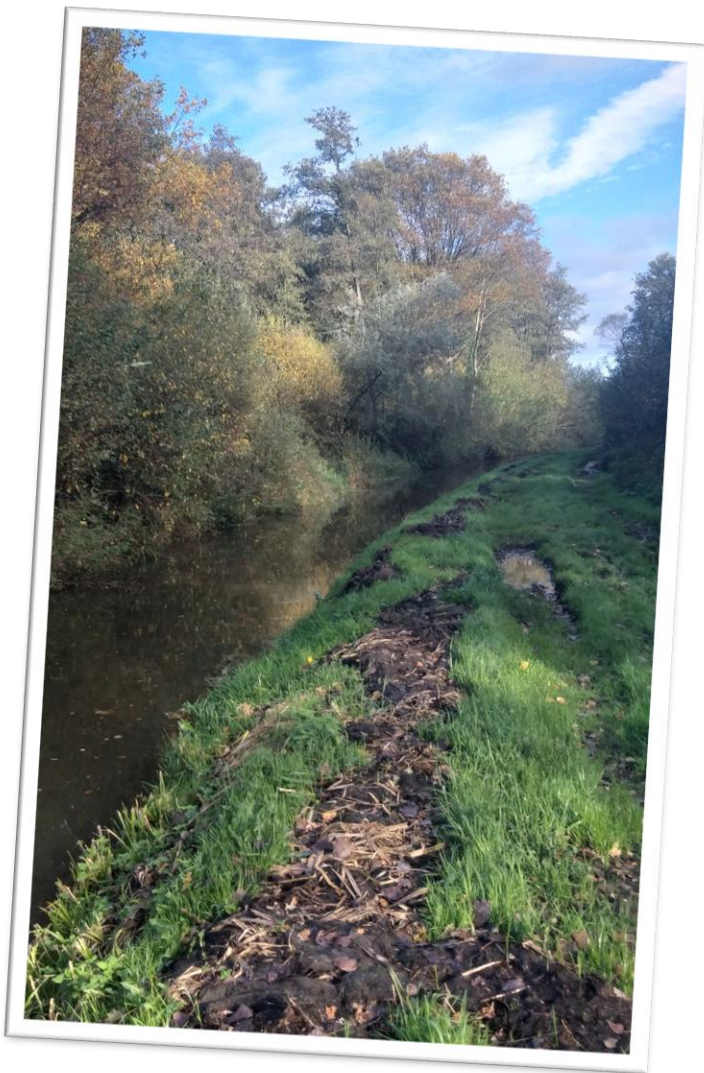


(Geo)Hydrologisch onderzoek Roukespeel

**Onderzoek naar de effecten van de beoogde
maatregelen in de Roukespeel**



Titel

(Geo)Hydrologisch onderzoek Roukespeel

Subtitel

Onderzoek naar de effecten van de beoogde maatregelen in de Roukespeel

Kenmerk

R_2020_008

Revisie

DEF versie 2.0

Datum

17-5-2021

Auteur(s)

H₂Opinion
H₂Opinion

In opdracht van:

Vereniging voor behoud van Natuurmonumenten

Opgesteld door:

Noord-Brabantlaan 265
5652 LD Eindhoven
www.H2Opinion.nl

Noord-Brabantlaan 265
5652 LD Eindhoven
www.H2Opinion.nl

Inhoudsopgave

1.	Inleiding	5
1.1.	Aanleiding.....	5
1.2.	Doelstelling.....	6
1.3.	Leeswijzer	6
2.	Gebiedsbeschrijving	7
2.1.	Beschrijving gebied	7
2.2.	Hoogte	8
2.3.	Geomorfologie	10
2.4.	Bodem	11
3.	Werking grond- en oppervlaktewatersysteem.....	16
3.1.	Oppervlaktewater	16
3.1.1.	Structuur watersysteem.....	16
3.1.2.	Afvoeren	18
3.1.3.	Waterpeilen	21
3.2.	Grondwater.....	31
3.2.1.	Metingen.....	31
3.2.2.	IBRAHYM-modellering	32
3.3.	Samenvatting werking systeem	36
4.	Beleid	37
4.1.	Natuurbeheertypen.....	37
4.2.	Waterbeheerplan 2016-2021 en Keur.....	40
5.	Maatregelen en effecten	43
5.1.	Maatregelpakketten.....	43
5.2.	Maatregelpakket 1: Verondiepen gehele Oude Leukerbeek.....	44
5.3.	Maatregelpakket 2: Verondiepen Oude Leukerbeek benedenstrooms van Grote Kouseykweg	49
5.4.	Ontwatering fietspad	54
5.5.	Mitigerende maatregelen	55
6.	Conclusie en aanbevelingen	58
6.1.	Conclusie.....	58
6.2.	Aanbevelingen.....	59
	Literatuurlijst	60

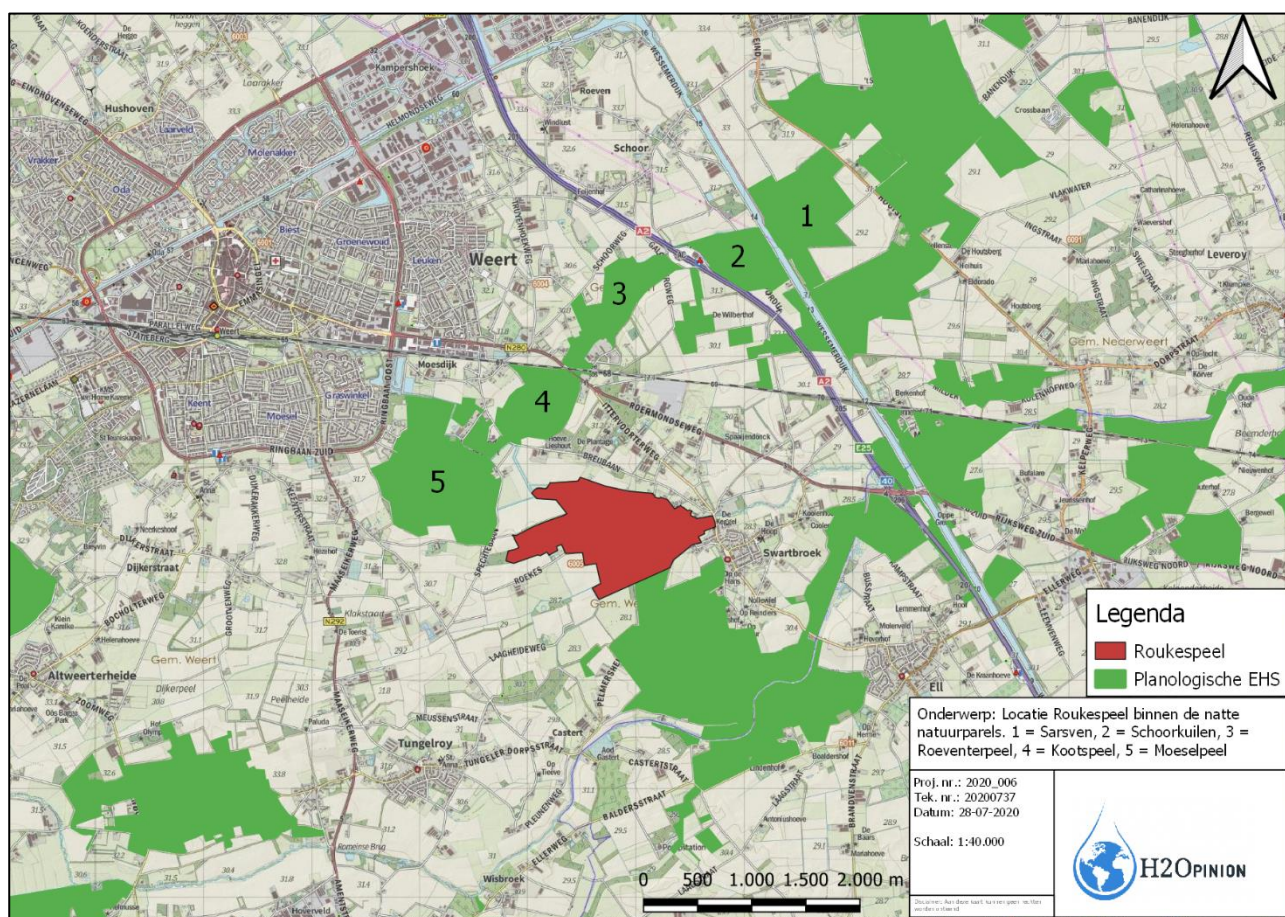
Bijlagen	61
Bijlage 1: Werkwijze afvoerbepaling	61
Bijlage 2: Opbouw SOBEK-modellering	63
Bijlage 3: Kwelduurlijnen.....	66
Bijlage 4: Opbouw IBRAHYM-modellering	74
Bijlage 5: Artikel 11 Keur Waterschap Limburg	80
Bijlage 6: Resultaten inmeting geul door bos	82
Bijlage 7: GxG ten opzichte van maaiveld	87
Bijlage 8: Kwelfluxen.....	94
Bijlage 9: Plantengemeenschappen	98
Bijlage 10: Lengteprofiel maatregelpakket 1	101

1. Inleiding

1.1. Aanleiding

De Roukespeel is onderdeel van de natte natuurpleisnoer, welke is gelegen in het beekdal van de Leukerbeek in Limburg. De locatie is weergegeven in figuur 1. De Leukerbeek is rondom de Roukespeel enkele jaren geleden opnieuw ingericht, waarbij het natuurlijke water gescheiden is van het agrarische water. Tevens is de Leukerbeek aan de noordzijde van de Roukespeel omgeleid. De oude loop van de Leukerbeek door de Roukespeel is afgedamd middels grondwallen. De oude waterloop is voornamelijk niet gedempt om de ontwatering van de agrarische percelen aan de zuidzijde van de Roukespeel te kunnen blijven waarborgen.

Ondanks deze herinrichting van de Leukerbeek heeft het Roukespeel zich onvoldoende ontwikkeld en blijft de geohydrologische situatie achter op de gewenste toestand. In 2019 zijn door Eelerwoude hiervoor op basis van een kwalitatieve beschrijving aanvullende maatregelen bepaald om de (geo)hydrologische situatie verder te verbeteren (Eelerwoude, 2019). Deze rapportage beschrijft de (geo)hydrologische effecten van deze maatregelen op de omgeving.



Figuur 1: Overzichtskartaal Roukespeel en ligging natte natuurpleis

1.2. Doelstelling

Door het waterschap is aangegeven dat zij voor de realisatie van deze aanvullende maatregelen een (geo)hydrologische modellering wensen om de effecten op de omgeving te bepalen alvorens zij een waterwet vergunning kunnen afgeven voor de uitvoering. Middels deze rapportage wordt invulling gegeven aan de eis van het Waterschap. De vraagstelling is als volgt:

- Wat is het effect van het voorgestelde maatregelenpakket op de natte natuurparel Roukespeel en de omliggende (agrarische) omgeving?
- Indien er negatieve effecten op de omgeving zijn, welke mitigerende maatregelen zijn dan aanvullend noodzakelijk om deze effecten ongedaan te maken?
- Zijn binnen de Roukespeel optimalisaties mogelijk aanvullend op het voorgestelde maatregelenpakket (finetunen en detailmaatregelen) die de (geo)hydrologische situatie verder kunnen verbeteren zonder dat dit negatieve effecten heeft op de omgeving?

1.3. Leeswijzer

De opbouw van het rapport is gericht op het beschrijven van de resultaten van de geohydrologische studie. Hierbij ligt de aandacht voornamelijk bij de resultaten van de grondwatermodellering en oppervlaktewatermodellering. Bij beschrijvingen van de geohydrologische situatie van het gebied is een beknopte samenvatting weergegeven van eerder uitgevoerde onderzoeken. Deze beknopte samenvatting is te vinden in hoofdstuk 2, gebiedsbeschrijving. De resultaten van de grond- en oppervlaktewaterberekeningen en -metingen zijn te zien in hoofdstuk 3. Hoofdstuk 4 betreft het beleid, waar droogleggingsnormen en natuurbeheertypen worden behandeld. In hoofdstuk 5 zijn de berekende effecten van de verschillende maatregelpakketten opgenomen.

2. Gebiedsbeschrijving

2.1. Beschrijving gebied

Diverse onderzoeken zijn uitgevoerd waarin de ligging en werking van de het systeem van de Roukespeel en omgeving zijn beschreven. Het gaat om de volgende onderzoeken:

- J.W. van 't Hullenaar, Abiotische inventarisatie van de Krang, Augustus 1994.
- Hydro-ecologisch Onderzoek & Advies, Meetnetevaluatie, Terreinen omgeving Weert, Eindrapport, 5 april 2004.
- Royal Haskoning, Factsheet Moeselpeel, Roeventerpeel en Kootspeel (Nieuw Limburgs Peil), 11 december 2008.
- H. de Mars, Naar een Parelsnoer van Peelvennen, investeren in kwaliteit, 27 september 2011.
- H. de Mars, Projectplan Herinrichting Leukerbeek fase 2, 20 juni 2012
- Ir. K. Hanhart, Dr. E. Brouwer en Ing. G.J. Maljaars, Ecohydrologisch onderzoek Roukespeelven, 26 januari 2015.
- Eelerwoude, Toelichting maatregelenkaart, Roukespeel, 13 juli 2019.

Zoals in figuur 1 te zien is, is de Roukespeel onderdeel van een groter peelvennensysteem. De Roukespeel vormt hierbij het laatste peelven in de serie. Het ecohydrologische onderzoek Roukespeel stelt het volgende over de ligging van de Roukespeel¹:

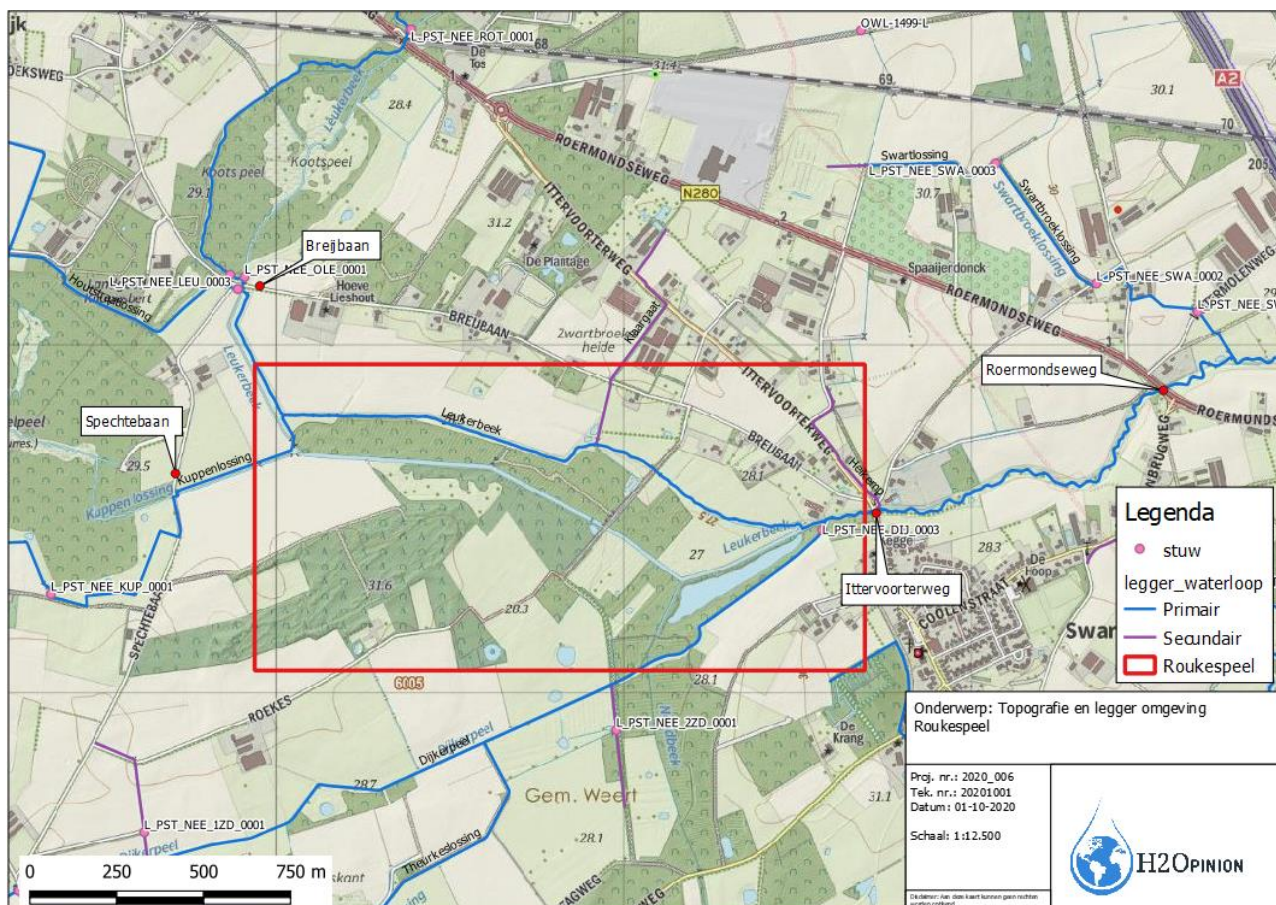
De Roukespeel is onderdeel van een reeks Peelvenen die via een zeer gering verval uiteindelijk afwateren op de Tungelroyse beek. In de reeks Vlakwater-Banen-Sarsven-Roeventerpeel-Moeselpeel-Roukespeel is het verval ongeveer een meter; van ruim 28 meter naar 27 meter NAP (www.ahn.nl). In de oorspronkelijke situatie was er sprake van toestroming van drie watertypen: oppervlaktewater uit stroomopwaarts gelegen Peelvenen, lokaal, kalkarm grondwater en meer regionaal, kalkrijk grondwater. Deze zeer bijzondere situatie heeft aanleiding gegeven tot het ontstaan van zeer bijzondere en soortenrijke gradienten. Door ontwatering is de toevoer van grondwater sterk verminderd en wordt oppervlaktewater snel afgevoerd via gegraven beken in de laagste delen van de Peelvenen.

Het gebied wordt, zoals in figuur 2 te zien is, begrensd door de Breijbaan aan de noordzijde en Spechtebaan aan de oostzijde. Aan de westzijde begrensd de Ittervoortweg het gebied. Hier ligt eveneens het dorp Swartbroek. De in 2013 verlegde Leukerbeek ligt aan de noordzijde van de Roukespeel. De oude Leukerbeek ligt nog in de Roukespeel, tussen de verlegde Dijkerpeel (eveneens in 2013 verlegd) en de verlegde Leukerbeek in. De ligging van de Roukespeel ten opzichte van de Ittervoortweg vormt daarnaast het samenstromingspunt van 2 dalen²:

Aan de noordkant ligt de Roukespeel. Het is een gebied waar twee dalen samenkomen. Na het samenstromingspunt wordt (ter hoogte van de Ittervoortweg) het dal geblokkeerd door een rug. De rug zorgde voor een natuurlijke drempel in de afvoer. Hierdoor ontstond een uitgestrekt moerasgebied: de Roukespeel. In het moerasgebied waren geen (of nauwelijks ontwikkelde) beken aanwezig.

¹ Bron: Ir. K. Hanhart et al. (2015)

² Bron: J.W. van 't Hullenaar (1994)



Figuur 2: Topografie en legger omgeving Roukespeel

2.2. Hoogte

De hoogtekarta van de Roukespeel is te zien in figuur 3. De laagtes waarin de diverse peelvennen liggen zijn duidelijk te zien op de hoogtekarta. Hierbij is het duidelijk dat de Roukespeel in de uitloper van een beekdal ligt ten opzichte van de omliggende dekzandruggen. In het beekdal zijn 2 gradiënten te zien; de Roukespeel en het akkerland in het beekdal. Het rapport 'Parelsnoer van peelvennen' (H. de Mars, 2011) geeft een nadere beschrijving van het hoogteverloop in het gebied:³

De Peelvennen liggen tegen de zuidoostflank van de Dekzandrug van Weert (ruim 33 m NAP), dat gekenmerkt wordt een zwak golvend pakket lemige zanden. Tegenwoordig is dit gebied dicht bebouwd (Weert). Door haar hoge ligging ten opzichte van de omgeving vormt het een belangrijke regionale waterscheiding tussen de Brabantse en Limburgse beeksystemen.

De markante, dalvormige laagte waarin de Peelvennen liggen, loopt vanaf de Banen (28,5 m NAP) in zuidwestelijke richting heel geleidelijk af, om dan bij de Roukespeel oostwaarts af te buigen (27,7 m NAP). Daarna zet het zich in de richting van het Tungelroyse beekdal (27,5 m NAP) voort. Het betreft hier een oud smeltwaterdal (met de restanten van een voormalig doorstroomveen).

³ Bron: H. de Mars (2011)

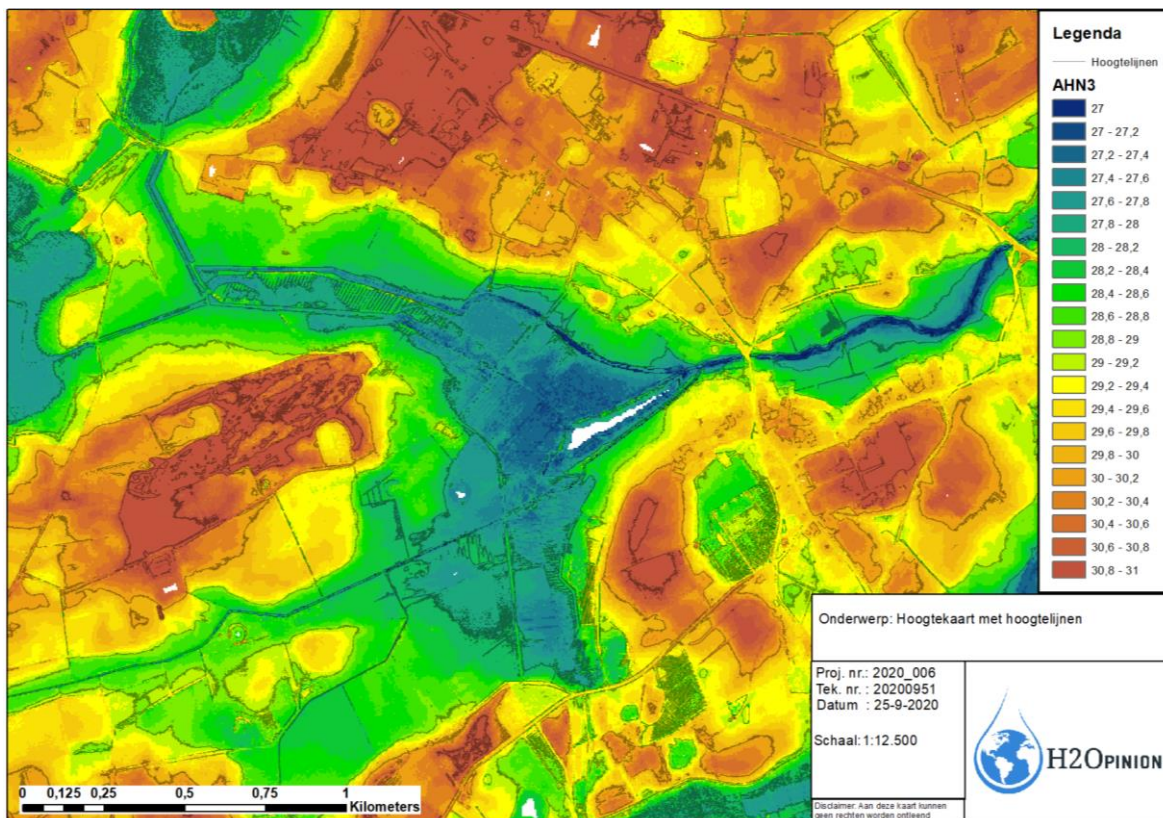
De hoogtekartaat verraaft enkele markante ophogingen in het dal, in de Roeventerpeel (31,4 m NAP) en in de Kootspeel (30,7 m NAP). Het gaat om oude vuilstorten die tot 2 tot 3 m boven de moerassige dalvloer uitsteken.

De in 2015 uitgevoerde ecohydrologische analyse geeft daarnaast een nadere omschrijving van de aanwezige beekbeddingen:⁴

Op de hoogtekartaat zijn plaatselijk oude beekbeddingen zichtbaar. []. Waarschijnlijk zijn dit oude met veen gevulde pleistocene beekbeddingen, die op de hoogtekartaat zichtbaar zijn geworden na het inklinken van veen. Verder is de onnatuurlijk hoge wal tussen het Roukespeelven en de rest van de laagte duidelijk zichtbaar.

De natuurlijke leegloop van de Roukespeel bevindt zich aan de oostzijde van het gebied. Hierbij stroomt de Leukerbeek door een smal dal richting de Tungelroysebeek. De Roukespeel is onderdeel van het grotere natuurgebied 'de Krang'. Een nadere beschrijving is opgenomen in het rapport 'meetnetevaluatie terreinen rondom Weert' (Hydro-ecologisch Onderzoek & Advies, 2004):⁵

Het natuurgebied De Krang is gelegen bij het dorp Swartbroek, ten zuidoosten van Weert. []. Het gebied bestaat uit een afwisseling van beekdalen, natte laagten en hoger gelegen zandruggen. Aan de noordzijde vormt de Leukerbeek de begrenzing, aan de zuidzijde de Tungelroyse Beek. Het noordelijk deel van het gebied, de Roukespeel, is een oude peelrestant met een opnieuw uitgediept ven. Het zuidelijk deel bestaat uit het Laagbroek, een nat broekbos in de oorspronkelijke overstromingsvlakte van de Tungelroyse Beek.



Figuur 3: Hoogtekartaat met contourlijnen om de 1 m hoogteverandering van het studiegebied Roukespeel

⁴ Bron: Ir. K. Hanhart et al. (2015)

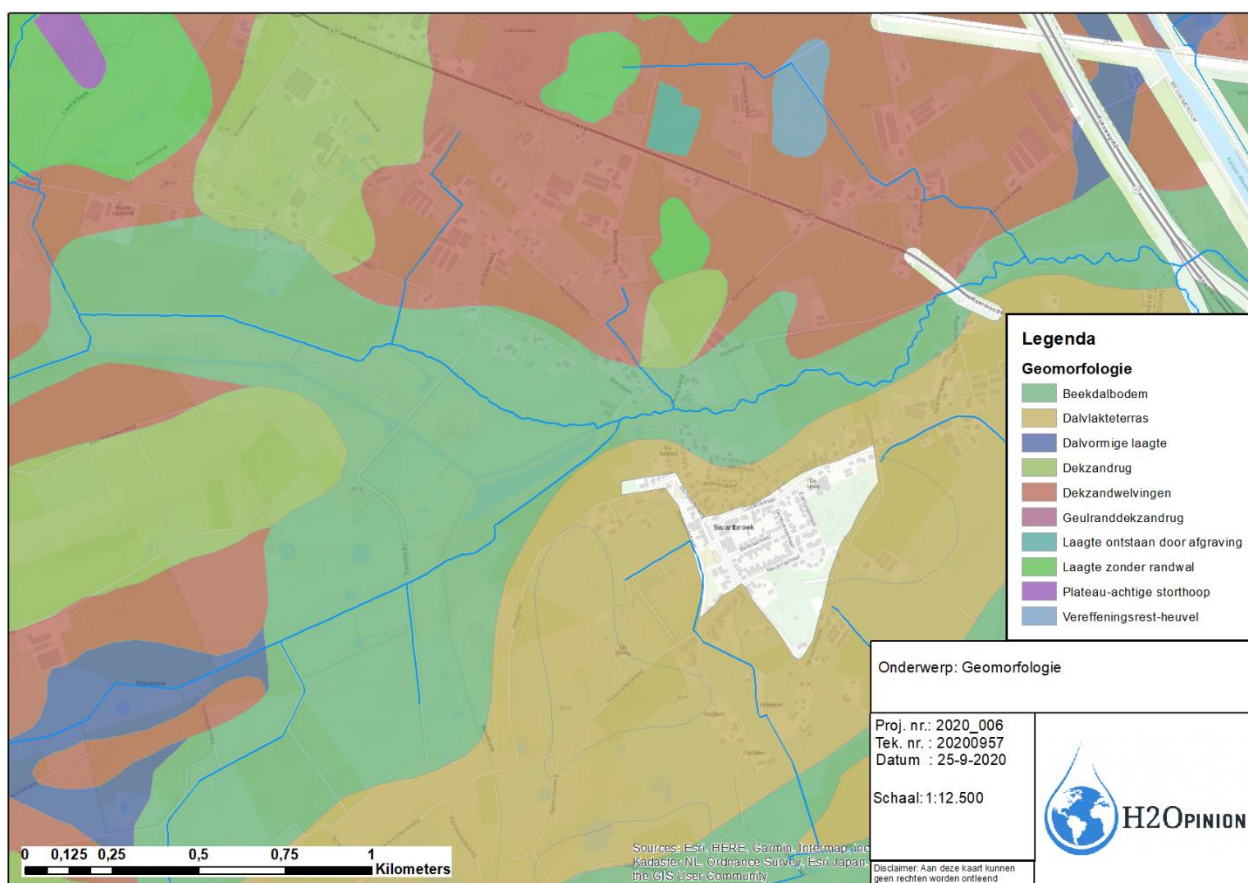
⁵ Bron: Hydro-ecologisch Onderzoek & Advies, 2004

2.3. Geomorfologie

De geomorfologie van de Roukespeel en omgeving is te zien in figuur 4. De laagte waarin de Roukespeel ligt geeft een beekdalbodem weer. De zone met beekdalbodems komt vanuit het zuiden (richting van de Theurkeslossing) en de Moeselpeel. In oostelijke richting lopen de beekdalbodems door richting de Roukespeel. Hiermee komt de geomorfologische classificatie van de beekbodem overeen met de bevindingen in paragraaf 2.2.

Voor samenkomst met de Theurkeslossing is de Dijkerpeel gelegen in een dalvormige laagte. De omliggende gebieden alsmede de hoogten ten noorden van de Roukespeel bestaan uit dekzandwelingen, welke uitkomen in een dekzandrug. Ten zuid-oosten bevindt zich een dalvlakteterras.

De peelvennen aan de noordzijde van de Roukespeel bevinden zich in laagtes zonder randwal.



Figuur 4: Geomorfologische kaart Roukespeel

Een nadere beschrijving van het gebied waar de Roukespeel in ligt (centrale slenk) is opgenomen in het rapport 'Meetnetevaluatie, Terreinen omgeving Weert'.⁶

De geohydrologische opbouw in de Centrale Slenk is te schematiseren zoals in de onderstaande tabel is weergegeven. Het freatisch pakket wordt gevormd door de deklaag van de Nuenengroep met een dikte van gemiddeld 6 à 8 m. Plaatselijk worden afzettingen in dit pakket van het eerste watervoerend pakket gescheiden door het voorkomen van leemlagen. Het eerste watervoerend pakket bestaat uit een ca. 100 m dikke laag van grove en grindrijke zanden van de Formaties van Sterksel en Kedichem. Het bovenste pakket Brunssum klei (eerste slecht doorlatende laag met een dikte van ca. 60 m) scheidt het eerste watervoerend pakket van het tweede watervoerend pakket, dat

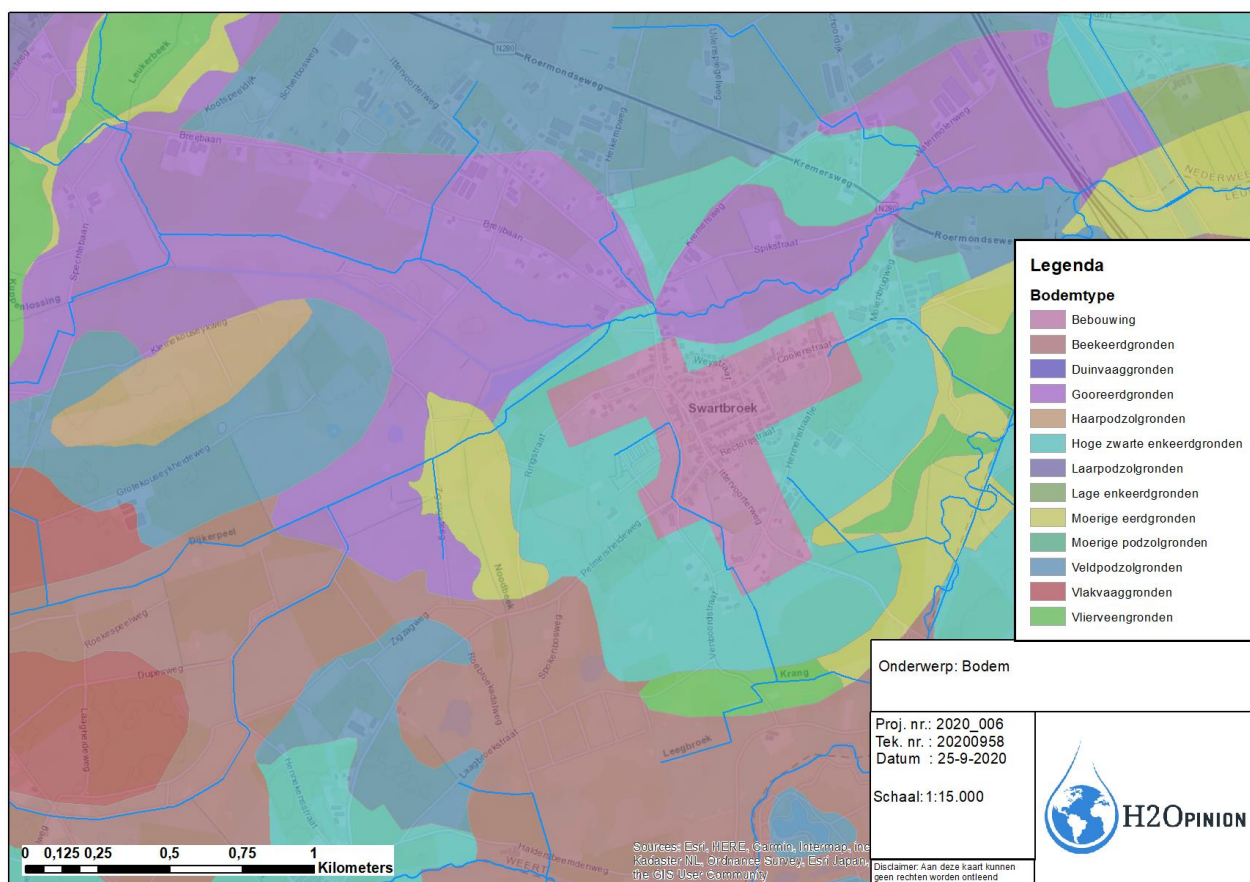
⁶ Bron: Hydro-ecologisch Onderzoek & Advies, 2004

gevormd wordt door de zanden van Pey. Dit tweede watervoerend pakket wordt door de onderste Brunssum klei (tweede slecht doorlatende laag) gescheiden van het derde watervoerend pakket; de Waubach zanden. De daaronder aanwezige fijne zanden en kleien van de Formatie van Rupel en de Formatie van Breda vormen de basis van het derde watervoerend pakket en worden tevens als ondoorlatende geohydrologische basis van het watersysteem beschouwd.

2.4. Bodem

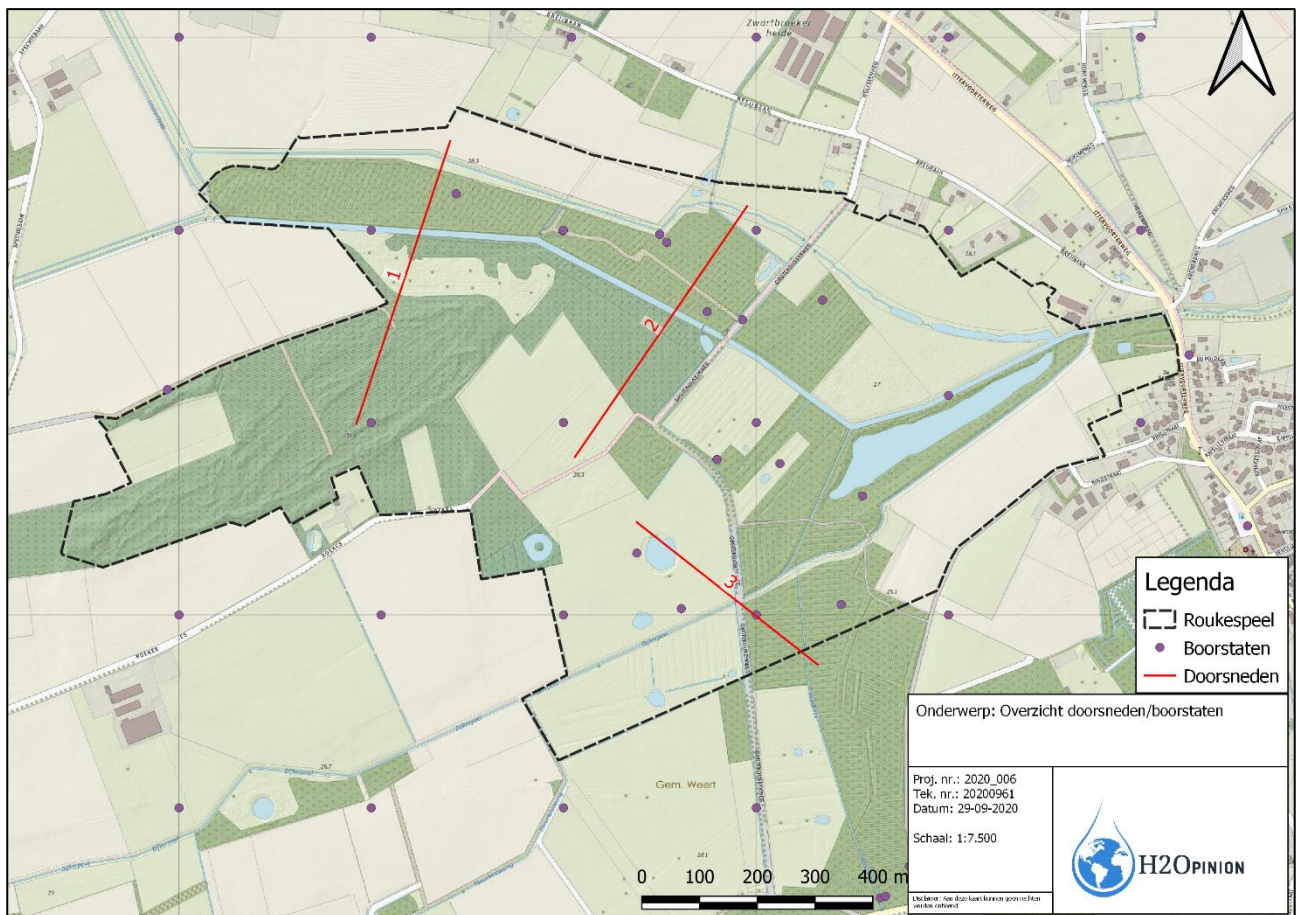
In figuur 5 zijn de bodemsoorten in de Roukespeel en omgeving te zien. De ondergrond van de Roukespeel betreft voornamelijk gooreerdgronden. De hogere gronden ten noorden en westen van de Roukespeel bestaan voornamelijk uit veldpodzolgronden. De zuidelijke en oostelijke hoger gelegen gronden bestaan voornamelijk uit hoge zwarte enkeerdgronden en beekerdgronden.

In de directe omgeving komen geen geologische breuken voor.

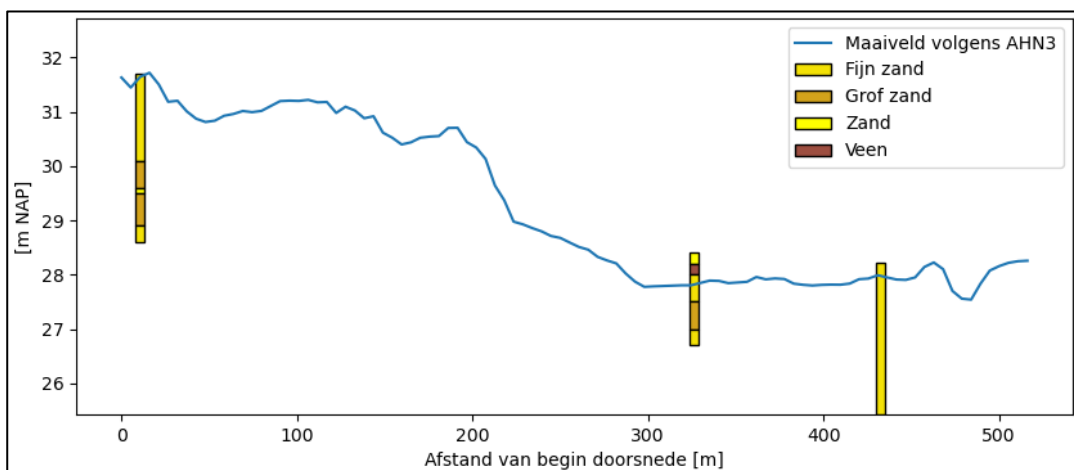


Figuur 5: Bodemsoorten Roukespeel

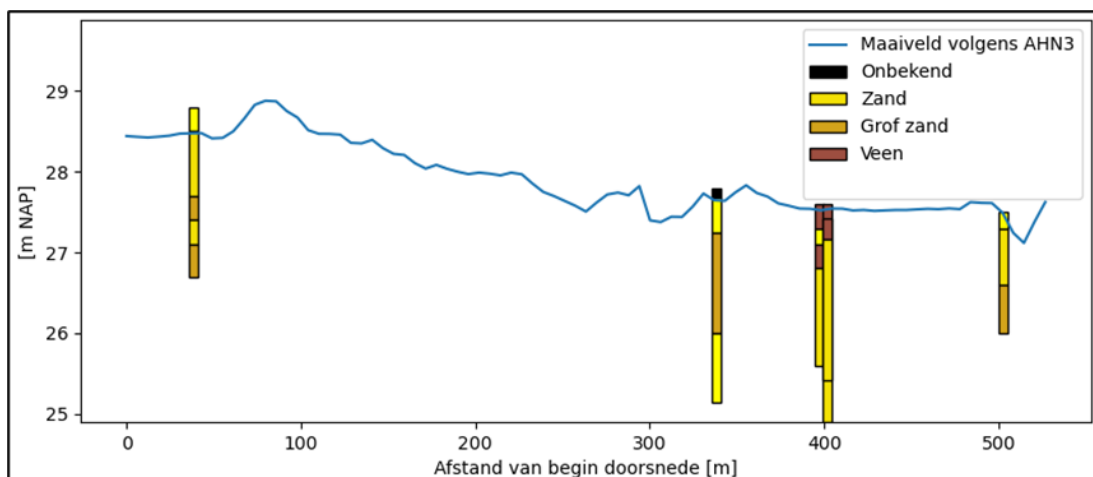
Figuur 6 laat de boorstaten in de omgeving zien die beschikbaar zijn in DINOlaket. Hier zijn enkele doorsneden in getekend, welke te zien zijn in figuren 7 tot en met 9. Uit deze doorsneden blijkt dat de toplaag, tot circa 2 m onder maaiveld, voornamelijk bestaat uit zand met verschillende korrelgrootten. Lokaal is op enkele plekken in het noorden een dunne veenlaag rondom maaiveld waargenomen. In doorsnede 3 is een leemlaag aan de oppervlakte waargenomen, dit leem zal waarschijnlijk bestaan uit zand met een veenfractie.



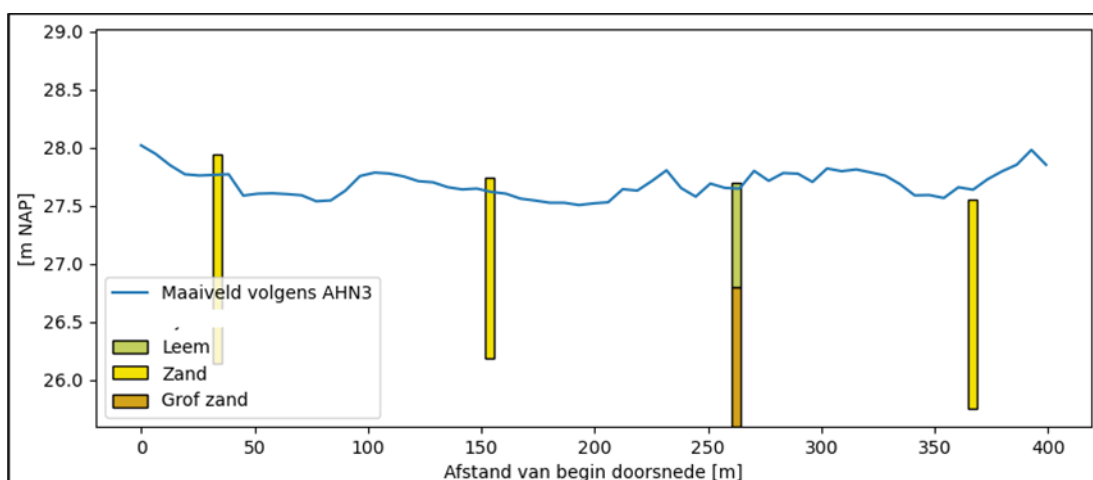
Figuur 6: Boorstaten in de omgeving



Figuur 7: Doorsnede 1, westzijde Roukespeel



Figuur 8: Doorsnede 2, Oude Leukerbeek ter hoogte van Grote Kouseykweg



Figuur 9: Doorsnede 3, Dijkerpeel ter hoogte van Grote Kouseykweg

In de nabije omgeving is in het archief van DINOloket 1 sondering beschikbaar. Deze is te zien in figuur 10. Aangenomen wordt dat sondering S58C00006 representatief is voor de Roukespeel. Figuur 11 geeft de ondergrond volgens RegisII v2.2.

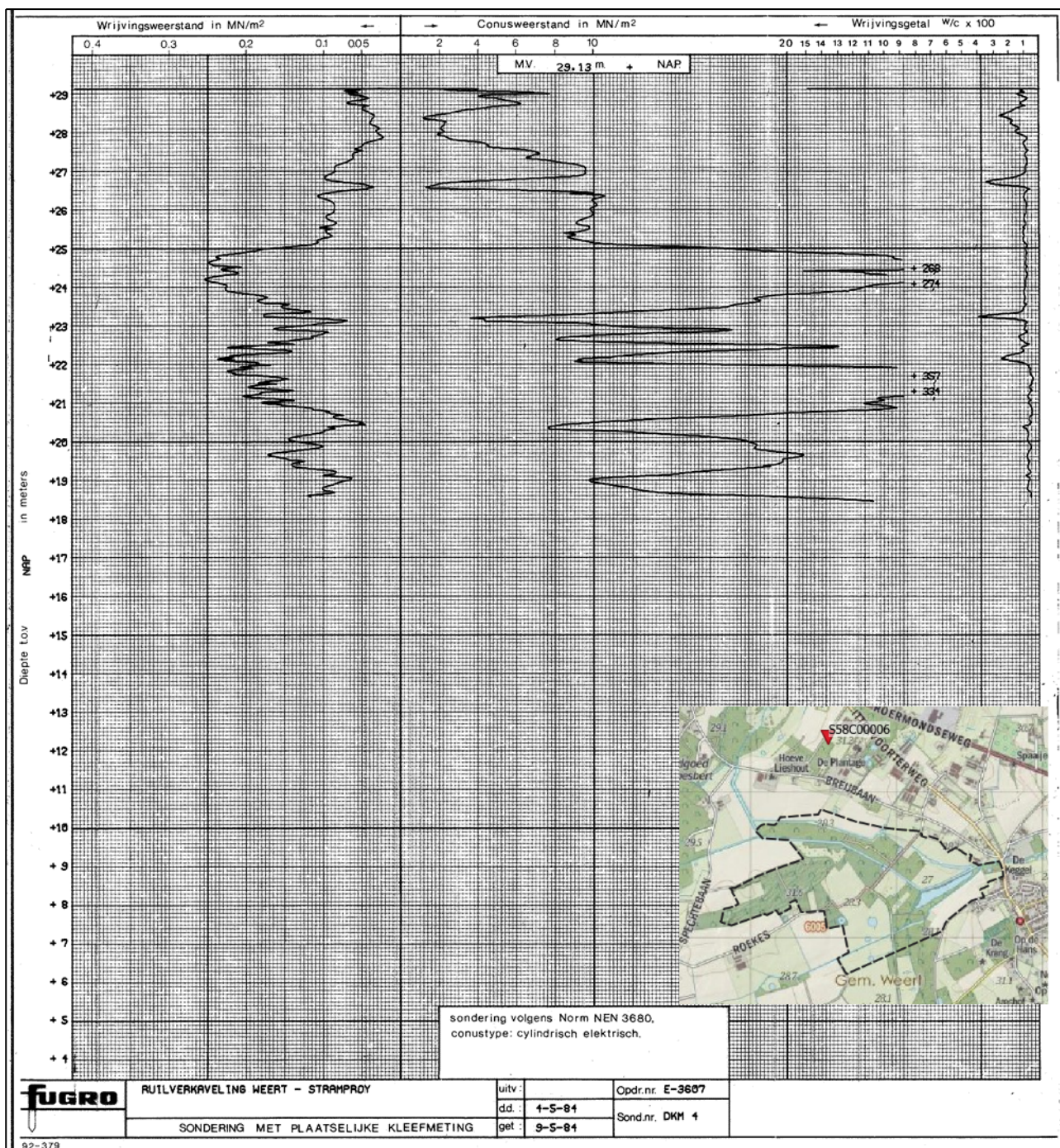
Het eerste watervoerend pakket bevindt zich van maaiveld tot circa NAP -95 m. Dit pakket bestaat opeenvolgend uit zandige afzettingen van de Formaties van Boxtel (tot NAP +20 à +15 m), Sterksel (tot NAP -20 m) en Stramproy. Vanaf circa NAP -95 m komen kleiige afzettingen van de Formatie van Kiezeloöliet voor. De hieronder gelegen watervoerende lagen worden niet verder beschouwd, aangezien deze geen effect zullen hebben op de maatregelen in de Roukespeel.

Het Stramproy zand wordt onderbroken door twee kleilagen van elk circa 2 m dikte, rond NAP -50 m en NAP -75 m. Ondanks deze slecht doorlatende lagen blijkt uit de geohydrologische modellering dat dit als één watervoerend pakket kan worden beschouwd. Zoals te zien is in figuren 7 tot 9 bestaat de deklaag niet uit enkel Boxtel zand, maar komen lokaal slecht doorlatende (veen)lagen voor. Volgens "Ecohydrologisch onderzoek Roukespeel"⁷ zijn de gooreerdgronden sterk lemig. Dit lijkt enkel lokaal in het zuiden voor te komen, zoals te zien is in doorsnede 3.

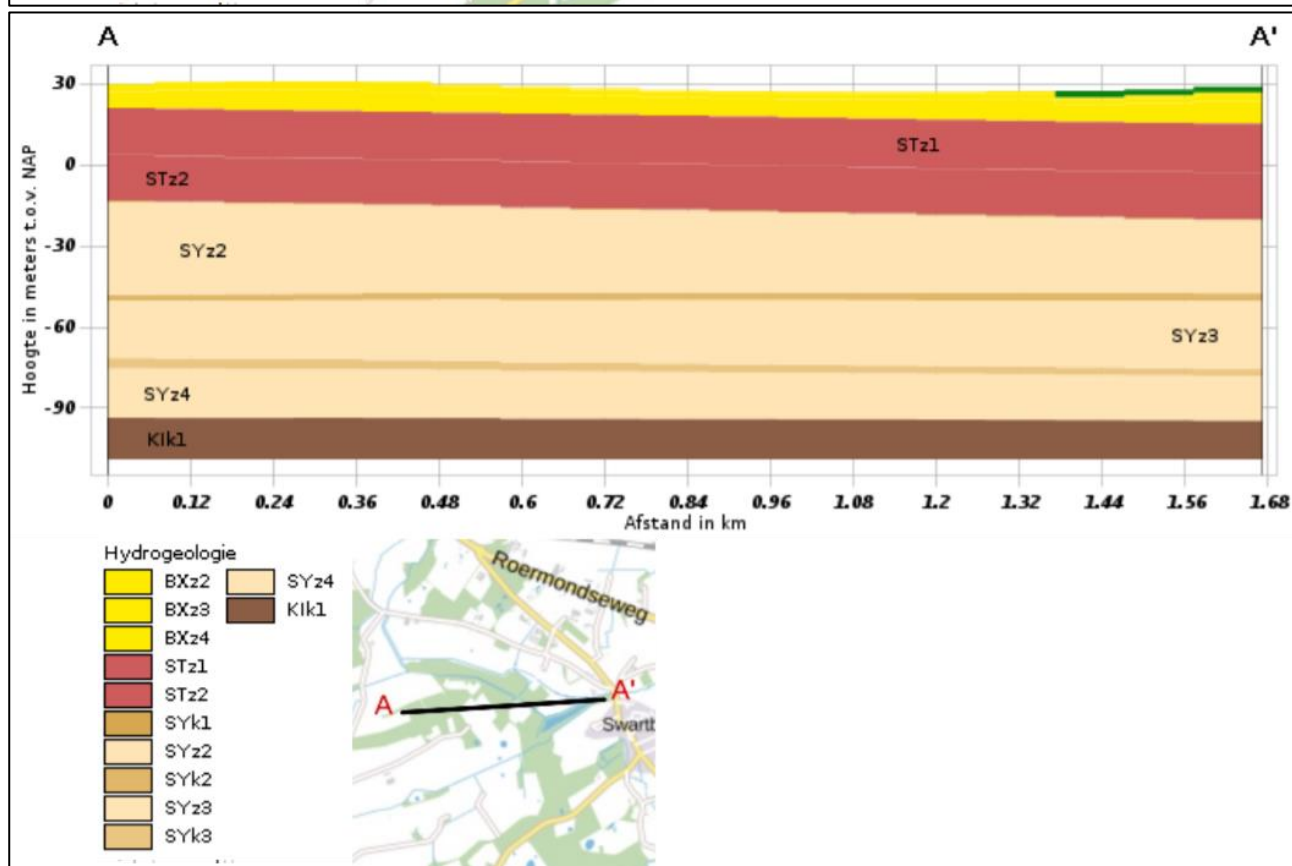
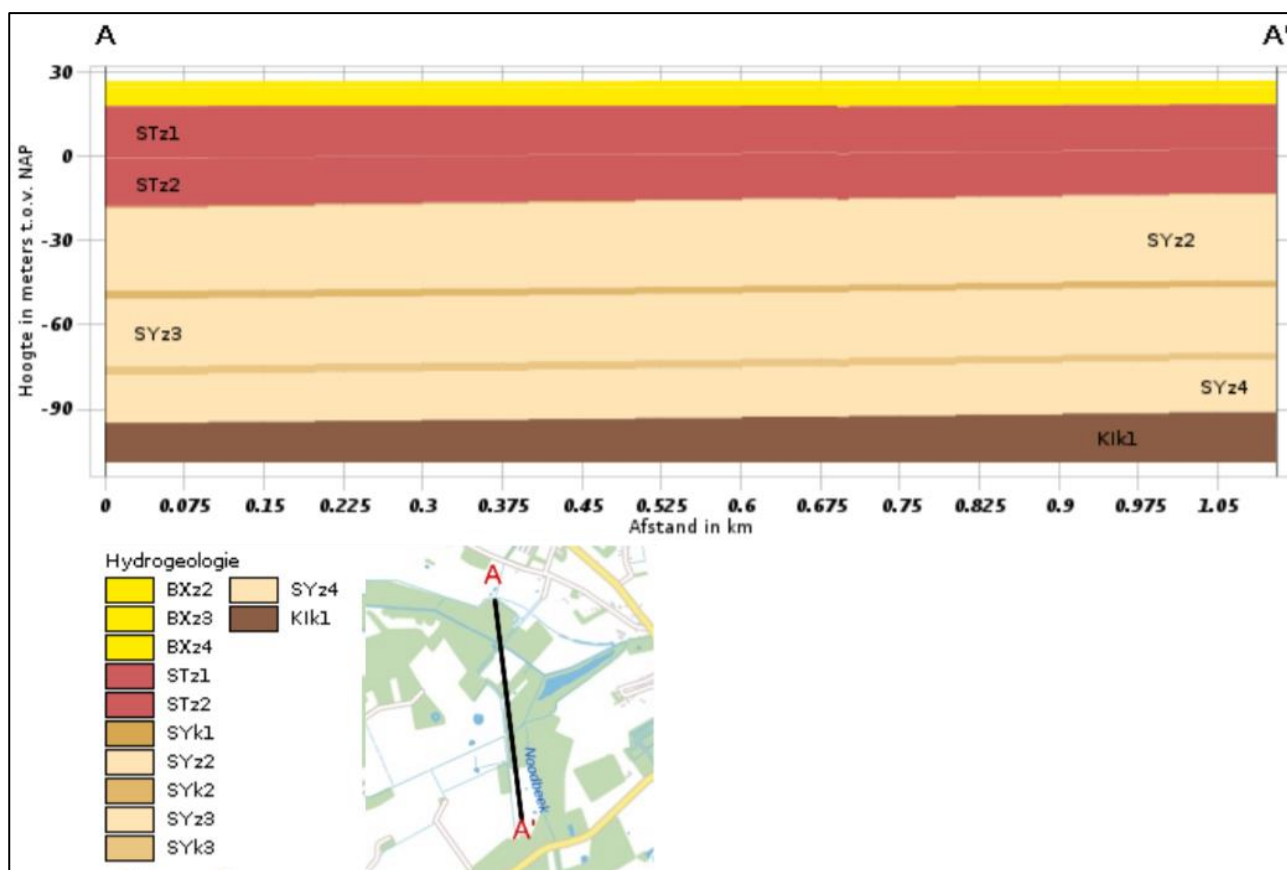
Op sondering S58C00006 zijn dunne kleilagen (van circa 30 cm dik) te zien rond NAP +27 m en NAP +23 m. In het rapport "Abiotische inventarisatie van de Krang"⁸ wordt genoemd dat de ondergrond bestaat uit fijn zand met kleilagen. Op basis van de sondering wordt aangenomen dat deze kleilagen over het gehele gebied aanwezig zijn, echter niet van dusdanige dikte zijn dat ze de deklaag hydrologisch afsluiten van het onderliggende watervoerend pakket.

