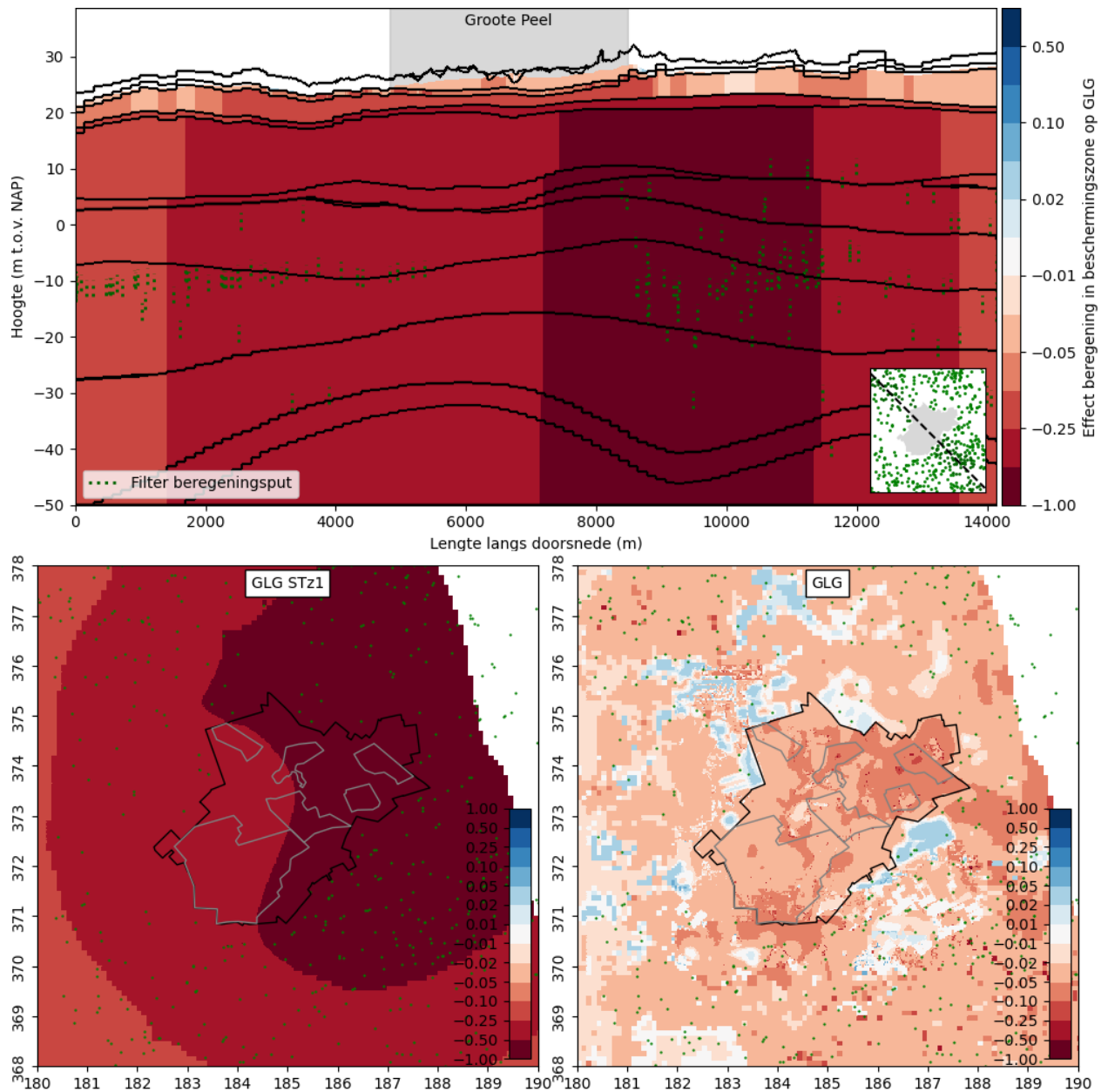
Het effect van beregening in de beschermingszone is vergelijkbaar met het effect beschreven in de voorgaande paragraaf (inclusief vernattingsmaatregelen). Het effect treedt nu op in de gehele Groote Peel, ook in de centrale plassen, omdat er door de droge jaren minder afvoer plaatsvindt.



figuur 14: Effect van beregening na twee droge jaren op de GLG en GLS in een doorsnede (boven), de GLS in een diepere zandlaag (Stz1, 30 m onder maaiveld, links) en de GLG (rechts). De vernattingsmaatregelen zijn actief.

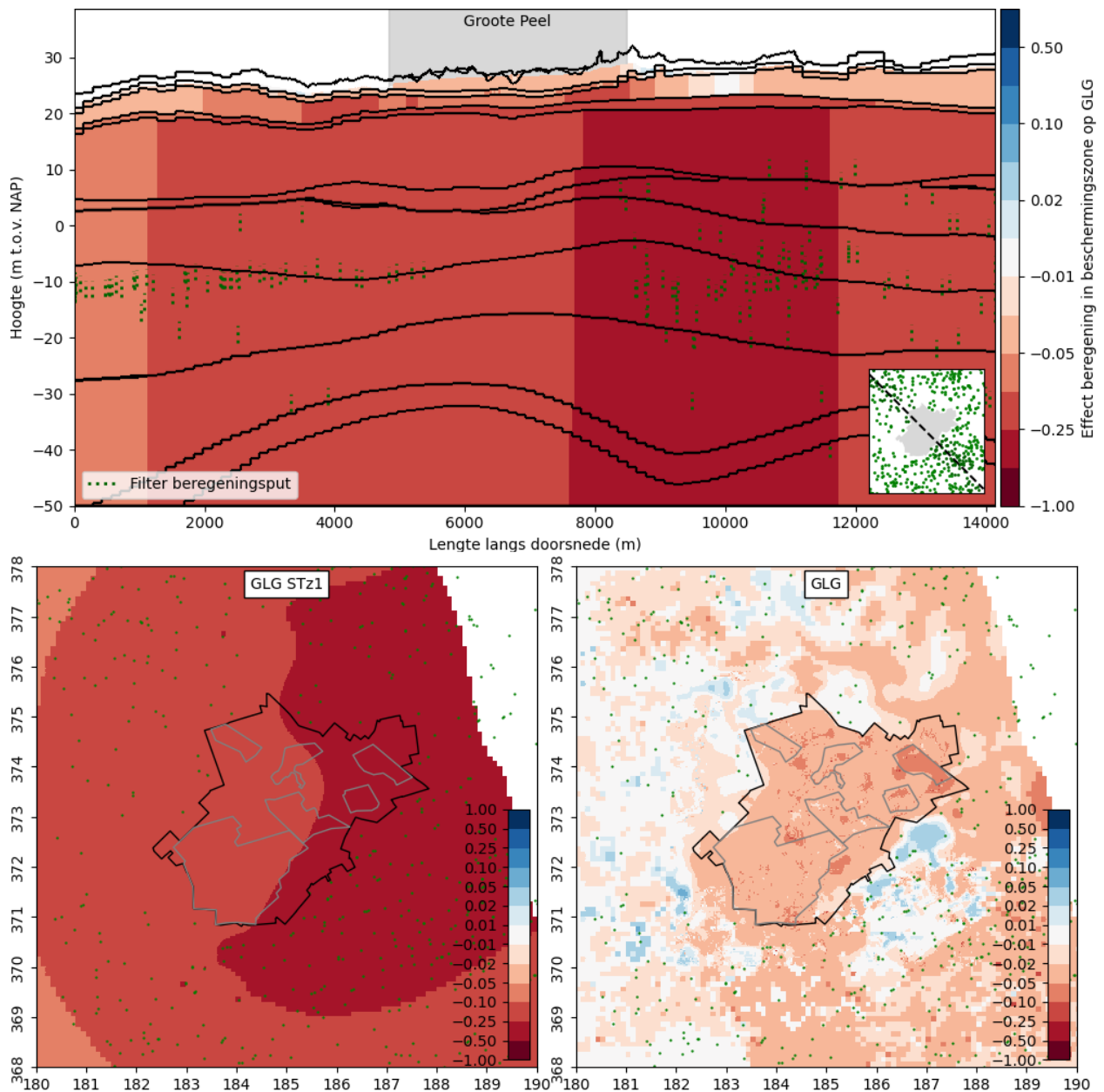
5.4 Effect beregening in 2018 t/m 2019 versus 2008 t/m 2010

Voor de situatie met vernattingsmaatregelen (scenario's 3 en 4) is tevens het effect van beregening in de beschermingszone op de GLG in de twee droge jaren 2018 en 2019 bepaald, en weergegeven in figuur 15. In een droog jaar is beregening in 4 in plaats van 2 halfmaandelijke tijdstappen actief (zie hoofdstuk 3). Hierdoor is het effect van beregening in de beschermingszone ook groter, met grote gebieden binnen de Groote Peel waar het effect meer dan 5 cm is.



figuur 15: Effect van beregening op de GLG in de twee droge jaren 2018 en 2019 in een doorsnede (boven), in een diepere zandlaag (Stz1, 30 m onder maaiveld, links) en de bovenste zandlaag (BXz2, rechts). De vernattingsmaatregelen zijn actief.

Ook is in beeld gebracht wat het effect van beregening in de beschermingszone is in de drie jaren na de droge jaren, gebruikmakend van de berekeningen met de inloopjaren 2018 en 2019 (scenario's 5 en 6, zie paragraaf 5.3). Hiertoe is in figuur 16 het effect van beregening in de beschermingszone op de GLG in de jaren 2008 t/m 2010 (die in de berekening volgen op 2018 en 2019) weergegeven. De vernattingsmaatregelen zijn in deze berekeningen actief. Het effect is vergelijkbaar met het in paragraaf 5.3 beschreven effect, dat geldt voor de gehele periode 2008 t/m 2015.



figuur 16: Effect van beregening op de GLG in de jaren 2008 t/m 2010 in een doorsnede (boven), in een diepere zandlaag (Stz1, 30 m onder maaiveld, links) en de bovenste zandlaag (BXz2, rechts). De vernattingsmaatregelen zijn actief.

5.5 Overzicht hoogveencriteria

De verschillende scenario's worden getoetst aan de hoogveencriteria. Deze criteria zijn de volgende (zie ook paragraaf 1.5):

1. $0 < \text{GHG} < 30$ cm boven maaiveld
2. $\text{GHG} - \text{GLG} < 30$ cm
3. $\text{GLG} > \text{onderzijde veen}$
4. $\text{wegzijging} < 40$ mm/jaar

In de volgende twee paragrafen zijn de oppervlaktes opgesomd waar aan elk van deze criteria wordt voldaan, zowel in de hoogveenkerengebieden (paragraaf 5.5.1) als in het Natura 2000 gebied (paragraaf 5.5.2). Ook is de weergegeven in welk deel van de gebieden aan hoe veel hoogveencriteria wordt voldaan.

5.5.1 In hoogveenkerengebieden

De totale oppervlakte van de hoogveenkerengebieden bedraagt 549 ha. In alle scenario's wordt het minst vaak voldaan aan criterium 2 ($\text{GHG} - \text{GLG} < 30$ cm). In de plan-scenario's (3 en 4) neemt de oppervlakte waar aan dit criterium wordt voldaan sterk toe: van 2 naar 9 %. In de periode na de droge jaren (scenario 5 en 6) wordt bijna nergens aan criterium 2 voldaan: de GLG is door de droge jaren in de inlooperperiode bijna overal meer dan 30 cm lager dan de GHG.

Criterium 1 ($0 < \text{GHG} < 30$ cm boven maaiveld) en criterium 3 ($\text{GLG} > \text{onderzijde veen}$) nemen in het planscenario tevens toe, terwijl criterium 4 ($\text{wegzijging} < 40$ mm / jaar) juist afneemt. Doordat er meer water wordt vastgehouden, neemt de wegzijging ook toe.

Het stopzetten van berekening in de beschermingszone (scenario's 2, 4 en 6) leidt over het algemeen tot 0 a 5 procentpunt toename van de oppervlakte waar aan een criterium wordt voldaan. Vooral criterium 4 ($\text{wegzijging} < 40$ mm/jaar) is gevoelig voor het stopzetten van berekening in de beschermingszone.

Berekening in beschermingszone	Referentie				Plan				Plan na droge jaren			
	actief		inactief		actief		inactief		actief		inactief	
	1		2		3		4		5		6	
Scenario nummer												
Criterium	Opp. (ha)	%	Opp. (ha)	%	Opp. (ha)	%	Opp. (ha)	%	Opp. (ha)	%	Opp. (ha)	%
1	62	11	65	12	158	29	163	30	100	18	106	19
2	9	2	11	2	48	9	58	11	2	0	3	0
3	146	27	150	27	194	35	201	37	147	27	153	28
4	210	38	224	41	157	29	184	34	141	26	163	30

De oppervlakte waar aan alle 4 criteria wordt voldaan verdrievoudigt (300 %) door de maatregelen in het plan (scenario 3 en 4), en neemt met ongeveer 20 a 50 % toe door het stopzetten van beregening in de beschermingszone (scenario 2, 4 en 6). De oppervlakte waar aan 3 van de 4 criteria wordt voldaan neemt met ongeveer 80 a 100 % toe door de planmaatregelen, en met 5 a 20 % door het stopzetten van beregening in de beschermingszone.

Beregening in beschermingszone	Referentie				Plan				Plan na droge jaren			
	actief		inactief		actief		inactief		actief		inactief	
	1		2		3		4		5		6	
Scenario nummer												
Aantal criteria	Opp. (ha)	%	Opp. (ha)	%	Opp. (ha)	%	Opp. (ha)	%	Opp. (ha)	%	Opp. (ha)	%
0	286	52	271	49	226	41	207	38	331	60	315	57
1	129	23	138	25	151	28	155	28	89	16	95	17
2	106	19	110	20	117	21	120	22	88	16	89	16
3	25	5	27	5	45	8	53	10	40	7	48	9
4	2	0	3	1	10	2	13	2	1	0	2	0

5.5.2 In Natura 2000 gebied

Het totale oppervlakte van het Natura 2000 gebied bedraagt 1.347 ha. Over het algemeen wordt in een kleiner deel van het Natura 2000 gebied aan de hoogveencriteria voldaan. De veranderingen in oppervlaktes in de verschillende scenario's zijn verder vergelijkbaar als bij de hoogveenkerengebieden (die ook geheel onderdeel uitmaken van het Natura 2000 gebied, zie figuur 1).

Beregening in beschermingszone	Referentie				Plan				Plan na droge jaren			
	actief		inactief		actief		inactief		actief		inactief	
	1		2		3		4		5		6	
Scenario nummer												
Criterium	Opp. (ha)	%	Opp. (ha)	%	Opp. (ha)	%	Opp. (ha)	%	Opp. (ha)	%	Opp. (ha)	%
1	110	8	113	8	276	20	283	21	201	15	211	16
2	57	4	63	5	170	13	187	14	30	2	37	3
3	294	22	302	22	408	30	422	31	307	23	321	24
4	451	34	482	36	399	30	451	33	365	27	402	30

Beregening in beschermingszone	Referentie				Plan				Plan na droge jaren			
	actief		inactief		actief		inactief		actief		inactief	
	1		2		3		4		5		6	
Scenario nummer												
Aantal criteria	Opp. (ha)	%	Opp. (ha)	%	Opp. (ha)	%	Opp. (ha)	%	Opp. (ha)	%	Opp. (ha)	%
0	775	57	748	56	648	48	612	45	840	62	811	60
1	305	23	319	24	329	24	340	25	232	17	240	18
2	208	15	214	16	228	17	232	17	164	12	170	13
3	48	4	53	4	103	8	117	9	104	8	116	9
4	12	1	14	1	40	3	47	4	7	1	11	1

6 Conclusie

Het grondwatermodel van de Groote Peel en omgeving simuleert de freatische grondwaterstand en de stijghoogte in diepere grondwaterlagen tot ongeveer –100 m NAP. De overeenkomst met metingen van de grondwaterstand en stijghoogte binnen en buiten de Groote Peel is redelijk goed. Dit houdt in dat de verdeling van de verticale weerstand in de ondiepe ondergrond realistisch geschematiseerd is. Hiermee is het model geschikt om de invloed te schatten van beregening in de diepere watervoerende lagen buiten de Groote Peel op het freatische grondwater binnen de Groote Peel.

