

Rapport

Projectnummer: 352310

Referentienummer: SWNL0207330

Datum: 31-05-2017

Grondwatersituatie N2000-gebied Bargerveen

Meetnet verdroging periode 2008-2015

Definitief

Verantwoording

Titel	Grondwatersituatie N2000-gebied Bargerveen
Subtitel	Meetnet verdroging periode 2008-2015
Projectnummer	352310
Referentienummer	Referentienummer
Revisie	D01
Datum	31-05-2017
Auteur(s)	Ton van der Linden, Sandra Schunselaar
E-mailadres	sandra.schunselaar@sweco.nl
Gecontroleerd door	Sandra Schunselaar
Paraaf gecontroleerd	
Goedgekeurd door	Yska de Leeuw
Paraaf goedgekeurd	

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
1.1	Aanleiding	5
1.2	Doel.....	5
1.3	Werkwijze.....	5
1.4	Leeswijzer	5
2	Actuele hydrologische en ecologische situatie	6
2.1	Algemeen	6
2.2	Algemene hydrologische systeembeschrijving	6
2.3	Actuele grondwaterstanden (AGOR)	8
2.3.1	Algemeen.....	8
2.3.2	Beoordeling filterstelling/indeling in watervoerende lagen.....	8
2.3.3	Beoordeling meetreeksen	12
2.3.4	GVG en GLG peilbuizen periode 2008-2015.....	13
2.3.5	GVG en GLG aan hand van de meetraai	16
2.4	Huidige ecologische situatie.....	23
3	Uitgevoerde maatregelen	27
4	Optimale grond- en oppervlaktewaterregime voor natuur.....	30
4.1	Algemeen	30
4.2	Optimaal grond- en oppervlaktewaterregime (OGOR) habitattypen	30
4.3	Optimaal grond- en oppervlaktewaterregime (OGOR) vegetatietypen.....	30
5	Toets aan de hydrologische randvoorwaarden.....	32
5.1	Werkwijze.....	32
5.2	Resultaat toetsing	32
5.2.1	Algemeen.....	32
5.2.2	Hoogveenkern Meerstalblok.....	37
5.2.3	Baggervelden	37
5.2.4	Bovenveense graslanden.....	37
5.2.5	Stijghoogte in de veenbasis	39
6	Tijdreeksanalyse.....	43
6.1	Algemeen	43
6.2	Resultaten algemene tijdreeksanalyse	43
6.3	Gedetailleerde analyse	45
6.3.1	Algemeen.....	45
6.3.2	Vernattingsmaatregelen Noordwest Bargerveen (B23A0765_2)	45
6.3.3	Peilverlaging Bekken	46

7	Conclusies en aanbevelingen	49
7.1	Conclusies.....	49
7.2	Aanbevelingen.....	50

Bijlagen:

1. AHN Hoogtekaart
2. Veendikte (veenkartering TNO)
3. Diepte bovenkant keileem
4. Dikte keileem
5. Bovenkant Urk klei
6. Dikte Urk klei
7. Oppervlaktewatersysteem- peilvakken
8. Beoordeling meetnet verdroging
- 9 Peilbuizen langs de meetraai
- 10 OGOR natuur
- 11 Werkwijze tijdreeksmodellering

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Verdroging van natuurgebieden is één van de belangrijkste oorzaken van de achteruitgang van natuurkwaliteit in Nederland. In de periode van 2006 tot en met 2007 is een ontwerp gemaakt voor het Meetnet Verdroging in Noord en Oost Nederland. Hierbij is uitgegaan van de 'Methode Brabant'. Sinds 2008 worden de grondwaterstanden in dit meetnet met behulp van dataloggers geregistreerd.

Met dit meetnet is het mogelijk om de hydrologische situatie in de natuurgebieden te monitoren. Door de hydrologische situatie te vergelijken met de hydrologische vereisten van de vegetaties, wordt een indicatie gekregen van de huidige toestand. Met de meetreeksen kunnen bovendien trends in de grondwaterstanden worden afgeleid, welke van belang zijn voor aanwezige natuurdoelen ter plaatse.

1.2 Doel

Aan Sweco is gevraagd om een grondwaterrapportage uit te voeren voor het N2000-gebied Bargerveen. Doel van de rapportage is drieledig:

1. Een beschrijving geven van de huidige hydrologische toestand op basis van de beschikbare meetreeksen uit het meetnet verdroging voor de periode 2008-2015.
2. Een verbinding leggen tussen huidige hydrologische toestand en ter plaatse aanwezige vegetatietypen, natuurbeheertypen en habitattypen.
3. Een analyse van de sturende factoren die het al dan niet behalen van deze doelen beïnvloeden; hierbij ligt de nadruk op de hydrologische situatie.

1.3 Werkwijze

De volgende stappen zijn uitgevoerd:

- opstellen beknopte beschrijving van de actuele hydrologische en ecologische situatie per raai of groepen meetlocaties ter plaatse van peilbuizen en PQ's voor de periode 2008-2015 (AGOR: Actueel Grond- en Oppervlaktewater Regime);
- in beeld brengen uitgevoerde maatregelen in periode 2008-2015;
- bepalen benodigde hydrologische condities om natuurdoelen te realiseren (OGOR: Optimaal Grond- en Oppervlaktewater Regime);
- uitvoeren toets/ analyses in welke mate voldaan wordt aan bovenstaande condities, inclusief een vertaling naar natuurdoelen (AGOR-OGOR);
- uitvoeren tijdreeksanalyses met behulp van het programma Menyanthes voor bepaling eventuele trends en externe invloeden over de periode 2008-2015.

1.4 Leeswijzer

Het rapport is als volgt opgebouwd:

- H2. Actuele hydrologische en ecologische situatie
- H3. Uitgevoerde hydrologische maatregelen
- H4. Optimale grond- en oppervlaktewaterregime voor natuur
- H5. Toets aan de hydrologische randvoorwaarden
- H6. Tijdreeksmodellering
- H7. Conclusies en aanbevelingen

2 Actuele hydrologische en ecologische situatie

2.1 Algemeen

Voor het N2000-gebied Bargerveen is een beknopte beschrijving gegeven van de actuele hydrologische en ecologische situatie ter plaatse van de meetpunten. Hierbij is zoveel mogelijk uitgegaan van het visualiseren van de situatie in de vorm van raaien of kaarten.

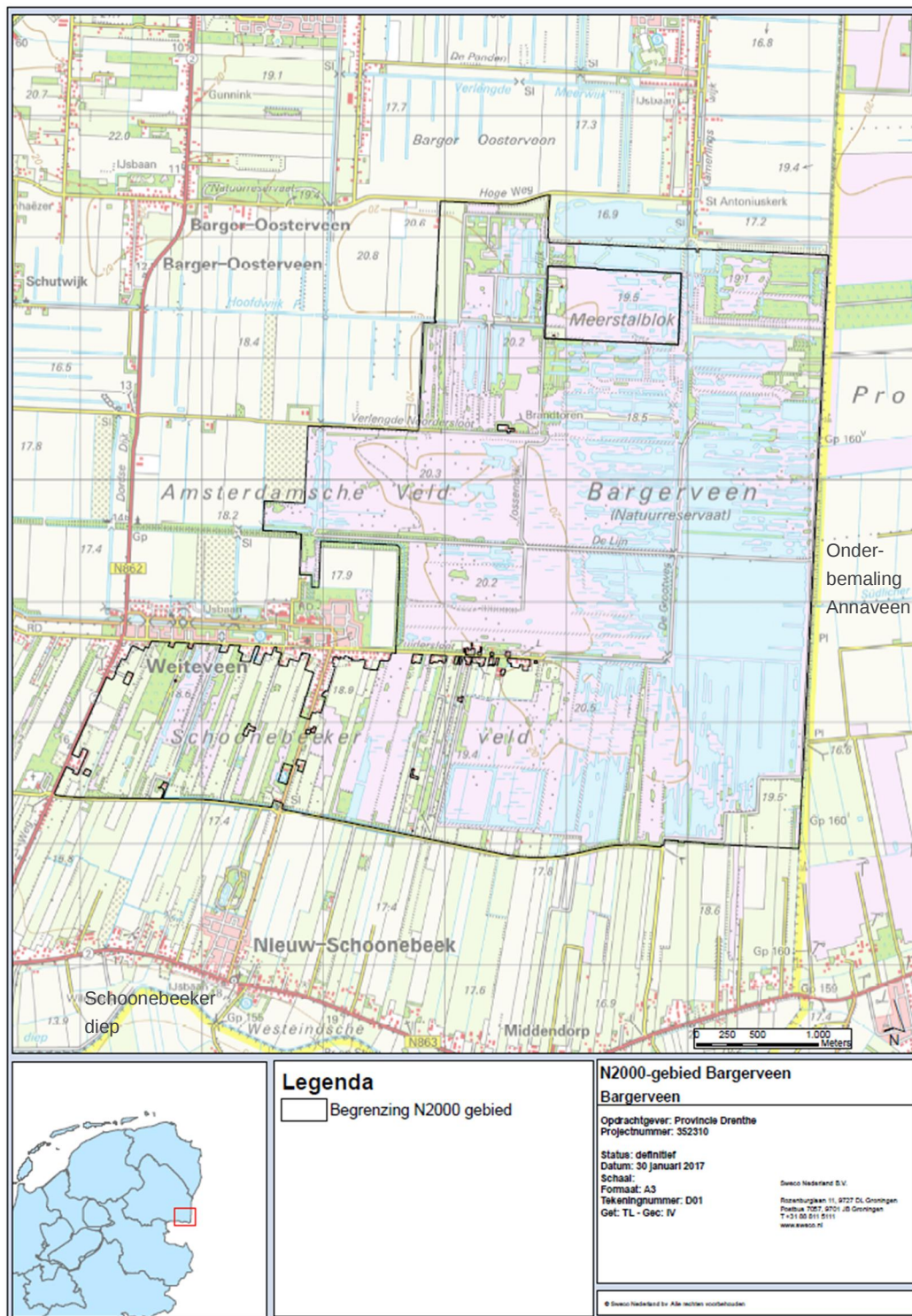
2.2 Algemene hydrologische systeembeschrijving

Het Bargerveen is aangewezen als N2000-gebied, gelegen aan de Duitse grens in het zuidoosten van Drenthe, zie Figuur 2-1. Het Bargerveen is gesitueerd op de zuidelijke uitloper van de Hondsrug, op de overgang naar het Hunzedal in het oosten. Het is van oorsprong een uitgestrekt, grensoverschrijdend hoogveengebied, maar door veenaafgraving in het verleden zijn hier nog enkel restanten van over. Op de hoogtekaart zijn deze restanten nog zichtbaar, zie bijlage 1. De veendikte verschilt sterk in het gebied. Het Meerstalblok heeft nog een veendikte van 3,4 tot 5,7 m, terwijl in de grotendeels afgegraven delen, de veenlaag nog tussen 0 en 2,3m dik is. Het Schoonebeekerveld bevat ook nog enkele locaties met veendiktes van meer dan 2,30 m (bijlage 2, Veenkartering TNO 2013). Behalve de aanwezigheid van een veenpakket, is de aanwezigheid van keileem in de diepere ondergrond van grote invloed op het hydrologisch systeem in dit gebied. Dit pakket doorkruist het Bargerveen (bijlage 3 en bijlage 4). Ook komt er in de diepere ondergrond nog Urk klei voor (bijlage 5 en bijlage 6). In het noordoostelijk deel van het Bargerveen ontbreekt, zowel de keileem als de Urk klei.

In het N2000-gebied komen op grote schaal baggervelden voor met relatief hoge waterstanden. Ook treden inundaties op door stagnerend regenwater op maaiveld, met als gevolg een oppervlakkige afstroming naar laagten. Overtollig water dat tot afstroming komt wordt zoveel mogelijk opgevangen in bufferzones aan de randen van het gebied, waaronder het hoog- en laagwater bekken aan de noordzijde. Dit om te voorkomen dat het water uit het gebied verdwijnt en om tegendruk te geven aan de stijghoogten onder het veen. De bufferzone Weiteveen en de zuidelijke buffer zijn hiervoor nog in voorbereiding/uitvoering.

Het Bargerveen is een infiltratiegebied. De stijghoogte van het grondwater onder het veen is aanzienlijk lager dan de oppervlaktewaterpeilen, zeker in gebieden waar de onderzijde van het veen, met daar voorkomende slecht-waterdoorlatende gliede en/of gyttja lagen, nog intact is. De zandlaag onder het veen is, in de gebieden waar keileem voorkomt, echter maar enkele meters dik (of nog minder). Daar vormt de keileem een tweede weerstand-biedende laag, met daaronder nog weer lagere stijghoogten. De Formatie van Urk (Urk klei III, ofwel de voormalige Cromer klei) vormt de derde slecht waterdoorlatende laag. Ook hieronder zijn de stijghoogten weer lager.

Rondom het N2000-gebied liggen een aantal watersystemen die een drainerende werking hebben op het hoogveengebied. Ten zuiden ligt het lager gelegen beekdal van het Schoonebeekerdiep. Ten westen en noorden, waar de keileem en Urk klei ontbreken, draineren de wijken rechtstreeks het watervoerende pakket. Ten oosten ligt de onderbemaling van Annaveen. Het oppervlaktewatersysteem is weergegeven in bijlage 7.



Figuur 2-1. N2000 gebied Bargerveen

2.3 Actuele grondwaterstanden (AGOR)

2.3.1 Algemeen

Het Bargerveen is een gebied dat nog sterk in ontwikkeling is. Een zogenaamde nul-situatie van het hydrologisch systeem is niet te geven, aangezien er in de afgelopen decennia al tal van maatregelen zijn uitgevoerd, met als doel het gebied steeds meer te optimaliseren voor de in- en nabij gelegen functies natuur, landbouw en wonen. Hierdoor is het watersysteem voortdurend aan verandering onderhevig.

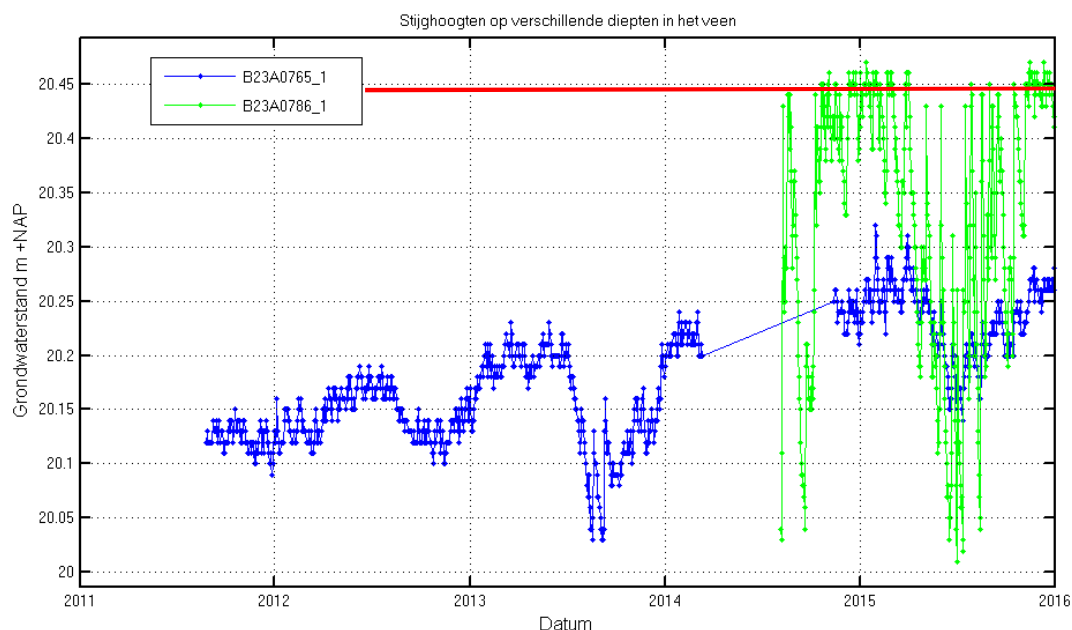
Met de peilbuizen van het meetnet verdroging zijn de grondwaterstanden voor de periode 2008-2015 in beeld gebracht. Hiervoor is de volgende werkwijze gehanteerd:

1. de filterstelling is beoordeeld en filters zijn ingedeeld in de verschillende water-voerende lagen;
2. de meetreeksen zijn beoordeeld en van de betrouwbare meetreeksen zijn de GVG (Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstand) en GLG (Gemiddeld Laagste Grondwaterstand) bepaald;
3. de resultaten zijn op kaart weergegeven en verwerkt in een raai door het gebied.

2.3.2 Beoordeling filterstelling/indeling in watervoerende lagen

Beoordeeld is of de filters van de peilbuizen zich bevinden in het veenpakket of in de onderliggende zandlagen (boven of onder de keileem/ Urk klei). Dit is uitgevoerd door de filterstelling te vergelijken met de bodemopbouw in de boringen ter plaatse. Als er geen grondboring beschikbaar was, is de filterstelling bepaald op basis de veenkartering of de keileemkaart, beiden van TNO. Het resultaat van deze beoordeling is weergegeven in bijlage 8. Speciale aandacht is uitgegaan naar de ondiepe filters in het veen. Een aantal van deze filters hebben een filterstelling dieper dan 2 m –mv. De vraag is in hoeverre deze nog representatief zijn voor een freatische grondwaterstand bovenin het veenpakket. Juist deze freatische grondwaterstanden zijn van belang voor de toetsing van de hydrologische vereisten voor de vegetaties.

In onderstaande Figuur 2-2 is duidelijk zichtbaar dat, in het ondiepe filter (tot 1,1m –mv), een hogere grondwaterstand en meer dynamiek in het grondwater zichtbaar is dan in peilbuis B23A0765_1 met een filter van 1,3-2,3 m -mv. Deze situatie doet zich naar verwachting voor in meerdere peilbuizen in het Bargerveen.



Figuur 2-2. Stijghoogten op 2 diepten in het veen (rood=mv hoogte)

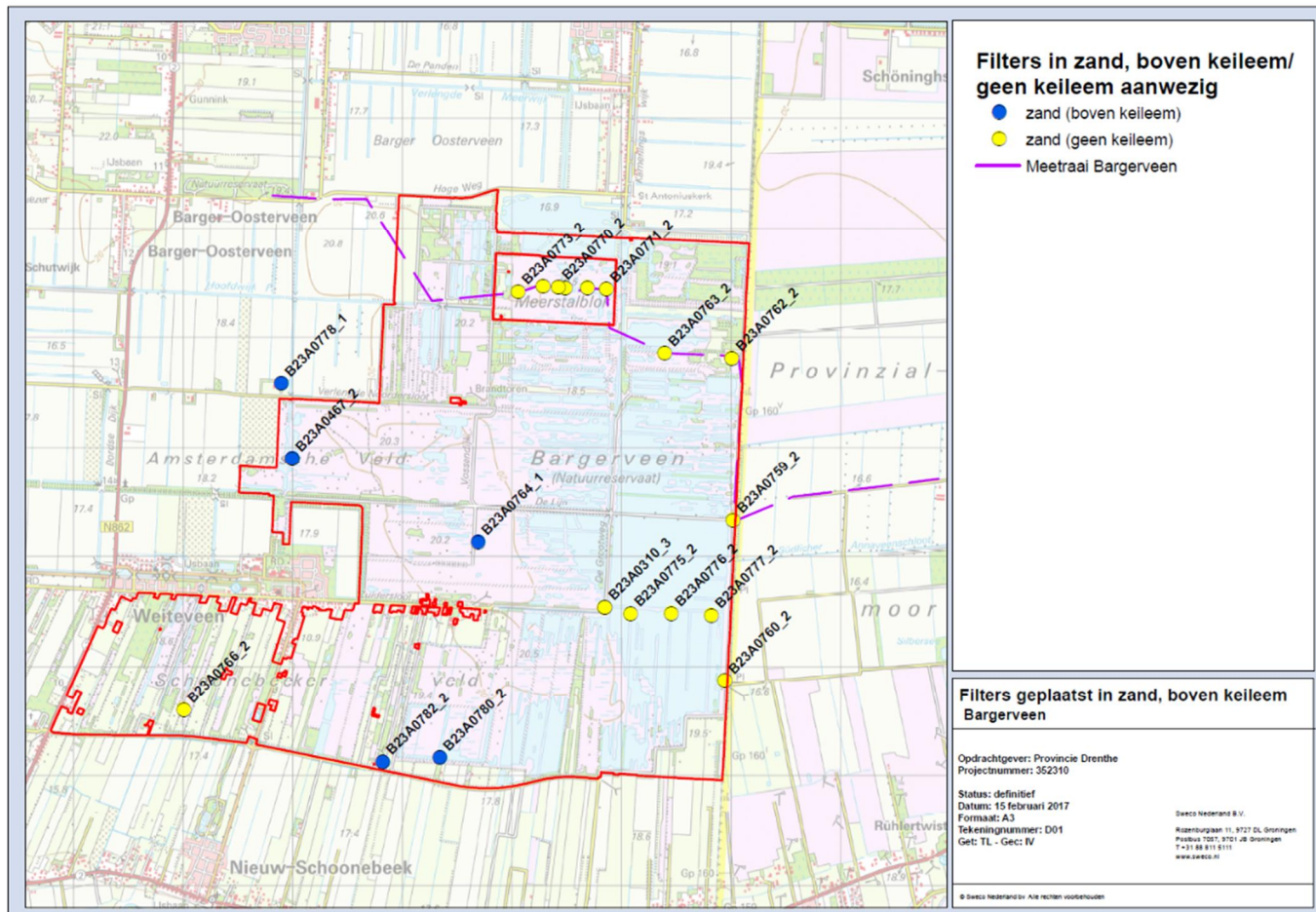
De filterstelling van alle filters, geplaatst in het veen, is weergegeven in Figuur 2-3. Deze kaart geeft weer welke filters representatief zijn voor een freatische grondwaterstand (groen) en de filters waarvan dit onzeker is (oranje). Filters met een filter diep in het veen, waar inmiddels een ondiep filter is bijgeplaatst zijn geel gemarkeerd. De overige peilbuizen (zwarte stippen) hebben geen filter in het veen, of snijden met zekerheid in een diepere zandlaag.

De diepe filters in het veen zijn met name aanwezig in het Meerstalblok. Hier is onzeker of de gemeten stijghoogten een freatische grondwaterstand weergeven. Wat wel opvalt is dat de stijghoogten in veel gevallen tot (bijna) aan het maaiveld reiken in dit gebied. (met name B23A0769_1, B23A0772_1, B23A0773_1 en B23A0763_1). Dit geeft echter nog geen garantie voor een correcte meetreeks. Ondanks het feit dat de stijghoogtes gemeten dieper in het veen niet geheel representatief zijn, zijn deze meetreeksen toch gebruikt bij de latere analyses. Bij de beoordeling is wel rekening gehouden met de onzekerheid.

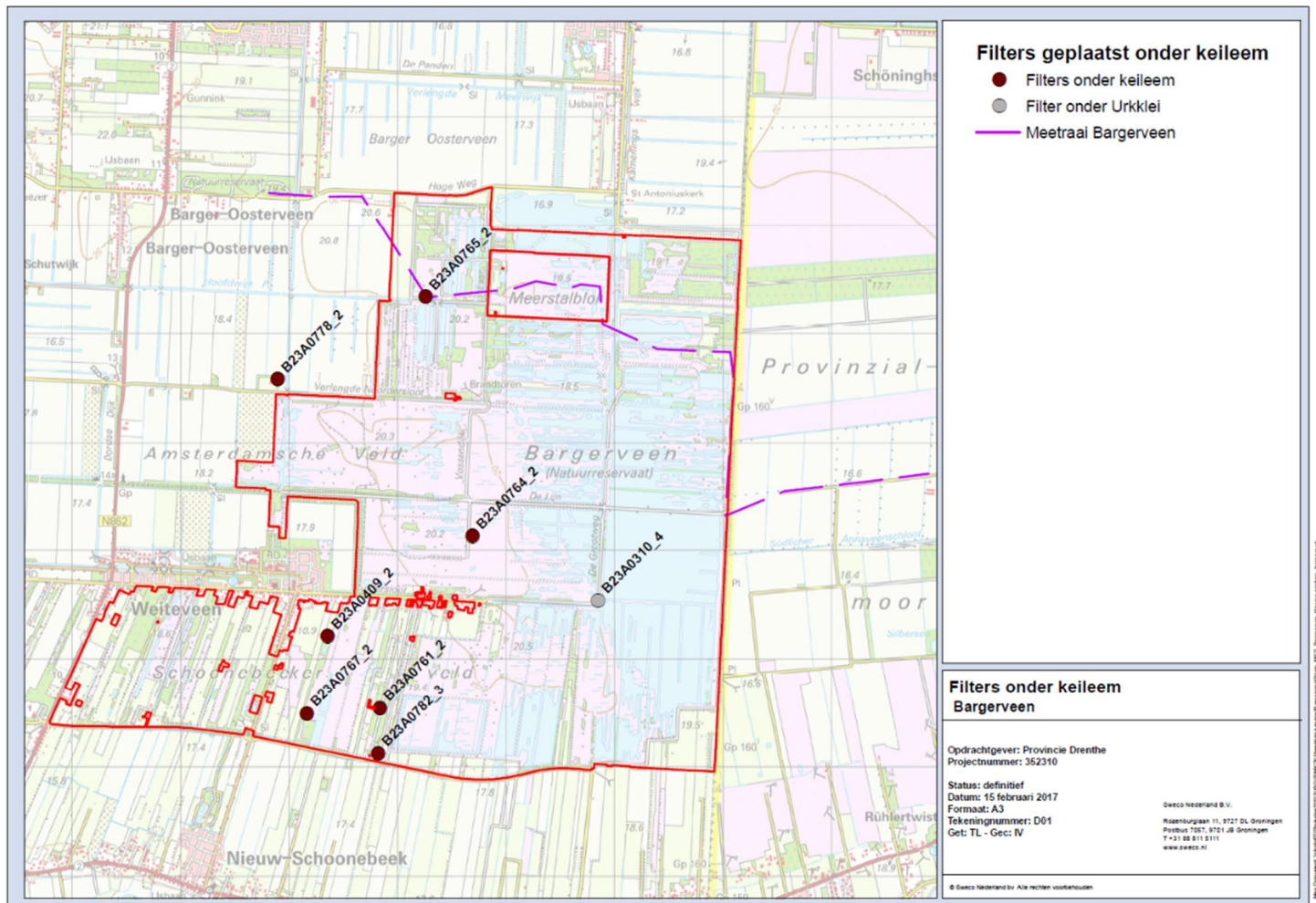
Figuur 2-4 en Figuur 2-5 geven de filterstelling onder het veen weer. Daarin is onderscheid gemaakt tussen de filters boven en onder de keileem. Het kan voorkomen dat twee filters in eenzelfde laag staan. Als voorbeeld dient peilbuis B23A0467. In geval van B23A0467 snijdt het ondiepe filter de zandlaag enkele centimeters, terwijl het tweede filter geheel in het zand is geplaatst. Beide filters zijn aangemerkt als 'filter in zand, boven keileem'.

Grotere weergaven zijn geplaatst in bijlage 8.





Figuur 2-4. Filters geplaatst in zand, boven keileem/geen keileem aanwezig



Figuur 2-5. Filters geplaatst onder keileem

2.3.3 Beoordeling meetreeksen

Vervolgens zijn de meetreeksen zelf beoordeeld op kwaliteit en volledigheid. Controle van de meetreeksen heeft plaatsgevonden op basis van de volgende punten:

- het voorkomen van onverwachte sprongen (bijv. een foutieve terugplaatsing van de diver of een weergave van een hydrologische maatregel in de nabije omgeving);
- uitbijters (extreme waarden die duiden op een foute meting);
- het droogvallen van een filter (stijghoogte van het grondwater zakt onder het filter).

In bovenstaande situaties wordt de GxG niet goed/betrouwbaar berekend. In geval van uitbijters is de meetreeks gecorrigeerd. In geval van veelvuldige droogval is de meetreeks verwijderd uit de analyse set. Ook zijn geen GxG's berekend voor meetreeksen met een te gering aantal metingen (automatische controle Menyanthes) of een sprong in de meetreeks.

Een totaaloverzicht van de gecontroleerde buizen en de resultaten zijn weergegeven in bijlage 8.

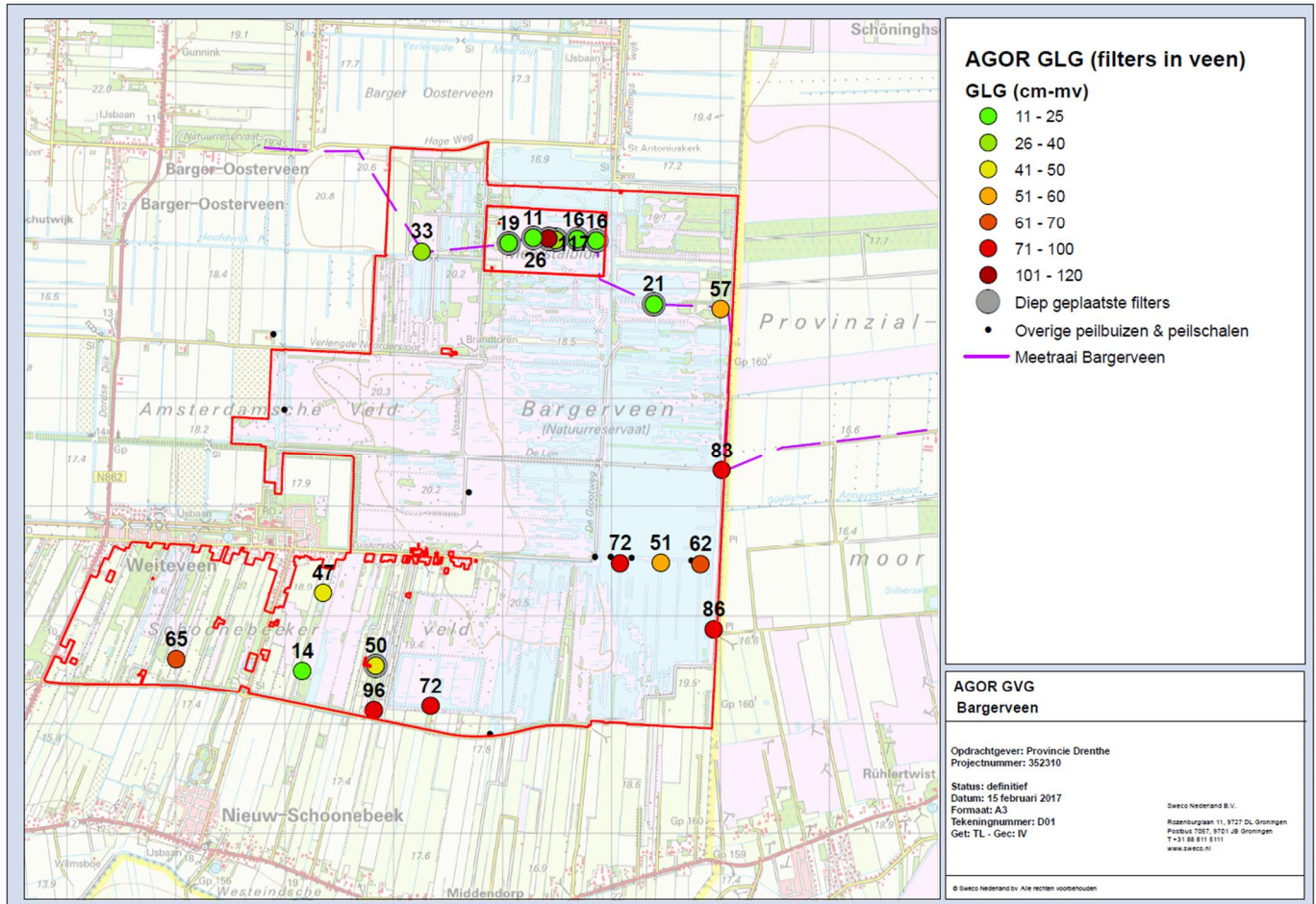
De peilbuizen met afwijkende reeksen zijn:

- B23A0310_1: oude peilbuis, geen metingen in de periode 2008-2015. B23A0310_2 blijkt een vervangend filter te zijn voor dezelfde bodemlaag;
- B23A0759_1: een sterke sprong in juni 2014, met onbetrouwbare metingen in de periode voor 2014;
- B23A0760_1: een sprong in 2015, uitbijters zijn verwijderd;
- P23A0114_1: afwijkende trend eind 2015. Reeks vanaf augustus 2015 is verwijderd.

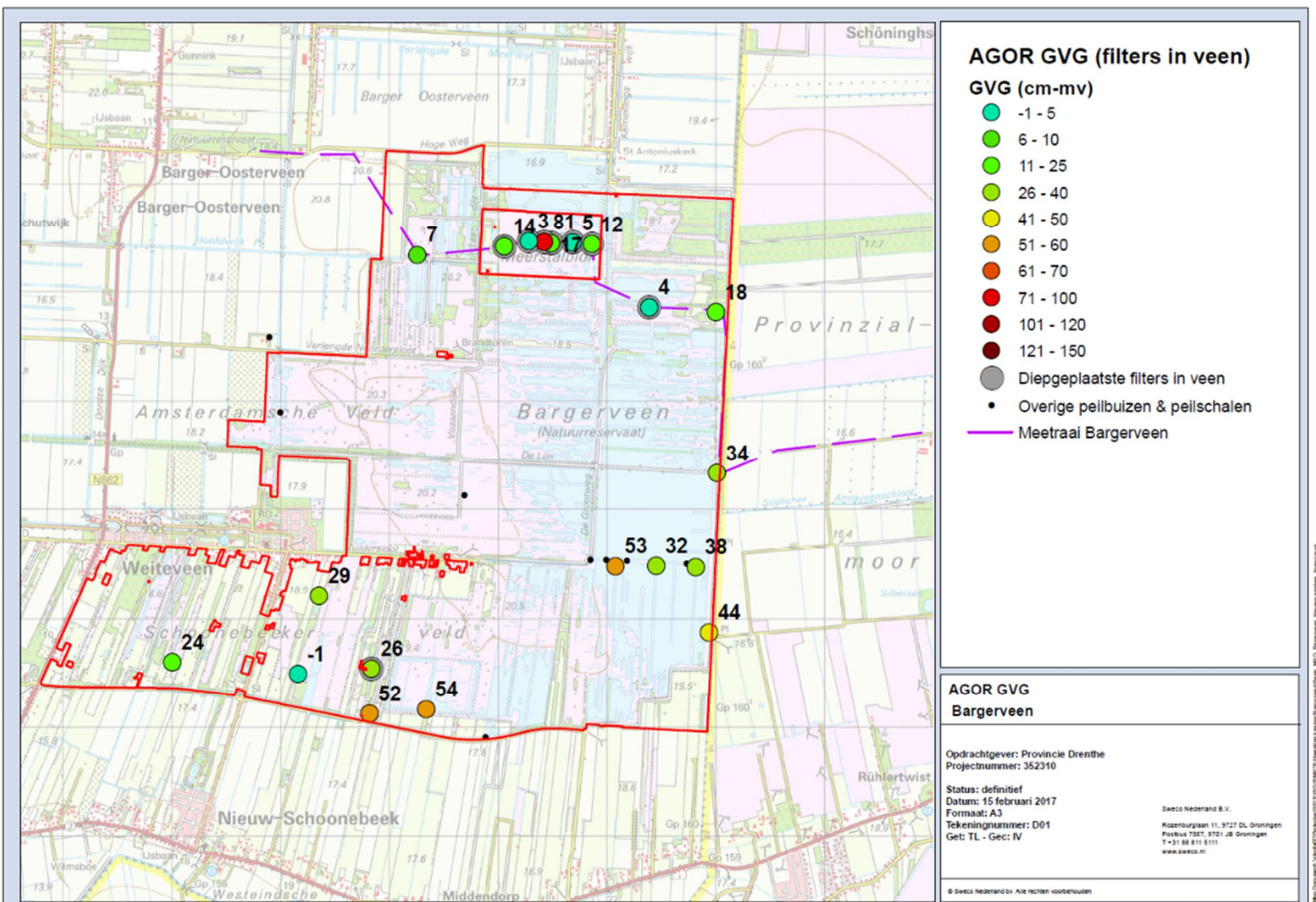
Een groot aantal filters zijn later dan 2008 geplaatst. Deze hebben veelal een meetreeks van minder dan acht jaar. De meeste van deze peilbuizen zijn geplaatst in de periode 2011-2013. Hoewel hiermee geen representatieve GXG kan worden bepaald, zijn deze toch meegenomen bij de analyse, om een eerste indruk te krijgen. De startdatum van de meetreeksen is weergegeven in de tabel in bijlage 8.