⁷ K. Hanhart, E. Brouwer, G.J. Maljaars (2015) Ecohydrologisch onderzoek Roukespeel. Projectnummer: 1436.

⁸ J.W. van 't Hullenaar (1994), Abiotische inventarisatie van de Krang. *Vereniging Natuurmonumenten*. Rapportnummer: 002961



Figuur 10: Sondering S58C00006 met overzichtskaart (Bron: DINoloket)



Figuur 11: Doorsneden Roukespeel volgens RegisII v2.2 in noord-zuidelijke richting (1) en west-oostelijke richting (2)

3. Werking grond- en oppervlaktewatersysteem

3.1. Oppervlaktewater

3.1.1. Structuur watersysteem

In het rapport 'Naar een parelsnoer van Peelvennen (H. De Mars, 2011)' is de visie opgenomen voor het verbinden van de waterstromen afkomstig vanaf de verschillende peelvennen in het gebied. Specifiek voor de Roukespeel is het volgende opgenomen⁹:

De Roukespeel wordt niet meer doorsneden door waterlopen. Het gebiedseigen (kwel)water stroomt diffuus en oppervlakkig door het terrein af (doorstroommoeras). De broekbossen en moerassen ontvangen alleen nog schoon ijzerhoudend basenrijk kwelwater en het surplus aan relatief basenarm grond- en oppervlaktewater afkomstig uit de natuurkernen van de Kootspeel en de Moeselp Peel en dat apart wordt afgeleid naar de Roukespeel. Hierdoor ontstaat binnen het gebied een variatie aan waterkwaliteiten. Bovendien kent het moerascomplex daardoor een natuurlijke peilfluctuatie en draagt zo ook bij aan waterretentie. Water uit de omgeleide Leukerbeek kan het terrein niet binnendringen.

Ter hoogte van natuurgebied de Roukespeel (De Krang) stromen de waterlopen die het drainagewater uit het agrarische gebied afvoeren om het natuurgebied heen, zoals al bij het Sarsven, de Schoorkuilen, de Roeventerpeel, de Kootspeel en de Moeselp Peel het geval is.

De moerasbossen kenmerken zich door het op uitgebreide schaal voorkomen van freatofyten, indicatoren van verdroging zijn drastisch afgenomen. Bossterfte met name in de laagste delen duidt op een structurele vernatting. Dankzij de overvloedige kwel is het verschijnsel van interne eutrofiëring beperkt. De oude waterloop biedt plaats aan allerlei mesotrofe verlandingsvegetaties. Dat mesotrofe karakter geldt ook voor een groter ven aan de oostkant van het gebied.

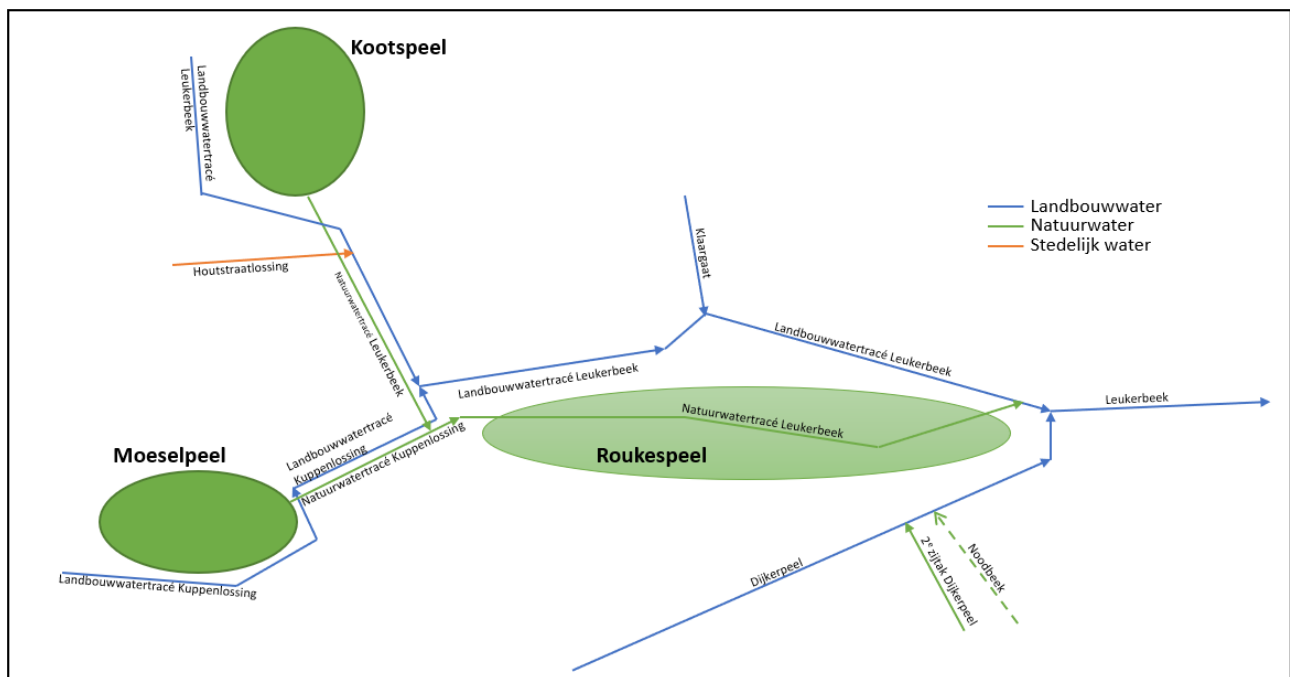
Om deze visie te realiseren is het 'Projectplan Herinrichting Leukerbeek fase 2' (H. De Mars, 2012) opgesteld en uitgevoerd¹⁰. Deze herinrichting is in 2013 afgerond. De maatregelen hebben geleid tot een scheiding van water afkomstig van natuurgebieden en water afkomstig vanuit stedelijke en landbouwkundige bron. Eenzelfde soort scheiding is al eerder aangelegd rondom de Kootspeel, Roeventerpeel en het verder bovenstrooms gelegen Sarsven. De natuurwatertracés van de Roeventerpeel en Kootspeel zijn echter nog niet verbonden¹¹.

De structuur van het hoofdwatersysteem rondom de Roukespeel (situatie na uitvoering 2012/2013) is weergegeven in de onderstaande afbeelding.

⁹ Bron: H. De Mars, Naar een parelsnoer van Peelvennen, investeren in kwaliteit, 27-09-2011

¹⁰ Bron: H. De Mars, Projectplan herinrichting Leukerbeek fase 2, 20-06-2012

¹¹ Er zijn eveneens geen verbindingen aanwezig tussen natuurwatertracés van het Sarsven, Schoorkuilen en de Roeventerpeel



Figuur 12: Schematische weergave werking watersysteem Leukerbeek.

Er is vanuit zowel de Kootspeel als de Moeselpeel een 'natuurwatertracé' aanwezig. Deze natuurwatertracés komen net bovenstrooms van de Roukespeel samen, om vervolgens door de Roukespeel heen te stromen. Alle aanliggende landbouwpercelen zijn voorzien van drainages en op de landbouwtracés (al dan niet met sifons) aangesloten. De landbouwtracés van de Kuppenlossing en Leukerbeek zijn afgekoppeld van de natuurpercelen en aan de noordzijde van de Roukespeel omgeleid. De Houtstraatlossing, de waterloop waarop een overstort met ca. 315 ha verhard oppervlak is aangesloten, stroomt ook af via het landbouwwatertracé. De knijpvoorziening van de overstortbuffer op de Houtstraatlossing (buffer Koekoeksweg) is ontworpen met een diameter van rond 315 mm. Dit leidt tot een lozingshoeveelheid van de buffer tot ca. 350 l/s naar de Houtstraatlossing.¹²

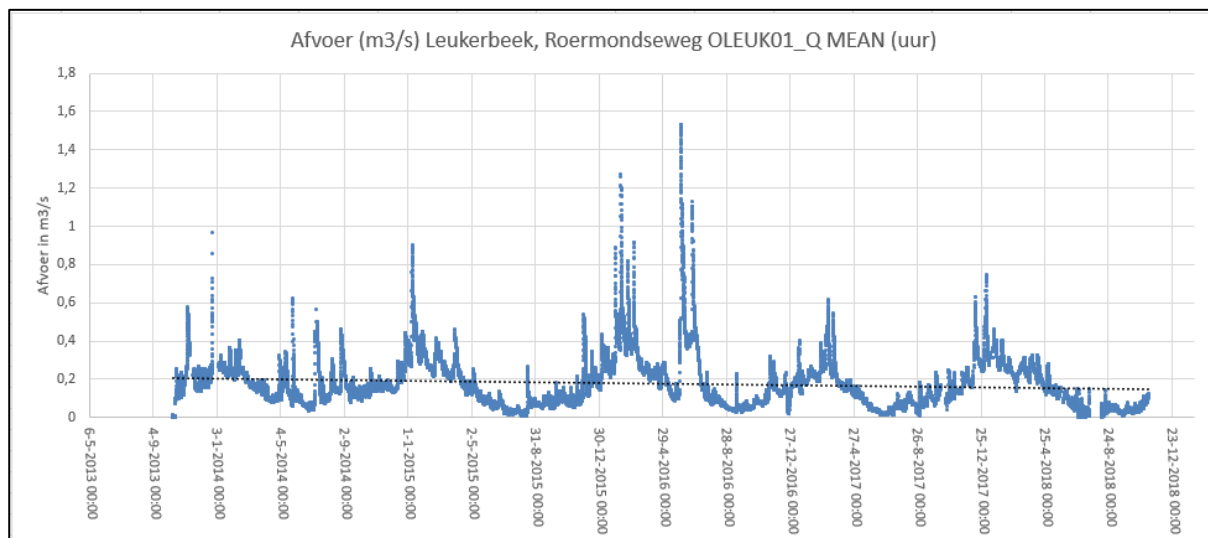
De waterloop Dijkpeel is aan de zuidzijde van het natuurgebied Roukespeel gelegd. Hierbij is het gedeelte van de waterloop in de Roukespeel gedempt. De voormalige 'Noodbeek' en 2^e zijtak Dijkpeel wateren af op deze waterloop. Bij de Dijkpeel is geen (aanvullende) scheiding tussen landbouw- en natuurwater aanwezig. Het natuurtracé Leukerbeek, landbouwwatertracé Leukerbeek en de Dijkpeel stromen aan de oostzijde van de Roukespeel samen in de Leukerbeek. De Leukerbeek stroomt ter hoogte van de A2 uit in de Tengelroybeek.

¹² Bron: Waterschap Limburg, Memo Waterbuffer Koekoeksweg, ontvangen 25-9-2020

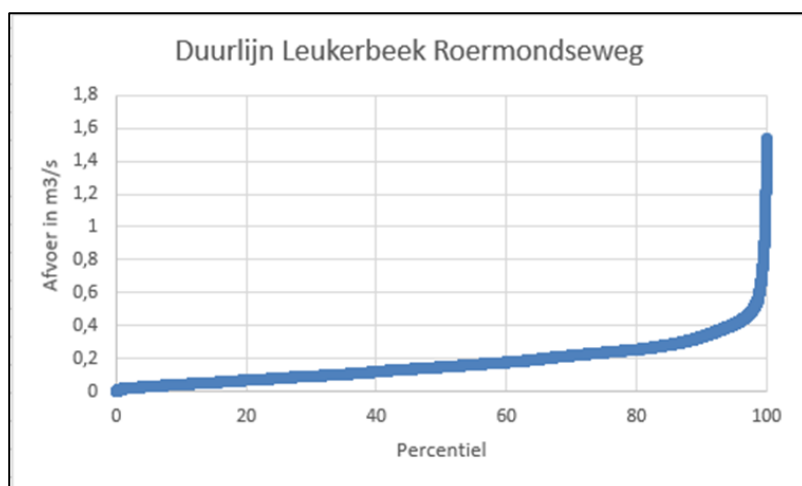
3.1.2. Afvoeren

3.1.2.1 Afvoer Leukerbeek

In de onderstaande figuren zijn de afvoeren te zien bij de Roermondseweg zoals deze bepaald zijn aan de hand van de duurlijnmethode. Zoals in figuur 2 te zien is, lijkt er na 2016 een afname van de piekafvoeren in de Leukerbeek te zien te zijn. Dit kan komen door de vergroting van de groene buffer bij de Houtstraatlossing door gemeente Weert. Hierbij is in 2016 een vergroting gerealiseerd van ca. 16.800 m³.¹³



Figuur 13: Gemeten afvoeren in de Leukerbeek bij de Roermondseweg.



Figuur 14: Duurlijn afvoeren Leukerbeek Roermondseweg.

In de volgende tabel is de maatgevende afvoer tijdens verschillende afvoersituaties weergegeven.

Tabel 1: Afvoer in de Leukerbeek bij de Roermondseweg op basis van de duurlijnmethode¹⁴

Afvoersituatie	Overschrijding	Percentiel	% MA vergelijkbaar	Afvoer (Q)	Werkelijk % ten opzichte van MA
Basisafvoer	330 dagen/jaar	9,6	5	0,044	4,6
Zomerafvoer	200 dagen/jaar	45,2	20	0,137	14,4
Voorjaarsafvoer	100 dagen/jaar	72,6	30	0,229	24,1
Winterafvoer	20 dagen/jaar	94,5	50	0,401	42,2
Jaarlijkse piekafvoer	1 dag/jaar	99,7	100	0,951	100,0

¹³ Bron: Persoonlijke contact 05-2019

¹⁴ Bron: Waterschap Limburg, voorlopige werkwijze afvoerbepaling projecten, December 2019

3.1.2.2 Afvoer Peelvennen (afvoer per afzonderlijk gebied)

De ligging van de Peelvennen is te zien in de volgende afbeelding



Figuur 15: Ligging van het onderzoeksgebied en natte natuurgebieden met waterlopen (1 = Sarsven, 2 = Schoorkuilen, 3 = Roeventerpeel, 4 = Kootspeel, 5 = Moeselpeel en 6 = Roukespeel)

Het totale afwaterend gebied dat op de Leukerbeek bij de Roermondseweg is aangesloten komt neer op ca. 35.960.000 m². De gemiddelde specifieke afvoer komt hierbij neer op 3,35 mm/dag.

De berekende maatgevende afvoer op basis van de specifieke afvoerenkaart wordt daarmee 1,39 m³/s. Bij vergelijking met de werkelijk gemeten jaarlijkse piekafvoer (maatgevende afvoer) komt dit neer op een correctiefactor van 0,694 (de gemeten afvoer is 69,4% van de berekende afvoer). Deze correctiefactor (conform werkwijzen bepaling afvoeren van Waterschap Limburg) is toegepast om de afvoer uit de individuele peelveen te bepalen¹⁵.

Tabel 2: Berekende afvoeren per peelven.

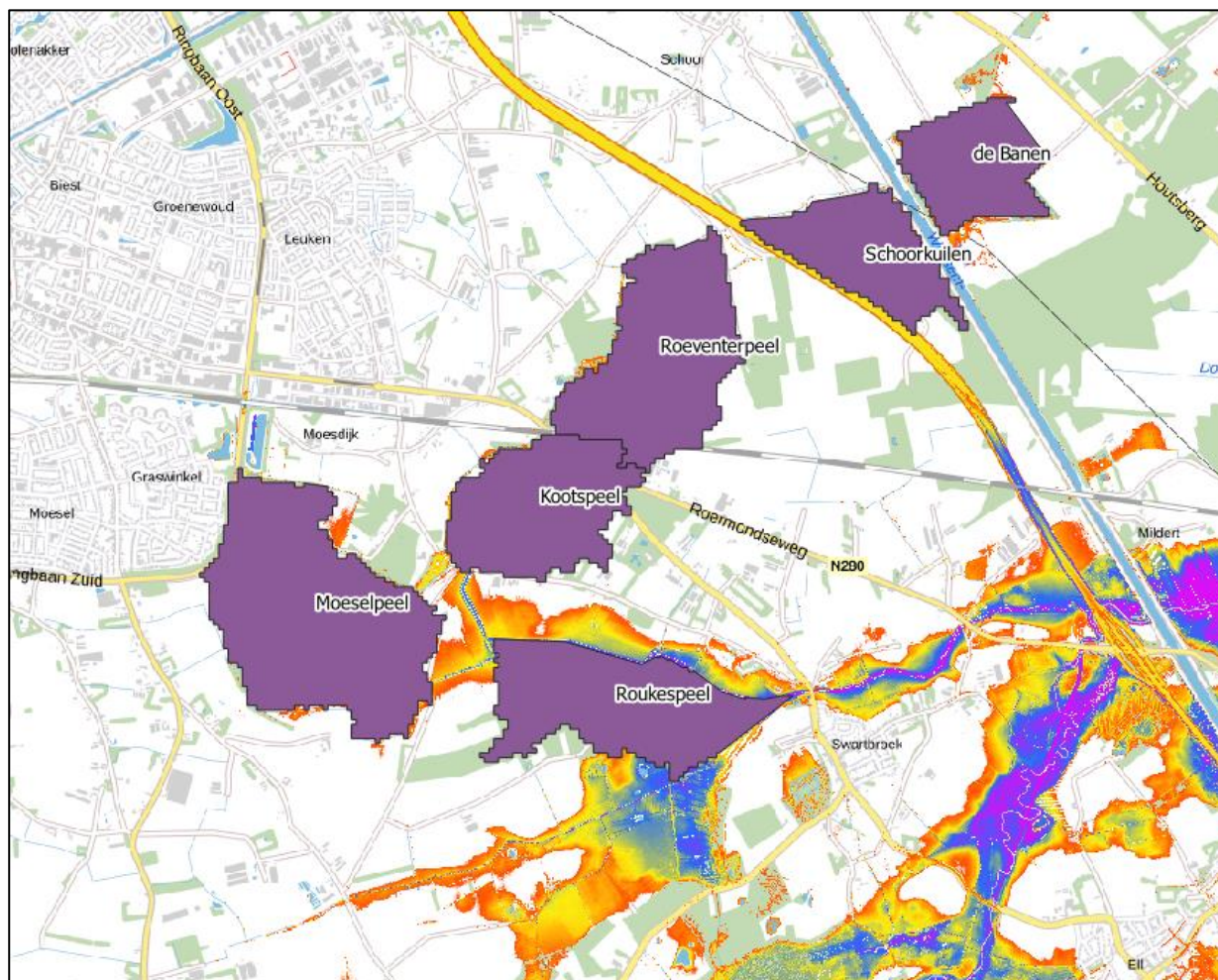
Gebied	Gemiddelde specifieke afvoer	Oppervlak afwaterend gebied	Berekende jaarlijkse piekafvoer (100% MA)	Correctiefactor	Gecorrigeerde jaarlijkse piekafvoer (100% MA)
Sarsven	4,33 mm/dag	300.000 m ²	0,015 m ³ /s	0,684	0,010 m ³ /s
Schoorkuilen	0,69 mm/dag	260.000 m ²	0,002 m ³ /s	0,684	0,0014 m ³ /s
Roeventerpeel	3,77 mm/dag	750.000 m ²	0,033 m ³ /s	0,684	0,023 m ³ /s
Kootspeel	6,95 mm/dag	620.000 m ²	0,050 m ³ /s	0,684	0,034 m ³ /s
Moeselpeel	13,65 mm/dag	1.200.000 m ²	0,190 m ³ /s	0,684	0,129 m ³ /s
Roukespeel	9,95 mm/dag	690.000 m ²	0,079 m ³ /s	0,684	0,054 m ³ /s

De Schoorkuilen is vanwege de lage jaarlijkse piekafvoer niet meer verder uitgewerkt. De afvoer is hier waarschijnlijk dusdanig laag vanwege de invloed van het naastgelegen kanaal. Waarschijnlijk is dit systeem dan ook hoofdzakelijk regenwater gevoed. Per peelven is de afvoer bij verschillende afvoersituaties als volgt:

¹⁵ Let op: de getallen gelden alleen voor de afvoeren uit de gebieden zelf. Er is geen sommatie uitgevoerd van de afvoeren uit gebieden die al met elkaar verbonden zijn. De gecorrigeerde afvoer kan daarnaast nog steeds afwijken van de werkelijkheid. Nadere metingen kunnen de werkelijk optredende afvoeren inzichtelijk maken.

Tabel 3: Afvoer per peelven vertaald naar de lagere afvoerbereiken.

Afvoersituatie	Overschrijding Dagen/jaar	% van MA	Sarsven	Roeventerp eel	Kootspeel	Moeselpeel	Roekespeel
Basisafvoer	330	4,6	0,5 l/s	1 l/s	1,6 l/s	5,9 l/s	2,5 l/s
Zomerafvoer	200	14,4	1,4 l/s	3,3 l/s	4,9 l/s	15,6 l/s	7,8 l/s
Voorjaarsafvoer	100	24,1	2,4 l/s	5,5 l/s	8,2 l/s	31,1 l/s	13 l/s
Winterafvoer	20	42,2	4,2 l/s	9,7 l/s	14,3 l/s	54,4 l/s	22,8 l/s
Jaarlijkse piekafvoer	1	100	10 l/s	23 l/s	34 l/s	129 l/s	54 l/s



Figuur 16: Afwaterende gebieden verschillende peelvenen

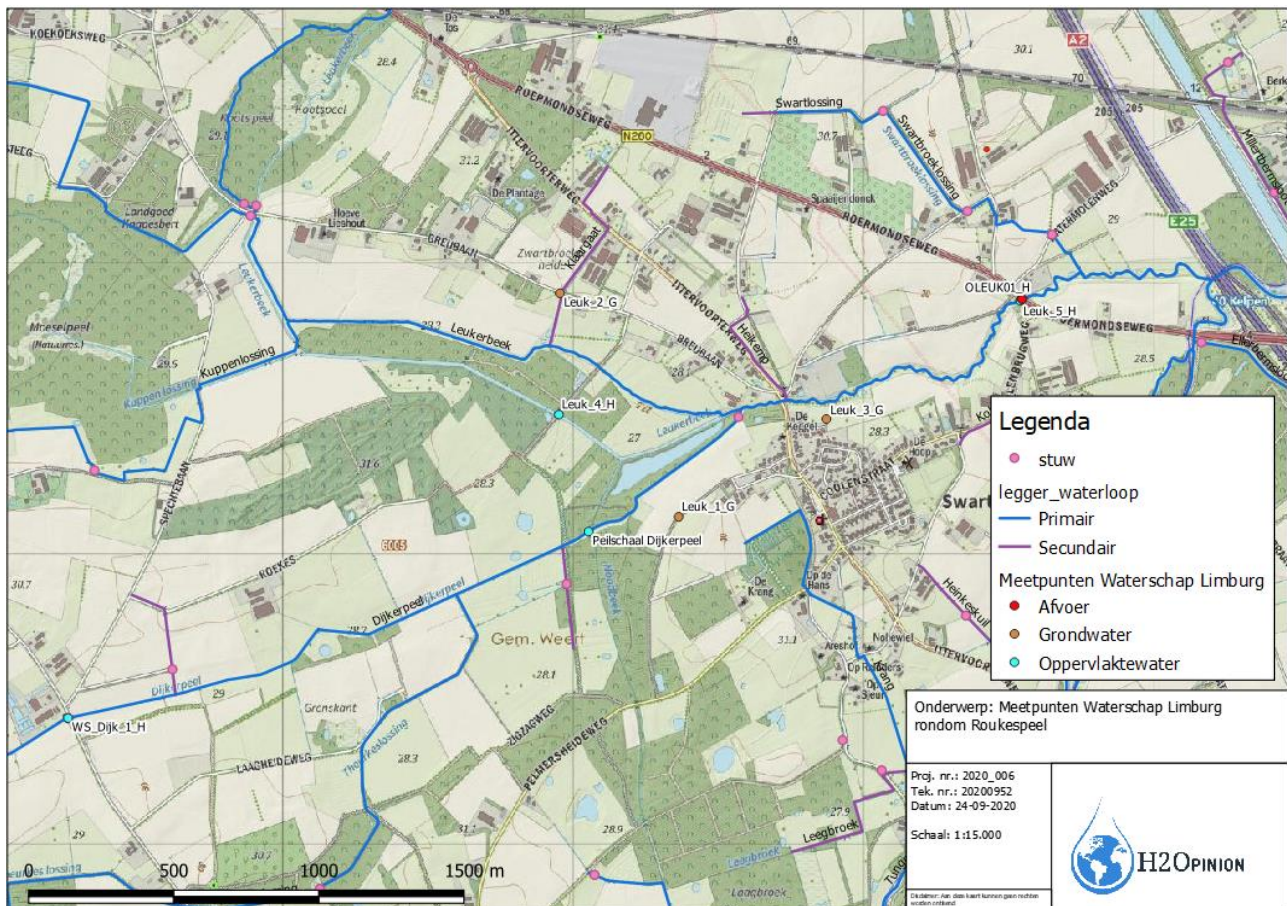
De natuurwatertracés tussen de Kootspeel, Moeselpeel en Roukespeel voeren gedurende een basisafvoer ca. 7,5 l/s aan richting de Roukespeel. Gedurende een jaarlijkse piek gaat het om ca. 163 l/s. De Kootspeel levert hierbij naar verhouding de grootste hoeveelheid water richting de Roukespeel.

3.1.3. Waterpeilen

3.1.3.1 Gemeten waterpeilen

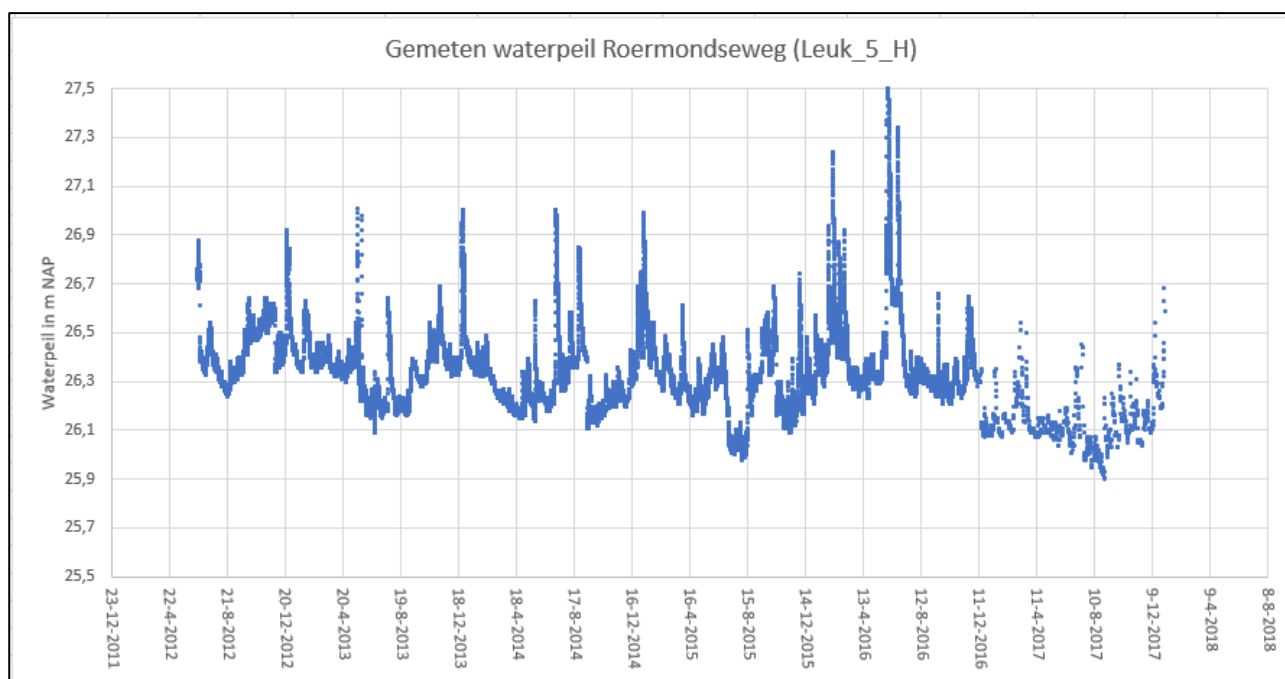
Er zijn een aantal meetpunten van het Waterschap aanwezig rondom de Roukespeel. Het gaat hierbij om de volgende oppervlaktewatermeetpunten:

- | | | |
|-------------------------|-----------------------------------|-----------|
| • OLEUK01_H; | Roermondseweg; | Afvoer |
| • Leuk_5_H; | Roermondseweg; | Waterpeil |
| • Leuk4_H; | Grote Kouseyweg, Oude Leukerbeek; | Waterpeil |
| • Ws_Dijkerpeel; | Bovenstrooms stuw DIJ_0001; | Waterpeil |
| • Peilschaal Dijkerpeel | Grote Kouseyweg in Dijkerpeel; | Waterpeil |



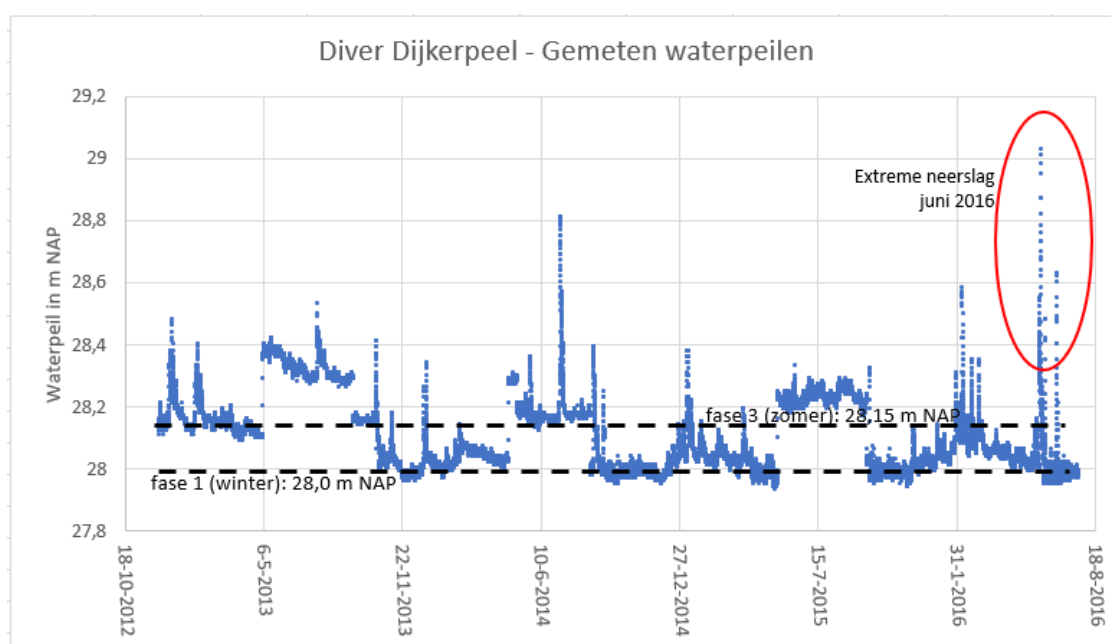
Figuur 17: Meetpunten Waterschap Limburg rondom Roukespeel

De gemeten waterpeilen bij de Roermondseweg zijn te zien in de volgende figuur. Dit zijn de peilen ca. 1000 m benedenstrooms van de Roukespeel. De waterpeilen tussen start van de meting in juni 2012 en december 2016 liggen tussen 26,15 m NAP en 27,10 m NAP. Gedurende de neerslagextremen van juni 2016 is het waterpeil bij de Roermondseweg gestegen naar een peil van 27,50 m NAP. Vanaf december 2016 is een daling van het waterpeil in de Leukerbeek van ca. 20 cm te zien. Dit kan door de drogere weersomstandigheden in 2017 komen of door een aanpassing in het maaibeheer van de Leukerbeek. Het is echter niet duidelijk wat de oorzaak van deze daling is.



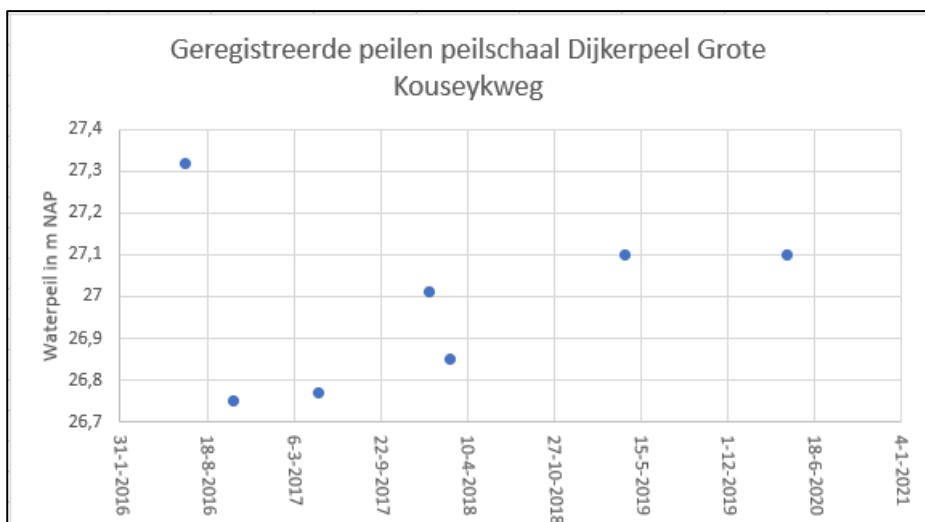
Figuur 18: Gemeten waterpeilen in de Leukerbeek bij de Roermondseweg (Leuk_5_H)

Het waterpeil in de Dijkerveel wordt op 2 locaties geregistreerd. Het gaat hierbij om een continue meting bovenstrooms een stuw in de Dijkerveel bij de Castertweg (Diver Dijkerveel) en om een incidentele registratie van waterpeilen van een peilschaal bij de Grote Kouseykweg (Dijkerveel).



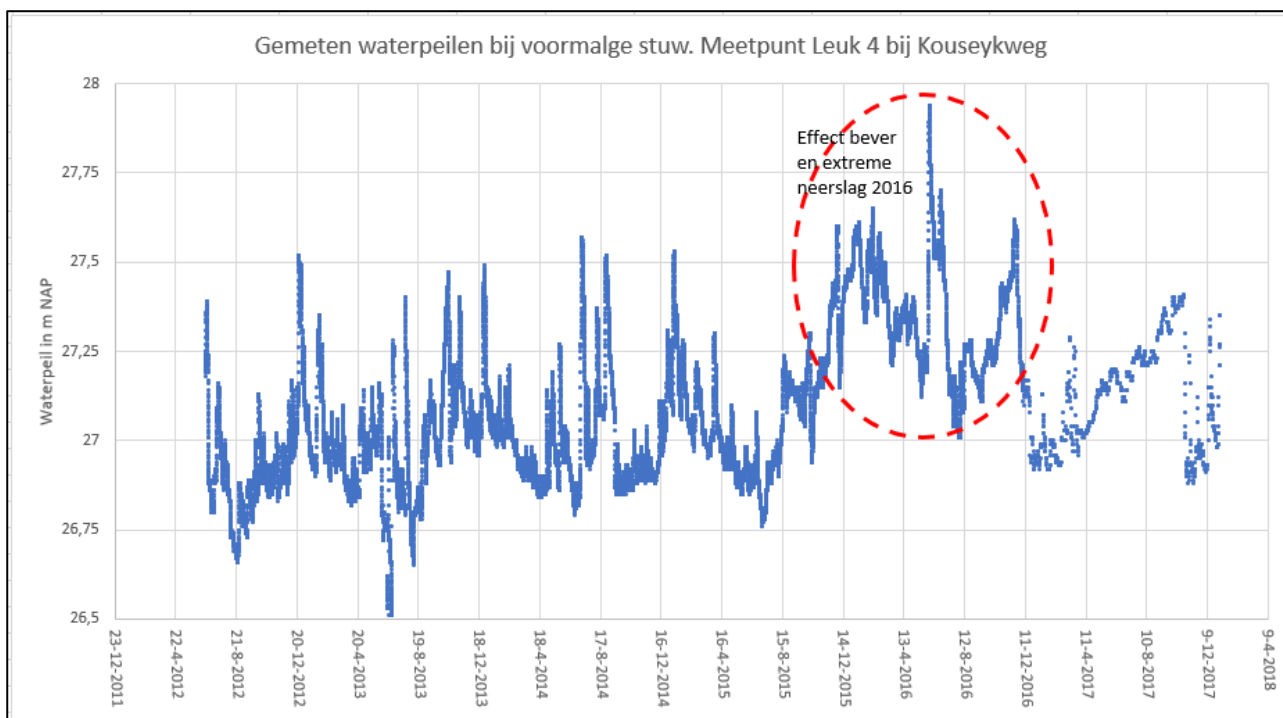
Figuur 19: Gemeten waterpeilen in de Dijkerveel bovenstroomse zijde stuw DIJ_0001; Castertweg incl. indicatie stuwfasering stuw.

Gedurende reguliere omstandigheden is de fluctuatie in waterpeilen bij 'Diver Dijkerveel' beperkt. Tijdens afvoerextremen stijgt het waterpeil ca. 20 cm ten opzichte van de reguliere peilen. De invloed van de extreme neerslag van juni 2016 is duidelijk te zien. Het gaat daarbij om een stijging van het peil van 60 cm tot 100 cm. Het gaat echter om een uitzonderlijke situatie.



Figuur 20: Geregistreerde peilen peilschaal Dijkerpeel ter hoogte van de Grote Kouseykweg.

De incidenteel geregistreerde peilen in de Dijkerpeel ter hoogte van de Grote Kouseykweg variëren grotendeels tussen een niveau van 26,75 m NAP en 27,10 m NAP. Er is een enkele keer een peil geregistreerd van 27,30 m NAP.

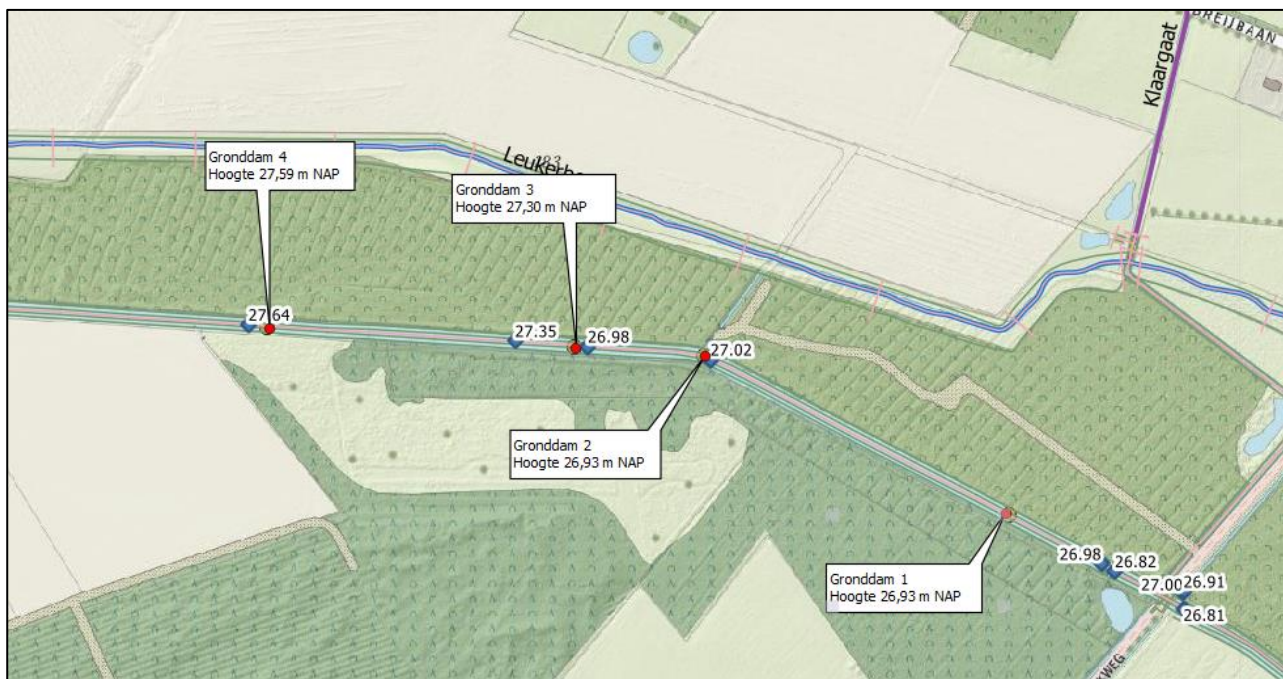


Figuur 21: Geregistreerde peilen in de 'Oude Leukerbeek' (Roukespeel) ter hoogte van de Grote Kouseykweg.

In de Roukespeel zelf, in de Oude Leukerbeek, varieerde het waterpeil van 26,75 m NAP tot 27,50 m NAP. Het peil in de Roukespeel wordt gereguleerd middels een drijverstuw. Deze drijverstuw stijgt mee op het benedenstroomse peil van de Leukerbeek om instromen van verrijkt water in het natuurgebied te voorkomen¹⁶. Stijgen van deze stuw als gevolg van hoge peilen in de (nieuwe) Leukerbeek zal hierbij verantwoordelijk zijn voor pieken in waterpeilen in de Oude Leukerbeek.

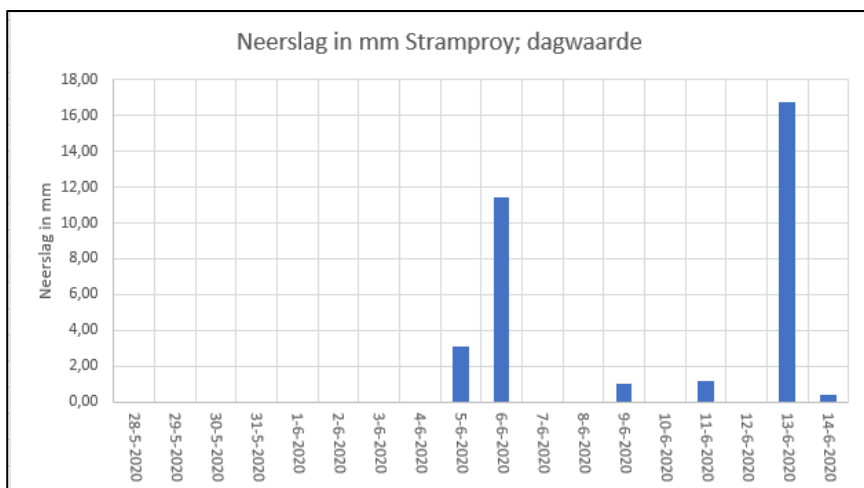
¹⁶ Deze drijverstuw is ontworpen met een peilverschil van ca. 20 cm tussen de benedenstroomse Leukerbeek en de Oude Leukerbeek in de Roukespeel.

De invloed van beveractiviteiten in de Roukespeel is duidelijk te zien in de meting bij de Grote Kouseykweg. Er is vanaf 15-8-2015 tot ca. 11-12-2016 een structurele stijging van het waterpeil te zien. Beveractiviteiten hebben in deze periode geleid tot een stijging van het waterpeil met ca. 50 cm. De extreme neerslag van juni 2016 heeft een verdere stijging van ca. 50 cm veroorzaakt.



Figuur 22: Gemeten waterpeilen en indicatie ligging en hoogte gronddammen (mogelijk incl. aanwezige beverdammen) inmeting 03-06-2020

Er zijn gedurende de herinrichting van 2012/2013 vier gronddammen aangelegd in de Oude Leukerbeek tussen de Kuppenlossing en Grote Kouseykweg. De hoogte van de gronddammen is op 03-06-2020 nagemeten aan de hand van optredende waterpeilen. Naast de hoogte van deze gronddammen zijn de waterpeilen ter plaatse van deze dammen ingemeten. De gemeten waterpeilen op 03-06-2020 en ingeschatte hoogte op basis van deze gemeten waterpeilen zijn te zien in de bovenstaande afbeelding. Een deel van de gronddammen kan in de praktijk meer opstuwing veroorzaken als gevolg van aanwezige beverdammen.

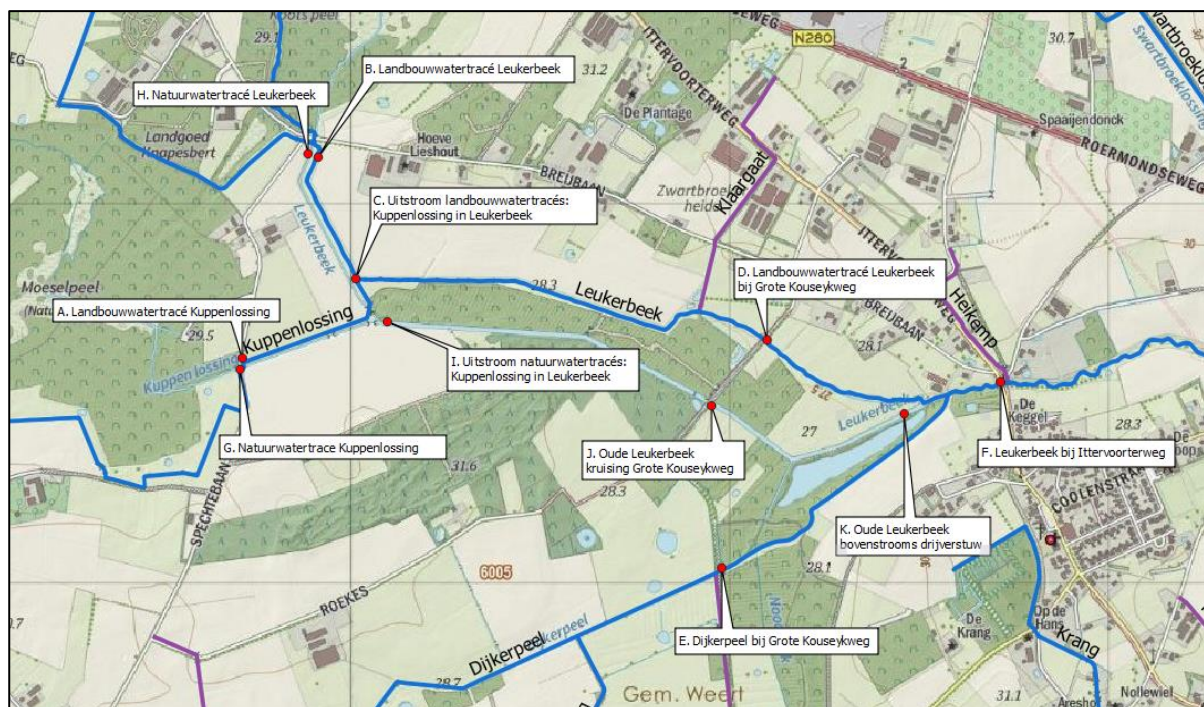


Figuur 23: Neerslaghoeveelheden gedurende inmeting 03-06-2020

De waterpeilen zijn gemeten in een vrij droge periode. In de aanloop naar 3 juni is het droog geweest. De geregistreerde waterpeilen zijn dus waarschijnlijk de waterpeilen gedurende een basisafvoer (5% MA; ca. 330 d/j overschreden). Er is tot gronddam 2 weinig opstuwing aanwezig in het systeem van de Roukespeel. Vanaf gronddam 3 is in bovenstroomse richting een stijging van de waterpeilen van ca. 65 cm te zien.

3.1.3.2 Berekende waterpeilen reguliere afvoersituaties

De gemeten/geregistreerde waterpeilen (paragraaf 3.1.3.1) en gemeten en berekende afvoeren (paragraaf 3.1.2) zijn uitgewerkt in een SOBEK-modellering. De uitgangspunten van deze modellering zijn te zien in bijlage 2. De waterpeilen gedurende verschillende afvoersituaties zijn bepaald voor de locaties zoals weergegeven in de volgende afbeelding. Deze locaties zijn opgedeeld in landbouwwatertracés (A-F) en natuurwatertracés (G-K).



Figuur 24: Locaties bepaling waterpeilen Leukerbeek

De berekende waterpeilen gedurende reguliere afvoersituaties in de Landbouwwatertracé's zijn te zien in de volgende tabel.

Tabel 4: Berekende waterpeilen in de landbouwwatertracé's rondom de Roukespeel gedurende reguliere afvoersituaties in de zomer (zomerweerstand en zomerstuwstanden). Waterstanden afgerond op 5 cm.

Locatie	Basisafvoer (5% MA; 330 d/j overschreden)	Zomerafvoer (20% MA; 200 d/j overschreden)	Voorjaarsafvoer (30% MA; 80 d/j overschreden)	Winterafvoer (50% MA; 20 d/j overschreden)
A. Kuppenlossing	27,35 m NAP	27,55 m NAP	27,60 m NAP	27,70 m NAP
B. Leukerbeek bij Breijbaan	27,40 m NAP	27,55 m NAP	27,65 m NAP	27,75 m NAP
C. uitstroom Kuppenlossing in Leukerbeek	27,35 m NAP	27,55 m NAP	27,60 m NAP	27,70 m NAP
D. Leukerbeek bij Grote Kouseykweg	26,85 m NAP	27,00 m NAP	27,10 m NAP	27,25 m NAP
E. Dijkkerpeel bij Grote Kouseykweg	26,75 m NAP	26,90 m NAP	27,05 m NAP	27,20 m NAP
F. Leukerbeek bij Ittervoortweg	26,50 m NAP	26,80 m NAP	26,90 m NAP	27,10 m NAP

Het verschil in waterpeilen tussen het landbouwwatertracé bij de Breijbaan en de Kuppenlossing gedurende een basisafvoer is ca. 85 cm. Hiermee is een verval in waterpeilen aanwezig van 40 cm/km (lengte ca. 2200 m) in het landbouwwatertracé. Dit verschil in waterpeilen neemt af naarmate de afvoer hoger wordt. Gedurende een winterafvoer (50% MA; ca. 20 d/j overschreden) is het peilverschil tussen beide locaties nog 60 cm (27 cm/km).

Tabel 5: Berekende waterpeilen in de natuurwatertracé's in en rondom Roukespeel gedurende reguliere afvoersituaties in de zomer (zomerweerstanden en zomerstuwstanden). Waterstanden afgerond op 5 cm. Bij locatie G-I is de invloed van aanwezige beverdammen meegenomen.

Locatie	Basisafvoer (5% MA; 330 d/j overschreden)	Zomerafvoer (20% MA; 200 d/j overschreden)	Voorjaarsafvoer (30% MA; 80 d/j overschreden)	Winterafvoer (50% MA; 20 d/j overschreden)
G. Kuppenlossing	27,65 m NAP	27,65 m NAP	27,65 m NAP	27,70 m NAP
H. Leukerbeek bij Breijbaan	27,65 m NAP	27,65 m NAP	27,65 m NAP	27,75 m NAP
I. uitstroom Kuppenlossing in Leukerbeek	27,65 m NAP	27,65 m NAP	27,65 m NAP	27,70 m NAP
J. Oude Leukerbeek bij Grote Kouseykweg	26,80 m NAP	26,85 m NAP	26,90 m NAP	27,10 m NAP
K. Oude Leukerbeek bovenstrooms drijverstuw	26,80 m NAP	26,85 m NAP	26,90 m NAP	27,10 m NAP

In de peilen in de natuurwatertracés is een duidelijke stijging te zien in berekende (en gemeten) waterpeilen tussen de instroom van de natuurwatertracés van de Kuppenlossing en Leukerbeek en de Oude Leukerbeek bij de Grote Kouseykweg. Hoewel een deel van deze stijging te wijten is aan de gronddammen die in 2013 in de Oude Leukerbeek zijn aangelegd, verklaart dit niet de volledige stijging van peilen op dit traject. Hoogstwaarschijnlijk veroorzaken 1 of meerdere beverdammen het grootste deel van de opstuwing in de Oude Leukerbeek.

De nieuwe Leukerbeek, Oude Leukerbeek en Dijkerpeel kruisen de Grote Kouseykweg. De peilen gedurende reguliere afvoersituaties in de zomer bij deze kruisingen zijn te zien in de volgende tabel. Er is weinig verschil in peilen tussen de 3 wegkruisingen. Gedurende een basisafvoer is het peil in de Dijkerpeel het laagste; ca. 10 cm lager dan het peil in de nieuwe Leukerbeek en 5 cm lager dan in de Oude Leukerbeek. De peilfluctuaties in de nieuwe Leukerbeek en Dijkerpeel echter groter dan in de Oude Leukerbeek. Gedurende een voorjaarsafvoer is het peil in de Oude Leukerbeek (Roukespeel) ca. 20 cm lager dan in de nieuwe Leukerbeek bij de Grote Kouseykweg en 15 cm dan het peil in de Dijkerpeel.

Tabel 6: Berekende waterpeilen bij de kruisingen van waterlopen met de Grote Kouseykweg gedurende reguliere afvoeren in de zomer (zomerweerstanden en zomerstuwstanden). Waterstanden afgerond op 5 cm. Bij locatie G-I is de invloed van aanwezige beverdammen meegenomen.

Locatie	Basisafvoer (5% MA; 330 d/j overschreden)	Zomerafvoer (20% MA; 200 d/j overschreden)	Voorjaarsafvoer (30% MA; 80 d/j overschreden)	Winterafvoer (50% MA; 20 d/j overschreden)
D. Leukerbeek bij Grote Kouseykweg	26,85 m NAP	27,00 m NAP	27,10 m NAP	27,25 m NAP
J. Oude Leukerbeek bij Grote Kouseykweg	26,80 m NAP	26,85 m NAP	26,90 m NAP	27,10 m NAP
E. Dijkerpeel bij grote Kouseykweg	26,75 m NAP	26,90 m NAP	27,05 m NAP	27,20 m NAP

3.1.3.3 Berekende waterpeilen gedurende afvoerextremen

De waterpeilen gedurende afvoerextremen zijn berekend middels een 2D-berekening. De berekende peilen zijn opgedeeld in peilen in de landbouwwatertracés (Tabel 7) en natuurwatertracés (incl. Roukespeel, Tabel 8). De inundatiekaarten gedurende situaties van 1x/10 jaar, 1x/25 jaar en 1x/100 jaar (T=10, T=25 en T=100) zijn te zien in figuren 25-27.

De waterpeilen gedurende afvoerextremen in de landbouwwatertracés zijn te zien in de onderstaande tabel. Gedurende een jaarlijkse piekafvoer neemt het verhang in waterpeilen verder af ten opzichte van de peilen gedurende reguliere omstandigheden. Hierbij gaat het om een verschil van 50 cm tussen de peilen bij de Breijbaan en de Ittervoortweg (ca. 22 cm/km). De grootste stremming of opstuwing in het watersysteem van de Leukerbeek treedt op in de versmalling van het beekdal bij de Ittervoortweg. Daarnaast vergroot het lage verhang tussen de Ittervoortweg en Roermondseweg aanvullend opstuwing in het systeem van de Leukerbeek. Deze 2 zaken zorgen voor een afname van het verhang in waterpeilen bovenstrooms van de Ittervoortweg naarmate de afvoer toeneemt.

Tabel 7: Berekende waterpeilen in de landbouwwatertracé's rondom de Roukespeel gedurende afvoerextremen in de zomer (zomerweerstanden en zomerstuwstanden, 1D-berekening). Waterstanden afgerond op 5 cm.

