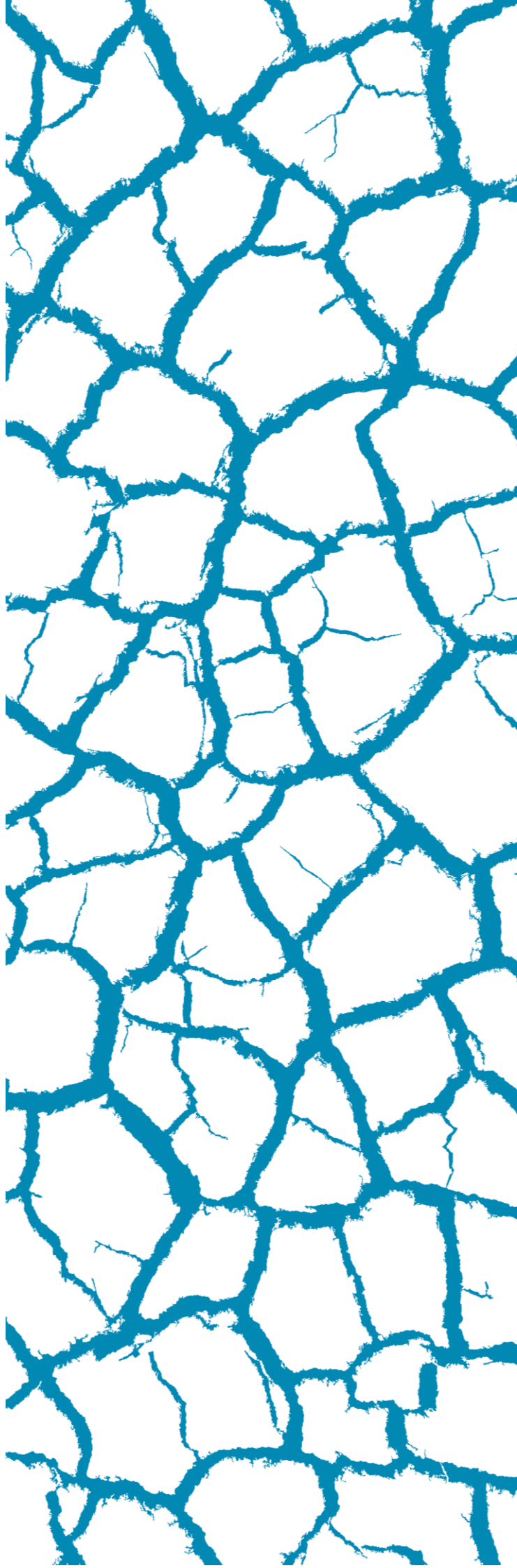




Hoogelaarsleiding

voorstudie grondwatermeetnet





Hoogelaarsleiding

voorstudie grondwatermeetnet

© 2016 Artesia B.V.

Opdrachtgever: prov. Overijssel
Projectnummer: 15046098
Datum: 27 juli 2016
Auteur(s): Wouter Beekman
Ruben Caljé

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.

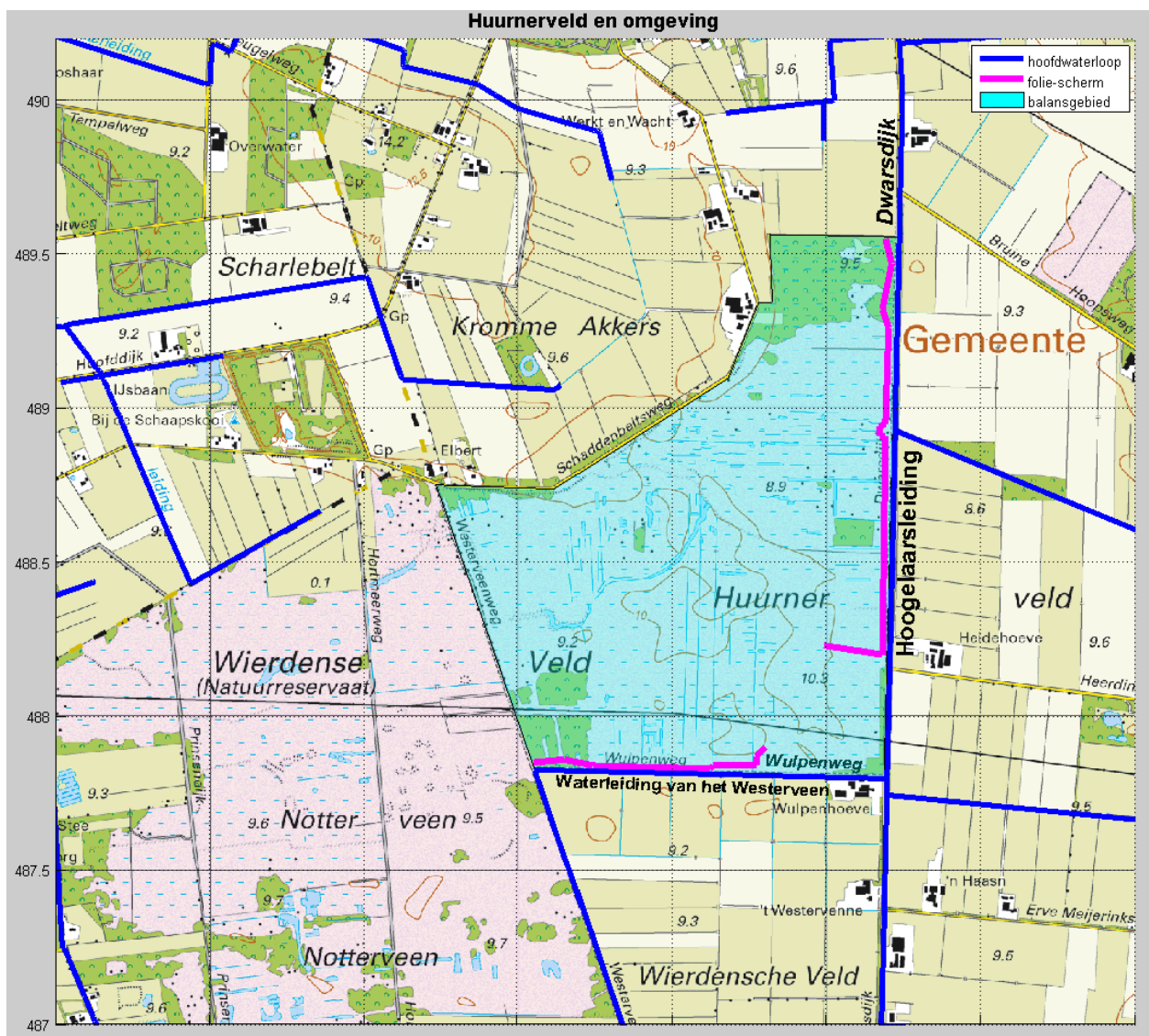
Inhoud

1	Inleiding	7
1.1	Het Wierdense veld	7
1.2	Afbakening	8
1.3	Collectief geheugen	8
1.4	Samenhangend onderzoek	9
2	Model	11
2.1	Schema.....	11
2.2	Uitkomsten berekening	14
2.3	Vergelijking met metingen	17
2.3.1	Grondwaterstand / stijghoogte	17
2.3.2	Debiet.....	18
3	Scenario's	21
3.1.1	Scenario 1: Peilverhoging Hoogelaarsleiding	22
3.1.2	Scenario 2: Peilverhoging Schaddenbeltsleiding	24
3.1.3	Scenario 3: Peilverhoging landbouwgebied zuid	27
3.1.4	Scenario 4: Gevoeligheid keileem-laag.....	29
4	Conclusies voor het meetnet	33
	Literatuur	37
	Bijlage 1 Vergelijking model en metingen	39

1 Inleiding

1.1 Het Wierdense veld

Het Wierdense veld bestaat uit twee deelgebieden: het Huurnerveld en het Notterveen. Het Huurnerveld beslaat de oostelijke kant van het natuurreservaat Wierdense Veld, gelokaliseerd ten noorden van de as Nijverdal-Wierden. Het gebied is hoogveengebied met een Natura2000 status. Het oorspronkelijke hoogveengebied is door vergraving, drooglegging en ontginning gedegenereerd en verkleind tot de huidige omvang. In het Huurnerveld concentreren zich momenteel kwalitatief goede hoogveenplantengemeenschappen met uitbreidingsperspectieven. Inrichting en beheer van het natuurgebied zijn gericht op de herstel van het hoogveen. Een belangrijke ingreep is de barrière tegen afstroming die eind 2011 is opgeworpen, in de vorm van een begraven foliescherm aan de zuid- en oostzijde van het Huurnerveld, langs respectievelijk de Wulpenweg en de Dwarsdijk. Dit scherm lijkt vruchten af te werpen, maar de grondwatercomponent in de verdroging vormt mogelijk nog een belemmering voor een robuust herstel.



1.2 Afbakening

Om de condities in het Huurnerveld voor hoogveenontwikkeling gericht te verbeteren is inzicht nodig in de uitwisseling tussen het grondwater in het Huurnerveld en de omgeving. De zuid-noord georiënteerde Hoogelaarsleiding, aan de oostkant van het Huurnerveld, belemmert de toevoer van grondwater vanaf de Wierdense stuwwal en heeft ook een drainerende werking op het Huurnerveld. Naast de invloed van de Hoogelaarsleiding op het Huurnerveld is men ook geïnteresseerd in de drainerende werking van de Schaddenbeltsleiding aan de noordzijde van het Wierdense Veld en het landbouwgebied ten zuiden van het Huurnerveld.

Om de invloed van deze drainerende randen op het grondwaterregime in het Huurnerveld beter te kunnen bepalen zullen extra meetpunten worden ingericht. Om tot een effectieve inrichting te komen, is het wenselijk de wisselwerking tussen het regionale geohydrologische systeem en het lokale watersysteem in het Huurnerveld te bepalen. Hiertoe zal gebruik worden gemaakt van een conceptueel model, waarin de relevant geachte eigenschappen zijn opgenomen. Met dit model zullen de volgende vragen worden afgetast:

1. Wat is de invloed van de Hoogelaarsleiding op de stijghoogte in de zandondergrond en de freatische grondwaterstand in het Huurnerveld? Hoe verhoudt deze invloed zich tot de invloed van de diepe stijghoogte onder de keileem?
2. Wat is de invloed van de Schaddenbeltsleiding op het grondwater in het Wierdense Veld, en hoe verhoudt deze invloed zich tot de invloed van de Hoogelaarsleiding op het Huurnerveld?
3. Hoe beïnvloedt de verspreiding van de keileem de doorwerking van externe maatregelen in het Wierdense Veld. Als deze invloed significant is, hoe kan deze kartering worden verbeterd?
4. Hoe kan de monitoring van de grondwaterstand/stijghoogte worden verbeterd? Waar moeten nieuwe peilbuizen worden ingericht? Welke vragen kunnen worden beantwoord met welke peilbuizen?
5. Wat is de invloed van de ontwatering ten zuiden van het Huurnerveld op het grondwater in het Wierdense veld?

1.3 Collectief geheugen

Er zijn in de loop der jaren een aanzienlijk aantal studies verschenen, die diverse aspecten van de specifieke hydrologische condities rond het Huurnerveld belichten. Enkele studies daaruit markeren het huidige inzicht in het functioneren van – en de belemmeringen voor het Huurnerveld.

(Aggenbach, et al., 1991) hebben de eco-hydrologische condities van het Huurnerveld in beeld gebracht, en gerelateerd aan de verbreiding van de veenresten. Dit heeft ondermeer een gedetailleerde veenkaart opgeleverd, die nog steeds als actueel wordt beschouwd.

(Hoogendoorn, et al., 1994) hebben regionaal hydrologisch modelonderzoek uitgevoerd, waarin met name gekeken is naar de invloed van de grondwaterwinning op de grondwaterstijghoogte onder het Wierdense veld. Zij concluderen daarin dat de invloed van de grondwaterwinning van vergelijkbare orde is als de invloed van de drainage in de omliggende landbouwpercelen.

(Tomassen, et al., 2005) hebben veldonderzoek uitgevoerd, waarin gekeken is naar de werking van het hydrologische top-systeem. Daarin zijn onder meer veenweerstand bepaald op basis van puntmetingen in het veld.

(Tomassen, et al., 2014) beschrijft vernattingsexperimenten op verdroogde hoogveenplaggen uit het Wierdense Veld. Uit deze experimenten bleek dat veenvorming in relatief korte tijd weer op gang kan komen, indien de hydrologie geoptimaliseerd wordt. Het is hierbij van belang dat acroterm-vormende sleutelsoorten aanwezig zijn en tot dominantie kunnen komen. Als sleutelsoorten gelden Wrattig veenmos (*Sphagnum papillosum*), Hoogveen-veenmos (*Sphagnum magellanicum*) en Rood veenmos (*Sphagnum rubellum*). Hieruit blijkt dat hoogveengroei mogelijk is, mits de hydrologische condities optimaal zijn.

(Jansen, et al., 2013) geven een samenvatting van de knelpunten en voorwaarden van het beoogde gebiedsherstel. In deze rapportage wordt geconcludeerd dat de lokale hydrologie cruciaal is voor de stabilisatie van de conditie van het resterende hoogveen, maar dat ingrepen in een groter gebied noodzakelijk zijn voor een duurzaam herstel. Zij stellen dat de Hoogelaarsleiding een belangrijke belemmering vormt voor het herstel van een goede hydrologische conditie.

Op basis van deze compilatie is duidelijk dat de lokale hydrologische conditie voor een belangrijk deel wordt bepaald door de eigenschappen van het top-systeem. Veenrestanten op een sterk ondoorlatende gliede-laag kunnen voldoende voorwaarden bieden voor veengroei. Dergelijke condities komen in het Huurnerveld op beperkte schaal voor. De gliede-laag is echter niet overal goed ontwikkeld, waardoor het topsysteem niet overal geïsoleerd kan worden gezien van de regionale hydrologie. Er zijn wel reeds een aantal maatregelen genomen om de invloed van het regionale systeem te beperken:

- veenputten, brandgrachten en andere drains zijn gedempt en afgedicht met klei. Deze elementen zorgden voor een sterke wegzijging naar de ondergrond, waar de stijghoogte door grondwaterwinning en regionale drainage relatief laag is.
- de oppervlakkige afstroming via drains en laagten wordt sinds 2011 door een folie-scherm geblokkeerd. Dit zorgt voor het vasthouden van lokaal water.

De actuele hydrologische conditie en de daaruit afgeleide wegzijging zijn beschreven in (Beekman, 2015). Hieruit blijkt dat voor robuuste hoogveenontwikkeling in het Huurnerveld aanvullende maatregelen nodig zijn, die gericht zijn op een verhoging van de diepe stijghoogten. De gemiddelde wegzijging uit het Huurnerveld bedraagt momenteel circa 200 mm/jaar, aanzienlijk meer dan de grenswaarde van circa 30 mm/jaar, die voor goed ontwikkeld hoogveen geldt. Maatregelen gericht op de verhoging van de stijghoogte in de zandondergrond zullen bijdragen aan het verminderen van de wegzijging.

1.4 Samenhangend onderzoek

In systemen waarin de stijghoogte van dieper grondwater sterk afwijkt van de freatische grondwaterstand bestaat de kans op het optreden van schijnspiegels. Schijnspiegels zijn via een onverzadigde zone verbonden met de onderliggende grondwaterstijghoogte. Dit vergt daarom een andere benadering voor het berekenen van de grondwaterstroming. Er bestaat echter nog geen eenduidige benadering voor het schematiseren van deze relatie. Voor het Huurnerveld is het ook van belang om te inventariseren waar schijnspiegels kunnen optreden en indien dat op enige schaal het geval is, hoe die worden beïnvloed door de diepe stijghoogte.

In modelonderzoek is op basis van een representatieve schematisatie een indruk verkregen van de invloed van een diepe grondwaterstand op een schijnspiegel (Dorland, et al., 2015). Deze schematisatie omvat een bodemprofiel van veen op zand, waarbij het veenpakket is opgedeeld in homogene sublagen: een toplaag, twee veenlagen met toenemende humificatieniveau en een weerstandvormende gliedelaag/ kazige B-horizont. De zandlaag heeft de eigenschappen van dekzand. Laterale stroming en gasdruk effecten, die de

stroming en stijghoogte effecten nog aanzienlijk kunnen compliceren, zijn buiten het modelconcept gelaten. De conclusie uit dit onderzoek was:

- Pas bij zeer hoge verzadigde weerstanden (20.000 dagen) van de slecht doorlatende laag is de schijnspiegeldynamiek volledig onafhankelijk van de stijghoogte onder de schijnspiegel, omdat dan de wegzijging verwaarloosbaar is.
- Bij een verzadigde weerstand van 2000–4000 dagen wordt de wegzijging nog wel beïnvloed door de stijghoogte onder de schijnspiegel. Indien de stijghoogte meer dan 1.5 meter onder de bodem van de schijnspiegellaag ligt, is die invloed verwaarloosbaar (uitgaande van een leemarme matig fijne zandondergrond).

Onduidelijk is nog in hoeverre de uitdroging van onderaf van invloed kan zijn op fysisch-chemische veranderingen (krimp en oxidatie) in de weerstandslaag en daarmee op de weerstand zelf. In het Huurnerveld is, aansluitend op dit inzicht, een veldonderzoek gestart naar de kwetsbaarheid van de veenbasis voor lage grondwaterstanden onder die veenbasis (Akker, et al., 2016). In dit onderzoek zullen doorlatendheden van de weerstandbiedende laag in de veenbasis langs een transect worden bepaald, in relatie tot de stijghoogte onder die laag. Daarmee kan dan locatiespecifieker een schatting worden gemaakt van de invloed van de grondwaterstijghoogte op de wegzijging uit het veen.

2 Model

2.1 Schema

Met de opgebouwde kennis en metingen binnen het Huurnerveld kan een conceptueel model worden gemaakt, waarmee de gevoeligheid van het interne hydrologische regiem voor de hydrologische randvoorwaarden kan worden beschreven. Dit model is op zijn beurt het hulpmiddel om het meetnet te ontwerpen dat zich specifiek richt op het volgen van de effecten op het freatische grondwater van ingrepen aan de randen van het Huurnerveld. Dit in aanvulling op het eerder toegepaste regionale model dat meer was gericht op de effecten van de grondwaterwinning en peilregulatie in landbouwgebieden op de diepe stijghoogte onder het Huurnerveld (Hoogendoorn, et al., 1994).

Zinnvolle meetlocaties worden gedefinieerd als locaties waar we verwachten dat het effect van hydrologische ingrepen aanzienlijk en dus meetbaar zijn. Om deze locaties goed aan te kunnen wijzen, is het conceptuele model ruimtelijk (3D) opgesteld in de MODFLOW-SSPA code. Deze MODFLOW-versie heeft de mogelijkheid om (tijdelijke) schijnspiegels te beschrijven. Ook biedt deze versie de mogelijkheid om oppervlakkige afstroming van water te beschrijven via een laag bovenop het fysieke model, die in droge tijden droog kan vallen.

