

GGOR-natuur Vledders en Leijer Hooilanden

fase 1 - systeemanalyse

fase 2 - GGOR- en WB21-maatregelen

Definitief

Waterschap Drents Overijsselse Delta

Sweco Nederland B.V.
Groningen, 22 mei 2017

Verantwoording

Titel : GGOR-natuur Vledders en Leijer Hooilanden

Subtitel : fase 1 - systeemanalyse
fase 2 - GGOR- en WB21-maatregelen

Projectnummer : 348119

Referentienummer : 348119-BdG/SS

Revisie : D2

Datum : 22 mei 2017

Auteur(s) : S. Schunselaar, I.Vreugdenhil, B. de Greeff, C. Aggenbach (Palu-
dosa Research), A. Grootjans (op eigen titel)

E-mail adres : bert.degreeff@sweco.nl

Gecontroleerd door : B. de Greeff

Paraaf gecontroleerd :

Goedgekeurd door : Y. de Leeuw

Paraaf goedgekeurd :

Contact : Sweco Nederland B.V.
Rozenburglaan 11
9727 DL Groningen
Postbus 7057
9701 JB Groningen
T +31 88 811 66 00
www.sweco.nl

Inhoudsopgave

1	INLEIDING	5
1.1	AANLEIDING.....	5
1.2	DOEL.....	5
1.3	WERKWIJZE EN VERANTWOORDING	5
1.4	LEESWIJZER.....	6
2	ACTUELE SITUATIE (AGOR)	7
2.1	LANDSCHAP	7
2.2	MAAIVELDHOOGTE	7
2.3	ONTSTAANGSGESCHIEDENIS	7
2.4	DIEPE EN ONDIEPE BODEMOPBOUW	10
2.5	GEOHYDROLOGISCHE SCHEMATISATIE	13
2.6	OPPERVLAKTEWATERSYSTEEM	14
2.6.1	<i>Reguliere situatie</i>	14
2.6.2	<i>Natte situatie</i>	15
2.7	GRONDWATER	17
2.7.1	<i>Regionale grondwatersysteem</i>	17
2.7.2	<i>Lokale grondwatersysteem</i>	18
2.8	WATER- EN BODEMKWALITEIT	22
2.8.1	<i>jaren 90</i>	22
2.8.2	<i>Water en bodemkwaliteitsonderzoek 2016</i>	22
2.9	NATUUR.....	23
3	OPTIMALE SITUATIE (OGOR)	25
3.1	PLANOLOGISCH KADER	25
3.2	KADERRICHTLIJN WATER	26
3.3	NATUURDOELEN VLEDDERS EN LEIJER HOOILANDEN	26
3.4	HYDROLOGISCHE RANDVOORWAARDEN NATUUR	27
3.4.1	<i>Inleiding</i>	27
3.4.2	<i>GxGs</i>	27
3.4.3	<i>Waterkwaliteit</i>	28
3.5	INRICHTINGSMAATREGELEN OGOR NATUUR VLEDDERS EN LEIJER HOOILANDEN	28
4	EFFECTEN MAATREGELEN OGOR NATUUR	30
4.1	ALGEMEEN	30
4.2	OPTIMALISATIE WATERPEIL	30
4.3	EFFECT OP GVG/GG SITUATIE	31
4.4	EFFECT OP GLG	32
4.5	TOETS NATUURDOELEN	34
4.6	TOETS EFFECTEN OMLIGGENDE BELANGEN.....	37
5	UITWERKING WATERBERGING (WB21)	39
5.1	ALGEMEEN	39
5.2	UITGANGSPUNTEN	39
5.3	BERGINGSCAPACITEIT.....	39
5.4	WATERKWALITEIT	40

5.5	MAATREGELEN VOOR WATERBERGING	41
6	GGOR NATUUR.....	42
6.1	VISIE OP GEBIED.....	42
6.2	MAATREGELENKAART GGOR.....	42
6.2.1	<i>Verondiepen sloten en Streitenvaart</i>	<i>43</i>
6.2.2	<i>Plaggen</i>	<i>43</i>
6.2.3	<i>GGOR-stuw.....</i>	<i>44</i>
6.3	KOSTEN INDICATIE.....	45
7	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	47
Bijlagen		

- Bijlage 1: Topografische kaart en situering raaien
- Bijlage 2: Maaiveldhoogte (AHN 2)
- Bijlage 3: Bodemkaart (1994)
- Bijlage 4: Veendikte kaart Alterra (2014)
- Bijlage 5: BIS systeem Alterra
- Bijlage 6: Ruimtelijke verbreiding van de watervoerende en slechtdoorlatende lagen
- Bijlage 7: Regionaal watersysteem
- Bijlage 8: Waterstanden (AHN 2)
- Bijlage 9: Regionale stijghoogten GLG en GHG
- Bijlage 10: Analyse bodem- en waterkwaliteit
- Bijlage 11: Beheertypekaart (GLG en GHG)
- Bijlage 12: Grondwatermodellering
- Bijlage 13: Scenario Maximum peil zonder afvoer
- Bijlage 14: Scenario max peil NAP +1,50m
- Bijlage 15: Scenario max peil NAP +1,30m met plaggen
- Bijlage 16: Maatregelenkaart
- Bijlage 17: Aandachtlocaties
- Bijlage 18: Eigendomskaart
- Bijlage 19: Kostenindicatie

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Waterschap Drents Overijsselse Delta is al geruime tijd bezig het waterhuishoudkundig systeem van de Reest en het omliggende gebied te optimaliseren ten aanzien van antiverdroging (Gewenst grond- en oppervlaktewater regime voor natuur (GGOR)), Kaderrichtlijn Water (KRW) en waterberging (WB21). Het afgelopen jaar zijn GGOR en WB21 maatregelen uitgevoerd in de middenloop van de Reest.

In de afgelopen periode is via de landinrichting Staphorst via grondruil/aankoop bijna het volledige gebied van De Vledders en Leijerhooilanden vrij gemaakt. Dit is voor waterschap en Landschap Overijssel reden om onderzoek te laten uitvoeren naar de inrichtingsmogelijkheden. Dit gebied kenmerkt zich als een ijzerrijk veensysteem met hoge kweldruk en grote potenties. Daarom is het Deskundigen Team Beekdallandschap (DT Beekdallandschap, de heren A.P. Grootjans en C.J.S. Aggenbach) gevraagd mee te denken over het benutten van de mogelijkheden en als denktank te fungeren.

Naast het uitwerken van een GGOR-natuur heeft het gebied ook een WB21-doelstelling. De beoogde bergingsdoelstelling bedraagt 400.000 m³. Om dit te behalen is in 2012 een aantal aanpassingen aan het gemaal/stuw voorgesteld. Omdat het gebied nu volledig ingericht kan worden als natuur heeft dit mogelijk consequenties voor de wijze waarop de bergingsdoelstelling het beste kan worden gerealiseerd.

1.2 Doel

Het waterschap heeft Sweco opdracht verstrekt voor het uitvoeren van een GGOR-onderzoek voor De Vledders en Leijerhooilanden. Het gaat hierbij om het vaststellen van het GGOR voor het natuurgebied en het invullen van de WB21-opgave, rekening houdend met de overige functies in en rondom het gebied. Bij deze GGOR/WB21-opgave behoort een maatregelpakket. Dit maatregelpakket bevat maatregelen die op korte termijn zijn te realiseren.

Het GGOR vaststellen is een gezamenlijk proces tussen waterschap en grondeigenaren in het gebied. Dit onderzoek ondersteunt het waterschap bij dit proces.

Met dit onderzoek worden de volgende onderzoeksvragen beantwoord:

- Welke hydro-ecologische potenties heeft het gebied Vledders en Leijerhooilanden en op welke wijze worden deze optimaal benut in combinatie met bestaande functies in het omliggende gebied?
 - Hoe creëren we optimale randvoorwaarden voor ontwikkeling van de natuurdoelen?
 - Wat zijn de effecten op de omgeving?
- Op welke manier kan de WB21-opgave zo effectief mogelijk worden ingevuld en welke maatregelen dienen hiervoor genomen te worden?

1.3 Werkwijze en verantwoording

Het project is uitgevoerd in twee fasen:

Fase 1

1. Systeemanalyse
2. Quickscan modellen

3. Uitwerken maatregelen op hoofdlijnen
4. Aanscherpen onderzoeksvragen

Fase 2

5. Toetsen maatregelen met grondwatermodel en GIS analyses
6. Zo nodig aanpassen maatregelen op basis van de opgedane inzichten.

In het hoofdrapport is het GGOR maatregelenplan uitgewerkt. De overige doorgerkende verkennende scenario's zijn opgenomen in de bijlagen.

De resultaten zijn besproken met een werkgroep met medewerkers van het waterschap en Overijssels Landschap. Voor het onderdeel bodem- en waterkwaliteit is in samenwerking met de deskundigen Aggenbach en Grootjans veldonderzoek uitgevoerd. De resultaten zijn geïnterpreteerd door de deskundigen om de natuurpotenties van het gebied te bepalen.

1.4 Leeswijzer

Het rapport is opgebouwd uit verschillende hoofdstukken die in lijn liggen met de GGOR-systeematiek. In hoofdstuk 2 wordt de actuele situatie (AGOR) beschreven. Hoofdstuk 3 behandelt de optimale situatie (OGOR). De effecten van het OGOR natuur worden in hoofdstuk 4 beschreven evenals het effect hiervan op omliggende belangen. De waterbergingsfunctie van het gebied is beschouwd in hoofdstuk 5. De uiteindelijke GGOR-natuur voor het plangebied is in hoofdstuk 6 beschreven met bijbehorend maatregelenpakket en kostenindicatie. Ten slotte zijn in hoofdstuk 7 conclusies en aanbevelingen voor het vervolg opgenomen.

2 Actuele situatie (AGOR)

Met behulp van beschikbare meetgegevens (aquallevels, grondwatermeetpunten), kaarten (GIS-data) en literatuur is een watersysteemanalyse uitgevoerd van het studiegebied. De watersysteemanalyse beschrijft het huidige grond- en oppervlaktewatersysteem.

De actuele situatie is beschreven in twee delen. Eerst is een algemene beschrijving gemaakt van de relevante onderdelen landschap en historie, geomorfologie en regionaal grondwatersysteem van het gehele studiegebied en haar omgeving (stroomgebied de Reest en Westerhuizingerveld). Vervolgens is ingezoomd op het studiegebied Vledders en Leijer Hooilanden aan de hand van een drietal dwarsdoorsneden.

2.1 Landschap

De Vledders en Leijer Hooilanden is een “zijtak” van het beekdal van de Reest, gesitueerd ter hoogte van de benedenloop van de Reest, ten zuidwesten van IJhorst. Landschappelijk is het een bijzonder, relatief laag gelegen, gebied dat grotendeels geïsoleerd ligt in het landschap, omsloten door een hogere stuifzandring.

Het Westerhuizingerveld ten oosten van de Vledders en Leijer Hooilanden is, in vergelijking met de stuifzandgordels en het beekdal, een relatief vlak gebied. Hetzelfde geldt voor het landbouwgebied De Leijen ten westen van de Vledders en Leijer hooilanden.

Het studiegebied is weergegeven in Bijlage 1.

2.2 Maaiveldhoogte

Vanuit het centrum van de Vledders en Leijer hooilanden (NAP +1,10 m) loopt het gebied geleidelijk op tot NAP +1,90 m aan de randen. De Kröppe is een zandkop die hoger uitsteekt in het landschap (ongeveer 3,5 ha) met een hoogte van NAP+ 4,00 m. De hoogte van de omliggende stuifzandring varieert van ongeveer NAP +3,00 m tot pieken van NAP +6,00 à +7,00 m. De stuifzandring wordt op twee plaatsen doorsneden: aan de noordkant (afwatering Streitenvaart op de Reest) en aan de zuidkant (koppeling met Westerhuizingerveld (Mesu) / Bomertsvaart).

Het aangrenzende landbouwgebied De Leijen ten westen heeft een hoogte van ongeveer NAP +1,50 m à 2,50m (nabij de Zwarte Venen). Het Westerhuizingerveld heeft een gemiddelde hoogte van NAP +2,50 à +3,00m. Het lage deel van de Vledders en Leijer Hooilanden ligt daarmee lager dan het omliggende landbouwgebied.

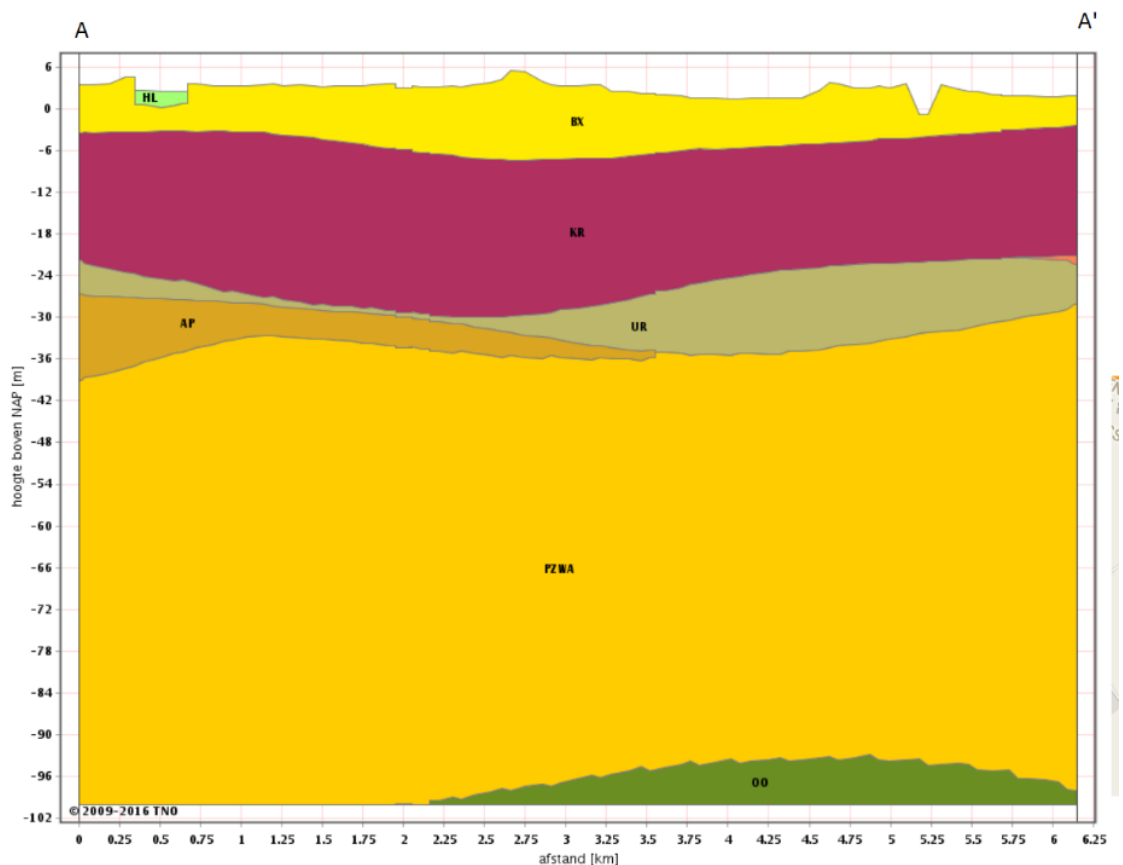
Op de kaart in Bijlage 2 is de maaiveldhoogte weergegeven.

2.3 Ontstaansgeschiedenis

De diepere ondergrond van NAP -25m tot NAP -100 m bestaat uit een dik pakket grove rivierzanden van oostelijke herkomst (Formaties van Peize Waalre en Urk) (zie Figuur 2-4).

Landelijk model DGM v1.3 – 2009

HL	01-Holocene afzettingen
BX	02-Formatie van Bostel
KR	04-Formatie van Kreftenheye
DR	07-Formatie van Drenthe
UR	12-Formatie van Urk
AP	14-Formatie van Appelscha
PZWA	16-Formatie van Peize-Waalre
OO	19-Formatie van Oosterhout



Figuur 2-1: Geologische dwarsdoorsnede (Zuidwestelijke richting) Vledders en Leijer Hooilanden met de voorkomende afzettingen (REGIS II.1).

In het Saalien (één na laatste ijstijd in het Pleistoceen) kwam het landijs tot ongeveer de huidige grens tussen Drenthe en Overijssel (tot aan het Reestdal). Het Drentse plateau ten noordoosten van het studiegebied werd daarbij bedekt met een grondmorene, bestaande uit keileem. Er ontstonden enkele lage stuwwallen en eindmorenen (o.a. bij Zuidwolde) eveneens met keileem bedekt (Formatie van Drenthe). De Vledders en Leijer Hooilanden liggen direct ten zuidwesten van dit gebied.

Aan het eind van het Saalien werden smeltwaterdalen uitgeschuurd die aan de zuidzijde van het Drentse keileemplateau uitmondden in het oerstroombdal van de Vecht. Dit dal is later opgevuld met fijne tot grove zanden, grind en stenen (Formatie van Kreftenheije). Ter plaatse van de Vledders en Leijer Hooilanden heeft dit pakket een dikte van 15 à 20 m.

In de laatste ijstijd, het Weichselien, verloren de erosiedalen in het Drents plateau hun aansluiting met de Oer-Vecht door het steeds verder opvullen van het Vechtdal. Het water uit deze dalen, waardoor nu het Oude diep, het Loodiep en het Drostendiep stromen, zocht een nieuwe weg aan de voet van en evenwijdig aan de zuidelijke rand van het keileemplateau: het Reestdal. Tegelijkertijd verplaatste de Vecht zich naar het zuiden. Dekzand (Formatie van Boxtel) is in de laatste periode van het Weichselien afgezet. Ter plaatse van de Vledders en Leijer Hooilanden is dit pakket aan boxtel zanden ca. 10 m dik. Langs de waterlopen ontwikkelde zich broekbos, met veel elzen, riet en zeggen. Later ontstonden ook stuifduinen langs de Reest. Veenvorming is opgetreden in een aantal laagten achter de dekzandruggen, als gevolg van een slechte afwatering. Het gaat hier om voormalige dalgedeelten die door de inwaai van dekzand van het eigenlijke dal zijn afgesneden, zoals we met name aantreffen langs de middenloop en bovenloop van de Reest. Overige structuren zijn oeverwallen die de Reest flankeren (m.n. benedenstrooms).

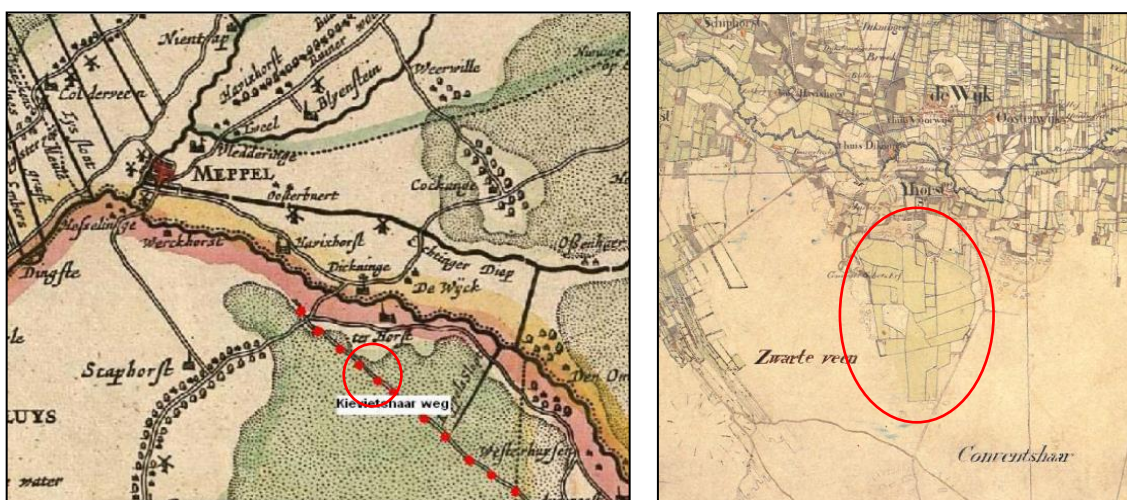
De Vledders en Leijer Hooilanden zelf is een diepe uitblazingskom die later met veen is opgevuld.

In het Holoceen ontstonden veengebieden op vlakke delen waar de afwatering stagneerde en de waterhuishouding geleidelijk steeds minder grondwaterafhankelijk werd. Deze hoogvenen bedekten grote delen van het Reestdal ten oosten van de Vledders en Leijer Hooilanden. De aanwezigheid van kleine zeggenveen hoog in het veenprofiel van de Vledders en Leijer Hooilanden duidt erop dat hier de veenvorming langdurig doorging onder invloed van basenhoudend grondwater.

Ten westen van de Vledders en Leijer Hooilanden maakte het gebied De Leijen onderdeel uit van een meerbodem die is ontstaan in een afvoerloze laagte ten oosten van de lijn Wanneperveen-Staphorst-Rouveen. Tijdens de vermorsing van dit gebied ontstond eerst laagveen dat grondwater afhankelijk was. Naarmate het veen groeide, in horizontale en verticale richting, raakte deze het contact met het grondwater kwijt en werd steeds basenarmer.

Veel stuifzandgebieden (gelegen rondom het studiegebied) zijn ontstaan vanaf het midden van de 17^e eeuw door het afplaggen van heide, overbeweiding en ploegen. De stuifzanden bestaan overwegend uit leemarm, matig fijn zand. In nattere terreingedeelten of in dobben werd veel stuifzand vastgelegd. Hierdoor werd zoveel stuifzand vastgelegd dat de laagte een hoogte werd (reliëf inversie). De Witte Bergen aan de oostflank van de Vledders en Leijer Hooilanden en de stuifzandring aan de westzijde zijn voorbeelden van een dergelijke reliëf inversie. De hogere gronden/stuifzandringen werden vervolgens ingericht als weiland. Aan het einde van de 19^e eeuw zijn de meeste stuifzanden vastgelegd door bebossing, zoals o.a. in het gebied De Witte Bergen.

Opvallend is dat de ontginning in de Vledders en Leijer hooilanden al vroeg heeft plaatsgevonden; veel vroeger dan de huidige omliggende landbouwgronden. Op de historische kaart van 1850 is



Figuur 2-2: Historische kaarten 1652 (links) en 1850 (rechts) met rood omcirkeld het plangebied (Kariem, 2010; Grote Historische Atlas van Nederland, 1990)

duidelijk de verkaveling in de Vledders en Leijer hooilanden zichtbaar, terwijl het omliggend gebied nog uit ongerept hoogveen bestond (zie Figuur 2-2). Een reden hiervoor kan zijn dat het grondwatergevoede veen binnen het zure hoogveenlandschap voor boeren een aantrekkelijke locatie was voor ontwikkeling van hooilanden. Plaatselijk is ook veen gewonnen, nu nog zichtbaar een groot en kleiner petgat.

Later, in de 19^e en 20^e eeuw vond de ontginning van de hoogvenen in de omgeving plaats. Ter plaatse van het landbouwgebied de Leijen (Zwarte Venen), is het meeste hoogveen zelfs pas ontgonnen tussen 1950 en 1960 (zie Figuur 2-3). Deze ontginning heeft ervoor gezorgd dat beide gebieden ook weer een laagte vormen. Hierdoor is de maaiveldhoogte en ook de drainage basis van de omgeving van de Vledders en Leijer hooilanden sterk verlaagd. Dit zal ook een verlagings-effect hebben gehad op de stijghoogte in het watervoerende pakket.

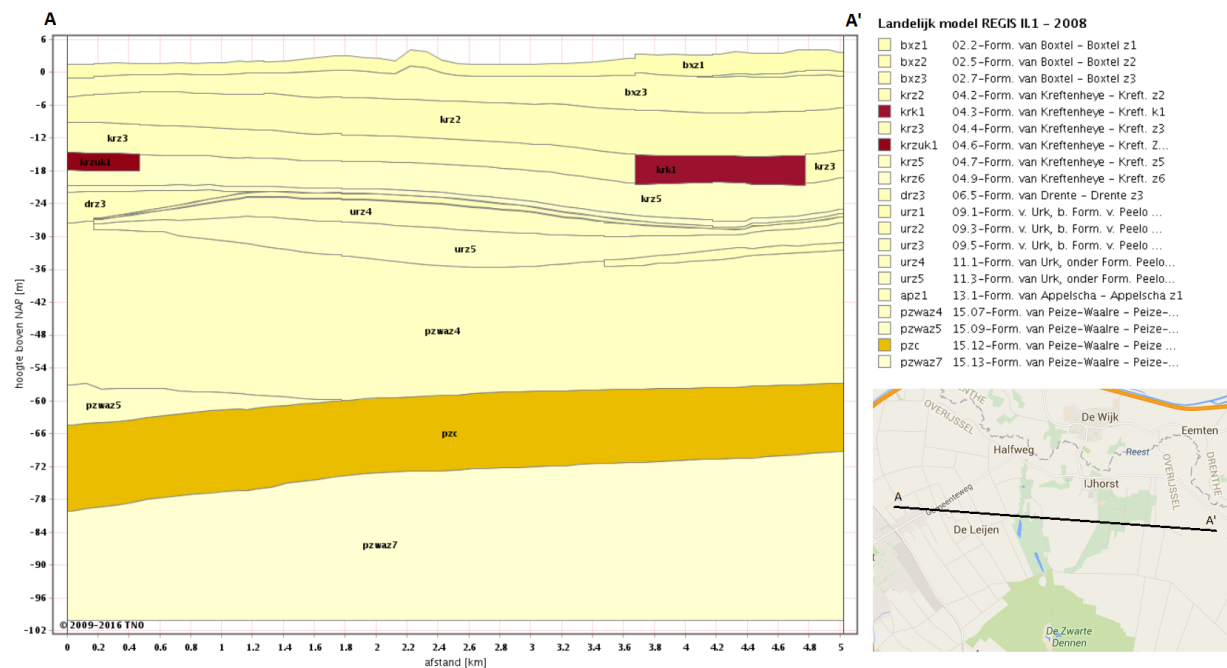


Figuur 2-3: Historische kaarten 1950 (links) en 1960 (rechts) met rood omcirkeld het plangebied (Tijdreis, 2016)

De Reest is in de periode van de vervening uitgediept en de afvoer is versneld met het doorsteken van zandruggen. De versterkte afvoer zorgde ervoor dat het hele gebied in enige mate werd ontwaterd, om het vervolgens als hooiland te gebruiken. Het afgraven van het hoogveen leidde verder tot een afname van het bergend vermogen in het gebied, welke zich vooral bevond in lage delen tussen de hoogveencomplexen, die eveneens zijn ontgonnen. De piekafvoeren zijn vooral toegenomen door het toename van de kunstmatige afwatering in de ontgonnen gebieden. Waar water voorheen op maaiveld een langere tijd werd vastgehouden (bv in laggzones en afvoerlaagte tussen de hoogveencomplexen gebeurd dat nu niet meer. In de huidige inrichting van de waterhuishouding zorgt de effectieve afwatering in de landbouwgebieden voor hoge piekafvoeren omdat lokale berging daar zeer gering is. Hierdoor werden in de Reest piekafvoeren en inundaties groter en werd het afvoerpatroon van de Reest zeer wisselvallig (Vegter, Hydro-Ecologie van het Reestdal, 1991). Daar kwam nog bij dat ook het afwaterend stroomgebied kleiner werd, waardoor ook de basisafvoer verminderde.

2.4 Diepe en ondiepe bodemopbouw

Uit de bovenstaande ontstaansgeschiedenis blijkt al dat de ondergrond van De Vledders en Leijer Hooilanden en haar omgeving voornamelijk bestaat uit zand, zie Figuur 2-4.



Figuur 2-4 Lengteprofiel door Vledders en Leijer Hooilanden west-oost, met schematisatie voorkomende slecht doorlatende lagen (REGIS II.1)

In de ondergrond komen drie slecht doorlatende lagen voor:

- Veen
- Keileem
- Kreftenheye klei.

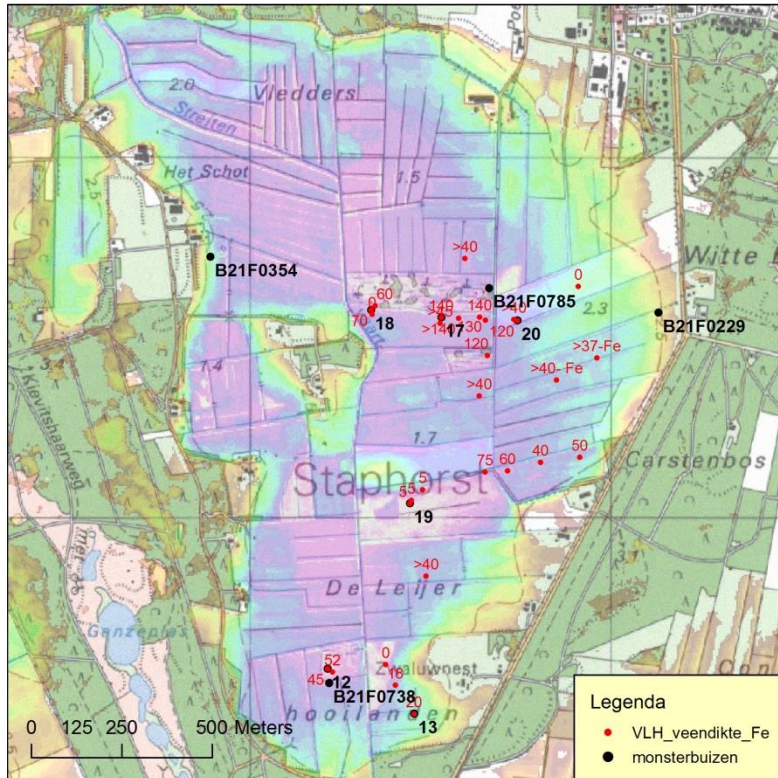
In Bijlage 3 is de Stiboka bodemkaart uit 1994 opgenomen. Hieruit blijkt dat in de uitblazingskom de Vledders en Leijer Hooilanden nog relatief veel veen voorkomt. In het centrum bevinden zich de Vlieveengronden met een veendikte tot 120 cm. Aangrenzend daarop liggen de Koop- en Meerveengronden met een veendikte tot 50 cm. Tussen de stuifzandgronden en het veen bevindt zich een ring van moerige- en humuspodzolgronden waar nog veen kan voorkomen met een dikte tot 15 cm. Twee boorbeschrijvingen (waterschap Drents Overijsselse Delta en DINOloket) in het gebied van de Vledders en Leijer Hooilanden zijn consistent met deze bodemkaart.

Recent (2014) is ook een geactualiseerde veendiktekaart van Alterra opgeleverd, zie Bijlage 4. Deze is gebaseerd op een groot aantal boringen in het BIS systeem van Alterra. Ter plaatse van de Vledders en Leijer hooilanden zijn echter geen boringen beschikbaar in het BIS systeem en lijkt de bodemkaart 1:1 te zijn overgenomen (zie Bijlage 5). Daarnaast is een veendikte gemeten van 80 cm ter hoogte van de Zwarte Venen, welke in de Alterra kaart niet is opgenomen.

In 2016 is tijdens veldonderzoek (uitgevoerd door de heren Aggenbach en Grootjans) de actuele veendikte, humificatiegraad en het veentype nader bekeken. Figuur 2-5 geeft de ligging van boorpunten met de veendikte. Het veen is het dikst net ten zuiden en ten zuidoosten van de grote veenput (120-140 cm en op een locatie > 140 cm). In het zuidelijke deel bedraagt de dikte enkele decimeters (18-70 cm). Ten noorden van de grote veenput zijn nauwelijks boringen verricht. Op enkele recente plagplekken in het zuidelijke deel is de dunne veenlaag plaatselijk vrijwel grotendeels verwijderd. Op de oostflank is een ondiepe laag (8/17 tot 20/32 cm-mv) een feloranje laag van ijzerbrokken aanwezig in het veen. Dit betreft ijzeroer bestaande uit veel kristallijn mineralen van geoxideerd ijzer. Gesteld kan worden dat het verspreidingspatroon van de veenlaag zoals beschreven op de bodemkaart van 1994 nog vergaand aanwezig is.

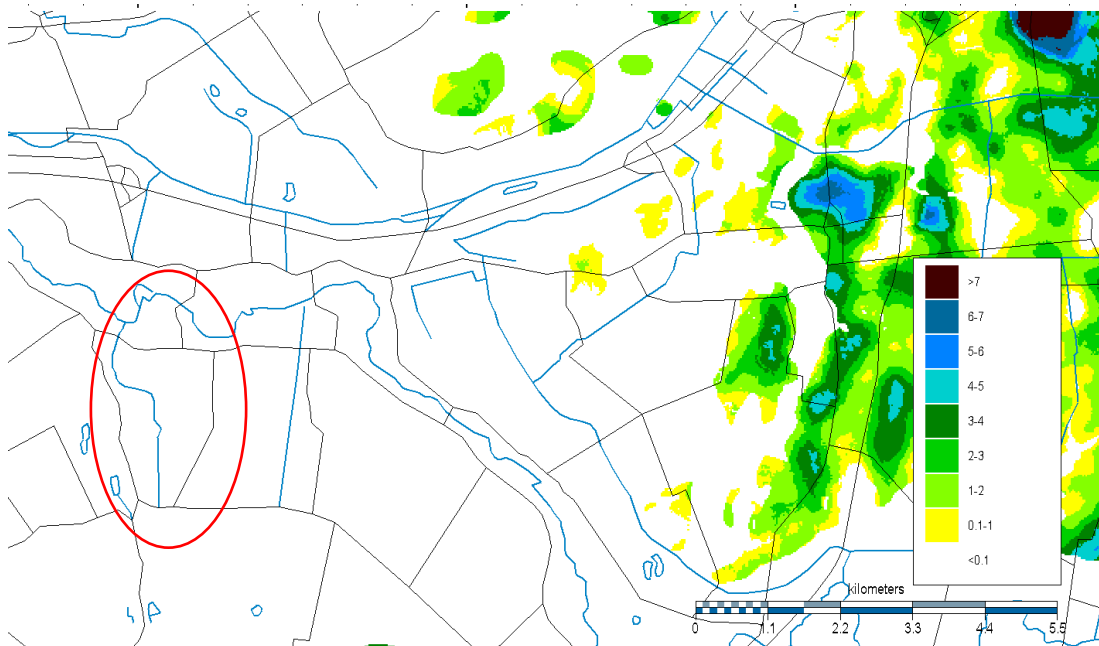
De toplaag van het veen is overal sterk veraard en heeft een hoge humificatiegraad (H8/9 volgens de schaal van Von Post). Deze toplaag is zo sterk gehumificeerd dat hierin geen plantenresten zijn te herkennen. Vanaf een diepte van 20-30 cm komt op diverse locaties minder sterk veraard veen voor met een humificatiegraad van H5-H6. Dit veen bestaat vaak grotendeels uit wortels

van kleine zeggen al dan niet met riet. Soms bestaat het uit een mengsel van grote zeggen en kleine zeggen. Af en toe werden ook zaden van Waterdrieblad en wilgenhout aangetroffen in de diepere veen laag. De samenstelling van het matig gehumificeerde veen duidt op veenvorming onder invloed van basenhoudend grondwater onder relatief nutriëntenarme omstandigheden. Locaties met bijmenging van grote zeggen duiden op nutriëntenrijkere omstandigheden. In de grote veenput is na vervening een nieuwe, dunne (60 cm) veenlaag ontstaan door grote zeggenvegetatie.



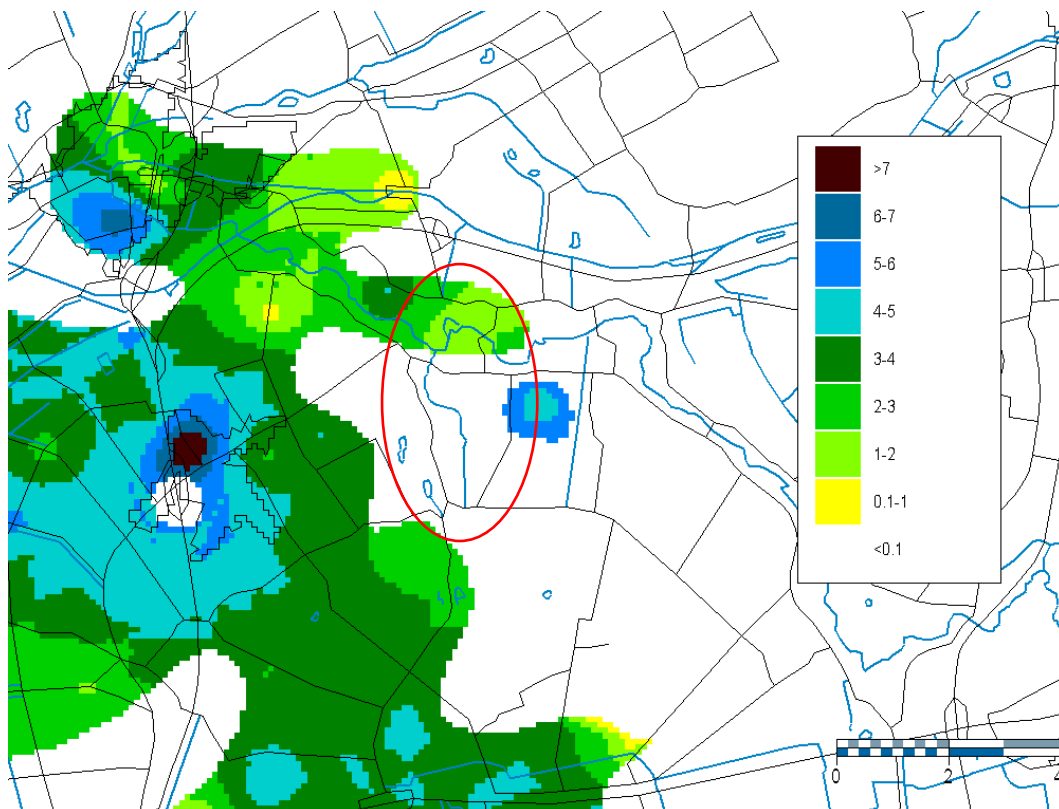
Figuur 2-5 Veendikte van boorlocaties uit 2016. Veendikten dieper dan het boorprofiel hebben '>'. Op twee locaties is dicht onder het maaiveld (toevoeging 'Fe') een sterk ijzerhoudende laag aangetroffen.

Keileem komt ter plaatse van de Vledders en Leijer hooilanden zelf niet voor. Deze wordt wel aangetroffen ter plaatse van de hoger gelegen gronden bovenstrooms (Drents Plateau). Voor de volledigheid is de meest actuele keileemkaart van TNO weergegeven in Figuur 2-6.



Figuur 2-6: Dikte keileem (m) volgens TNO met rood omcirkeld de Vledders en Leijer hooilanden (keileemupdate TNO 2013)

Een tweede slecht doorlatende laag in het gebied betreft de Kreftenheye klei. Ook deze ontbreekt in de Vledders en Leijer Hooilanden, maar komt wel voor in het omliggende landbouwgebied, op een diepte van NAP -15m, met een dikte van 2 tot 10 m, zie Figuur 2-7.



Figuur 2-7 Dikte Kreftenheye klei (m) (bron MIPWA v3.0)

2.5 Geohydrologische schematisatie

De geohydrologische schematisatie is overgenomen uit MIPWA v3.0; oplevering nov.2015. Hierin zijn de ongekalibreerde weerstanden uit REGIS v11.1 ingevoerd, in combinatie met aanvullende

informatiebronnen, zoals de keileemkaart van TNO (2013) en de veendiktekaart van Alterra (2014).

In de directe omgeving van de Vledders en Leijer Hooilanden kan onderscheid worden gemaakt in drie watervoerende pakketten en twee weerstand biedende lagen (zie Tabel 2-1 en Figuur 2-4).

Tabel 2-1: Watervoerende en slecht doorlatende lagen studiegebied (MIPWA v3)

pakket	Diepte (m-mv)	Dikte (m)	Waarden*	Formatie
WVL 1	mv - 15	10 – 15	250 - 600 m ² /d	Boxtel/Kreftenheye (zand)
SDL 1	15 - 20	0 – 5	0 – 800 dagen	Kreftenheye (klei)
WVL2	20 – 65	45	1000-1500 m ² /d	Urk/Peize-Waalre (zand)
SDL2	65 - 80	15	300-600 dagen	Peize complex
WVL3	>80		Ca 2000 m ² /dag	Peize Waalre (zand)

*bron: MIPWA v3.0; oplevering nov2015. Ongekalibreerde REGIS VII.1 waarden.

Het eerste watervoerend pakket (WVP 1) heeft een dikte van 10 à 15 m en een kD-waarde (volgens REGIS) van ongeveer 250 à 600 m²/dag. In het zuidwestelijke gedeelte van Westerhuizingerveld (ten zuiden van de hoofdweg) wordt het WVP 1 aan de onderkant begrenst door de Kreftenheye formatie (1^e weerstandsbiedende laag), welke aanwezig is op een diepte van circa 15 à 20 m-mv. Ter hoogte van het landbouwgebied De Leijen bevindt zich ook Kreftenheye klei. In de Vledders en Leijer Hooilanden valt het WVP 1 samen met het WVP 2 en ontbreekt deze kleilaag. Het veen is m.u.v. de Vledders en Leijer hooilanden grotendeels verdwenen, waardoor de bovenkant van het WVP 1 gelijk aan het maaiveld en het topsysteem wordt gevormd door de formatie van Boxtel/Kreftenheye, bestaande uit zand.

Het tweede watervoerend pakket (WVP 2) heeft een dikte van circa 45 m en heeft een watervoerend vermogen van circa 1000-1500 m²/dag. De tweede weerstandsbiedende laag is gevormd door de formatie van Peize-Waalre en heeft een dikte van circa 15 m met een hydraulische weerstand van circa 300-600 dagen. Hieronder zit wederom een goed doorlatend zandpakket.

De ruimtelijke verbreiding van de watervoerende en slecht doorlatende lagen op basis van MIPWA v3 (oplevering nov 2015) is weergegeven in Bijlage 6.

2.6 Oppervlaktewatersysteem

2.6.1 Reguliere situatie

De Vledders en Leijer Hooilanden maakt formeel onderdeel uit van het beekdal van de Reest. Sinds de jaren '60 is echter geen sprake meer van een natuurlijk afwaterend systeem. De Streitenvaart (zie Figuur 2-8) loopt van zuid naar noord door het gebied en watert sindsdien via een gemaal af op de Reest. Sinds die tijd vinden er geen inundaties meer plaats van het gebied in natte perioden. Omdat het gebied niet meer overstroomt kan het gebied intensiever worden gebruikt, met name voor de veeteelt.

De Streitenvaart is ongeveer 2,5 tot 3 meter breed, bij de oorsprong wat smaller, met een streefpeil van NAP +0,70/+0,90m (z.p/w.p) in de reguliere situaties. Het is een relatief diepe vaart en voert niet alleen overtollig regenwater af maar vangt ook (waardevol) kwelwater op. De roestverschijnselen in de vaart duiden op deze kwel van ijzerhoudend grondwater. In het gehele dal van de Vledders en Leijer Hooilanden komen sloten en greppels voor die afwateren op de Streitenvaart. Tijdens de zomer zijn de (diepe) sloten in de lagere delen allen watervoerend (Kariem, 2010). De peilen en bodemhoogten in deze sloten zijn in het algemeen wel hoger dan het streefpeil van de Streitenvaart, oplopend tot circa NAP +1,50 m op de oostflank.



Figuur 2-8: De Streitenvaart (Kariem, 2010)



Figuur 2-9 Gemaal en stuw De Vledders

In het verleden werd water vanuit het aangrenzende landbouwgebied, het Westerhuizingerveld, afgevoerd via de Vledders en Leijer Hooilanden. Sinds 2007 is deze toevoer van water afgesloten vanuit waterkwaliteitsoogpunt, waardoor er in de normale situaties alleen nog afvoer plaatsvindt vanuit het gebied zelf (wel inclusief regionaal kwelwater).

Het water in het westelijk deel van het Westhuizingerveld (Mesu, peilvak Westh16/ gebied Conventshaar) met een streefpeil van NAP +1,95/+2,25m (w.p./z.p) wordt nu afgevoerd via gemaal Mesu naar de Bomertsvaart. De Bomertsvaart zelf watert met een streefpeil van NAP +2,00/+2,30 m onder vrij verval af op de Reest ten oosten van IJhorst.

Het gebied de Leijen watert af in westelijke richting. Dit hele gebied valt onder het peilvak 330 met een streefpeil van NAP -0,45/-0,70 m. Dit peil is echter niet representatief voor het vrij afwaterende gebied direct ten oosten van de Vledders en Leijer hooilanden. De bodemhoogten van watergangen en duikers liggen veelal hoger dan het streefpeil. Op basis van de AHN2 en legger is vastgesteld dat het waterpeil in dit gebied verloopt van NAP +1,70 m in het zuidoosten tot NAP +0,95 ter hoogte van de gemeenteweg ten oosten van Staphorst. Het lage peil van NAP -0,45/-0,70 is representatief voor het meest noordwestelijke deel van dit peilvak waar het water via een onderleider onder de A28 door en een gemaal loost op de Hoogeveensche Vaart.

In bijlage 7 is een kaart opgenomen met het regionale oppervlaktewatersysteem. In bijlage 8 is vervolgens ingezoomd op het gebied de Vledders en Leijer Hooilanden en zijn de AHN2 waterstanden in de lokale sloten (winter 2010/2012) weergegeven.

2.6.2 *Natte situatie*

In extreem natte perioden wordt er water vanuit het oostelijke landbouwgebied (Mesu) afgevoerd via de Vledders en Leijer Hooilanden. In deze situatie stuwt het water in de duikers langs de Brg. v. Wijngaardenstraat op waardoor het water over de stuwen in de duikers op de grens tussen de Leijer Hooilanden en het Westerhuizingerveld loopt. Deze opstuwing is naar verwachting het gevolg van de aanwezige duikers langs de weg en de beperkte capaciteit van het gemaal Mesu (zie Figuur 2-11, Figuur 2-12 en Figuur 2-13).



Figuur 2-12: Verbindende watergang tussen Mesu en Vledder en Leijer hooilanden



Figuur 2-13: Hoge duiker in verbindende watergang tussen Mesu en Vledder en Leijer hooilanden

2.7 Grondwater

2.7.1 Regionale grondwatersysteem

Het regionale systeem kenmerkt zich door infiltratie op de hogere zandgronden van het Drents Plateau (gebied rondom Zuidwolde) wat deels op kwelt in het Reestdal en deels hier onderdoor stroomt in westelijke richting. Dit laatste blijkt onder meer uit onderzoek in 1992, waarbij de lage grondwaterstanden in gebieden rond Staphorst ertoe leiden dat rond De Wijk infiltrerend water onder het Reestdal door wordt aangetrokken (Vegter, Systeemonderzoek Reestdal, 1992). De Vledders en Leijer hooilanden liggen ten westen van het Reestdal. Een deel van de voeding is daarbij wellicht nog afkomstig van het Drents plateau. Een belangrijk brongebied vormt echter ook het zuidoostelijk gelegen Westerhuizingerveld.

De regionale stijghoogten in bijlage 9 zijn gebaseerd op basis van MIPWA versie 2.2 voor zowel de GHG als de GLG situatie. Voor de regionale stroming geeft deze wel een betrouwbaar beeld. Als aanvulling zijn op de kaarten de GHG en GLG waarden op basis van de meetreeksen van de peilbuizen toegevoegd. Daarmee wordt ook meteen een indruk verkregen van de betrouwbaarheid van het model. De isohypsen kaarten laten een westelijk tot zuidwestelijk stromingspatroon

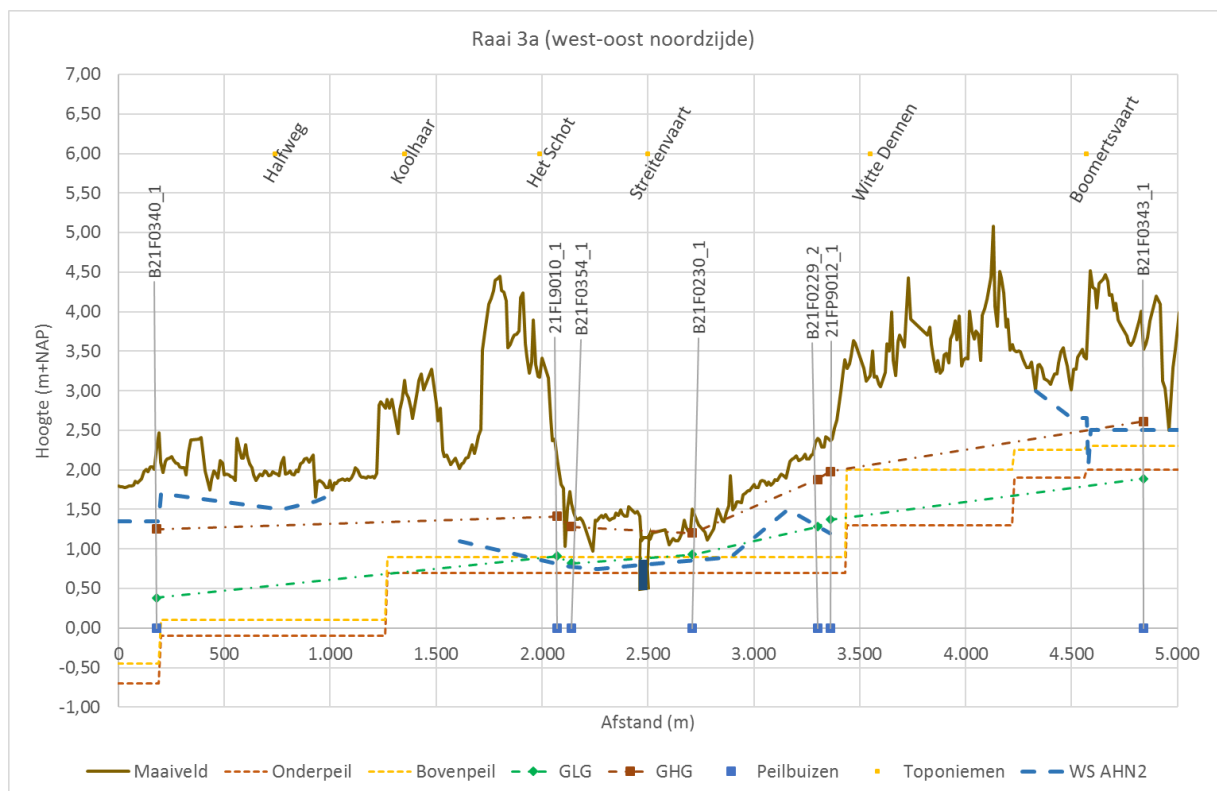
zien. Duidelijk zichtbaar is de afbuiging van de isohypsen ter plaatse van de Reest, wat aangeeft dat de Reest drainerend werkt op het grondwatersysteem. De diepere stijghoogte vertoont een vergelijkbaar beeld. Ook de Streitenvaart laat een drainerende werking zien, met name in de GHG situatie, maar ook in de GLG situatie.

2.7.2 Lokale grondwatersysteem

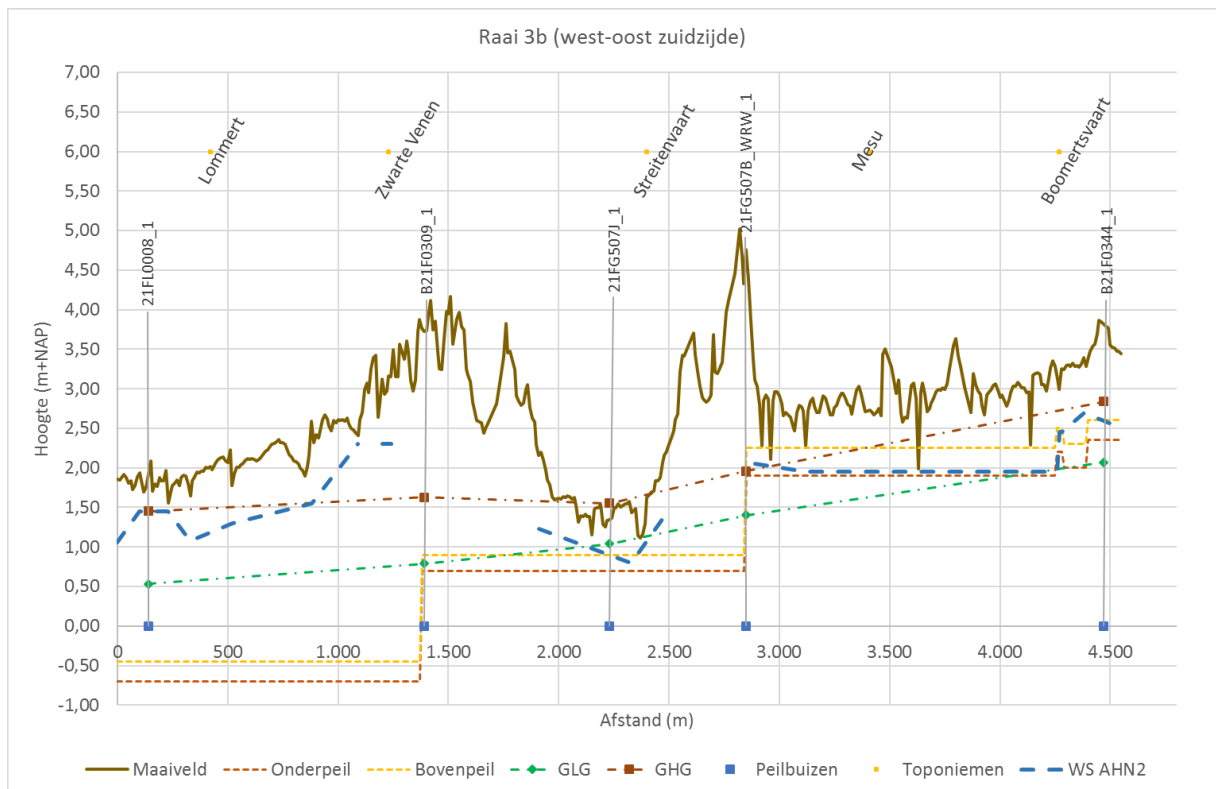
De toestroming van het grondwater vindt daarnaast ook plaats vanuit lokale systemen: infiltratie ter plaatse van hogere stuifduinen, met kwel onderaan de flanken en in de sloten. De stuifzanding rondom de Vledders en Leijer Hooilanden kan dan ook fungeren als infiltratiegebied voor een voor een lokale kwel in de slootjes onderaan de flanken.

De hoogveenvennen (dobben) ter hoogte van de Zwarte Venen hebben een schijnspiegel en liggen geïsoleerd van het regionale grondwater. Aangezien er geen keileem aanwezig is in dit gebied, worden de schijnspiegels naar verwachting veroorzaakt door ondiep voorkomende slecht-doorlatende lagen.

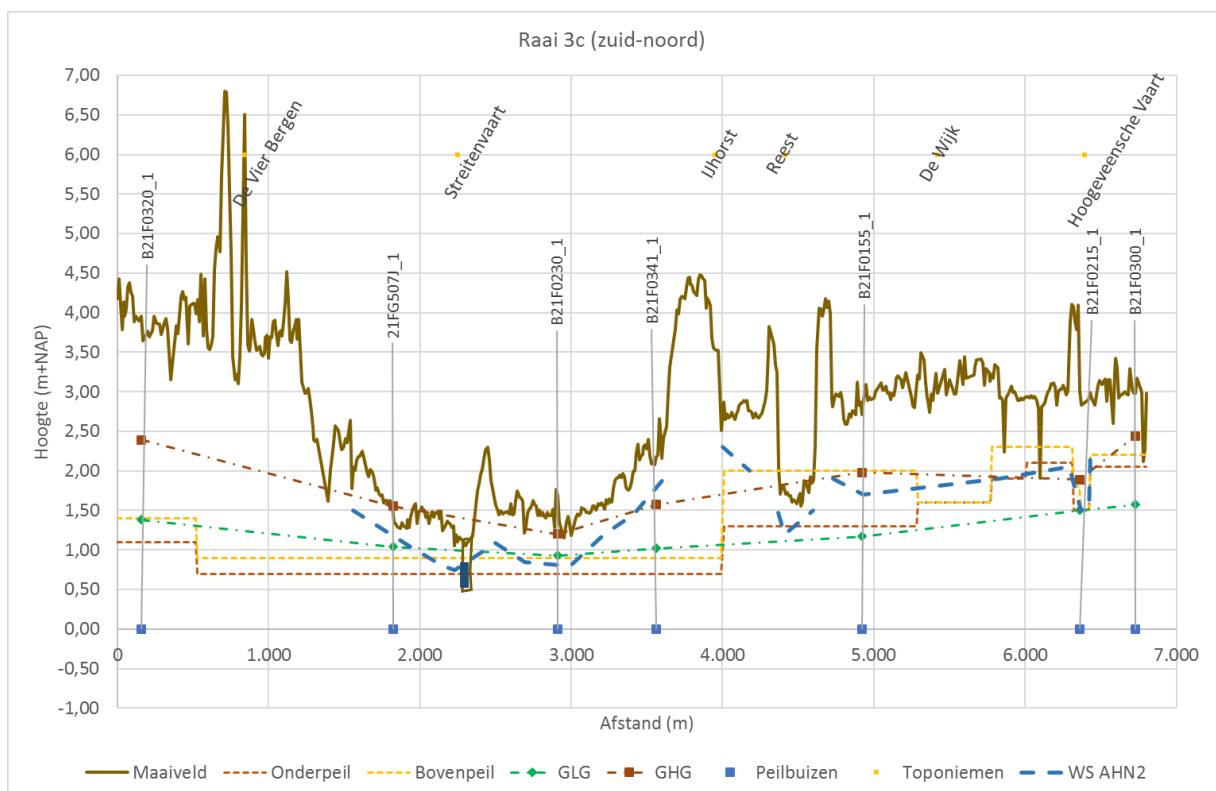
Om een beeld te krijgen van het lokale grondwatersysteem is een drietal raaien getrokken door de Vledders en Leijer Hooilanden: Eén zuid-noord raai en twee west-oost raaien. De situering van deze raaien zijn weergegeven in bijlage 1. Op deze meetraaien zijn naast de maaiveldhoogten, de AHN waterstanden en de GHG en GLG ter plaatse van de peilbuizen ingetekend, zie onderstaande figuren.



Figuur 2-14 West-oost raai noordzijde VLH (bovenpeil/onderpeil Legger met GxG's peilbuizen)



Figuur 2-15 Raai west-oost zuidzijde (bovenpeil/onderpeil Legger met GxG's peilbuizen)



Figuur 2-16 Raai Noord-Zuid (bovenpeil/onderpeil legger met GxG's peilbuizen)

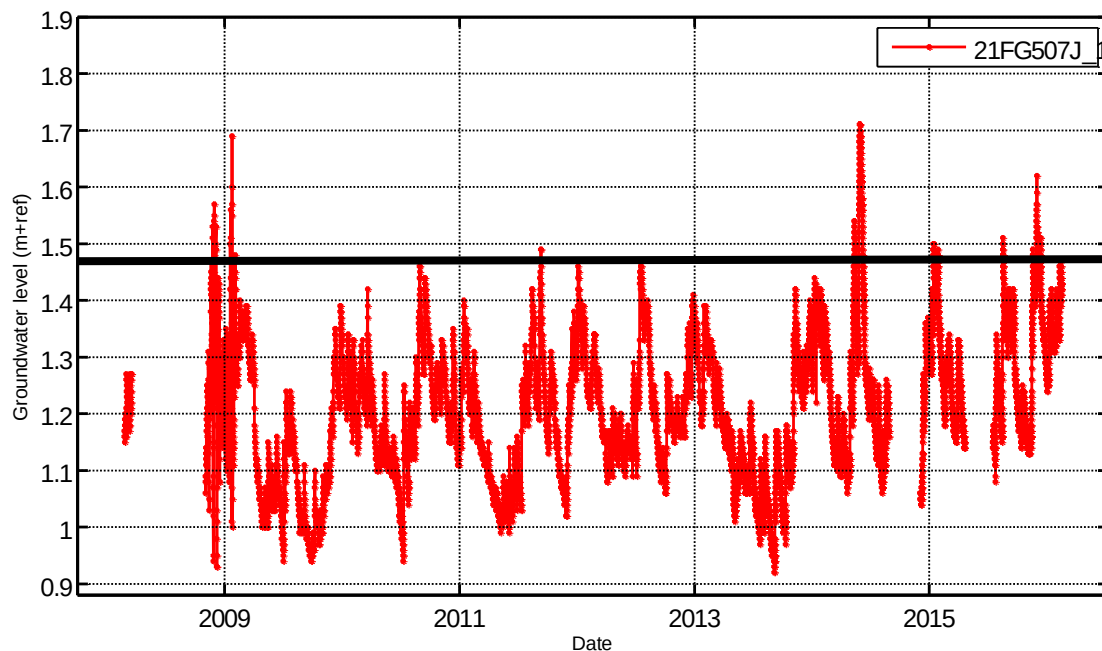
Op basis van deze figuren kan het volgende worden geconcludeerd:

- In de raaien komen de grondwaterstanden in de laagste delen in de GHG situatie tot aan maaiveld. In de GLG situatie zakken deze uit tot circa 0,5 m –mv. Naar de randen van het

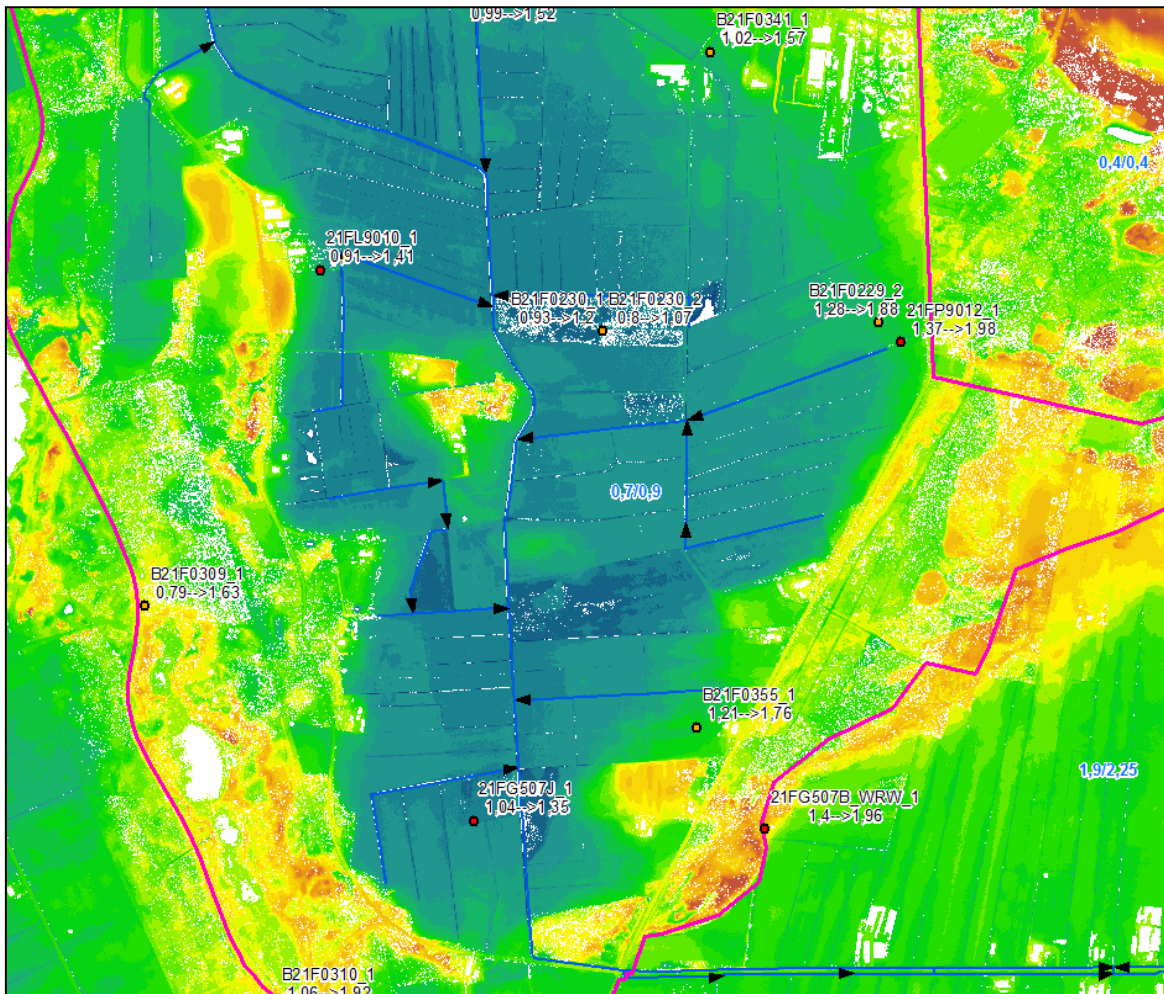
dal loopt de maaiveldhoogte echter snel op, terwijl de grondwaterstand een beperkt verhang toont. Er is jaarrond sprake van kwel naar de sloten.

- Ter plaatse van het Westerhuizingerveld is er in raai 3a jaarrond sprake van wegzijging (de Bomertsvaart draineert dus hier niet het grondwater). In raai 3b is er alleen in de GHG situatie sprake van een minimale kwelflux naar de sloten.
- Ter plaatse van het landbouwgebied de Leijen vertoont raai 3b ook jaarrond wegzijging vanuit de sloten naar het grondwater. Raai 3a laat echter zien dat in de GHG situatie de sloten wel drainerend werken in dit gebied;
- De schijnspiegels ter plaatse van de Zwarte Venen zijn in de raai duidelijk zichtbaar. De waterpeilen in de dobben staan niet direct onder invloed van de stijghoogte in het watervoerende pakket.
- Uit de raaien wordt al duidelijk dat de grondwaterstanden ter plaatse van de Vledders en Leijer Hooilanden een duidelijk verband houden met de Streitenvaart. Wanneer we een fictieve lijn trekken tussen de stijghoogte in het Westerhuizingerveld en de stijghoogte ter plaatse van de Leijen (waarmee we het regionale verhang zonder lokale ontwateringsmiddelen benaderen), dan zien we welke verhoging in potentie gerealiseerd kan worden.

Tussen het freatisch grondwater en het diepere watervoerend pakket is nauwelijks een stijghoogteverschil aanwezig, ook niet waar de Kreftenheye klei aanwezig is (zie Figuur 2-17). De freatische grondwaterstanden worden lokaal beïnvloed door oppervlakte water en aanwezige buisdrainage (zie Figuur 2-18).



Figuur 2-17: Stijghoogte ter plaatse van peilbuis 21FG507J_1 in het lage deel Leijer Hooilanden (zwarte lijn = AHN2 maaiveldhoogte).