Met het model zijn verschillende scenario's doorerekend, bijna allemaal voor de meteorologisch relatief gemiddelde referentieperiode van 2008 t/m 2015. De onttrekkingen ten behoeve van beregening in de beschermingszone rond de Groote Peel vindt plaats op een diepte van –40 tot 10 m NAP (70 tot 20 meter onder maaiveld). Deze onttrekkingen zorgen in het diepe pakket (STz1) voor een verlaging van de laagste stijghoogten onder de Groote Peel van 37 tot 19 centimeter. Door de weerstand naar het freatische grondwatersysteem is de berekende verlaging van de Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) binnen de Groote Peel minder, en bedraagt gemiddeld 2,6 cm (varieert van 0 tot 9 cm). Het stopzetten van onttrekkingen in de beschermingszone zorgt bij elk van de hoogveencriteria voor een toename van de oppervlakte binnen de hoogveenkerngebieden waar aan het criterium wordt voldaan van 0 tot 5 procentpunten.

De vernattingsmaatregelen van het Life+ plan en vernattingsmaatregelen in het deelgebied Mussenbaan zorgen voor een stijging van de grondwaterstand van lokaal enkele decimeters. Hierdoor voldoet een groter gebied aan de hoogveencriteria: deze oppervlakte neemt in de kerngebieden bij de eerste drie hoogveencriteria met 7 tot 18 procentpunt toe. Beregening in de beschermingszone veroorzaakt in het plan-scenario binnen de Groote Peel een verlaging van de GLG van gemiddeld 2,9 cm (varieert van 0 tot 11 cm). Het effect is iets groter dan in het referentiescenario, omdat er minder afvoer optreedt naar het oppervlaktewater om het effect van beregening te dempen.

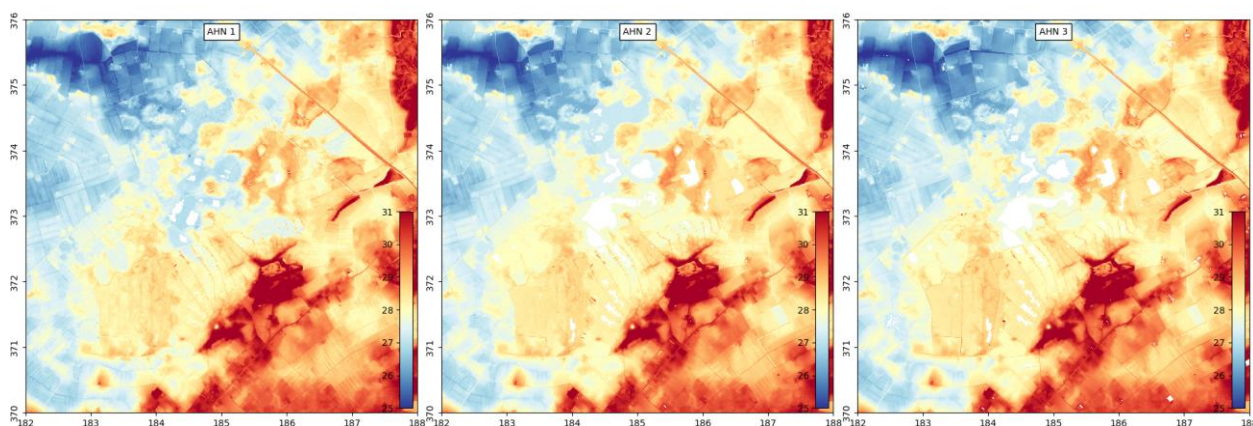
In droge jaren is het effect van beregening groter, vooral omdat er meer beregening optreedt. In het model wordt in droge jaren twee keer zo vaak beregend, waardoor de jaarlijkse onttrekkingshoeveelheid dan ook twee keer zo groot is. Volgens de modelberekeningen is de verlaging van de GLG binnen de Groote Peel in de droge jaren 2018 en 2019 4,9 cm, iets minder dan twee keer zo veel als in de referentieperiode. Met het model is ook een fictieve herstelperiode na de droge jaren 2018 en 2019 doorerekend, waarbij ook de vernattingsmaatregelen actief zijn. Het berekende effect van beregening op de GLG is in de herstelperiode na droge jaren gemiddeld nog iets groter als in het planscenario, en bedraagt gemiddeld in de Groote Peel 3,3 cm.

De berekende effecten bevatten een behoorlijke onzekerheidsmarge. Het model is niet specifiek gekalibreerd op metingen rond beregeningsputten, waarmee de ruimtelijke spreiding van het verlagende effect van de putten wordt gemonitord. Wel is het model aangepast om het algehele beeld van de ondiepe en diepe stijghoogte goed na te bootsen, ook in droge jaren. Met name de gespannen berging in de diepere zandlagen is lastig in te schatten, terwijl deze wel een aanzienlijke invloed heeft op de verbreiding van het effect van beregening in het diepe watervoerende pakket.

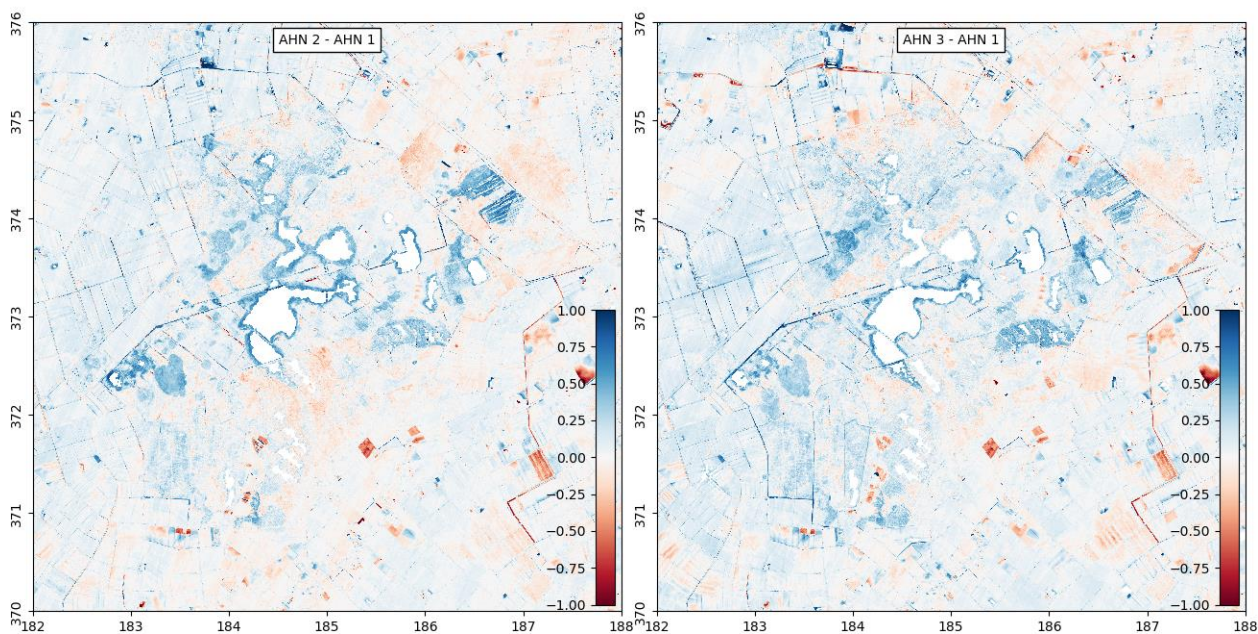
Bij de interpretatie van de uitkomsten van deze studie dient rekening gehouden te worden met de wijze waarop de beregening is geschematiseerd. Zo vindt er in de twee droogste halfmaandelijke tijdstappen per jaar beregening plaats in het model, en wordt dit in droge jaren verdubbeld naar de vier droogste

halfmaandelijkse perioden. Zo is het effect van berekening dan ook bijna per definitie dubbel zo groot in droge jaren.

Bijlage 1 Vergelijking AHN 1, 2 en 3

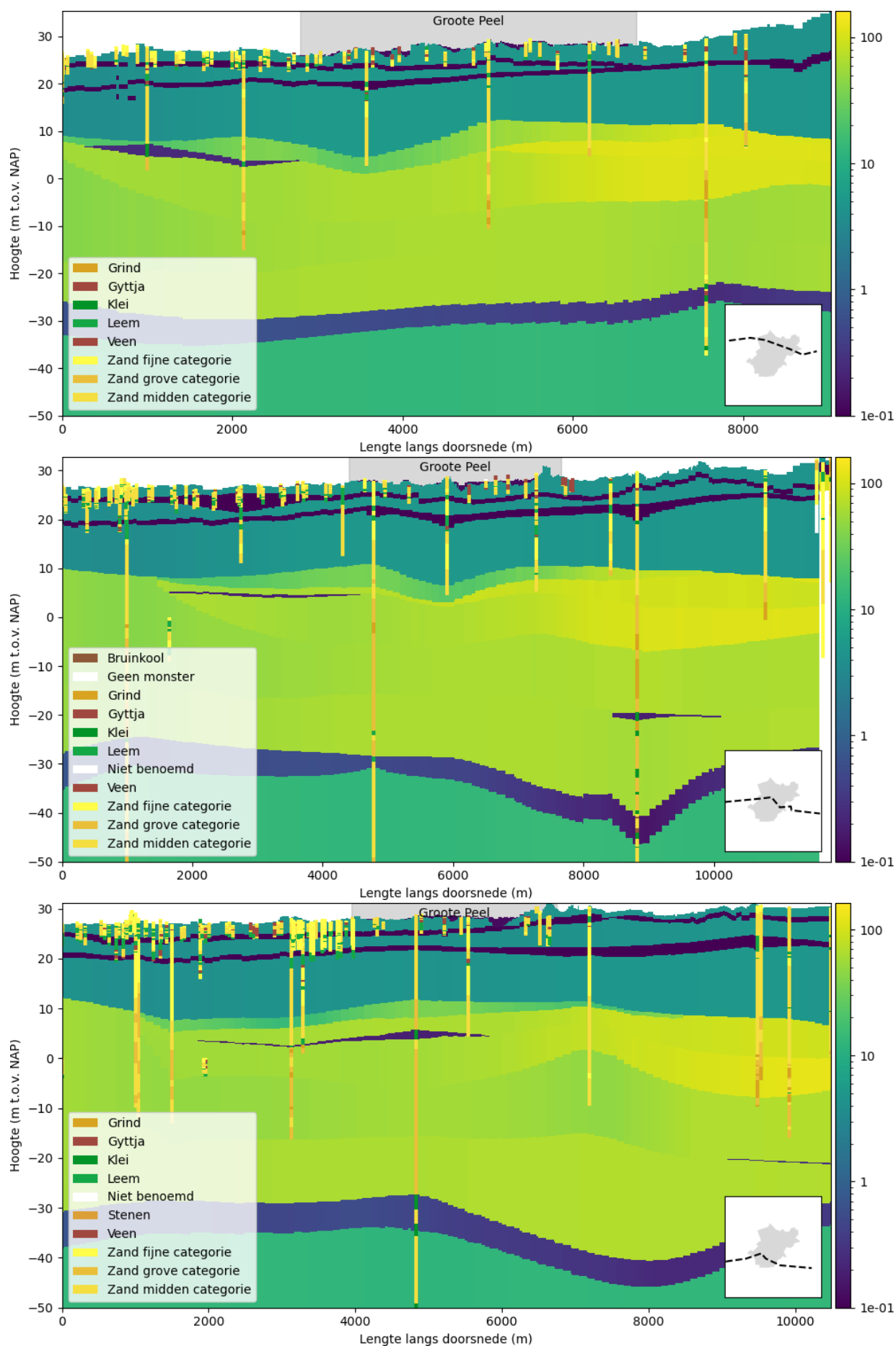


figuur 17: De hoogte van het maaiveld, volgens AHN 1 (links), 2 (midden) en 3 (rechts).

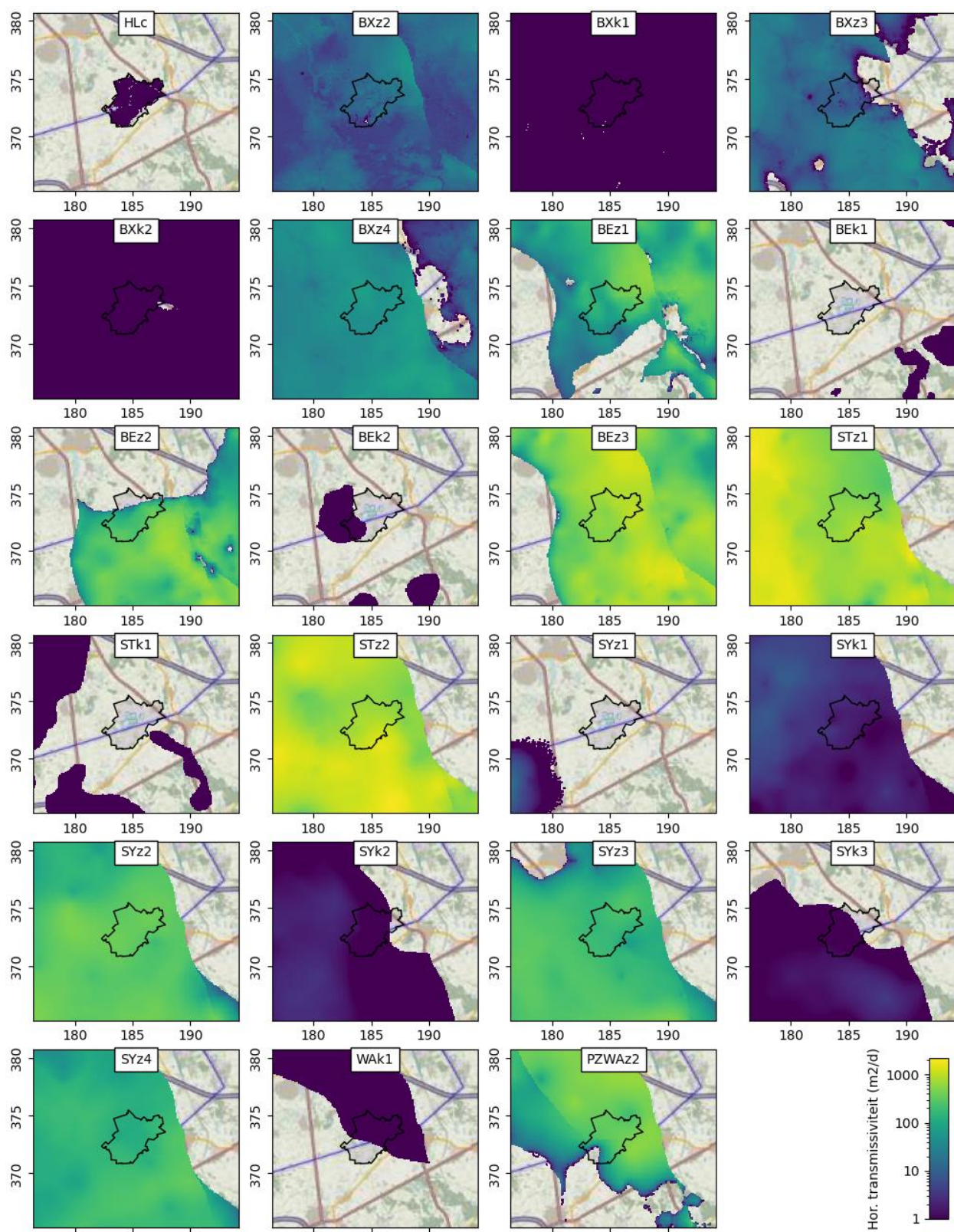


figuur 18: Het verschil tussen AHN 2 en 1 (links) en tussen AHN 3 en 1 (rechts). Blauw betekent dat het AHN 1 lager is.

