

Rapport

Projectnummer: 358371

Referentienummer: Referentienummer

Datum: 26-09-2018

Grondwatersituatie N2000 gebied Leggelderveld

Beschrijving van de actuele hydrologische en ecologische toestand van het N2000 gebied Leggelderveld voor de periode 2008-2017 aan de hand van het meetnet verdroging

Definitief

Verantwoording

Titel	Grondwatersituatie N2000 gebied Leggelderveld
Subtitel	Nulmeting grondwatermeetnet
Projectnummer	358371
Referentienummer	Referentienummer
Revisie	D1
Datum	26-09-2018
Auteur(s)	Robin Opdam, 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	6
2	Actuele hydrologische en ecologische situatie	7
2.1	Algemeen.....	7
2.2	Algemene hydrologische systeembeschrijving.....	7
2.2.1	Situering en hoogteligging.....	7
2.2.2	Ondergrond.....	8
2.2.3	Oppervlaktewaterstelsel.....	10
2.3	Actuele grondwaterstanden (AGOR) meetnet verdroging	11
2.3.1	Algemeen.....	11
2.3.2	GVG en GLG peilbuizen periode 2008-2017	13
2.4	Huidige ecologische situatie	16
2.5	Analyse huidige situatie aan de hand van de meetraai.....	20
2.5.1	Inleiding.....	20
2.5.2	Regionale raai Leggelderveld	20
3	Uitgevoerde/voorgestelde maatregelen	24
4	Optimale grond- en oppervlaktewaterregime natuur.....	25
4.1	Algemeen.....	25
4.2	Optimale grond- en oppervlaktewaterregime habitattypen	25
4.3	Optimaal grond- en oppervlaktewaterregime (OGOR) vegetatietypen	25
5	Toets aan hydrologische randvoorwaarden.....	27
5.1	Werkwijze	27
5.2	Resultaat toetsing	27
5.2.1	Habitattypen.....	27
5.3	Beoordeling hydrologisch systeem voor vegetatieontwikkeling	27
6	Tijdreeksanalyse.....	31
6.1	Algemeen.....	31
6.2	Beoordeling modellen	31
6.3	Resultaten algemene tijdreeksanalyse.....	31
6.3.1	Freatische peilbuizen (zeer ondiepe systeem).....	31

6.3.2	Peilbuizen onder inspoelingslagen (ondiepe systeem)	33
6.3.3	Peilbuizen watervoerend pakket (onder keileem)	34
6.3.4	Trends in meetreeksen	35
7	Conclusies en aanbevelingen	37
7.1	Conclusies	37
7.2	Aanbevelingen regionaal meetnet Leggelderveld	38
8	Literatuur	40

Bijlagen:

1. Maaiveldhoogte
2. Veendikte
3. Geomorfologische kaart
4. Bovenkant keileem (TNO, 2013)
5. Dikte keileem (TNO, 2013)
6. Oppervlaktewatersysteem
7. Beoordeling meetreeksen
8. Dwarsprofiel regionale meetraai Leggelderveld
9. Dwarsprofiel ecohydrologisch vooronderzoek (Bell Hullenaar, 2014)
10. Toelichting tijdreeksanalyse

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

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.

Dit rapport betreft grondwaterrapportage voor het N2000 gebied Leggelderveld voor de periode 2008-2017. Het meetnet verdroging bestaat hier uit 4 peilbuizen (6 filters). Aanvullend zijn er peilbuizen aanwezig van het LIFE-meetnet Leggerderveld. Deze zijn eveneens bij de analyses betrokken.

1.2 Doel

Het doel van deze rapportage is drieledig:

1. Een beschrijving van de huidige hydrologische toestand op basis van de beschikbare meetreeksen uit het meetnet verdroging, zo nodig aangevuld met het LIFE-meetnet Leggerderveld.
2. Een verbinding leggen tussen de huidige hydrologische toestand en ter plaatse aanwezige vegetatietypen 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.
4. Het geven van een advies voor uitbreiding/ optimalisatie van het meetnet verdroging.

1.3 Werkwijze

De volgende stappen zijn uitgevoerd:

- Opstellen beknopte beschrijving van de actuele hydrologische en ecologische situatie ter hoogte van meetraai;
- In beeld brengen eventueel uitgevoerde (hydrologische) maatregelen in periode 2008-2017;
- Bepalen benodigde hydrologische condities om natuurdoelen te realiseren;
- Toetsen in welke mate voldaan wordt aan bovenstaande condities, inclusief een vertaling naar natuurdoelen;
- Uitvoeren tijdreeksanalyses met behulp van het programma Menyanthes voor de beschikbare meetpunten- voor bepaling eventuele trends en externe invloeden over de periode 2008-2017;
- Inventariseren bestaande grondwater buizen in het gebied en geven advies voor mogelijke uitbreiding/optimalisatie van het meetnet verdroging.

1.4 Leeswijzer

Het rapport is als volgt opgebouwd:

- Hoofdstuk 2: Actuele hydrologische en ecologische situatie;
- Hoofdstuk 3: Uitgevoerde hydrologische maatregelen;
- Hoofdstuk 4: Optimale grond- en oppervlaktewaterregime voor natuur
- Hoofdstuk 5: Toets aan de hydrologische randvoorwaarden;
- Hoofdstuk 6: Tijdreeksmodellering;
- Hoofdstuk 7: Conclusies en aanbevelingen;
- Hoofdstuk 8: Literatuur

2 Actuele hydrologische en ecologische situatie

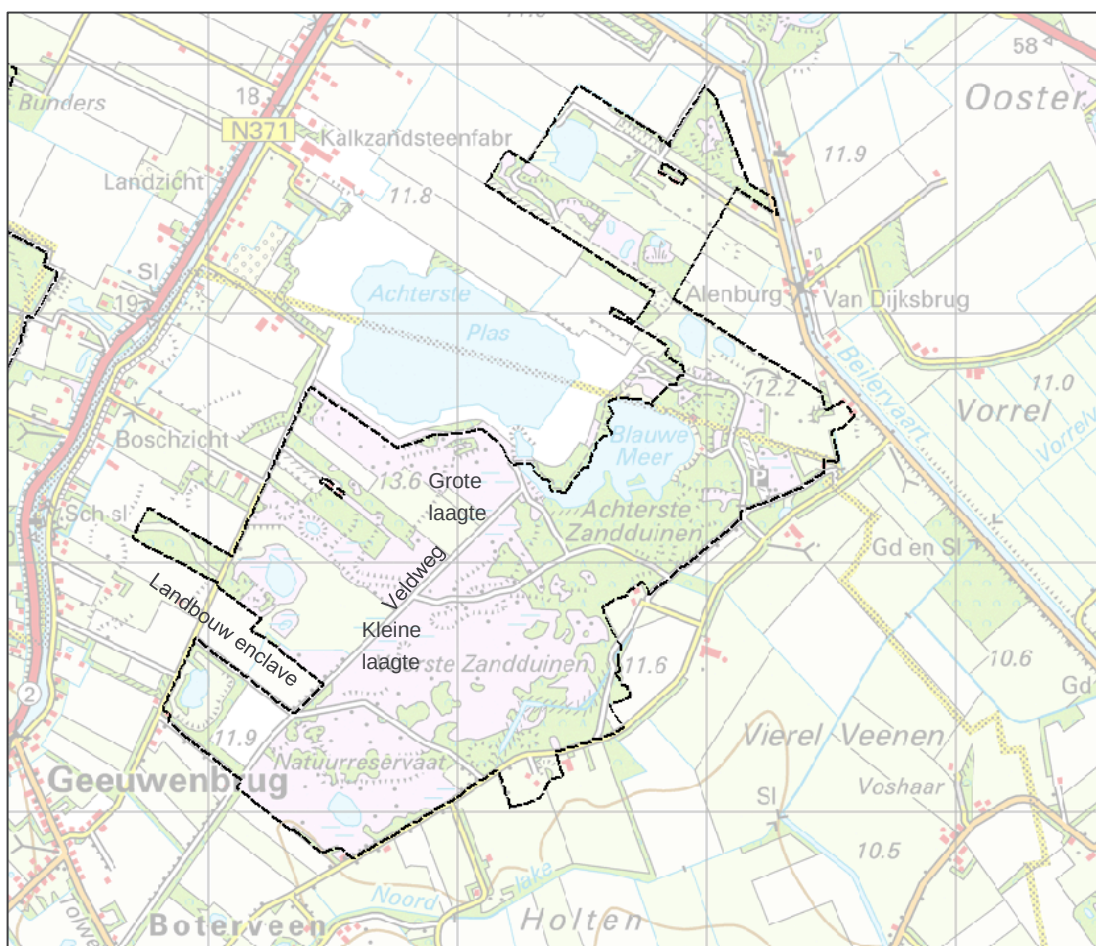
2.1 Algemeen

In dit hoofdstuk is een beknopte beschrijving gegeven van de actuele hydrologische en ecologische situatie ter plaatse van de meetpunten in het Leggelderveld. Het Leggelderveld is onderdeel van het N2000 gebied Drents Friese Wold & Leggelderveld.

2.2 Algemene hydrologische systeembeschrijving

2.2.1 Situering en hoogteligging

Het Leggelderveld ligt op op het Drents Plateau, op de hoog gelegen flank van het beekdal van de Oude Vaart (Smildersvaart/Beilerstroom), en grenst aan het Drents-Friese Wold. Het noordelijk deel van het gebied is deels ontgonnen en bestaat uit grasland, ruigten en akkers. De niet-ontgonnen delen van het Leggelderveld bestaan uit heides, bos, vennen, hoogveen en zandduinen. Binnen het Leggelderveld en aan de westzijde van het gebied zijn 2 zandwinplassen aanwezig (resp. Blauwe Meer en Achterste Plas), zie Figuur 2-1.



Figuur 2-1. Situering Leggelderveld

De hoogte van het maaiveld binnen het Leggelderveld varieert van ca. NAP +9,7 m in het zuiden tot ca. NAP +14,0 m ter plaatse van de stuifduinen, met lokale hoogteverschillen van meerdere meters (zie bijlage 1).

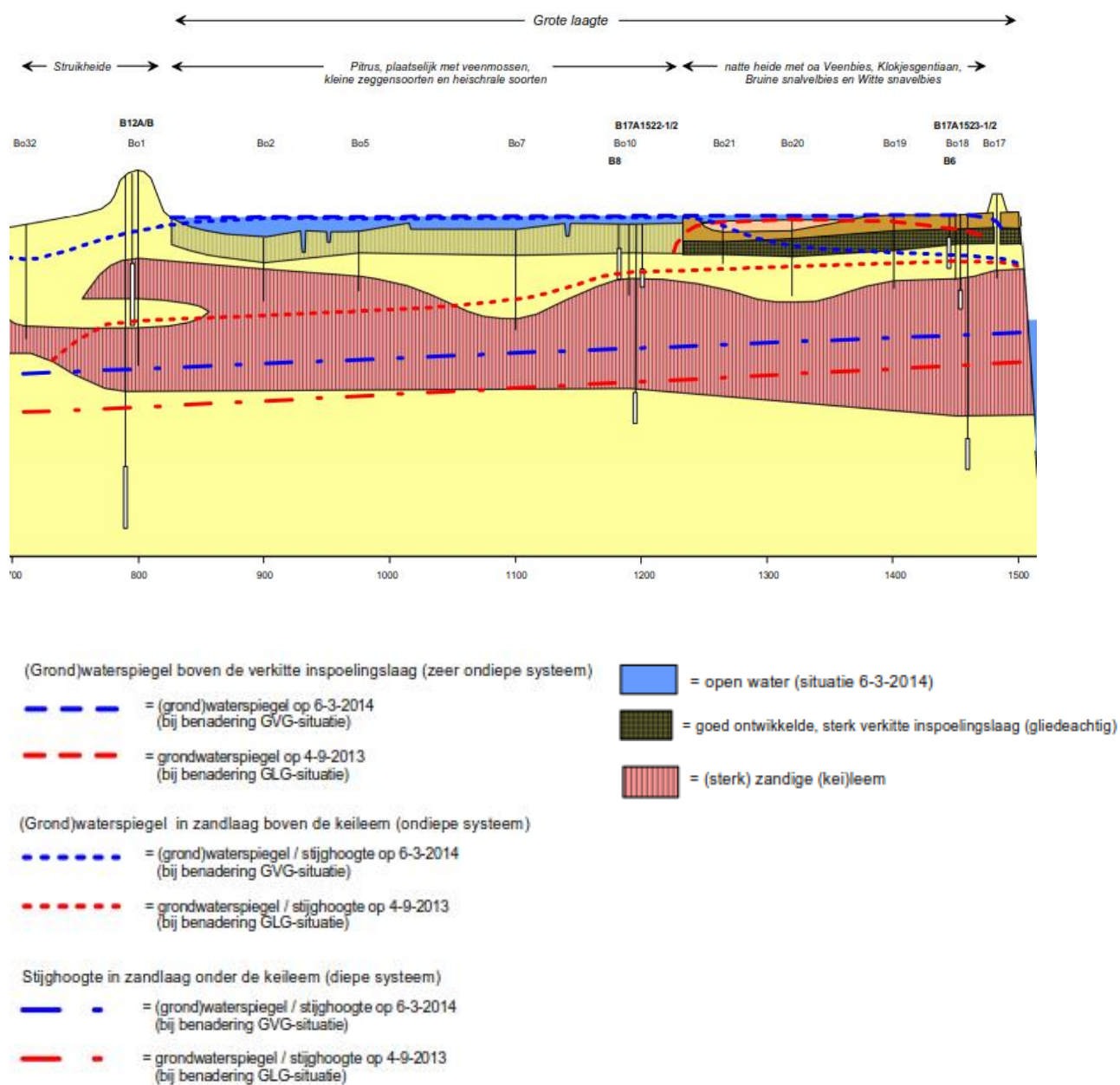
2.2.2 Ondergrond

De bovenste zandlaag wordt gevormd door een maximaal enkele meters dikke laag met eolische zanden van de Formatie van Bortel. Zeer lokaal komt er veen in de ondergrond voor. Volgens de veenkartering van Alterra heeft deze veenlaag een dikte van maximaal 0,2 m (bijlage 2). In deze kartering zijn echter lokale veentjes en aanwezige gielidelagen, o.a. ter plaatse van Pingo-ruines niet meegenomen. De situering van de Pingo's, inclusief overige ovale (uitgestoven) laagten zijn weergegeven op de geomorfologische kaart in bijlage 3. De situering van de door Hullenaar gekarteerde hoogveen-puttencomplexen zijn weergegeven op de veenkaart in bijlage 2. Ter plaatse van de veenputten (kleine laagte) en in de grote laagte waar nog restveen voorkomt, zijn goed ontwikkelde sterk verkitte inspoelingslagen (gielideachtig) aangetroffen.

In het gehele gebied komt keileem voor. De ligging ten opzichte van maaiveld varieert van minder dan 0,5 tot 3,5 m -mv (bijlage 4). De dikte van de keileemlaag varieert tussen enkele decimeters en maximaal ca. 4,5 meter (bijlage 5).