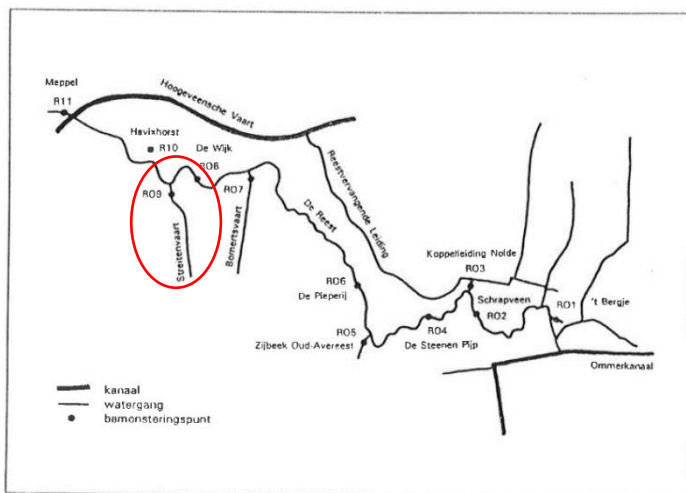


Figuur 2-18: Hoogtekaart met 'GLG → GHG' ter plaatse van peilbuizen in m +NAP.

2.8 Water- en bodemkwaliteit

2.8.1 jaren 90

Er zijn gegevens bekend van de kwaliteit van het oppervlaktewater in het kader van "Aquatisch-ecologisch onderzoek van het Reestdal" (Heidemij advies, 1994). Figuur 2-19 geeft de ligging van de onderzochte meetpunten weer. Voor dit onderzoek zijn de meetpunten R09 (Streitenvaart) en R07 (Bomertsvaart) van belang. Ter plaatse van meetpunt R07 zijn geen kwelindicatoren aanwezig. Bij meetpunt R09 is bruine neerslag van ijzerverbindingen aangetroffen, hetgeen wijst op een kwelsituatie bij dit meetpunt. Verder wordt ter plaatse van het meetpunt R09 in alle uitgevoerde metingen calciumbicarbonaattype ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) aangetroffen (lithoclien grondwater).



Figuur 2-19: Ligging meetpunten waterkwaliteit Reestdal met rood omcirkeld het studiegebied (Heidemij advies, 1994).

De toevoerleidingen (Bomertsvaart, koppelleiding Nolde en de Streitenvaart) hadden tijdens onderzoek in de jaren 90 een redelijk goede waterkwaliteit, waarbij de Streitenvaart er in positieve zin uitsprong. De reden hiervoor is dat de Streitenvaart hoofdzakelijk basenrijk kwelwater uit de Vleders en Leijer Hooilanden afvoert (Vegter, 1992). Mogelijk is er inmiddels sprake van extra fosfaatverzadiging vanuit de landbouw.

2.8.2 Water en bodemkwaliteitsonderzoek 2016

Waterkwaliteit

Afgelopen najaar is aanvullend waterkwaliteitsonderzoek uitgevoerd in het gebied van de Vleders en Leijer Hooilanden, met als doel om de volgende vragen te beantwoorden:

- Vertoont de macrochemie een samenhang met het veronderstelde kwel/infiltratiepatroon (kwel vooral onderaan de oostflank)?
- Stroomt halverwege van de laagte en de Streitenvaart in de oostrand oud grondwater uit een groot grondwatersysteem toe?
- Wordt het hogere deel in de oostrand van de laagte beïnvloed door jonger, lokaal toestromend grondwater?

De volledige onderzoeksresultaten inclusief de locaties van de meetpunten zijn opgenomen in bijlage 10. Hieronder is een samenvatting gegeven van de resultaten.

De macrochemie van het ondiepe grondwater onder het veen wordt nu hoofdzakelijk bepaald door toestroming van lithoclien en ijzerrijk grondwater én lokale infiltratie van neerslagwater in de percelen. Kwel van basen- en ijzerrijk grondwater in het verleden heeft gezorgd voor het ontstaan van veen met een hoog basen- en ijzergehalte. In de huidige situatie met veel ontwatering treedt op de percelen vooral wegzijging op. De macrochemie van het ondiepe grondwater onder het veen wordt daardoor mede bepaald door chemische processen in de veenlaag. De anaerobe afbraak van het veen met interne alkalinisatie en desorptie van Ca heeft in het ondiepe grondwater onder de veenlaag gezorgd voor verhoogde Ca, HCO_3 en Fe concentraties in het grondwater.

De analyse van C-isotopen kon geen uitsluitsel geven of er oud grondwater uit een regionaal systeem toestroomt. De locaties waar mogelijk een mengsel van oud en recent geïnfiltreerd grondwater zijn aangetroffen, liggen juist vrij dichtbij de Streitenvaart en niet halverwege de

Streitenvaart en de oostrand. Omdat ondiep grondwater is bemonsterd en het gebied zwaar wordt ontwaterd, wordt de isotopensamenstelling vermoedelijk sterk beïnvloed door neerslagwater dat ter plekke inzijgt. Met behulp van diepere grondwatermonsters (ca. 5-10 m onder maaiveld) kan met analyses van isotopen vermoedelijk een duidelijker beeld van de ouderdom van het grondwater worden gereconstrueerd.

De reeds geplagde locatie 19 (250 m afstand Streitenvaart) is een uitzondering. Ten tijde van de bemonstering op 3 juli 2016 had deze wel kwel. Deze kwel trad zelfs op gedurende een periode met stagnatie van neerslagwater op maaiveld na een regenrijke periode. Door de maaiveldverlaging a.g.v. het plaggen en de geringe diepte van lokale sloten is de lokale drooglegging hier gering. Deze patronen lijken er op te duiden de lokale drainagebasis grote invloed heeft op het kwel/infiltratiepatroon.

Bodem

De Vledders- en Leijerhooilanden zijn ten behoeve van agrarisch gebruik lange tijd bemest, waardoor een hoge nutriëntenrijkdom in de bodemtoplaag kon ontwikkelen. Aangezien het veen langdurig door deels ijzerrijk grondwater werd gevoed, heeft dit bijgedragen aan de accumulatie van fosfaat dieper in het veenprofiel. Verder is door langdurige verdroging van de veenbodem het ijzer- en fosfaatgehalte verhoogd door afbraak (organische stof verdwijnt, ijzer en fosfaat blijven meer geconcentreerd achter).

Er is wel duidelijk ruimtelijke variatie aanwezig in het ijzer- en fosfaatgehalte. Extreem hoge gehalten zijn gekoppeld aan afzetting van kristallijn ijzer in de bovenste 10-30 cm van de bodem in het oostelijk deel van de laagte. Verder heeft afbraak van organische stof en tevens de bezanding van veenbodems het organisch-stofgehalte sterk verlaagd en de bulkdichtheid sterk verhoogd. Over het algemeen is de bodemdegradatie in de delen met veen zeer sterk geweest en daardoor is het gehalte aan ijzer en anorganisch fosfaat sterk verhoogd.

Een uitzondering is het schraallandje in het zuidelijk deel dat nooit intensief agrarisch gebruik heeft gehad. Hier komen lage gehalten voor. Verder wordt het ruimtelijke patroon door recente plagactiviteit beïnvloedt. Waar al geplagd is tot (bijna) op de minerale ondergrond, wordt een laag P-oxalaat gehalte aangetroffen. In de nog niet geplagde delen is de bodemtoplaag vaak rijker aan P-oxalaat dan de diepere laag.

Langdurige ontwatering heeft bovendien geleid tot verzuring en uitloging van basen in de bodemtoplaag. De uitloging leidt dan ook tot een verlaging van de zuurbuftercapaciteit en relatief zure omstandigheden. De bodem-pH van zowel de top laag (0-10 cm) als de diepere laag (20-30 cm) voldoet nu vaak niet aan de streefwaarden van baseminnende kleine zeggenvegetatie, maar wel aan die van zure kleine zeggenvegetatie. De basenrijkdom van de bodemtoplaag is als gevolg van uitloging door verzuring en wegzijging en door hooilandbeheer meestal lager dan de diepere laag. In de diepere laag wordt de bodem-pH gebufferd door kationuitwisseling.

2.9 Natuur

De Vledders en Leijer Hooilanden maakt deel uit van het Reestdal maar in ecologisch opzicht is het een uitzonderlijk beekdalgedeelte. Het zijdal vormt de overgang van het Reestdal naar het laagveengebied van Staphorst.

In het studiegebied hebben zich op twee fronten veranderingen voorgedaan met betrekking tot de vegetatie in de periode 1966, 1976 en 1990. Vergeleken met de situatie in 1966 is de vegetatie sterk verruimd in de petgaten. Enkele petgaten zijn geheel verdwenen en in andere is de vegetatie samenstelling veranderd: de soortenrijke trilveenvegetaties zijn verdwenen en er heeft een sterke struweelopslag plaatsgevonden. In de graslanden aan de oostzijde van het studiegebied zijn tussen 1966 en 1976 de Dotterbloemhooiland-elementen verdwenen. In deze periode is de soortenrijkdom van de vegetaties sterk achteruitgegaan, dit ten gunste van enkele zeer storingstolerante soorten. Net als in het Reestdal komen kleine zeggenbegroeiingen voor in het gebied van Vledders en Leijer Hooilanden. Verder groeien hier als bijzonderheden Draadzegge en Stijf struisriet. Het Rivon-rapport van 1966 meldt dat in de Vledder en Leijer Hooilanden een vegetatie voorkomt

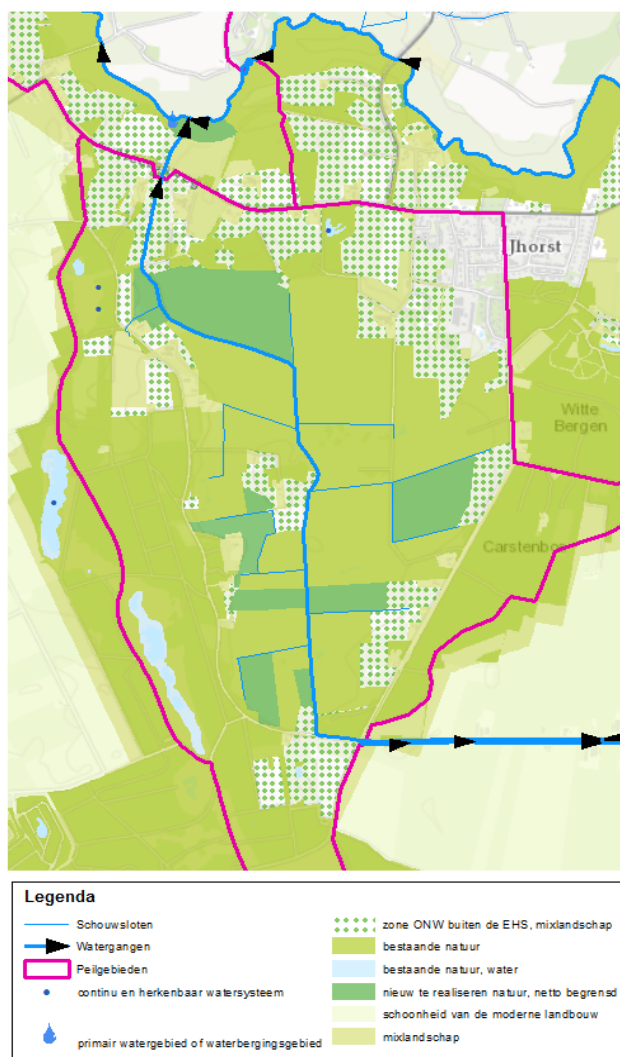
met Ronde zegge, Vlozegge en Vleeskleurige orchis. In de huidige situatie zijn deze types verdwenen en is er plaats gemaakt voor een veel zuurder habitat type (H7140-A) als gevolg van lokale ontwatering, het diepe peil in de middenloop van de Reest en wellicht ook de steeds verdergaande ontwatering in het landbouwgebied ten westen. Door verdroging, bemesting en bezanding van veengronden is momenteel ook de oppervlakte van dit zuurdere habitatype gering. Momenteel komt alleen een kleine zeggenbegroeiing voor in een schraallandrestant in het zuidelijke deel. Hierin komt onder andere nog Draadzegge, Zompzegge, Lage zegge en Blauwe zegge voor. Weidehaakveenmos en enkele hooilandsorten duiden op relatief droge omstandigheden voor Kleine zeggenvegetatie (gegevens OBN-onderzoek Emsens et al. 2016).

In de huidige situatie komt in het overige deel van de Vledders en Leijer hooilanden voornamelijk kruiden- en faunairijk grasland met veel gestreepte Witbol voor met daartussen gebieden van moeras en vochtig hooiland. De omliggende stuifzandringsen zijn begroeid met dennen-, eiken- en beukenbos alsmede droge heide. Ter hoogte van de Zwarte Venen komen ook nog in de laagten tussen de stuifduinen enkele zure vennen en hoogveenvennen voor. Een relict van het oude hoogveengebied, waar regenwater stagneert op een slecht doorlatende laag .

3 Optimale situatie (OGOR)

3.1 Planologisch kader

Het planologisch kader wordt gevormd door de omgevingsvisie van de provincie Overijssel. In Figuur 3-1 is de actuele omgevingsvisie van de provincie Overijssel weergegeven voor de Vleders en Leijer Hooilanden. Het kaartbeeld toont een afwisseling van bestaande natuur, nieuw te realiseren natuur en zones met de functie mixlandschap (zone ONW buiten de EHS). Het aangrenzende gebied (Westerhuizingerveld en de Leijen) is aangeduid als moderne landbouw. Daarnaast is de uitmonding van de Streitenvaart in de Reest aangegeven als waterbergingsgebied. Hier worden geen kapitaalin-tensieve functies toegelaten, vanwege het belang van waterberging en het risico op wateroverlast.



Figuur 3-1: Omgevingsvisie provincie Overijssel.

3.2 Kaderrichtlijn water

De ecologische en chemische kwaliteit van het watersysteem wordt geborgd door uitvoering van de Kaderrichtlijn water (KRW).

Het waterlichaam de Reest, waar de Vledders en Leijer Hooilanden deel van uitmaakt, behoort tot de categorie Rivieren, type R12; langzaam stromende middenloop/benedenloop op veenbodem (RBO Rijn-Oost, 2004). Voor de Vledders en Leijer Hooilanden is het van belang om de ontwikkeling van het oppervlaktewaterstromingspatroon af te stemmen op de ontwikkelingsmogelijkheden voor moeras. Continu lopende waterlopen vergen een diepe drooglegging om in de zomer een basisafvoer in stand te houden. Diep drainerende waterlopen conflicteren echter met herstel van moerasvegetatie en veenvormende condities. Het concept van doorstrooommoerasen waarbij oppervlaktewater diffuus door moerasvegetatie stroomt (Verdonschot et al., in voorbereiding) is een goede optie om te combineren met moerasvorming in Vledders en Leijer Hooilanden. Voor de aquatische ecologie hebben doorstrooommoerasen een belangrijke meerwaarde door de aanwezigheid van geleidelijke overgangen van (semi)aquatisch naar terrestrisch.

3.3 Natuurdoelen Vledders en Leijer Hooilanden

In de ambitiekaart 2016 van de Provincie Overijssel voor de beheertypen in de Vledders en Leijer Hooilanden zijn de belangrijkste ambities kruiden- en faunarijk grasland, vochtig hooiland, moeras en droog bos met productie. Deze ambitiekaart is vrij conservatief uitgaande van het huidige watersysteem, met overwegend kruiden en faunarijk grasland en alleen in de lokale laagten herstel van vochtig hooiland en moeras.

In de afgelopen periode is via de landinrichting Staphorst via grondruil/aankoop bijna het volledige gebied van De Vledders en Leijerhooilanden vrij gemaakt om in te richten voor natuur. Gezien de potenties in dit gebied wordt voor dit onderzoek een stap verder gegaan en is onderzocht welke doelen haalbaar zijn bij volledig systeemherstel.

Binnen het gebied zijn potenties voor de volgende habitattypen:

H7140: Overgangs- en trilveen in de lagere delen

H6410: Blauw grasland iets hoger op de oostflank

De huidige bodem-pH in het dal voldoet nu in een groot deel van het gebied nog niet aan de streefwaarden voor basenminnende kleine zeggenvegetaties, maar wel aan die van zure kleine zeggenvegetaties. Bij vernatting worden deze zuurvormende processen sterk verminderd en wordt in de ijzerrijke veenbodems alkalinisatie bevorderd. Na vernatting wordt een snelle pH verhoging verwacht, waardoor ook basenminnende kleine zeggen mogelijk worden geacht.

Wanneer aanvullend wordt geplagd, verbetert de basentoestand verder wat kan leiden tot matig basenrijke natuurdoeltypen en plaatselijk tot basenrijke natuurdoeltypen. Afhankelijk van de situering in het dal (of onderaan de flank) valt te denken aan kleine zeggenvegetatie, Noordse zegge vegetatie, Scherpe zegge vegetatie, Blauwgraslanden en Dotterbloemhooilanden.

Op de langer termijn (decennia) kan bij herstel van regionale kwel de basenrijkdom van de bodem worden verhoogd en nemen de potenties voor het voorkomen van basenminnende vegetatietypen verder toe. Inschatting op dit moment is wel dat hier een grens aan zit: In de kern van het gebied zijn nog relatief dikke veenbodems aanwezig. Het plaggen van de toplaag waarbij veen achter blijft zal ook op middellange termijn nog leiden tot ijzer- en fosfaatrijke omstandigheden. Deze hoge gehalten worden in belangrijke mate veroorzaakt door sterke degradatie van de veenbodem als gevolg van ontwatering en het vroegere agrarische gebruik. Plaggen creëert dan omstandigheden waarbij P niet limiterend is voor de vegetatie. Het ontwikkelen van soortenrijke, laagproductieve kleine zeggenvegetatie of habitatype kalkmoeras is daarom in een groot deel van het gebied niet meer mogelijk. Vernatting in combinatie met plaggen geeft wel de mogelijkheid voor ontwikkeling van kleine zeggenvegetatie met Snavelzegge en Holpijp en grote zeggenvegetatie met Noordse zegge. Deze vegetaties zijn momenteel nog zeldzaam in de Nederlandse beekdalen en daarom interessant om te ontwikkelen.

3.4 Hydrologische randvoorwaarden Natuur

3.4.1 Inleiding

Om bovenstaande doelen te realiseren zijn niet alleen randvoorwaarden ten aanzien van de grondwaterstanden in de GVG en GLG situatie van belang, maar ook randvoorwaarden ten aanzien van de water- en bodemkwaliteit.

3.4.2 GxGs

De hydrologische randvoorwaarden voor potentiële doelvegetatietypen is weergegeven in Tabel 3-1. Deze zijn gebaseerd op waterstandregime vereisten van de vegetatietypen van Runhaar et al. (2009) en Aggenbach et al. (1998). De tabel bevat korte vegetaties en vegetatietypen van broekbossen die gezien de fysiografie in dit gebied zouden kunnen voorkomen bij herstel van de waterhuishouding. Voor de volledigheid is ook kalkmoeras nog opgenomen.

Tabel 3-1 Hydrologische randvoorwaarden van potentiële doelvegetatietypen in Vledders en Leijer Hooilanden

Doel vegetatietype		GVG (cm-maaiveld) Referentie: Runhaar et al. 2009										GLG bron Aggenbach et al. 1998 gemiddelde: min/max of ondergrens <x waarden in cm onder maaiveld (dus positieve waarde is stand onder maaiveld) Referenties: *1 = Aggenbach et al. 1998 *2 = Runhaar et al. 2009
Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	Diep water, GVG < -50	Onliep permanent, GVG -50 tot -20	Onliep droogvallend, GVG -50 tot -20	Langdurig inonderend, GVG -20 tot -5	Zeet nat, GVG -5 tot 10	Nat, GVG 10 tot 25	Zeet vochtig, GVG 25 tot 40	Vochtig, GVG > 40	Matig droog, GVG > 40	Droog, GVG > 40	
H6410 Blauwgraslanden												
Cirsio dissecti-Molinietum parnassietosum	Blauwgrasland; subass. met Parnassia					2	2					
Cirsio dissecti-Molinietum typicum	Blauwgrasland; typische subass.					1	2	1				
Cirsio dissecti-Molinietum peucedanetosum	Blauwgrasland; subass. met Melkeppe					2	2	1				
Dotterbloemhooilanden												
Crepido-Juncetum acutiflori	Veldrus-associatie					1	2	1				
Ranunculo-Senecionetum aquatici	Associatie van boterbloemen en waterkruiskruid					1	2	1				62; 13/120 *1
H7140A Overgangs- en trilvenen (trilvenen)												
Carici curtae-Agrostietum typicum (inclusief Carex rostrata vegetatie)	Ass. van Moerasstruisgras en Zompzegge; typische subass.				1	2	1					<30 *2
Carici curtae-Agrostietum caricetosum diandrae	Ass. van Moerasstruisgras en Zompzegge; subass. met Ronde zegge				2	2						<20 *2
Scorpidio-Caricetum diandrae	Associatie van Schorpioenmos en Ronde zegge				1	2						<20 *2
Kalkmoeras												
Campylo-Caricetum dioicae					1	2	1					<40 *2
Grote zeggen moerassen												
Caricetum gracilis	Associatie van Scherpe zegge			2	2							42; 4/100 *1
Caricetum vesicariae	Associatie van Blaaszegge			2								
Lysimachio-Caricetum aquatilis	Associatie van Noordse zegge			2								34; -6/55 *1
H91D0 Hoogveenbossen												
Carici curtae-Betuletum peucedanetosum	Zompzegge-Berkenbroek; subass. met Melkeppe				1	2	2					<30 *2
Carici curtae-Betuletum typicum	Zompzegge-Berkenbroek; typische subass.					1	2					<30 *2
H91E0C Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen)												
Carici elongatae-Alnetum caricetosum curtae	Elzenzegge-Elzenbroek; subass. met Zompzegge				1	2	2					<40 *2
Carici elongatae-Alnetum ribetosum nigrae	Elzenzegge-Elzenbroek; subass. met Zwarte bes					2	2					<40 *2
Carici elongatae-Alnetum typicum	Elzenzegge-Elzenbroek; typische subass.				2	2	1					<30 *2

3.4.3 Waterkwaliteit

In grondwatergevoede laagten als de Vledder- en Leijerhooilanden is de hydrochemische samenstelling van het toestromende grondwater belangrijk voor de abiotische condities van de vegetatie. In het algemeen zijn de volgende factoren belangrijk:

- Het calcium en bicarbonaatgehalte van het grondwater. Basenrijk grondwater zorgt voor aanvoer van bicarbonaat dat zuur kan neutraliseren en calcium waarmee de basenverzadiging van de bodem kan worden verhoogd. Aanvoer van basenrijk grondwater zorgt ook voor de instandhouding van een hoge bodem-pH. Veenvormende systemen met grondwatervoeding hebben doorgaans een matig hoge basenrijkdom van het toestromende grondwater. Een hoog bicarbonaatgehalte bevordert namelijk afbraak van veen.
- De ijzer- en fosfaatconcentratie van het grondwater. In het diepere grondwater zijn de ijzer- en fosfaatconcentratie sterk gecorreleerd. Hoe ijzerrijker het grondwater, hoe fosfaatrijker het is. IJzer- en fosfaat dat naar een kwelgebied wordt aangevoerd accumuleren grotendeels in de bodem. In grondwater gevoede venen draagt meer ijzer juist bij tot een grotere fosfaatbeschikbaarheid en het wegvallen van P-limitatie. De omvang van de anorganische fosfaatpool is daarbij bepalend voor de beschikbaarheid van fosfaat (Emsens et al. 2016 en ongepubliceerde data).
- Een hoge concentratie van nitraat en sulfaat als gevolg van bemesting en atmosferische depositie zorgt voor toevoer van oxidatoren. In geval van veenbodems leidt deze toevoer tot een afbraak van organisch materiaal. Nitraat zal daarbij zeer snel onderin het veenprofiel worden omgezet in N₂-gas. Door de afbraak wordt NH₄ gevormd. De toevoer van sulfaatrijkwater kan in relatief ijzerarme bodems leiden tot interne P-eutrofiëring: Fosfaat dat aan ijzersulfiden is geadsorbeerd gaat dan in oplossing.
- Aanvoer van kalium door grondwater is in grondwater gevoede venen van belang bij het voorkomen van K-limitatie.

De hydrochemie is sterk bepalend is voor de chemische condities in de bodem op de langere termijn. Op de korte termijn is de toestand van de bodem zelf juist sterk bepalend. De bodem en zeker die van venen bevat namelijk grote pools van basen, nutriënten en redoxgevoelige stoffen. In geval van grondwater gevoede venen die in het verleden langdurig zijn ontwaterd en landbouwkundig gebruikt, zijn de gehalten van nutriënten en redoxgevoelige mineralen sterk toegenomen. Potenties voor doelvegetatietypen hangen daarom niet alleen af van de hydrochemische samenstelling van de te herstellen grondwatertoestroming, maar ook sterk van de chemische eigenschappen van de veenbodem. In bijlage 10 is de volledige analyse opgenomen.

3.5 Inrichtingsmaatregelen OGOR natuur Vledders en Leijer Hooilanden

Wanneer we de potenties van het gebied van de Vledders en Leijer Hooilanden combineren met de vereisten van de natuurdoelen komen we uit op de volgende mogelijke maatregelen binnen het plangebied voor de OGOR natuur:

1. Het verondiepen van sloten binnen het gebied en vasthouden van gebiedseigen water
2. Op grotere schaal plaggen, met name op de oostflank

Verondiepen waterlopen

Het verondiepen van de waterlopen heeft direct een gevolg voor de grondwaterstanden in het gebied. In de huidige situatie wordt veel grondwater via de sloten afgevoerd. Het grootste effect kan worden bereikt in de GHG en GVG situatie door het flink opzetten van het huidige lage winterpeil in de Streitenvaart. Verwachting is dat in de lage delen en op de oostflank de grondwaterdruk groot genoeg is, dat de grondwaterstanden ook in de GG en GLG situatie stijgen. Door de waterlopen niet langer te onderhouden neemt de begroeiing en de weerstand in de loop toe. Op lange termijn verlanden de sloten langzaam.

Naast de hogere grondwaterstanden heeft het verondiepen van de ontwateringsmiddelen nog een ander voordeel: het oude grondwater stroomt meer omhoog door de veenlaag, waardoor de dikte van neerslaglenzen afneemt. Het voordeel van toestroming van oud grondwater is dat, dit water nog niet is vervuult als gevolg van bemesting en een hoge atmosferische N-depositie.

Plaggen

Over het algemeen is de bodemdegradatie in de delen met veen zeer sterk geweest en daardoor is het gehalte aan ijzer en anorganisch fosfaat sterk verhoogd. Plaggen is dan noodzakelijk voor zowel het verlagen van de P-beschikbaarheid als het verhogen van de basenrijkdom. Plaggen tot (bijna) op de minerale ondergrond leidt tot een verlaging van het P-oxalaat gehalte. Alleen ter plaatse van het al geplagde schraallandje in het zuidelijk deel, dat bovendien nooit intensief agrarisch gebruik heeft gehad, komen nu al lage P-oxalaat gehalten voor.

4 Effecten maatregelen OGOR Natuur

4.1 Algemeen

Voor de OGOR natuur zijn vervolgens de volgende werkstappen uitgevoerd:

- Optimalisatie waterpeilen voor gewenste natuurdoelen;
- Bepalen effecten OGOR maatregelen op de grondwaterstanden binnen en buiten het gebied;
- Toetsing effecten voor natuurdoelen;
- Vertaling effecten naar omliggende belangen: landbouw en bebouwing;
- Aangeven waar negatieve effecten (eenvoudig) gemitigeerd kunnen worden en waar nader onderzoek noodzakelijk is.

In het onderhavige hoofdstuk zijn deze stappen uitgewerkt.

Voor de grondwatermodelberekeningen is gebruikt gemaakt van een concept versie van MIPWA v3.0, dd. oktober 2016 (bouw Deltares). Hierin zijn de meest recente inzichten met betrekking tot de ondergrond en het topsysteem verwerkt. In dit stadium zijn verkennende berekeningen uitgevoerd en is ervoor gekozen om het model stationair door te rekenen voor een langjarige situatie. Het model is voor deze studie nog niet gekalibreerd.

Voor de modelberekeningen is de volgende aanpak aangehouden:

1. Basis model MIPWA v3.0- versie okt. 2016;
2. Controle modelinvoer voor gebied VLH en omgeving;
3. Aanpassing Oppervlaktewatersysteem op basis van gebiedskennis;
4. Valideren "basismodel";
5. Stationair doorrekenen "worst case" scenario's (uitgaande van gemiddelde grondwateraanvulling en maatgevende winterpeilen).

In bijlage 12 staat een beschrijving van het basis model MIPWA v3.0, de controle en aanpassingen welke nodig waren. Het resulterende model is in overleg met de projectgroep goed genoeg bevonden om de verkennende berekeningen mee uit te voeren. Het model benaderd de gemeten stijghoogten in het oostelijke een noord-westelijk deel van het modelgebied goed tot zeer goed. Het Westerhuizingerveld is iets te nat gemodelleerd en heeft een gemiddelde afwijking van circa 0,20 m. Deze afwijking straalt ook uit naar het gebied Vledders en Leijer Hooilanden zelf, welke circa 0,15 m te nat gemodelleerd is. Deze afwijking wordt naar verwachting veroorzaakt doordat waterpeilen in het bovenstroomse deel van het Westerhuizingerveld nog niet goed in het model zitten. Deze dienen t.z.t. nog te worden ingemeten in het veld, waarmee het model nog verder geoptimaliseerd kan worden. Bij de effectbeschrijving is rekening gehouden met deze afwijking.

4.2 Optimalisatie waterpeil

Aan de hand van diverse scenario's is het gewenste maximum peil bepaald, waarbij wordt voldaan aan de hydrologische vereisten van de habitattypen en waarbij de effecten naar de omgeving zo beperkt mogelijk blijven. Ter verkenning zijn voor verschillende situaties droogleggingskaarten gemaakt en zijn deze met een MIPWA grondwatermodel doorgerekend:

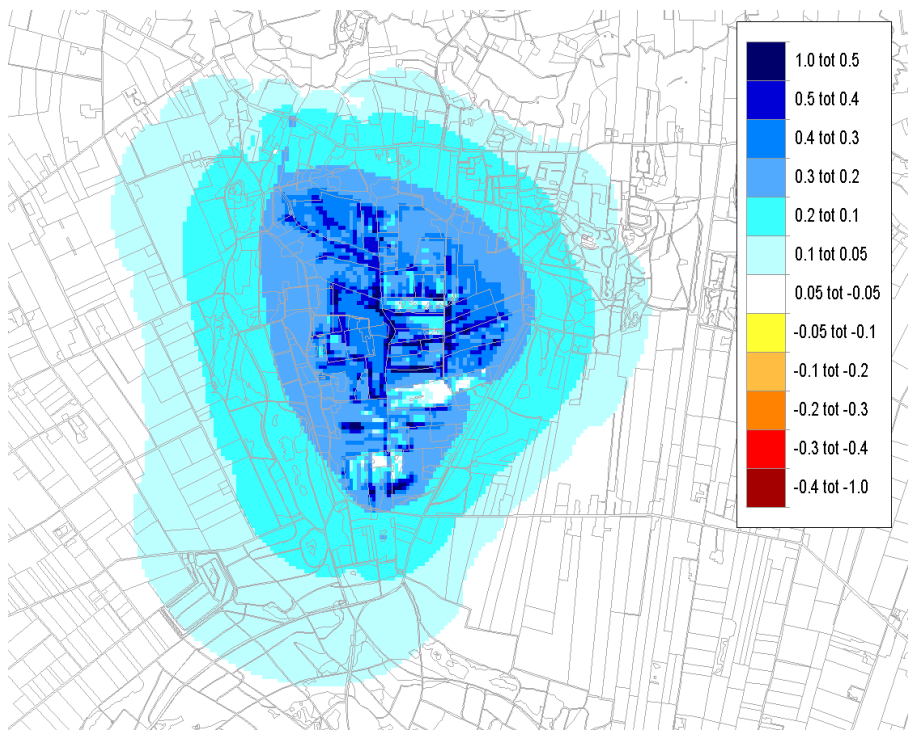
1. Maximaal scenario: Met het stationaire MIPWA model is doorgerekend wat het maximale effect is, wanneer alle ontwateringsmiddelen in het gebied worden uitgezet. Een gedetailleerde uitwerking dit scenario's is beschreven in bijlage 13. Het resultaat is dat in de gemiddelde situatie (maar wel aan de natte kant, gezien een beperkte modelafwijking) op grote schaal inundaties ontstaan. Ook blijkt dat de effecten op het grondwater tot in de verre omgeving doorwerken.
2. Maximum waterpeil NAP+1,50 m. In dit scenario is het stuwpeil benedenstrooms opgezet tot een maximum in de GGOR situatie van NAP+1,5 m. Een gedetailleerde uitwerking van dit scenario is eveneens beschreven in bijlage 14. Wanneer men grote delen van de oostflank plagt, treden vrij veel inundaties op in het dal en worden de vochtige graslanden relatief hoog de helling op gedrukt. De vraag is of de grondwaterstanden in de droge zomer hier niet teveel uitzakken. Dat in combinatie met de relatief grote effecten op de omgeving heeft geleid tot een extra scenario met een lager maximum peil.
3. Maximum waterpeil NAP+1,30 m. Dit scenario geeft een optimum van de hydrologische vereisten voor de gewenste natuurdoelen (GGOR natuur). Dit scenario is in dit hoofdstuk verder uitgewerkt.

4.3 Effect op GvG/GG situatie

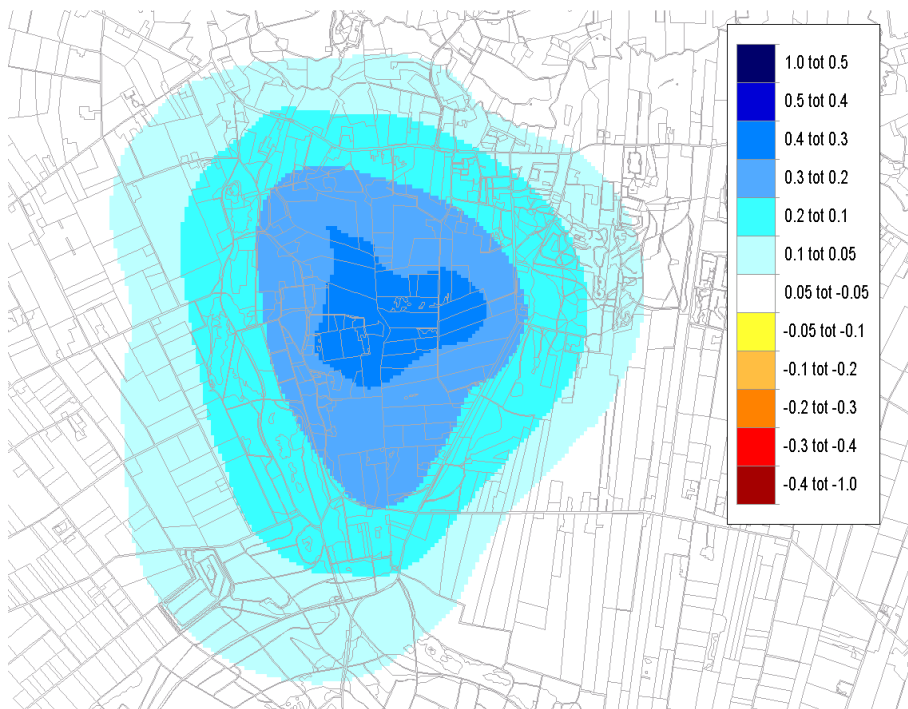
In figuur 4-1 t/m figuur 4-5 is het effect van peilopzet tot NAP+1,3 m op de jaarlijks gemiddelde grondwaterstand en stijghoogten weergegeven voor de situatie zonder plaggen. Bij deze berekening treden de maximale (=worst case) effecten op. Door het plaggen verlaagd men de maaiveldhoogte. Aangezien de stijghoogte in het model na maatregelen tot aan maaiveld komt, resulteert het plaggen in een lagere drainagebasis. Door deze lagere drainagebasis worden ook de effecten op de omgeving minder groot (het verschil tussen huidige en toekomstige situatie wordt kleiner). In bijlage 15 zijn ook de effectkaarten weergegeven wanneer de gehele oostflank wel wordt geplagd.

Uit bovenstaande beschrijving wordt al duidelijk dat plaggen ook invloed heeft op de drainagebasis in natte gebieden. Plaggen lager op de flank, kan daarmee een ongunstig effect hebben op de grondwaterstanden hoger op de flank. Bij het bepalen van de definitieve plaglocaties dient hier rekening mee te worden gehouden.

Hoewel het model is doorgerekend voor de langjarig gemiddelde situatie, schatten wij in dat doordat het model iets aan de natte kant is, de relatieve effecten representatief zijn voor een wat nattere situatie, richting de GVG.



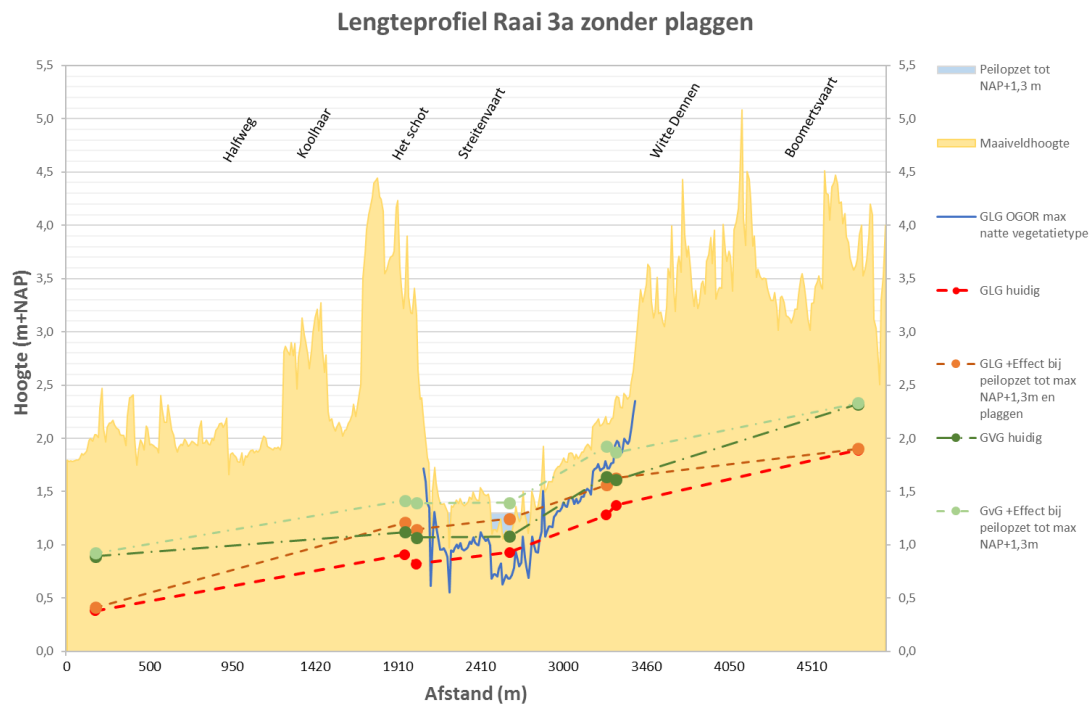
Figuur 4-1 Effect peilopzet tot NAP +1,3m in Vledders en Leijer Hooilanden op het freatisch grondwater (laag1) voor de langjarig gemiddelde situatie



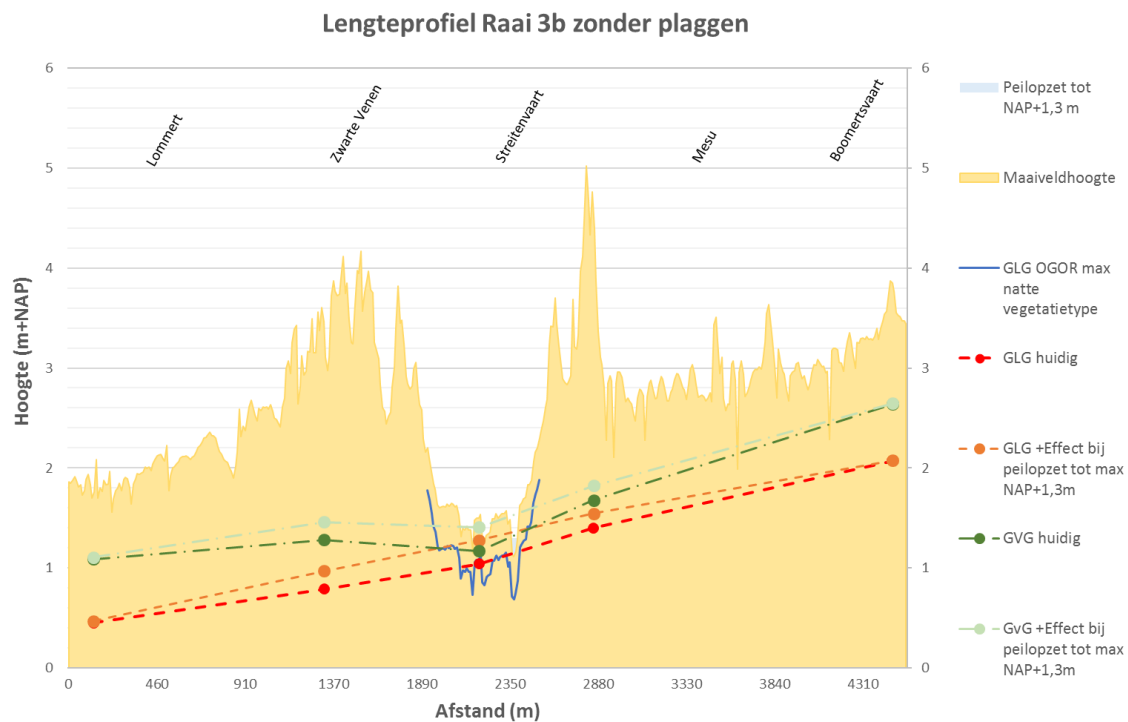
Figuur 4-2 Effect peilopzet tot NAP +1,3m in Vledders en Leijer Hooilanden op het diepere water-voerende pakket (laag7) voor de langjarig gemiddelde situatie

4.4 Effect op GLG

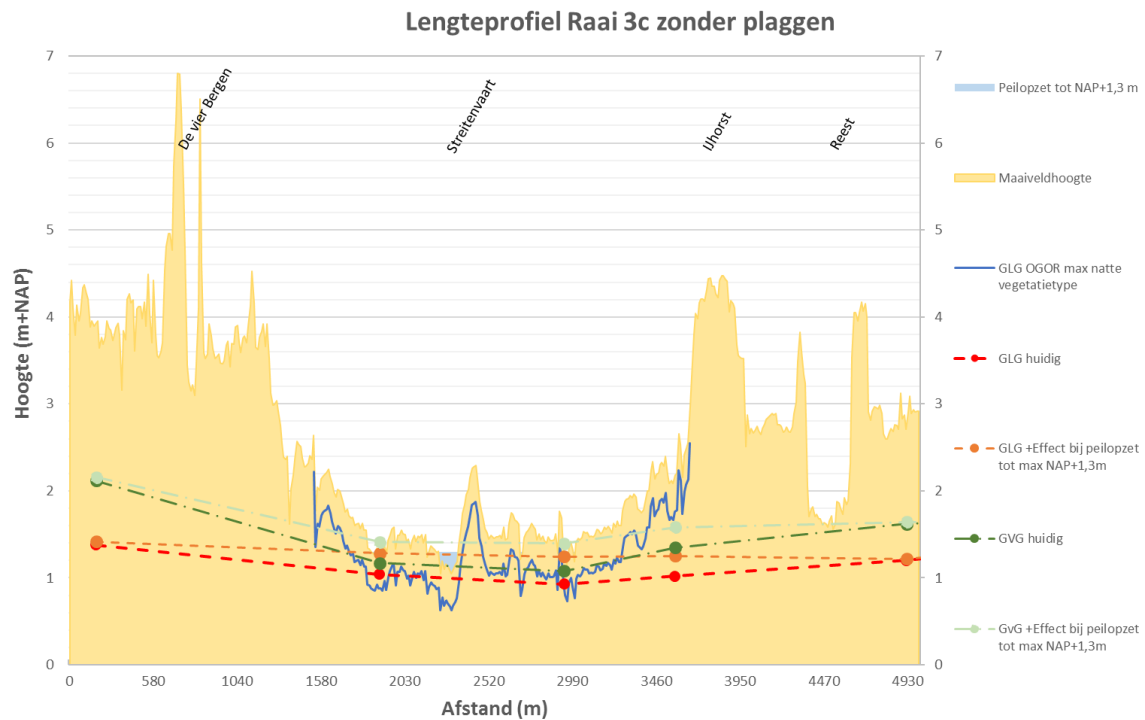
Het model is alleen stationair doorgerekend. Om toch inzicht te krijgen in de effecten op de GLG is het effect berekend in de stationaire som opgeteld bij de huidige GLG zoals die is geme-ten in de peilbuizen. In Figuur 4-3 en Figuur 4-4 zijn de raaien weergegeven met de huidige GLG en de toekomstige GLG na peilopzet tot NAP+1,30 m zonder plagen. De situering van de raaien is weergegeven in bijlage 1.



Figuur 4-3 Effect peilopzet tot NAP +1,3m in Vledders en Leijer Hooilanden op de GLG en GvG in raai 3a (west-oost)



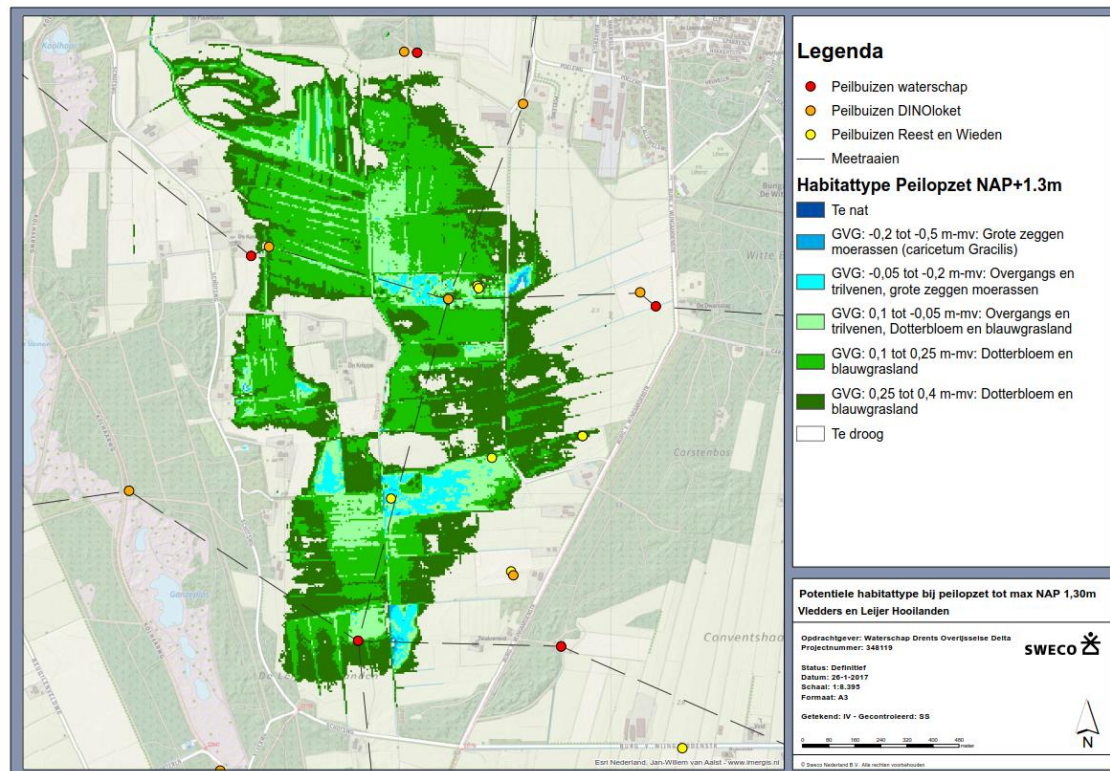
Figuur 4-4 Effect peilopzet tot NAP +1,3m in Vledders en Leijer Hooilanden op de GLG en GvG in raai 3b (west-oost)



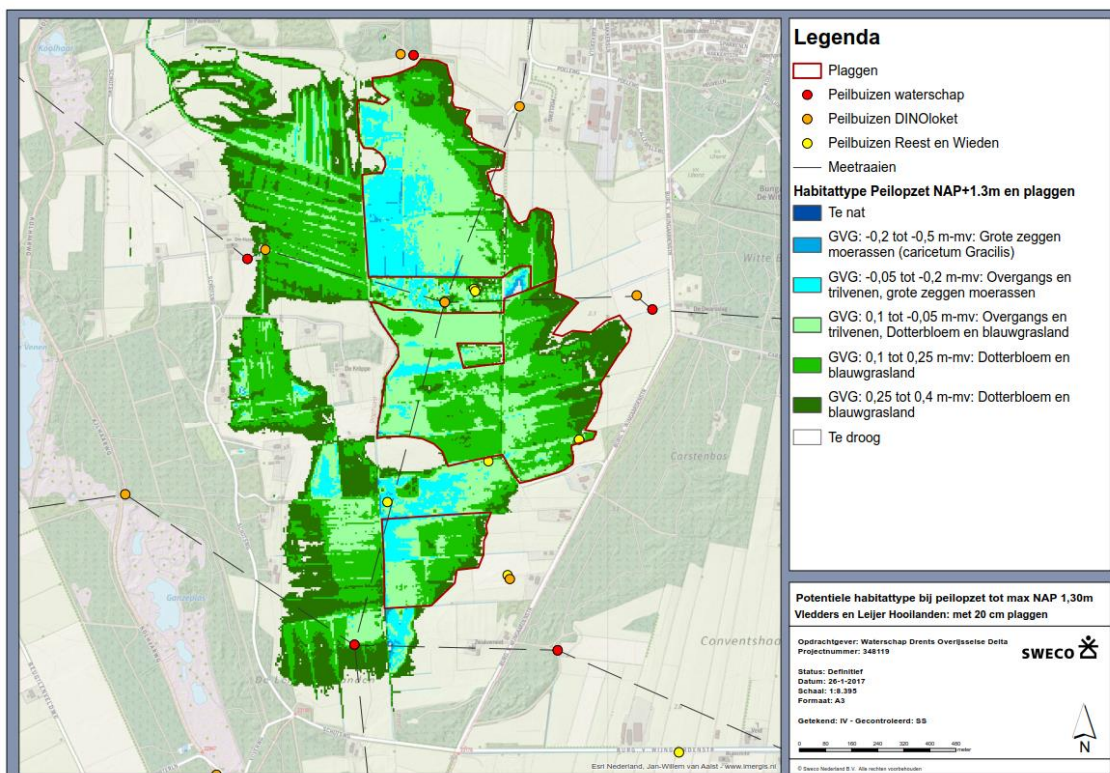
Figuur 4-5 Effect peilopzet tot NAP +1,3m in Vledders en Leijer Hooilanden op de GLG in raai 3c (zuid-noord)

4.5 Toets Natuurdoelen

In Figuur 4-6 en Figuur 4-7 zijn droogleggingskaarten weergegeven uitgaande van het maximum peil van NAP +1,30 m met en zonder plaggen van de Oostflank. Hiermee zijn de drooglegging en de inundaties inzichtelijk gemaakt. Door de drooglegging te koppelen aan de hydrologische vereisten voor de GVG situatie, kan een eerste indicatie worden gegeven welke natuurpotenties in welke delen van het gebied ontstaan. Hoewel de drooglegging bij het maximum peil niet 1:1 vergelijkbaar is met de GVG, geeft deze wel een eerste indruk. De werkelijk potenties zijn daarnaast natuurlijk ook afhankelijk van het uitzakken van het peil in de zomer, en de water- en bodemkwaliteit ter plaatse.



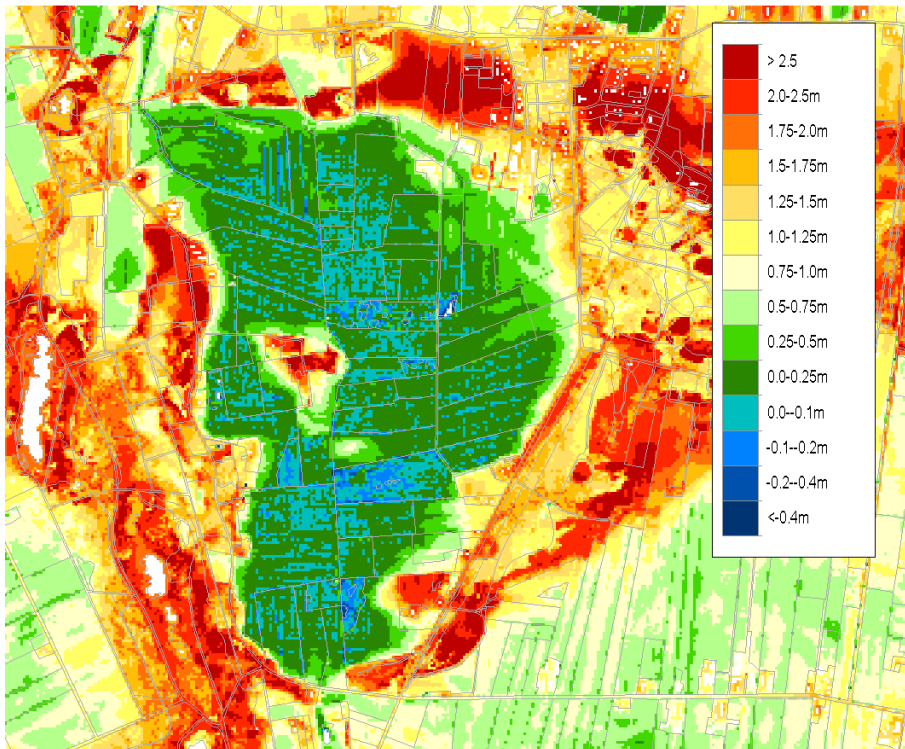
Figuur 4-6 Inundaties en drooglegging bij een peilopzet van NAP+1,3 m zonder plaggen



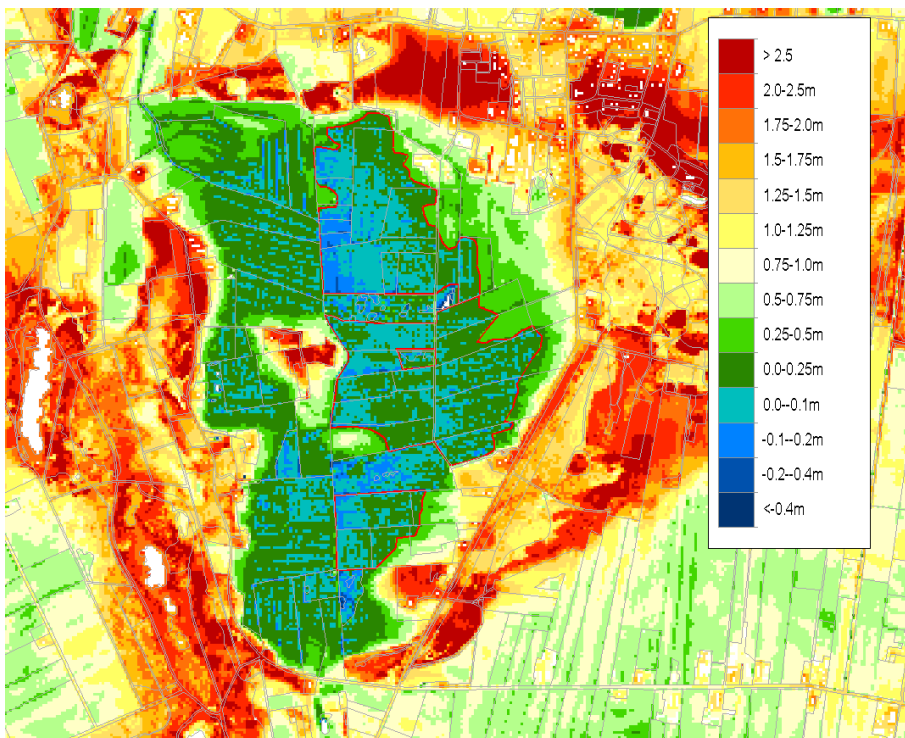
Figuur 4-7 Inundaties en drooglegging bij een peilopzet van NAP+1,3 m met 20 cm plaggen

Met het MIPWA model zijn naast de relatieve effecten ook de toekomstige grondwaterstanden ten opzichte van maaiveld berekend. Hoewel rekening gehouden moet worden met de modelnauwkeurigheid en dat de huidige situatie in het westelijk deel te nat is, geeft dit toch een idee hoe de grondwaterstand met name op de oostflank zal instellen bij een peil van NAP +1,30 m.

In onderstaande Figuur 4-8 en Figuur 4-9 is de berekende toekomstige situatie zonder en met plagen weergegeven.



Figuur 4-8 Grondwaterstand ten opzicht van maaiveld bij een peilopzet van NAP+1,3 m zonder plagen



Figuur 4-9 Grondwaterstand ten opzicht van maaiveld bij een peilopzet van NAP+1,3 m met 20 cm plagen van de Oostflank (rood omcirkelt)

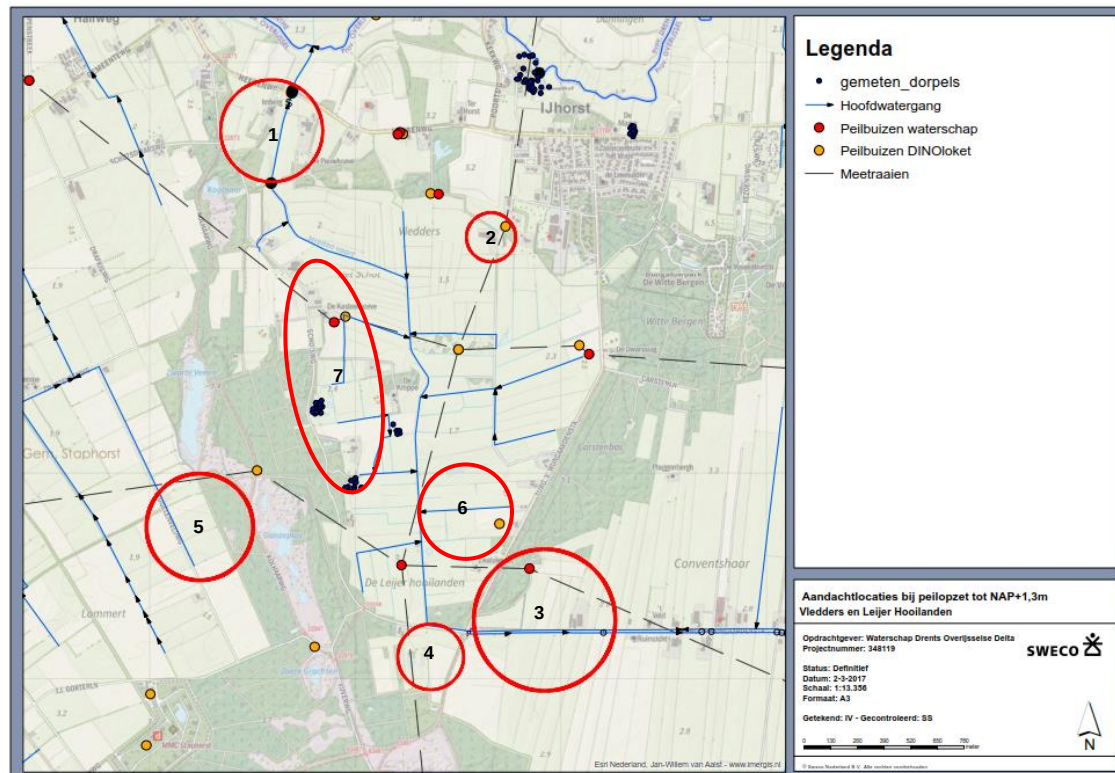
Uit beide benaderingen blijkt dat de grondwaterstand in de gemiddelde grondwaterstand in het dal en onderaan de flank hoog genoeg is om vochtige natuurdoelen te realiseren.

Uit Figuur 4-3 t/m Figuur 4-5 blijkt bovendien dat ook in de GLG situatie goede potenties aanwezig zijn. In deze grafiek is voor de vochtige natuurdoelen een indicatieve ondergrens voor de OGOR van 40 cm-mv weergegeven (voor zowel grote zeggenmoerassen, overgangs en trilvenen, blauwgrasland en de dotterbloem). De berekende GLG dient onder deze lijn te liggen om de natuurdoelen te kunnen halen. In Vledders en Leijer Hooilanden ligt de berekende GLG binnen deze indicatieve OGOR. Wanneer de oostflank wordt geplagd dan komt de GLG in Vledders en Leijer Hooilanden nog hoger te liggen. Hoger op de flank wordt het wel snel droger en zijn geen mogelijkheden meer voor vochtige natuur.

4.6 Toets effecten omliggende belangen

Door de peilopzet tot NAP +1,30 m vernat het omliggende gebied (bebouwing en landbouw). Dit kan op sommige locaties knelpunten opleveren. In figuur 4-10 zijn aandacht locaties weergegeven, waar de peilopzet mogelijk tot problemen kan leiden. Voor deze locaties geldt dat aanvullend onderzoek / afstemming nodig is. Elke locatie wordt kort toegelicht:

1. Het gemaal Vledders pompt hier het water het gebied uit richting de Reest. In dit gebied liggen twee boerderijen. Eén van deze boerderijen heeft zijn percelen op een hoogte van NAP+1,30 m liggen. Door het opheffen van het gemaal (zie hoofdstuk 6.2.1) wordt de ontwatering van deze percelen afhankelijk van de peilfluctuatie van de Reest die met enige regelmaat hoger is dan het huidige bemalen peil. Hiervoor is een uitwerking opgenomen in hoofdstuk 6.
2. Op deze locatie ligt een boerderij met een schuur waar het erf op een hoogte van circa NAP+2,40 m ligt (inschatting op AHN-kaart). Het grondwater stijgt hier met circa 30 cm (Peilopzet tot NAP+1,30 m zonder plagen). De huidige GHG ligt nu op circa NAP +1,60 m. Bij verhogingen van waterpeilen dient het risico op schade en wateroverlast ter plaatse van infrastructuur en bebouwing inzichtelijk te worden gemaakt. De grondwaterstand dient 30 tot 50 cm onder de onderkant van de vloer te liggen. Meer onderzoek is nodig om uit te sluiten of er op deze locatie schade aan de woning ontstaan naar aanleiding van de grondwaterstandstijging.
3. Deze percelen in Mesu zijn relatief laag gelegen in het bemalingsgebied Mesu en liggen op grotere afstand van het gemaal en nabij Vledders en Leijerhooilanden. Het berekende effect op de grondwaterstanden kan in deze percelen leiden tot een ongewenste vernatting. Met nader onderzoek naar de grondwatersituatie ter plaatse kan worden bepaald of maatregelen noodzakelijk zijn.
4. Hier ligt een vijver die wordt gevoed door grondwater. Door de stijgende grondwaterstand kan de waterstand in de vijver stijgen kan een groter gebied inunderen. Dit perceel is particulier eigendom (zie bijlage 18). Een inmeting ter plaatse biedt meer duidelijkheid of hier sprake is van een knelpunt.
5. Landbouwgebied. Dit gebied kan schade ondervinden door de berekende grondwaterstandsverhoging. Slooppeilen zijn hier onbekend. Inmeting van deze slooppeilen kan meer inzicht verschaffen in het effect en de gevolgen van de peilopzet in dit gebied.
6. Deze percelen zijn particulier eigendom, door de peilopzet verminderd de drooglegging van deze percelen. Nader onderzoek kan uitwijzen of dit leidt tot knelpunten.
7. Langs de Schotsweg op de hoge rand van het gebied zijn enkele particuliere tuinen gesitueerd die deels aflopen naar het lagere deel van Vledders en Leijerhooilanden. Op basis van de berekeningen lijkt ter plaatse van deze tuinen slechts een beperkt effect op te treden. Nader onderzoek kan uitwijzen of dit leidt tot knelpunten.



Figuur 4-10 Aandacht locaties bij een peilopzet tot NAP+1,30 m

In bijlage 18 is een eigendommenkaart van het gehele gebied opgenomen.

5 Uitwerking waterberging (WB21)

5.1 Algemeen

Het stroomgebied van de Reest is één van de afvoergebieden die via Meppel afvoert richting het Meppelerdiep. Hier treedt tijdens extreme afvoersituaties wateroverlast op. In 2013 is in het onderzoek WB21-maatregelen Reestdal (Grontmij, 2013) een aantal maatregelen voorgesteld om de afvoer naar Meppel in extreme situaties te verlagen door water vast te houden en te bergen in het Reestdal. Eén van de maatregelen binnen de WB21-opgave is de inzet van de Vledders en Leijer Hooilanden als bergingsgebied tijdens hoogwater. Door de komvormige ligging van Vledders en Leijer Hooilanden is het gebied uitstekend geschikt voor het vasthouden van water. In het onderzoek is als maatregel opgenomen dat een maalstop wordt ingesteld van gemaal Vledders waardoor de afvoer van het gebied naar de Reest wordt gestremd. De inzet van dit gebied als bergingsgebied is in 2013 vastgesteld door het bestuur van het waterschap.

In 2013 is bij het opstellen van deze maatregel als uitgangpunt gehanteerd dat dit gebied een grotendeels landbouwkundige functie heeft. Inmiddels is deze situatie gewijzigd. Het in 2013 vastgestelde maximale peil van NAP +1,85 m wijzigt niet. De functieverandering en herinrichting van het gebied heeft mogelijk effect op:

- Bergingscapaciteit - door het beoogde opzetten van het GGOR-peil naar NAP +1,30 m neemt de potentiële bergingscapaciteit af van het gebied.
- Waterkwaliteit - door de voor de gewenste natuurdoelen noodzakelijke peilopzet, het onklaar maken van detailontwatering en het plaggen van delen van het gebied neemt de gevoeligheid van het beoogde watersysteem voor instroming van voedselrijk landbouwwater toe.

Deze aspecten zijn nader onderzocht.

5.2 Uitgangspunten

In het onderzoek van 2013 zijn de volgende uitgangspunten beschreven:

- Beoogde bergingsdoelstelling bedraagt 400.000 m³;
- Berging wordt gerealiseerd door inslagpunt van het gemaal te verhogen van NAP+0,70 m naar NAP +1,85 m. Daarnaast dient de vrije lozing van de stuw te worden gestremd bij een waterstand van NAP +0,80 m op de Hoozeveense Vaart;
- Maximaal toelaatbare peilopzet in Vledders en Leijer Hooilanden bedraagt NAP +1,85 m;
- Gemaalcapaciteit 0,55 m³/s. Vrij lozing is mogelijk bij een laag Reestpeil;
- Berging van gebiedseigen water en wateroverschot van het landbouwgebied Mesu, instromend vanaf de zuidzijde;
- Inundatieduur circa 10 dagen.