Locatie	Jaarlijkse piekafvoer (100% MA; ca. 1 d/j)	T=10-situatie (175% MA; 1x/10 jaar)	T=25-situatie (200% MA; 1x/25 jaar)	T=100-situatie (250% MA; 1x/100 jaar)
A. Kuppenlossing	27,90 m NAP	27,90 m NAP	27,95 m NAP	28,20 m NAP
B. Leukerbeek bij Breijbaan	27,95 m NAP	27,95 m NAP	28,00 m NAP	28,20 m NAP
C. uitstroom Kuppenlossing in Leukerbeek	27,90 m NAP	27,90 m NAP	27,95 m NAP	28,20 m NAP
D. Leukerbeek bij Grote Kouseykweg	27,50 m NAP	27,80 m NAP	27,90 m NAP	28,15 m NAP
E. Dijkerpeel bij Grote Kouseykweg	27,55 m NAP	27,80 m NAP	27,90 m NAP	28,15 m NAP
F. Leukerbeek bij Ittervoortweg	27,45 m NAP	27,80 m NAP	27,85 m NAP	28,10 m NAP

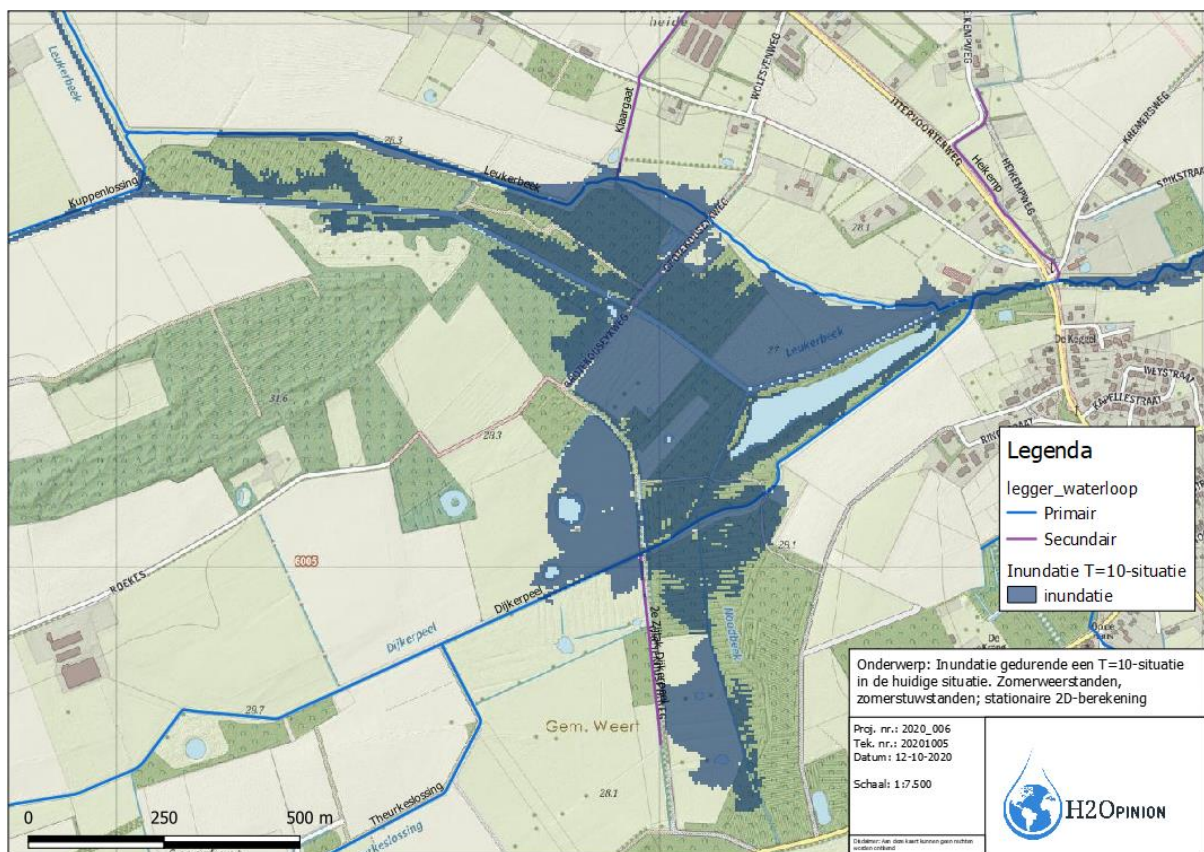
Het peilverschil tussen de Grote Kouseykweg en de drijverstuw in de Roukespeel is zeer beperkt. Peilverschillen tussen beide locaties zijn gedurende reguliere omstandigheden te verwaarlozen. Gedurende afvoerextremen neemt het peilverschil tussen het natuurwatertracé Kuppenlossing en de drijverstuw bij de uitstroom van de Oude Leukerbeek af. De peilen in de Leukerbeek (na samenvloeiing van het natuurwatertracé en landbouwwatertracé) bepalen daarbij de peilen in de Oude Leukerbeek. De drijverstuw is ontworpen om (in de praktijk) een peilverschil van ca. 20 cm tussen de Leukerbeek en Oude Leukerbeek/Roukespeel te realiseren. Doel van deze stuw is instroom van landbouw- en overstortwater naar de Roukespeel te voorkomen of beperken.

Gedurende afvoerextremen is er nagenoeg geen verhang in de waterpeilen in de Roukespeel aanwezig. In deze situaties treedt inundatie in (delen van) de Roukespeel op.

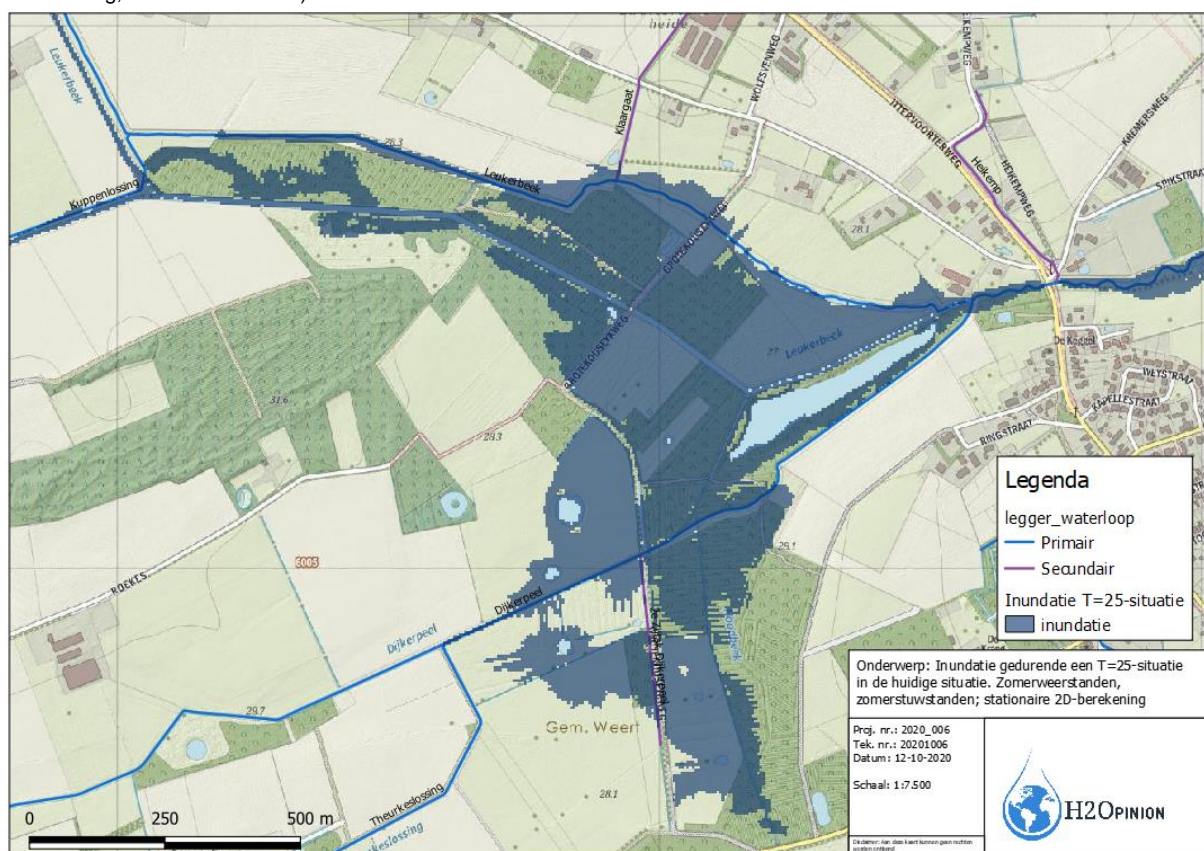
Tabel 8: Berekende waterpeilen in de natuurwatertracé's in en rondom de Roukespeel gedurende afvoerextremen in de zomer (zomerweerstanden en zomerstuwstanden, 1D-berekening). Waterstanden afgerond op 5 cm. Bij locatie G-I is de invloed van aanwezige beverdammen meegenomen.

Locatie	Jaarlijkse piekafvoer (100% MA; ca. 1 d/j)	T=10-situatie (175% MA; 1x/10 jaar)	T=25-situatie (200% MA; 1x/25 jaar)	T=100-situatie (250% MA; 1x/100 jaar)
G. Kuppenlossing	27,75 m NAP m NAP	28,00 m NAP	28,15 m NAP	28,20 m NAP
H. Leukerbeek bij Breijbaan	27,75 m NAP m NAP	27,85 m NAP	27,95 m NAP	28,20 m NAP
I. uitstroom Kuppenlossing in Leukerbeek	27,75 m NAP	27,80 m NAP	27,95 m NAP	28,20 m NAP
J. Oude Leukerbeek bij Grote Kouseykweg	27,45 m NAP	27,80 m NAP	27,90 m NAP	28,15 m NAP
K. Oude Leukerbeek bovenstrooms drijverstuw	27,45 m NAP	27,80 m NAP	27,90 m NAP	28,15 m NAP

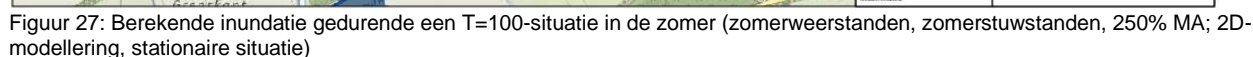
In de inundatiekaarten op de volgende pagina's is te zien dat de inundaties voornamelijk plaatsvinden in het oostelijke deel van de Roukespeel. De oude geul in het westelijke deel van de Roukespeel inundeert daarbij gedurende een T=10-situatie, maar stroomt niet geheel mee. Gedurende een T=25 en T=100-situatie stroomt deze geul wel mee. De inundaties zijn gedurende een T=100-situatie grootschaliger. Gedurende deze situatie inunderen niet alleen de natuurterreinen, maar ook een aantal landbouwpercelen.



Figuur 25: Berekende inundatie gedurende een T=10-situatie in de zomer (zomerweerstanden, zomerstuwstanden, 175% MA; 2D-modellering, stationaire situatie)



Figuur 26: Berekende inundatie gedurende een T=25-situatie in de zomer (zomerweerstanden, zomerstuwstanden, 200% MA; 2D-modellering, stationaire situatie)



Het projectplan 'Herinrichting Leukerbeek fase 2, 9W6736 van 20 juni 2012' geeft de ontwerpwaterpeilen gedurende een 30%-MA-situatie (voorjaarsafvoer, ca. 100 d/j overschreden) en 100% MA-situatie (ca. 1 dag/jaar) weer. Het gaat hierbij om de waterpeilen in de landbouwwatertracés.

Locatie	Voorjaarsafvoer (30% MA; ca. 100 d/j overschreden) ontwerp 20-6-2012	Voorjaarsafvoer (30% MA; ca. 100 d/j overschreden) berekening 10-2020	Verskil (ontwerp versus berekening 10-2020)
A. Kuppenlossing	27,70 m NAP	27,60 m NAP	-10 cm
B. Leukerbeek bij Breijbaan	27,75 m NAP	27,65 m NAP	-10 cm
C. uitstroom Kuppenlossing in Leukerbeek	27,70 m NAP	27,60 m NAP	-10 cm
D. Leukerbeek bij Grote Kouseykweg	27,20 m NAP	27,10 m NAP	-10 cm
E. Dijkerpeel bij Grote Kouseykweg	27,00 m NAP	27,05 m NAP	+5 cm
F. Leukerbeek bij IJtervoortweg	26,85 m NAP	26,90 m NAP	+5 cm

De berekende waterpeilen versus de ontwerpwaterpeilen uit het projectplan waterwet gedurende een jaarlijkse piekafvoer (100% MA; ca. 1x/jaar) zijn te zien in de volgende tabel.

Tabel 10: Berekende waterpeilen versus ontwerpwaterpeilen projectplan Leukerbeek fase 2 gedurende een jaarlijkse piekafvoer (100% MA; ca. 1x/jaar)

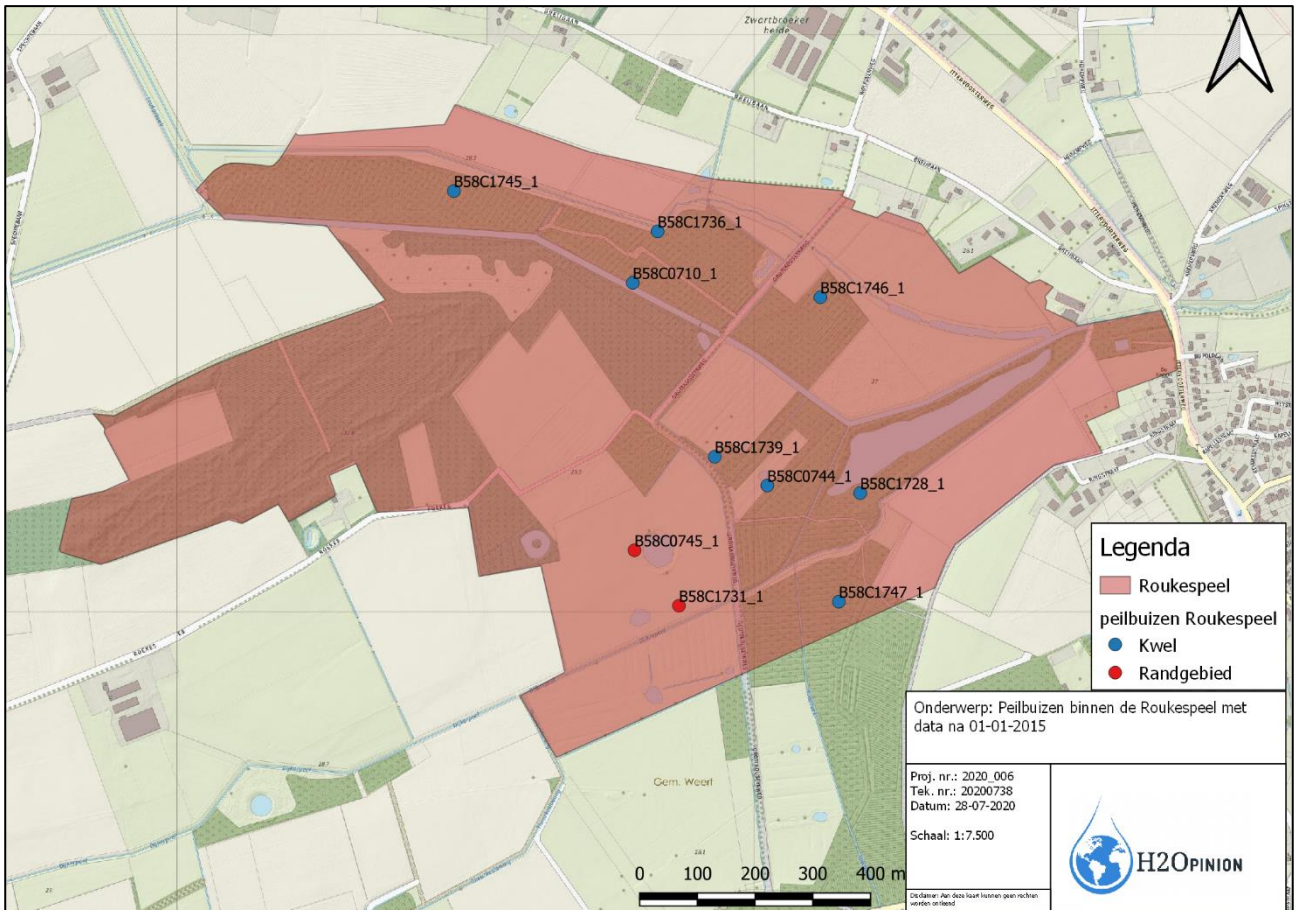
Locatie	Jaarlijkse piekafvoer (100% MA; ca. 1 d/j) ontwerp 20-6-2012	Jaarlijkse piekafvoer r (100% MA; ca. 1 d/j) berekening 10-2020	Vershil (ontwerp versus berekening 10-2020)
A. Kuppenlossing	28,00 m NAP	27,90 m NAP	-10 cm
B. Leukerbeek bij Breijbaan	28,05 m NAP	27,95 m NAP	-10 cm
C. uitstroom Kuppenlossing in Leukerbeek	28,00 m NAP	27,90 m NAP	-10 cm
D. Leukerbeek bij Grote Kouseykweg	27,60 m NAP	27,50 m NAP	-10 cm
E. Dijkerpeel bij Grote Kouseykweg	27,60 m NAP	27,55 m NAP	-5 cm
F. Leukerbeek bij Ittervoorterweg	27,45 m NAP	27,45 m NAP	0 cm

De berekende waterpeilen gedurende een jaarlijkse piekafvoer zijn ca. 10 cm lager dan de ontwerpwaterpeilen uit het projectplan waterwet. Bij de Dijkerpeel is het berekende peil ca. 5 cm lager. Bij de kruising van de Leukerbeek met de Ittervoorterweg zijn er geen verschillen in waterpeilen berekend.

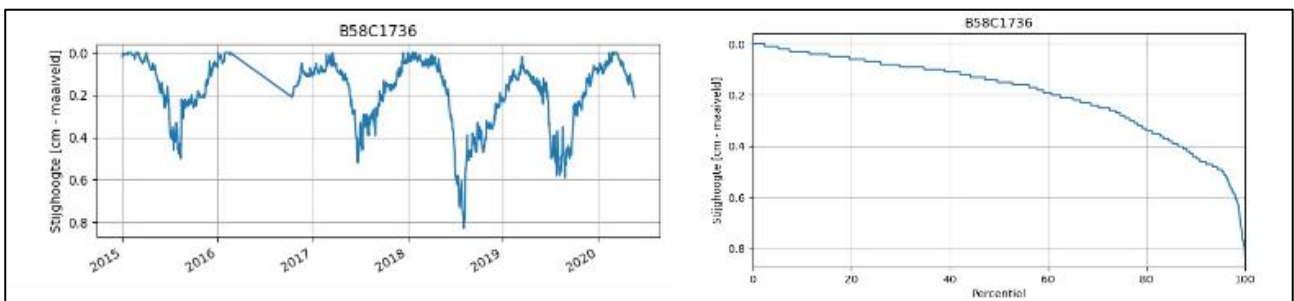
3.2. Grondwater

3.2.1. Metingen

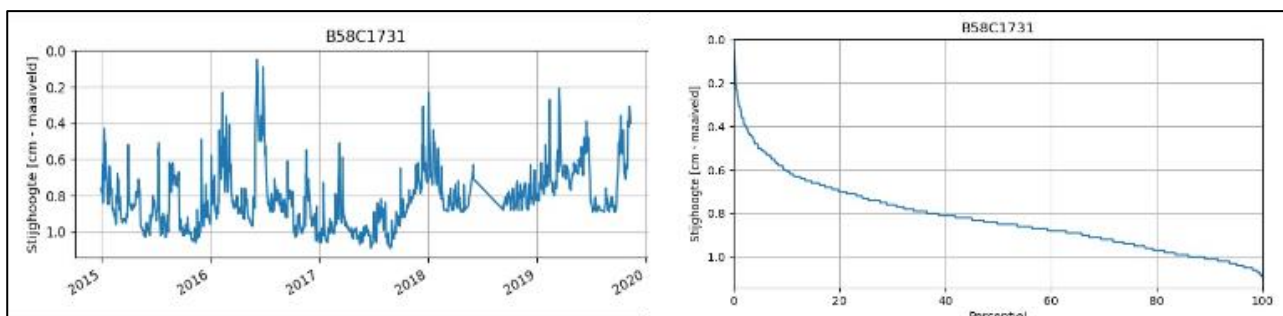
Uit het grondwaterarchief van DINOloket zijn de peilbuisgegevens uit de directe omgeving opgevraagd. Vanwege de ruime beschikbaarheid van peilbuizen is een selectie gemaakt voor peilbuizen binnen de Roukespeel met data na 2015, het jaar waarin de laatst uitgevoerde maatregelen zijn toegepast. Binnen de Roukespeel zijn 10 peilbuizen gelegen welke data hebben na 2015. De locaties van deze peilbuizen zijn weergegeven in figuur 28, alsmede de conclusie van het bestuderen van de kwelduurlijnen. In figuren 29 en 30 zijn de tijdstijghoogtelijn en kwelduurlijn gegeven van twee van deze peilbuizen. De duurlijnen zijn weergegeven in de bijlage.



Figuur 28: Kwel en wegzijgingsgebieden op basis van duurlijnen beschikbare meetpunten Dinoloket voor data na 2015.



Figuur 29: Tijdstijghoogtelijn en duurlijn peilbuis B58C1736



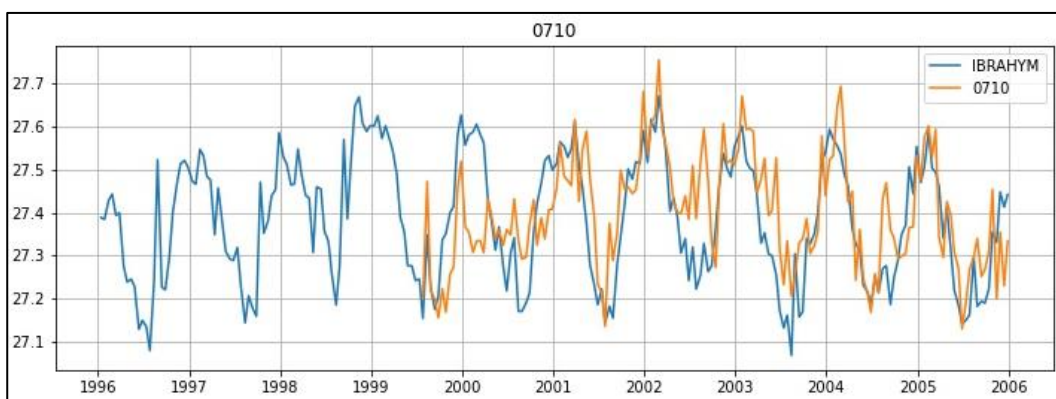
Figuur 30: Tijdstijghoogtelijn en duurlijn peilbuis B58C1731

Figuur 28 toont dat het grootste deel van de Roukespeel bestaat uit kwelgebied. Op basis van de dagelijkse meetreeksen zijn de GHG en GLG bepaald op respectievelijk de 85- en 15-percentielwaarde.

Vanwege ontbrekende beregeningsdata uit de periode 2015 – 2020 zijn voor de modellering in IBRAHYM peilbuisgegevens van de periode 1996 – 2006 vereist. Deze zijn bepaald met behulp van het tijdreeksanalyseprogramma Menyanthes.

3.2.2. IBRAHYM-modellering

Uit het IBRAHYM-model is een uitsnede gemaakt van het projectgebied en de naaste omgeving. In dit model is het SOBEK-model, beschreven in paragraaf 3.1, ingevoerd. Het model is gekalibreerd en gevalideerd aan de hand van de peilbuisgegevens beschreven in paragraaf 3.2.1. Een voorbeeld van een gekalibreerde peilbuisreeks is gegeven in figuur 31.



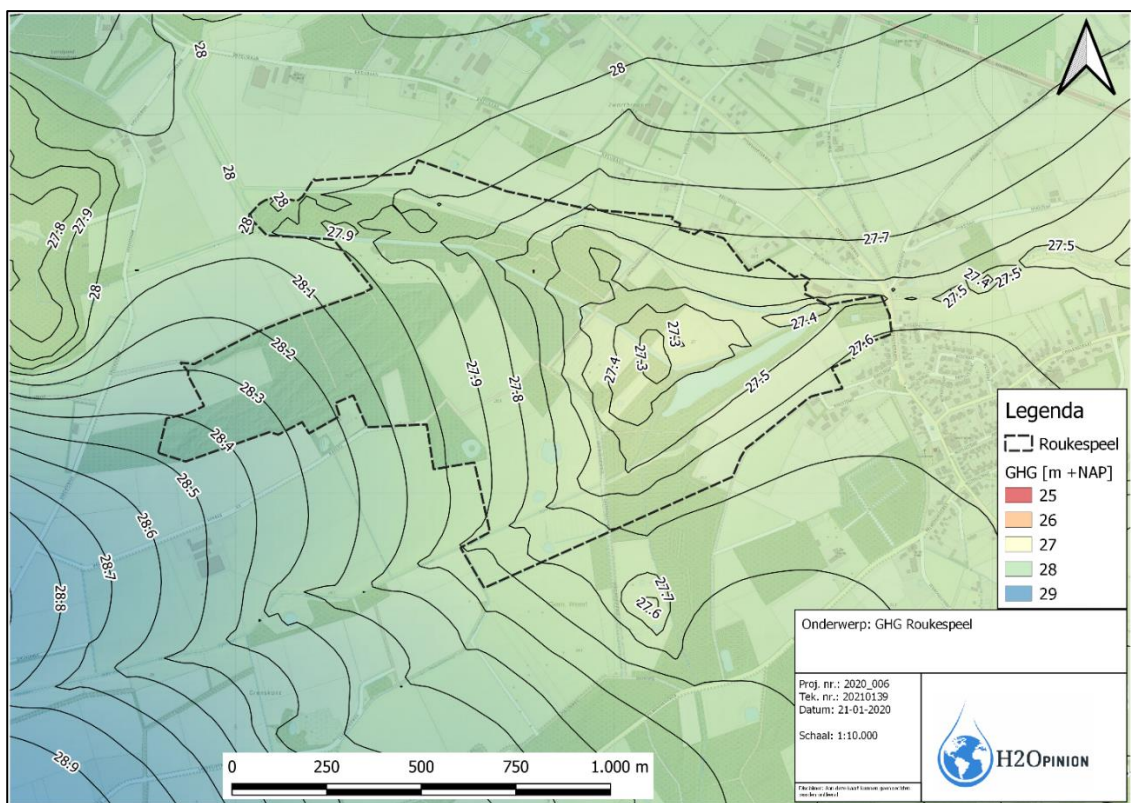
Figuur 31: Meetreeks peilbuis B58C0710 en modelresultaten IBRAHYM

Een meer uitgebreide beschrijving van de stappen in het modelleerproces is gegeven in bijlage 4.

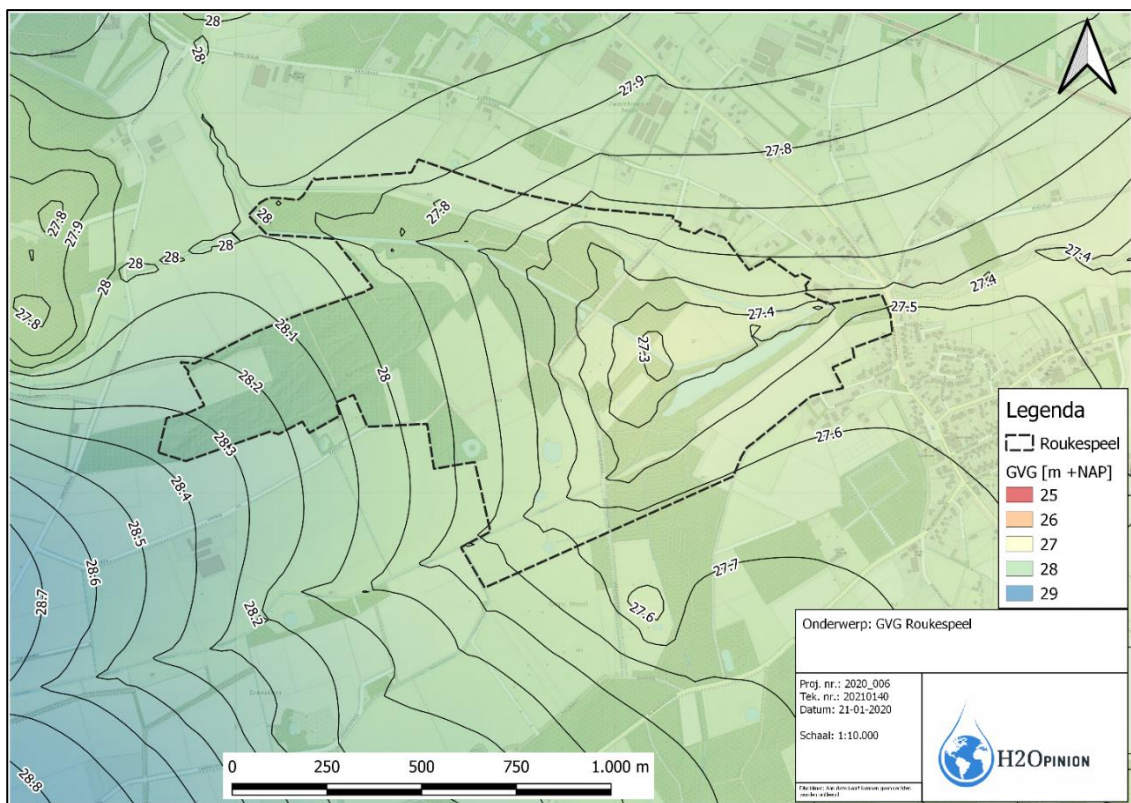
Bevindingen IBRAHYM:

- De GHG en GVG zijn bijna gelijk aan elkaar. De verschillen tussen GHG/GVG enerzijds en de GLG anderzijds zijn wel zichtbaar.
- De drainerende werking van de Leukerbeek (vooral de oude Leukerbeek) is te zien in de contourplots. Ook de drainerende werking van de Dijkerpeel is hierin te zien, deze drainerende werking is sterker hogerop op de dekzandrug in het zuidwesten
- De voornaamste richting van de grondwaterstroming is uit het zuidwesten. Ook komt grondwater (in mindere mate) uit het noordnoordwesten het gebied binnen.

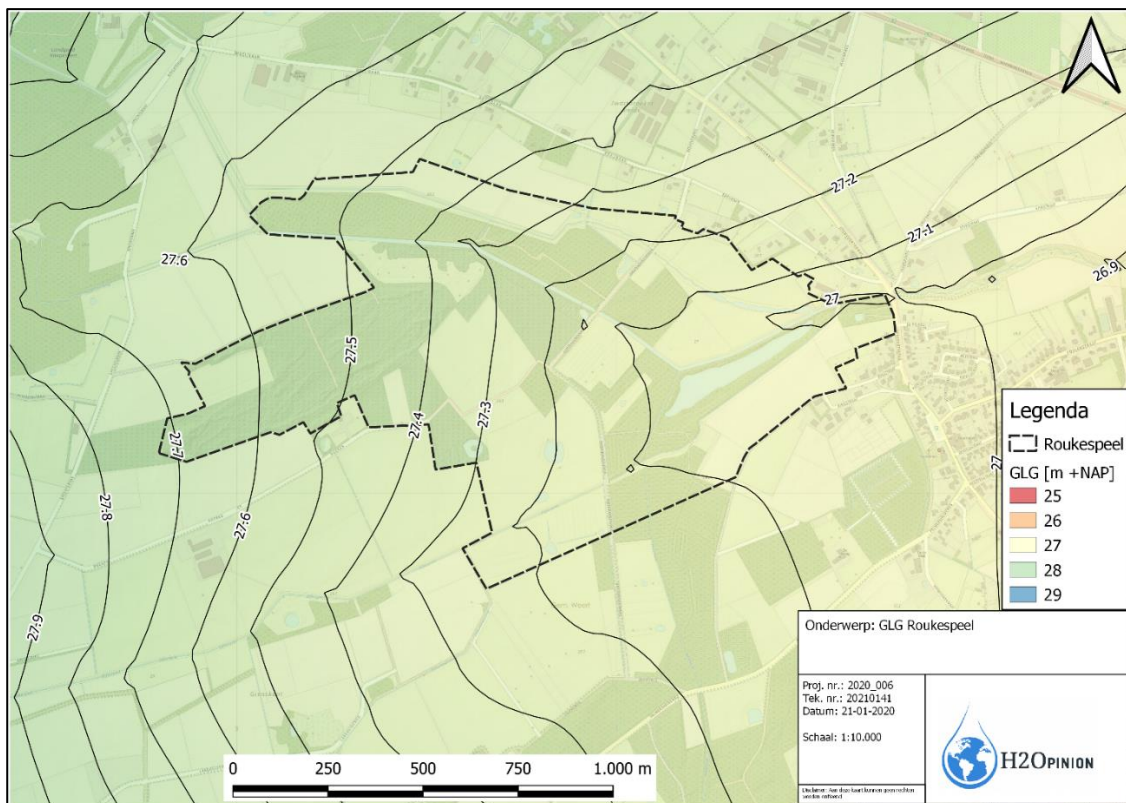
Figuren 32 tot 34 geven de GHG, GVG en GLG van de Roukespeel weer. Bovengenoemde bevindingen komen hierin naar voren.



Figuur 32: GHG Roukpespeel

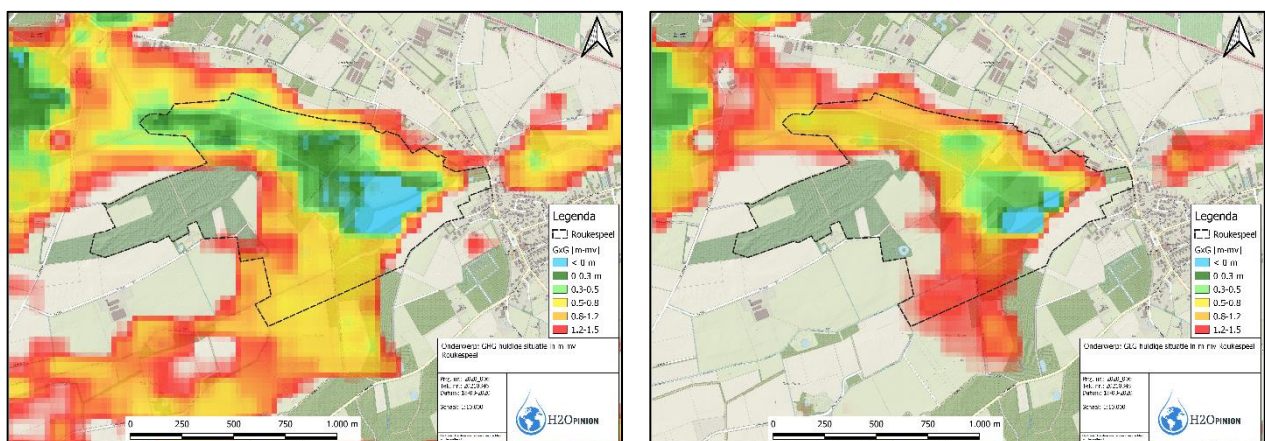


Figuur 33: GVG Roukpespeel



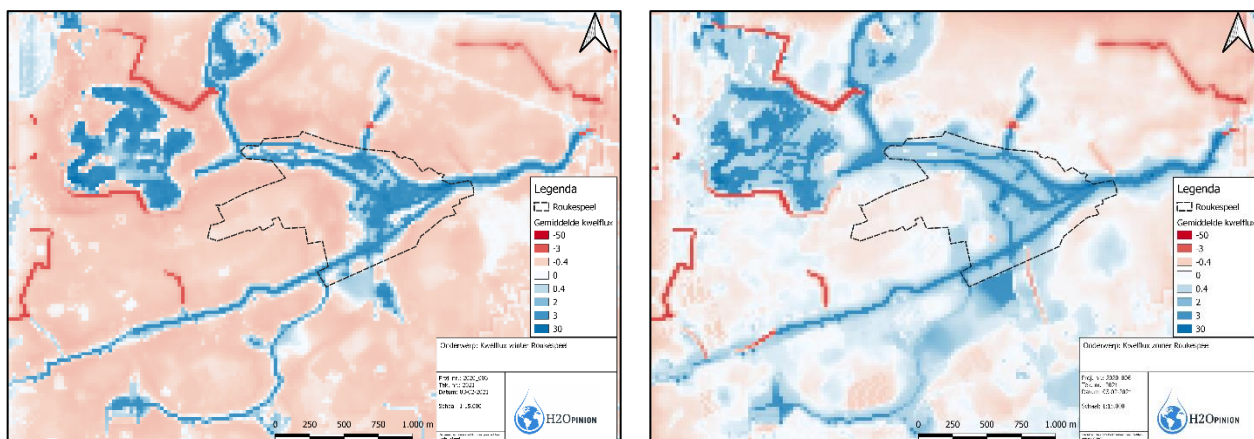
Figuur 34: GLG Roukespeel

Figuur 35 geeft de GHG en GLG in m-mv weer. In bijlage 7 zijn deze figuren vergroot weergegeven. Te zien is dat in een groot deel van het gebied de grondwaterstand dicht onder maaiveld ligt, met name in de GHG situatie. Deze bevindingen komen grotendeels overeen met de grondwatertrappenkaart van Nederland, welke gegeven is in bijlage 7.



Figuur 35: Van links naar rechts; GHG en GLG ten opzichte van maaiveld.

Figuur 36 geeft de kwel/infiltratieflux door de deklaag in de Roukespeel weer zoals berekend met het IBRAHYM model. De blauwe tinten geven (positieve) kwelfluxen aan. Dit betreft zowel kwel uit het eerste watervoerend pakket als lokale kwel van bijvoorbeeld de dekzandruggen naar het lagergelegen gebied. In de winter komen hogere grondwaterstanden voor, wat voor meer infiltratie zorgt. Gedurende de zomer komt door de lagere grondwaterstanden meer kwel voor uit het eerste watervoerend pakket. De kwelflux richting de beken betreft voornamelijk lokale kwel. Figuur 36 laat zien dat de kwelgebieden volgens de modelberekeningen overeenkomen met de bevindingen van de peilbuisgegevens zoals weergegeven in figuur 28. De kaarten in figuur 36 zijn vergroot gegeven in bijlage 8.



Figuur 36: Kwelfluxen Roukespeel; links geeft de gemiddelde kwelflux in de winter van 2003/2004, rechts de gemiddelde flux in de zomer van 2004.

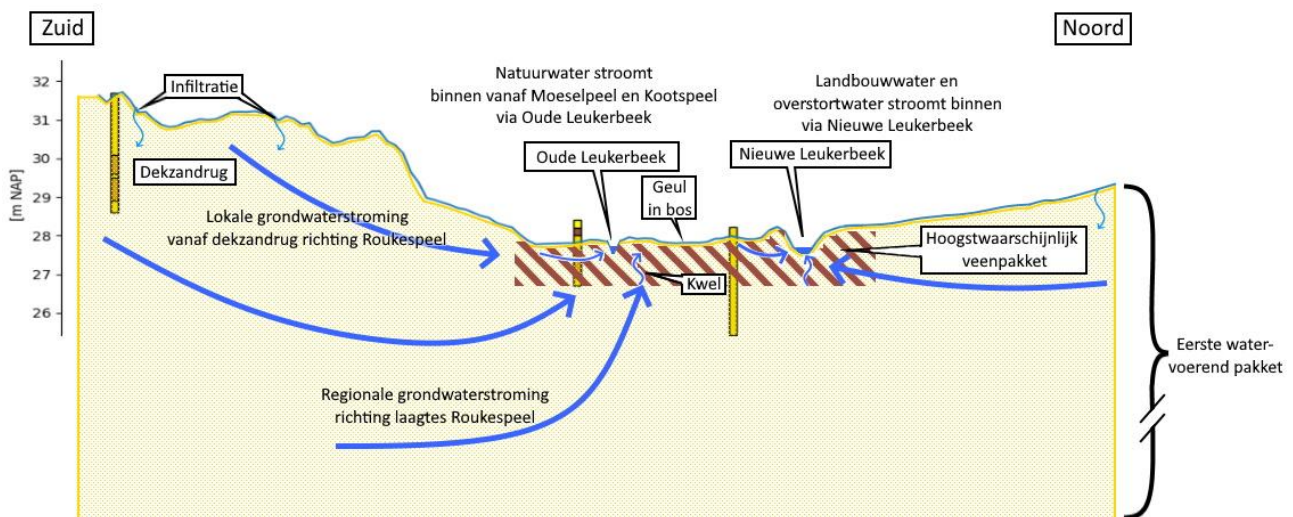
De Dijkerpeel werkt in zowel gedurende een gemiddelde winter als gemiddelde zomer drainerend. Verdere verondieping of opstuwing van de Dijkerpeel kan positief werken op de grondwaterstanden in het gehele gebied. Deze maatregel maakt echter geen onderdeel uit van dit onderzoek.

3.3. Samenvatting werking systeem

De Roukespeel ligt in het beekdal van de Leukerbeek. De Oude en Nieuwe Leukerbeek zijn in het noorden gelegen en stromen in oostelijke richting. In het zuiden van het gebied stroomt de Dijkerpeel het gebied in, welke in het oosten van de Roukespeel in de Oude Leukerbeek stroomt. Onder het beekdal is hoogstwaarschijnlijk een veenlaag aanwezig. Hieronder zijn zandlagen gelegen. Deze zandlagen komen op de dekzandruggen aan weerszijden van de Roukespeel aan de oppervlakte.

Vanuit de Kootspeel en Moeselp Peel stroomt natuurwater de Oude Leukerbeek in. Dit natuurwater is gescheiden van het landbouw- en stedelijk water dat door de Nieuwe Leukerbeek stroomt. De Dijkerpeel komt samen met de Oude Leukerbeek ten zuidwesten van het Roukespeelven. In het oosten van de Roukespeel komt de Oude Leukerbeek samen met de Nieuwe Leukerbeek. Ter hoogte van de A2 stroomt de Leukerbeek uit in de Tungelroysebeek.

Gedurende het jaar is er sprake van lokale kwel van de dekzandruggen naar de laagtes in de Roukespeel. Ook komt regionale kwel voor van diepere lagen naar de laagtes in de Roukespeel. In de zomer komt een hogere kwelflux voor dan in de winter.



Figuur 37: Schematische weergave werking grondwatersysteem Roukespeel

Een opsomming van de werking van het grondwatersysteem is als volgt:

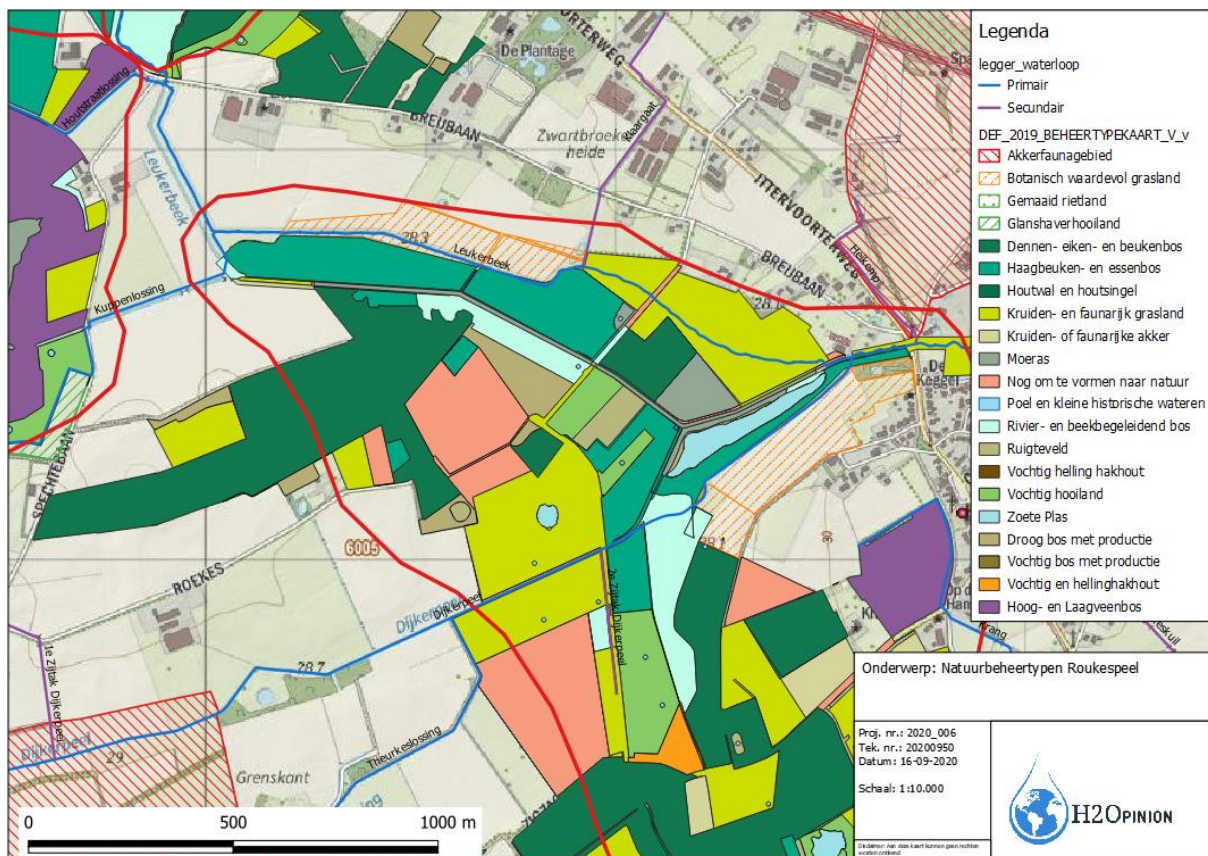
- De Oude- en Nieuwe Leukerbeek hebben een drainerende werking op het gebied. De Dijkerpeel heeft ook een drainerende werking op het gebied, deze drainerende werking is bovenstrooms sterker aanwezig dan in het beekdal;
- De voornaamste grondwaterstroming komt uit zuidwestelijke richting, en in mindere mate uit noordnoordwestelijke richting;
- Binnen het beekdal komt gedurende het jaar kwel voor.

4. Beleid

4.1. Natuurbeheertypen

De natuurbeheertypen in het gebied en de begrenzing van de natte natuurparel Krang (waaronder de Roukespeel valt) zijn weergegeven in de onderstaande afbeelding. De volgende beheertypen zijn toegekend aan de Roukespeel¹⁷:

- Haagbeuken-Essenbos
- Dennen- eiken en beukenbos
- Rivier- en beekbegeleidend bos
- Moeras
- Kruiden- en faunairijk grasland
- Vochtig hooiland
- Ruigteveld
- Botanisch waardevol grasland¹⁸



Figuur 38: Natuurbeheertypen omgeving Roukespeel. Begrenzing natte natuurparel is gemarkeerd met een rood kader.

De benodigde hydrologische randvoorwaarden van de verschillende beheertypen zijn te zien in de tabel 11. De typen 'kruiden- en faunairijk grasland', 'vochtig hooiland', 'ruigteveld' en 'botanisch waardevol grasland' zijn in deze tabel samengevoegd onder de noemer 'vochtig hooiland'. Figuur 39 geeft de ideale plantengemeenschappen aan de hand van de IBRAHYM-modellering van de huidige situatie op basis van de gegevens in tabel 11. Hierbij is uitgegaan van de gooreerdgronden conform figuur 5.

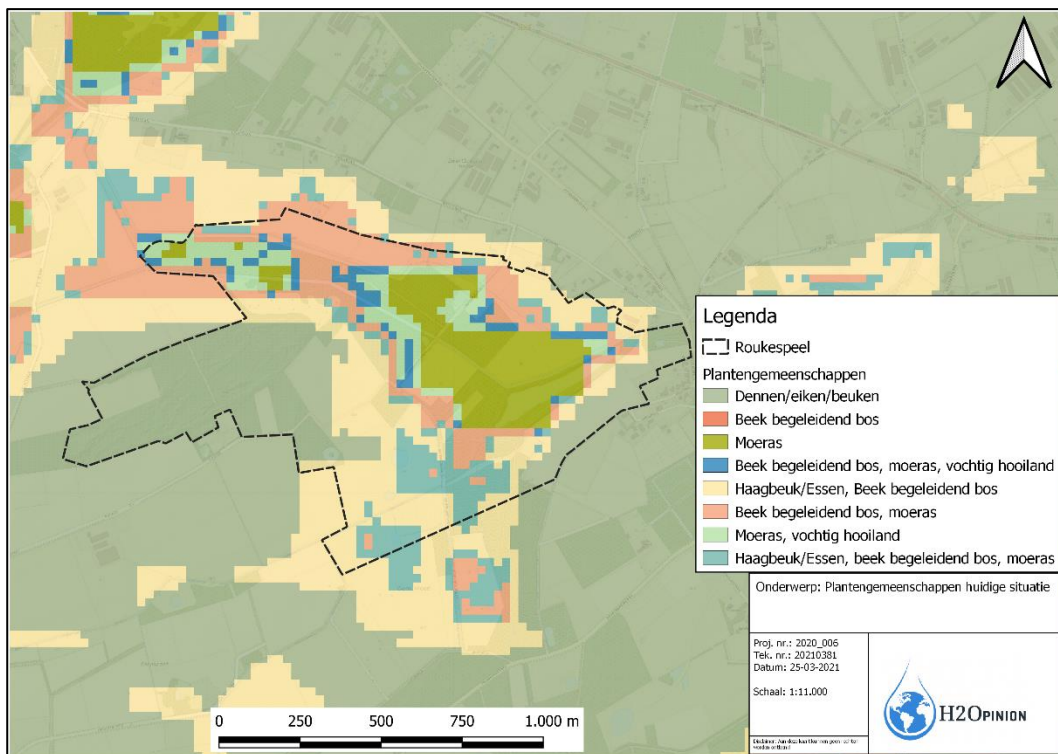
¹⁷ Bron: Provincie Limburg, Natuurbeheerplan Limburg 2019, Tevens partiële POL-herziening, Maastricht, 21 augustus 2018.

¹⁸ Beide percelen met het beheertype 'botanisch waardevol grasland' zijn momenteel gedraineerd. Bij omvorming van deze landbouwpercelen naar dit type dient de drainage verwijderd te worden. De omvorming van deze percelen maakt geen onderdeel uit van dit plan.

Tabel 11: (gemiddelde) grenzen voor hydrologische randvoorwaarden per doeltype op basis van 100% doelbereik en bodemtype Gooreerdgrond; lemig fijn zand, weerstation Eindhoven. Specifieke soorten binnen de doeltypen kunnen afwijkende grenzen hebben¹⁹.

Natuur-beheer-type	Maximale GVG in cm-maaiveld	GLG (aeratie); gemiddelde grens	Bodemafhankelijke GLG; Gooreerdgronden, lemig fijn zand	Overstromings-tolerantie	Droogtes tress (max. dagen)	Herkomst water
Haagbeuk en- en essenbos	60 cm-mv of droger	70 cm-mv of droger	170 cm-mv of natter	Nooit - incidenteel	17 dagen	Regenwatergevoed. Soms grondwater-afhankelijk
Dennen-eiken beuken-bos	80 cm-mv of droger	90 cm-mv of droger	170 cm-mv of droger	Nooit	17 dagen	Regenwatergevoed
N14.01 Rivier en beek-begeleidend bos	20 cm-mv of droger	Type 39AA02B: Elzenzeggebroekbos subassociatie met bittere veldkers: 40 cm-mv of natter	170 cm-mv of natter	Regelmatig - nooit	17 dagen	(Type 39AA02B) Meestal grondwaterafhankelijk, hard grondwater.
3.24 Moeras	70 cm onder maaiveld tot 20 cm boven maaiveld (inundatie)	10 cm-mv of natter	150 cm-mv of natter	Nooit (geen inundatie met verrijkt water)	10 dagen	Oppervlaktewater en Grondwaterafhankelijk, hard grondwater
N10.02 Vochtig hooiland	Tussen 10 en 30 cm-maaiveld	Afhankelijk van subassociatie	70 cm-mv (met grondwateraanvoer) of natter; 140 cm-mv (zonder grondwateraanvoer)	Regelmatig-nooit (afhankelijk van soorten)	7 dagen	Grond- en oppervlaktewater; afhankelijk van soorten

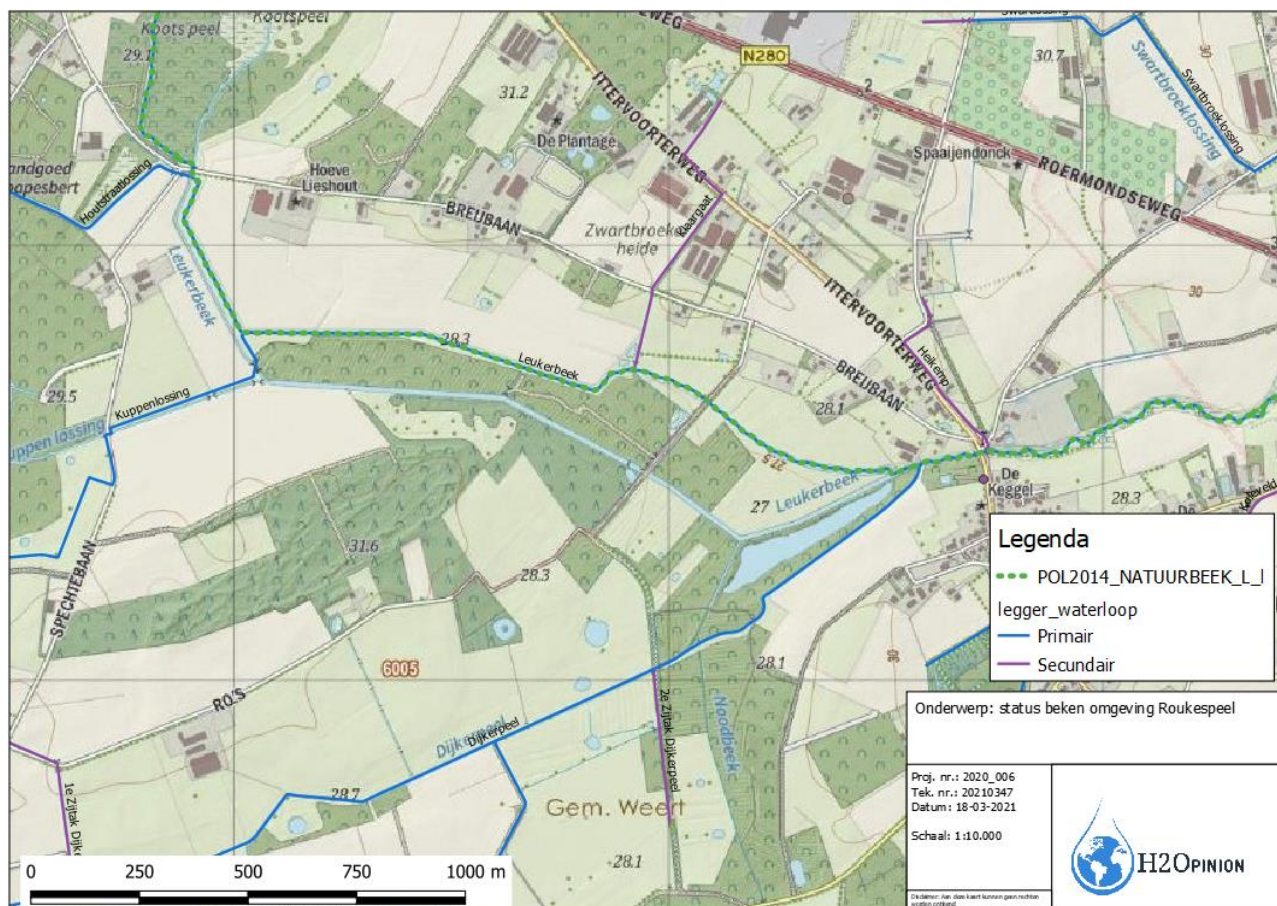
¹⁹ Getallen op basis van Waternood terrestrisch 3.0.4



Figuur 39: Ideale plantengemeenschappen in de huidige situatie op basis van de geohydrologische omstandigheden gegeven in tabel 11.

4.2. Waterbeheerplan 2016-2021 en Keur

Het Waterbeheerplan 2016-2021 gaat in op de inundatienorm en geeft aan op welke beken een natuurdoelstelling ligt. Naast de doelstellingen worden de normeringen voor toetsingen beschreven. De Leukerbeek staat benoemd als 'Natuurbeek'. In en rondom deze beek wordt gericht op een goed ecologisch functionerend systeem²⁰:



Figuur 40: natuurstatus beken op basis van Waterbeheerplan 2016-2021

In het waterbeheerplan 2016-2021 zijn de ontwateringsnormen voor de verschillende gebruiksfuncties opgenomen. Deze normen zijn²¹:

Peilbeheer, grondwater en grondgebruik		
In de vlakke gebieden hebben we met het regionale oppervlaktewatersysteem grote invloed op het grondwatersysteem en daarmee op de watervoorziening voor landbouw- en natuurgebieden. Als waterschap kunnen we hierin sturen door de aanwezige beken en stuwen. De afmetingen en onderhoudstoestand van de beken zijn mede bepalend en deels ook stuurbaar.		
Gewas / locatie	Grondwaterniveau t.o.v. maaiveld	
	gemiddeld hoog	gemiddeld laag
Grasland	-0,30 m	-0,60 m
Bouwland	-0,50 m	-0,80 m
Tuinbouw	-0,50 m	-0,80 m
Diep wortelende gewassen	-0,80 m	-1,00 m
Glastuinbouw	-0,80 m	-1,00 m
Bebouwingskernen (vloer- of bouwpeil)	-0,70 m	-1,00 m
Bebouwing in buitengebied	gelijk aan omgeving	gelijk aan omgeving

Figuur 41: Ontwateringsnormen uit het waterbeheerplan 2016-2021

²⁰ Bron: Waterschap Limburg, Waterbeheerplan 2016-2021, Water in Beweging, 2015.

²¹ Bron: Waterschap Limburg, Werkwijze hydrologie binnen projecten – verzameldocument, 06-2019

Een vertaling van de toetsingsnormen naar droogleggingsnormen is als volgt²²:

De toetsing van de zomer- en wintersituatie vindt plaats op basis van een situatie die ca. 20 dagen per jaar voorkomt (50% maatgevende afvoer). De toetsingswaarden zijn:

Grondgebruik	Drooglegging wintersituatie	Drooglegging zomersituatie
Grasland	60 cm – maaiveld	30 cm – maaiveld
Bouwland	80 cm – maaiveld	50 cm – maaiveld
Tuinbouw	80 cm – maaiveld	50 cm – maaiveld
Diep wortelende gewassen	100 cm – maaiveld	80 cm – maaiveld
Glastuinbouw	100 cm – maaiveld	80 cm – maaiveld
Bebouwingskernen (vloer- of bouwpeil)	100 cm – maaiveld	100 cm – maaiveld
Bebouwing in buitengebied	Gelijk aan omgeving	Gelijk aan omgeving

Figuur 42: Toetsingsnormen gebruiksfuncties op basis van drooglegginseisen.