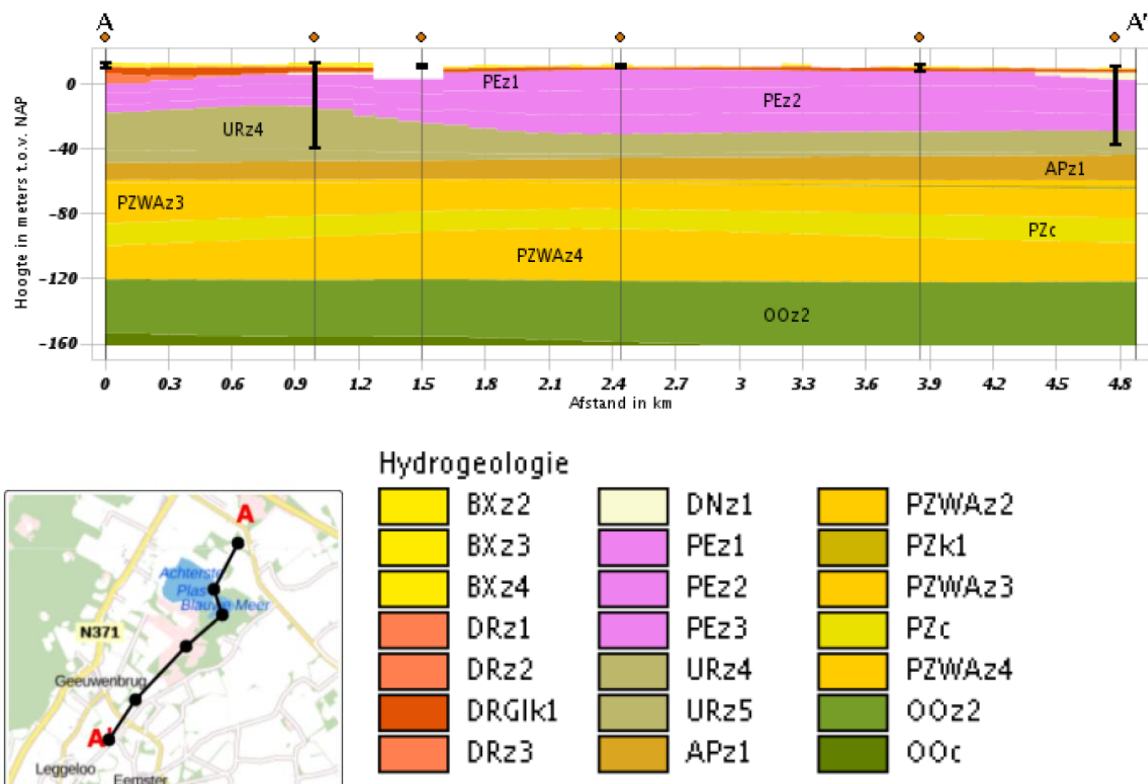
Zowel boven de keileem als boven gielide/inspoelingslaagjes komen in dit gebied schijngrondwaterspiegels voor: infiltrerend (regen)water stagneert boven deze slecht doorlatende lagen, terwijl onder deze laag nog sprake kan zijn van een onverzadigde zone. Hierdoor is er een aanzienlijk verschil tussen de diepere stijghoogte en freatische grondwaterstand, zie Figuur 2-2 (en bijlage 9). Op sommige plekken in het Leggelderveld is er zelfs sprake van een dubbele schijnspiegel: in de zandlaag boven de inspoelingslaag en in de zandtussenlaag boven de keileem.

In Figuur 2-3 is een ZW-NO dwarsprofiel uit REGIS II.2 weergegeven. Onder de keileemlaag (DrGik1) komt één groot watervoerend pakket voor, hoofdzakelijk bestaande uit zanden gerekend tot de Formaties van Peelo (PEz), Urk (Urz), Appelscha (Apz) en Peize Waalre (PZWaz). De regionale grondwaterstroming in het watervoerende pakket is zuidwestelijk gericht. Aan de onderzijde wordt dit dikke watervoerende pakket begrensd door Peize Complex (PC), op circa NAP -80 m à -90 m.



Figuur 2-2. Ecohydrologische profiel (Hullenaar 2014) Zuid-Noord door grote laagte tot aan achterste plas

Verticale Doorsnede REGIS II v2.2



Figuur 2-3: ZW-NO dwarsprofiel Leggelderveld uit REGIS II.2.

2.2.3 Oppervlaktewatersysteem

Een kaart van het oppervlaktewatersysteem rondom het Leggelderveld is opgenomen in bijlage 6.

Het Leggelderveld ligt aan de noord- en westzijde ingesloten door de respectievelijk de Beilervaart en de Drentsche Hoofdvaart. Deze kanalen hebben een relatief hoog peil (NAP +11,4 m). Verwachting is dat deze beperkt infiltreren in verband met een relatief hoge bodemweerstand (sliblaag).

De peilvakken tussen deze kanalen en het Leggelderveld zijn aanzienlijk lager. De hier liggende hoofdwatgang watert af benedenstrooms van de sluis.

Langs het noordelijk ontgonnen deel van het Leggelderveld zijn afvoersloten aanwezig, waarin peilen van NAP +10,90 m à +10,45 m worden gehanteerd. In de uiterste zuidwesthoek van het Leggelderveld is ook een watgang aanwezig, met een streefpeil van NAP +9,2 m à +8,9 m.

Aan de oostgrens van het Leggelderveld ligt de Noordlake, een zijtak van de Dwingelerstroom. De watergangen/sloten die hier op afwateren hebben peilen van NAP +9,4/+8,9 m à NAP +8,0 m à NAP +7,3 m. (bijlage 6).

De beide zandwinplassen fluctueren vrij met het grondwater, en hebben dus geen gereguleerd peil. Er is nagenoeg geen peilverschil tussen de twee plassen.

In het Leggelderveld zelf bevinden zich op enkele lokale greppels na, geen sloten. Het neerslagoverschot zal grotendeels oppervlakkig afstromen naar lokale laagten en daar infiltreren of afstromen over de keileem/ inspoelingslagen door het dunne freatische pakket.

2.3 Actuele grondwaterstanden (AGOR) meetnet verdroging

2.3.1 Algemeen

Met de peilbuizen van het meetnet verdroging zijn de grondwaterstanden voor de periode 2008-2017 in beeld gebracht. Hiervoor is de volgende werkwijze gehanteerd:

1. De filterstelling is beoordeeld en filters zijn ingedeeld in de verschillende watervoerende lagen;
2. De meetreeksen zijn beoordeeld en van de betrouwbare meetreeksen zijn de GVG en GLG bepaald.

Het meetnet verdroging Leggelderveld bestaat uit 4 peilbuizen (totaal 6 filters). Dit meetnet wordt beheerd door de Provincie Drenthe. In Figuur 2-4 is de ligging van het meetnet weergegeven.

Omdat bovenstaande meetnet slechts een zeer beperkt aantal peilbuizen omvat, is voor het beoordelen van de actuele grondwaterstanden aanvullend gebruik gemaakt van de peilbuizen van het LIFE meetnet voor het Leggelderveld. Ook zijn er nog aanvullende peilbuizen in DINO loket. De meest DINO buizen betreffen echter historische buizen die niet meer worden gemonitord. De situering van alle peilbuizen (inclusief historische buizen die niet meer meten) is weergegeven in bijlage 7. De peilbuizen van het LIFE meetnet zijn weergegeven in Figuur 2-5.

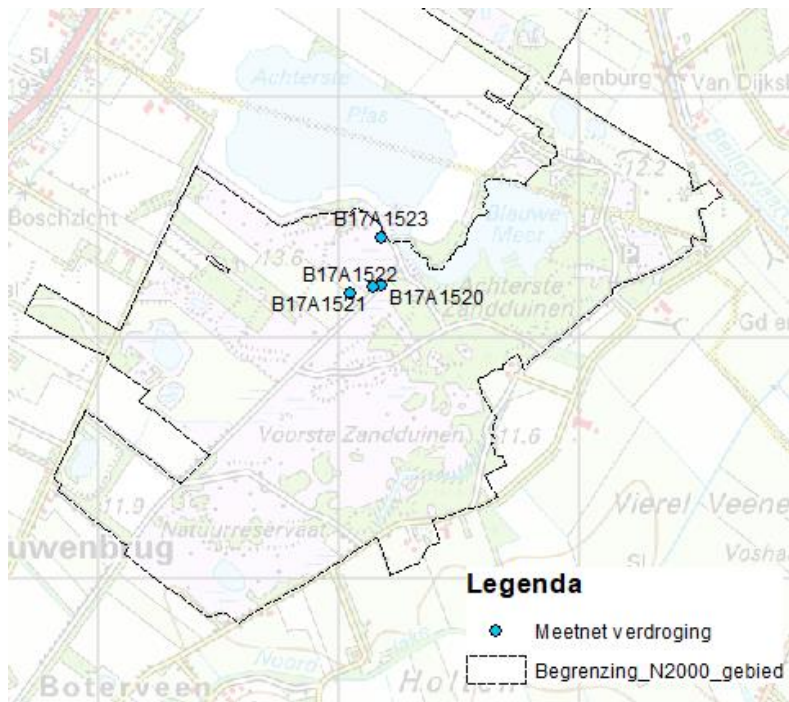
Voor beide meetsets (meetnet verdroging en LIFE meetnet) is beoordeeld of de filters zijn gesitueerd boven of onder de keileem of veen. Dit is uitgevoerd door de filterstelling te vergelijken met de bodemopbouw in de beschikbare boringen ter plaatse. Het resultaat van deze beoordeling is weergegeven in bijlage 7.

Alle ondiepe filters staan boven (of in) de keileem. Alle diepe filters bevinden zich in de zandlaag onder de keileem. Het ondiepe filter van peilbuizen B17A1520 staat boven een verkitte inspoelingslaag. De ondiepe filters van de peilbuizen B17A1521, B17A1522 en B17A1523 staan direct boven de keileem. De peilbuisfilters van het LIFE meetnet staan allemaal onder eventueel aanwezige veen/gliede lagen, met bijbehorende schijnspiegels. Niet bekend is of hier ook schijngrondwaterspiegels voorkomen.

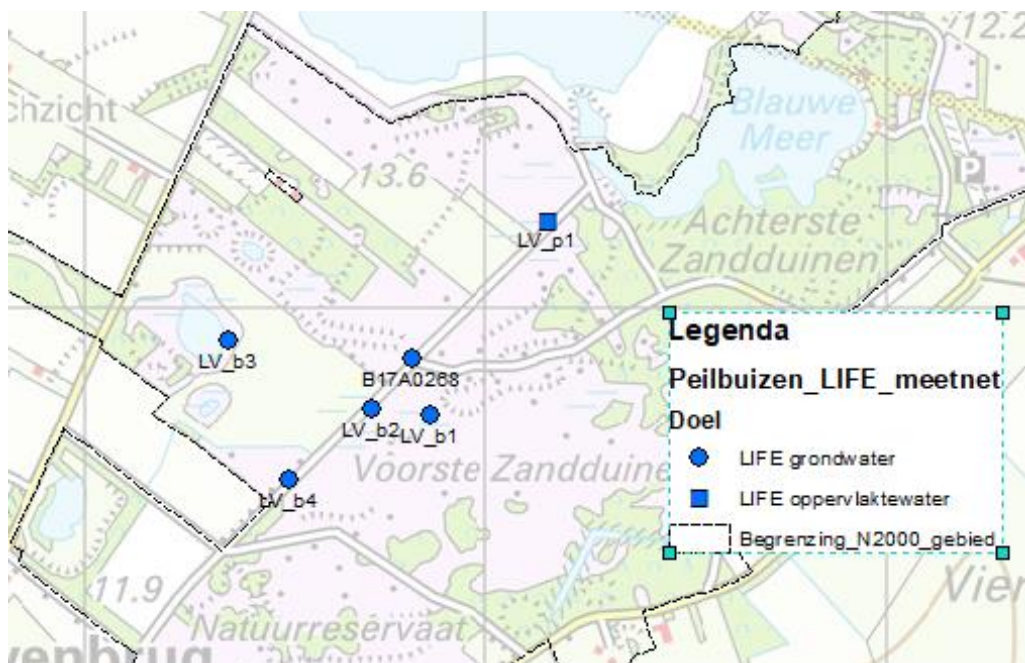
De meetreeksen van de LIFE peilbuizen roepen nog wel wat vragen op:

- Er worden stijghoogten gemeten onder de onderkant van het filter. Dit is technisch gezien niet mogelijk;

- De ondiepe filters staan grotendeels in de keileem? Het is de vraag of deze een betrouwbare meetreeks geven.



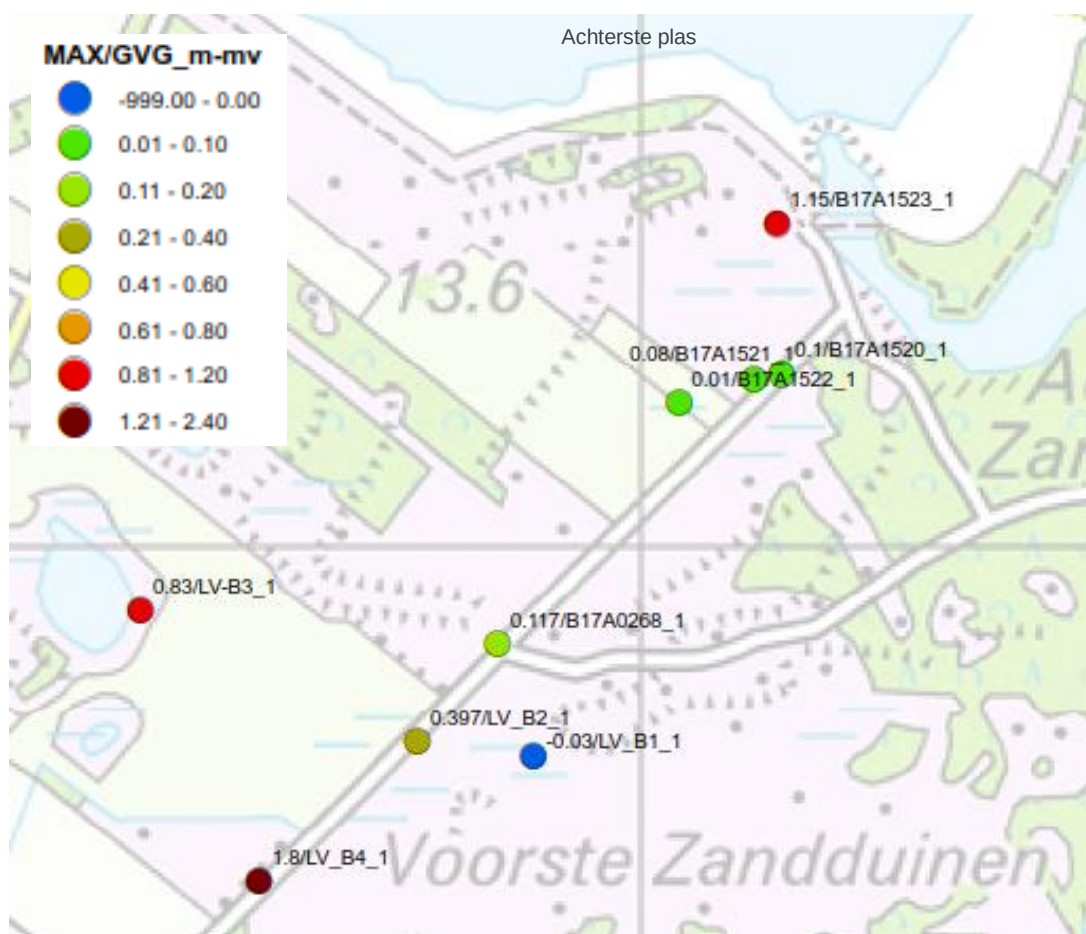
Figuur 2-4: Peilbuizen Meetnet verdroging Leggelderveld



Figuur 2-5: Peilbuizen en peilschaal LIFE-meetnet Leggelderveld

2.3.2 GVG en GLG peilbuizen periode 2008-2017

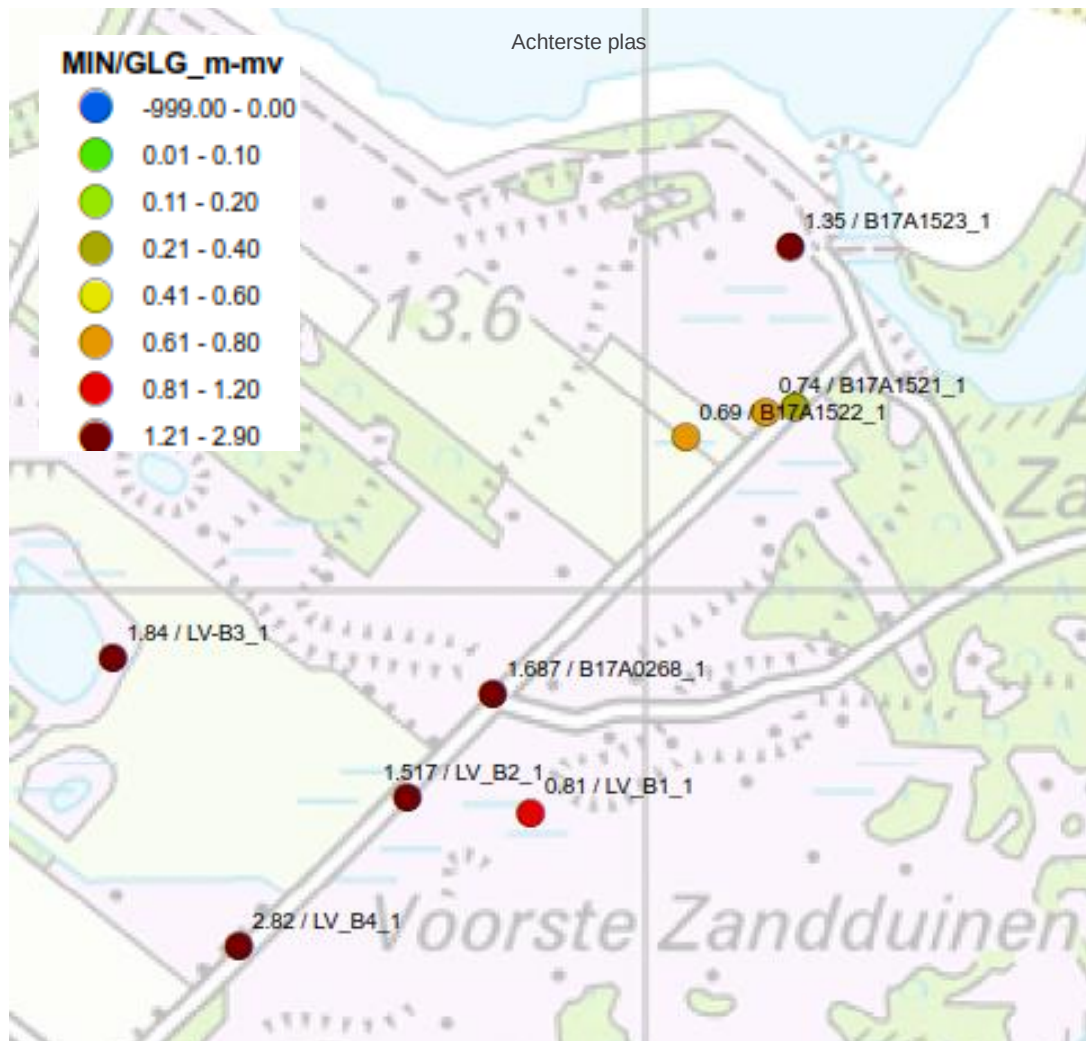
Met de meetreeksen van de ondiepe filters van het meetnet verdroging zijn de GVG (gemiddelde voorjaarsituatie) en de GLG (gemiddeld laagste grondwaterstand) bepaald. Voor de korte meetreeksen van het LIFE meetnet was het nog niet mogelijk om al betrouwbare GxG's te bepalen. Om toch een indruk te krijgen van de gemeten grondwaterstanden zijn voor deze buizen de hoogst en laagst gemeten waarden weergegeven in respectievelijk Figuur 2-6 en Figuur 2-7.