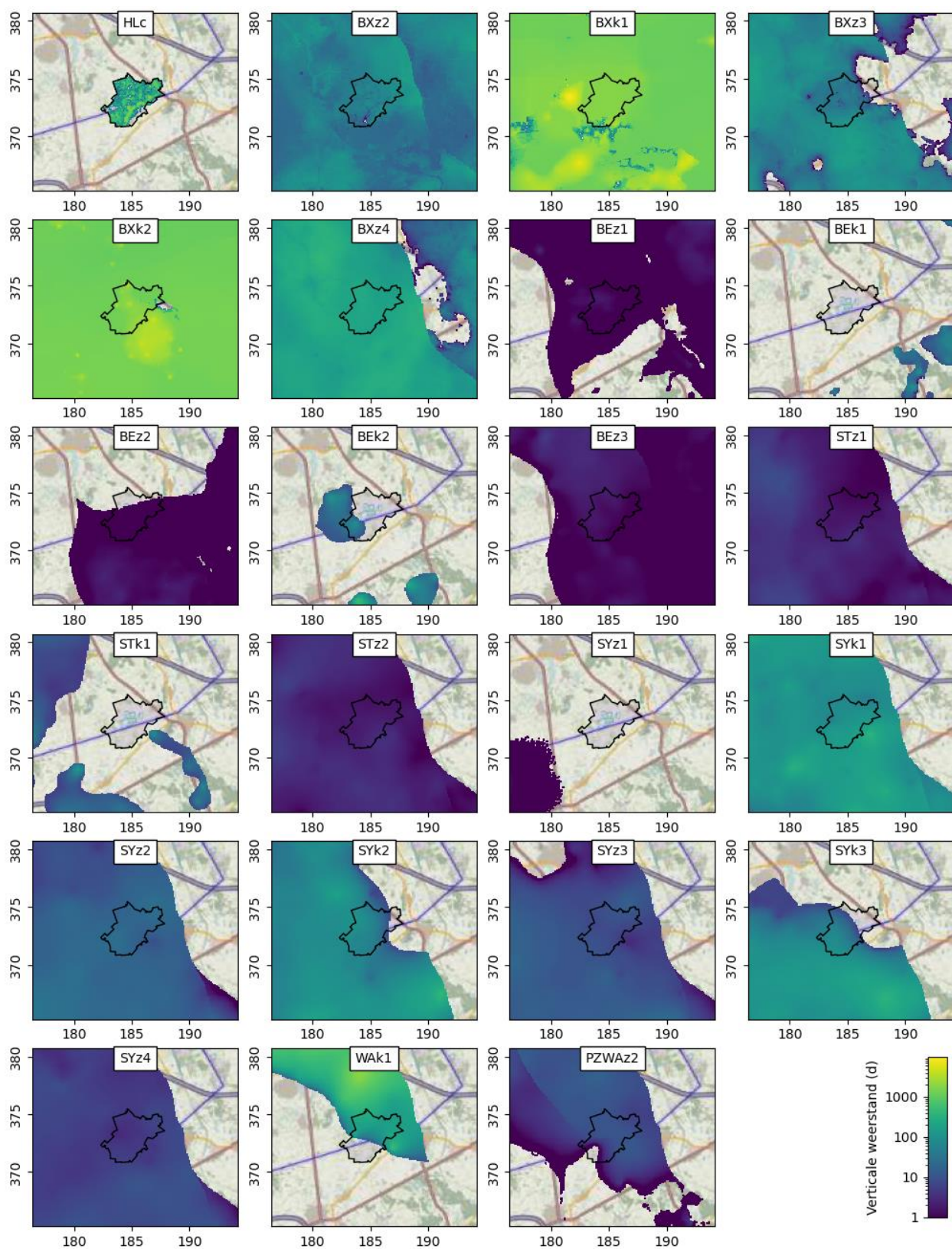
Bijlage 2 Boringen in doorsnedes



Bijlage 3 Doorlaatvermogen en weerstand



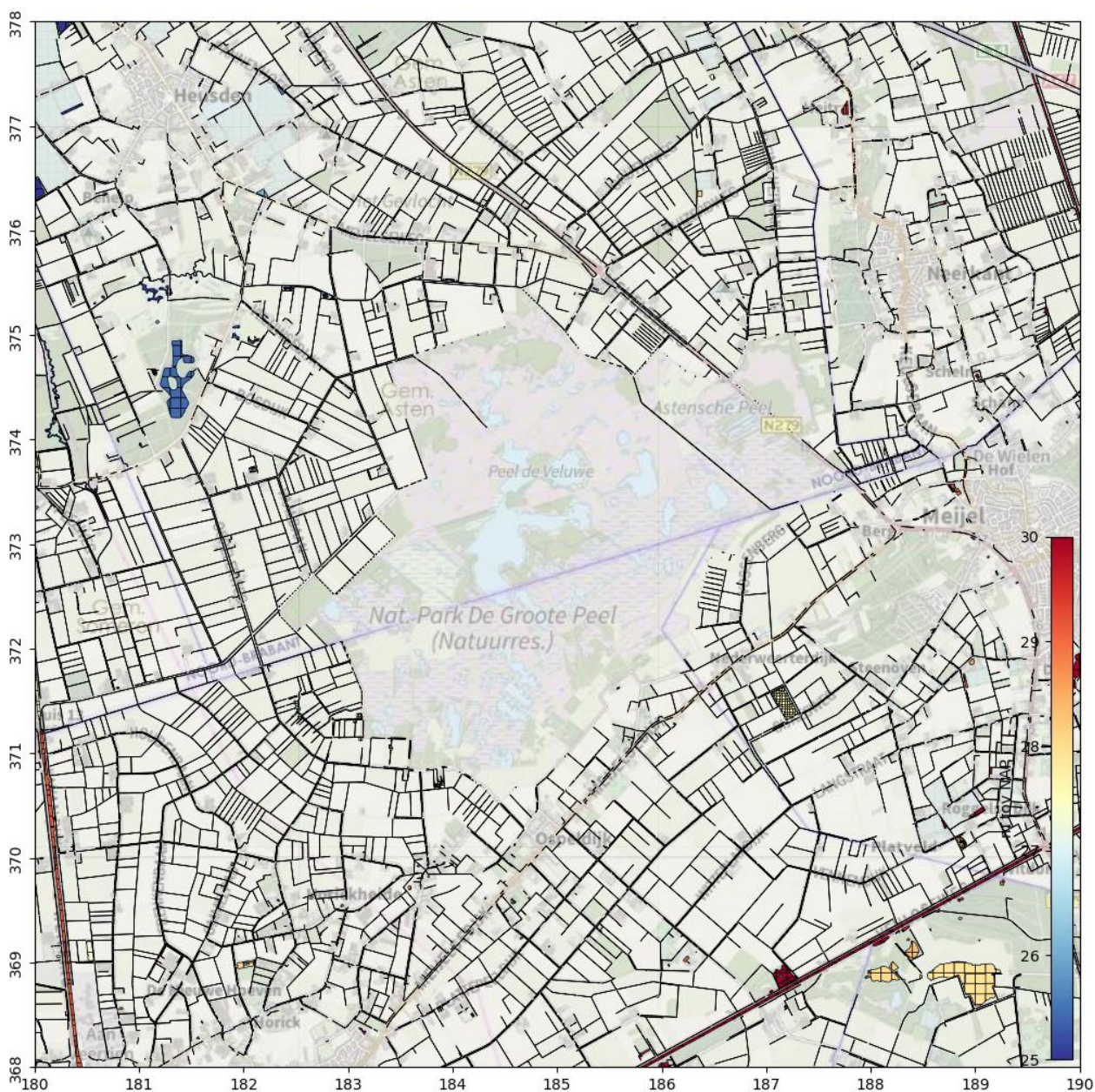
figuur 19: Het horizontale doorlaatvermogen van de verschillende lagen van het model.



figuur 20: De verticale weerstand van de verschillende lagen van het model.

Bijlage 4 Waterlopen en drainage

Binnen de Grootte Peel vindt de afwatering in het model via de compartimentering plaats. Buiten de Grootte Peel wordt water afgevoerd via waterlopen (figuur 21) en drainage (figuur 22).

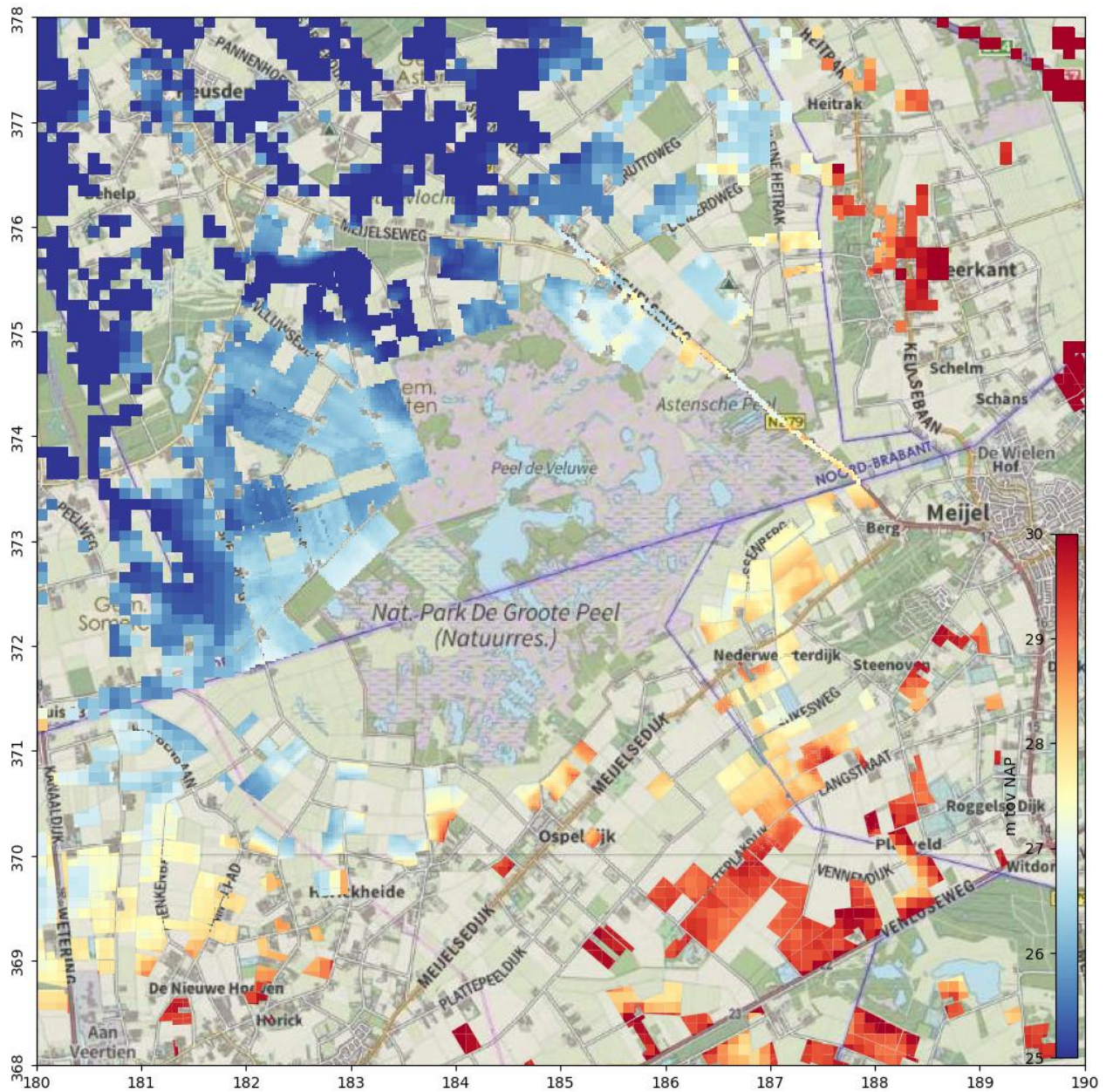


figuur 21: De in het model aanwezige waterlopen in het referentiescenario (1).

In Noord-Brabant zijn de door Waterschap Aa en Maas aangeleverde modelbestanden van gedraineerde percelen in het model overgenomen.

De gegevens voor Limburg zijn gedownload van waterschap Limburg, op 20 november 2020:

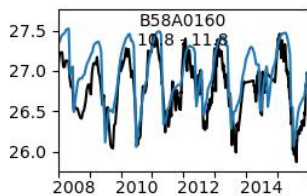
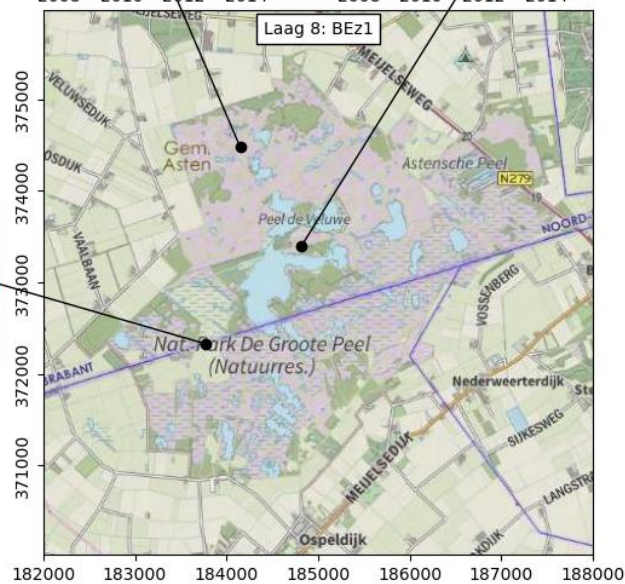
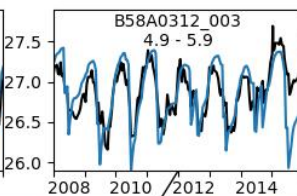
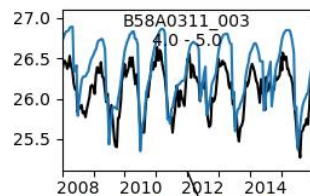
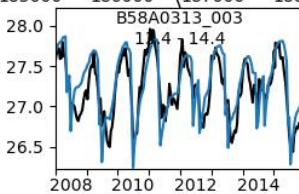
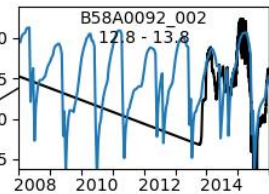
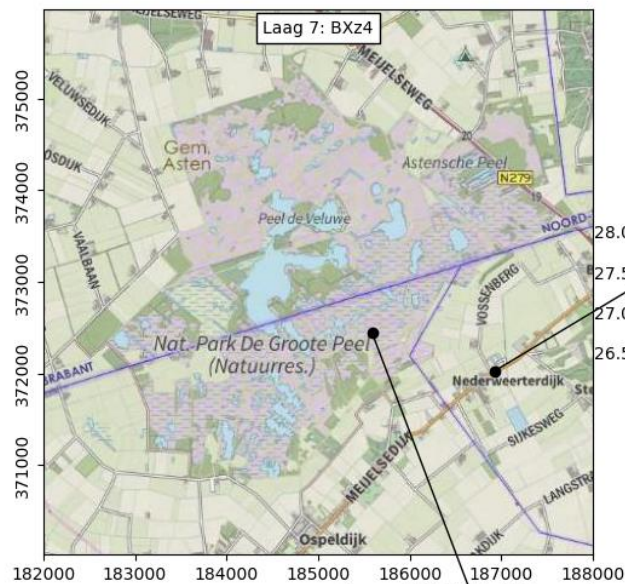
<https://maps.waterschaplimburg.nl/arcgis/rest/services/Thema/Drainagevlakken/MapServer>