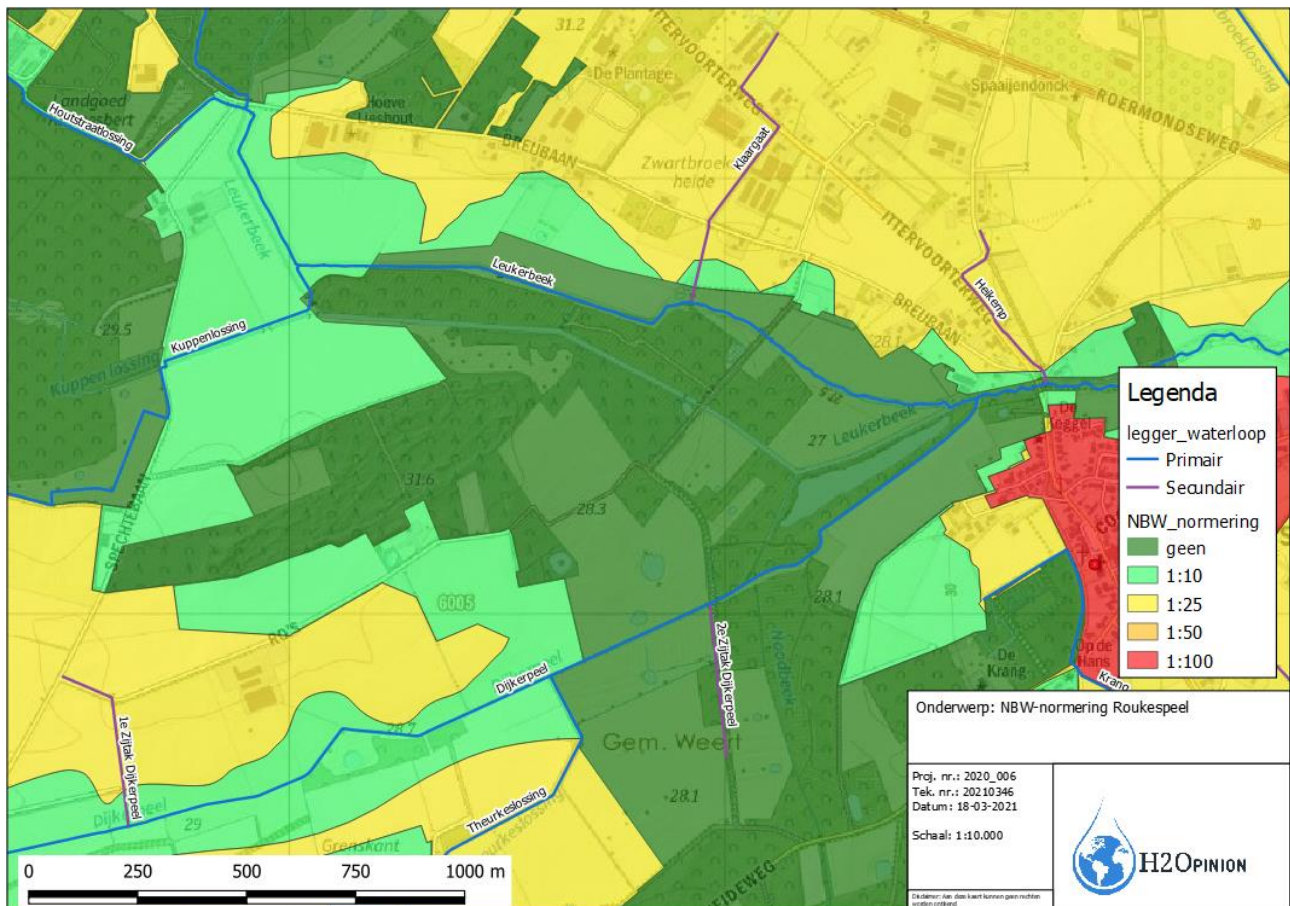
Voor de ontwatering van het fietspad van de Kouseykweg wordt een gewenste ontwateringsdiepte van 0,5 m-maaiveld aangehouden.

Bij de vergelijking van de GxG's met de optredende grondwaterstanden bij de verschillende gebruiksfuncties wordt gebruik gemaakt van de waarden uit de tabel met ontwateringsnormen uit het waterbeheerplan.

De WB21-normering (NBW) in het gebied is zowel in het POL als in het waterbeheerplan 2016-2021 opgenomen. Een groot deel van de natte natuurpleel heeft geen inundatienormering.

- De landbouwpercelen aan de westzijde van de Roukespeel hebben een T=10-normering
- De landbouwpercelen ter hoogte van de instroom van de Theurkeslossing in de Dijkerpeel hebben een T=10-normering. De hoger gelegen landbouwgronden hebben een T=25-normering.
- De gronden in de Moeselppeel, Kootspeel en Roukespeel (incl. langs de Noodbeek) hebben geen inundatienormering.

²² Bron: Waterschap Limburg, Werkwijze hydrologie binnen projecten – verzameldocument, 06-2019



Figuur 43: NBW (inundatie) normering Roukespeel en omgeving conform waterbeheerplan 2016-2021 en POL 2016-2021.

Het volgende artikel in de Keur is [in elk geval] van toepassing op de voorgestelde maatregelen²³:

Artikel 11 beleidsregels Keur Waterschap Limburg 2019: Realiseren van een project in een aaneengesloten gebied van > 10 ha dat waterstaatkundige gevolgen kan hebben buiten het projectgebied.

De omschrijving van dit artikel is te zien in bijlage 5.

²³ Bron: Waterschap Limburg, Beleidsregel van het dagelijks bestuur van Waterschap Limburg houdende regels omtrent de beleidsregels van de keur Beleidsregels Keur Waterschap Limburg 2019 deel 1
http://decentrale.regelgeving.overheid.nl/cvdr/XHTMLoutput/Historie/Waterschap%20Limburg/622855/CVDR622855_1.html, geraadpleegd 15-9-2020

5. Maatregelen en effecten

5.1. Maatregelpakketten

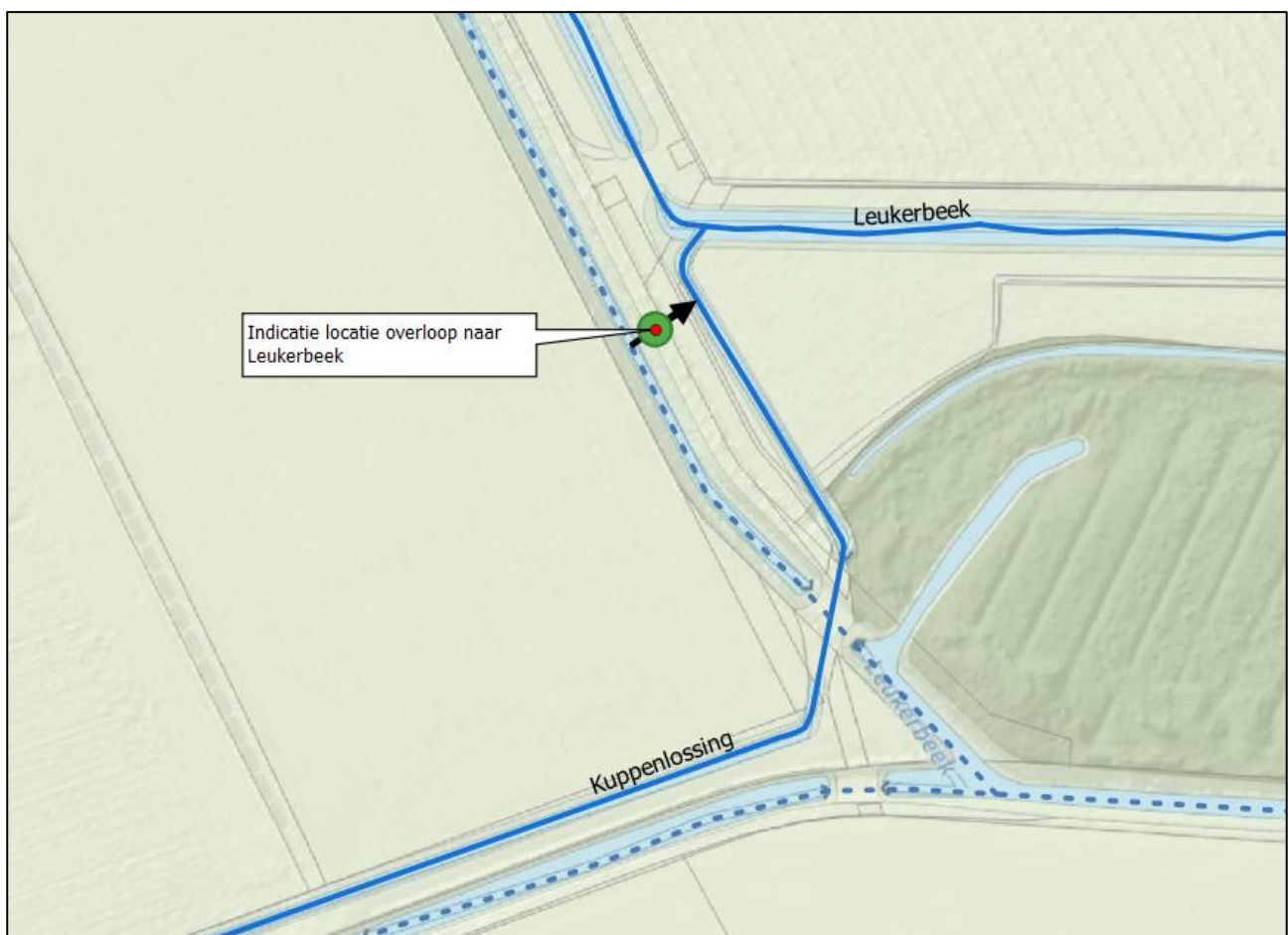
De maatregelen zoals benoemd in de studie van Eelerwoude zijn nader uitgewerkt. Er zijn een aantal varianten uitgewerkt in de vorm van verschillende maatregelpakketten. In deze maatregelpakketten is rekening gehouden met mitigerende maatregelen bij het landbouwperceel aan de westzijde van de Roukespeel. De maatregelpakketten worden doorgerekend met en zonder deze mitigerende maatregelen om hier de effecten van te bepalen.

Een overzicht van de maatregelpakketten:

Maatregelpakket 1:

- Afgraven fosfaatrijke grond tot ca. 40 cm-maaiveld;
- Verondiepen sloten langs de Grote Kouseykweg tot maximaal 30 cm-maaiveld;
- Afgraven grondwal tussen Roukespeelven en Oude Leukerbeek;
- De gehele geul door het bos wordt aangetakt en de gehele oude Leukerbeek wordt verondiept. Bovenstrooms is rekening gehouden met noodoverloop richting de landbouwwaterloop Leukerbeek met een hoogte van 30 cm-mv.

Gedurende een overleg met het Waterschap op dd. 29-4-2021 is aangegeven dat een overloop gepland is om als overloop van de natuurwaterloop naar de landbouwwaterloop te fungeren. De geplande locatie is indicatief weergegeven op Figuur 44. Op het moment van schrijven wordt uitgegaan van een verstelbare stuw.



Figuur 44: Indicatie geplande overloop naar de Leukerbeek (Op basis van gesprek met Waterschap dd. 29-4-2021)

Maatregelpakket 2:

- Afgraven fosfaatrijke grond tot ca. 40 cm-maaiveld;
- Verondiepen sloten langs Grote Kouseykweg tot maximaal 0,3 m-maaiveld;
- Afgraven grondwal tussen Roukespeelven en Oude Leukerbeek;
- De Oude Leukerbeek wordt benedenstrooms verondiept tot aan de Grote Kouseykweg. Enkel de westelijke sectie van de geul door het bos aan de noordzijde van de beek wordt aangetakt.

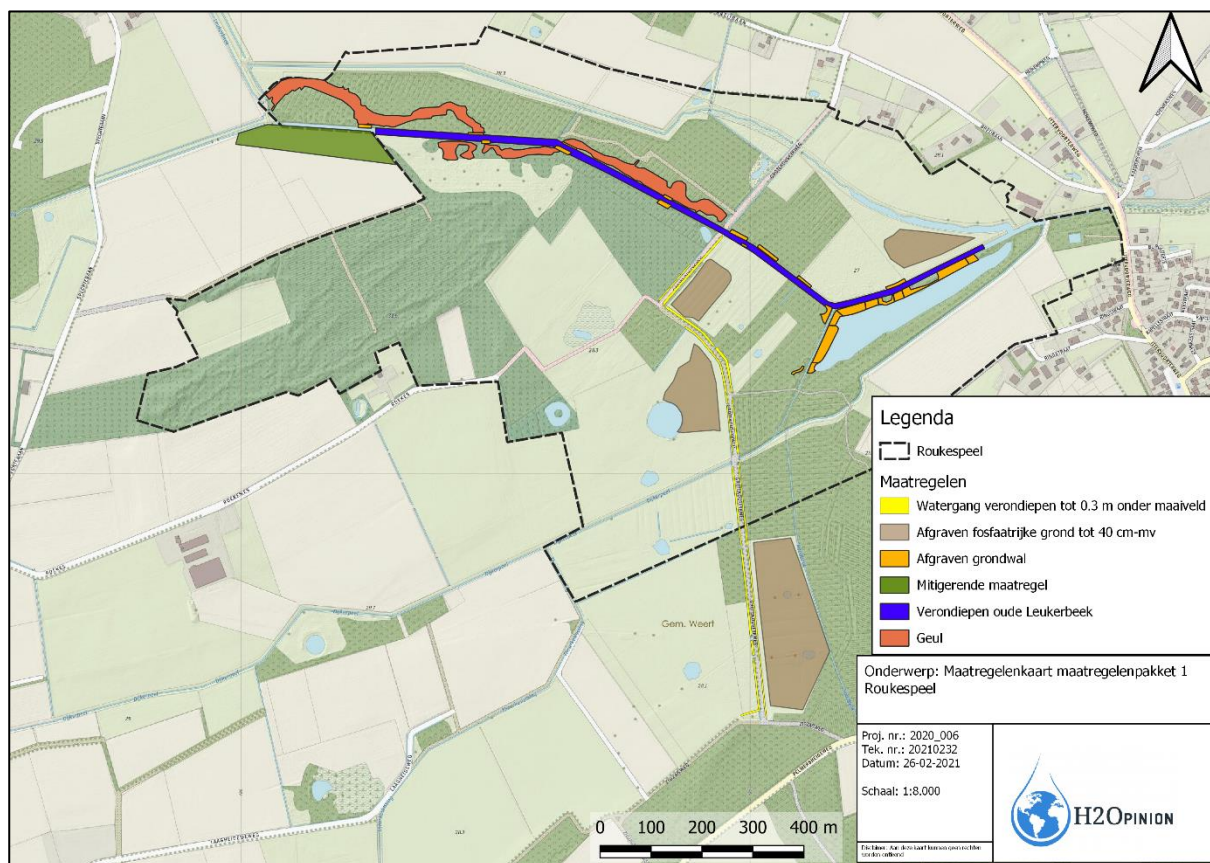
De maatregelpakketten zijn met en zonder de volgende mitigerende maatregel doorgerekend.

Mitigerende maatregelen:

- Bij het landbouwperceel aan de westzijde wordt een drainageniveau van 50 cm-mv ingesteld. In de praktijk wordt dit ingevuld door de drainage te voorzien van een onderbemaling/pomp.

5.2. Maatregelpakket 1: Verondiepen gehele Oude Leukerbeek

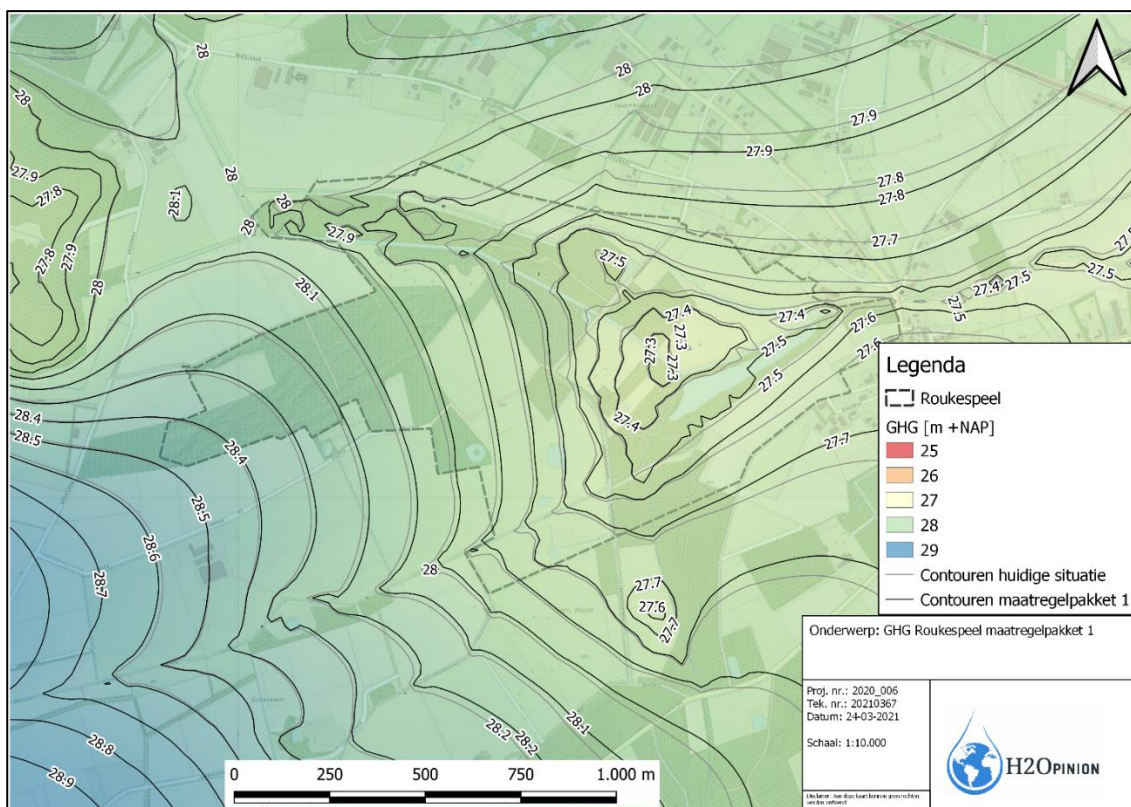
In deze variant wordt de gehele Leukerbeek verondiept tot het niveau van de reeds aanwezige gronddammen (zie figuur 22 voor de een indicatie van de locaties en hoogtes van deze gronddammen). Eventuele oneffenheden in de geul worden ontgraven. Een overzicht van de maatregelen is gegeven in figuur 45. Een lengteprofiel van de maatregel is opgenomen in bijlage 10.



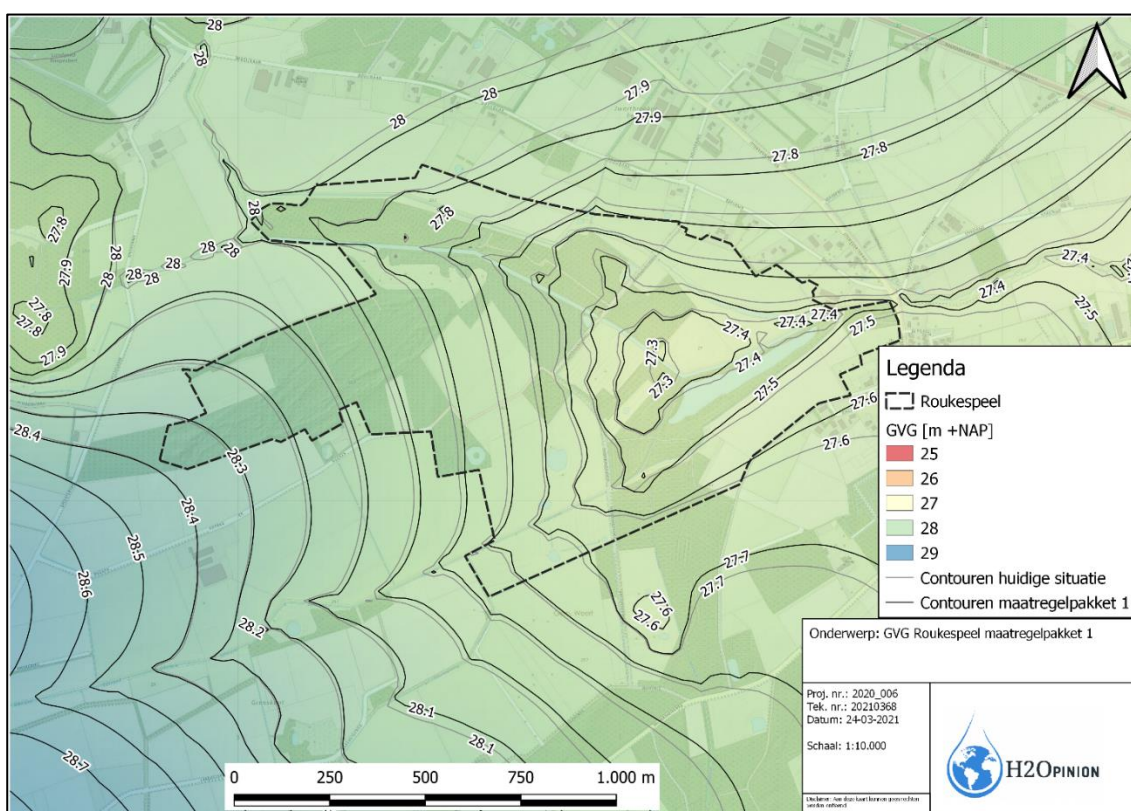
Figuur 45: Maatregelpakket 1 Roukespeel; verondiepen gehele oude Leukerbeek. De geul wordt uitgegraven langs het aangegeven traject.

Hoewel 2 percelen in de maatregelen gechopperd worden, zijn ze doorgerekend alsof ze afgeplagd worden. Hiermee is uit gegaan van een worst-case benadering in de grondwatermodellering.

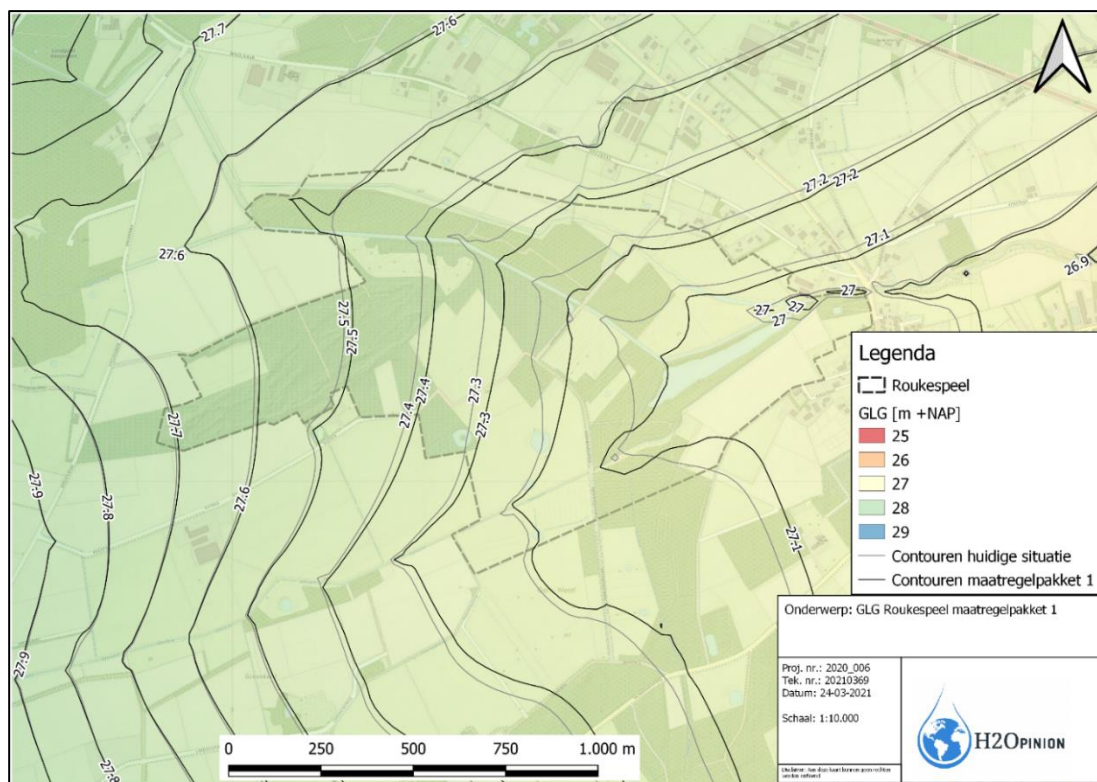
Figuren 46 tot 48 geven de GxG's van maatregelpakket 1. In dezelfde figuren zijn de contouren van de GxG's van de huidige situatie gegeven, ook gegeven in figuren 32 tot 34, om de verschillen in de resultaten te zien. Hieruit blijkt dat de grootste verschillen met de huidige situatie zullen worden waargenomen tijdens de GLG-situatie, met name in het oosten van de Roukespeel.



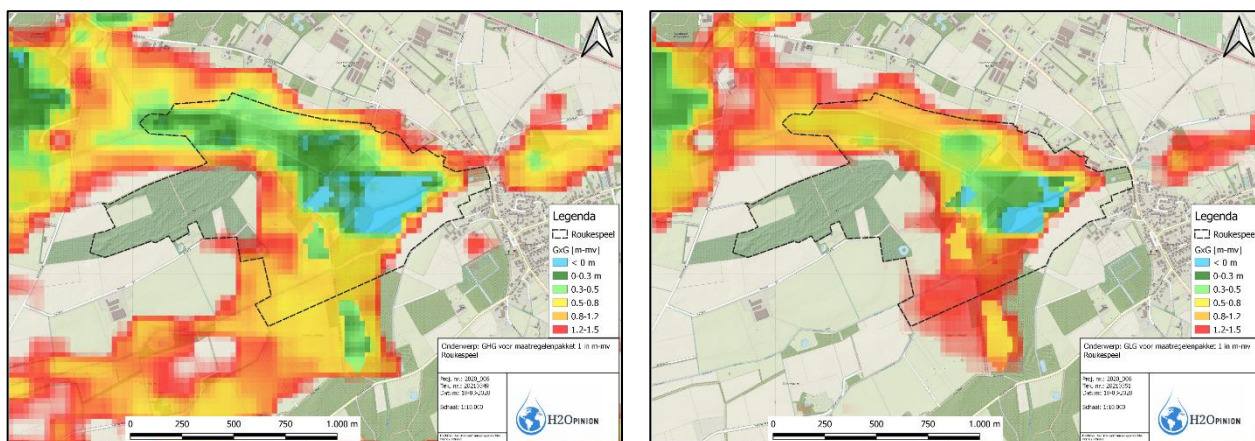
Figuur 46: GHG maatregelpakket 1; in grijs zijn de contourlijnen van de GHG van de huidige situatie weergegeven, in zwart de contourlijnen van de situatie na invoeren van het maatregelpakket.



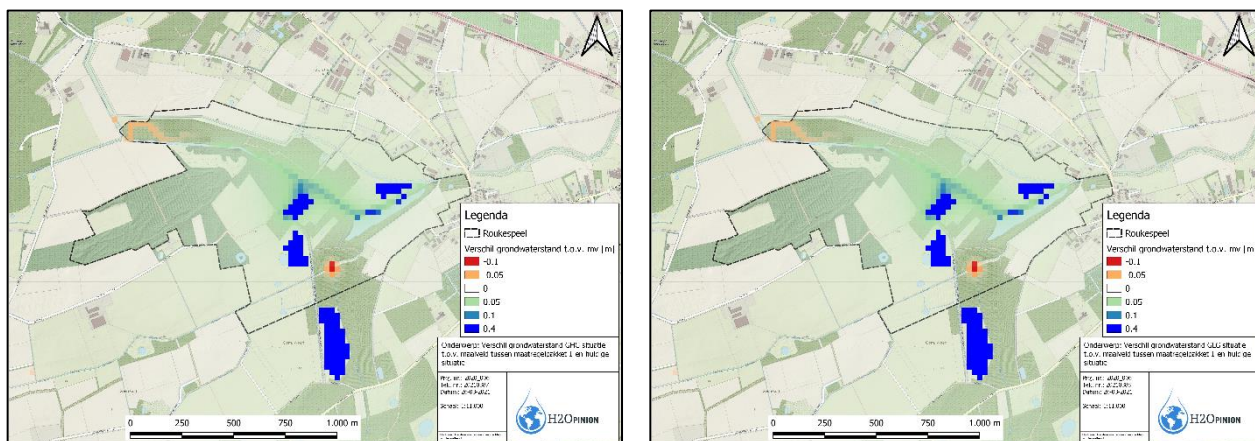
Figuur 47: GVG maatregelpakket 1; in grijs zijn de contourlijnen van de GVG van de huidige situatie weergegeven, in zwart de contourlijnen van de situatie na invoeren van het maatregelpakket.



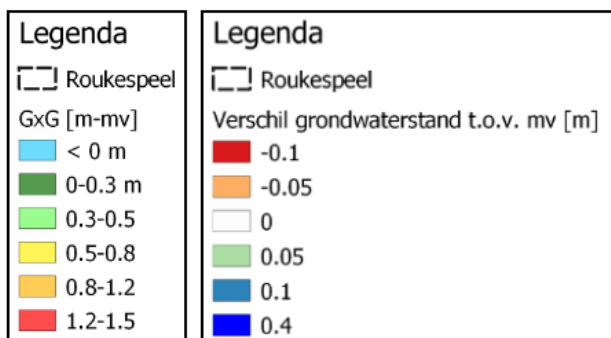
Figuur 48: GLG maatregelpakket 1; in grijs zijn de contourlijnen van de GLG van de huidige situatie weergegeven, in zwart de contourlijnen van de situatie na invoeren van het maatregelpakket.



Figuur 49: Van links naar rechts; GHG en GLG van maatregelpakket 1 ten opzichte van maaiveld (legenda op volgende pagina)



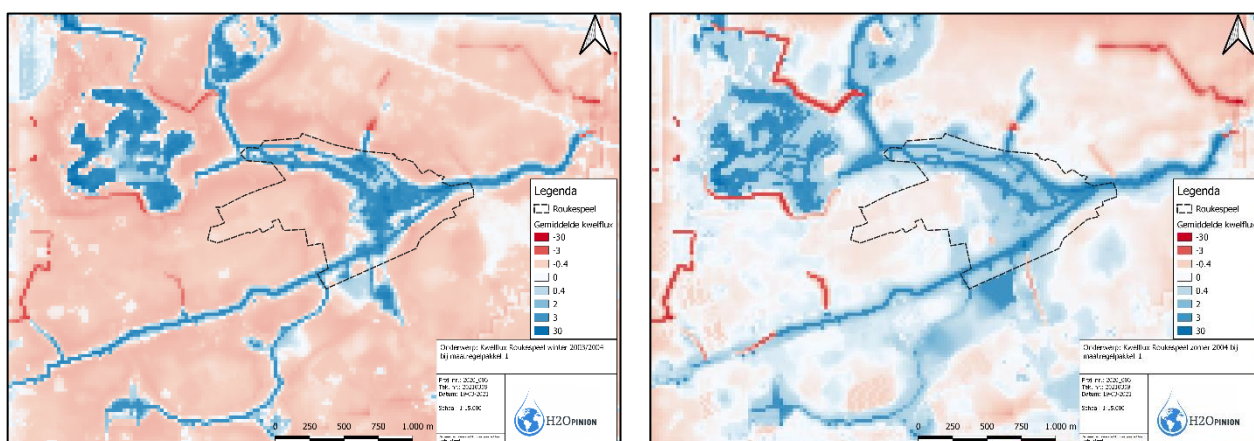
Figuur 50: Verschillen GHG en GLG ten opzichte van maaiveld van maatregelpakket 1 vergeleken met de huidige situatie. (legenda op volgende pagina)



Figuur 51: Legenda's figuren 47 en 48

Figuur 49 geeft de GHG en GLG in meter beneden maaiveld weer voor maatregelpakket 1. Het verschil met de huidige situatie is gegeven in figuur 50. Hier vallen met name de afgeplagde gebieden op, waar een verschil van 40 cm te zien is. Dit is het gevolg van de afplagging, waardoor het maaiveld 40 cm lager is komen te liggen. Deze afbeeldingen zijn vergroot weergegeven in bijlage 7.

Figuur 52 geeft de kwelfluxen in het gebied volgens de IBRAHYM modellering. De kaarten in deze figuur zijn vergroot gegeven in de bijlage. Vergeleken met de huidige situatie veranderen de kwelgebieden weinig tot niet van vorm of grootte, echter de kwelflux verandert wel enigszins. Over het algemeen gaat de kwelflux in alle kwelgebieden omhoog. Een uitzondering is de greppel langs de Grote Kouseykweg, waar de verminderde drainerende werking voor minder lokale kwel zorgt.



Figuur 52: Kwelfluxen maatregelpakket 1; links geeft de gemiddelde kwelflux in de winter van 2003/2004, rechts de gemiddelde flux in de zomer van 2004.

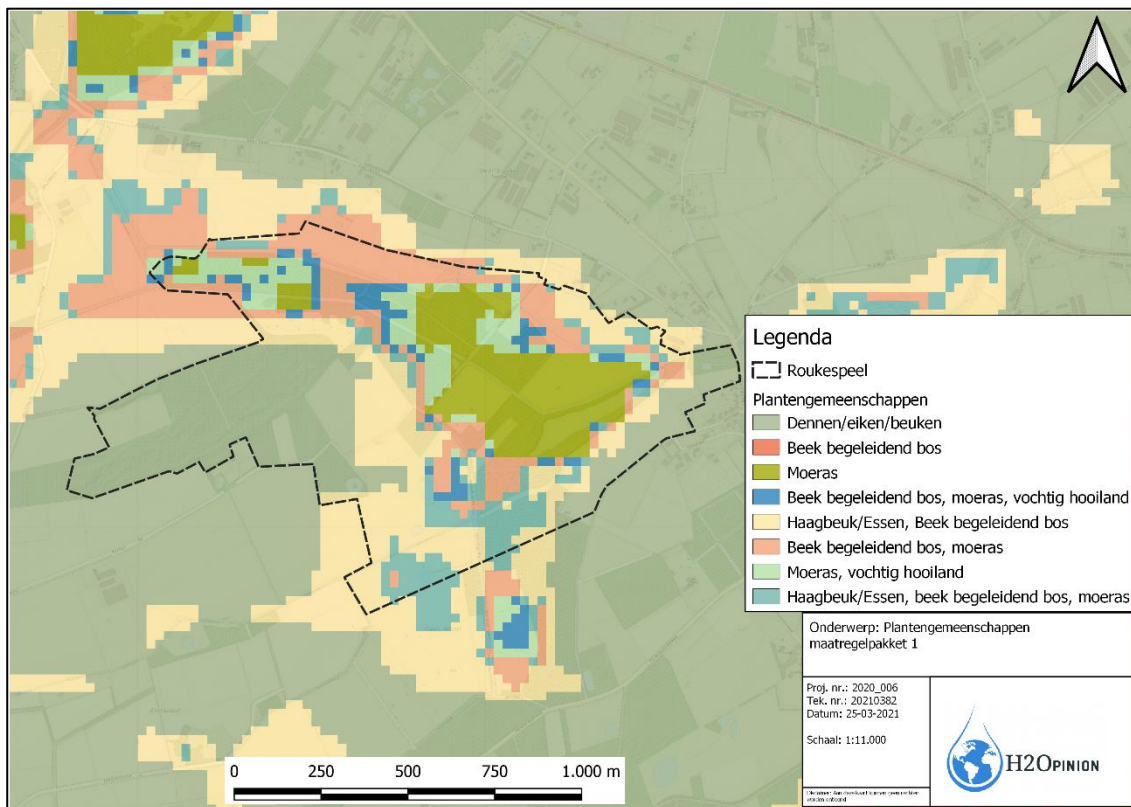
Uit de SOBEK-berekening blijkt dat als de kades tussen de Oude Leukerbeek en geul doorgraven worden, de geul door het bos jaarrond watervoerend is.

De drainerende werking van de Oude Leukerbeek neemt af, met name benedenstrooms van de Grote Kouseykweg. Het effect van de verondieping op de grondwaterstand heeft een beperkte uitstraling gezien de matige doorlatendheid van de ondergrond. De richting van de grondwaterstroming blijft onveranderd, met de meeste stroming vanuit het zuidwesten en noordnoordwesten. Ook de ligging van de kwelzones blijft onveranderd, al verandert het volume van de kwelflux lokaal enigszins. De verondieping van de greppels zorgt ervoor dat de drainerende werking van deze greppels sterk afneemt en over het grootste deel van het traject geen rol meer speelt in het grondwatersysteem. De verminderde drainerende werking zorgt ervoor dat met name in GLG-situaties de grondwaterstand tussen de greppels en het Roukespeelven in de deklaag wordt verhoogd.

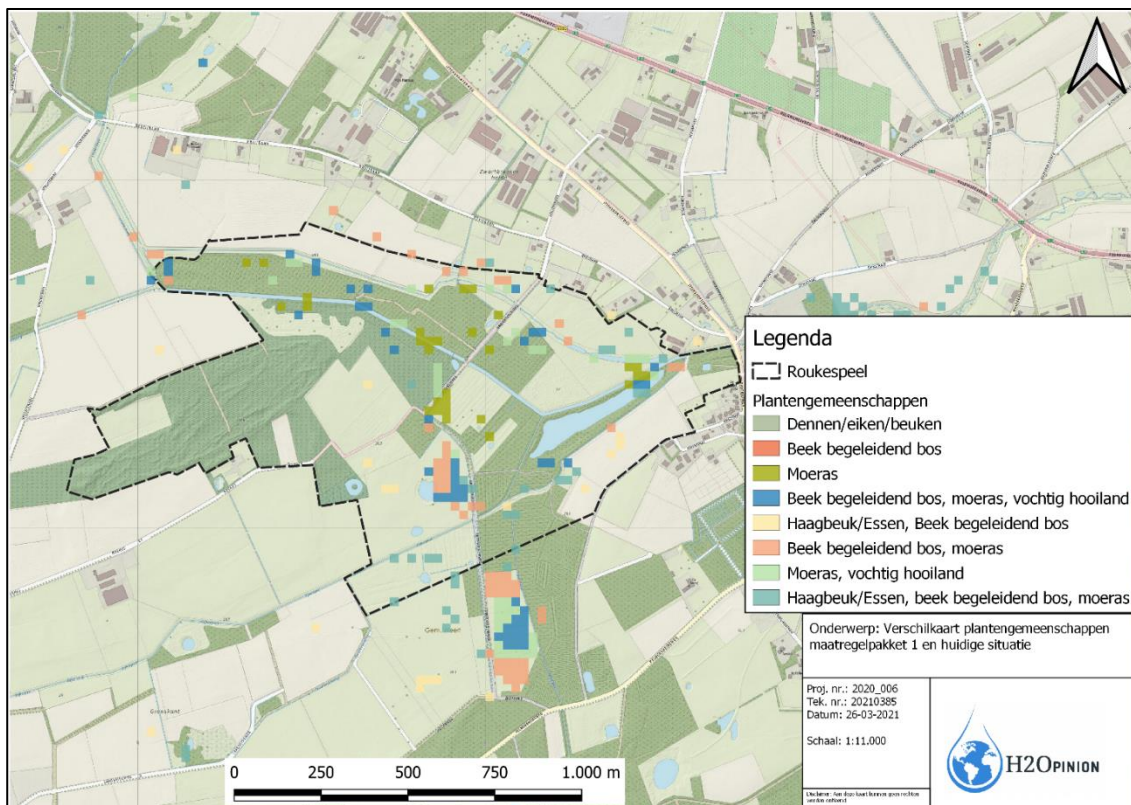
Gedurende de gemodelleerde periode staat de grondwaterstand boven het oppervlaktewaterpeil. De watergangen hebben dus een permanent drainerende werking.

Figuur 53 geeft de ideale plantengemeenschappen aan, aan de hand van de IBRAHYM-modellering van de huidige situatie op basis van de gegevens in tabel 11. Hierbij is uitgegaan van het bodemtype

gooreerdgronden. Figuur 54 geeft de optredende verschillen weer in plantengemeenschappen na uitvoering van maatregelenpakket 1 ten opzichte van de huidige situatie.



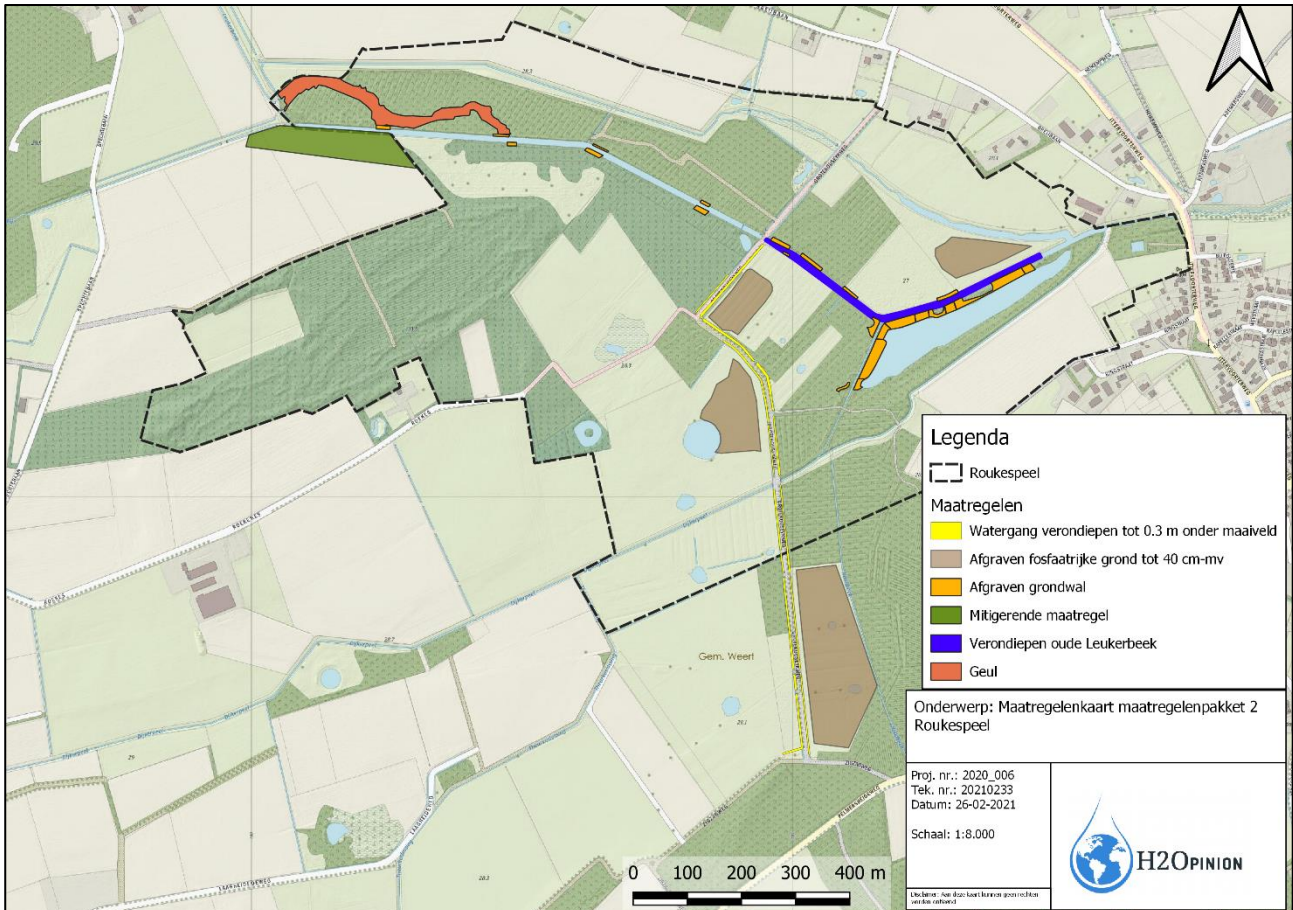
Figuur 53: Ideale plantengemeenschappen maatregelpakket 1 op basis van de geohydrologische omstandigheden gegeven in tabel 11.



Figuur 54: Verandering in ideale plantengemeenschappen tussen maatregelpakket 1 en de huidige situatie

5.3. Maatregelpakket 2: Verondiepen Oude Leukerbeek benedenstrooms van Grote Kouseykweg

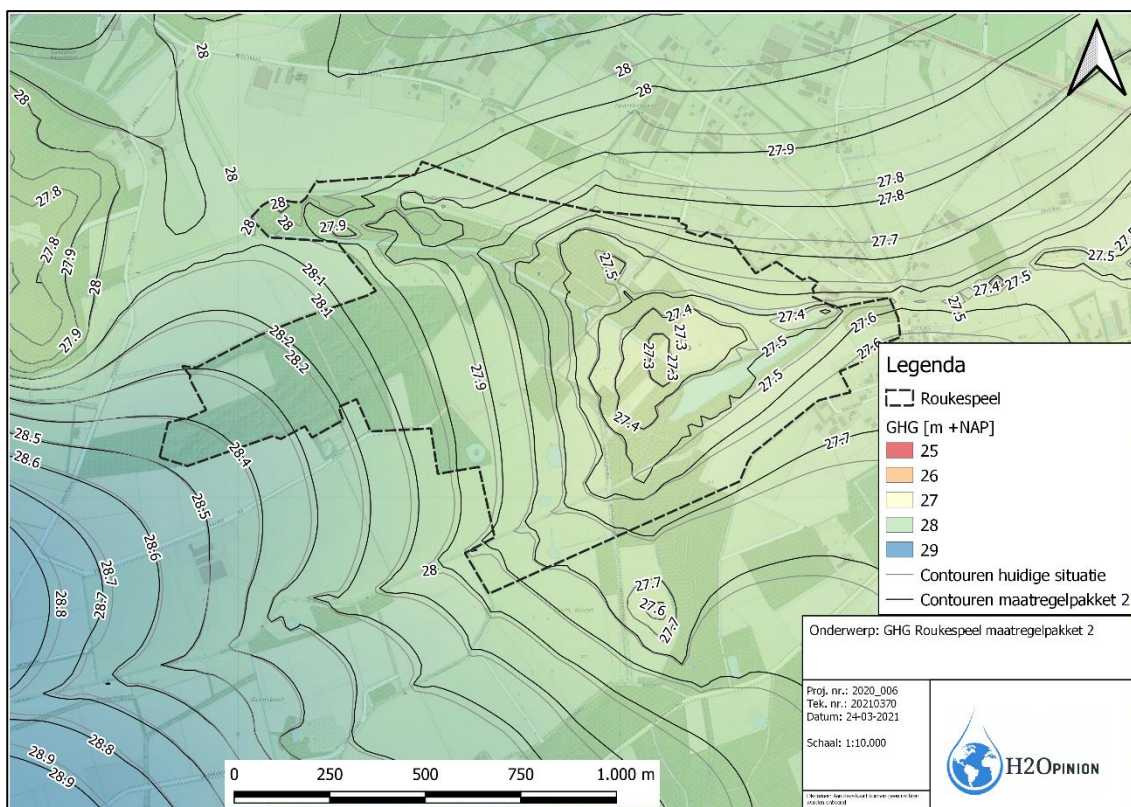
In deze variant wordt het benedenstroomse gedeelte van de Leukerbeek verondiept tot het niveau van de daar reeds aanwezige gronddammen van de Grote Kouseykweg. Enkel het bovenstroomse gedeelte van de geul wordt aangetakt. Eventuele oneffenheden in de geul worden ontgraven. Een overzicht van de maatregelen is gegeven in figuur 55.



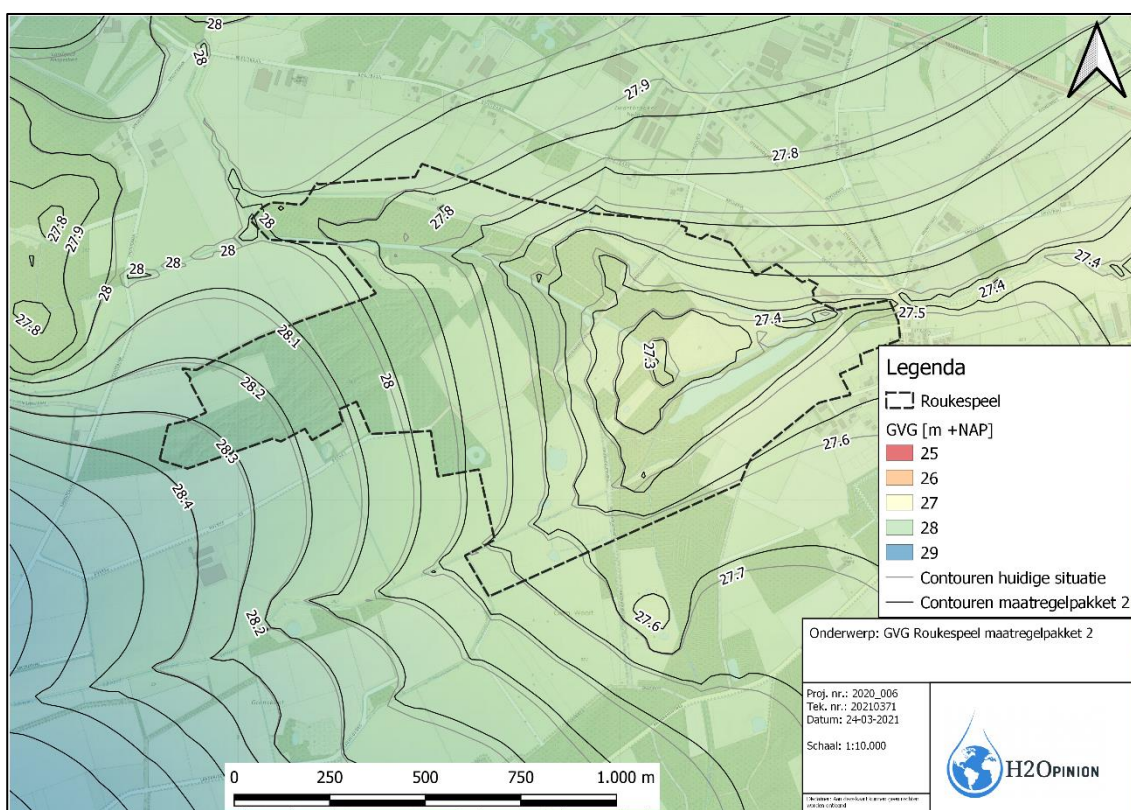
Figuur 55: Maatregelpakket 2 Roukespeel; verondiepen oude Leukerbeek benedenstrooms van de Grote Kouseykweg. De geul wordt ontgraven langs het aangegeven traject.

Hoewel 2 percelen in de maatregelen gechopperd worden, zijn ze doorgerekend alsof ze afgeplagd worden. Hiermee is uit gegaan van een worst-case benadering in de grondwatermodellering.

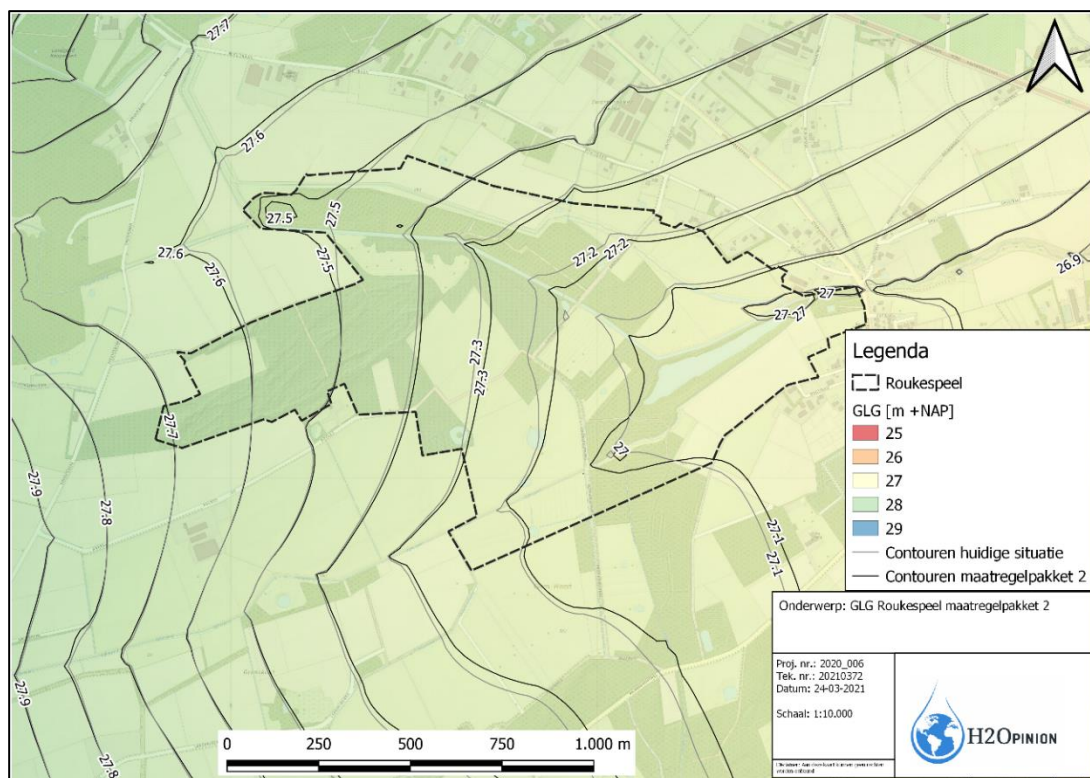
Figuren 56 tot 58 geven de GxG's van maatregelpakket 2. In dezelfde figuren zijn de contouren van de GxG's van de huidige situatie gegeven, ook gegeven in figuren 32 tot 34, om de verschillen in de resultaten te zien. Vergeleken met figuren 46 tot 48 blijkt dat de verhogingen als gevolg van de maatregelen in de GLG-situatie minder zijn in maatregelpakket 2 dan in maatregelpakket 1. Tijdens GHG en GVG zijn weinig verschillen in de uitkomsten van de maatregelpakketten te zien. De standen van de GxG's ten opzichte van maaiveld zijn gegeven in bijlage 7.



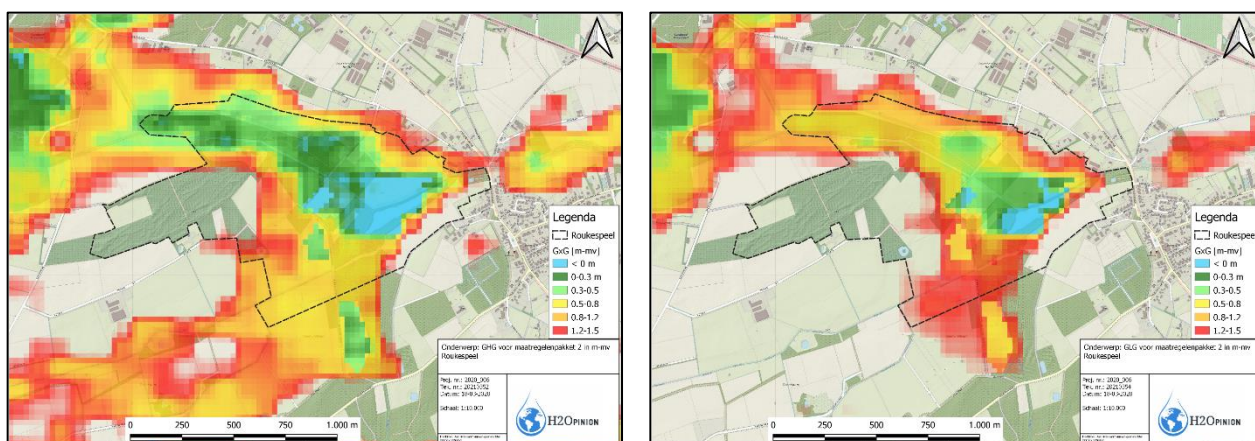
Figuur 56: GHG maatregelpakket 2 in grijs zijn de contourlijnen van de GHG van de huidige situatie weergegeven, in zwart de contourlijnen van de situatie na invoeren van het maatregelpakket.