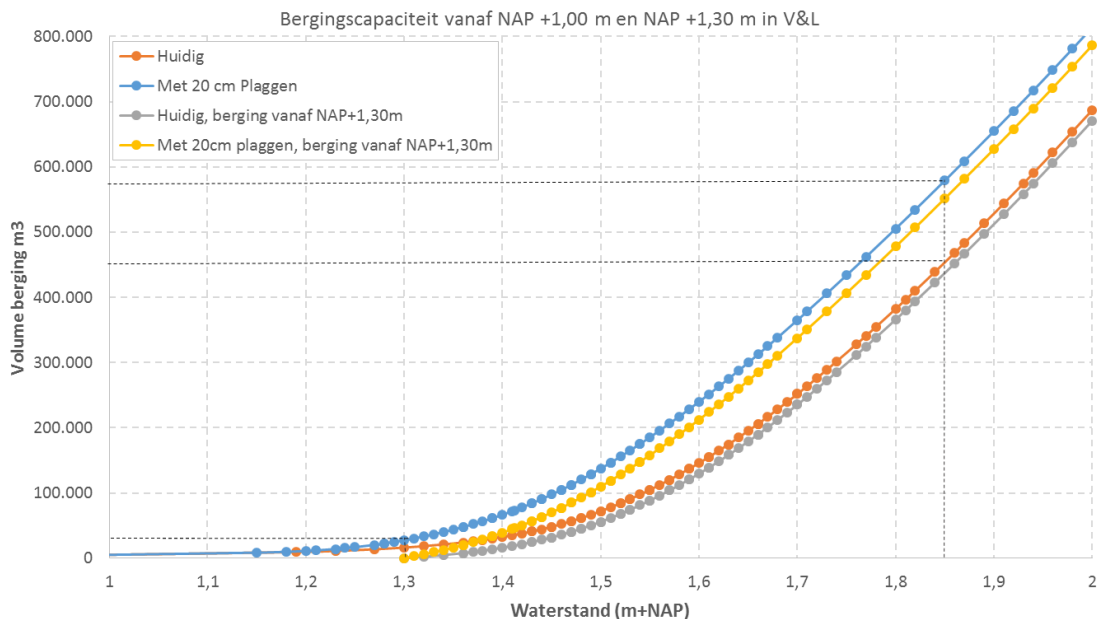
5.3 Bergingscapaciteit

In figuur 5-1 is de bergingscapaciteit van Vledders en Leijer Hooilanden weergegeven in zowel de huidige situatie als in de situatie waarin de oostflank wordt geplagd en het peil wordt opgezet tot NAP +1,30 m. In de huidige situatie kan bij een peilopzet tot NAP +1,85 m een volume van 440.000 m³ worden geborgen. Wanneer het peil wordt opgezet neemt de bergingscapaciteit tussen NAP +0,70 m en NAP +1,30 m af. Door het plaggen neemt de bergingscapaciteit juist weer toe. Door de peilopzet is er een verlies van bergingspotentie van circa 15.000 m³. Het voorstel om op de oostflank te plaggen levert een toename aan potentiële waterberging van circa 130.000 m³. Gezamenlijk leiden peilopzet en plaggen van de oostflank tot een toename tot circa 580.000 m³ berging bij een peilopzet tot NAP +1,85 m. De beoogde bergingsdoelstelling wordt in alle gevallen gehaald. Het potentiële bergingsvolume bedraagt circa 500.000 m³, door

het plaggen van de oostflank kan dit volume makkelijk binnen Vledders en Leijer Hooilanden worden geborgen.

Op basis van expert judgement kan het potentiële bergingsvolume worden onderverdeeld in de volgende deelvolumes:

- 275.000 m³ neerslagflux op natuurpercelen Vledders en Leijer Hooilanden. Uitgaande van een bui van 125 mm en een oppervlak van 218 ha;
- 30.000 m³ kwel in Vledders en Leijer Hooilanden (uitgaande van 0,013 mm/dag kwel?);
- 125.000 m³ afkomstig uit het resterende afvoergebied (gebied rondom). De totale neerslag in het resterende afvoergebied bedraagt 275.000 m³. Geschat wordt dat circa 150.000 m³ in de bossen rondom het gebied zelf wordt geborgen.
- 70.000 m³ afvoer afkomstig van Mesu. Neerslag op Mesu bedraagt circa 437.500 m³ waarvan 285.000 m³ via het gemaal wordt afgevoerd wordt richting de Bomertsvaart en circa 80.000 m³ in het gebied zelf wordt geborgen.



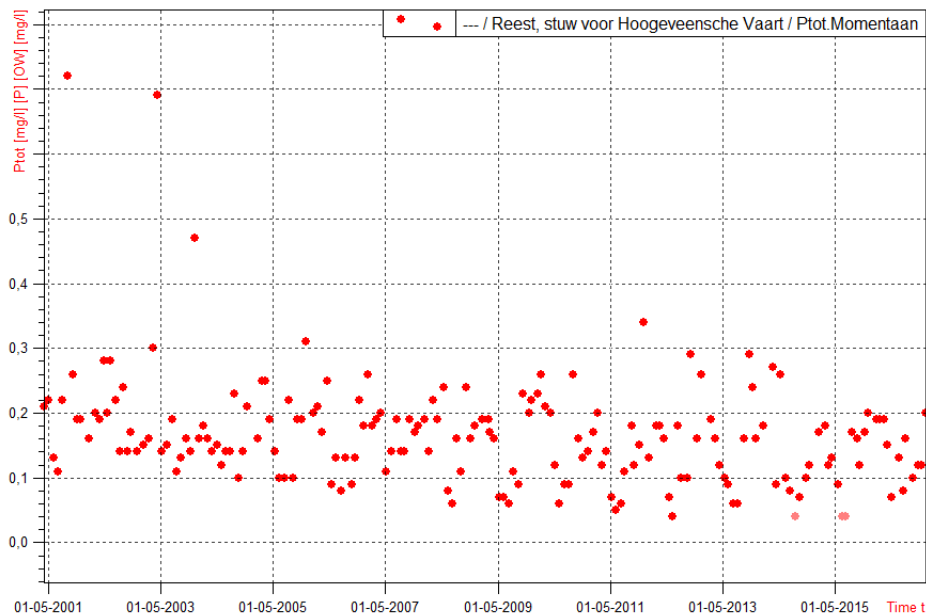
Figuur 5-1 Bergingscapaciteit Vledders en Leijer Hooilanden zowel in de huidige situatie als bij peilopzet tot NAP+1,30 m.

5.4 Waterkwaliteit

Tijdens hoogwatersituaties wordt landbouwwater vanuit Mesu via Vledders en Leijer Hooilanden geborgen en afgevoerd. Op deze manier kan de wateroverlast in Mesu worden beperkt. Het landbouwwater heeft een hoge concentratie van nitraat en sulfaat. Zoals in paragraaf 3.4.3 is toegelicht leidt een hoge concentratie van nitraat en sulfaat als gevolg van bemesting en atmosferische depositie tot het in oplossing gaan van fosfaat dat aan ijzersulfiden is geadsorbeerd. Door periodieke instroom van voedselrijk water vanuit het landbouwgebied Mesu nemen de potenties voor de beoogde natuurdoelen af. De verwachte inzet frequentie van de overlaat is echter zeer laag. Uit Figuur 2-10 bleek de overlaat de afgelopen 7 jaar één keer te zijn overschreden en is water richting het plangebied gestroomd.

In figuur 3-2 zijn gemeten fosfaat concentraties in de Reest in de periode 2001-2015 weergegeven. De norm voor fosfaat in stromend water is 0,14 mg/l. In de Reest zijn de concentraties veelal hoger. Voor stikstof zijn geen actuele metingen beschikbaar. Wanneer het water afkomstig uit Mesu direct in Vledders en Leijer Hooilanden in de bodem infiltreert zal de kwaliteit verslechteren. Verwachting is echter dat tijdens dergelijke hoogwatersituaties de grondwaterstanden in de Vledders en Leijer Hooilanden aan maaiveld staan, waardoor infiltratie van het water beperkt is. Als Vledders en Leijer Hooilanden al is geïnundeerd (met gebiedseigenwater) op het

moment dat de overloop in werking treedt is slechts 15% van het totaal volume berging in Vledders en Leijer Hooilanden afkomstig uit Mesu. Dit betekent dat de nutriënt concentraties van het landbouwwater met een factor 6,5 worden verdund in de WB21-situatie bij maximale berging.



Figuur 5-2 Gemeten concentraties fosfaat in de Reest

Alleen wanneer de first flush vanuit Mesu komt (bijvoorbeeld een extreme piekbui in de zomer), wordt de concentratie niet verdund. Op dat moment inunderen de laaggelegen gebieden met het voedselrijke landbouwwater. In 2013 is de overloop voor het laatst in werking getreden, uit peilbuis data blijkt dat het grondwater tot aan maaiveld reikte. Wanneer de stijghoogte van het grondwater tot aan het maaiveld reikt, kan het water door de kweldruk niet infiltreren. Hierdoor zal eutrofiëring minimaal plaats vinden en worden de beoogde natuurdoelen niet negatief beïnvloed. Daar komt bij dat voor Vledders en Leijer Hooilanden niet de hoogste natuurdoelen beoogd worden (geen kalkmoeras), maar de iets voedselrijkere typen worden nagestreefd.

5.5 Maatregelen voor waterberging

Tijdens de WB21 situatie wordt een nieuw te plaatsen GGOR-stuw handmatig opgezet tot NAP +1,85 m. Op deze manier kan het water worden vastgehouden. Na de afvoerpiek kan gecontroleerd het water uit Vledders en Leijer Hooilanden worden afgelaten tot NAP +1,30m, mits de waterstand in de Reest voldoende laag is. Tijdens hoogwater in de Reest (enkele keren per jaar) kan Vledders en Leijer Hooilanden niet afvoeren en kan het peil oplopen tot ca NAP +1,50 m. Het peil in de Reest komt naar verwachting nooit hoger dan het "WB21 peil" van NAP +1,85 m. De GGOR-stuw dient vispasseerbaar te zijn. Tijdens hoogwater kunnen vissen Vledders en Leijer Hooilanden inzwemmen. Wanneer het water gecontroleerd Vledders en Leijer Hooilanden wordt afgelaten moeten vissen het gebied ook makkelijk kunnen verlaten.

6 GGOR natuur

6.1 Visie op gebied

In paragraaf 3.5 is reeds een inrichtingsvisie beschreven voor Vledders en Leijer Hooilanden, uitgaande van een optimale inrichting voor natuur. Bij de uitwerking hiervan dient echter ook rekening te worden gehouden met omliggende belangen en functies.

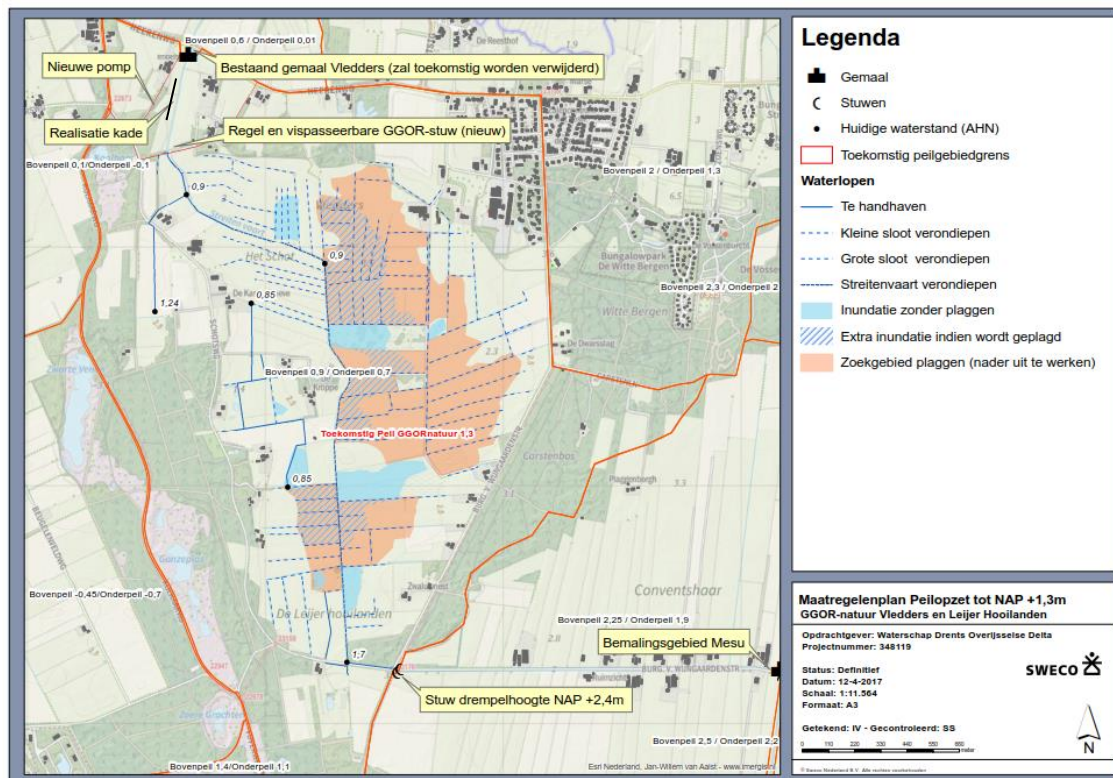
In dat kader is voor de GGOR-natuur de waterbergingsfunctie meegenomen in de uitwerking (zie hoofdstuk 5). Ook de instroom tijdens extreem natte situaties van voedselrijker water uit Mesu is meegenomen. Het gemaal Mesu is nog relatief jong en is niet ingericht op de afvoer van al het water uit het landbouwgebied in extreme situaties: een overloop via de Vledders en Leijer Hooilanden blijft vooralsnog noodzakelijk. Mogelijk dat op de lange termijn wel maatregelen getroffen kunnen worden binnen het landbouwgebied zelf, waardoor dit water alsnog kan worden losgekoppeld van Vledders en Leijer hooilanden.

In het onderhavige hoofdstuk is de GGOR-natuur verder uitgewerkt.

6.2 Maatregelenkaart GGOR

In figuur 6-1 (en grotere kaart in bijlage 16) zijn de waterhuishoudkundige inrichtingsmaatregelen weergegeven bij een peilopzet tot NAP+1,30 m. De volgende maatregelen maken onderdeel uit van de GGOR situatie:

- Verondiepen van het overgrote deel van alle sloten; hiermee verliezen de sloten hun drainerende functie. In de tijd verlanden deze sloten vanzelf;
- Plaggen van de oostflank, oppervlak nog nader te bepalen, in figuur 6-1 is enkel het zoekgebied weergegeven;
- Een beweegbare en vispasseerbare ggor-stuw ter hoogte van het 'Ter Haarswegje' in het noordelijk deel van Vledders en Leijer Hooilanden, om het gewenste peil op te zetten.



Figuur 6-1 Inrichtingsmaatregelen peilopzet tot NAP +1,30m (zie ook bijlage 16)

In bijlage 17 is een kaart met de aandachtlocaties bij realisatie van het maatregelenplan weer-gegeven.

6.2.1 Verondiepen sloten en Streitenvaart

Op de maatregelenkaart is circa 24 km aan sloten en watergangen aangegeven die worden verondiept. Dit vindt plaats door het uitbaggeren van de watergangen en vervolgens dicht te schuiven met bovengrond van het aangrenzende maaiveld. In de loop van de tijd verlanden deze sloten en watergangen vanzelf. Het patroon zal in de vegetatiepatronen zichtbaar blijven.

De Streitenvaart wordt voor een groot deel verondiept maar blijft wel zichtbaar in het landschap en verzorgt de eventuele afvoer van water richting de Reest. De exacte wijze waarop de Streitenvaart wordt heringericht is nog in overleg met landschapsdeskundigen te bepalen. Het noordelijke deel, dat door een hoger deel snijdt richting Reestdal, blijft gehandhaafd.

Op enkele locaties blijft een ontwateringstelsel aanwezig. Hiermee wordt voorkomen dat particuliere percelen langs de randen onvoldoende kunnen afwateren en stagnante waterplassen ontstaan. Tevens blijft de koppeling met Mesu in stand.

6.2.2 Plaggen

Op de kaart is circa 70 hectare oppervlak aangegeven als zoekgebied voor plaggen. Alleen ter plaatse van het al geplagde schraallandje in het zuidelijk deel, dat bovendien nooit intensief agrarisch gebruik heeft gehad, komen nu al lage P-oxalaat gehalten voor.

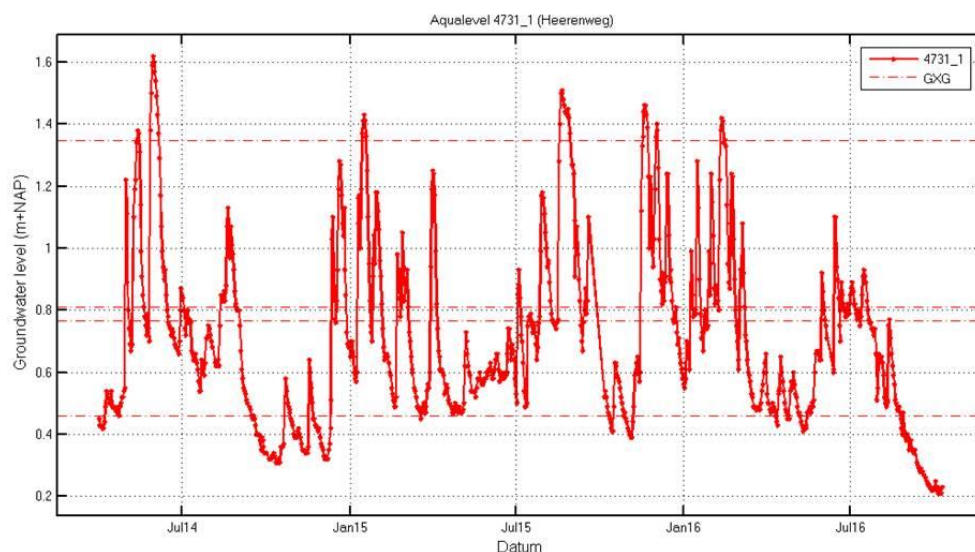
Er moet nog wel nader worden uitgewerkt waar plaggen het meest doelmatig is:

- Algemeen kan worden gesteld dat plaggen van veenbodems het beste kan plaatsvinden op locaties waar de horizont onder de plaghorizont relatief rijk is aan organisch stof. Daarmee kan het makkelijke beschikbare fosfaat voor moerasvegetatie (P-oxalaat) per volume eenheid bodem sterk worden verminderd. In dit gebied wordt echter ook in het dieper gelegen veen lokaal hoge P-oxalaat gehalten aangetroffen. Plaggen is in dat geval niet effectief.

- Plaggen van dunne veenbodems tot op de minerale ondergrond kan leiden tot (zeer) lage P-oxalaatgehalte. Plaggen op de rand van het verspreidingsgebied van het veen is daarom interessant. Afhankelijk van de gebruikshistorie van de percelen (mate van vermessing) biedt dit mogelijkheden voor de ontwikkeling van laagproductieve kleine zeggenvegetatie met P-limitatie. Daarbij is een aandachtspunt dat de locatie voldoende laag op de flank ligt dat nog voldaan wordt aan de hydrologische vereisten (met name de GLG).

6.2.3 GGOR-stuw

In de huidige situatie wordt het peilregime van NAP +0,70 m/ NAP +0,90 m in het plangebied gereguleerd met een stuw-gemaal combinatie. In normale situaties kan het gebied via een stuw, onder vrij verval, richting de Reest afvoeren. Bij hogere waterstanden van de Reest vindt afvoer plaats via het vijzelgemaal. Dit gemaal is in het verleden geplaatst om de gewenste landbouwkundige ontwatering van het plangebied te waarborgen. De waterstand in de Reest fluctueert jaarlijks minimaal tussen de NAP +0,20 m en de NAP +1,60 m (figuur 6-2). Om het huidige landbouwpeil te reguleren is het gemaal een kwart van de tijd in werking.



Figuur 6-2 Waterstand fluctuatie op de Reest (meetlocatie Heerenweg)

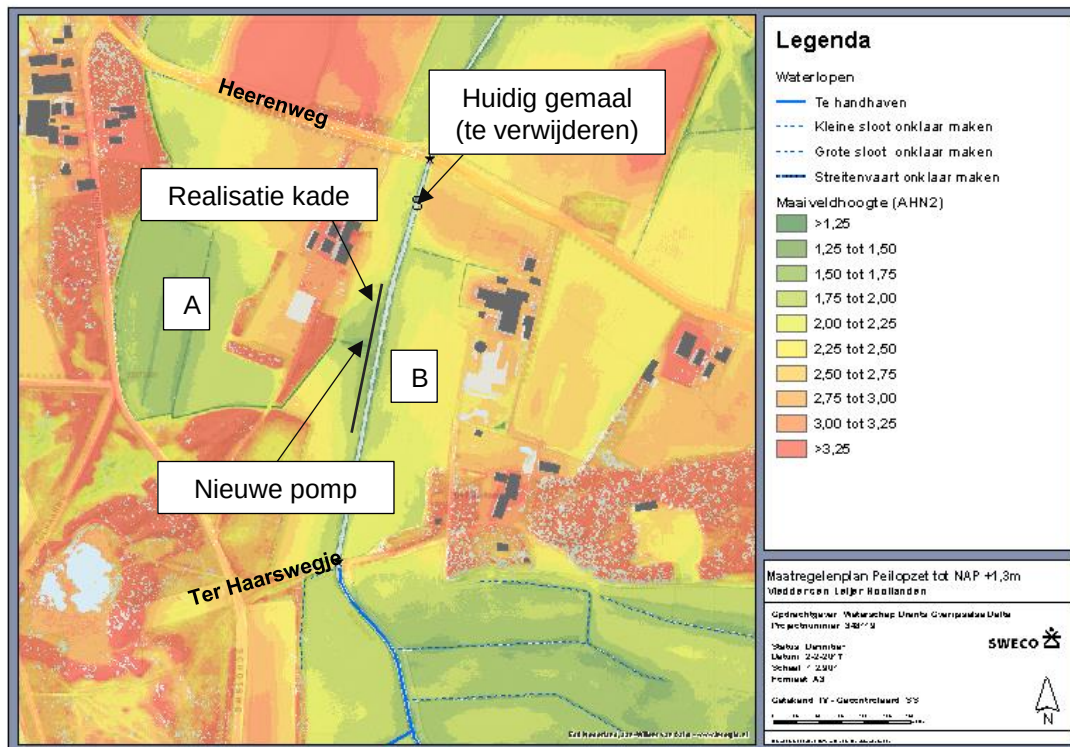
Omdat het gebied wordt omgevormd naar een natuurgebied, met de daarbij behorende hogere waterpeilen, is een aanpassing van de peilregelende kunstwerken noodzakelijk. Ook dient nut en noodzaak van het gemaal te worden beschouwd.

Het huidige gemaal uit de jaren 60 is aan het einde van zijn levensduur. De huidige stuw is niet geschikt voor het instellen van het hogere gewenste peil van NAP +1,30 m. Het huidige kunstwerk (gemaal/stuw) is niet vispasseerbaar. Het kunstwerk dient derhalve te worden vervangen.

Omdat het nieuwe GGOR-natuur peil van NAP +1,30 m veel hoger is dan het huidige landbouwkundige peil en een natuurlijke fluctuatie van de waterstand als gevolg van natte perioden acceptabel is, is een nieuw gemaal voor Vledders en Leijerhooilanden niet nodig. Tijdens hoogwater in de Reest (enkele keren per jaar) kan Vledders en Leijer Hooilanden dan niet afvoeren en kan het peil oplopen tot maximaal ca NAP +1,60 m. Dit ligt nog ruim onder het maximale vulniveau van NAP +1,85 m waarop omliggende belangen worden getoetst. Gezien de beperkte duur heeft dit naar verwachting geen negatief effect op de beoogde natuurdoelen. Het gemaal wordt vervangen door een GGOR-stuw waarmee het gewenste GGOR-peil kan worden ingesteld. Tevens wordt een vistrap (normale overbrugging circa 1,00 m) aangebracht zodat het gebied kan dienen als paai- en opgroeigebied.

De locatie van de nieuwe GGOR-stuw is niet gelijk aan de huidige locatie van het gemaal Vledders. De huidige locatie van gemaal en stuw nabij de Heerenweg is destijds gekozen omdat de Heerenweg een "natuurlijke" hoogte is tussen Vledders en Leijerhooilanden en het Reestdal die wordt doorsneden door de Streitenvaart. In de nieuwe situatie zijn de gronden ten zuiden van

het Ter Haarswegje bestemd als natuur. Een logische locatie voor een nieuw GGOR-kunstwerk vormt de kruising van de Streitenvaart en het Ter Haarswegje omdat dit de scheiding vormt tussen landbouw en natuur.



Figuur 6-3 Voorstel maatregelen aandachtslocatie nr 1 maatregelenkaart

Door het verwijderen van het gemaal Vledders komen, zonder aanvullende maatregelen, enkele laaggelegen landbouwpercelen tussen de Heerenweg en het Ter Haarswegje direct onder invloed van het (hogere) waterstandsverloop van de Reest. Dit is niet gewenst, gezien de lage ligging van de landbouwpercelen (figuur 6-3). Om vernatting van de laaggelegen percelen gelegen aan de westzijde van de Streitenvaart te voorkomen dient aan de westzijde van de Streitenvaart een kleine kade te worden aangebracht. De achterliggende laag gelegen percelen (A) kunnen in de normale situaties afwateren via een duiker met terugslagklep. Bij hogere waterstanden van de Reest kan een klein pompje het peil beheersen.

Kanttekening bij deze oplossingsrichting is de drooglegging van een perceel gelegen aan de oostzijde van de Streitenvaart (B). In de normale situatie kan de drooglegging van dit perceel als ruim voldoende worden beschouwd. Bij hogere waterstanden is de drooglegging beperkt. Het perceel is in eigendom van de provincie (zie bijlage 18). Een tweede kanttekening vormt de beheersbaarheid van de maximale waterstand binnen Vledders en Leijer Hooilanden. Dit geldt voornamelijk voor de situatie wanneer de waterstand op de Reest hoger is dan NAP +1,85 m (maximaal peil in Vledders en Leijer Hooilanden in de WB21 situatie). Gelet op het beschikbaar bergend vermogen wordt een overschrijding van deze waterstand niet snel verwacht (zie ook hoofdstuk 6).

6.3 Kosten indicatie

Tabel 6-1 geeft een indicatie van de te nemen maatregelen. Op basis van een aantal aannames is een schatting van de aard en omvang van maatregelen gedaan.

- Er heeft geen veldinventarisatie plaatsgevonden, opruimwerkzaamheden zijn geschat op basis van de kaart;
- De te verondiepen watergangen zijn ingedeeld binnen en buiten het plaggebied (buiten plaggebied hogere verwerkingskosten) en Streitenvaart;

- Plaggebied is indicatief zoekgebied waar gemiddeld 0,20 m wordt afgeplagd, rekening is gehouden met gedeeltelijk gebruik van rijplaten;
- Het vrijkomend plagmateriaal wordt beperkt gebruikt voor het verondiepen van sloten in het plangebied, het overige materiaal wordt afgevoerd naar een tussendepot en vervolgens afgevoerd binnen een straal van 2 tot 5 km. De verwerkingskosten zijn voor de ontvanger.
- Benodigde kunstwerken zijn sober en doelmatig;
- De eventueel benodigde maatregelen bij de aandachtslocaties is nog niet bekend. Gerekend is met een vast bedrag per locatie.

Tabel 6-1 Maatregelenpakket

Maatregel	
Opruimwerkzaamheden	Verwijderen van gemaal Vledders, afasteringen, duikers
Waterlopen verondiepen	14 km binnen het af te plaggen gebied 10 km buiten het af te plaggen gebied
Plaggen	Zoekgebied betreft 70 ha, 20 cm afgraven, grond vervoeren naar depots en afvoeren buiten het plangebied
Peilregelende stuw	Vispasseerbare klepstuw, waarbij het peil handmatig kan worden opgezet (tot max NAP +1,85 m)
Kleine onderbemaling	Welke het waterpeil op een perceel van circa 3,4 ha moet reguleren, duiker met terugslagklep en kleine pomp
Monitoring	Installeren 10 peilbuizen
Aanvullende maatregelen rondom aandachtspunten	Maatwerkoplossingen na aanvullend onderzoek en in overleg met eigenaar

Voor bovenstaande maatregelpakket is een budgetraming opgesteld. Deze is in bijlage 19 opgenomen. De bovenstaande maatregelen zijn geraamd op € 2.020.000 incl. BTW.

De grootste kostenpost wordt gevormd door vervoer en afvoer van de vrijkomende bovenlaag (circa 75% van het totaalbedrag). Omdat met name deze post nog vrij onzeker is ten aanzien van hoeveelheden, locaties, bereikbaarheid, samenstelling en afzet- en verwerkingsmogelijkheden is de post onvoorzien 40%. In tabel 6-2 is een overzicht opgenomen met het totaalbedrag bij een situatie dat minder oppervlak wordt geplagd en de grond wordt verwerkt in het terrein en een situatie dat meer wordt geplagd en de vervoers- en verwerkingskosten hoger zijn (in de budgetraming is aangenomen dat de grond wordt verwerkt door de ontvanger. Op deze wijze is een bandbreedte van de totale kosten bepaald.

Tabel 6-2 Bandbreedte budgetraming

Situatie	Kosten (incl. BTW)
Situatie 30% minder afplaggen en verwerking vrijkomend materiaal in terrein	€ 1.440.000
Budgetraming	€ 2.020.000
Situatie 30% meer plaggen en grotere vervoersafstand en hogere verwerkingskosten vrijkomend materiaal buiten plangebied	€ 3.440.000

7 Conclusies en aanbevelingen

Waterschap Drents en Overijsselse Delta is al geruime tijd bezig het waterhuishoudkundig systeem van de Reest en het omliggende gebied te optimaliseren ten aanzien van antiverdroging (Gewenst grond- en oppervlaktewater regime natuur (GGOR-natuur)), Kaderrichtlijn Water (KRW) en waterberging (WB21). Hierbij wordt gezocht naar maatregelen die de omstandigheden voor het gedijen van grote zeggen moerassen, overgangs- en trilvenen, blauwgrasland en de dotterbloem optimaliseren. Al deze habitattypen zijn grondwaterafhankelijk.

Het gebied Vledders en Leijerhooilanden biedt goede potenties voor het ontwikkelen van deze natuur. De huidige bodem-pH in het dal voldoet aan de streefwaarde van zure kleine zeggenvegetaties. Door vernatting worden zuurvormende processen sterk verminderd en wordt in de ijzerrijke veenbodems alkalinisatie bevorderd. Na vernatting wordt een snelle pH verhoging verwacht, waardoor ook de streefwaarde voor basenminnende kleine zeggen haalbaar wordt.

Wanneer aanvullend wordt geplagd, verbetert de basentoestand verder wat kan leiden tot matig basenrijke natuurdoeltypen en plaatselijk tot basenrijke natuurdoeltypen. Afhankelijk van de situering in het dal (of onderaan de flank) valt te denken aan kleine zeggenvegetatie, Noordse zegge vegetatie, Scherpe zegge vegetatie, Blauwgraslanden en Dotterbloemhooilanden.

Op de langer termijn (decennia) kan bij herstel van regionale kwel de basenrijkdom van de bodem worden verhoogd en nemen de potenties voor het voorkomen van basenminnende vegetatietypen verder toe. Inschatting op dit moment is wel dat hier een grens aan zit: in de kern van het gebied zijn nog relatief dikke veenbodems aanwezig.

Door het hanteren van een GGOR natuur peil van NAP+1,30 m, in combinatie met plaggen en het verondiepen van sloten worden naar verwachting optimale hydrologische condities gecreëerd voor de groei van de beoogde natuurdoelen.

Voor het in beeld brengen van de effecten op omliggende belangen is gebruikt gemaakt van een concept versie van het MIPWA v3.0 grondwatermodel, dd. oktober 2016 (bouw Deltares). Hierin zijn de meest recente inzichten met betrekking tot de ondergrond en het topsysteem verwerkt. In dit stadium zijn verkennende berekeningen uitgevoerd en is ervoor gekozen om het model stationair door te rekenen voor een langjarige situatie. Het model is voor deze studie nog niet gekalibreerd.

Wanneer met het model detail uitspraken moeten worden gedaan op perceel niveau wordt geadviseerd wordt om in het vervolgtraject de waterstanden in het bovenstroomse deel van het Westerhuizingerveld eerst in te meten en daarna het model te kalibreren. Vervolgens kunnen niet-stationaire effectberekeningen worden uitgevoerd van het gewenste ggor-natuur maatregelen.

Om de peilopzet te realiseren dienen de volgende waterhuishoudkundige maatregelen te worden gerealiseerd (zie bijlage 16):

- Realisatie van een vispasserbare ggor-stuw bij het 'Ter Haarswegje', om het peil op te zetten;
- Verondiepen van de waterlopen in Vledders en Leijer Hooilanden;
- Plaggen van de oostflank

Uit de verkennende modelberekeningen blijkt dat plaggen invloed heeft op de drainagebasis in de natte gebieden. Plaggen lager op de flank, kan daarmee een ongunstig effect hebben op de grondwaterstanden hoger op de flank. Bij het bepalen van de definitieve plaglocaties dient hier rekening mee te worden gehouden.

In en rondom het plangebied is onderzocht of sprake is van mogelijke effecten op landbouwgronden en particuliere eigendommen zoals tuinen en woningen. Deze aandachtslocaties zijn weergegeven op kaart. Nader onderzoek naar hoogteligging en waterpeilen op deze locaties is gewenst. Met behulp van de actuele eigendommenkaart dient een controle van de drooglegging na instelling ggor-peil plaats te vinden van percelen die in particulier eigendom zijn. Geadviseerd wordt om ter plaatse van deze locaties maatwerkoplossingen te bepalen en te bespreken met de desbetreffende eigenaren.

Tevens is onderzocht of het huidige gemaal Vledders kan komen te vervallen. Het aanbrengen van een kadelichaam met een kleine pomp is naar verwachting voldoende voor enkele lager gelegen landbouwpercelen. Met behulp van een regelbare GGOR-stuw kan het gewenste GGOR-peil worden ingesteld. Het aanbrengen van een vistrap naast deze stuw (normale overbrugging circa 1,00 m) zorgt voor het toegankelijk maken van Vledders en Leijerhooilanden voor vissen. Dit gebied is voor vissen zeer geschikt als paai- en opgroeigebied.

De WB21-waterbergingsfunctie van het gebied, die in 2013 is vastgesteld, blijft gehandhaafd. De voorgenomen maatregelen leiden tot een toename van de bergingscapaciteit. De maximale bergingscapaciteit bedraagt 580.000 m³ (inclusief plaggen en peilopzet tot NAP +1,30 m). Met behulp van het GGOR-kunstwerk kan water in het gebied worden vastgehouden en geborgen tot een peil van NAP +1,85 m. Een aantal aandachtslocaties WB21 is benoemd. Nader onderzoek naar hoogteligging en waterpeilen op deze locaties is gewenst. Geadviseerd wordt om ter plaatse van deze locaties maatwerkoplossingen te bepalen en te bespreken met de desbetreffende eigenaren.

De waterkwaliteit van instromend water vanuit Mesu tijdens extreme situaties vormt een aandachtspunt. Het landbouwwater heeft naar verwachting een hoge concentratie van nitraat en sulfaat. Dit leidt tot het in het in oplossing gaan van fosfaat dat aan ijzersulfiden is geassocieerd. De verwachte inzet frequentie van de overlaat is echter zeer laag. Daarnaast is slechts 15% van het totaal volume berging in Vledders en Leijer Hooilanden afkomstig uit Mesu. Dit betekent dat de nutriënt concentraties van het landbouwwater met een factor 6,5 worden verdund in de WB21-situatie bij maximale berging. Alleen wanneer de first flush vanuit Mesu komt (bijvoorbeeld een extreme piekbui in de zomer), wordt de concentratie niet verdund. Op dat moment inunderen de laaggelegen gebieden met het voedselrijke landbouwwater. In 2013 is de overloop voor het laatst in werking getreden. Uit peilbuis data blijkt dat het grondwater tot aan maaiveld reikte. Wanneer de stijghoogte van het grondwater tot aan het maaiveld reikt, kan het water door de kweldruk niet infiltreren. Hierdoor zal eutrofiëring minimaal plaats vinden en worden de beoogde natuurdoelen niet negatief beïnvloed. Daar komt bij dat voor Vledders en Leijer Hooilanden niet de hoogste natuurdoelen beoogd worden (geen kalkmoeras), maar de iets voedselrijkere typen worden nagestreefd.

Referenties toegevoegd:

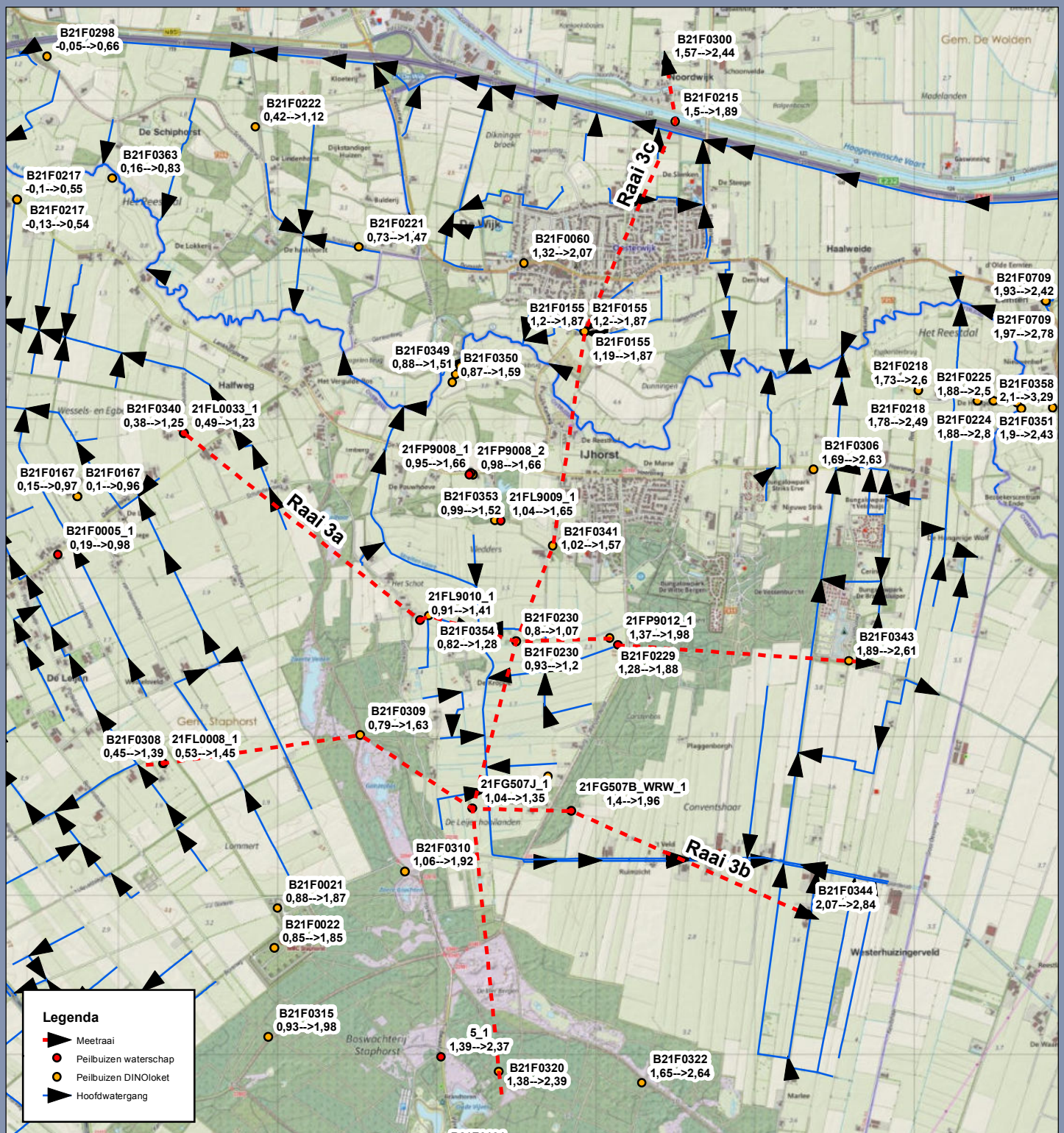
Aggenbach, C.J.S., Jalink, M.H., Jansen, A.J.M., Boschlinga, van, W. (1998). De gewenste grondwatersituatie voor terrestrische vegetatietypen van pleistoceen Nederland. SWE 98.011 Kiwa N.V. Onderzoek en Advies, Nieuwegein.

Emsens, W.-J., C.J.S Aggenbach, D.G. Cirkel, A.J.P. Smolders, P.J. Stuyfzand & R. van Diggelen (2015). Onderzoek aan biochemie en experimentele maatregelen voor het herstel van beekdalvenen. Rapport 2e fase. 2015/ OBN178-BE, Directie Kennis en Innovatie, Ministerie van Economische Zaken, Den Haag.

Runhaar, H., M.H. Jalink, H. Hunneman, J.P.M. Witte & S.M. Hennekens (2009). Ecologische vereisten habitattypen. KWR09.018, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein.
<http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/gebiedendatabase.aspx?subj=ecologischevereisten>

Bijlage 1

Topografische kaart en situering raaien



Legenda

- Meetraai
- Peilbuizen waterschap
- Peilbuizen DIN-loket
- Hoofdwatgang



Locatie raaien

Vledders en Leijer Hooilanden

Opdrachtgever: Waterschap Drents Overijsselse Delta
Projectnummer: 448119

Status: Concept
Datum: 12-10-2016
Schaal: 1:35.000
Formaat: A4

Getekend: JH - Gecontroleerd: BdG

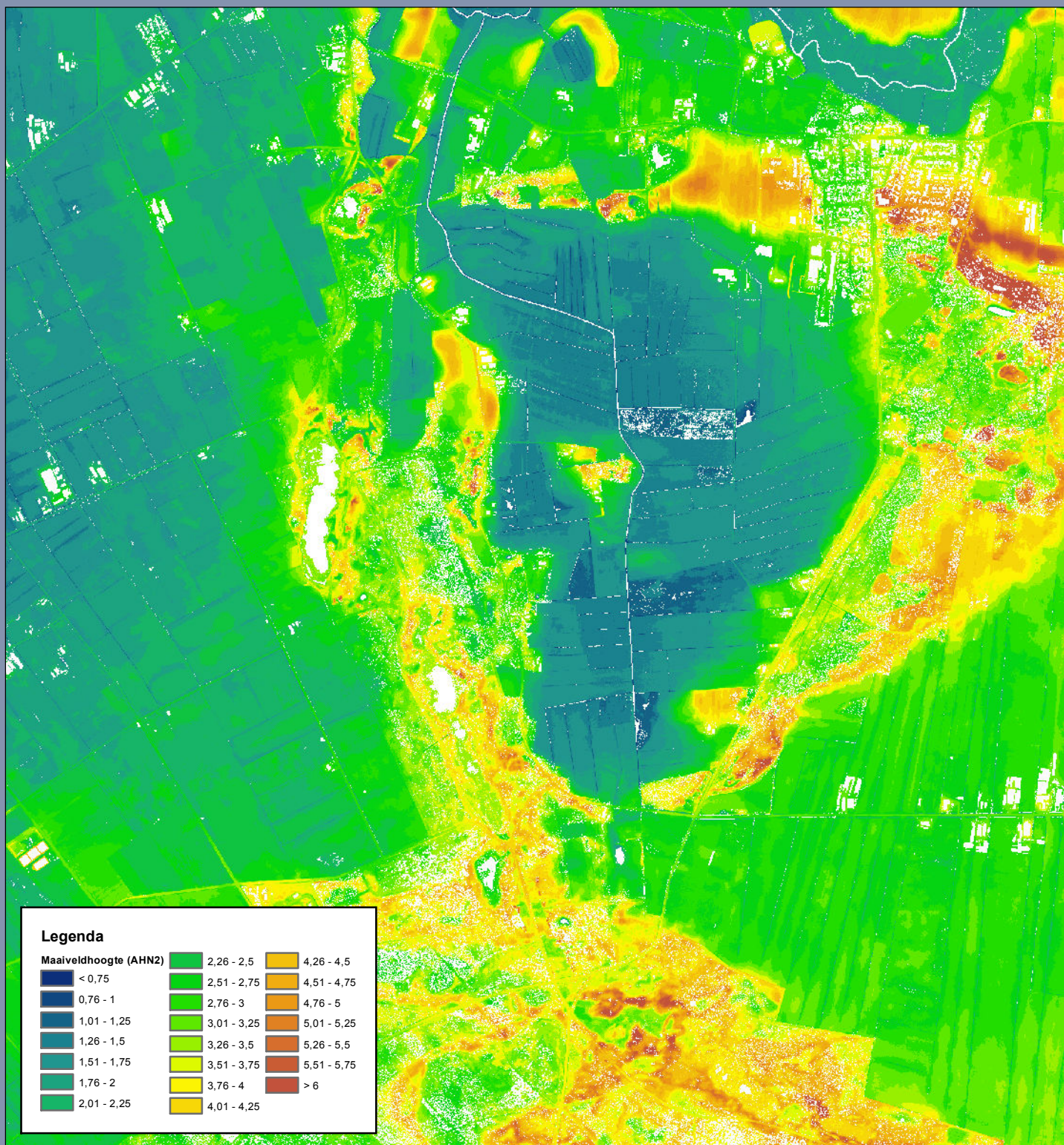
SWECO

0 350 700 1.050 1.400 1.750 2.100 meter



Bijlage 2

Maaiveldhoogte (AHN 2)



Legenda

Maaiveldhoogte (AHN2)		
< 0,75	2,26 - 2,5	4,26 - 4,5
0,76 - 1	2,51 - 2,75	4,51 - 4,75
1,01 - 1,25	2,76 - 3	4,76 - 5
1,26 - 1,5	3,01 - 3,25	5,01 - 5,25
1,51 - 1,75	3,26 - 3,5	5,26 - 5,5
1,76 - 2	3,51 - 3,75	5,51 - 5,75
2,01 - 2,25	3,76 - 4	> 6
	4,01 - 4,25	



Hoogtekaart - AHN2

Vledders en Leijer Hooilanden

Opdrachtgever: Waterschap Drents Overijsselse Delta
Projectnummer: 448119

SWECO

Status: Concept
Datum: 1-4-2016
Schaal: 1:20.000
Formaat: A4

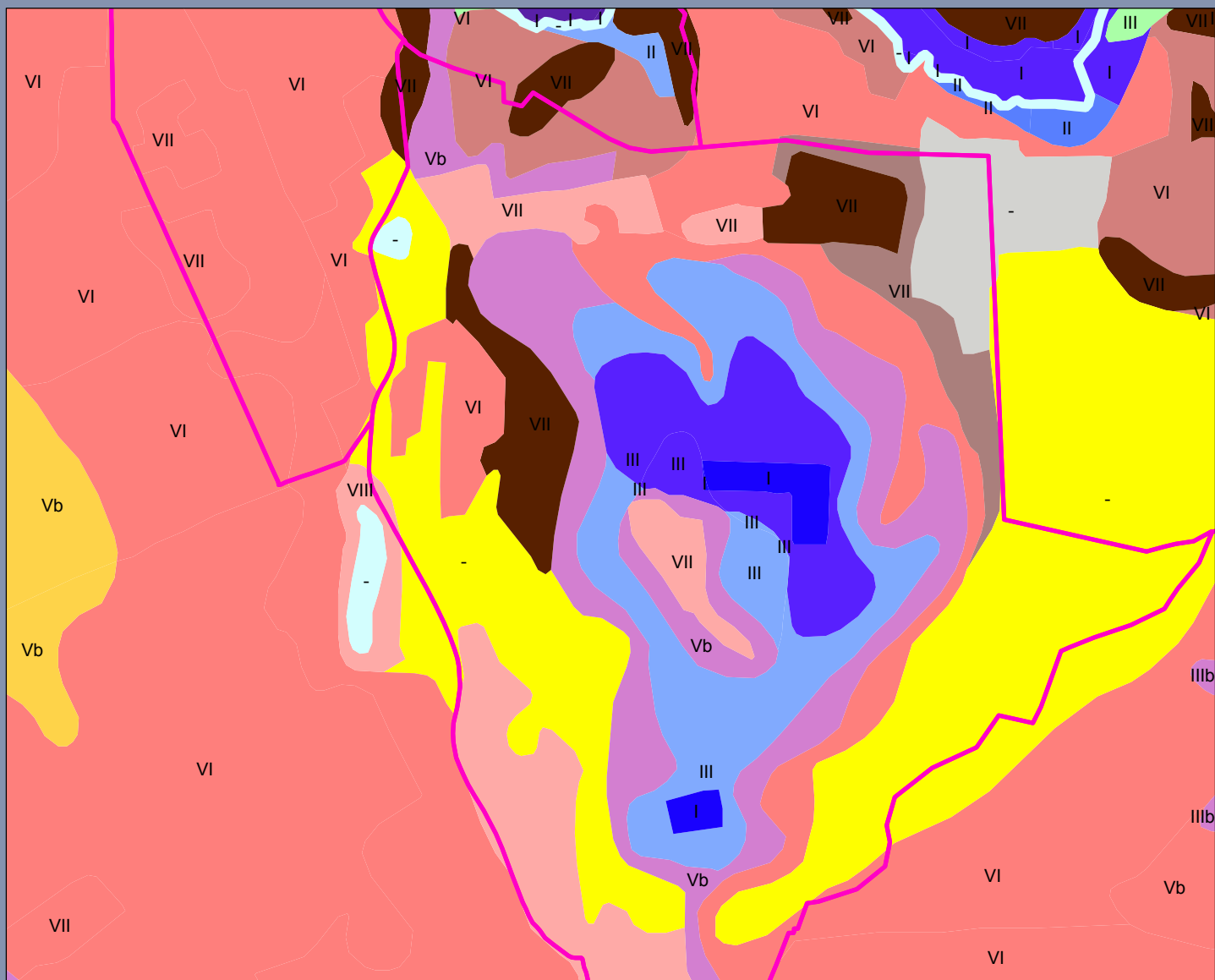
Getekend: JH - Gecontroleerd: BdG

0 200 400 600 800 1.000 1.200
meter



Bijlage 3

Bodemkaart (1994)

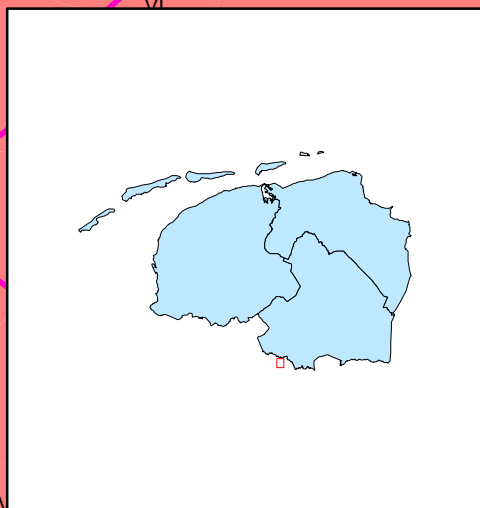


Legenda

Bodemtype met grondwatertrap (DLO-staring Centrum, Wageningen, 1994)

- Veldpodzolgronden; leemarm en zwak lemig fijn zand
- Koopveengronden op zeggeveen, rietzeggeveen of (mesotroof) broekveen
- Madeveengronden op zeggeveen, rietzeggeveen of broekveen
- Haarpodzolgronden; leemarm en zwak lemig fijn zand
- Laarpodzolgronden; lemig fijn zand
- Moerige podzolgronden met een humushoudend zanddek en een moerige tussenlaag
- Stufzandgronden
- Gooreerdgronden; leemarm en zwak lemig fijn zand

- Meerveengronden op zand zonder humuspodzol, beginnend ondieper dan 120 cm
- Beekeerdgronden; lemig fijn zand
- Vlierveengronden op zeggeveen, rietzeggeveen of (mesotroof) broekveen
- Laarpodzolgronden; leemarm en zwak lemig fijn zand
- Hoge zwarte enkeerdgronden; leemarm en zwak lemig fijn zand
- Moerige eerdgronden met een zanddek en een moerige tussenlaag op zand
- Meerveengronden op zeggeveen, rietzeggeveen of broekveen
- Water
- Bebouwing



Bodemkaart (1994) Vledders en Leijer Hooilanden

Opdrachtgever: Waterschap Drents Overijsselse Delta
Projectnummer: 448119

Status: Concept
Datum: 06/04/2016
Schaal: 1:20,000
Formaat: A4

Getekend: JH - Gecontroleerd: BdG

0 200 400 600 800 1,000 1,200 meter

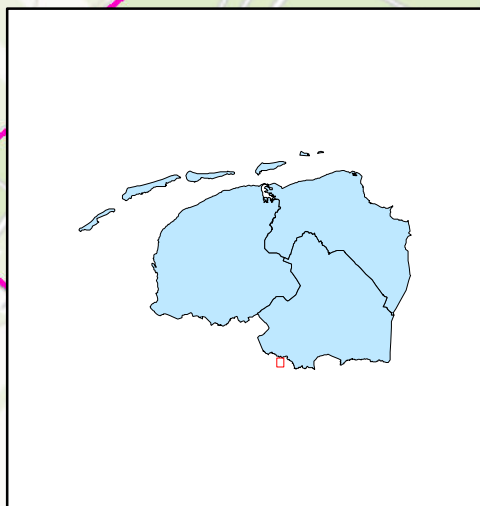
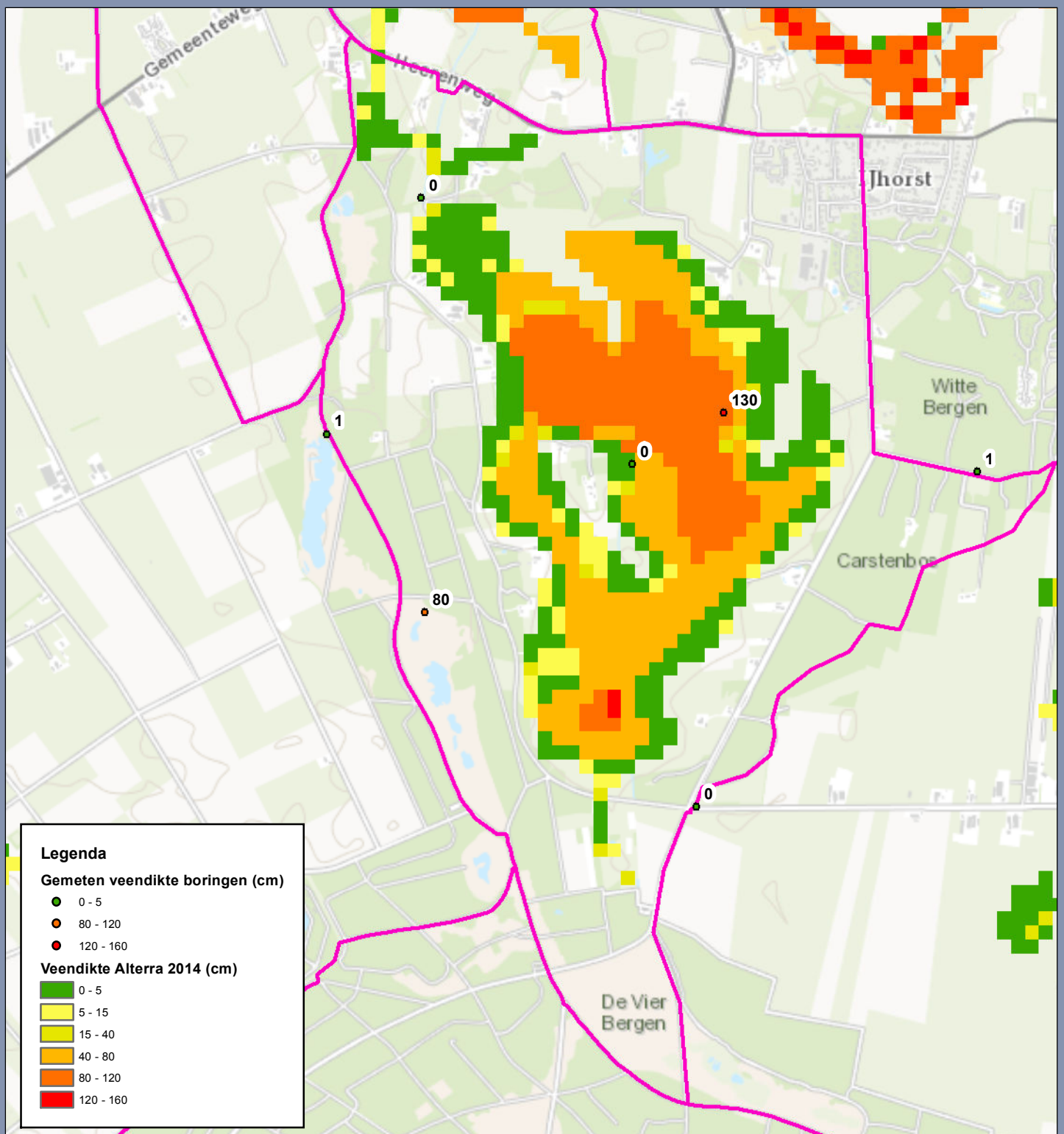
© Sweco Nederland B.V. Alle rechten voorbehouden

SWECO 



Bijlage 4

Veendikte kaart Alterra (2014)



Veendikte

Vledders en Leijer Hooilanden

Opdrachtgever: Waterschap Drents Overijsselse Delta
Projectnummer: 448119

SWECO 

Status: Concept
Datum: 5-4-2016
Schaal: 1:20.000
Formaat: A4

Getekend: JH - Gecontroleerd: BdG

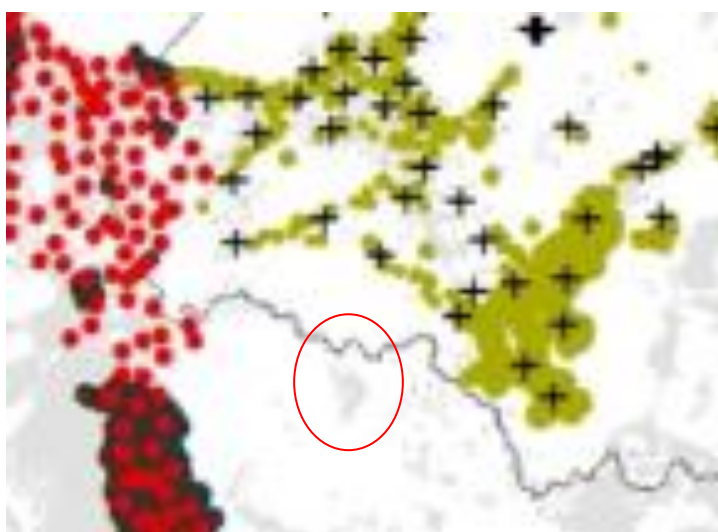
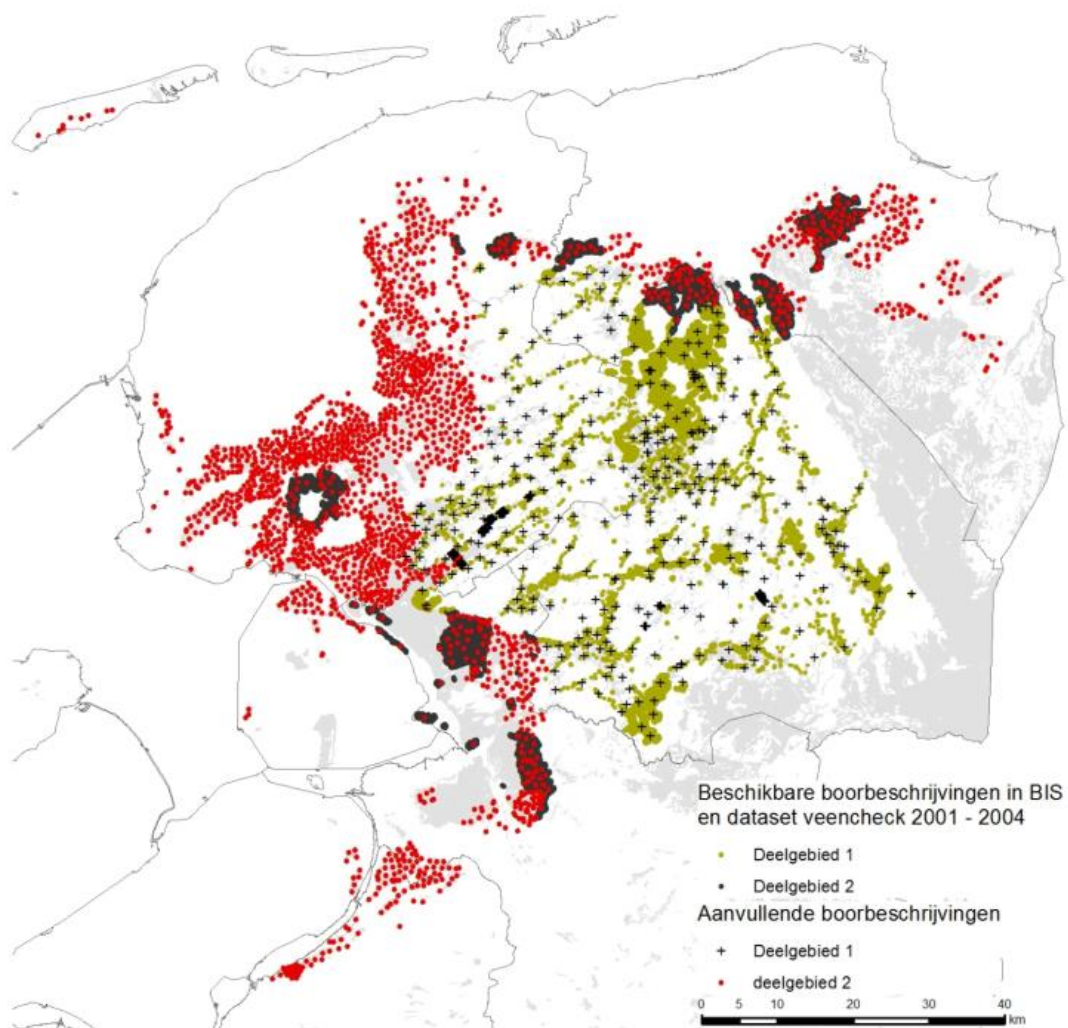
0 200 400 600 800 1.000 1.200 meter



© Sweco Nederland B.V. Alle rechten voorbehouden

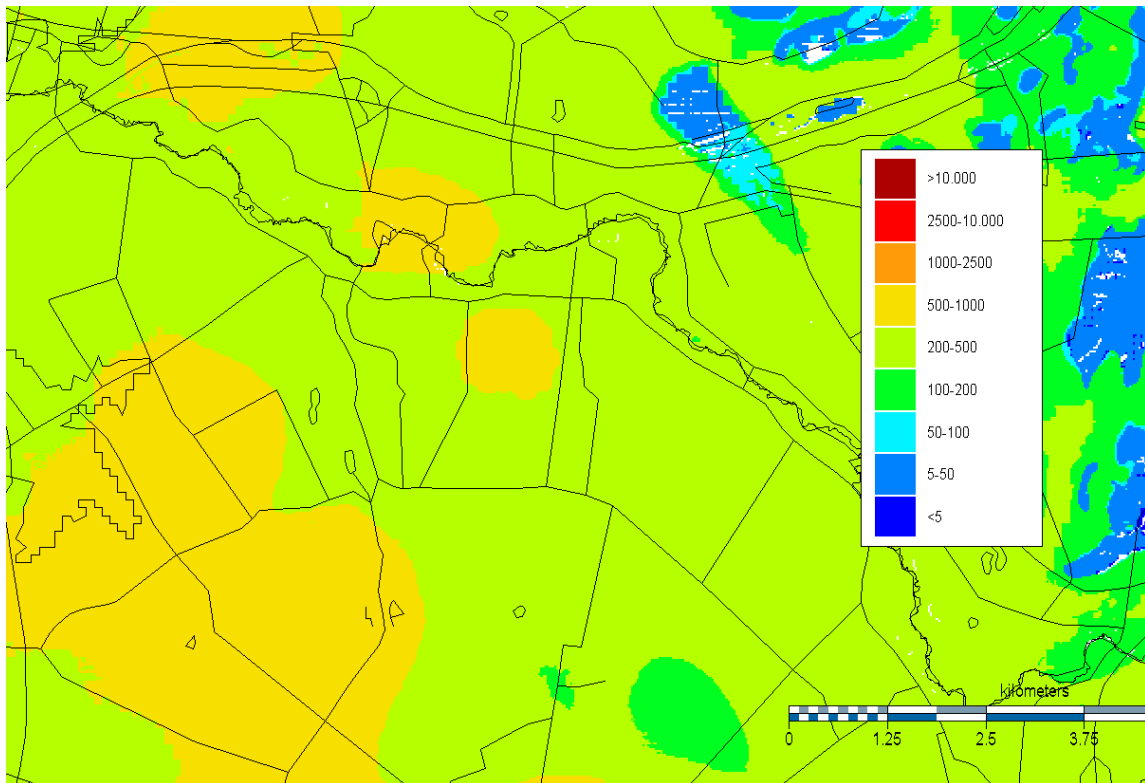
Bijlage 5

BIS systeem Alterra

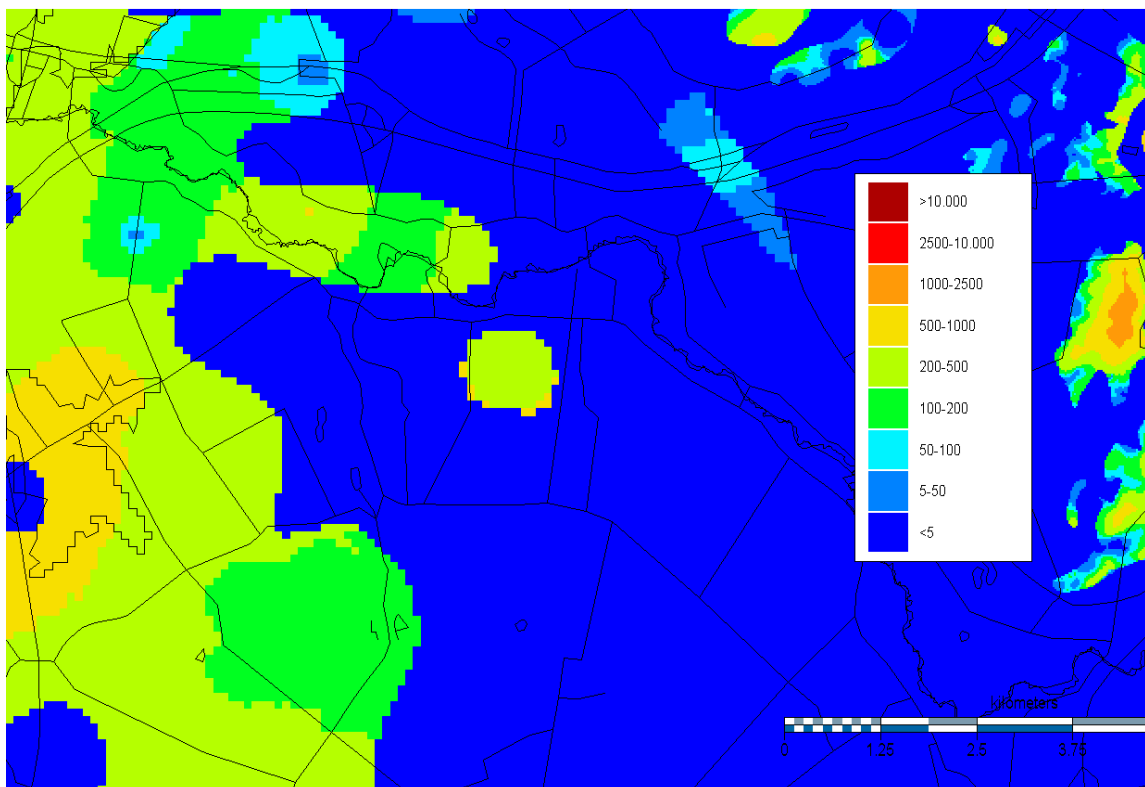


Bijlage 6

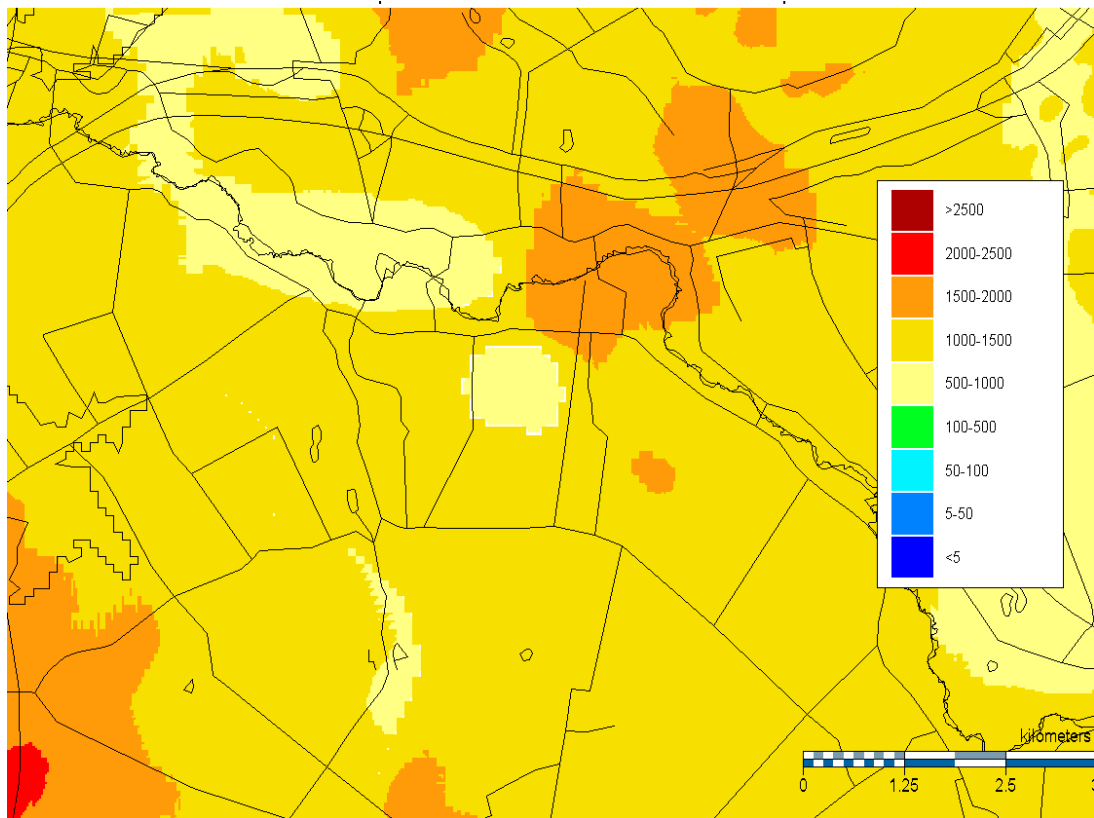
Ruimtelijke verbreiding van de watervoerende en
slecht doorlatende lagen