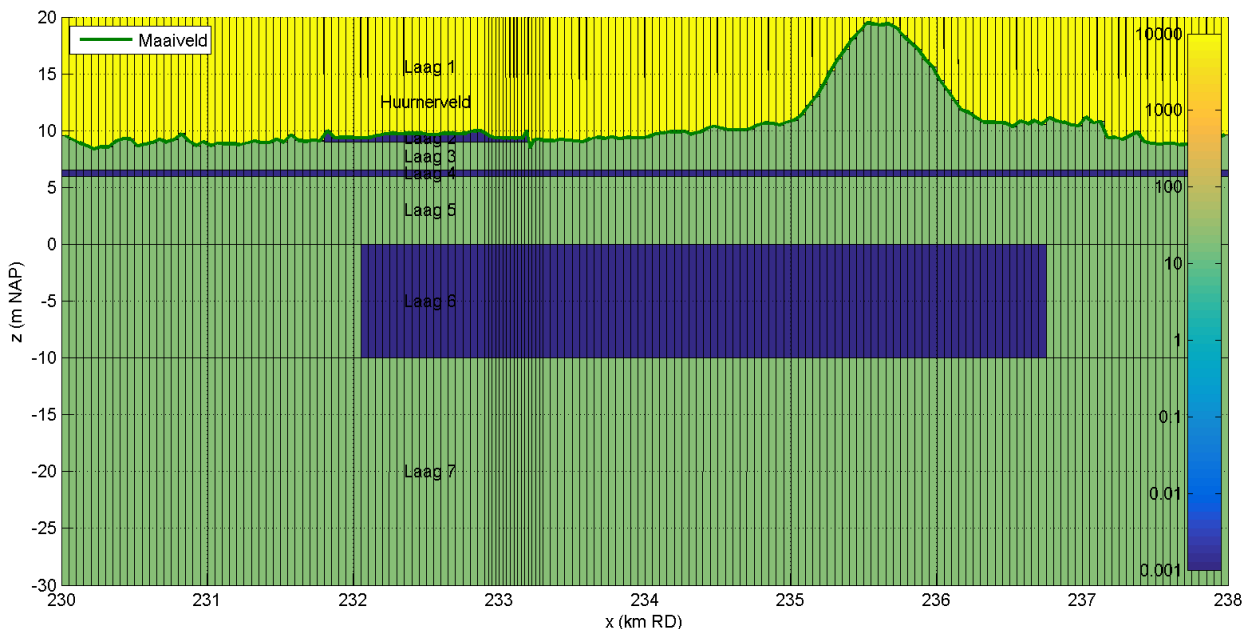
Het conceptuele zit er in dat we de schematisatie zo simpel mogelijk houden, zonder de pretentie van ruimtelijke exactheid van dikte en verbreiding van de gelaagdheid. Dergelijke verfijningen maken het namelijk lastig om eenduidige relaties af te leiden. In onze conceptuele schematisatie hanteren we voor de meeste parameters (zoals doorlatendheden en weerstanden) een horizontaal constante verdeling.

Om de uitwisseling van oppervlaktewater binnen het Huurnerveld mogelijk te maken, is bovenop het fysieke model een doorlatende laag gelegd. Deze laag heeft een zeer hoge doorlatendheid en een bergingscoëfficiënt van 1. Wanneer het grondwater boven maaiveld komt, zal deze laag er voor zorgen dat het water richting andere rekencellen kan stromen. In elke cel is de overgang tussen het fysieke model en deze plasvormende laag gekozen op het minimum maaiveld in die cel volgens het 0,5 m AHN2. Op deze wijze wordt de invloed van greppels en andere laagten iets overschat qua berging. Qua maaiveldafstroming lijkt deze benadering beter aan te sluiten op de realiteit: afstroming bij een grondwaterstand boven het gemiddelde maaiveld in elke cel levert een te hoge berekende grondwaterstand op. Aan de rand van het Huurnerveld is het maaiveld verhoogd tot 10 m NAP, zodat het water niet kan afstromen. Op deze wijze wordt de werking van het foliescherp gemodelleerd. Ter hoogte van de stuwen is het maaiveld in deze rand verlaagd tot 9 m NAP en is een drain toegevoegd. Het water kan vanuit het Huurnerveld via de plas-laag richting deze verlaging stromen, waarna het water het model via de drain verlaat.

tabel 1: Laag-eigenschappen modelschema

laag	Omschrijving	k	c
1	Plaslaag	9999	
2	Veenlaag binnen het Huurnerveld	0,001	500
3	Zandlaag tussen het veen en kleilaagje	20	
4	Weerstandslaagje in zandlaag		500
5	Zandlaag tussen het kleilaagje en de keileem	20	
6	Keileem		10000
7	Zandlagen onder de keileem	20	

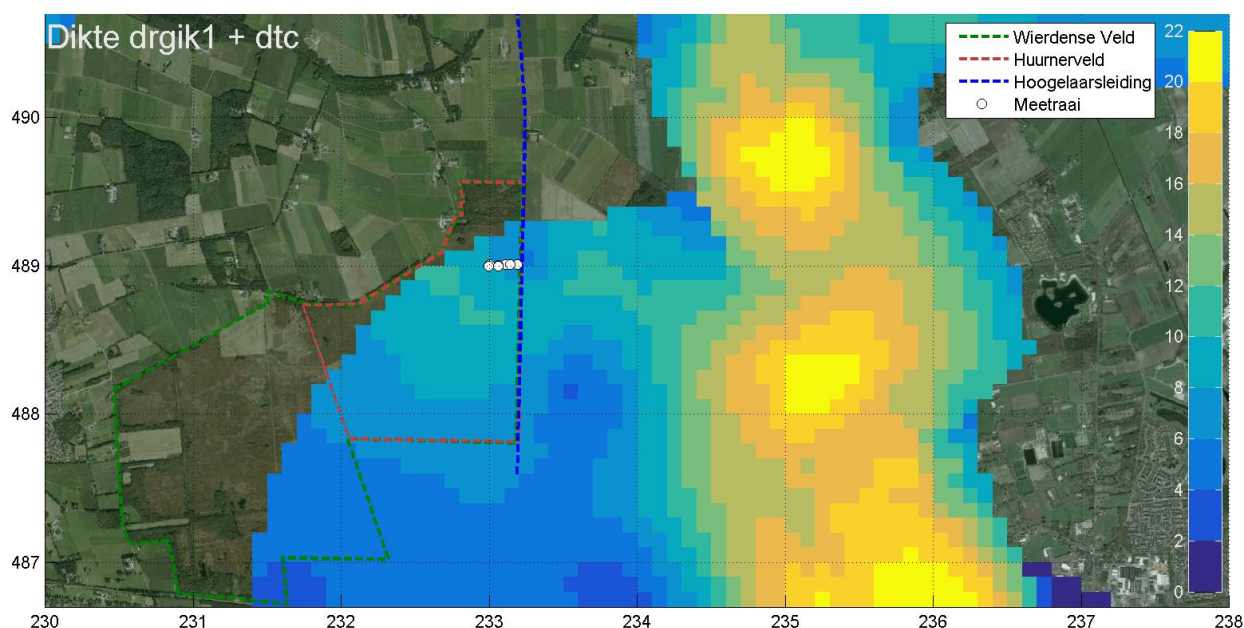
Dit conceptuele model is gediscretiseerd in een gridstructuur, bestaande uit rekencellen van 50 x 50 m, waarbij ter hoogte van de Hoogelaarsleiding de cellen in x-richting zijn verfijnd tot 25 meter. Het model bestaat uit 7 lagen. De eigenschappen van deze modellagen zijn opgenomen in tabel 1 en het dwarsprofiel van het modelschema in figuur 2.



figuur 2: Een doorsnede door het model van west naar oost. De kleur geeft de doorlatendheid van de rekencellen weer.

De meeste lagen hebben een horizontale ligging met constante eigenschappen. Uitzonderingen daarop zijn het maaiveld, de verbreiding van de veenlaag (laag 2) en de verbreiding van de keileem in laag 6. Het maaiveld vormt de grens tussen laag 1 en laag 2 en waar laag 2 ontbreekt, tussen laag 1 en laag 3. De veenlaag is alleen in het Huurnerveld opgenomen, vereenvoudigd tot een constante weerstand. De verbreiding van de keileem is in een deel van het modeldomein opgenomen, waarbij we ons in eerste instantie hebben gebaseerd op de verbreiding zoals in REGIS II.1 is opgenomen (figuur 3). Naast de veenlaag en de keileem-laag is nog een derde weerstandbiedend laagje (laag 4) in de modelschematisatie opgenomen. Uit de verdeling van de stijghoogten onder de veenlaag bleek dat extra weerstand nodig was om het verticale stijghoogte-verschil te kunnen verklaren. Op basis van enkele boringen is besloten dat deze weerstand als een extra kleilaagje op een diepte van ongeveer 6–7 m NAP in het model in te brengen.

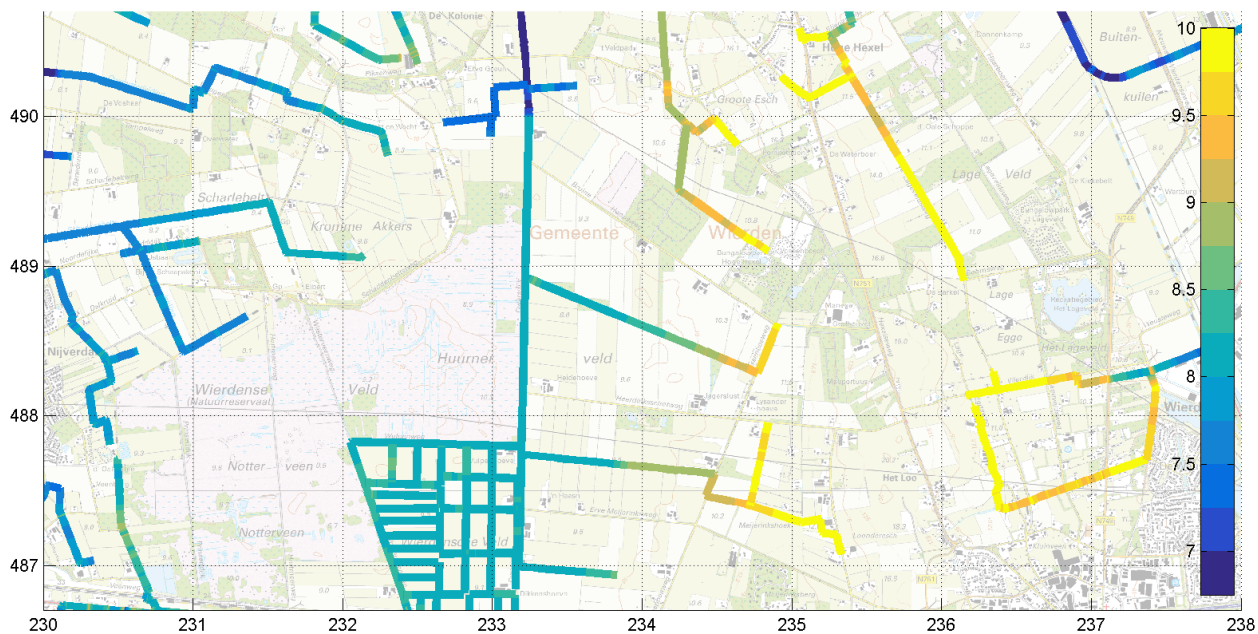
Het model concentreert zich op het Huurnerveld, maar de randen zijn ruim genomen, zodanig dat de stuwwal zijn natuurlijke invloed kan ontwikkelen. Er wordt verondersteld dat de stijghoogte onder de keileem door regionale processen, buiten het modeldomein, wordt bepaald. Deze regionale processen zijn vertaald in een randvoorwaarde op de onderste modelrand, gebaseerd op de gemeten diepe stijghoogten rond het Huurnerveld. Uit de beschikbare meetpunten kon geen duidelijk patroon worden afgeleid. Wel gold overal dat de diepe stijghoogte lager is dan die in het ondiepe grondwater. Daarom is aan de rand van de onderste model-laag een maximale stijghoogte van 7 m opgelegd, door middel van een drainerende randvoorwaarde.



figuur 3: De verbreiding van de keileem-laag volgens REGIS, in relatie tot de begrenzing van het Huurnerveld en het Notterveen. Tevens is de bestaande meetraai over de Hoogelaarsleiding weergegeven.

De waterlopen uit de digitale bestanden van het waterschap zijn in het model opgenomen, als drainerende elementen. Het peil van deze drainerende elementen is bepaald aan de hand van het peil en de bodem van de waterlopen. Indien de bodem niet beschikbaar is, is aangenomen dat de bodem van de waterlopen zich 0,8 m onder het maaiveld (bepaald uit het AHN) bevinden.

Het peil van de waterlopen is afgeleid uit de stuwpeilen, zoals gerapporteerd in een voorgaande studie (Hoogendoorn, 1998). Voor de eenvoud wordt er met één vast peil per stuw gewerkt. Indien een stuw een zomer- en winterpeil heeft (zoals de Hoogelaarsleiding), worden deze twee peilen gemiddeld. Het peil van de Hoogelaarsleiding langs het Huurnerveld is daarmee gesteld op 8 m NAP. Er wordt uitgegaan van waterlopen van 2 meter breed, met een weerstand van 1 dag. Het uiteindelijk aan het model opgelegde drainageniveau is weergegeven in figuur 4.



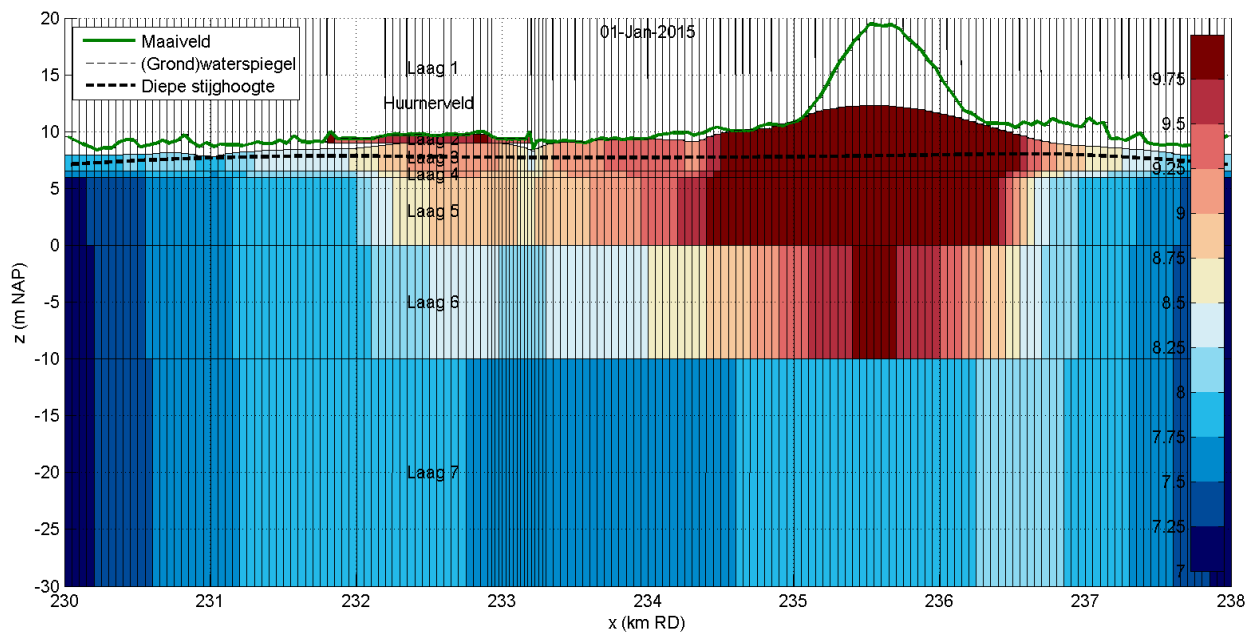
figuur 4: De aan het model opgelegde drainagehoogte.

Het model is dynamisch doorgerekend, omdat het juist inzicht wil scheppen in de dynamische effecten. De simulatieperiode bedraagt drie jaar, van 2012 t/m 2014 de periode na aanleg van het foliescherm tegen afstroming en met een daarmee samenhangende monitoring. De reken-tijdstap bedraagt 1 week. Aan het model is neerslag en de Makkink-verdamping opgelegd, zoals deze wordt gemeten/bepaald bij het KNMI. In de zomer treedt in het model verdampingsreductie op, afhankelijk van de afstand tussen het maaiveld en de grondwaterstand.

Het model is in paragraaf 2.3 en Bijlage 1 vergeleken met de gemeten grondwaterreeksen in enkele meetpunten in het Huurnerveld, waaronder de meetraai haaks op de Hoogelaarsleiding. Minder aandacht is besteed aan een juiste berekening van de grondwaterstand buiten het Huurnerveld, omdat dit in grote mate afhankelijk is van een juiste opname van de afwatering. Via een handmatige kalibratieronde is het model van realistische (horizontaal constante) parameterwaarden voorzien.

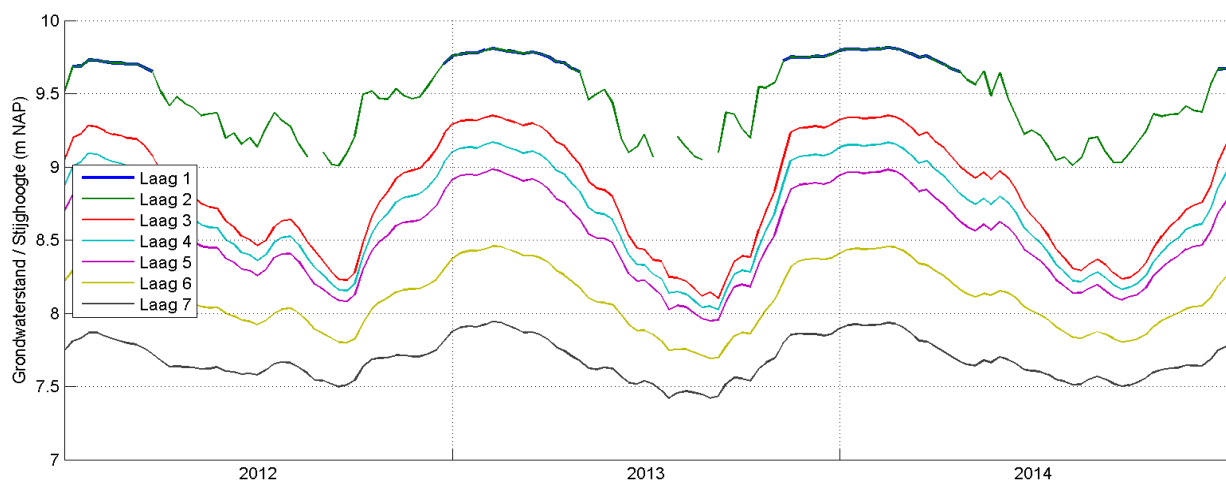
2.2 Uitkomsten berekening

Het model is drie jaar doorgerekend. In figuur 5 is de situatie aan het eind van de simulatie weergegeven, in een doorsnede van oost naar west. De freatische grondwaterstand in het Huurnerveld bedraagt ongeveer 9,5 meter. De stijghoogte in de zandondergrond bedraagt circa 8,5 meter. Dit is onder de onderzijde van het veen, zodat er een schijnspiegel ontstaat. In figuur 5 is dit te zien door een wit laagje tussen laag 2 en laag 3. De Hoogelaarsleiding is in het resultaat te zien, als een verlaging van de grondwaterstand in laag 3 en de onderliggende lagen, aan de oostkant van het Huurnerveld.