2.3.4 GVG en GLG peilbuizen periode 2008-2015

De resulterende GLG van de filters in het veen is in onderstaande Figuur 2-6 weergegeven. Figuur 2-7 geeft de GVG-situatie weer. Grotere weergaven van deze figuren zijn geplaatst in bijlage 8.



Figuur 2-6. Gemeten GLG voor de periode van 2008-2015



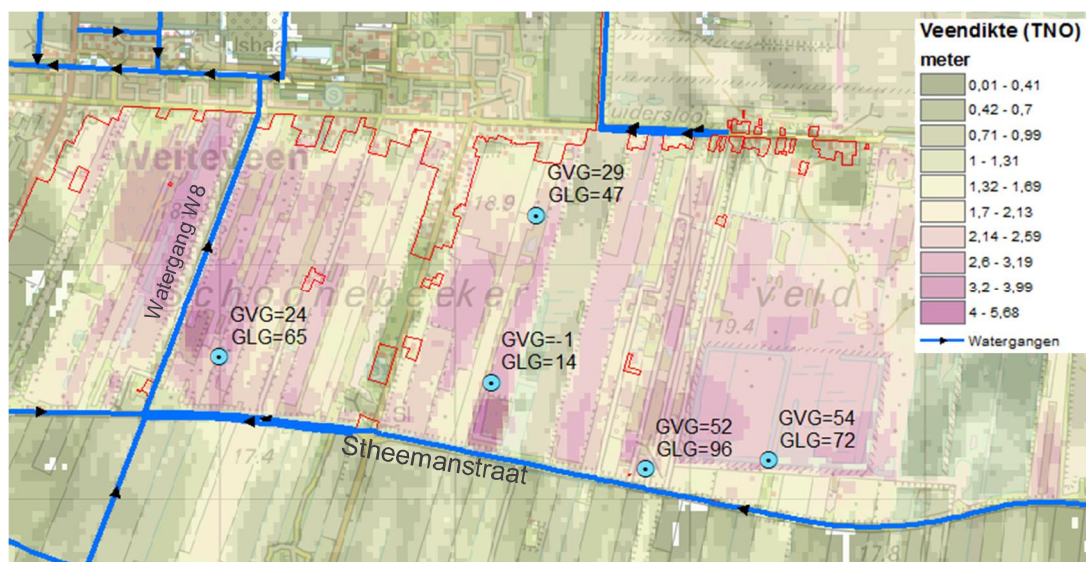
Figuur 2-7. GVG voor de periode van 2008-2015 in cm onder maaiveld

De freatische grondwaterstanden in het veen in de GVG-situatie zijn in veel gebieden hoog. In het noorden van het Bargerveen komen de grondwaterstanden lokaal tot aan maaiveld. Ook dichtbij de Duitse grens zijn de GVG's nog redelijk hoog, met name in het noorden. Het aanwezige relatief dikke veenpakket is blijkbaar wel in staat het water in natte perioden nog enige tijd vast te houden. Aan de zuidoostzijde (nabij de onderbemaling Annaveen) en in het Schoonebeekerveld zien we echter ook lagere GVG's tot maximaal 0,54 m –maaiveld.

De GLG-waarden geven een meer diffuus beeld, van minder dan 0,1 tot meer dan 0,90 m –mv. Opvallend zijn de hoge GLG's in het noordwesten van het Bargerveen, met name bij het Meerstalblok. De buizen in het Meerstalblok zijn zoals eerder aangegeven onbetrouwbaar, in verband met te diepe filters in het veen. Een uitschieter is peilbuis B23A0770 met een GVG van 0,81 m -mv en een GLG dieper dan 1 m. Deze waarden zijn niet plausibel. Mogelijk zit dit filter verstopt.

Naar de randen van het N2000-gebied toe worden de grondwaterstanden lager. De peilbuizen aan de oostelijke grens geven een constant beeld van een dieper gelegen GLG, wat mogelijk te verklaren is door de lage oppervlaktewaterpeilen in Duitsland en met name de onderbemaling van de polder Annaveen.

Een minder samenhangend patroon is zichtbaar in het Schoonebeekerveld. De afwisseling van natuurpercelen en nog aanwezig landbouwenclaves met bijbehorende drainerende sloten en wisselende veendiktes, kan een verklaring zijn voor dit onsamenhangende beeld, zie Figuur 2-8. De drainerende watergang W8 en de hoofdwatergang langs de Stheemanstraat snijden beide (nog) door het veen en draineren de onderliggende zandlaag. Wat echter ook meespeelt is de situering van enkele peilbuizen en meetpunten op een hoge dam/ dijkje op de rand van oppervlaktewater. Dit verklaart o.a. de lage GVG en GLG van 0,54 en 0,72 m -mv.



Figuur 2-8. GVG en GLG in het Schoonebeekerveld

De peilbuizen gesitueerd op de dam tussen de waterbekkens in het zuidoosten, staan sterk onder invloed van de oppervlaktewaterstanden. Door deze locatie zijn de grondwaterregimes niet representatief voor het grondwaterregime op andere locaties van het Bargerveen.

2.3.5 GVG en GLG aan hand van de meetraai

In overleg met de opdrachtgever is een oostwest-raai gekozen door het Bargerveen. Aan de hand van deze raai is de relatie tussen de grondwaterstanden, de filterstelling en de landschappelijke ligging in beeld gebracht.

De situering van de raai is weergegeven in Figuur 2-9. De raai is gesitueerd van west naar oost, door het Meerstalblok en langs de Duitse grens (met een restant bovenveens grasland) naar de onderbemaling in de Annapolder. De raai zelf is weergegeven in Figuur 2-10.

De meetraai geeft inzicht in de:

- maaiveldhoogte (AHN2);
- bodemopbouw op basis van de keileemkaart en de veenkaart van TNO;
- locatie van de peilbuizen, plaatsing van de filters en waar aanwezig, de bodemopbouw van de boring zelf;
- de locatie van de habitattypen;
- de locatie van de PQ's met actuele vegetatietypen;
- actuele GLG en GVG;
- optimale GLG en GVG voor habitattypen;
- optimale GLG en GVG voor vegetatietypen;
- oppervlaktewaterniveaus: GXG's van peilschalen & waterpeilen.

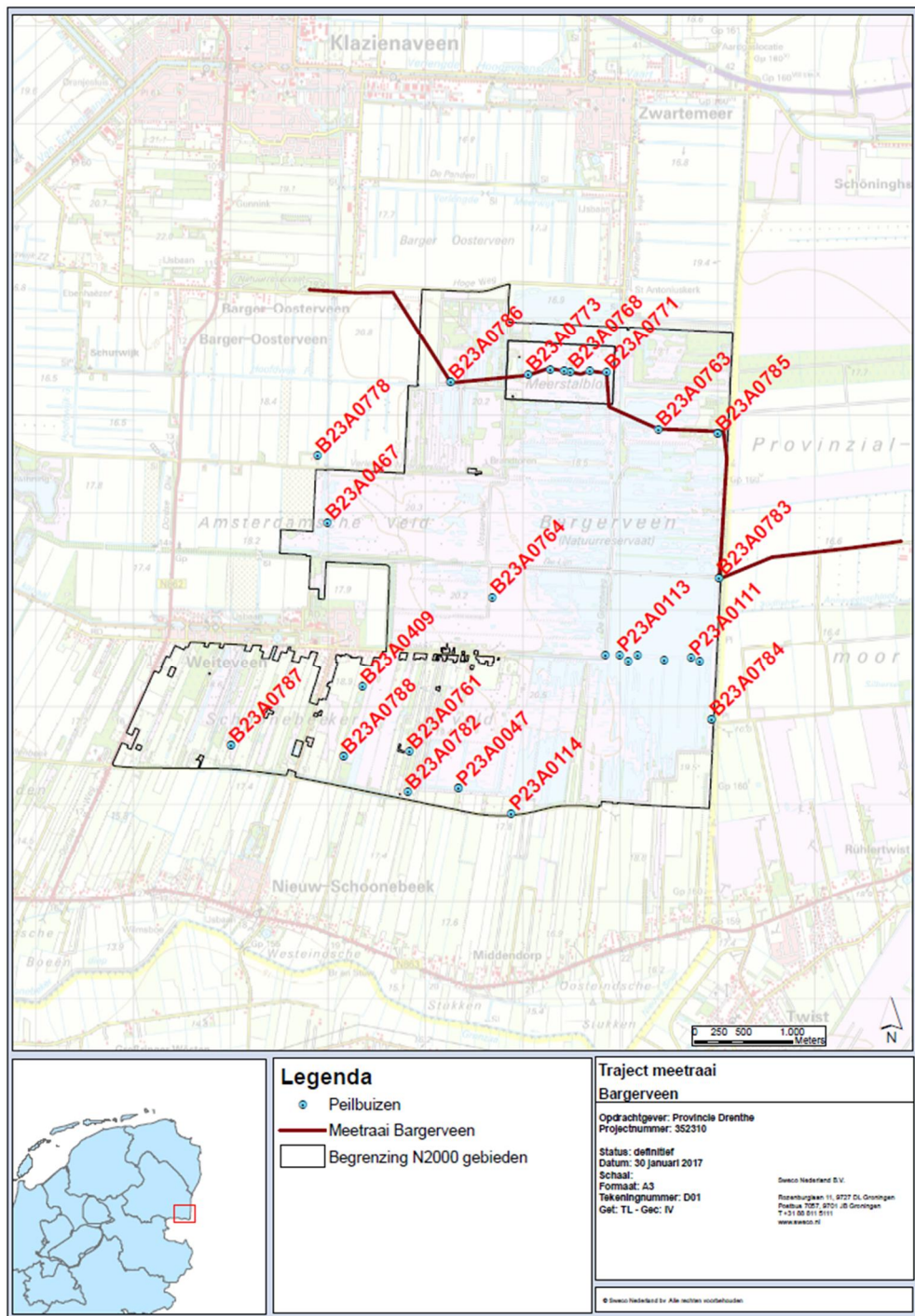
De meetraai geeft inzicht van het noordelijke deel van het gebied. De grilligheid van de maaiveldhoogte is mede te danken aan de eigenschappen van het veenlandschap en aan de menselijke invloeden. Een zeer scherpe grens is zichtbaar aan de oostzijde, waar de grens met Duitsland ligt: daar is het veen grotendeels afgegraven. Ook is het hoger gelegen Meerstalblok zichtbaar en is er een duidelijke verlaging ter plaatse van het 'land van Koopman'.

Door het ontbreken van actuele meetreeksen van de peilbuizen van Waterschap Vechtstromen zijn de peilbuizen in Annapolder niet weergegeven in de raai. De invloed van de onderbemaling in de Annapolder is nu niet middels de raai in beeld te brengen. Ook actuele meetreeksen van de peilbuizen ten noordwesten van het Bargerveen ontbreken. In bijlage 9 is een overzicht gegeven van alle peilbuizen op de raai.

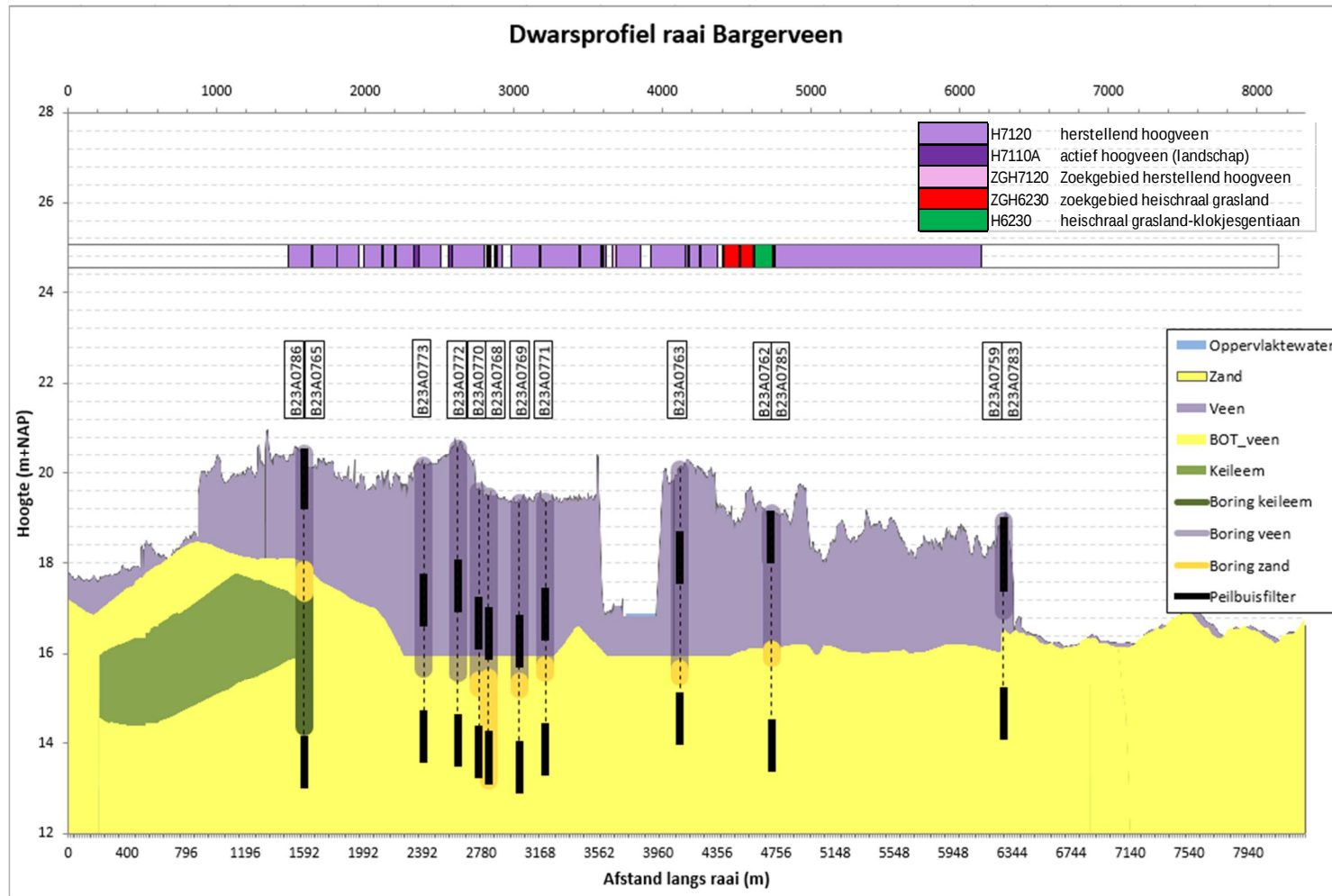
De raai in Figuur 2-10 geeft een goed beeld van de filterstelling ten opzichte van veen en keileem. Ook wordt meteen duidelijk dat de lokale bodemopbouw nogal kan afwijken van het regionale beeld met REGIS II.1. Vooral de grondboring van B23A0786 geeft een significant dikkere keileemlaag weer, maar het klopt wel dat deze op de rand ligt van de keileemverbreiding. In de raai zijn ook de diepere filters in het veen weergegeven die niet representatief zijn voor een freatische grondwaterstand.

De balk boven de raai geeft aan waar de habitattypen zich bevinden langs de raai. De meeste peilbuizen langs de raai zijn gesitueerd ter plaatse van herstellend hoogveen of actief hoogveen. Alleen peilbuis B23A0785 meet een freatische grondwaterstand ter plaatse van het habitatype heischraal grasland, oftewel: bovenveens grasland. (B23A0762 is het oudere filter dat te diep in het veen is geplaatst.)

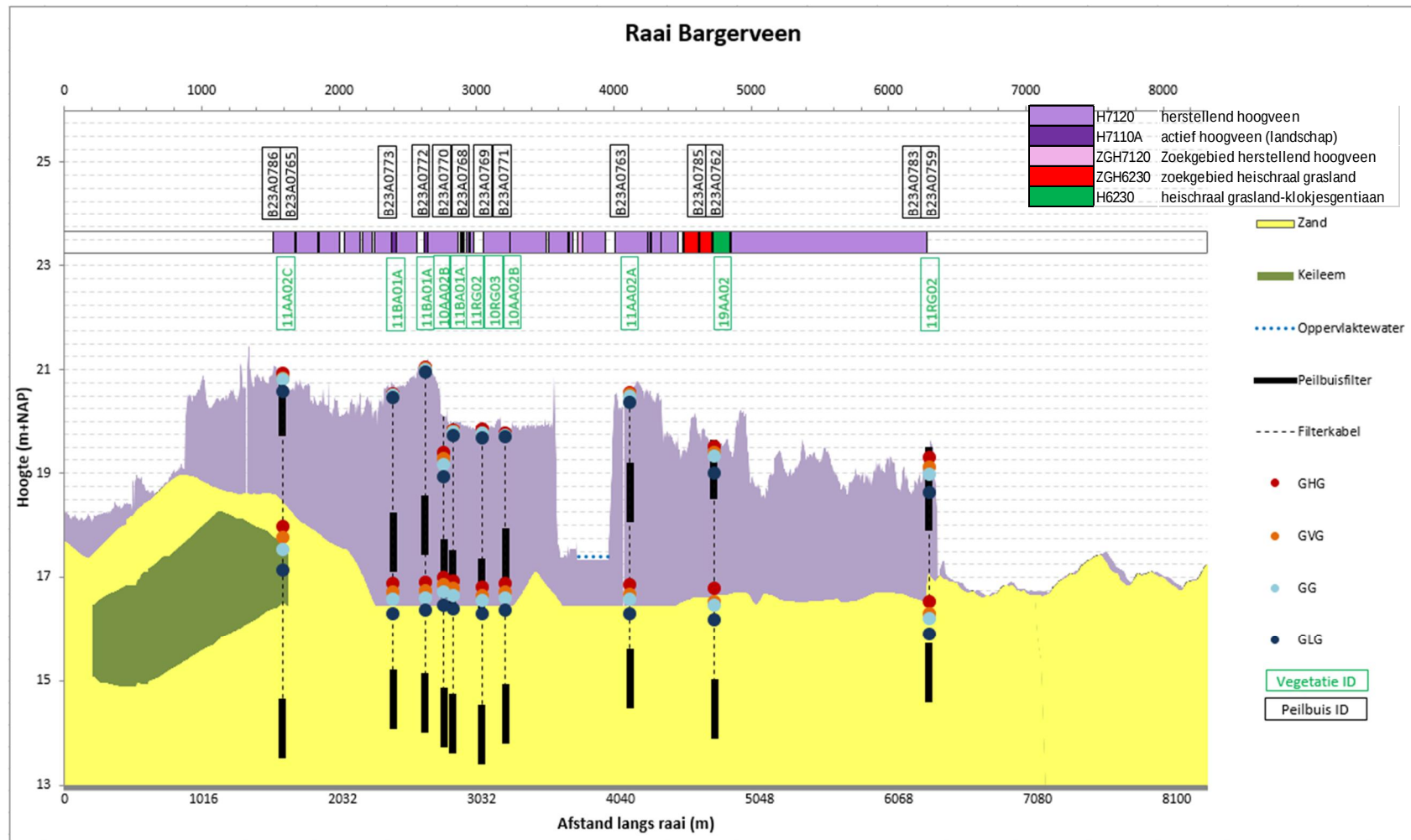
In Figuur 2-11 zijn de actuele GxG's weergegeven in de meetraai voor zowel de freatische peilbuizen in het veen als de diepere stijghoogten in de zandondergrond. (De filters met een te diep filter in het veen die zijn vervangen, zijn voor het overzicht niet weergegeven in deze figuur). De grote potentiaalverschillen tussen de ondiepe en de diepere filters is goed zichtbaar. Figuur 2-12 zoomt in op de GXG's voor de filters die in het veen liggen. De lage GXG's ter plaatse van Peilbuis B23A0770 kunnen mogelijk worden verklaard door de diepe filterstelling in het veen.



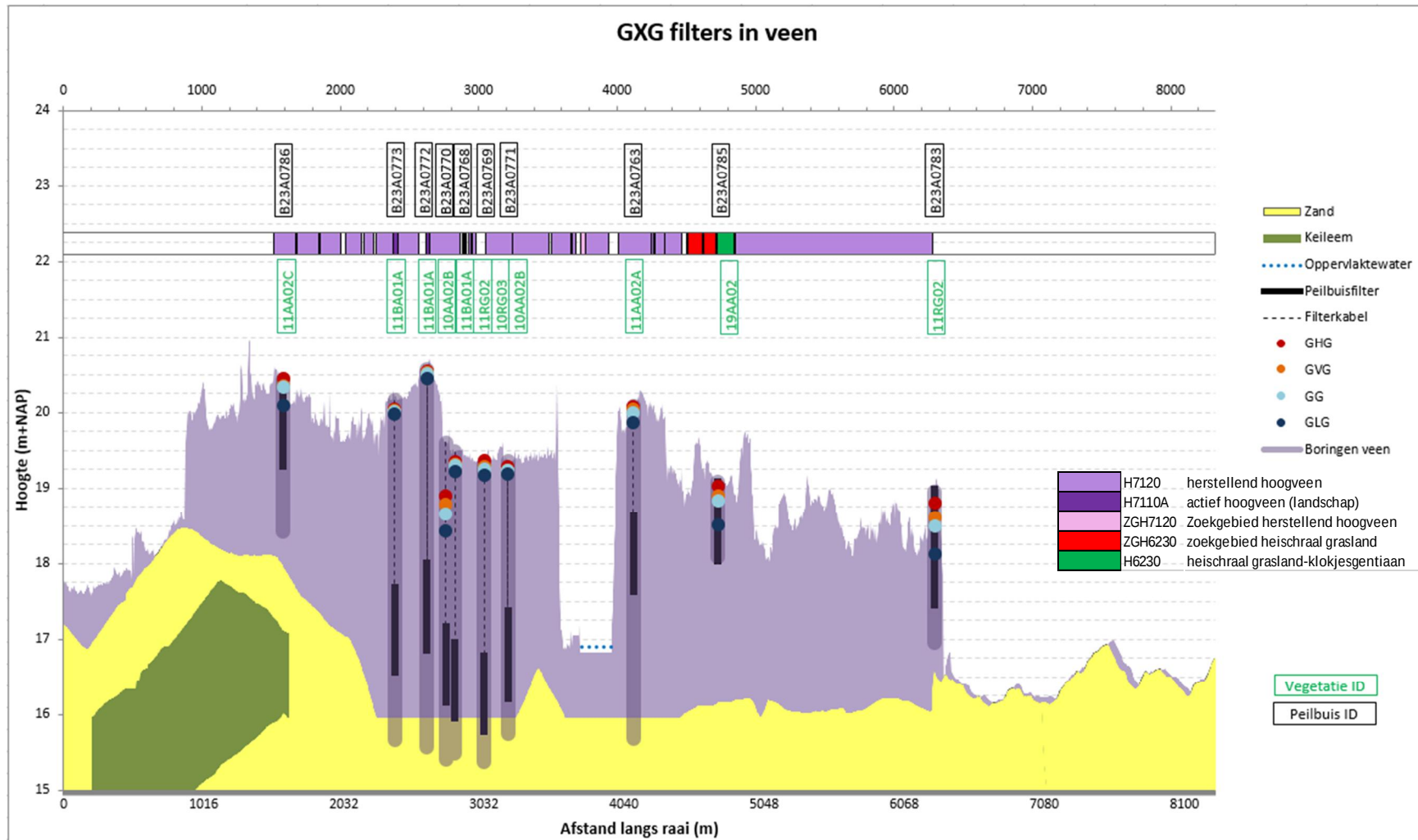
Figuur 2-9. Traject meetraai



Figuur 2-10. Dwarsprofiel met filterstelling meetraai met peilbuiscodes

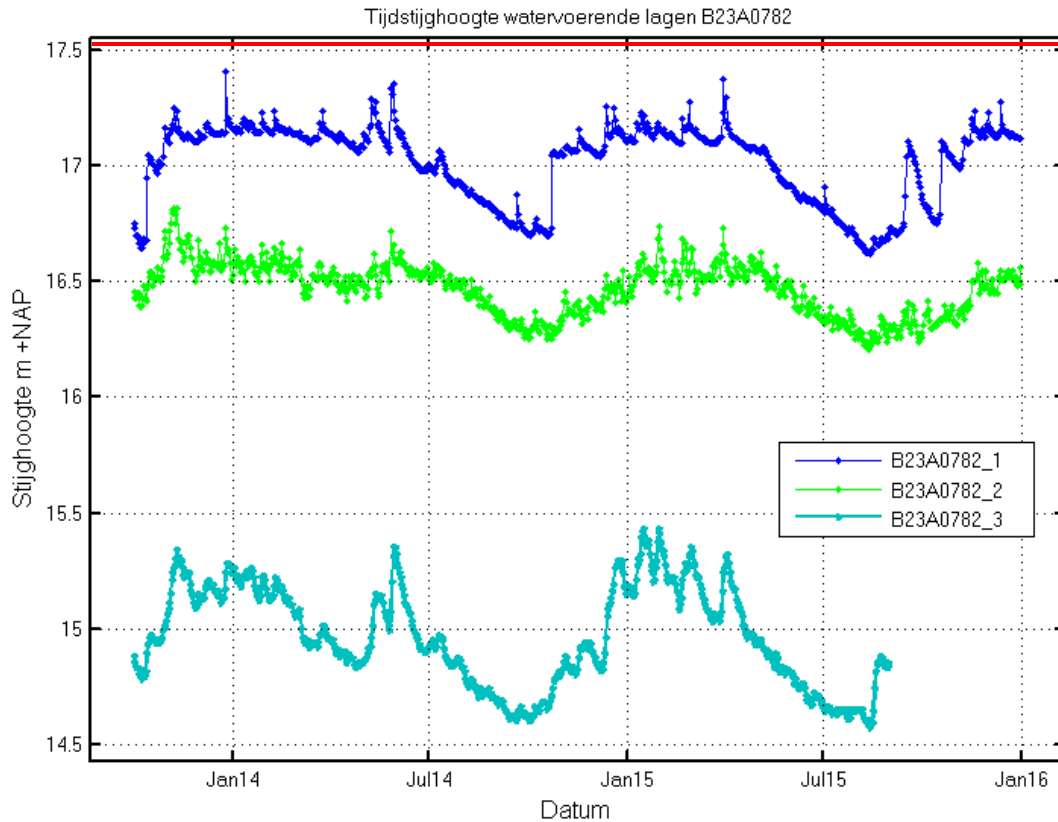


Figuur 2-11. GXG's van alle filters gelegen op de raai



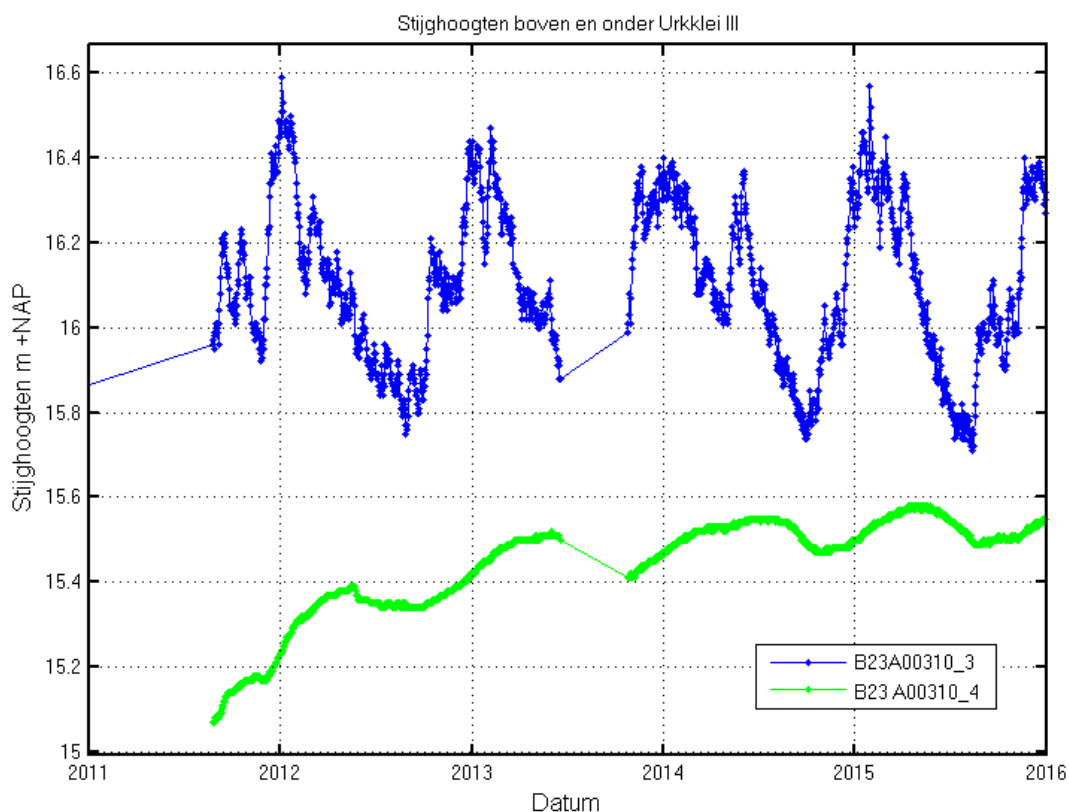
Figuur 2-12. GXG's van filters geplaatst in het veen

Uit de raai blijkt het grote potentiaalverschil tussen het freatisch grondwater en de stijghoogten in de zandondergrond. Dit potentiaalverschil zien we ook terug in de stijghoogten over de keileem, zie de tijdstijghoogten in Figuur 2-13, ter plaatse van het Schoonebeekerveld.



Figuur 2-13. Stijghoogten nabij Stheemanstraat in Schoonebeekerveld (buizen in veen en boven- en onder keileem)

Ook over de Urk klei (Cromer klei) zien we nog een potentiaalverschil, zie Figuur 2-14. Wat hier ook opvalt is het vlakke, geleidelijke verloop van de stijghoogten onder de Urk klei. Het effect van neerslag zien we alleen nog terug in natte en droge jaren, met een vertraagd seizoenseffect.

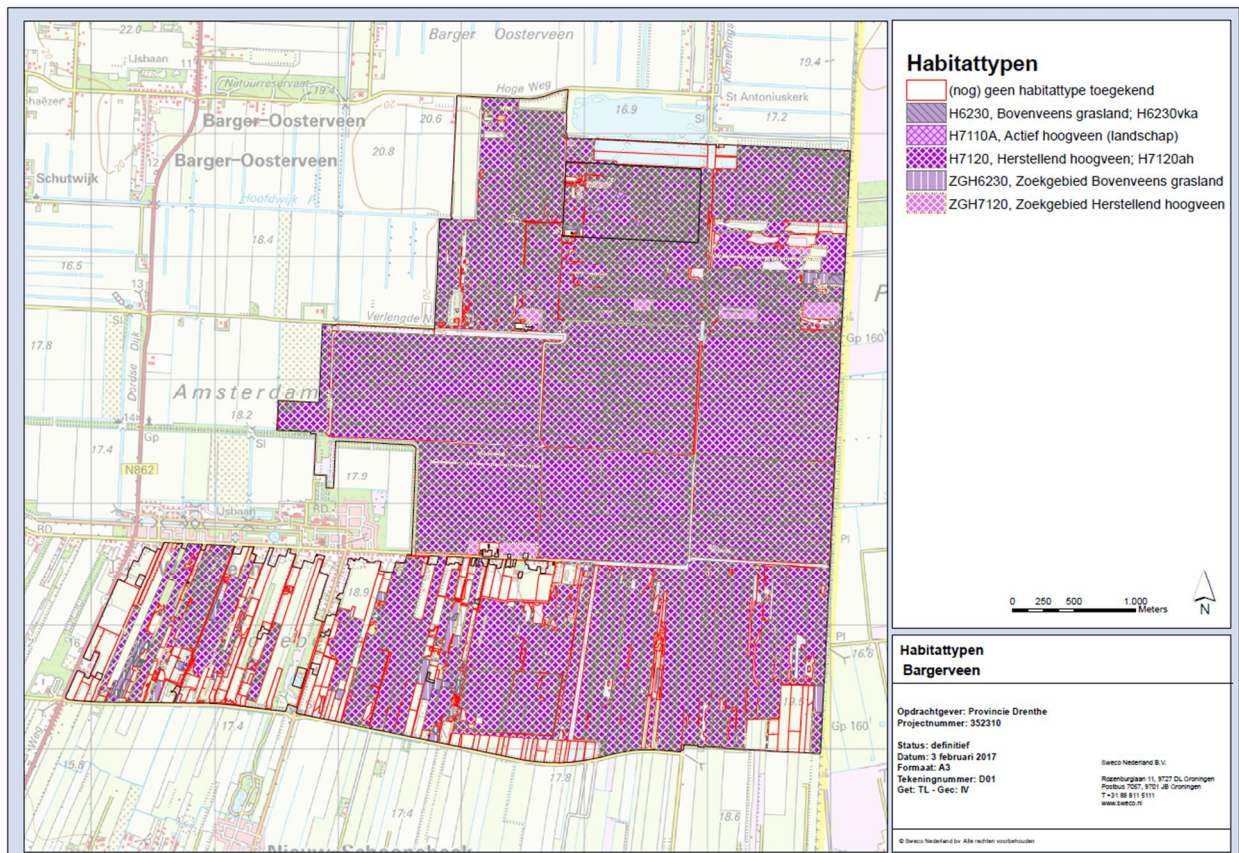


Figuur 2-14. Stijghoogten in Schoonebeekerveld (buizen boven en onder Urkklei)

2.4 Huidige ecologische situatie

Voor dit onderzoek is de ecologische beschrijving van de actuele situatie in het gebied uitgevoerd op basis van de voorkomende habitattypen en op het gedetailleerde niveau van de vegetatietypen met bijbehorende sub-associatie.