Figuur 2-6: GVG (meetnetverdroging) en maximaal gemeten stand voor LIFE meetnet voor de ondiepe filters (m onder maaiveld)

Voor de natte situatie geeft bovenstaande kaart een zeer divers beeld. Dicht bij de Achterste plas worden diepe grondwaterstanden aangetroffen. Op iets grotere afstand in de grote laagste bevindt de GVG zich dicht bij maaiveld. Dit geldt zowel voor peilbuis B17A1520 met een filter boven de inspoelingslaag, als voor de 2 filters direct boven de keileem. Op nog grotere afstand bij de Voorste Zandduinen laten de hoogst gemeten grondwaterstanden van het LIFE meetnet ook weer een grote variatie zien, van inundatie (ter plaatse van veenputten op de rand van de kleine laagte) tot een waarde van 1,8m- mv

in het meest zuidelijke deel. Peilbuis LV-B3_1 staat op de rand van een pingo. Onduidelijk is hoe het filter precies staat ten opzichte van aanwezige veen en inspoelingslagen. Gezien de lage GVG snijdt deze er vermoedelijk door heen.



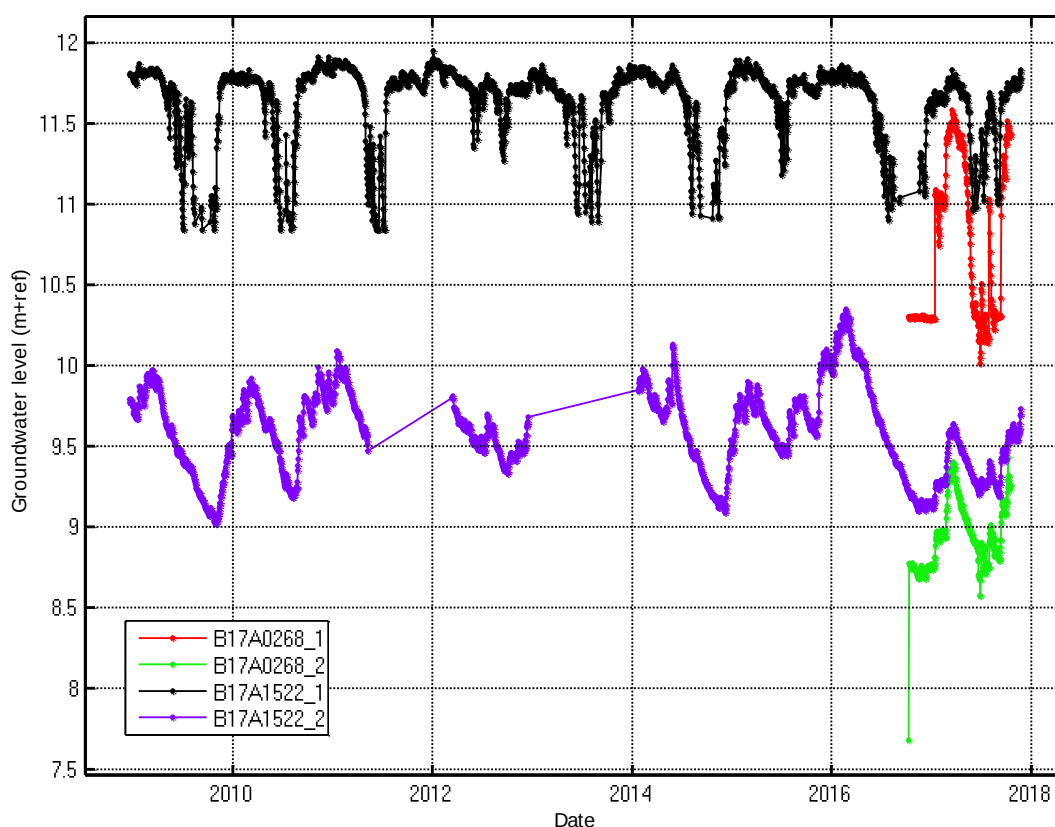
Figuur 2-7: GLG meetnet verdroging en minimaal gemeten grondwaterstand LIFE meetnet, voor de ondiepe filters (m onder maaiveld)

In de droge zomer zakken de grondwaterstanden diep uit, met uitzondering van peilbuis B17A1520 die is gesitueerd boven de inspoelingslaag (in de grote laagte). De ondiepe filters van peilbuizen B17A1521, B17A1522 en B17A1523 staan direct boven de keileem en zakken dieper uit..

Ook de peilfilters van het LIFE meetnet laten diep uitzakkende grondwaterstanden zien in de laagst gemeten waarde. Daarbij moet wel vermeld worden dat de filters onder eventuele inspoelingslagen staan, en de gemeten grondwaterstanden daardoor mogelijk niet

representatief zijn voor de vochttoestand in de wortelzone. De hoogste waarde is net als in de natte situatie ter plaatse van de veenputten (LV_B1_1).

Om een inschatting te maken van hoe de hoogste en laagste waarden zich verhouden tot de GVG en GLG situatie, zijn de gemeten standen van B17A0268 uitgezet samen met de stijghoogten in de (meest nabij gelegen) langjarig gemeten peilbuis B17A1522, zie Figuur 2-8. Hieruit blijkt dat in de gemeten periode 2016-2017 de stijghoogten relatief laag waren en de GVG situatie niet bereikt werd. In de zomer van 2016 zakte deze wel diep uit en bereikte de GLG.

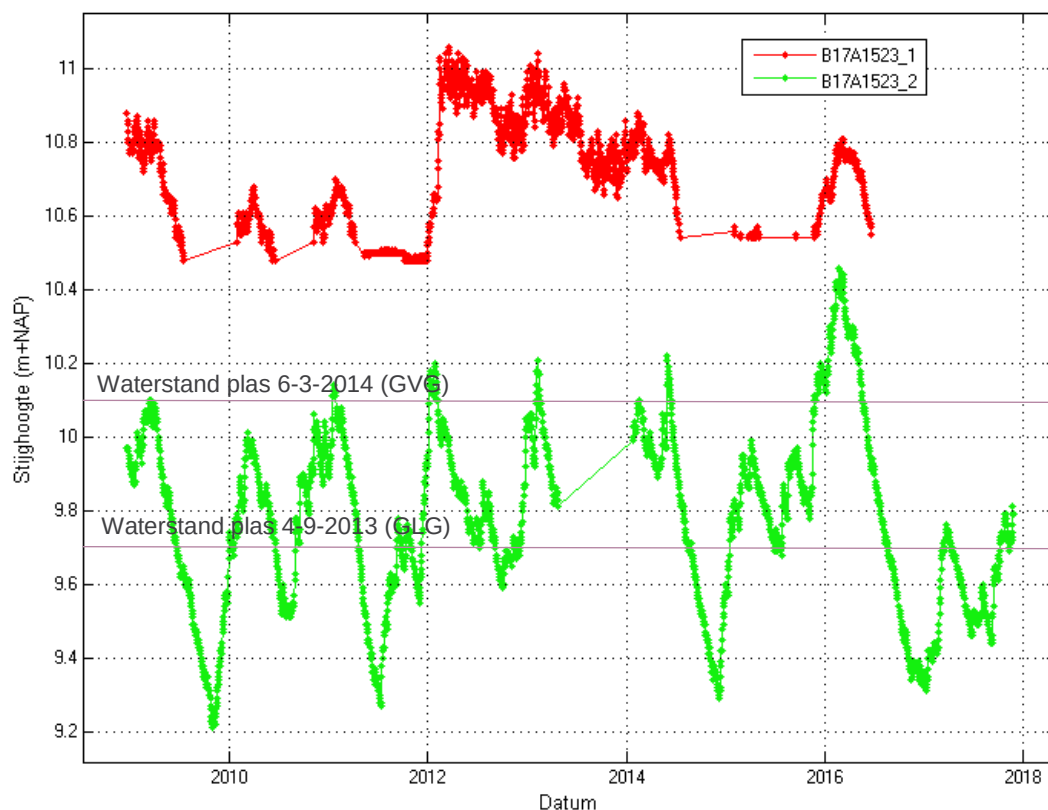


Figuur 2-8 Stijghoogten peilbuis B17A268 en B17A1522

Uit bovenstaande figuur blijkt overigens ook het hoge potentiaalverschil tussen de filters boven en onder de keileem, wat duidt op een hoge weerstand van de keileem in dit gebied.

De lage grondwaterstanden in de meest noordelijkste ondiepe buis worden mogelijk beïnvloed door de drainerende werking van de zandwinplas. Uit metingen van de waterstand in de Achterste Plas op 2 momenten (6-3-2014 en 5-9-2013 Hullenaar, 2014) blijkt dat de plas het diepe grondwater hier niet draineert, zie Figuur 2-9. Aan de benedenstroomse zijde, uitgaande van een NO-ZW gradiënt, heeft de plas een infiltrerende werking. Aan de bovenstroomse noordzijde van de plas is wel sprake van een drainerende

werking op het diepe grondwatersysteem. De drainerende werking blijft dan beperkt tot de laag boven de keileem, die sneller kan uitzakken door horizontale afstroming over de leemlaag richting de plas.

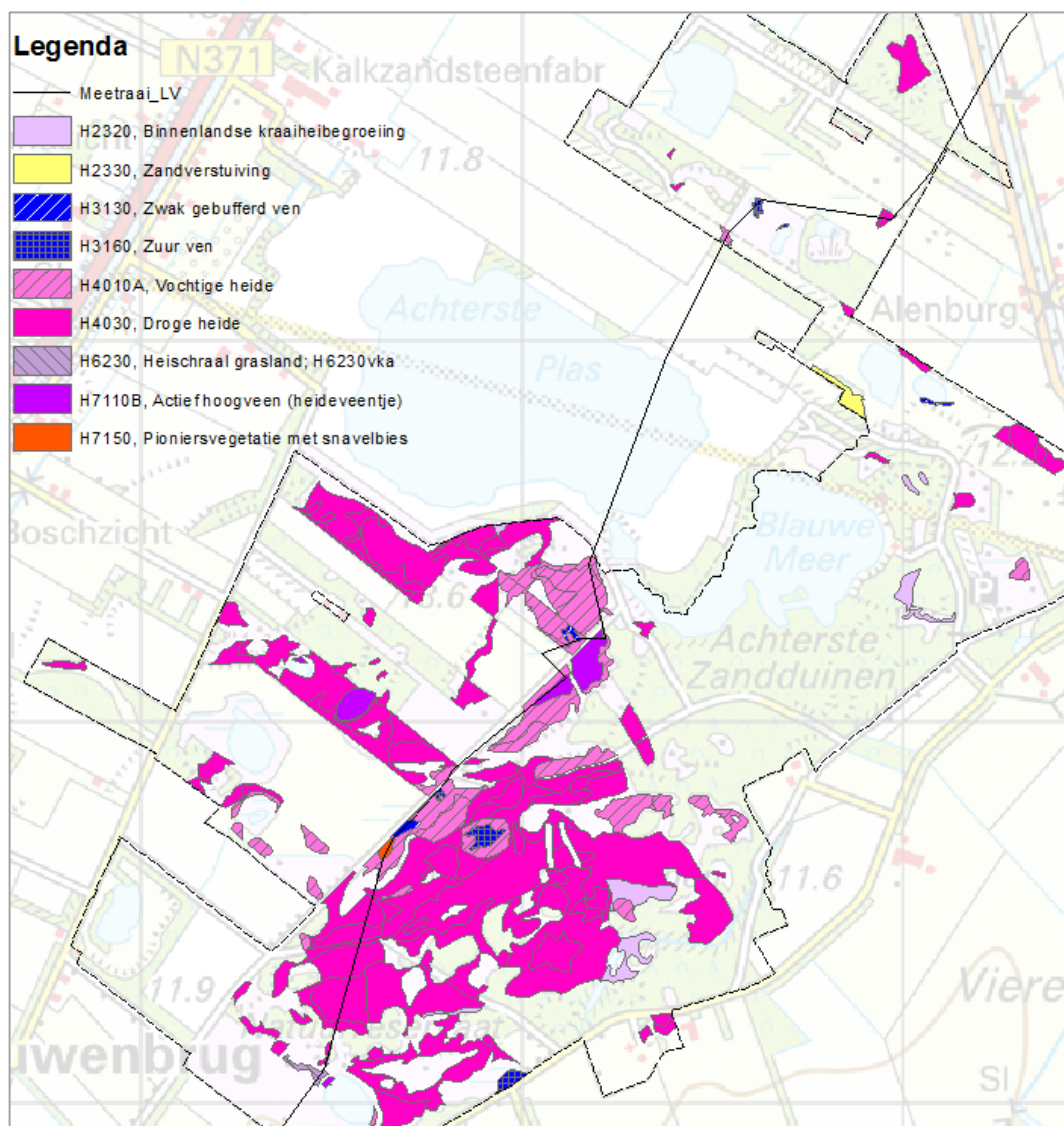


Figuur 2-9. Stijghoogten peilbuis nabij Achterste plas plus plaspeil

2.4 Huidige ecologische situatie

De ecologische beschrijving is uitgevoerd op basis van de voorkomende habitattypen (versie 12-09-2017) en op het gedetailleerde niveau van de vegetatietypen met bijbehorende sub-associatie.

Binnen het Leggelderveld zijn 9 verschillende habitattypen aangewezen. Het grootste areaal bestaat uit droge habitattypen: vooral droge heide (H4030) maar ook kleine oppervlakken binnenlandse kraaiheibegroeiing (H2320) en zandverstuiving (H2330). Vooral in het centrum van het Leggelderveld (niet altijd op de laagste plekken) komen ook vochtige habitattypen voor: vooral vochtige heide (H4010A) maar ook kleine oppervlakken pioniersvegetatie met snavelbies (H7150), actief hoogveen/heideveentje (H7110B) en heischraal grasland (H6230vka). Daarnaast zijn er een drietal zwak gebufferde vennen (H3130) en een vijftal zure vennen (H3160) aanwezig in het Leggelderveld. De habitatypekaart is weergegeven in Figuur 2-10.



Figuur 2-10: Habitatypekaart 2017 Leggelderveld

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.