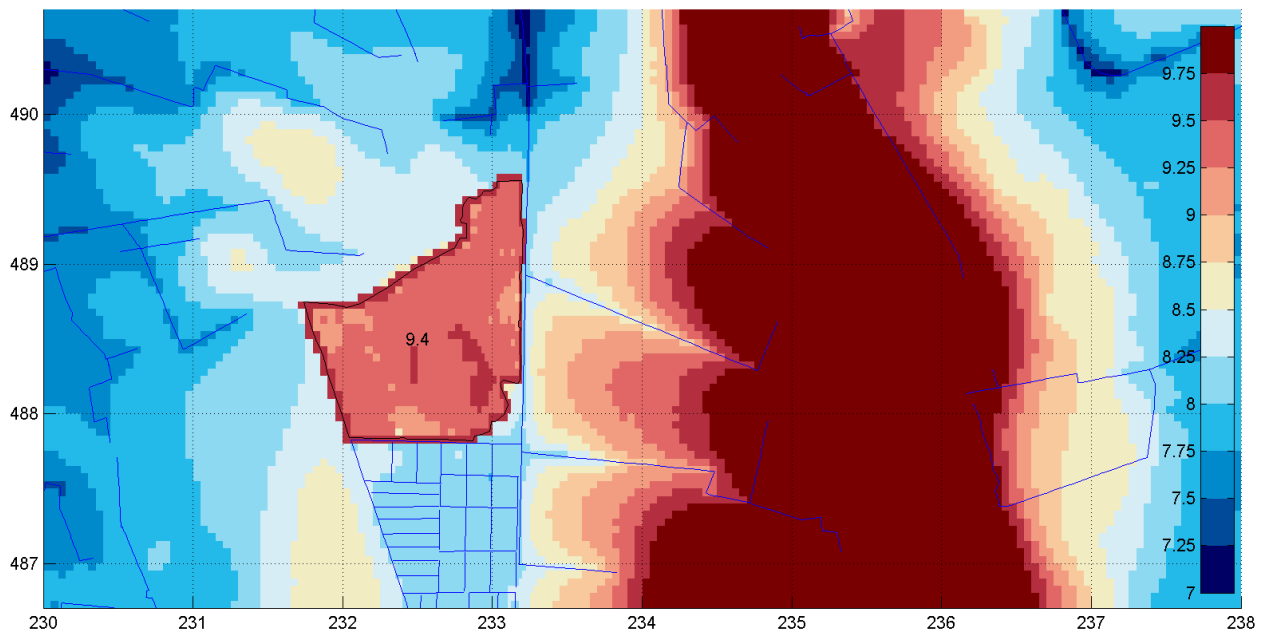
figuur 5: De berekende grondwaterstand / stijghoogte op 1 januari 2015.

De (grond)waterstand en stijghoogte in en onder het midden van het Huurnerveld zijn in de tijd weergegeven in figuur 6. Zo is te zien dat in de winter het water op deze locatie boven maaiveld staat (blauwe lijn achter de groene), en dat de grondwaterstandschommelingen beperkt zijn. In de zomer zakt dit water weg. Er is geen oppervlakte-berging meer, waardoor de grondwaterstand snel zakt.

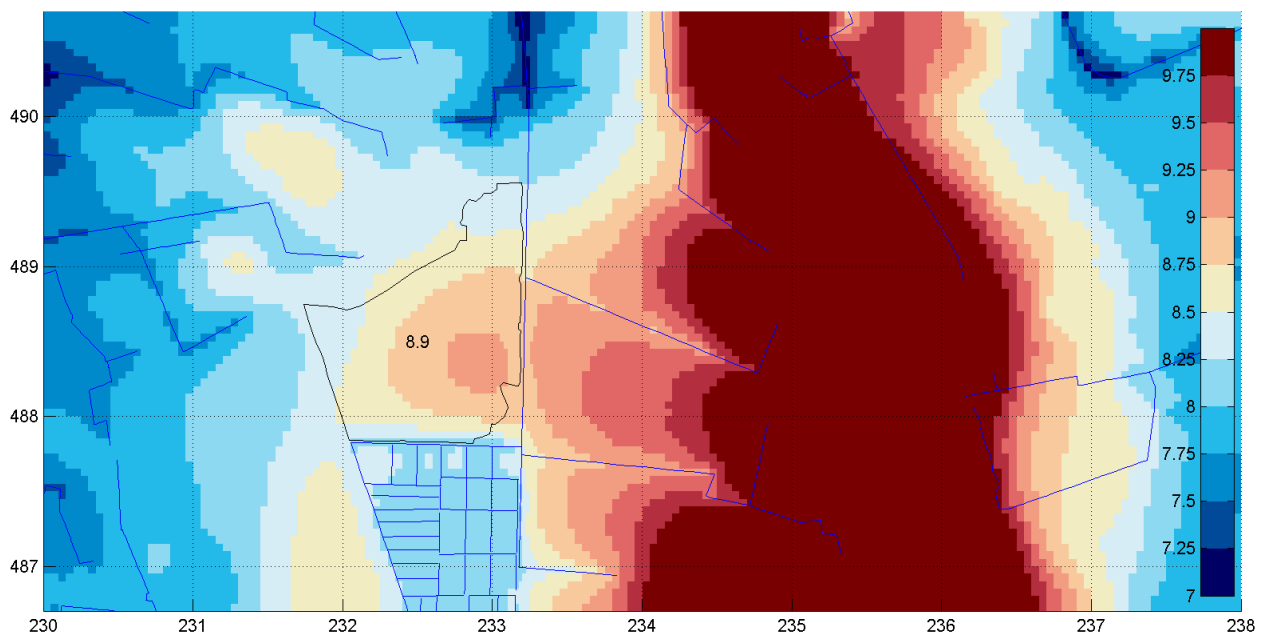


figuur 6: De berekende grondwaterstand in de verschillende modellen in en onder het Huurnerveld.

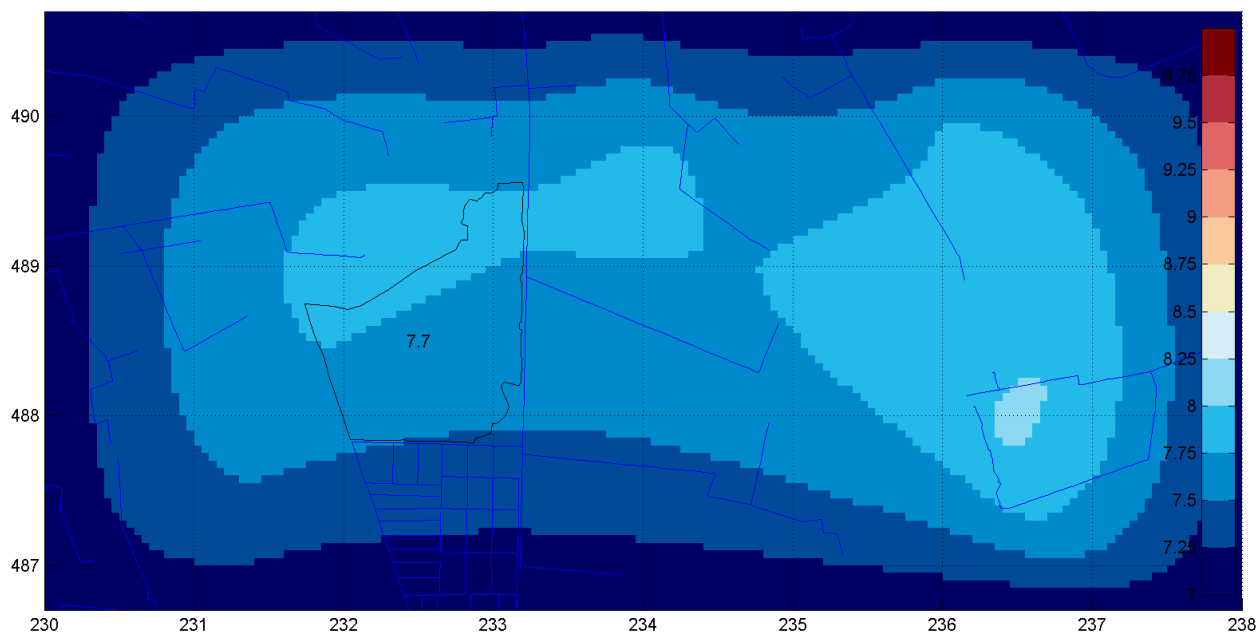
In figuur 7 is in vlakdekkende kaarten de gemiddelde berekende freatische grondwaterstand weergegeven, in figuur 8 de gemiddelde grondwaterstand onder het veen en in figuur 9 de gemiddelde stijghoogte in de diepe ondergrond (onder de keileem). In de kaart van de freatische grondwaterstand is het dijkje in het resultaat te zien. Door de lage doorlatendheid wordt het water hier vastgehouden, wat voor een hoge grondwaterstand zorgt. Dit is een artefact van de gekozen methode en dient genegeerd te worden. In figuur 9 is de stijghoogte onder de keileem weergegeven. De stijghoogte in dit pakket is, zoals eerder beschreven, lager dan in de bovenliggende pakketten. Er moet dus een afvoer uit dit pakket zijn (grondwaterwinning). Deze afvoer wordt in het model gevormd door de drainerende randen (die er in deze vorm wat onnatuurlijk uitzien).



figuur 7: De gemiddelde freatische grondwaterstand tijdens de berekening. Binnen het Huurnerveld wordt de berekende grondwaterstand in de veenlaag (laag 1) weergegeven. In het model ontbreekt deze veenlaag buiten het Huurnerveld, waardoor de grondwaterstand daar lager ligt.



figuur 8: De gemiddelde grondwaterstand onder het veen tijdens de berekening.

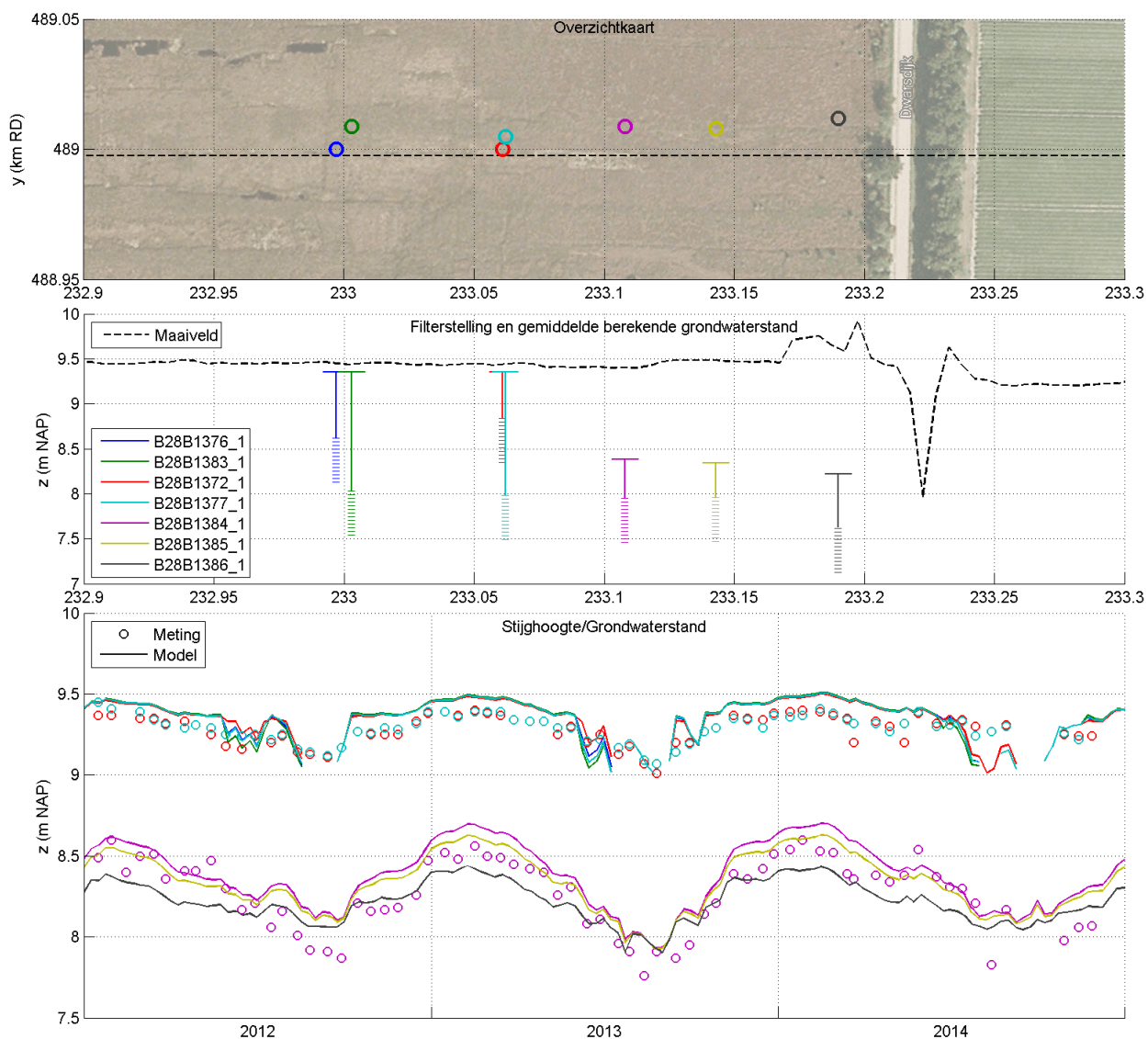


figuur 9: De gemiddelde stijghoogte onder de keileem (laag 7) tijdens de berekening. Aan de rand is deze aan het model opgelegd.

2.3 Vergelijking met metingen

2.3.1 Grondwaterstand / stijghoogte

Haaks op de Hoogelaarsleiding bevindt zich een raai met peilbuizen, die in twee perioden bemeten zijn. In het voorgaande onderzoek (Beekman, 2015) is reeds aangegeven dat het verloop van de grondwaterstand over deze peilbuizen onverwacht is. De vier westelijk gelegen peilbuizen meten hogere en constantere waarden dan de drie oostelijke peilbuizen, hoewel de filterstelling deels overeenkomt met de drie peilbuizen dichterbij de Hoogelaarsleiding. De verschillen in dynamiek en peil werden verklaard met de hypothese dat de oostelijke peilbuizen deel uitmaken van een schijnspiegel, die bij de westelijke peilbuizen ontbreekt. In figuur 10 zijn de metingen tussen 2012 en 2015 vergeleken met het modelresultaat, waarbij deze hypothese in de schematisatie is verwerkt: de westelijk gelegen meetpunten zijn in het veen geplaatst, en de overige meetpunten in de zandlaag eronder. Met die aanname is een acceptabele fit op de metingen te verkrijgen.



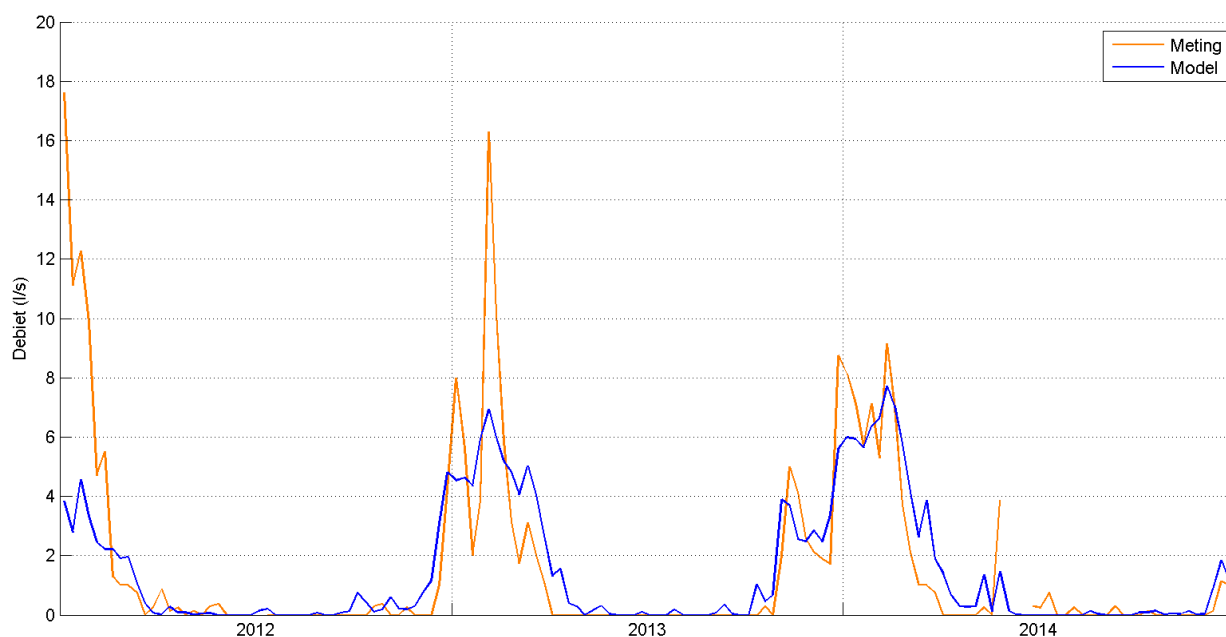
figuur 10: De berekende (lijnen) en gemeten (punten) grondwaterstand/stijghoogten in een raai haaks op de Hoogelaarsleiding. Volgens de hoogteligging bevinden alle meetpunten zich in het model in de zandlaag onder het veen (laag 3). In de vier westelijk gelegen meetpunten wordt een erg hoge en constante stijghoogte gemeten, vergelijkbaar met meetpunten die zich in het veen bevinden. Voor de vergelijking is er daarom van uit gegaan dat deze meetpunten zich in het veen bevinden (laag 2).

In Bijlage 1 is voor alle peilputten met meerdere filters binnen het Huurnerveld het model vergeleken met de gemeten grondwaterstand/stijghoogte. Over het algemeen lukt het goed om de grondwaterstand en de stijghoogte te simuleren. Dit geeft enig vertrouwen in de gebruikte weerstanden. Omdat de diepe stijghoogte aan het model wordt opgelegd, lukt het niet goed om de variatie in diepe stijghoogte te simuleren. Dit werkt ook enigszins door in de zandlaag onder het Huurnerveld. Dit effect is bijvoorbeeld goed te zien aan meetpunt B28B1389_3 in figuur 30.