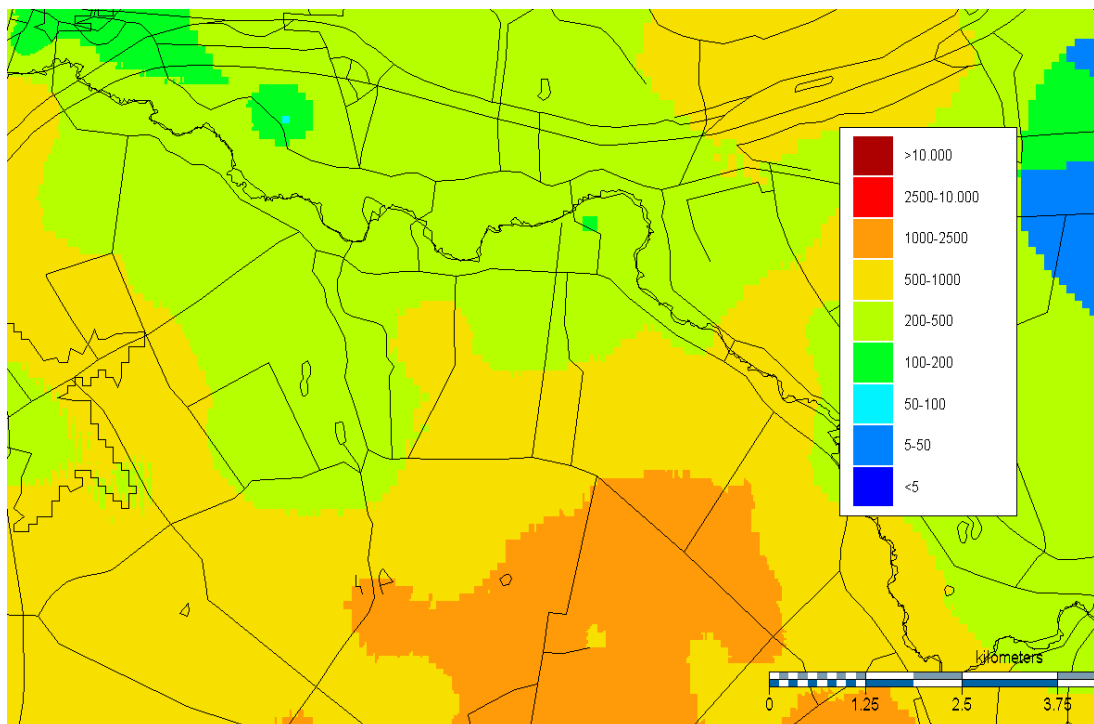
Doorlaatvermogen watervoerend pakket 1 (modellagen 1 t/m3) MIPWA v3.0 (m2/dag)



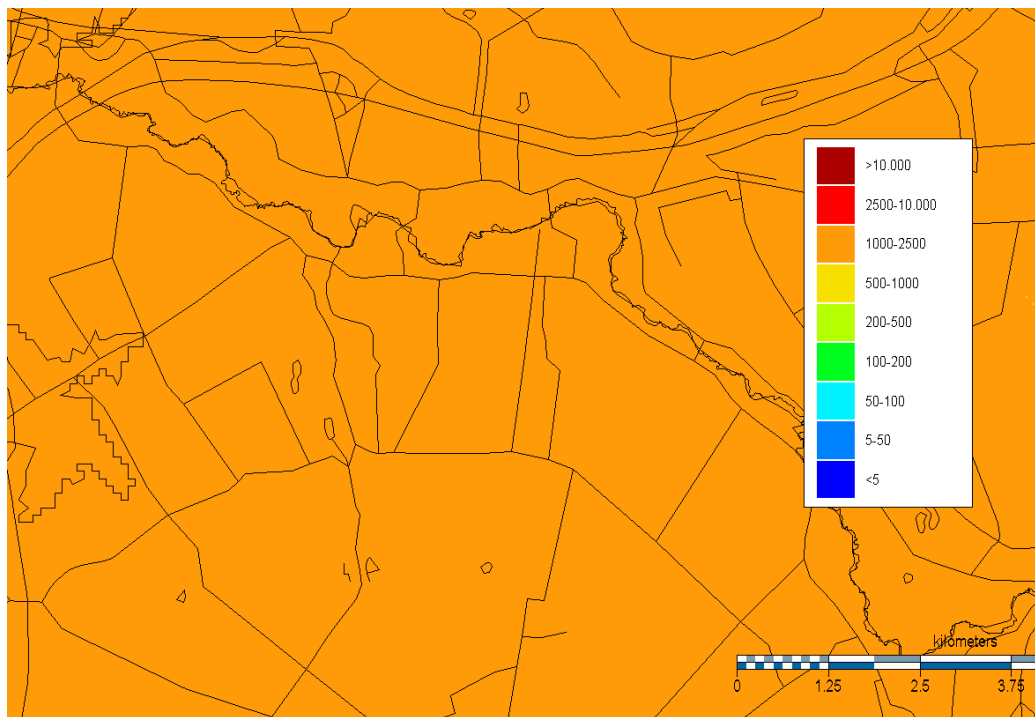
Weerstand slechtdoorlatende laag 3 (Kreftenheye klei (west) en keileem (oost) MIPWA v3.0 (Dagen)



Doorlaatvermogen watervoerend pakket 2 (modellagen 5 t/m 7) MIPWA v3.0 (m2/dag)



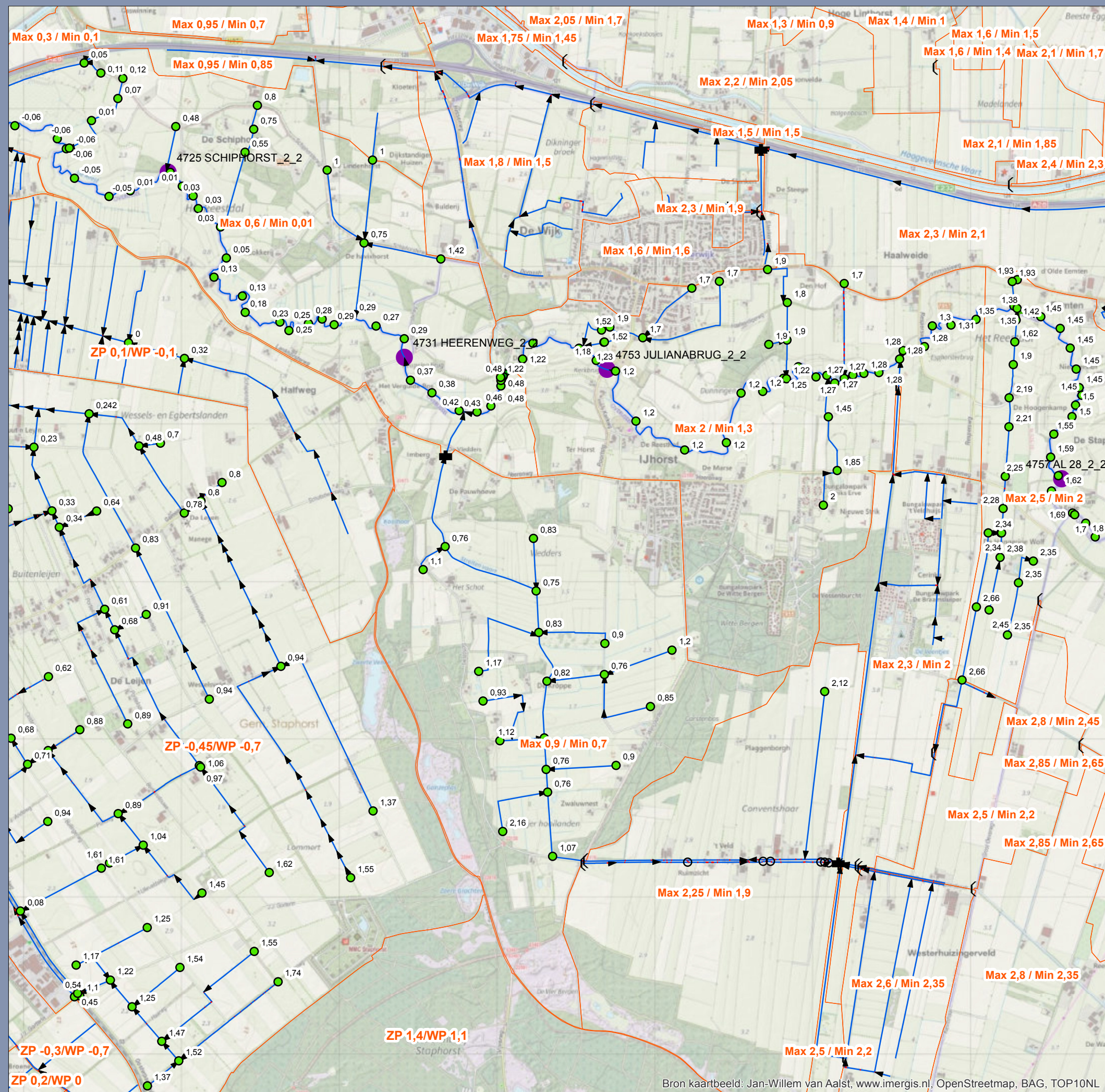
Weerstand slechtdoorlatende laag 7. Deel van Peize complex MIPWA v3.0 (Dagen)



Doorlaatvermogen watervoerend pakket 3 (modellaag 8) MIPWA v3.0 (m2/dag)

Bijlage 7

Regionaal watersysteem



Legenda

- Waterstand (AHN)
- Gemaal
- Stuwen
- Vispassage
- Bodemval
- Hoofdwatgang
- Peilgebieden
- Peilgebieden_WGS
- Aqualevels_benedenloop

Watersysteem

Vledders en Leijer Hooilanden

Opdrachtgever: Waterschap Drents Overijsselse Delta
Projectnummer: 348119

Status: Definitief
Datum: 12-10-2016
Schaal: 1:25.000
Formaat: A3

Getekend: IV - Gecontroleerd: SS

0 250 500 750 1.000 1.250 1.500 meter

© Sweco Nederland B.V. Alle rechten voorbehouden

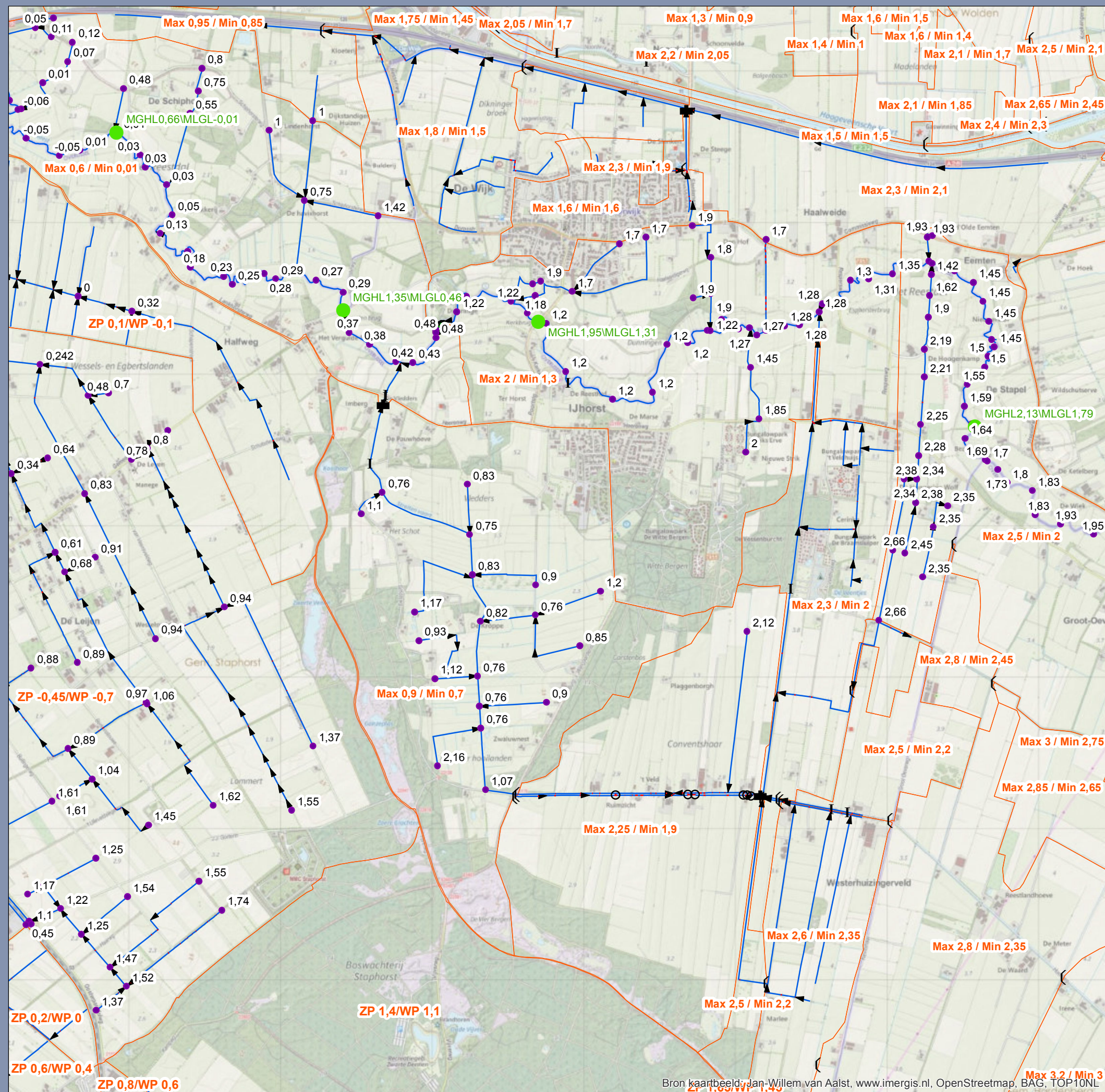
SWECO



Bron kaartbeeld: Jan-Willem van Aalst, www.imergis.nl, OpenStreetmap, BAG, TOP10NL

Bijlage 8

Waterstanden (AHN 2)



Legenda

- Peilgebieden
- Aqualevels_benedenloop
- Waterstand_AHN
- Gemaal
- Stuwen
- Vispassage
- Hoofdwatergang

Waterstanden

Vledders en Leijer Hooilanden

Opdrachtgever: Waterschap Drents Overijsselse Delta
Projectnummer: 348119

Status: Definitief
Datum: 13-10-2016
Schaal: 1:26.018
Formaat: A3

Getekend: IV - Gecontroleerd: SS

SWECO



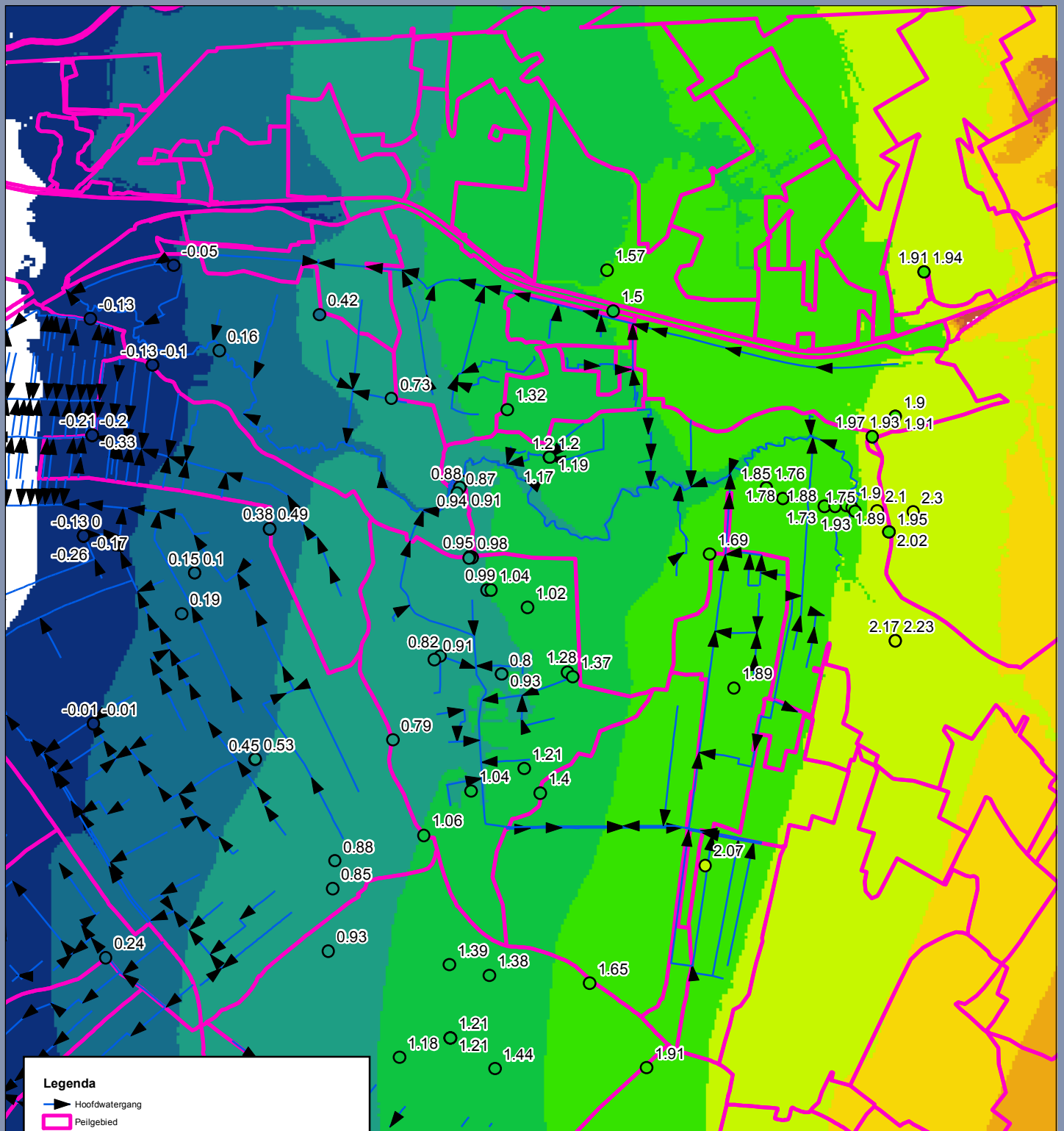
0 260 520 780 1.040 1.300 1.560 meter

© Sweco Nederland B.V. Alle rechten voorbehouden

Bron kaartbeeld: Jan-Willem van Aalst, www.imergis.nl, OpenStreetmap, BAG, TOP10NL

Bijlage 9

Regionale stijghoogten GLG en GHG



Legenda

— Hoofdwaterring

— Peilgebied

Peilbuizen met GLG in m +NAP

- -0.33 - 0.00
- 0.01 - 0.50
- 0.51 - 1.00
- 1.01 - 1.50
- 1.51 - 2.00
- 2.01 - 2.50
- 2.51 - 3.00
- 3.01 - 3.50
- 3.51 - 4.00
- 4.01 - 4.50

GLG (MIPWA v2.2 modellaag 1 - freatisch grondwater)

- -0.49 - 0
- 0.01 - 0.5
- 0.51 - 1
- 1.01 - 1.5
- 1.51 - 2
- 2.01 - 2.5
- 2.51 - 3
- 3.01 - 3.5
- 3.51 - 4
- 4.01 - 4.5

Regionale stijghoogte GLG (m +NAP) Vledders en Leijer Hooilanden

Opdrachtgever: Waterschap Drents Overijsselse Delta
Projectnummer: 448119

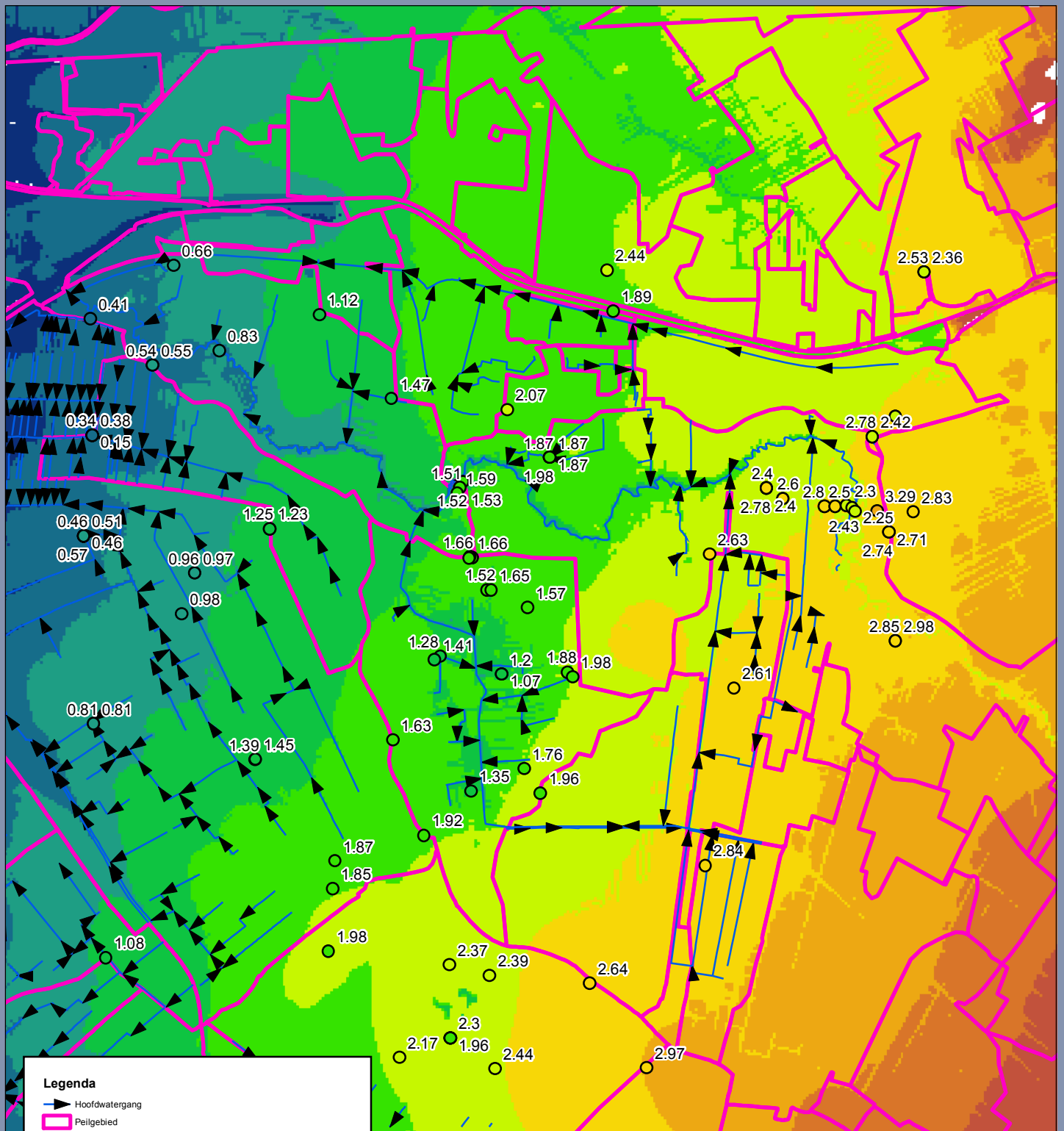
SWECO 

Status: Concept
Datum: 06/04/2016
Schaal: 1:50,000
Formaat: A4

Getekend: JH - Gecontroleerd: BdG

0 500 1,000 1,500 2,000 2,500 3,000
meter





Legenda

— Hoofdwaterring

— Peilgebied

Peilbuizen met GHG in m +NAP

- -0.33 - 0.00
- 0.01 - 0.50
- 0.51 - 1.00
- 1.01 - 1.50
- 1.51 - 2.00
- 2.01 - 2.50
- 2.51 - 3.00
- 3.01 - 3.50
- 3.51 - 4.00
- 4.01 - 4.50

GHG (MIPWA v2.2 modellaag 1 - freatisch grondwater)

- -0.49 - 0
- 0.01 - 0.5
- 0.51 - 1
- 1.01 - 1.5
- 1.51 - 2
- 2.01 - 2.5
- 2.51 - 3
- 3.01 - 3.5
- 3.51 - 4
- 4.01 - 4.5

Regionale stijghoogte GHG (m +NAP) Vledders en Leijer Hooilanden

Opdrachtgever: Waterschap Drents Overijsselse Delta
Projectnummer: 448119

SWECO 

Status: Concept
Datum: 06/04/2016
Schaal: 1:50,000
Formaat: A4

Getekend: JH - Gecontroleerd: BdG

0 500 1,000 1,500 2,000 2,500 3,000
meter



Bijlage 10

Analyse bodem- en waterkwaliteit

Hydrochemisch onderzoek grondwater

Werkhypothese

De laagte van de Vledders- en Leijerhooilanden ligt in een van oost naar west afhellend freatisch vlak omdat aan de oostzijde een hoger gelegen infiltratiegebied aanwezig is en aan de westzijde een lager gelegen landbouwgebied. Toestroming van oud grondwater uit een relatief groot grondwatersysteem wordt daarom vooral verwacht in de lagere delen van de oostelijke helft van de laagte. In de westelijke helft wordt netto infiltratie verwacht. Het oostelijke deel van de laagte zou daarom de meeste potentie hebben voor herstel van basenminnende kleine zeggenvegetatie en natte hooilanden onder invloed van kwel van basenrijk grondwater.

Vragen

- Vertoont de macrochemie een samenhang met het veronderstelde kwel/infiltratiepatroon?
- Stroomt halverwege van de laagte en de Streitenvaart in de oostrand oud grondwater uit een groot grondwatersysteem toe?
- Wordt het hogere deel in de oostrand van de laagte beïnvloed door jonger, lokaal toestromend grondwater?
- Hebben de meetlocaties dicht bij de Streitenvaart netto infiltratie van neerslagwater?

Meetnet

In samenhang met het patroon van de veendikte is in twee west-oost transecten grondwater bemonsterd (figuur 1). Het betreft een transect in het zuidelijk deel die door het oude schraallandje (locatie 12) loopt en een transect meer noordelijk langs c.q. door een groot, verland petgat. Beide transecten vallen samen met een viertal bestaande peilbuizen. In het zuidelijke transect zijn twee bestaande peilbuizen aanwezig en twee monsterbuizen bijgeplaatst. In het noordelijke transect staan drie bestaande peilbuizen en zijn drie nieuwe monsterbuizen bijgeplaatst. De bestaande peilbuis B21F0785 kon echter niet bemonsterd worden wegens veel veendrap in de peilbuis. Tevens is in een geplagd perceel tussen beide transecten ook nog een monsterbuis bijgeplaatst (locatie 19). In totaal gaat het om 9 monsterlocaties. In tabel #1 worden filterdiepte, veendikte en andere bijzonderheden gegeven. De filterdiepten van de drie bemonsterde peilbuizen van het bestaande meetnet zijn niet bekend. De onderkant van deze buizen werd bepaald met een meetklokje en er werd van uitgegaan dat dit de onderkant van de filter is. Vermoedelijk hebben de drie buizen met onbekende filterlengte forse filterlengte (1 m?) waardoor een mengsel van verschillende chemische watertypen kan worden bemonsterd. De bijgeplaatste monsterbuizen hebben een filterlengte van 0.20 m en de filter is altijd onder de veenlaag geplaatst. In tabel 1# wordt ook de afstand tussen de onderkant van de veenlaag en bovenkant filter aangegeven. De NAP-hoogte van het maaiveld van de meetlocaties werd afgeleid van het AHN.

Bemonstering en analyse

De bemonstering voor analyse van de chemische samenstelling de isotopen ^2H (deuterium) en ^{16}O vond plaats op 3 en 4 juli 2016. Er werden monsters genomen voor analyse van macro-ionen (Ca, Mg, Na, K, Fe, Mn, Cl, HCO_3^- , SO_4^{2-}), nutriënten (P-ortho, NH_4 , NO_3) en de isotopen (^{18}O en ^2H). Deze monsters werden gefilterd (poriegrootte 0.47 μm). In het veld werd ook de pH gemeten. Aan de zuurstof- en waterstofisotopen kun je zien of regen- en grondwater op een gegeven moment door langdurig contact de lucht is ingedampt en daarna weer is gaan infiltreren. Het hydrologisch onderzoek lijkt erop te wijzen dat het systeem een doorstroomsysteem is (gewees) waarbij water eerst opkwelt en daarna weer infiltreert. De deelmonsters voor analyse van metalen werden aangezuurd. Voor de isotopen werd tevens nog een regenwatermonster genomen als referentie voor het bepalen van isotoopverhoudingen. Op 25 oktober 2016 werden vier locaties bemonsterd voor analyse van het koolstofisotoop ^{13}C , waarmee de ouderdom van het water kon worden geschat. Het aantal monsters waarin deze isotoop werd geanalyseerd, was klein wegens de hoge analysekosten. Er werden twee monsterbuizen halverwege de transecten (13 en 17) en twee monsterbuizen vlakbij de Streitenvaart (12 en 19) geanalyseerd op ^{14}C . In deze vier monsters werd ook TIC (totaal anorganische koolstof) en TOC (totaal organische koolstof) bepaald als indicatoren voor afbraak van organische stof.

De macro-ionen en nutriënten werden geanalyseerd in het laboratorium van de vakgroep Ecosysteembeheer van Universiteit Antwerpen. De isotopen en TIC werden geanalyseerd door het Isotopenlaboratorium van

Universiteit Groningen (CIO) en TOC in het Chemisch Biologisch Laboratorium Bodem van de WUR. De chemische analyses zijn gecheckt voor de ionenbalans ($100 \times (\sum \text{kationen} - \sum \text{anionen}) / (\sum \text{kationen} + \sum \text{anionen})$); berekend op basis van meq/l). De meeste monsters hadden een afwijking tussen -2.1 tot -5.7 % hetgeen gering is en duidt op een gering overschot aan anionen (tabel #2). Locatie 13 had een grotere afwijking, maar absoluut gezien geen extreem grote afwijking (-18.2 %). Al met al waren de hydrochemische analyse voor de locaties betrouwbaar, maar moet wel bij de interpretatie van de ratio $\text{HCO}_3^- / (\text{Ca} + \text{Mg} - \text{SO}_4)$ rekening worden gehouden met het anionoverschot (zie onder).

Als afgeleide variabele is de ratio $\text{HCO}_3^- / (\text{Ca} + \text{Mg} - \text{SO}_4^{2-})$ (eq/eq) berekend. Deze ratio bevat drie processen. Het eerste proces is de oplossing van kalk (CaCO_3) en dolomiet (MgCO_3) in het watervoerende pakket waarbij in eq evenveel HCO_3^- als Ca+Mg in oplossing gaan. Als alleen oplossing van kalk/dolomiet de hydrochemie beïnvloedt, dan bedraagt de ratio 1 eq/eq. Het tweede proces is de oxidatie van ijzersulfiden. Ijzersulfiden in de ondergrond bestaan vooral uit FeS en oxidatie daarvan levert 1 SO_4^{2-} en 2 H^+ . De gevormde H^+ reageert met HCO_3^- waardoor de HCO_3^- concentratie afneemt. Omdat in de teller van de ratio met SO_4^{2-} wordt verminderd, blijft de ratio waarde 1 (eq/eq) behouden. Wanneer in de ondergrond andere stoffen worden geoxideerd (bv oxidatie van Fe(II)-hydroxiden) waarbij zuurvorming optreedt, wordt de ratio kleiner dan 1. In geval van reducerende omstandigheden (zoals de reductie van SO_4^{2-} en Fe(III)), wordt HCO_3^- gevormd. Dit effect wordt alkalinisatie genoemd. De HCO_3^- ontstaat doordat de oxidatoren een redoxkoppel vormen met het organisch materiaal. Het organische materiaal wordt dan anaeroob afgebroken. In dat geval is de ratio >1 eq/eq. Omdat de ionbalansberekeningen duiden op een gering overschot van anionen hanteren we de volgende grenswaarden: ratio <1.00, invloed van oxidatie van andere zuurvormende verbindingen dan ijzersulfiden; ratio =1.00 tot 1.05, oplossing van kalk en dolomiet alleen bepalend; ratio > 1.05, invloed van alkalinisatie.

Resultaten

Macrochemie

In tabel #2 staan de meetresultaten in Bijlage #1 wordt het ruimtelijke patroon van de belangrijke macro-ionen weergegeven. Er kunnen drie hydrochemische watertypen worden onderscheiden. De ranges van stofconcentraties van deze watertypen staan in tabel #3. Het betreft de volgende watertypen:

1. Grondwater met een hoge Cl-, Na- en SO_4^{2-} concentratie. Dit watertype is op twee locaties aangetroffen aan de randen van de laagte waar veen (nagenoeg) ontbreekt (peilbuizen B21F0345 en B21F0229).
2. Grondwater met een lage Cl- en Na-concentratie en een relatief hoge pH en hoge concentraties van HCO_3^- en Ca^{2+} . Dit watertype komt voor op zes locaties in het lage, centrale deel van de laagte. De verspreiding strekt zich uit van het schraallandje in het zuiden tot de grote veenput in het noordelijk deel. Dit terreindeel heeft een dunne tot dikke veenlaag.
3. Grondwater met een lage Cl- en Na-concentratie en een matig hoge pH en matig hoge concentraties van HCO_3^- en Ca^{2+} . Dit watertype is op één locatie (13) aan de zuidoostrand van de laagte aangetroffen waar nog een dunne veenlaag aanwezig is.

Watertype 1

De hoge Cl- en Na-concentraties duiden op vervuiling van het grondwater. De SO_4^{2-} -concentratie is ook hoog. De Ca, Mg, K concentraties lopen voor beide locaties uiteen. De NH_4^+ en P-ortho concentraties zijn laag t.o.v. de twee andere watertypen. De NO_3^- concentratie is vrij laag. Mogelijke oorzaken van vervuiling zijn: wegzout (verhoogd Cl en Na), bemesting (verhoogd SO_4^{2-} en K) of lozingen/ lekkende riolering. Beide meetpunten liggen op korte afstand van een verharde weg en huispercelen. De ratio $\text{HCO}_3^- / (\text{Ca} + \text{Mg} - \text{SO}_4)$ bedraagt 0.76 en 1.05 (eq/eq). Op locatie B21F0354 is sprake van invloed van oxidatie ijzersulfiden. Dit blijkt ook uit de hoge SO_4^{2-} concentratie. Door de zuurvorming a.g.v. sulfidenoxidatie is in de ondergrond ook extra kalk opgelost (verhoogde Ca en Mg concentraties). Mogelijke oorzaken hiervoor zijn 1) sterke toevoer van nitraat dat reduceert en daarbij ijzersulfiden oxideert, 2) verdroging waarbij een sedimentlaag met ijzersulfiden droogvalt en oxideert. Op locatie B21F0229 (ratio = 1.05) is oplossing van kalk het dominante proces en is er weinig invloed van oxidatie van ijzersulfiden of alkaliserende processen. De concentraties van zware metalen zijn laag.

Watertype 2

De macro-ionsamenstelling van dit watertype wordt gedomineerd door HCO_3^- en Ca. De SO_4^{2-} , Cl, Na, Mg en K concentraties zijn laag. De Fe concentratie is absoluut gezien hoog en valt in de concentratie-range voor toestromend grondwater van ijzer- en fosfaatrijke venen (Emsens et al. 2016). De Mn- en P-ortho

concentraties zijn ook hoog. De P-ortho concentratie valt ook binnen de range van ijzer- en fosfaatrijke venen (Emsens et al. 2016). De ratio $\text{HCO}_3^- / (\text{Ca} + \text{Mg} - \text{SO}_4)$ ligt in de range van 1.06-1.21, wat duidt op invloed van alkaliserende processen. Opvallend is ook de hoge CO_2 concentratie. De concentraties van zware metalen zijn laag.

Watertype 3

De macro-ionensamenstelling van dit watertype wordt gedomineerd door HCO_3^- en Ca, maar de concentraties hiervan en ook de pH zijn lager dan die van watertype 2. De SO_4^{2-} , Cl, Na, Mg en K concentraties zijn laag. De Fe concentratie is absoluut gezien hoog en valt in de concentratie-range voor toestromend grondwater van ijzer- en fosfaatrijke venen (Emsens et al. 2016). De P-ortho concentratie zijn ook hoog. De ratio $\text{HCO}_3^- / (\text{Ca} + \text{Mg} - \text{SO}_4)$ bedraagt 2.16, wat duidt op sterke invloed van alkaliserende processen.

Patronen binnen watertype 2 en 3 nader bekeken

Zoals boven is vastgesteld, wordt de chemische samenstelling van het ondiepe grondwater in de laagte beïnvloed door zowel kalkoplossing als alkalinisatie. De oplossing van kalk zou verklaard kunnen worden door toestroming van grondwater uit het watervoerende pakket waarin kalk voorkomt. Het water dat het infiltratiegebied infiltreerde was daarbij in staat kalk op te lossen (veelal door opgelost CO_2 dat als zwak zuur kalk kan oplossen). De vraag is waardoor de alkalinisatie wordt veroorzaakt. Er zijn twee mogelijke oorzaken:

1. In de huidige situatie overheerst in de percelen van laagte wegzijging van neerslagwater als gevolg van de lokale ontwatering en diepe ontwatering ten westen van het gebied. Het neerslagwater stroomt eerst door de veenlaag. In deze veenlaag treedt reductie op van Fe(III) naar Fe(II) waarbij organisch materiaal anaeroob wordt afgebroken. Deze anaerobe afbraak zorgt voor een verhoogde HCO_3^- en CO_2 concentratie. Omdat het organische stof daarbij uiteenvalt in kleine deeltjes neemt ook de concentratie van opgeloste organische stof toe.
2. In de huidige situatie stroomt ter plekke van de peilbuizen met watertype 2 en 3 grondwater toe (kwel). In het watervoerende pakket treedt ook anaerobe afbraak van daar aanwezige organische stof op. Deze afbraak kan plaatsvinden door reductie van ter plekke aanwezig van Fe(III)-hydroxiden. Reductie van nitraat en sulfaat dat door bemesting en atmosferische depositie in het infiltratiegebied wordt aangevoerd zorgt ook voor afbraak.

Om de eerste hypothese te toetsen is gekeken naar de relatie van de hydrochemie van het grondwater met de lokale veendikte. Als de anaerobe afbraak in de veenlaag een rol speelt zou dit proces meer invloed hebben naar mate de veenlaag dikker is. In een ontwaterde, dikkere veenlaag is tevens onderin een dikkere anaerobe zone aanwezig. In figuur #2 worden de relaties van hydrochemische variabelen met veendikte weergegeven. De locaties met watertype 2 en 3 betreft de zwarte punten. De locatie met watertype 3 heeft een kleine zwarte punt. Uit figuur #2 blijkt dat totaal anorganische koolstof ($\text{TIC} = \text{CO}_2 + \text{HCO}_3^-$) een matige correlatiecoëfficiënt heeft met de veendikte. Dit duidt er op dat anaerobe afbraak het veen van invloed is op de opgetreden alkalinisatie. De ligging van de meetwaarde van de enige locatie met watertype 3 (locatie 13) wijkt overigens af van de regressielijnen. Opvallend is dat er ook een vrij sterke correlatie van de NH_4^+ -concentratie met veendikte aanwezig is. Ook dit duidt op invloed van anaerobe afbraak van organische stof in de veenlaag waarbij mineralisatie van N optreedt. Ook P-ortho heeft een zwakke positieve correlatie met veendikte. Wanneer de lineaire trend van Fe met veendikte wordt bekeken is die slechts in geringe mate aanwezig voor watertype 2 en 3 tezamen. Wanneer alleen watertype 2 wordt beschouwd dan is een toenemende concentratie met veendikte wel duidelijk aanwezig. De patronen duiden op het optreden van ijzerreductie en de anaerobe afbraak in het veen.

Een aanvullende toetsing van de invloed van veen op de hydrochemie kan worden uitgevoerd op metingen van TIC (totaal anorganische koolstof) en TOC (totaal organische koolstof) die zijn uitgevoerd op de vier grondwatermonsters genomen in oktober 2016 ten behoeve van de analyse van koolstofisotopen. De positieve correlaties van de concentraties van TIC en TOC met de veendikte duiden op een grotere invloed van afbraak van organische stof in het veen op de hydrochemie (figuur #2a).

Omdat ook de filterstelling van de bemonsterde buizen ten opzichte van de veenlaag een rol kan spelen, is ook gekeken naar de invloed van de afstand tussen onderkant van de veenlaag en de onderkant van de filter. Filters die dicht bij op de veenlaag zitten zouden sterker kunnen worden beïnvloed door biogeochemische processen in het veen. Een lineaire relatie met de afstand tussen onderkant van de veenlaag en de onderkant van de filter is afwezig. Dit duidt er op dat vooral de veendikte mede bepalend is voor de hydrochemie van het ondiepe grondwater onder het veen.

De tweede hypothese kan niet worden bevestigd of uitgesloten op basis van de beschikbare hydrochemische gegevens.

Figuur #2 laat nog een opvallend patroon zien: namelijk een zwakke correlatie tussen de Ca-concentratie met veendikte. Een verklaring hiervoor kan zijn dat door afbraak van veen het kationadsorptiecomplex in omvang afneemt en daardoor minder kationen kan adsorberen. Een deel van de geadsorbeerde Ca gaat dan in oplossing en door wegzijging uitlooft Ca uit naar de zandlaag onder het veen.

Om de invloed van het grondwaterstroming patroon te traceren is ook gekeken naar de ruimtelijke patronen van chemievariabelen (bijlage #1). In de bespreking hieronder worden de twee vervuilde meetpunten op de flanken van de laagte (watertype 1; locaties B21F0354 en B21F0229) buiten beschouwing gelaten omdat daar de hydrochemische samenstelling sterk wordt bepaald door lokale vervuilingbronnen. We kijken dus alleen naar het ruimtelijke patroon van chemische variabelen voor watertype 2 en 3 in het middendeel en oostelijk deel van de laagte met veen.

We zien het volgende:

- Cl: absoluut gezien is de Cl-concentratie op alle locaties laag. Locaties 18 en 19 hebben de hoogste concentratie. Dit betreft de twee meest natte monsterlocaties met langdurig water op het maaiveld. De relatief hoge Cl-concentraties hangen samen met een sterker indampingseffect (open waterverdamming) ten opzichte van de andere, drogere locaties (waterstand onder maaiveld).
- Ca, TIC, HCO_3^- : De laagste concentraties treden op locatie 13. Dit is aan de zuidoostflank van de laagte. Bij de overige locaties is geen opvallend ruimtelijk patroon aanwezig, behalve dat dit positief correleert met de veendikte (zie boven).
- Fe: de Fe-concentratie varieert van 141 tot 425 $\mu\text{mol/l}$. De laagste concentratie is gemeten op de geplagde locatie 19. De hoogste concentratie treedt op bij locatie 13 op de zuidoostflank van de laagte. Er is geen opvallend ruimtelijk patroon aanwezig, behalve dat dit positief correleert met de veendikte (zie boven).
- P-ortho: varieert van 1.3 tot 13.6 $\mu\text{mol/l}$. De laagste waarde treedt op bij de geplagde locatie 19. De hoogste waarde treedt op bij locatie 20 met een dik veenpakket. Er is geen opvallend ruimtelijk patroon aanwezig, behalve dat dit positief correleert met de veendikte (zie boven).
- SO_4^{2-} : de sulfaat-concentratie varieert van 81 tot 321 $\mu\text{mol/l}$. De laagste concentratie is gemeten op de geplagde locatie 19. De hoogste concentratie treedt op bij locatie 13 op de zuidoostflank van de laagte. Voor de rest is er geen opvallend patroon aanwezig.

Natuurlijke isotopen (^{18}O en ^2H) in het grondwater

De resultaten van de analyse van natuurlijke isotopen in het grondwater zijn gepresenteerd in figuur #2b. Boven de figuur staat weergegeven hoe de gegevens geïnterpreteerd kunnen worden. In regenwater liggen de verhouding tussen (gestandaardiseerde) concentraties van ^{18}O en ^2H doorgaans op een min of meer rechte lijn, zolang het water niet onder invloed is gekomen van indamping. Grondwater dat is ontstaan uit regenwater dat snel infiltreert en daardoor weinig indampst, heeft een verhouding die sterk lijkt van die in regenwater. Dit is het geval voor het grondwater van de locaties 12, 13, 17 en 229 en 738. Indien grondwater is uitgetreden en in contact komt met de lucht (voor langere tijd), dan ontstaat een andere verhouding. Hetzelfde gebeurt bij stagnatie van regenwater en dat dan vervolgens infiltreert. Dit lijkt het geval te zijn bij vooral locatie 19 en in mindere mate ook locatie 18, 20 en 354.

Erg overtuigend zijn de resultaten van de natuurlijke isotopen echter niet, maar ze lijken net als de resultaten van de macro-analyses van het grondwater te duiden op inzijging van neerslagwater in het veen. Locaties 18 en 19 zijn de meest natte locaties waar periodiek water op maaiveld stagneert en dus ook kan indampen. Bij locatie 19 werd in juli kwel gemeten met stagnatie van grondwater op het maaiveld, maar deze plek valt ook weer snel droog in de zomer en dan kan infiltratie optreden. Locatie 18 is een oud, verland petgat met een zeer natte moerasvegetatie. De voor afwijkende waarden van locaties 20 en 354 is geen duidelijke verklaring.

^{14}C activiteiten in het grondwater

In tabel #2b staan de resultaten van de ^{14}C activiteiten Vledders- en Leijerhooilanden weergegeven in vergelijking met waarden gemeten in het Drentsche Aa gebied in 2014 (uit: Elshehawi 2015, 2016).

De waarden gemeten in het grondwater van locatie 12 geven duidelijk aan dat dit grondwater bestaat uit recent gevallen neerslag. De waarde is hoger dan 100, wat inhoudt dat het water na het eind van de 50-er jaren is geïnfiltreerd, toen er door atoomproeven meer ^{14}C in de atmosfeer is terecht gekomen.

Op locatie 20 wordt een waarde van ca. 92 gemeten, wat overeenkomt met waarden gemeten nabij het Balloërveld in het Drentsche Aa gebied. Het gaat hier om jong grondwater uit het lokale hydrologische systeem van het Balloërveld. Conclusie: bij locatie 20 werd ook jong grondwater van het lokale hydrologische systeem gemeten. Dit bevestigt de analyse van de macro-ionen die duiden op lokale infiltratie van regenwater. Op locaties 12, 17 en 19 worden waarden tussen de 80 en 90 gemeten. Wij hebben de herkomst van dit grondwater geïnterpreteerd als relatief recent, maar waarschijnlijk als gevolg van een menging van recent gevallen neerslagwater met grondwater dat ouder is. Dit water kan komen uit de omliggende rug (lokaal hydrologisch systeem), maar het kan ook meer regionaal grondwater zijn. In de Drentsche Aa worden waarden tussen 80 en 90 ook gevonden in de bovenste veenlaag tot 1 meter.

Het lijkt dus de moeite waard om in een later stadium grondwater te bemonsteren op grotere diepte op met name locatie 19 waar periodiek kwel optreedt.

Beantwoording vragen

Vertoont de macrochemie een samenhang met het veronderstelde kwel/infiltratiepatroon?

De oostelijke flank van de laagte heeft toestroming relatief basenarm grondwater terwijl in een groot deel van de laagte basenrijk grondwater aanwezig is. Patronen in de macrochemie duiden er op dat de chemische samenstelling van het ondiepe grondwater in de laagte met veen, naast toestroming van basenrijk grondwater, ook beïnvloed wordt door wegzijging van neerslagwater in de percelen en chemische processen in de veenlaag.

Aannemelijk is dat de huidige drainerende sloten in de laagte van de Vledder- en Leijerhooilanden nog steeds toestroming basen- en ijzerhoudend grondwater ontvangen. Mogelijkerwijs zijn de Ca , HCO_3^- en Fe -concentraties van het actueel toestromende grondwater (iets) lager dan die van het actuele ondiepe grondwater in de percelen. De concentraties in het ondiepe grondwater onder de percelen kunnen namelijk door chemische processen in het veen verhoogd zijn. De toestroming van relatief basenarm grondwater hangt samen met infiltratie in direct aangrenzende oostelijke zandrug. Het hier aanwezige grondwatersysteem heeft vermoedelijk ondiepe stroombanen.

Conclusie is: de macrochemie van het ondiepe grondwater onder het veen wordt nu hoofdzakelijk bepaald door toestroming van lithoclien en ijzerrijk grondwater én lokale infiltratie van neerslagwater in de percelen. Kwel van basen- en ijzerrijk grondwater in het verleden heeft gezorgd voor het ontstaan van veen met een hoog basen- en ijzergehalte. In de huidige situatie met veel ontwatering treedt op de percelen vooral wegzijging op. De macrochemie van het ondiepe grondwater onder het veen wordt daardoor mede bepaald door chemische processen in de veenlaag. De anaerobe afbraak van het veen met interne alkalinisatie en desorptie van Ca heeft in het ondiepe grondwater onder de veenlaag gezorgd voor verhoogde Ca , HCO_3^- en Fe concentraties in het grondwater.

Stroomt halverwege van de laagte en de Streitenvaart in de oostrand oud grondwater uit een groot grondwatersysteem toe?

Wordt het hogere deel in de oostrand van de laagte beïnvloed door jonger, lokaal toestromend grondwater?

De analyse van C-isotopen kon geen uitsluitsel geven of er oud grondwater uit een regionaal systeem toestroomt. De locaties waar mogelijk een mengsel van oud en recent geïnfiltreerd grondwater zijn aangetroffen liggen juist vrij dichtbij de Streitenvaart en niet halverwege de Streitenvaart en de oostrand. Omdat ondiep grondwater is bemonsterd en het gebied zwaar wordt ontwaterd, wordt de isotopensamenstelling vermoedelijk sterk beïnvloed door neerslagwater dat ter plekke inzigt. Met behulp van diepere grondwatermonsters (ca. 5-10 m onder maaiveld) kan met analyses van isotopen vermoedelijk een duidelijker beeld van de ouderdom van het grondwater worden gereconstrueerd.

Op gebiedsschaal is een ruimtelijk patroon in basenrijkdom aanwezig. Het hoge deel van de oostflank van de laagte heeft relatief basenarm grondwater (locatie 13, watertype 3 en locatie B21F0229). Dit duidt op een gradiënt van hoog naar laag waarbij het hoge deel werd beïnvloed door toestroming van relatief basenarm, ijzerrijk grondwater en het lagere deel door relatief basenrijk en ijzerrijk grondwater. Een groot deel van de laagte stond onder invloed van toestroming van basenrijk en ijzerrijk grondwater. Binnen dit watertype lijkt

verschil aanwezig te zijn in ouderdom. Het grondwater van locatie 20, die meer aan de rand van de laagte ligt, is jong, terwijl het grondwater meer centraal in de laagte (locatie 12, 17, 19) ook een oudere component heeft (door lokale infiltratie wel bijgemengd met jong water). In geval van het dempen van de ontwatering in de laagte zal het oude grondwater meer omhoog gaan stromen door de veenlaag en de dikte van neerslaglenzen afnemen. Het voordeel van toestroming van oud grondwater is dat dit langer dan lokaal grondwater niet beïnvloed zal worden door vervuiling als gevolg van bemesting en een hoge atmosferische N-depositie.

Hebben de meetlocaties dicht bij de Streitenvaart netto infiltratie van neerslagwater?

Op locatie 10 (125 m afstand Streitenvaart) in het oude schraallandje (vlakbij locatie 12) is op 17 juni 2012 in een ondiepe en diepe peilbuis wegzijging gemeten (waterpeil ondiepe buis was 5 cm hoger). Dit perceel wordt omringd door sloten en de Streitenvaart met een diep peil t.o.v. het maaiveld. De meeste andere meetlocaties hebben ook een sterke lokale drooglegging door lokale sloten. De geplagde locatie 19 (250 m afstand Streitenvaart) is een uitzondering. Ten tijde van de bemonstering op 3 juli 2016 had deze wel kwel. Dit bleek uit het hoogteverschil tussen de stijghoogte in de monsterbuis en het oppervlaktewaterpeil (stand monsterbuis 2.5 cm hoger dan het peil van het oppervlaktewater). Deze kwel trad zelfs op gedurende een periode met stagnatie van neerslagwater op maaiveld na een regenrijke periode. Door de maaiveldverlaging a.g.v. het plaggen en de geringe diepte van lokale sloten is de lokale drooglegging hier gering. Deze patronen lijken er op te duiden de lokale drainagebasis grote invloed heeft op het kwel/infiltratiepatroon. Deze verschillen in kwel /wegzijging werken niet door in de indicatie voor de ouderdom van het grondwater op basis van koolstofisotopen. Zowel locatie 12 als 20 hebben indicatie voor een mengtype van jong en oud grondwater.

Chemisch onderzoek bodem

Achtergrond

De Vledders- en Leijerhooilanden zijn ten behoeve van agrarisch gebruik lange tijd bemest. Een hoge nutriëntenrijkdom in de bodemtoplaag kan daarom het ontwikkelen van voedselarme natuurdoelen belemmeren. De bemestingsintensiteit van percelen kan verschillend zijn geweest. Uit OBN-onderzoek blijkt dat het fosfaatgehalte sterk bepalend is voor de soortenrijkdom van grondwatergevoede kleine zeggenbegroeiingen (Emsens et al. 2016). Wanneer het fosfaat vooral in de toplaag is geaccumuleerd kan de nutriëntenrijkdom worden verlaagd met plaggen. Onderzoek naar de effecten van plaggen op de bodemchemie in een perceel in het zuidelijke deel liet zien dat plaggen daar grotendeels leidt tot voldoende lage P-totaal gehalten in de nieuwe bodemtoplaag (Emsens et al. 2016).

Een complicerende factor is dat wanneer een veen langdurig door ijzerrijk grondwater werd gevoed, het ook van nature relatief veel fosfaat kan hebben geaccumuleerd. De fosfaatgehalten kunnen dan ook dieper in het veenprofiel hoog zijn. Verder is door langdurige verdroging van de veenbodem het ijzer- en fosfaatgehalte verhoogd door afbraak (organische stof verdwijnt, ijzer en fosfaat blijven meer geconcentreerd achter). Een meetlocatie uit OBN-onderzoek liet zien dat in het zuidelijke deel ijzer- en fosfaatarm veen voorkomt (Emsens et al. 2016). Elders in het gebied zijn echter in de sloten visuele aanwijzingen voor een hoge ijzerrijkdom en daarmee ook potentieel voor een relatief hoge fosfaatrijkdom. Binnen het gebied kan dus ruimtelijke variatie aanwezig in welke kwaliteit van kleine zeggenvegetatie zich kunnen ontwikkelen.

Daarnaast is van belang dat de basenrijkdom van de bodemtoplaag geschikt is voor basenminnende natuurdoelen. Langdurige ontwatering kan geleid hebben tot verzuring en uitloging van basen in de bodemtoplaag. De uitloging leidt dan ook tot een verlaging van de zuurbuffercapaciteit en relatief zure omstandigheden.

Vragen

- Hoe hoog zijn de fosfaat- en ijzergehalten in de toplaag en de bodemlaag daaronder ten einde vast te stellen of plaggen (verwijdering van ca. 20 cm bodem) zinvol is? Te hoog in de toplaag, dieper voldoende laag?
- Is er ruimtelijke variatie aanwezig in het fosfaat- en ijzergehalte van het veen?
- Voldoet de basenrijkdom aan die van basenminnende natuurdoeltypen?

Aanpak

Bemonstering

Bemonstering van alle locaties vond plaats op 3 juli 2016. De bemonstering concentreerde zich op locaties in het oostelijke deel van de laagte (figuur #3) omdat hier de meeste potenties voor herstel van natte condities met basenrijke kwel worden verwacht. In het zuidelijke deel werden geen monsters genomen omdat hier al in 2012 met eerder genoemd OBN-onderzoek de bodemchemie is onderzocht (locatie 10). Locaties werden geselecteerd in een noordelijk transect met een west-oost oriëntatie (locaties 8, 7, 6). Dit transect overlapt sterk met een transect van grondwaterbuizen (figuur #1). Tevens werd een west-oost transect iets zuidelijker gepland (locaties 5, 4, 3). Verder werden de locaties verspreid in de laagte gepland. Een daarvan (locatie 9) werd in een recent geplagd perceel gepland. Op 8 locaties werd een diepte van 0-10 en 20-30 cm-mv bemonsterd. Dieper werd niet bemonsterd omdat we er vanuit gaan dat sterke maaiveldverlaging als gevolg van afgraven niet wenselijk is (veroorzaakt langdurige, diepe inundatie). Op plaglocatie (locatie 9) werd alleen een monster genomen van de toplaag 0-10 cm. In totaal gaat het om $8 \times 2 + 1 = 17$ monsters. Om gehalten te kunnen relateren aan het volume bodem (is voor nutriëntenbeschikbaarheid voor planten een betere maat) werden ook volumemonsters met een steekring genomen waarvan de bulkdichtheid van het gedroogde monster (65°C) werd bepaald.

Chemische analyse

Op gedroogde en gemalen bodemonsters werd een totaaldestructie met H_2SO_4 toegepast voor de bepaling van totaal Ca, Mg, K, P, N, Fe, Al, en Mn met ICP. Het organische stofgehalte werd bepaald met thermogravimetrie (4 uur gloeien bij 550°C). Met veldvochtige bodemmateriaal werden een KCl en een ammonium-oxalaat extract gemaakt. In het KCl-extract (1 M) werden pH-KCl, $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NH}_4\text{-N}$ gemeten en in het ammonium-oxalaat extract P, Fe, en Al. Deze metingen werden met dezelfde methode uitgevoerd als in het OBN-onderzoek aan beekdalvenen (Emsens et al. 2016) en werden vergeleken met grenswaarden voor laagproductieve basenrijke kleine zeggen vegetaties die in dat onderzoek zijn afgeleid. In de evaluatie werden ook de metingen meegenomen die met het OBN-onderzoek in het zuidelijk deel van het studiegebied zijn uitgevoerd. Dit betreft locatie 10 in het oude schraallandje (bemonsteringsdiepte 0-10 en 15-25 cm-mv). De bodemanalysen werden uitgevoerd in het laboratorium van de vakgroep Ecosysteembeheer van Universiteit Antwerpen.

De meetresultaten staan in tabel #4.

Afgeleide bodemchemievariabelen

De volgende afgeleide variabelen werden berekend:

- $\text{Fe-rest} = \text{Fe-totaal} - \text{Fe-oxalaat}$ (mmol/kg). Fe totaal is een maat voor het totale ijzergehalte. Fe-oxalaat betreft vooral het ijzer in reduceerbare, amorfe ijzerhydroxiden. Fe-rest bestaat vooral uit kristallijne geoxideerde ijzermineralen.
- $\text{P-rest} = \text{P-totaal} - \text{P-oxalaat}$ (mmol/kg). P-totaal is een maat voor het totale fosforgehalte. P-oxalaat betreft het fosfaat dat is geadsorbeerd aan reduceerbare, amorfe ijzerhydroxiden. P-rest is het fosfaat dat in moeilijk verweerbare ijzermineralen (o.a. kristallijne ijzerhydroxiden) en in het organische materiaal is vastgelegd.
- De ratio Ca-totaal/ organische stof (mmol/kg OS). Deze ratio is een maat voor de basenverzadiging van het veen. Hoe hoger deze waarde, des te groter het aandeel van basische kationen op het kationadsorptiecomplex.
- Gehalten per volume-eenheid bodem (mmol/l of $\mu\text{mol/l}$): berekend door van een stof het gehalte per massa bodem (mmol/kg of $\mu\text{mol/kg}$) te vermenigvuldigen met de bulkdichtheid (kg/l).

In tabel #4 en #5 staan de berekende variabelen.

Resultaten

In bijlage #2 zijn kaarten met de meetwaarden van de belangrijke bodemchemievariabelen opgenomen. Per meetlocatie worden de meetwaarden voor de toplaag (0-10 cm-mv) en de diepere laag (20-30 of 15-25 cm-mv) weergegeven.

Bulkdichtheid en organisch-stofgehalte

In de toplaag is de bulkdichtheid vaak hoger dan in de diepere laag (zie ook figuur #4). Grote verschillen tussen beide lagen treden op in geval van een bezande veenbodembodem (locaties 8). Locatie 6 heeft voor beide lagen een hoge bulkdichtheid omdat dit een venige zandbodembodem betreft. De laagste bulkdichtheid in de

toplaag treedt op bij locatie 10 (0.13 kg/l). Dit is in de range van de bodemtoplaag in goed ontwikkelde grondwatergevoede venen (0.05-0.15 kg/l; Emsens et al. 2016). Dit betreft een oud schraalland dat nooit intensief landbouwkundig gebruik heeft gekend. In de diepere bodemlaag is ook nog aanzienlijke variatie in bulkdichtheid aanwezig, zonder dat daarbij een duidelijk ruimtelijk patroon in te herkennen is. Lage waarden zijn gemeten op locaties 2, 3, 4 en 10 (0.21-0.30 kg/l).

Het organisch-stofgehalte vertoont grotendeels een invers beeld t.o.v. de bulkdichtheid. Reden hiervoor is een sterk negatief verband tussen bulkdichtheid en het organisch-stofgehalte. De gehalten in de toplaag zijn vaak veel lager dan in de diepere laag (zie ook figuur #4). Op de sterk gedegradeerde veenbodems (alle locaties behalve 6 en 10) zijn de organisch-stofgehalten laag voor de veenbodems (0-10 cm-mv: 10-32 %; 20-30 cm-mv: 19-57%). Het gehalte in de bodemtoplaag van goed ontwikkelde grondwatergevoede venen ligt in de range van 80 tot 95 % (Emsens et al. 2016). Reden voor de lage organisch-stof gehalten is de zeer sterke veraandering van het veen en deels ook bezanding van de bodems. Hogere organisch-stofgehalten in sterk gedegradeerde bodems zijn alleen in de diepere bodemlaag gemeten voor de locaties 1, 2 en 8. Het schraallandje (locatie 10) heeft een minder gedegradeerde veenbodem en hier zijn in beide lagen hoge gehalten gemeten (83 en 80 %). Dat is de range van goed ontwikkelde venen.

IJzer- en fosfaatgehalten

De hoogste Fe-totaal gehalten (zowel in mmol/kg als mmol/l) komen voor op locatie 3 en 4 (bijlage #2). In de diepere laag worden daarbij extreem hoge gehalten gemeten die samen gaan met de aanwezigheid van oranje kristallijne ijzerbrokken. Verder heeft locatie 2 ook hoge gehalten in de toplaag, terwijl de geplagde locatie (10) en het schraallandje (9) lage gehalten hebben. Hetzelfde patroon is ook zichtbaar voor P-oxalaat. Opvallend is dat locaties 1 t/m 4, 7 en 8 in de diepere laag duidelijk een hoger P-totaal gehalte hebben dan de toplaag (figuur #4b). Voor P-oxalaat is dat voor locaties 1 t/m 3, 7 en 8 ook het geval (figuur #4b). De locaties 2 t/m 4, 7 en 8 hebben in de diepere laag ook een hoog aandeel Fe-rest, dat wil zeggen kristallijn ijzer (figuur #5). Vooral bij locaties 3 en 4 is dat in extreme mate het geval en dit stemt overeen met de veldwaarneming van kristallijn ijzer.