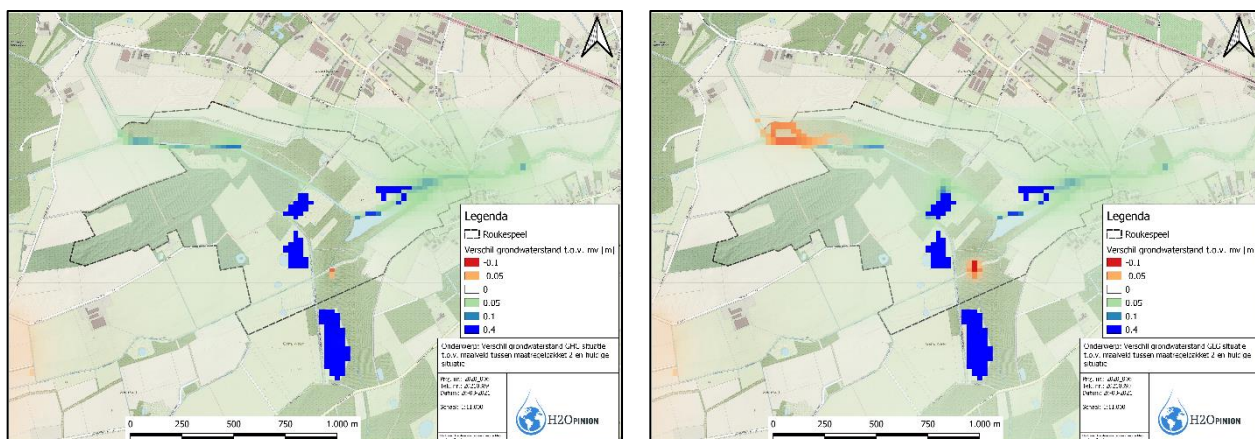
Figuur 57: GVG maatregelpakket 2 in grijs zijn de contourlijnen van de GVG van de huidige situatie weergegeven, in zwart de contourlijnen van de situatie na invoeren van het maatregelpakket.



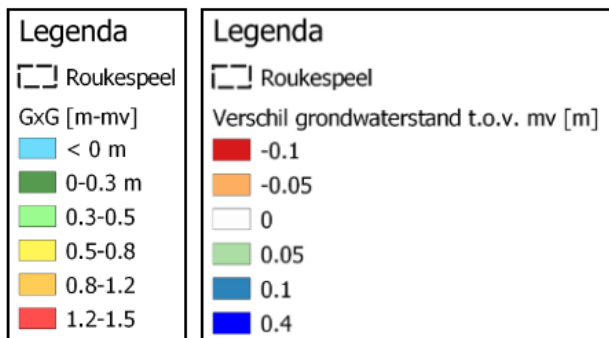
Figuur 58: GLG maatregelpakket 2 in grijs zijn de contourlijnen van de GLG van de huidige situatie weergegeven, in zwart de contourlijnen van de situatie na invoeren van het maatregelpakket.



Figuur 59: Van links naar rechts; GHG en GLG van maatregelpakket 2 ten opzichte van maaiveld. (legenda op volgende pagina)

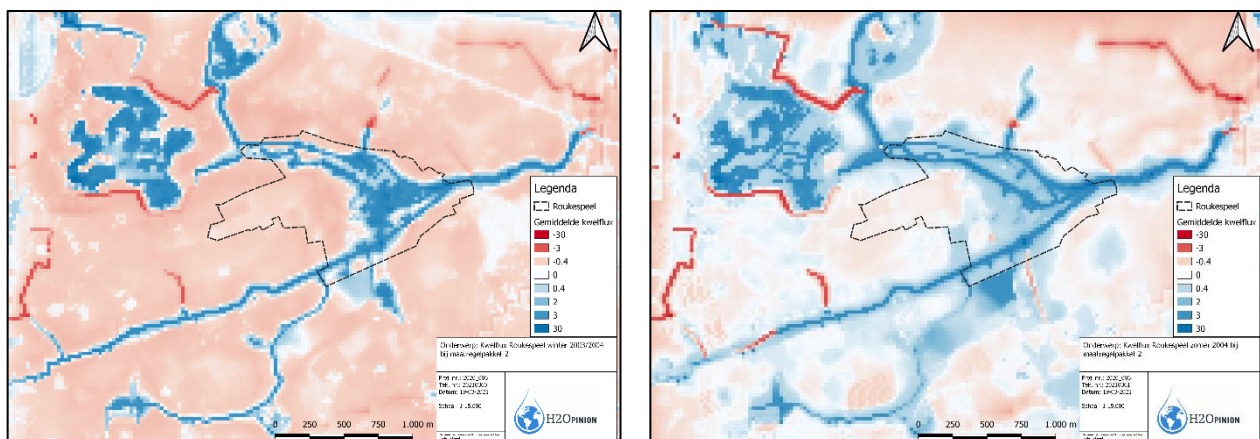


Figuur 60: Verschillen GHG en GLG ten opzichte van maaiveld van maatregelpakket 2 vergeleken met de huidige situatie. (legenda op volgende pagina)



Figuur 61: Legenda's figuren 57 en 58

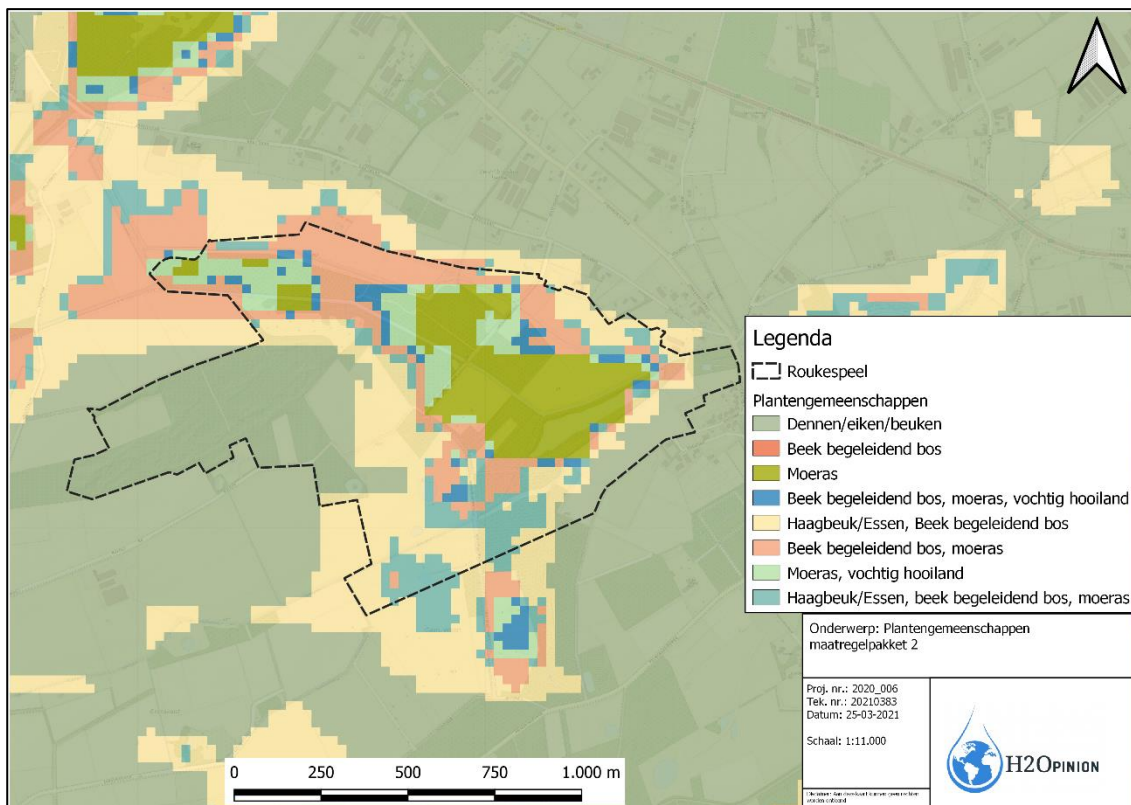
Figuur 62 geeft de kwelfluxen. De kaarten in figuur 62 zijn vergroot gegeven in de bijlage. Vergeleken met de kwelfluxen in maatregelpakket 1 komt meer kwel voor in het broekbos aan de westzijde van de Roukespeel (rondom de geul door het bos). Dit heeft weinig tot geen effect op de gebieden waar in de huidige situatie kwel of infiltratie voorkomt, enkel op de hoeveelheden. Vergeleken met maatregelpakket 1 komt meer kwel voor aan de westzijde en minder aan de oostzijde. Vergeleken met de huidige situatie komt over het gros van de kwelgebieden meer kwel voor, met als uitzondering lokale kwel ter plaatse van de verondiepte greppel langs de Grote Kouseykweg.



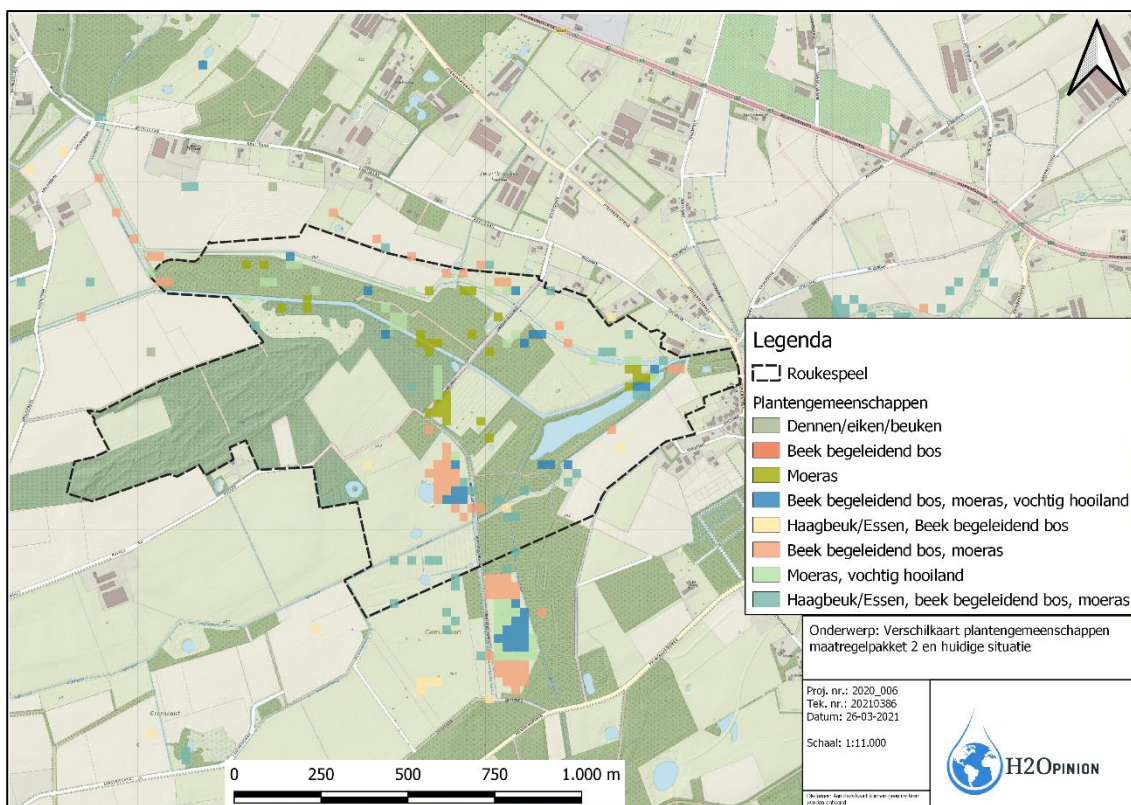
Figuur 62: Kwelfluxen maatregelpakket 2; links geeft de gemiddelde kwelflux in de winter van 2003/2004, rechts de gemiddelde flux in de zomer van 2004.

Gedurende de gemodelleerde periode staat de grondwaterstand hoger dan het lokale oppervlaktewaterpeil. De watergangen hebben dus een permanent drainerende werking.

Figuur 63 geeft de ideale plantengemeenschappen weer, bepaald aan de hand van de IBRAHYM-modellering van maatregelpakket 2 op basis van de gegevens in tabel 11. Hierbij is uitgegaan van de gooreerdgronden. Figuur 64 geeft de veranderingen in plantengemeenschappen na uitvoering van maatregelenpakket 2 weer ten opzichte van de huidige situatie.



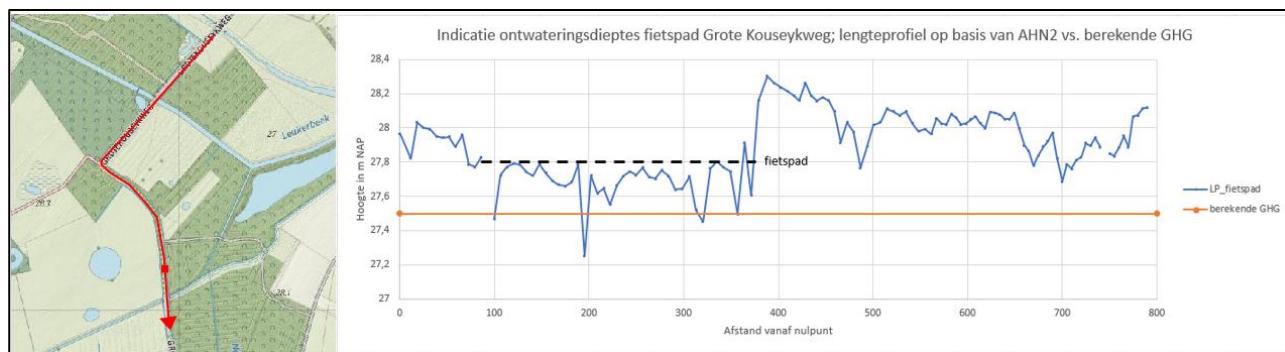
Figuur 63: Ideale plantengemeenschappen maatregelpakket 2 op basis van de geohydrologische omstandigheden gegeven in tabel 11.



Figuur 64: Verandering in ideale plantengemeenschappen tussen maatregelpakket 2 en de huidige situatie

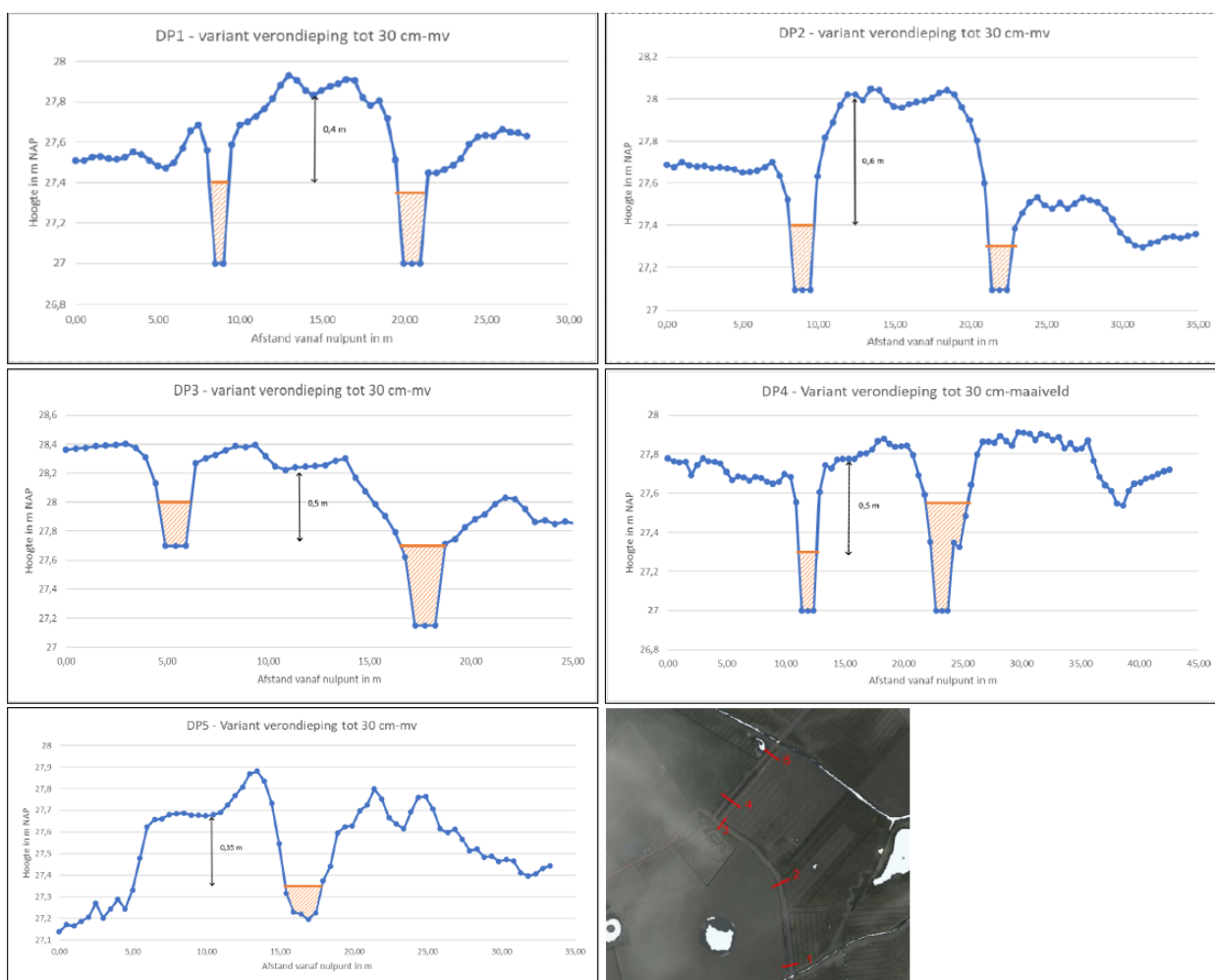
5.4. Ontwatering fietspad

De Grote Kouseykweg ligt dwars door het gebied. Langs een deel van dit zandpad ligt een fietspad. Het fietspad ligt op een hoogte van ca. 27,80 m NAP. De berekende GHG na uitvoering van de maatregelen (zowel maatregelpakket 1 als 2) ten opzichte van de hoogteligging van het fietspad is weergegeven in figuur 65.



Figuur 65: Hoogteligging van het fietspad ten opzichte van de berekende GHG.

De berekende ontwateringsdiepte van het fietspad ligt op ca. 30 cm-maaiveld. Bij handhaven van bermsloten langs het fietspad van 30 cm-maaiveld is echter te zien dat er een ontwatering van 40-50 cm-mv gehandhaafd blijft. De doorsneden van het fietspad ten opzichte van de verondiepte bermsloot zijn weergegeven in figuur 66. In de uitwerking van het DO worden de meest kritische plekken in beeld gebracht en worden waar nodig (bij overschrijding van de norm van 0,5 m-mv) aanvullende maatregelen genomen.



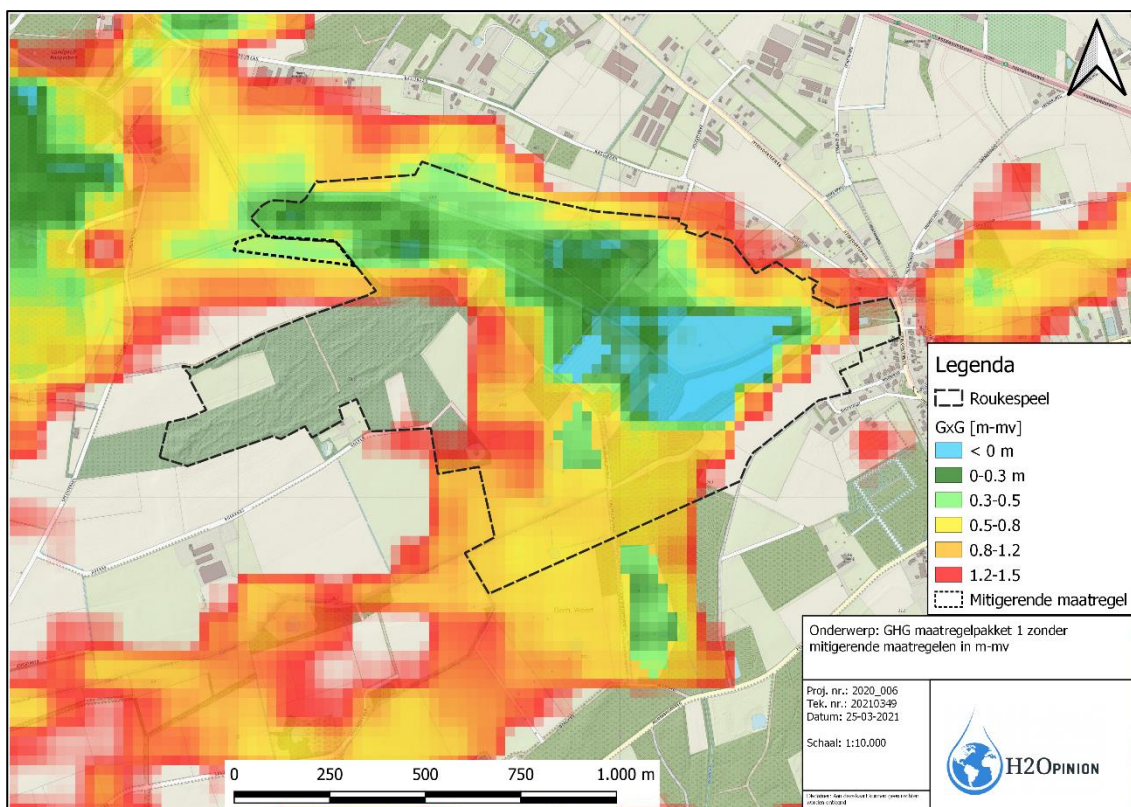
Figuur 66: Dwarsdoorsneden fietspad en aanliggende bermsloot inclusief verondieping tot 30 cm-maaiveld (arcering).

5.5. Mitigerende maatregelen

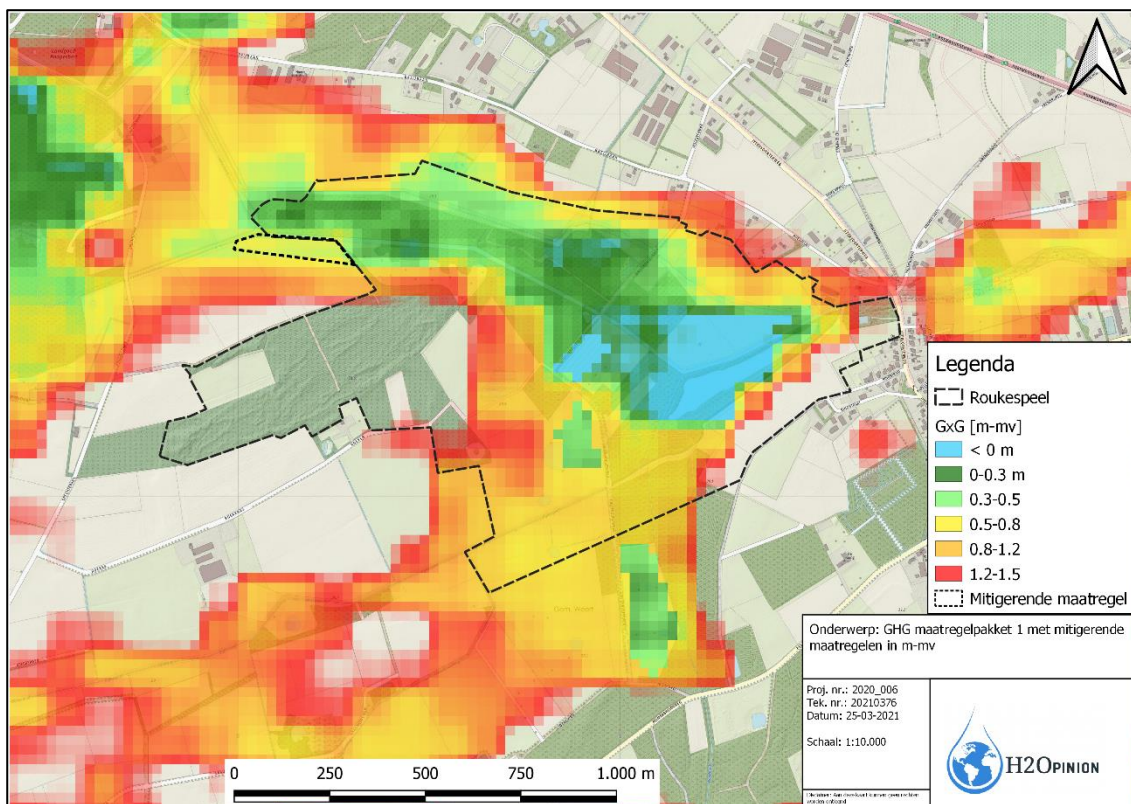
De huidige drainage zal onvoldoende zijn om de gewenste maximale grondwaterstand bij het landbouwperceel aan de westzijde te waarborgen. Dit is te zien in figuren 67 en 69, waar de grondwaterstand tussen de 0,3 m en 0,5 m onder maaiveld ligt bij de GHG van maatregelpakketten 1 en 2 respectievelijk.

Een analyse van het Waterschap suggereert dat de bestaande buisdrainage de grondwaterdruk niet afdoende kan afvoeren. Als gevolg van de maatregelenpakketten zullen de grondwaterstanden verder stijgen. Tijdens de berekende GHG bedraagt deze verhoging in het landbouwperceel aan de westzijde ten opzichte van de huidige situatie circa 5 cm. Indien de drainages aangepast worden dient rekening gehouden te worden met de (benodigde) capaciteit van de aanwezige drains.

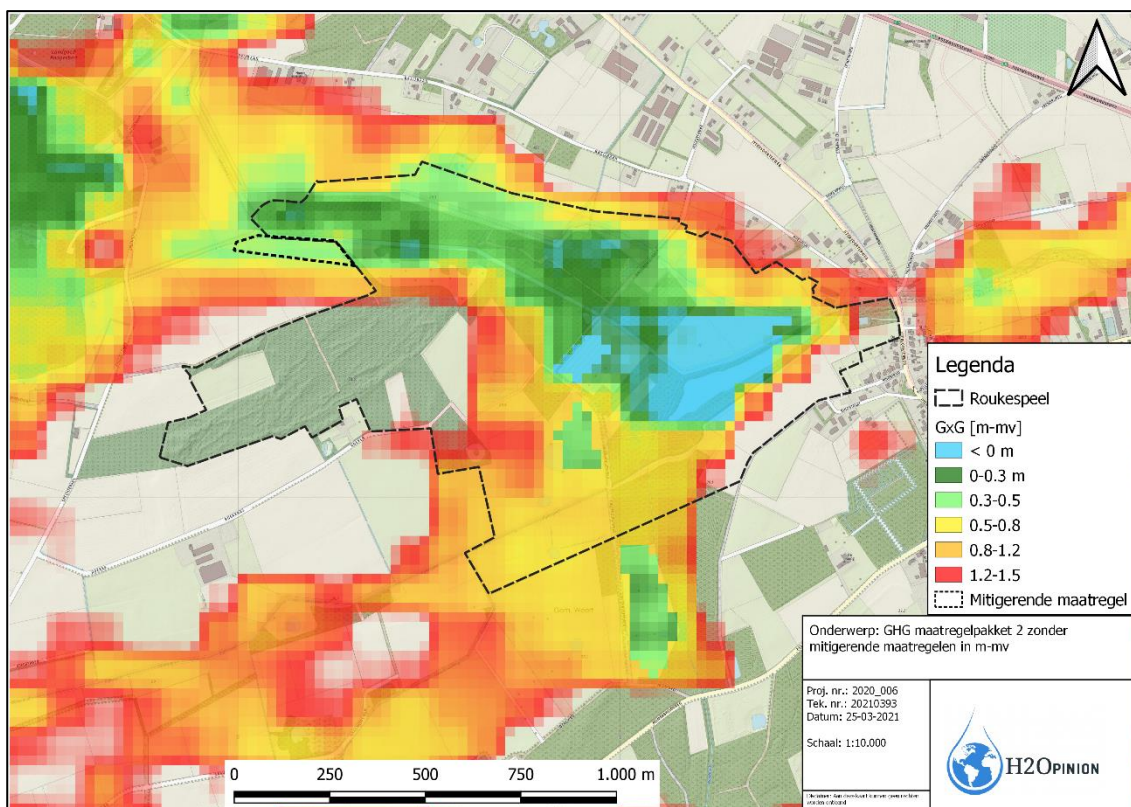
Als mitigerende maatregel dient aanvullende drainage te worden toegepast. Het effect is weergegeven in figuren 68 en 70, waar een maximale grondwaterstand van 0,5 m-mv wordt waargenomen. De mitigerende maatregel heeft een beperkte uitstraling, en zal een beperkt effect hebben op de grondwaterstanden binnen de Roukesspeel.



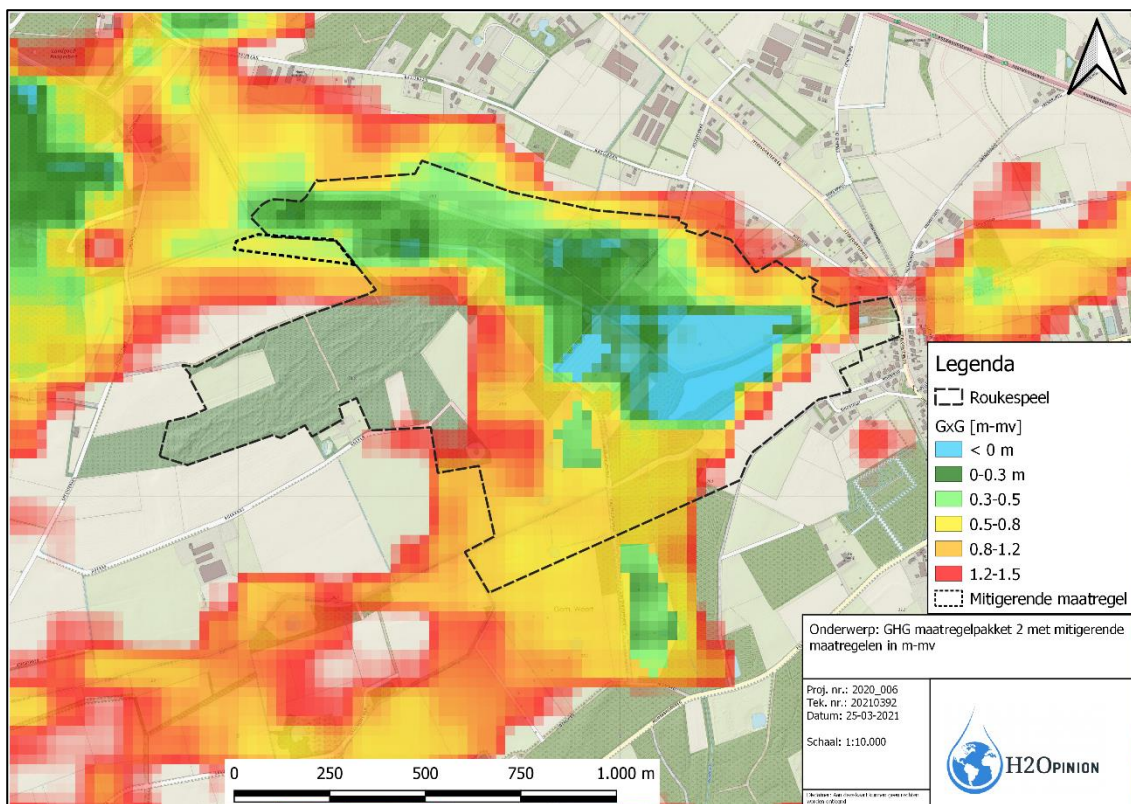
Figuur 67: GHG in m-mv bij maatregelpakket 1, zonder mitigerende maatregelen. Het gebied waar mitigerende maatregelen ingevoerd dienen te worden is gearceerd/gemarkeerd aan de linkerzijde van het plangebied.



Figuur 68: GHG in m-mv bij maatregelpakket 1, met mitigerende maatregelen. Het gebied waar mitigerende maatregelen zijn ingevoerd is gearceerd/gemarkeerd aan de linkerzijde van het plangebied.



Figuur 69: GHG in m-mv bij maatregelpakket 2, zonder mitigerende maatregelen. Het gebied waar mitigerende maatregelen ingevoerd dienen te worden is gearceerd/gemarkeerd aan de linkerzijde van het plangebied.



Figuur 70: GHG in m-mv bij maatregelpakket 2, met mitigerende maatregelen. Het gebied waar mitigerende maatregelen ingevoerd dienen te worden is gearceerd/gemarkeerd aan de linkerzijde van het plangebied.

6. Conclusie en aanbevelingen

6.1. Conclusie

De Roukespeel is een gebied waar zowel lokale als regionale kwel aan de oppervlakte komt. Dit heeft een kwelrijk gebied als gevolg met een grote variatie aan gradiënten. De regionale kwel is ter hoogte van het Roukespeelven dominant aanwezig in het gebied. Ter hoogte van de Oude Noodbeek is er meer sprake van lokale kwelstromen.

Het gebied wordt gedomineerd door de aanwezigheid van de Leukerbeek, aan de noordzijde van de Roukespeel, en de Oude Leukerbeek welke nog centraal in het gebied ligt. Beide waterlopen hebben in de huidige situatie nog een drainerende werking op het natuurgebied. De verlegde Dijkerpeel, welke net als de 'nieuwe' Leukerbeek ca. 2013 verlegd is, heeft nagenoeg geen drainerende werking op het natuurgebied.

In 2013 is er een splitsing geweest van natuur- en landbouwwater. De natuurwaterloop resteert in de Roukespeel. De oude geulenstructuur die aan de westzijde van het gebied liggen is destijds niet aangesloten. Deze geulenstructuur is echter weer watervoerend te maken door de kades tussen de geul en de Oude Leukerbeek te verwijderen en waar nodig obstructies in de bodem van de Geul te verwijderen.

Een complicatie daarin is echter de aanwezigheid van de bever en de ervaren grondwateroverlast bij de landbouwpercelen aan de westzijde van de Roukespeel. Een analyse van het Waterschap suggereert dat de bestaande buisdrainage de grondwaterdruk niet afdoende kan afvoeren. Bij het uitvoeren van vernattingsmaatregelen in de Roukespeel zijn aanvullende maatregelen op deze landbouwpercelen noodzakelijk. Hierbij moet met name het overschot aan grondwater wat via de drainages wordt afgevangen, afgevoerd worden richting de landbouwwaterloop Leukerbeek.

Om zoveel mogelijk een bijdrage te leveren aan het behalen van de natuurdoelen in de Roukespeel, is maatregelenpakket 1 het meest gunstig:

- Afgraven fosfaatrijke grond tot ca. 40 cm-maaiveld;
- Verondiepen sloten langs Grote Kouseykweg tot maximaal 30 cm-maaiveld;
- Afgraven grondwal tussen Roukespeelven en Oude Leukerbeek;
- De gehele geul wordt aangetakt en de gehele oude Leukerbeek wordt verondiept. Bovenstrooms wordt een noodoverloop richting de landbouwwaterloop aangelegd op 30 cm-mv.

Als de Oude Leukerbeek niet wordt verondiept, zoals in maatregelenpakket 2 het geval is, blijft deze teveel grondwater afvangen voor het broekbos aan de westzijde van het natuurgebied. De geul aantakken heeft daarbij voornamelijk zin onder de voorwaarde dat de Oude Leukerbeek sterk verondiept wordt.

Het uitvoeren van de maatregelen heeft echter negatieve gevolgen voor de kweldruk ter hoogte van de landbouwpercelen aan de westzijde van de Roukespeel (aan de zuidzijde van de Kuppenlossing). Deze percelen ervaren in de huidige situatie al grondwateroverlast. Hoewel er een beperkte verhoging van de grondwaterstanden te zien is, is er wel een toename te verwachten van de hoeveelheid water die de buisdrainage moet afvangen en afvoeren. Om dit te voorkomen zijn mitigerende maatregelen noodzakelijk.

De mitigerende maatregelen hebben betrekking op zowel het oppervlaktewater als het grondwater. Het plaatsen van een noodoverloop richting de landbouwwaterloop Leukerbeek vermindert de kans dat de natuurwaterloop Leukerbeek/Oude Leukerbeek tot aan maaiveld opgestuwd kan worden door beveractiviteiten. Peilen hoger dan 30 cm-maaiveld in de natuurwaterloop Leukerbeek worden daarmee afgevoerd via de landbouwwaterloop. Het gevolg is dat de peilen bij de landbouwpercelen minder hoog kunnen oplopen. Om het grondwaterniveau bij het landbouwperceel aan de westzijde van de Roukespeel te beheersen is de aanleg van een onderbemaling effectief. Deze onderbemaling houdt het grondwaterniveau onder het landbouwperceel op ca. 50 cm-maaiveld. Wel moet gecontroleerd worden of de aanwezige buisdrainage nog aangepast moet worden.

Er worden aan de zuid-oostzijde van de Roukespeel geen negatieve effecten als gevolg van de maatregelen verwacht.

De Dijkerpeel werkt in zowel gedurende een gemiddelde winter als gemiddelde zomer drainerend. Verdere verondieping of opstuwing van de Dijkerpeel kan positief werken op de grondwaterstanden in het gehele gebied. Deze maatregel maakt echter geen onderdeel uit van dit onderzoek.

6.2. Aanbevelingen

Het is de aanbeveling de maatregelen uit maatregelpakket 1 uit te voeren:

- Afgraven fosfaatrijke grond tot ca. 40 cm-maaiveld;
- Verondiepen sloten langs Grote Kouseykweg tot maximaal 30 cm-maaiveld;
- Afgraven grondwal tussen Roukespeelven en Oude Leukerbeek;
- De gehele geul wordt aangetakt en de gehele oude Leukerbeek wordt verondiept. Bovenstrooms wordt een noodoverloop richting de landbouwwaterloop aangelegd op 30 cm-mv.

Deze maatregelen moet vervolgens gecombineerd worden met:

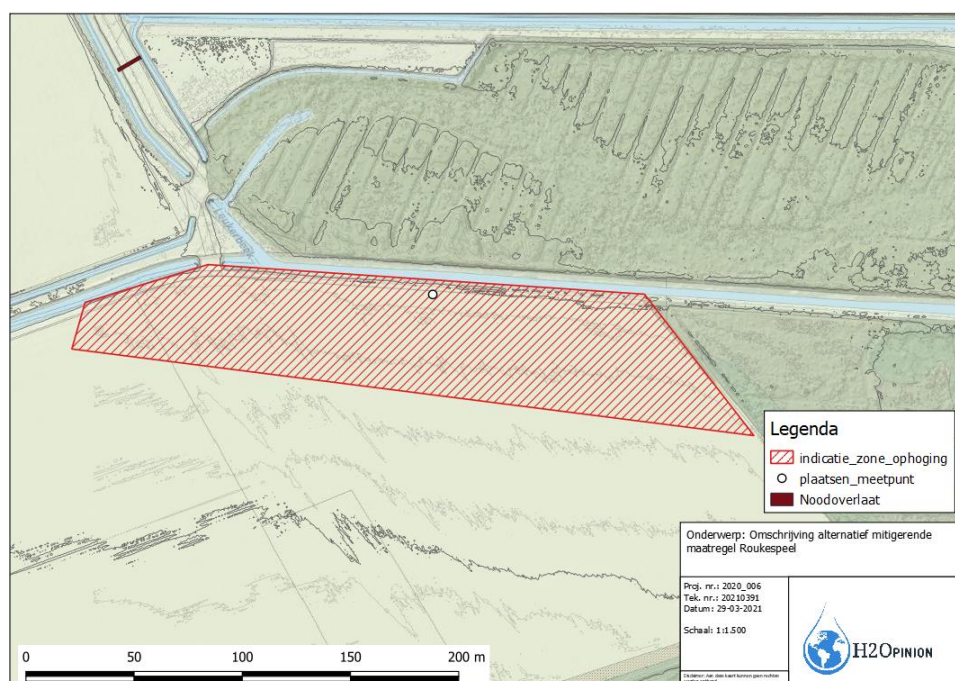
- Het aanpassen van de buisdrainage bij het landbouwperceel aan de westzijde van de Roukespeel (zuidzijde Kuppenlossing) zodat hier een permanente onderbemaling van 50 cm-maaiveld toegepast kan worden.

De aanleg van een overloop vanuit de Natuurwaterloop Leukerbeek naar de landbouwwaterloop Leukerbeek (ten westen van de Roukespeel) is gepland door het Waterschap. Deze overloop is in de berekeningen meegenomen met een overloophoogte van 30 cm-maaiveld.

De aanpassing van buisdrainage en aanleg van een onderbemaling naast een natuurgebied is echter niet duurzaam. Als alternatief kan voor een getrapte aanpak gekozen worden:

- 1) Ophogen laaggelegen delen landbouwperceel westzijde Roukespeel (zonering gemarkeerd in Figuur 71) met ten minste 30 cm (oppervlakte ca. 1,4 ha; volume ca. 4.200 m³).
- 2) Plaatsen van een meetpunt om de ontwikkeling in de grondwaterstand (en kweldruk) in het landbouwperceel te monitoren.

Het is onduidelijk in welke mate de grondwaterstand onder het landbouwperceel stijgt als gevolg van kweldruk onder het perceel na ophoging. Als de grondwateroverlast niet volledig verholpen is na ophoging van de bodem, kan alsnog gekozen worden voor aanpassen van de buisdrainage en onderbemaling.



Figuur 71: Indicatie zone ophoging Roukespeel incl. indicatie ligging noodoverlaat.

Literatuurlijst

1. Eelerwoude, Toelichting maatregelenkaart, Roukespeel, 13 juli 2019.
2. Hydro-ecologisch Onderzoek & Advies, Meetnetevaluatie, Terreinen omgeving Weert, Eindrapport, 5 april 2004.
3. H. de Mars, Naar een Parelsnoer van Peelvennen, investeren in kwaliteit, 27 september 2011.
4. H. de Mars, Projectplan Herinrichting Leukerbeek fase 2, 20 juni 2012
5. Ir. K. Hanhart, Dr. E. Brouwer en Ing. G.J. Maljaars, Ecohydrologisch onderzoek Roukespeelven, 26 januari 2015.
6. J.W. van 't Hullenaar, Abiotische inventarisatie van de Krang, augustus 1994.
7. Provincie Limburg, Natuurbeheerplan Limburg 2019, Tevens partiële POL-herziening, Maastricht, 21 augustus 2018.
8. Royal Haskoning, Factsheet Moeselpeel, Roeventerpeel en Kootspeel (Nieuw Limburgs Peil), 11 december 2008.
9. Waterschap Limburg, Voorlopige werkwijze afvoerbepaling projecten, december 2019.
10. Waterschap Limburg, Memo Waterbuffer Koekoeksweg, ontvangen 25 september 2020

Bijlagen

Bijlage 1: Werkwijze afvoerbepaling	61
Bijlage 2: Opbouw SOBEK-modellering	63
Bijlage 3: Kwelduurlijnen.....	66
Bijlage 4: Opbouw IBRAHYM-modellering	74
Bijlage 5: Artikel 11 Keur Waterschap Limburg	80
Bijlage 6: Resultaten inmeting geul door bos	82
Bijlage 7: GxG ten opzichte van maaiveld	87
Bijlage 8: Kwelfluxen.....	94
Bijlage 9: Plantengemeenschappen	98
Bijlage 10: Lengteprofiel maatregelpakket 1	101

Bijlage 1: Werkwijze afvoerbepaling

Voor de analyse van de afvoeren zijn 3 informatiebronnen gebruikt:

1. De gemeten afvoeren in de Leukerbeek bij de Roermondseweg (benedenstrooms Roukespeel). Hier wordt de afvoer sinds 2013 gemeten.
2. De afwateringsgebieden van Waterschap Limburg zoals deze voor de maatgevende afvoerenkaart 2.0 zijn gebruikt.
3. De specifieke afvoerenkaart (integer) met specifieke afvoeren in mm/dag

De volgende werkstappen zijn uitgevoerd:

1. Bepaling correctiefactoren
 - a. Bepalen van de afvoer tijdens verschillende situaties op basis van de duurlijnmethode voor meetpunt Leukerbeek Roermondseweg, waaronder de maatgevende afvoer;
 - b. Bepaling van de maatgevende afvoer op basis van de specifieke afvoerenkaart en de afwateringsgebieden van Waterschap Limburg. Hiermee is de maatgevende afvoer berekend voor de Leukerbeek locatie meetpunt Roermondseweg;
 - c. Bepaling van de correctiefactor tussen de berekende maatgevende afvoer en de maatgevende afvoer zoals deze is bepaald op basis van de duurlijnmethode. Deze correctiefactor wordt op de afvoeren van de individuele peelvenen toegepast;
 - d. Bepaling van de verhoudingen tussen de lagere afvoeren en de maatgevende afvoeren op basis van de afvoer bepaald op basis van de duurlijnmethode. Deze verhoudingen worden gebruikt om de afvoer uit de verschillende peelvenen bij verschillende afvoersituaties te bepalen.
2. Bepaling afvoeren
 - a. Bepalen afwaterend gebied individuele peelvenen op basis van afwateringsgebieden Waterschap Limburg;
 - b. Berekenen en corrigeren maatgevende afvoer aan de hand van correctiefactor bepaald onder stap 1c;
 - c. Bepaling afvoeren lagere afvoer bereiken aan de hand van verhoudingen bepaald onder stap 1d.

Bijlage 2: Opbouw SOBEK-modellering

De uitgangspunten van de SOBEK-modellering zijn gebaseerd op de werkwijzen van het Waterschap: 'Werkwijzen hydrologie binnen projecten – Verzameldocument' (2019).

Modelweerstanden

De volgende modelweerstanden zijn toegepast:

	Zomer	Winter
Oude Leukerbeek	10	20
Landbouwtracé Leukerbeek	15	25
Genormaliseerde waterlopen	15	25

Stuwstanden

De stuwstanden in het model 'LEUK.lit' zijn gebaseerd op de standen zoals geregistreerd in de legger van het waterschap. De volgende standen zijn gehanteerd:

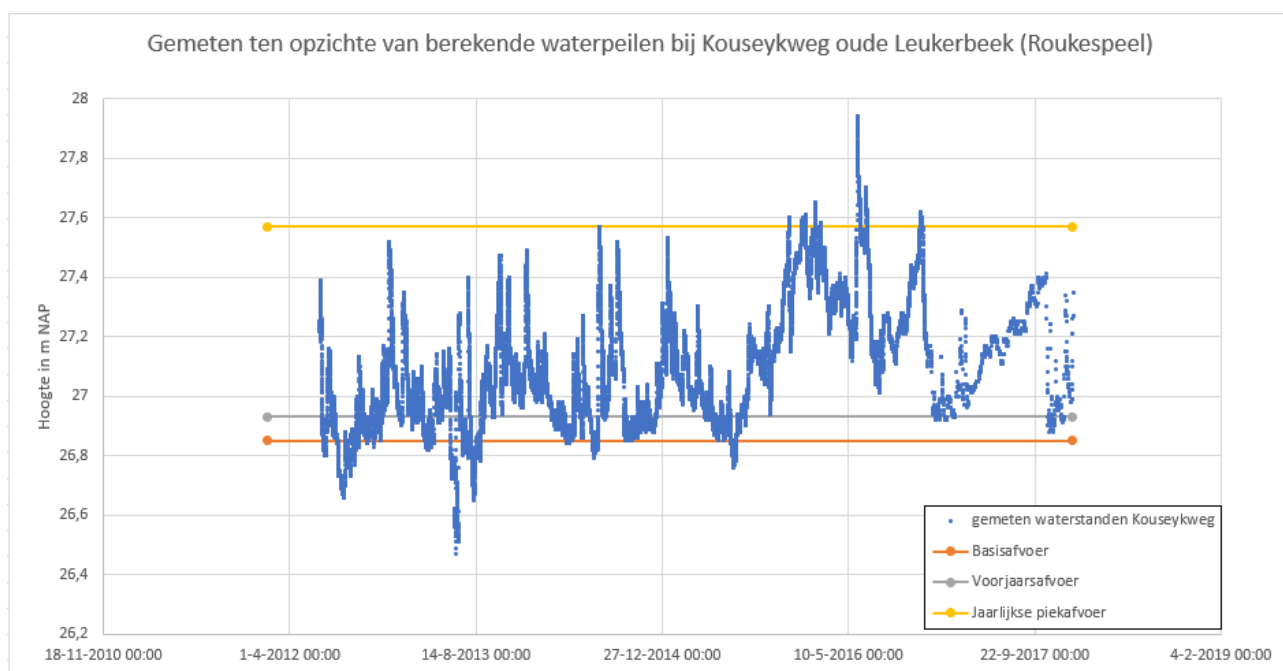
- Fase 1 is gebruikt ten behoeve van de wintermodellering
- Fase 3 is gebruikt ten behoeve van de zomermodellering

Afvoeren

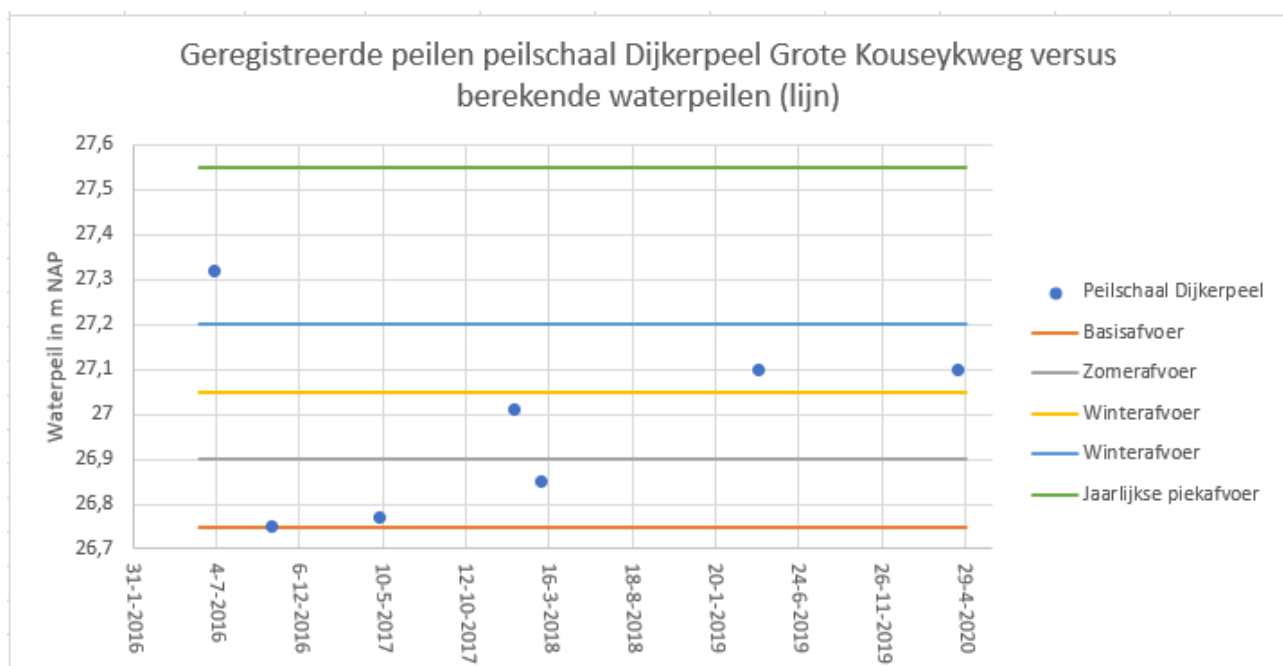
De toegepaste afvoeren zijn opgenomen onder paragraaf 3.1.2. Afvoeren.

Validatie waterpeilen

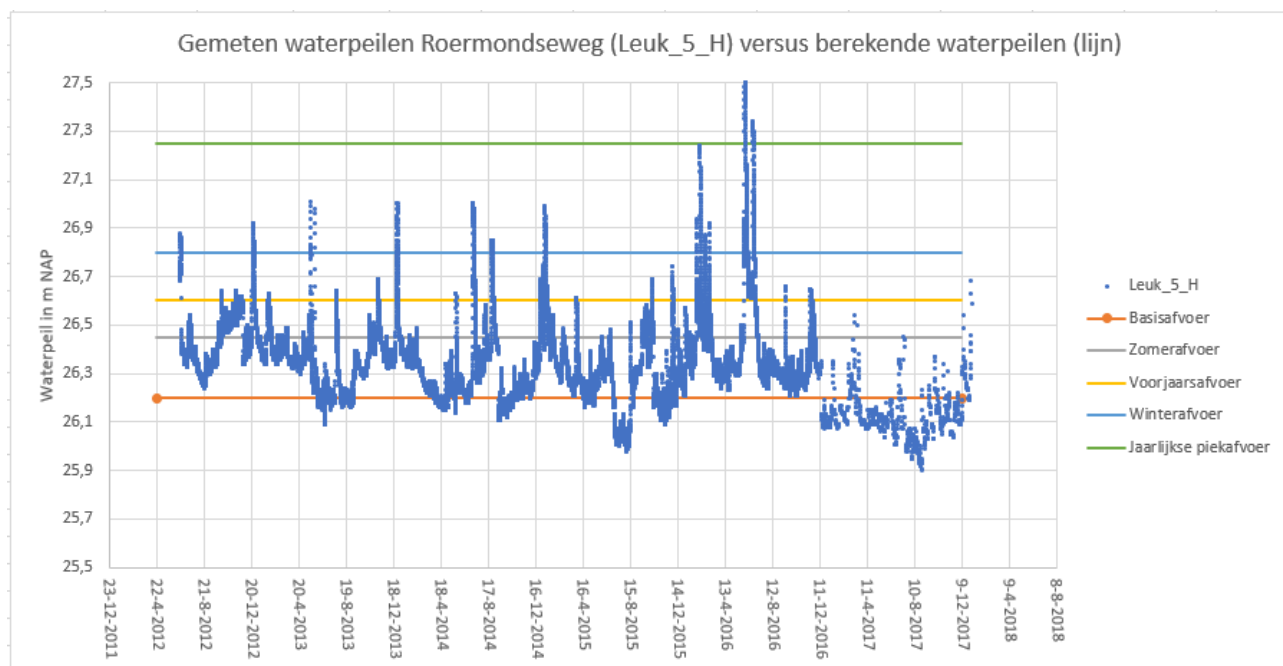
Een vergelijking van de berekende met de gemeten waterpeilen is te zien in de onderstaande figuren.



Figuur 72: Gemeten waterpeilen (blauwe punten) versus berekende waterpeilen (lijnen) in de Oude Leukerbeek bij de Grote Kouseykweg (Roukespeel). Zomermodellering met zomerweerstanden en zomerstuwstanden.



Figuur 73: Geregistreerde waterpeilen (blauwe punten) versus berekende waterpeilen (lijnen) in de Dijkerpeel bij de Grote Kouseykweg. Zomermodellering met zomerweerstanden en zomerstuwstanden.