2.3.2 Debiet

Op twee plekken aan de rand van het Huurnerveld wordt het debiet bijgehouden, van water dat via meetstuwen het Huurnerveld verlaat. Deze stuwen zijn als drainerende elementen in de modelschematisatie opgenomen, en het gemeten debiet kan dan ook worden vergeleken met het debiet dat ter hoogte van de stuwen het model verlaat. In figuur 11 is deze vergelijking uitgevoerd. Hierbij zijn de metingen gesommeerd naar de simulatie-tijdstippen, om de visuele vergelijking te vergemakkelijken. Hoewel er duidelijke verschillen zijn aan te wijzen, is de fit tussen het model en de metingen over het

algemeen goed. In combinatie met de juiste berekening van de grondwaterstanden/stijghoogten binnen het Huurnerveld, geeft deze uitkomst vertrouwen in het model.



figuur 11: Een vergelijking tussen het gemeten en gemodelleerde debiet dat via de stuwen het Huurnerveld verlaat.

3 Scenario's

Het is mogelijk gebleken om het gedrag binnen het Huurnerveld te verklaren met een conceptueel model, hetgeen vertrouwen geeft in de gehanteerde conceptuele schematisatie. Voortbordurend op deze hypothese en de resultaten van het model kan dus worden verwacht dat hydrologisch ingrijpen in de omgeving van het Huurnerveld vooral doorwerkt op de stijghoogte in de zandondergrond, maar slechts in beperkte mate de hydrologische condities in het veen zal beïnvloeden.

De belemmering in de doorwerking van stijghoogte-effecten in de grondwaterstand wordt veroorzaakt door enerzijds het ontstaan van schijnspiegels en anderzijds door de aftopping van de freatische grondwaterstand door de nabijheid van het maaiveld: oppervlakkige afstroming en plasvorming. Het optreden van schijnspiegels hangt samen met de zogenoemde schijnspiegeldruk: het stijghoogteverschil tussen het freatische water en de onderliggende grondwaterstijghoogte. Hoe groter de schijnspiegeldruk, hoe groter de kans op het daadwerkelijk optreden van een schijnspiegel, waarbij de interactie tussen de diepere grondwaterstijghoogte en de freatische grondwaterstand daadwerkelijk is verbroken door de vorming van een onverzadigde zone tussen beide verzadigde lagen. Infiltratie vanuit het freatische grondwater wordt dan gedomineerd door de doorlatendheid van de laag aan de basis van het freatische grondwater en de grondwaterstand zelf. Zolang het verzadigde contact tussen freatisch grondwater en onderliggende aquifers in stand blijft, geldt de standaard schematisatie voor verzadigde grondwaterstroming.

In onze modelschematisatie ontstaat een schijnspiegel indien de grondwaterstijghoogte onder de bodem van het veen komt (9 m NAP). Dit is dus onafhankelijk van de schijnspiegeldruk, maar de kans op optreden neemt toe met een toenemende schijnspiegeldruk. De periode van optreden van een schijnspiegel is daarom samen met de schijnspiegeldruk en de stijghoogte effecten in de figuren weergegeven.

Om de invloed van hydrologische maatregelen rond het Huurnerveld nader te kwantificeren zijn met het model enkele scenario's uitgerekend. Tevens is een scenario ingericht om gevoel te krijgen voor de gevoeligheid van de geologische schematisatie op de uitkomsten. In dat kader zijn de volgende scenario's beschouwd:

- De invloed van het peil in de Hoogelaarsleiding
- De invloed van peilverhoging in de Schaddenbeltsleiding
- De invloed van het ontwateringspeil in het landbouwgebied aan de zuidrand van het Huurnerveld
- De invloed van de verbreiding van de Keileem laag onder het Huurnerveld

Van deze scenario's is telkens het verschil in de freatische grondwaterstand met het nul-scenario (de actuele situatie) in beeld gebracht. Er wordt hierbij vanuit gegaan dat de grondwaterstand zich in de bovenste laag van het fysieke model bevindt. De rekencellen in de bovenste laag kunnen droogvallen en hebben dan dus geen grondwaterstand. Daarom wordt het verschil in grondwaterstand berekend over de tijdstippen dat rekencellen zowel in het scenario als in het nul-scenario een waterstand heeft. Dit is equivalent met het bepalen van een effect in een freatische peilbuis die soms droog valt.

De effecten op de stijghoogte onder het freatische pakket worden ook per scenario in beeld gebracht. De ruimtelijke verbreiding van deze effecten zijn belangrijk voor het systeembegrip. De effecten van de scenario's op de stijghoogte in de diepere zandlagen onder de keileemlaag zijn voor het doel van deze

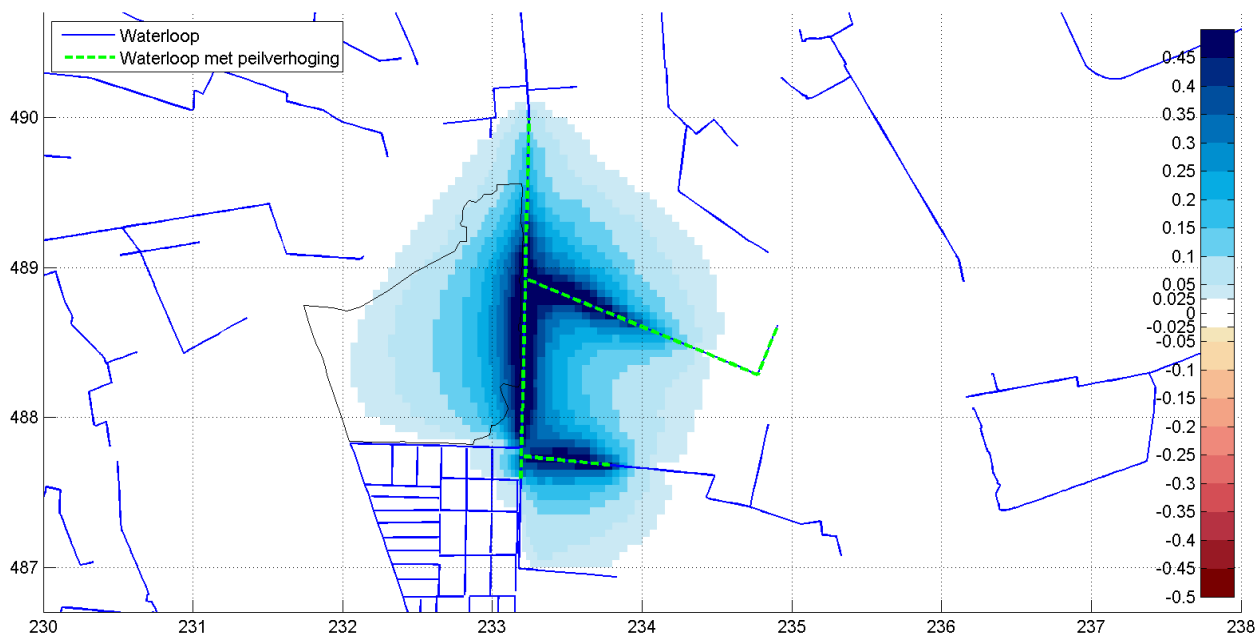
studie (het ontwerpen van een grondwatermeetnet) minder relevant. Deze effecten dempen uit naar de diepte. Deze uitdemping wordt in het conceptuele model versterkt, omdat de randen van het model in de onderste laag een vast peil hebben. Een betere modellering in dit domein vergt een dynamische fluxrand en/of een veel groter modelgebied. Daarom worden deze stijghoogten alleen ter illustratie toegevoegd in sommige figuren.

Van alle scenario's wordt zowel de ruimtelijke verbreiding van het gemiddelde effect gevisualiseerd als de dynamische effecten op 4 voor één van de scenario's gevoelige punten.

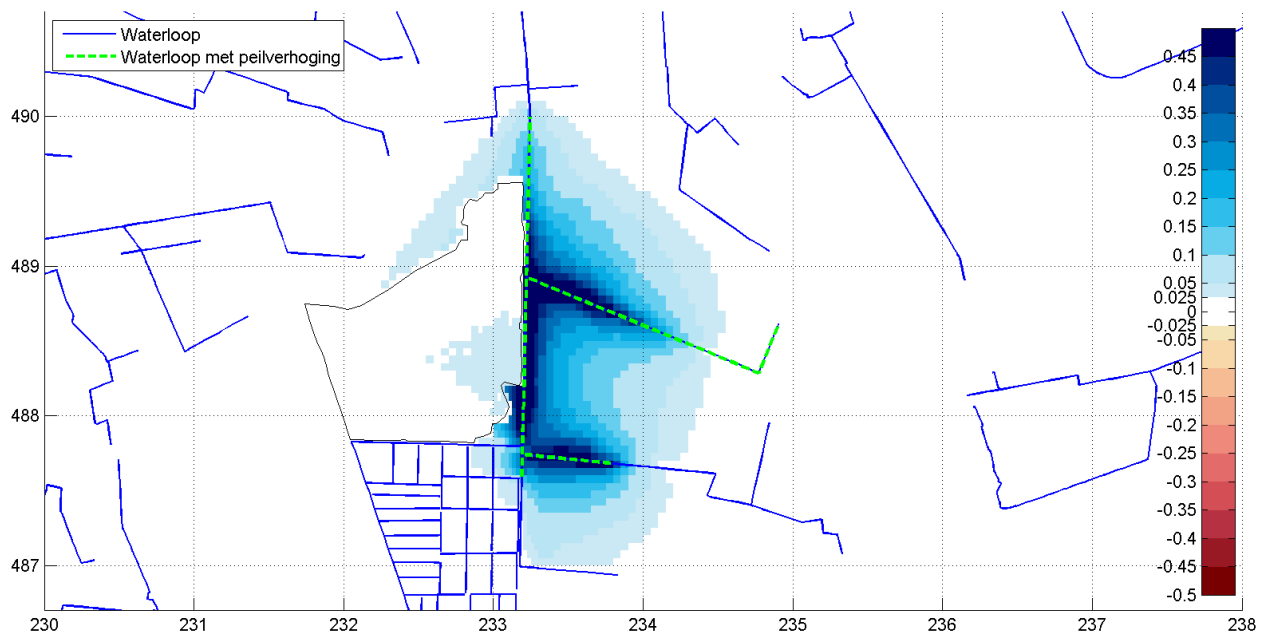
3.1.1 Scenario 1: Peilverhoging Hoogelaarsleiding

Ter bepaling van de invloed van de Hoogelaarsleiding is een som opgezet waarin het peil van de Hoogelaarsleiding en de aangrenzende sloten wordt verhoogd. De verhoging bedraagt 77 cm, tot aan het peil van de bovenstroomse sloot 'Waterleiding komende uit de Meijerinkshoek'. Deze verhoging is slechts ter indicatie doorgerekend, zonder een analyse van de praktische consequenties en uitvoerbaarheid van deze verhoging.

Deze verhoging van het peil in de Hoogelaarsleiding blijkt zich volgens de berekening voort te planten in de stijghoogte onder het veen (figuur 12). De doorwerking op de gemiddelde grondwaterstand in het Huurnerveld (figuur 13) is veel minder groot. Dit is conform de verwachtingen, afgeleid uit de systeemanalyse van het Huurnerveld (Beekman, 2015): het Huurnerveld ligt relatief hoog en functioneert deels als een schijnspiegelsysteem. De diepere stijghoogte blijft ook na de peilverhoging gemiddeld 50 tot 100 cm onder de freatische grondwaterstand. Deze stijghoogtesprong is boven de keileem-zone in het centrum van het Huurnerveld wel met circa 10 cm afgenomen. Alleen in het zuid-oostelijke puntje van het Huurnerveld lopen freatische grondwaterstand en de grondwaterstijghoogte parallel, omdat hier (in het model) de veenlaag ontbreekt.

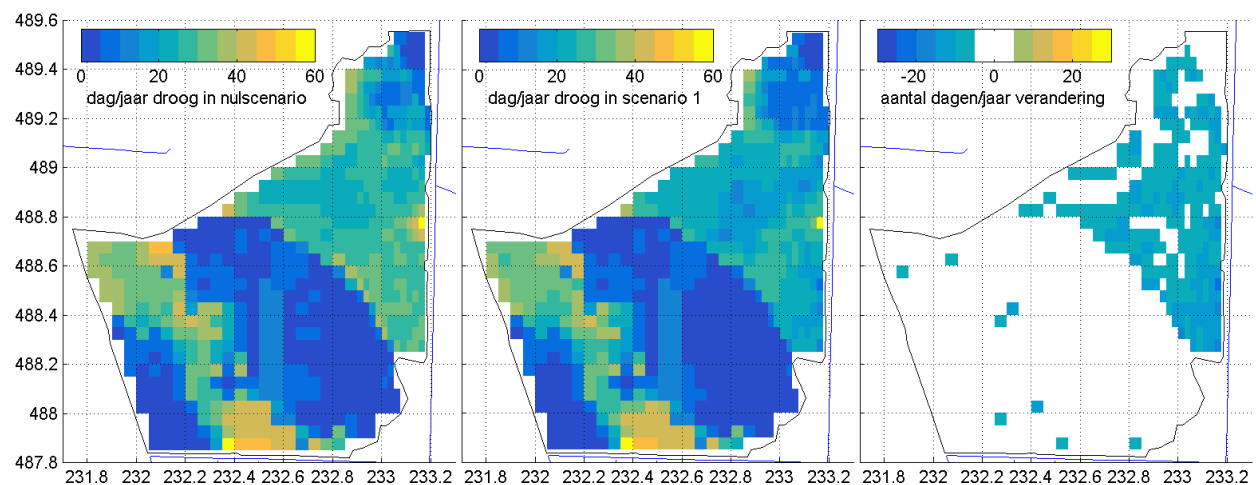


figuur 12: De verandering van de gemiddelde grondwaterstand en de stijghoogte onder het veen ten gevolge van de verhoging van 0,77 m van het peil in de Hoogelaarsleiding.



figuur 13: De verandering van de gemiddelde freatische grondwaterstand ten gevolge van de verhoging van 0,77 m van het peil in de Hoogelaarsleiding.

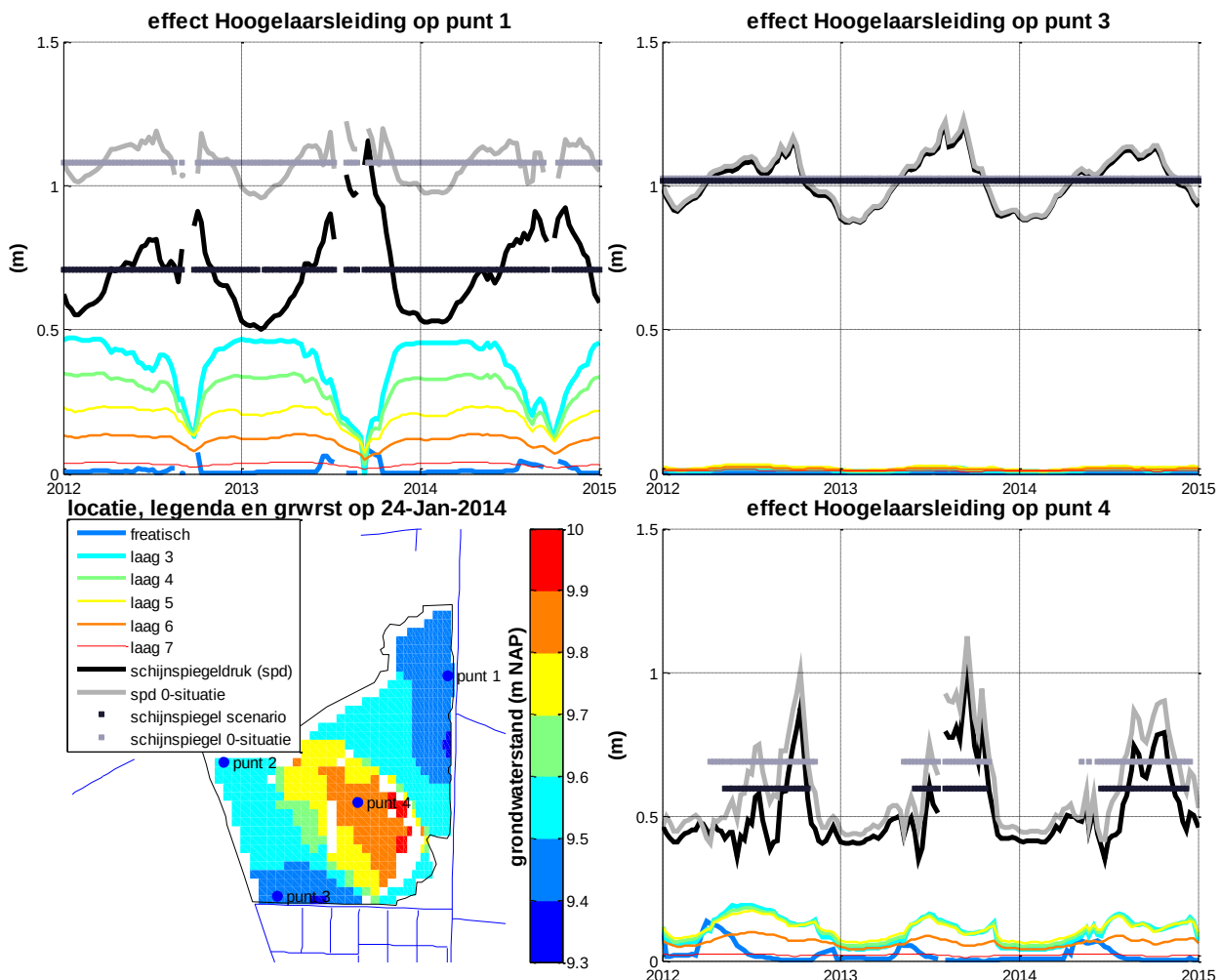
Het in figuur 13 gepresenteerd effect is een onderschatting van de situatie. In de winter is het Huurnerveld ook in de huidige situatie al nat en wordt het peil begrensd door oppervlakkige afvoer. In de wintergrondwaterstand zal dus sowieso niet veel veranderen door hydrologische ingrepen in de omgeving. De peilverhoging in de Hoogelaarsleiding moet er vooral voor zorgen dat de grondwaterstand in de zomer minder snel en minder ver wegzakt. Bij de hier gebruikte definitie van de grondwaterstand-stijging (waarin de lagere grondwaterstanden wegens droogval niet meetellen) komt het effect op de laagste grondwaterstanden (GLG) slecht tot uiting in het resultaat. Daarom is gezocht naar een andere presentatie van het effect, waarbij is gekozen voor een weergave van de duur van gesimuleerde droogval van het veen. Dit resultaat is weergegeven in figuur 14. Deze weergave is overigens in hoge mate indicatief, omdat het volledig afhangt van de gekozen diepte van de weerstandslaag waarop de schijnspiegel zich kan vormen: in de praktijk variabel, in het model op 9 m NAP.



figuur 14: Een weergave van de verandering van de droogval van het veen (laag 2) ten gevolge van de verhoging van het peil in de Hoogelaarsleiding.