Het P-totaal gehalte is sterk gecorreleerd met Fe-totaal en Fe-oxalaat (Spearman's $r = 0.93$ en 0.88). Hierdoor is het ruimtelijke patroon van P-totaal sterk vergelijkbaar met dat van Fe-totaal en Fe-oxalaat (bijlage #2). De hoogste waarden komen voor bij locatie 3 en 4 met een extreme uitbijter voor de diepere laag van locatie 3. Hoge waarden komen ook voor bij locaties 2, 4 en 8. De laagste waarden in hoeveelheden per massa bodem zijn gemeten bij locaties 9 (toplaag) en 10 (diepere laag). Wanneer P-totaal wordt uitgedrukt in hoeveelheden per volume-eenheid heeft locatie 10 (toplaag en diepere laag) nog uitgesprokener lage gehalten. Dit heeft te maken met het hoge organische stofgehalte en daarmee lage bulkdichtheid. Een verschil met het patroon van P-totaal met ijzer is dat P-totaal vaak in de toplaag een hoger gehalte heeft dan de diepere laag. Alleen voor locaties 3, 7 en 8 is het gehalte het hoogst in de diepere laag. P-oxalaat is niet gemeten op locatie 10.

Het P-oxalaat gehalte is ook sterk gecorreleerd met Fe-totaal en Fe-oxalaat (Spearman's $r = 0.72$ en 0.75) en ook met P-totaal (Spearman's $r = 0.85$). De hoogste P-oxalaat gehalten in mmol/kg treden op bij locaties 2, 3, 4 (alleen de toplaag en bij locatie 3 ook de diepere laag). De laagste waarden zijn gemeten bij de geplagde locatie 9 (bijlage #2). Bij een deel van de locaties is P-oxalaat hoger in de toplaag (locaties 1, 2, 4, 5, 6) en bij een ander deel hoger in de diepere laag (locaties 3 en 8) (figuur #4c). Locaties 2, 5 en 10 hebben een hogere P-totaal gehalte in de toplaag. Wanneer gekeken wordt naar de P-oxalaatgehalte in mmol/l dan is deze het laagst bij de geplagde locatie 9 en relatief laag bij locaties 1, 2 en 4 (figuur #4c).

In figuur #5 (onderste grafiek) is de verdeling van P-fracties weergegeven. In het algemeen is het aandeel van P-oxalaat in de totale fosforvoorraad het grootst in de toplaag. Dit hangt samen met de aanwezigheid van een grote fractie gemakkelijk reduceerbare ijzerhydroxiden. Bij de diepere laag wordt P-rest belangrijker. P-rest bestaat hoofdzakelijk uit P in kristallijnijzer en in de organisch gebonden P. De absoluut hoge gehalten van P-rest in de diepere laag van locaties 3 en 4 kan niet worden verklaart door de aanwezigheid van organisch gebonden P omdat de organisch-stof gehalten hier niet bijzonder hoog zijn. Veel van de fosfor zal daarom hier in kristallijnijzer zijn gebonden. Bij de geplagde locatie 9 van het aandeel van P-oxalaat zeer gering.

Interpretatie van bovenstaande patronen is als volgt:

- In het algemeen zijn de ijzer en fosforgehalten hoog voor grondwatergevoede venen.
- Het ijzer en fosforgehalte zijn sterk met elkaar gecorreleerd. Dit duidt op een vroegere, langdurige voeding met ijzer- en fosfaatrijk grondwater waarbij het grondwater een bepaalde ratio van Fe en P had. Het aangevoerde ijzer en fosfaat accumuleerde daarbij in de veenlaag.

- Door ontwatering is het ijzer en fosfaat in het veen geconcentreerd. Bij afbraak van veen verdwijnt de koolstof en blijft ijzer- en fosfaat geconcentreerd achter in het veen. IJzer blijft gemakkelijk gebonden in de bodem. De grote ijzerpool zorgt voor sterke binding van fosfaat. Het concentratie effect is het sterkst in het bovenste deel van het veenpakket dat door ontwatering oxidisch werd.
- Naast een concentratie effect door veenafbraak zal ook bemesting hebben bijgedragen aan verrijking met fosfaat. Deze toevoer kan sterk verschillen per perceel afhankelijk van de gebruikshistorie.
- In de toplaag accumuleerde vooral amorfe reduceerbare ijzer(III)hydroxiden. In de diepere laag (20-30 cm) is accumulatie van kristallijn ijzer belangrijk geweest. Dit laatste is in extreme mate het geval geweest in het hogere, oostelijke deel van de laagte. Dit patroon kan ook duiden op een sterke kwelflux in deze zone gedurende een langere periode (eeuwen) met lichte ontwatering. Kristallijne mineralen van geoxideerd ijzer kunnen namelijk alleen ontstaan in de bodem als deze geaëreerd wordt.
- De mate van degradatie van de veenbodem is sterk bepalend geweest voor de accumulatie/ concentratie van gemakkelijk reduceerbaar ijzer en daaraan gebonden fosfaat. Over het algemeen zijn de veenbodems sterk en tot diep onder het maaiveld sterk veraard. Een uitzondering daarop is het oude schraallandje dat nooit intensief agrarische gebruik heeft gehad. Het gehalte aan gemakkelijk reduceerbaar ijzer en daaraan gebonden fosfaat is daar gering.
- De grote pool gemakkelijk reduceerbaar ijzer zorgt potentieel voor fosfaatrijke omstandigheden voor de vegetatie.

Vergelijking van ijzer en fosfaat gehalte met referentiewaarden van grondwatergevoede venen

Zoals boven beschreven zijn het ijzer- en anorganisch fosfaatgehalte van de bodem in de Vledder en Leijer hooilanden over het algemeen hoog. Een risico bij herstel van natte veenvegetatie bij vernatting is dan dat de fosfaatbeschikbaarheid hoog is en dit herstel van laagproductieve doelvegetatie (basenminnende en zure kleine zeggenvegetatie) belemmerd. Uit OBN-onderzoek (Emsens et al. 2016) blijkt dat ijzer- en fosfaatarme grondwatergevoede venen het rijkst zijn aan kenmerkende plantensoorten van basenminnende kleine zeggenvegetatie. Op basis van dit onderzoek en nieuw onderzoek zijn grenswaarden afgeleid voor het onderscheid tussen enerzijds ijzer- en fosfaatarme, soortenarme systemen met P-limitatie voor de productiviteit van de vegetatie en anderzijds ijzer- en fosfaatrijke, soortenarme systemen met N-limitatie. Uit het nieuwe onderzoek blijkt dat de totale ijzerpool en fosforpool verklarend zijn voor of fosfor wel of niet limiterend is. De ratio van Fe/P heeft juist geen invloed op de P-beschikbaarheid, dit in tegenstelling tot onderzoeksresultaten in drogere systemen. In grondwatergevoede venen is de totale P-pool en vooral de P-pool gebonden aan gemakkelijk reduceerbaar ijzer (P-oxalaat) bepalend voor de opname van P door de vegetatie.

Om de fosfaatsituatie in de Leijer- en Vledderhooilanden scherper in beeld te krijgen toetsen we gemeten ijzer- en fosfaatgehalte aan deze grenswaarde. Deze grenswaarde worden uitgedrukt in hoeveelheden per volume eenheid. Voor Fe-totaal bedraagt deze 15 mmol/l en voor P-totaal 3.3 mmol/l. Onder deze grenswaarden is het systeem P-gelimiteerd en daarboven N-gelimiteerd. In figuur #6 wordt de vergelijking weergegeven. De Fe- en P-gehalten liggen voor de toplaag overal boven deze grenswaarden. We hebben dus te maken met een ijzer- en fosfaatrijk veensysteem waarin P niet limiterend is. Voor de diepere laag is dat ook vrijwel overal het geval. Alleen bij locatie 10 (oude schraallandje) is het P-totaal gehalte lager dan de grenswaarde van 3.3 mmol/l.

Omdat de gehalten in de diepere laag vaak ook nog boven de grenswaarden liggen, zal plaggen niet leiden tot het ontwikkelen van condities die geschikt zijn voor vegetatie van ijzer- en fosfaatarme venen. De vegetatie-ontwikkeling in de recent geplagde percelen duidt ook op ontwikkeling naar matig productieve vegetatie met veel Holpijp en Snavelzegge. Plaatselijk komt ook Noordse zegge voor. Zulke vegetatie is typisch voor vernatte grondwatergevoede venen die rijk zijn aan ijzer en fosfaat. Omdat de toplaag vaak een hoger gehalte heeft aan P-oxalaat dan de diepere laag, kan met plaggen wel degelijk de voor moerasplanten gemakkelijk opneembare fosfaat worden verminderd. Uit OBN-onderzoek blijkt ook dat het plaggen in gedegradeerde ijzerrijke venen leidt tot een fosfaatarmere bodem en soortenrijkere moerasvegetatie (Emsens et al. 2016). Plaggen van een dunne veenbodem op locatie 9 leidde ook tot een relatief laag P-oxalaat gehalte. Locaties 1, 2 en 4 hebben een dikkere bodem en zijn interessant om te plaggen. Het P-oxalaatgehalte is hier relatief laag (5-11 mmol/l). Het relatief hoge organische stofgehalte is hier gunstig voor een laag gehalte per volume-eenheid. Echter niet alle locaties met een relatief hoog organisch stofgehalte hebben een laag P-oxalaat gehalte per volume-eenheid (bijvoorbeeld locatie 7). Het organische stofgehalte kan daarom niet zonder meer als een gemakkelijk te meten proxy-variabele worden gebuikt voor het opsporen van percelen met een laag P-oxalaat gehalte in de bodemlaag onder de geplagde laag.

Totaal en anorganisch stikstof

In bodems wordt de totale stikstofvoorraad sterk bepaald door het organisch-stofgehalte. Het overgrote deel van de stikstof is namelijk gebonden in organisch materiaal en dat geldt in hoge mate voor veen. In de set geanalyseerde bodemonsters is de correlatie tussen N-totaal en organisch-stofgehalte zeer hoog (Spearman's $r = 0.96$). Het patroon van N-totaal komt daarom ook overeen met dat van organische stof (figuur #4). De minerale stikstof in de bodem bestaat uit geadsorbeerd ammonium (NH_4) en nitraat (NO_3). De gehalten van NH_4 zijn in de toplaag veel hoger dan in de diepere laag. Hoge NH_4 -gehalten in de toplaag treden op bij locatie 2, 4, 8 en 10. Wanneer de meetwaarden worden vergeleken met de streefwaarde voor goed ontwikkelde grondwatergevoede venen met kleine zeggenvegetatie ($< 700 \text{ mmol/L}$; afgeleid uit data van Emsens et al. 2016) dan liggen de meeste gehalten onder betreffende grenswaarde. Alleen in de toplaag van locatie 2 en 8 zit het gehalte er boven. Voor nitraat wordt een afwijkend patroon gevonden. De gehalten in de toplaag en diepere laag verschillen niet eenduidig. Verder valt op dat de meeste locaties hoge NO_3 -gehalten optreden. Deze zijn hoger dan de grenswaarde voor NO_3 voor goed ontwikkelde grondwatergevoede venen met kleine zeggenvegetatie ($< 3 \text{ } \mu\text{mol/L}$; afgeleid uit data van Emsens et al. 2016). De hoge NO_3 -gehalten hangen samen met een grondwaterstand die uitzakt onder maaiveld als gevolg van ontwatering. Door mineralisatie wordt dan veel nitraat gevormd. Alleen locaties 9 en 10 zitten onder de genoemde grenswaarde. Dit betreffen dan ook de meest natte locaties en hier wordt nitraat in de anaerobe bodem snel omgezet naar N_2 -gas door denitrificatie.

De resultaten geven aan dat bij voldoende vernatting het nitraatgehalte van de bodem snel kan worden verlaagd. Vernatting van gedegradeerde ijzerrijke veenbodems kan echter tot zeer hoge NH_4 -gehalten in het porievocht leiden als gevolg van een sterke anaerobe afbraak na de vernatting. Dit is gebleken uit kolomexperimenten (Emsens et al. 2016). Omdat zulke zeer hoge NH_4 -gehalten niet worden gemeten in veldsituaties van venen die langer geleden zijn vernat, betreft dit vermoedelijk een tijdelijk effect.

Zuurgraad en basenrijkdom

De pH-KCl is meestal vrij laag (0-10 cm: 4.7-5.0; 20-30 cm: 4.9-5.6), maar niet extreem zuur. De toplaag heeft daarbij een iets lagere pH-KCl dan de diepere laag (zie ook figuur #8). De hoogste waarde in de toplaag is gemeten op een geplagde locatie met periodieke kwel (locatie 9). Het schraallandje in het zuiden (locatie 10) heeft in de toplaag een pH van 4.9. In de diepere laag treden de hoogste waarden op bij locaties 3, 4 en 7. Wanneer de pH-KCl waarden worden vergeleken met de streefwaarde van basenminnende kleine zeggenvegetatie in ongestoorde venen (Emsens et al. 2016) dan valt op dat de meeste locaties te zuur zijn, inclusief het oude schraallandje (zie figuur #8). Ook de pH-KCl van de diepere laag is vaak nog te laag voor dit doeltype. Alleen die van locatie 3 komt net aan de ondergrens. Alleen de geplagde locatie (9) heeft een pH-KCl van de toplaag in het streefwaarde bereik van basenminnende kleine zeggenvegetatie. De meetwaarden vallen wel vaak in de range van zure kleine zeggen (Aggenbach et al 1998). Een kanttekening bij het gevonden pH patroon is dat de pH-metingen zijn verricht in veenbodems die zijn verdroogd. In de toplaag van de veenbodem overheersen daarom zuurvormende processen (mineralisatie, oxidatie van gereduceerd ijzer). Wanneer deze bodems worden vernat, zal de biogeochemie in sterke mate gaan worden bepaald door reductie van gereduceerde ijzerhydroxiden in combinatie met anaerobe afbraak van organisch materiaal. Door de vorming van HCO_3^- (alkalinisatie) zal de pH daarom snel stijgen na vernatting.

De basenrijkdom gemeten met Ca-totaal is in de toplaag vaak veel lager dan in de diepere laag (figuur #8). Het gehalte is sterk gecorreleerd met het organisch-stofgehalte (spearman's $r = 0.90$) en heeft geen eenduidig ruimtelijk patroon. In de toplaag treden de laagste gehalten op bij locaties 3, 6, 7 en 8 in samenhang met een laag organisch stofgehalte. De geplagde locatie (locatie 9) heeft het hoogste gehalte en daarna volgt het oude schraallandje (locatie 10). In diepere laag hebben alleen locaties 5 en 6 een laag Ca-gehalte. Hoge waarden zijn gemeten bij locaties 1, 2, 4, 8 en 10.

De ratio van Ca-totaal met organische stof is een maat voor de basenverzadiging op het adsorptiecomplex van de bodem. Deze is, net als Ca-totaal, ook in de toplaag lager dan in de diepere laag (figuur #8). De pH-KCl vertoont een duidelijk relatie met deze ratio. Bij een lage waarde van de ratio is de pH op een lager niveau gebufferd dan bij een hoge waarde (figuur #9). Verder valt op dat bij de meeste monsters van de toplaag (uitgezonderd van beter gebufferde locatie 9) de verschillen in de ratio geen invloed hebben op de pH-KCl. Dit duidt op de werking van een ander buffermechanisme dan kationuitwisseling, zeer vermoedelijk ijzerhydroxiden die in een grote hoeveelheid aanwezig zijn. Bij de diepere monsters en het ondiepe monster van locatie 9 is wel een duidelijk stijgende relatie aanwezig. Beter gebufferd met een relatief hoge pH-KCl en ratio Ca-totaal/ organische stof zijn de locaties 3, 4, 7 (20-30 cm laag) en de geplagde locatie 10 (toplaag). De locaties 3, 4 en 7 zijn plekken met een veenbodem in het hogere deel van de laagte op de oostflank

(bijlage #2). De slechtst gebufferde locatie is het oude schraalland (10). Alhoewel het Ca-totaal gehalte van de bodem nog redelijk hoog is, is de ratio Ca-totaal/organische stof laag in samenhang met het hoge organisch-stofgehalte. Door de wegzijging en langdurig hooilandbeheer is deze locatie voor basen reeds sterk uitgeoogd en daardoor verzuurd.

Beantwoording vragen

Hoe hoog zijn de fosfaat- en ijzergehalten in de toplaag en de bodemlaag daaronder ten einde vast te stellen of plaggen (verwijdering van ca. 20 cm bodem) zinvol is? Te hoog in de toplaag, dieper voldoende laag?

- Plaggen op dikkere veenbodems waarbij veen achter blijft zal leiden tot absoluut bezien ijzer- en fosfaatrijke omstandigheden. Deze hoge gehalten zijn in belangrijke mate veroorzaakt door sterke degradatie van de veenbodem als gevolg van ontwatering en het vroegere agrarische gebruik. Plaggen creëert omstandigheden waarbij P niet limiterend is voor de vegetatie. De potenties voor het ontwikkelen van soortenrijke, laagproductieve kleine zeggenvegetatie is daarom in een groot deel van het gebied niet meer mogelijk. Vernatting in combinatie met plaggen geeft wel de mogelijkheid voor ontwikkeling van kleine zeggenvegetatie met Snavelzegge en Holpijp en grote zeggenvegetatie met Noordse zegge. Deze vegetaties zijn momenteel nog zeldzaam in de Nederlandse beekdalen en daarom interessant om te ontwikkelen.

Is er ruimtelijke variatie aanwezig in het fosfaat- en ijzergehalte van het veen?

- Ja er is duidelijk ruimtelijke variatie aanwezig in het ijzer- en fosfaatgehalte. Extreem hoge gehalten zijn gekoppeld aan afzetting van kristallijn ijzer in de bovenste 10-30 cm van de bodem in het oostelijk deel van de laagte. Verder heeft afbraak van organische stof en tevens de bezanding van veenbodems het organisch-stofgehalte sterk verlaagd en de bulkdichtheid sterk verhoogd. Over het algemeen is de bodemdegradatie in de delen met veen zeer sterk geweest en daardoor is het gehalte aan ijzer en anorganisch fosfaat sterk verhoogd. Een uitzondering is het schraallandje in het zuidelijk deel dat nooit intensief agrarisch gebruik heeft gehad. Hier komen lage gehalten voor. Verder wordt het ruimtelijke patroon door recente plag activiteit beïnvloedt. Plaggen tot (bijna) op de minerale ondergrond gaat samen met een laag P-oxalaat gehalte.
- De bodemtoplaag is vaak rijker aan P-oxalaat dan de diepere laag. Plaggen kan daardoor leiden tot een verlaging van het P-oxalaatgehalte.
- Plaggen van veenbodems kan het beste plaatsvinden op locaties waar de horizon onder de plaghorizont relatief organisch-stofrijk is. Daarmee kan het makkelijke beschikbare fosfaat voor moerasvegetatie (P-oxalaat) per volume eenheid bodem sterk worden verminderd. Dit geeft de mogelijkheid voor ontwikkeling van kleine zeggenvegetatie met Snavelzegge en Holpijp en grote zeggenvegetatie met Noordse zegge. Omdat in een deel van de situaties met een relatief hoog organisch stofgehalte van de onderliggende veenlaag nog een hoog P-oxalaat gehalte heeft, geeft plaggen niet altijd een garantie op een veel lagere voorraad aan gemakkelijk opneembaar fosfaat.
- Plaggen van dunne veenbodems tot op de minerale ondergrond kan ook leiden tot (zeer) lage P-oxalaatgehalte. Plaggen op de rand van het verspreidingsgebied van het veen is daarom interessant. Wellicht biedt dat plaatselijk wel de mogelijkheid voor ontwikkeling van laagproductieve kleine zeggenvegetatie met P-limitatie. Omdat dit hogere terreindelen betreft kan hier wel intensievere gebruikshistorie van percelen geleid hebben tot een sterke verrijking met anorganisch fosfaat.

Voldoet de basenrijkdom aan die van basenminnende natuurdoeltypen?

- De bodem-pH van de toplaag (0-10 cm) en diepere laag (20-30 cm) voldoet nu vaak niet aan de streefwaarden van basenminnende kleine zeggenvegetatie, maar wel aan die van zure kleine zeggenvegetatie. De basenrijkdom van de bodemtoplaag is als gevolg van uitloging door verzuring en wegzijging en door hooilandbeheer meestal lager dan de diepere laag. In de diepere laag wordt de bodem-pH gebufferd door kationuitwisseling.
- De actuele pH in de veenbodems is ook laag door de ontwaterde toestand van de veenbodems. Hierdoor overheersen zuurvormende processen. Bij vernatting worden deze zuurvormende processen sterk verminderd en wordt in de ijzerrijke veenbodems alkalinisatie bevorderd. Daarom wordt na vernatting wordt een snelle pH verhoging verwacht. Vernatting waarbij stabiele waterstanden aan en vlak onder maaiveld worden gerealiseerd, is daarom belangrijk
- De basenbuffering van de diepere bodemlaag is veelal beter (hogere ratio van Ca-totaal/ organische stof). Plaggen leidt daarom tot een verbetering van de basentoestand en kan leiden tot matig basenrijke natuurdoeltypen en plaatselijk tot basenrijke natuurdoeltypen. Daarbij valt te denken aan

kleine zeggenvegetatie, Noordse zegge vegetatie, Scherpe zegge vegetatie, Blauwgraslanden en Dotterbloemhooilanden.

- Herstel van kwel van basenrijk grondwater kan op een langere termijn (decennia) de basenrijkdom van de bodem verhogen en daarmee de potenties voor het voorkomen van basenminnende vegetatietypen vergroten.

Conclusies

- Op grotere schaal plaggen is zinvol en is zowel gunstig voor het verlagen van de P-beschikbaarheid als het verhogen van de basenrijkdom.
- De beheerder kan afwegen of onzekerheden over ruimtelijke patroon van P-oxalaat in de laag onder de plaghorizont met aanvullend bodemonderzoek worden verkleind. Verder heeft geen bodemonderzoek plaatsgevonden in het noordelijk deel van het gebied.

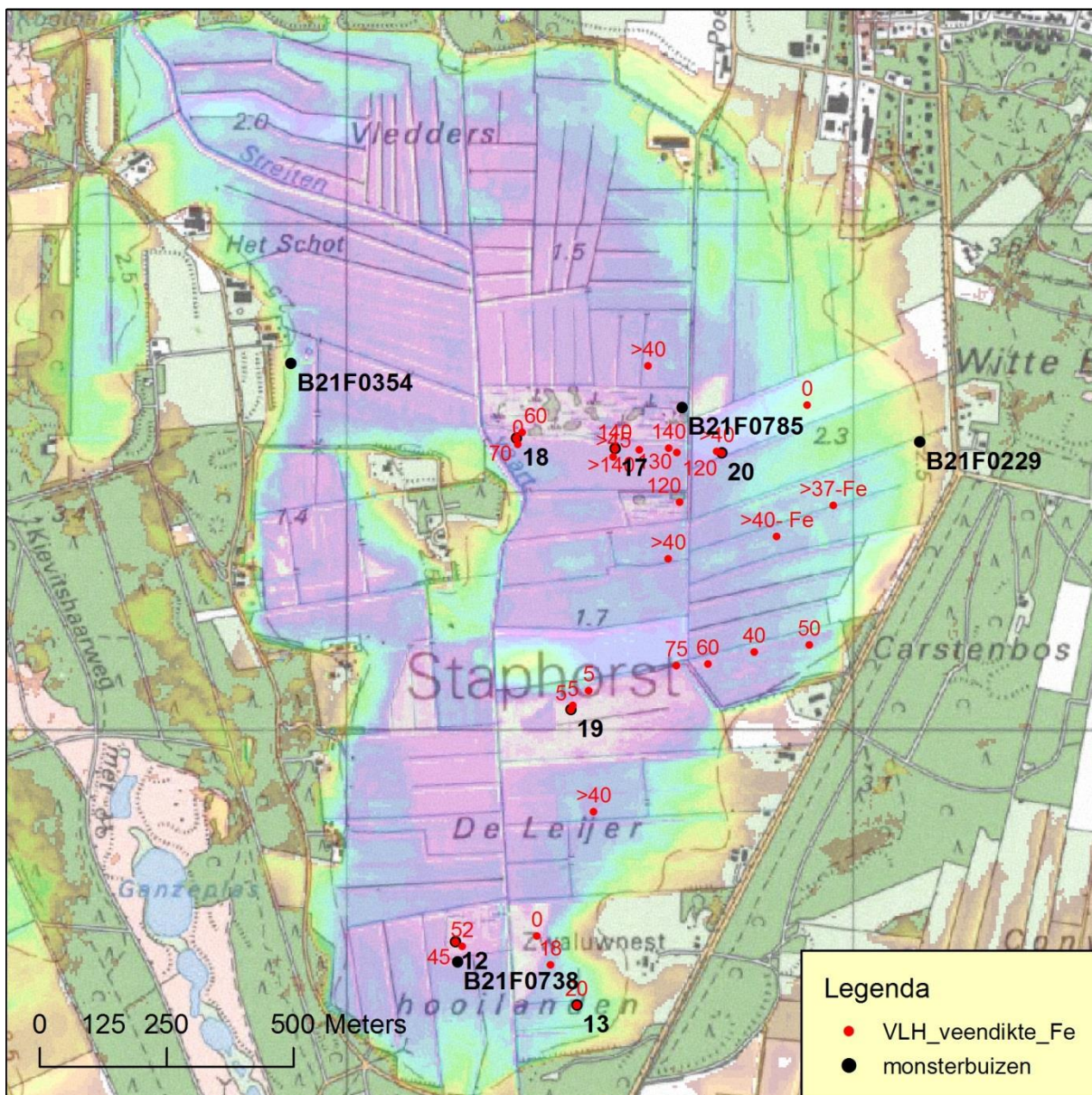
Literatuur

Aggenbach, C.J.S., Jalink, M.H., Jansen, A.J.M., Boschinga, van, W. (1998). De gewenste grondwatersituatie voor terrestrische vegetatietypen van pleistoceen Nederland. SWE 98.011 Kiwa N.V. Onderzoek en Advies, Nieuwegein.

Elshehawi, S. (2015). The use of natural isotopes for identifying the origin of groundwater flows. The case study of the Drentsche Aa brook valley, EES-2015-240, 42pp.

Emsens, W.-J., C.J.S Aggenbach, D.G. Cirkel, A.J.P. Smolders, P.J. Stuyfzand & R. van Diggelen (2016). Onderzoek aan biochemie en experimentele maatregelen voor het herstel van beekdalvenen. Eindrapport. 2016/ OBN204-BE, Vereniging van Bos- en Natuureigenaren. Driebergen.

Figuur #1: Monsterlocaties grondwater (zwarte punten en codes) en de veendikte (rode getalen; in cm) op basis van profielbeschrijvingen. Veendikten dieper dan het boorprofiel hebben een '>'-teken. Op twee locaties is dicht onder het maaiveld een sterk ijzerhoudende laag aangetroffen (toevoeging 'Fe').



Tabel #1: Overzicht en stamgegevens meetlocaties hydrochemie grondwater.

Codering	FILTER NR	meetnet	ALIAS_NR	NITGNR	veendikte (m)	afstand bovenkant filter - onderkant veen (m)	opmerking plek	X	Y	Z (m NAP) van AHN5x5m	Z ingemeten (m-ref)	TOP FILTER (m-ref)	BOTTOM FILTER (m-ref)	TOP FILTER (m-mv)	BOTTOM FILTER (m-mv)	metingen	
																macro-chemie	O18 + deuterium
B21F0785	1	nieuw grondwatermeetpunt		B21F0785	vrj dik	NA	met bemonsterd	215668	518645	1.39	1.28	0.84	-0.16	0.44	1.44	1	1
B21F0738	1	bestaand meetpunt	21FG5071	B21F0738	0.45			215224	517549	1.37			-0.88		2.25	1	1
B21F0354	1	bestaand meetpunt	21FI9010	B21F0354	0	nvt		214895	518732	1.99			-0.08		2.07	1	1
B21F0229	1	bestaand meetpunt	21FP9012	B21F0229	0	nvt		216138	518577	2.51			-0.63		3.14	1	1
12	1	hydroeco studie 2016			0.45	0.81	in schraalland, rand wilgenstruweel, tape in wilg	215220	517589	1.26		0.00	-0.20	1.26	1.46	1	1
13	1	hydroeco studie 2016			0.2	1.55	op eind van greppel	215460	517464	1.72		-0.03	-0.23	1.75	1.95	1	1
17	1	hydroeco studie 2016			1.4	1.49	in grasland op ca 3 m vanaf raster langs oude petgat	215536	518564	1.47		-1.42	-1.62	2.89	3.09	1	1
18	1	hydroeco studie 2016			0.7	0.05	in moerasruigte van petgat op ca 6 m afstand vanaf raster, bamboestok met tape	215341	518584	1.32		0.57	0.37	0.75	0.95	1	1
19	1	hydroeco studie 2016			0.05	0.59	in geblagd perceel, bamboe stok met tape	215448	518048	1.20		0.56	0.36	0.64	0.84	1	1
20	1	hydroeco studie 2016			1.2	0.25	in graslandperceel 14 m vanaf sloot aan zuidzijde, bamboe stok met tape	215747	518555	1.59		0.14	-0.06	1.45	1.65	1	1
LH	1	OBN-onderzoek (verwijderd)			0.52	-0.52		215234	517581	1.29		1.29	1.19	0.00	0.10	1	
LH	2	OBN-onderzoek (verwijderd)			0.52	-0.37		215234	517581	1.29		1.14	1.04	0.15	0.25	1	
LH	3	OBN-onderzoek (verwijderd)			0.52	-0.12		215234	517581	1.29		0.89	0.79	0.40	0.50	1	
LH	4	OBN-onderzoek (verwijderd)			0.52	0.38		215234	517581	1.29		0.39	0.29	0.90	1.00	1	
LH	5	OBN-onderzoek (verwijderd)			0.52	1.38		215234	517581	1.29		-0.61	-0.71	1.90	2.00	1	

Tabel: #2: Meetresultaten hydrochemie grondwater van de bemonstering op 3 en 4 juli 2016.

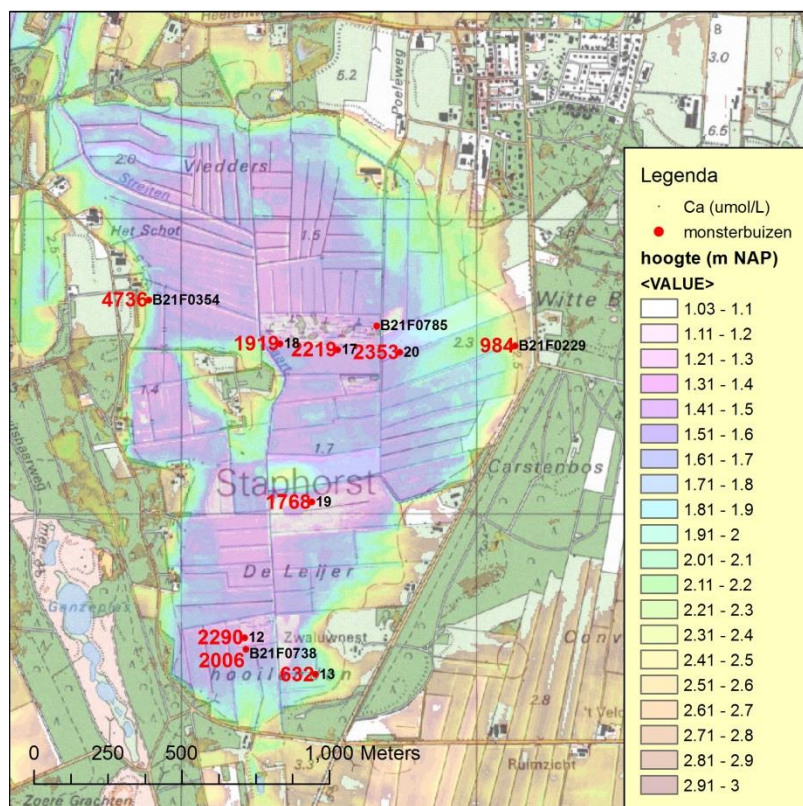
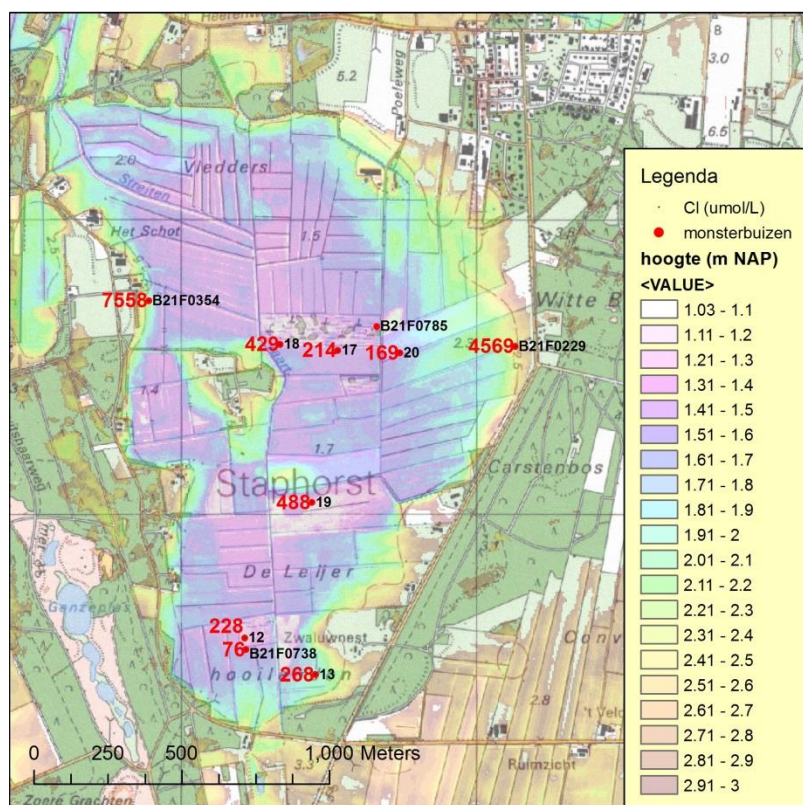
PeilbuisNr	Onder- kant Filter	Boven- kant Filter	Onder- kant Filter	Kleur	Veen- dikte	afstand bovenkant filter - onderkant veen	pH	CO2	HCO3	TIC	SO4	Cl	Ca	Mg	Na	K	Fe	Mn
	m-nv	m NAP	m NAP		(m)	(m)		µmol/l	µmol/l	µmol/l	µmol/l	µmol/l	µmol/l	µmol/l	µmol/l	µmol/l	µmol/l	µmol/l
B21F0738-1	2.25		-0.88	lichtbruin	0.45	NA	6.13	2139	4274	6413	173	76	2006	141	116	89	250	6.11
B21F0354-1	2.07		-0.08	licht rood/oranje	0.00	nvt	6.62	1599	3194	4792	3685	7558	4736	1040	5610	66	463	1.40
B21F0229-1	3.14		-0.63		0.00	nvt	5.73	471	941	1411	822	4569	984	286	2868	984	212	16.28
12-1	1.46	0.00	-0.20	licht rood/oranje	0.45	0.81	6.41	2444	4882	7326	139	228	2290	141	192	4	199	7.10
13-1	1.95	-0.03	-0.23	lichtbruin	0.20	1.55	5.96	942	1882	2824	321	268	632	124	214	222	425	2.36
17-1	3.09	-1.42	-1.62	licht rood/oranje	1.40	1.49	6.24	2572	5139	7712	206	214	2219	117	364	60	352	8.69
18-1	0.95	0.57	0.37	licht rood/oranje	0.70	0.05	6.95	2116	4227	6343	168	429	1919	155	399	29	363	8.72
19-1	0.84	0.56	0.36	licht rood/oranje	0.05	0.59	6.65	1928	3851	5779	81	488	1768	124	473	66	114	6.06
20-1	1.65	0.14	-0.06	licht rood/oranje	1.20	0.25	6.65	2498	4990	7488	226	169	2353	150	187	42	342	12.70

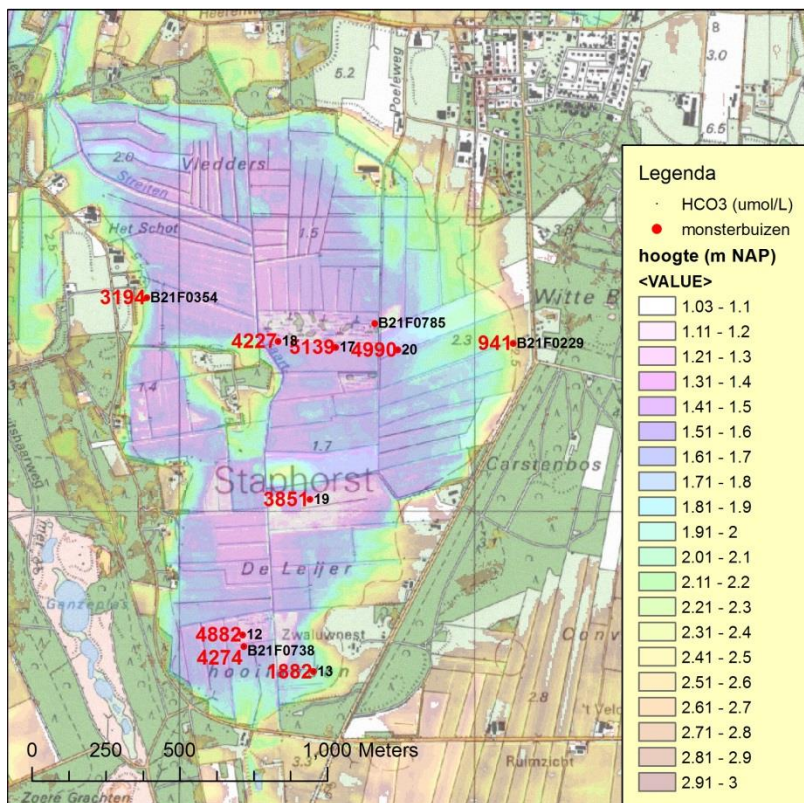
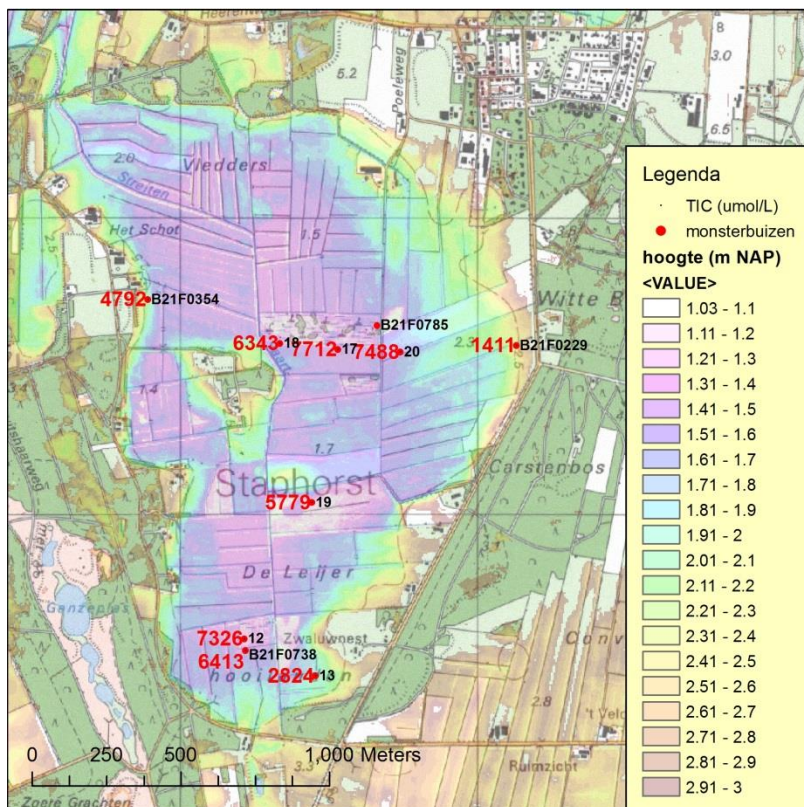
PeilbuisNr	Onder- kant Filter	Boven- kant Filter	Onder- kant Filter	Kleur	Veen- dikte	afstand bovenkant filter - onderkant veen	NO3	NH4	P-ortho	Cd	Cr	Pb	Zn	Σkat	Σani	Δkat-ani	ratio HCO3/ (Ca+Mg·SO4)
	m-nv	m NAP	m NAP		(m)	(m)	µmol/l	µmol/l	µmol/l	µmol/l	µmol/l	µmol/l	µmol/l	meq/l	meq/l	%	eq/eq
B21F0738-1	2.25		-0.88	lichtbruin	0.45	NA	3.03	57.47	4.67	0.004	0.138	0.014	0.064	4.5	4.7	-2.3	1.08
B21F0354-1	2.07		-0.08	licht rood/oranje	0.00	nvt	1.46	24.63	1.28	0.008	0.125	0.012	0.104	17.2	18.1	-2.6	0.76
B21F0229-1	3.14		-0.63		0.00	nvt	0.00	29.27	2.59	0.004	0.067	0.014	0.063	6.4	7.2	-5.7	1.05
12-1	1.46	0.00	-0.20	licht rood/oranje	0.45	0.81	0.39	5.00	4.30	0.002	0.040	0.010	0.387	5.1	5.4	-3.3	1.07
13-1	1.95	-0.03	-0.23	lichtbruin	0.20	1.55	2.14	71.04	7.48	0.001	0.408	0.014	0.142	1.9	2.8	-18.2	2.16
17-1	3.09	-1.42	-1.62	licht rood/oranje	1.40	1.49	0.43	217.03	6.01	0.001	0.060	0.010	0.431	5.1	5.8	-6.3	1.21
18-1	0.95	0.57	0.37	licht rood/oranje	0.70	0.05	0.29	35.70	6.91	0.002	0.025	0.016	0.081	4.6	5.0	-4.7	1.11
19-1	0.84	0.56	0.36	licht rood/oranje	0.05	0.59	1.39	3.21	1.33	0.002	0.046	0.009	0.493	4.3	4.5	-2.1	1.06
20-1	1.65	0.14	-0.06	licht rood/oranje	1.20	0.25	0.79	99.24	13.63	0.001	0.035	0.010	0.794	5.2	5.7	-4.0	1.10

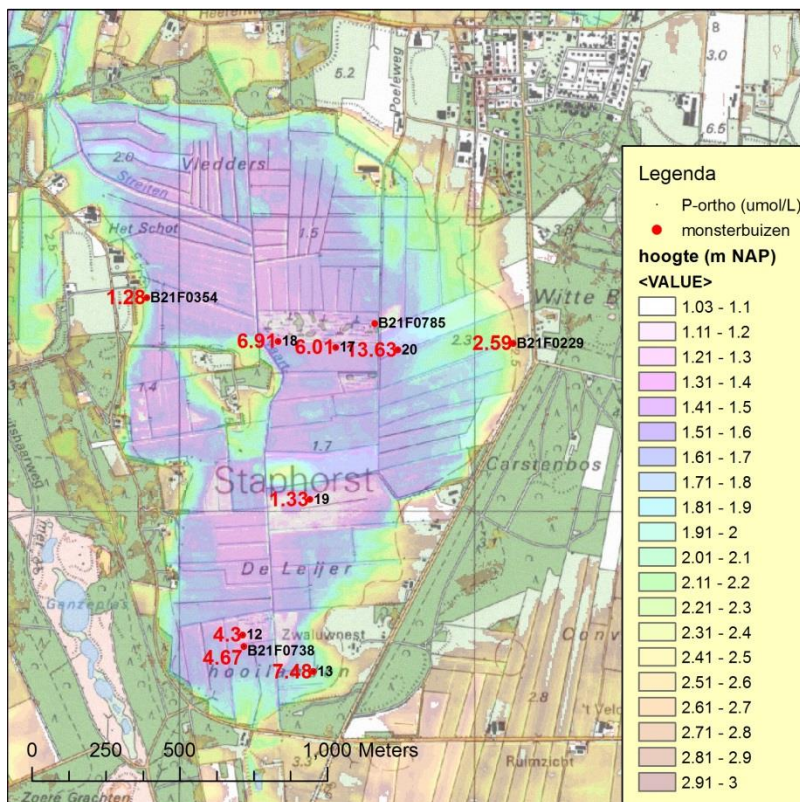
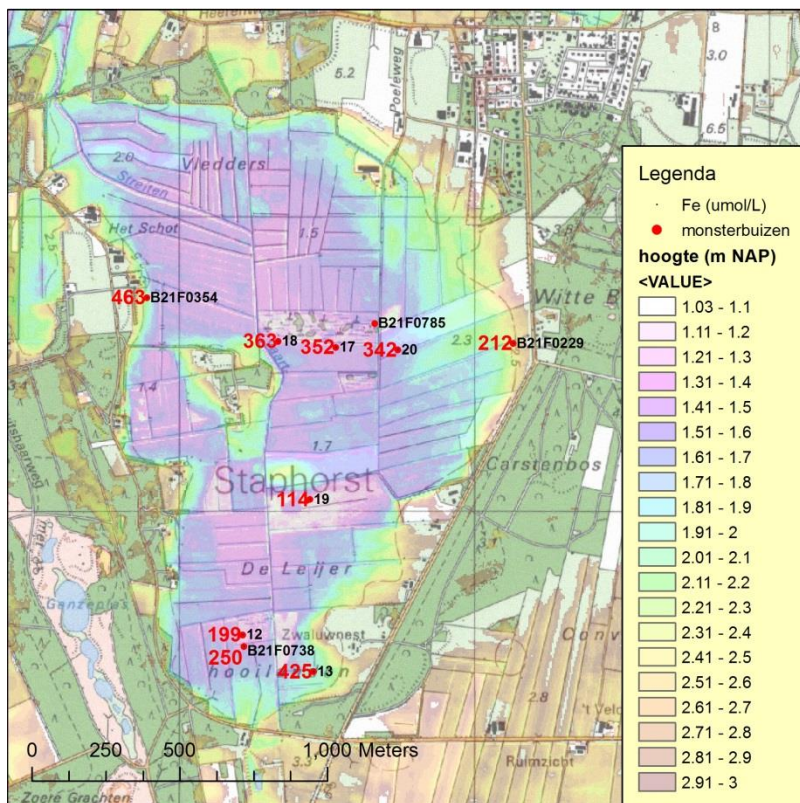
Tabel #3: Hydrochemische watertypen voor grondwater met hun ranges voor hydrochemische variabelen. De getallen zonder haakjes is de gemiddelde waarde en de getallen tussen haakjes zijn de minimale en maximale waarde. Rode arcering = relatief hoge waarde; groene arcering = relatief lage waarde.

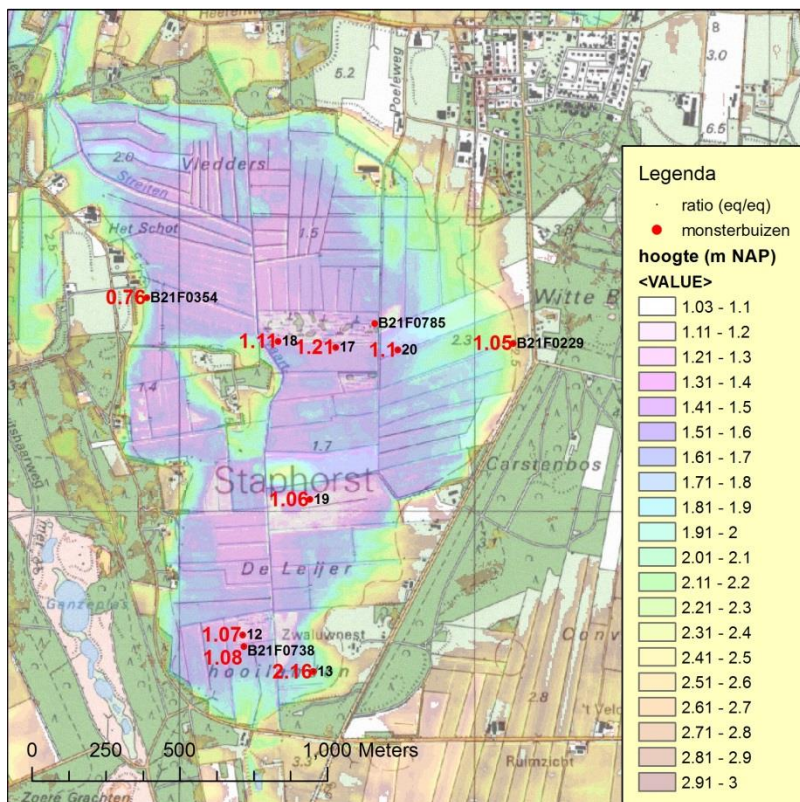
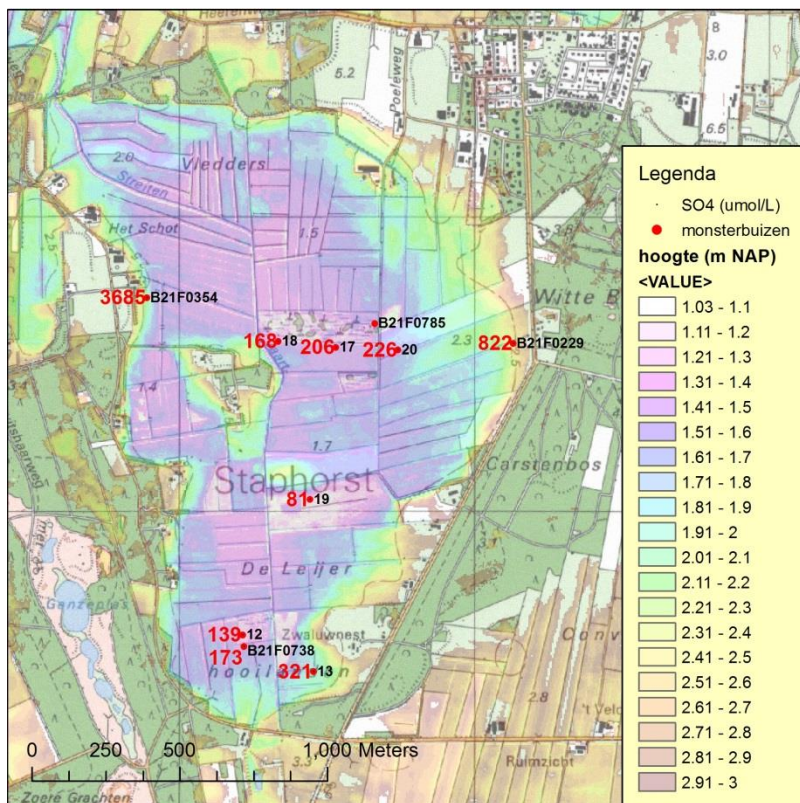
Watertype		1	2	3
Aantal		2	6	1
Variabele	eenheid			
pH		(5.73-6.62)	6.51 (6.13-6.95)	5.96
CO ₂	μmol/l	(471-1599)	2283 (1928-2572)	942
HCO ₃	μmol/l	(941-3194)	4561 (3851-5139)	1882
TIC	μmol/l	(1411-4792)	6843 (5779-7712)	2824
SO ₄	μmol/l	(822-3685)	166 (81-226)	321
Cl	μmol/l	(4569-7558)	267 (76-488)	268
Ca	μmol/l	(984-4736)	2092 (1768-2353)	632
Mg	μmol/l	(286-1040)	138 (117-155)	124
Na	μmol/l	(2868-5610)	288 (116-473)	214
K	μmol/l	(66-984)	48 (4-89)	222
Fe	μmol/l	(212-463)	270 (114-363)	425
Mn	μmol/l	(1.4-16.28)	8.23 (6.06-12.7)	2.36
NO ₃	μmol/l	(0-1.46)	1.05 (0.29-3.03)	2.14
NH ₄	μmol/l	(24.63-29.27)	69.61 (3.21-217.03)	71.04
P-ortho	μmol/l	(1.28-2.59)	6.14 (1.33-13.63)	7.48
Cd	μmol/l	(0.004-0.008)	0.002 (0.001-0.004)	0.00
Cr	μmol/l	(0.067-0.125)	0.057 (0.025-0.138)	0.41
Pb	μmol/l	(0.012-0.014)	0.011 (0.009-0.016)	0.01
Zn	μmol/l	(0.063-0.104)	0.375 (0.064-0.794)	0.14
ratio HCO ₃ / (Ca+Mg-SO ₄)	eq/eq	(0.76-1.05)	1.1 (1.06-1.21)	2.16

Bijlage #1: Stofconcentraties in het ondiepe grondwater (rode getallen). Als achtergrond is de maaiveldhoogte (AHN 5x5m) en de topografie weergegeven. Peilbuiscodes zijn met zwarte labels weergegeven.



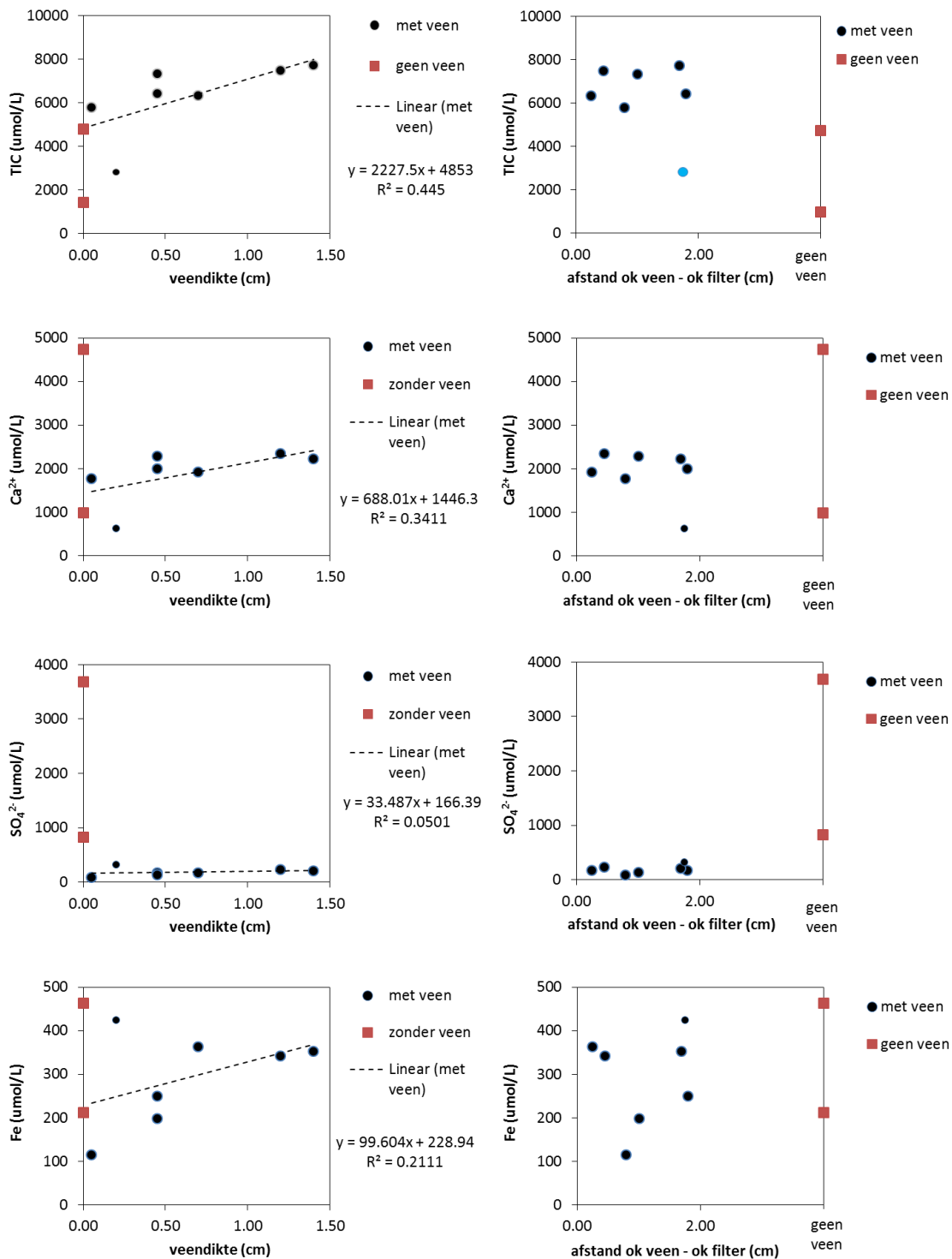


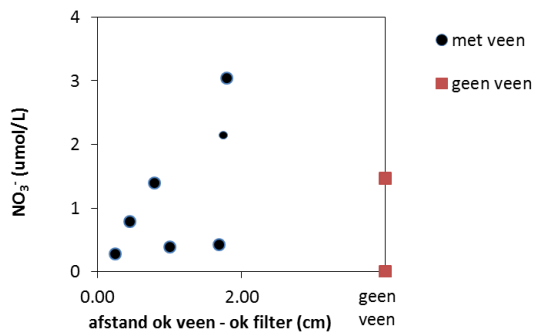
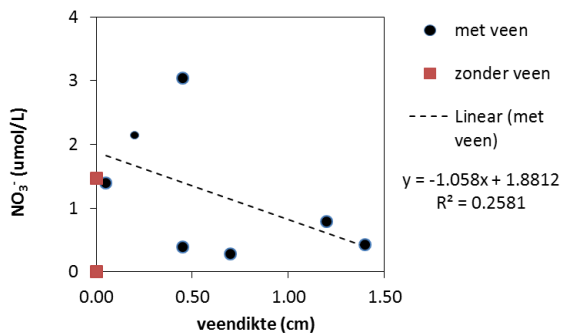
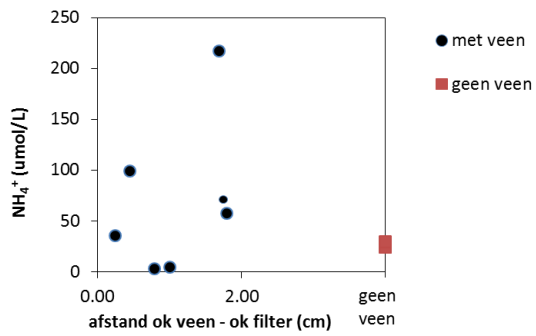
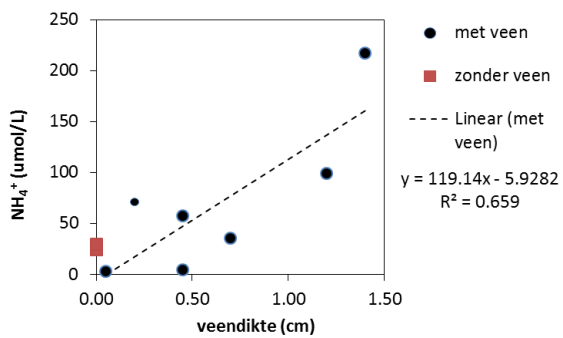
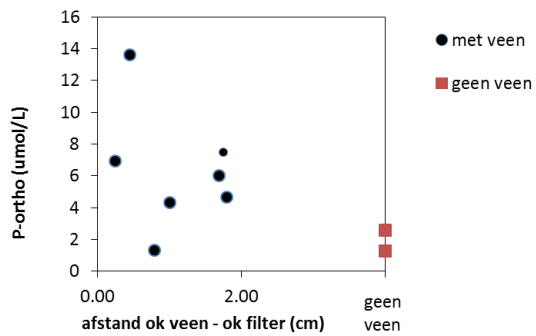
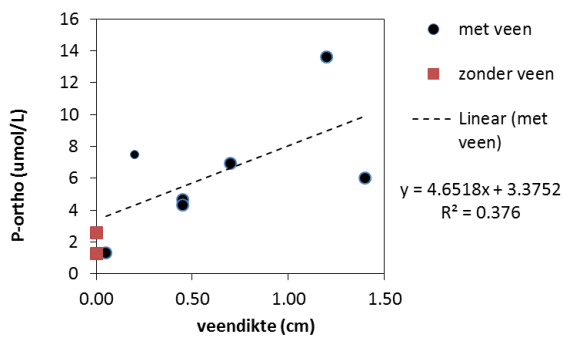




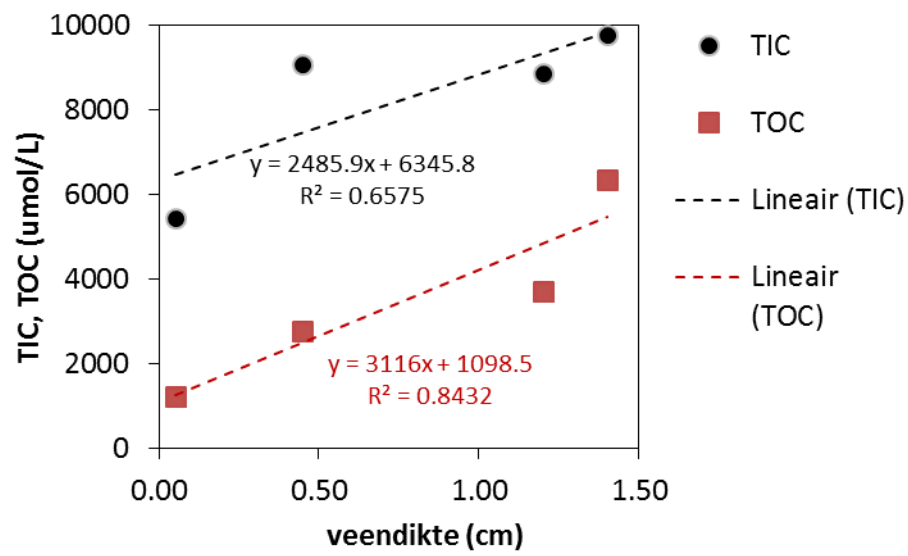
ratio $\text{HCO}_3/(\text{Ca}+\text{Mg}-\text{SO}_4)$ (eq/eq)

Figuur #2: De relatie van stofconcentraties met veendikte (links) en met de afstand tussen de onderkant van het veen en de bovenkant van de filter (rechts). Metingen op de locaties met veen worden weer gegeven met zwarte punten. Voor deze metingen is de lineaire regressie berekend op veendikte. De kleine zwarte punt geeft de basenarme locatie 13 op de flank aan (watertype 3). De grote zwarte punten behoren tot watertype 2. De locaties zonder veen op de randen van de laagte worden met rode vierkanten aangegeven (watertype 3).

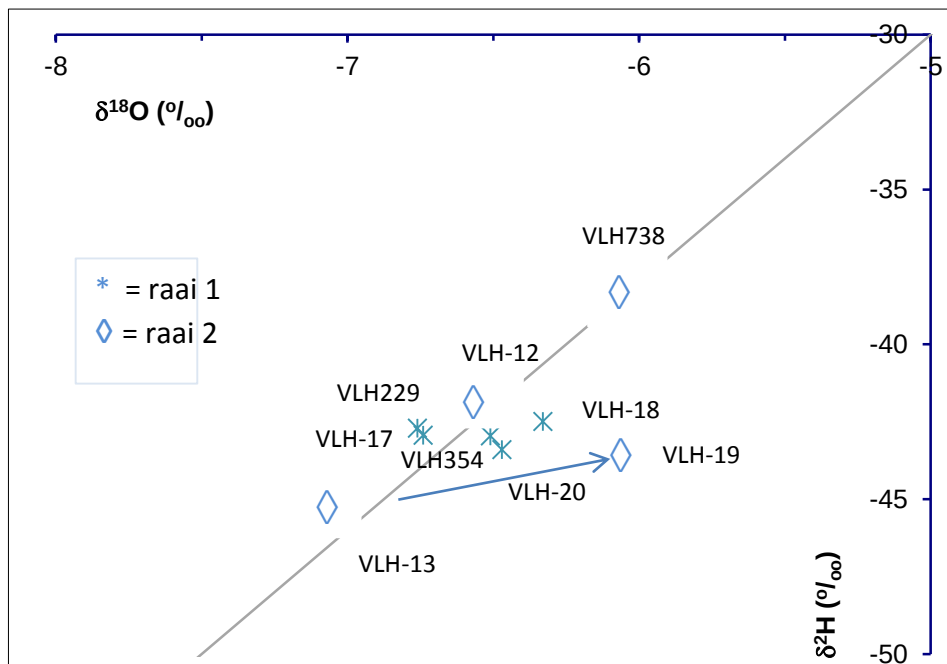
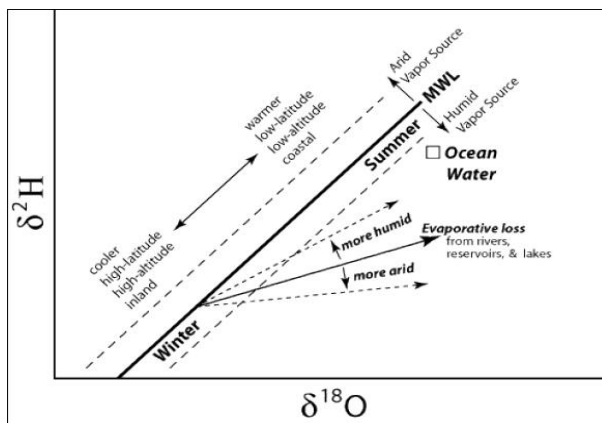




Figuur #2a: De relatie van TIC (totaal anorganische koolstof) en TOC (totaal organische koolstof) in het grondwater van grondwatermonsters genomen in oktober 2016.