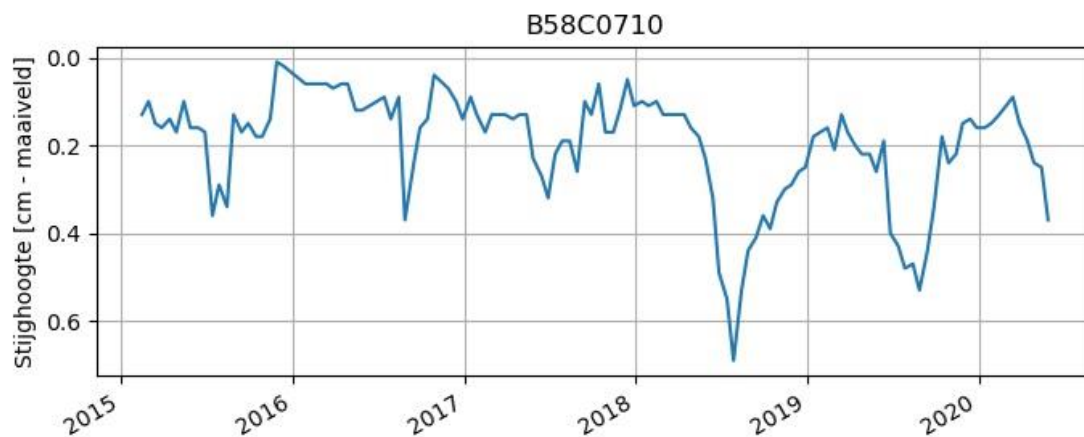
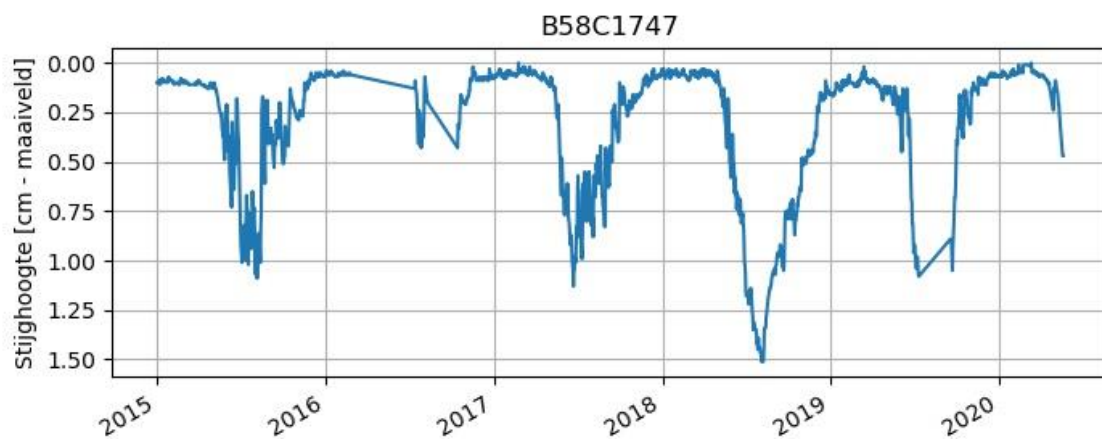
Geul

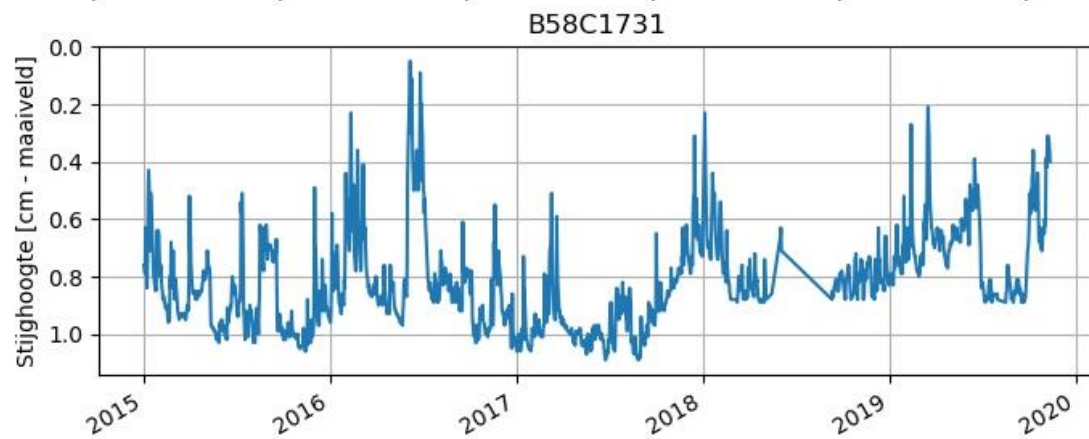
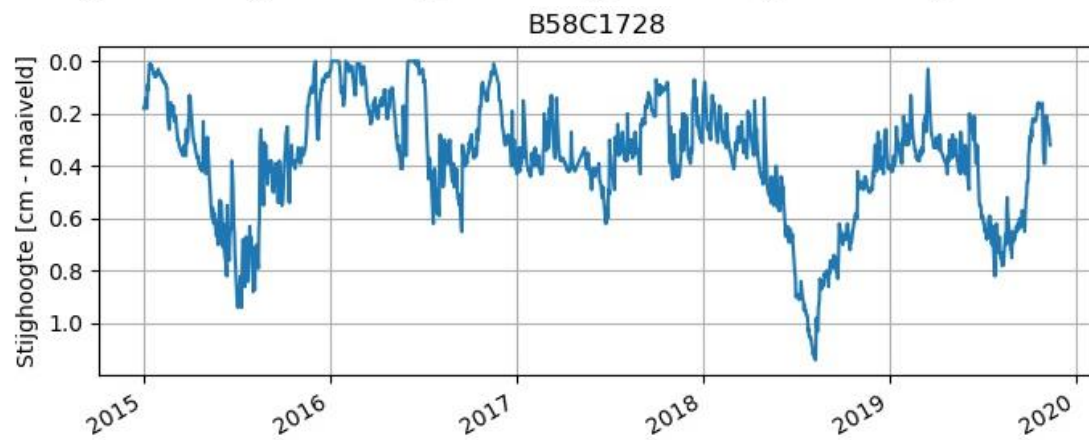
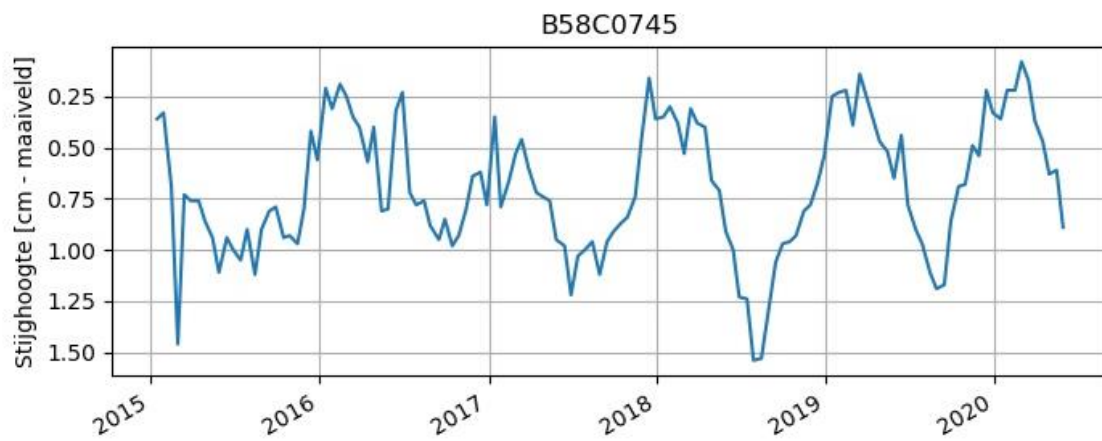
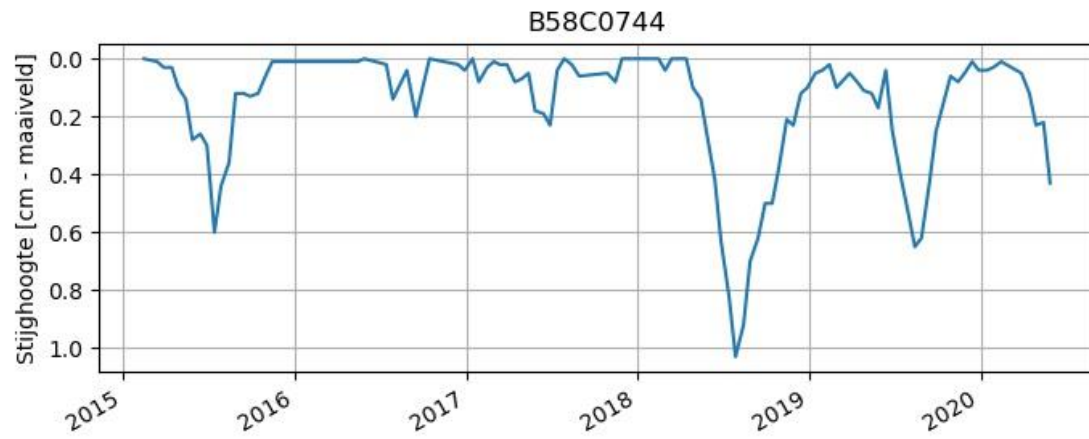
Bijlage 3: Kwelduurlijnen

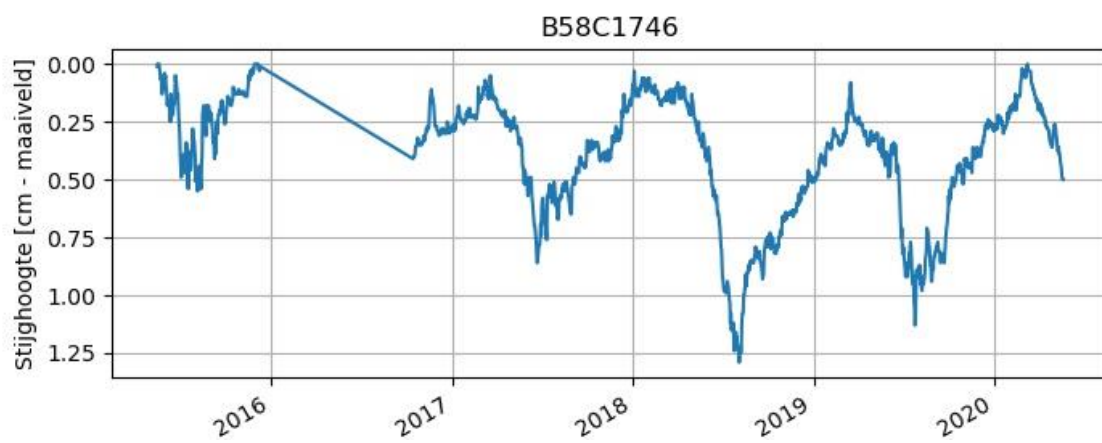
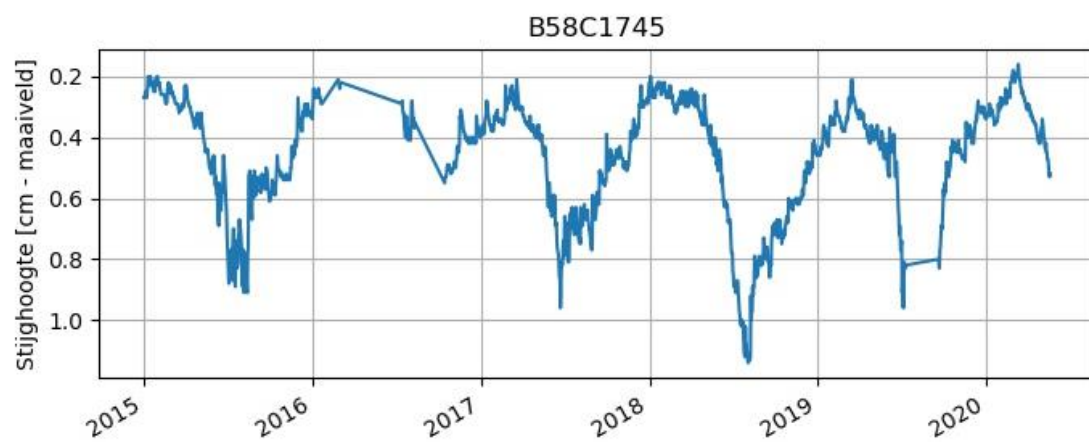
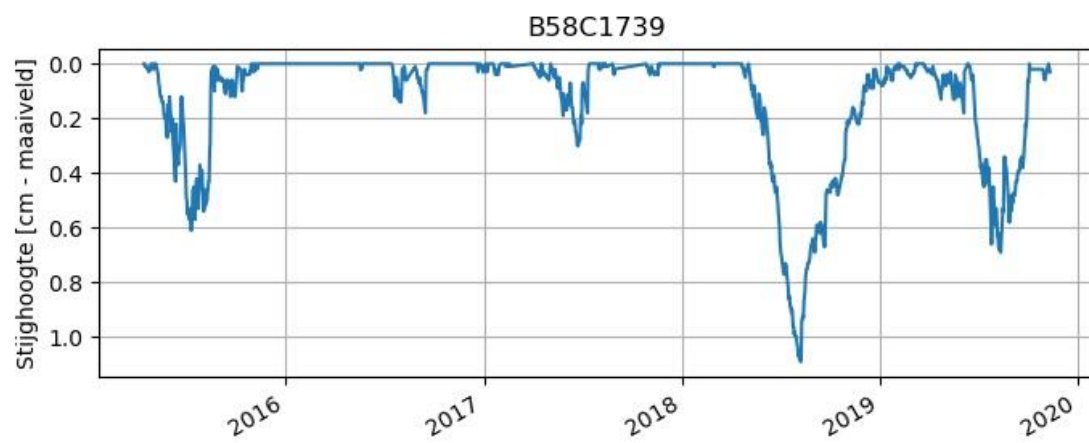
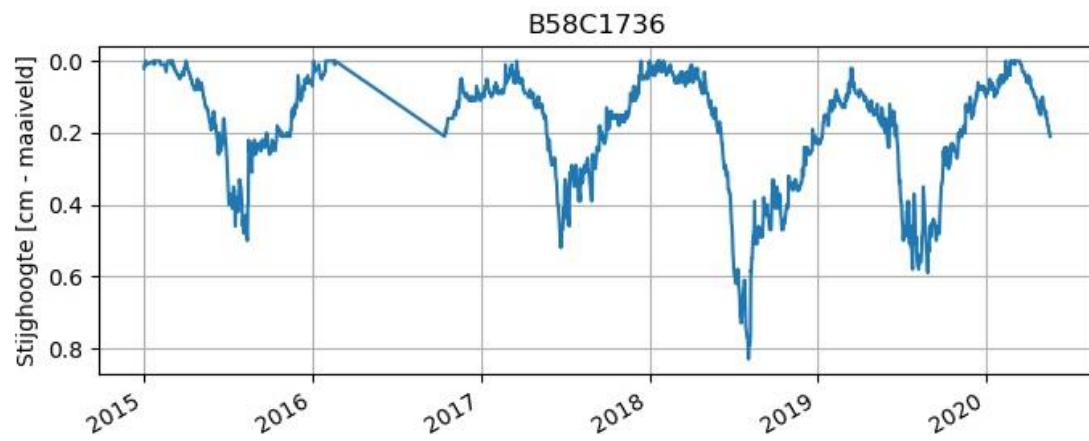
Peilbuisgegevens

Peilbuisnaam	X-coörd.	Y-coörd.	Startdatum	Einddatum	Maaiveld [m NAP]	Bovenkant filter [m NAP]	Onderkant filter [m NAP]	GHG	GLG	Mediaan	Mean	Meetpunten
B57H0069_1	179323	359335	26/04/1977	31/01/2020	29.77	19.75	16.75	28.93	28.23	28.58	28.57	3432
B57H0432_1	179872	361250	13/12/2006	04/11/2019	27.89			27.90	27.71	27.83	27.81	3346
B58C0710_1	180790	360570	28/10/1985	28/05/2020	27.49	26.46	25.46	27.41	27.25	27.34	27.33	765
B58C0745_1	180793	360107	23/11/2005	28/05/2020	27.94	26.6	26.1	27.54	26.97	27.22	27.23	328
B58C1729_1	180932	360269	12/12/2006	28/09/2009	27.56			27.68	27.26	27.52	27.49	693
B58C1730_1	181224	359513	12/12/2006	11/11/2019	27.71			27.69	27.06	27.6	27.44	4581
B58C1736_1	180833	360659	23/11/2005	19/05/2020	27.6	25.88	24.88	27.57	27.25	27.47	27.43	2081
B58C1745_1	180480	360729	04/09/2013	19/05/2020	28.23	26.38	25.38	27.95	27.58	27.84	27.79	1888
B58C1746_1	181115	360545	05/09/2013	19/05/2020	27.54	25.74	24.74	27.61	26.91	27.27	27.25	1912

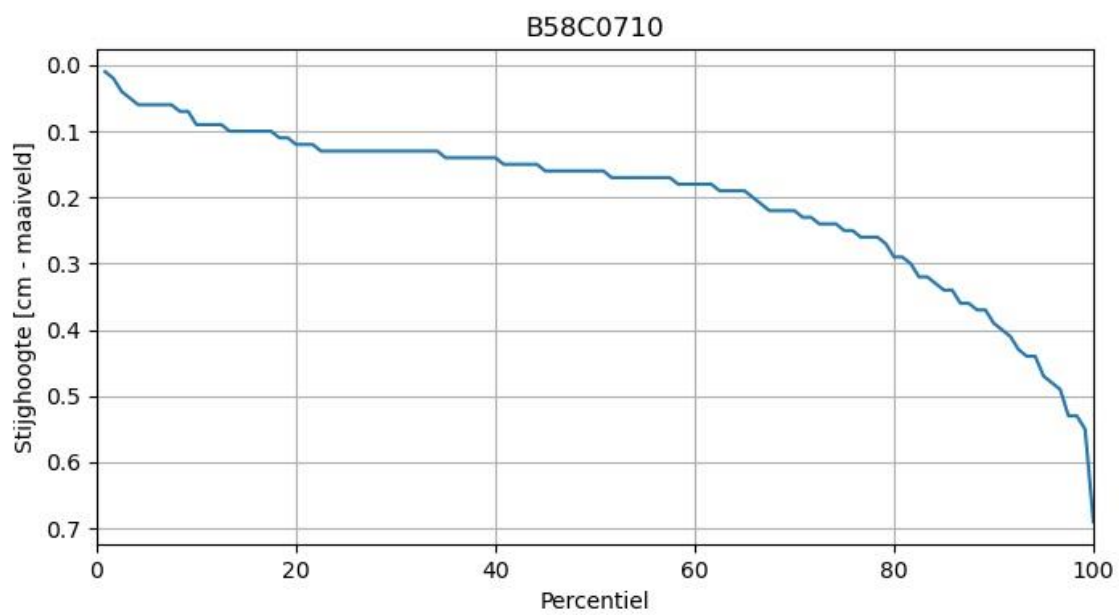
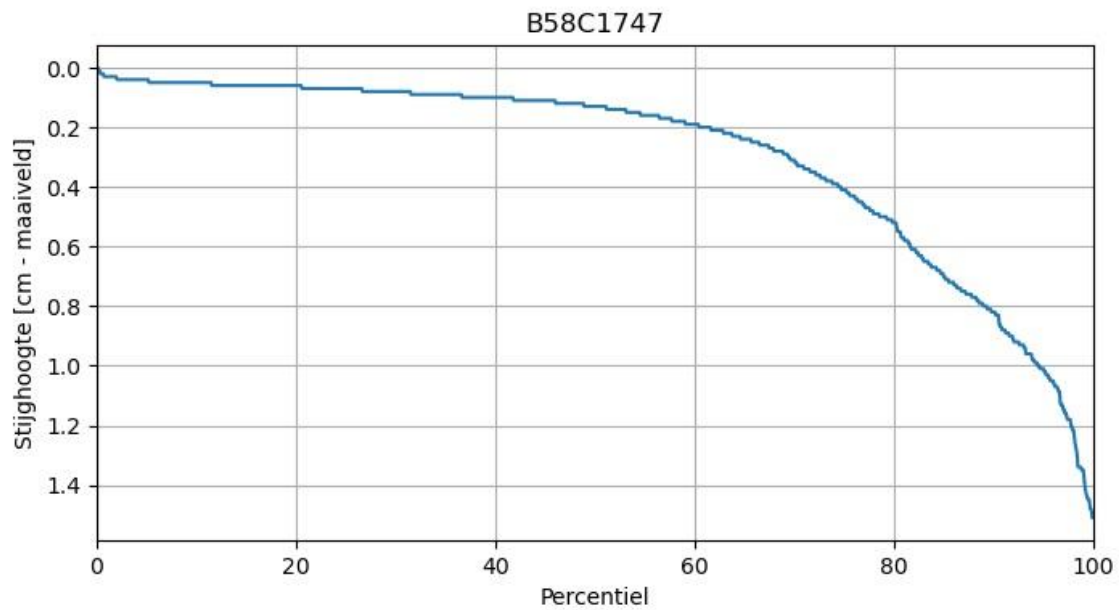
Tijdstijgheogtelijnen

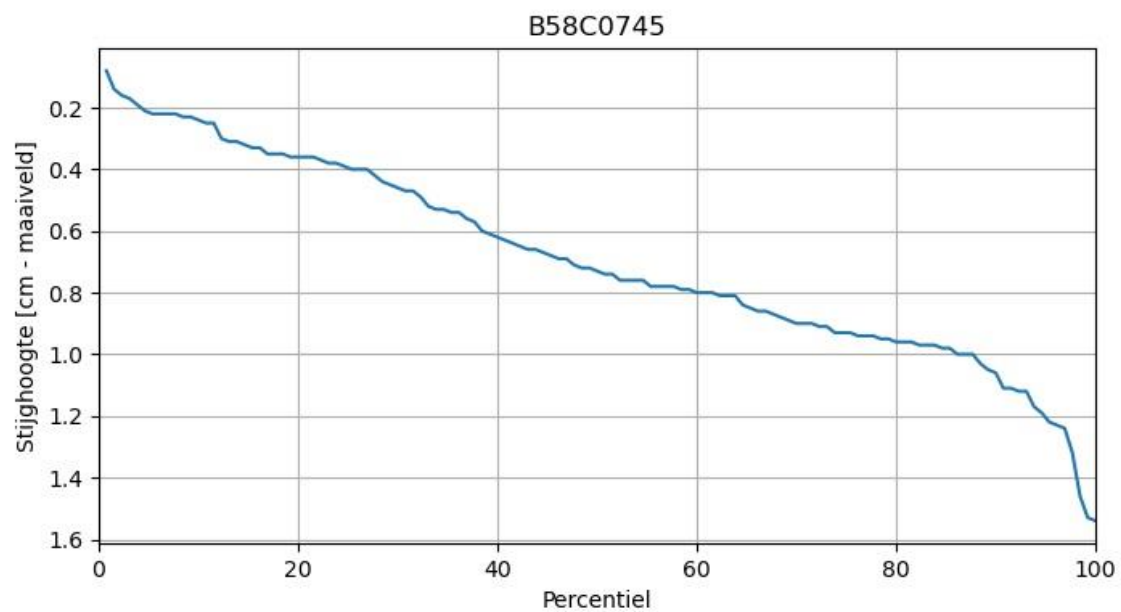
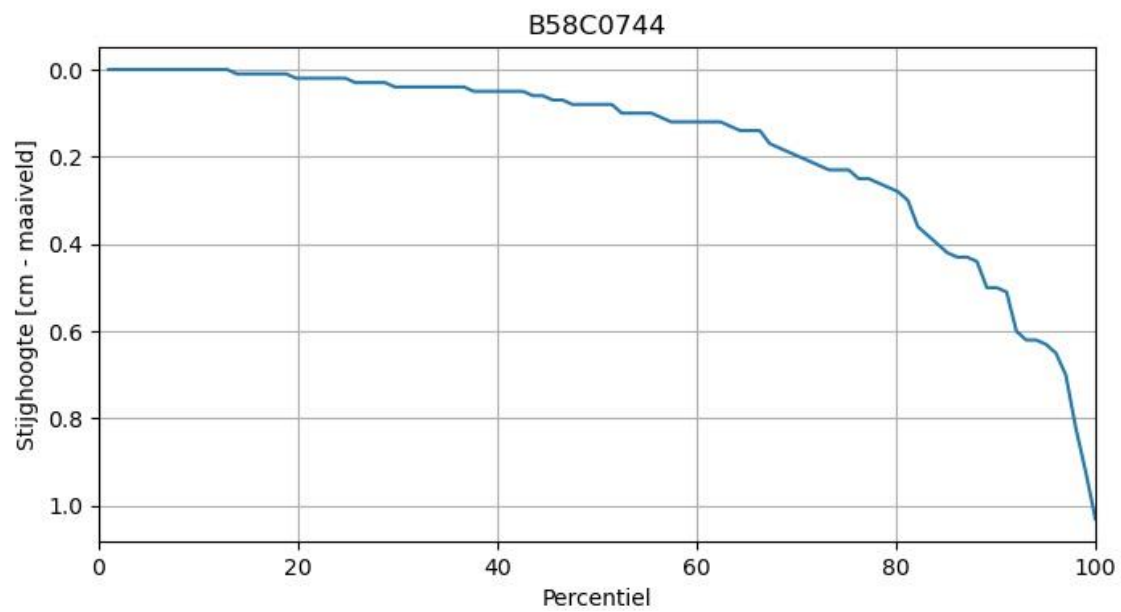


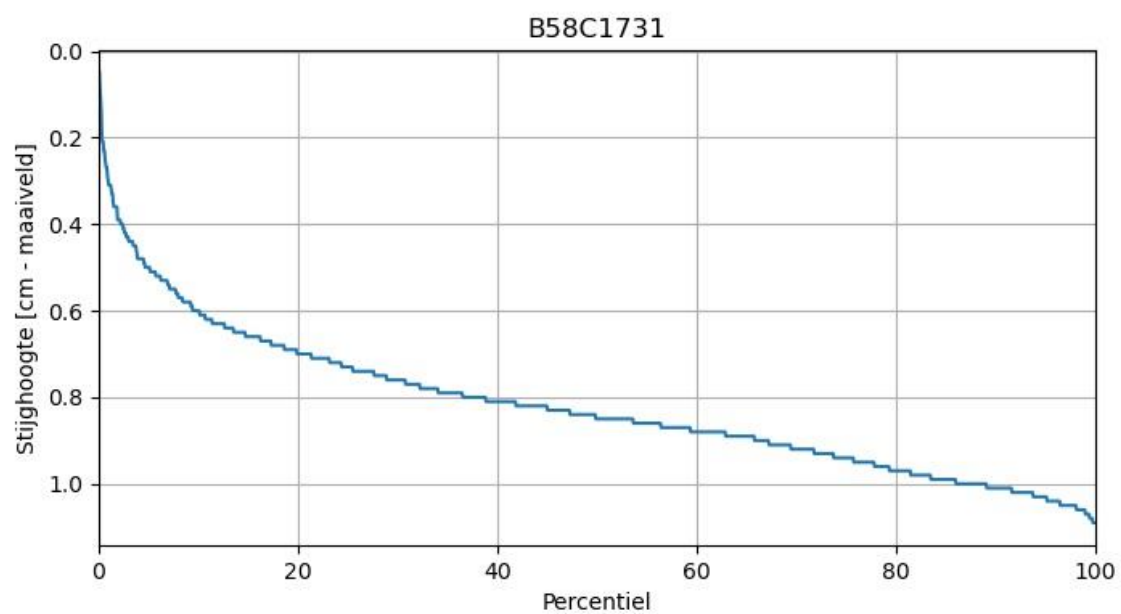
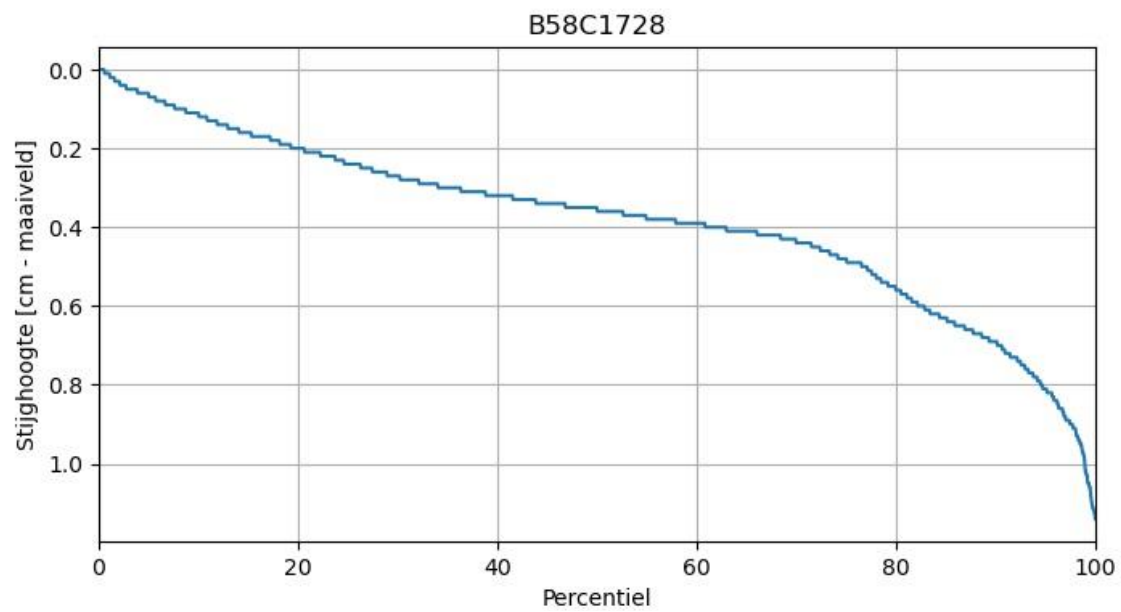


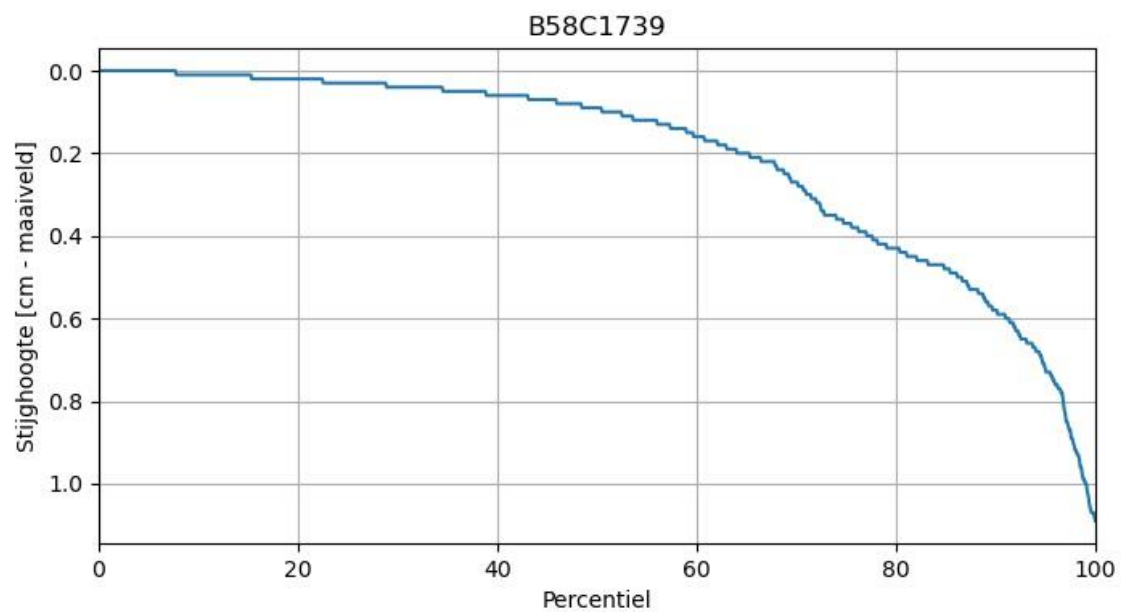
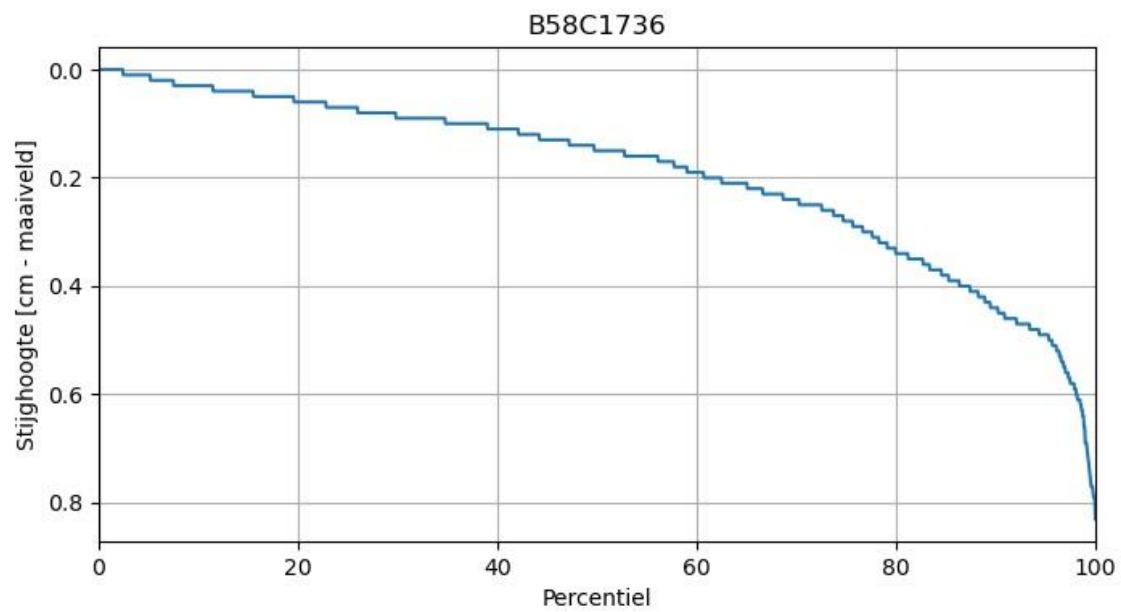


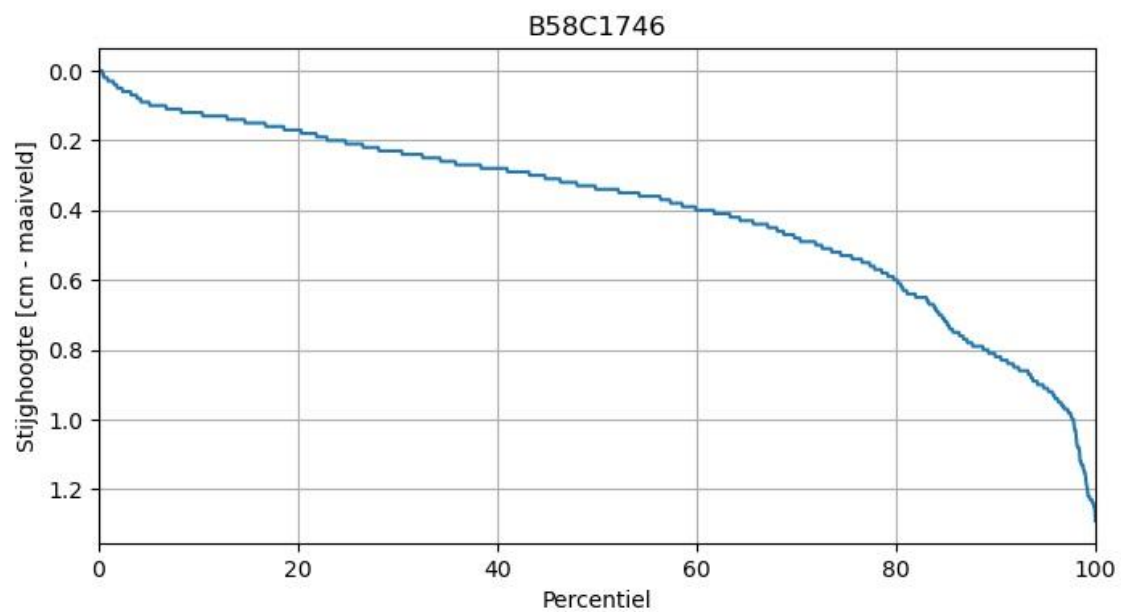
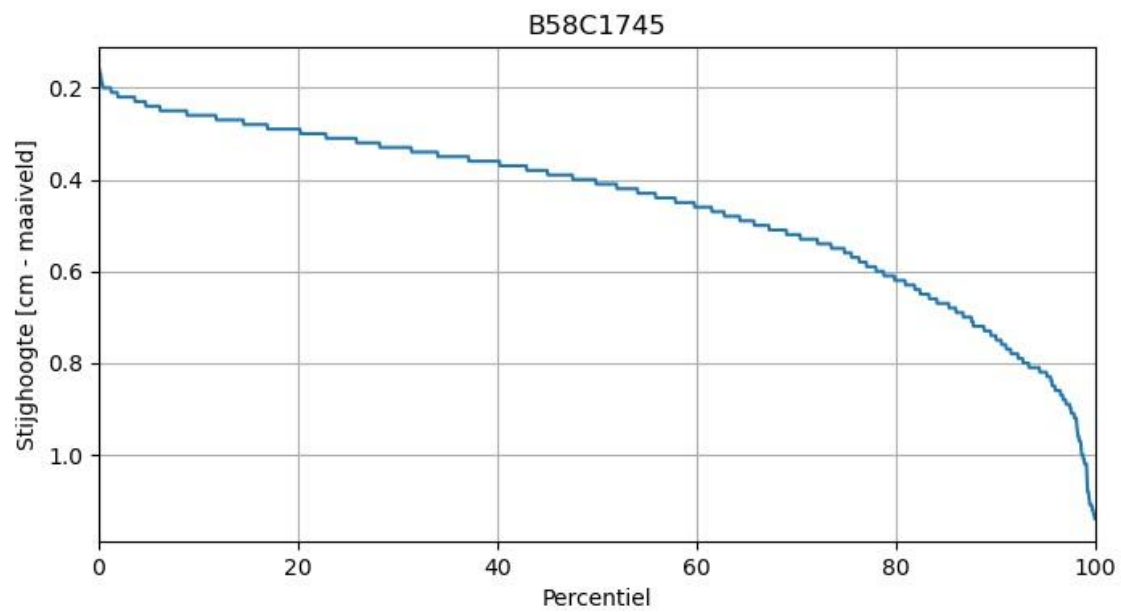
Tijdstijghoogtelijnen











Bijlage 4: Opbouw IBRAHYM-modellering

Voor de modellering van de Roukespeel is aanpassing van het IBRAHYM-model nodig. Het IBRAHYM-model betreft de regionale grondwatermodellering van heel Limburg, echter op lokale schaal dient deze te worden gekalibreerd. Ook zijn enkele maatregelen aan de Roukespeel niet doorgevoerd in de IBRAHYM-modellering. Deze dienen toegevoegd te worden om de huidige situatie correct te modelleren.

Aanpassingen model

Extremen

Extreme waarden welke foutief geacht worden zijn uit het model verwijderd en handmatig vervangen door waarden vergelijkbaar met de omliggende cellen.

SOBEK

De invoer van het SOBEK-model betreft de stationaire winter- en zomersituatie apart van elkaar.

Voor de validatie is de gemiddelde grondwaterstand gedurende de hydrologische zomer (1 april tot 30 september) en de hydrologische winter (1 oktober tot 31 maart van het volgende kalenderjaar) bepaald.

Het SOBEK-model omvat niet het gehele iMOD model. Het gebied met het SOBEK-model is geknipt uit de IBRAHYM-invoer en vervangen door de SOBEK modelinvoer.

Drainage

De drainage in het IBRAHYM-model bevat gebieden binnen de Roukespeel. Dit is voor zover bekend niet correct. Deze gebieden zijn uit de drainage-package gesneden.

Verticale weerstand

Op basis van paragraaf 2.4 is het vlak Goreerdgronden ingetekend in het model. Aan dit vlak is een verticale weerstand (KVV) voor laag 1 toegekend, omdat de boorstaten en ander booronderzoek uitwijzen dat de toplaag van de goreerdgronden uit leem bestaat. Deze weerstand bedraagt in eerste instantie 5 dagen.

Kalibratie

Het model is handmatig gekalibreerd op peilbuizen binnen de Roukespeel. Voor de validatie zijn peilbuisreeksen van buiten de Roukespeel gebruikt. Het model is gekalibreerd op de parameters rivier- en drainageconductiviteit, horizontale doorlatendheid, verticale weerstand en storage (opslag). Deze parameters zijn gekozen omdat deze naar verwachting zowel het grootste effect op de modelresultaten zullen hebben, alsmede een hoge mate van onzekerheid hebben.

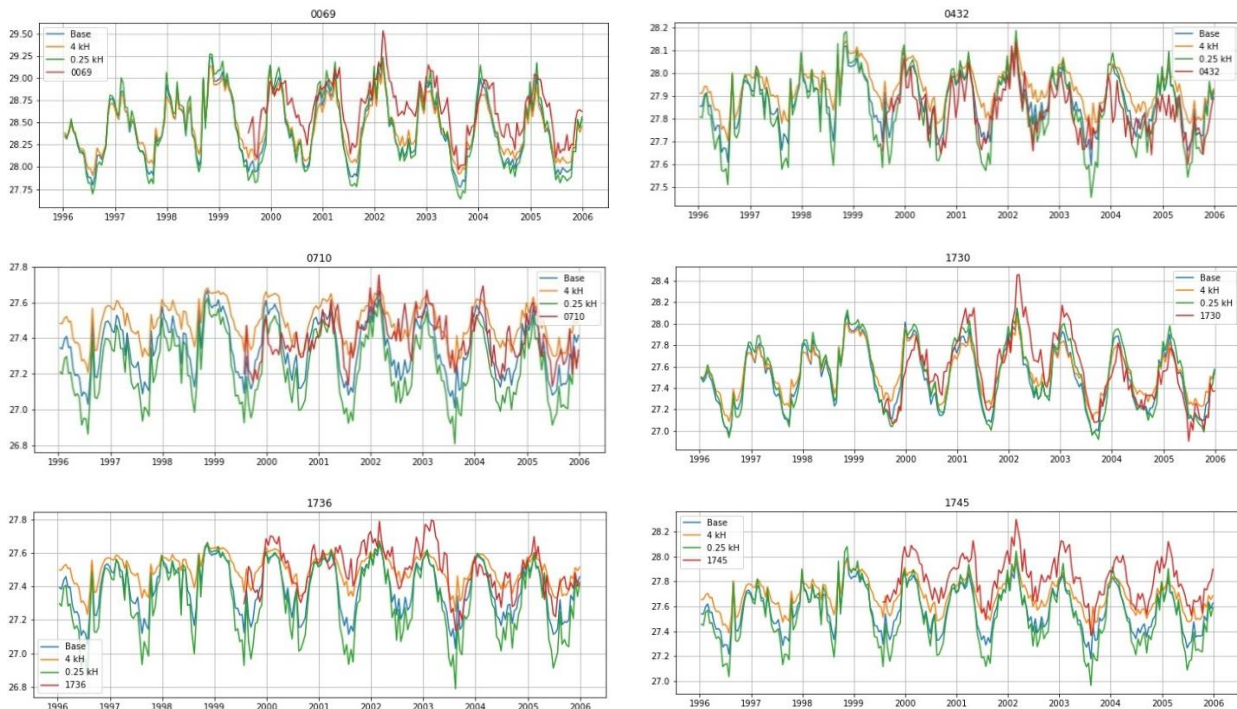
Kalibratiereeks

Het LIWA-model, welke gebruikt is voor de modellering, betreft de periode 1996-2006. Data betreffende onder andere de berekening gedurende de periode 2015-2020 is niet bekend. De meeste peilbuizen binnen de Roukespeel hebben enkel data na 2006. Gekozen is voor terugrekenen van de peilbuisgegevens door middel van Menyanthes om tot een gemiddelde winter- en zomerstand te komen in de periode 1996-2006. Voordeel is dat op deze manier de huidige gebiedssituatie, na de getroffen maatregelen in 2015, gevalideerd kan worden. De gekozen peilbuizen zijn allen binnen de Roukespeel gelegen en hebben een efficiëntie van minstens 90%. De peilbuizen zijn allen gelegen in laag 2 van IBRAHYM en betreffen de freatische grondwaterstand (laag 1 betreft de onverzadigde zone).

Gevoeligheidsanalyse

Horizontale doorlatendheid

De gevoeligheidsanalyse van de horizontale doorlatendheid is uitgevoerd met een onder- en bovengrens van respectievelijk 25% en 400% van de IBRAHYM invoer van het eerste watervoerend pakket. De resultaten zijn te zien in figuur 76. Uit figuur 76 blijkt dat bij toenemende doorlatendheid, de amplitude van de grondwaterstand afneemt. Bij de meeste locaties is de amplitude van de meetreeks enigszins groter dan de uitkomsten van de basis IBRAHYM invoer. Het tweede watervoerend pakket is op grote diepte gelegen en zal slechts geringe invloed uitoefenen op het eerste watervoerend pakket. De diepere lagen zijn om deze reden buiten beschouwing gelaten.

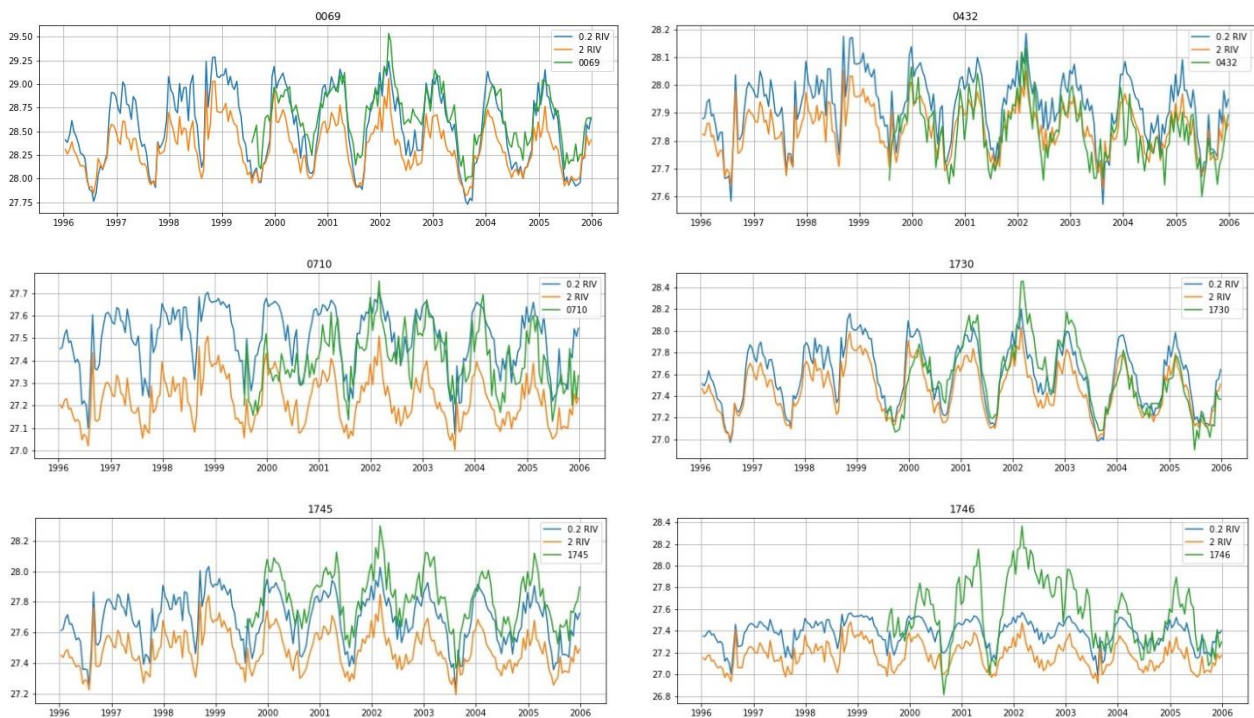


Figuur 76: Gevoeligheidsanalyse horizontale doorlatendheid van 6 peilbuizen in en rondom de Roukespeel

Rivierconductiviteit

De rivierconductiviteit van het SOBEK-model is ruwweg dubbel zo groot als de rivierconductiviteit van de originele IBRAHYM rivierconductiviteit op hetzelfde gebied. Om deze reden is de conductiviteit van de waterlopen uit het SOBEK model gehalveerd.

De gevoeligheid van de rivier- en drainageconductiviteit is gelijktijdig uitgevoerd. De gevoeligheidsanalyse van de conductiviteit is uitgevoerd met een onder- en bovengrens van respectievelijk 20% en 200% van de IBRAHYM invoer. De resultaten zijn te zien in figuur . De winter- en zomerconductiviteit zijn gelijk gehouden in deze analyse.



Figuur 77: Gevoeligheidsanalyse conductiviteit

Uit de gevoeligheidsanalyse blijkt dat een verhoging van de conductiviteit een verhoging van de gemiddelde grondwaterstand tot gevolg heeft. Uit verdere analyse blijkt dat de zomer nauwkeuriger gemodelleerd wordt dan de winter.

De rivierconductiviteit in de zomer is behouden op 100%. De conductiviteit in de winter is gezet op 60%.

Verticale weerstand

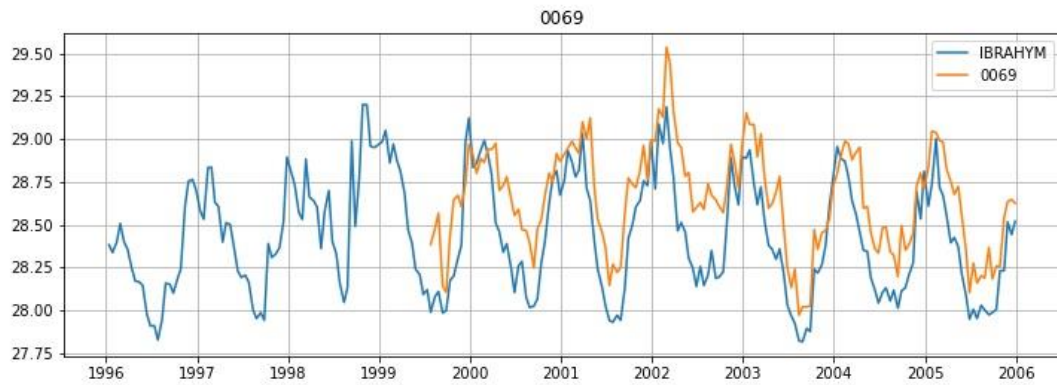
Uit de kalibratie blijkt dat het model ongevoelig is voor de verticale weerstand (KVV).

Storage

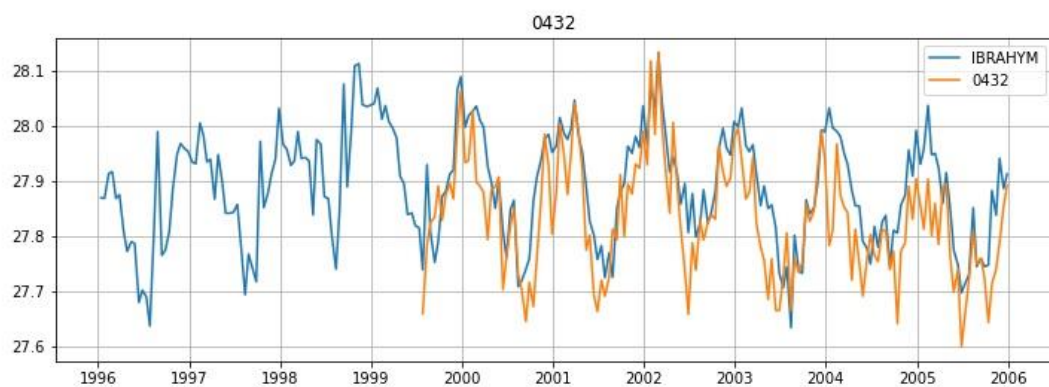
Uit de kalibratie blijkt dat het model ongevoelig is voor de storage (STO).

Validatie

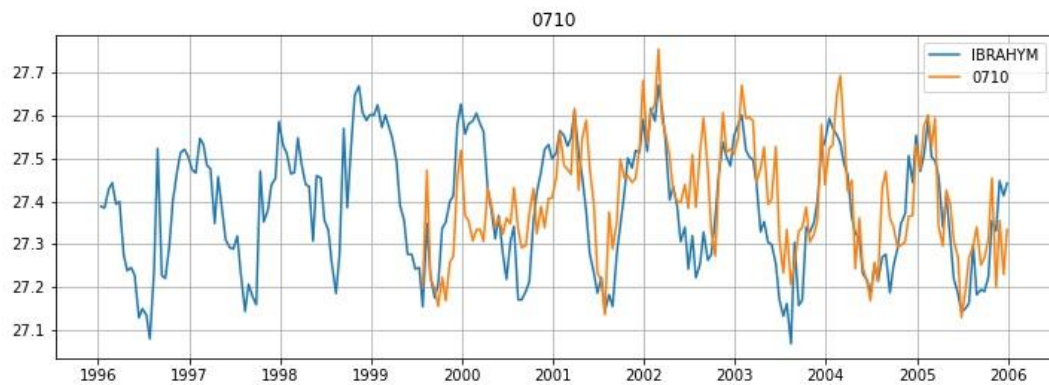
de modelresultaten het verloop van de peilbuisgegevens goed weergeeft. De amplitude van het verloop van de tijdstijghoogtelijnen en gemiddelde grondwaterstanden komen bij de meeste peilbuizen overeen. Alleen de modelresultaten nabij peilbuis B58C1745 geven een systematische onderschatting van circa 0,2 m. Dit wordt acceptabel geacht.



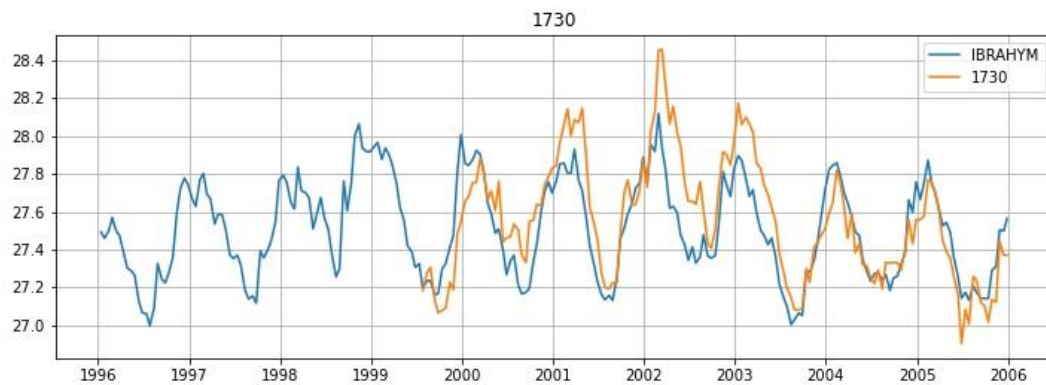
Figuur 78: Meetreeks peilbuis B57H0069 en modelresultaten



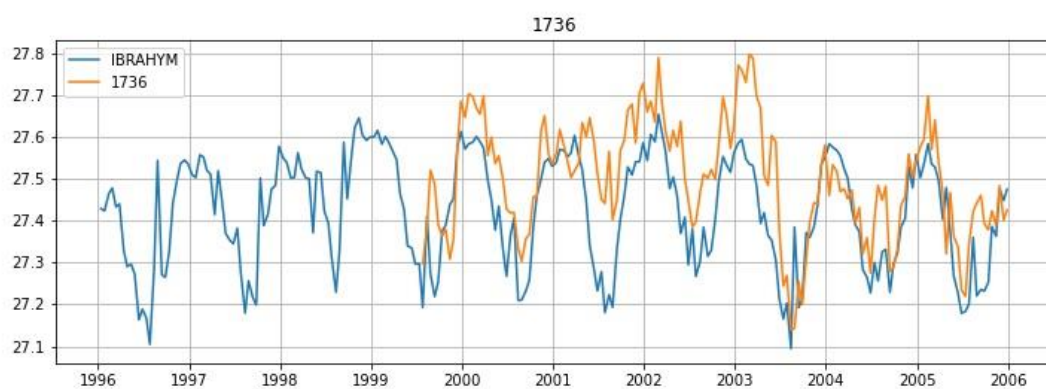
Figuur 79: Meetreeks peilbuis B58C0432 en modelresultaten



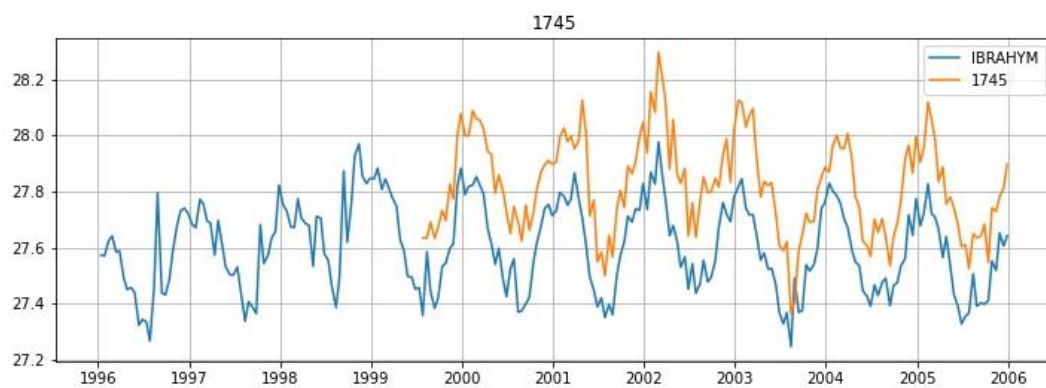
Figuur 80: Meetreeks peilbuis B58C0710 en modelresultaten



Figuur 81: Meetreeks peilbuis B58C1730 en modelresultaten

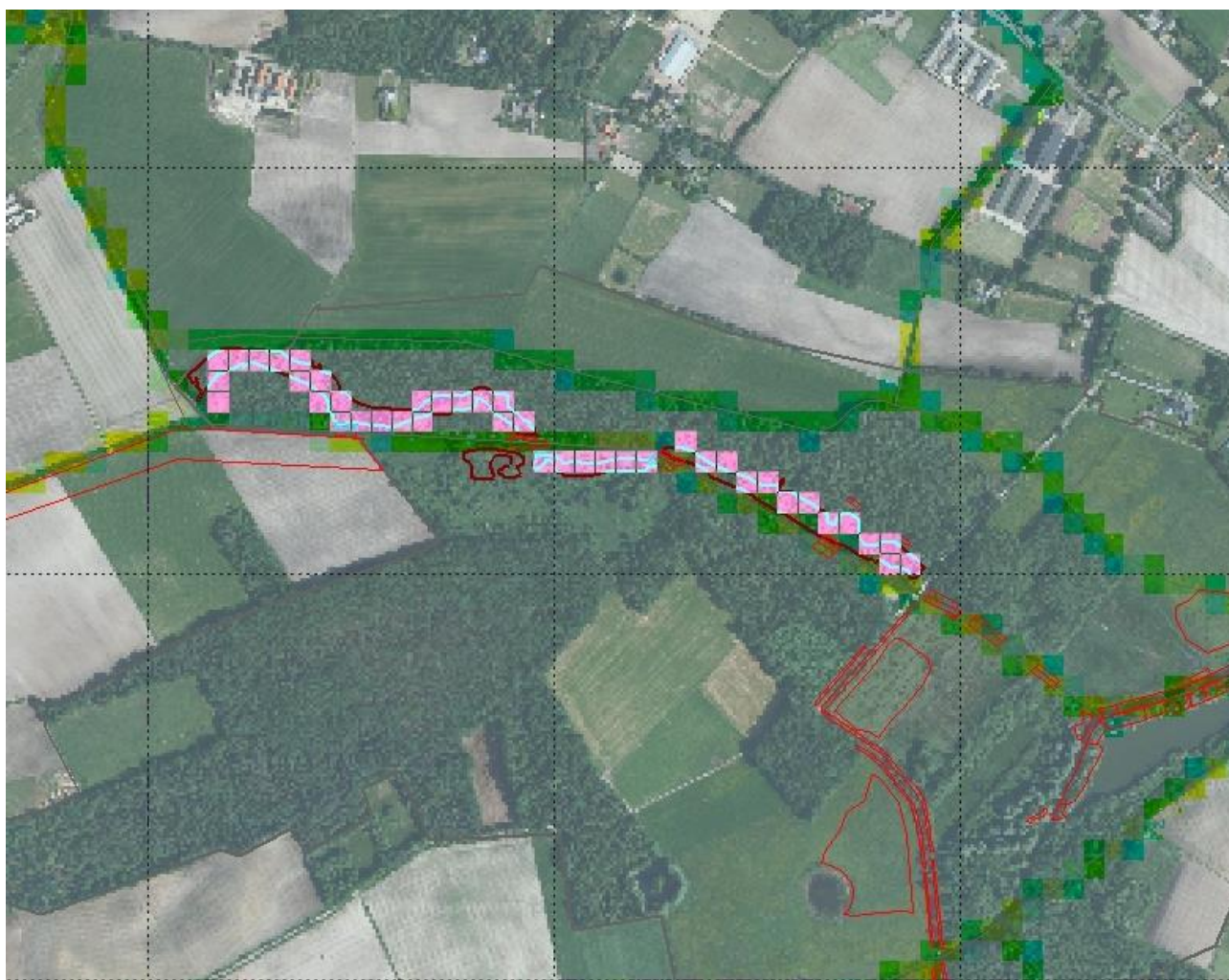


Figuur 82: Meetreeks peilbuis B58C1736 en modelresultaten



Figuur 83: Meetreeks peilbuis B58C1745 en modelresultaten

Maatregelen



Figuur 84: Geul (gemarkeerde cellen) binnen modelomgeving IBRAHYM

Figuur 84 geeft de geul binnen de IBRAHYM omgeving. De SOBEK modellen met zowel de volledige verlaging van de Oude Leukerbeek als de verlaging tot de Grote Kouseykweg zijn apart ingeladen in IBRAHYM.