In figuur 15 is de dynamische doorwerking van de peilverhoging in de Hoogelaarsleiding in 3 controle punten weergegeven. Uit figuur 15 blijkt dat vlak rond de Hoogelaarsleiding het stijghoogte effect in de

winter periode groot is, maar in de zomer kleiner wordt. Omgekeerd leidt dit in de winter echter niet tot een effect op de grondwaterstand, want die wordt begrensd door het maaiveld en het maximale peil. In de zomer wordt wel enig effect berekend op de grondwaterstand. In het centrum van het Huurnerveld (punt 4) is het stijghoogte-effect van de peilverhoging in de Hoogelaarsleiding voor een belangrijk deel uitgedoofd. De periode dat er geen schijnspiegel wordt berekend neemt hier echter af, met name in het voorjaar. Dat leidt dan tot een stijging van het freatische grondwater.



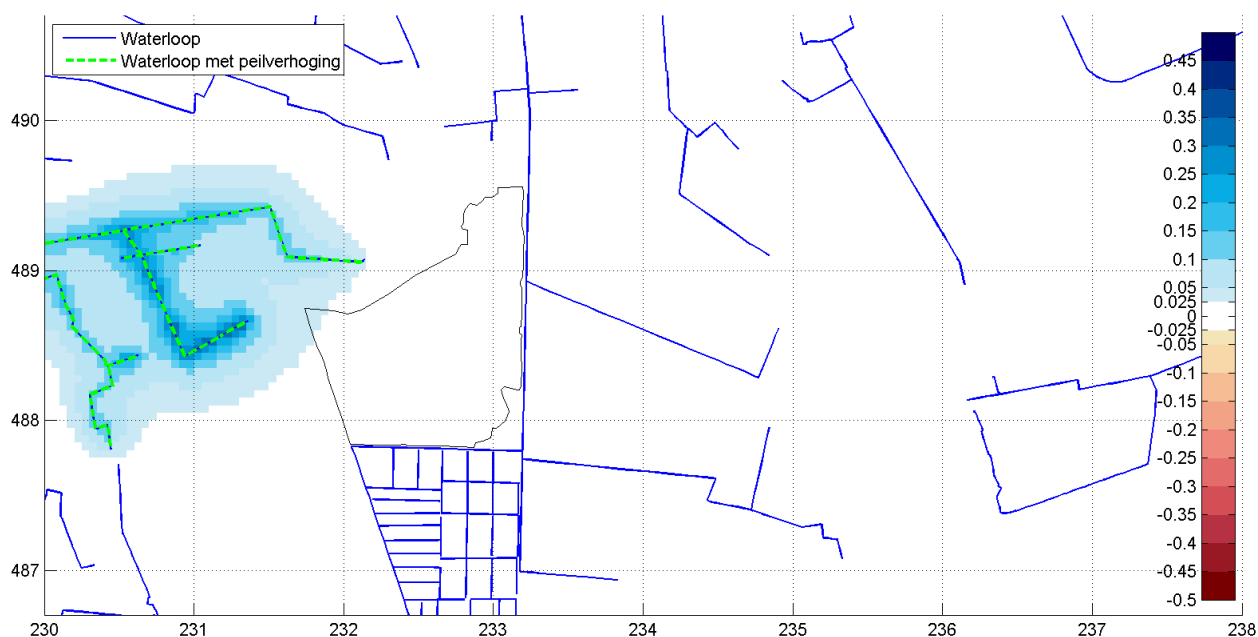
figuur 15: Ruimtelijke doorwerking van de peilverhoging in de Hoogelaarsleiding op de stijghoogteverandering (stijghoogte nieuwe situatie – stijghoogte zonder ingreep) en de schijnspiegeldruk (freatisch grondwaterstand – stijghoogte bovenste grondwater)

3.1.2 Scenario 2: Peilverhoging Schaddenbeltsleiding

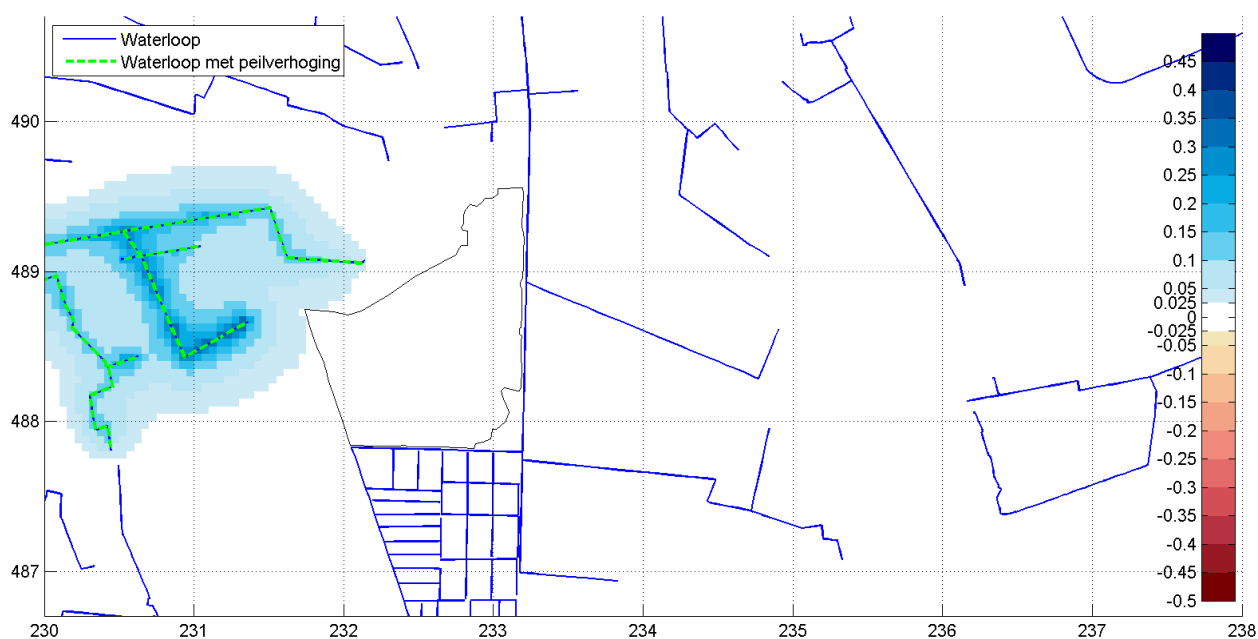
De Schaddenbeltsleiding ligt wat verder en benedenstrooms van het Huurnerveld in een zone met een geringere hydrologische gradiënt. De drainerende werking van de Schaddenbeltsleiding is veel kleiner dan die van de Hoogelaarsleiding, waardoor een peilverhoging in deze afwatering ook tot een geringere fluxverandering leidt en dus ook minder invloed heeft op de grondwaterdynamiek in het Huurnerveld (en ook een bescheiden uitstraling zal geven onder het Notterveen). Bovendien ontbreekt de keileemlaag onder dit gebied, waardoor er een sterkere uitwisseling met het diepe grondwater kan optreden.

In de Schaddenbeltsleiding is voor de vergelijkbaarheid met het effect van de Hoogelaarsleiding, eveneens een verhoging van 0,77 m opgelegd, met uitstraling naar de zijtakken. Het effect hiervan op

respectievelijk de stijghoogte onder het veen en de grondwaterstand in het veen is weergegeven in figuur 16 en figuur 17. Hieruit blijkt dat de uitstraling van deze ingreep naar het Huurnerveld minimaal is.

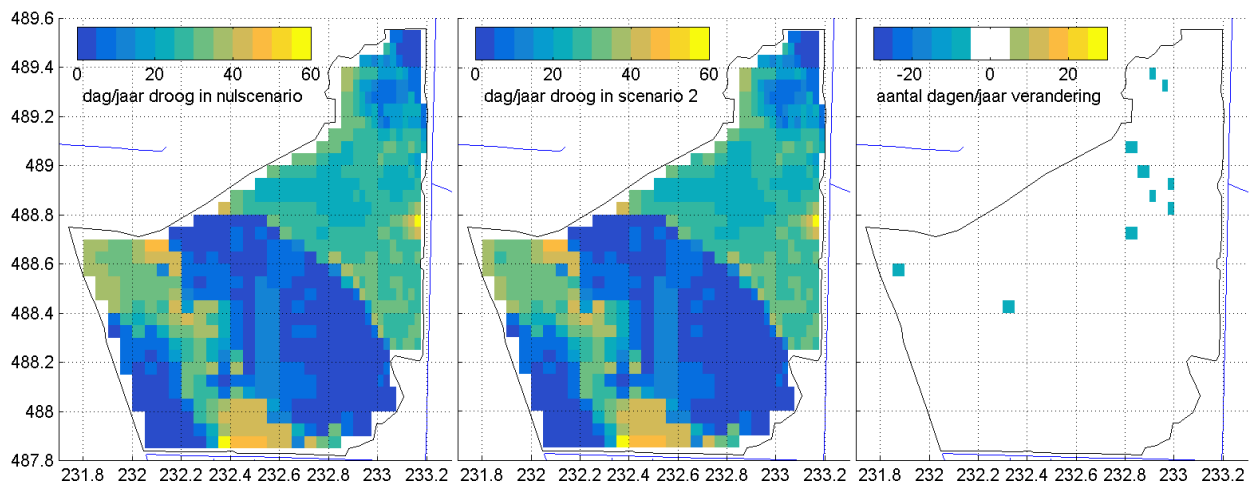


figuur 16: De verandering van de gemiddelde grondwaterstand en de stijghoogte onder het veen ten gevolge van de verhoging van 0,77 m van het peil in de Schaddenbeltsleiding.



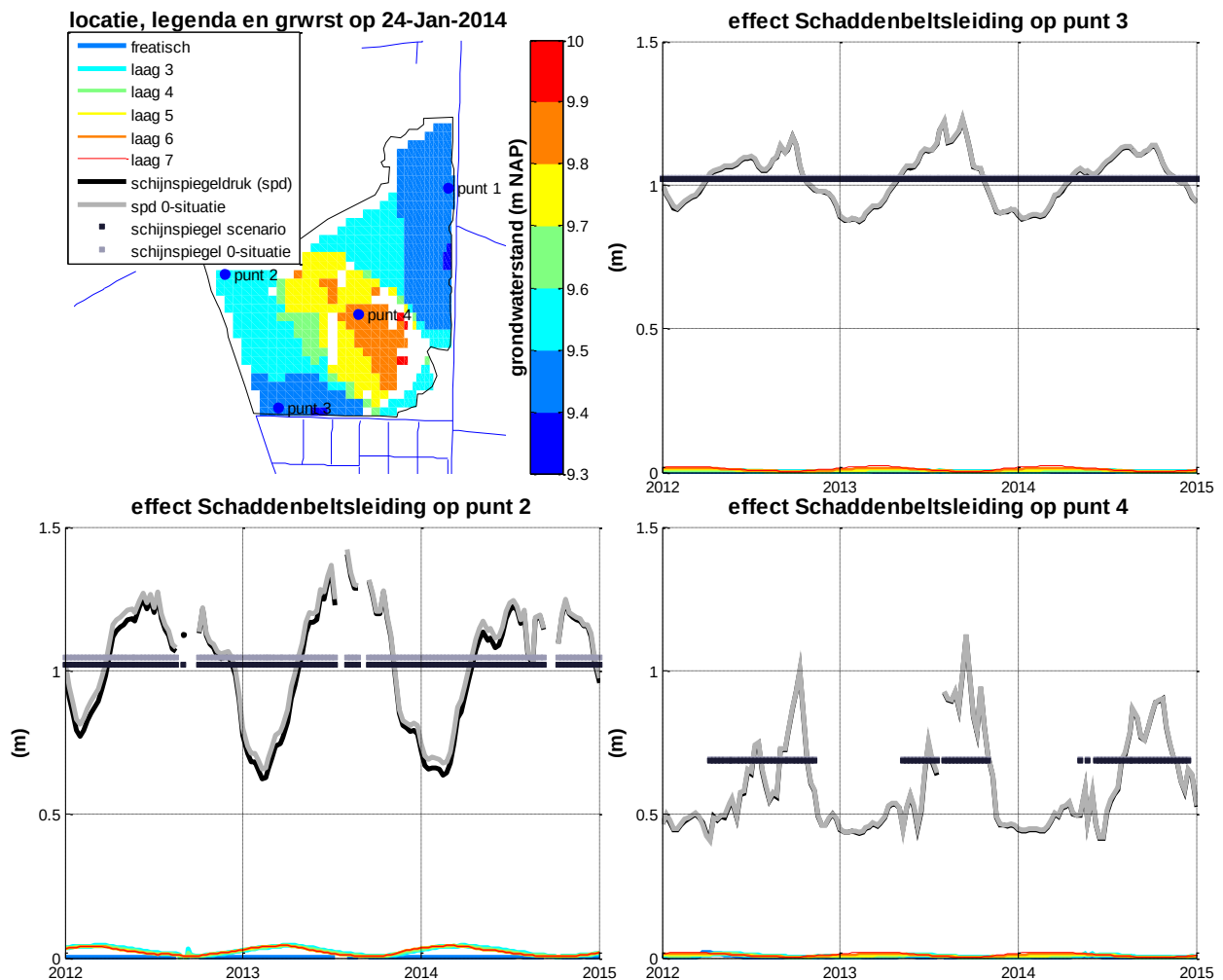
figuur 17: De verandering van de gemiddelde freatische grondwaterstand ten gevolge van de verhoging van 0,77 m van het peil in de Schaddenbeltsleiding.

De peilverhoging heeft daarom ook geen effect op de droogval van het veen in het Huurnerveld, zoals ook blijkt uit figuur 18.



figuur 18: Een weergave van de verandering van de droogval van het veen (laag 2) ten gevolge van de verhoging van het peil in de Schaddenbeltsleiding.

De berekende invloed van een peilverhoging in de Schaddenbeltsleiding op drie controle punten is weergegeven in figuur 19. Uit deze figuur blijkt dat er ook temporeel vrijwel geen invloed van de ingreep wordt berekend.

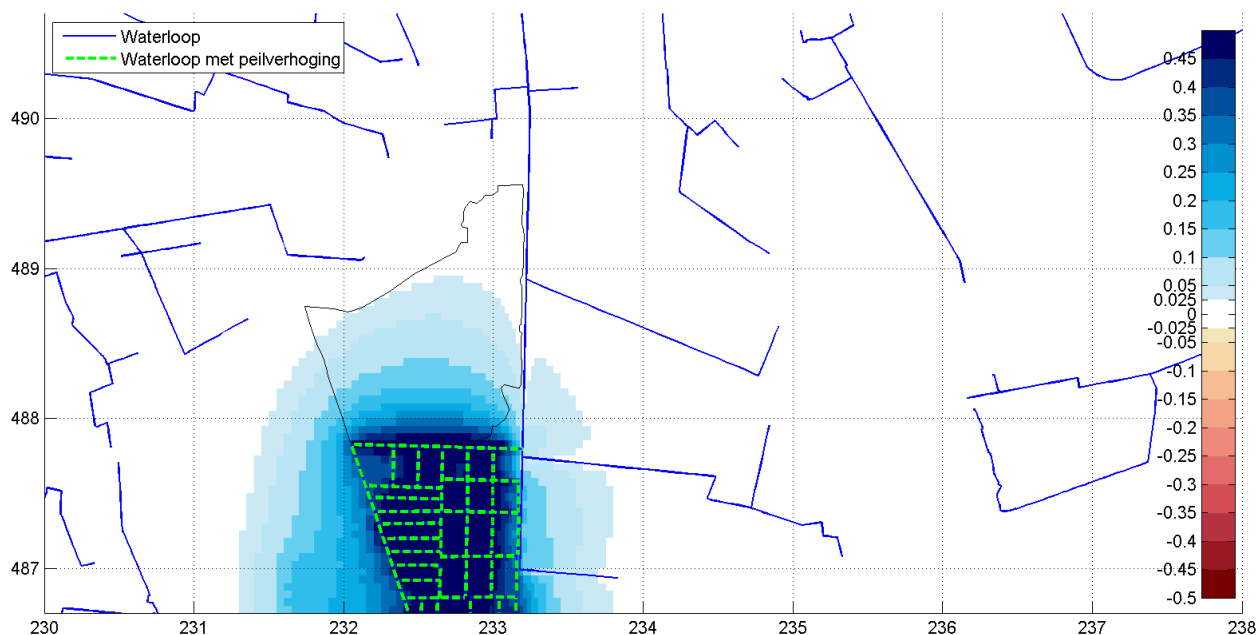


figuur 19: Ruimtelijke doorwerking van de peilverhoging in de Schaddenbeltsleiding op de stijghoogteverandering (stijghoogte nieuwe situatie – stijghoogte zonder ingreep) en de schijnspegeldruk (freatisch grondwaterstand – stijghoogte bovenste grondwater)

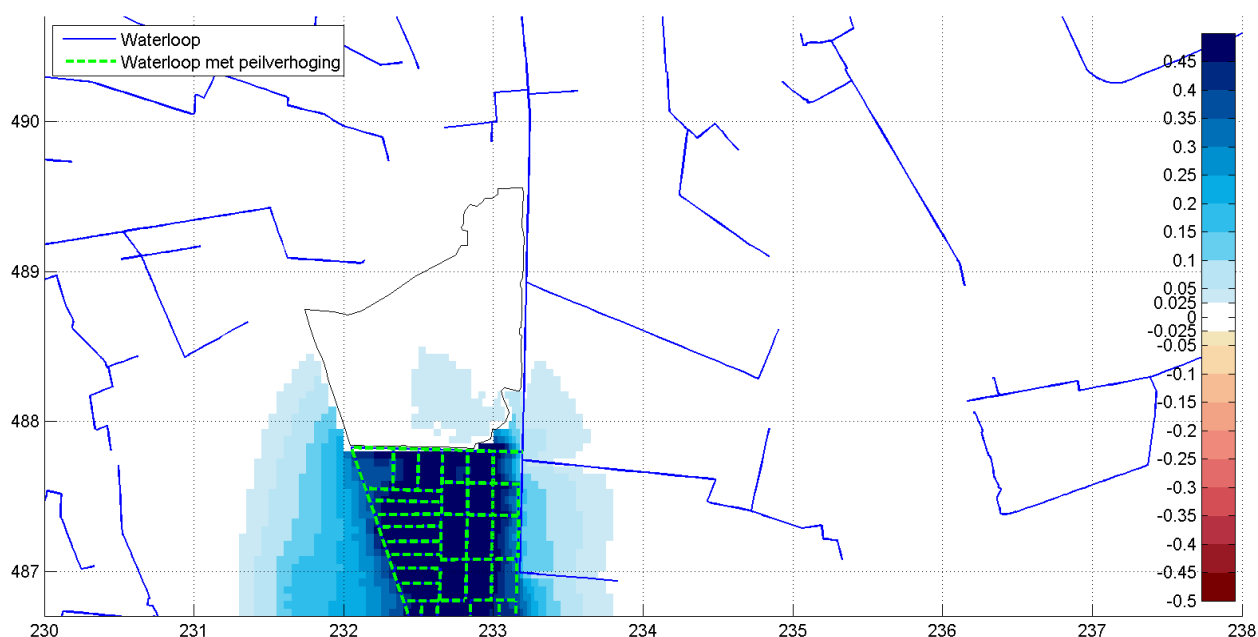
3.1.3 Scenario 3: Peilverhoging landbouwgebied zuid

In het derde scenario wordt het peil in het landbouwgebied ten zuiden van het Huurnerveld met 0,77 m verhoogd. Deze peilverhoging zal naar verwachting vanuit het zuiden doorwerken in noordelijke richting. Het berekende effect is vergelijkbaar met dat van de peilverhoging in de Hoogelaarsleiding: een ruime doorwerking op de stijghoogte in de zandondergrond, met name in de winter en een bescheiden doorwerking op de freatische standen

Het berekende effect van dit scenario is weergegeven in figuur 20 en figuur 21. Uit deze figuren blijkt dat de directe uitstraling op de freatische grondwaterstanden in het Huurnerveld beperkt blijven tot de zuidelijke zone.