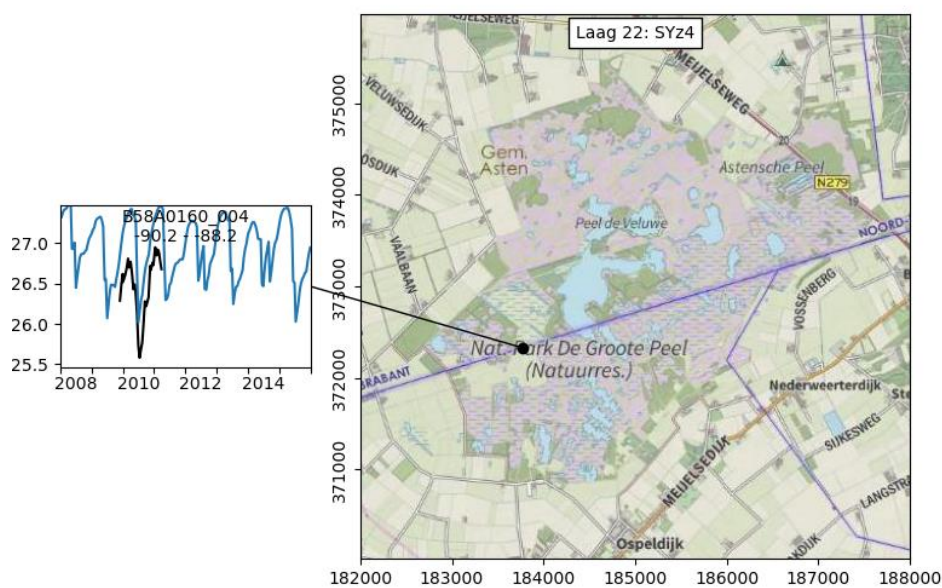
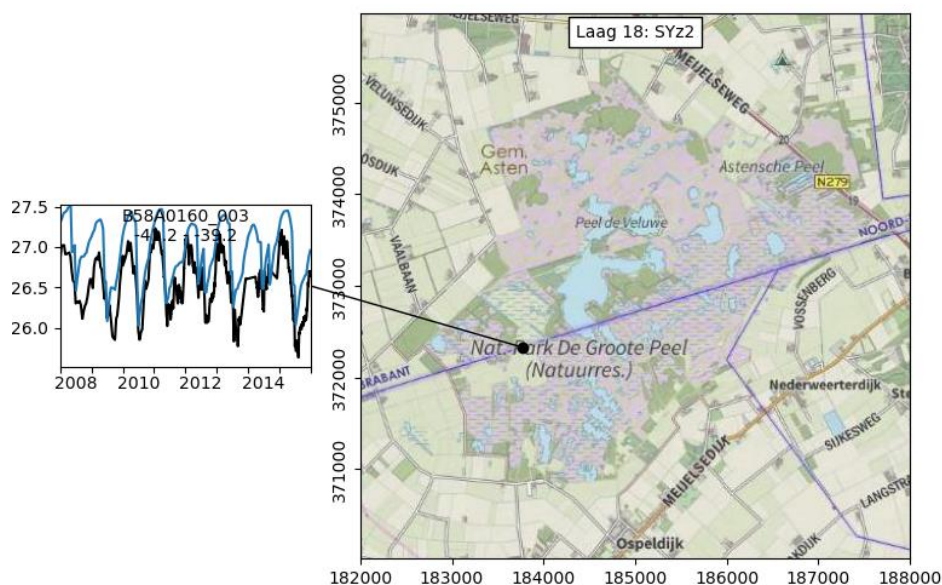


figuur 22: De in het model aanwezige drainage in het referentiescenario (1).

Bijlage 5 Vergelijking diepere stijghoogten

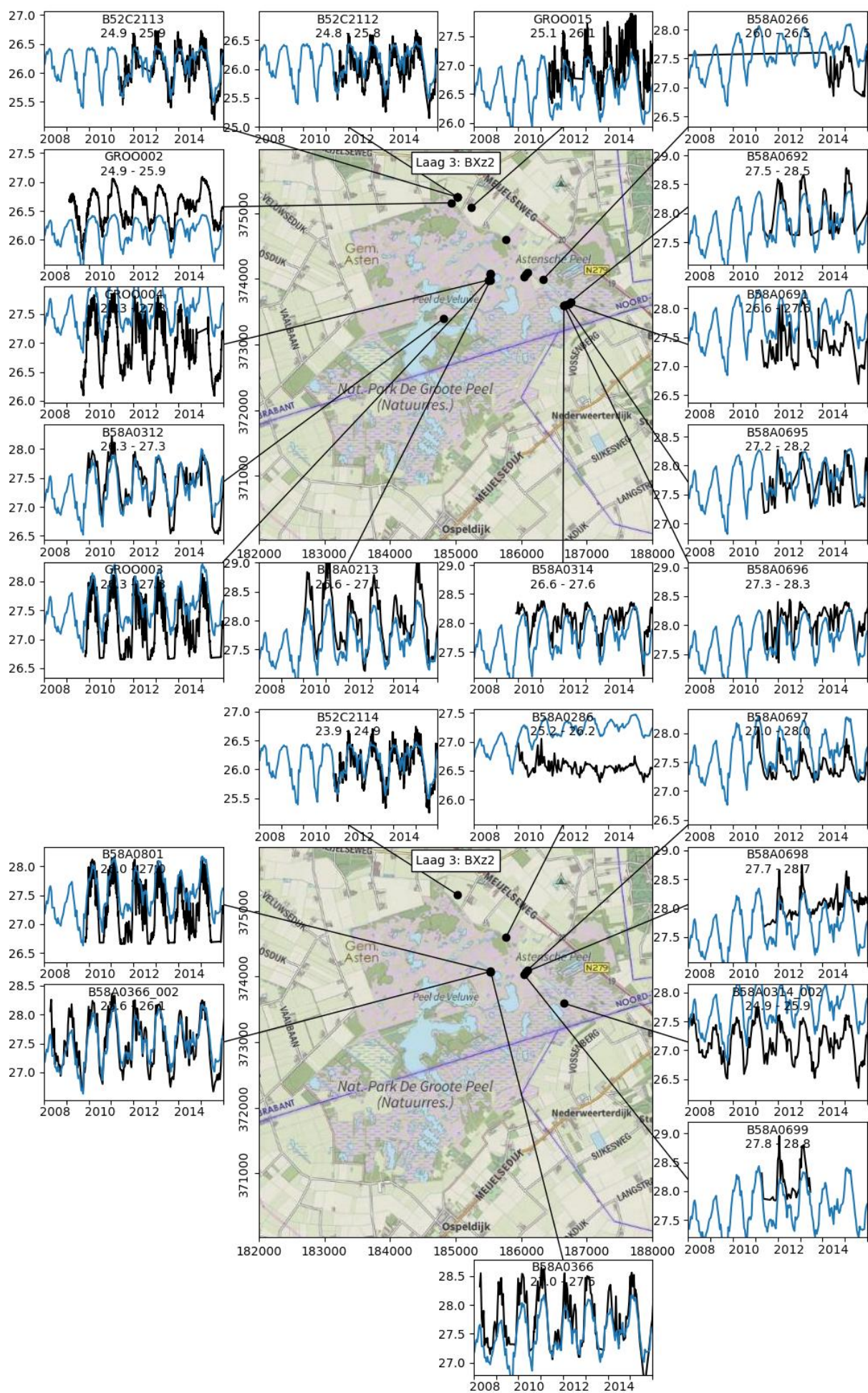
Op de volgende bladzijden wordt de gesimuleerde stijghoogte in de diepere zandlagen van het model vergeleken met metingen. In paragraaf 4.3 is deze vergelijking reeds uitgevoerd voor de eerste twee zandlagen van de formatie van Boxtel (BXz2 en BXz3).

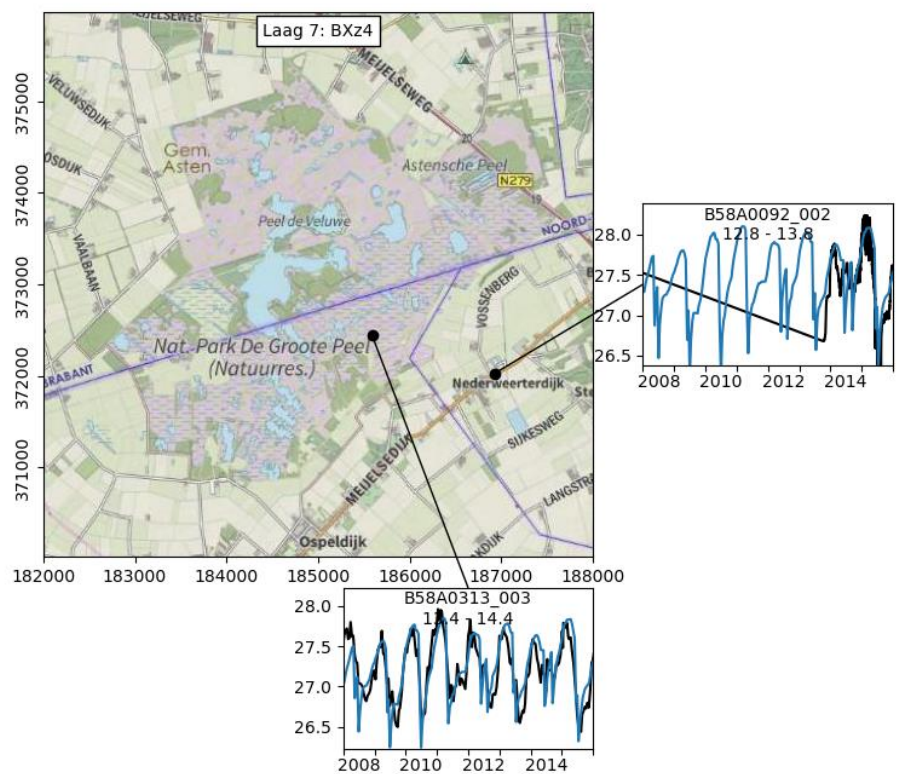
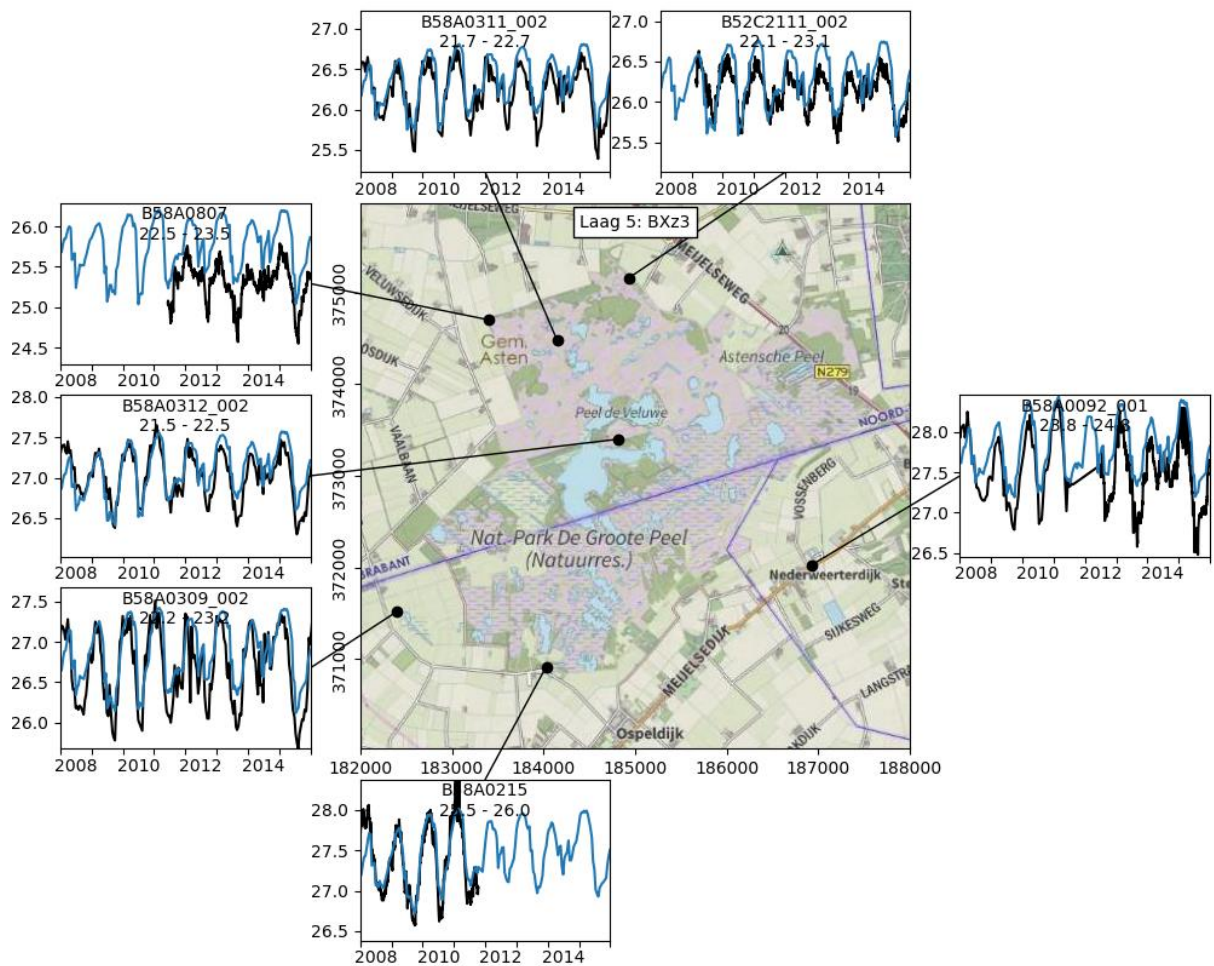