De greppels langs de Grote Kouseykweg ten zuiden van de Oude Leukerbeek dienen te worden verlaagd tot 0,3 m-mv.

Vanwege de resolutie is nagelopen of de laag in IBRAHYM welke het maaiveld geeft, TOP_L1, voldoende overeenkomt met de bevindingen in het AHN, welke een hogere resolutie hebben. Hier is gebleken dat TOP_L1 voldoende overeenkomt met het AHN om de greppelniveaus af te leiden door de greppels op 0,3 m-mv te zetten.

De toplaag tussen de Oude Leukerbeek en het Roukespeelven wordt afgegraven, dit is gemodelleerd als een verlaging van het maaiveld tot NAP +26,93 m voor cellen met een waarde hoger dan NAP +26,93 m.

Voor de geul is een conductiviteit van 30 m²/d aangenomen. Deze waarde is gekozen omdat uit de SOBEK modellering blijkt dat de conductiviteit van de geul ruwweg gelijk is aan die van de Oude Leukerbeek, welke volgens de kalibratie een gemiddelde waarde circa 30 m²/d heeft.

Voor de mitigerende maatregelen is het drainage niveau gezet op 0,5 m-mv. Aan dit gebied is, gezien het gewenste effect, een relatief hoge conductiviteit van 100 m²/d toegekend.

Bijlage 5: Artikel 11 Keur Waterschap Limburg

Bron: Waterschap Limburg: Beleidsregel van het dagelijks bestuur van Waterschap Limburg houdende regels omtrent de beleidsregels van de keur Beleidsregels Keur Waterschap Limburg 2019 deel 1
http://decentrale.regelgeving.overheid.nl/cvdr/XHTMLoutput/Historie/Waterschap%20Limburg/622855/CVDR622855_1.html;
geraadpleegd 15-9-2020

11. Compenseren waterhuishoudkundige gevolgen

11.1 Inleiding

Uitvoering van een project dat ziet op het treffen van maatregelen die (mede) gericht zijn op beïnvloeding van de waterhuishoudkundige situatie van het projectgebied kan (negatieve) gevolgen hebben op de omgeving van het projectgebied. Het waterschap wil voorkomen dat dergelijke projecten voor het waterschap en of voor derden tot nadelige consequenties leidt. Daarom is het niet toegestaan zo'n project uit te voeren zonder voorafgaande vergunning.

In deze paragraaf leest u wat ons beleid is waaraan wij een vergunningaanvraag toetsen.

De mogelijkheid bestaat om vooroverleg aan te vragen zodat u samen met het waterschap tot een goede aanvraag komt. Geadviseerd wordt hiervan gebruik te maken. U kunt hiervoor contact opnemen met het cluster Vergunningen, Toezicht en Handhaving van het waterschap (vergunningen@waterschaplimburg.nl of telefonisch via 088 – 88 90 100).

Na afweging van alle relevante belangen kan al dan niet een vergunning worden verleend.

Hoe u een vergunning bij het waterschap aanvraagt, kunt u vinden op de site van het waterschap, www.waterschaplimburg.nl.

11.2 Afwegingskader

Van geval tot geval moet worden bekeken of het beoogde project kan worden toegestaan door voorschriften aan de vergunning te verbinden waarmee eventueel nadelige effecten van het project buiten het projectgebied kunnen worden gemitigeerd of gecompenseerd. Daarnaast moet ook altijd aan de zorgplicht worden voldaan als bepaald in artikel 3.1 van de Keur.

Bij de beoordeling van een aanvraag voor een project houden wij rekening met de volgende aspecten:

- a) Het beschermen van de omgeving van een projectgebied tegen negatieve waterhuishoudkundige gevolgen van het project buiten het projectgebied.

Dit afwegingskader is uitgewerkt in deze beleidsregel.

Ad a: Het beschermen van de omgeving van een projectgebied tegen negatieve waterhuishoudkundige gevolgen van het project buiten het projectgebied

Bij de vergunningaanvraag dient een projectplan te worden gevoegd waarin de te treffen maatregelen en de daarmee beoogde effecten zijn beschreven. Uit het projectplan dient tevens te blijken welke effecten de beoogde maatregelen hebben op het aangrenzende gebied en op welke wijze deze effecten zijn gemitigeerd dan wel worden gecompenseerd (nadere uitwerking mitigatie en compensatie, zie bijlage 1). Een vergunningaanvraag waaruit onvoldoende blijkt dat nadelige effecten op het aangrenzende gebied worden voorkomen kan met toepassing van artikel 4:5 van de Algemene wet bestuursrecht buiten behandeling gelaten worden. Alvorens hiertoe te besluiten wordt de aanvrager in de gelegenheid gesteld de vergunningaanvraag te completeren.

Indien uit de vergunningaanvraag voortvloeit dat werken moeten worden uitgevoerd en/of handelingen moeten worden verricht die vergunningplichtig zijn op grond van een andere verbodsbepaling in de keur, dan wordt voor deze werken en/of handelingen gelijktijdig vergunning aangevraagd.

Een effect op het watersysteem in het aangrenzende gebied van minder dan 5 cm op de grens van het projectgebied wordt niet beschouwd als een nadelig effect op dat aangrenzende gebied.

Als toetsingskader hanteren wij het Waterbeheerplan van het waterschap. Hierin is zowel de huidige situatie beschreven als de doelstellingen voor de toekomst. Een vergunbaar project mag niet leiden tot een verslechtering van de huidige situatie en mag ook niet leiden tot belemmeringen met het oog op het kunnen bereiken van de in het Waterbeheerplan opgenomen doelstellingen. Een project dient dan ook maatregelen te bevatten waarmee primair te ontstane negatieve gevolgen worden gecompenseerd of voorkomen.

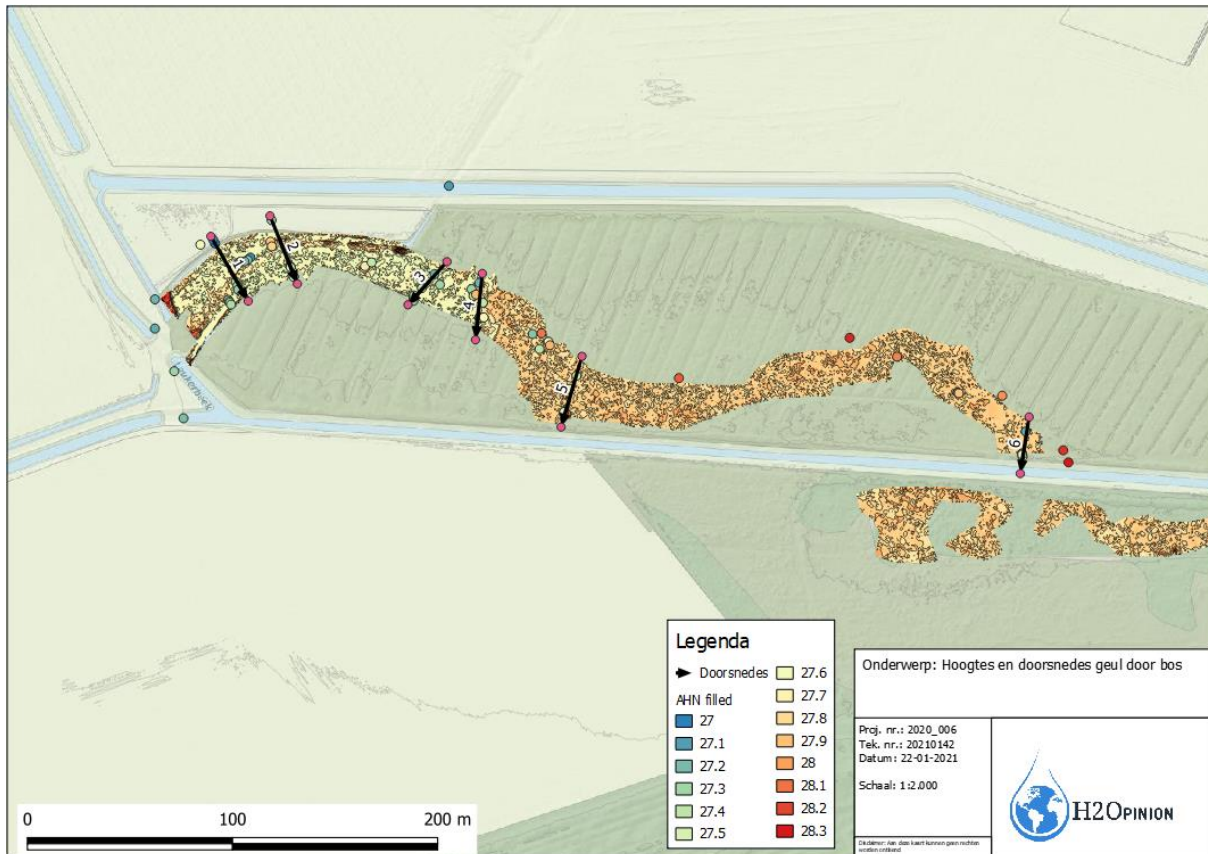
Voorschriften

Aan de vergunning worden zodanige voorschriften verbonden dat nadelige effecten op het watersysteem in het aangrenzend gebied worden voorkomen.

Tevens kunnen in de vergunning meet- en monitoringsverplichtingen worden opgenomen met het oog op het verwerven van inzicht in de gevolgen van de in het plangebied verrichte werken op het watersysteem in het aangrenzend gebied. Daarbij kan de verplichting worden opgenomen dat het waterschap periodiek wordt geïnformeerd over de monitoringsresultaten.

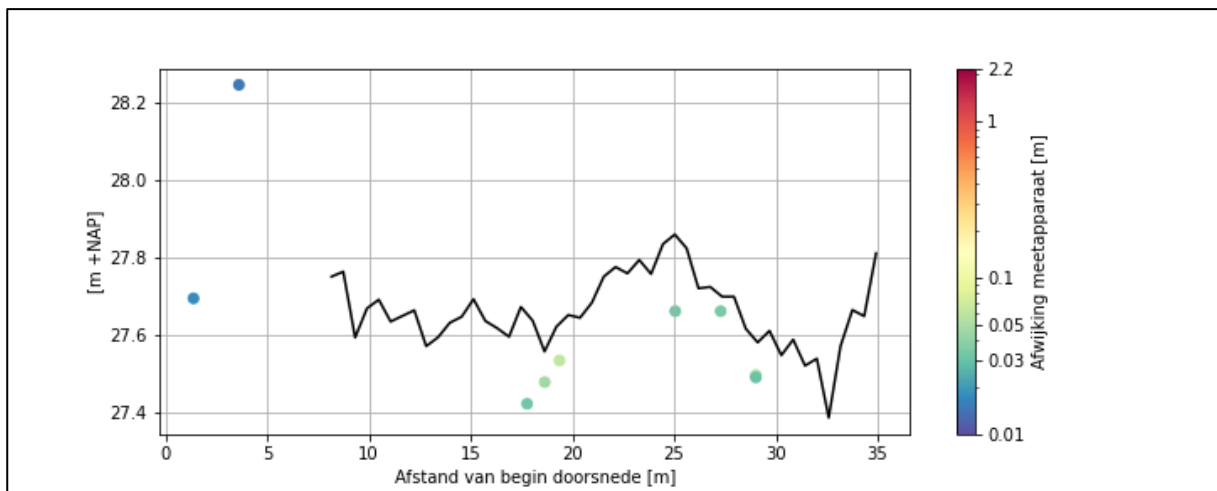
Onder verwijzing naar artikel 6.20 Waterwet kan het waterschap zo nodig een financiële zekerheidsstelling eisen voor de nakoming van krachtens de vergunning geldende verplichtingen of voor de dekking van aansprakelijkheid voor schade, voortvloeiend uit door de vergunde handelingen (of het staken daarvan) veroorzaakte nadelige gevolgen voor het watersysteem.

Bijlage 6: Resultaten inmeting geul door bos

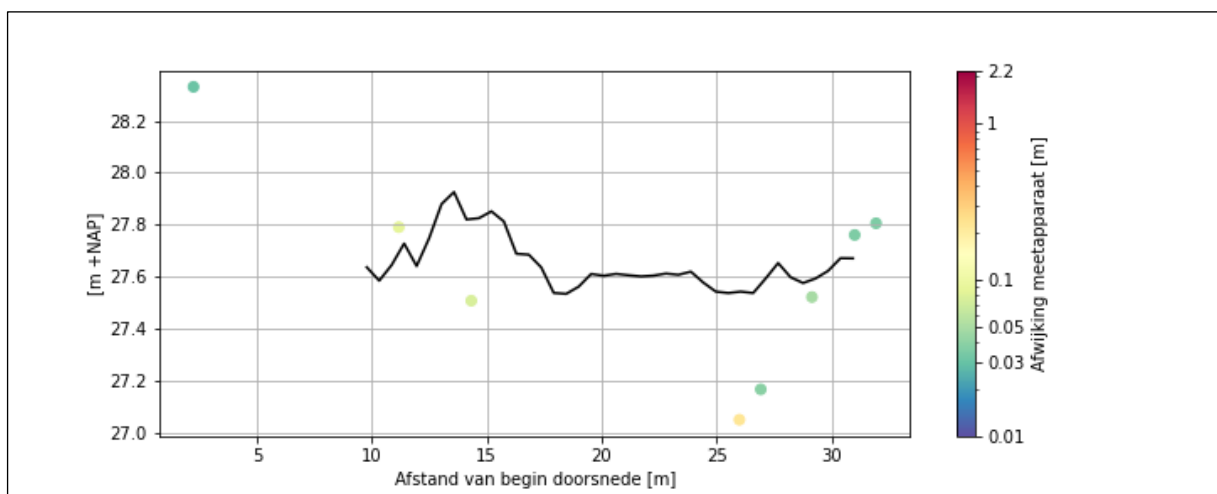


Figuur 85: Locatie doorsneden geul door bos

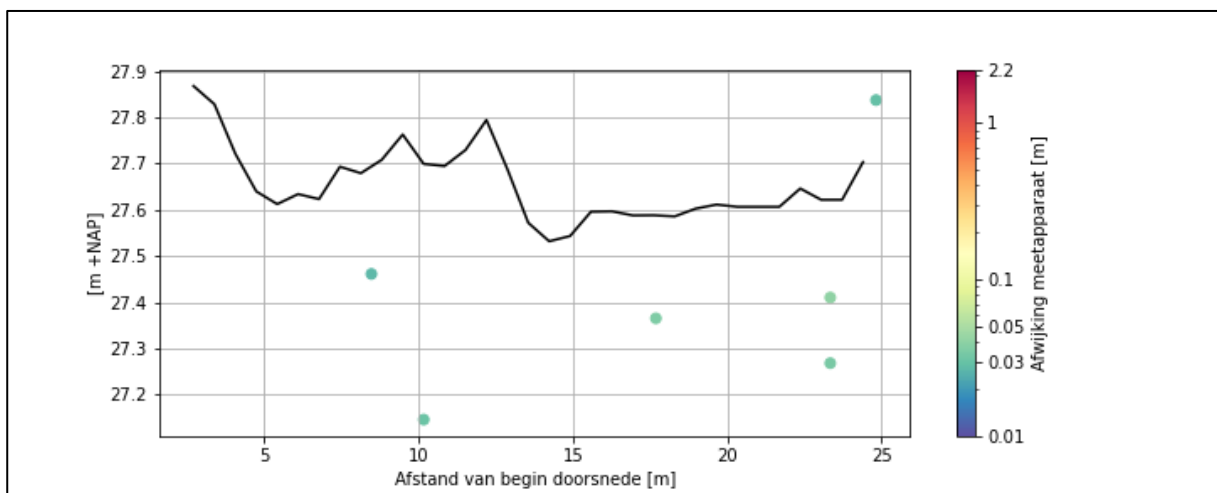
Doorsnede nr.	Inschatting afwijking laagste punt
1	20 cm
2	40 cm
3	40 cm
4	45 cm
5	30 cm
6	35 cm



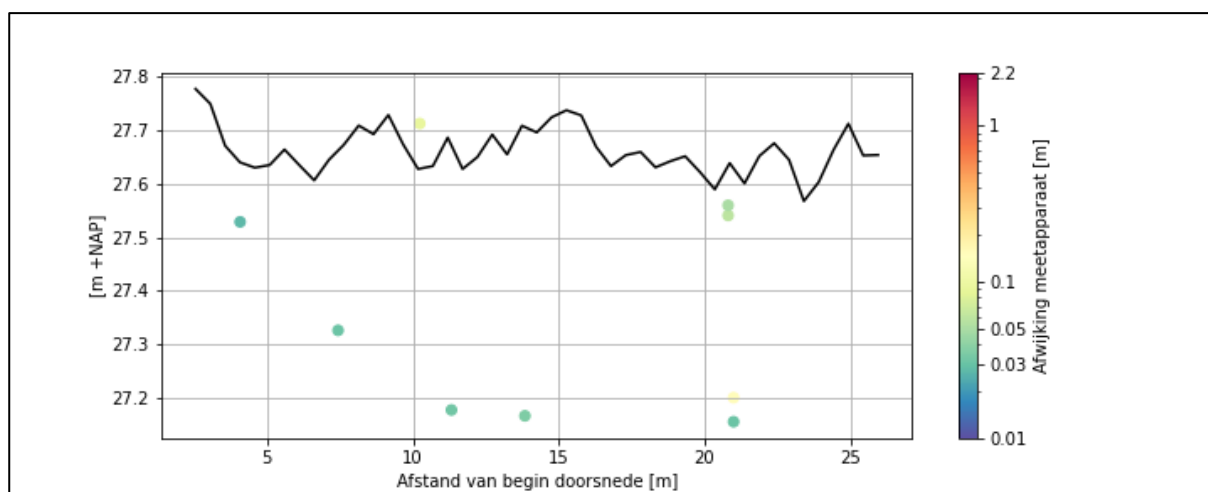
Figuur 86: Doorsnede 1



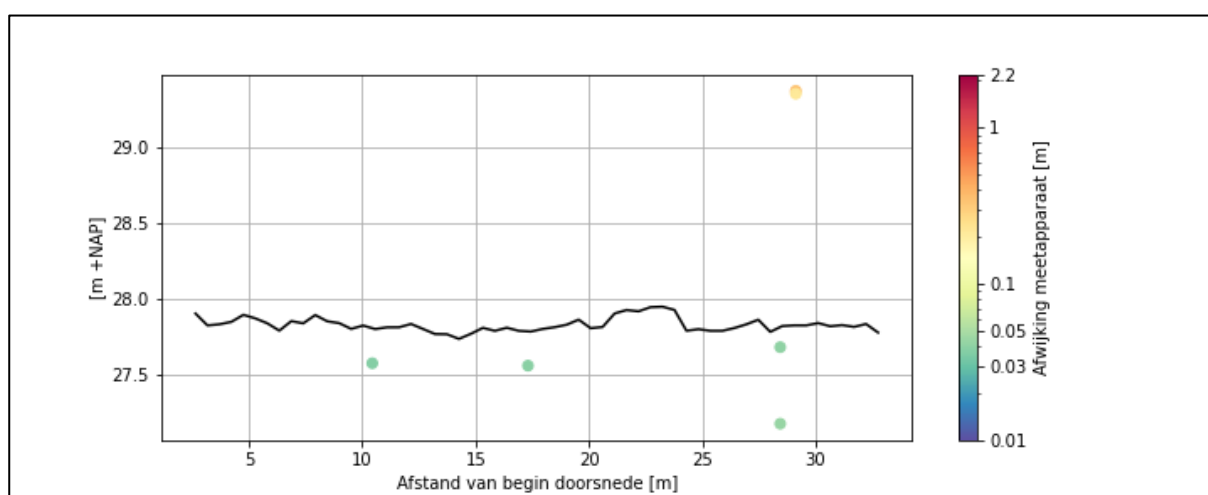
Figuur 87: Doorsnede 2



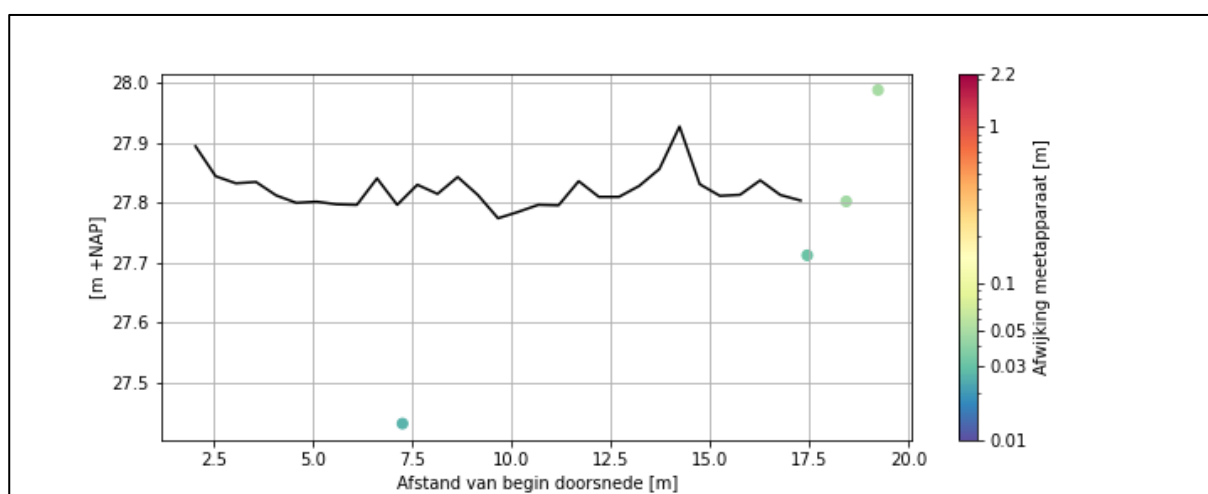
Figuur 88: Doorsnede 3



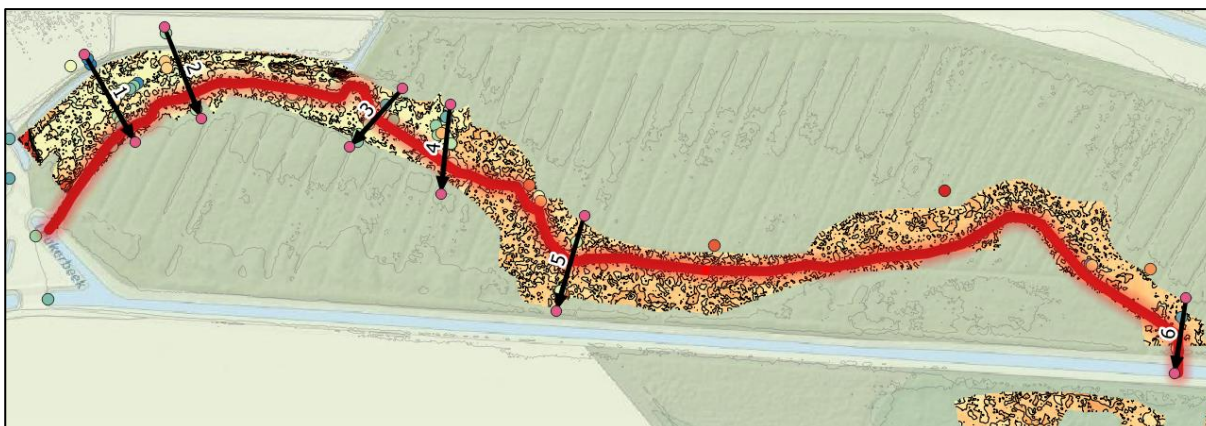
Figuur 89: Doorsnede 4



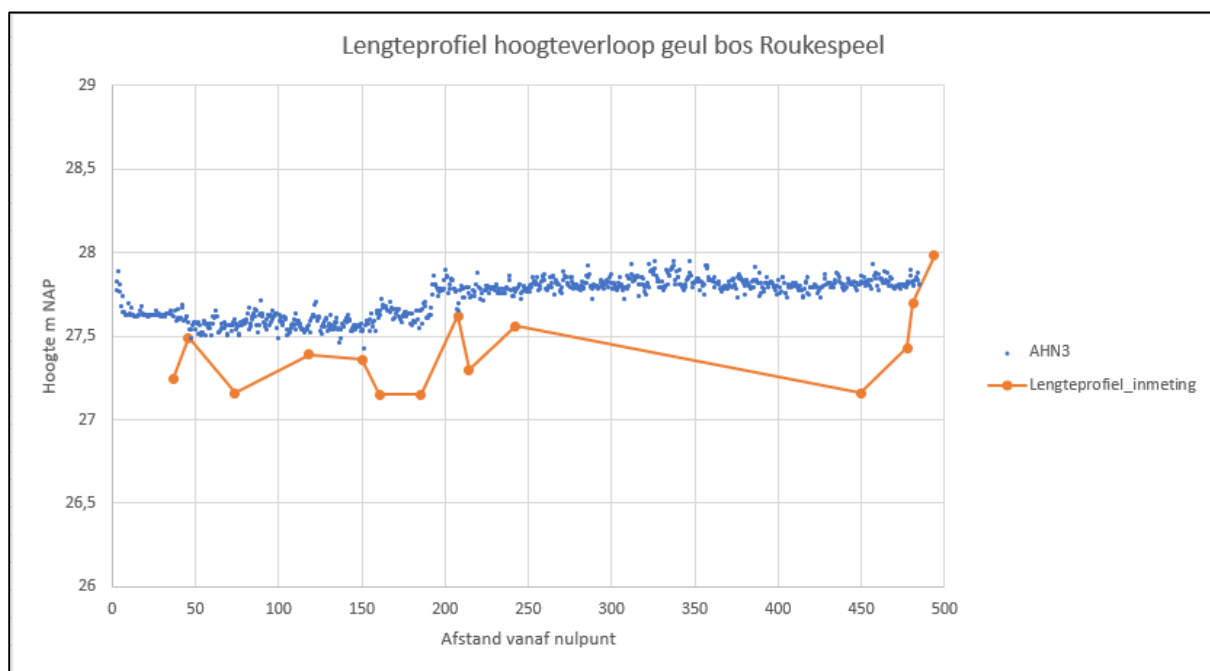
Figuur 90: Doorsnede 5



Figuur 91: Doorsnede 6



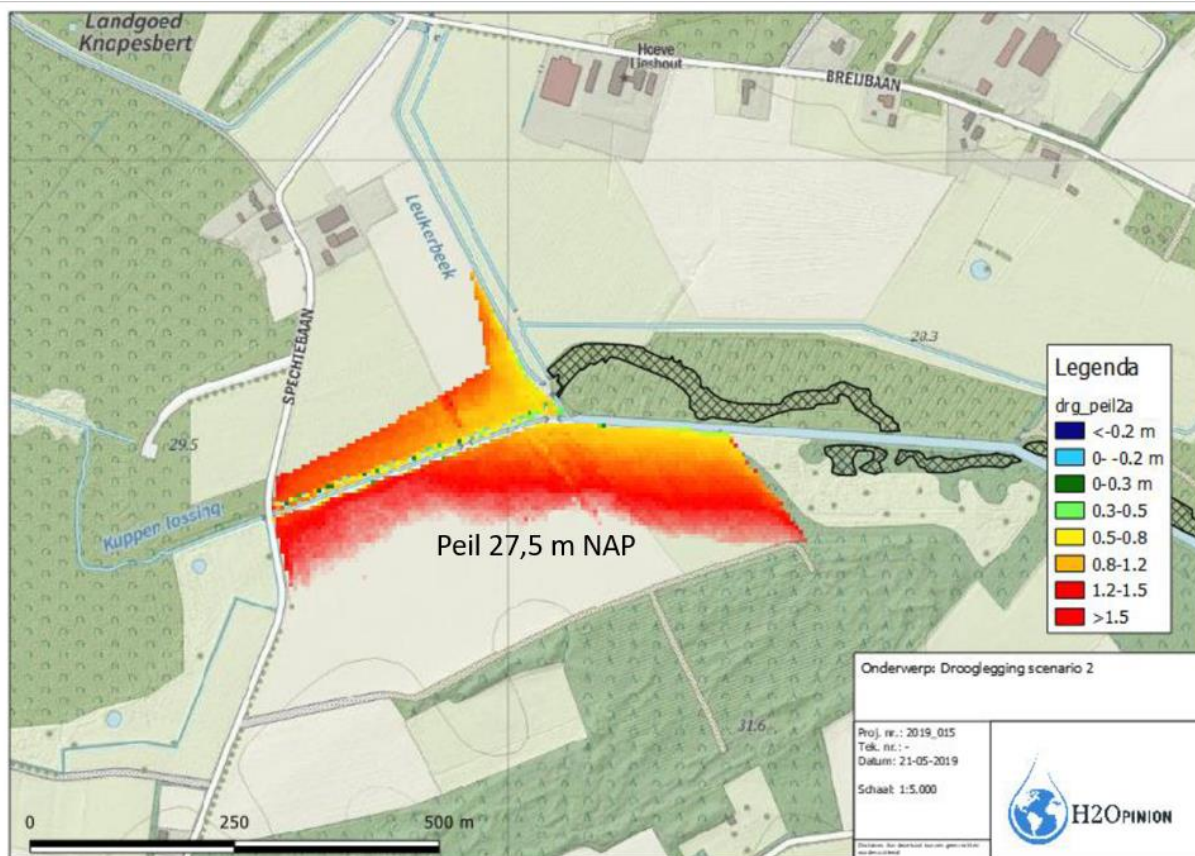
Figuur 92: Ligging lengteprofiel geul bos



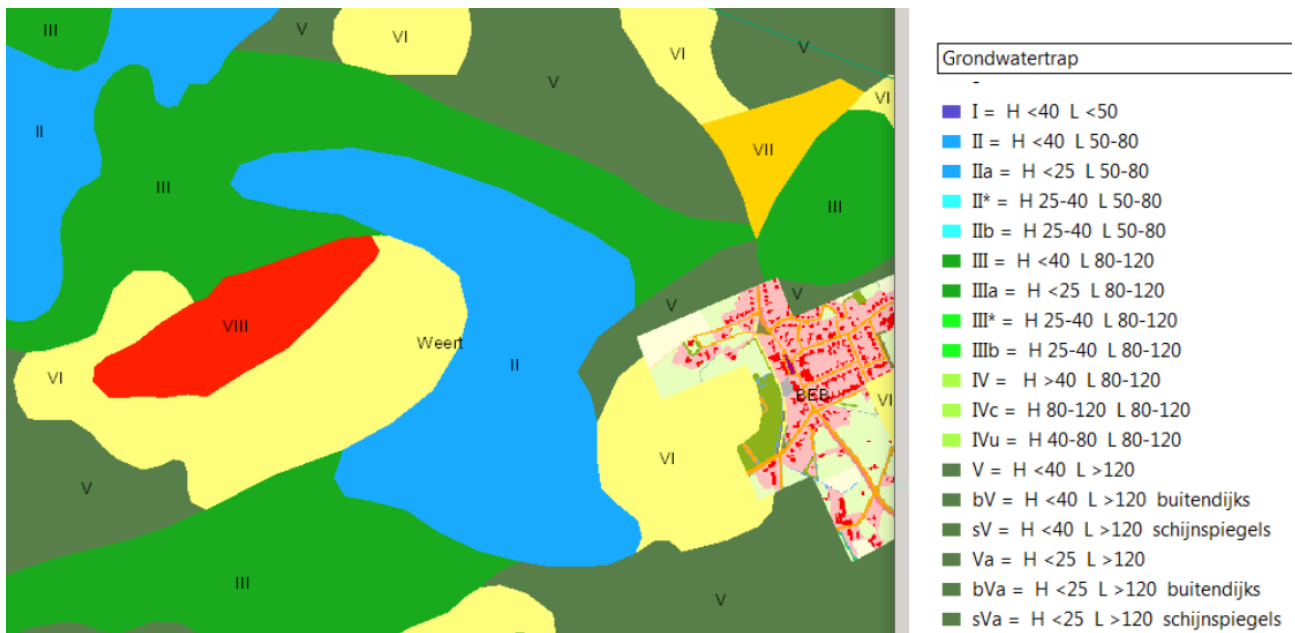
Figuur 93: lengteprofiel inmeting en AHN3

Waterpeilen natuurwatertracés:

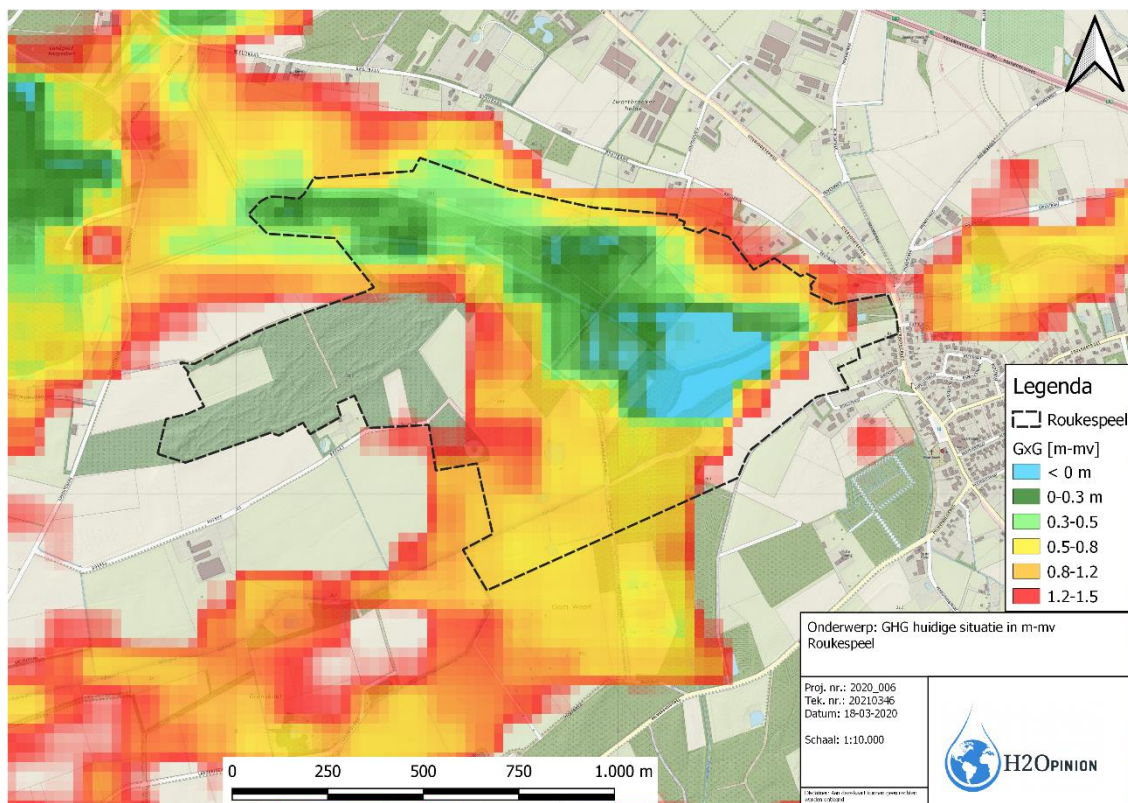
Locatie	Basisafvoer (5% MA; 330 d/j overschreden)	Zomerafvoer (20% MA; 200 d/j overschreden)	Voorjaarsafvoer (30% MA; 80 d/j overschreden)	Winterafvoer (50% MA; 20 d/j overschreden)
G. Kuppenlossing	27,65 m NAP	27,65 m NAP	27,65 m NAP	27,70 m NAP
H. Leukerbeek bij Breibaan	27,65 m NAP	27,65 m NAP	27,65 m NAP	27,75 m NAP
I. uitstroom Kuppenlossing in Leukerbeek	27,65 m NAP	27,65 m NAP	27,65 m NAP	27,70 m NAP



Bijlage 7: GxG ten opzichte van maaiveld

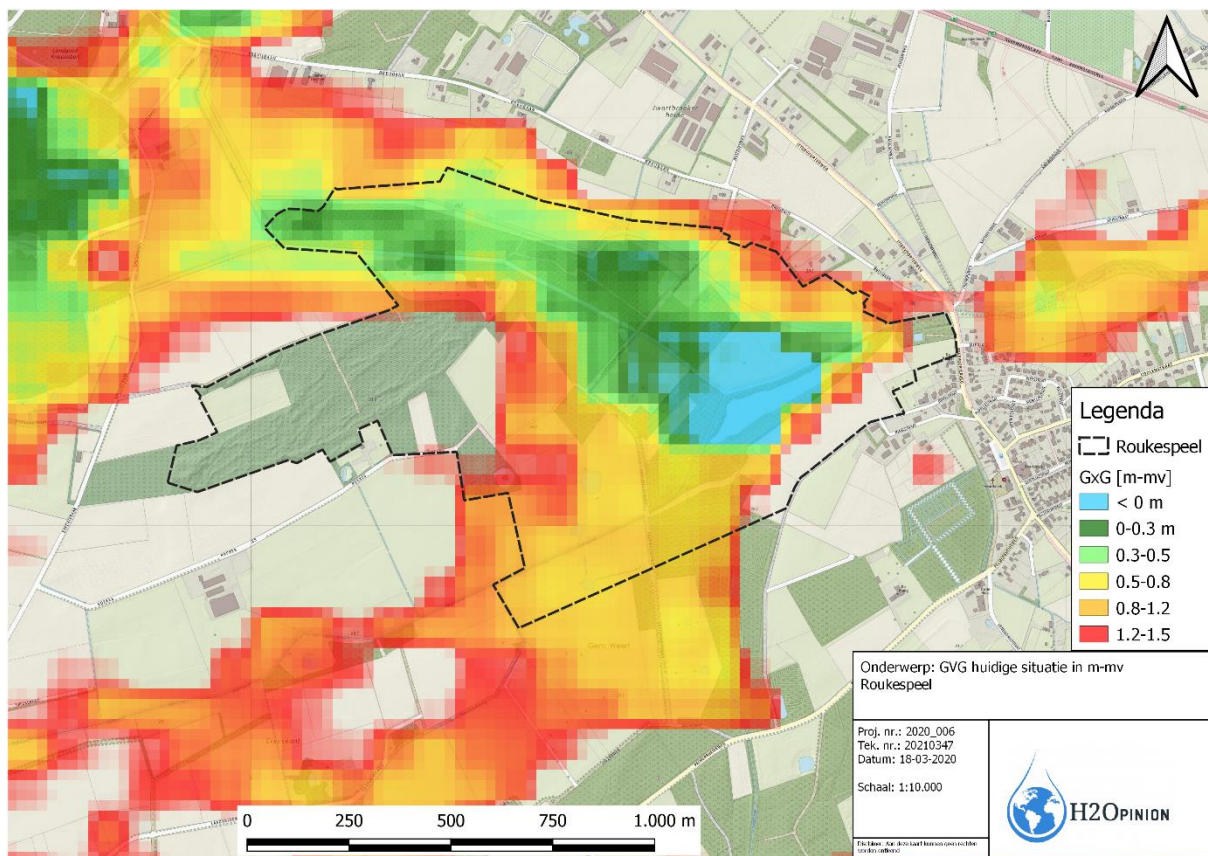


Figuur 94: Grondwatertrappenkaart Nederland²⁴

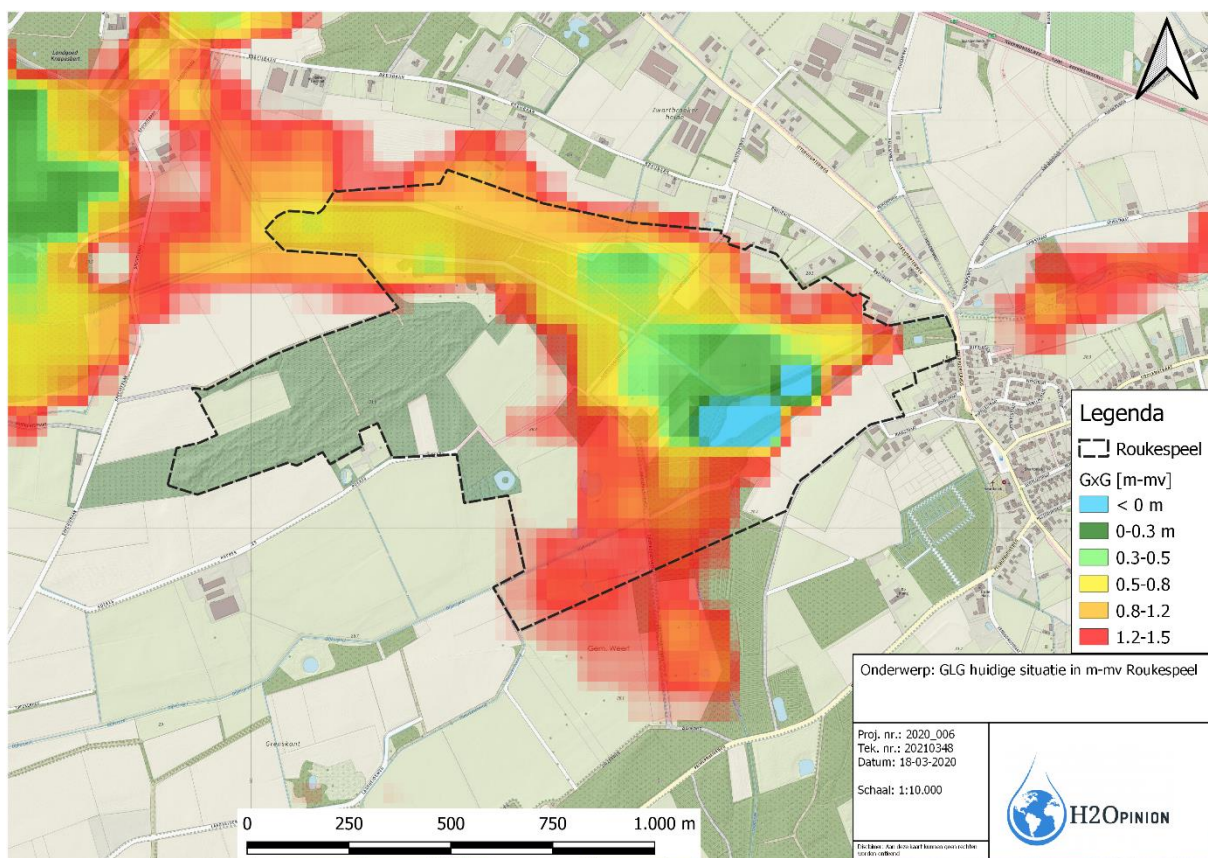


Figuur 95: GHG huidige situatie in meter onder maaiveld

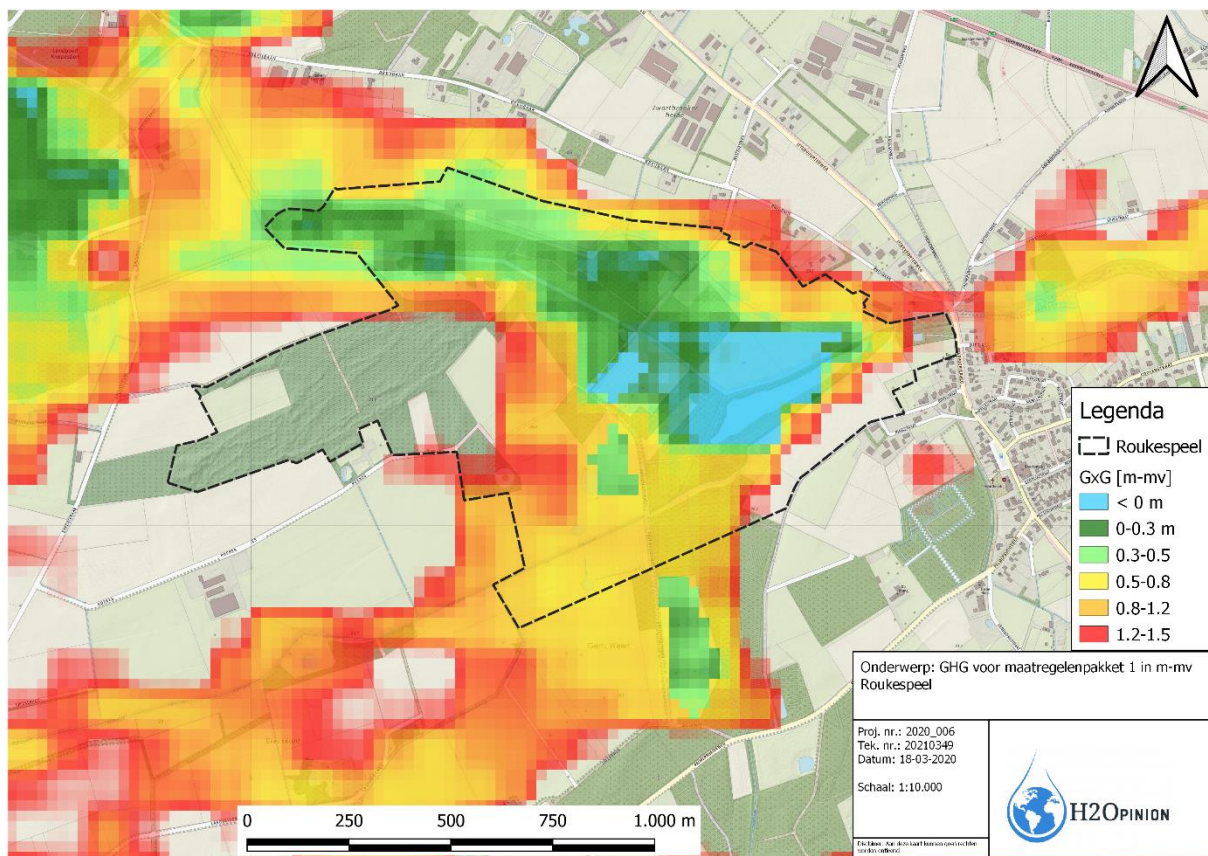
²⁴ Grondwatertrappenkaart Nederland: <http://maps.bodemdata.nl/bodemdata.nl/>



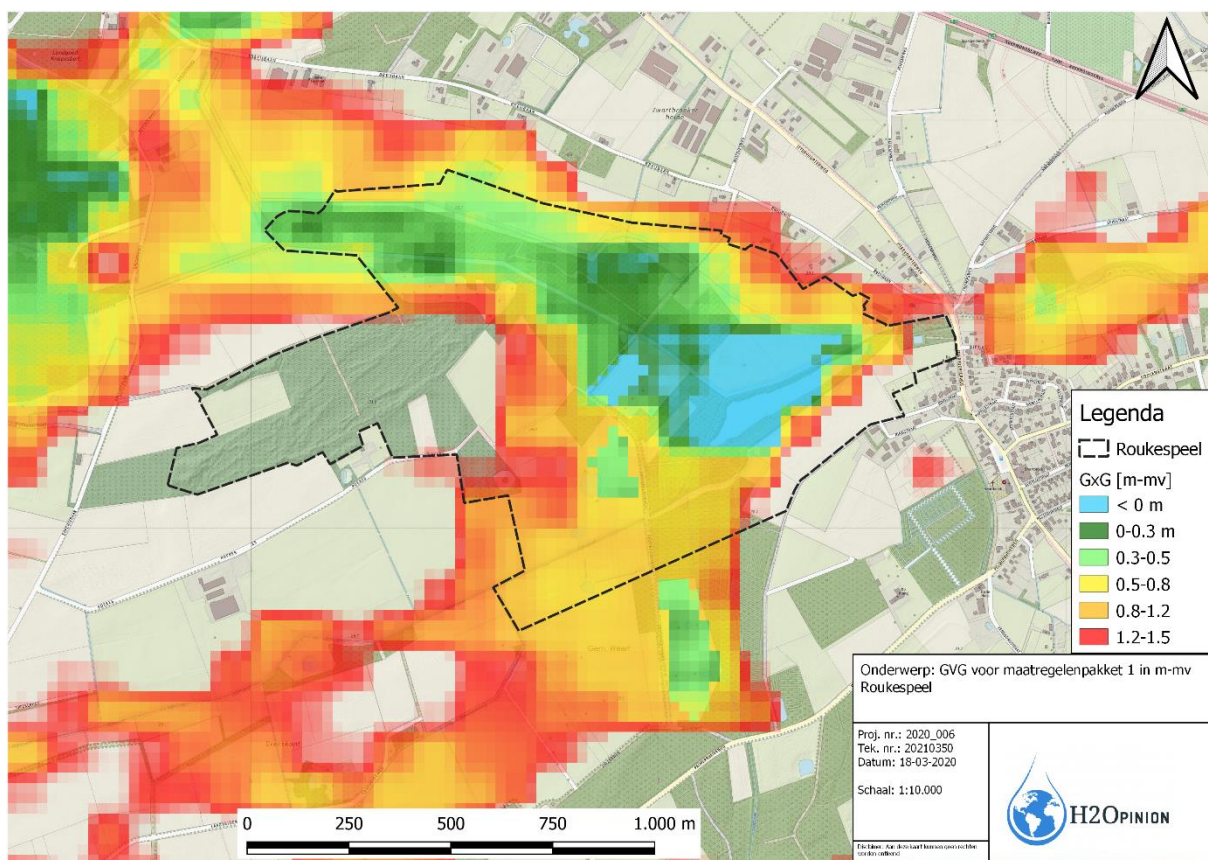
Figuur 96: GVG huidige situatie in meter onder maaiveld



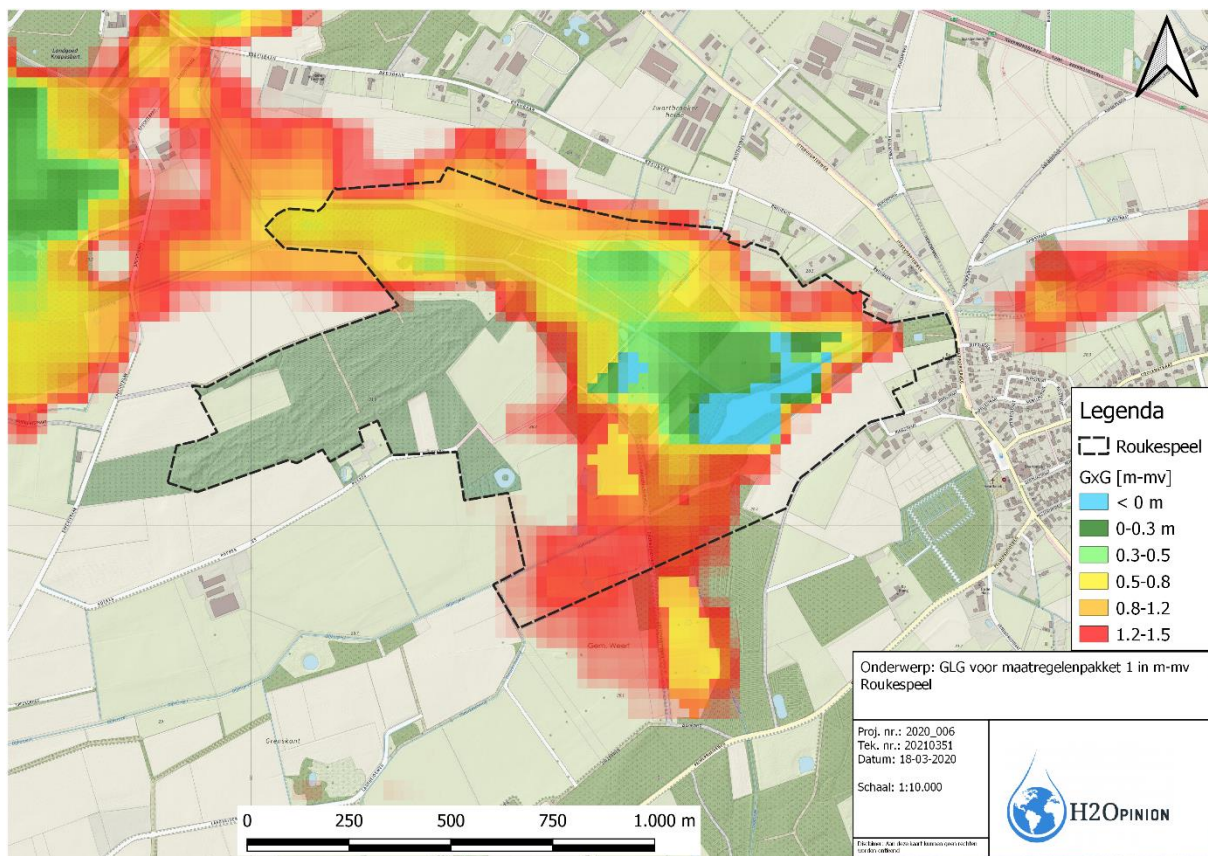
Figuur 97: GLG huidige situatie in meter onder maaiveld



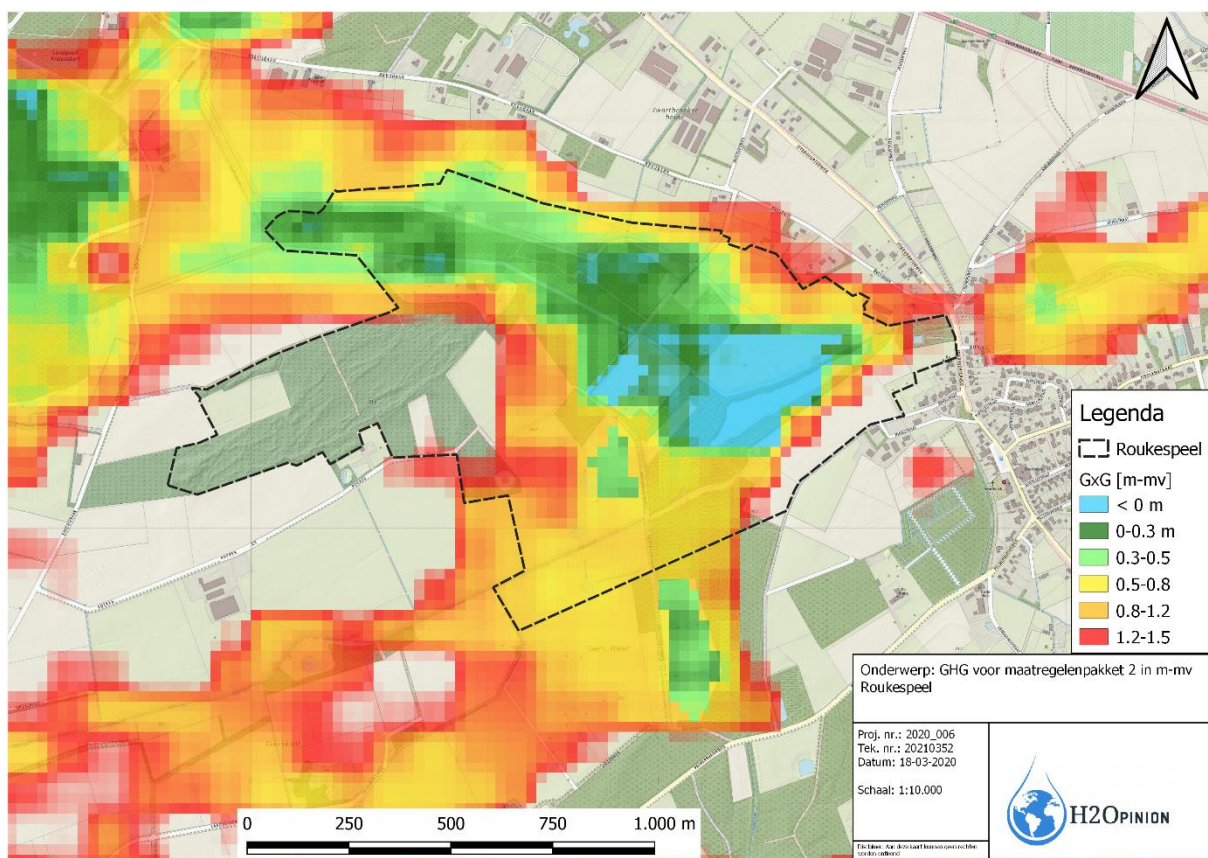
Figuur 98: GHG maatregelpakket 1 in meter onder maaiveld