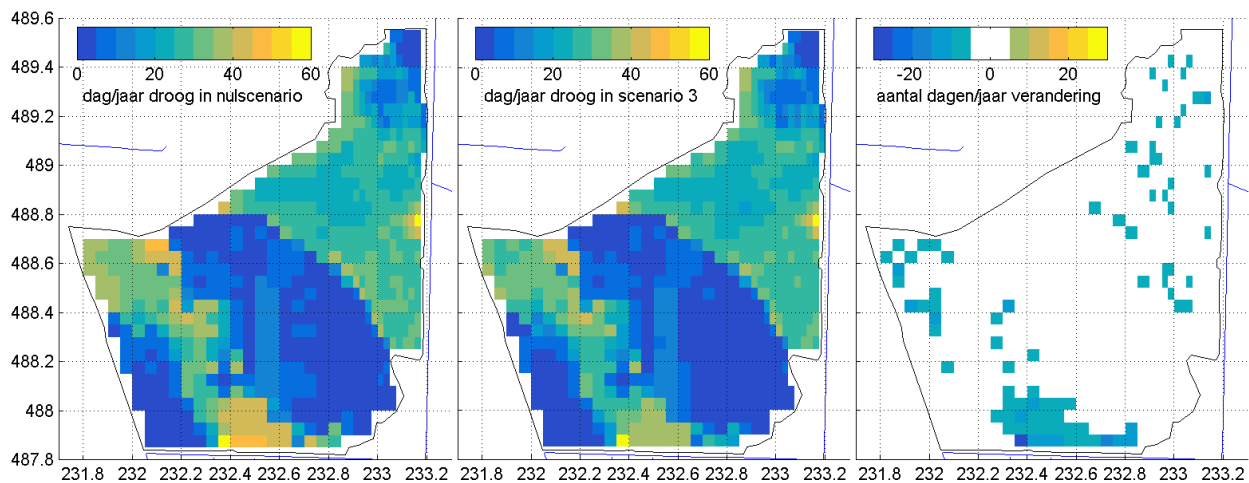


figuur 20: De verandering van de gemiddelde grondwaterstand en de stijghoogte onder het veen ten gevolge van de verhoging van 0,77 m van het peil in het zuidelijke landbouwgebied.



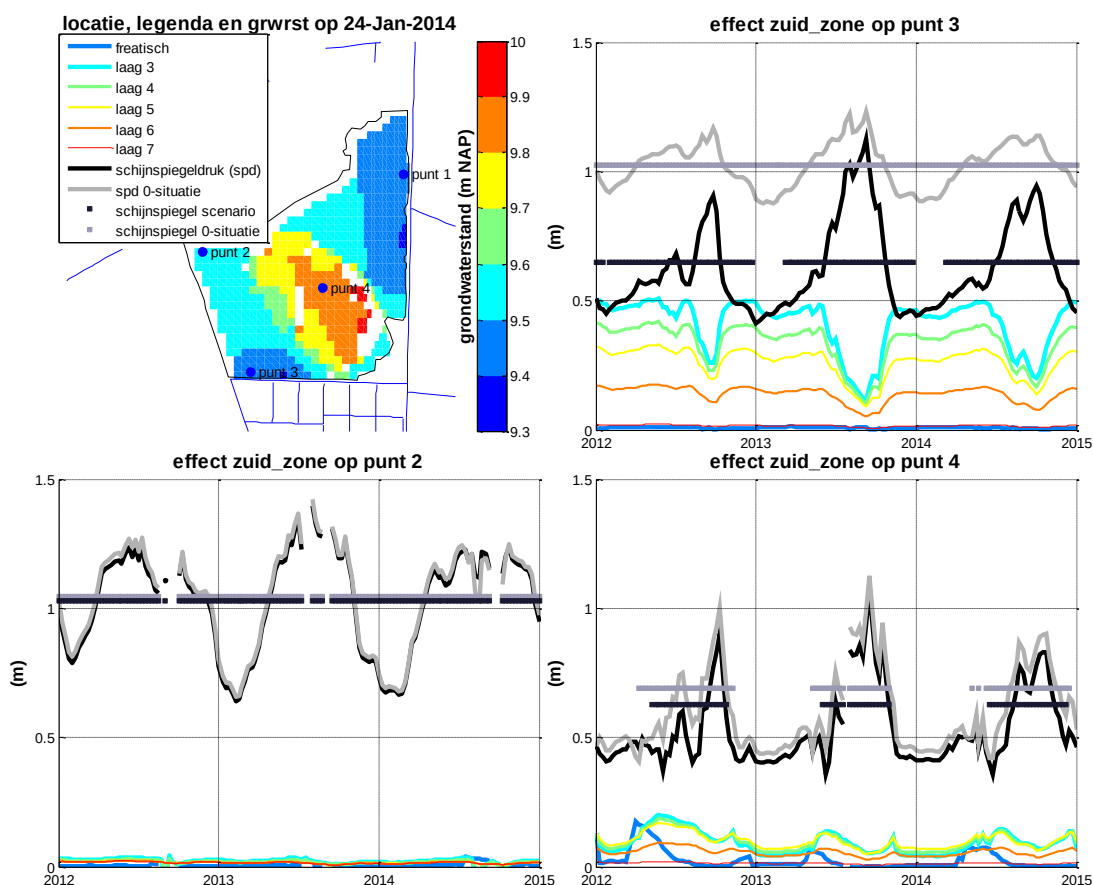
figuur 21: De verandering van de gemiddelde freatische grondwaterstand ten gevolge van de verhoging van 0,77 m van het peil in het zuidelijke landbouwgebied.

Omdat de verhoging over een relatief groot oppervlak wordt doorgevoerd is ook de doorwerking naar het diepe pakket vrij groot. Dit blijkt onder het gehele Huurnerveld zijn uitwerking te kunnen hebben, zoals weergegeven in figuur 22.



figuur 22: Een weergave van de verandering van de droogval van het veen (laag 2) ten gevolge van de verhoging van het peil in het zuidelijke landbouwgebied.

In figuur 23 is de temporele doorwerking van de peilverhoging in de zuid-zone in 3 controle punten weergegeven. Hieruit blijkt dat de schijnspegel enige tijd verdwijnt. Dit leidt niet tot een verhoging van de freatische grondwaterdynamiek, omdat de timing in de (toch al natte) winterperiode valt. Op enige afstand van de zuidrand in punt 4 treedt volgens de berekening wel een freatisch effect op, door een verlenging van de periode zonder schijnspegel in het voorjaar.



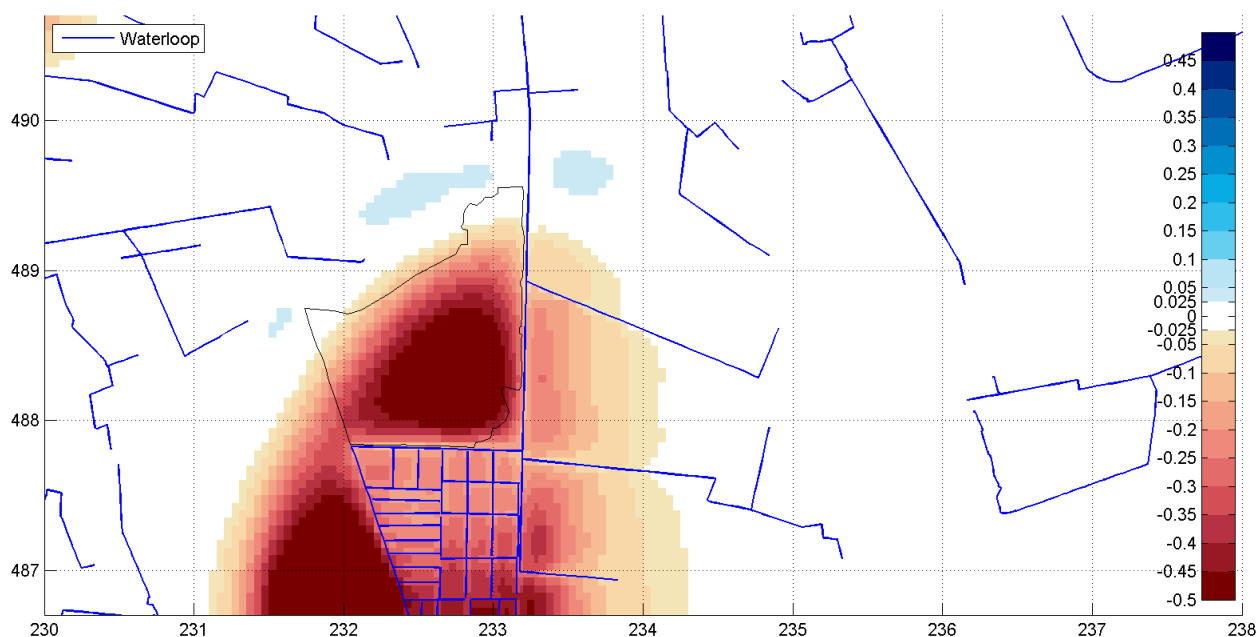
figuur 23: Ruimtelijke doorwerking van een peilverhoging in de landbouwzone ten zuiden van het Huurnerveld op de stijghoogteverandering (stijghoogte nieuwe situatie - stijghoogte zonder ingreep) en de schijnspiegeldruk (freatisch grondwaterstand - stijghoogte bovenste grondwater)

3.1.4 Scenario 4: Gevoeligheid keileem-laag

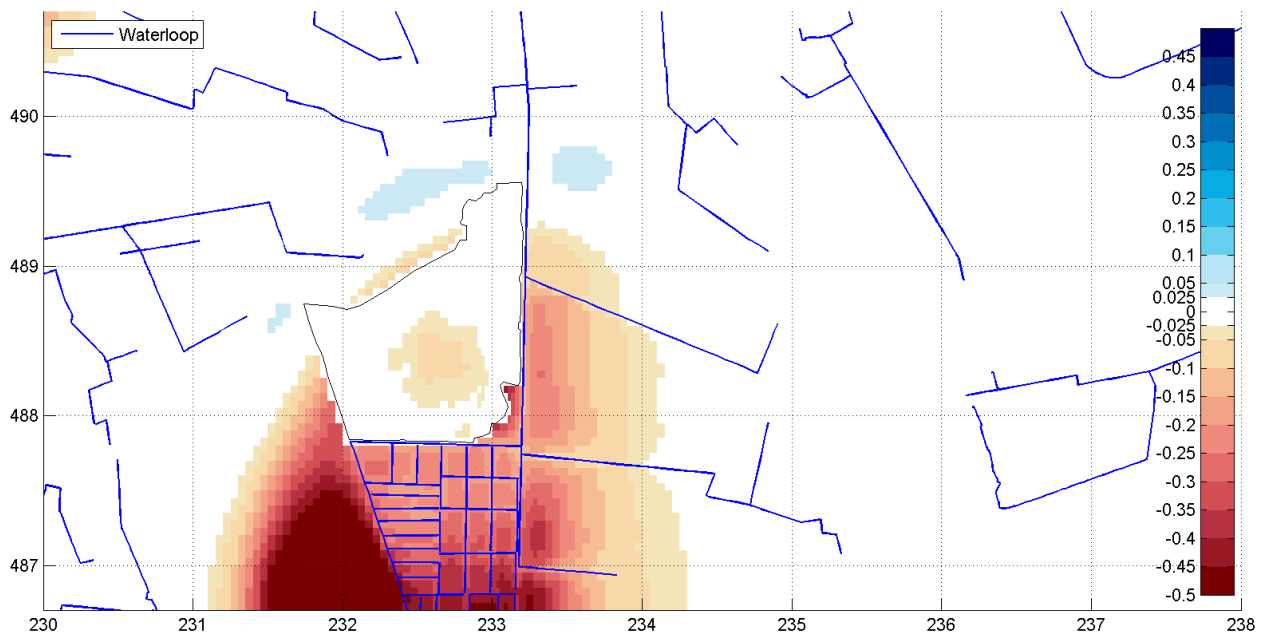
Het conceptuele model heeft een schematisatie, die gebaseerd is op de geologische gelaagdheid zoals in REGIS II.1 is geïnterpreteerd (figuur 3). Daarin speelt de ruimtelijke verbreiding van een keileemlaag een belangrijke rol: deze verdeelt het hydrologische systeem in een ondiep systeem dat vooral lokale voeding kent en een diep systeem, waarin ondermeer door grondwaterexploitatie een relatief lage stijghoogte heerst. De wegzijging vanuit het ondiepe systeem naar het diepe grondwater wordt door deze keileemlaag in de zone tussen stuwwal en het Huurnerveld getemperd. Hierdoor is het mogelijk om in deze zone relatief natte condities te ontwikkelen en te behouden. Deze kunnen op hun beurt ondersteunend zijn aan het creëren of behouden van gunstige condities voor het behoud en herstel van hoogveenontwikkeling.

De verbreiding van de keileem in de ondergrond is echter niet volledig uitgekarteerd. Vanwege het belang van deze laag in het begrijpen van de hydrologische dynamiek, en dus in de mogelijkheid om deze dynamiek te voorspellen bij gewijzigde omstandigheden is het wenselijk om de verbreiding van de keileem nader te bepalen. Ter onderbouwing van deze wens is het effect van een andere begrenzing van de keileemlaag in beeld gebracht: de aanname dat onder het Huurnerveld geen keileem aanwezig is.

De stijghoogte in de zandondergrond daalt door deze aanpassing met enkele decimeters, zie figuur 24. De verandering van de gemiddelde freatische (grond)waterstand ten gevolge van deze aanpassing van het model is weergegeven in figuur 25. De doorwerking naar de freatische grondwaterstand wordt vooral in het centrum van het Huurnerveld berekend, waar in de uitgangssituatie geen droogval optreedt en de verlaging dus ook over de zomerperiode wordt berekend.

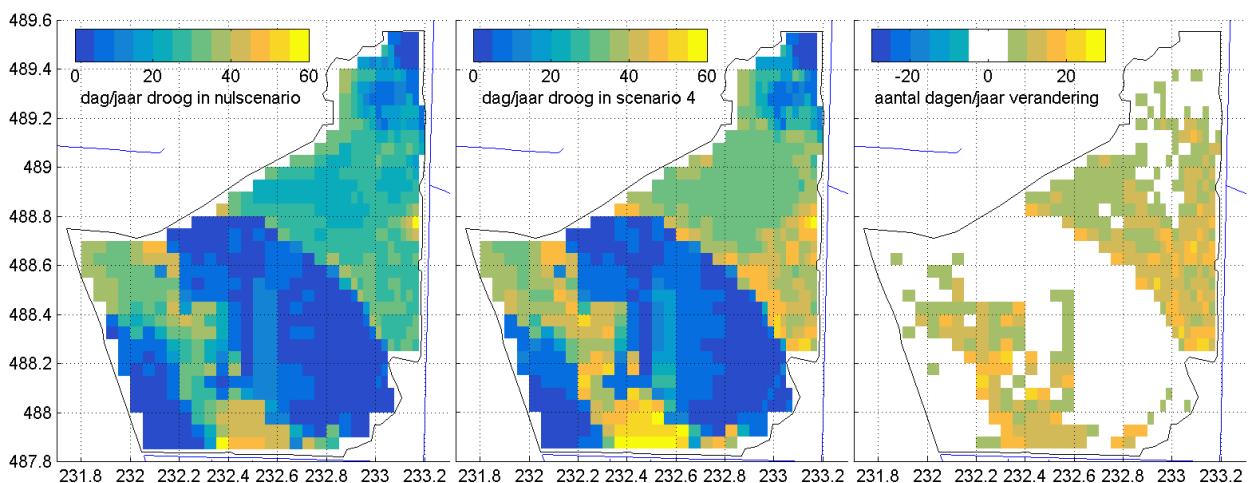


figuur 24: De verandering van de gemiddelde grondwaterstand en de stijghoogte onder het veen ten gevolge van het verwijderen van de keileem-laag ten westen van de Hoogelaarsleiding.



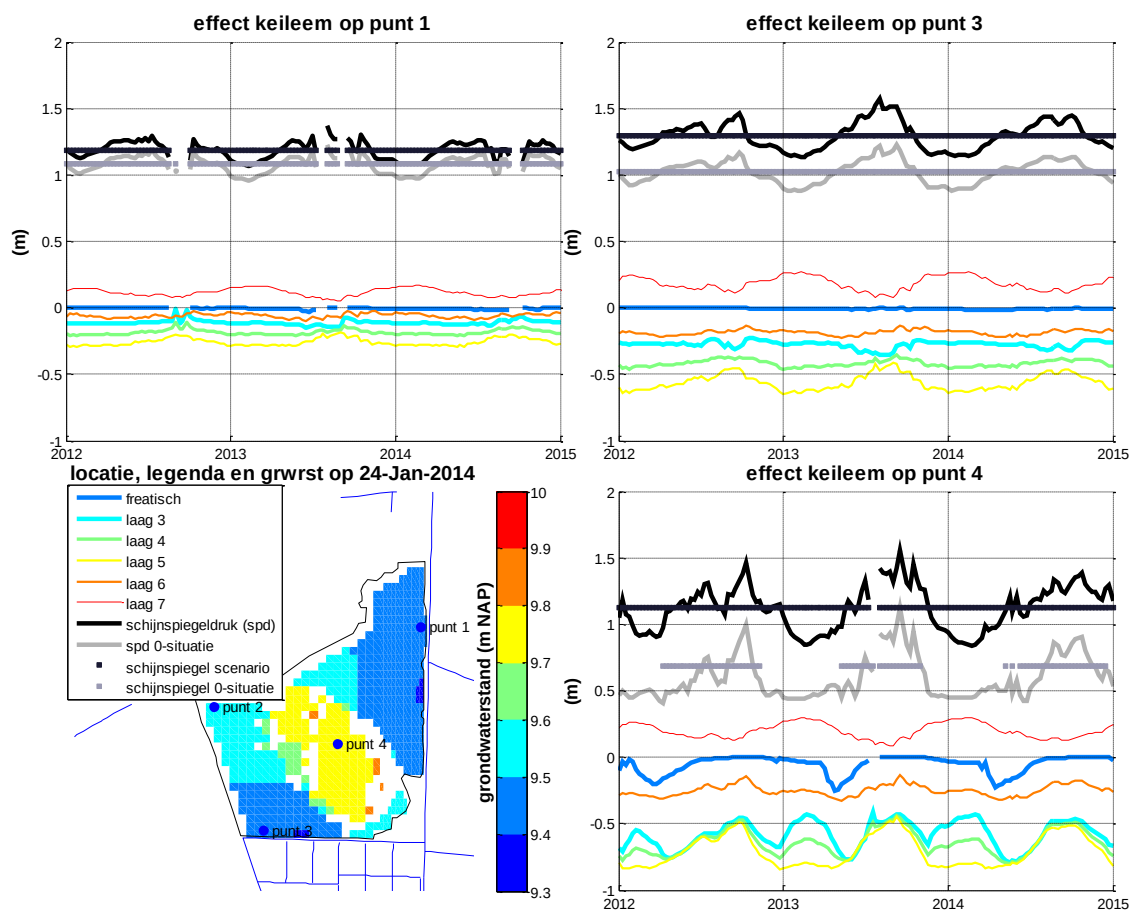
figuur 25: De verandering van de gemiddelde freatische grondwaterstand ten gevolge van het verwijderen van de keileem-laag ten westen van de Hoogelaarsleiding.