In het Leggelderveld zijn 4 vegetatiemeetpunten gesitueerd nabij de 4 peilbuizen:

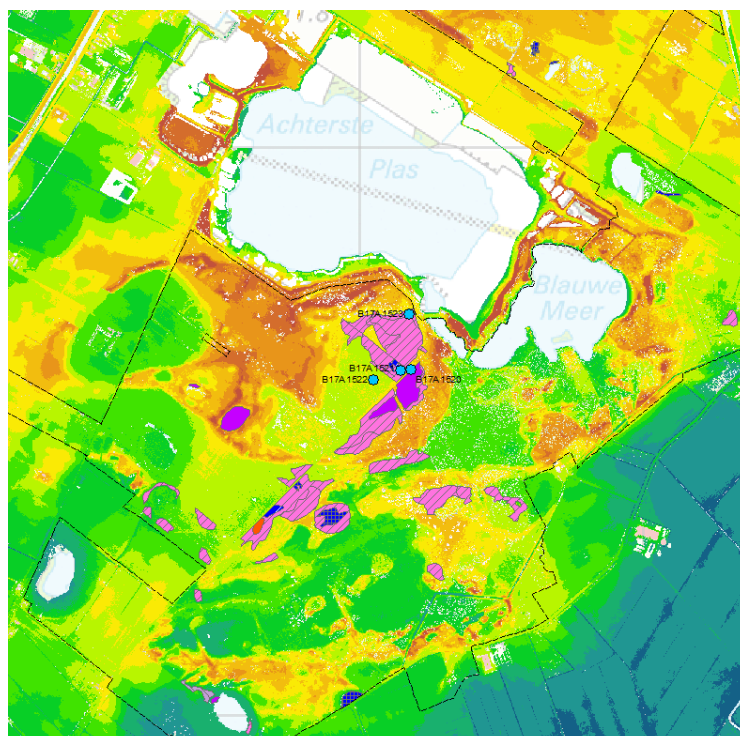
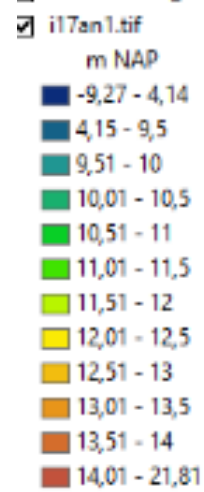
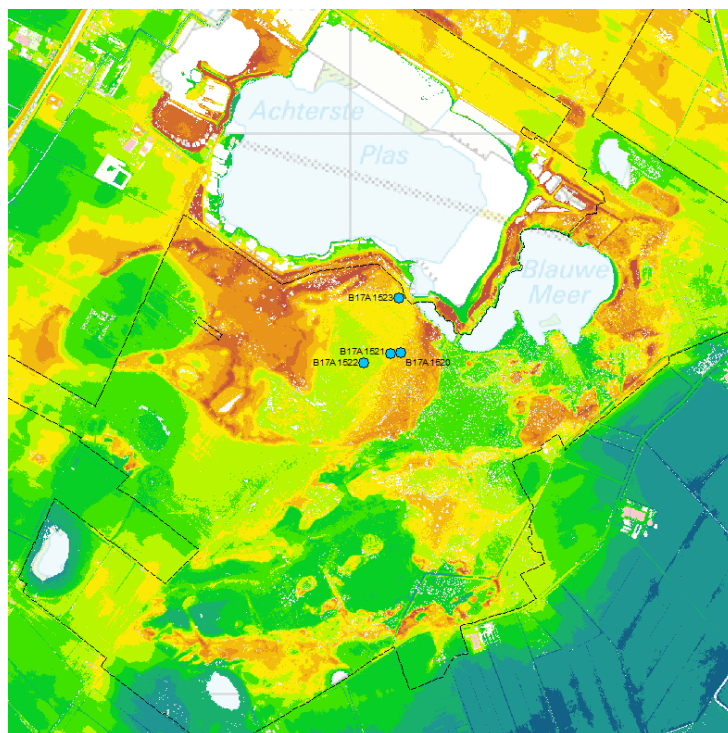
- Meetpunt V008 ligt binnen het habitatype vochtige heide op circa 20 m afstand van peilbuis B17A1523. Het maaiveldniveau rondom het vegetatiemeetpunt (ca. NAP +12,14 m) ligt ca. 0,20 m hoger dan het maaiveld rondom de peilbuis. De lokale vegetatie bestaat uit een rompgemeenschap van Pijpestrootje in de klasse der

hoogveenbulten en natte heiden (RG *Molinia caerulea*-[*Oxycocco-Sphagneteta*] 11-RG2-11).

- Meetpunt V051 ligt buiten de aangewezen habitattypen. Het gaat om een rompgemeenschap van Veenpluis en Veenmos in de klasse der hoogveenslenken, op een afstand van circa 30 m van peilbuis B17A1522. Het hoogteverschil tussen de peilbuislocatie en het meetpunt bedraagt ca. 0,15 m.
- Meetpunt V138 ligt binnen het habitatype vochtige heide. De lokale vegetatie bestaat uit een rompgemeenschap van Pijpestrootje in de klasse der hoogveenbulten en natte heiden. Het meetpunt ligt op ca. 5 m afstand van peilbuis B17A1521 met circa 0,20 m hoogteverschil. Aan de hand van het hoogteverschil is niet met zekerheid te stellen dat de peilbuis representatief is voor de grondwaterstand t.o.v. maaiveld nabij het vegetatiemeetpunt. De peilbuis grenst direct aan het zwakgebufferde ven.
- Meetpunt V139 ligt binnen het habitatype actief hoogveen/heideveentje. De nabijgelegen peilbuis (B17A1520, op ca. 6 m van het meetpunt) ligt buiten dit habitatype. De lokale vegetatie bestaat uit een rompgemeenschap van Pijpestrootje in de klasse der hoogveenbulten en natte heiden. Het hoogteverschil bedraagt circa 0,10 m. Hiermee lijkt de peilbuis redelijk representatief voor de grondwaterstand t.o.v. maaiveld nabij het vegetatiemeetpunt.

Ter plaatse van de al vóór 2015 aanwezige vegetatiepunten (V008 en V051) hebben enkele veranderingen van de vegetatietypen plaatsgevonden. Zo heeft de vegetatie ter plaatse van V008 zich, tussen de kartering van 2008 en 2012, ontwikkeld van Associatie van Gewone dophei (typische subassociatie) tot een rompgemeenschap van Pijpestrootje. Beiden vegetatietypen vallen binnen de klasse der hoogveenbulten en natte heiden. Deze ontwikkeling duidt op droger wordende omstandigheden en/of vermesting door atmosferische depositie (vergrassing met Pijpestrootje). De vegetatie ter plaatse van V051 heeft zich ontwikkeld van de klasse der hoogveenbulten en natte heiden (Associatie van Moeraswolfsklauw en Snavelbies) naar de klasse der hoogveenslenken (rompgemeenschap van Veenpluis en Veenmos) tussen de kartering van 2010 en 2014.

Opvallend is verder dat de vochtige habitattypen niet voorkomen op de laagste delen van het gebied. Wel komen deze vooral voor ter plaatse van de geïsoleerde laagten (pingo's) op de geomorfologische kaart, en dan vooral die gebieden waar lokale ontwateringsmiddelen (greppels/ buisdrainage) ontbreken, zie Figuur 2-11. In deze gebieden hebben zich schijnspiegels kunnen ontwikkelen/ handhaven op lokale weerstand biedende gliede of verkitte zandlagen. Ook is mogelijk sprake van enige lokale afstroming vanaf de omliggende hogere ruggen.



Figuur 2-11. Relatie maaiveldhoogte met voorkomen grondwatergevoelige habitattypen

2.5 Analyse huidige situatie aan de hand van de meetraai

2.5.1 Inleiding

Aan de hand van een regionale meetraai is de relatie in beeld gebracht tussen de huidige grondwaterstanden, de filterstelling, de landschappelijke ligging en de vegetatie. In dit hoofdstuk wordt alleen de actuele situatie beschreven. Voor de toetsing aan de hydrologische vereisten van de habitattypen wordt verwezen naar hoofdstuk 4.

Het overzicht van de ligging van de regionale raai is weergegeven in bijlage 8. Samenvattend loopt de regionale raai van de Beilervaart in het noordoosten tot de Noordlake in het zuidwesten. Figuur 2-12 geeft het dwarsprofiel weer. De exacte ligging is hierbij zo gekozen dat zoveel mogelijk bestaande peilbuizen en habitattypen binnen deze raai vallen. Bovendien is de raai gesitueerd dwars op de regionale grondwaterstroming.

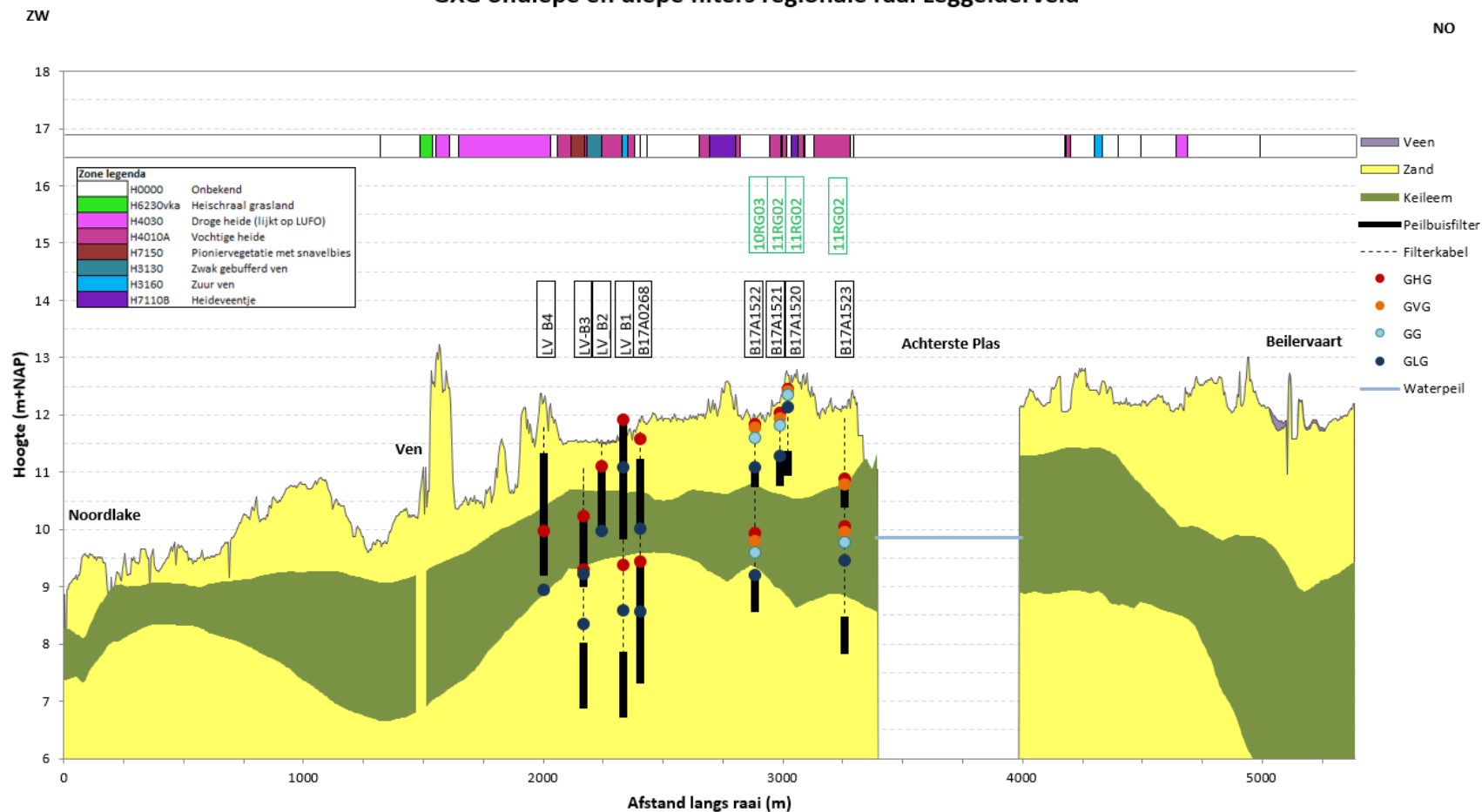
De filterstelling van de buizen ten opzichte van de bodemopbouw, maaiveldhoogten en aanwezige habitattypen is weergegeven in bijlage 7.

2.5.2 Regionale raai Leggelderveld

Ten aanzien van de situering van de raai en de ondergrond valt het volgende op:

- Het meest noordelijk deel van het Leggelderveld ligt relatief hoog in het landschap (rond NAP +12,0 m). Richting het zuidwesten loopt het maaiveld af tot circa NAP +10,0 m bij de zuidwestelijke grens van het Leggelderveld en circa NAP +8,5 m in het beekdal.
- Ter hoogte van het zuidoostelijk ven (pingo-ruïne) ontbreekt de keileem volgens de keileemkaart. Er zijn geen boringen die dit kunnen onderbouwen. Aangenomen is dat ter plaatse van Pingo's de keileem ontbreekt.
- De laagten komen niet 1:1 overeen met de verbreiding van natte habitattypen.
- De Beilervaart heeft een bodemdiepte van circa NAP +9,2 m (niet weergegeven) wat nog boven de keileem ligt.
- Rondom de Beilervaart komt lokaal veen voor.
- Binnen de begrenzing van het Leggelderveld zijn boven de keileem ondiepe weerstandbiedende laagjes aanwezig die niet in de boorprofielen en daarmee ook niet in het dwarsprofiel zijn weergegeven (gliede/ verkitte zandlagen). Deze zijn wel weergegeven in het ecohydrologisch profiel in bijlage 9 (Bell Hullenaar, 2014)
- De peilbuizen zijn gesitueerd rondom de natte habitattypen vochtige heide en actief hoogveen (heideveentje), aan weerszijden van de Veldweg. In het verleden (tot 2009) was er een sloot aanwezig langs de Veldweg, die inmiddels grotendeels is verondiept/ gedempt, zie hoofdstuk 3.

GxG ondiepe en diepe filters regionale raai Leggelderveld



Figuur 2-12: GxG's peilbuizen meetnet verdroging en min/max peilbuizen meetnet LV op regionale raai (filters boven en onder keileem)

De filters zijn als volgt gesitueerd (zie ook bijlage 9):

Tabel 2-1 Filterstelling peilbuizen meetnet verdroging en LIFE meetnet

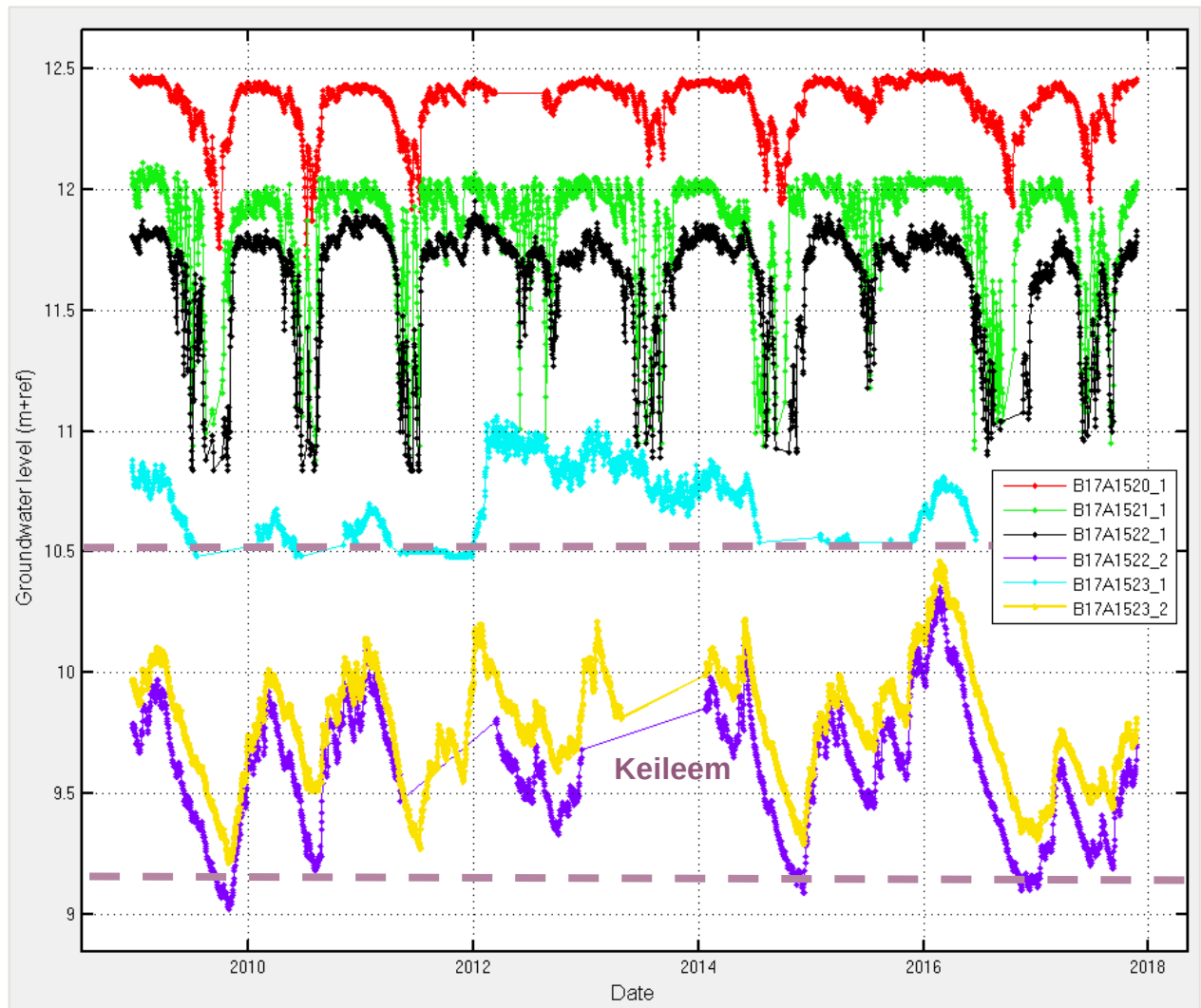
Peilbuis	Filter	Toelichting
B17A1520_1	Boven keileem	Boven verkitte zandlaag= schijnspiegel
B17A1521_1	Boven keileem	Onder een verkitte zandlaag
B17A1522_1	Boven keileem	
B17A1522_2	Onder keileem	
B17A1523_1	Boven keileem	Onder een verkitte zandlaag
B17A1523_2	Onder keileem	
LV_B1_01	Boven keileem	
LV_B1_02	Onder keileem	
LV_B2_01	Boven keileem	
LV_B3_01	Boven keileem	
LV_B3_02	Onder keileem	
LV_B4_01	Boven keileem	

Tot slot is er sprake van een praktisch ondoorlatende inspoelingslaag tussen peilbuis B17A1522 (maar niet direct ter hoogte van deze peilbuis) en B17A1523.