Bijlage 6 Stijghoogte–reeksen na droge jaren

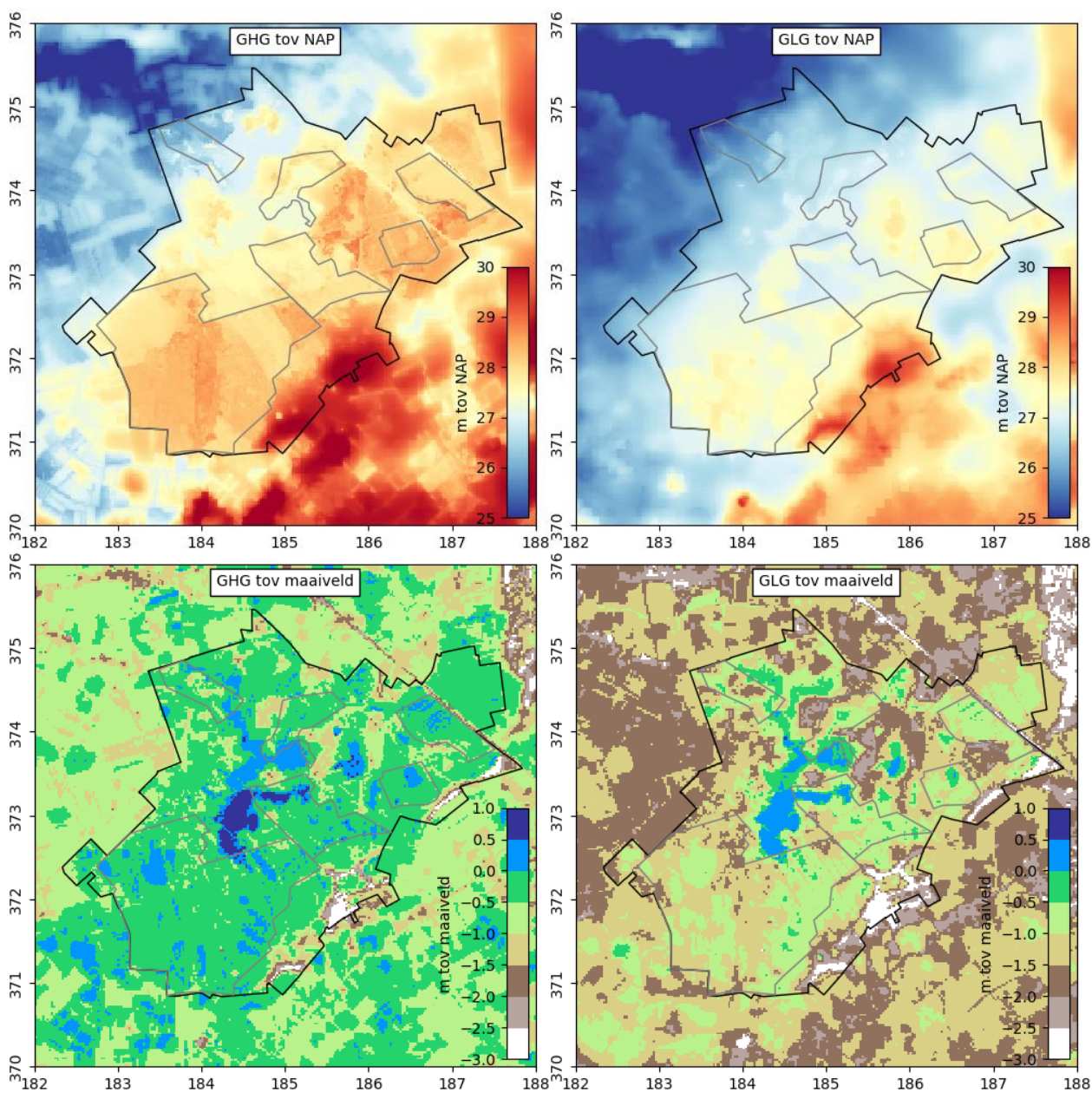
In deze bijlage zijn de berekende grondwaterstanden weergegeven in de ondiepe meetpunten in de Groote Peel, voor scenario 5: het scenario na de droge jaren en met de vernattingsmaatregelen. De lijnen met metingen zijn ter referentie ook in deze figuren weergegeven, hoewel er in werkelijkheid dus geen droge jaren waren, en de vernattingsmaatregelen ook niet actief waren. Ten opzichte van het referentie–scenario (1) is de gerekende grondwaterstand in de eerste 1 tot 3 jaar lager door de droge aanloopperiode. Daarna komt de grondwaterstand vaak hoger te liggen, door de vernattingsmaatregelen.