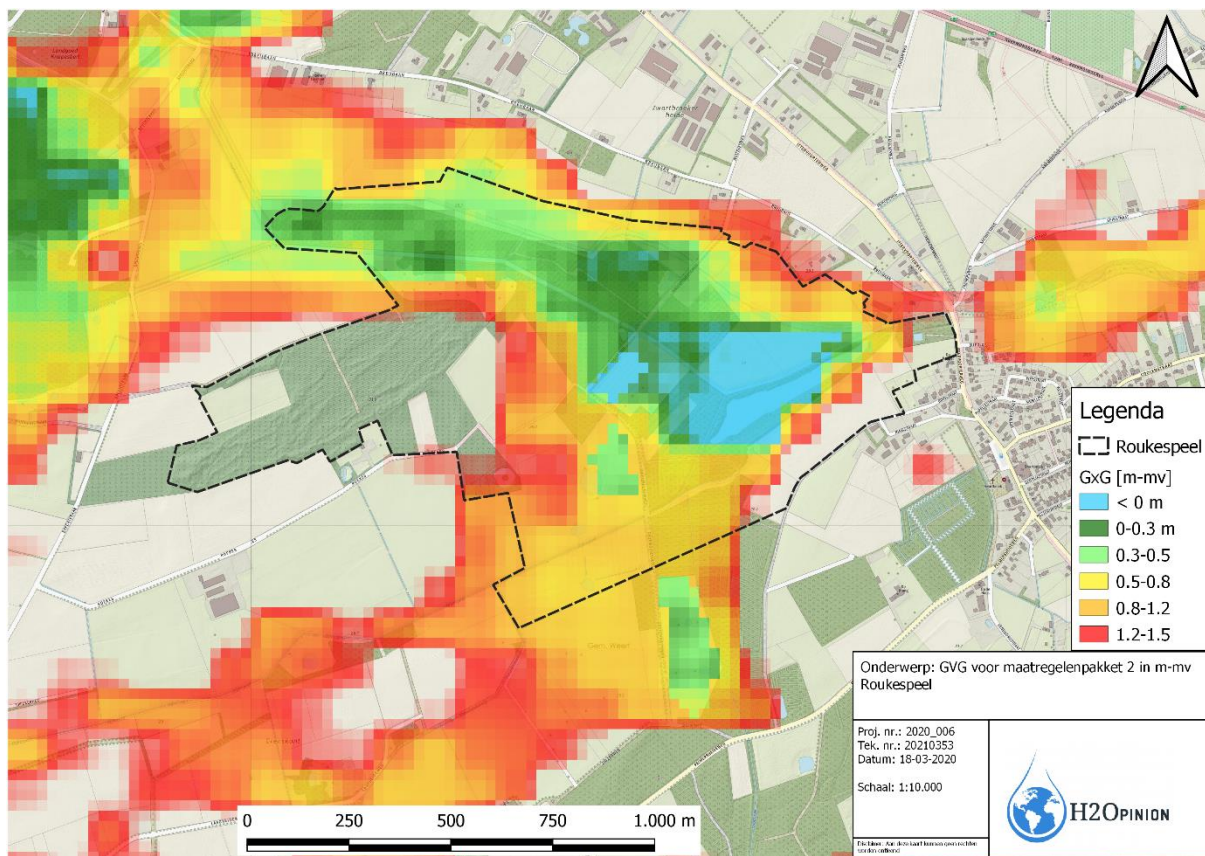
Figuur 99: GVG maatregelpakket 1 in meter onder maaiveld



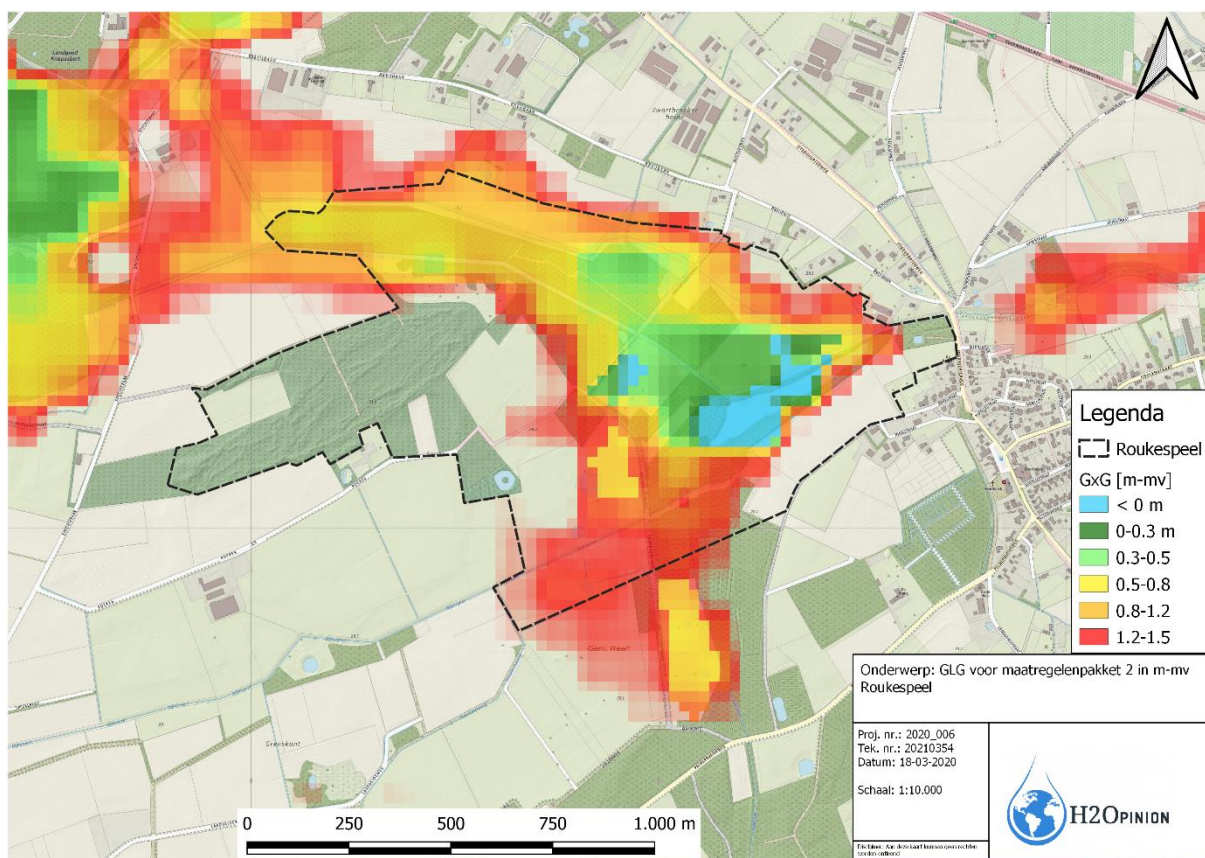
Figuur 100: GLG maatregelpakket 1 in meter onder maaiveld



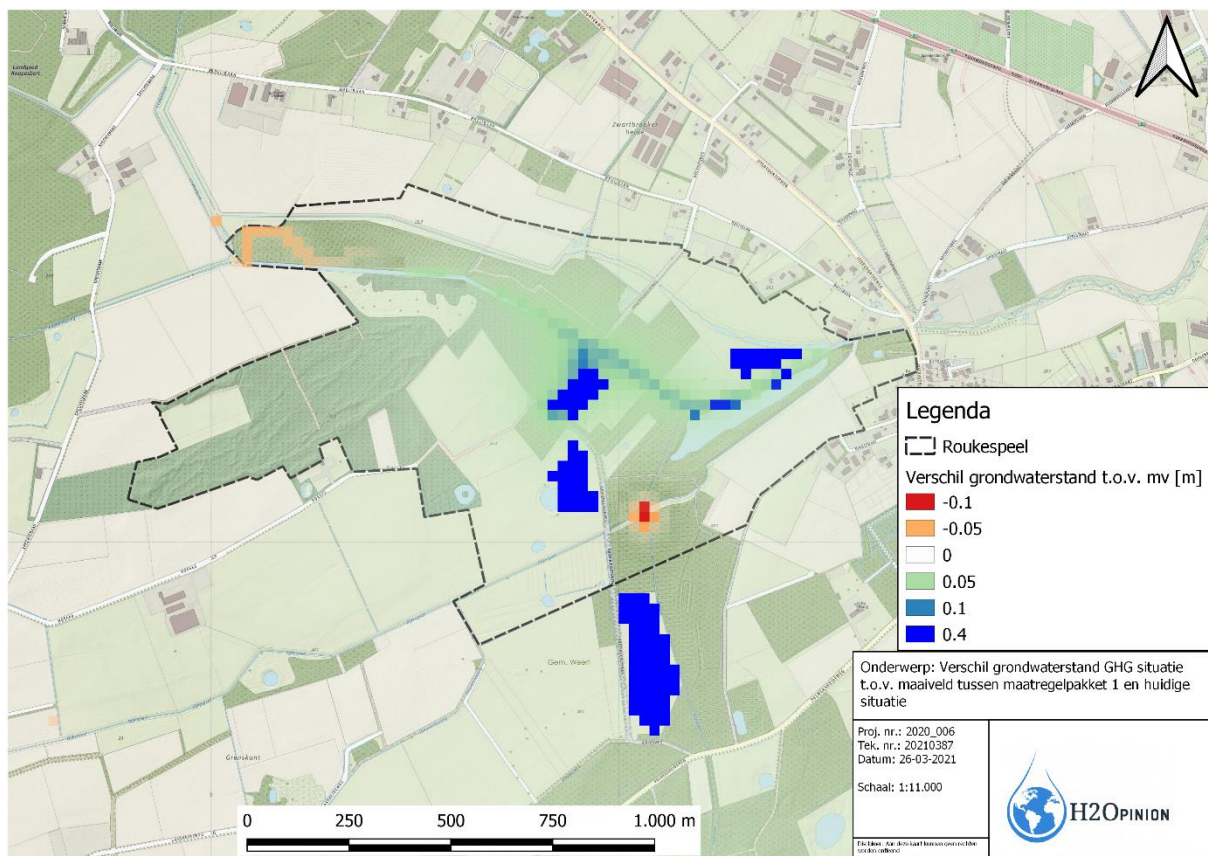
Figuur 101: GHG maatregelpakket 2 in meter onder maaiveld



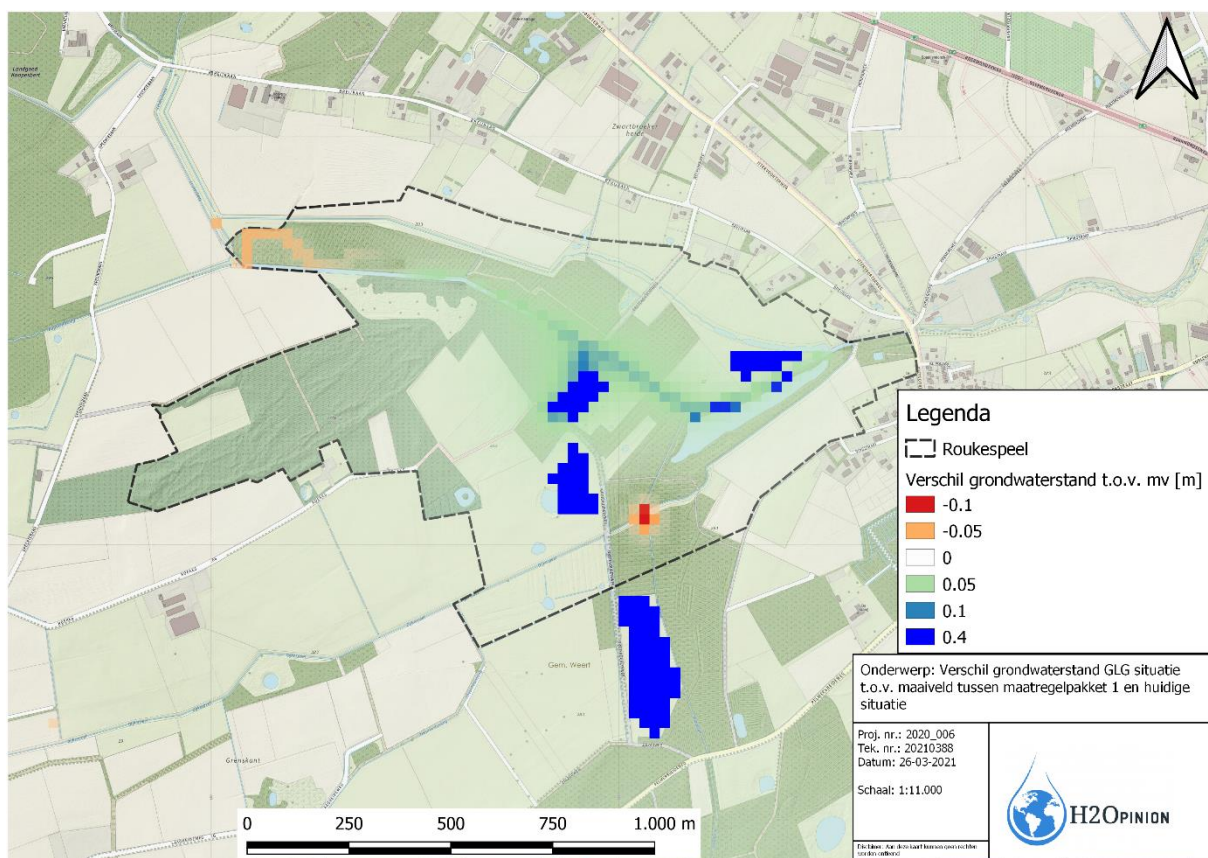
Figuur 102: GVG maatregelpakket 2 in meter onder maaiveld



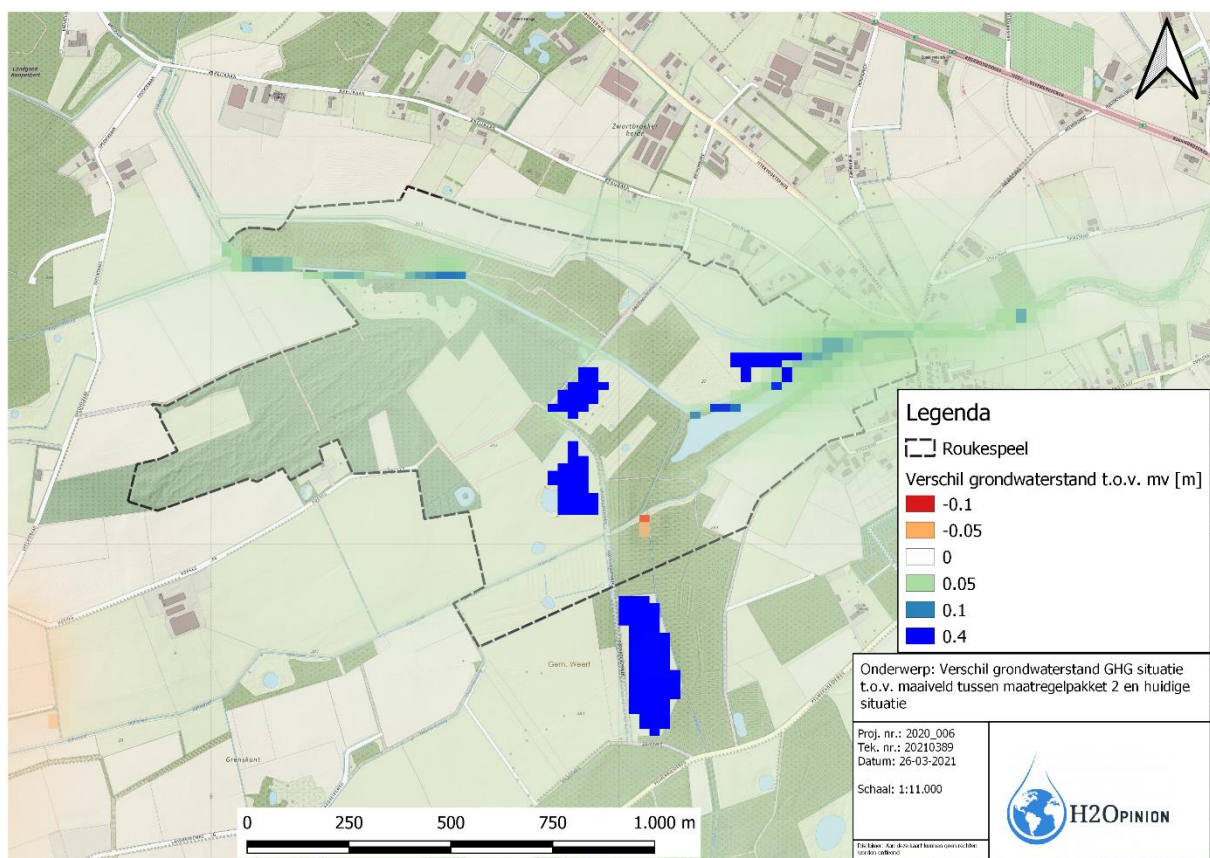
Figuur 103: GLG maatregelpakket 2 in meter onder maaiveld



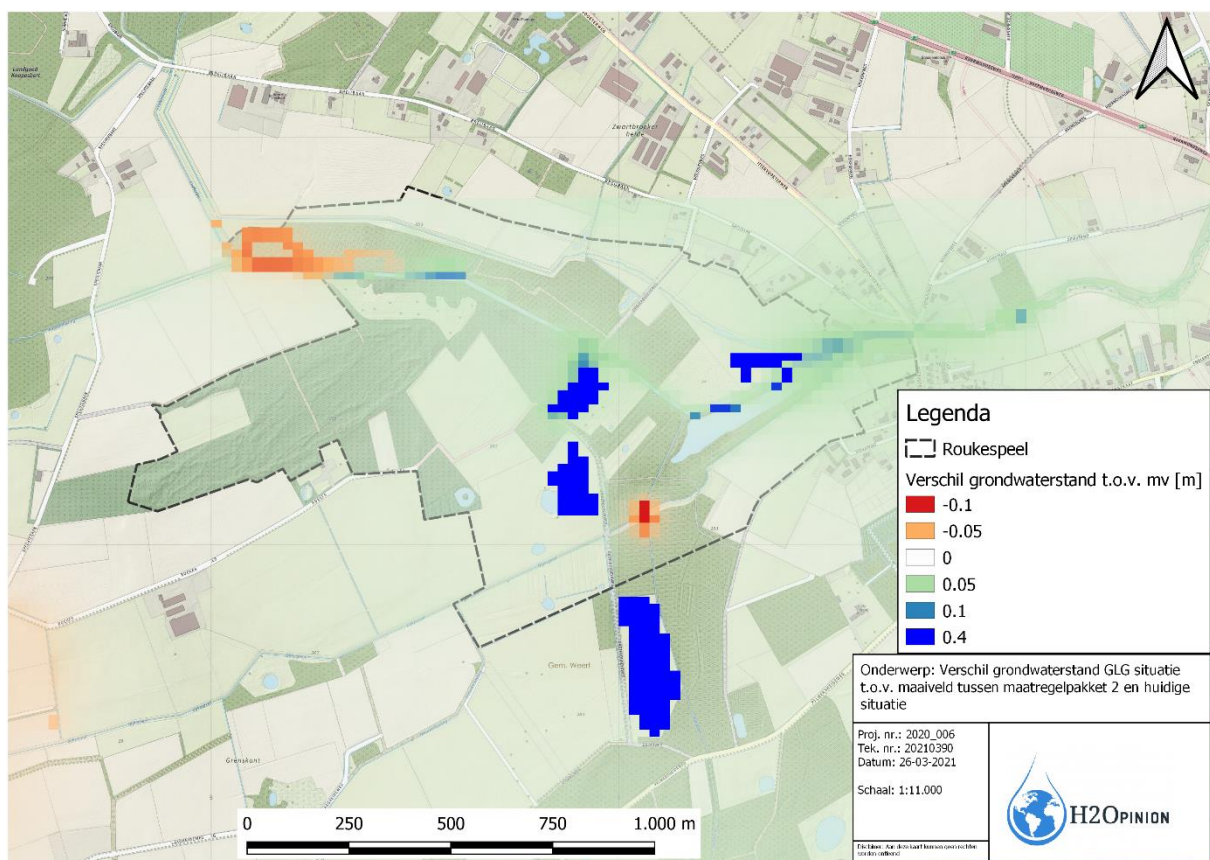
Figuur 104: Verschil GHG t.o.v. maaiveld van maatregelpakket 1 vergeleken met de huidige situatie



Figuur 105: Verschil GHG t.o.v. maaiveld van maatregelpakket 1 vergeleken met de huidige situatie



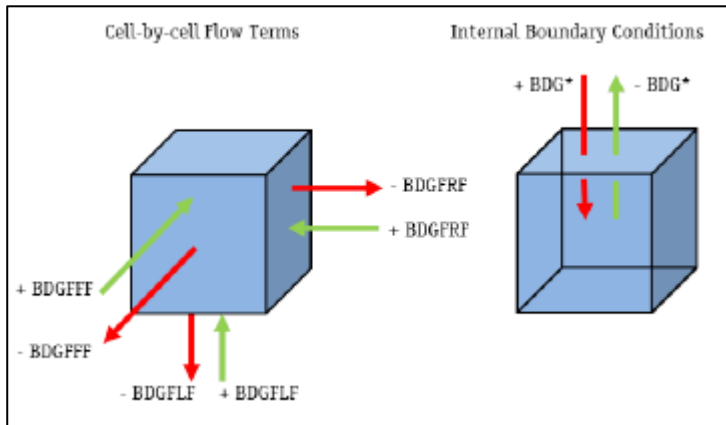
Figuur 106: Vershil GHG t.o.v. maaiveld van maatregelpakket 2 vergeleken met de huidige situatie



Figuur 107: Vershil GLG t.o.v. maaiveld van maatregelpakket 2 vergeleken met de huidige situatie

Bijlage 8: Kwelfluxen

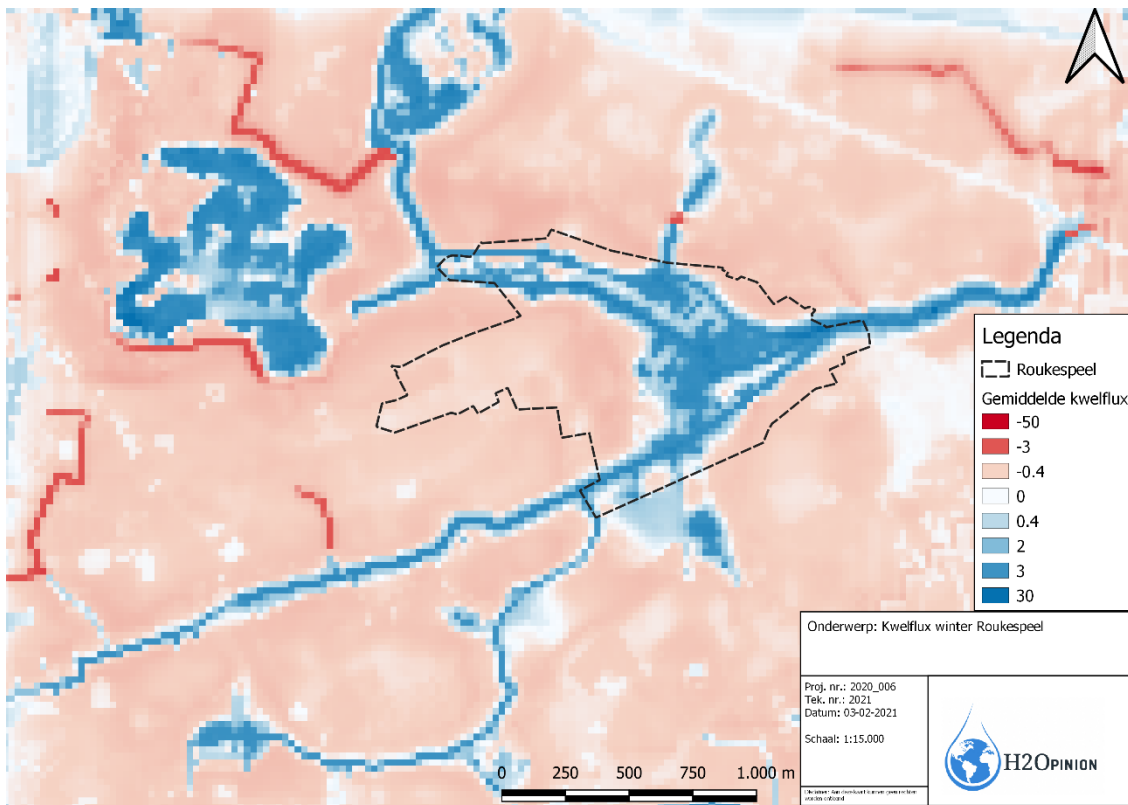
De kwelfluxen zijn bepaald door de gemodelleerde FLF flux per cel te middelen voor de winter- en zomersituaties. De FLF is de



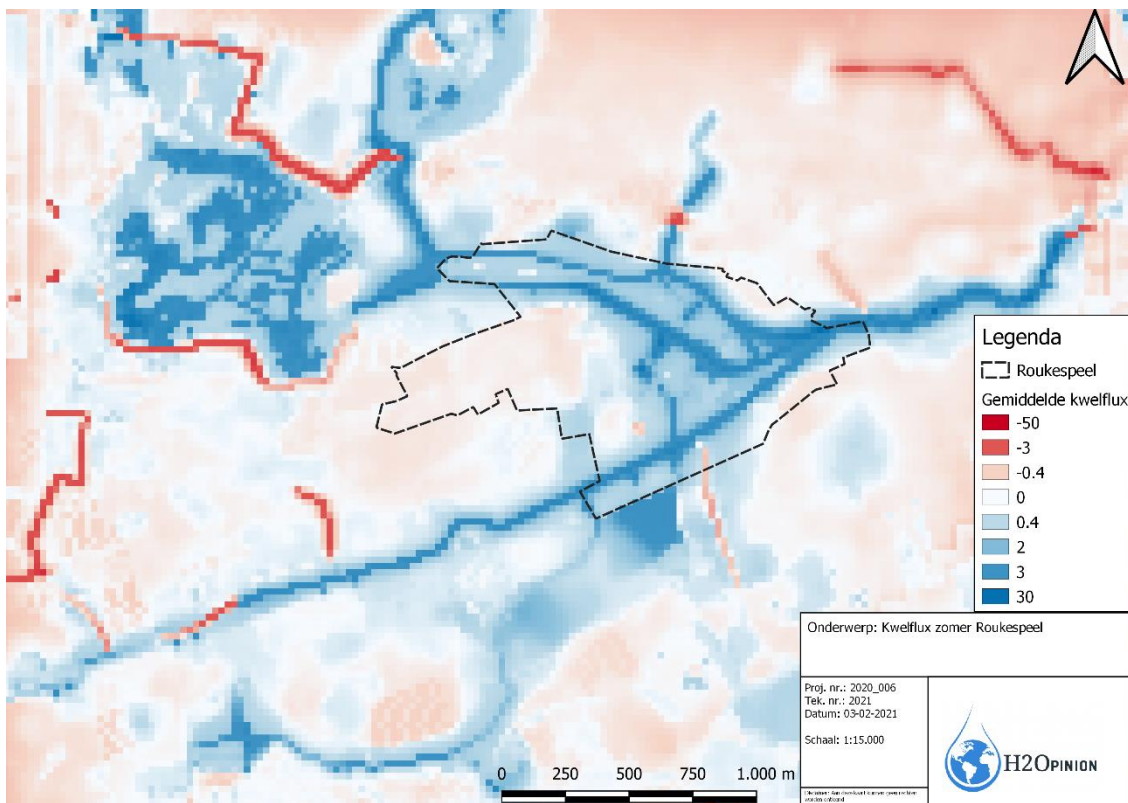
Figuur 108: Fluxen IBRAHYM. Elke cel heeft een lengte en breedte gelijk aan de resolutie en een dikte gelijk aan de dikte van de betreffende laag.

Om de kwelflux te weergeven is de winter van 2003/2004 en de zomer van 2004 als representatief gesteld. Dit betreft een gemiddeld jaar, en een jaar welke volgens de kalibratie bovengemiddeld goed gemodelleerd is.

Huidige situatie

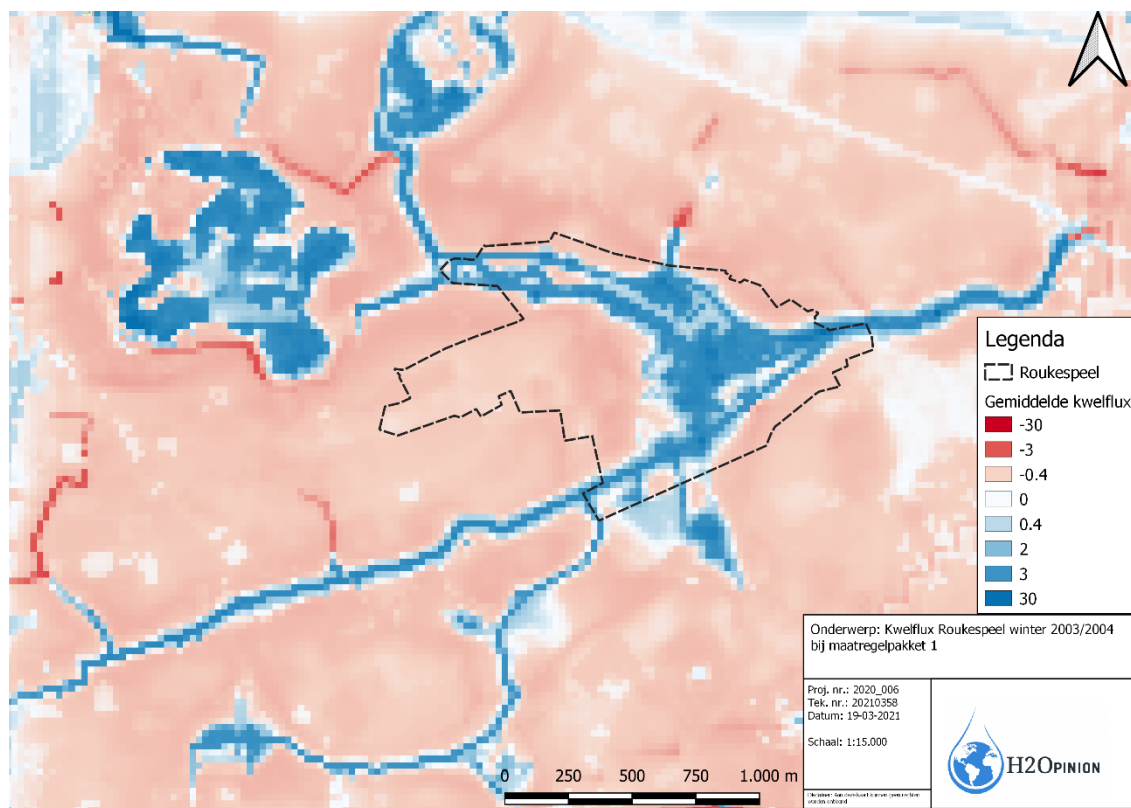


Figuur 109: Gemiddelde kwelflux winter 2003/2004 voor de huidige situatie. Blauwe tinten (positieve waarden) betekenen een kwelflux, rode tinten (negatieve waarden) betekenen een infiltratieflux.

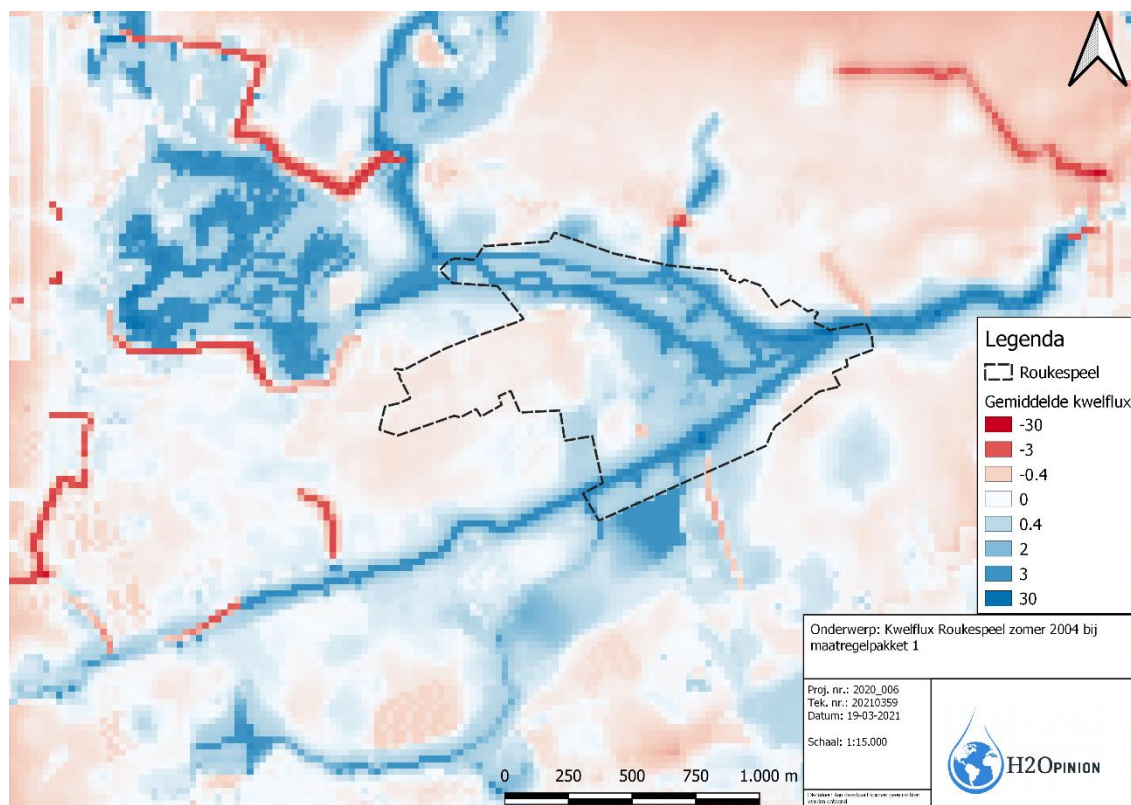


Figuur 110: Gemiddelde kwelflux zomer 2003/2004 huidige situatie. Blauwe tinten (positieve waarden) betekenen een kwelflux, rode tinten (negatieve waarden) betekenen een infiltratieflux.

Maatregelpakket 1:

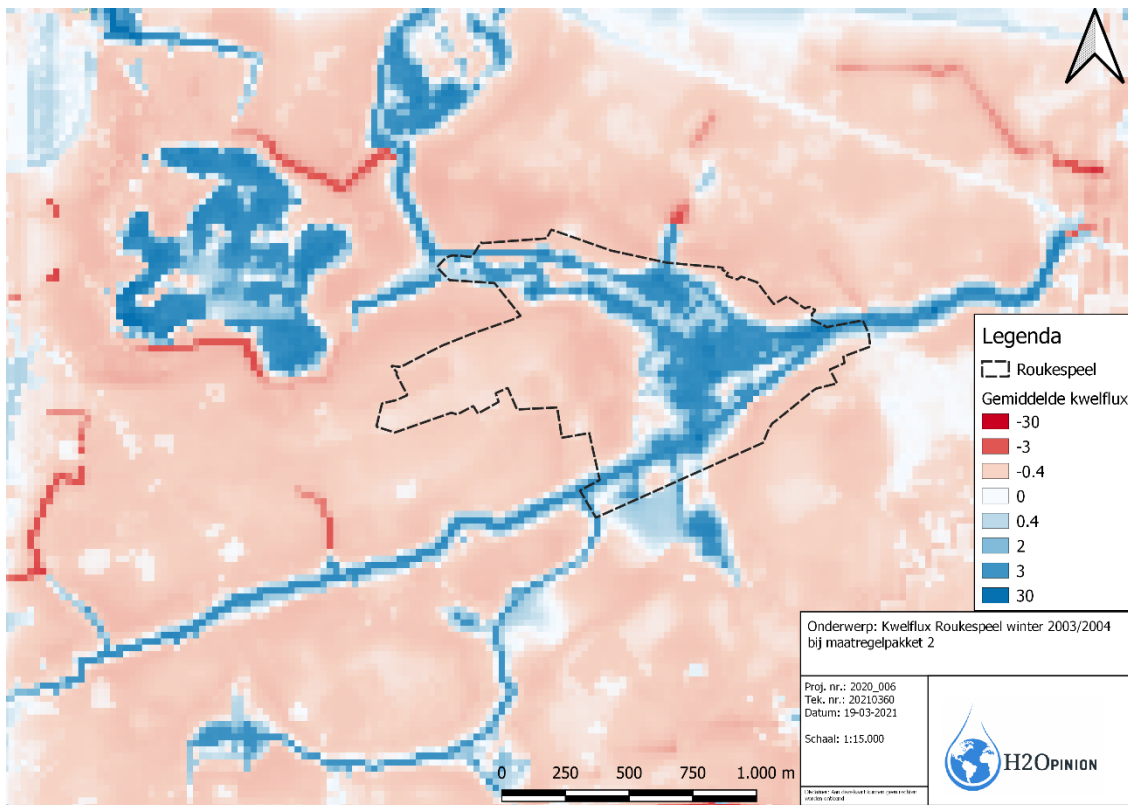


Figuur 111: Gemiddelde kwelflux winter 2003/2004 voor maatregelpakket 1. Blauwe tinten (positieve waarden) betekenen een kwelflux, rode tinten (negatieve waarden) betekenen een infiltratieflux.

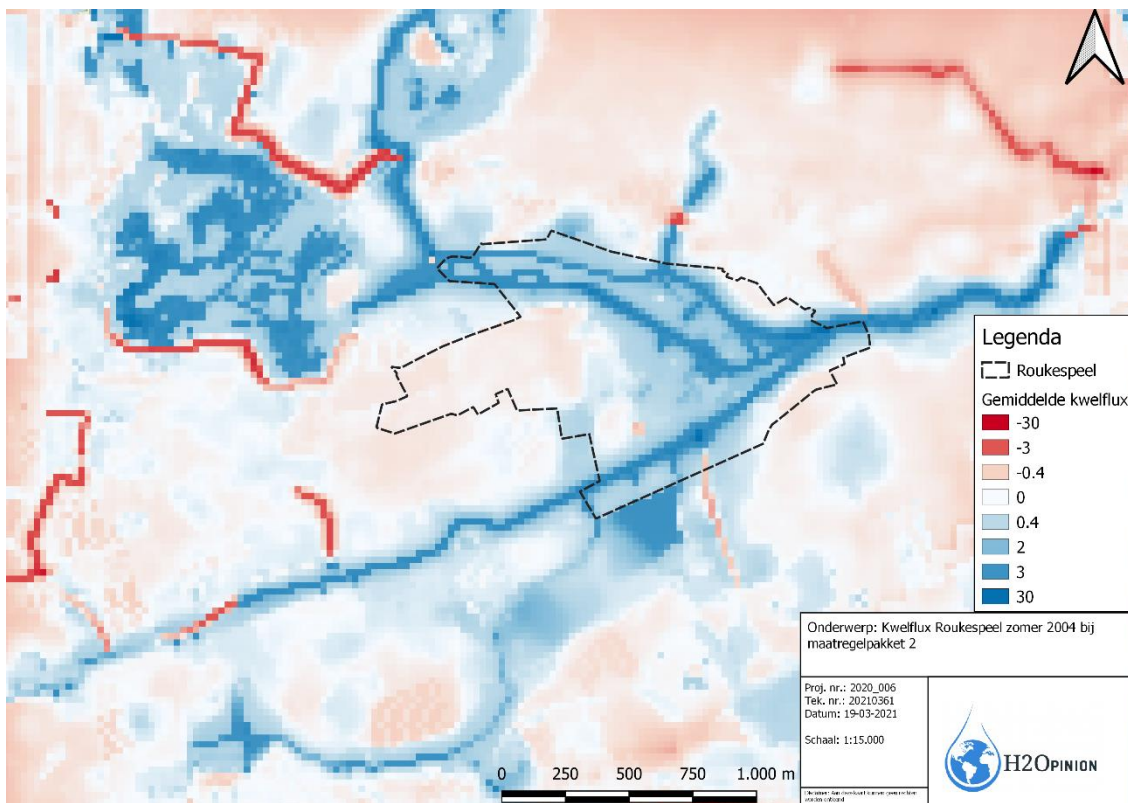


Figuur 112: Gemiddelde kwelflux zomer 2004 maatregelpakket 1. Blauwe tinten (positieve waarden) betekenen een kwelflux, rode tinten (negatieve waarden) betekenen een infiltratieflux.

Maatregelpakket 2

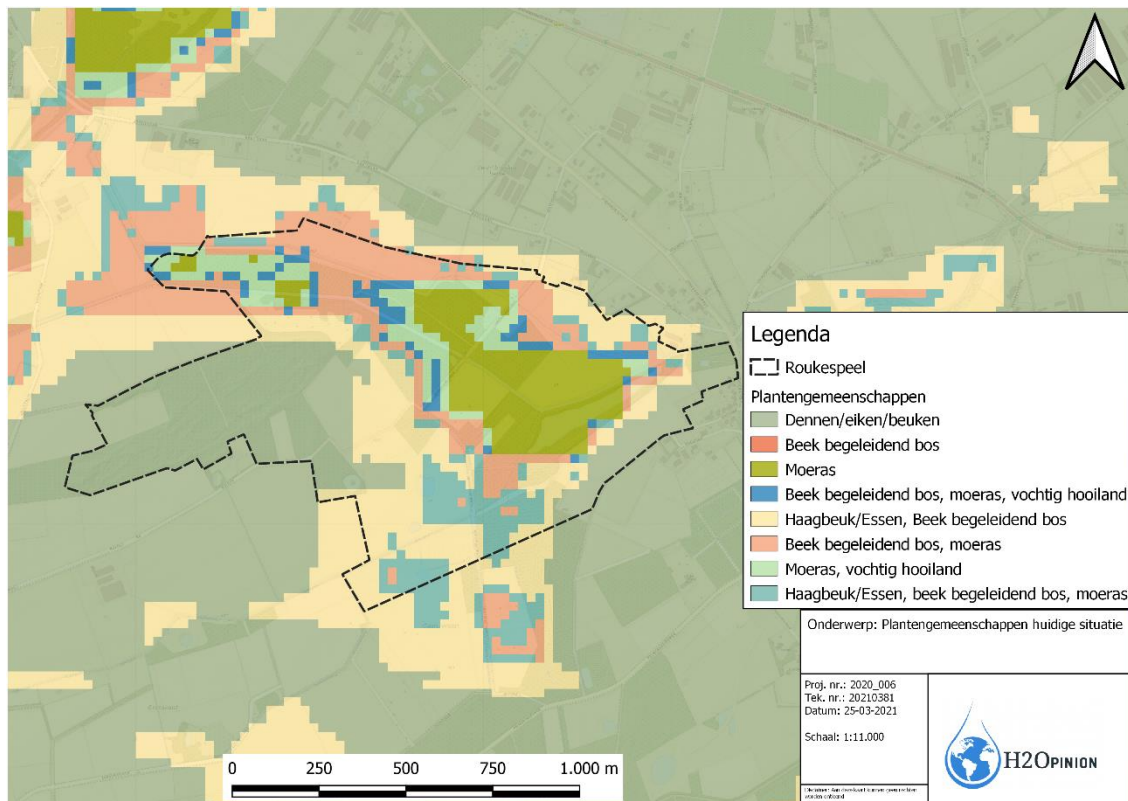


Figuur 113: Gemiddelde kwelflux winter 2003/2004 voor maatregelpakket 2. Blauwe tinten (positieve waarden) betekenen een kwelflux, rode tinten (negatieve waarden) betekenen een infiltratieflux.

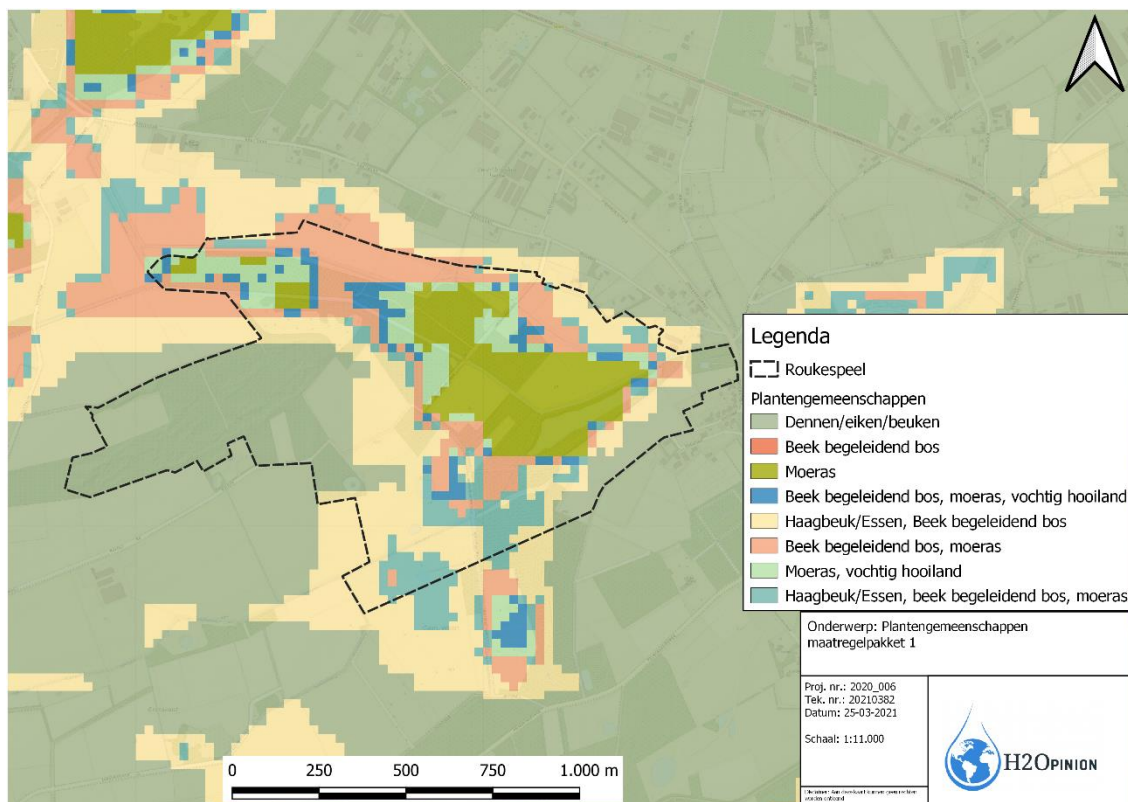


Figuur 114: Gemiddelde kwelflux zomer 2004 maatregelpakket 2. Blauwe tinten (positieve waarden) betekenen een kwelflux, rode tinten (negatieve waarden) betekenen een infiltratieflux.

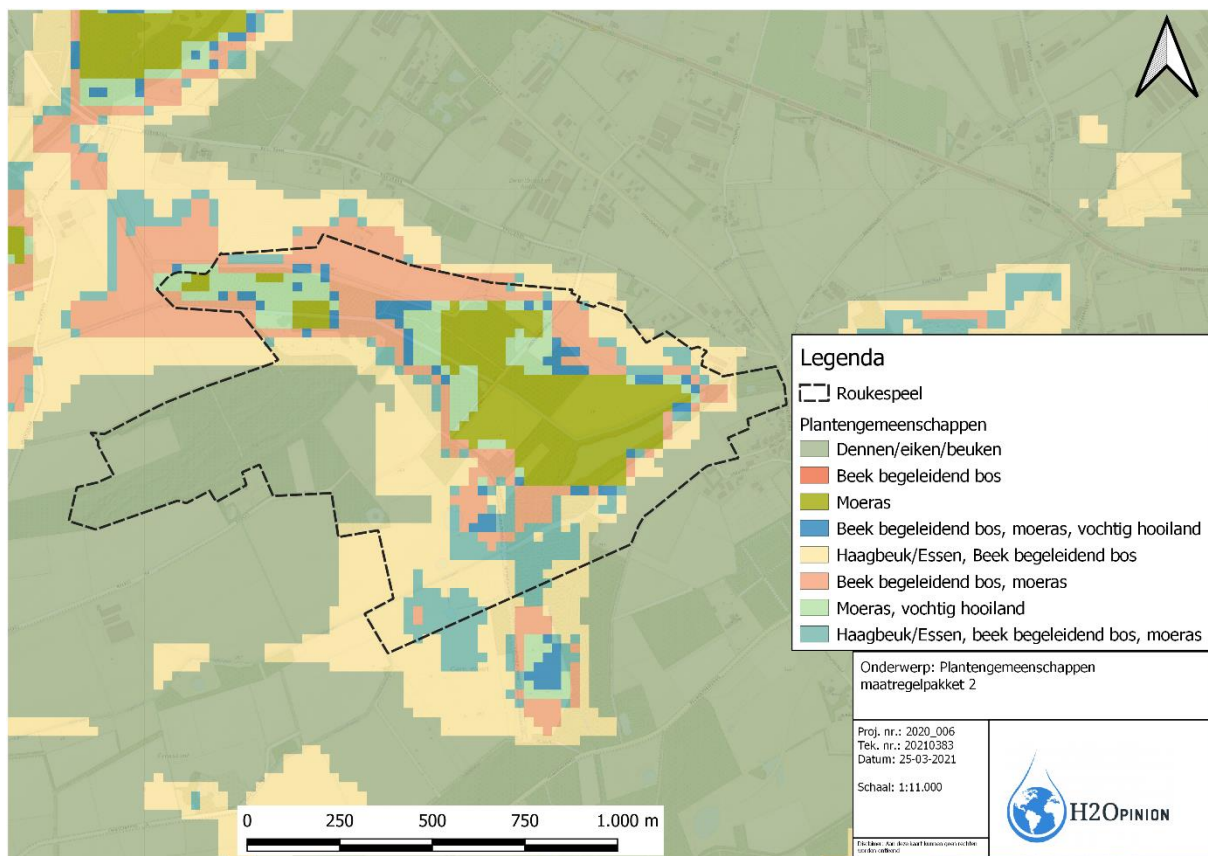
Bijlage 9: Plantengemeenschappen



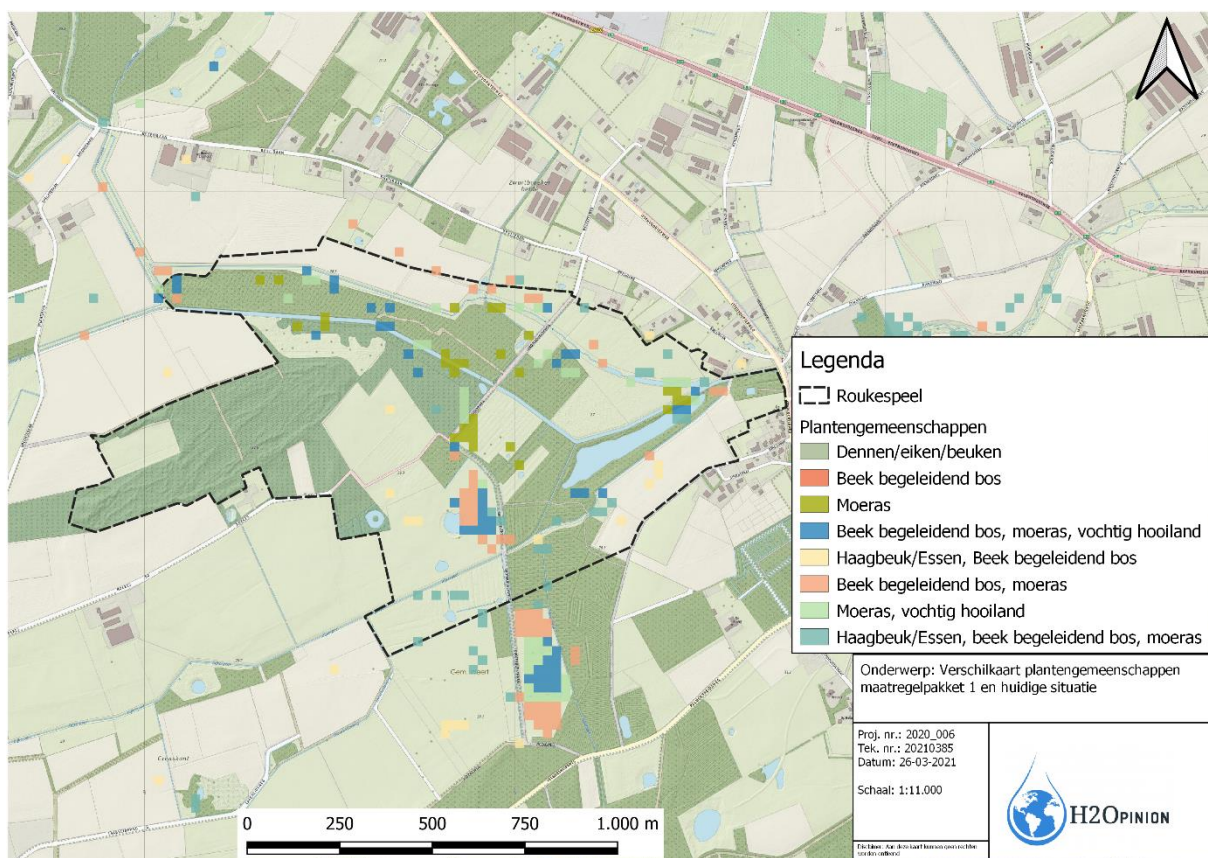
Figuur 115: Ideale plantengemeenschappen huidige situatie op basis van de geohydrologische omstandigheden.



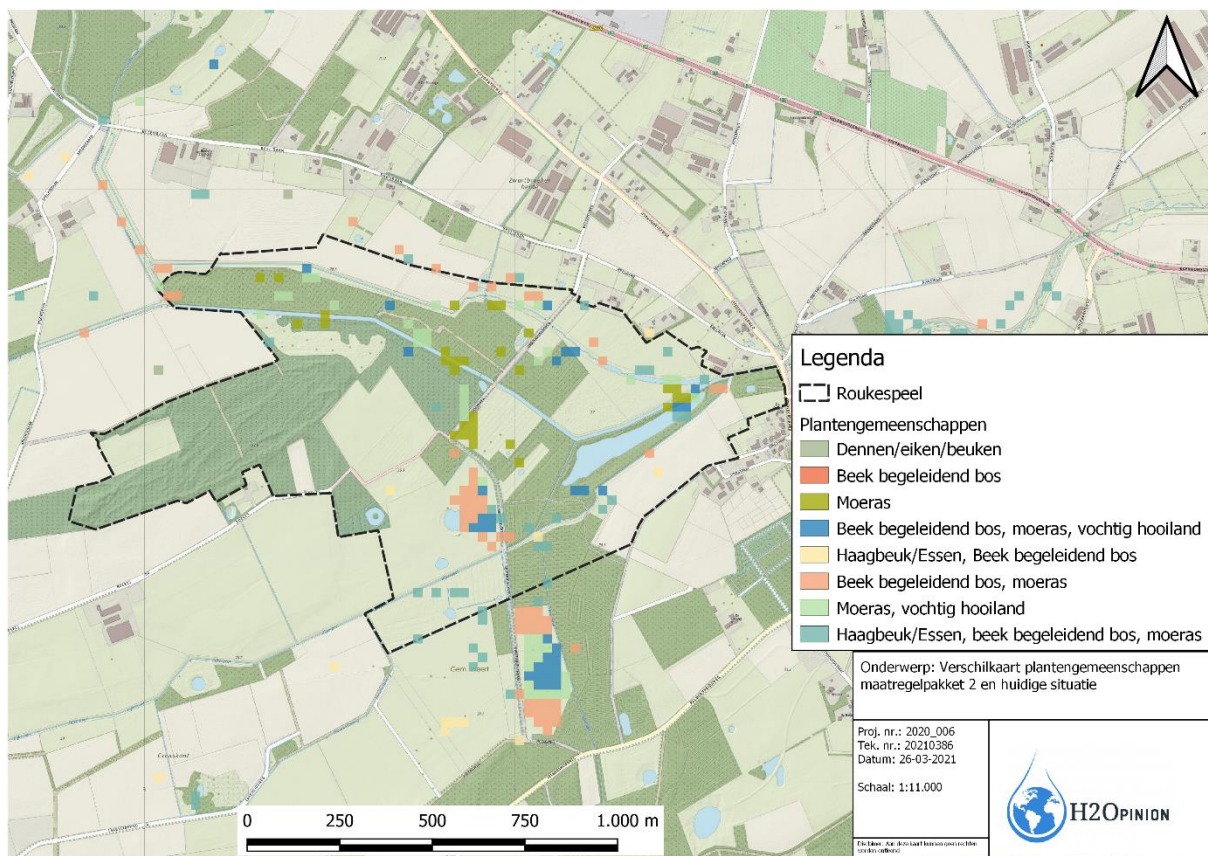
Figuur 116: Ideale plantengemeenschappen maatregelpakket 1 op basis van de geohydrologische omstandigheden.



Figuur 117: Ideale plantengemeenschappen maatregelpakket 2 op basis van de geohydrologische omstandigheden.



Figuur 118: Verschillen in ideale plantengemeenschappen tussen maatregelpakket 1 en de huidige situatie.



Figuur 119: Verschillen in ideale plantengemeenschappen tussen maatregelpakket 2 en de huidige situatie

Bijlage 10: Lengteprofiel maatregelpakket 1