Het verloop van de grondwaterstand in het zeer ondiepe systeem boven de lokaal aanwezige inspoelingslaag is bepalend voor het ecohydrologisch functioneren van het systeem. Het is daarom cruciaal dat dergelijke laagjes goed beschreven worden in de boringen bij de peilbuizen. Alleen dan kan beoordeeld worden of de grondwaterstanden in het ondiepe filter ook representatief zijn voor de freatische grondwaterstand in de wortelzone bij de peilbuizen. Deze informatie ontbreekt in de huidige boringen, maar worden nu wel goed beschreven in de rapportage van Hullenaar (2014).

De GxG's van het meetnet verdroging zijn weergegeven in Figuur 2-12. Het volgende blijkt:

- Wat opvalt is dat de GLG op het hoogste punt (B17A1520) minder ver uitzakt als de omliggende lager gelegen peilbuizen. Dit hangt samen met de aanwezige ondiepe gliedlagen ter hoogte van peilbuis B17A1520¹, die ervoor zorgen dat de grondwaterstand in het zeer ondiepe systeem minder diep uitzakt.
- Peilbuis B17A1521 en B17A1553 hebben ondiepe filters onder deze weerstandbiedende laag, wat het dieper uitzakken in de GLG kan verklaren.
- Door de drainerende werking van de zandwinplas op het ondiepe systeem (tussen verkitte laag en keileem) valt het freatische filter van peilbuis B17A1523 periodiek droog. De GHG en GVG bevinden zich nog net boven de keileem.
- De freatische grondwaterstanden zakken in droge perioden relatief snel uit, zie Figuur 2-13, resulterend een maximale dynamiek van circa 1,5 m.
- In natte situaties zien we een aftopping van de grondwaterstand en reikt deze (m.u.v. peilbuis B17A1553) tot aan maaiveld.
- De stijghoogte onder de keileem vertoont in noordoost-zuidwest richting verhang. In de GHG-situatie bevindt deze zich rond de NAP +10,0. In de GLG-situatie zakt deze uit tot circa NAP +9,3 m.



Figuur 2-13: Freatische grondwaterstanden boven en stijghoogten onder de keileem met de gemiddelde diepte van de keileem volgens keileemkaart TNO

De meetreeksen van het LIFE meetnet zijn weergegeven in bijlage 8.

3 Uitgevoerde/voorgestelde maatregelen

In het verleden was langs de Veldweg een diepe afvoersloot aanwezig. Het bovenstroomse deel van deze afvoersloot is al lang geleden (omstreeks 1980) afgedamd.

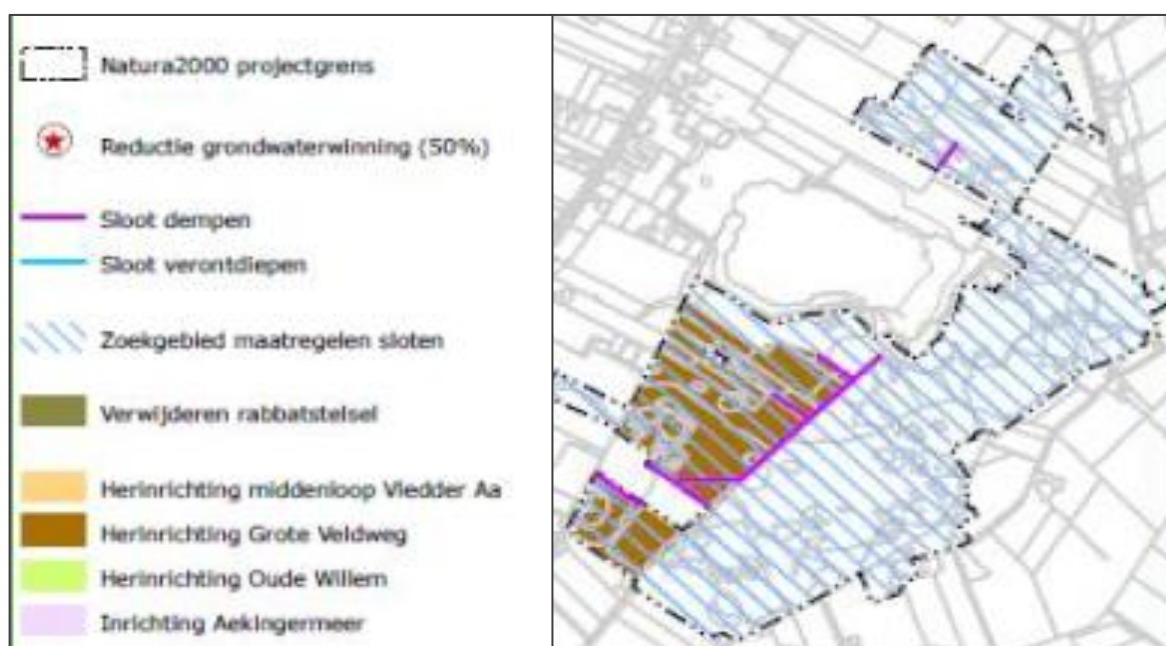
In 2009 is de afvoersloot tot aan de landbouw enclave verder aangepakt, en is de huidige inrichting tot stand gekomen (Hullenaar, 2014):

- Een groot deel van de loop is sterk verondiept (tot 2 à 3 dm -mv).
- Direct ten noorden van de landbouw enclave is de loop over een afstand van 130 meter volledig gedempt.
- Er zijn nog twee trajecten aanwezig waar de loop niet is verondiept of gedempt: een traject van circa 100 meter (met hierin halverwege wel een dam) ten en een traject van 120 meter.

In de gebiedsanalyse Drents Friese Wold en Leggelderveld (2017) is onderstaande kaart (Figuur 3-1) opgenomen met voorgestelde maatregelen in het Leggelderveld op het gebied van waterhuishouding. Deze zijn met name gericht op het opheffen van lokale verdroging:

- dempen van specifieke greppels en sloten in de nabijheid van arealen vochtige heide;
- hydrologisch herstel gebied Grote Veldweg (dempen resterende deel van de sloten).

Deze maatregelen hebben de potentie om te zorgen voor hogere freatische grondwaterstanden in natte perioden en een minder snelle uitzakking in droge perioden.



Figuur 3-1 Voorgestelde hydrologische maatregelen gebiedsanalyse

Bovenstaande maatregelen zijn tot op heden nog niet uitgevoerd. Een deel van de maatregelen staan in de planning voor dit najaar (2018).

4 Optimale grond- en oppervlaktewaterregime 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. 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 Synbiosis 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 Optimale grond- en oppervlaktewaterregime habitattypen

Een samenvatting van de OGOR voor de voorkomende habitattypen is weergegeven in Tabel 4-1. Voor de GVG is een bandbreedte bepaald waarbinnen de grondwaterstand mag fluctueren. GVGmin geeft de bovengrens aan (hoe nat het mag worden); GVGmax 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.

Tabel 4-1: OGOR grondwatergevoelige Habitattypen (landelijk) op basis van zwak leemig fijn zand met dun humusdek (Synbiosis)

Habitatype (code)	Habitatype (naam)	GVGmin (cm -mv)	GVGmax (cm -mv)	GLGmax (cm -mv)
H3130	Zwakgebufferd ven	-50	-5	-9999
H3160	Zuur ven	-50	-20	20
H4010A	Vochtige heide	-10	40	160
H6230vka*	Heischraal grasland	5	25	60
H7110B	Actief hoogveen (heideveentje)	-5	25	50
H7150	Pioniervegetatie met snavelbies	-20	25	40

-9999: niet begrensd

*vka=vochtig type met klokjesgentiaan aangepast voor Drenthe

4.3 Optimaal grond- en oppervlaktewaterregime (OGOR) vegetatietypen

Voor het bepalen van de OGOR op het niveau van de vegetatietypen zijn 2 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 2^e optie. De vegetatiemeetpunten staan ter hoogte van de habitattypen vochtige heide en heideveentje of buiten de toegekende habitattypen (V051). De huidige vegetatietypen die nu aanwezig zijn bij de meetpunten betreffen rompgemeenschappen in de klasse der hoogveenbulten en natte heiden en de klasse der hoogveenslenken (resp. Pijpestrootje, Veenpluis en Veenmos). Het habitatype is daarmee niet optimaal ontwikkeld. Tabel 4-2 geeft het overzicht weer van de vegetatiemeetpunten met bijbehorend Optimaal grond- en oppervlaktewaterregime.

Tabel 4-2: OGOR kritische vegetatietypen vanuit oogpunt verdroging binnen de diverse aanwezige habitattypen (Synbiosis)

PQ	Peilbuis	Habitatype PQ	Kritische vegetatietype Synbiosis t.o.v. verdroging	GVGmin (cm -mv)	GVGmax (cm -mv)	GLGmax (cm -mv)
V008	B17A1523	Vochtige heide	Ericetum tetralicis sphagnetosum	-5	25	50
V051	B17A1522	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
V138	B17A1521	Vochtige heide	Ericetum tetralicis sphagnetosum	-5	25	50
V139	B17A1520	Actief hoogveen/heideveentje	[SBB] Erico-Sphagnetum magellanici rhynchosporetosum	-5	10	30

5 Toets aan hydrologische randvoorwaarden

5.1 Werkwijze

Voor de langjarig gemeten peilbuizen/vegetatiemeetpunten van het meetnet verdroging, gelegen in een nat habitatype/vegetatietype, is bepaald of de GxG ter plaatse van de freatische peilbuizen vallen binnen de toegestane bandbreedten. Ook zijn, wanneer er ondiepe verkitte inspoelingslagen aanwezig zijn, alleen de filters boven deze lagen geschikt ter toetsing aan de hydrologische voorwaarden). Ter hoogte van peilbuizen B17A1520, B17A1521 en B17A1523 zijn verkitte inspoelingslagen aanwezig, waarbij alleen het ondiepe filter van peilbuis B17A1520 boven deze laag staat. Feitelijk is dus alleen deze peilbuis geschikt voor de toetsing. De andere twee buizen geven mogelijk een te ongunstig beeld.

5.2 Resultaat toetsing

5.2.1 Habitattypen

Peilbuizen B17A1521 en B17A1523 liggen binnen het habitatype vochtige heide. Peilbuis B17A1521 grenst direct aan een ven terwijl peilbuis B17A1523 redelijk dicht bij de zandwinplas ligt:

- De optimale GVG voor dit habitatype varieert tussen 10 cm +mv tot 40 cm -mv. In de GLG-situatie mag de grondwaterstand niet dieper uitzakken dan 160 cm -mv.
- De actuele GVG (2008-2017) van peilbuis B17A1521 bedraagt 8 cm -mv, wat valt binnen het optimale bereik. De GLG is 74 cm -mv. Ook in drogere perioden valt de grondwaterstand in het ondiepe systeem binnen het optimale bereik. De verwachting is dat de grondwaterstanden in het zeer ondiepe systeem (boven de verkitte inspoelingslaag) nog hoger zijn dan in het ondiepe systeem en daarmee ook voldoen.
- De actuele GVG (2008-2017) van peilbuis B17A1523 bedraagt 115 cm -mv, wat ruim buiten het optimale bereik valt. De GLG zakt tot onder de onderkant van het filter (149 cm -mv), waardoor in droge perioden de grondwaterstand naar verwachting teveel uitzakt. Het filter staat echter onder de inspoelingslaag. Boven deze laag kunnen hogere grondwaterstanden voorkomen. De vegetatie ter plaatse van V008 heeft zich, tussen de kartering van 2008 en 2012, ontwikkeld van een Associatie van Gewone dophei (typische subassociatie) tot een rompgemeenschap van Pijpestrootje (verdroogde variant), wat het te droge beeld bevestigt.

Peilbuis B17A1520 staat net buiten het habitatype actief hoogveen (heideveentje), en heeft een freatisch filter boven de aanwezige inspoelingslaag:

- De optimale GVG voor het meest kritische vegetatietype ligt tussen 5 cm +mv en 10 cm -mv. In de GLG-situatie mag de grondwaterstand niet dieper uitzakken dan 30 cm -mv.
- De actuele GVG bedraagt 10 cm -mv en de GLG 38 cm -mv. In droge perioden zakt de grondwaterstand te veel uit voor een optimale ontwikkeling van actief hoogveen. De GVG-situatie voldoet net wel.

5.3 Beoordeling hydrologisch systeem voor vegetatieontwikkeling

In Figuur 5-1 en Figuur 5-2 zijn respectievelijk de GVG en GLG ter plaatse van de peilbuizen weergegeven (bollen) in combinatie met de hydrologische vereisten van de vochtige habitattypen en vegetatietypen (lijnen).