De habitattypen (geoportaal Drenthe versie V: Bargerveen v12) zijn weergegeven in Figuur 2-15. De vastgestelde habitattypen betreffen Actieve hoogvenen (7110A), Herstellende hoogvenen (7120) en Heischrale graslanden (Bovenveense graslanden 6230). Deze habitattypen zijn aangemerkt als grondwatergevoelige habitattypen. Dit houdt in dat de totstandkoming en behoud van deze habitattypen sterk afhankelijk zijn van het grondwaterregime. Naast de vastgestelde habitattypen, zijn er ook zoekgebieden aanwezig, waar gestreefd wordt om een bepaald habitat in omvang te laten groeien. Deze moeten dan vanzelfsprekend ook voldoen aan de hydrologische randvoorwaarden voor dat gewenste habitatype om dat uiteindelijk tot stand te laten komen.



Figuur 2-15. Habitattypen N2000 Bargerveen

Vegetatietypen worden gemonitord in zogeheten PQ's in het landelijk meetnet Flora, maar ook in provinciale meetnetten. Ter plaatse van deze meetpunten hebben we een gedetailleerder beeld van welke typen er op deze plaats voorkomen en daarmee de kwaliteit van het geclassificeerde habitatype.

De vegetatietypen ter plaatse van de peilbuizen zijn bepaald door een koppeling van de vegetatiemeetpunten met de meest nabij gelegen peilbuizen. Door de provincie was deze koppeling reeds uitgevoerd. Echter, niet alle peilbuizen waaraan gekoppeld was, hadden een filter (volledig) in het veen. Dit is wel noodzakelijk om inzicht te krijgen in de vochttoestand in de wortelzone van de vegetaties. De koppeling is daarom opnieuw uitgevoerd, maar dan alleen voor de filters volledig gelegen in het veen. Bij deze aanpak worden wel nog twee kanttekeningen geplaatst:

- In dit stadium is geen rekening gehouden met het feit dat een aantal filters te diep in het veen staan; anders zouden er te weinig peilbuizen overblijven om überhaupt de analyse nog te kunnen uitvoeren.
- De buis moet representatief zijn voor de hydrologische situatie ter plaatse van het vegetatiemeetpunt. Hiervoor is het belangrijk dat de afstand tussen het vegetatiemeetpunt en de peilbuis niet te groot is. Voor een goede beoordeling is een veldbezoek noodzakelijk. Voor deze analyse zijn alle afstanden van meer dan 20 m gemarkeerd.

Figuur 2-16 geeft de locaties weer van de vegetatiemeetpunten in relatie tot de peilbuizen.

In Tabel 2-1 is weergegeven welk vegetatiemeetpunt gekoppeld is aan welke peilbuis en wat het resulterende vegetatietype is. Daarbij is steeds uitgegaan van de laatste beschikbare kartering uit 2014-2015 (voor sommige meetpunten waren meerdere karteringen in de periode 2008-2015). In de tabel is tevens aangegeven welke peilbuis een freatisch filter heeft en welke filters te diep in het veen stonden (hier weergegeven als 'niet freatisch').

Tabel 2-1 koppeling peilbuizen met vegetatiemeetpunten*

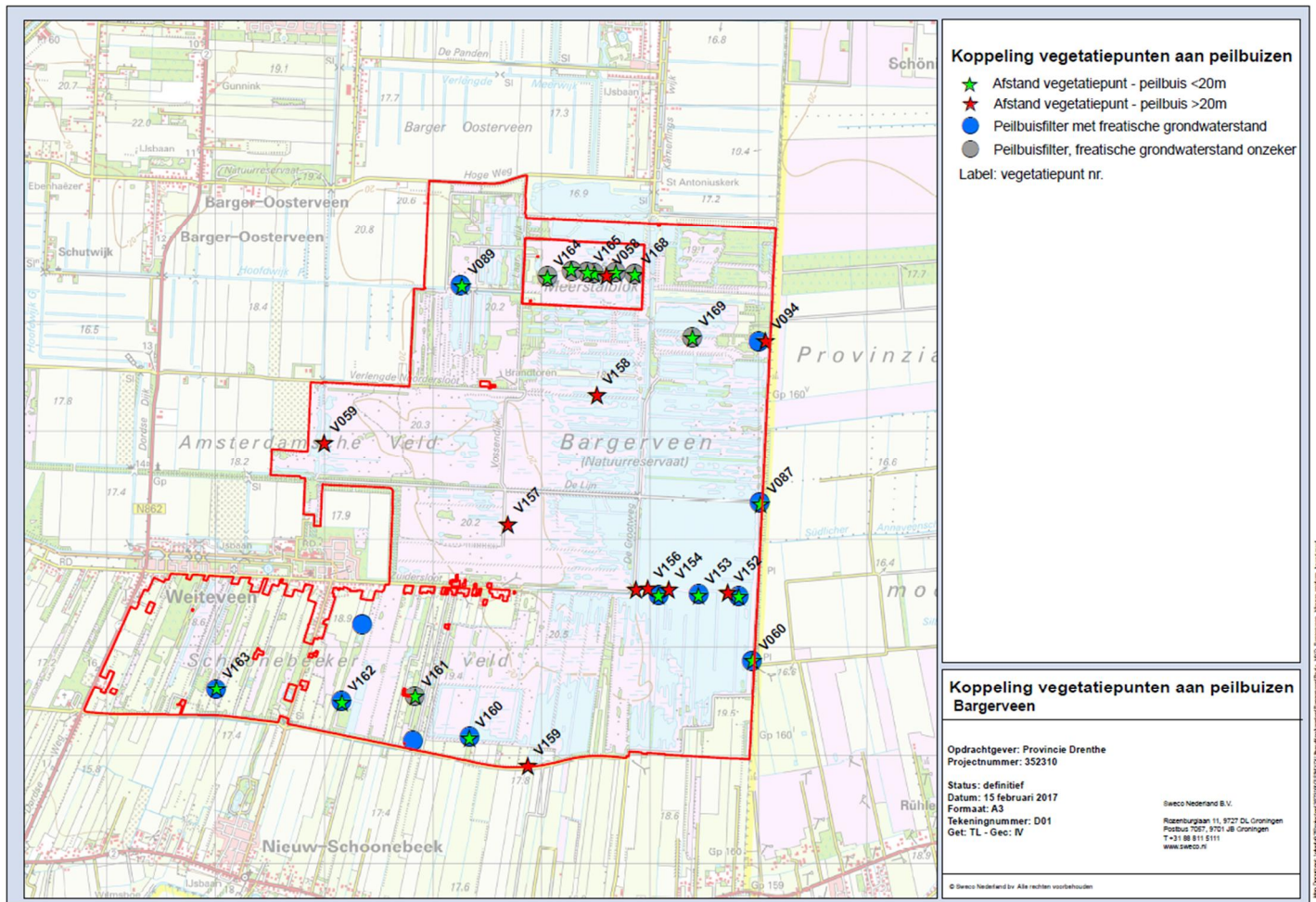
Vegetatiepunt	Koppeling pb	Filter gekoppelde pb	Habitattype	Associatie	Afstand PQ-Pb (m)
V059	B23A0409_1	freatisch	H7120	11RG01	1718
V157	B23A0775_1	freatisch	H7120	11AA02A	1535
V155	B23A0775_1	freatisch	H7120	11RG02	6
V088	B23A0775_1	freatisch	H7120	11RG02	216
V154	B23A0775_1	freatisch	H7120	11RG02	109
V156	B23A0775_1	freatisch	H7120	11RG02	115
V153	B23A0776_1	freatisch	H7120	11RG02	2
V151	B23A0777_1	freatisch	H7120	42AA01D	5
V152	B23A0777_1	freatisch	H7150	11AA01	103
V160	B23A0780_1	freatisch	H7120	10RG04	9
V159	B23A0780_1	freatisch	nb	16RG04	596
V087	B23A0783_1	freatisch	H7120	11RG02	15
V060	B23A0784_1	freatisch	H7120	11AA02C	12
V094	B23A0785_1	freatisch	H6230	19AA02	68
V089	B23A0786_1	freatisch	H7120	11AA02C	14
V162	B23A0788_1	freatisch	H7120	11RG02	8
V161	B23A0761_1	niet freatisch	H6230	16RG05	6
V158	B23A0763_1	niet freatisch	H7120	10AA03	1023
V169	B23A0763_1	niet freatisch	H7120	11AA02A	5
V163	B23A0766_1	niet freatisch	H6230	11RG02	11
V166	B23A0768_1	niet freatisch	H7120	11BA01A	3
V167	B23A0769_1	niet freatisch	H7120	10RG03	2
V058	B23A0769_1	niet freatisch	H7120	11RG02	93
V165	B23A0770_1	niet freatisch	H7120	10AA02B	8
V168	B23A0771_1	niet freatisch	H7120	10AA02B	8
V057	B23A0772_1	niet freatisch	H7110A	11BA01A	18
V164	B23A0773_1	niet freatisch	H7110A	11BA01A	8

*Een lijst met de omschrijving van de voorkomende vegetatietypen (Associatie) behorend bij de afkortingen is opgenomen in bijlage 8.

Een groot deel van de meetpunten zijn gesitueerd in de klasse der hoogveenbulten en natte heide en in hoogveenslenken. Een enkele peilbuis is gesitueerd in de klasse der heischrale graslanden (V094), in eiken- beukenbos op voedselarme grond (V151) en in matig voedselrijk grasland (V161).

Opvallend is het grote aantal meetpunten, gesitueerd in een rompgemeenschap van pijpestrootje. Dit is waarschijnlijk een keuze geweest om de meetlocaties te plaatsen op toegankelijke, niet al te kwetsbare locaties. Daarnaast zijn er ook meetpunten in rompgemeenschappen van eenjarig wollegras, veenpluis, veenmos, blauwe zegge en blauwe knoop. Ook komen sub-associaties met slankveenmos, moeraswolfsklauw en snavelbies, klokjesgentiaan en borstelgras voor ter plaatse van de vegetatiemeetpunten.

Op twee meetpuntlocaties (V060 en V089) zien we een ontwikkeling in de afgelopen vijf jaar van respectievelijk droge heide en pijpestrootje naar vochtige heide (dophei).



Figuur 2-16. Koppeling vegetatiepunten aan peilbuizen

3 Uitgevoerde maatregelen

In overleg met de terreinbeheerders is geïnventariseerd welke maatregelen zijn uitgevoerd in de periode 2008-2015 die van belang zijn voor de hydrologische situatie. Deze maatregelen zijn ingevoerd in GIS in weergegeven in Tabel 3-1. Het betreft de volgende maatregelen:

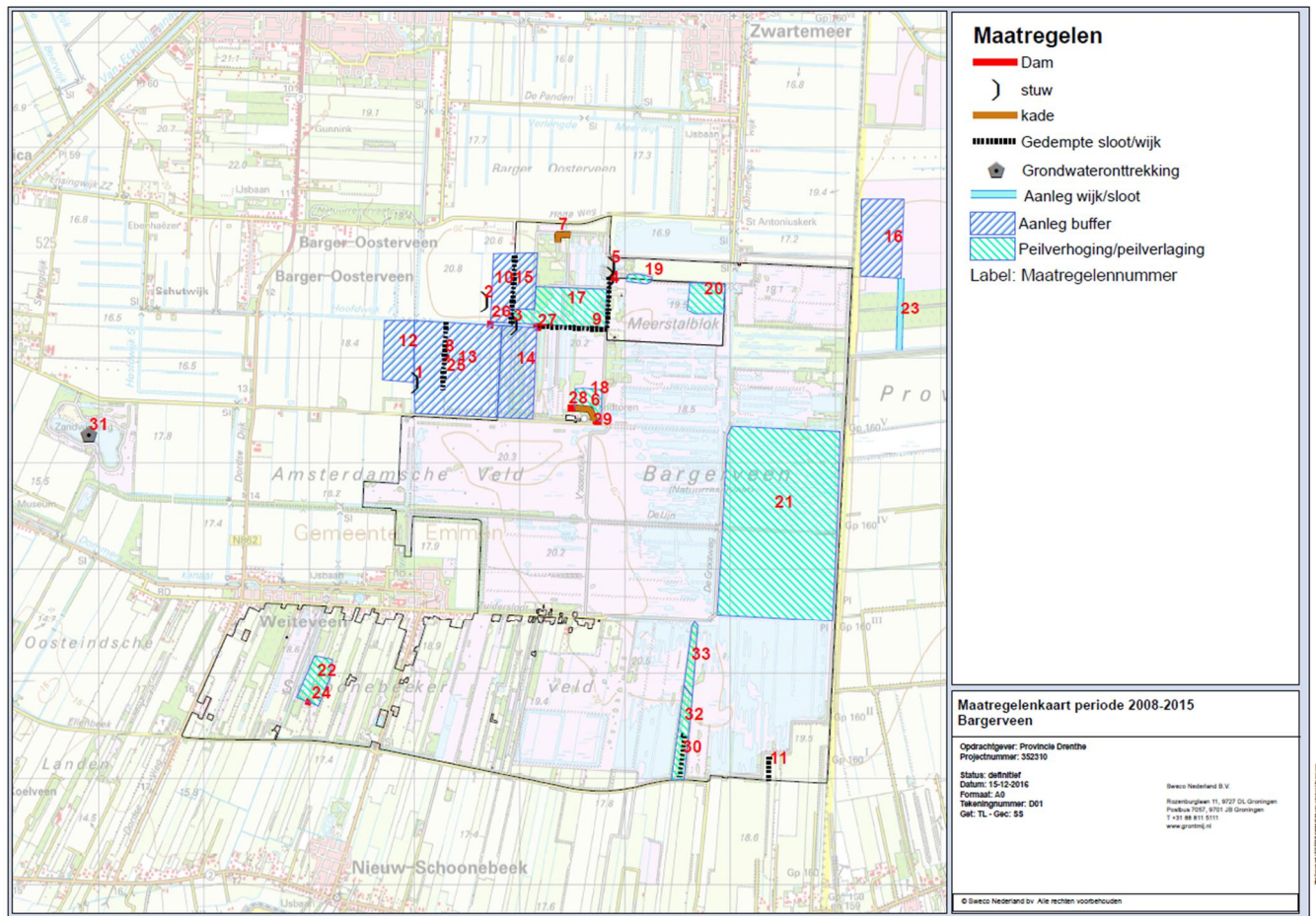
- peilverhogingen en slootdempingen in het noorden van het Bargerveen in de periode 2014-2016;
- verhoging waterpeilen in het Meerstalblok;
- verlaging van de waterpeilen in de baggervelden in het Amsterdamse Veld, met als doel beperkte peilfluctuaties en daarmee een betere ontwikkeling van waterveenmos en trilvenen.

Omdat een deel van de maatregelen is uitgevoerd na 2015, zal het effect van deze maatregelen naar verwachting pas goed zichtbaar worden in de volgende beheerperiode. Dan zullen ook een aantal andere maatregelen uitgevoerd zijn, die nu nog in voorbereiding of in uitvoering zijn (o.a. Laars van Grientsveen/ Weiteveen). Voor een analyse van het effect van de maatregelen op de grondwaterstanden in de peilbuizen, zie hoofdstuk 6.

Bij het vaststellen van de veranderingen in waterpeil (in absolute waarden t.o.v. NAP), is als referentiewaarde gebruik gemaakt van de peilvakkenkaart Bargerveen juli 2014.

Tabel 3-1. Tabel met maatregelen die betrekking hebben op de hydrologie

Maatregelnr.	Maatregel	Shapefile ID	Locatie/naam maatregel	Datum invoering	Maatregel
1	Stuw	1	Project Moorsingh	2016	
2	Stuw	2	Land van Kuper	2010	
3	Stuw	3	Bufferzone noord-west	2010?	
4	Stuw	4	Hoogwaterbekken	2010?	
5	Stuw	5	Hoogwaterbekken	2010?	
6	Kade	2	Boerderij Brandtoren	2010	
7	Kade	1	Noord-west	2014	
8	Gedempte sloot/wijk	1	Project van Moorsingh	2014-2015	
9	Gedempte sloot/wijk	2	Hoofdwijk_Laar	2010	
10	Gedempte sloot/wijk	3	Land van Kuper	2010	
11	Gedempte sloot/wijk	4	Zuidoost	+2013	
12	Aanleg buffer	1	Bufferzone noord-west	2016	Peilverhoging 16.00 naar 16.40mNAP
13	Aanleg buffer	2	Project Moorsingh	21014 & 2015	van 16.40 - 17.40 - langzaam naar 17.80 mNAP
14	Aanleg buffer	3	Bufferzone noord-west	na 2014	peilenvakken van 18,6, 19,6 & 19,0 naar 19.70 mNAP
15	Aanleg buffer	4	Land van Kuper	2014?	peil 2014 19mNAP, verandering onbekend
16	Aanleg buffer	5	Duitsland	2015	onbekend
17	Peilverhoging	1	Bufferzone noord-west	2010	Peilverhoging 20,1 (west), 19,6 (midden) en 19,5 (oost) mNAP
18	Peilverhoging	2	Buffer boerderij Brandtoren	2010	Peilverhoging naar 19,8mNAP
19	Peilverhoging	3	Hoogwaterbekken	2014	Peilverhoging naar 19.80 - 20mNAP
20	Peilverhoging	4	Hoogwaterbekken	eind 2015	Peilverhoging van 19.20 naar 19.35 mNAP
21	Peilverlaging	5	Bekken	2008? & +- 2013	Peilverlaging van 17.50 naar 17.20 naar 16.90mNAP
22	Peilverhoging	6	Schoonebeekerveld	+2010	Peilverhoging naar 16,8mNAP (of 17,5mNAP, onbekend)
23	aanleg sloot/wijk	1	Duitsland	2015?	
24	Dam	1	Schoonebeekerveld	2010	
25	Dam	2	Project Moorsingh	2015	
26	Dam	3	Hoofdwijk (Land van Kuper)	2014?	
27	Dam	4	Hoofdwijk	2010	
28	Dam	5	Boerderij Brandtoren	2010	
29	Dam	6	Boerderij Brandtoren	2008-2009	
30	Gedempte sloot/wijk	5	Beerling	2007	
31	Grondwateronttrekking	1	Gietwateronttrekking Erica	2009	gestopt in 2009
32	Peilbverhoging	7	Beerling	2008	Peilstijging van +- 18,25 naar 18,75
33	Peilbverhoging	8	Beerling	2008	Peilstijging van +- 18,50 naar 19



Figuur 3-1. Schets maatregelen die hebben plaatsgevonden in de periode 2008-2016

4 Optimale grond- en oppervlaktewaterregime voor natuur

4.1 Algemeen

Om een verbinding te kunnen leggen tussen de huidige hydrologische toestand en de ontwikkeling van ter plaatste aanwezige vegetatietypen en habitattypen is het van belang inzicht te krijgen in de sturende (hydrologische) factoren die het al dan niet behalen van de natuurdoelen beïnvloeden. Voor de natte habitattypen in het Bargerveen zijn dit vooral de freatische grondwater bovenin het veen en de stijghoogte onder de veenbasis. Daarnaast is voor de ontwikkeling van hoogveen een stabiel oppervlaktewatersysteem van belang, waarbij het peil minimaal mag fluctueren door het jaar. De optimale bandbreedten waarbinnen deze fluctuaties zich moeten bevinden noemen we de OGOR (Optimaal Grond- en Oppervlaktewaterregime).

De OGOR is op verschillende detailniveaus bepaald: Voor zowel het habitatype in totaal, als ook op het meer gedetailleerde niveau van de vegetatietypen. Gebruik is gemaakt van de Synbosis database op het internet. Per type is vastgesteld wat de bandbreedte is voor een optimale voorjaarsgrondwaterstand (GVG) en hoe diep de grondwaterstand mag uitzakken in de GLG-situatie. Waar ook een bovengrens van de GLG is vastgesteld, is deze wel in de tabellen opgenomen, maar hier is niet aan getoetst. Voor de meeste habitattypen en vegetatietypen is deze namelijk niet maatgevend.

4.2 Optimaal grond- en oppervlaktewaterregime (OGOR) habitattypen

Voor de OGOR van de habitattypen is een verfijning toegepast, in overleg met provincie Drenthe. Voor het Bargerveen betrof dit de bovenveense graslanden, die onder het habitatype heischraal grasland vallen. Uitwerkingen van de OGOR-kaarten per GXG-situatie zijn weergegeven in bijlage 10 voor zowel de habitattypen als de vegetatietypen.

Een samenvatting van de OGOR voor de habitattypen is weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 4-1. Hydrologische randvoorwaarden voor de habitattypen

Habitatype (code)	Habitatype (naam)	GVG min (cm-mv)	GVG max (cm-mv)	GLG max (cm-mv)
H6230	Bovenveens grasland	5	25	60
H7110A	Actief hoogveen (landschap)	-5	10	40
H7120	Herstellend hoogveen	-5	10	40
ZGH6230	Zoekgebied Bovenveens grasland	5	25	60
ZGH7120	Zoekgebied Herstellend hoogveen	-5	10	40
H0000	Geen habitatype	-9999	-9999	-9999

4.3 Optimaal grond- en oppervlaktewaterregime (OGOR) vegetatietypen

Voor het bepalen van de OGOR op het niveau van de vegetatietypen, zijn twee opties:

- uitgaande van de huidige vegetatietypen nu aanwezig bij de meetpunten;
- uitgaande van het meest kritische vegetatietype dat op basis van het huidige habitatype en klasse verwacht mag worden.

Voor dit onderzoek is uitgegaan van de 2e optie. Als voorbeeld: Op een aantal locaties zien we in het Bargerveen het vegetatietype 'RG van Pijpestrootje'. De hydrologische vereisten

van dit type zijn niet erg kritisch; bij de toetsing zal blijken dat de hydrologische vereisten in veel situaties wel voldoen. In werkelijkheid is hier sprake van een kwalitatief slecht ontwikkelde klasse der Hoogveenbulten en natte heiden, met als habitatype Herstellend Hoogveen, waarvoor aanzienlijk 'strengere' eisen gelden.

In deze situatie is ervoor gekozen te toetsen op het meer kritische type: Associatie van Gewone dophei, sub-associatie met Veenmossen. Door dit als uitgangspunt te nemen, worden de knelpunten inzichtelijker en kunnen er gerichtere maatregelen worden genomen.

De resulterende OGOR-tabel, zoals die is vastgesteld in overleg met de ecologen van provincie Drenthe en SWECO, is weergegeven in Tabel 4-2.

Tabel 4-2. Hydrologische randvoorwaarden voor vegetatietypen

PQ	Pb	Associatie	Sub-associatie	GVGmin (cm-mv)	GVGmax (cm-mv)	GLGmax (cm-mv)
V057	B23A0772_1	11BA01A	Typische subassociatie	-5	10	40
V058	B23A0769_1	11RG02	Ass van Gewone dophei, subass met Veenmossen	-5	25	50
V059	B23A0409_1	11RG01	RG van Eenarig wollegras	-20	10	60
V060	B23A0784_1	11AA02C	Ass van Gewone dophei, subass met Veenmossen	-5	25	50
V087	B23A0783_1	11RG02	Ass van Gewone dophei, subass met Veenmossen	-5	25	50
V088	B23A0775_1	11RG02	Ass van Gewone dophei, subass met Veenmossen	-5	25	50
V089	B23A0786_1	11AA02C	Associatie van Gewone dophei, typische subass	10	40	-9999
V094	B23A0785_1	19AA02	Bovenveensgrasland	5	25	60
V151	B23A0777_1	42AA01D	Ass van Gewone dophei, subass met Veenmossen	-5	25	50
V152	B23A0777_1	11AA01	Pioniervegetatie met snavelbies	-20	25	40
V153	B23A0776_1	11RG02	Ass van Gewone dophei, subass met Veenmossen	-5	25	50
V154	B23A0775_1	11RG02	Ass van Gewone dophei, subass met Veenmossen	-5	25	50
V155	B23A0775_1	11RG02	Ass van Gewone dophei, subass met Veenmossen	-5	25	50
V156	B23A0775_1	11RG02	Ass van Gewone dophei, subass met Veenmossen	-5	25	50
V157	B23A0775_1	11AA02A	Ass van Gewone dophei, subass met Veenmossen	-5	25	50
V158	B23A0763_1	10AA03	Veenbloembies-associatie	-5	10	40
V159	B23A0780_1	16RG04	nb	-9999	-9999	-9999
V160	B23A0780_1	10RG04	Subassociatie met Slankveenmos	-5	10	40
V161	B23A0761_1	16RG05	Bovenveensgrasland	5	25	60
V162	B23A0788_1	11RG02	Ass van Gewone dophei, subass met Veenmossen	-5	25	50
V163	B23A0766_1	11RG02	Bovenveensgrasland	5	25	60
V164	B23A0773_1	11BA01A	Typische subassociatie	-5	10	40
V165	B23A0770_1	10AA02B	Subassociatie met Slankveenmos	-5	10	40
V166	B23A0768_1	11BA01A	Typische subassociatie	-5	10	40
V167	B23A0769_1	10RG03	RG van Venpluis en Veenmos	-50	-5	70
V168	B23A0771_1	10AA02B	Subassociatie met Slankveenmos	-5	10	40
V169	B23A0763_1	11AA02A	Ass van Gewone dophei, subass met Veenmossen	-5	25	50

Voor de GVG is een bandbreedte bepaald, waarbinnen de grondwaterstand mag fluctueren. De GVG-min geeft de bovengrens aan (hoe nat het mag worden); de GVG-max geeft de ondergrens weer, tot hoe ver de grondwaterstand mag uitzakken. Voor de GLG is alleen een ondergrens bepaald in Synbiosis. Een negatieve waarde betekent een grondwaterstand boven maaiveld, ofwel: de mate van inundatie.

5 Toets aan de hydrologische randvoorwaarden

5.1 Werkwijze

Per peilbuis / vegetatiemeetpunt is bepaald of de GxG's ter plaatse van de peilbuizen vallen binnen de toegestane bandbreedten van het grondwaterregime. De toetsing is daarbij uitgevoerd voor alle peilbuizen met een filter in het veen, ongeacht de filterdiepte in het veen.

De toetsing is gepresenteerd op twee manieren:

- op kaart, op het niveau van de habitattypen en de (meest kritische) vegetatietypen;
- aan de hand van de meetraai.

Gekozen is om ook de filters die mogelijk geen freatische grondwaterstand representeren te gebruiken voor de toetsing. Veel 'ondiepe' filters zijn beschouwd als 'mogelijk niet freatisch', terwijl deze wel een inzicht kunnen geven in de hydrologische toestand, onder voorbehoud dat de toetsing onzeker is. Niet-freatische filters in veen waar intussen een freatisch filter is bijgeplaatst, zijn niet gebruikt voor de toetsing.

Voor het bepalen of een peilbuis representatief is qua locatie, is voor deze analyse uitgegaan van een maximale afstand van 20m tussen peilbuis en het vegetatiemeetpunt.

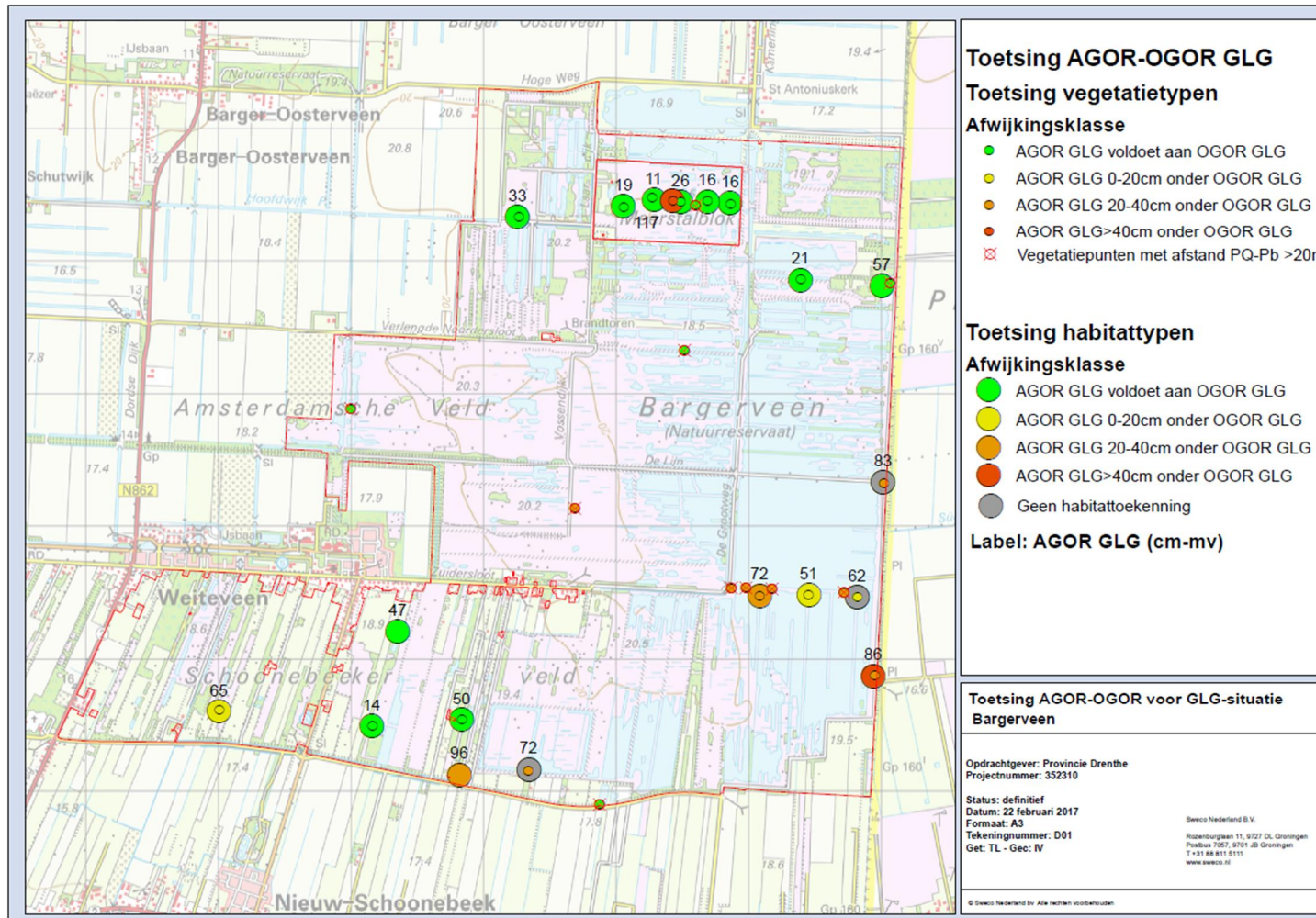
5.2 Resultaat toetsing

5.2.1 Algemeen

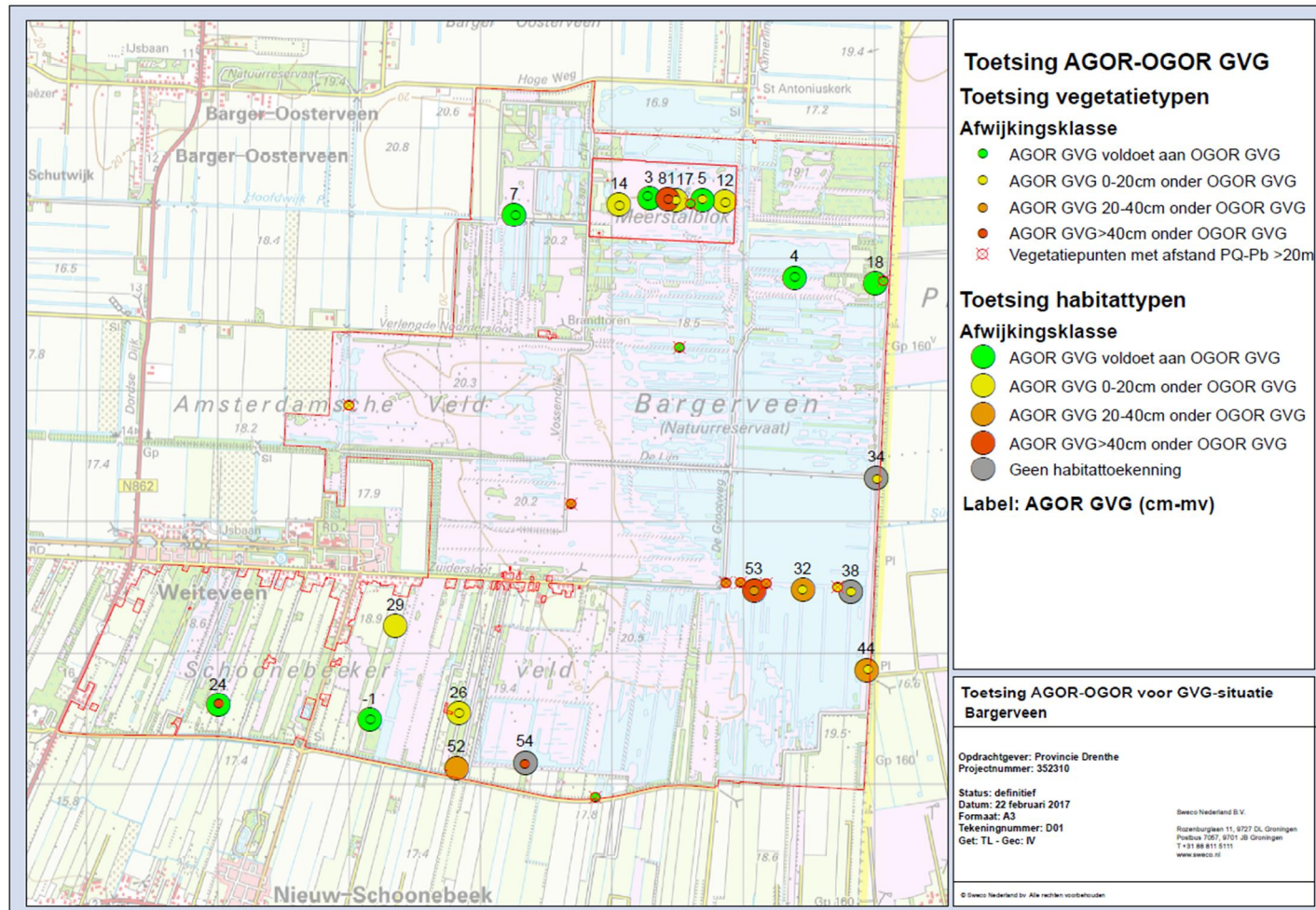
Het resultaat van de toetsing voor de GLG-situatie op zowel het niveau van het vegetatie-type als het habitatype is weergegeven in Figuur 5-1. In Figuur 5-2 is het resultaat weergegeven voor de GVG-situatie.