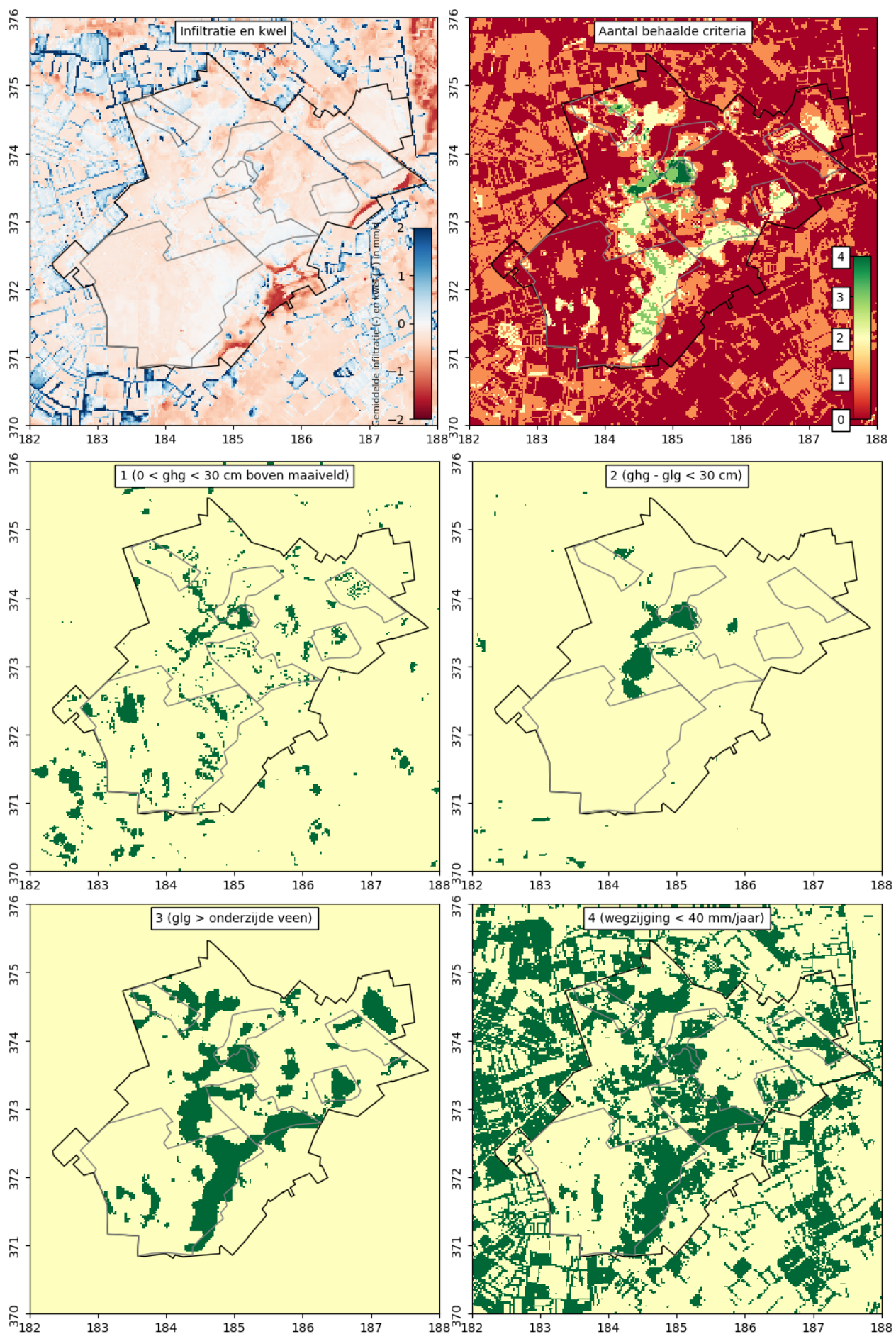




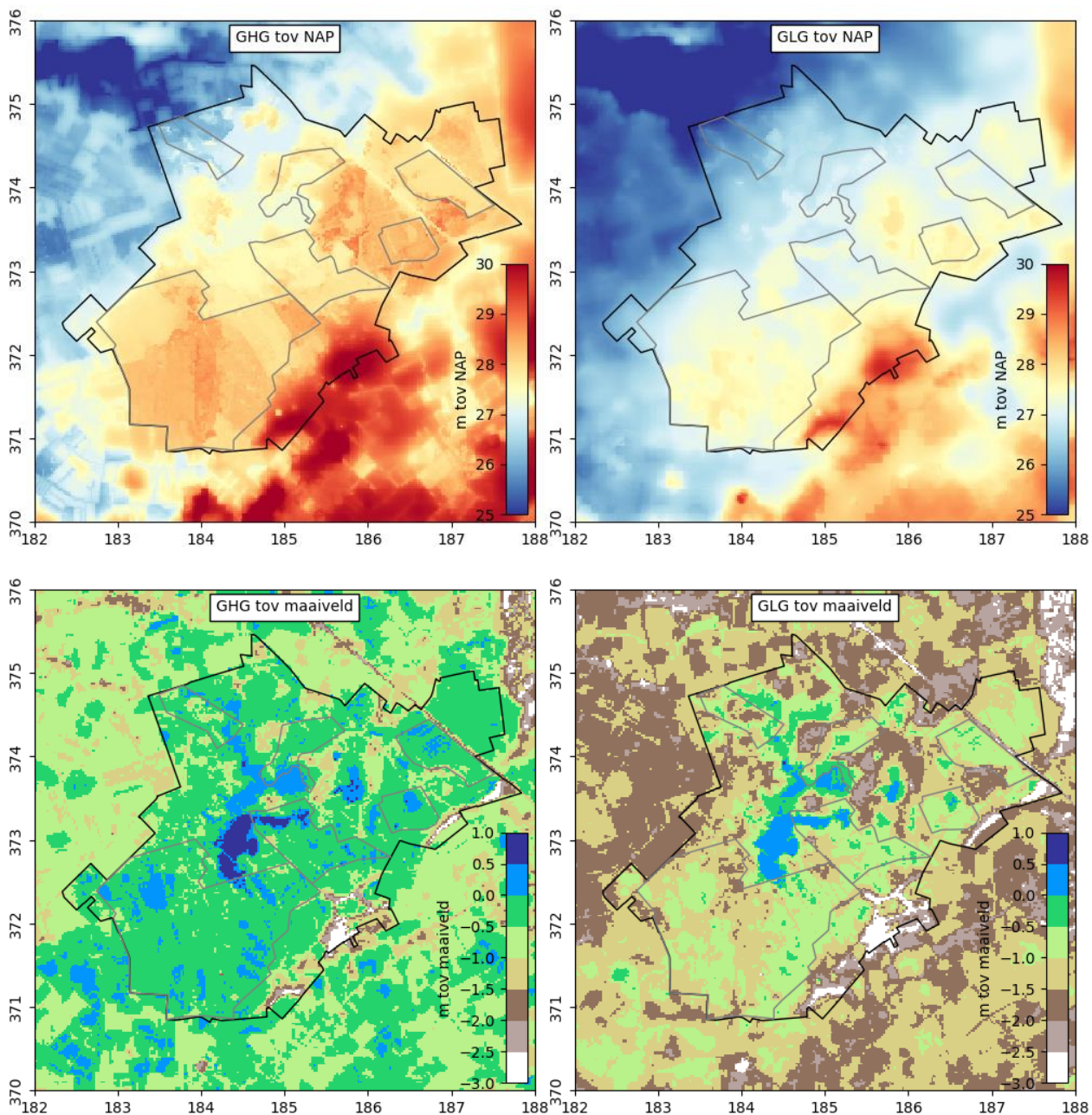
Bijlage 7 Details scenario's

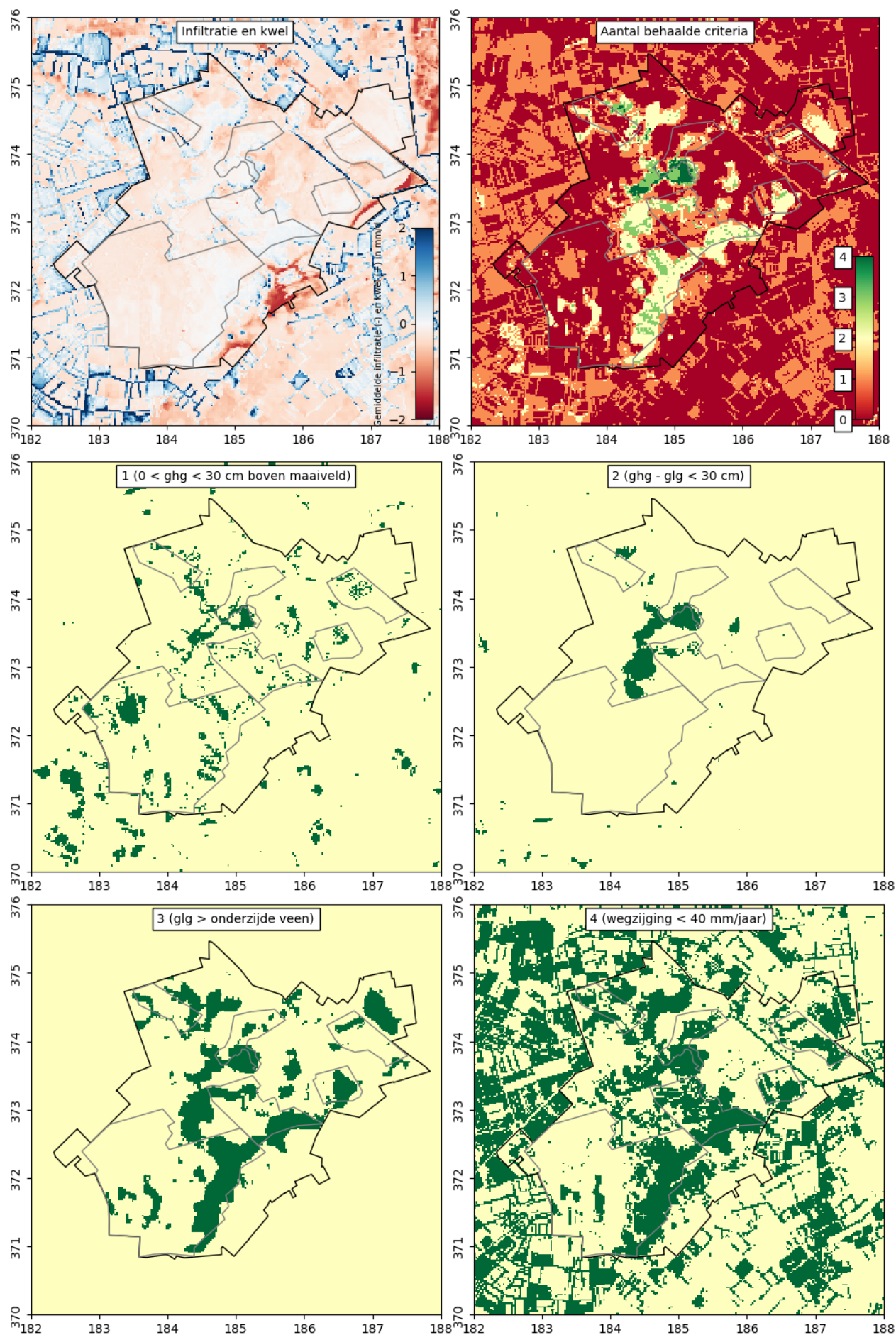
1 Referentie



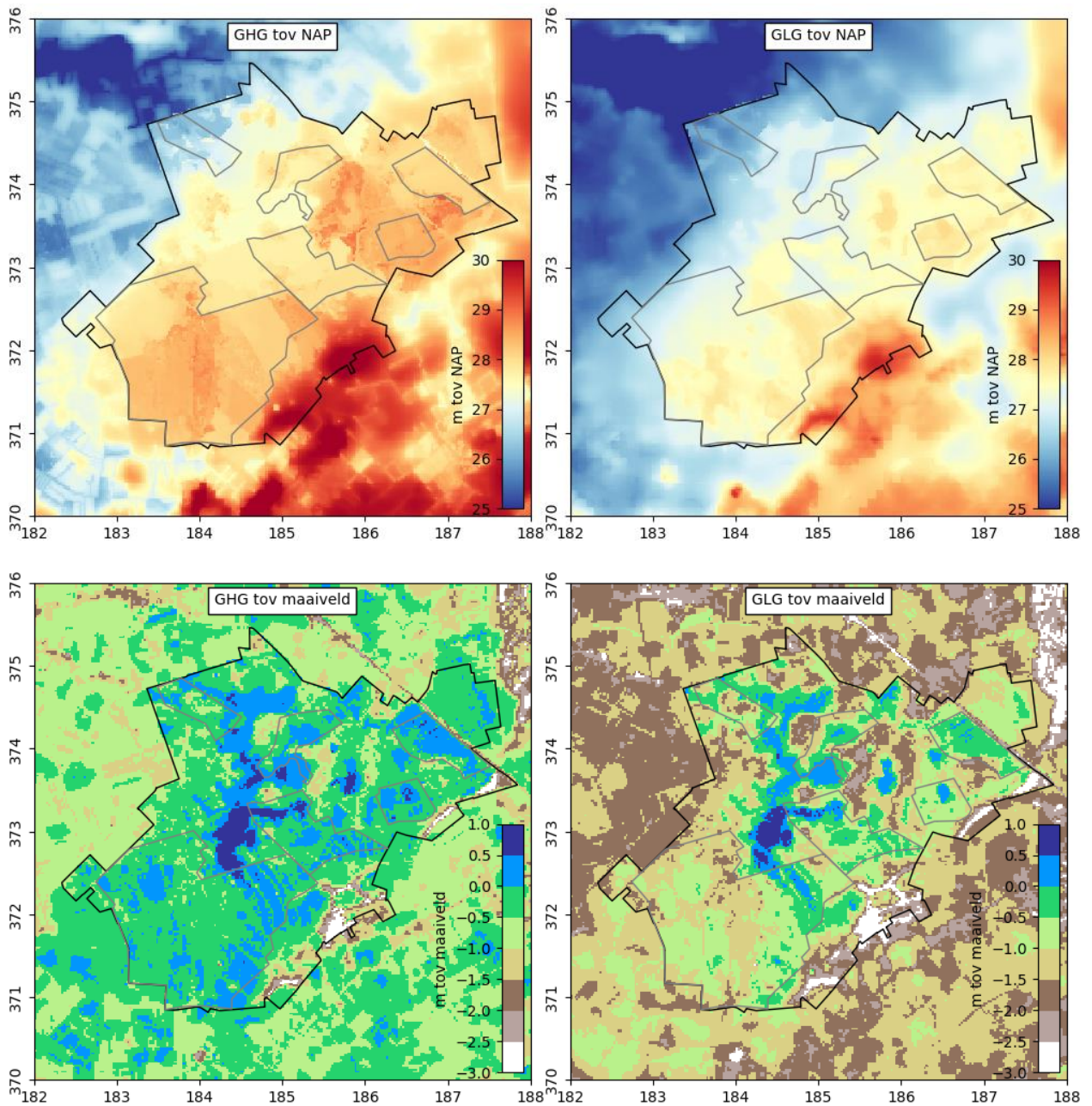


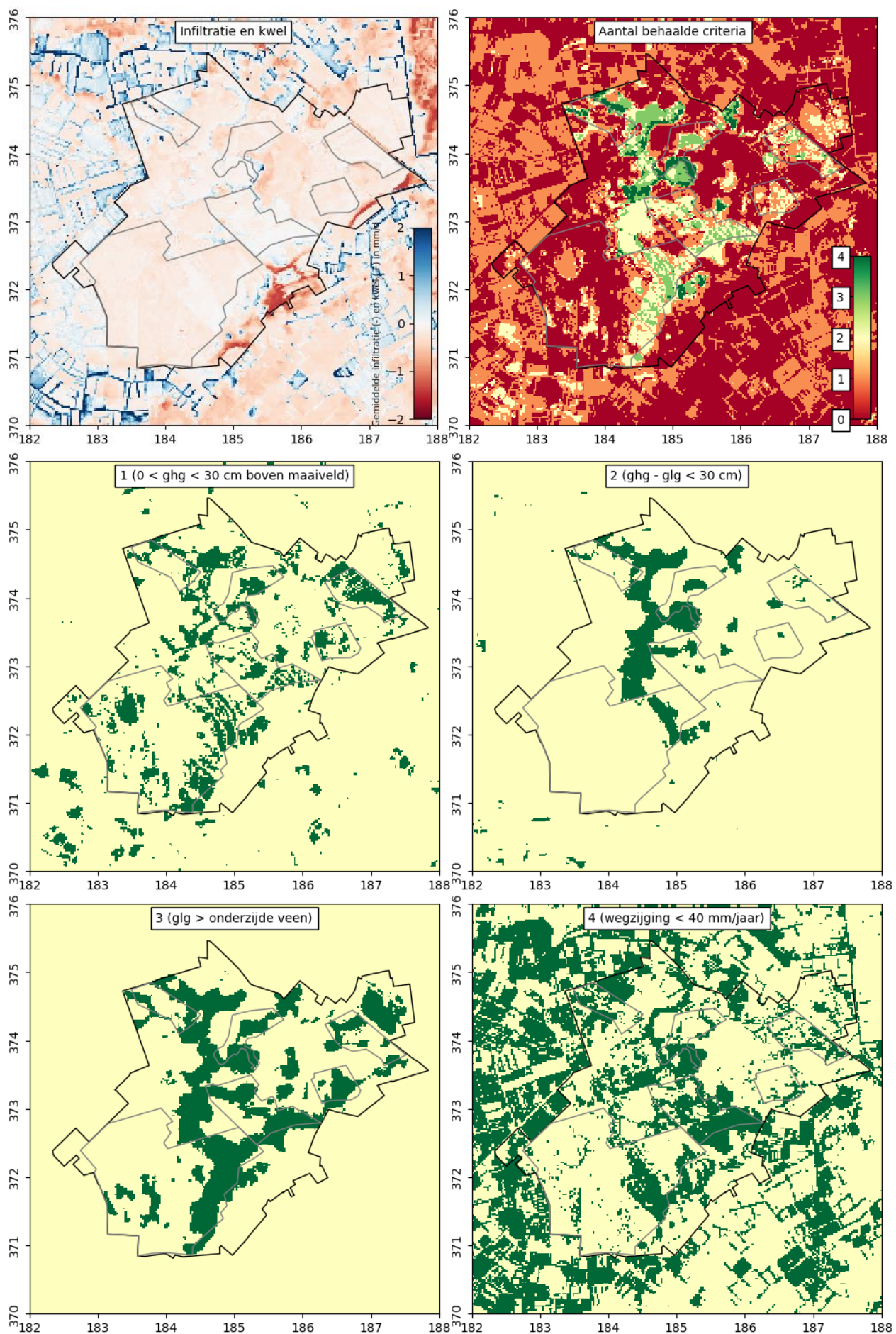
2 Referentie zonder beregening in beschermingszone