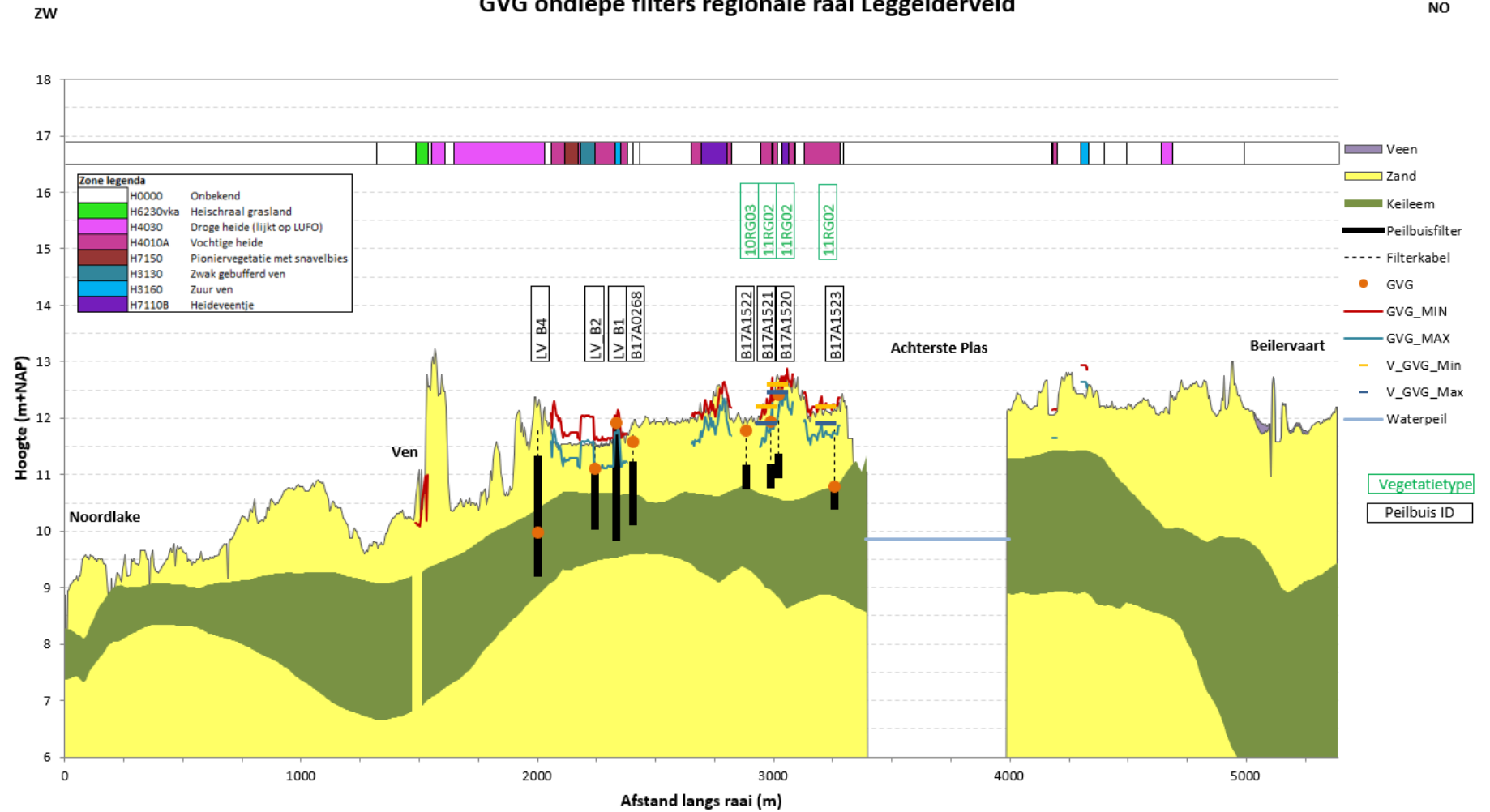
De hoogte van de freatische grondwaterstand hangt af van een aantal lokale factoren:

- De aanwezigheid van gliede of verkitte zandlagen, met bijbehorende schijnspiegels;
- De dikte van de onderliggende keileem (in verband met wegzijging over deze leemlaag naar het diepe grondwater);
- De diepteligging van de bovenkant van de keileem t.o.v. maaiveld (bepaald of bij stagnatie boven de keileem het grondwater tot in de wortelzone komt);
- De helling van de bovenkant van de keileem (het water stroomt oppervlakkig af via de zandlaag boven de keileem en verzamelt zich in geïsoleerde laagtes);
- Aanwezige sloten/ontwateringsmiddelen (die het regenwater versneld afvoeren).
- De afstand tot de zandwinplas: doordat deze door de keileemlaag heen snijdt, draineert de plas het grondwater boven de keileem. Dit effect zal wel beperkt blijven tot minder dan ca 100m van de plas. Deze dunne zandlaag heeft namelijk maar een beperkte invloedafstand.

Door de aanwezigheid van de zandwinplassen, nog aanwezige ontwateringsmiddelen in de omgeving en de situering van de keileem (onder verhang), zijn de omstandigheden niet optimaal voor de ontwikkeling van de vochtige habitattypen. De aanwezigheid van alleen rompgemeenschappen bevestigen het verdroogde beeld.

Aan de zuidwestzijde van het Leggelderveld zijn geen vochtige habitattypen aanwezig. De keileem helt hier volgens de keileemkaart (TNO) sterk in zuidwestelijke richting en ligt redelijk ondiep (0,5 à 1,0 m -mv). Ook in de grotere laagte is droge heide aanwezig. Hier zijn geen peilbuizen waarmee de hydrologische situatie geanalyseerd kan worden.

Voor de peilbuizen van het LIFE meetnet zijn de maximaal gemeten grondwaterstanden (Figuur 5-1) en de minimaal gemeten grondwaterstanden (Figuur 5-2) weergegeven in het dwarsprofiel. Deze meetreeksen van 1 jaar zijn nog te kort om GxG's mee te bepalen, maar de gemeten min-max waarden geven toch al een eerste indicatie van de hydrologie ter plaatse. Daarbij moet wel vermeld worden dat deze meetreeksen nog wel wat vreemde meetwaarden bevatten: zo is bijvoorbeeld in peilbuis LV B4 de laagste gemeten waarde lager dan de onderkant van het filter. Een nadere beoordeling van deze peilbuis in het veld is wenselijk.

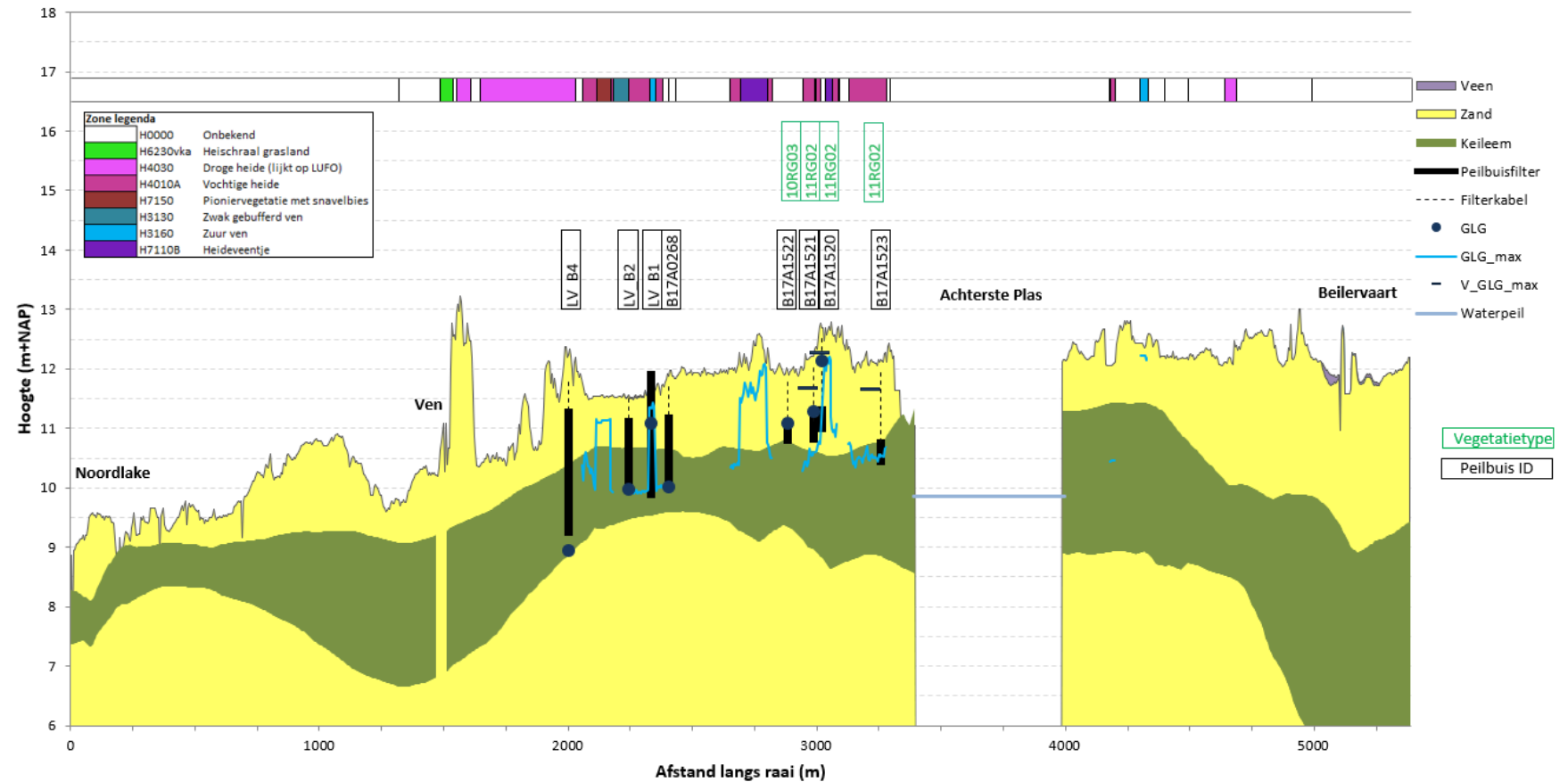


Figuur 5-1: Toets GVG ondiepe filters raai Leggelderveld

GLG ondiepe filters regionale raai Leggelderveld

ZW

NO



Figuur 5-2: Toets GLG ondiepe filters raai Leggelderveld

6 Tijdreeksanalyse

6.1 Algemeen

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, oppervlaktewaterpeil et cetera). Op deze manier kan men de effecten van toekomstige hydrologische maatregelen en externe invloeden in beeld brengen. In dit stadium is voor alle peilbuizen van het meetnet verdroging gekeken of ze geschikt zijn voor tijdreeksanalyse en effectbepaling, ofwel of er een goed model van de maken is. De meetreeksen van het Life meetnet zijn nog niet lang genoeg om deze beoordeling uit te voeren.

De tijdreeksanalyse is in dit onderzoek uitgevoerd met het programma Menyanthes (versie 2.x.g.m) van KWR Watercycle Research Institute. 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 wanneer de grondwaterstand uitzakt tot onder de bodem van een (droogvallende) greppel. Per peilbuislocatie is bepaald of het lineaire model voldoende presteert of dat een niet-lineair model een betere fit geeft.

6.2 Beoordeling modellen

Met het oog op het evalueren van toekomstige maatregelen, zijn alle 6 de meetreeksen 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 10. Bij de rapportage is een Excel bestand met de volledige uitwerking van de tijdreeksanalyse per peilbuis meegeleverd.

6.3 Resultaten algemene tijdreeksanalyse

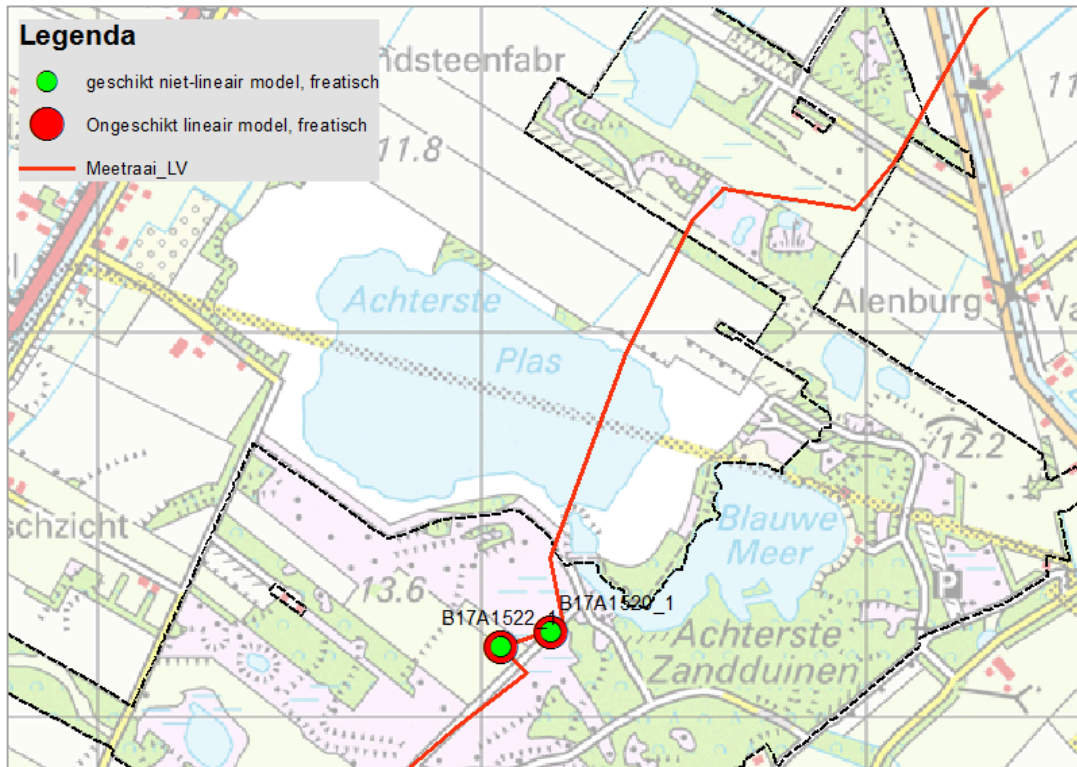
Alle peilbuizen zijn beoordeeld op geschiktheid voor tijdreeksanalyses. Eén ondiep filter valt geregeld droog en is daarom ongeschikt (B17A1523_1). Van de drie resterende filters boven de keileem en van de twee diepe filters zijn tijdreeksmodellen gemaakt. Alle meetreeksen bestaan geheel uit divermetingen.

6.3.1 Freatische peilbuizen (zeer ondiepe systeem)

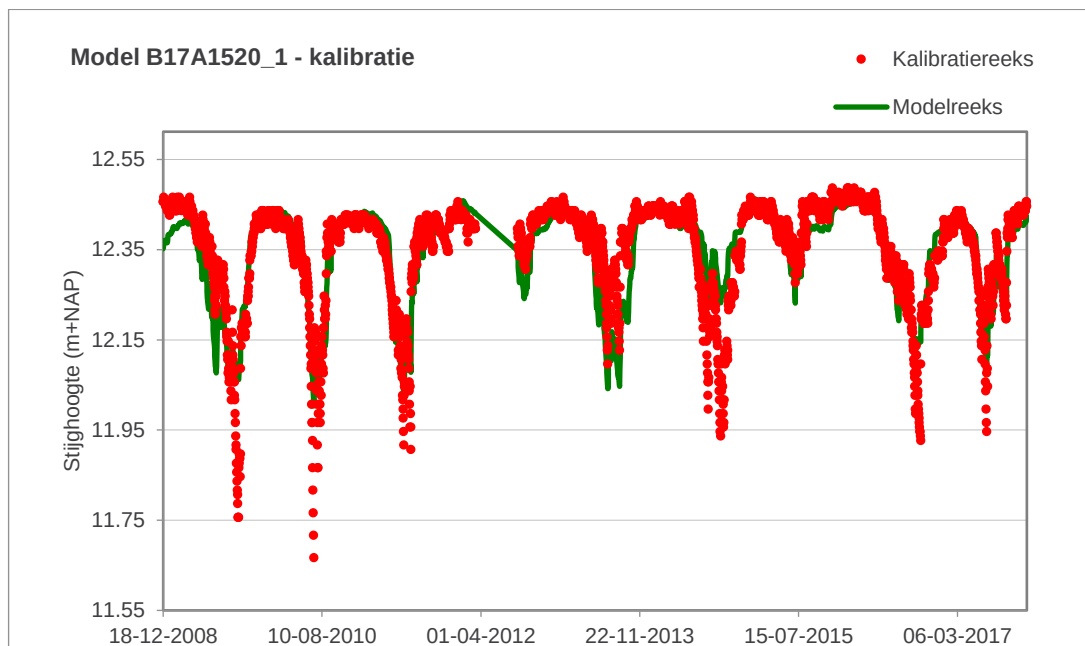
In Figuur 6-1 zijn de resultaten weergegeven voor het freatisch grondwater. Hieruit blijkt dat voor de twee freatische peilbuizen een goed niet-lineair tijdreeksmodel gemaakt kan worden. Het lineaire model voldoet niet aan de gestelde eisen. Dit is niet onverwacht: het gebied kenmerkt zich door periodieke grondwaterstanden aan maaiveld, ondiepe afstroming over keileem/ verkitte zandlagen, ondiepe greppels en schijnspiegels. Dit zijn per definitie niet-lineaire systemen.

Hoewel de modellen wel voldoen aan de gestelde statistische criteria, zien we dat de gemodelleerde GLG wel minder diep uitzakt dan de gemeten waarden, Figuur 6-2. Dit heeft

mogelijk te maken met ondiepe greppels die dan droogvallen, die niet goed gesimuleerd worden. Bij eventuele effectbepalingen dient hier rekening mee te worden gehouden.