In Figuur 5-3 en Figuur 5-4 is het resultaat uitgezet voor respectievelijk de GLG- en GVG-situatie op de raai.

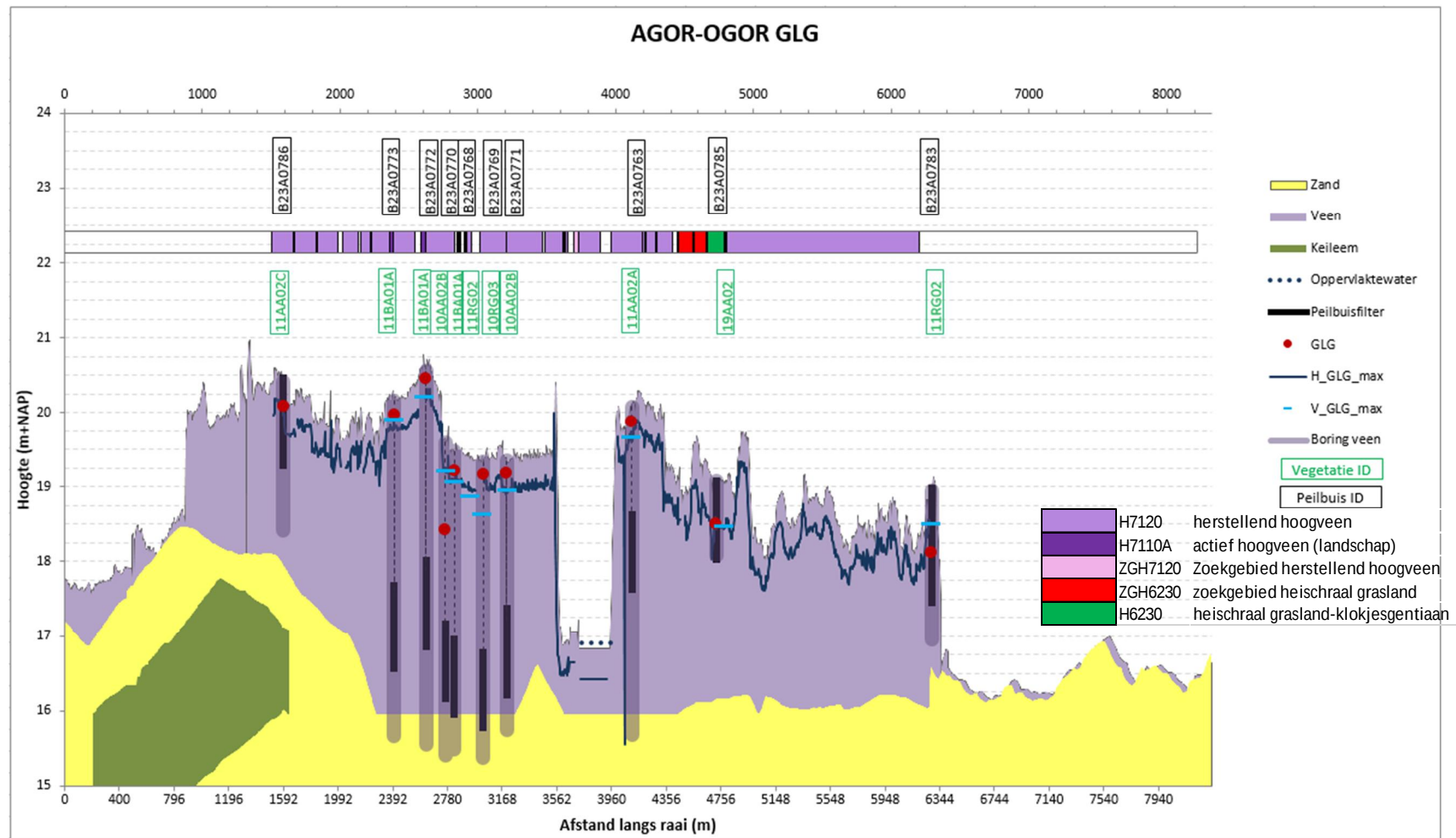
Opvallend is dat in de GLG-situatie meer peilbuizen lijken te voldoen dan in de GVG-situatie. Dit geldt zowel voor de toetsing op basis van de huidige habitattypen als voor de toetsing op de meer kritische vegetatietypen. Hier zijn verschillende verklaringen voor, die per locatie en gebied anders zijn. Per gebied wordt hier op ingezoomd.



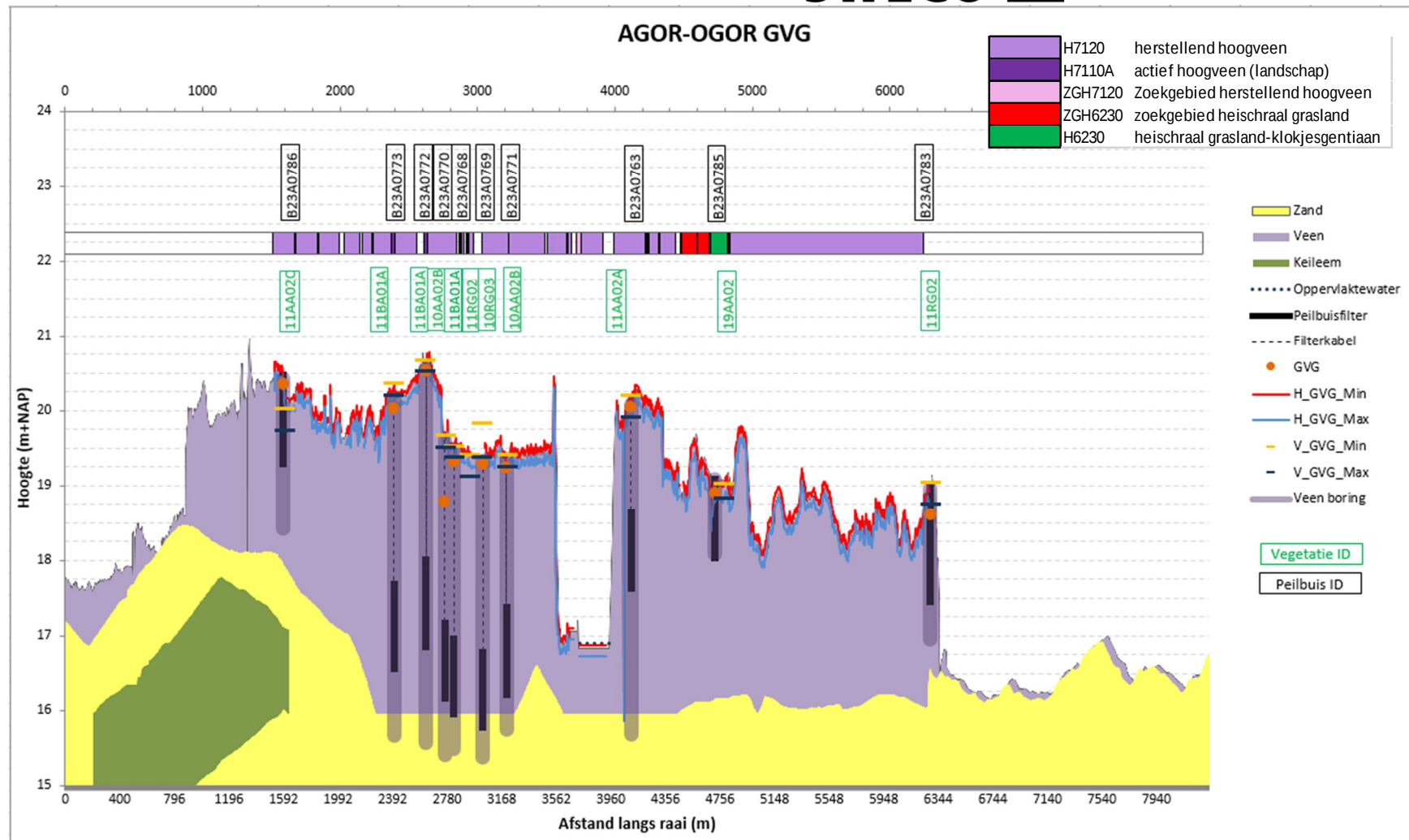
Figuur 5-1. Toetsing van de actuele GLG aan de optimale GLG voor habitattypen en vegetatietypen



Figuur 5-2. Toetsing van de actuele GVG aan de optimale GVG voor habitattypen en vegetatietypen



Figuur 5-3. Toetsing van de actuele GLG aan de optimale GLG uitgezet in de meetraai



Figuur 5-4. Toetsing van de GVG aan de optimale GVG uitgezet in de meetraai

5.2.2 Hoogveenkern Meerstalblok

In het onvergraven deel van het Meerstalblok (met een veendikte tot ruim 5 m) komt een beperkte oppervlakte hoogveenbulten en hoogveenslenkengemeenschappen voor, op zowel witveen als in een aantal verlande meerstallen. Hiervan kwalificeert een zeer klein deel actieve hoogvenen (H7110A). Het areaal neemt toe na eerdere waterhuishoudkundige maatregelen. In dit deel van het Meerstalblok bevinden zich twee peilbuizen (B23A0772 en B23A0773) met bijbehorend vegetatiemeetpunten (V057 en V164).

Helaas blijkt uit de raai al dat de filters van de beide peilbuizen relatief diep in het veen staan. Hierdoor is niet met zekerheid te zeggen of de meetreeks representatief is voor een freatische grondwaterstand in de wortelzone. Op basis van toetsing lijkt de GLG in beide buizen te voldoen aan de vereisten, maar is de grondwaterstand in de GVG iets te laag in één buis. Uit de analyse in bijlage 8 blijkt echter dat in deze te diep geplaatste filters de GVG mogelijk iets te laag wordt ingeschat (minder reactie op neerslag), maar dat de GLG te weinig uitzakt. Wanneer we hier rekening mee houden, kan het zijn dat juist de GVG wel voldoet, maar de GLG nog te diep uitzakt. Om hier meer zekerheid over te krijgen zouden de filters herplaatst moeten worden.

Rondom de hoogveenkern komt in dit gebied vooral het habitatype Herstellend hoogveen voor. In de omgeving is wel één freatische peilbuis aanwezig met een correcte filterstelling het veen: B23A0786. Deze is echter pas geplaatst in 2014 en staat dus te kort om een betrouwbare GxG mee af te leiden. De eerste indruk geeft echter een positief beeld: de grondwaterstand voldoet zowel in de GVG als de GLG situatie, met een gemeten GVG van 0,07 m -mv en een GLG van 0,33 m -mv. Wellicht is hier het effect van de vernattingsmaatregelen van de afgelopen jaren al zichtbaar, zie H3. Ook buis B23A0763 ten oosten van de hoogveenkern geeft een positief beeld; met een GVG van 0,04 m -mv en een GLG van 0,21 m -mv voldoet ook deze aan de vereisten van het meest kritische type hoogveen. Deze buis dateert al van 2011.

Peilbuis B230770_1 is in de verdere analyse buiten beschouwing gelaten, aangezien dit te diep geplaatste filter een sterk afwijkende grondwaterstand meet. Geadviseerd wordt dit filter te herplaatsen als een ondiep, freatisch filter.

5.2.3 Baggervelden

Peilbuizen B23A0783 en B23A0775- B23A0777 geven allen een vertekend beeld, aangezien deze zijn gelegen op een dam tussen twee baggervelden. Ten opzichte van het maaiveld lijkt het grondwaterregime relatief diep te liggen, maar deze ligt in dezelfde bandbreedte als het streefpeil in de waterbekkens. Voor het aanwezige vegetatietype op deze verhoging, Herstellend hoogveen (associatie van Gewone dophei, sub-associatie met Veenmossen), is het wel een kritiek grondwaterregime. Onduidelijk is waarom hier meerdere peilbuizen staan.

5.2.4 Bovenveense graslanden

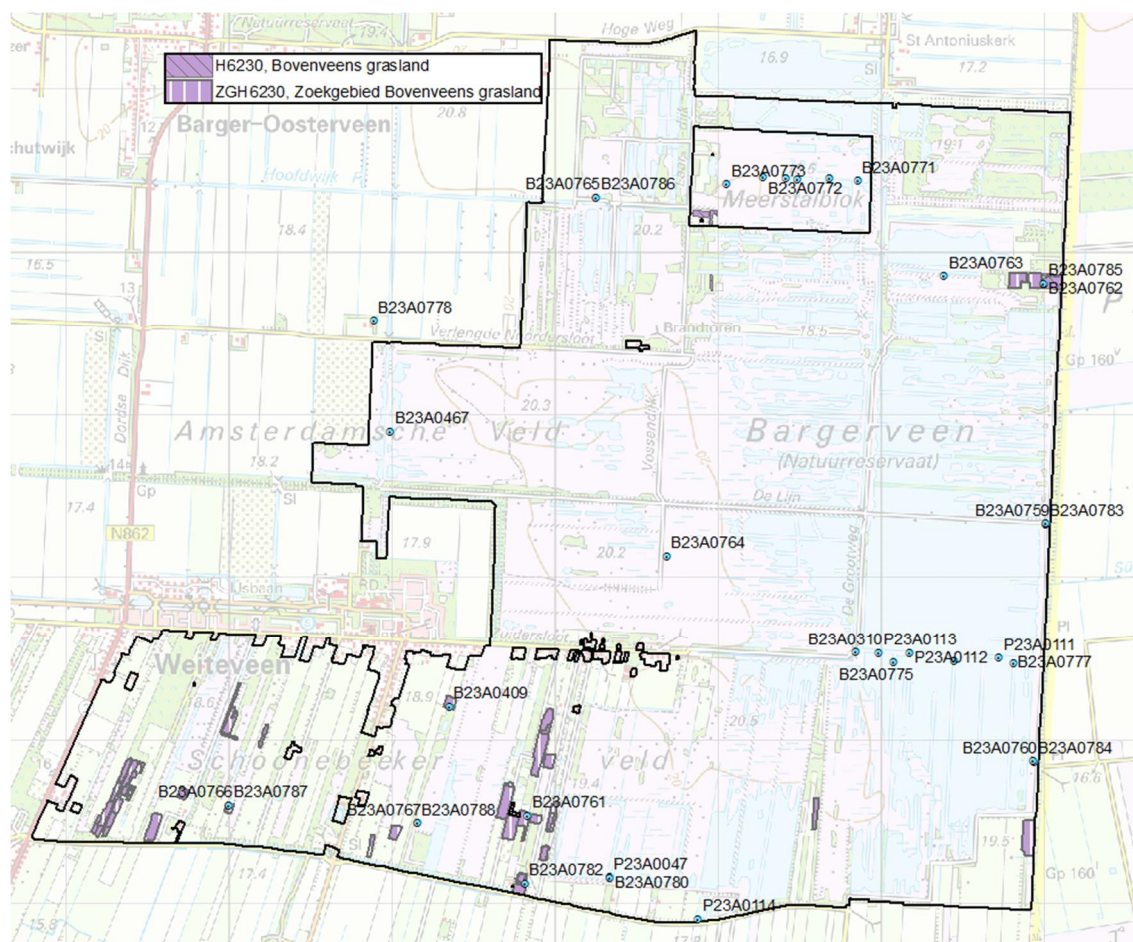
In het Baggerveen komen bloemrijke Bovenveengraslanden voor in drie deelgebieden: Meerstalblok-West, Meerstalblok-Oost en het Schoonebeeker Veld. Gezamenlijk hebben zij een oppervlakte van 26 ha, waarvan zich slechts 1,24 ha als H6230 kwalificeert. De best ontwikkelde bovenveengraslanden komen voor op percelen naast het Land van Koopman (Meerstalblok-Oost).

De Bovenveense graslanden in het Bargerveen behoren tot Associatie van Liggend walstro en Schapegras. Dit type heeft volgens het profielendocument een goede kwaliteit. Een deel van de best ontwikkelde Heischrale graslanden zijn soortenrijk en hebben Welriekende nachtorchis en Addertong als aanwezige soorten, onder meer op de percelen bij het Land van Koopman. Deze staan in de typologie van Staatsbosbeheer bekend als de rompgemeenschap van Welriekende nachtorchis en Reukgras [Borstelgras-verbond]. Ongeveer 20 procent van de Heischrale graslanden in het Bargerveen herbergt dit vegetatietype (Van Duinen et al., 2013).

De aanwezige Bovenveense graslanden en zoekgebieden voor Bovenveense graslanden zijn weergegeven in Figuur 5-5. Eén peilbuis (B23A0785) is gesitueerd vlak bij het Land van Koopman. Deze buis is gebruikt bij de toetsing van het nabij gelegen vegetatiemeetpunt in het Bovenveens grasland (V094). Met een GVG van 18 cm-mv en een GLG van 0,57 m-mv, voldoet deze nog net aan de vereisten voor dit habitattype, maar zit wel aan de ondergrens.

Drie peilbuizen bevinden zich in de zoekgebieden voor Bovenveens grasland: 23A0761 (filter wel te diep in het veen), B23A0787 en B23A0409. Alle drie zijn gesitueerd in het Schoonebeekerveld. In de GLG-situatie voldoen twee van de drie buizen aan de hydrologische vereisten, zowel op het niveau van de habitattypen als de vegetatietypen. Alleen de meest westelijke buis B23A0787 voldoet niet. De grondwaterstand zakt hier in een droge periode te diep uit. Deze is gesitueerd dichtbij de watergang W8, die in de huidige situatie nog sterk draineert. Watergang W8 staat al jaren op de nominatie om gedempt te worden.

In de GVG-situatie komt de grondwaterstand net niet hoog genoeg. Voor de twee oostelijke punten is de GVG respectievelijk 0,26 en 0,29 m -mv, terwijl deze maximaal 0,25 mag zijn. De westelijke buis B23A0787 voldoet net wel voor het habitattype Bovenveens grasland, maar is getoetst op basis van het nu aanwezig vegetatietype van meetpunt V164, Associatie van Gewone dophei en Veenmos, dus voor hoogveen, wat nog strengere eisen stelt aan de hydrologie.



Figuur 5-5. Situering bovenveense graslanden ten opzichte van de peilbuizen

5.2.5 Stijghoogte in de veenbasis

Voor hoogveenvorming is het essentieel dat de condities gunstig zijn voor de groei van veenmossen. Dit betekent: voldoende water gedurende het hele jaar, voldoende licht en een hoge beschikbaarheid van CO₂ of methaan. Uit de resultaten van het OBN-onderzoek en de proefschriften van L.P.M. Lamers (2001) en H.B.M. Tomassen (2004) is gebleken dat, om aan deze randvoorwaarden voor veenmosgroei te voldoen, de volgende herstelstrategieën de beste perspectieven bieden:

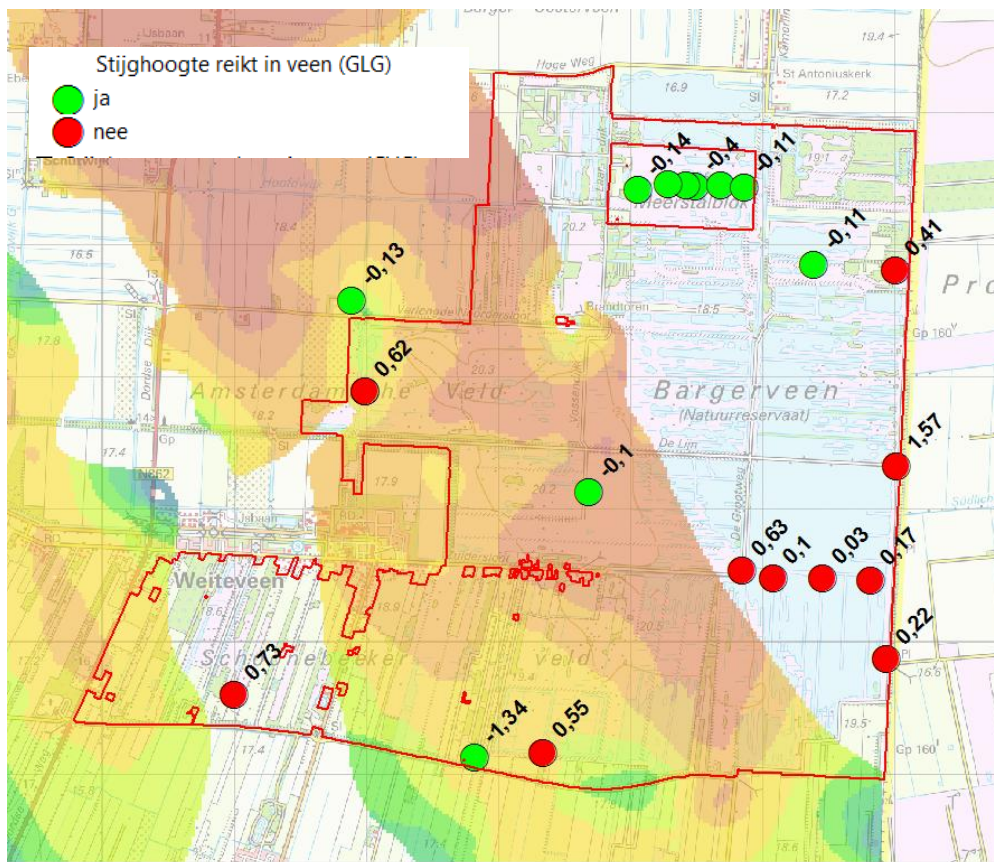
- In situaties waar nog veel witveen aan het oppervlak ligt, biedt vernatting tot aan het maaiveld goede perspectieven voor hoogveenvorming. Witveen heeft het vermogen te krimpen en te zwellen bij wisselende veenwaterstanden en kan door verdere humificatie een hoge beschikbaarheid van CO₂ of methaan voor veenmossen bieden. In situaties waar het restveen te zuur is voor CO₂ en methaanvorming (dat is bij een pH < 4) is enige zuurbuffering nodig om de microbiële activiteit te verhogen. Dit kan het beste gerealiseerd worden door het herstel van de regionale hydrologie, waardoor gebufferd water tot in de veenbasis stijgt.

- Is alleen nog sterk gehumificeerd zwartveen aanwezig en geen bolster teruggestort, dan is plas-drasvernating de meest kansrijke optie. Dan is een zeer stabiele waterstand in het maaiveld noodzakelijk, wat stringente eisen stelt aan het waterbeheer. Zeker bij dunne veenpakketten, zoals voor grote delen van de baggervelden geldt, is een hoge en stabiele grondwaterstand in het onderliggende minerale pakket vereist. In plassen op zwartveen die dieper zijn dan 0,50 m komt vaak geen veenvorming op gang. Doordat in het sterk gehumificeerde zwartveen te weinig mineralisatie plaatsvindt, blijven de kooldioxideconcentraties in het water te laag om goede veenmosgroei mogelijk te maken. Ook dringt door de vaak sterke kleuring van het water met humuszuren te weinig licht door naar diepten van meer dan 0,30 tot 0,50 m.
- In situaties waar wel bolster is teruggestort, is de vorming van drijftillen mogelijk, waarop zich een veenvormende vegetatie kan vestigen. Voorwaarde daarbij is dat gebufferd grondwater tot in de veenbasis reikt. Enige zuurbuffering is nodig om de microbiële activiteit te verhogen en daardoor humificatie en methaangasvorming op gang te brengen in het bolster. Als gevolg van de gasvorming gaat bolster opdrijven en biedt zo ook bij fluctuerende oppervlaktewaterstanden een zeer stabiele situatie voor veenmosgroei.

Situaties 1 en 2 komen voor in het Meerstalblok en afwisselend en plaatselijk in het Schoonebeekerveld. Situatie 3 wordt aangetroffen in het Amsterdamse Veld en het oostelijk deel van het Schoonebeekerveld (de voormalige baggervelden). Zowel voor het handhaven van een stabiele waterstand, als het stimuleren van humificatie van restveen om daardoor de beschikbaarheid van CO₂ of methaan te verhogen, is het van groot belang dat gebufferd grondwater tot in de veenbasis reikt.

Figuur 5-6 geeft het resultaat van de toetsing weer voor de GLG-situatie. De rode punten geven aan waar de stijghoogte niet reikt tot in het veenpakket, groen voldoet wel. Het label geeft aan hoeveel de stijghoogte verschilt van de basis (onderkant) van het veenpakket in meters. De toets is uitgevoerd op basis van de locaties van peilbuizen waar boorbeschrijvingen van bekend zijn, zodat met zekerheid kon worden vastgesteld in welke laag het filter insnijdt.

Uit de figuur blijkt dat de GLG's in het Meerstalblok reiken tot in het veen. In het zuidoostelijk deel van het Bargerveen reiken de stijghoogten in het algemeen niet tot in de veenbasis. Het overige deel van het Bargerveen geeft een wisselend beeld. Een duidelijke relatie met de aanwezigheid van de keileem onder een deel van het Bargerveen (en daarmee een hogere stijghoogte in de zandlaag) lijkt niet aanwezig.

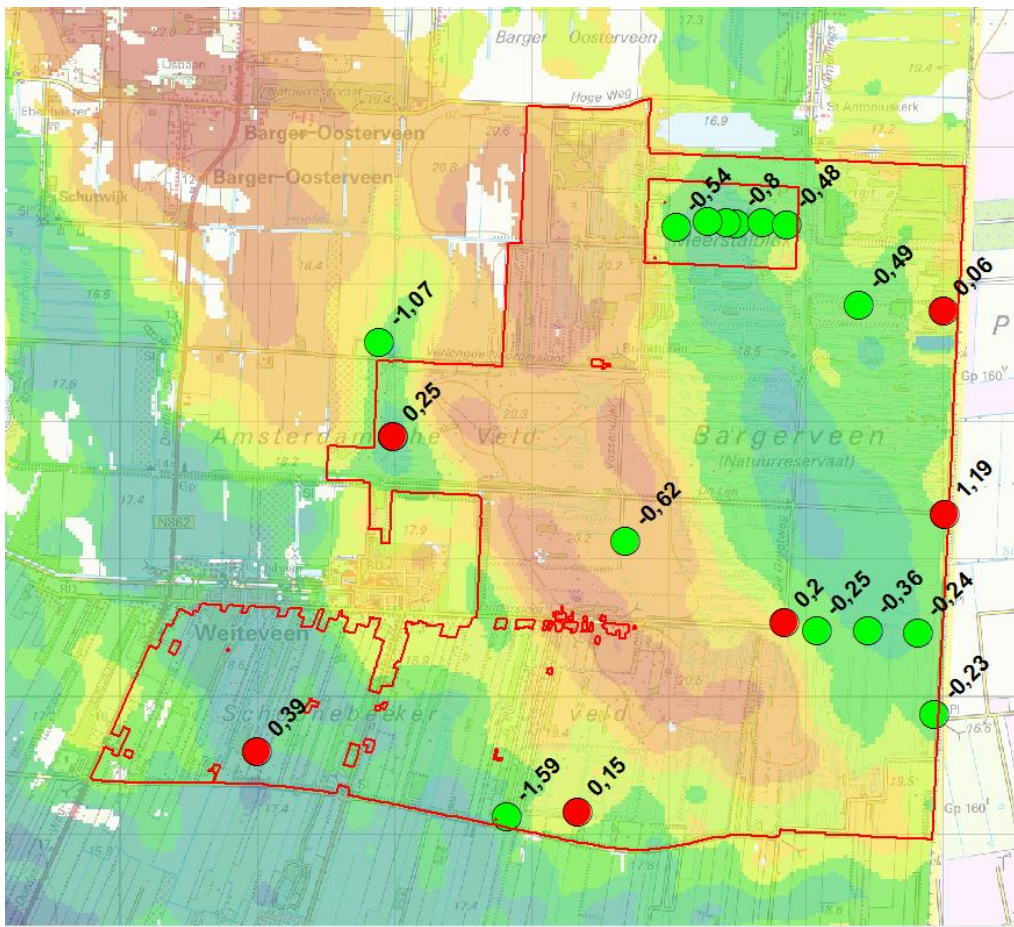


Figuur 5-6. Controle of de stijghoogten in het zandpakket onder veen reiken tot in veen in GLG situatie (label= onderkant veen- stijghoogte onder veenbasis in meters). Op de achtergrond is de diepte van de keileem weergegeven (rood=hoog, blauw=laag).

Vervolgens is bekeken of de stijghoogte het hele jaar onder de veenbasis is, of alleen in droge perioden er onder zakt. In Figuur 5-7 is het resultaat voor de GVG-situatie weergegeven. Deze geeft een veel gunstiger beeld, maar nog steeds zijn er locaties waar de stijghoogte te laag is. Opvallend zijn de twee rode bollen op de rand van het Bargerveen precies ter hoogte van de Annapolder in Duitsland: een onderbemaling die sterk dreineert.

In Figuur 5-7 is tevens de hoogte van de veenbasis weergegeven op basis van de kartering van TNO (2013) in m +NAP. Duidelijk wordt dat de veenbasis in dit gebied geen vlakke 'pannenkoek' is, maar als het ware als een 'deken' over de zuidelijke uitloper van de Hondsrug is neergestreken. In het Hunzedal, waar de keileem ontbreekt, en de stijghoogten een relatief vlak verhang hebben, wordt de stijghoogte in de veenbasis vooral gerealiseerd waar het veen het diepst ligt.

De te lage stijghoogte in de meest zuidwestelijke buis, die in de GVG-situatie nog steeds 0,39 m te laag is, wordt mogelijk veroorzaakt door de sterk drainerende waterloop W8 die hier vlakbij loopt in het gebied waar bovendien de keileem ontbreekt (en dus de drainerende werking over een groter gebied plaatsvindt).



Figuur 5-7. Controle of de stijghoogten in het zandpakket onder veen reiken tot in veen in GVG situatie. (label= onderkant veen- stijghoogte onder veenbasis in meters). Op de achtergrond is de diepte van de veenbasis weergegeven (rood=hoog, blauw=laag).

6 Tijdreeksanalyse

6.1 Algemeen

Met behulp van tijdreeksanalyse kan het verloop van de grondwaterstand over een langere periode worden gesimuleerd. Op deze manier kan men de effecten van hydrologische maatregelen en externe invloeden in kaart brengen. Voor alle peilbuizen is gekeken of ze geschikt zijn voor tijdreeksanalyse en effectbepaling. Als dit het geval is, vormen de buizen een goede 0-situatie en kunnen effecten van toekomstige maatregelen middels tijdreeksanalyses worden bepaald. Daarnaast is een interventie-analyse uitgevoerd voor enkele peilbuizen om het effect van reeds uitgevoerde maatregelen op de grondwaterstand inzichtelijk te maken. De tijdreeksanalyse is in dit onderzoek uitgevoerd met het programma Menyanthes (versie 2.y.g.t) van KWR Watercycle Research Institute.

De fluctuatie van de grondwaterstand in de tijd wordt veroorzaakt door onder andere neerslag en verdamping. Bij tijdreeksanalyse wordt gezocht naar een *verband* tussen een reeks van grondwaterstandmetingen en deze zogenaamde *verklarende meetreeksen* (neerslag, verdamping, peil oppervlaktewater et cetera). Er is onderscheid gemaakt tussen lineaire en niet-lineaire modellen. Bij niet-lineaire systemen reageert de grondwaterstand niet altijd hetzelfde op een verklarende reeks. Het effect van neerslag zal bijvoorbeeld anders zijn als de grondwaterstand stijgt tot boven het oppervlaktewaterpeil of de onderkant van een droogvallende greppel. Per peilbuis locatie is bepaald of er niet-lineariteit optreedt.

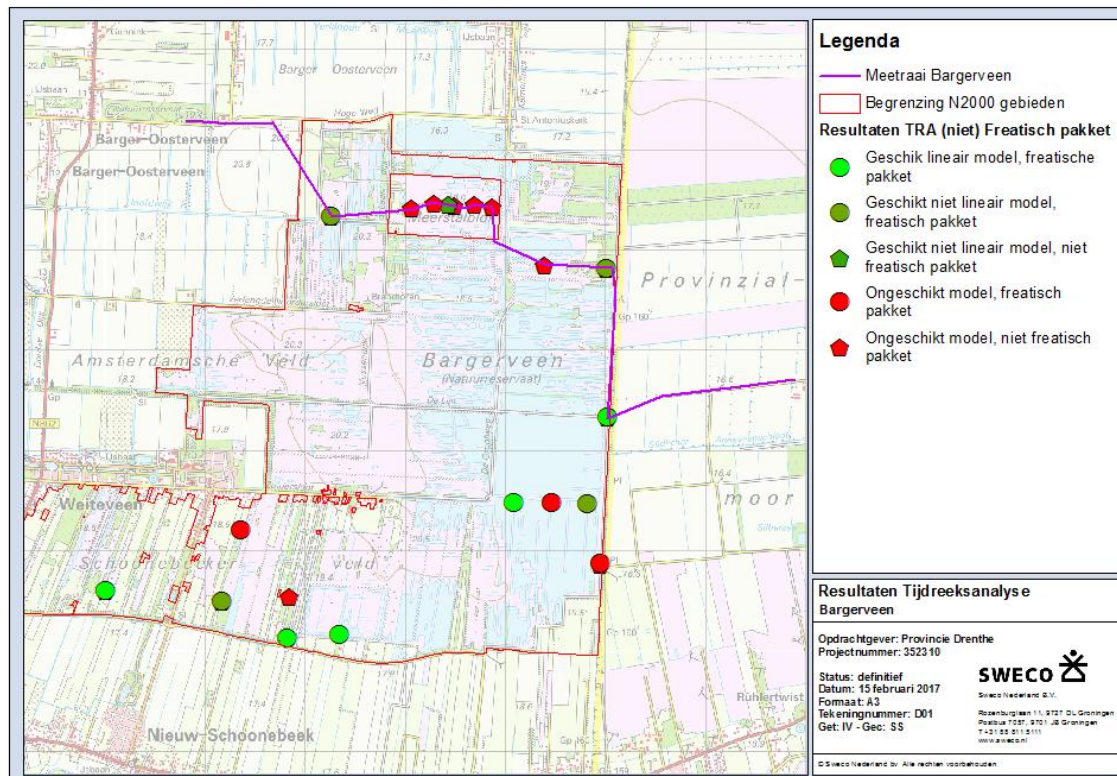
De gemaakte tijdreeksmodellen zijn beoordeeld op geschiktheid voor tijdreeksanalyse. Om hierover een onderbouwde uitspraak te kunnen doen, is het nodig diverse controles uit te voeren die inzicht geven in de (statistische) betrouwbaarheid van het model. Hierbij is onderscheidt gemaakt in de correctheid van de pasvorm, de statistische geschiktheid en de hydrologische plausibiliteit. Een toelichting op de uitgevoerde controles is opgenomen in bijlage 11.