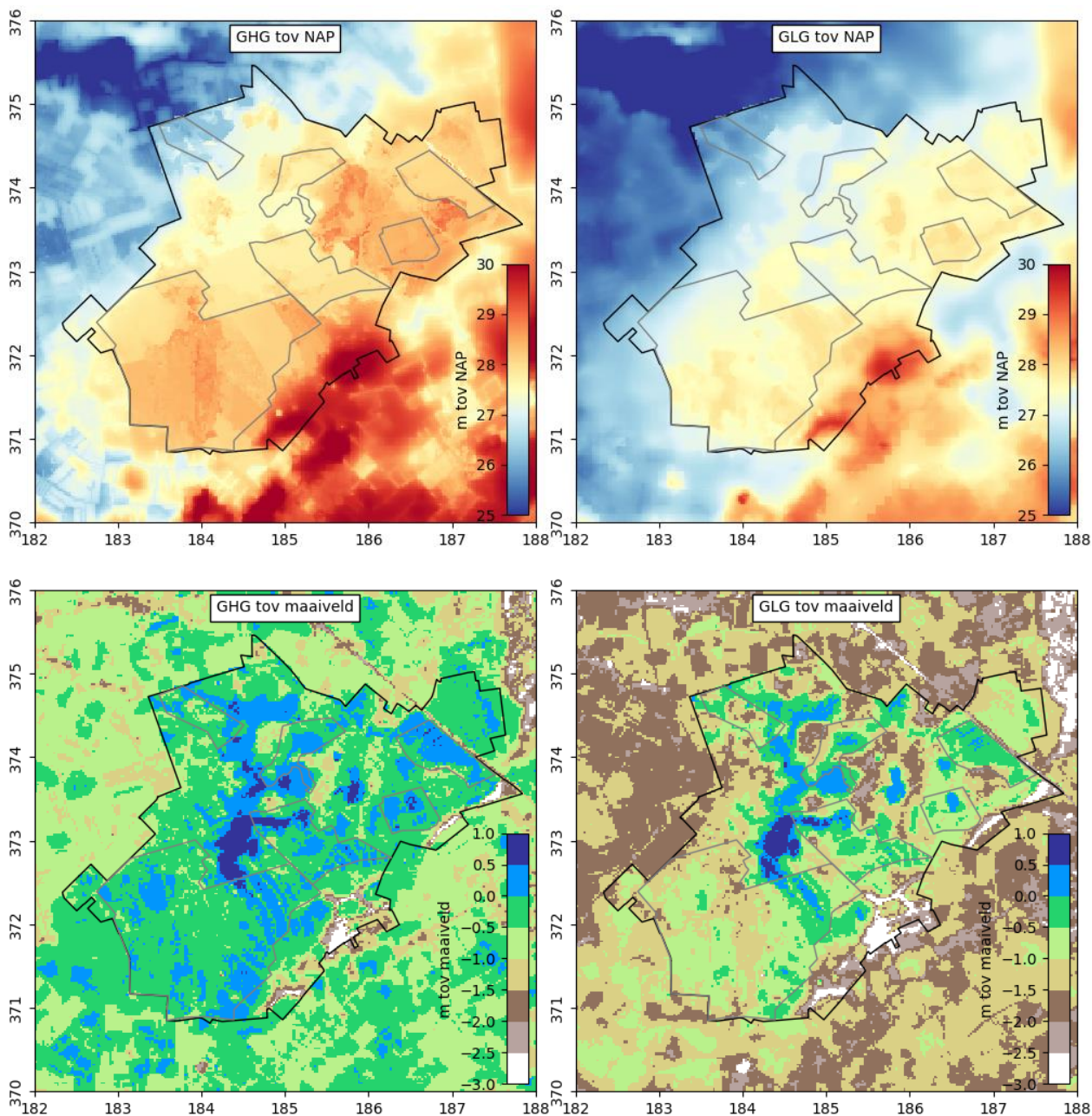


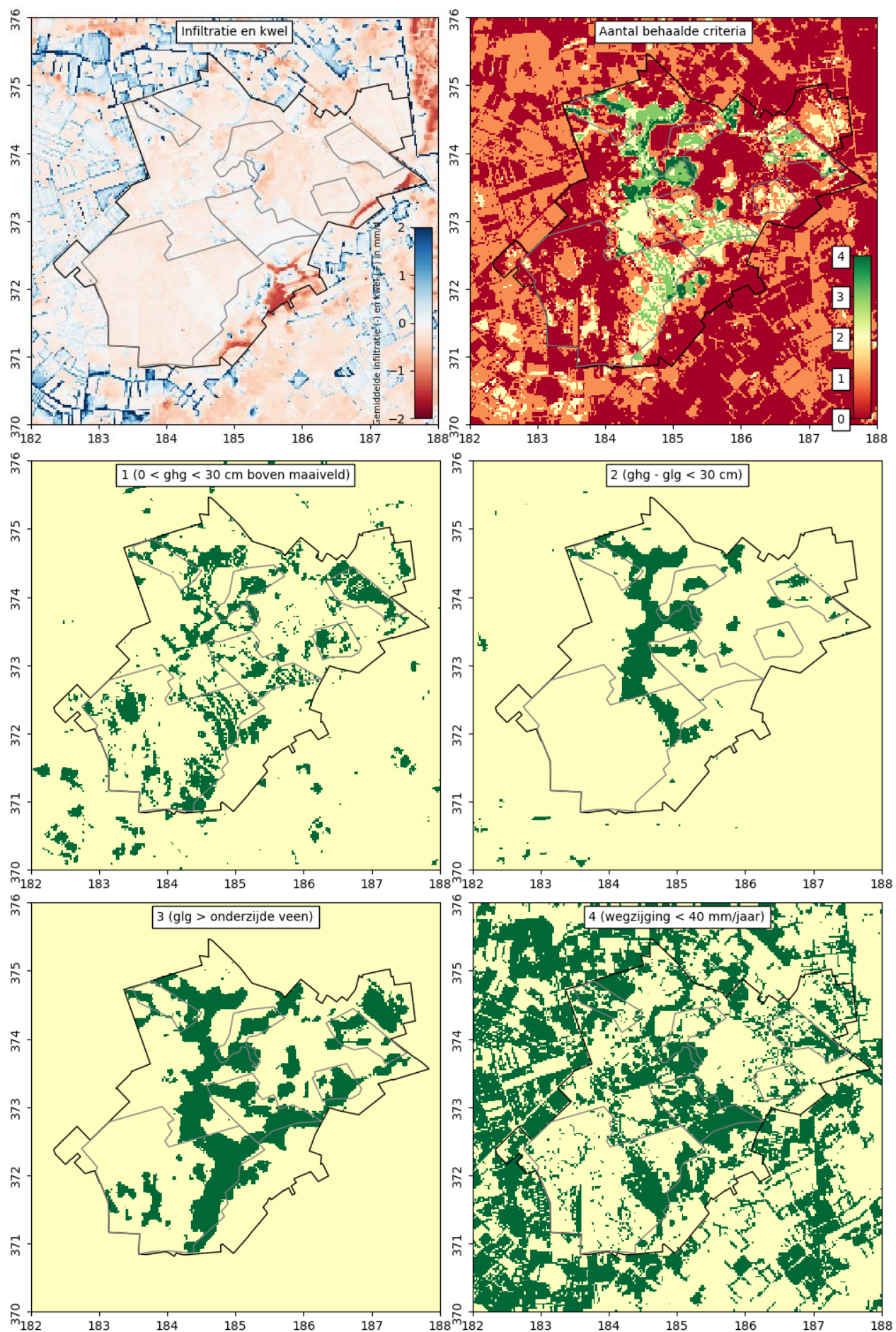
3 Met vernattingsmaatregelen



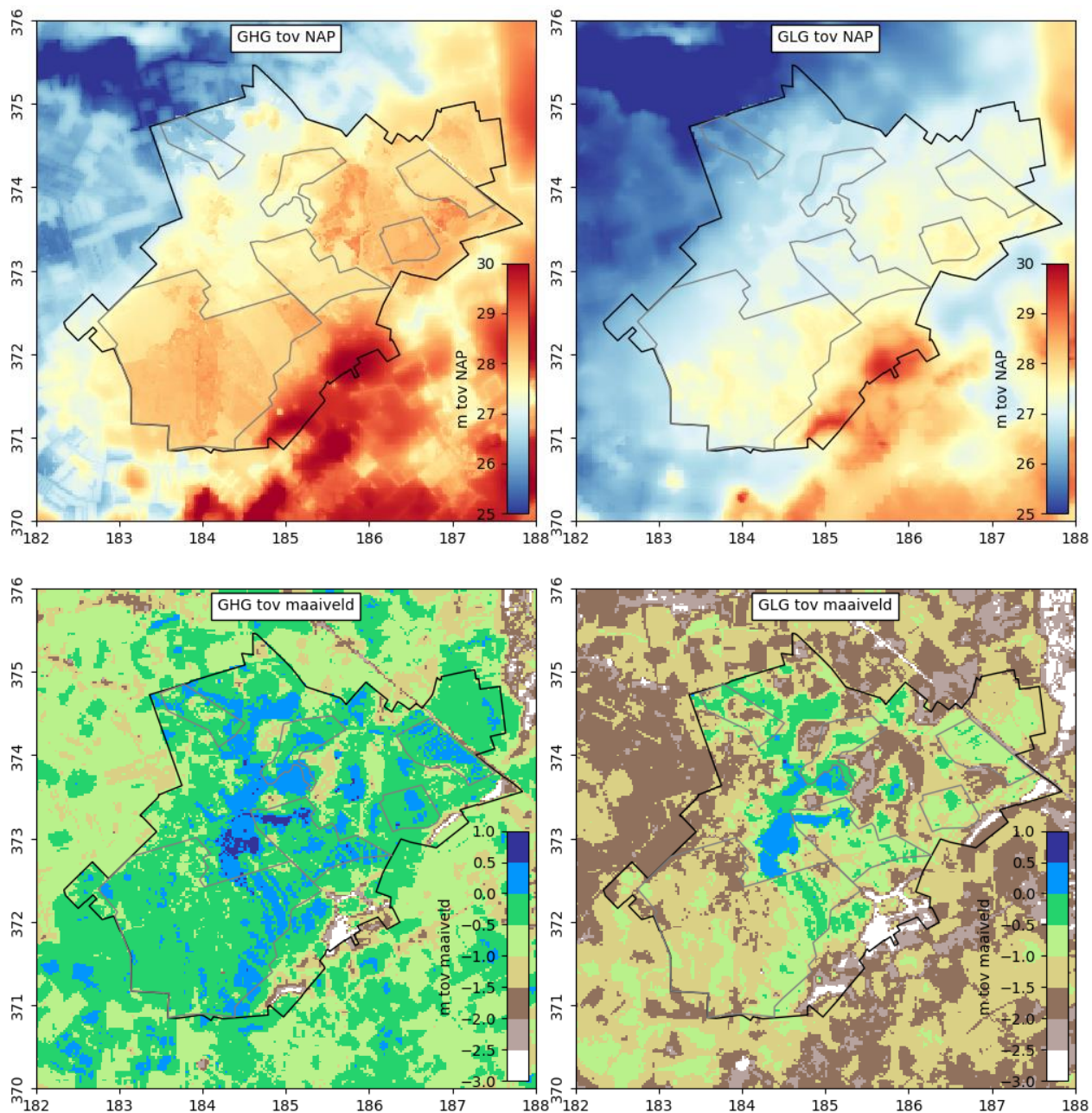


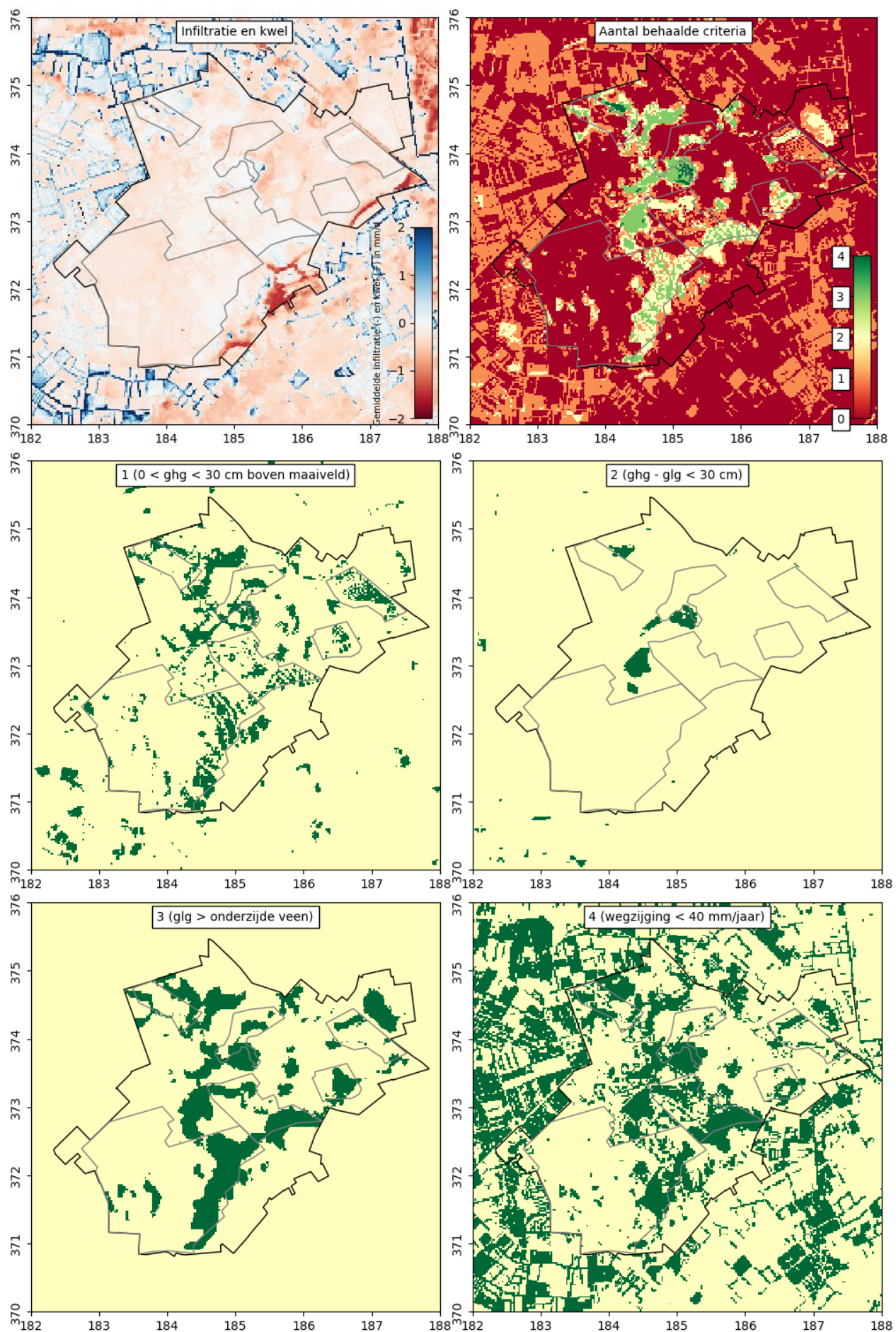
4 Met vernattingsmaatregelen, zonder berekening in beschermingszone



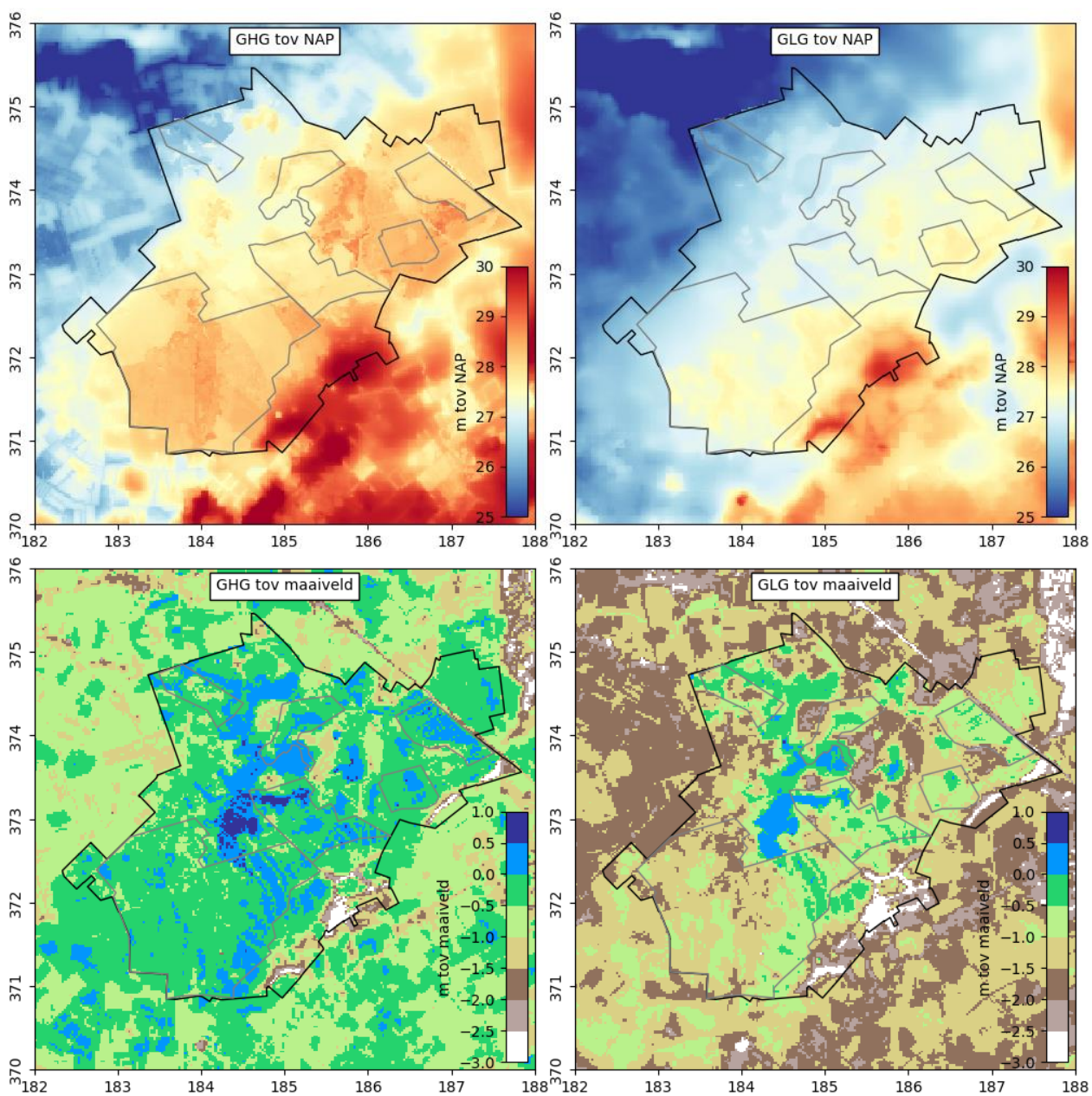


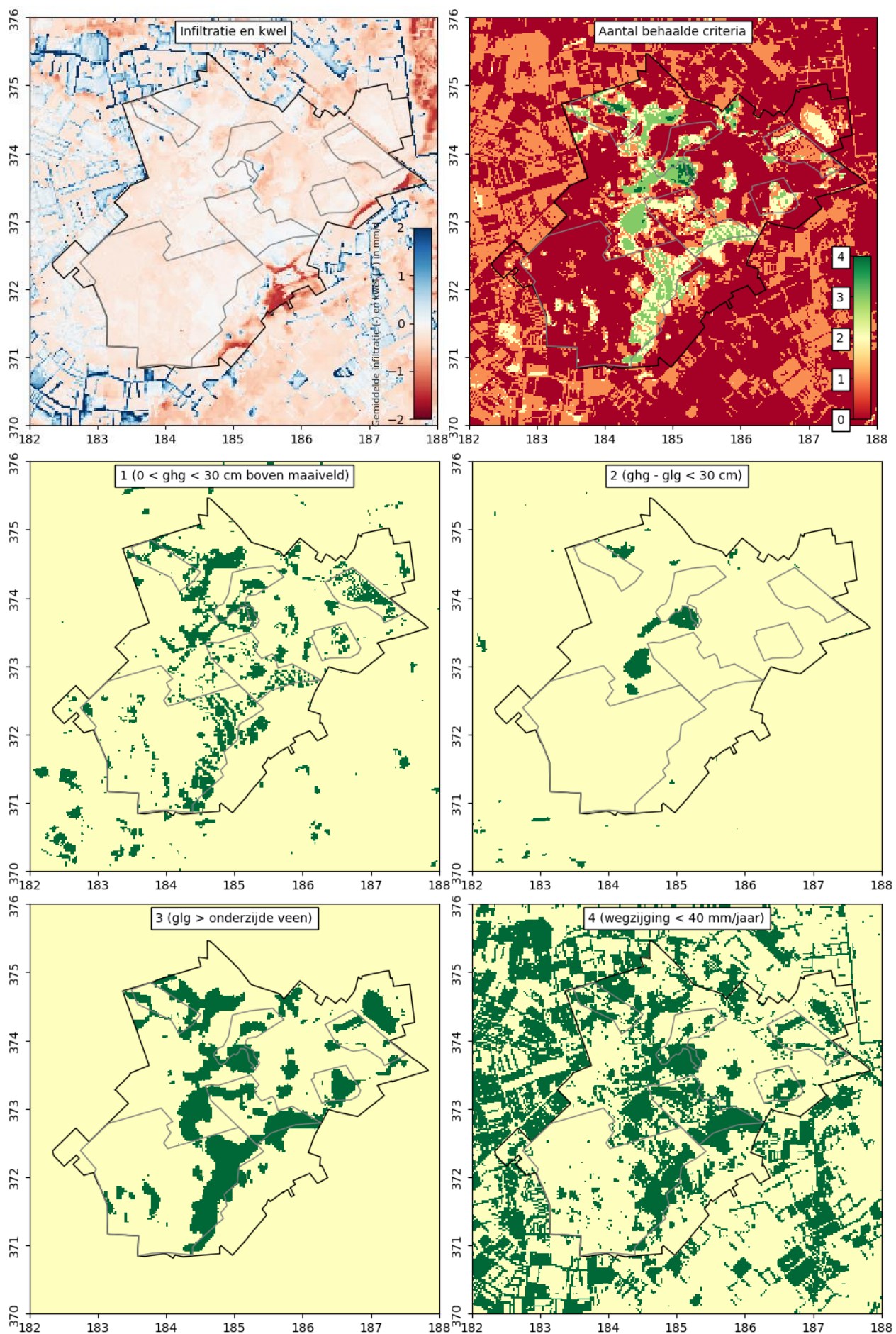
5 Na droge jaren en met vernattingsmaatregelen





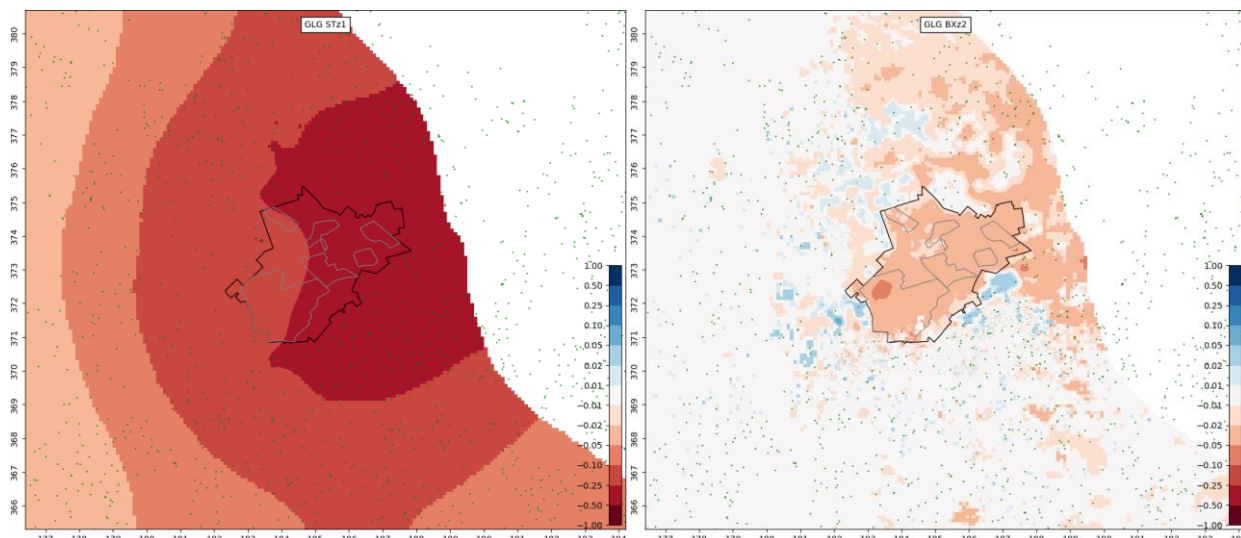
6 Na droge jaren en met vernattingsmaatregelen, zonder berekening in beschermingszone