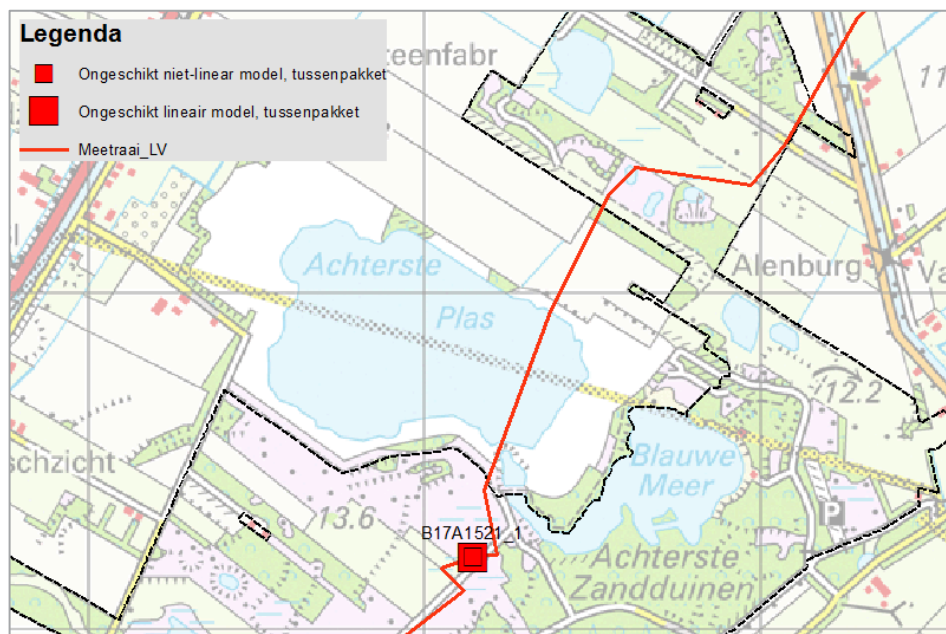
Figuur 6-1: Resultaten algemene tijdreeksanalyse peilbuizen in zeer ondiepe systeem



Figuur 6-2: Gemeten en gemodelleerde grondwaterstand peilbuis B17A1520_1 met niet-lineair model

6.3.2 Peilbuizen onder inspoelingslagen (ondiepe systeem)

Peilbuis B17A1521 heeft een filter in de zandlaag tussen een verkitte inspoelingslaag en de keileem. Voor deze peilbuis is het niet mogelijk om een betrouwbaar lineair of niet-lineair tijdreeksmodel op te stellen, zie Figuur 6-3.



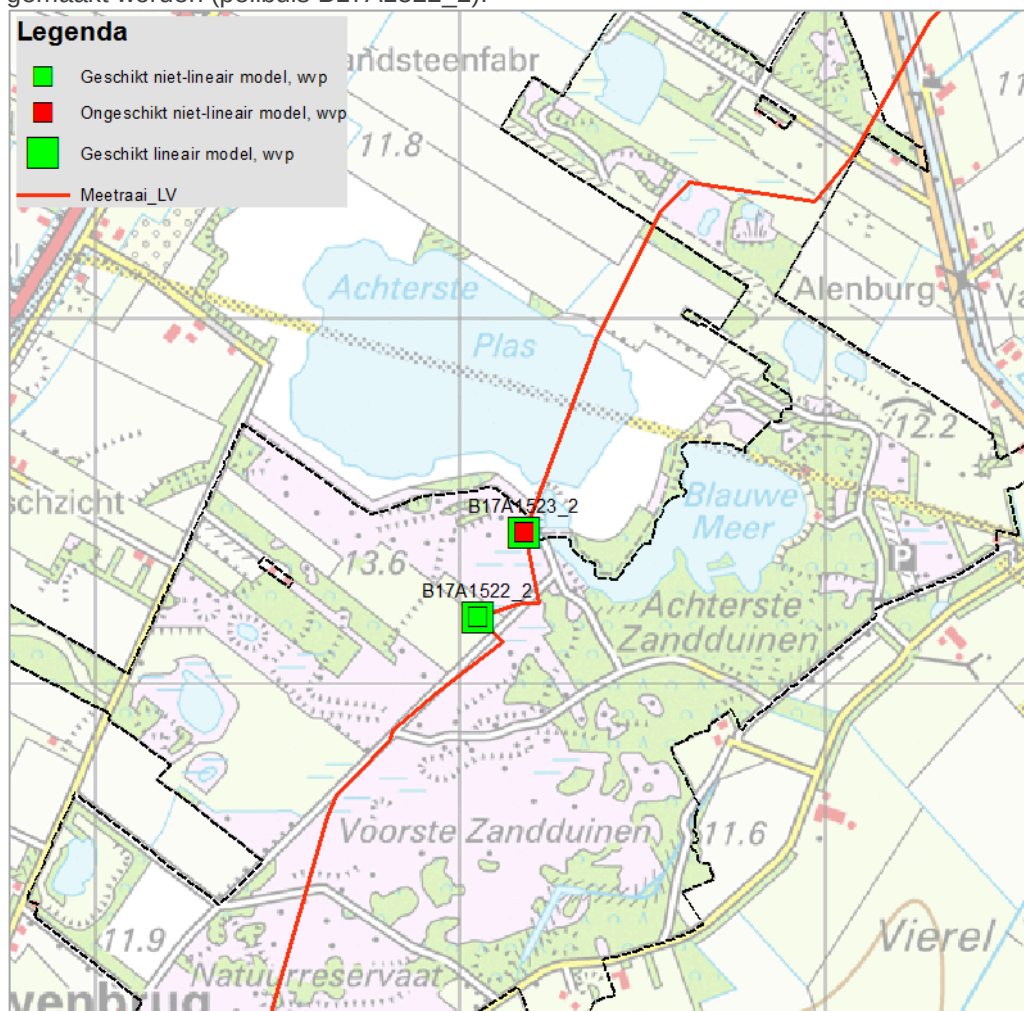
Figuur 6-3: Resultaten algemene tijdreeksanalyse peilbuizen in ondiepe systeem

In het lineaire geval is er bijvoorbeeld sprake van een zeer lage EVP van <50%, ontbrekende waarde voor één van de statistische parameters en een autocorrelatieplot van de innovatiereeks buiten de 95%-betrouwbaarheidsinterval (ontbrekende verklarende invloed).

Met een niet-lineair tijdreeksmodel neemt de EVP toe tot 59%, maar de berekende verdampingsfactor komt hoger dan 2 uit. De autocorrelatieplot van de innovatiereeks voldoet nu wel.

6.3.3 Peilbuizen watervoerend pakket (onder keileem)

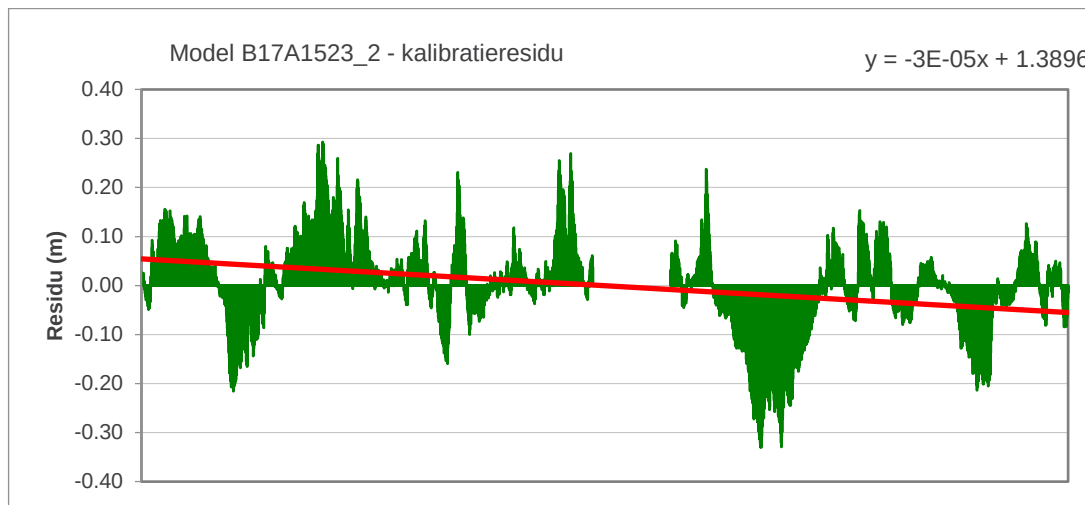
In Figuur 6-4 zijn de resultaten weergegeven voor het watervoerend pakket. In de beide gevallen voldoet het lineaire model. In één geval kan ook een geschikt niet-lineair model gemaakt worden (peilbuis B17A1522_2).



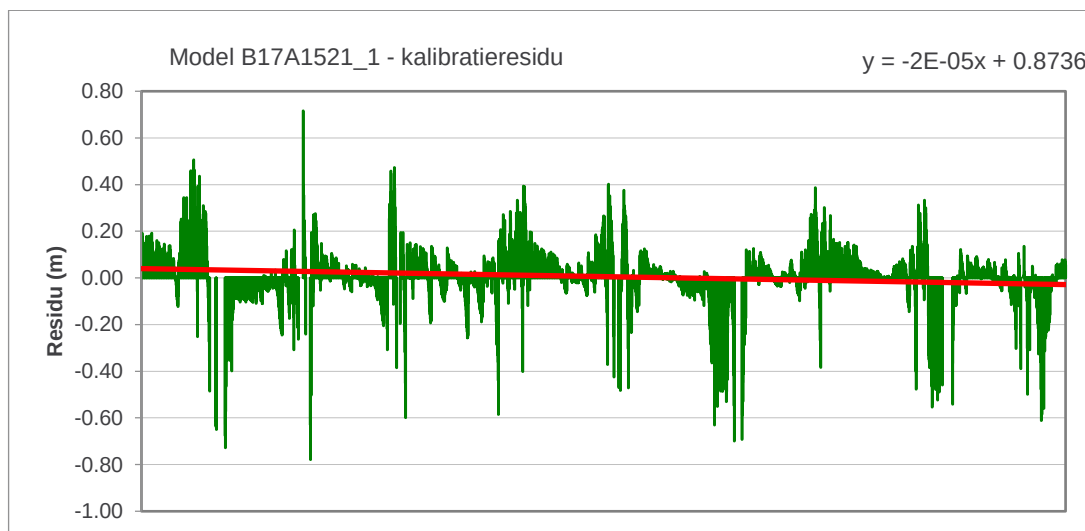
Figuur 6-4: Resultaten algemene tijdreeksanalyse peilbuizen in watervoerend pakket

6.3.4 Trends in meetreeksen

Wat verder opvalt is dat er sprake is van een duidelijke dalende trend in de modelresiduen van peilbuis B17A1523_2: de residuen worden steeds negatiever, zie Figuur 6-5, wat duidt op een verdrogende invloed. Een verdrogend effect vanuit de zandwinplas wordt echter niet verwacht (benedenstrooms wordt juist vernatting verwacht). Een nadere analyse moet uitwijzen wat hiervan de oorzaak is. In het diepe filter B17A1523_2 zien we een vergelijkbare trend. Van de ondiepe filters geeft alleen B17A1522 een duidelijke dalende trend. In de residuen van de ondiepe filters B17A1521 (onder verkitte zandlaag) en B17A1520 (boven verkitte zandlaag) is deze trend veel minder groot, zie Figuur 6-6.



Figuur 6-5: Kalibratieresiduen lineair tijdreeksmodel peilbuis B17A1523



Figuur 6-6: Kalibratieresiduen niet lineair tijdreeksmodel peilbuis B17A1521

Bovenstaande trend lijkt niet het gevolg te zijn van maatregelen in het gebied. De zandwinning heeft naar verwachting geen verlagend effect op de stijghoogten onder de keileem benedenstrooms. Het dempen van de drainerende sloot langs de Veldweg in 2009 heeft naar verwachting vooral een vernattend effect gehad boven de keileem. Overige maatregelen in het gebied zijn niet bekend. Mogelijk is hier sprake van een “achtergrond verdroging” die we in meerdere gebieden vinden. Nader onderzoek is noodzakelijk om hier meer duidelijkheid over te krijgen.

7 Conclusies en aanbevelingen

7.1 Conclusies

Het meetnet verdroging van de Provincie Drenthe bestaat uit vier peilbuizen, waarvan twee peilbuizen met een ondiep en diep filter. De diepe filters staan beide onder de aanwezige keileemlaag. De ondiepe filters staan zowel boven gliede/verkitte zandlagen (B17A1520_1) als onder deze lagen (B17A1521_1 en B17A1523_1). Ter plaatse van B17A1522_1 is geen gliede of verkitte zandlaag aangetroffen. Naast het meetnet verdroging zijn er nog een aantal peilbuizen aanwezig van het LIFE meetnet Leggerderveld. Ook deze buizen hebben filters boven (of in) en onder de keileem.

De aanwezige weerstand-biedende lagen zijn bepalend voor de ontwikkeling van de vochtige habitattypen ter plaatse. Filters B17A1520_1 en B17A1522_1 zijn daarbij geschikt zijn om de hydrologische randvoorwaarden voor de vegetaties te toetsen (filters in de zandlaag waar ook de wortelzone van de vegetatie zich in bevindt). De diepere filters zijn vooral relevant om inzicht te krijgen in de werking van het hydrologisch systeem. De peilbuizen van het LIFE meetnet zijn nog te kort gemeten om hier zinnige uitspraken over te doen.

De grondwaterstand in het ondiepe systeem boven de verkitte inspoelingslaag ligt iets hoger dan de grondwaterstand/stijghoogte in het ondiepe systeem: er is dus sprake van wegzijging (infiltratie). De grondwaterstanden zakken in droge perioden relatief snel uit, met een grote dynamiek. Hierbij valt het ondiepe filter van peilbuis B17A1523 droog (wellicht door de drainerende werking van de zandwinplas). Ter plaatse van de twee overige peilbuizen in de zandlaag boven de keileem is de stijghoogte jaarrond hoger dan de stijghoogte onder de keileem. Ook hier is sprake van wegzijging.

In het gebied komen schijngrondwaterspiegels voor, door stagnatie van regenwater boven deze gliede/verkitte zandlagen. Hierdoor is er sprake van een lokaal systeem, geïsoleerd van het regionale grondwater. Ook de keileem zorgt voor een stagnatie van regenwater en hogere grondwaterstanden, maar er is geen sprake van een traditionele schijnspiegel op de keileem. Doordat de laag onder de keileem verzadigd is, wordt de wegzijging over de keileem mede bepaald door de stijghoogte hier onder.

De stijghoogte onder de keileem vertoont een verhang in noordoost-zuidwest richting. De stijghoogte in dit goed doorlatende zandpakket lijkt daarbij met name te worden bepaald door het grote regionale systeem, dat geleidelijk in zuidwestelijke richting afloopt naar het beekdal van de Dwingelerstroom.

Het Leggelderveld heeft voornamelijk grotere arealen aan droge habitattypen. Op een aantal locaties komen vochtige habitattypen voor, met name ter plaatse van de geïsoleerde laagten (pingo's of uitgestoven laagten). Dit betreft vochtige heide, pioniersvegetatie met snavelbies, hoogveen/heideveentje, zuur ven en een zwak gebufferd ven.

Er zijn vier vegetatiemeetpunten binnen het Leggelderveld, alle nabij de peilbuizen, waarvan drie binnen de begrensde grondwatergevoelige habitattypen. Bij alle vegetatiemeetpunten is in de huidige situatie sprake van rompgemeenschappen. Ter plaatse van de al vóór 2015

aanwezige vegetatiepunten (V008 en V051) constateren we bovendien een achteruitgang in de kwaliteit van de habitattypen:

V008: tussen de kartering van 2008 en 2012, van een Associatie van Gewone dophei (typische subassociatie) naar een rompgemeenschap van Pijpestrootje.

V051: tussen de kartering van 2010 en 2014, van de klasse der hoogveenbulten en natte heide, Associatie van Moeraswolfsklauw en Snavelbies, naar een rompgemeenschap van Veenpluis en Veenmos.

Alleen peilbuis B17A1520 met vegetatiemeetpunt V139 (binnen heideveentje) is geschikt voor het toetsen van de hydrologische situatie. De peilbuis staat zelf net buiten dit habitatype, maar heeft het filter wel boven de aanwezige inspoelingslaag. Hieruit blijkt dat in droge perioden de grondwaterstand te veel uitzakt voor het meest kritische vegetatietype binnen het heideveentje. De GVG-situatie voldoet net wel. Het uitzakken van de GLG tot onder de aanwezige gliedelagen is bovendien om nog een andere reden onwenselijk: Gliedelagen die langdurig droogvallen kunnen oxideren, waardoor ze "lek" raken. Dit speelt vooral wanneer er via bijvoorbeeld aanwezige greppels zuurstof bij kan komen.