Zonder keileem zou de droogval van het veen toenemen, tot maximaal 20 dagen per jaar. De verandering van de berekende mate van droogval is weergegeven in figuur 26.



figuur 26: Een weergave van de verandering van de droogval van het veen (laag 2) ten gevolge van het verwijderen van de keileem-laag ten westen van de Hoogelaarsleiding.

Het temporele effect van deze aanpassing in de schematisatie is weergegeven in figuur 27. Uit figuur 27 blijkt dat de situatie zonder keileem onder het Huurnerveld zou leiden tot een aanzienlijke toename van de schijnspiegeldruk en ook in het centrum van het gebied tot een permanent optreden van een schijnspiegelsysteem. De dynamiek van de freatische grondwaterstand in de veenlaag neemt op die locaties toe, met dieper uitzakkende grondwaterstanden in de zomer. De toename van de schijnspiegeldruk is het grootst in het centrum van het gebied waar de keileem is verwijderd uit het model. Gunstige condities voor hoogveenherstel zijn bij afwezigheid van keileem in de ondergrond in sterkere mate afhankelijk van de veenweerstand.



figuur 27: Ruimtelijke invloed van het verwijderen van de keileem onder het Huurnerveld op de stijghoogteverandering (stijghoogte zonder keileem – stijghoogte referentie) en de schijnspegeldruk (freatisch grondwaterstand – stijghoogte bovenste grondwater)

4 Conclusies voor het meetnet

Inrichting meetpunten

Uit de systeemanalyse, ondersteund door de conceptuele berekeningen kan worden geconcludeerd dat het consistent meten van de effecten van een ingreep op de hydrologische condities in de veenlaag niet eenvoudig zal zijn. Er kunnen binnen het Huurnerveld ruimtelijk verspreid uiteenlopende reacties optreden, afhankelijk van de mate waarin sprake is van schijnspiegelvorming. Dit is op zijn beurt afhankelijk van de weerstand van de veenbasis en de diepte waarop deze weerstand zich manifesteert en varieert bovendien sterk in de tijd. De doorwerking van ingrepen op de grondwaterstijghoogte in de zandondergrond is sterk afhankelijk van de positie van het controle punt ten opzichte van de effectieve verbreiding van de keileemlaag: de scheiding tussen diep en ondiep grondwater. Bij de inrichting van monitoringpunten, moet men op deze gevoeligheden zijn bedacht: het is telkens van belang om deze eigenschappen vast te leggen:

- De aanwezigheid van veen
- De diepteligging van de weerstand onder het veen
- Het registreren van het al dan niet aanwezig zijn van een onverzadigde zone onder het veen
- Het voorkomen en de diepteligging van de keileem
- De opbouw van de bodem tussen veen en keileem
- De dikte van de keileem

Indien al deze elementen aanwezig zijn kan op basis van de profieleigenschappen een volledig monitoringpunt worden ingericht, met een filter in de veenlaag; een filter vlak onder de veen-basis; een of meerdere filters (afhankelijk van de gelaagdheid) in de laag tussen veen en keileem en een filter onder de keileem. Niet alle monitoringpunten hoeven volledige tot onder de keileem worden doorgezet: het volstaat om de randpunten van een meetraai volledig in te richten en de tussenliggende punten alleen te voorzien van de drie bovenste filters.

Ruimtelijke spreiding meetpunten

Peilverhogingen langs de oost- en zuidrand van het Huurnerveld beïnvloeden naar verwachting de stijghoogte onder het veen in een brede zone. De aanwezigheid van keileem in dit gebied dwingt deze horizontale verbreiding als het ware af. In de schematisatie van het systeem zitten echter een aantal onzekerheden, dat via monitoring aanzienlijk kan worden ingeperkt. Een gevoelige factor daarin is de verbreiding van de keileem-weerstand, die samen met de transmissiviteit van de zandlaag tussen veen en keileem de doorwerking van de ingreep bepaalt. Deze eigenschappen kunnen met monitoring goed worden vastgesteld.

De doorwerking van de stijghoogteverandering naar de freatische grondwaterdynamiek hangt sterk af van het contact tussen beide systemen. De modellering, ondersteund door enkele meetlocaties, suggereert dat dit contact vaak beperkt aanwezig is, omdat het freatische grondwater een schijnspiegelsysteem is. De verbreiding van dit schijnspiegelsysteem is cruciaal voor de effectiviteit van grondwaterstandsverhogende maatregelen. Om de voorspelling te verbeteren is monitoring van de freatische grondwaterstanden daarom cruciaal, in samenhang met een kartering van de diepteligging van de dragende weerstandbiedende (gliede)laag.

Voor de verschillende potentiële hydrologische ingrepen zijn de wensen voor het bijbehorende meetnet in aansluiting op de beschikbare meetpunten als volgt samen te vatten:

Hoogelaarsleiding

Gevoelige elementen in de hydrologie van het Huurnerveld zijn het voorkomen en de verbreiding in ruimte en tijd van schijnspiegelsystemen. Effectieve monitoring zal dus uitsluitend moeten bieden over dit aspect. Van de huidige meetpunten biedt de meetraai over de Hoogelaarsleiding veel aanknopingspunten om verder uit te breiden:

- De twee westelijke meetpunten (combinatiepunten met een ondiep en een dieper geplaatst filter) in deze raai lijken allen, op basis van dynamiek en stijghoogte, boven de lokale schijnspiegelbasis te liggen. Deze meetpunten zouden bij voorkeur aangevuld moeten worden met diepere filters onder deze basis.
- De meetraai ligt op de rand van de veronderstelde verbreiding van de keileem. Het zou aanbeveling verdienen om deze verbreiding langs de weg middels sonderingen (met spanningsmeter) uit te karteren.
- Het is wenselijk om ter plaatste van de meetraai een peilfilter in de aquifer onder de keileem te plaatsen.

Met deze gerehabiliteerde meetraai kan worden vastgesteld of er sprake is van een schijnspiegelsysteem en in welke mate welke rand(voorwaarde) bepalend is voor de gemeten dynamiek in de verschillende filters.

Uitbreiding van het meetnet rond de Hoogelaarsleiding ligt voor de hand. De voorkeur zou dan hebben om een identieke meetraai in de zuidelijke helft van het Huurnerveld te plaatsen. Deze meetraai dient als controle op de eerste meetraai en geeft daarnaast het effect van een waarschijnlijk wat centralere locatie in de keileemverbreiding.

Schaddenbeltsleiding

Verhoging van het streefpeil van de Schaddenbeltsleiding zal naar alle waarschijnlijkheid niet waarneembaar zijn binnen het Huurnerveld. Dit komt mede omdat de waterloop buiten de verbreidingszone van de keileemlaag ligt. Het lijkt dus niet zinvol om op deze ingreep binnen het Huurnerveld specifieke registratie in te richten.

Peilverhoging landbouwgebied in zone ten zuiden van het Huurnerveld

Bij eventuele vernatting van het landbouwgebied ten zuiden van het Huurnerveld zullen de effecten daarvan zich in het Huurnerveld manifesteren op de huidige grenszone met het Huurnerveld. Herhaling van dezelfde meetopzet als voorgesteld langs de Hoogelaarsleiding zou dan een aanzienlijke meerwaarde hebben voor het inzicht in het hydrologisch systeem en de doorwerking van het effect van maatregelen. Ter voorbereiding van de locatieselectie zou ook langs deze grens de keileemverbreiding middels sondering uitgekarteerd kunnen worden. De huidige hypothese is een continue aanwezigheid van de keileem onder de volle lengte van de grens. Indien dit wordt bevestigd, volstaat een enkele raai in het midden van de zuidrand. Indien de keileem niet over de volle lengte wordt aangetroffen is het aantrekkelijk om het verschil in verwachte respons ook in de monitoring te kunnen bevestigen, en zouden twee meetraaien ingericht moeten worden.

Verbetering interne monitoring in Huurnerveld

De hydrologische toestand binnen het Huurnerveld hangt zoals gesteld voor een belangrijk deel samen met de werking van de weerstand aan de basis van het veen. Deze weerstand is ruimtelijk naar verwachting sterk variabel. Aan dit fenomeen wordt onderzoek gedaan (Akker, et al., 2016), waarbij de nadruk ligt op het meten van de doorlatendheid van bodemonsters. Aanvullend verdient het overweging

om een proefgebiedje in te richten waarin temperatuurprofielen worden gemeten. Temperatuur wordt daarin gebruikt als tracer voor de infiltratie van water. Dit kan gerealiseerd worden met glasvezelkabels, maar ook met discrete temperatuursensor-kabels. De plaatsing van een groot aantal van deze verticale temperatuurprofiel-meters levert een beeld op van de flux over de weerstand laag en de ruimtelijke variabiliteit hierin. Dergelijke veldmetingen kunnen een belangrijke aanvulling vormen op de lab-bepalingen van de doorlatendheid.

Literatuur

Aggenbach C.J.S. en Jansen A.J.M. Vegetatiekartering en hydro-ecologische analyse van het Wierdense veld [Rapport]. – Nieuwegein : Kiwa, 1991.

Akker Jan vd [et al.] OBN-2013-51-NZ Veenbasis, afbraakprocessen in relatie tot hydrologie- onderzoeksoptzet [Rapport]. – Wageningen : Alterra, 2016.

Beekman W. Waterbalans Huurnerveld [Rapport]. – Schoonhoven : Artesia, 2015.

Dorland Edu, Cirkel Gijsbert en Witte Jan-Philip Verband tussen stijghoogte en grondwaterstand in schijnspiegelsystemen [Rapport]. – Nieuwegein : KWR, 2015.

Hoogendoorn J.H. Analyse van een drietal wateraanvoerplannen rond het Wierdense Veld [Rapport]. – [sl] : Tauw BV, 1998.

Hoogendoorn J.H. en Stroet C.B.M. te Optimalisatie Waterbeheer Wierden | Wierdense Veld [Rapport]. – [sl] : NITG-TNO.rapportno. OS94-14-6., 1994.

Jansen A.J.M. [et al.] Het Wierdense Veld – Advies van de Commissie van Deskundigen [Rapport]. – Zwolle : provincie Overijssel, 2013.

Tomassen H. [et al.] Vooronderzoek Wierdense Veld. Eindrapportage mei 2005. [Rapport]. – [sl] : Onderzoekcentrum B-Ware, Nijmegen/Landschap Overijssel, 2005.

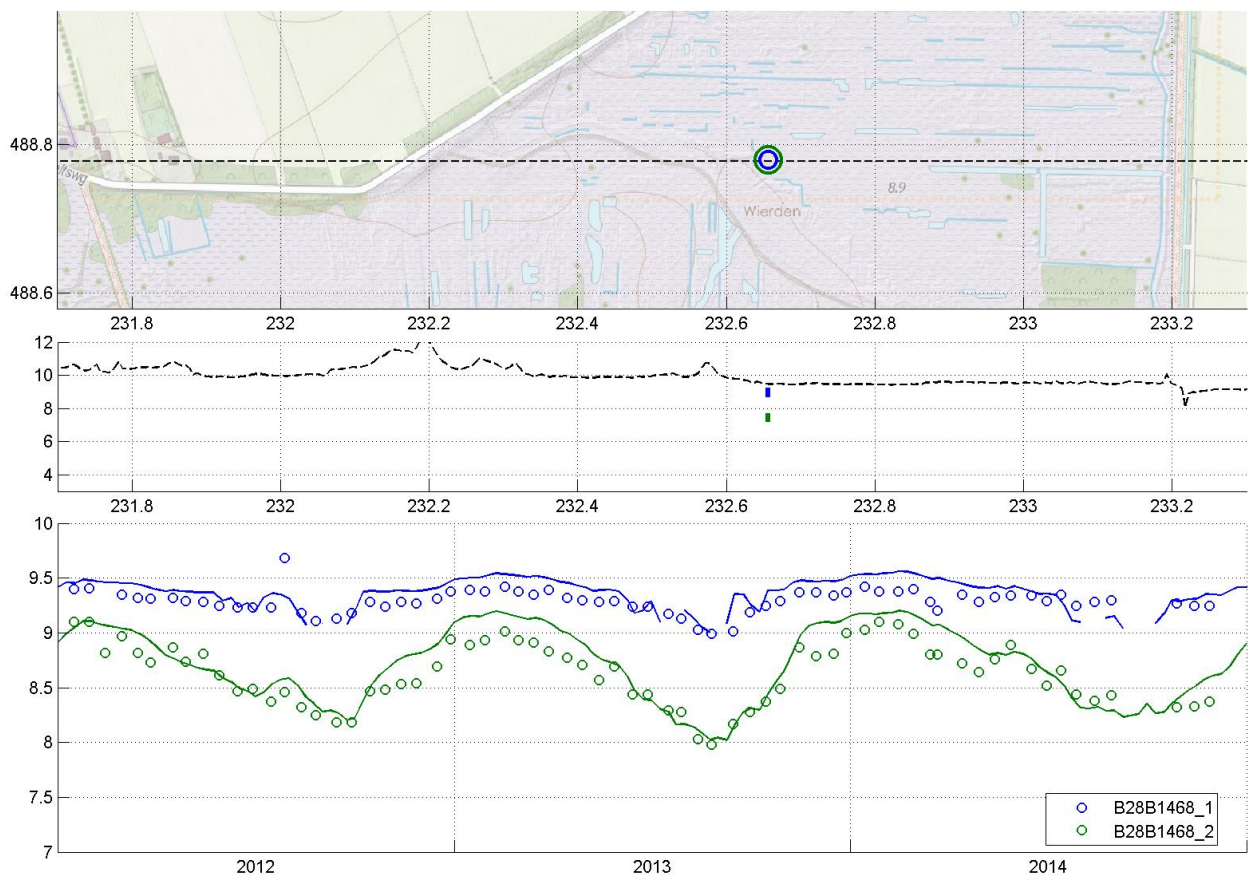
Tomassen Hilde, Tweel-Groot Loekie van en Smolders Fons Vernattingsmaatregelen in het Wierdense Veld: van experiment naar praktijk [Artikel] // De Levende Natuur. – 2014. – 115/2.

Wirdum G. van, W. Barendrecht Hoe hangt het waterregime in de veenlaag van het Wierdense Veld af van de waterwinning in Wierden (Overijssel)? [Rapport]. – 2006.

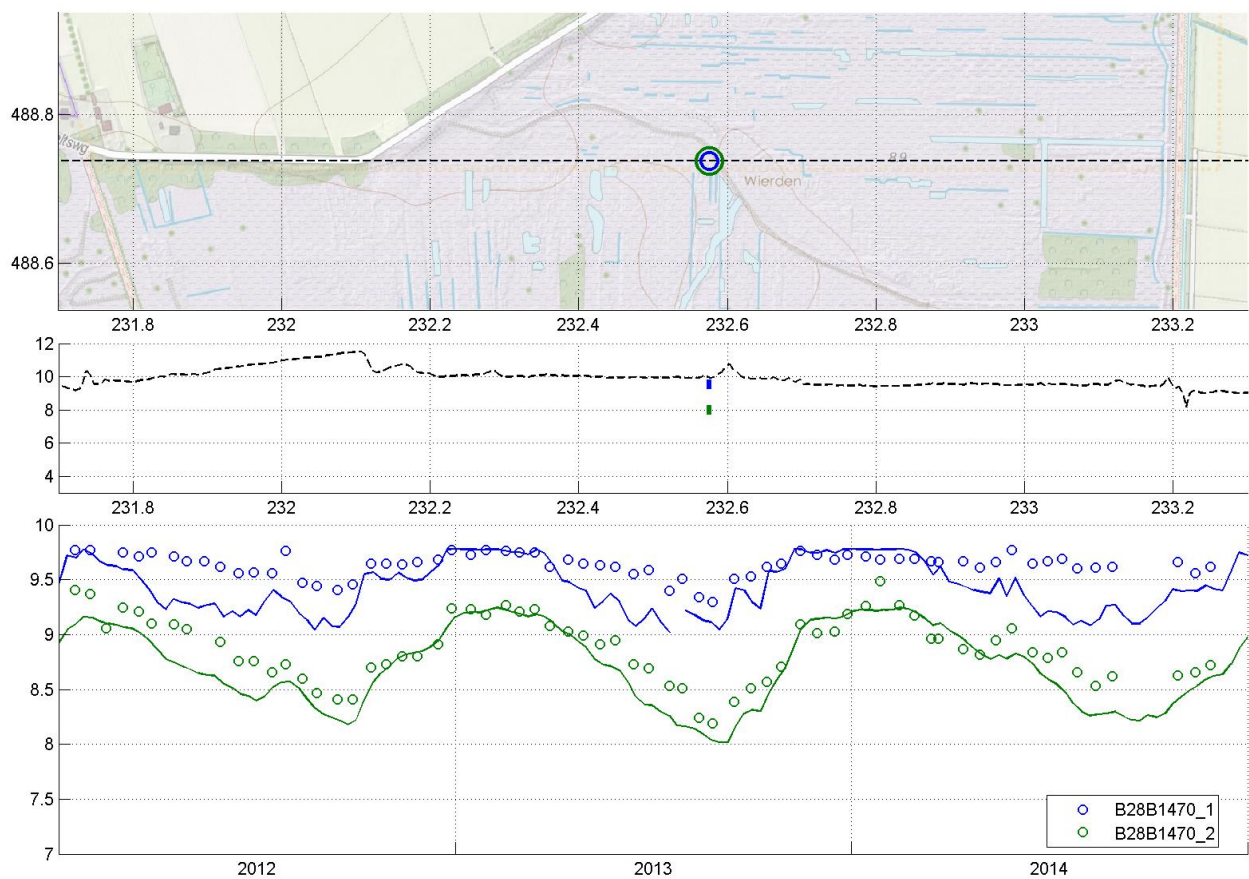
Bijlage 1 Vergelijking model en metingen

In de figuren op deze en de volgende bladzijden is voor alle peilputten met meerdere filters binnen het Huurnerveld het model vergeleken met de gemeten grondwaterstand/stijghoogte in de periode 2013 – 2015, op volgorde van noord naar zuid.