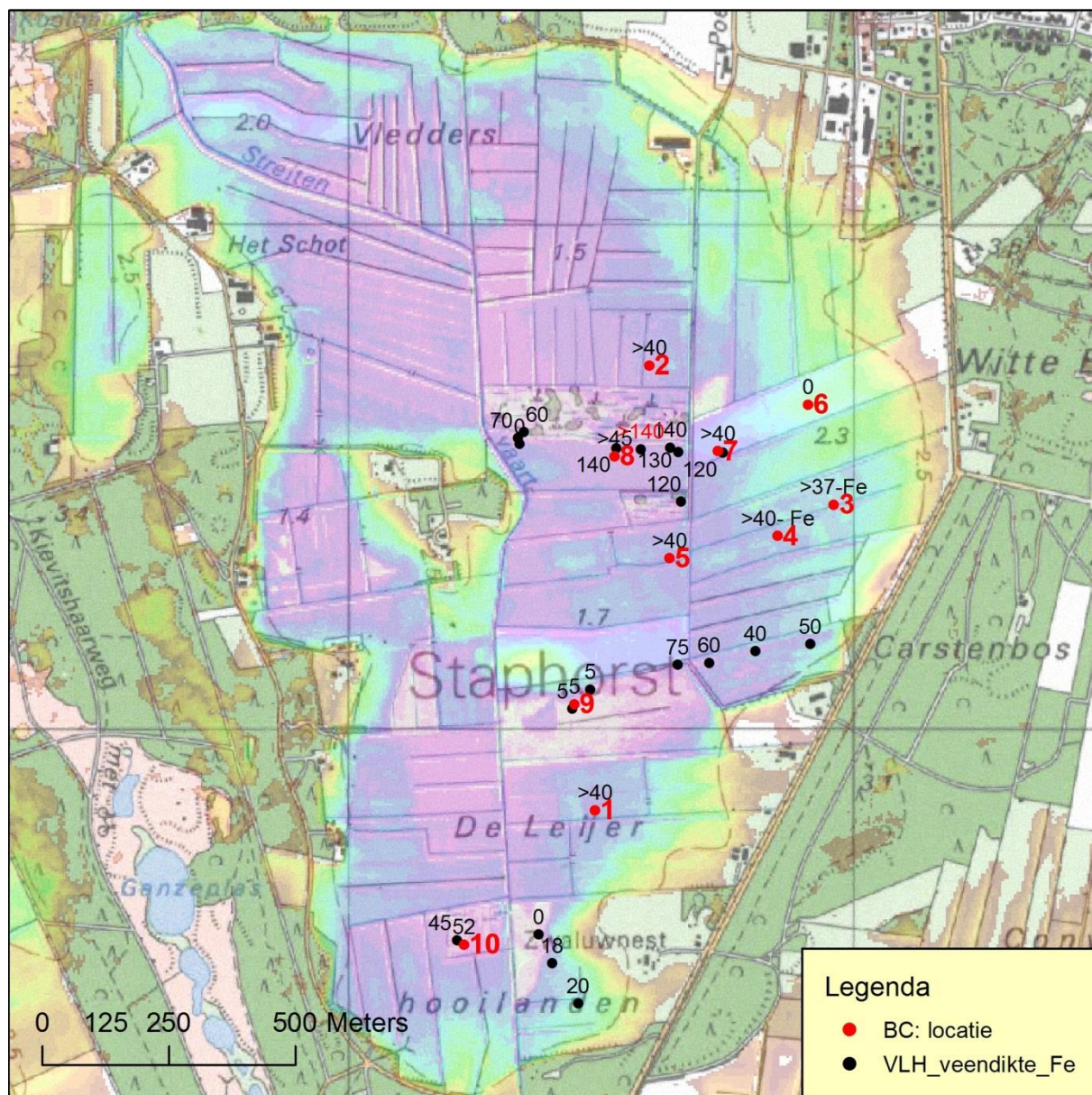
Figuur #2b: De verhoudingen van de stabiele isotopen ^{18}O en ^2H van het ondiepe grondwater. Boven uitleg over processen die de verhouding beïnvloeden. Onder meetresultaten in de Vledders- en Leijerhooilanden.



Tabel #3a: Gemeten ^{14}C activiteiten in grondwater in het Drentse Aa gebied (uit: Elshehawi 2015, 2016) in vergelijking met de resultaten gemeten in het grondwater in de Vledders- en Leijerhooilanden (VI& HL). De leeftijden zijn geschat en de herkomst is geïnterpreteerd.

Plaats	Diepte (m)	Bodem	^{14}C activity (pmc)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	Leeftijd met $A_0=85\%$ (jaren)-Vogel model	Herkomst
Oudemolen	0.2	Hoogveentje	109.3	-10.2	recent	regen
Taarlo	1	veen	47.32	-14.33	4845	regionaal
Taarlo	3	zand	65.39	-14.43	2170	meng
Taarlo	9	kleilaag	58.95	-9.3	3030	regionaal
Taarlo	15	zand	102.2	-15.37	recent	lokaal
Taarlo	25	zand	49.08	-14.18	4540	regionaal
Taarlo	38	zand	45.33	-14.16	5200	regionaal
Taarlo	82	kleilaag	52.38	-12.1	4000	regionaal
Taarlo	95	zand	33.82	-14.84	7620	regionaal
Rolderdiep 1	0.9	veen	71.03	-16.75	1485	meng
Rolderdiep 1	5	zand	55.78	-11.26	3485	regionaal
Rolderdiep 2	0	stagnerend water	103.69	-12.81	recent	regen
Rolderdiep 2	0.9	veen	86.05	-8.55	recent	meng
Rolderdiep 2	3.5	zand	46	-10.14	5080	regionaal
Loonerdiep	4	zand	91.76	-18.79	recent	lokaal
Kapperbult	0	rivier water	73.9	-11.45	1155	meng
Kapperbult	1	veen	104.2	6.54	recent	regen
Kapperbult	3	veen	105.98	-10.08	recent	regen
Kapperbult	6.3	zand	108	-3.42	recent	regen
VI&L HL_12	1.35	zand	101,54	-13,89	recent	regen
VI&L HL_17	1.45	zand	84,54	-19,67		meng
VI&L HL_19	0.75	zand	81,39	-14,25		meng
VI&L HL_20	1.5	zand	91,69	-18,20	recent	lokaal

Figuur #3: Bodemonsterlocaties (rode punten en labels) en de veendikte (zwarte punten; in cm) op basis van profielbeschrijvingen. Locaties 1 t/m 9 zijn bemonsterd op 3 juli 2016. Locatie 10 is eerder bemonsterd op 7 juni 2012. Veendikten dieper dan het boorprofiel hebben een '>'-teken. Op twee locaties is dicht onder het maaiveld een sterk ijzerhoudende laag aangetroffen (toevoeging 'Fe').



Tabel #4: Gemeten en berekende bodemchemische variabelen voor de bodemmonsters genomen in 2016 en 2012. Gehalten in zijn uitgedrukt in μmol of mmol per kg . De regel extractie geeft het type extract aan. LAB = labmeting en CAL = berekend.

Locatie	Textuur v = veen vz = venig zand Fe = Fe- korrels	Monster- diepte		bulk- dichtheid	organisch stof	pH-KCl	N-tot	NH4	NO3	N-min	N-org
extractie						1M KCl	H2SO4	1M KCl	1M KCl	1M KCl	H2SO4
				LAB	LAB	LAB	LAB	LAB	LAB	CAL	CAL
		cm-mv		kg/l	kg/l		mmol / kg	umol/kg	umol/kg	mmol / kg	mmol / kg
1	v	0	10	0.68	27.2	5.0	639.8	473.3	159.2	0.6	639.1
1	v	20	30	0.69	57.5	5.2	1426.4	274.9	699.8	1.0	1425.4
2	v	0	10	0.66	22.7	4.9	607.1	1512.8	58.4	1.6	605.6
2	v	20	30	0.21	42.9	5.2	1086.6	549.5	70.9	0.6	1086.0
3	v	0	10	0.68	18.8	4.7	518.2	600.3	346.0	0.9	517.2
3	v+Fe	20	30	0.30	21.3	5.6	344.4	54.0	235.2	0.3	344.1
4	v	0	10	0.64	25.2	4.9	709.7	1043.8	56.6	1.1	708.6
4	v	20	30	0.27	34.2	5.4	868.8	179.0	134.2	0.3	868.5
5	v	0	10	0.70	24.1	4.9	644.5	647.1	34.1	0.7	643.8
5	v	20	30	0.69	19.2	5.0	421.5	161.8	258.2	0.4	421.1
6	vz	0	10	1.42	7.5	4.9	148.9	294.4	16.1	0.3	148.6
6	vz	20	30	1.55	3.5	4.9	72.8	29.5	38.5	0.1	72.7
7	v	0	10	1.04	15.7	4.9	326.7	438.1	3.6	0.4	326.2
7	v	20	30	0.76	21.8	5.4	536.7	116.5	157.8	0.3	536.4
8	v	0	10	1.07	10.5	4.8	284.0	737.6	53.6	0.8	283.2
8	v	20	30	0.45	55.7	5.1	1527.6	690.0	158.3	0.8	1526.7
9	vz	0	10	0.87	32.4	5.8	590.0	163.6	0.0	0.2	589.8
10 (LH)	v	0	10	0.13	83.0	4.9	1315.8	5300.7	14.1	5.3	1310.5
10 (LH)	v	15	25	0.23	79.8		1729.0				
10 (LH)	v	40	50	0.18	80.0		1695.1				

Locatie	Textuur v = veen vz = venig zand Fe = Fe- korrels	Monster- diepte		Fe-tot	Fe-oxa	Fe-rest	ratio Fe-oxa/ Fe-tot	Al-tot	Al-oxa	P-tot	P-oxa	P-rest	ratio P-oxa/ Fe-oxa
extractie				H2SO4	NH4-oxa			H2SO4	NH4-oxa	H2SO4	NH4-oxa		NH4-oxa
				LAB	LAB	CAL	CAL	LAB	LAB	LAB	LAB	CAL	CAL
		cm-mv		mmol / kg	mmol / kg	mmol / kg	mol/mol	mmol / kg	mmol / kg	mmol / kg	mmol / kg	mmol / kg	mol/mol
1	v	0	10	329.2	303.2	26.0	0.92	75.8	45.3	43.4	29.6	13.8	0.10
1	v	20	30	632.3	485.7	146.5	0.77	109.2	88.1	40.6	16.4	24.2	0.03
2	v	0	10	959.4	701.1	258.2	0.73	100.4	49.4	77.6	58.4	19.2	0.08
2	v	20	30	1403.1	894.7	508.4	0.64	81.9	35.5	55.1	24.8	30.3	0.03
3	v	0	10	995.4	367.0	628.4	0.37	81.8	31.1	80.6	53.8	26.9	0.15
3	v+Fe	20	30	7608.1	1049.7	6558.3	0.14	51.2	13.2	276.8	66.1	210.8	0.06
4	v	0	10	2066.0	1051.7	1014.2	0.51	77.7	38.1	125.2	80.8	44.4	0.08
4	v	20	30	3894.3	684.7	3209.6	0.18	64.8	27.3	122.5	25.8	96.7	0.04
5	v	0	10	408.0	329.4	78.7	0.81	104.6	53.8	45.5	29.0	16.6	0.09
5	v	20	30	383.1	224.3	158.8	0.59	100.4	50.0	33.9	21.8	12.1	0.10
6	vz	0	10	127.1	84.9	42.2	0.67	73.1	31.4	18.9	17.9	1.0	0.21
6	vz	20	30	126.5	59.2	67.3	0.47	74.4	29.2	14.2	13.0	1.2	0.22
7	v	0	10	560.0	423.3	136.7	0.76	71.0	39.2	40.5	31.9	8.6	0.08
7	v	20	30	1229.4	541.9	687.5	0.44	99.7	43.1	64.2	31.1	33.1	0.06
8	v	0	10	107.0	82.5	24.5	0.77	77.3	26.8	20.3	13.7	6.7	0.17
8	v	20	30	1545.2	838.6	706.6	0.54	161.1	90.1	95.4	38.7	56.8	0.05
9	vz	0	10	162.7	91.0	71.7	0.56	205.1	67.5	9.0	2.2	6.8	0.02
10 (LH)	v	0	10	177.6		177.6		61.6		35.8		35.8	
10 (LH)	v	15	25	98.7		98.7		68.8		10.5		10.5	
10 (LH)	v	40	50										

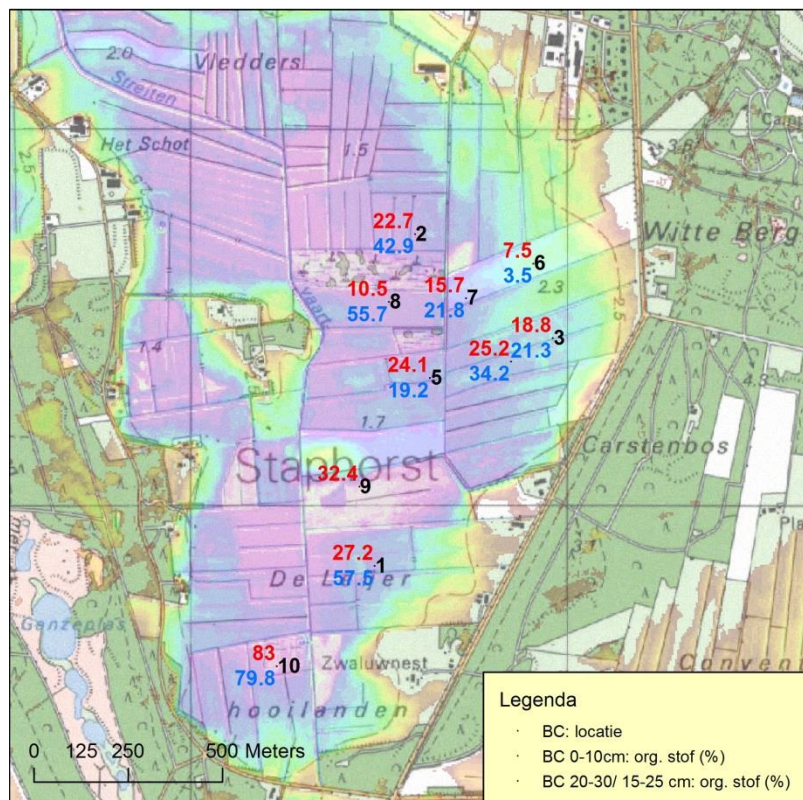
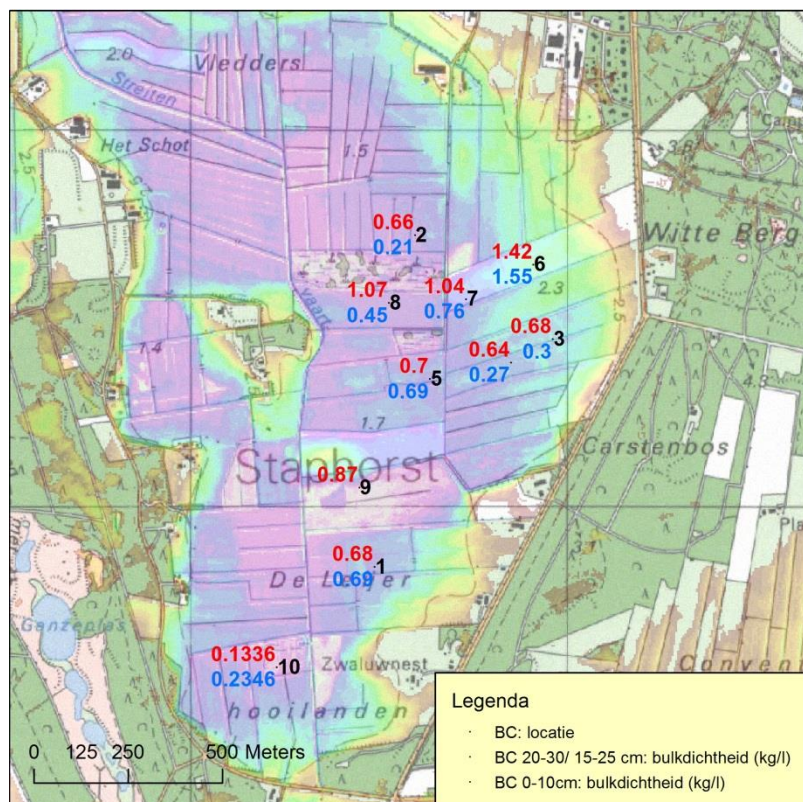
Locatie	Textuur v = veen vz = weinig zand Fe = Fe- korrels	Monster- diepte		Ca-tot	Mg-tot	K-tot	ratio Ca-tot/ org stof
extractie				H2SO4	H2SO4	H2SO4	H2SO4
				LAB	LAB	LAB	CAL
		cm-mv		mmol / kg	mmol / kg	mmol / kg	neq/kg OM
1	v	0	10	152.7	29.2	9.8	1122
1	v	20	30	493.0	41.0	3.8	1714
2	v	0	10	114.8	18.6	9.4	1013
2	v	20	30	373.1	32.8	3.8	1740
3	v	0	10	73.0	19.3	9.4	777
3	v+Fe	20	30	190.2	14.6	3.8	1784
4	v	0	10	121.0	21.5	11.2	961
4	v	20	30	398.3	24.4	3.8	2332
5	v	0	10	126.1	19.3	14.7	1046
5	v	20	30	128.4	17.1	11.6	1335
6	vz	0	10	26.6	10.7	10.0	712
6	vz	20	30	24.7	7.6	10.3	1413
7	v	0	10	84.5	14.6	8.8	1077
7	v	20	30	224.9	19.3	3.8	2063
8	v	0	10	40.2	11.4	13.3	766
8	v	20	30	460.4	38.3	8.0	1654
9	vz	0	10	300.9	40.3	25.0	1856
10 (LH)	v	0	10	188.9	14.4	18.0	455
10 (LH)	v	15	25	331.8	6.3	0.6	832
10 (LH)	v	40	50				

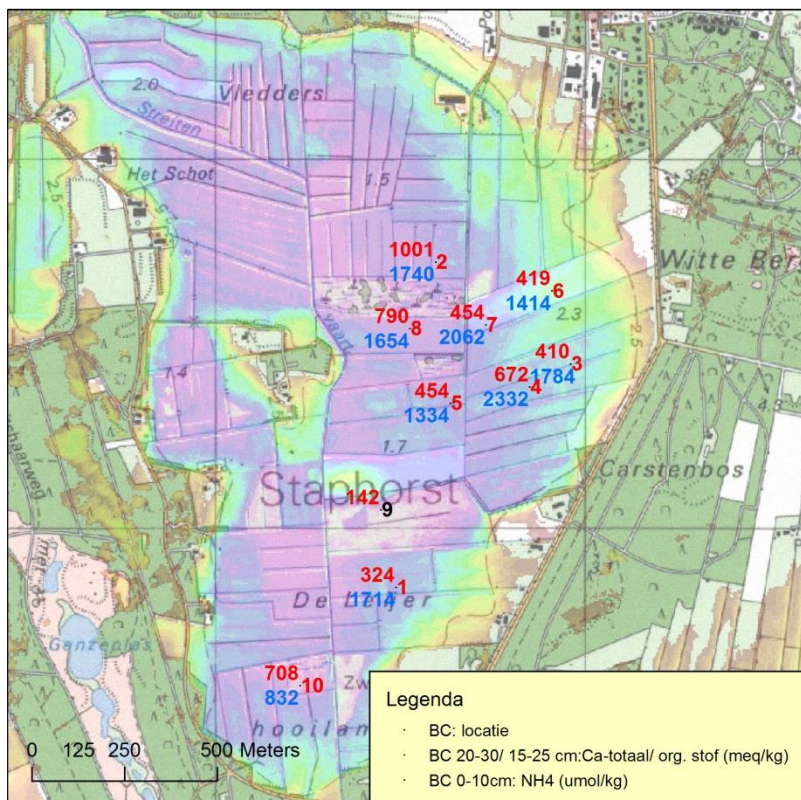
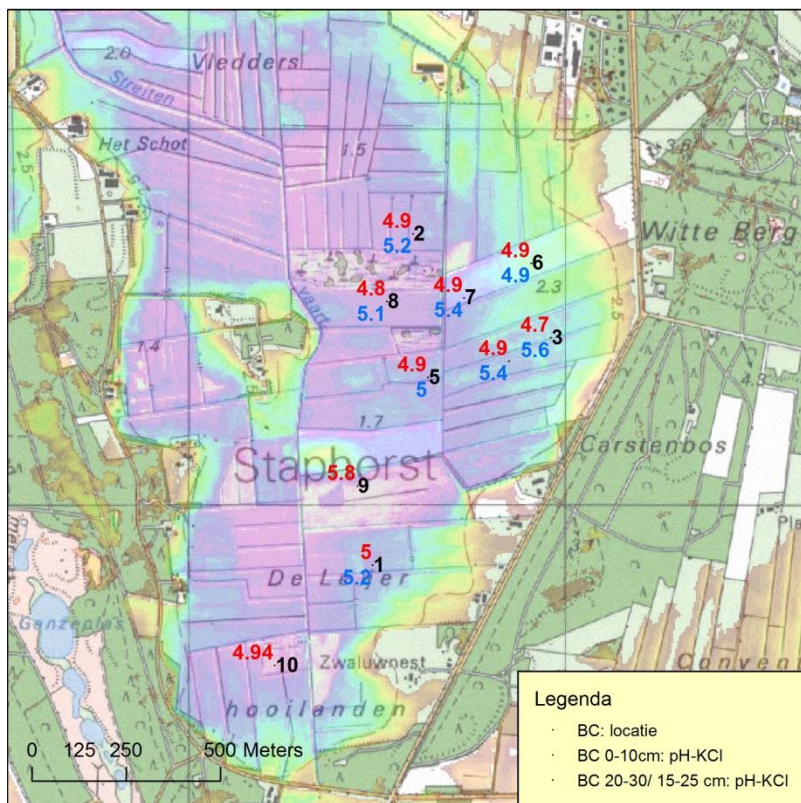
Tabel #5: Gemeten en berekende bodemchemische variabelen voor de bodemmonsters genomen in 2016 en 2012. Gehalten in zijn uitgedrukt in μmol of mmol per liter bodem. De regel extractie geeft het type extract aan. LAB = labmeting en CAL = berekend.

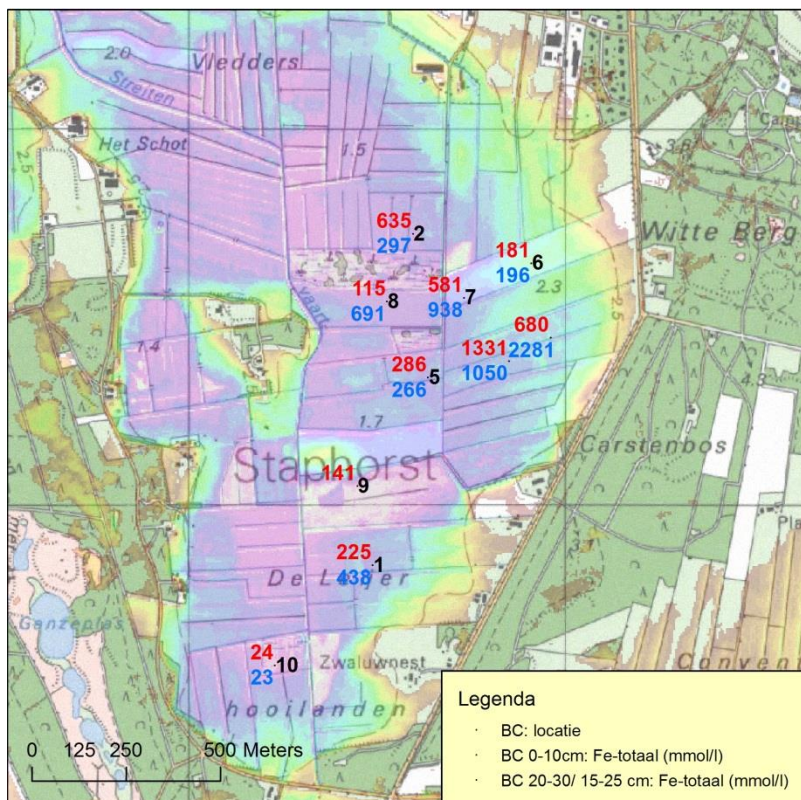
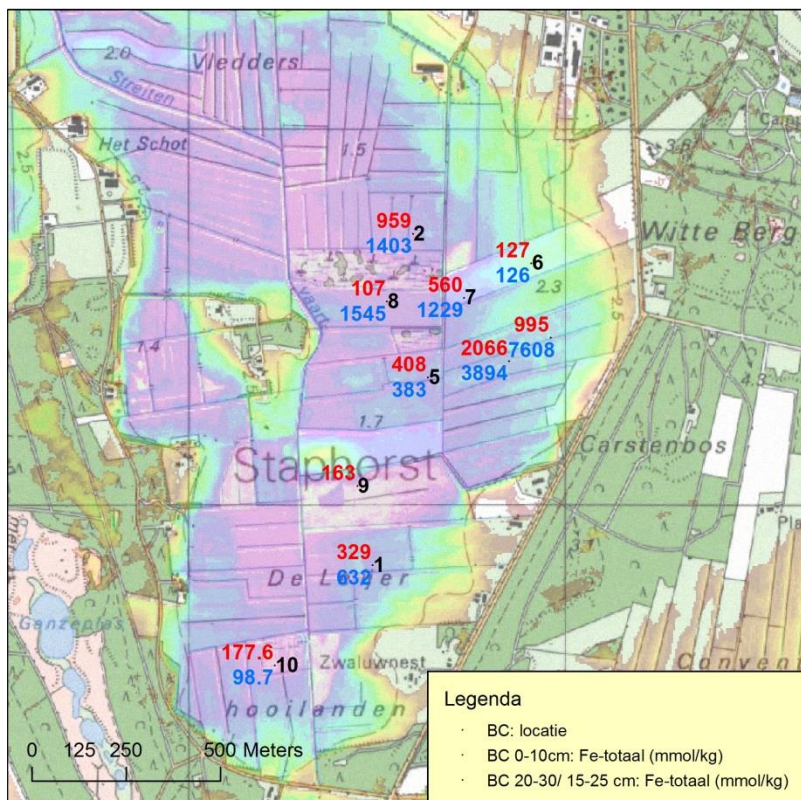
Locatie	Textuur v = veen vz = venig zand Fe = Fe- korrels	Monster- diepte		N-tot	NH4	NO3	N-min	N-org	Fe-tot	Fe-oxa	Fe-rest	Al-tot	Al-oxa	Al-rest
extractie				H2SO4	1M KCl	1M KCl	1M KCl	H2SO4	H2SO4	NH4-oxa		H2SO4	NH4-oxa	
				LAB	LAB	LAB	CAL	CAL	LAB	LAB	CAL	LAB	LAB	CAL
		cm-mv		mmol / l	umol/l	umol/l	mmol / l	mmol / l	mmol / l	mmol / l	mmol / l	mmol / l	mmol / l	mmol / l
1	v	0	10	437	324	109	0.4	437	225	207	18	52	31	21
1	v	20	30	989	191	485	0.7	988	438	337	102	76	61	15
2	v	0	10	402	1001	39	1.0	401	635	464	171	66	33	34
2	v	20	30	230	116	15	0.1	230	297	189	108	17	8	10
3	v	0	10	354	410	236	0.6	353	680	251	429	56	21	35
3	v+Fe	20	30	103	16	71	0.1	103	2281	315	1967	15	4	11
4	v	0	10	457	672	36	0.7	457	1331	678	653	50	25	26
4	v	20	30	234	48	36	0.1	234	1050	185	865	17	7	10
5	v	0	10	453	454	24	0.5	452	286	231	55	73	38	36
5	v	20	30	292	112	179	0.3	292	266	156	110	70	35	35
6	vz	0	10	212	419	23	0.4	211	181	121	60	104	45	59
6	vz	20	30	113	46	60	0.1	113	196	92	104	115	45	70
7	v	0	10	339	454	4	0.5	338	581	439	142	74	41	33
7	v	20	30	410	89	120	0.2	409	938	414	525	76	33	43
8	v	0	10	304	790	57	0.8	303	115	88	26	83	29	54
8	v	20	30	683	308	71	0.4	682	691	375	316	72	40	32
9	vz	0	10	511	142	0	0.1	511	141	79	62	178	58	119
10 (LH)	v	0	10	176	708	2	0.7	175	24			8		8
10 (LH)	v	15	25	406					23			16		16
10 (LH)	v	40	50	306										

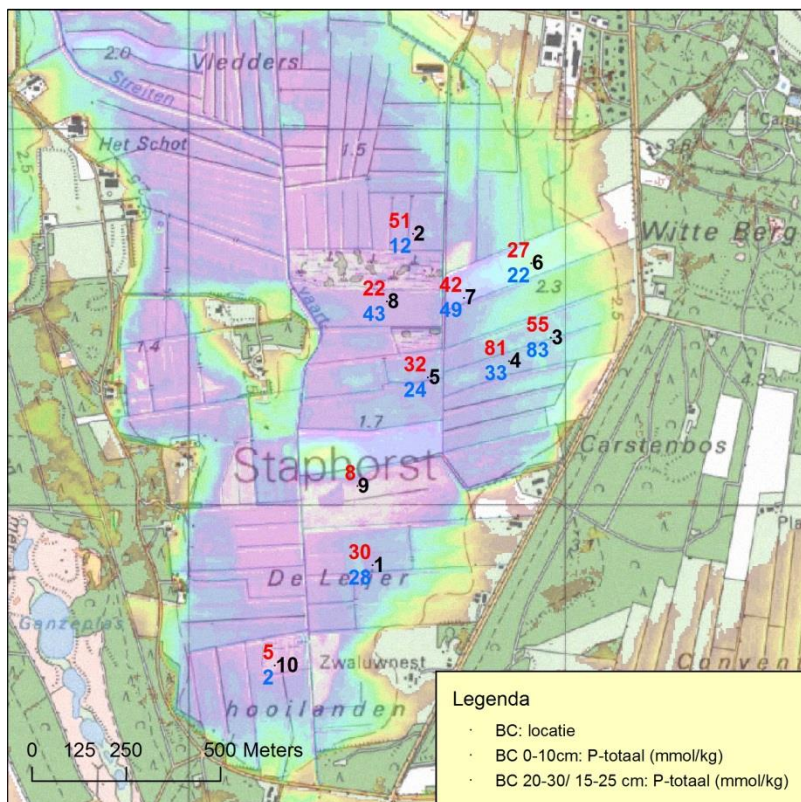
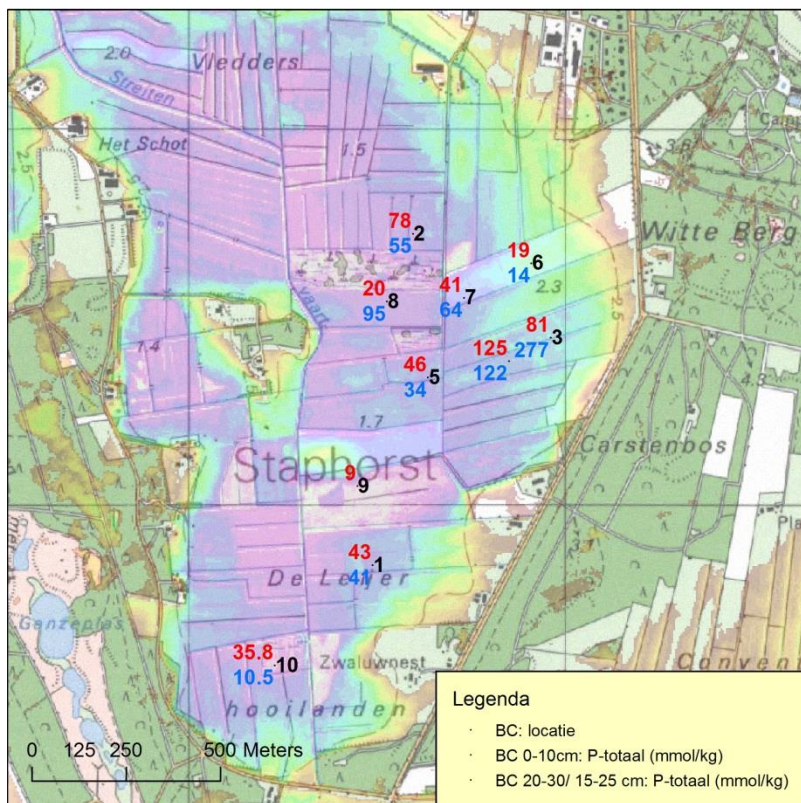
Locatie	Textuur v = veen vz = venig zand Fe = Fe- korrels	Monster- diepte		P-tot	P-oxa	P-rest	Ca-tot	Mg-tot	K-tot	Ca-tot
extractie				H2SO4	NH4-oxa		H2SO4	H2SO4	H2SO4	H2SO4
				LAB	LAB	CAL	LAB	LAB	LAB	CAL
		cm-mv		mmol / l	mmol / l	mmol / l	mmol / l	mmol / l	mmol / l	meq / l
1	v	0	10	30	20	9	104	20	7	209
1	v	20	30	28	11	17	342	28	3	684
2	v	0	10	51	39	13	76	12	6	152
2	v	20	30	12	5	6	79	7	1	158
3	v	0	10	55	37	18	50	13	6	100
3	v+Fe	20	30	83	20	63	57	4	1	114
4	v	0	10	81	52	29	78	14	7	156
4	v	20	30	33	7	26	107	7	1	215
5	v	0	10	32	20	12	89	14	10	177
5	v	20	30	24	15	8	89	12	8	178
6	vz	0	10	27	25	1	38	15	14	76
6	vz	20	30	22	20	2	38	12	16	77
7	v	0	10	42	33	9	88	15	9	175
7	v	20	30	49	24	25	172	15	3	343
8	v	0	10	22	15	7	43	12	14	86
8	v	20	30	43	17	25	206	17	4	412
9	vz	0	10	8	2	6	260	35	22	521
10 (LH)	v	0	10	5		5	25	2		50
10 (LH)	v	15	25	2		2	78	1		156
10 (LH)	v	40	50							

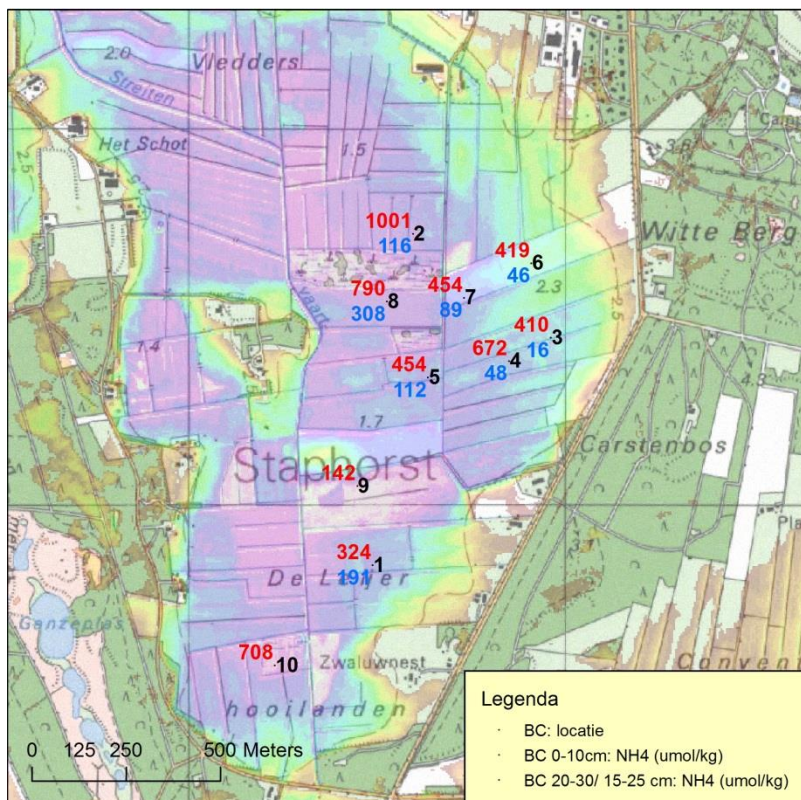
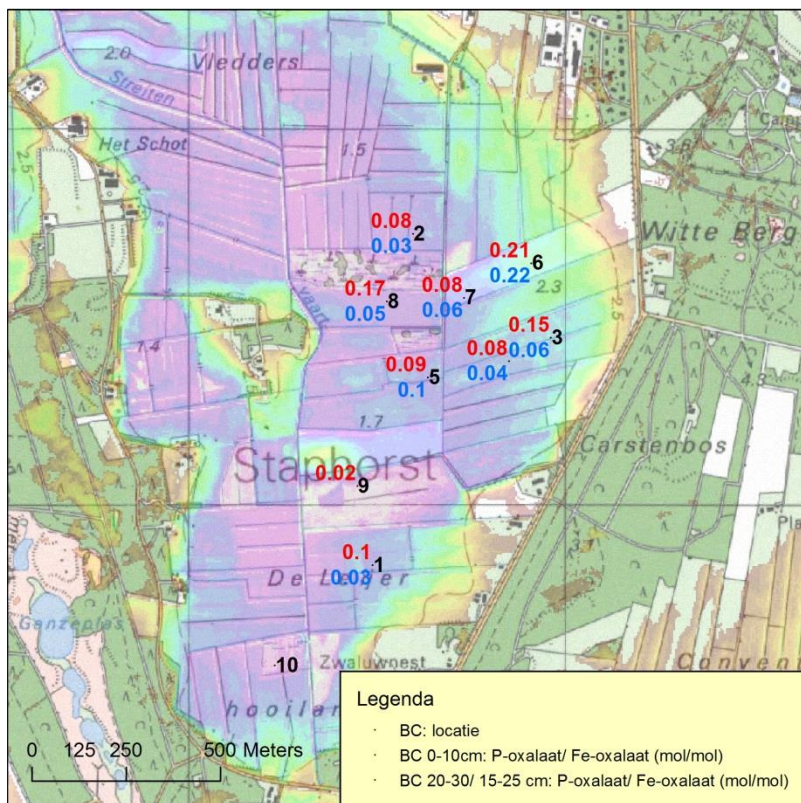
Bijlage #2: Het ruimtelijk patroon van bodemchemische variabelen. Zwart code = locatiecode bodemonmonster, rode getal = meetwaarde van bodemonster 0-10 cm-mv, blauwe getal = bij locatie 1 t/m 9 meetwaarde van bodemonster 20-30 cm-mv en bij locatie 10 meetwaarde van bodemonster 15-25 cm-mv.



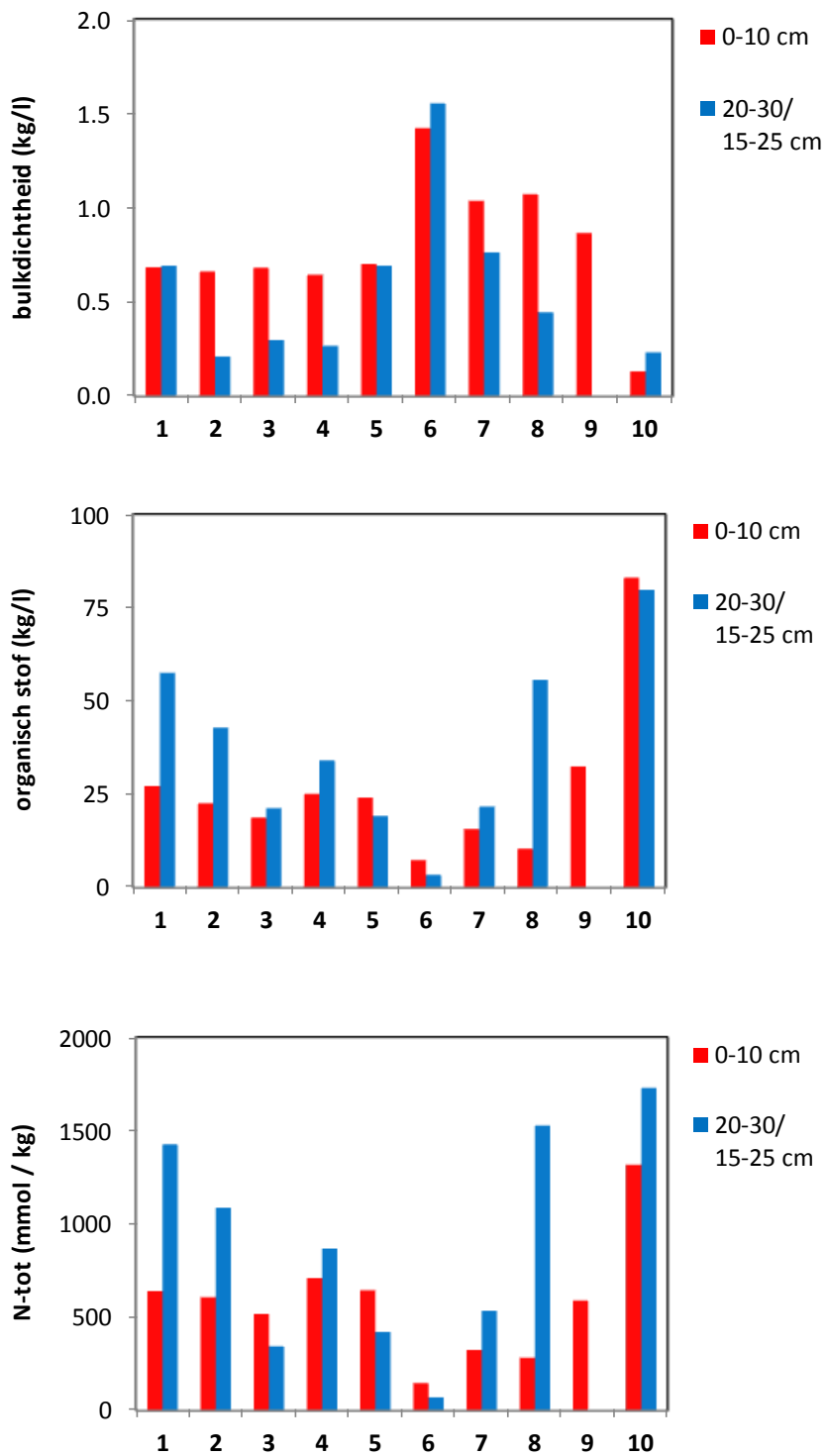




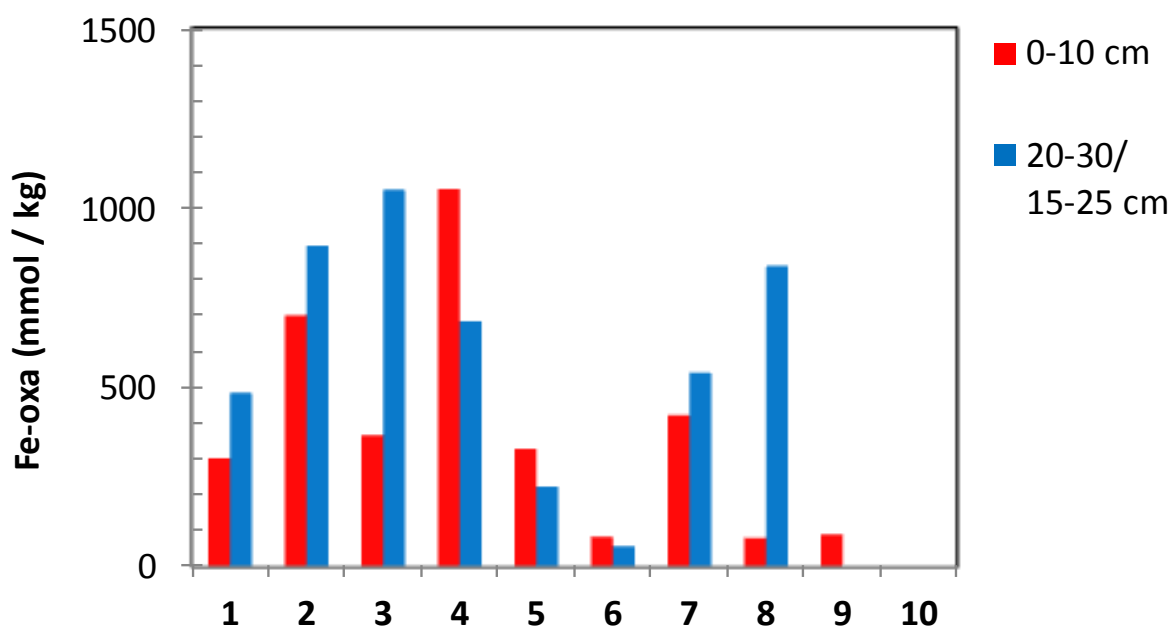
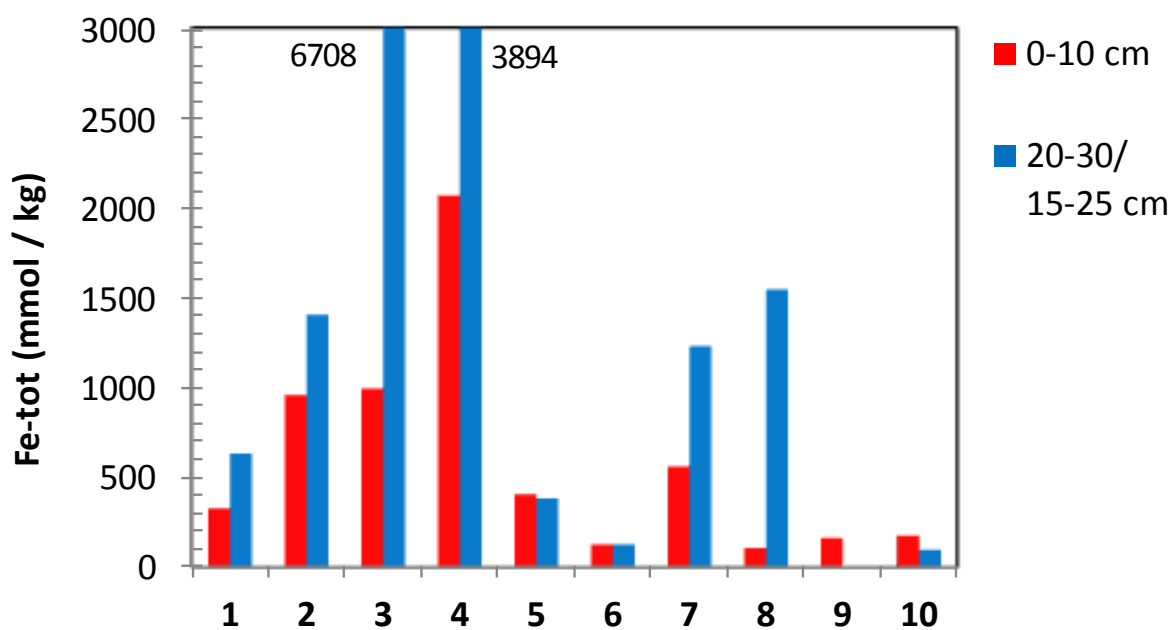




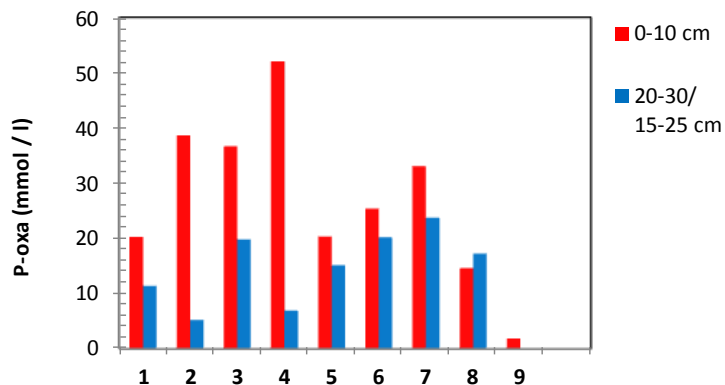
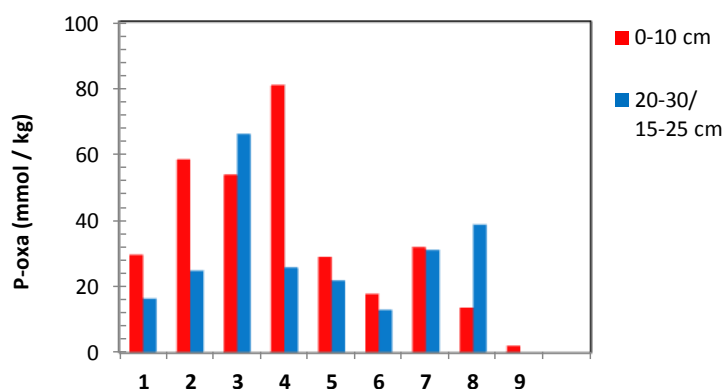
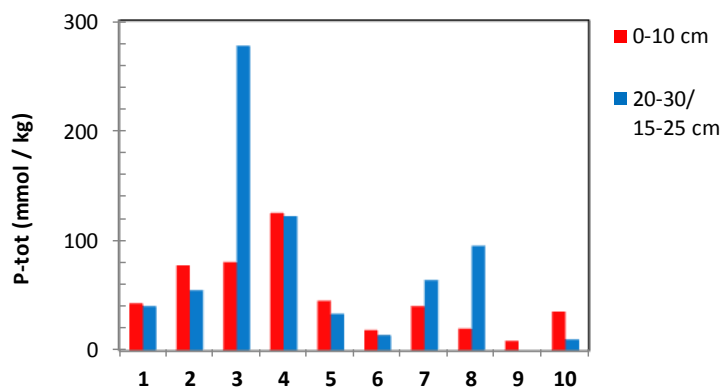
Figuur #4: Bulkdichtheid, organisch-stofgehalte en N-totaal gehalte van de locaties voor de toplaag (0-10 cm) en de diepere laag (20-30/15-25 cm).



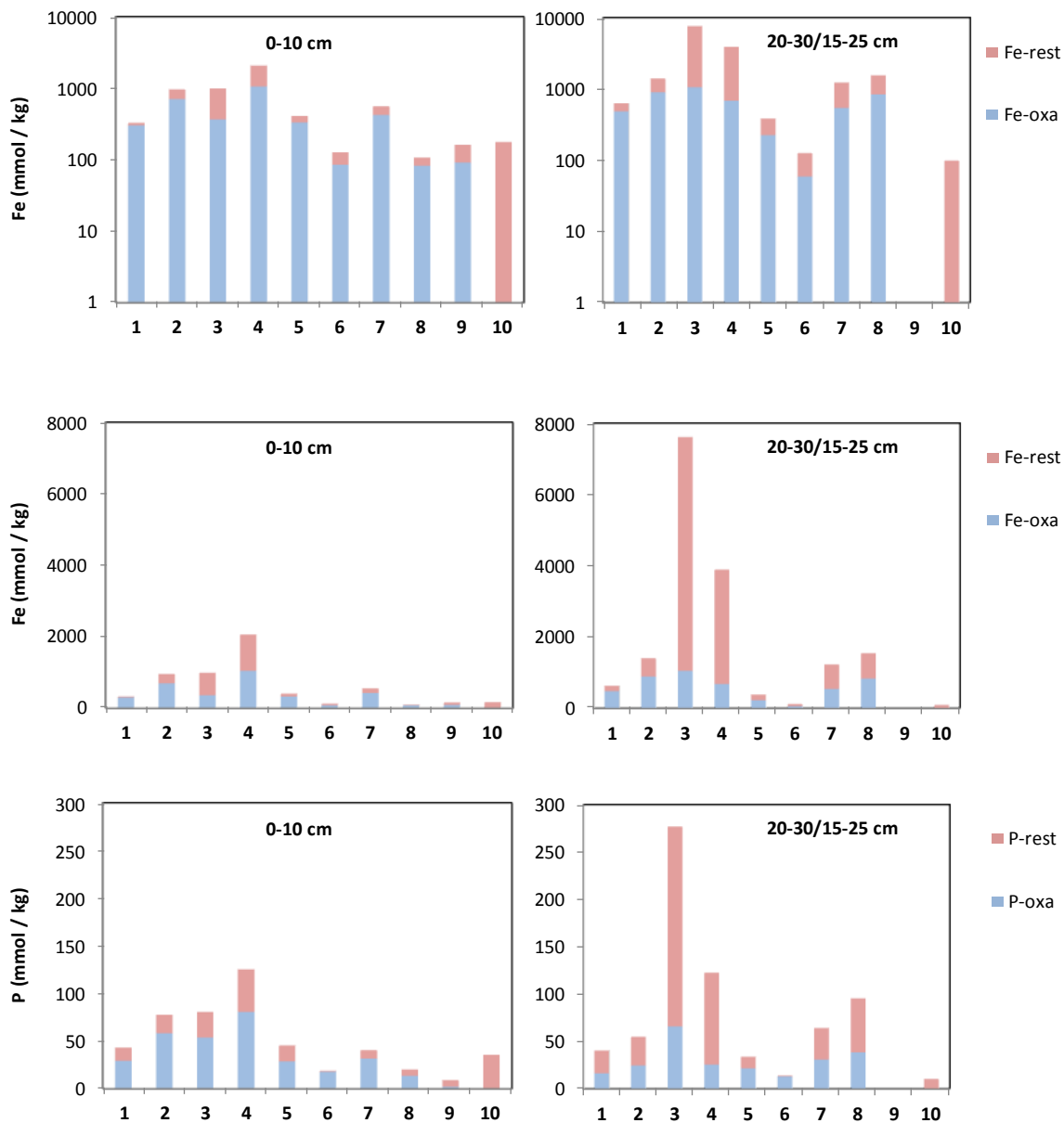
Figuur: #4b: Fe-totaal en Fe-oxalaat gehalten van de locaties voor de toplaag (0-10 cm) en de diepere laag (20-30/15-25 cm).



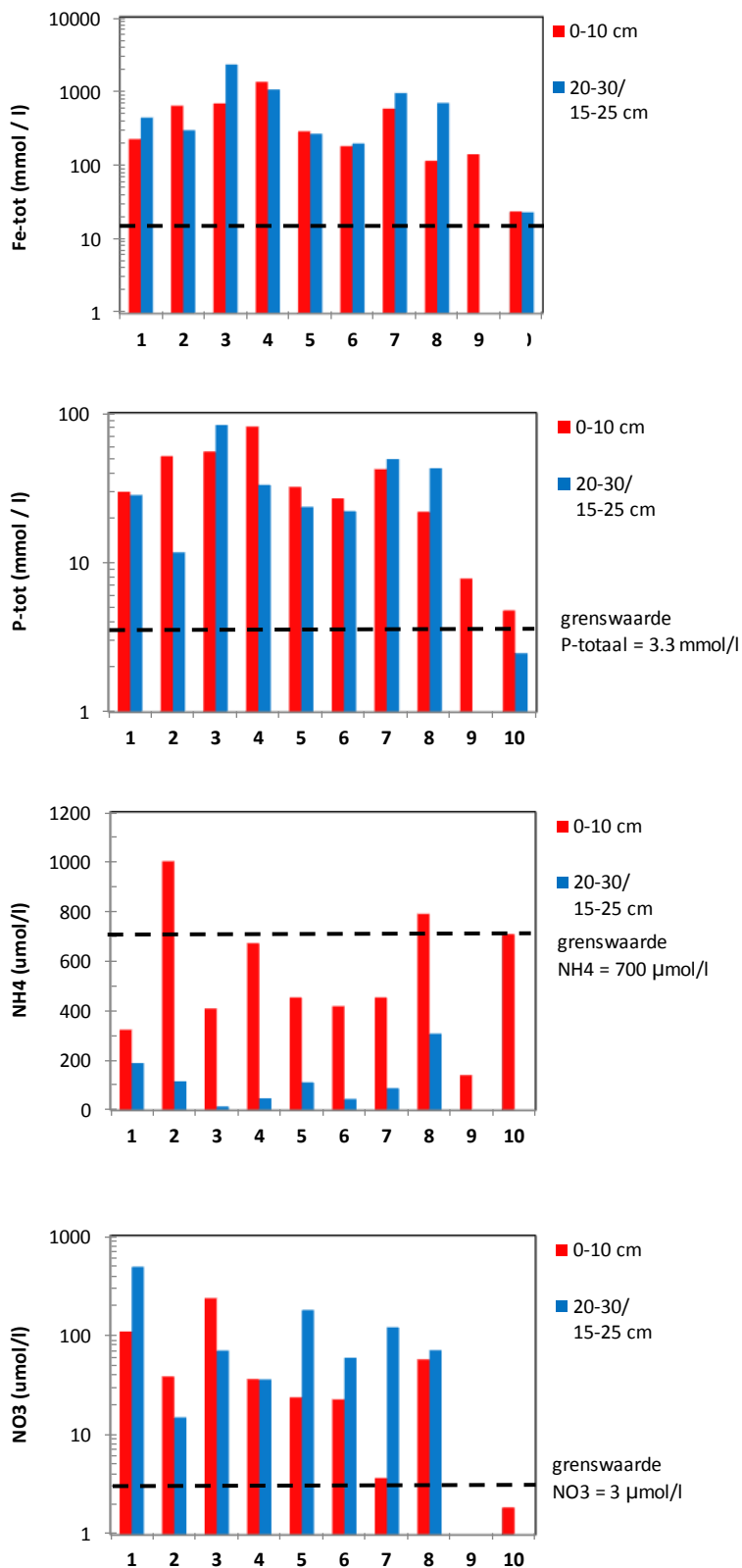
Figuur: #4c: P-totaal en P-oxalaat gehalten van de locaties voor de toplaag (0-10 cm) en de diepere laag (20-30/15-25 cm). Het P-oxalaat gehalte wordt weergegeven in zowel mmol/kg als mmol/l.



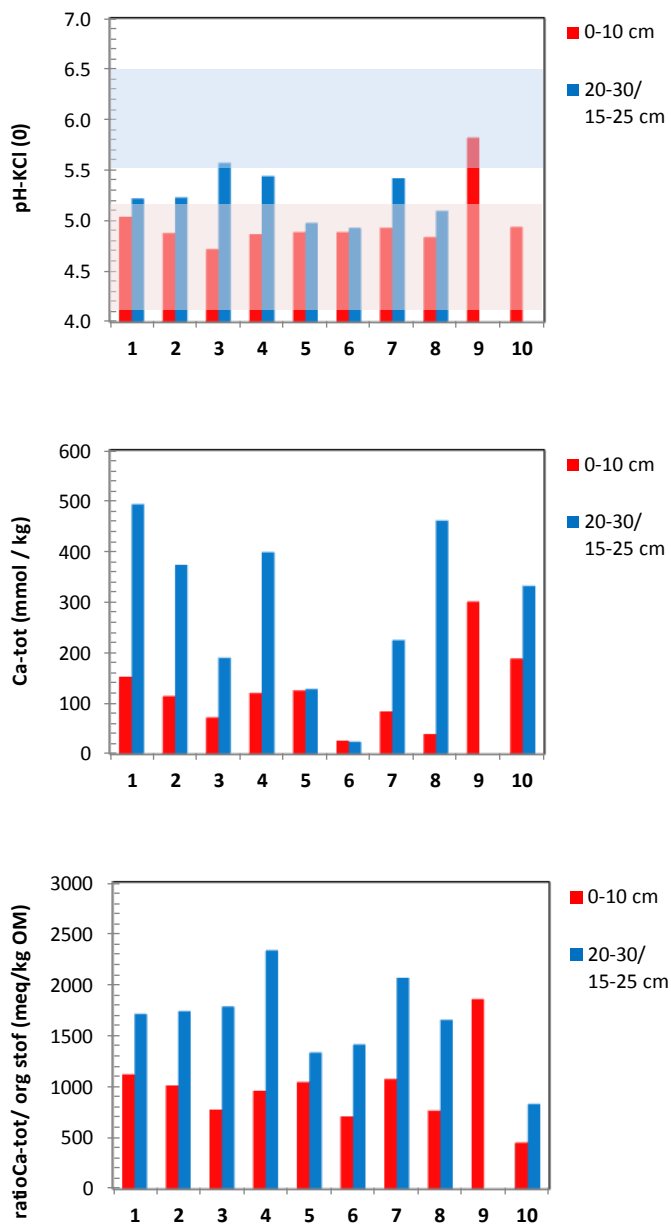
Figuur #5: Boven en midden: gehalten van Fe-oxalaat en Fe-rest voor de ondiepe en diepere bodemlaag. Fe-totaal is de som van Fe-oxalaat en Fe-rest. Bovenste grafiek heeft een logaritmische schaal en de middelste een normale schaal. Onder: gehalten van P-oxalaat en P-rest voor de ondiepe en diepere bodemlaag. P-totaal is de som van P-oxalaat en P-rest. Bij locatie 10 is alleen het totaal-gehalten gemeten en kan geen onderscheid worden gemaakt in P-oxalaat en P-rest.



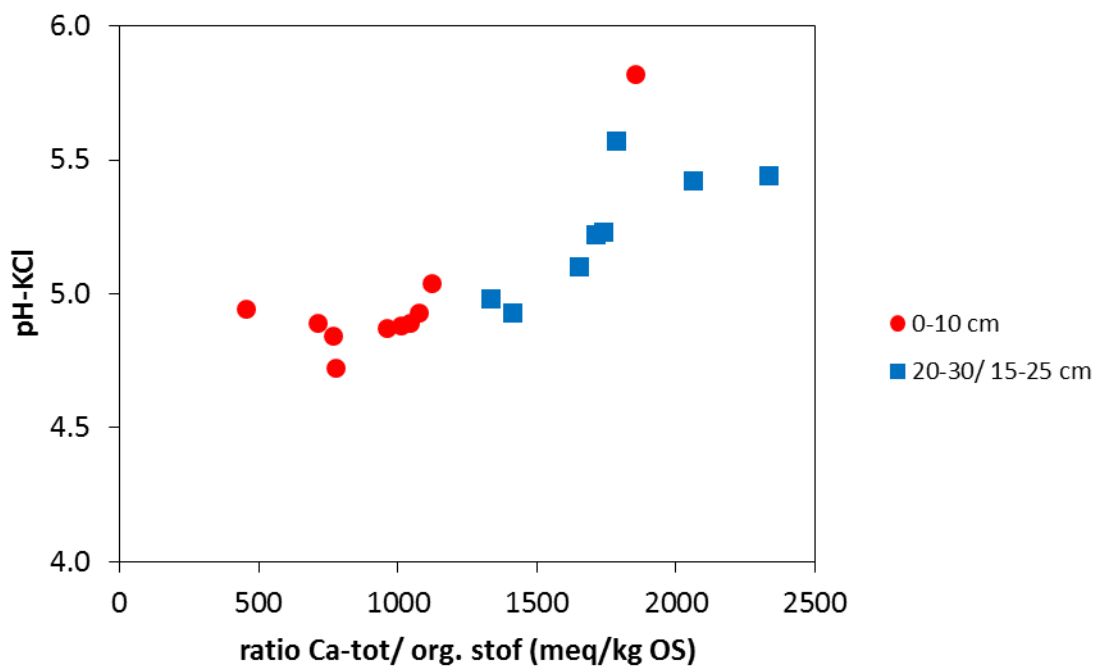
Figuur #6: Vergelijking van ijzer- en nutriëntengehalten met grenswaarde voor laagproductieve, basenminnende kleine zeggenvegetatie voor de toplaag en diepere bodemlaag. Omdat planten in wortelen in een bodemvolume, zijn gehalten per volume-eenheid bodem gebruikt. De grenswaarden zijn gebaseerd op data van Emsens et al. (2016).



Figuur #8: Zuurgraad, Ca-totaal gehalte en de ratio van Ca-totaal met organische stof in de toplaag (0-10 cm-mv) en diepere bodemlaag (20-30 en 15-25 cm-mv). Bij pH-KCl worden de optimale bereiken van basenrijke kleine zeggenvegetatie op veen (blauwe arcering) en zure kleine zeggenvegetatie (rode arcering) weergegeven. Ratio van Ca-totaal met organische stof is een proxy-variabele voor de basenverzadiging van het kationadsorptiecomplex.



Figuur #9: Relatie van pH-KCl met de ratio van van Ca-totaal met organische stof in de toplaag (0-10cm-mv) en diepere bodemlaag (20-30 en 15-25 cm-mv). Ratio van Ca-totaal met organische stof is een proxy-variabele voor de basenverzadiging van het kationadsorptiecomplex.

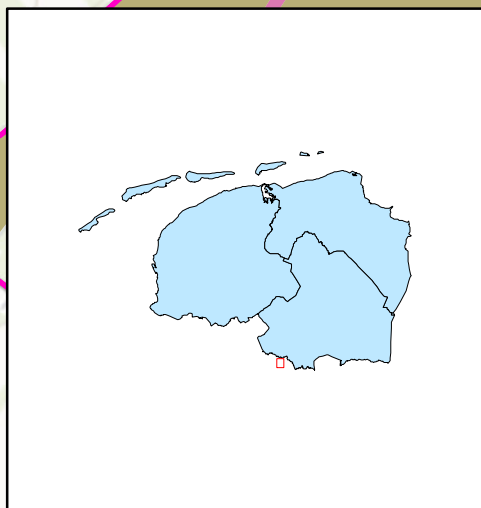
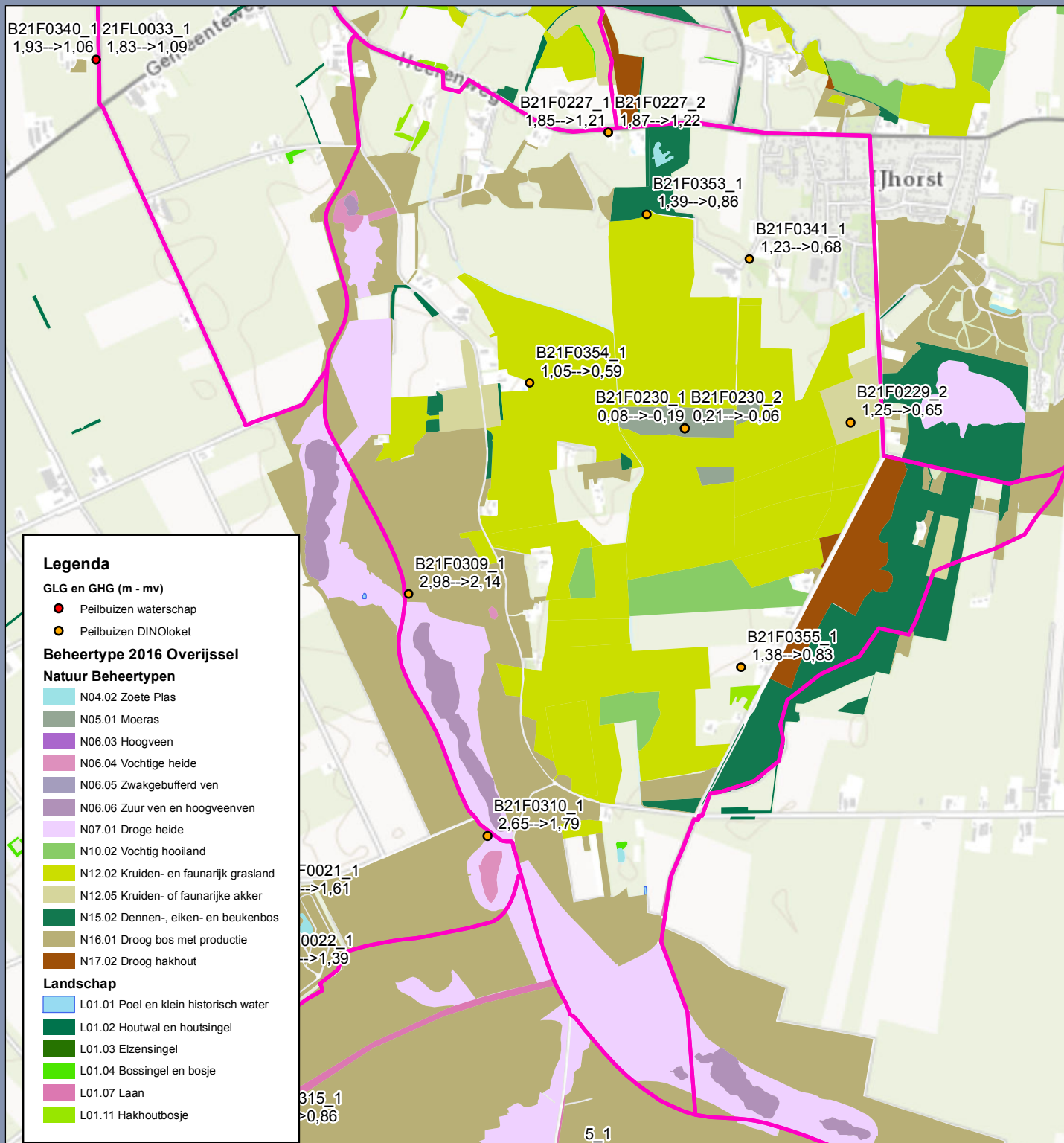


Bijlage #3: Overzicht van de profielbeschrijvingen met veendikte.