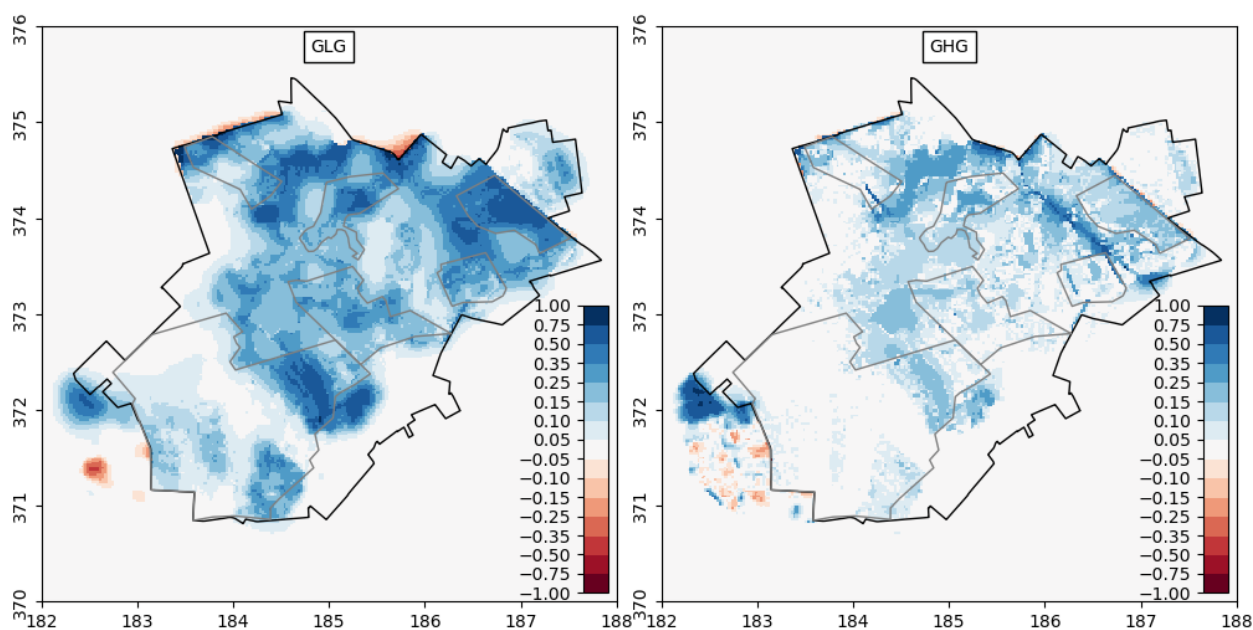
Bijlage 8 Effect berekening aan modelrand

Het modeldomein van het grondwatermodel van de Groote Peel is eindig. De afstand tot de beschermingszone rond de Groote Peel is het kleinst aan de noordelijke zijde, waar deze afstand 2 kilometer is (ruim 4 kilometer tot de Groote Peel zelf). Het grondwatermodel heeft dichte randen. Ten opzichte van randen waar de stijghoogte wordt vastgehouden heeft dit als voordeel dat de rand het effect niet dempt. Er kan echter wel enige vergroting van het effect optreden door de rand. In figuur 23 is het effect van de berekening in de beschermingszone weergegeven. Vooral aan de noord- en zuidzijde van het model is het effect in de diepere zandlagen (STz1) lokaal nog meer als 10 cm. Onder de Groote Peel is het effect kleiner, zeker in de ondiepe zandlagen (BXz2).

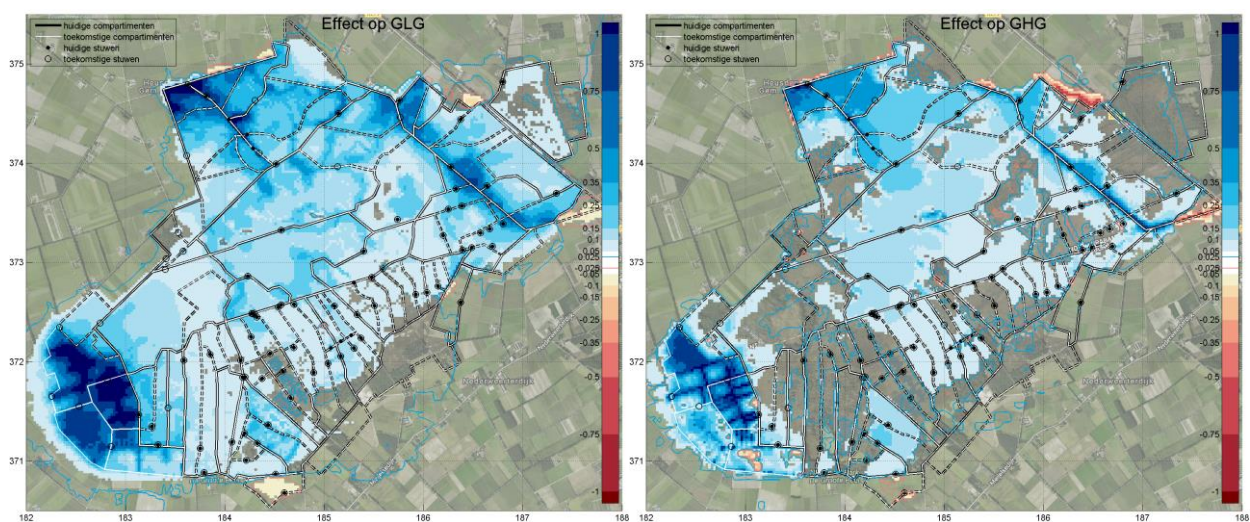


figuur 23: Het effect van berekening in de beschermingszone op de GLG, in de diepere zandlaag STz1 (links) en de ondiepe zandlaag BXz2(rechts), voor het volledige modeldomein.

Bijlage 9 Effect vernattingsmaatregelen



figuur 24: Het effect van de vernattingsmaatregelen op de GLG (links) en de GHG (rechts) volgens de huidige modelberekeningen.



figuur 25: Het effect van de vernattingsmaatregelen op de GLG (links) en de GHG (rechts) volgens de berekeningen in 2016.

Bijlage 10 Begeleidingsgroep

Provincie Noord-Brabant: Gerrit Schouten, Tom Paternotte

Provincie Limburg: Peter Bakker

Waterschap Aa en Maas: Chris van Rens

Waterschap Limburg: Jurriaan Cok

Bijlage 1 1 Analyse meteorologie recente jaren¹

Om de effecten van berekening goed te kunnen beschouwen worden berekeningen gemaakt van een meteorologische periode met een gemiddelde neerslag en met een extreem droogjaar (jaren). De neerslag varieert per jaar, zie afbeelding 1. In de Afbeelding is ook een dalende trend zichtbaar van de neerslag. Deze dalende trend is ook berekend voor de periode 1999–2014. De invloed van droger wordend klimaat wordt vooral zichtbaar bij de berekening met extreem droge jaren 2018–2019.

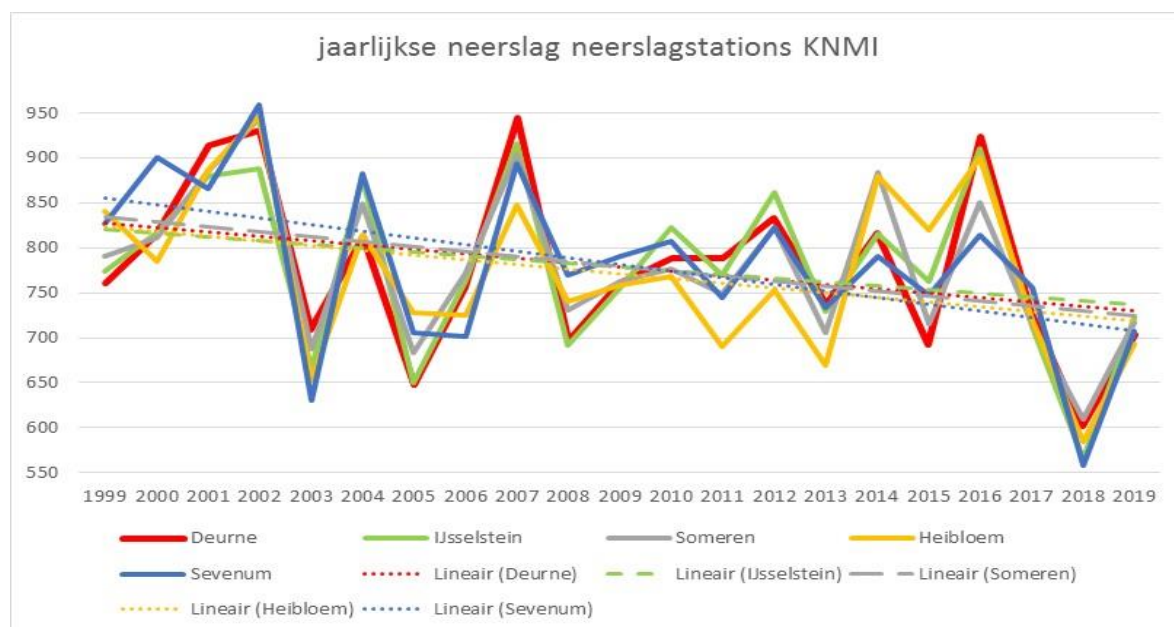
Wat een gemiddelde periode is en met recente jaren, is bepaald op basis van de regencijfers van vijf neerslagstations KNMI: Deurne, Someren, IJsselstein, Heibloem en Sevenum. Als een gemiddelde over een periode van 21 jaar voor deze vijf neerslagstations is 778 mm/jaar. De jaren 2018–2019 zijn droog tot extreem droog. Het jaar 2016 was de neerslag vooral in de zomermaanden extreem veel. Ook 1998 was zeer nat. Deze jaren komen niet in aanmerking voor de gemiddelde periode. De meest gemiddelde jaren zijn 2009–2010, deze worden wel gebruikt. Voorkeur heeft om de meteoperiode niet te beginnen met een relatief nat of droog meteojaar, zoals 2004 en 2007.

Om de rekentijd van een berekening van een scenario niet te lang te maken is gekozen voor een meteoperiode van 8 jaar. Om de invloed van een keuze van meteojaren uit te sluiten worden de hydrologische effecten van alle scenario's voor dezelfde meteorologische periode berekend.

Meteojaren worden gebruikt voor:

- Aanlooperperiode v/e model 2009–2010, of alleen 2010 (in alle scenario's dezelfde periode)
- Gemiddelde periode en (referentie) rekenperiode effecten: aanlooperperiode, 2008–2015
- Scenario's met extreem droog jaren: aanlooperperiode, twee droge jaren 2018+2019, 2008–2015

De vergelijking van effecten tussen alle scenario's m.b.v. de hoogveencriteria vindt plaats voor de meteoperiode 2008–2015. Dit is voldoende lang voor GLG en GHG.

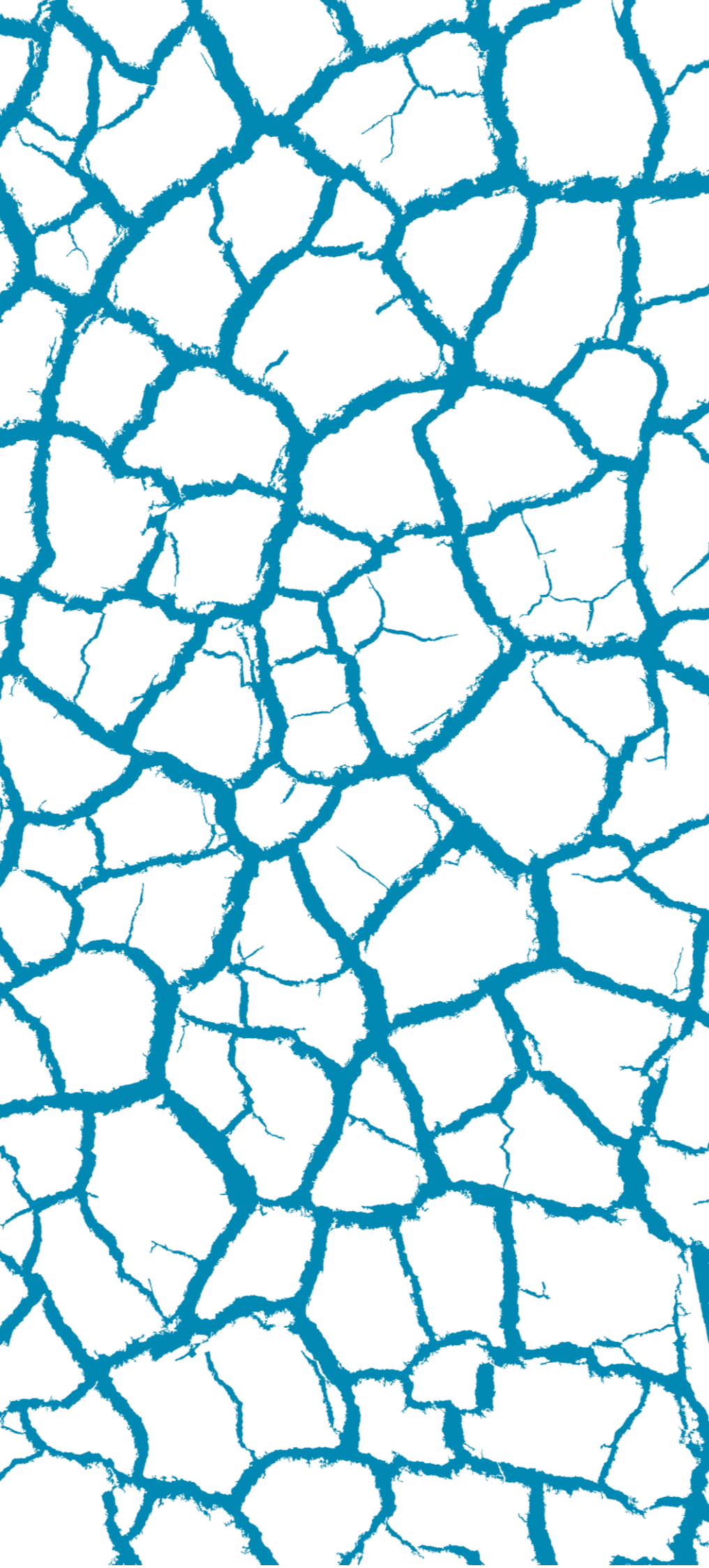


figuur 26: Gemiddelde jaarlijkse neerslag in periode van 1999 tot en met 2019.

¹ Deze bijlage is opgesteld door de opdrachtgevers

tabel 1: Gemiddelde jaarlijkse neerslag in 1999-2019 en gedurende perioden van 10 en 8 jaar.

gemiddeld	Deurne	IJsselstein	Somereren	Heibloem	Sevenum
	779	779	779	771	781
gemiddelde periode 2004-2013	777	784	775	749	785
gemiddelde periode 2005-2014	777	778	779	756	776
gemiddelde periode 2006-2015	781	789	782	765	780
gemiddelde periode 2008-2015	782	776	768	760	776



Korte Weistraat 12
2871 BP Schoonhoven
Tel: (0182) 387138
www.artesia-water.nl