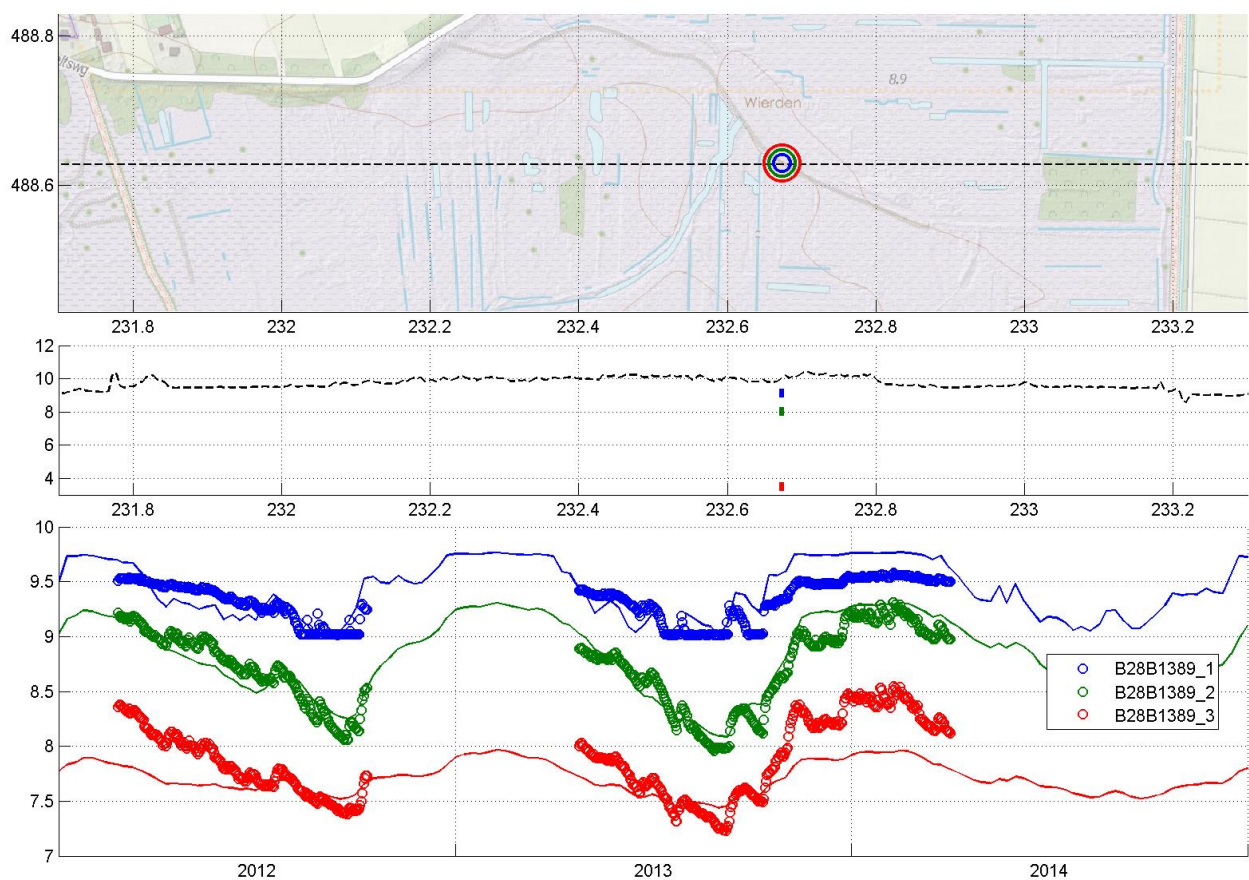
De grondwaterstand in het bovenste peilfilter komt vaak droog te liggen. De metingen stoppen dan, of worden constant, als niet voor droogval is gecorrigeerd. In het model kan de grondwaterstand ook tot onder de bodem van de laag dalen, waardoor de laag droog wordt. In de grafieken is dit te zien door een gat in het lijntje dat het model voorstelt.



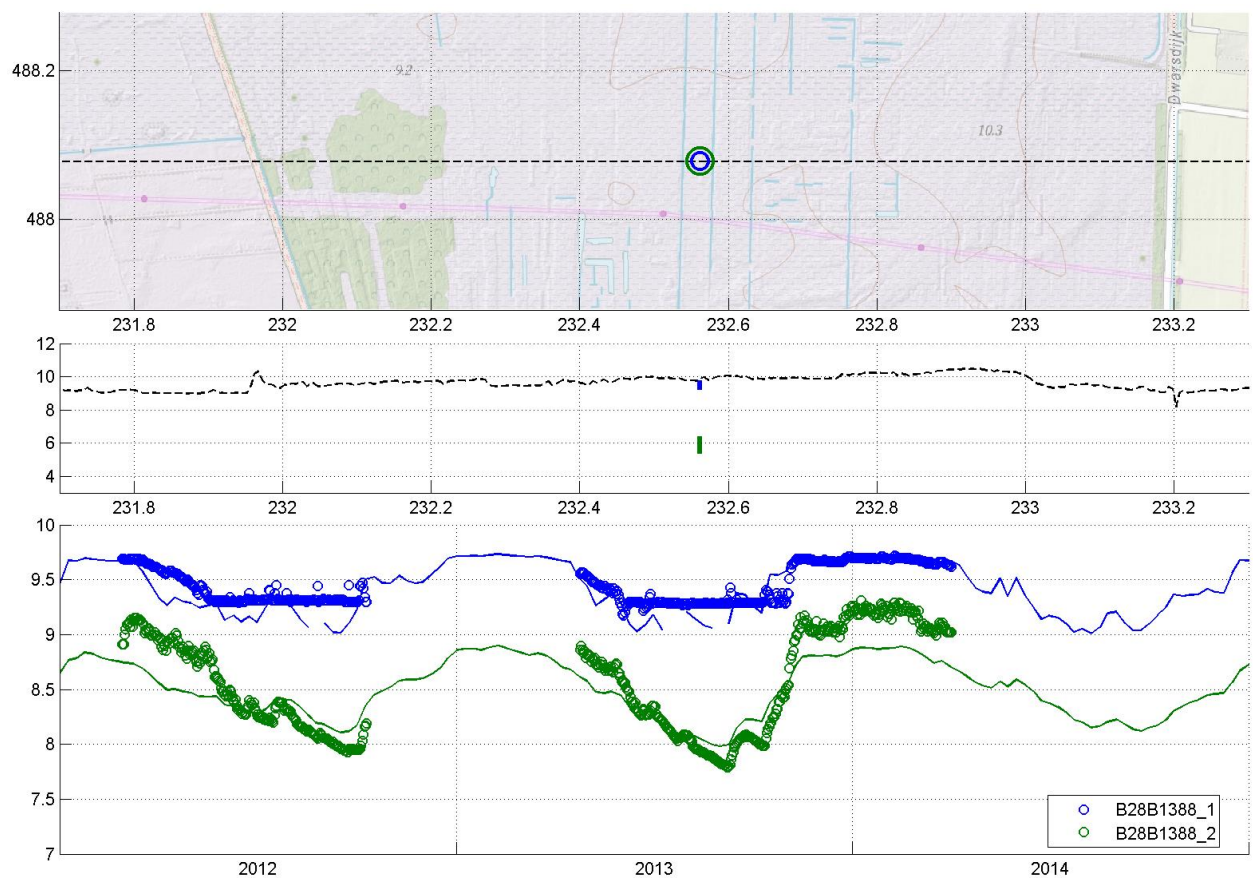
figuur 28: de vergelijking tussen metingen en model bij put B28B1468.



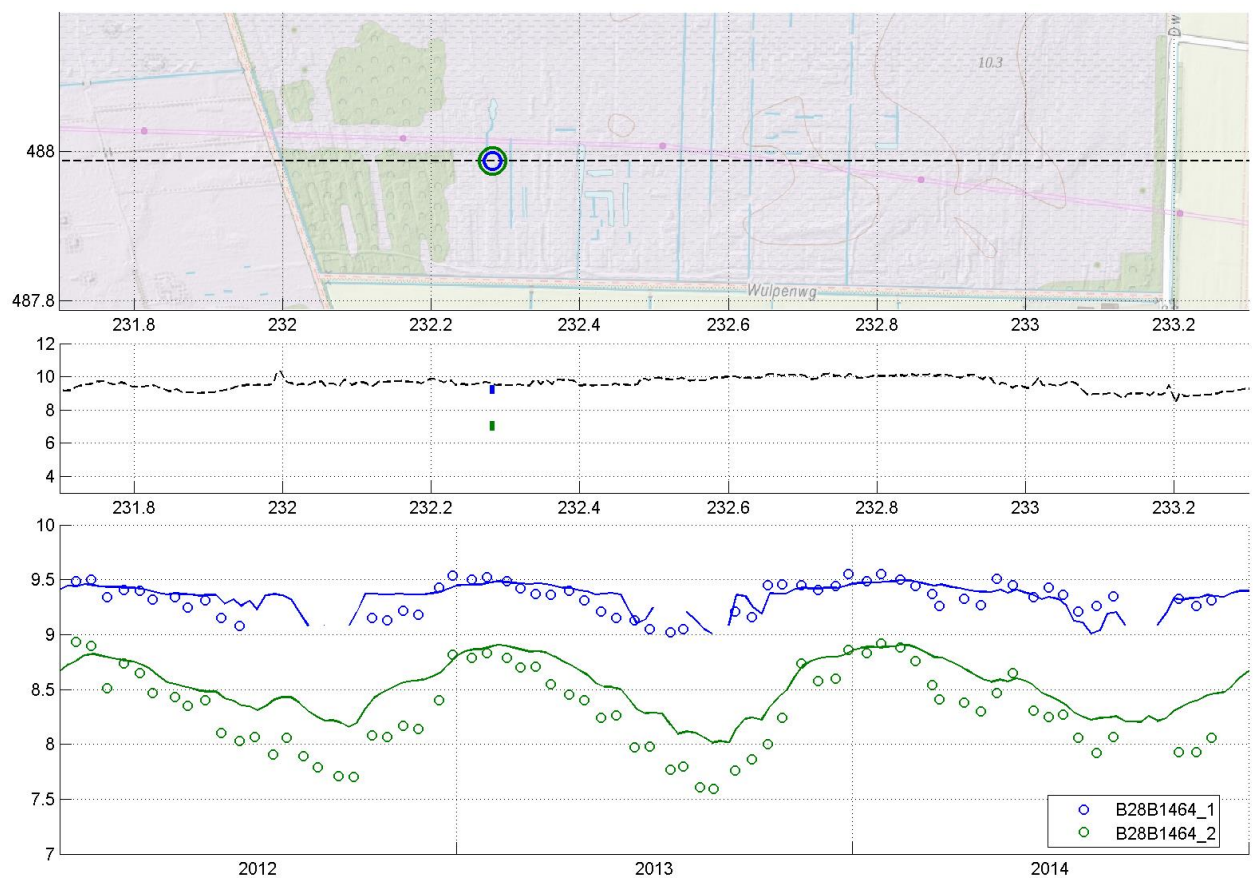
figuur 29: de vergelijking tussen metingen en model bij put B28B1470.



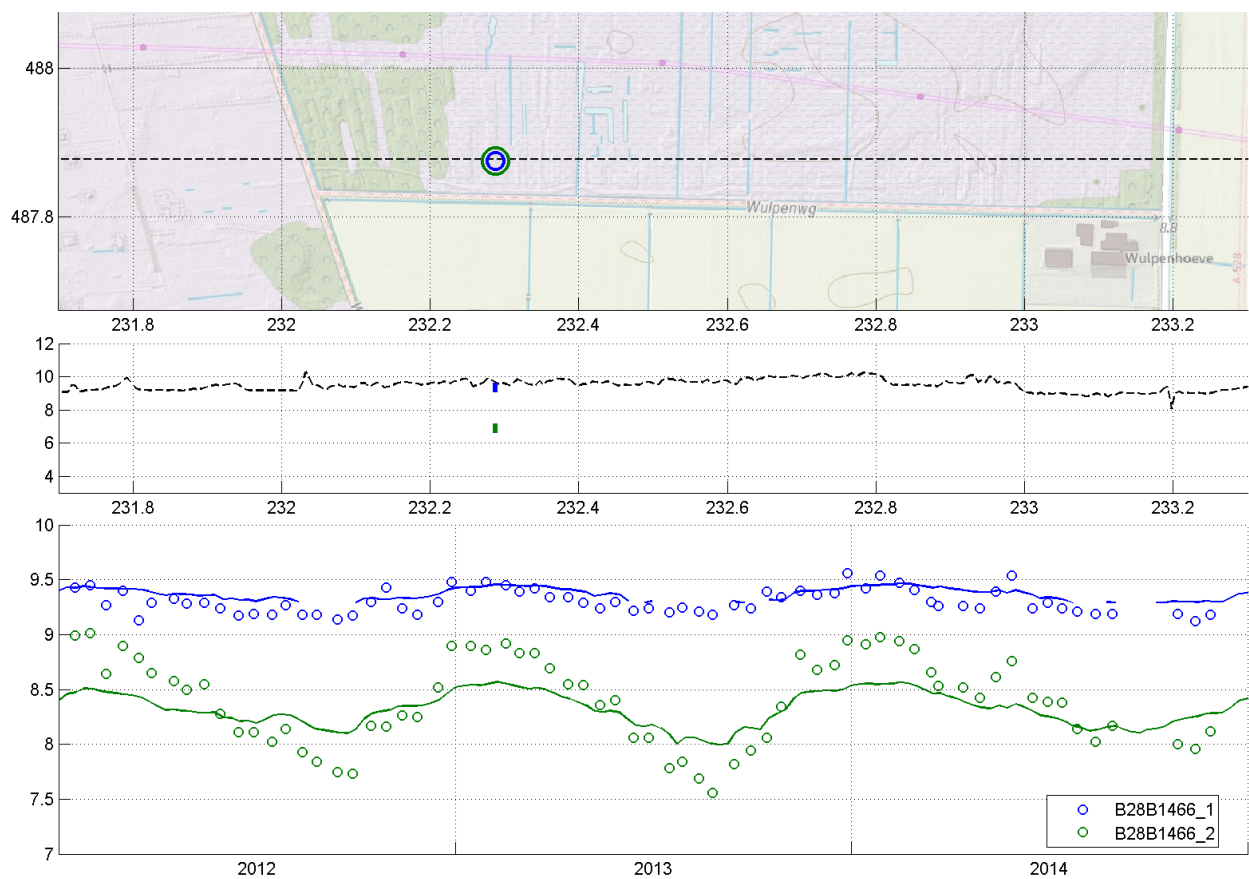
figuur 30: de vergelijking tussen metingen en model bij put B28B1389. Voor peilbuis B28B1389_3 is bij deze vergelijking uitgegaan dat deze zich onder de keileem bevindt, hoewel de peilbuis in het model boven de laag ligt die de keileem voorstelt.



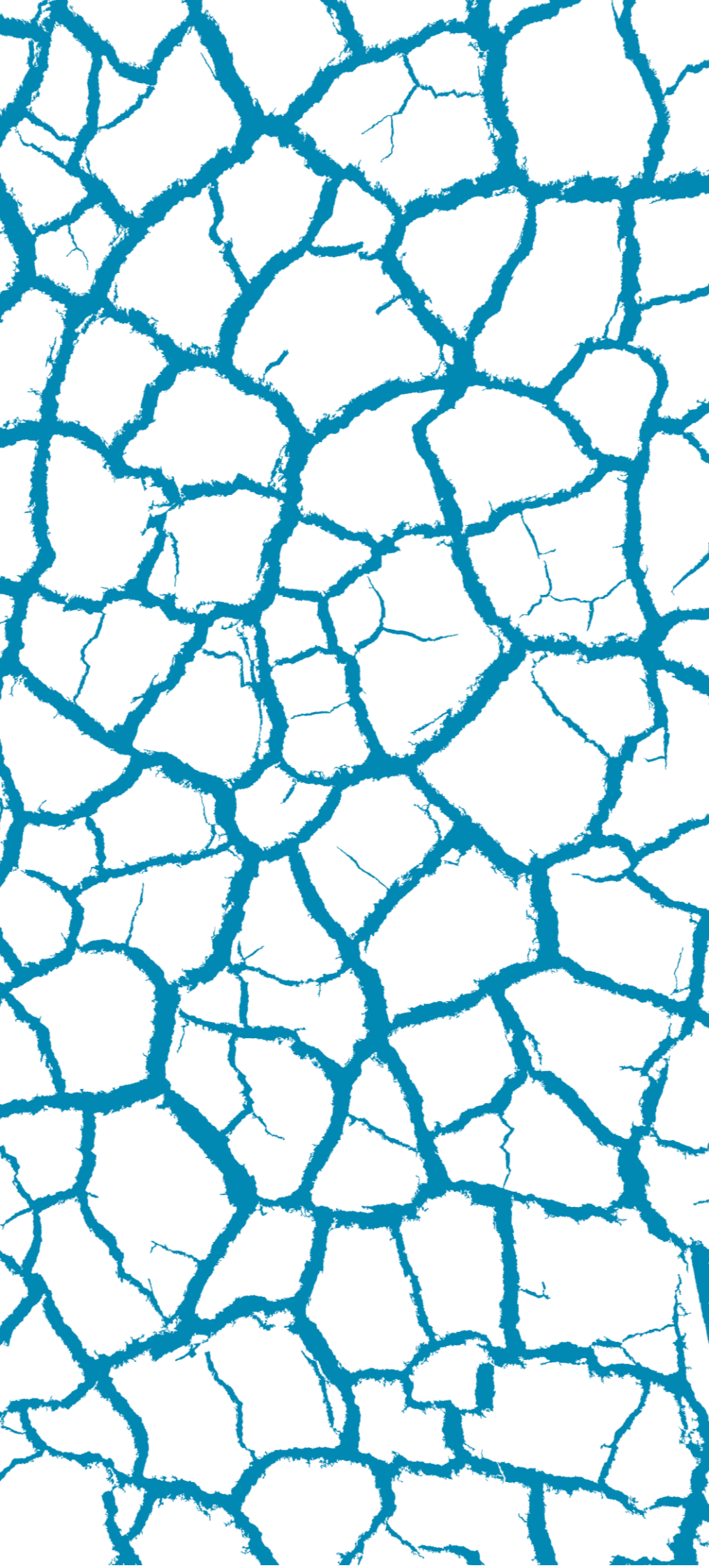
figuur 31: de vergelijking tussen metingen en model bij put B28B1388.



figuur 32: de vergelijking tussen metingen en model bij put B28B1464.



figuur 33: de vergelijking tussen metingen en model bij put B28B1466.



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