Locatie	plek	Description	X	Y	Z (van AHN5x5)	totale veendikte	textuur	monsterbuis geplaatst	opmerking
			m	m	m	cm			
2	geplagd perceel	2016-04-21	215920	518176	1.63	50	veen		
3	geplagd perceel	2016-04-21	215811	518162	1.43	40	veen		
4	geplagd perceel	2016-04-21	215720	518139	1.43	60	veen		
5	geplagd perceel	2016-04-21	215657	518135	1.46	75	veen		
6	geplagd perceel	2016-04-21	215484	518086	1.38	5	veen		in geplagd perceel
7	grasland, bezand	2016-04-21	215344	518572	1.47	0			laagte die dicht is geschoven met zand
8	oud pet gat met moeras	2016-04-21	215353	518596	1.39	60	veen		
9	grasland	2016-04-21	215584	518562	1.47	>140			
10	grasland	2016-04-21	215658	518556	1.50	130	veen		
11	grasland	2016-04-21	215664	518458	1.61	120	veen		niet ingemeten met GPS; ca. 100 m zuid van 10
12	nat schraalland, rand van wilgenstruweel	2016-06-10	215220	517589	1.26	45	veen	2016	
13	uiteinde greppel in grasland	2016-06-10	215460	517464	1.72	20	moerig zand	2016	
14	grasland	2016-06-10	215409	517544	1.66	18	veen		ingetekend op kaart
15	rand geplagd deel	2016-06-10	215382	517601	1.20	0			ingetekend op kaart
16	grasland	2016-06-10	215642	518565	1.48	140	veen		
17	grasland	2016-06-10	215536	518564	1.47	140	veen	2016	bezand
18	oud pet gat met moeras	2016-06-10	215341	518584	1.32	70	veen	2016	
19	geplagd perceel, nat	2016-06-10	215448	518048	1.20	5	veen	2016	
20	grasland	2016-06-10	215747	518555	1.59	120	veen	2016	
LH	nat schraalland	2012-06-07	215234	517581	1.29	52	veen	2012	
1	engels raaigras d	2016-07-03	215494	517847		>40	veen		gemaaid, wordt nog intensief agrarisch gebruikt
2	witbolgrasland	2016-07-03	215601	518728		>40	veen		
3	witbolgrasland	2016-07-03	215967	518452		>37-Fe	veen met laag van ijzerkorrels		
4	witbolgrasland	2016-07-03	215856	518390		>40- Fe	veen met laag met veel ijzerkorrels		
5	witbolgrasland	2016-07-03	215641	518346		>40	veen		
6	witbolgrasland	2016-07-03	215916	518650		0	moerig zand		
7	witbolgrasland	2016-07-03	215737	518558		>40	veen		
8	witbolgrasland	2016-07-03	215532	518548		>45	veen		
9	holpijpvegetatie	2016-07-03	215453	518057		5	moerig zand		geplagd

Bijlage 11

Beheertypekaart (GLG en GHG)



Beheertypenkaart: GLG en GHG (m - mv) Vledders en Leijer Hooilanden

Opdrachtgever: Waterschap Drents Overijsselse Delta
Projectnummer: 448119

SWECO

Status: Concept
Datum: 5-4-2016
Schaal: 1:20.000
Formaat: A4

Getekend: JH - Gecontroleerd: BdG

0 200 400 600 800 1.000 1.200 meter



Bijlage 12

Grondwatermodellering

B12.1 Modelgrootte en rekenperiode

De uitsnede uit het MIPWA v3 model dient zo groot te zijn dat de effecten niet doorwerken tot op de randen van het systeem. De modelgrens in deze studie is gelegd op x: 208000-222000, y: 513000 - 526000, oftewel een modelgebied van 14 bij 13 km.

B12.2 Modelinvoer

Het stationair basismodel is samengesteld uit de volgende modelonderdelen (allen afkomstig uit MIPWA v3.0, oplevering oktober 2016):

Tabel B12-1 Modelonderdelen stationair basismodel MIPWA v3.0

Module	Voorstel
Ondergrond schematisatie	MIPWA v3.0- incl. anisotropie en maaiveldhoogte. Gebaseerd op meest recente REGIS VII.1, keileemkaart TNO 2013 en Veenkartering Alterra 2014.
Opp. watersysteem (incl. overland flow)	MIPWA v3.0- aangeleverde bestanden met Leggerwaterlopen/peilvakken, deze bestanden zijn wel gecorrigeerd. De insnijding van de waterlopen in de modellen is bepaald op basis van de ondergrond uit MIPWA v3.0. De conductance is berekend op basis van de intreeweerstand tabel gemaakt voor MIPWA v3 en bodembreedte bestanden uit MIPWA v3.0. Overlandflow is overgenomen uit MIPWA v3.0.
Onttrekkingen	MIPWA v3.0- geen onttrekkingen in directe omgeving m.u.v. beregeningsputten
Buisdrainage	MIPWA v3.0- gebaseerd op de meest recente Alterra kaart (2012)
Grondwateraanvulling	MIPWA v3.0- gemiddelde grondwateraanvulling
Overlandflow	MIPWA v3.0- overlandflow is in watercellen uitgezet
Startstijghoogten model-rand	MIPWA v3.0- bestanden gelijk aan MIPWA v2.2, startstijghoogte toegekend aan laag 1 t/m 7 terwijl MIPWA v3.0 negen lagen heeft. Laatste lagen (8-9) gelijk gezet aan startstijghoogte van laag 7.

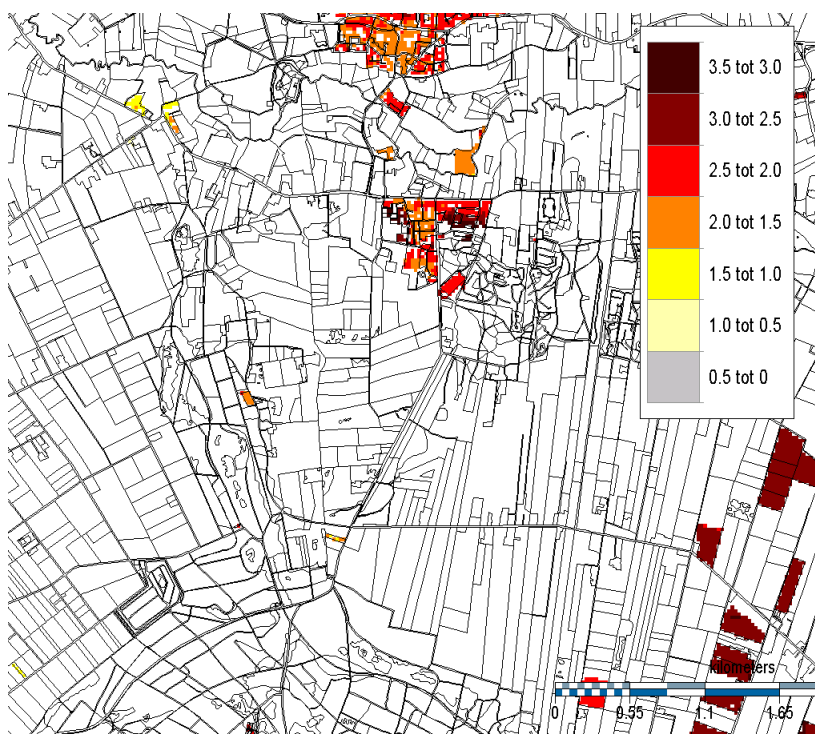
Alle invoerbestanden van MIPWA v3.0 zijn gecontroleerd en vergeleken met MIPWA v2.2.

B12.2.1 Bodemopbouw

De geohydrologische schematisatie is overgenomen uit MIPWA v2; oplevering lagenmodel versie november 2015. Hierin zijn de ongekalibreerde weerstanden uit REGIS VII.1 ingevoerd, in combinatie met aanvullende informatiebronnen, zoals de keileemkaart van TNO (2013) en de veendiktekaart van Alterra (2014). In Bijlage 6 zijn de aanwezige slecht doorlatende lagen in MIPWA v3 weergegeven.

B12.2.2 Buisdrainage

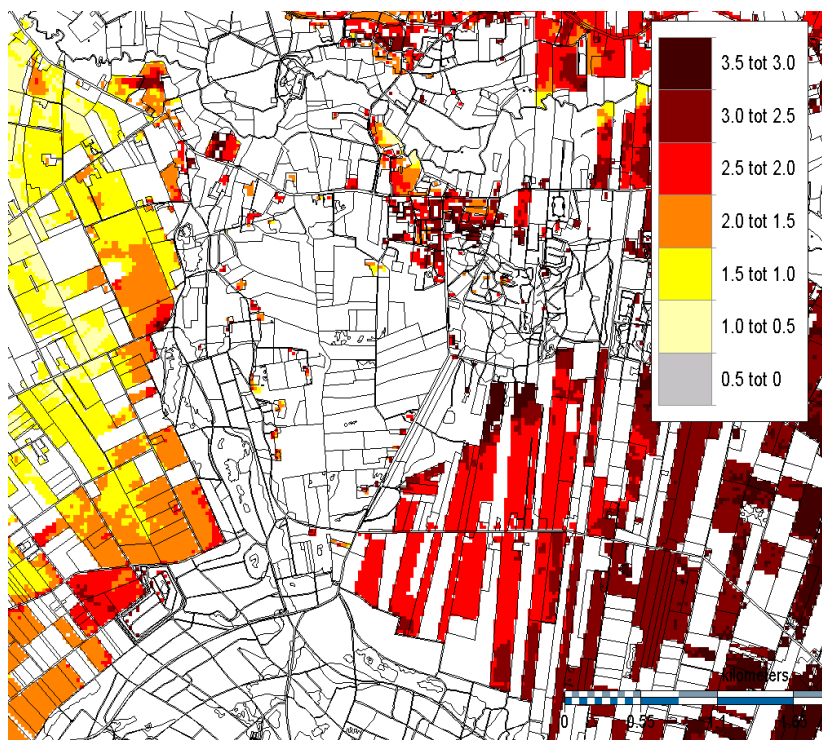
In figuur B12.1 is een overzicht gegeven van de in MIPWA v3 aanwezige buisdrainage (oplevering concept topsysteem oktober 2016). Deze data is direct overgenomen van de Alterra drainage kaart uit 2015 (op basis van de mei-tellingen van 2012).



Figuur B12.1 Aanwezige buisdrainage MIPWA 3.0

Opvallend is dat in het hele gebied, m.u.v stedelijk gebied geen buisdrainage is opgenomen in MIPWA v3.0. In de eerdere MIPWA v2.0, was zowel het gebied ten westen als ten oosten van de Vleders en Leijer Hooilanden voor een groot deel wel gedraineerd (zie figuur B12.2). Toen was uitgegaan van een eerdere en minder volledige mei-telling. Voor de verkennende berekeningen gaan we ervan uit dat de nieuwe kaart beter is.

Daar komt bij dat voor een effectberekening, de situatie zonder drainage meer een worst case beeld geeft, waar het gaat om uitstralingseffecten.

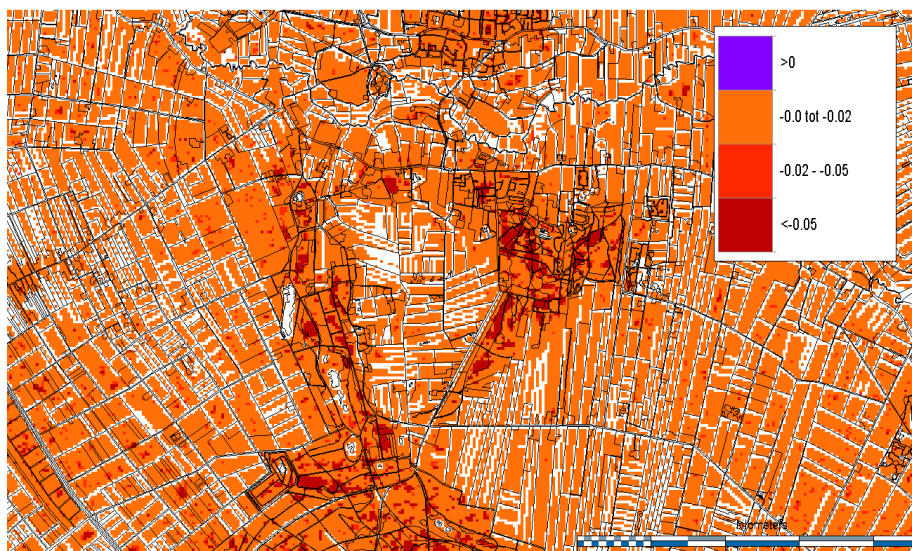


Figuur B12.2 Aanwezige buisdrainage MIPWA 2.0

B12.2.3 Overlandflow

In figuur B12.3 is een overzicht gegeven van de overlandflow in het gebied. In MIPWA v3 is ervoor gekozen om de overlandflow op 'water' cellen (een gridcel waarin open water is opgenomen) uit te zetten. Het idee is dat ter plaatse van water geen overland flow plaats vindt. Echter, het gevolg is dat in intensief ontwaterende kwelgebieden met een kleine onderlinge sloot/grepel afstand (kleiner of gelijk aan 25m), helemaal geen overland flow meer kan plaatsvinden.

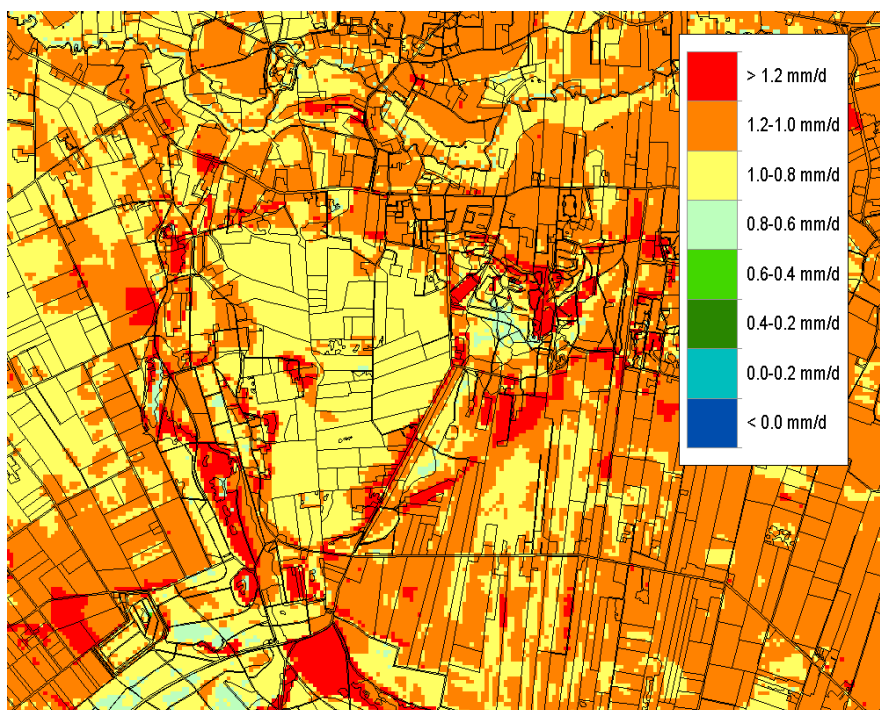
Voor het gebied Vledders en Leijer Hooilanden is hier echter geen sprake van en geeft de overland flow een realistisch beeld.



Figuur B12.3 Overlandflow MIPWA 3.0 in m tov maaiveld (negatief is boven maaiveld)

B12.2.4 Grondwateraanvulling

In figuur B12.4 is een overzicht gegeven van de grondwateraanvulling in het gebied. De grondwateraanvulling op de hoog gelegen stuifzanden is relatief hoog, circa 1,2 mm/d. In Vledders en Leijer Hooilanden zelf is de grondwateraanvulling gelijk aan circa 0,9 mm/d. Deze situatie is representatief voor een langjarig gemiddelde situatie.



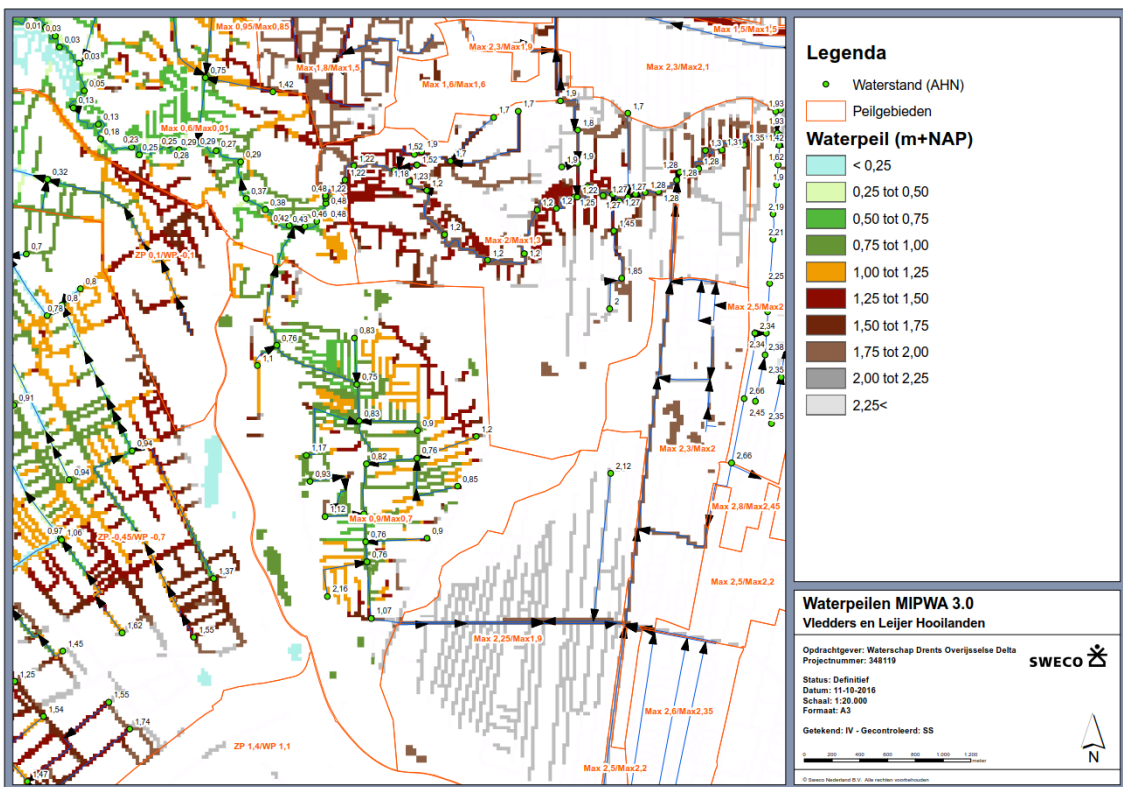
Figuur B12.4 Grondwateraanvulling MIPWA 3.0

B12.2.5 Oppervlaktewatersysteem

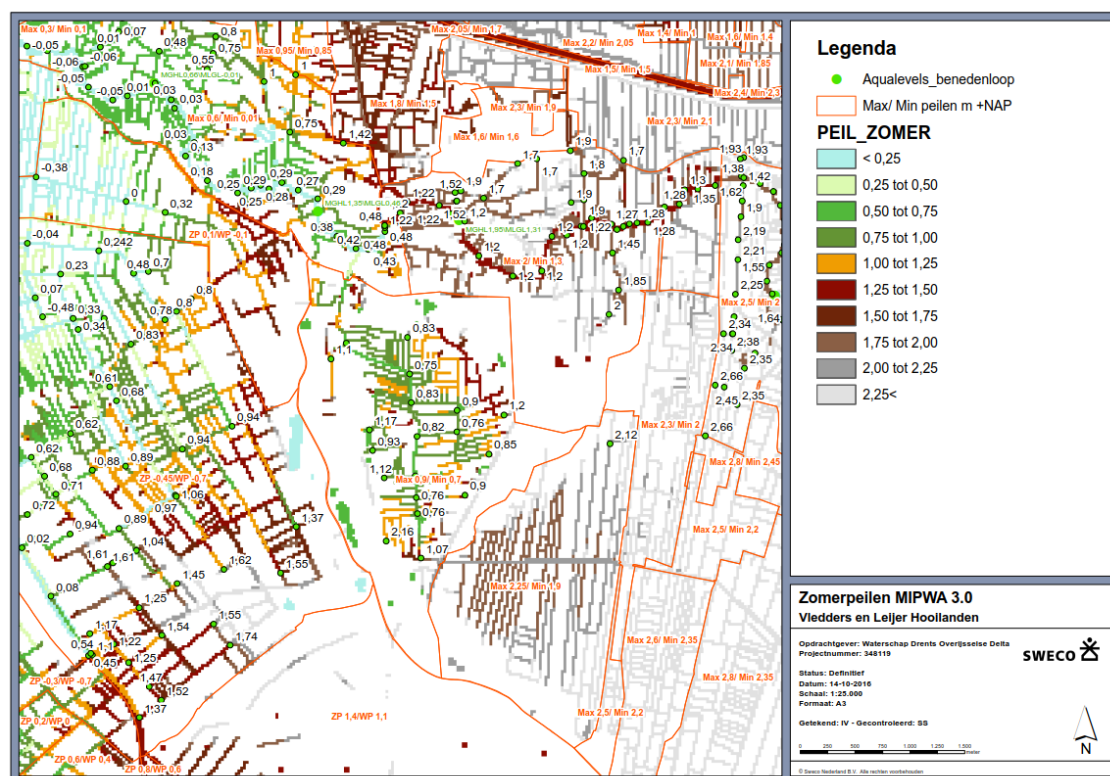
In de stationaire berekening wordt gerekend met een gemiddeld waterpeil, zoals weergegeven in figuur B12.5. Deze waterstanden zijn het gemiddelde van de zomer- en winterpeilen in MIPWA v3.0 en zijn als volgt tot stand gekomen:

- Reest: aangeleverde bestanden MIPWA v3.0 door Waterschap;
- Legger waterlopen: in gebieden met wateraanvoer zijn de peilen overgenomen uit de peilvakkenkaart van de legger. In gebieden zonder wateraanvoer is het maximum van de peilvakkenkaart en de AHN-peilenkaart genomen; ofwel: waar de AHN aangeeft dat de bodemhoogte hoger is dan het leggerpeil is de AHN bodemhoogte gebruikt. Waar de AHN een lagere waarde geeft dan het leggerpeil is het leggerpeil overgenomen.
- Top-10 waterlopen en greppels: Hier is het maximum van de peilvakkenkaart en de AHN-peilenkaart genomen; ofwel: waar de AHN aangeeft dat de bodemhoogte hoger is dan het leggerpeil is de AHN bodemhoogte gebruikt. Waar de AHN een lagere waarde geeft dan het leggerpeil is het leggerpeil overgenomen.

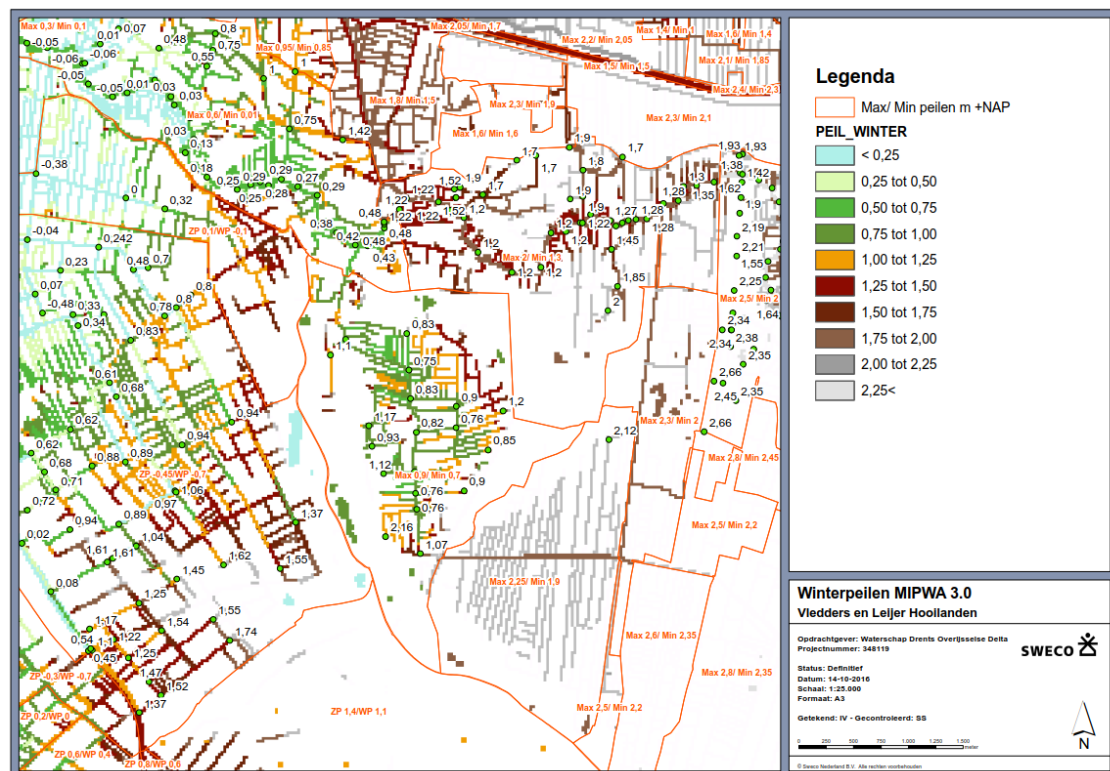
De gemiddelde, zomer en winterpeilen zijn weergegeven in onderstaande kaarten, inclusief de AHN maaiveldhoogte “geprik” ter plaatse van de sloten. De AHN-maaiveldhoogte ter plaatsen van de sloten zou in de zelfde orde grootte moeten liggen als de MIPWA-peilen.



Figuur B12.5 Gemiddeld waterpeil MIPWA 3.0



Figuur B12.6 Zomerpeil MIPWA 3.0 en het AHN-peil



Figuur B12.7 Winterpeil MIPWA 3.0 en het AHN-peil

B12.3 Correctie van de Reest

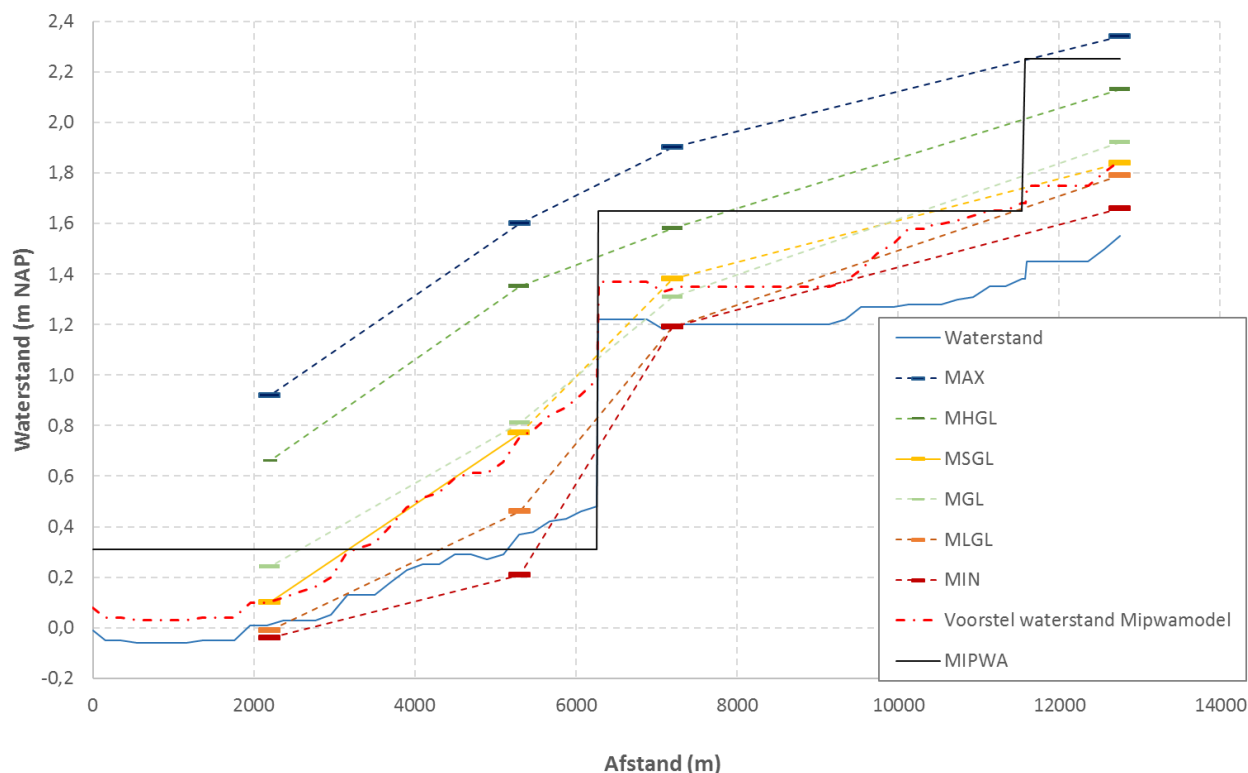
Het in MIPWA ingevoerde waterpeil voor de Reest was overgenomen uit de door het waterschap aangeleverde (aangepaste) leggerbestanden. Het voor dit project relevante gebied was onderverdeeld in 3 peilvakken. In MIPWA zijn daarbij de Min/max peilen vertaald naar vaste peilen over het hele peilvak, zie tabel B12.2.

Tabel B12.2. Waterpeilen Reest

Min/max legger	Zomer peil MIPWA m+NAP	Winterpeil MIPWA m+NAP	Gemiddeld water- peil MIPWA m+NAP
NAP +2,0 / +2,5m	2,0	2,5	2,25
NAP +1,3 / +2,0m	1,3	2,0	1,65
NAP +0,01 / +0,6m	0,01 à 0,5	0,6	0,31

In werkelijkheid is er ter plaatse van de Reest sprake van een natuurlijk verhang, met beperkte sprongen ter plaatse van natuurlijke drempels/voordes. Het waterpeil in de Reest is daarom nader geanalyseerd. Met een AHN-kaart zijn de peilen in de Reest bepaald om het verloop en de waterstandsprongen in dit traject in beeld te krijgen. Daarnaast zijn ter plaatse van de drie aqualevels met het programma Menyanthes de bijbehorende GxG's berekend. De resultaten zijn weergegeven in figuur B12.8.

In overleg met het Waterschap is besloten om het waterpeil in de Reest aan te passen in het model. Hierbij is het gemiddelde waterpeil in het top10vlakken bestand gecorrigeerd, op basis van de AHN geprikte waterstand. Omdat de AHN waterstand representatief bleek voor een relatief droge situatie is deze verhanglijn opgetrokken tot het gemiddelde niveau van de aqualevels (MGSL), zie figuur B12.8



Figuur B12.8 Lengteprofiel van de Reest met de AHN-waterstand, MIPWA waterpeil, de aqualevels (GxG) en het voorstel voor de waterstand van de Reest

B12.4 Validatie basis model

Het model is doorgerekend met de basisbestanden (weergegeven in tabel B12.1) inclusief de correctie voor de waterstand in de Reest. Om de geschiktheid van het model te toetsten zijn de residuen van het model bepaald. Een residu geeft het verschil tussen de berekende en de gemeten stijghoogte per modellaag voor de langjarige gemiddelde situatie.

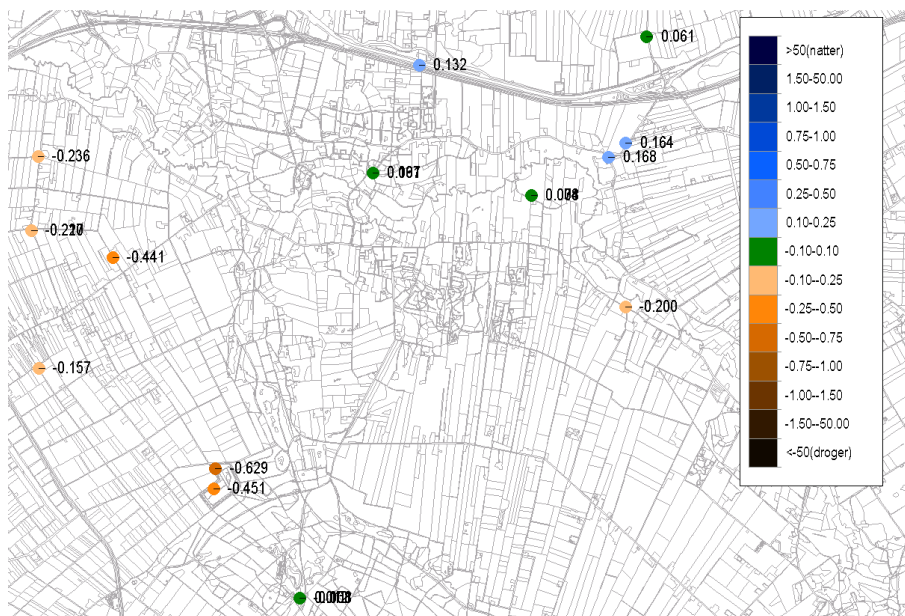
Om de residuen te bepalen is een validatie set samengesteld en toegekend aan de modellagen. Hierbij is onderscheid gemaakt in 3 sets: langjarige buizen (>5jaar reeks), korte meetreeksen en

droogvallende buizen. Gebruik is gemaakt van de DINO peilbuizen inclusief de beschikbare waterschapspeilbuizen.

In figuur B12.9 en figuur B12.10 zijn de bollenkaarten weergegeven, met hierin het verschil tussen de gemeten en berekende stijghoogte per modellaag voor de langjarige gemiddelde situatie, uitgaande van de langjarig gemeten peilbuizen. Het model lijkt de grondwaterstand in Vledders en Leijer Hooilanden goed te benaderen, het gemiddeld residu is hier kleiner dan 10 cm. Echter de grondwaterstand het gebied ten westen van Vledders en Leijer Hooilanden wordt veel te laag berekend. Het model is hier te droog. Het grondwatersysteem heeft een verhang van oost naar west. Dit verhang zit nog niet goed in het model.



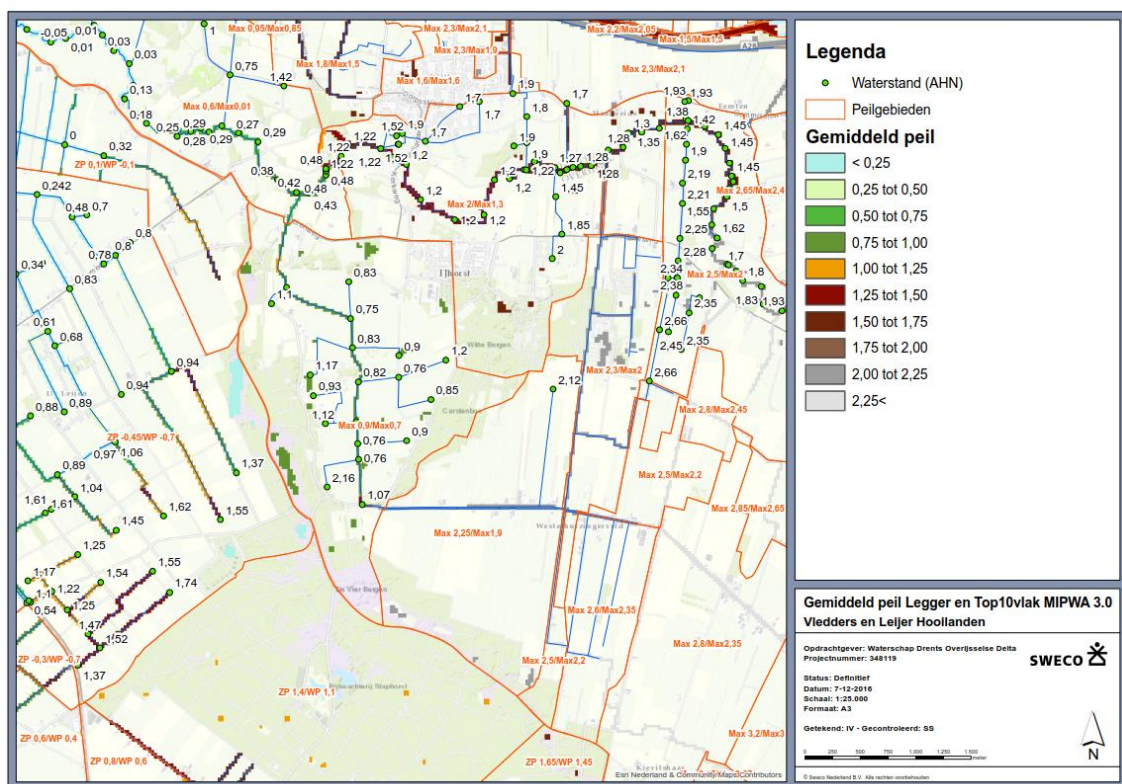
Figuur B12.9 Residu in het ondiepe pakket MIPWA v3.0 (laag 1-3)



Figuur B12.10 Residu in het diepe pakket MIPWA v3.0 (laag 4-7)

B 12.5 Aanpassing Legger

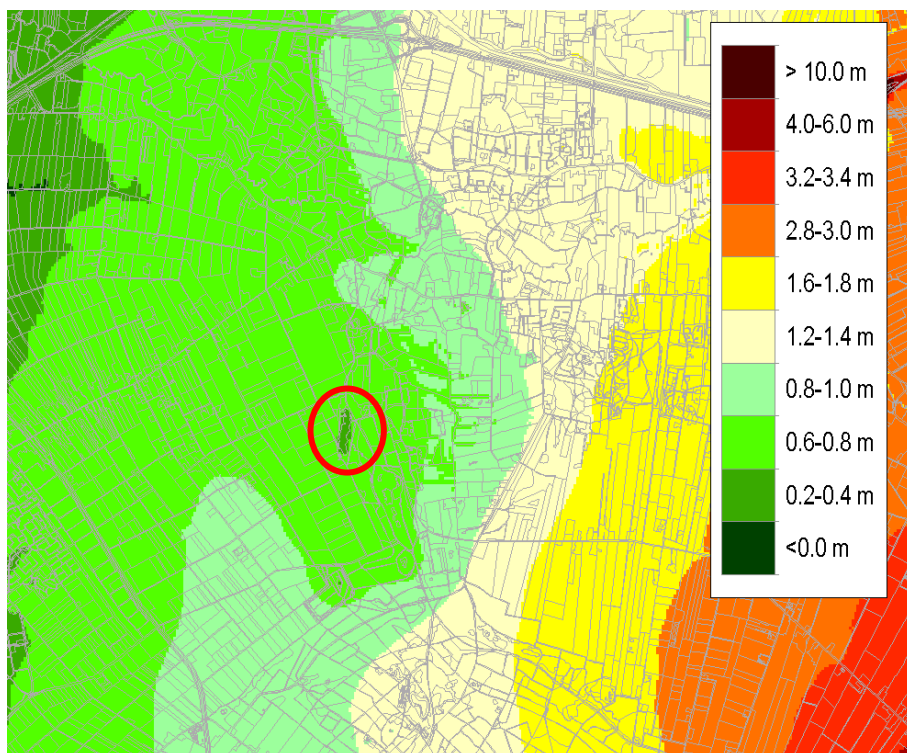
Uit een verdere analyse blijken de waterpeil in het westelijk peilvak niet te kloppen. De waterpeilen van het westelijk peilvak zijn vergeleken met geprikte AHN-waterpeilen. De resultaten zijn weergegeven in figuur B12.11. De waterstand in het model ligt een stuk lager dan AHN-peilen. Een veldbezoek wijst uit dat de waterlopen in dit peilvak veelal droog staan, het waterpeil kan dus gelijk worden gezet aan de AHN-peilen.



Figuur B12.11 Legger met het gemiddelde waterpeil

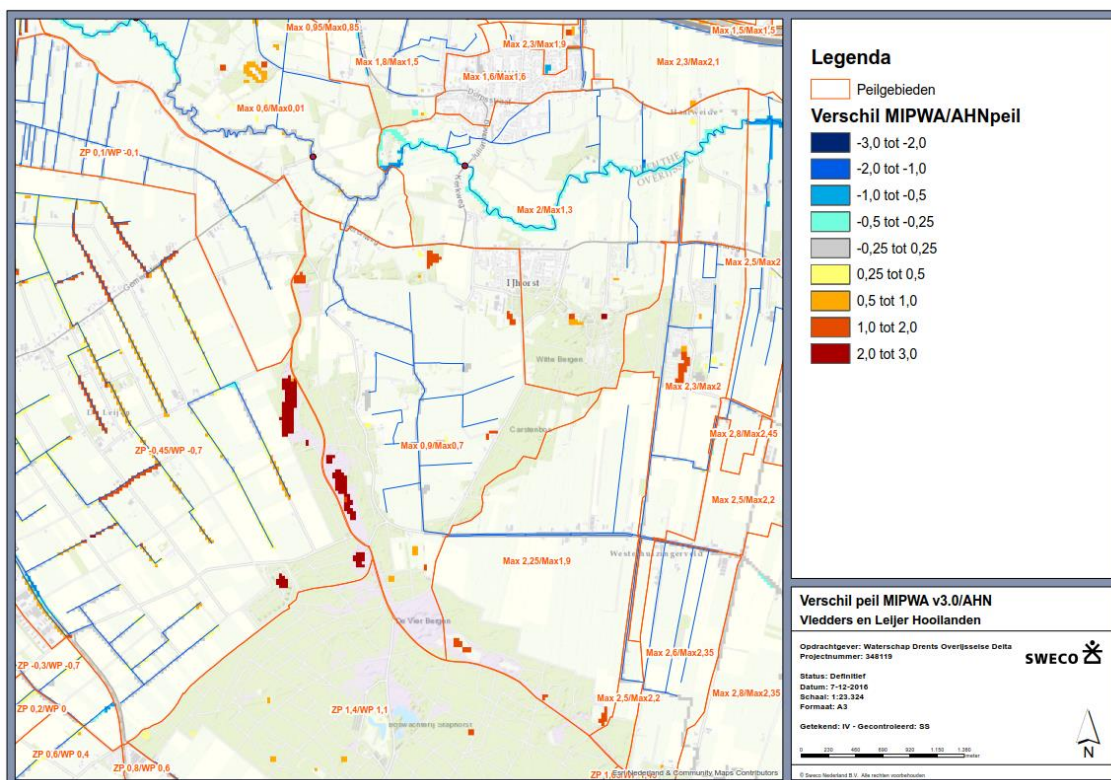
Het model is doorgerekend waarbij de peilen in het westelijk peilvak zijn verhoogd tot de AHN peilen. Daarnaast is de infiltratiefactor hier op nul gezet om te voorkomen dat deze waterlopen gaan infiltreren. De resulterende grondwaterstand in het eerste watervoerende pakket is weer gegeven in figuur B12.12.

Opvallend is de afbuiging van het isohypsen patroon rondom de westelijke rand van Vledders en Leijer Hooilanden en een lokale verlaging van de grondwaterstand (rood omcirkelt in figuur B12.12). De lokale verlaging van de waterstand is het gevolg van een ven welke onterecht het Leggerpeil had gekregen in MIPWA.



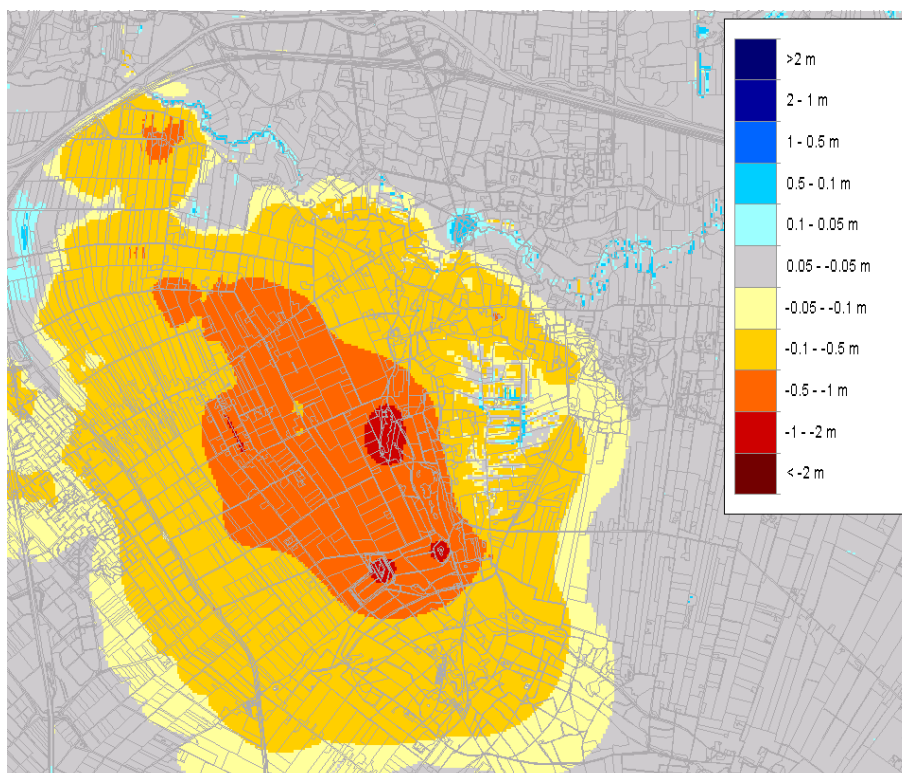
Figuur B12.12 Grondwaterstand watervoerend pakket 1 in de basis situatie met aanpassing peil van de Reest en aanpassing van de waterstanden in het westelijk peilvak tov Vledders en Leijer Hooilanden (modellaag1)

Een aantal vennen bleek het Leggerpeil te hebben gekregen; het gebied was namelijk door het waterschap aangegeven als waterafvoergebied, wat voor al het oppervlaktewater was overgenomen. In een correctie zijn de waterpeilen van deze vennen verhoogd tot het 'AHN-peil' en is de infiltratiecapaciteit uit gezet. Figuur B12.13 geeft de verschilkaart tussen de basis MIPWA v3.0 oppervlaktewaterpeil-bestanden en de gecorrigeerde bestanden. Het model is vervolgens opnieuw doorgerekend met de aangepaste AHN peilen.



Figuur B12.13 Verschilkaart AHN-peilen waterpeilen- MIPWA v3 peil (in meters)

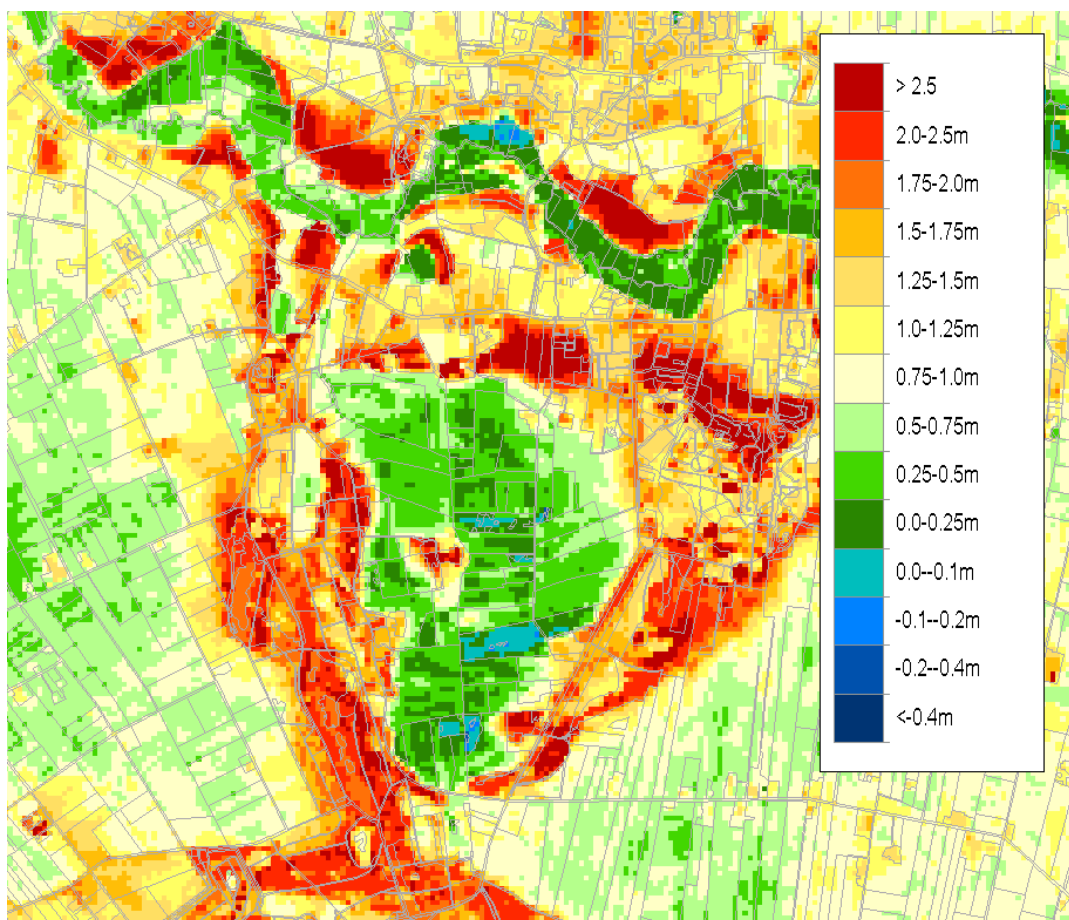
In figuur 12.14 is de verschilkaart gegeven tussen stijghoogte in het eerste watervoerende pakket in de basis MIPWA v3.0 berekening en de MIPWA v3.0 berekening met gecorrigeerde peilen. Door de correctie van de waterpeilen worden met name in het gebied ten zuidwesten van Vleders en Leijer Hoollanden hogere grondwaterstanden berekend.



Figuur B12.14 Verschil kaart grondwaterstanden van het model met aangepaste peilen en het originele model

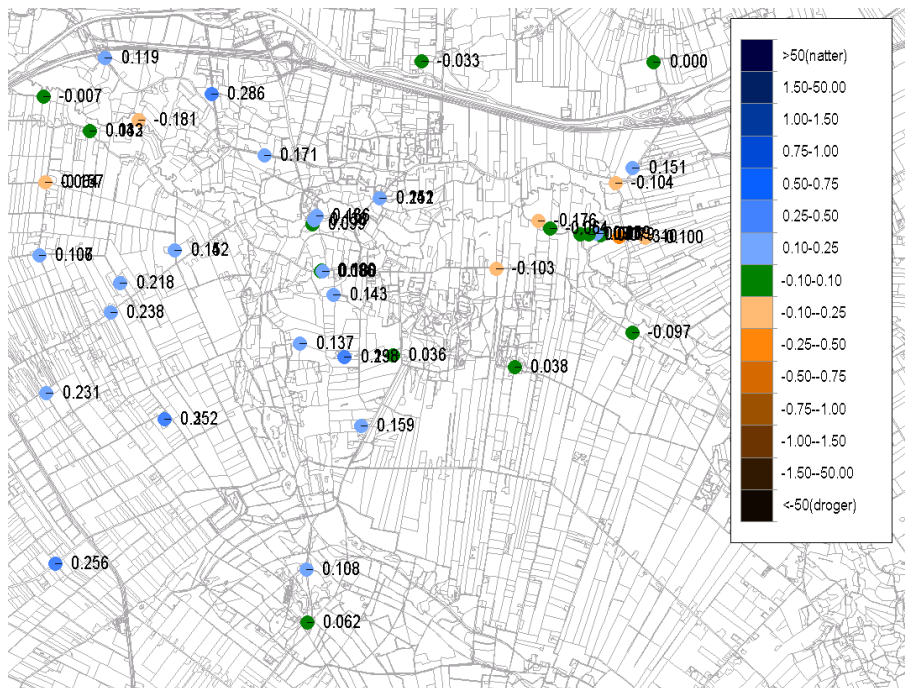
B12.6 Modelvalidatie aangepast model

De grondwaterstand ten opzichte van maaiveld is weergegeven in Figuur B12.15. De hoge stuifzandringen met diepe grondwaterstanden van meer dan 2,5 m-mv zijn duidelijk zichtbaar. Vledder en Leijer Hooilanden is samen met het Reestdal het laagst gelegen en heeft relatief hoge grondwaterstanden. Ter plaatse van de reeds geplagde percelen komt de grondwaterstand tot bijna aan maaiveld.

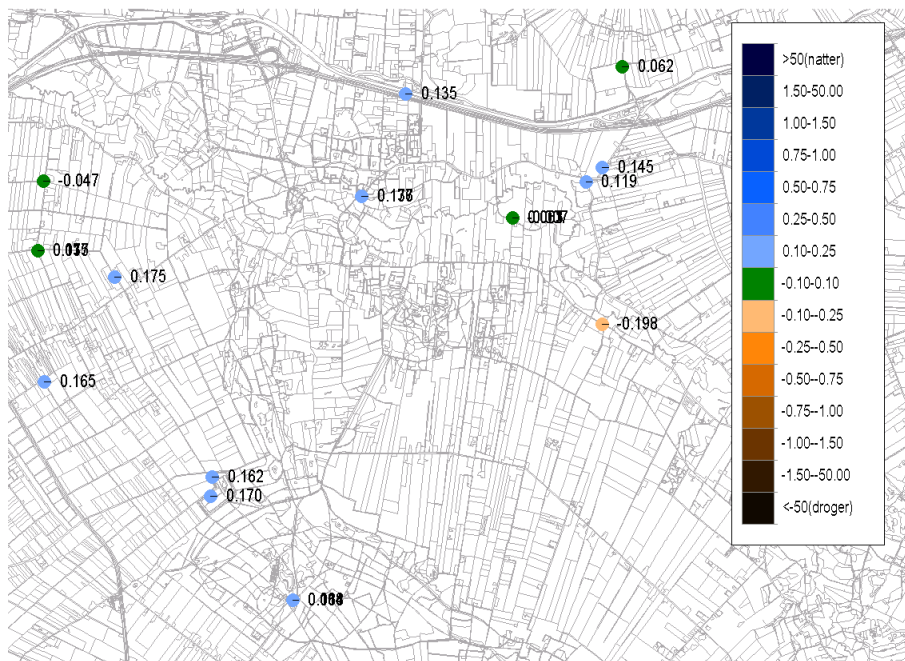


Figuur B12.15 Langjarig gemiddelde grondwaterstand ten opzichte van maaiveld (MIPWA v3-VLH laag1)

In figuur B12.16 en B12.17 zijn de bollenkaarten weergegeven, met hierin het verschil tussen de gemeten en berekende stijghoogte per modellaag voor de langjarige gemiddelde situatie, uitgaande van de langjarig gemeten peilbuizen.



Figuur B12.16 Residu ondiep (laag 1-3)



Figuur B12.17 Residu ondiep (laag 4-7)

Ter plaatse van het westelijke peilvak is het model nu overwegend te nat. Blijkbaar zijn de ingevoerde AHN peilen toch iets te hoog geweest, en waren deze meer representatief voor de wintersituatie. Besloten is in dit stadium het model niet verder te optimaliseren of te kalibreren. Bij de verdere uitwerking van het plan wordt geadviseerd de waterpeilen in he veld te controleren, en daarna het model nader te kalibreren.

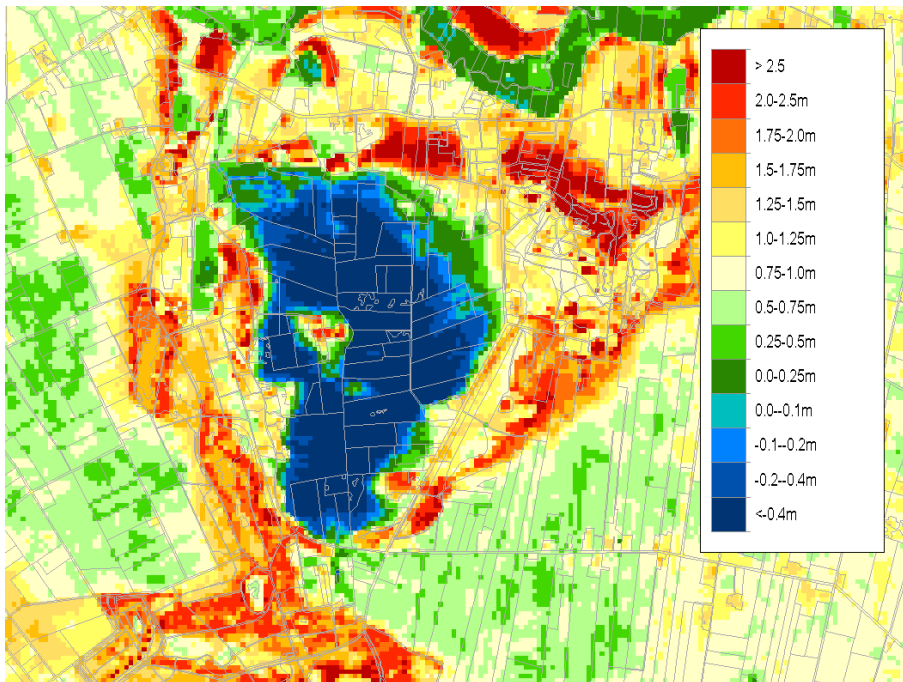
Voor de verkennende berekening is het model voldoende nauwkeurig geacht om relatieve effecten van peilscenario's door te rekenen. Het iets te natte model wordt daarbij als realistische worst case situatie beschouwd. Bij de vertaling naar absolute grondwaterstanden is rekening gehouden met de modelafwijking.

Bijlage 13

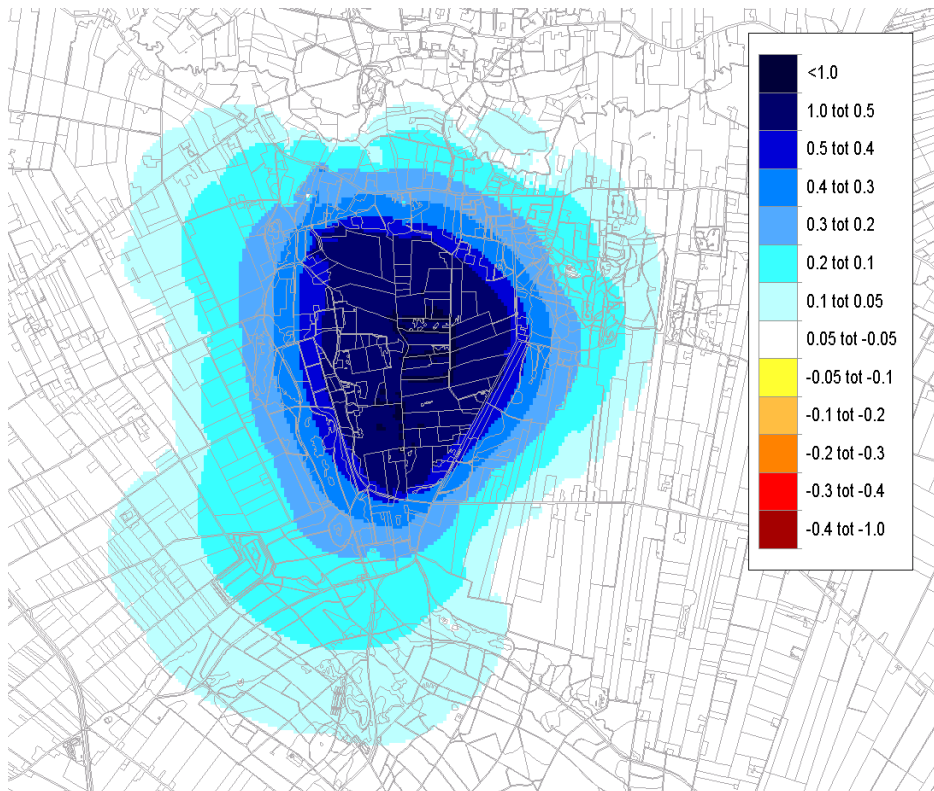
Scenario Maximum peil zonder afvoer

Het maximale effect van het dempen van alle sloten in Vledders en Leijer Hooilanden, waarbij er geen afvoer plaats vindt het gebied uit, is met het model doorgerekend. Hierbij zijn modelmatig alle waterlopen in Vledders en Leijer Hooilanden verwijderd en is de overland flow op 5 m boven maaiveld gezet (zo wordt voorkomen dat water over maaiveld afstroomt). De berekende grondwaterstand ten opzichte van maaiveld is weergegeven in figuur B13.1. In de figuren B13.2 en B13.3 zijn de effecten op respectievelijk het freatisch grondwater en het diepere watervoerende pakket weergegeven.

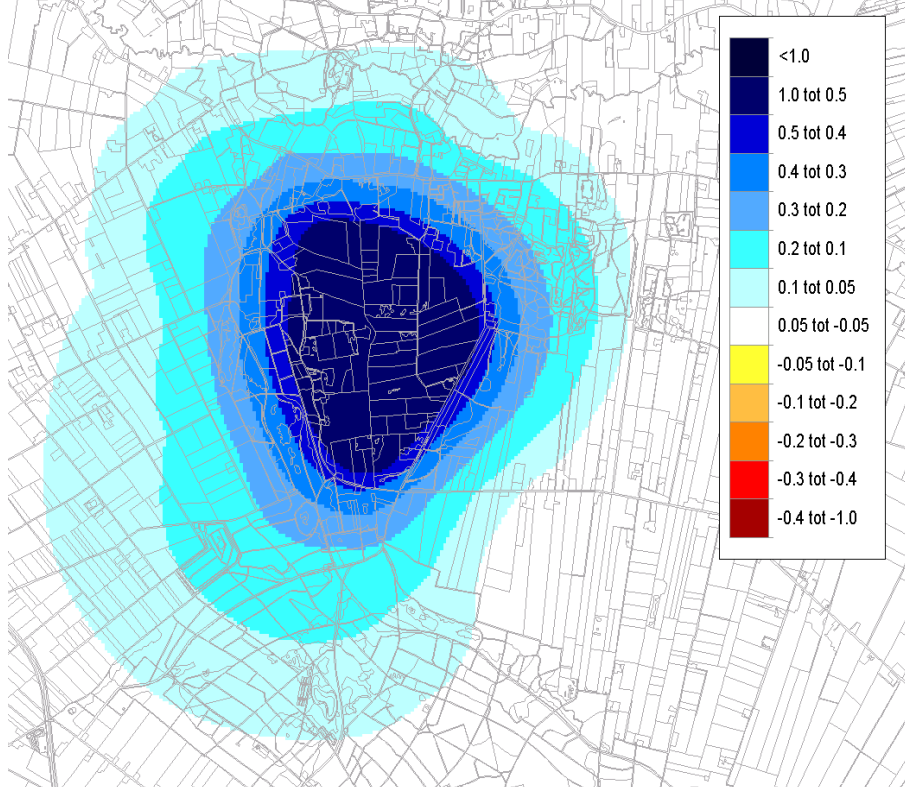
Het dempen van de sloten heeft zoals verwacht een sterk vernattend effect op Vledders en Leijer Hooilanden. De grondwaterstand in Vledders en Leijer Hooilanden stijgt tot maximaal 60 cm boven maaiveld (rekening houdend met de modelafwijking wordt dit circa 40cm boven maaiveld). Het dempen van de sloten heeft ook een sterk effect op het omliggend gebied.



Figuur B13.1 Langjarig gemiddelde grondwaterstand ten opzichte van maaiveld, bij dempen alle sloten en maximaal peilopzet (m)



Figuur B13.2 Effect van demping van alle waterlopen in Vledders en Leijer Hooilanden in het eerste watervoerend pakket, huidige situatie met gecorrigeerde waterpeilen (laag 1)



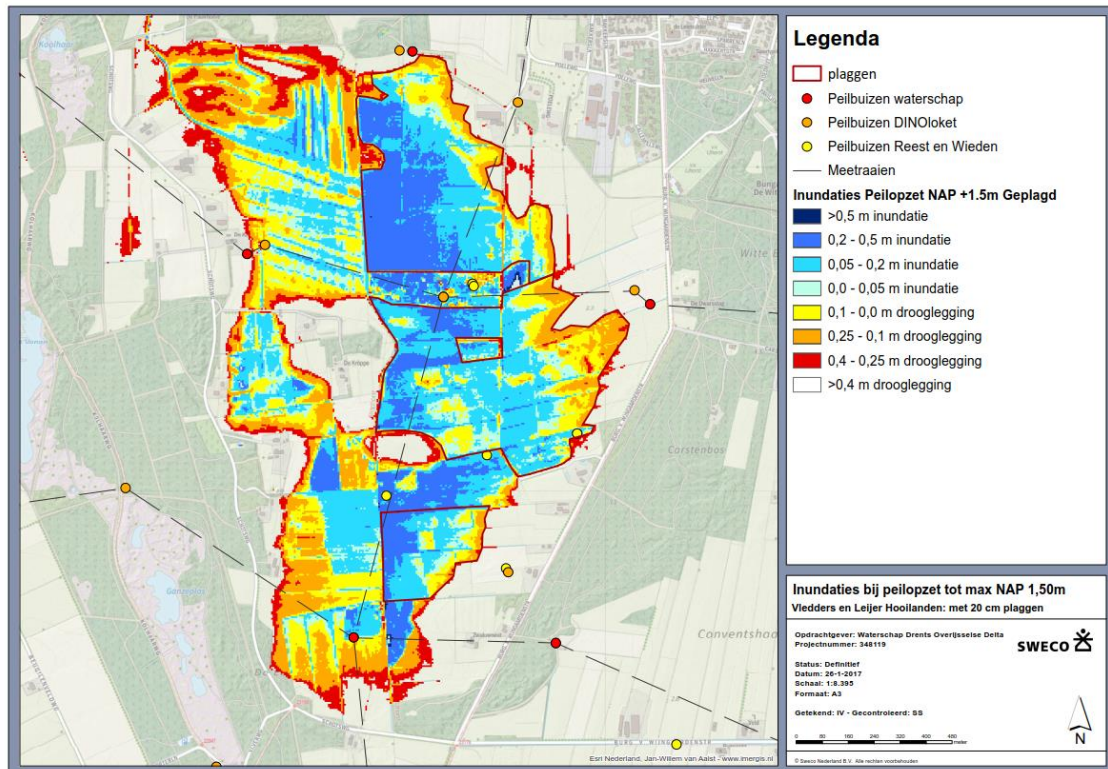
Figuur B13.3 Effect van demping van alle waterlopen in Vledders en Leijer Hooilanden in het tweede watervoerend pakket, huidige situatie met gecorrigeerde waterpeilen (laag 7)

Bijlage 14

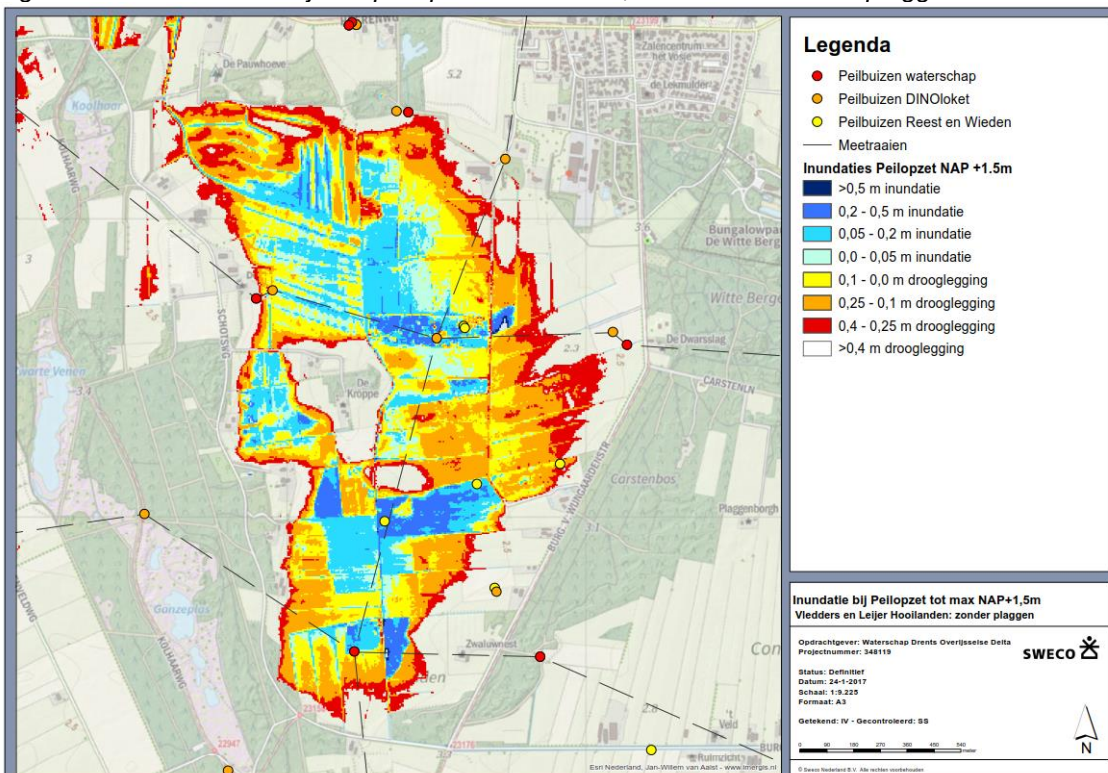
Scenario max peil NAP +1,50m

B14.1 Drooglegging

In onderstaande figuren B14.1 en B14.2 zijn de inundaties en drooglegging weergegeven bij een maximum peil van NAP +1,5 m, voor de situatie met en zonder plaggen.