6.2 Resultaten algemene tijdreeksanalyse

Alle peilbuizen zijn beoordeeld op geschiktheid. In totaal zijn er 25 peilbuizen met 62 filters. Eén filter had een tekorte meetreeks en is niet meegenomen in de verdere analyse. 36 filters hebben een goede pasvorm, zijn statistisch geschikt en hydrologisch plausibel. In Figuur 6-1 en Figuur 6-2 zijn de geschikte filters weergegeven voor het freatisch en watervoerend pakket. Bij de rapportage is een excel bestand met de volledige uitwerking van de tijdreeksanalyse per peilbuis geleverd.

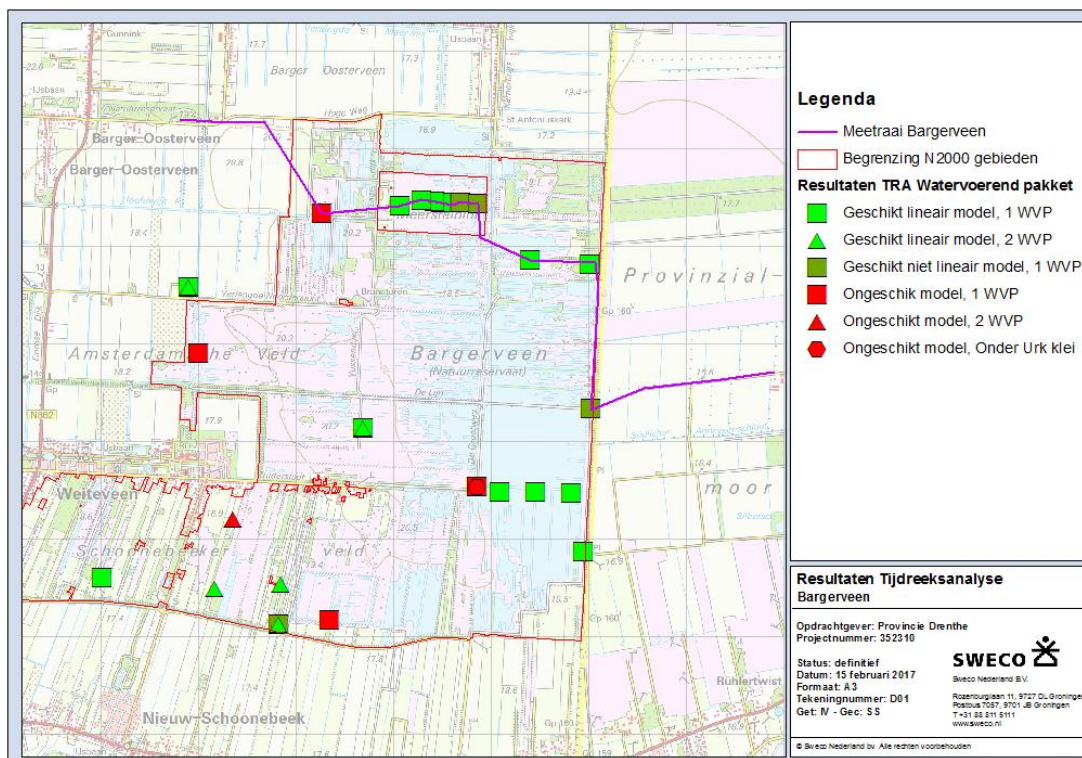
Voor alle 'niet-freatische' peilbuizen met een filter te diep in het veen blijkt geen geschikt tijdreeksmodel te maken op basis van neerslag en verdamping. Eén niet-freatische peilbuis (in het Meerstalblok) geeft wel een geschikt niet-lineair verband. De gemeten stijghoogte van deze peilbuis is sterk gerelateerd aan de stijghoogte van het watervoerendpakket, waardoor een verband wordt gevonden. Deze reeks geeft echter geen representatieve waarde voor dan wel het watervoerend dan wel het freatisch pakket. Dit bevestigt dat de te diep geplaatste buizen niet alleen 'niet representatief' zijn voor het freatisch grondwater, maar bovendien de reeks op basis van neerslag en verdamping niet verklaard kan worden.

Het grootste deel van de freatische reeksen is wel geschikt. Uitzondering hierop zijn twee freatische peilbuizen gelegen in het zuidoosten. De meetreeksen van deze peilbuizen worden naast neerslag en verdamping, naar verwachting ook beïnvloedt door peildynamiek in het oppervlaktewater. Dit peil is niet meegenomen als verklarende reeks. Als laatste is er nog één ongeschikte freatische peilbuis gelegen in het Schoonebeeker veld. Er is geen eenduidige verklaring voor het ontbreken van een verband tussen de neerslag en verdamping in deze peilbuis.



Figuur 6-1 Resultaten van de tijdsreeks analyse voor het ondiepe grondwater (freatisch en te diepe filters samen.)

In Figuur 6-2 zijn de resultaten voor de tijdsreeksanalyse weergegeven voor peilbuizen in het watervoerend pakket. Hier zijn 29 peilbuizen waarvan 7 peilbuizen ongeschikt. Opvallend is dat alle peilbuizen in het watervoerendpakket hydrologisch plausibel zijn en ook een goede pasvorm hebben. Deze peilbuizen zijn echter afgekeurd omdat ze allemaal geen autocorrelatie vertoonden, ofwel: het model geeft aan dat er nog een verklarende invloed ontbreekt. Voor verschillende van deze buizen zou de peildynamiek in het oppervlaktewater heel goed deze invloed kunnen zijn.



Figuur 6-2 Resultaten van de tijdsreeks analyse voor het watervoerend pakket

6.3 Gedetailleerde analyse

6.3.1 Algemeen

In hoofdstuk 3 is een overzicht gegeven van alle maatregelen uitgevoerd sinds 2008. De effecten van de maatregelen kan door middel van tijdsreeksmodellen worden bepaald, hierbij is de interventie-analyse gebruikt. Daarbij zijn aparte tijdsreeksmodellen gemaakt voor en na de maatregelperiode, omdat door de maatregel het systeem zodanig wordt beïnvloed dat dit niet meer één tijdsreeksmodel is te schematiseren. Met beide modellen worden reeksen gesimuleerd over dezelfde lange periode en vergeleken op basis van de GxG en gemiddelde regiemcurve. Op deze manier kan het effect van een maatregel inzichtelijk worden gemaakt. Voor het Bargerveen zijn twee meetreeksen geselecteerd waar een interventie-analyse voor is uitgevoerd:

- Reeks B23A0765_2; gelegen ten westen van het Meerstalblok. Hier zijn in 2014 op vrij grote schaal vernattingsmaatregelen gerealiseerd wat tot peilverhoging heeft geleid.
- Reeks B23A0310_2; ten westen van de baggervelden. Hier is het oppervlaktewaterpeil in 2013 verlaagd.

Voor de maatregelen zie Hoofdstuk 3.

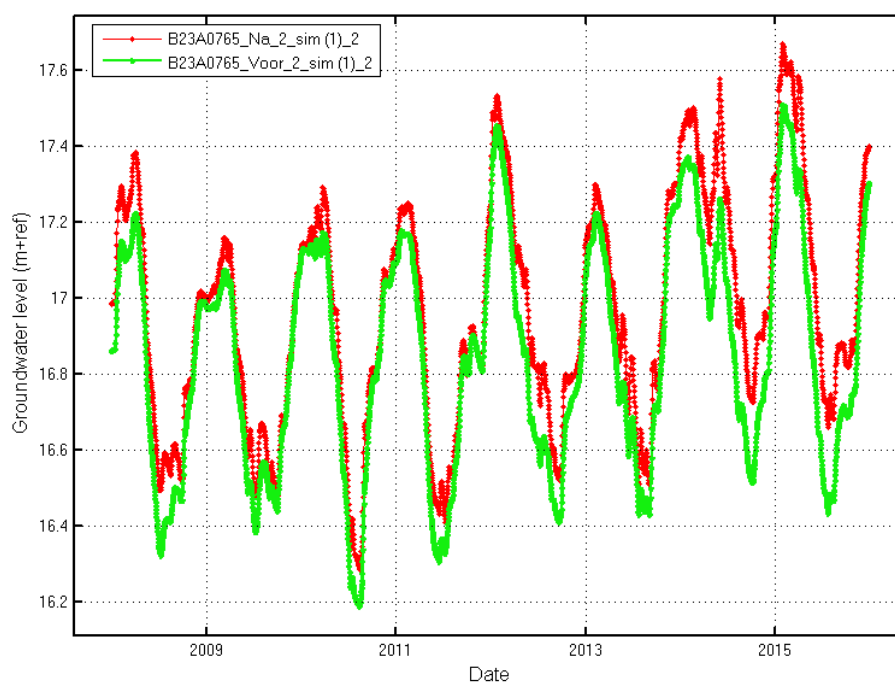
6.3.2 Vernattingsmaatregelen Noordwest Bargerveen (B23A0765_2)

Deze peilbuis meet de stijghoogte onder de veenbasis ten westen van het Meerstalblok. In 2014 is hier het peil verhoogd en zijn sloten gedempt. Het freatische filter is helaas pas geplaatst na uitvoering van de maatregelen. Met het filter in het watervoerende pakket kan mogelijk wel worden getoetst in hoeverre de maatregelen doorwerken tot in de zandlaag onder het veen.

De betreffende peilbuis is eerder als ongeschikt gemarkeerd voor tijdreeksanalyse, omdat er geen autocorrelatie was. Het ontbreken van autocorrelatie indiceert dat er mogelijk een verklarende reeks mist. Vermoedelijk is dit het effect van de peilverhoging. Voor de analyse is de meetreeks opgeknipt in twee periodes, één reeks van voor de maatregelen (voor 2014) en één reeks na de maatregelen (na 2014). De modelresultaten van de opgeknipte modellen zijn weergegeven in tabel 6-1. Figuur 6-3 geeft de verlengde tijdreeks in de periode 2007-2016 in en exclusief de aanvullende maatregelen. Zichtbaar is een duidelijke vernatting in de periode na realisatie van de bufferzone. De nieuwe opgeknipte modellen geven een goede pasvorm en zijn hydrologisch plausibel. Ten opzicht van het huidige model (paragraaf 6.3) is er echter geen statische verbetering zichtbaar. De resultaten zijn daarom enkel indicatief.

Tabel 6-1 Modelresultaten van peilfilter B23A0765_2 model-voor versus model-na maatregel (lineair)

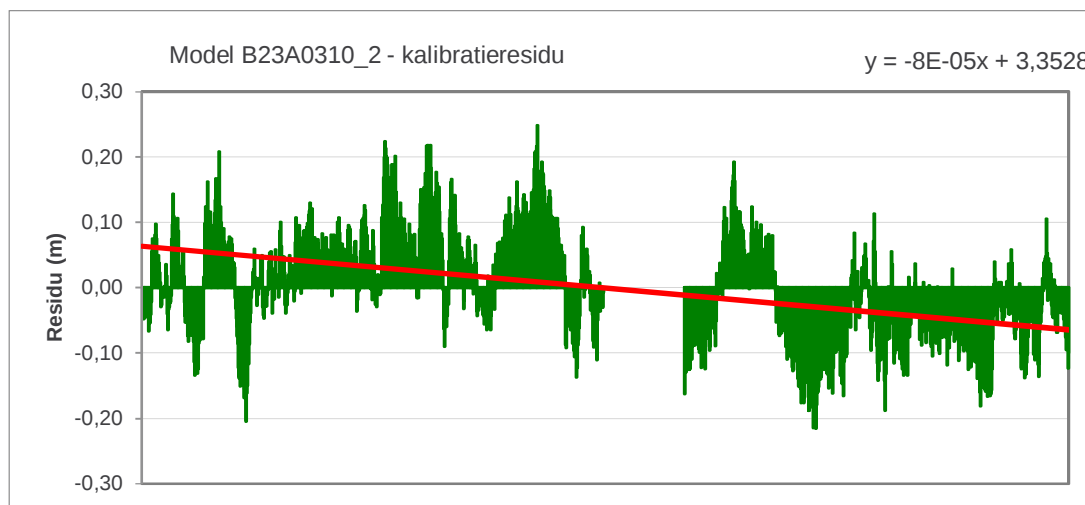
Model	MV (m +NAP)	Ond. filter (m +NAP)	GLG (m +NAP)	GG (m +NAP)	GVG (m +NAP)	GHG (m +NAP)
B23A0765 Na	20,42	13,06	16,56	16,97	17,22	17,34
B23A0765 Voor	20,42	13,06	16,41	16,85	17,09	17,24



Figuur 6-3 Verlengde tijdreeks B23A0765_2 voor de periode voor en na maatregelen.

6.3.3 Peilverlaging Bekken

In het noordelijke baggerveld is het oppervlaktewater peil in 2013 verlaagd van NAP +17,2 m naar NAP +16,9 m. Doel hiervan was om meer stabiele waterstanden te krijgen in de Baggervelden, met het oog op hoogveen ontwikkeling. Peilbuis B23A0310_2 ligt aan de rand van dit baggerveld. Het model van de tijdreeks toonde eerder een goede pasvorm en was hydrologisch plausibel. Er was echter geen autocorrelatie, vermoedelijk omdat het oppervlakte waterpeil een sterke invloed heeft op de stijghoogte in het watervoerend pakket. Deze invloed was ook duidelijk zichtbaar in de kalibratieresidu welke een negatieve trend vertoonde (figuur 6-4).



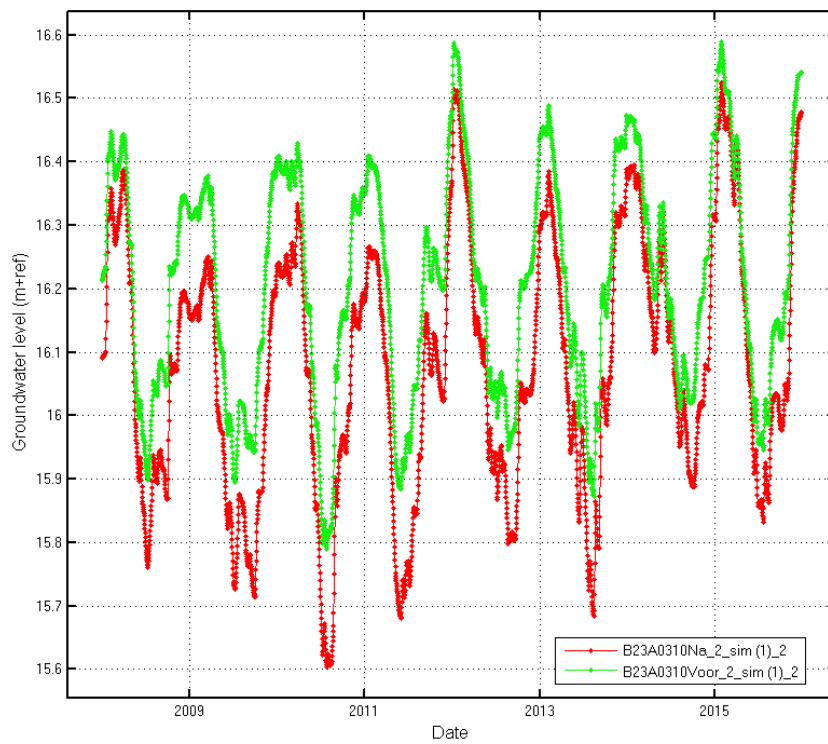
Figuur 6-4 Kalibratieresidu B23A0310_2

Om het model te verbeteren, is ook deze reeks opgeknippt en zijn er twee lineaire modellen gemaakt; één model om de periode voor de maatregelen te simuleren en één om de periode na de maatregelen te simuleren. Het nieuwe model lijkt een stuk beter (EVP van 94 en 80 en opzichte van een EVP van 72). Daarnaast hebben de opgeknippte modellen een autocorrelatie. In tabel 6-2 en figuur 6-5 zijn de resultaten weergegeven. De peilverlaging van het oppervlakte water leidt in het eerste watervoerend pakket tot een verlaging van circa 10 cm. Daarnaast zakt de grondwaterstand in droge periodes nu flink dieper weg, getuige de circa 35 cm lagere GLG.

Interessant zou zijn om te bepalen hoe ver de verlaging van deze stijghoogte doorwerkt naar de omgeving toe en wat het effect is op de stijghoogte onder de veenbasis ter plaatse van omliggende hoger gelegen percelen.

Tabel 6-2 Modelresultaten van peilfilter B23A0310_2 model-voor versus model-na maatregel (lineair)

Model	MV (m+NAP)	Ond. filter (m+NAP)	GLG (m+NAP)	GG (m+NAP)	GVG (m+NAP)	GHG (m+NAP)
B23A0310 Na	18,88	13,06	15,57	16,08	16,23	16,34
B23A0310 Voor	18,88	13,06	15,94	16,21	16,32	16,44



Figuur 6-5 Verlengde tijdreeks B23A0310_2 voor de periode voor en na maatregelen.

7 Conclusies en aanbevelingen

7.1 Conclusies

Het huidige meetnet verdroging voor het Bargerveen is vooral geschikt om de hydrologische toestand van het regionale systeem in beeld te brengen. De meetpunten met filters in de zandlaag onder het veen geven een goed beeld van de stijghoogte onder de veenbasis; een belangrijke sturende factor voor het realiseren van de natuurdoelen in dit gebied. Daarnaast is getoetst of het huidige meetnet ook bruikbaar is om de hydrologische vereisten van de habitattypen te toetsen. Ook is onderzocht of de meetreeksen al lang genoeg zijn en juist gesitueerd voor het beoordelen van de effecten van reeds uitgevoerde maatregelen.

Stijghoogte in de veenbasis

De gemiddeld laagste stijghoogten (droge zomer) in het Meerstalblok reiken tot in het veen. In het zuidoostelijk deel van het Bargerveen reiken de stijghoogten in het algemeen niet tot in de veenbasis. Het overige deel van het Bargerveen geeft een wisselend beeld. Voor de GVG situatie (voorjaar) is het beeld gunstiger, maar nog steeds zijn er locaties waar de stijghoogte te laag is. Opvallend is de te lage stijghoogte op de rand van het Bargerveen ter hoogte van de Annapolder in Duitsland: een onderbemaling die sterk draineert.

Het al dan niet realiseren van een stijghoogte in de veenbasis heeft een aantal oorzaken:

- er lijkt een relatie met het oppervlaktewatersysteem/ drainerende waterlopen (ook in Duitsland);
- de aanwezigheid van de keileem speelt mee;
- er lijkt een relatie met de hoogteligging van de onderkant van het veen ten opzichte van NAP (dus niet zozeer de veendikte). De veenbasis is in dit gebied geen vlakke 'pannenkoek', maar ligt als een 'deken' over de zuidelijke uitloper van de Hondsrug. In het Hunzedal, waar de keileem ontbreekt, en de stijghoogte een relatief vlak verhang heeft, wordt de stijghoogte in de veenbasis gerealiseerd op die plaatsen waar het veen het diepst ligt.

Toetsing hydrologische vereisten habitattypen en vegetatietypen

Het huidige meetnet is in beperkte mate geschikt om de hydrologische vereisten van de habitattypen (en vegetatietypen) te monitoren. De twee belangrijkste habitattypen zijn bovenveense graslanden en herstellend hoogveen.

Eén peilbuis is gesitueerd vlak bij het Land van Koopman nabij een vegetatiemeetpunt in het habitatype Bovenveens grasland. Met een GVG van 0,18 m -mv en een GLG van 0,57 m-mv, voldoet deze nog net aan de vereisten voor dit habitatype, maar zit wel aan de ondergrens. Drie peilbuizen bevinden zich in de *zoekgebieden* voor Bovenveens grasland: Alle drie zijn gesitueerd in het Schoonebeekerveld. In de GLG-situatie voldoen twee van de drie buizen aan de hydrologische vereisten, zowel op het niveau van de habitattypen als de vegetatietypen. In één peilbuis zakt de grondwaterstand in een droge periode te diep uit. Deze is gesitueerd dichtbij de watergang W8, die in de huidige situatie nog sterk draineert. Watergang W8 staat al jaren op de nominatie om gedempt te worden. In de GVG-situatie komt de grondwaterstand net niet hoog genoeg.

Wat betreft de hoogveenbieden en herstellend hoogveen: hier zijn een groot deel van de peilbuizen te diep geplaatst, waardoor deze geen eenduidig beeld geven. Op basis van de resterende freatische peilbuizen wordt voorzichtig geconcludeerd dat het noordelijk deel qua hydrologie beter op orde lijkt dan het zuidoostelijk deel, zowel in de GVG- als de GLG-situatie. Mogelijk geven de buizen wel een vertekend beeld, aangezien de buizen in het zuidoosten vooral gesitueerd zijn op de hogere dammen direct grenzend aan de bagger-velden.

Bepaling effect maatregelen/ tijdreeksmodellering

Met behulp van tijdreeksanalyse is het verloop van de grondwaterstand over de periode 2008-2015 verklaard. Voor de meeste freatische buizen en de buizen in het watervoerend pakket konden goede tijdreeksmodellen worden gemaakt. Dit geeft een goede basis om het effect van toekomstige maatregelen met behulp van tijdreeksanalyses te bepalen. Voor de buizen die te diep in het veen stonden en enkele diepere buizen nabij oppervlaktewater was het niet mogelijk een goed model te maken.

Op twee locaties in het noordwesten van het Bargerveen is het effect van reeds uitgevoerde vernattingsmaatregelen in beeld gebracht: Voor één peilbuis in de zandlaag onder het veen is een verhoging van de GLG en de GVG van tussen de 10 à 15 cm berekend. Hoewel statistisch niet overtuigend (wat niet onverwacht is gezien de korte meetreeks voor- en na maatregelen), lijkt het effect van de uitgevoerde vernattingsmaatregelen in het noordwesten van het Bargerveen toch al zichtbaar in de meetreeksen.

Een andere onderzochte maatregel, is het verlagen van het waterpeil ter plaatse van de (noordelijke) baggervelden. Deze verlaging heeft als doel om stabielere waterstanden te realiseren voor hoogveenontwikkeling ter plaatse. De keerzijde is echter dat de stijghoogte onder de omliggende hogere gronden (met herstellend hoogveen) mogelijk wel verder uitzakt. Op basis van de tijdreeksanalyse wordt geconcludeerd dat de peilverlaging van het noordelijke baggerveld leidt tot een verlaging van de GVG in het eerste watervoerend pakket van circa 10 cm in de nabij gelegen peilbuis. Daarnaast zakt de grondwaterstand in droge periodes nu flink dieper weg, getuige de circa 35 cm lagere GLG. De afweging om de peilen in de baggervelden te verlagen dient daarom zorgvuldig te worden overwogen, en de reikwijdte van dit effect zou nader moeten worden onderzocht.

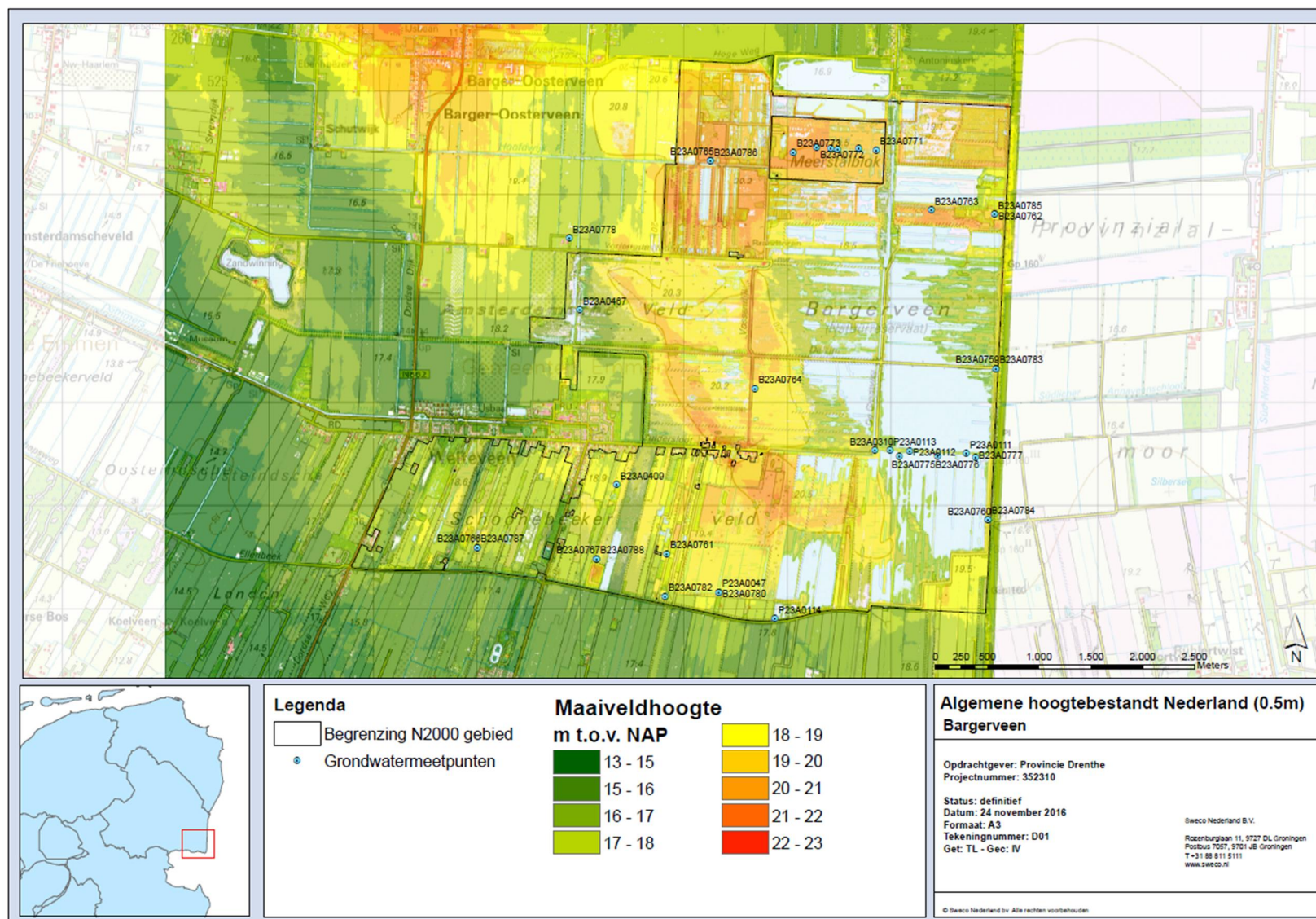
7.2 Aanbevelingen

Het huidige meetnet is nu alleen gedeeltelijk geschikt om de hydrologische situatie ter plaatse van de vegetaties te monitoren. Wanneer het doel van het meetnet alleen is het monitoren van de regionale hydrologie en de stijghoogte onder de veenbasis, dan voldoet het huidige meetnet goed. Wanneer het doel echter ook is om de lokale grondwaterstanden ter plaatse van habitattypen te monitoren dan zijn er nog enkele aanbevelingen:

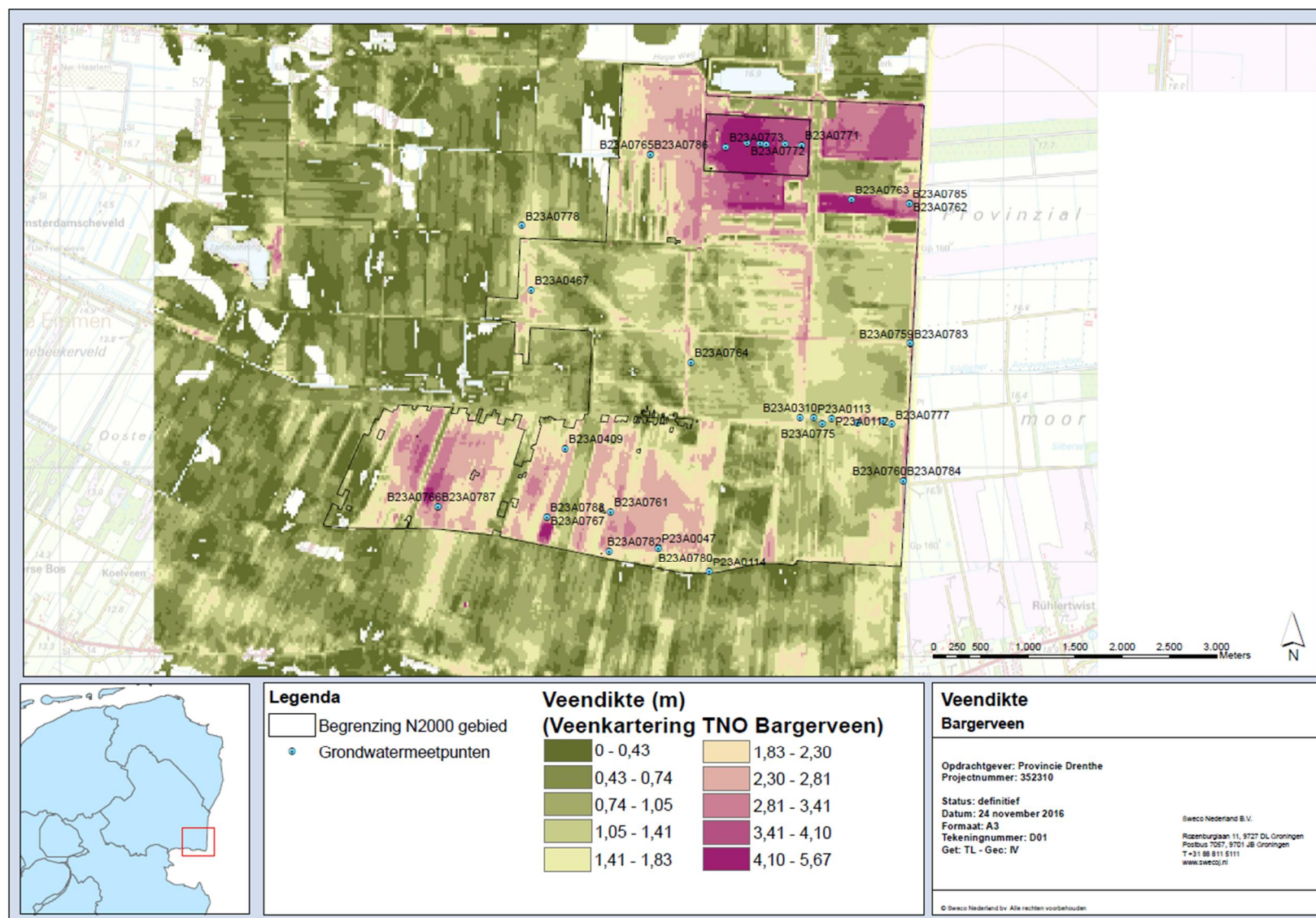
- De filterstelling van enkele freatische buizen zijn te diep. In bijvoorbeeld het Meerstalblok bevinden de peilfilters zich op 2,0 tot 3,5 m -mv. Deze geven geen representatief beeld van de freatische grondwaterstand in de wortelzone. De gemeten GxG's kunnen niet gebruikt worden voor het toetsen van de hydrologische randvoorwaarden ter plaatse van de aanwezige vegetatietypen en habitattypen. Geadviseerd wordt om peilbuis B23A0770 te laten vervallen (deze meet geen goede grondwaterstand) en in plaats daarvan een nieuwe freatische peilbuis te plaatsen in het Meerstalblok.
- In het Amsterdamse Veld zijn op dit moment geen freatische peilbuizen. De twee aanwezige peilbuizen hebben een filter boven en onder de keileem, maar geen filter in het bovenliggende veenpakket. Geadviseerd wordt een representatief freatisch filter ter plaatse van de vegetatiemeetpunten bij te plaatsen. Hiermee kunnen de effecten van

vernattingsmaatregelen in de omgeving beter worden gemonitord (o.a. laars van Grientsveen).

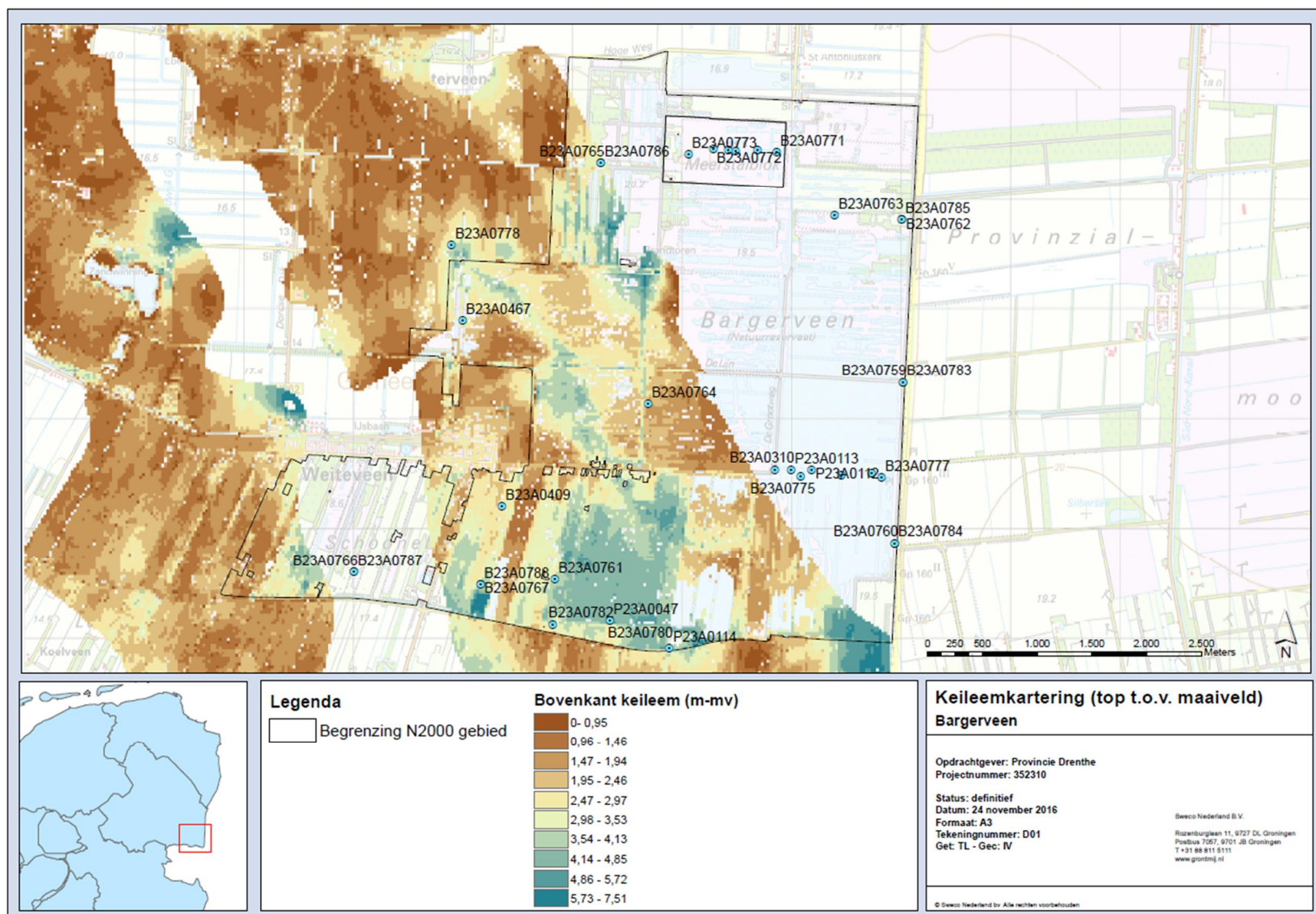
Bijlage 1 Hoogtekaart Bargerveen (AHN)



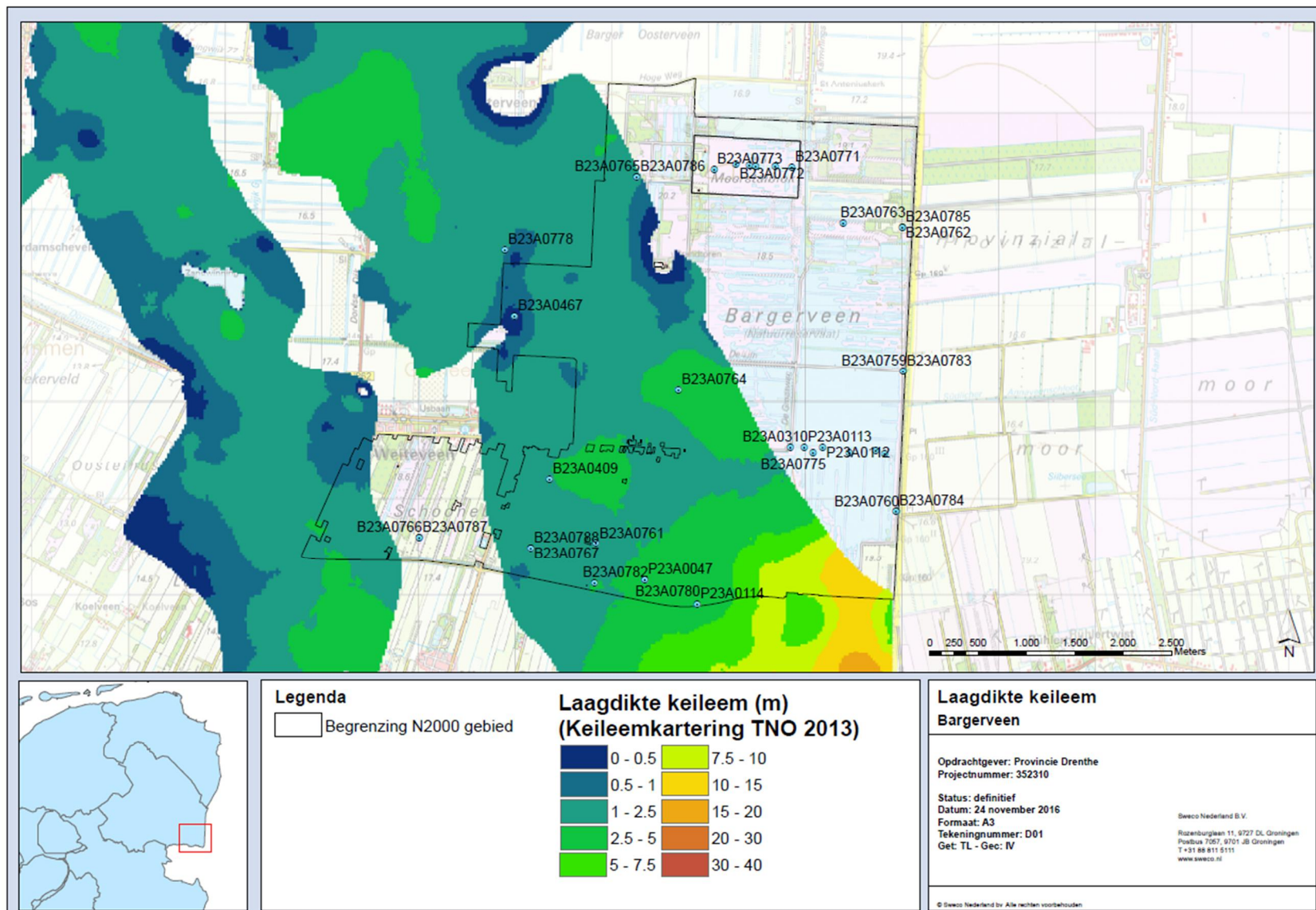
Bijlage 2: Veendikte (Veenkartering TNO)



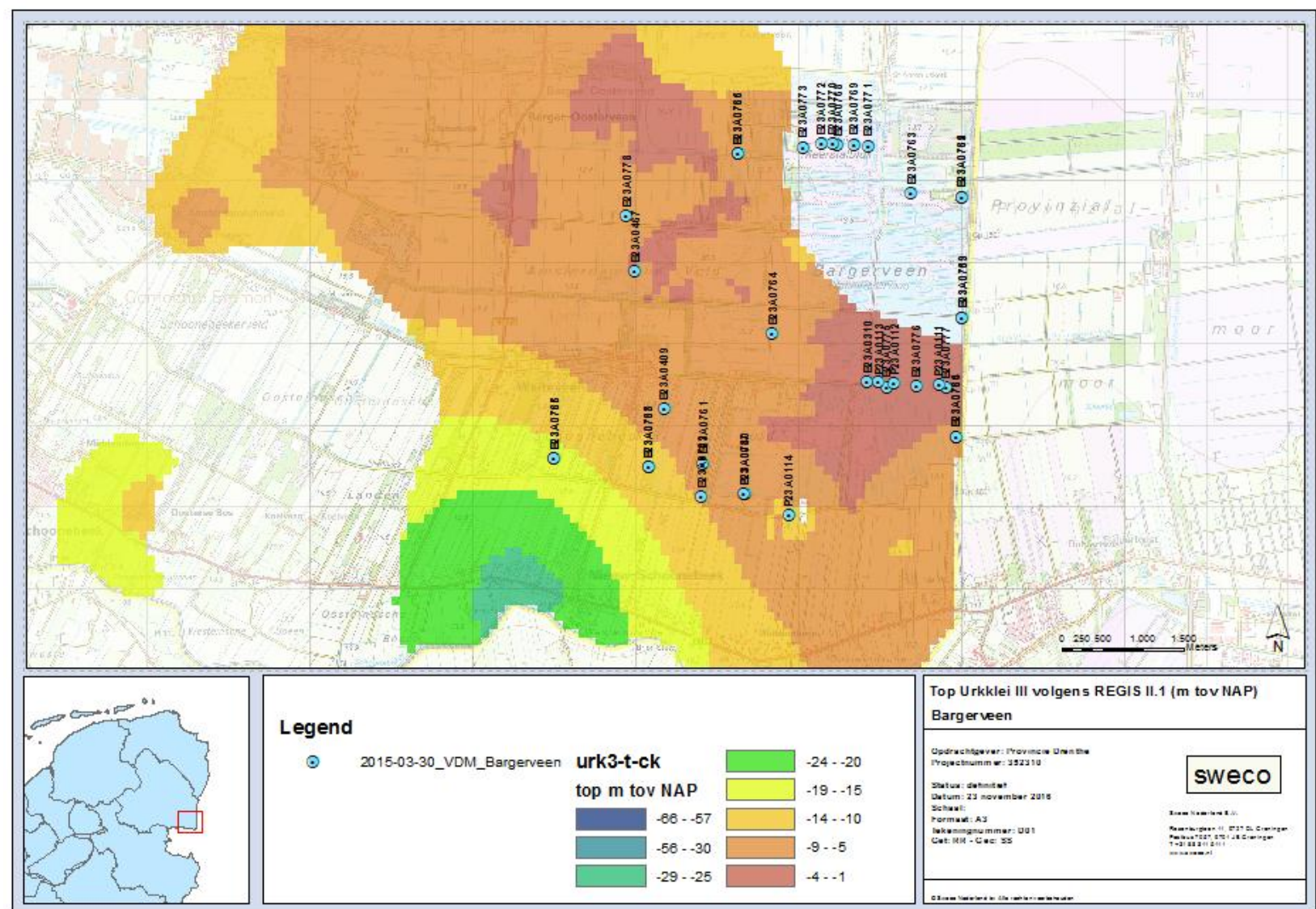
Bijlage 3: Diepte top keileemlaag ten opzichte van maaiveld (m) (Keileemkartering TNO, 2013)



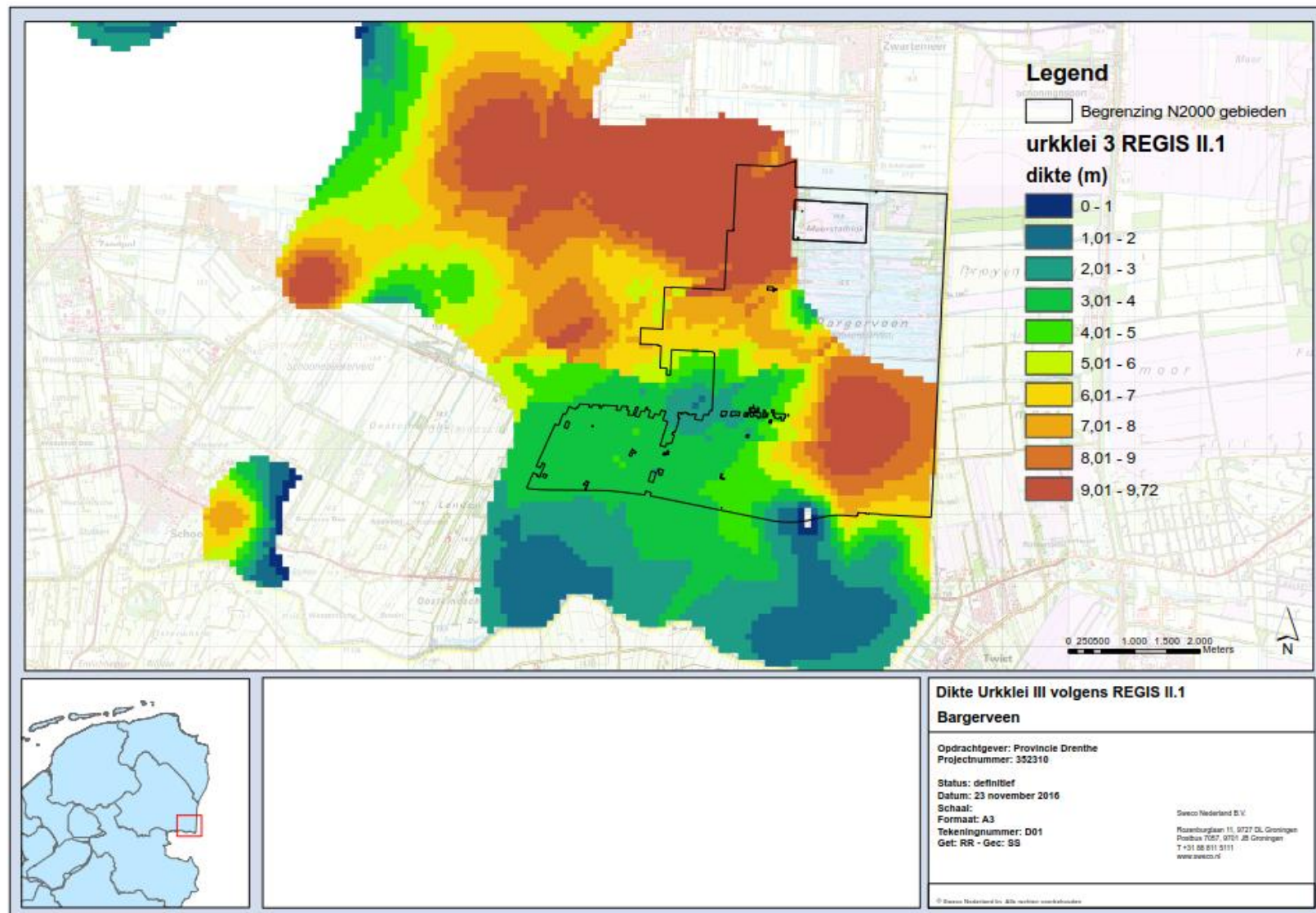
Bijlage 4: Dikte van de keileemlaag (keileemkartering TNO, 2013)



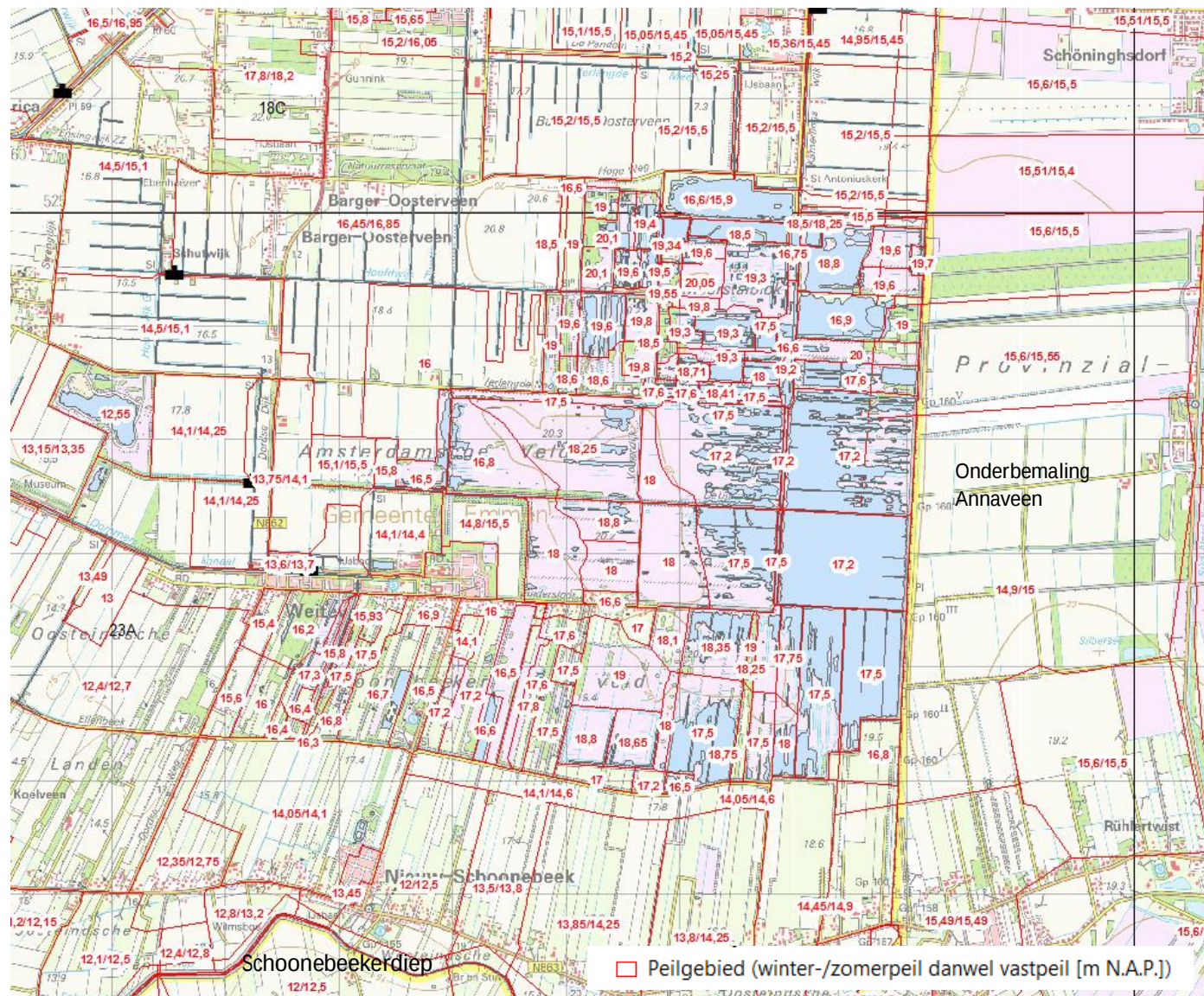
Bijlage 5: Bovenkant van de Urkklei 3 in m tov NAP (REGIS II.1)



Bijlage 6: Dikte van de Urkklei 3 (REGIS II.1)

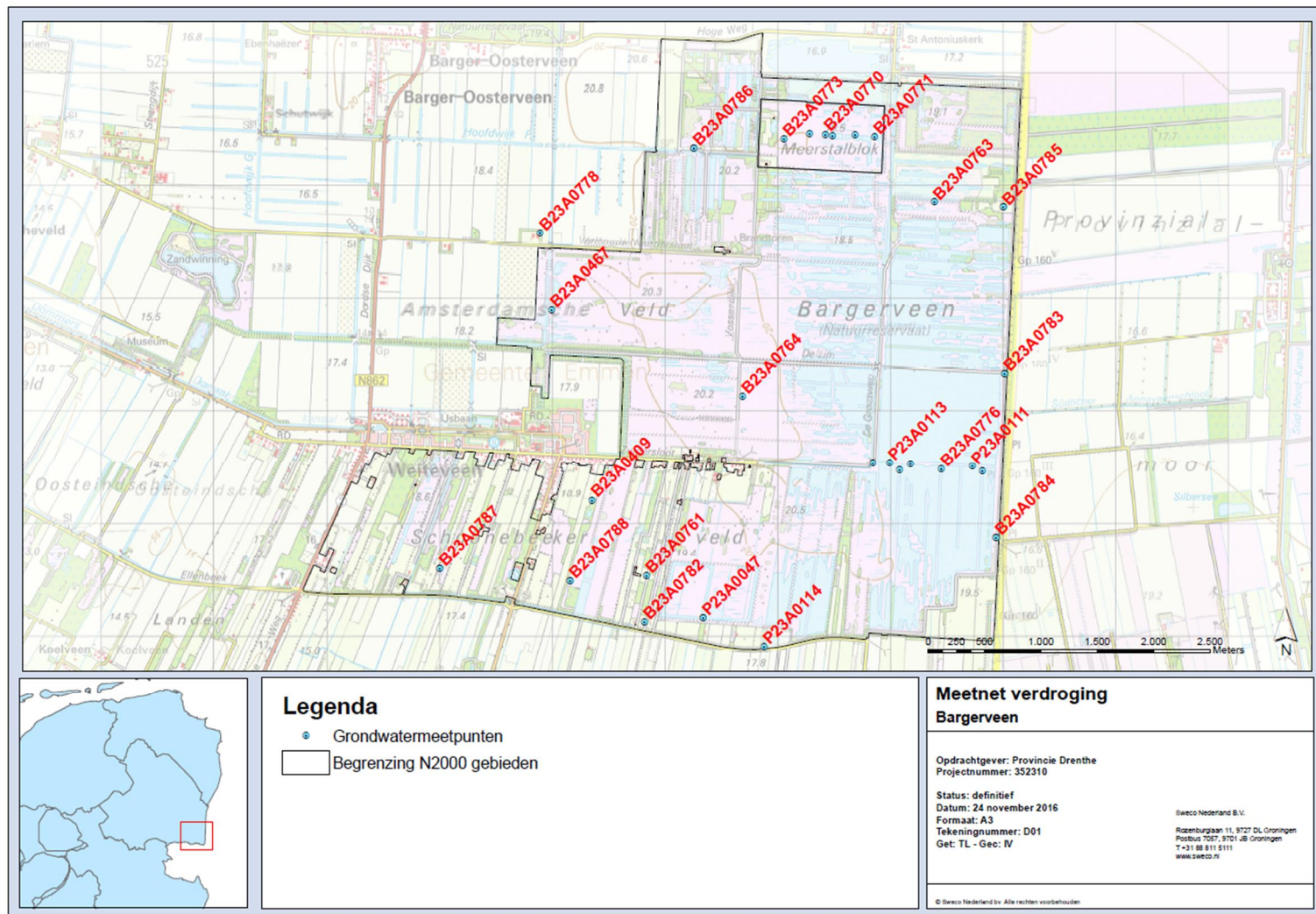


Bijlage 7: Oppervlaktewatersysteem met peilvakpeilen

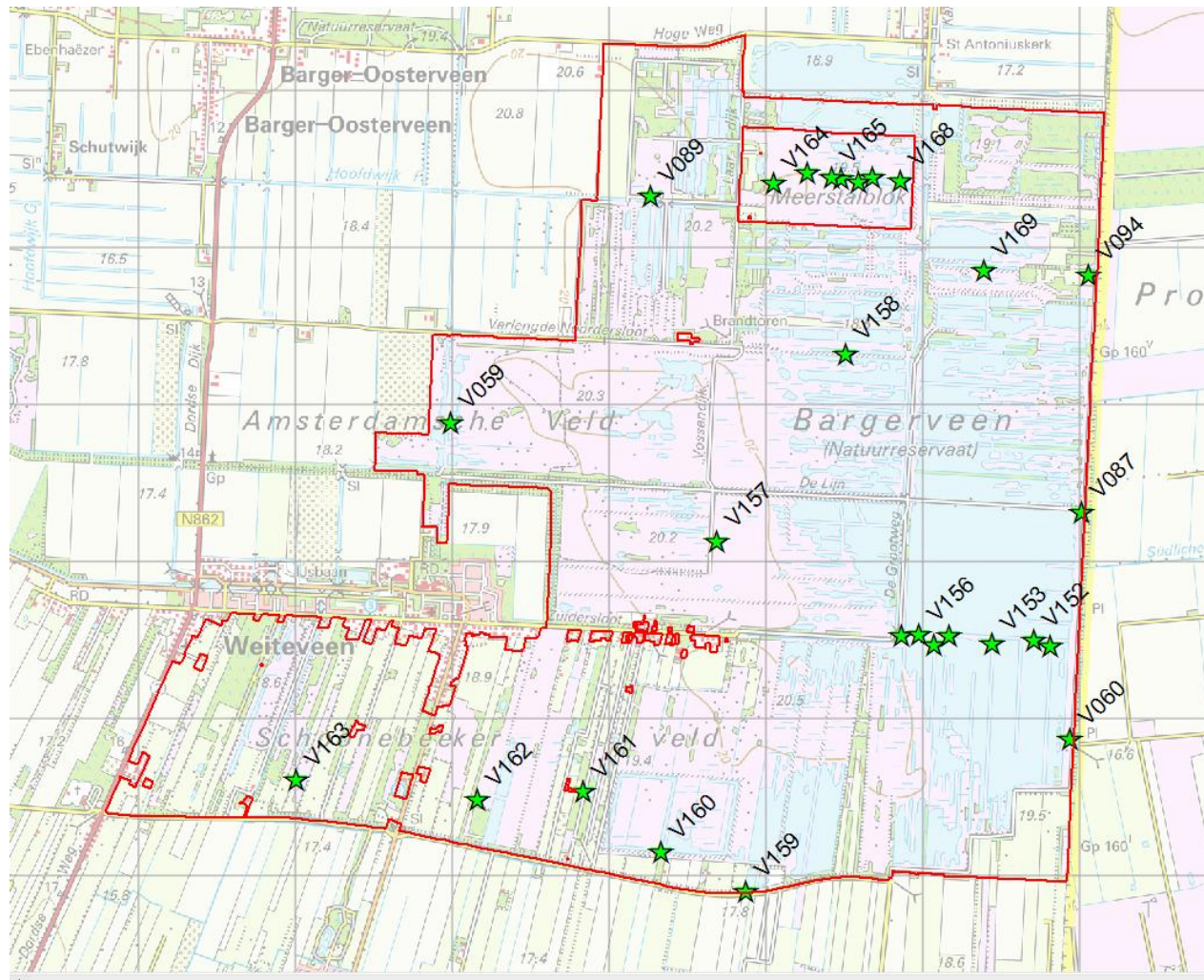


Bijlage 8: Beoordeling meetnet verdroging

In totaal bestaat het meetnet verdroging van het Bargerveen uit 35 peilbuizen, met 62 filters. De locaties zijn weergegeven in onderstaande figuur.



De hieraan gekoppelde vegetatiemeetpunten zijn weergegeven in onderstaande figuur.





Zoom meetnet Meerstalblok (peilbuizen en vegetatiemeetpunten)



Zoom meetnet verdroging- dam tussen noordelijk en zuidelijk baggerveld (peilbuizen en vegetatiemeetpunten)

Samenvatting huidige vegetatietypen meetpunten

NUMMER	DATUM	ASSOCIATIE	KLASSE_NED	ASSOCIATIE	SYNTAXON_N
V057	20100825	11BA01A	HOOGVEENBULTEN EN NATTE HEIDEN	Associatie van Gewone dophei en Veenmos	Typische subassociatie
V057	20140724	11BA01A	HOOGVEENBULTEN EN NATTE HEIDEN	Associatie van Gewone dophei en Veenmos	Typische subassociatie
V058	20100825	11RG02	HOOGVEENBULTEN EN NATTE HEIDEN		RG van Pijpestrootje
V058	20140724	11RG02	HOOGVEENBULTEN EN NATTE HEIDEN		RG van Pijpestrootje
V059	20100825	11RG01	HOOGVEENBULTEN EN NATTE HEIDEN		RG van Eenarig wollegras
V059	20140724	11RG01	HOOGVEENBULTEN EN NATTE HEIDEN		RG van Eenarig wollegras
V060	20100825	20AA01B	DROGE HEIDEN	Associatie van Struihei en Stekelbrem	Associatie van Struihei en Stekelbrem typische subass
V060	20140724	11AA02C	HOOGVEENBULTEN EN NATTE HEIDEN	Associatie van Gewone dophei	Associatie van Gewone dophei, typische subass
V087	20001002	11RG02	HOOGVEENBULTEN EN NATTE HEIDEN		RG van Pijpestrootje
V087	20040819	11RG02	HOOGVEENBULTEN EN NATTE HEIDEN		RG van Pijpestrootje
V087	20080908	11RG02	HOOGVEENBULTEN EN NATTE HEIDEN		RG van Pijpestrootje
V087	20120808	11AA02C	HOOGVEENBULTEN EN NATTE HEIDEN	Associatie van Gewone dophei	Associatie van Gewone dophei, typische subass
V087	20150915	11RG02	HOOGVEENBULTEN EN NATTE HEIDEN		RG van Pijpestrootje
V088	20001009	11RG02	HOOGVEENBULTEN EN NATTE HEIDEN		RG van Pijpestrootje
V088	20040819	11RG02	HOOGVEENBULTEN EN NATTE HEIDEN		RG van Pijpestrootje
V088	20080908	11RG02	HOOGVEENBULTEN EN NATTE HEIDEN		RG van Pijpestrootje
V088	20120829	11RG02	HOOGVEENBULTEN EN NATTE HEIDEN		RG van Pijpestrootje
V088	20150915	11RG02	HOOGVEENBULTEN EN NATTE HEIDEN		RG van Pijpestrootje
V089	20000925	11RG02	HOOGVEENBULTEN EN NATTE HEIDEN		RG van Pijpestrootje
V089	20040819	11RG02	HOOGVEENBULTEN EN NATTE HEIDEN		RG van Pijpestrootje
V089	20080912	11RG02	HOOGVEENBULTEN EN NATTE HEIDEN		RG van Pijpestrootje
V089	20120904	11RG02	HOOGVEENBULTEN EN NATTE HEIDEN		RG van Pijpestrootje
V089	20151001	11AA02C	HOOGVEENBULTEN EN NATTE HEIDEN	Associatie van Gewone dophei	Associatie van Gewone dophei, typische subass
V094	19990610	16RG05	MATIG VOEDSELRIJKE GRASLANDEN		RG van Blauwe zegge en Blauwe knoop
V094	20030623	16RG05	MATIG VOEDSELRIJKE GRASLANDEN		RG van Blauwe zegge en Blauwe knoop
V094	20070620	19AA02	HEISCHRALE GRASLANDEN	Associatie van Klokjesgentiaan en Borstelgras	Associatie van Klokjesgentiaan en Borstelgras
V094	20110627	19AA02	HEISCHRALE GRASLANDEN	Associatie van Klokjesgentiaan en Borstelgras	Associatie van Klokjesgentiaan en Borstelgras
V094	20150820	19AA02	HEISCHRALE GRASLANDEN	Associatie van Klokjesgentiaan en Borstelgras	Associatie van Klokjesgentiaan en Borstelgras
V151	20150930	42AA01D	EIKEN- EN BEUKENBOSSEN OP ARME GROND	Berken-Eikenbos	Berken-Eikenbos subass met Pijpestrootje
V152	20150930	11AA01	HOOGVEENBULTEN EN NATTE HEIDEN	Associatie van Moeraswolfsklauw en Snavelbies	Associatie van Moeraswolfsklauw en Snavelbies
V153	20150930	11RG02	HOOGVEENBULTEN EN NATTE HEIDEN		RG van Pijpestrootje
V154	20150930	11RG02	HOOGVEENBULTEN EN NATTE HEIDEN		RG van Pijpestrootje
V155	20150930	11RG02	HOOGVEENBULTEN EN NATTE HEIDEN		RG van Pijpestrootje
V156	20150930	11RG02	HOOGVEENBULTEN EN NATTE HEIDEN		RG van Pijpestrootje
V157	20151001	11AA02A	HOOGVEENBULTEN EN NATTE HEIDEN	Associatie van Gewone dophei	Ass van Gewone dophei, subass met Veenmossen
V159	20151002	16RG04	MATIG VOEDSELRIJKE GRASLANDEN		RG van Pitrus
V160	20151002	10RG04	HOOGVEENSLENKEN		RG van Pijpenstrootje en Veenmos
V161	20151002	16RG05	MATIG VOEDSELRIJKE GRASLANDEN		RG van Blauwe zegge en Blauwe knoop
V162	20151002	11RG02	HOOGVEENBULTEN EN NATTE HEIDEN		RG van Pijpestrootje
V163	20151002	11RG02	HOOGVEENBULTEN EN NATTE HEIDEN		RG van Pijpestrootje
V164	20151005	11BA01A	HOOGVEENBULTEN EN NATTE HEIDEN	Associatie van Gewone dophei en Veenmos	Typische subassociatie
V165	20151005	10AA02B	HOOGVEENSLENKEN	Associatie van Veenmos en Snavelbies	Subassociatie met Slankveenmos
V166	20151005	11BA01A	HOOGVEENBULTEN EN NATTE HEIDEN	Associatie van Gewone dophei en Veenmos	Typische subassociatie
V167	20151005	10RG03	HOOGVEENSLENKEN		RG van Venpluis en Veenmos
V168	20151005	10AA02B	HOOGVEENSLENKEN	Associatie van Veenmos en Snavelbies	Subassociatie met Slankveenmos
V169	20151001	11AA02A	HOOGVEENBULTEN EN NATTE HEIDEN	Associatie van Gewone dophei	Ass van Gewone dophei, subass met Veenmossen

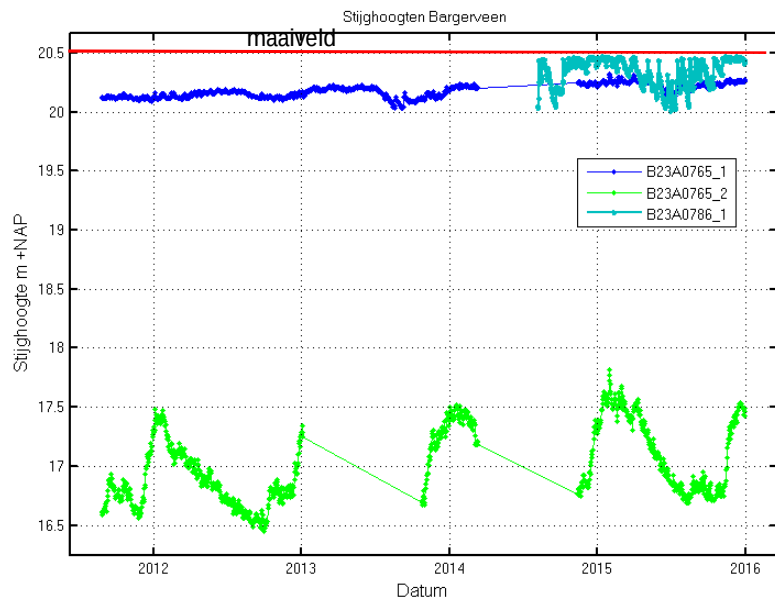
Samenvatting toetsingscriteria vegetatietypen meetpunten

NUMMER	DATUM	ASSOCIATIE	SYNTAXON_N	Toets hydrologie op HT	toets op subtype
V057	20100825	11BA01A	Typische subassociatie	H7110A	Typische subassociatie
V057	20140724	11BA01A	Typische subassociatie	H7110A	Typische subassociatie
V058	20100825	11RG02	RG van Pijpestrootje	H7120	Ass van Gewone dophei, subass met Veenmossen
V058	20140724	11RG02	RG van Pijpestrootje	H7120	Ass van Gewone dophei, subass met Veenmossen
V059	20100825	11RG01	RG van Eenarig wollegras	H7120	RG van Eenarig wollegras
V059	20140724	11RG01	RG van Eenarig wollegras	H7120	RG van Eenarig wollegras
V060	20100825	20AA01B	Associatie van Struihei en Stekelbrem typische subass	H4030	droge hei- nvt
V060	20140724	11AA02C	Associatie van Gewone dophei, typische subass	H7120	Ass van Gewone dophei, subass met Veenmossen
V087	20001002	11RG02	RG van Pijpestrootje	H7120	Ass van Gewone dophei, subass met Veenmossen
V087	20040819	11RG02	RG van Pijpestrootje	H7120	Ass van Gewone dophei, subass met Veenmossen
V087	20080908	11RG02	RG van Pijpestrootje	H7120	Ass van Gewone dophei, subass met Veenmossen
V087	20120808	11AA02C	Associatie van Gewone dophei, typische subass	H4010A	Typicum
V087	20150915	11RG02	RG van Pijpestrootje	H7120	Ass van Gewone dophei, subass met Veenmossen
V088	20001009	11RG02	RG van Pijpestrootje	H7120	Ass van Gewone dophei, subass met Veenmossen
V088	20040819	11RG02	RG van Pijpestrootje	H7120	Ass van Gewone dophei, subass met Veenmossen
V088	20080908	11RG02	RG van Pijpestrootje	H7120	Ass van Gewone dophei, subass met Veenmossen
V088	20120829	11RG02	RG van Pijpestrootje	H7120	Ass van Gewone dophei, subass met Veenmossen
V088	20150915	11RG02	RG van Pijpestrootje	H7120	Ass van Gewone dophei, subass met Veenmossen
V089	20000925	11RG02	RG van Pijpestrootje	H7120	Ass van Gewone dophei, subass met Veenmossen
V089	20040819	11RG02	RG van Pijpestrootje	H7120	Ass van Gewone dophei, subass met Veenmossen
V089	20080912	11RG02	RG van Pijpestrootje	H7120	Ass van Gewone dophei, subass met Veenmossen
V089	20120904	11RG02	RG van Pijpestrootje	H7120	Ass van Gewone dophei, subass met Veenmossen
V089	20151001	11AA02C	Associatie van Gewone dophei, typische subass	H7120	Associatie van Gewone dophei, typische subass
V094	19990610	16RG05	RG van Blauwe zegge en Blauwe knoop	bovenveensgrasland	bovenveensgrasland
V094	20030623	16RG05	RG van Blauwe zegge en Blauwe knoop	bovenveensgrasland	bovenveensgrasland
V094	20070620	19AA02	Associatie van Klokjesgentiaan en Borstelgras	bovenveensgrasland	bovenveensgrasland
V094	20110627	19AA02	Associatie van Klokjesgentiaan en Borstelgras	bovenveensgrasland	bovenveensgrasland
V094	20150820	19AA02	Associatie van Klokjesgentiaan en Borstelgras	bovenveensgrasland	bovenveensgrasland
V151	20150930	42AA01D	Berken-Eikenbos subass met Pijpestrootje	H7120	Ass van Gewone dophei, subass met Veenmossen
V152	20150930	11AA01	Associatie van Moeraswolfsklauw en Snavelbies	H7150	pioniervegetatie met snavelbies
V153	20150930	11RG02	RG van Pijpestrootje	H7120	Ass van Gewone dophei, subass met Veenmossen
V154	20150930	11RG02	RG van Pijpestrootje	H7120	Ass van Gewone dophei, subass met Veenmossen
V155	20150930	11RG02	RG van Pijpestrootje	H7120	Ass van Gewone dophei, subass met Veenmossen
V156	20150930	11RG02	RG van Pijpestrootje	H7120	Ass van Gewone dophei, subass met Veenmossen
V157	20151001	11AA02A	Ass van Gewone dophei, subass met Veenmossen	H7120	Ass van Gewone dophei, subass met Veenmossen
V159	20151002	16RG04	RG van Pitrus	nvt	
V160	20151002	10RG04	RG van Pijpenstrootje en Veenmos	H7120	Subassociatie met Slankveenmos
V161	20151002	16RG05	RG van Blauwe zegge en Blauwe knoop	bovenveensgrasland	
V162	20151002	11RG02	RG van Pijpestrootje	H7120	Ass van Gewone dophei, subass met Veenmossen
V163	20151002	11RG02	RG van Pijpestrootje	bovenveensgrasland	
V164	20151005	11BA01A	Typische subassociatie	H7110A	Typische subassociatie
V165	20151005	10AA02B	Subassociatie met Slankveenmos	H7120	Subassociatie met Slankveenmos
V166	20151005	11BA01A	Typische subassociatie	H7120	Typische subassociatie
V167	20151005	10RG03	RG van Venpluis en Veenmos	H7120	RG van Venpluis en Veenmos
V168	20151005	10AA02B	Subassociatie met Slankveenmos	H7120	Subassociatie met Slankveenmos
V169	20151001	11AA02A	Ass van Gewone dophei, subass met Veenmossen	H7120	Ass van Gewone dophei, subass met Veenmossen

Analyse filterstelling peilbuizen op basis van boorgegevens

In het Bargerveen vertonen de stijghoogten van het grondwater naar de diepte toe een sterk verloop. Voor de bepaling van de GxG's maakt het dus veel uit hoe diep het filter is geplaatst. Eerst is daarom beoordeeld in welke laag de filters van de peilbuizen zich bevinden: in het veenpakket, boven of onder de keileem, of onder de Urk klei. Dit is uitgevoerd door de filterstelling (onderkant filter is daarbij maatgevend) te vergelijken met de bodemopbouw in de boringen ter plaatse. Als er geen grondboring beschikbaar was, is de filterstelling bepaald op basis de veenkartering of de keileemkaart, beide van TNO. Het resultaat van deze beoordeling is weergegeven in onderstaande tabel.