Figuur B14.1 Inundaties bij een peilopzet van NAP+1,5 m inclusief 20 cm plaggen

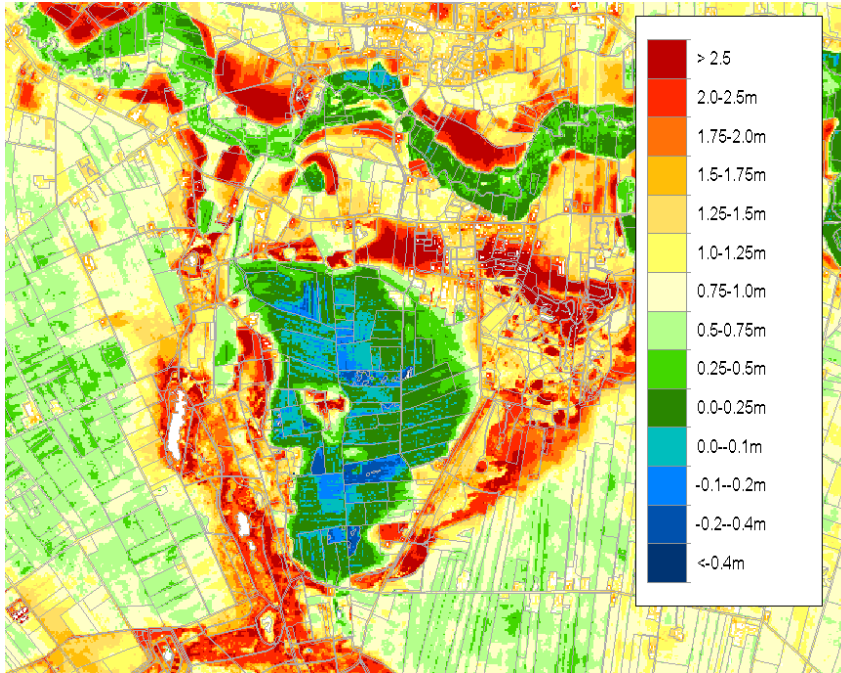


Figuur B14.2 Inundaties bij een peilopzet van NAP+1,5 m zonder plaggen

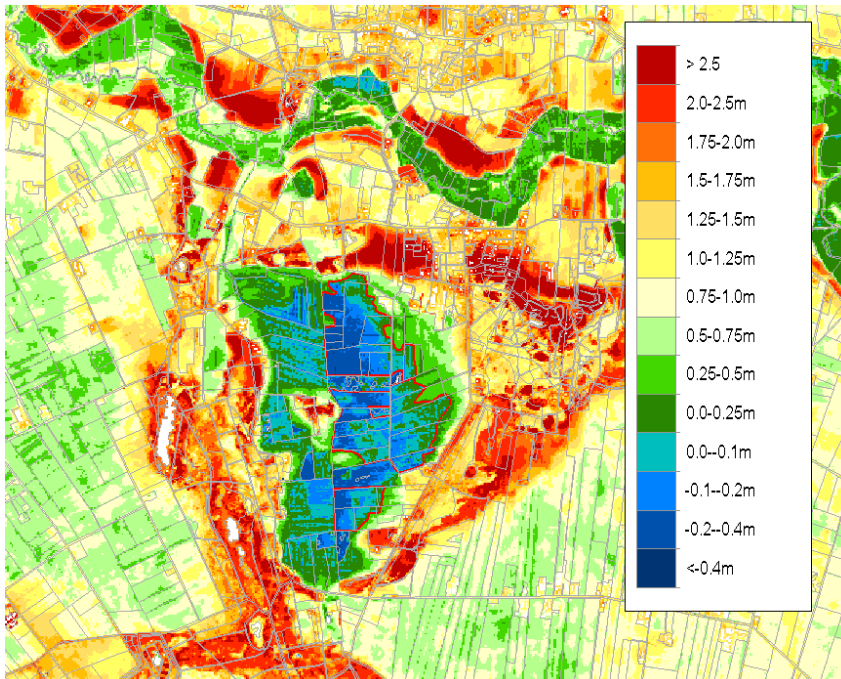
B14.2 Effect op grondwaterstanden en stijghoogten

Voor dit scenario zijn in MIPWA alle sloten gedempt en is de overland flow opgezet tot NAP +1,5m. Zodra het peil hoger wordt dan NAP +1,50 m wordt het water afgevoerd uit het model.

In figuur B14.3 en B14.4 is de met MIPWA berekende grondwaterstand ten opzichte van maaiveld weergegeven voor zowel de situatie zonder als met plaggen. Door het plaggen nemen de inundaties sterk toe.

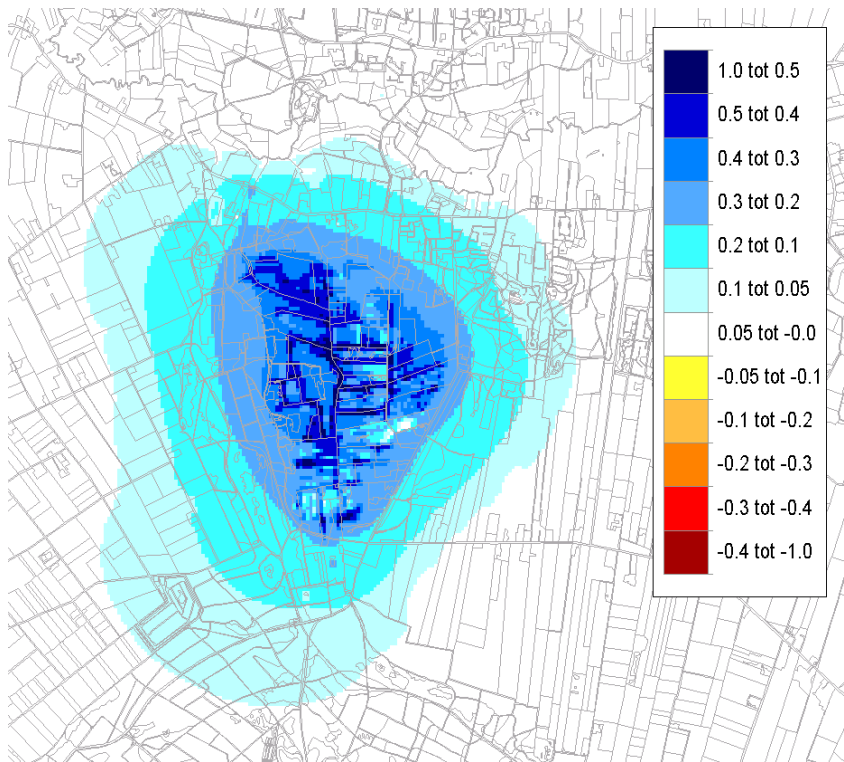


Figuur B14.3 Grondwaterstand ten opzicht van maaiveld bij een peilopzet van NAP+1,5 m zonder plaggen

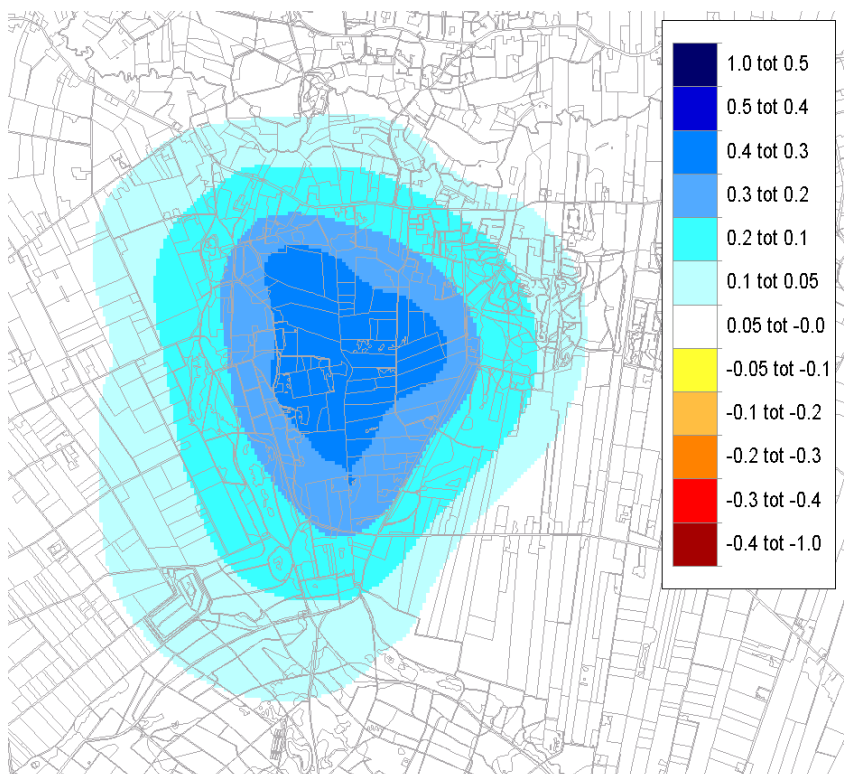


Figuur B14.4 Grondwaterstand ten opzicht van maaiveld bij een peilopzet van NAP+1,5 m met 20 cm plaggen (rood omlijnd)

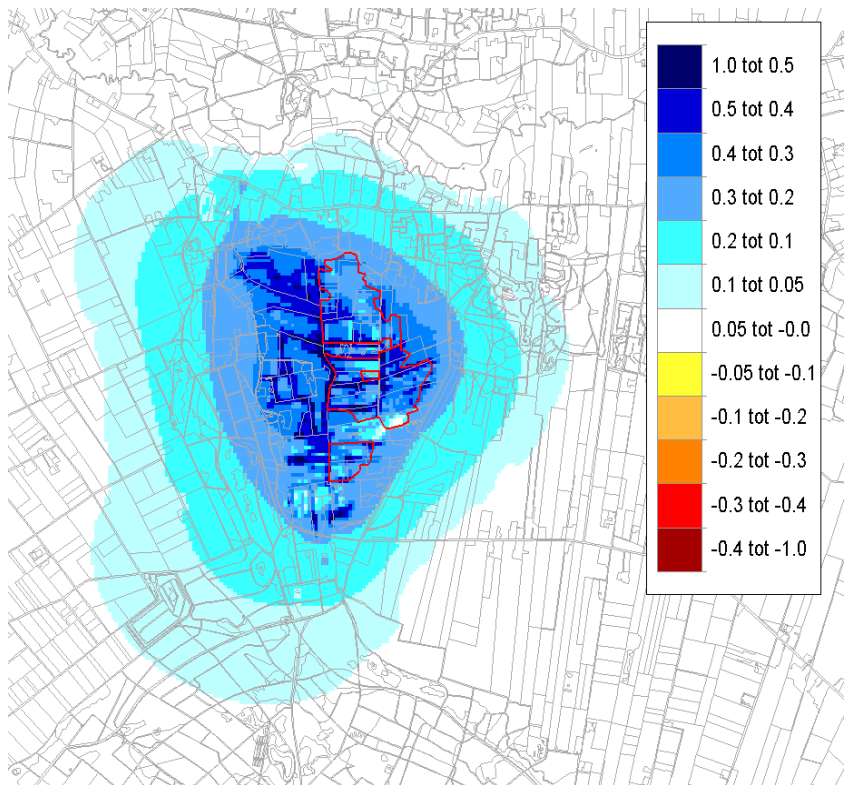
In figuur B14.5 tot en met B14.8 is het effect van peilopzet tot NAP+1,5 m weergegeven op het freatisch grondwater en het watervoerende pakket voor de situatie met en zonder plaggen.



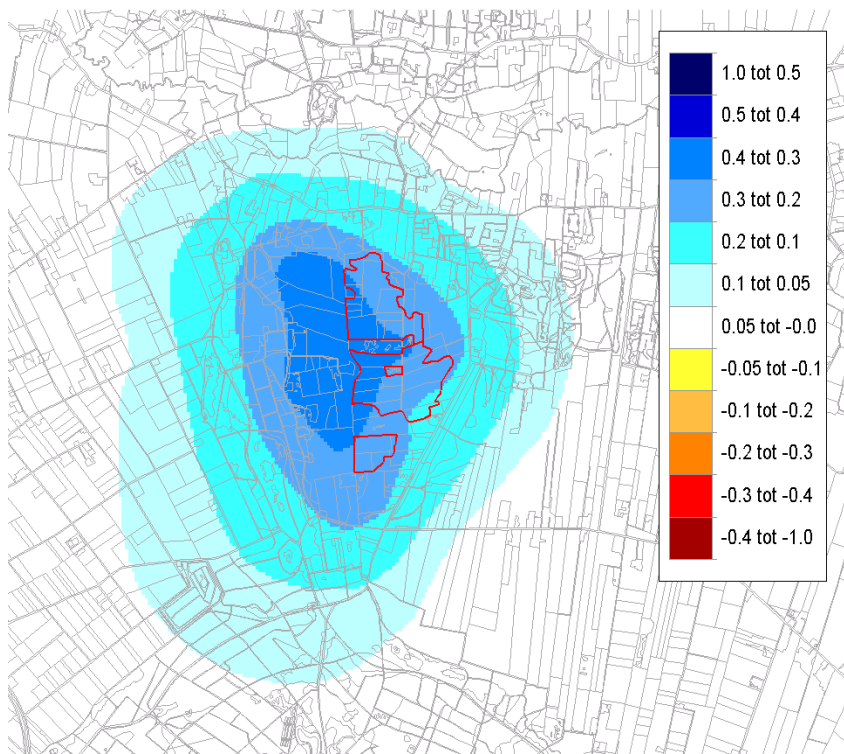
Figuur B14.5 Effect van peilopzet tot NAP+1,5 m zonder plaggen op het freatisch grondwater (laag1)



Figuur B14.6 Effect van peilopzet tot NAP+1,5 m zonder plaggen op het diepere watervoerend pakket (laag7)

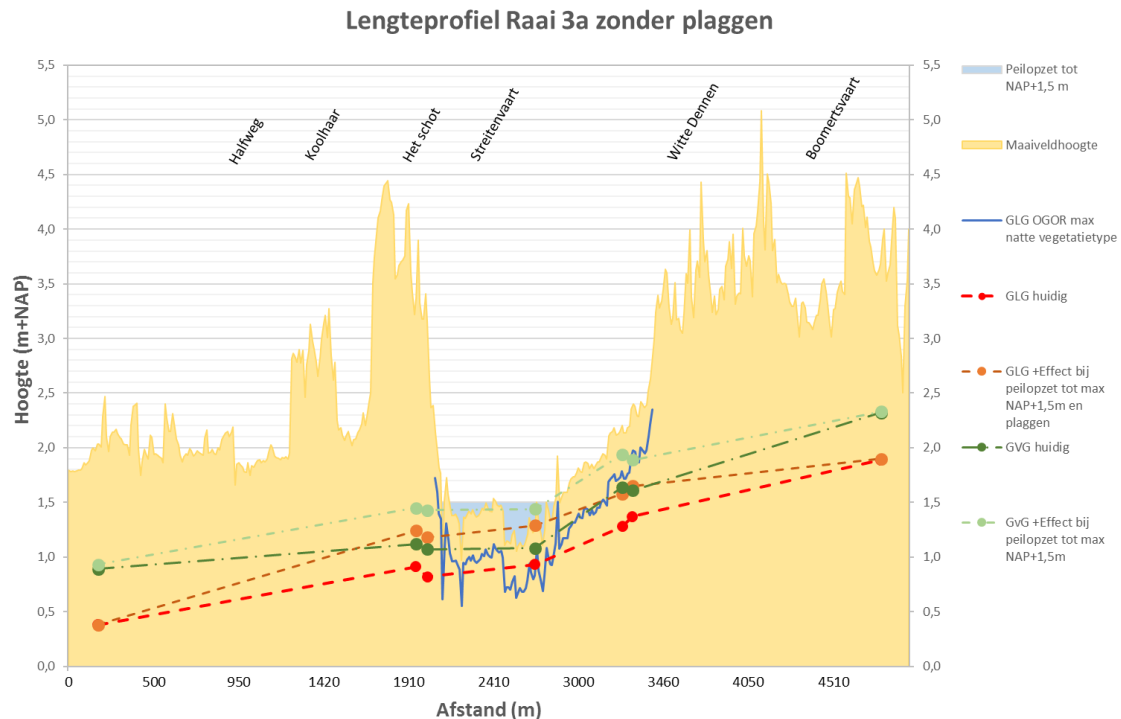


Figuur B14.7 Effect van peilopzet tot NAP+1,5 m incl. 20cm plaggen (rood omlijnd) op het frea-
tisch grondwater (laag1)

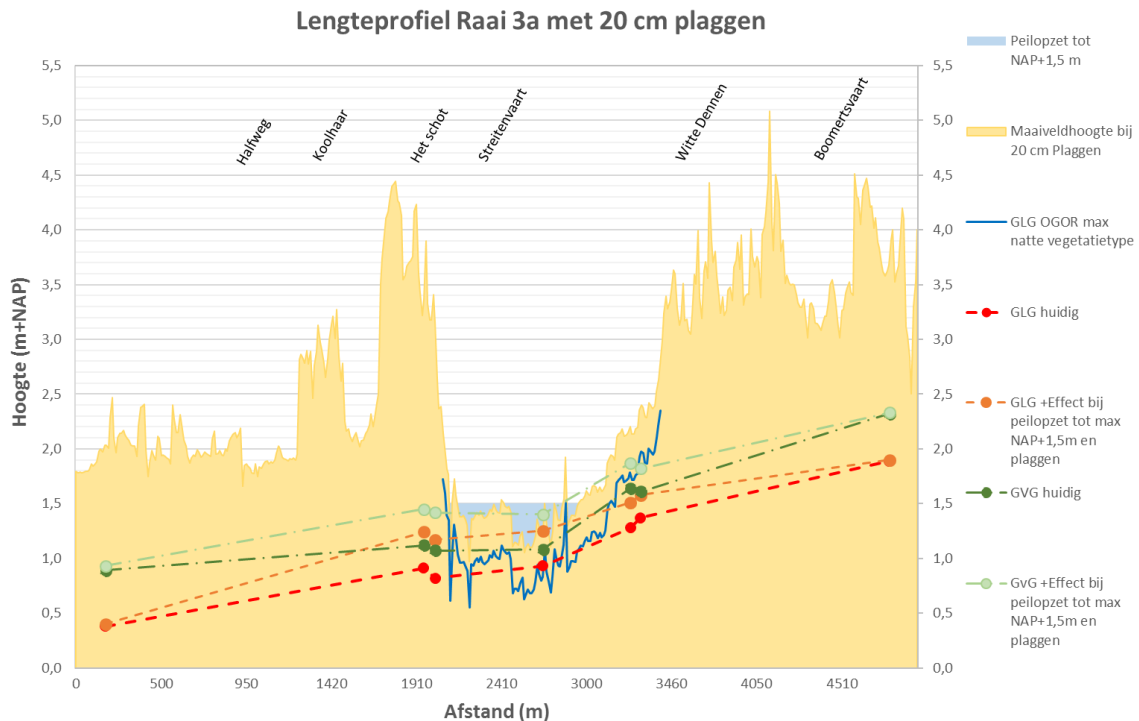


Figuur B14.8 Effect van peilopzet tot NAP+1,5 m incl. 20cm plaggen (rood omlijnd) op het die-
pere watervoerend pakket (laag7)

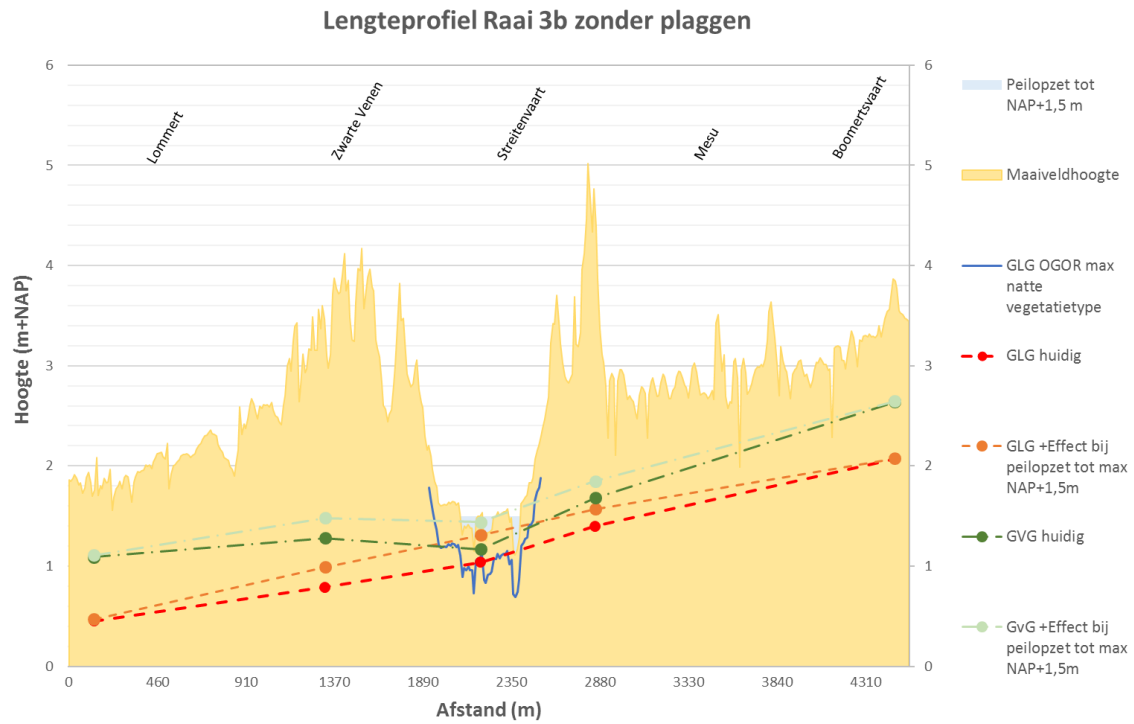
Het model is stationair doorgerekend. Om toch een indicatie te krijgen in de effecten voor de GLG situatie, is het effect berekend met het stationaire model opgeteld bij de huidige GLG. In figuur B14.9 t/m B14.14 zijn de raaien weergegeven met de huidige GLG op basis van de peilbuizen en de toekomstige GLG waarbij het berekende effect van de peilopzet is toegevoegd. De situering van de raaien is weergegeven in bijlage 1.



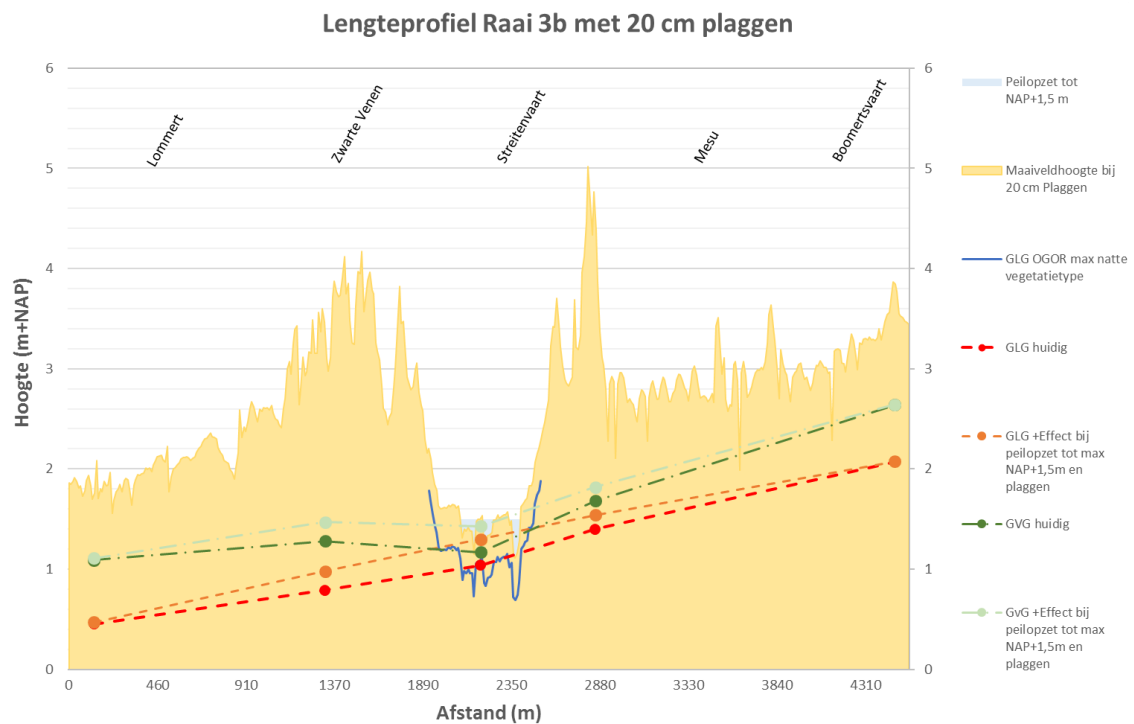
Figuur B14.9 Effect van demping van alle waterlopen in Vledders en Leijer Hooilanden en peilopzet tot NAP+1,5 m op de GLG in raai 3a (west-oost)



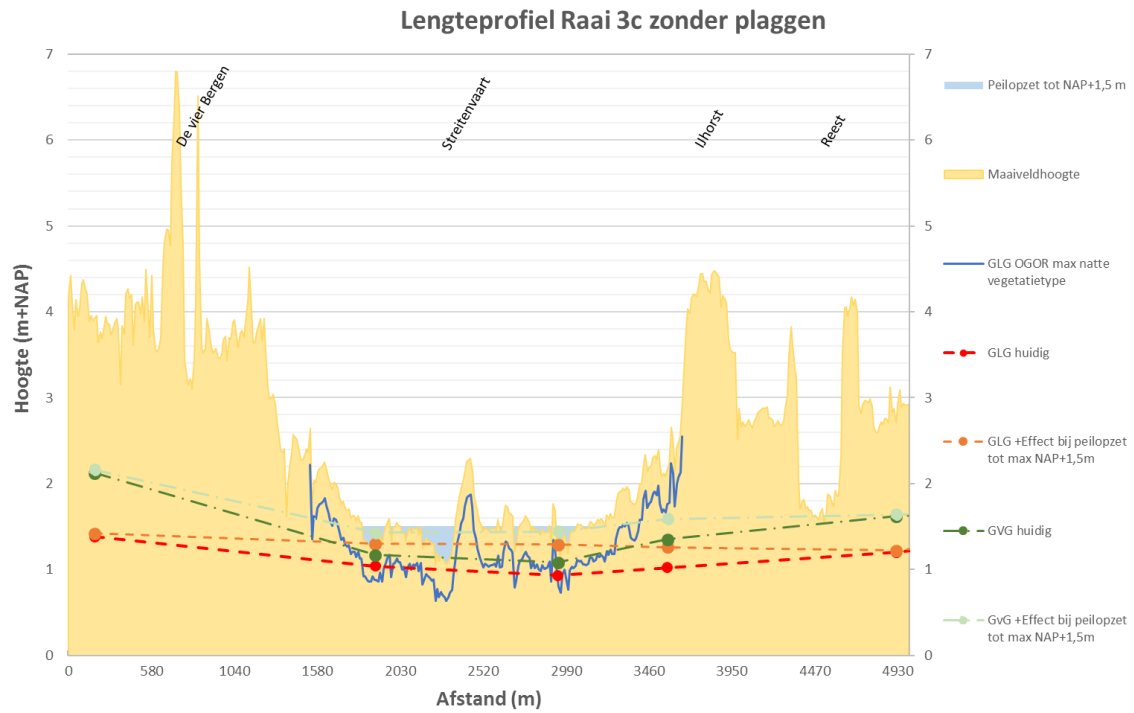
Figuur B14.10 Effect van demping van alle waterlopen in Vledders en Leijer Hooilanden en peilopzet tot NAP+1,5 m op de GLG in raai 3a (west-oost), situatie met plaggen



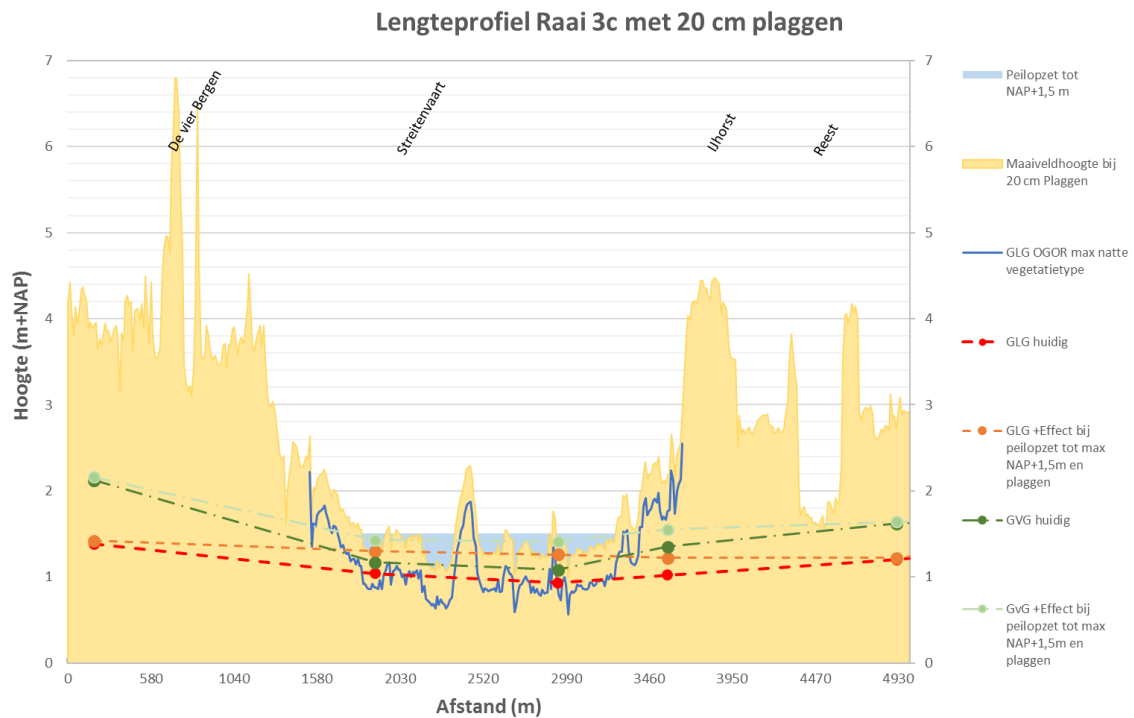
Figuur B14.11 Effect van demping van alle waterlopen in Vledders en Leijer Hooilanden en peil-opzet tot NAP+1,5 m op de GLG in raai 3b (west-oost)



Figuur B14.12 Effect van demping van alle waterlopen in Vledders en Leijer Hooilanden, peil-opzet tot NAP+1,5 m en plaggen van de oostflank op de GLG in raai 3b (west-oost)



Figuur B14.13 Effect van demping van alle waterlopen in Vledders en Leijer Hooilanden en peil-opzet tot NAP+1,5 m op de GLG in raai 3c (zuid-noord)

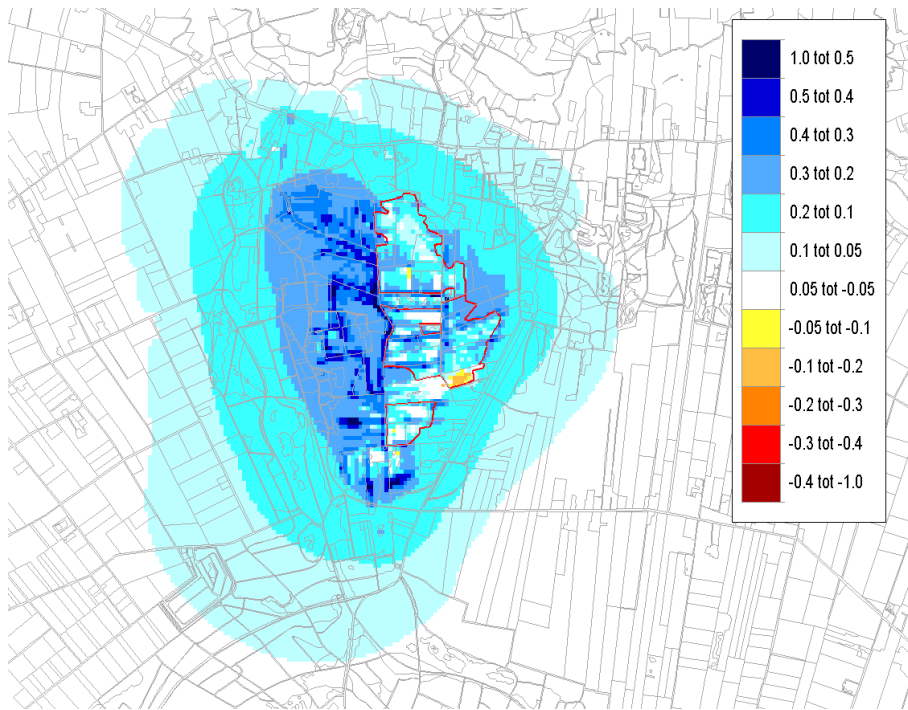


Figuur B14.14 Effect van demping van alle waterlopen in Vledders en Leijer Hooilanden, peil-opzet tot NAP+1,5 m en plaggen van de oostflank op de GLG in raai 3c (zuid-noord)

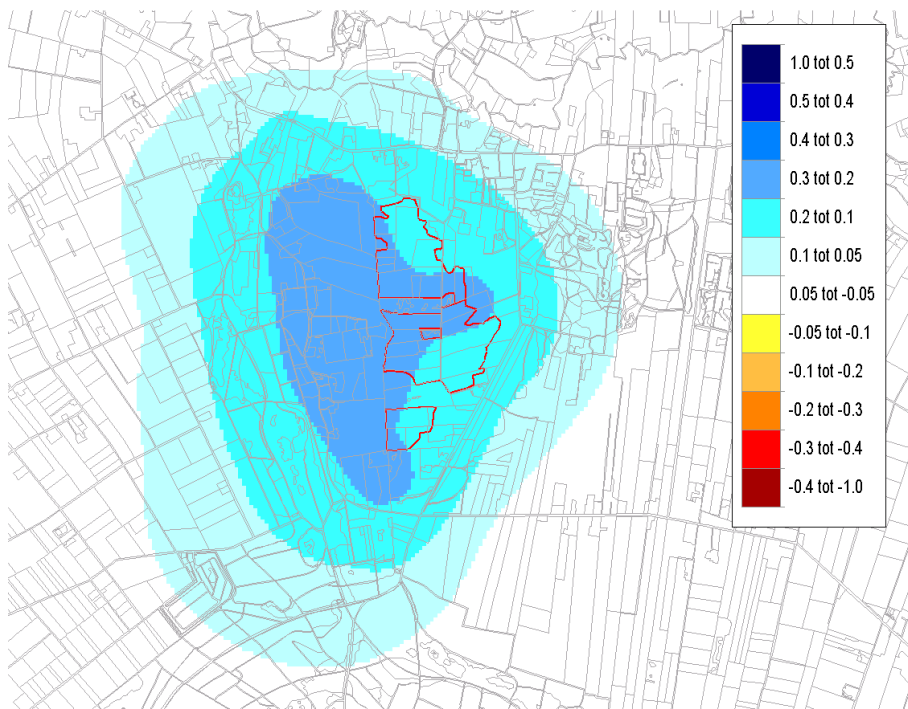
Bijlage 15

Scenario max peil NAP +1,30m met plaggen

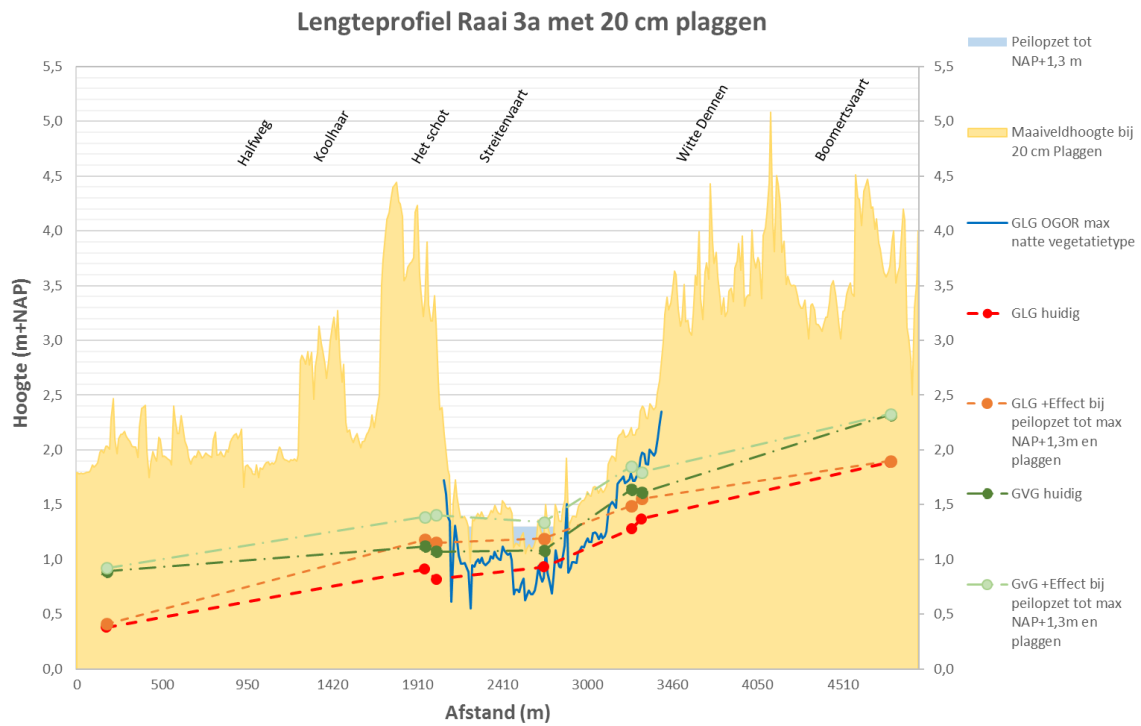
In figuur B15.1 en 15.2 is het effect van peilopzet tot NAP+1,3 m weergegeven op het freatisch grondwater en het watervoerende pakket voor de situatie met plaggen. In figuur B15.3 t/m B15.5 zijn de effecten op de GLG weergegeven.



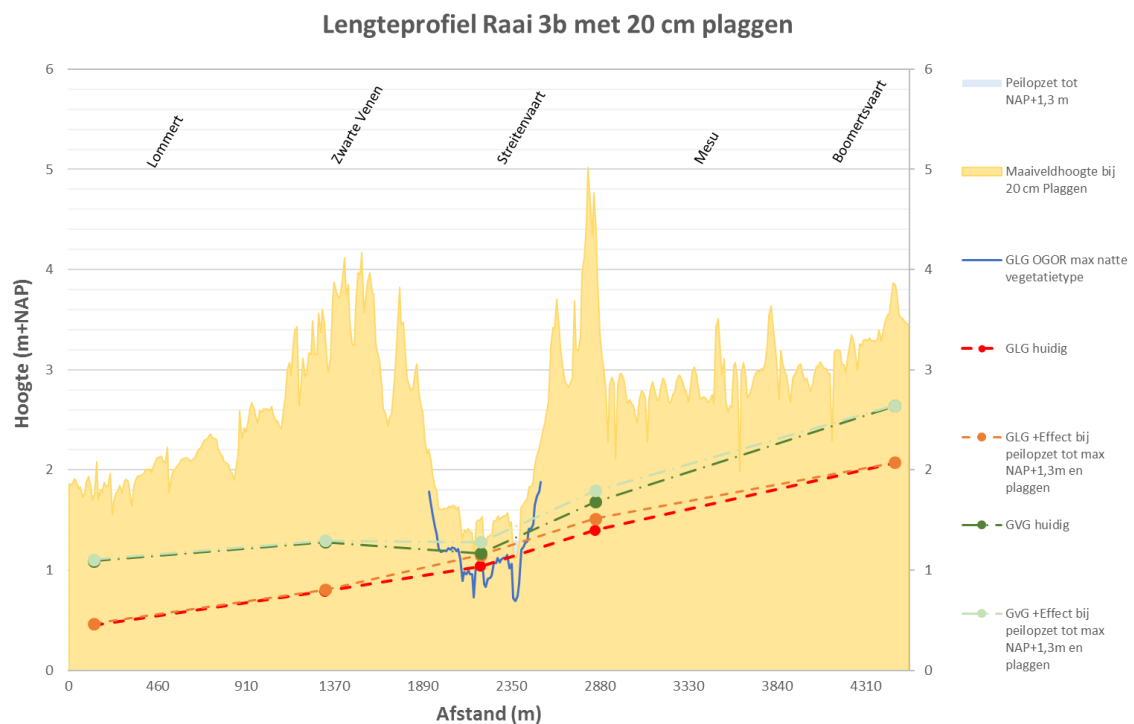
Figuur B15.1 Effect van demping van alle waterlopen in Vledders en Leijer Hooilanden, peilopzet tot NAP+1,3 m en het plaggen van de oostflank (rood omlijnd) op het freatisch grondwater (laag1)



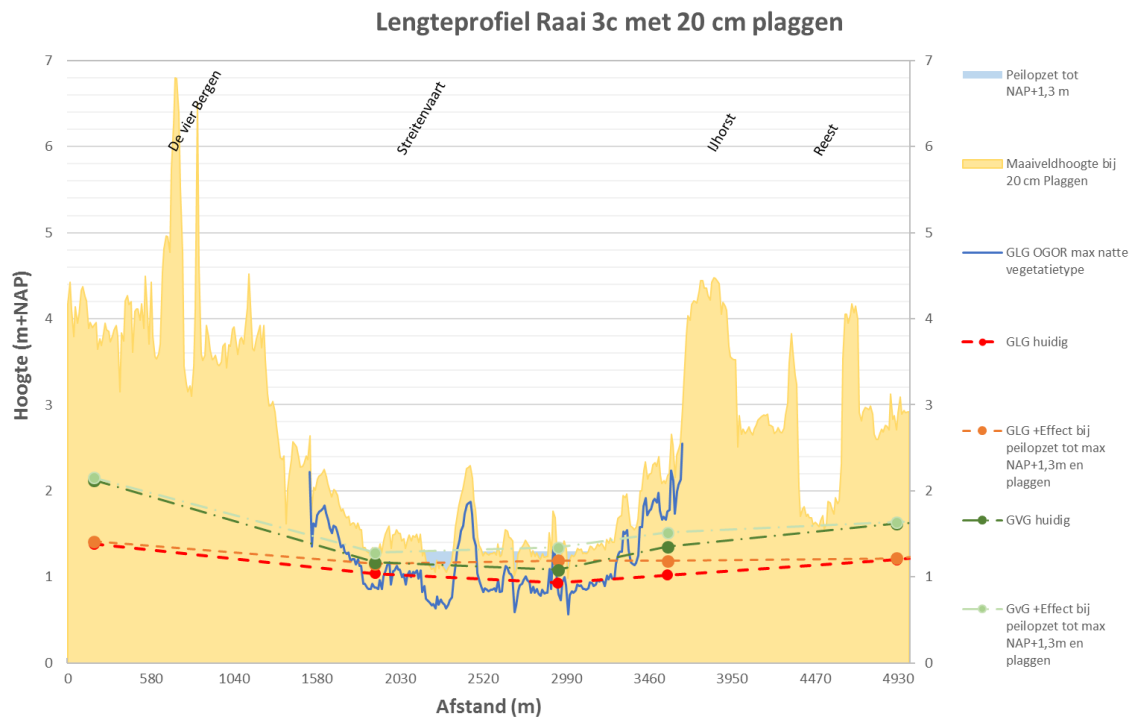
Figuur B15.2 Effect van demping van alle waterlopen in Vledders en Leijer Hooilanden, peilopzet tot NAP+1,3 m en het plaggen van de oostflank (rood omcirkelt) in het diepere watervoerend pakket (laag7)



Figuur B15.3 Effect van demping van alle waterlopen in Vledders en Leijer Hooilanden, peilopzet tot NAP+1,3 m en plaggen op de GLG in raai 3a (west-oost)



Figuur B15.4 Effect van demping van alle waterlopen in Vledders en Leijer Hooilanden, peilopzet tot NAP+1,3 m en plaggen van de oostflank op de GLG in raai 3b (west-oost)



Figuur B15.5 Effect van demping van alle waterlopen in Vledders en Leijer Hooilanden, peilopzet tot NAP+1,3 m en plaggen van de oostflank op de GLG in raai 3c (zuid-noord)



Legenda

- Gemaal
- Stuwen
- Freatische peilbuizen Waterschap, gemeten GxG
- Freatische peilbuizen DINOloket, gemeten GxG

Contour effect peilopzet NAP+1,3 m

- 0,05 m
- 0,10 m
- 0,20 m
- 0,30 m
- 0,40 m

* Resultaat van verkennende berekening

Berekend effect peilopzet NAP+1,3m zonder pluggen GGOR Vledders en Leijer Hooilanden

Opdrachtgever: Waterschap Drents Overijsselse Delta
Projectnummer: 348119

Status: Definitief
Datum: 16-3-2017
Schaal: 1:15.000
Formaat: A3

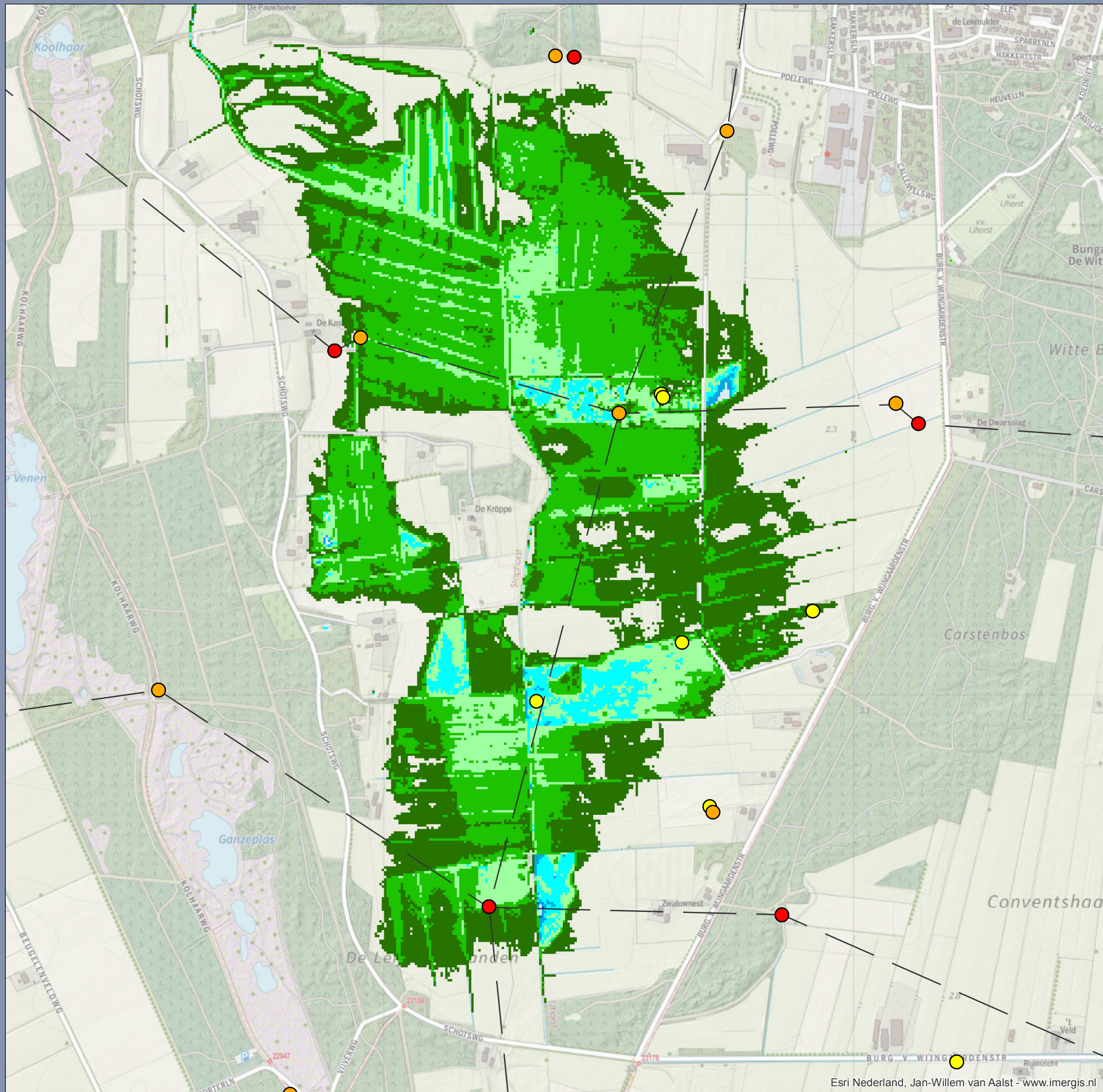
Getekend: IV - Gecontroleerd: SS

0 150 300 450 600 750 900 meter

© Sweco Nederland B.V. Alle rechten voorbehouden

SWECO





Legenda

- Peilbuizen waterschap
- Peilbuizen DINOloket
- Peilbuizen Reest en Wieden

— Meetraaien

Habitattype Peilopzet NAP+1.3m

- Te nat
- GVG: -0,2 tot -0,5 m-mv: Grote zeggen moerassen (caricetum Gracilis)
- GVG: -0,05 tot -0,2 m-mv: Overgangs en trilvenen, grote zeggen moerassen
- GVG: 0,1 tot -0,05 m-mv: Overgangs en trilvenen, Dotterbloem en blauwgrasland
- GVG: 0,1 tot 0,25 m-mv: Dotterbloem en blauwgrasland
- GVG: 0,25 tot 0,4 m-mv: Dotterbloem en blauwgrasland
- Te droog

Potentiele habitattype bij peilopzet tot max NAP 1,30m Vledders en Leijer Hooilanden

Opdrachtgever: Waterschap Drents Overijsselse Delta
Projectnummer: 348119

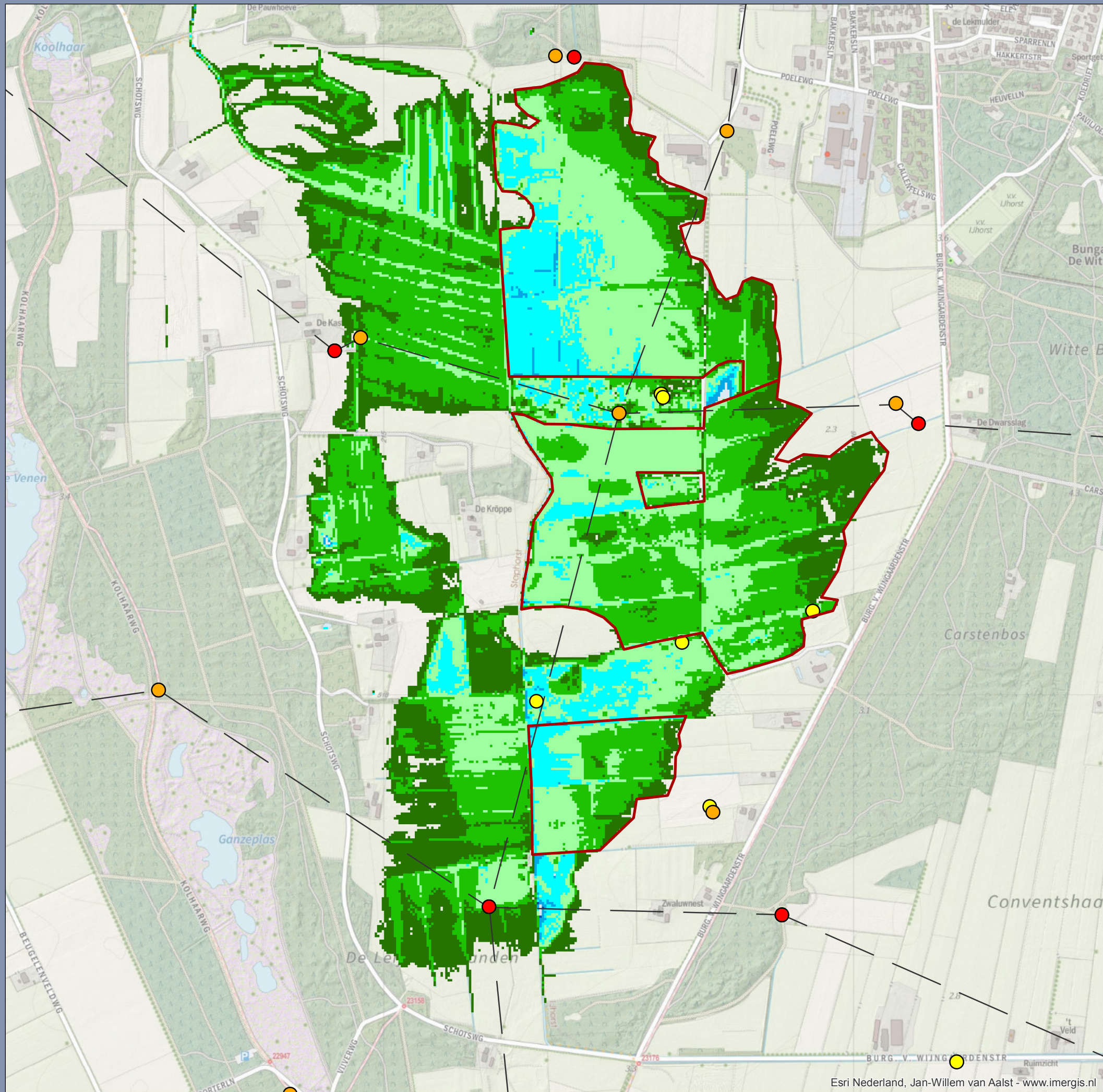


Status: Definitief
Datum: 26-1-2017
Schaal: 1:8.395
Formaat: A3

Getekend: IV - Gecontroleerd: SS

0 80 160 240 320 400 480 meter





Legenda

- Plaggen
- Peilbuizen waterschap
- Peilbuizen DINOloket
- Peilbuizen Reest en Wieden
- Meetraaien

Habitattype Peilopzet NAP+1.3m en plaggen

- Te nat
- GVG: -0,2 tot -0,5 m-mv: Grote zeggen moerassen (caricetum Gracilis)
- GVG: -0,05 tot -0,2 m-mv: Overgangs en trilvenen, grote zeggen moerassen
- GVG: 0,1 tot -0,05 m-mv: Overgangs en trilvenen, Dotterbloem en blauwgrasland
- GVG: 0,1 tot 0,25 m-mv: Dotterbloem en blauwgrasland
- GVG: 0,25 tot 0,4 m-mv: Dotterbloem en blauwgrasland
- Te droog

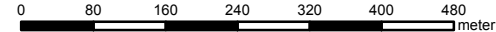
Potentiele habitattype bij peilopzet tot max NAP 1,30m Vledders en Leijer Hooilanden: met 20 cm plaggen

Opdrachtgever: Waterschap Drents Overijsselse Delta
Projectnummer: 348119



Status: Definitief
Datum: 26-1-2017
Schaal: 1:8.395
Formaat: A3

Getekend: IV - Gecontroleerd: SS

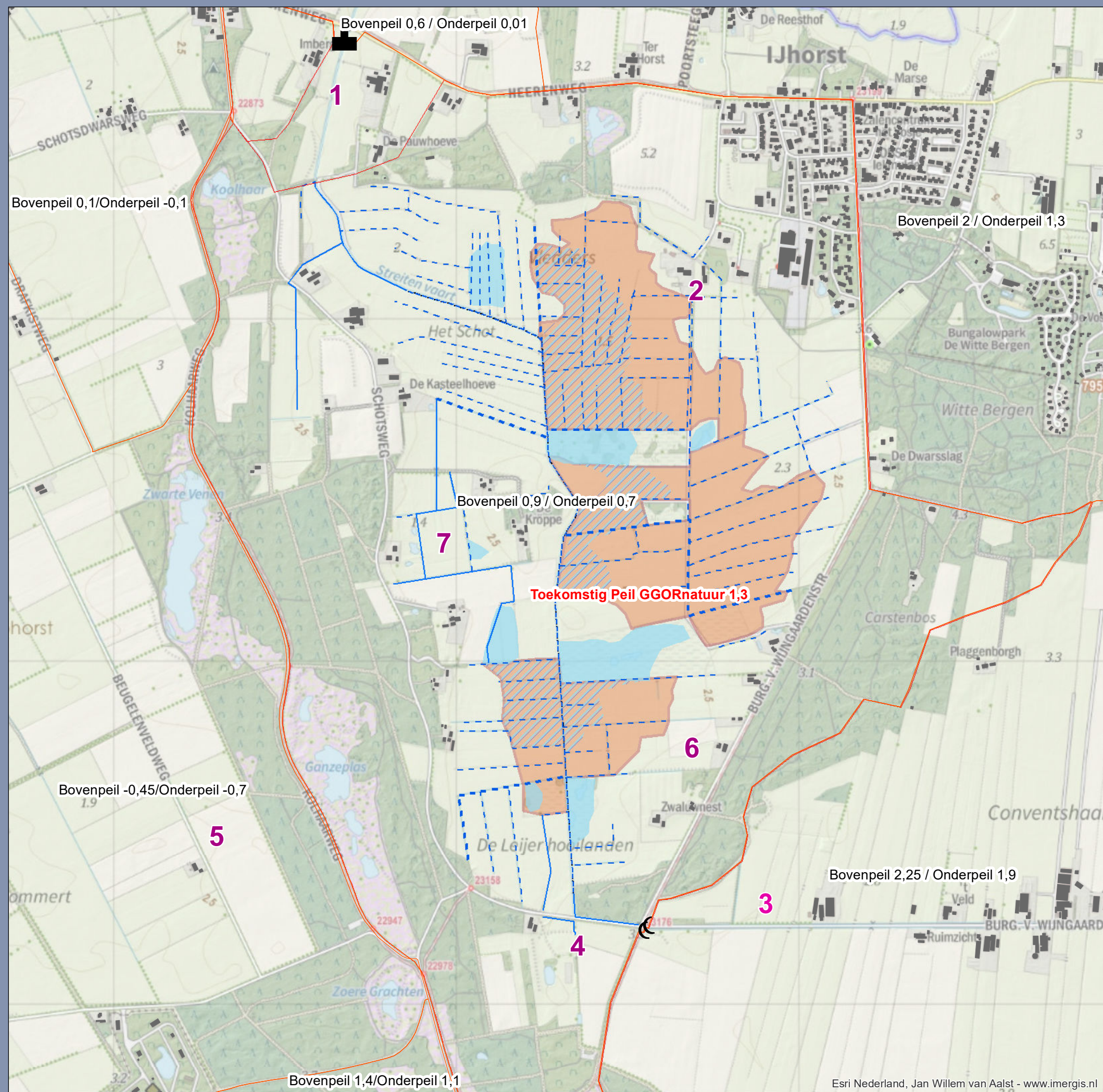


Bijlage 16

Maatregelenkaart

Bijlage 17

Aandachtlocaties



Legenda

 Gemaal

 Stuwen

 Toekomstig peilgebiedgrens

Waterlopen

 Te handhaven

 Kleine sloot verontdiepen

 Grote sloot verontdiepen

 Streitenvaart verontdiepen

 Inundatie zonder plaggen

 Extra inundatie indien wordt geplagd

 Zoekgebied plaggen (nader uit te werken)

Nr Aandachtslocatie (zie rapportage)

Aandachtslocaties peilopzet tot NAP +1,3m OGOR natuur Vledders en Leijer Hooilanden

Opdrachtgever: Waterschap Drents Overijsselse Delta
Projectnummer: 348119

Status: Definitief
Datum: 12-4-2017
Schaal: 1:11.500
Formaat: A3

Getekend: IV - Gecontroleerd: SS

0 110 220 330 440 550 660 meter

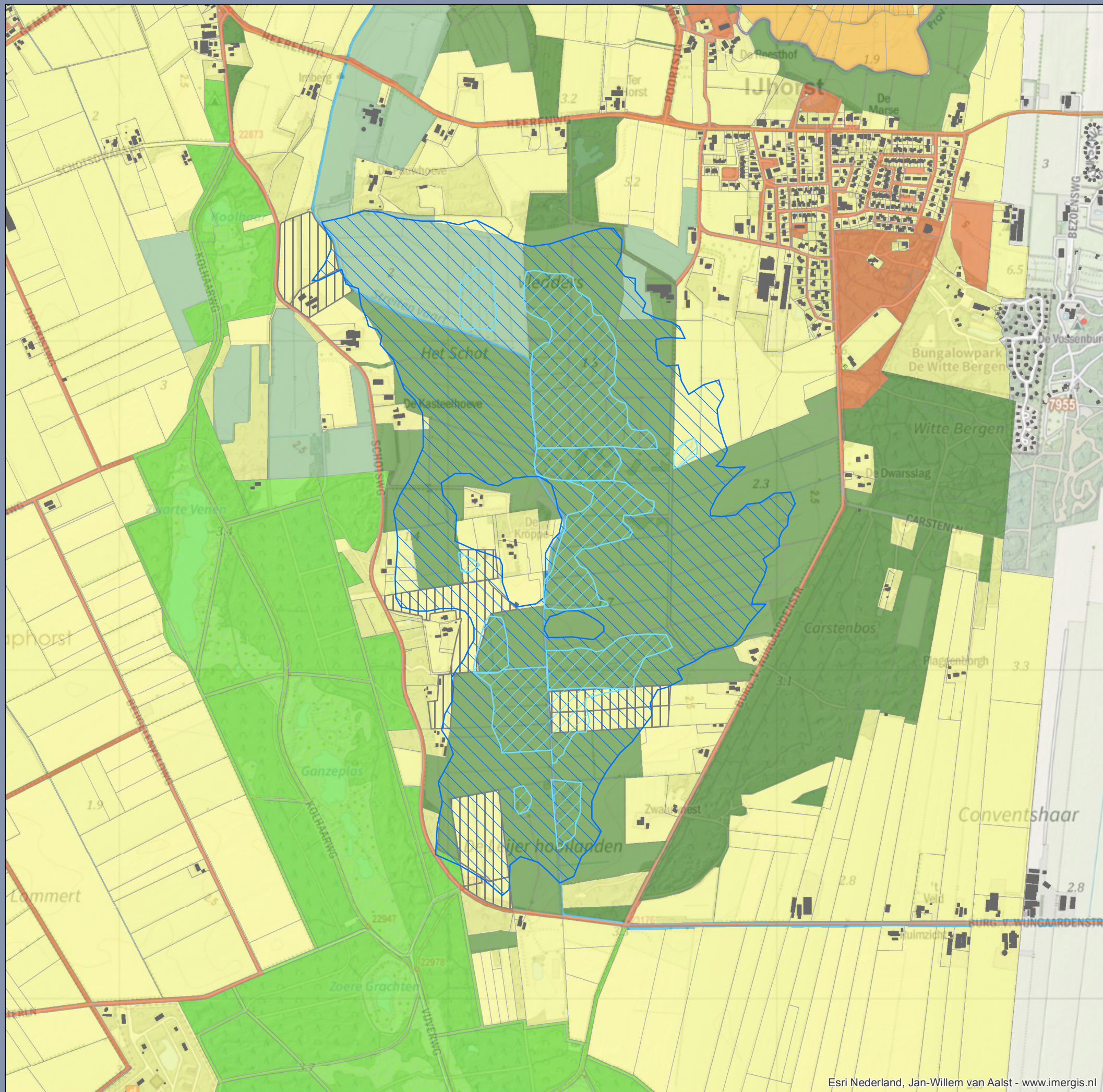
© Sweco Nederland B.V. Alle rechten voorbehouden

SWECO 



Bijlage 18

Eigendomskaart



Legenda

- Inundatie peilopzet tot NAP+1,3m
- Inundatie peilopzet tot NAP+1.85m
- Opgave vrij te ruilen percelen tbv natuur

Eigendom

- Particulier
- Provincie Overijssel
- Gemeente Staphorst
- Provincie Drenthe
- Staatsbosbeheer
- Stichting Het Overijssels Landschap
- Waterschap Reest En Wieden

Eigendomskaart OGOR natuur Vledders en Leijer Hooilanden

Opdrachtgever: Waterschap Drents Overijsselse Delta
Projectnummer: 348119

Status: Definitief
Datum: 8-5-2017
Schaal: 1:12.000
Formaat: A3

Getekend: IV - Gecontroleerd: SS



Bijlage 19

Kostenindicatie