Speciale aandacht is uitgegaan naar de ondiepe filters in het veen. Een aantal van deze filters hebben een filterstelling dieper dan 2m –mv. De vraag is in hoeverre deze nog representatief zijn voor een freatische grondwaterstand bovenin het veenpakket. Juist deze freatische grondwaterstanden zijn van belang voor de toetsing van de hydrologische vereisten voor de vegetaties. Als voorbeeld Peilbuis B23A0765_1, gelegen ten westen van het Meerstalblok. Het oorspronkelijke ondiepe filter heeft een diepte van 1,3 tot 2,3 m –mv. Het veen bevindt zich van 0 tot 2,6 m –mv. Bekend is dat over de veenlaag in het Bargerveen een weerstand zit van wel 1000 dagen of meer. Wanneer het filter te diep wordt geplaatst, zal de buis een deel van deze weerstand doorboren en kan deze een lagere stijghoogte weergeven. Ook de dynamiek is veelal minder groot (de buis reageert minder snel/niet meer op neerslag). In 2014 is dit geconstateerd en zijn enkele nieuwe buizen bijgeplaatst met een ondieper filter, zo ook hier: B23A0786_1. In bijgevoegde figuur is duidelijk zichtbaar dat in dit ondiepe filter (tot 1,1m –mv) een hogere grondwaterstand en meer dynamiek in het grondwater zichtbaar is. Buis B23A0765_1 is dan ook niet gebruikt bij de analyse van de freatische grondwaterstanden. Deze situatie doet zich naar verwachting ook voor in alle peilbuizen van het Meerstalblok.



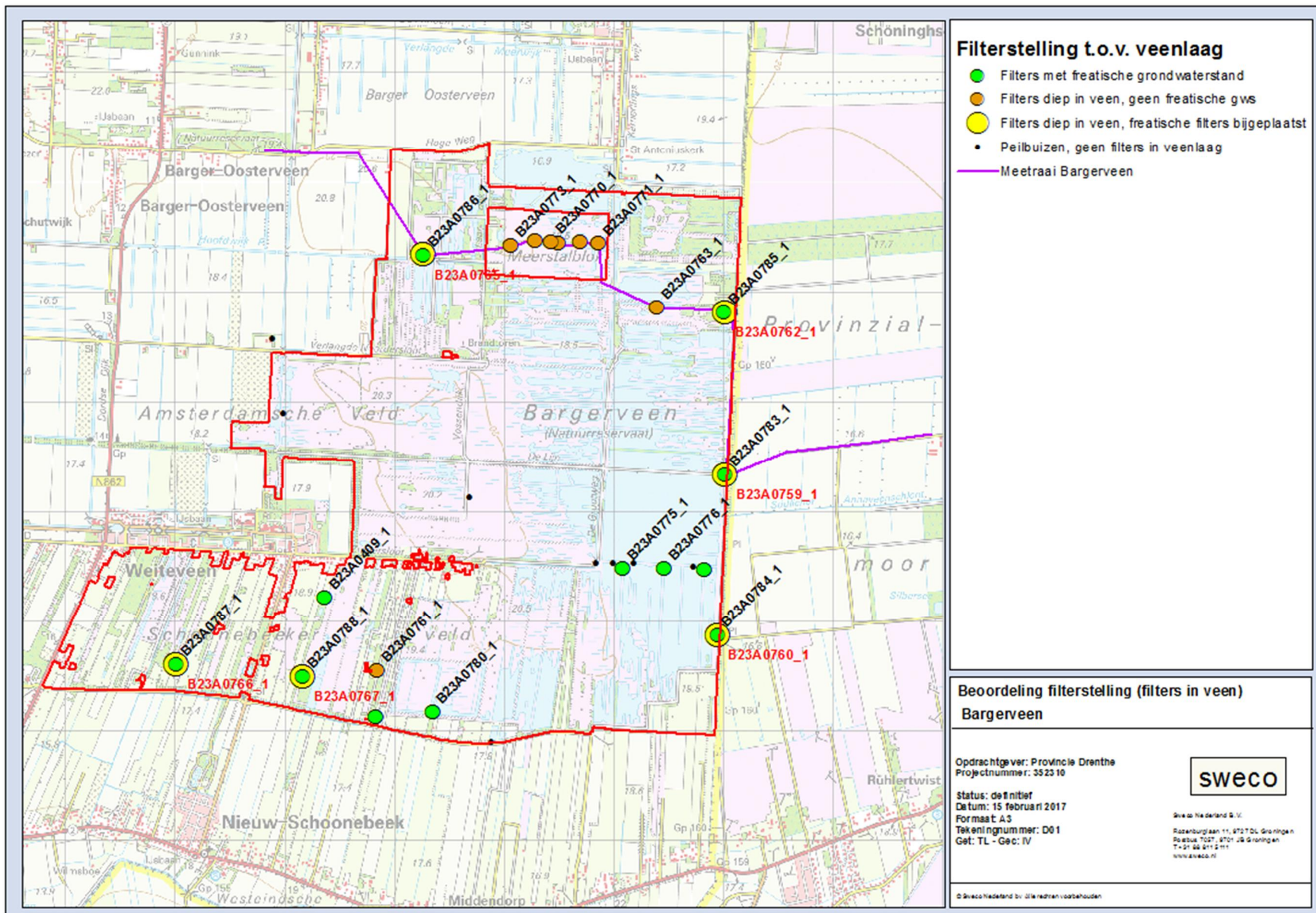
Het diepe filter bevindt zich overigens onder (ca 1 m) keileem. Wenselijk zou zijn om ook een filter in de zandlaag tussen het veen en de keileem te hebben, in verband met het mogelijk “droogvallen” van de onderkant van het veen.

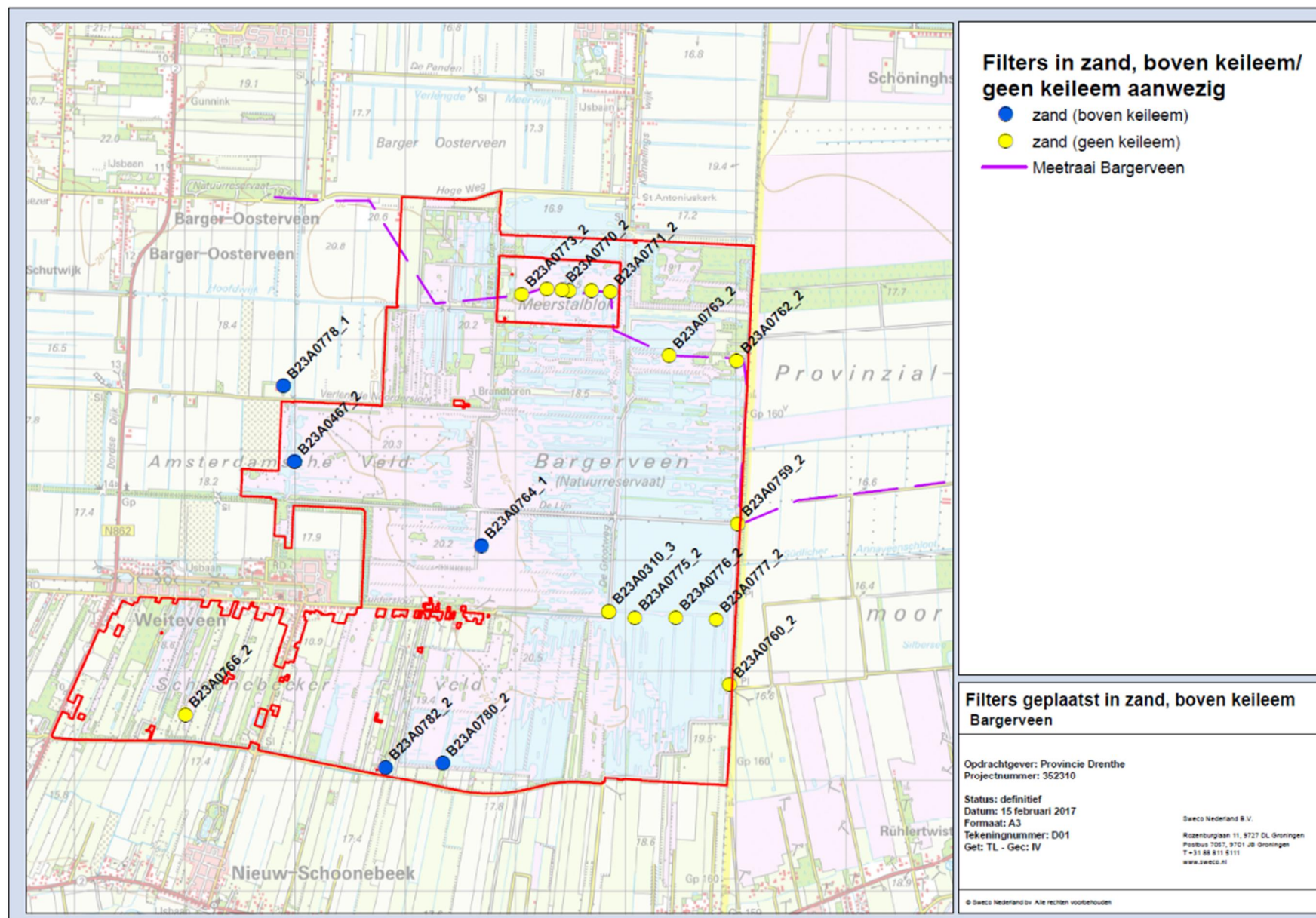
Bij peilbuis B23A0467_1 is de situatie nog onzekerder. Uit de filterstelling en de boring blijkt deze net een paar cm in te snijden in de zandlaag. Wordt de meetreeks vergeleken met de stijghoogte van het dieper gelegen filter (ook boven keileem), dan is er toch een duidelijk verschil in stijghoogten. Het filter is dus niet representatief voor een freatische grondwaterstand, maar ook niet voor de stijghoogte in de zandlaag eronder.

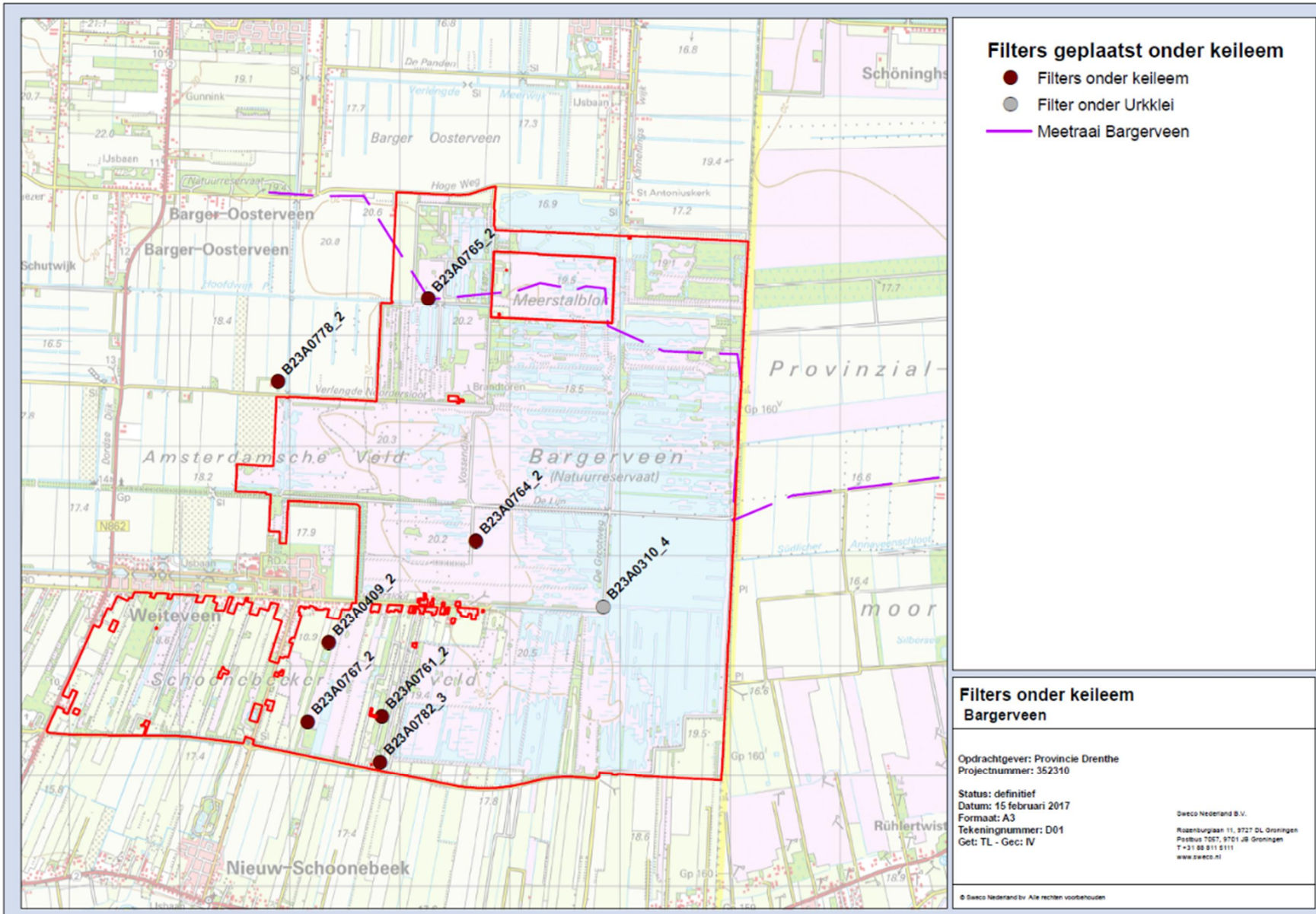
De technische specificaties van de filters is weergegeven in onderstaande tabel.

Pb	X coord	Y coord	Maaiveld (mNAP)	Top filter (mNAP)	Onderkant filter (mNAP)	Diepte filter tov maaiveld (m)	Locatie filter	Laagtoekenning
B23A0310_1	266844	521540	18,88	11,13	10,13	8,75	zand (geen keileem)	1wvp
B23A0310_2	266844	521540	18,88	14,15	13,65	5,23	zand (geen keileem)	1wvp
B23A0310_3	266844	521540	18,88	4,76	3,76	15,12	zand (geen keileem)	1wvp
B23A0310_4	266844	521540	18,88	-20,04	-21,04	39,92	zand (onder Urk klei)	onder Urk klei
B23A0409_1	264352	521208	18,45	17,59	16,59	1,86	veen	freatisch
B23A0409_2	264352	521208	18,45	12,85	11,85	6,60	zand (onder keileem)	2wvp
B23A0467_1	263992	522898	16,73	16,39	15,89	0,84	zand (boven keileem)	1wvp
B23A0467_2	263992	522898	16,73	14,74	13,74	2,99	zand (boven keileem)	1wvp
B23A0759_1	268014	522331	19,00	17,5	16,5	2,50	veen	niet freatisch
B23A0759_2	268014	522331	19,00	15,21	14,21	4,79	zand (geen keileem)	1wvp
B23A0760_1	267938	520871	18,31	16,77	15,77	2,54	veen	niet freatisch
B23A0760_2	267938	520871	18,31	13,71	12,71	5,60	zand (geen keileem)	1wvp
B23A0761_1	264834	520541	18,11	17,1	16,1	2,01	veen	(niet) freatisch
B23A0761_2	264834	520541	18,11	12,13	11,13	6,98	zand (onder keileem)	2wvp
B23A0762_1	268004	523812	19,05	17,57	16,57	2,48	veen	niet freatisch
B23A0762_2	268004	523812	19,05	14,4	13,4	5,65	zand (geen keileem)	1wvp
B23A0763_1	267389	523856	20	18,54	17,54	2,46	veen	(niet) freatisch
B23A0763_2	267389	523856	20	14,96	13,96	6,04	zand (geen keileem)	1wvp
B23A0764_1	265686	522132	18,76	17,79	16,79	1,97	zand (boven keileem)	1wvp
B23A0764_2	265686	522132	18,76	11,75	10,75	8,01	zand (onder keileem)	2wvp
B23A0765_1	265255	524339	20,42	19,18	18,18	2,24	veen	niet freatisch
B23A0765_2	265255	524339	20,42	14,06	13,06	7,36	zand (onder keileem)	2wvp
B23A0766_1	263003	520602	18	16,5	15,5	2,50	veen	niet freatisch
B23A0766_2	263003	520602	18	12,9	12	6,00	zand (geen keileem)	1wvp
B23A0767_1	264159	520493	17,73	16,57	15,57	2,16	veen	niet freatisch
B23A0767_2	264159	520493	17,73	12,65	11,65	6,08	zand (onder keileem)	2wvp
B23A0768_1	266485	524446	19,31	16,78	15,78	3,53	veen	niet freatisch
B23A0768_2	266485	524446	19,31	14,01	13,01	6,30	zand (geen keileem)	1wvp

Pb	X coord	Y coord	Maaiveld (mNAP)	Top filter (mNAP)	Onderkant filter (mNAP)	Diepte filter tov maaiveld (m)	Locatie filter	Laagtoekenning
B23A0769_1	266686	524452	19,19	16,64	15,64	3,55	veen	(niet) freatisch
B23A0769_2	266686	524452	19,19	13,83	12,83	6,36	zand (geen keileem)	1wvp
B23A0770_1	266420	524458	19,44	17	16	3,44	veen	niet freatisch
B23A0770_2	266420	524458	19,44	14,13	13,13	6,31	zand (geen keileem)	1wvp
B23A0771_1	266859	524438	19,19	17,21	16,21	2,98	veen	(niet) freatisch
B23A0771_2	266859	524438	19,19	14,2	13,2	5,99	zand (geen keileem)	1wvp
B23A0772_1	266281	524465	20,40	17,85	16,85	3,55	veen	(niet) freatisch
B23A0772_2	266281	524465	20,40	14,41	13,41	6,99	zand (geen keileem)	1wvp
B23A0773_1	266055	524418	20,04	17,56	16,56	3,48	veen	(niet) freatisch
B23A0773_2	266055	524418	20,04	14,53	13,53	6,51	zand (geen keileem)	1wvp
B23A0775_1	267079	521479	18,17	17,6	16,6	1,57	veen	freatisch
B23A0775_2	267079	521479	18,17	14,09	13,09	5,08	zand (geen keileem)	1wvp
B23A0776_1	267451	521483	17,83	17,3	16,3	1,53	veen	freatisch
B23A0776_2	267451	521483	17,83	14,02	13,02	4,81	zand (geen keileem)	1wvp
B23A0777_1	267816	521469	17,92	17,18	16,38	1,54	veen	freatisch
B23A0777_2	267816	521469	17,92	13,91	12,91	5,01	zand (geen keileem)	1wvp
B23A0778_1	263892	523582	17,77	16,31	15,31	2,46	zand (boven keileem)	1wvp
B23A0778_2	263892	523582	17,77	13,72	12,72	5,05	zand (onder keileem)	2wvp
B23A0780_1	265339	520164	19,19	18,68	17,68	1,51	veen	freatisch
B23A0780_2	265339	520164	19,19	16,09	15,09	4,10	zand (boven keileem)	1wvp
B23A0782_1	264817	520126	17,66	17,08	16,08	1,58	veen	freatisch
B23A0782_2	264817	520126	17,66	15,46	14,46	3,20	zand (boven keileem)	1wvp
B23A0782_3	264817	520126	17,66	10,36	9,36	8,30	zand (onder keileem)	2wvp
B23A0783_1	268012	522332	18,99	18,98	17,5	1,49	veen	freatisch
B23A0784_1	267937	520872	18,32	18,32	16,84	1,48	veen	freatisch
B23A0785_1	268001	523812	19,04	19,04	18,04	1,00	veen	freatisch
B23A0786_1	265256	524337	20,43	20,47	19,3	1,13	veen	freatisch
B23A0787_1	263003	520602	18,01	18	16,51	1,50	veen	freatisch
B23A0788_1	264158	520493	17,78	17,76	16,29	1,49	veen	freatisch
P23A0047_1	265338	520163	18,67	19,53	18,13	0,54	peilschaal	
P23A0111_1	267727	521507	17,54	18,34	16,84	0,70	peilschaal	
P23A0112_1	267179	521532	17,55	18,32	16,92	0,63	peilschaal	
P23A0113_1	266990	521537	17,77	18,58	17,18	0,59	peilschaal	
P23A0114_1	265880	519909	16,35	17,18	15,88	0,47	peilschaal	







Beoordeling meetreeksen voor bepaling GxG's

Vervolgens zijn de meetreeksen zelf beoordeeld op kwaliteit en volledigheid. Controle van de meetreeksen heeft plaatsgevonden op basis van de volgende punten:

- het voorkomen van onverwachte sprongen (een foutieve terugplaatsing van de diver of een weergave van een hydrologische maatregel in de nabije omgeving);
- uitbijters (extreme waarden die duiden op een foute meting);
- het droogvallen van een filter (stijghoogte van het grondwater zakt onder het filter).

In bovenstaande situaties wordt de GxG niet goed/ betrouwbaar berekend. In geval van uitbijters is de meetreeks gecorrigeerd. In geval van veelvuldige droogval is de meetreeks verwijderd uit de analyse set. Ook zijn geen GXG's berekend voor meetreeksen met een te gering aantal metingen of een sprong in de meetreeks.

De peilbuizen met afwijkende reeksen zijn:

B23A0310_1: oude peilbuis, geen metingen in de periode 2008-2015. B23A0310_2 blijkt een vervangend filter te zijn voor dezelfde bodemlaag.

B23A0759_1: een sterke sprong in juni 2014, met onbetrouwbare metingen in de periode voor 2014

B23A0760_1: een sprong in 2015, uitbijters zijn verwijderd

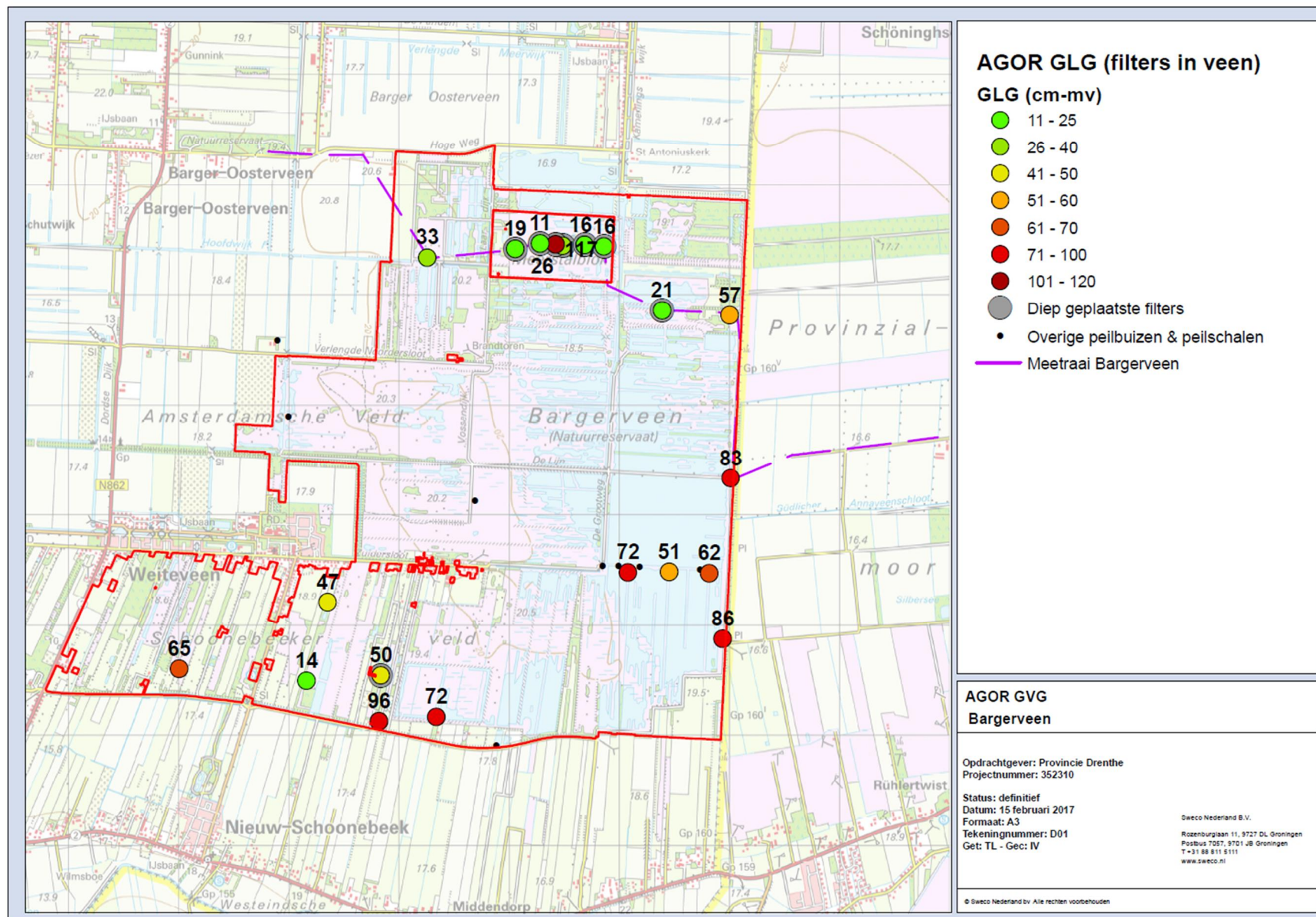
P23A0114_1: Afwijkende trend eind 2015. Reeks vanaf augustus 2015 is verwijderd

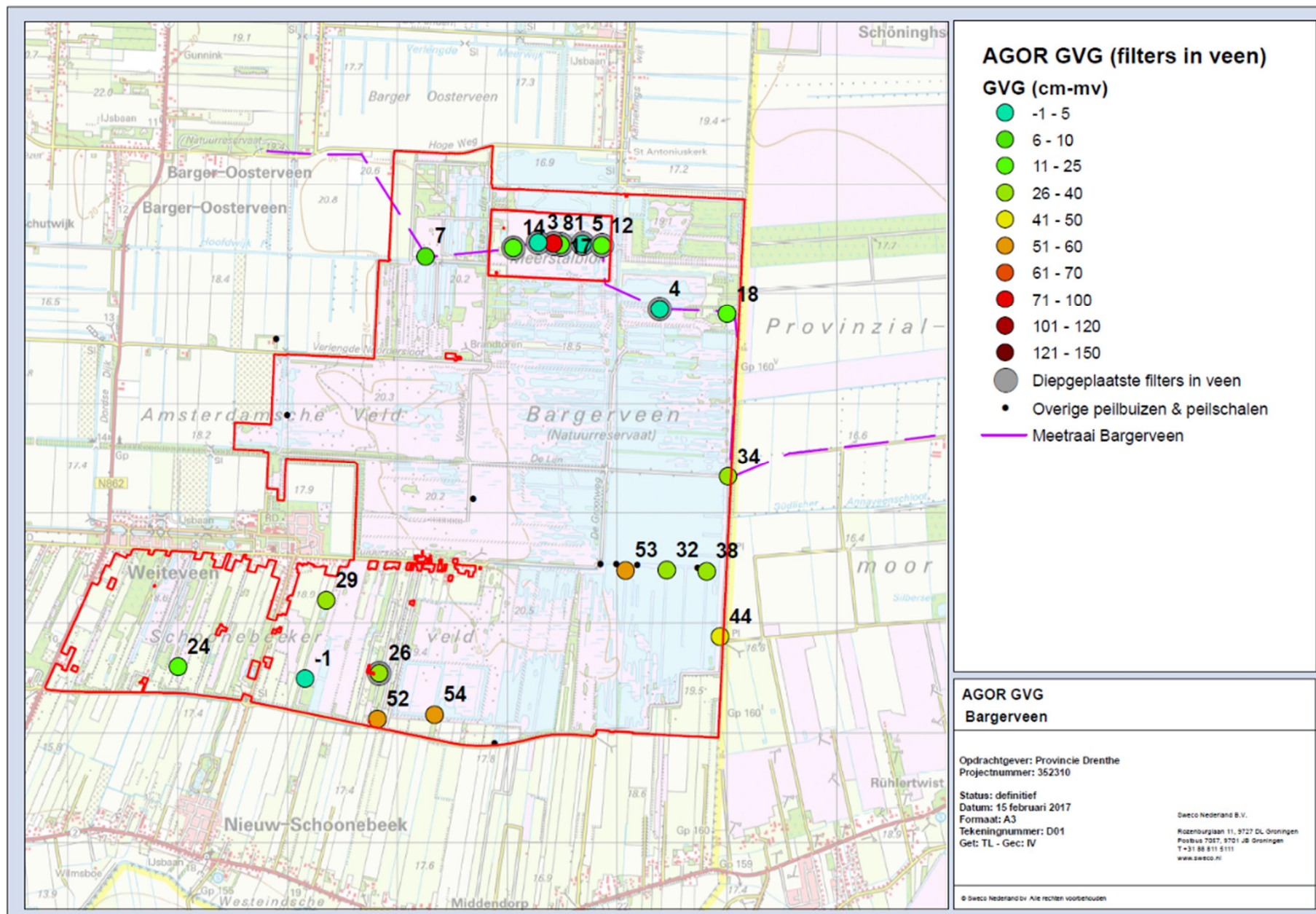
Een totaal overzicht van de gecontroleerde buizen en de resulterende GxG's zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Een groot aantal filters zijn later dan 2008 geplaatst. Deze hebben veelal een meetreeks van (veel) minder dan 8 jaar. De meeste van deze peilbuizen zijn geplaatst in de periode 2011-2013. Hoewel hiermee geen representatieve GXG kan worden bepaald zijn deze toch meegenomen bij de analyse, om een eerste indruk te krijgen. De startdatum van de meetreeksen is weergegeven in onderstaande tabel.

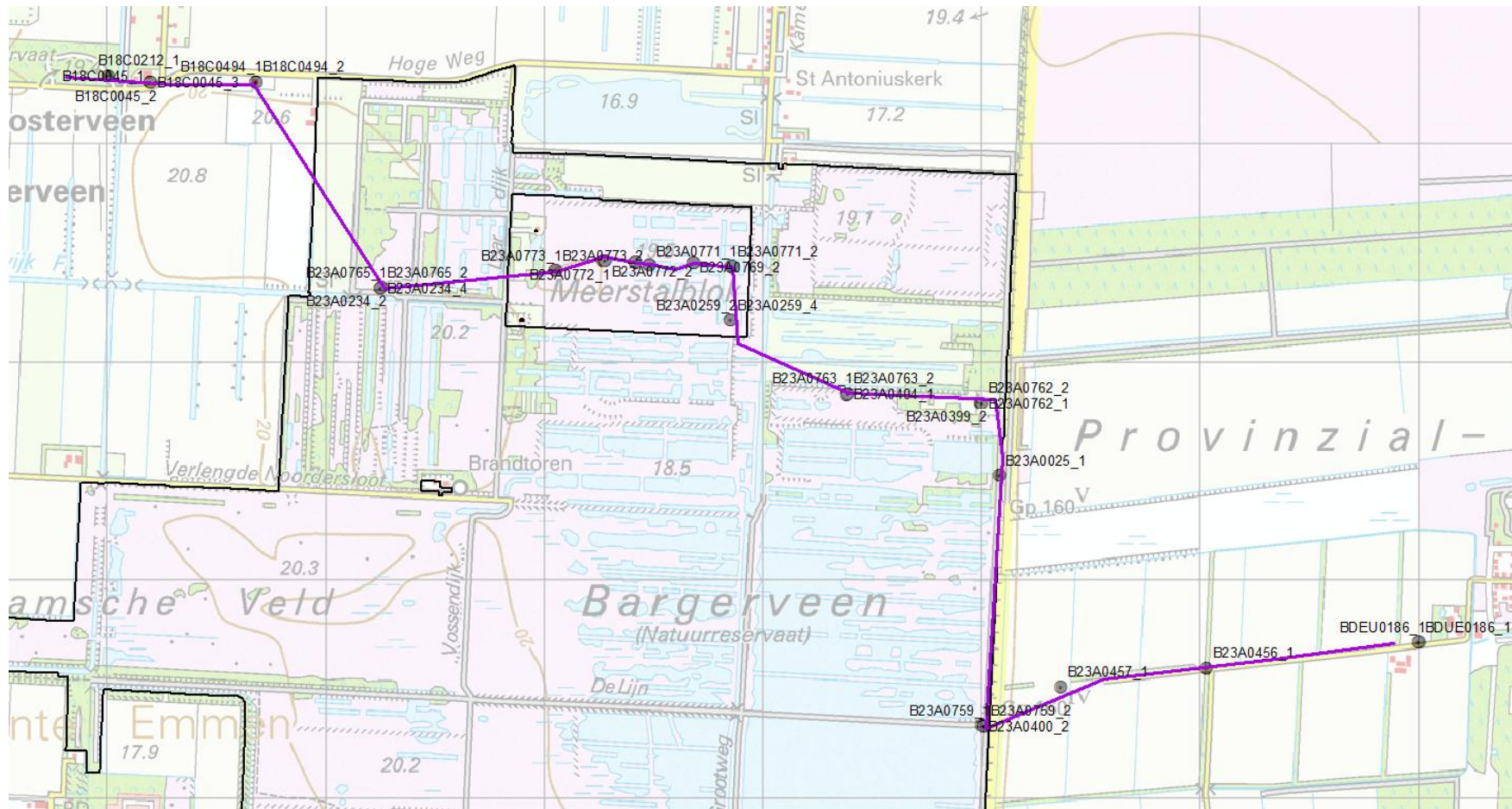
Peilbuis	start datum	Maaiveld (m+NAP)	Onderkant filter (m+NAP)	GLG (cm-mv)	Gem (cm-mv)	GVG (cm-mv)	GHG (cm-mv)	Locatie filter	Laagtoekenning	Commentaar
P23A0047_1	20-4-2013	18,67	18,13	-2	-4	-3	-8	peilschaal		
P23A0111_1	7-2-2013	17,54	16,84	20	8	2	-2	peilschaal		
P23A0112_1	7-2-2013	17,55	16,92	22	9	2	-2	peilschaal		
P23A0113_1	7-2-2013	17,77	17,18	31	16	9	5	peilschaal		
P23A0114_1	20-4-2013	16,35	15,88	12	2	0	-4	peilschaal		Deel reeks (vanaf aug 2015) verwijderd
B23A0759_1	26-8-2011	19	16,5	91	78	79	63	veen	niet freatisch	Sprong juni 2014, voor 2014 onbetrouwbaar
B23A0760_1	26-8-2011	18,31	15,77	71	62	62	54	veen	niet freatisch	Sprong in aug 2015. deel uitbijters verwijderd
B23A0762_1	26-8-2011	19,05	16,57	50	44	41	39	veen	niet freatisch	
B23A0765_1	26-8-2011	20,42	18,18	31	24	22	20	veen	niet freatisch	
B23A0766_1	1-9-2011	18	15,5	77	67	65	54	veen	niet freatisch	
B23A0767_1	1-9-2011	17,73	15,57	18	14	14	11	veen	niet freatisch	
B23A0768_1	26-8-2011	19,31	15,78	26	18	17	13	veen	niet freatisch	
B23A0770_1	26-8-2011	19,43	16	117	94	81	71	veen	niet freatisch	
B23A0409_1	17-12-2008	18,45	16,59	47	33	29	22	veen	freatisch	
B23A0775_1	7-2-2013	18,17	16,6	72	59	53	50	veen	freatisch	
B23A0776_1	7-2-2013	17,83	16,3	51	37	32	27	veen	freatisch	
B23A0777_1	5-3-2013	17,92	16,38	62	46	38	35	veen	freatisch	
B23A0780_1	20-4-2013	19,19	17,68	72	55	54	45	veen	freatisch	
B23A0782_1	1-10-2013	17,66	16,08	96	65	52	46	veen	freatisch	
B23A0783_1	7-8-2014	18,99	17,5	83	46	34	15	veen	freatisch	
B23A0784_1	7-8-2014	18,32	16,84	86	55	44	37	veen	freatisch	
B23A0785_1	7-8-2014	19,04	18,04	57	25	18	6	veen	freatisch	
B23A0786_1	7-8-2014	20,43	19,3	33	9	7	-2	veen	freatisch	
B23A0787_1	7-8-2014	18,01	16,51	65	31	24	4	veen	freatisch	
B23A0788_1	7-8-2014	17,78	16,29	14	1	-1	-4	veen	freatisch	
B23A0761_1	26-8-2011	18,11	16,1	50	34	26	23	veen	(niet) freatisch	
B23A0763_1	26-8-2011	19,99	17,54	21	8	4	1	veen	(niet) freatisch	
B23A0769_1	26-8-2011	19,19	15,64	16	7	5	-3	veen	(niet) freatisch	
B23A0771_1	26-8-2011	19,19	16,21	16	12	12	7	veen	(niet) freatisch	
B23A0772_1	26-8-2011	20,4	16,85	11	5	3	1	veen	(niet) freatisch	
B23A0773_1	26-8-2011	20,04	16,56	19	15	14	11	veen	(niet) freatisch	

Peilbuis	start datum	laaiveld (m+N)	lalkant filter (m+N)	GLG (cm-mv)	Gem (cm-mv)	GVG (cm-mv)	GHG (cm-mv)	Locatie filter	Laagtoekenning	Commentaar
B23A0467_1	1-1-2008	16,73	15,89	7	-5	-7	-11	zand (boven keileem)	1wvp	
B23A0467_2	1-1-2008	16,73	13,74	142	117	105	91	zand (boven keileem)	1wvp	
B23A0764_1	26-8-2011	18,76	16,79	100	60	48	33	zand (boven keileem)	1wvp	
B23A0778_1	5-3-2013	17,77	15,31	190	131	96	73	zand (boven keileem)	1wvp	
B23A0780_2	20-4-2013	19,19	15,09	335	308	295	281	zand (boven keileem)	1wvp	
B23A0782_2	1-10-2013	17,66	14,46	138	120	113	104	zand (boven keileem)	1wvp	
B23A0310_1	nvt	18,88	10,13					zand (geen keileem)	1wvp	Geen meetgegevens periode 2008-2015
B23A0310_2	26-8-2011	18,88	13,65	298	268	255	239	zand (geen keileem)	1wvp	
B23A0310_3	1-1-2008	18,88	3,76	309	279	271	249	zand (geen keileem)	1wvp	
B23A0759_2	26-8-2011	19	14,21	353	323	315	290	zand (geen keileem)	1wvp	
B23A0760_2	26-8-2011	18,31	12,71	291	256	246	221	zand (geen keileem)	1wvp	
B23A0762_2	26-8-2011	19,05	13,4	341	313	306	282	zand (geen keileem)	1wvp	
B23A0763_2	26-8-2011	19,99	13,96	428	401	390	372	zand (geen keileem)	1wvp	
B23A0766_2	1-9-2011	18	12	393	369	359	340	zand (geen keileem)	1wvp	
B23A0768_2	26-8-2011	19,31	13,01	359	333	319	304	zand (geen keileem)	1wvp	
B23A0769_2	26-8-2011	19,19	12,83	352	327	319	301	zand (geen keileem)	1wvp	
B23A0770_2	26-8-2011	19,43	13,13	363	338	325	311	zand (geen keileem)	1wvp	
B23A0771_2	26-8-2011	19,19	13,2	349	324	312	296	zand (geen keileem)	1wvp	
B23A0772_2	26-8-2011	20,4	13,41	470	445	431	415	zand (geen keileem)	1wvp	
B23A0773_2	26-8-2011	20,04	13,53	435	408	395	378	zand (geen keileem)	1wvp	
B23A0775_2	7-2-2013	18,17	13,09	245	214	210	185	zand (geen keileem)	1wvp	
B23A0776_2	7-2-2013	17,83	13,02	238	203	199	170	zand (geen keileem)	1wvp	
B23A0777_2	7-2-2013	17,92	12,91	247	209	206	175	zand (geen keileem)	1wvp	
B23A0409_2	1-1-2008	18,45	11,85	344	310	292	276	zand (onder keileem)	2wvp	
B23A0761_2	26-8-2011	18,11	11,13	310	279	270	246	zand (onder keileem)	2wvp	
B23A0764_2	26-8-2011	18,76	10,75	250	216	193	178	zand (onder keileem)	2wvp	
B23A0765_2	26-8-2011	20,42	13,06	380	341	318	297	zand (onder keileem)	2wvp	
B23A0767_2	1-9-2011	17,73	11,65	311	281	276	251	zand (onder keileem)	2wvp	
B23A0778_2	7-2-2013	17,77	12,72	187	160	157	130	zand (onder keileem)	2wvp	
B23A0782_3	1-10-2013	17,66	9,36	302	272	275	241	zand (onder keileem)	2wvp	
B23A0310_4	26-8-2011	18,88	-21,04	347	342	340	337	zand (onder Urk klei)	onder Urk klei	

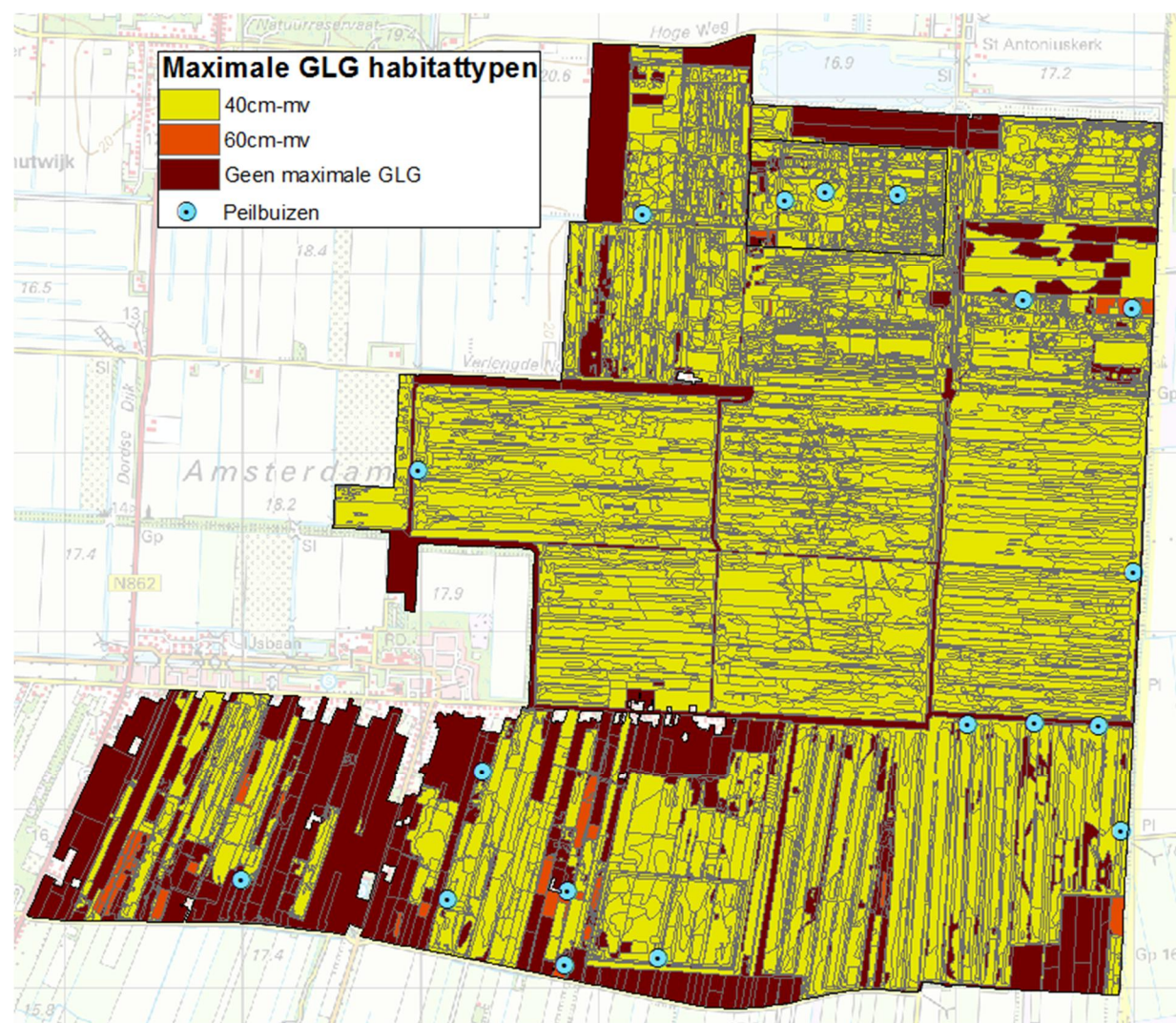


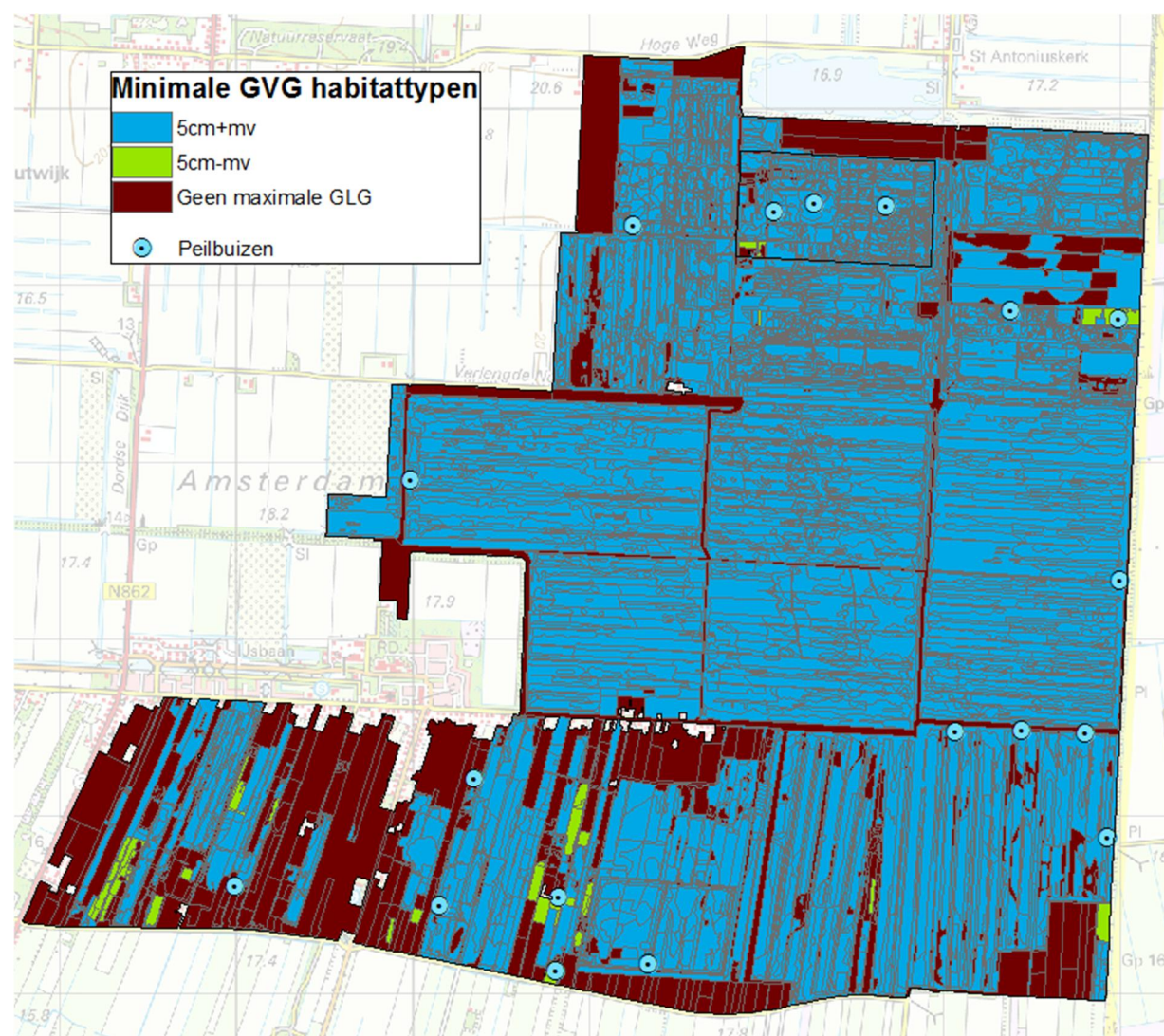


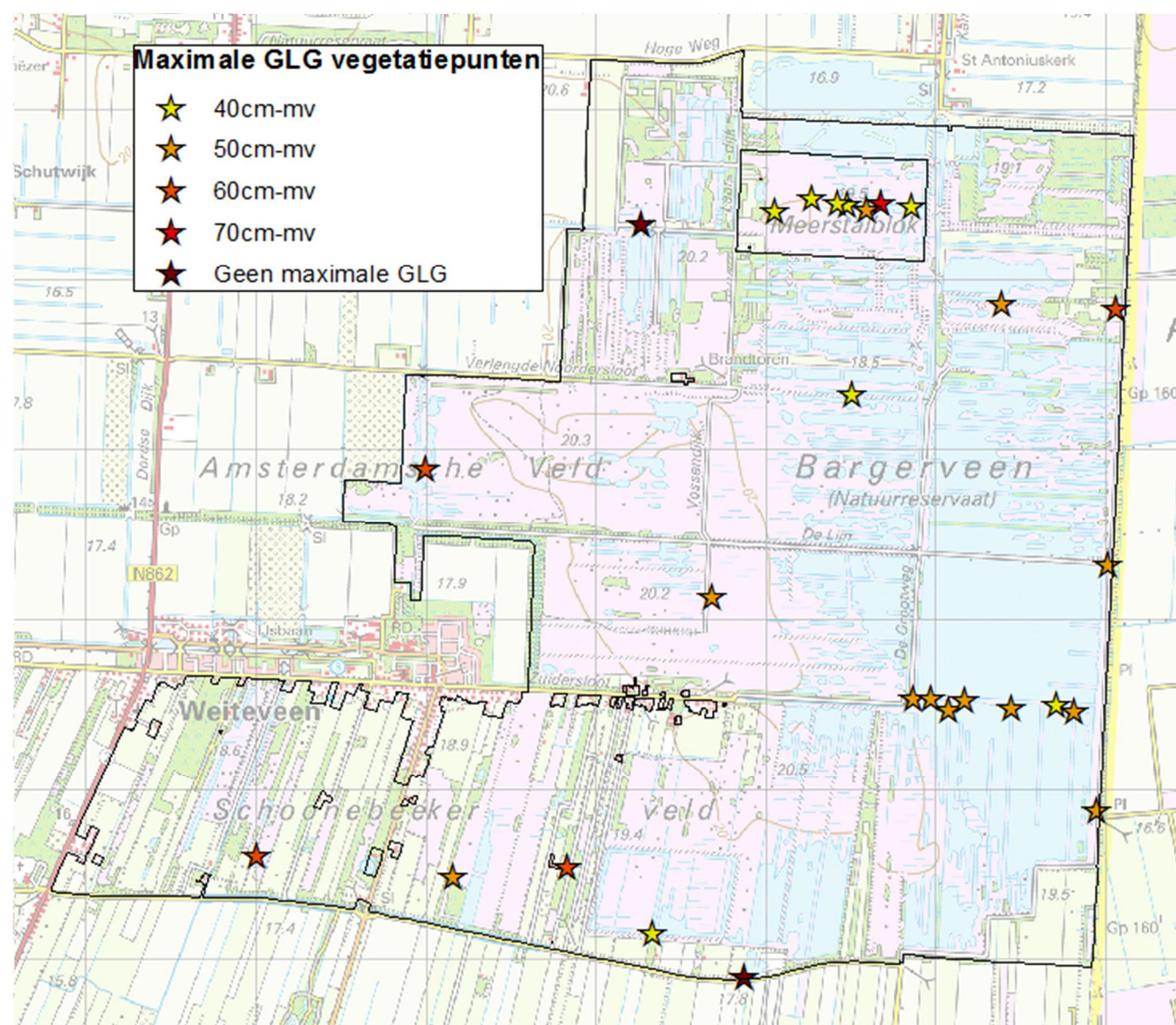
Bijlage 9 Alle peilbuizen op meetraai

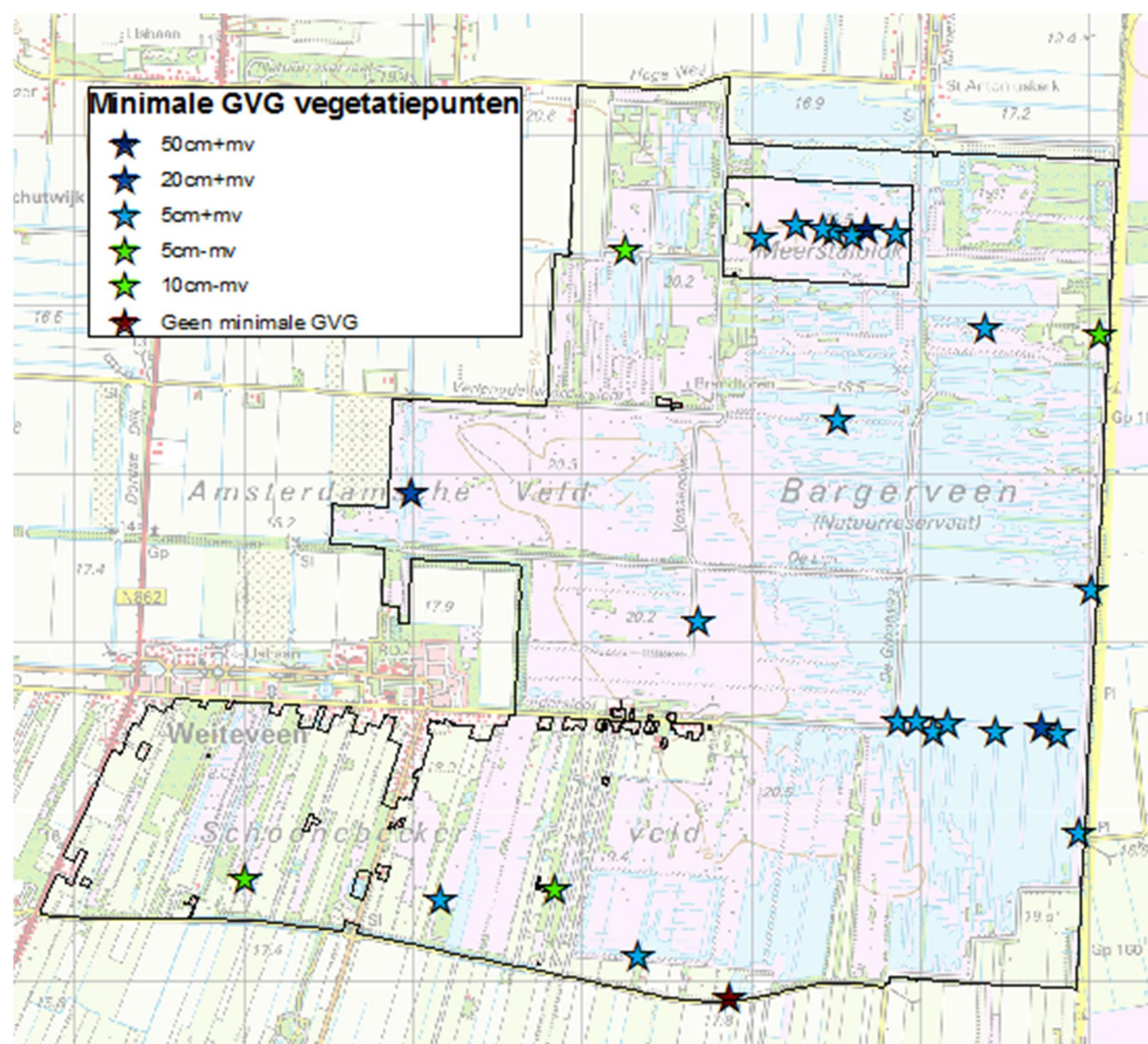


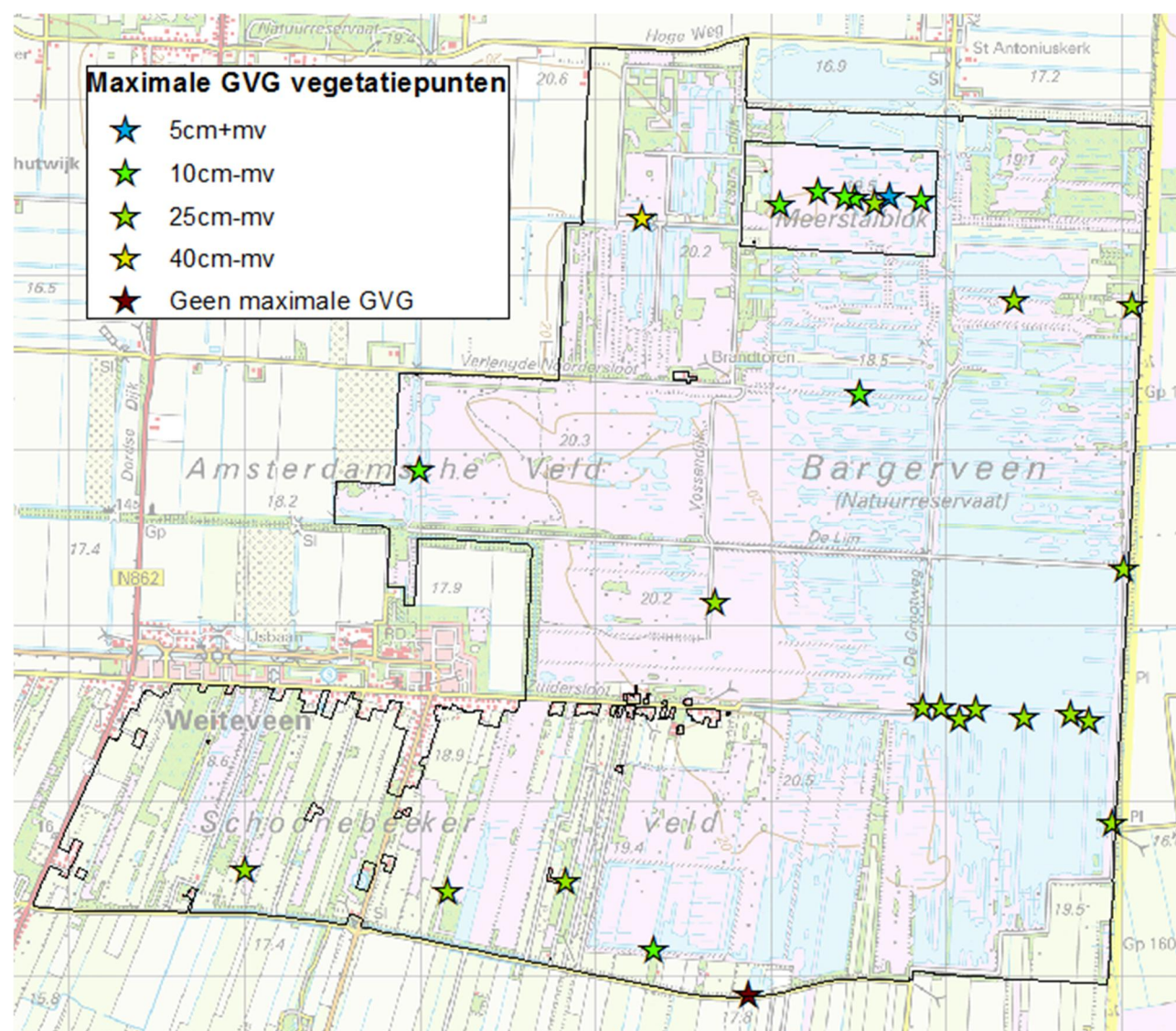
Bijlage 10: OGOR











Bijlage 11: Werkwijze tijdreeksanalyse

Met behulp van tijdreeksanalyse kan het verloop van de grondwaterstand over een langere periode worden gesimuleerd. Op deze manier kan men de effecten van hydrologische maatregelen en externe invloeden in kaart brengen. Voor alle peilbuizen is gekeken of ze geschikt zijn voor tijdreeksanalyse en effectbepaling. Daarnaast is een interventieanalyse uitgevoerd voor enkele peilbuizen om het effect van reeds uitgevoerde maatregelen op de grondwaterstand inzichtelijk te maken. De tijdreeksanalyse is in dit onderzoek uitgevoerd met het programma Menyanthes (versie 2.y.g.t) van KWR Watercycle Research Institute.

De fluctuatie van de grondwaterstand in de tijd wordt veroorzaakt door onder andere neerslag, verdamping, etc. Bij tijdreeksanalyse wordt gezocht naar een *verband* tussen een reeks van grondwaterstandmetingen en deze zogenaamde *verklarende meetreeksen* (neerslag, verdamping, peil oppervlaktewater et cetera). Er is onderscheid gemaakt tussen lineaire en niet-lineaire modellen. Bij niet-lineaire systemen reageert de grondwaterstand niet altijd hetzelfde op een verklarende reeks. Het effect van neerslag zal bijvoorbeeld anders zijn als de grondwaterstand stijgt tot boven het oppervlaktewaterpeil of de onderkant van een droogvallende greppel. Deze vorm van niet-lineariteit treedt op zodra de grondwaterstand een bepaalde *drempelwaarde* overschrijdt. In Menyanthes kan voor dergelijk niet-lineair gedrag gekozen worden voor het gebruik van maximaal twee verschillende zogeheten transfermodellen: één voor het systeem onder en één voor het systeem boven de drempelwaarde. De gebruikte versie van Menyanthes kan niet meer dan één drempelovergang modelleren en vereist dat de drempelhoogten constant zijn in de tijd. Per peilbuis locatie is bepaald of er niet-lineariteit optreedt.

De gemaakte tijdreeksmodellen zijn beoordeeld op geschiktheid voor tijdreeksanalyse. Bij geschiktheid is tevens gekeken of er niet-lineariteit optreedt. Om hierover een onderbouwde uitspraak te kunnen doen is het nodig diverse controles uit te voeren die inzicht geven in de (statistische) betrouwbaarheid van het model. Hierbij is onderscheidt gemaakt in de correctheid van de pasvorm, de statistische geschiktheid en de hydrologische plausibiliteit:

- Controles op de pasvorm. Dit betreft controles die inzicht geven in de mate waarin de met het tijdreeksmodel berekende grondwaterstandreeks overeenkomt met de gemeten grondwaterstandreeks. Hierbij wordt gekeken naar:
 - o De verklaarde variantie (EVP, een maat voor de relatieve pasvorm) is groter dan 70%;
 - o De Root Mean Square Error (RMSE, een maat voor de absolute pasvorm) < 0,2m.
- Controles op statistische geschiktheid. Dit betreft enerzijds controles die het model en de invoer puur statistisch beoordelen op geschiktheid en anderzijds controles op enkele statistische randvoorwaarden voor het doen van uitspraken over statistische significantie. Een gevonden relatie is statistisch significant wanneer:
 - o De modelresiduen onafhankelijke trekkingen vormen uit dezelfde normale kansverdeling. Men spreekt dan van 'witte ruis'. Dit is in dit onderzoek geverifieerd aan de hand van een visuele controle van de autocorrelatie-plot en van een histogram van de innovaties.
 - o De bij de modellering betrokken mogelijke verklarende variabelen niet gecorreleerd zijn aan relevante variabelen die niet betrokken zijn bij de modellering. Als dit wel het geval is, zullen de geschatte relaties sterk vertekend raken en kan niet geconcludeerd worden dat een gevonden relatie enkel is toe te schrijven aan de betrokken verklarende variabele. De autocorrelatie-plot geeft een indicatie van het ontbreken van verklarende variabelen.
 - o De meetreeksen voldoende lang zijn en voldoende meetwaarden bevatten gelijkmatig verdeeld in de tijd. Een indicator voor een acceptabele lengte is dat de lengte van de grondwaterstandreeks groter is dan de responstijd of het geheugen van het systeem (snel reagerende systemen vereisen een minder lange tijdreeks dan trage systemen). Het geheugen van het systeem wordt bepaald door Menyanthes als onderdeel van de tijdreeksmodellering.

Daarnaast zijn de volgende overige statistische controles gehanteerd die inzicht geven in de geschiktheid van het tijdreeksmodel:

- o De waarde voor de 'drainageweerstand' (de gain, ofwel $M0$, een maat voor de stationaire invloed) van het tijdreeksmodel is statistisch significant: $M0 > 2 \cdot SDM0$. Voor de trage component van niet-lineaire modellen wordt deze eis losgelaten.
 - o De autocorrelatie van het ruismodel wijkt niet significant af van nul. Wanneer dit niet het geval is geeft dit een indicatie van eventuele ontbrekende invloeden.
 - o Correlatie onderliggende parameters: wanneer deze zeer hoog is kan het namelijk lijken dat een parameter een hoge SD heeft en onbetrouwbaar is. In dat geval is het soms mogelijk een van deze parameters uit te sluiten.
- Controles op de hydrologische plausibiliteit. Als een model een goede pasvorm heeft en voldoet aan alle statistische controles wil dit nog niet zeggen dat het model een goede representatie geeft van het onderliggende grondwatersysteem. Een statistisch verband duidt niet noodzakelijk op een fysisch verband. Daarom voeren we ook een aantal controles uit op de hydrologische geschiktheid van het model. Hierbij wordt het model beoordeeld op:
 - De drainagebasis is plausibel. Dit is de grondwaterstand die wordt bereikt wanneer de invloed van neerslag, verdamping (en overige gebruikte variabelen) wegvalt. Deze drainagebasis moet bijvoorbeeld overeen komen met het omringende oppervlaktewaterpeil. Een sterk afwijkende waarde kan duiden op een ontbrekende invloed.
 - De verdampingsfactor ligt tussen 0,5 en 2,0. Grotere of kleinere waarden kunnen duiden op het ontbreken van ontbrekende invloeden die worden gecompenseerd met de verdamping.
 - Het gevonden effect moet hydrologisch plausibel zijn, bijvoorbeeld het effect van de grondwaterstand mag niet groter zijn dan de peilopzet. Of de invloed van een maatregel neemt af met de diepte en afstand. Deze controle komt terug bij de effectbeoordeling.