De tijdreeksanalyses van zowel de ondiepe als de diepe peilbuizen geven een verdrogende trend. Dit geldt ook voor de peilbuis nabij de Achterste Plas. Het verdrogende effect van de zandwinning op het ondiepe grondwater is hier verklaarbaar (schijnspiegel zakt uit door drainerende werking van de plas), maar in het diepe filter wordt als gevolg van de zandwinning, benedenstrooms hiervan juist een vernatting verwacht. Ook het dempen van de drainerende sloot langs de Veldweg in 2009 heeft naar verwachting vooral een vernattend effect gehad boven de keileem. Overige maatregelen in het gebied zijn niet bekend. Mogelijk is hier sprake van een "achtergrond verdroging", door een daling in het regionale grondwater. Nader onderzoek is noodzakelijk om hier meer duidelijkheid over te krijgen.

7.2 Aanbevelingen regionaal meetnet Leggelderveld

Bij het opzetten van het meetnet verdroging in 2008 was vooral het doel om enkele systeem meetpunten in te richten om de ontwikkelingen te monitoren. Om de peilbuizen ook geschikt te maken voor het monitoren van de vegetatieontwikkeling (bijvoorbeeld ten behoeve van de PAS), is het wenselijk om ook de peilbuizen B17A1521 en B17A1523, zo nodig (wanneer hier sprake is van een schijnspiegel) te voorzien van een ondiep filter boven de gliede/verkitte zandlaag.

Naast het meetnet verdroging, zijn er nog de peilbuizen van het LIFE-meetnet bestaande uit 4 nieuwe peilbuizen (totaal 6 filters; serie LV), een bestaande peilbuis (B17A0268), en één peilschaal. Hier wordt vanaf oktober 2016 dagelijks gemonitord. Deze buizen kunnen voor de toekomst een waardevolle aanvulling zijn op het meetnet verdroging. Hiervoor is het wel noodzakelijk om:

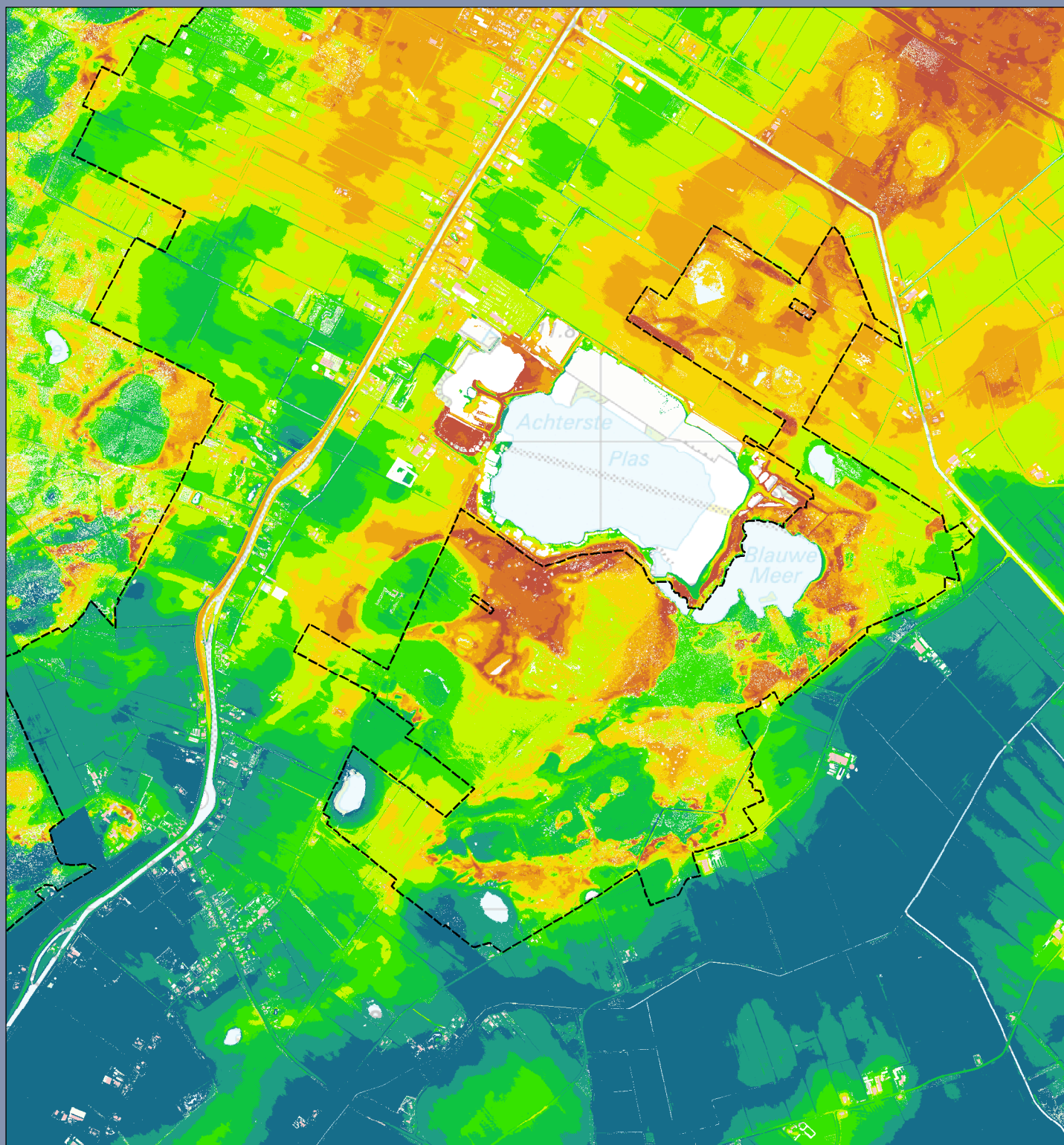
- De filterstelling in het veld te controleren met een boring/dieptemeting; de ondiepe filters lijken soms diep in de keileem te zijn geplaatst, zie bijlage 8. Hierdoor wordt het potentiaalverschil tussen het filter boven en onder de keileem niet goed gemeten. Ook is de gemeten dynamiek dan onbetrouwbaar;
- Voor zover nog niet beschikbaar, de buizen te voorzien van een gedetailleerde boorbeschrijving, waarin ook gliede/verkitte zandlagen worden meegenomen in de

beschrijving. Indien schijnspiegels aanwezig zijn, dienen aanvullend ondiepe filters
boven de gieladelagen, te worden bijgeplaatst.

8 Literatuur

1. Ecologisch herstel Leggerderveld- West; Uitwerking van een herstelplan op basis van ecohydrologisch vooronderzoek (concept). Bell Hullenaar, mei 2014.
2. Document PAS- Gebiedsanalyse voor het Drents-Friese Wold & Leggerderveld (27). Versie januari 2015.
3. Beheerplan Drents-Friese Wolde & Leggerderveld. Provincie Drenthe. Feb 2017.
4. PAS-Gebiedsanalyse 027 Drents-Friese Wold en Leggerderveld. Versie 15 dec 2017.

Bijlage 1: Maaiveldhoogte



Legenda

Begrenzing_N2000_gebied

Hoogte AHN2

m+NAP

	-9.27 - 4.14
	4.15 - 10
	10.01 - 10.5
	10.51 - 11
	11.01 - 11.5
	11.51 - 12
	12.01 - 12.5
	12.51 - 13
	13.01 - 13.5
	13.51 - 21.81

Hoogtekaart Leggerderveld Meetnet verdroging Leggelderveld

Opdrachtgever: Provincie Drenthe
Projectnummer: 358371

Status: Definitief

Datum: 4-9-2018

Schaal: 1:24,000

Formaat: A4

Getekend: RO - Gecontroleerd: SS

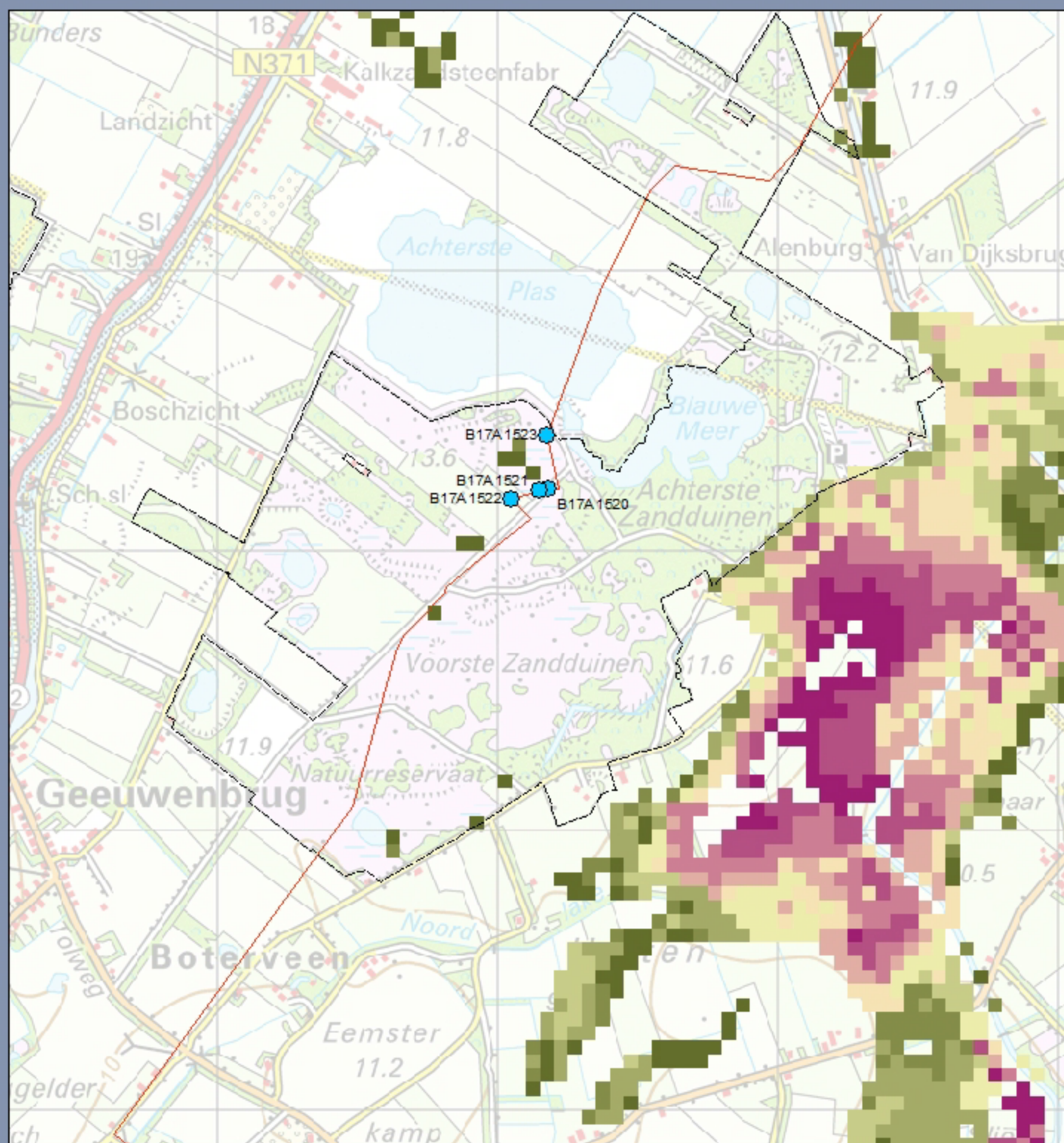
SWECO

0 240 480 720 960 1,200 1,440 meter



© Sweco Nederland B.V. Alle rechten voorbehouden

Bijlage 2: Veendikte



Legenda

	Meetnet verdroging		0,04 - 0,09
	Meetraai_LV		0,1 - 0,21
	Begrenzing_N2000_gebied		0,22 - 0,32
Veendikte			
in meters			
			0,33 - 0,44
			0,45 - 0,55
			0,56 - 0,72
			0,73 - 0,84
			0,85 - 0,95
			0,96 - 1,13
			1,14 - 1,3

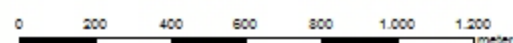
Veendikte

Meetnet verdroging Leggelderveld

Opdrachtgever: Provincie Drenthe
Projectnummer: 358371

Status: Definitief
Datum: 1-5-2018
Schaal: 1:20.000
Formaat: A4

Getekend: RO - Gecontroleerd: SS

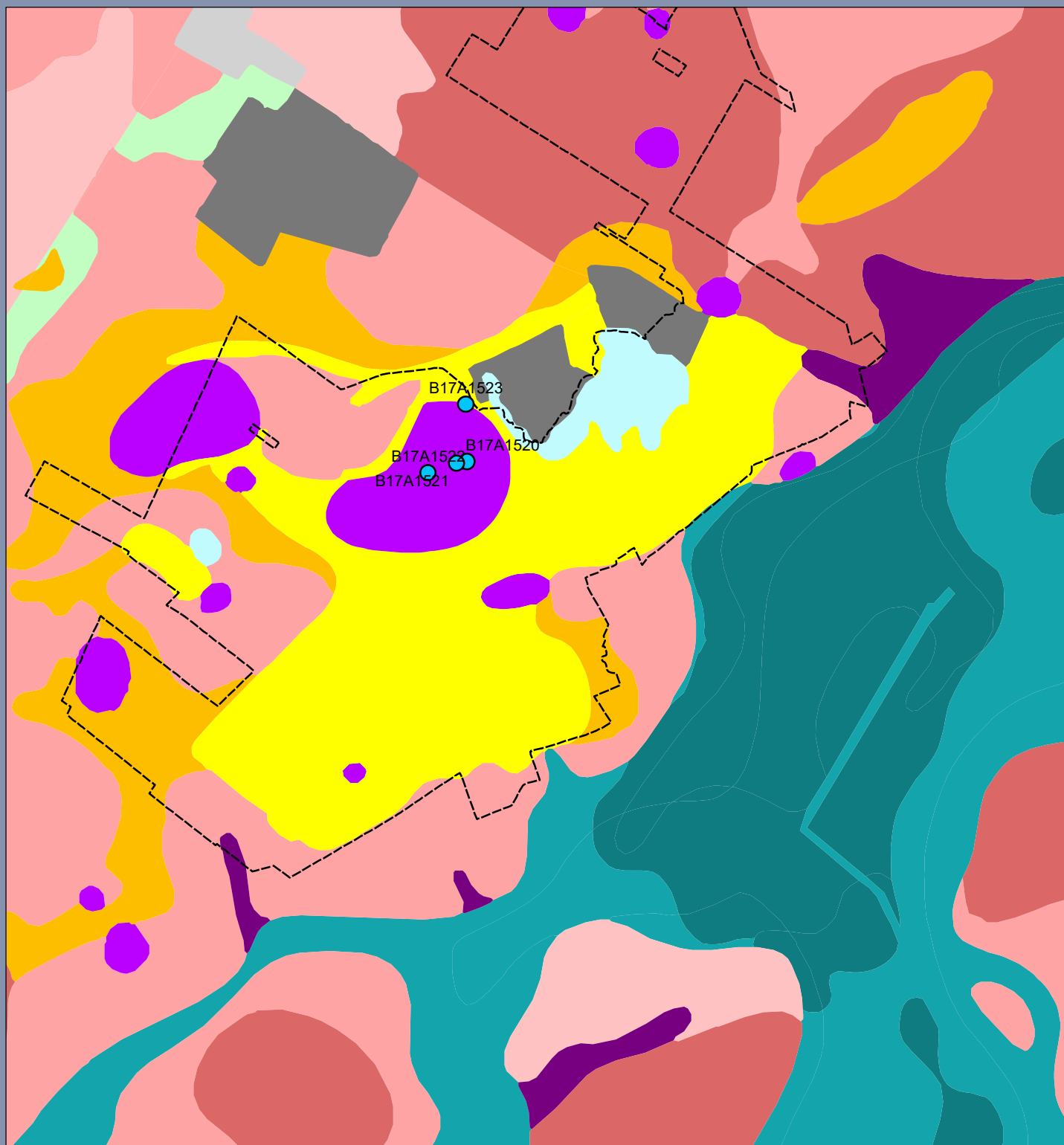


© Sweco Nederland B.V. Alle rechten voorbehouden

SWECO



Bijlage 3: Geomorfologische kaart



Legenda

- Meetnet verdroging
- Begrenzing_N2000_gebied
- Beekdal met veen
- Beekdal zonder veen
- Dekzandrug
- Stuifduin
- Grondmorenerug of plateau
- Grondmorenewelving
- Grondmorenevlakte
- Smeltwaterdal
- Ronde tot ovale laagte (inclusief pingoruine)
- Water
- Bebouwing
- Antropogeen

Geomorfologische kaart

Meetnet Verdroging Leggerderveld

Opdrachtgever: Provincie Drenthe
Projectnummer: 358371

Status: Definitief
Datum: 11-1-2018
Schaal: 1:18.941
Formaat: A4

Getekend: RO - Gecontroleerd: SS

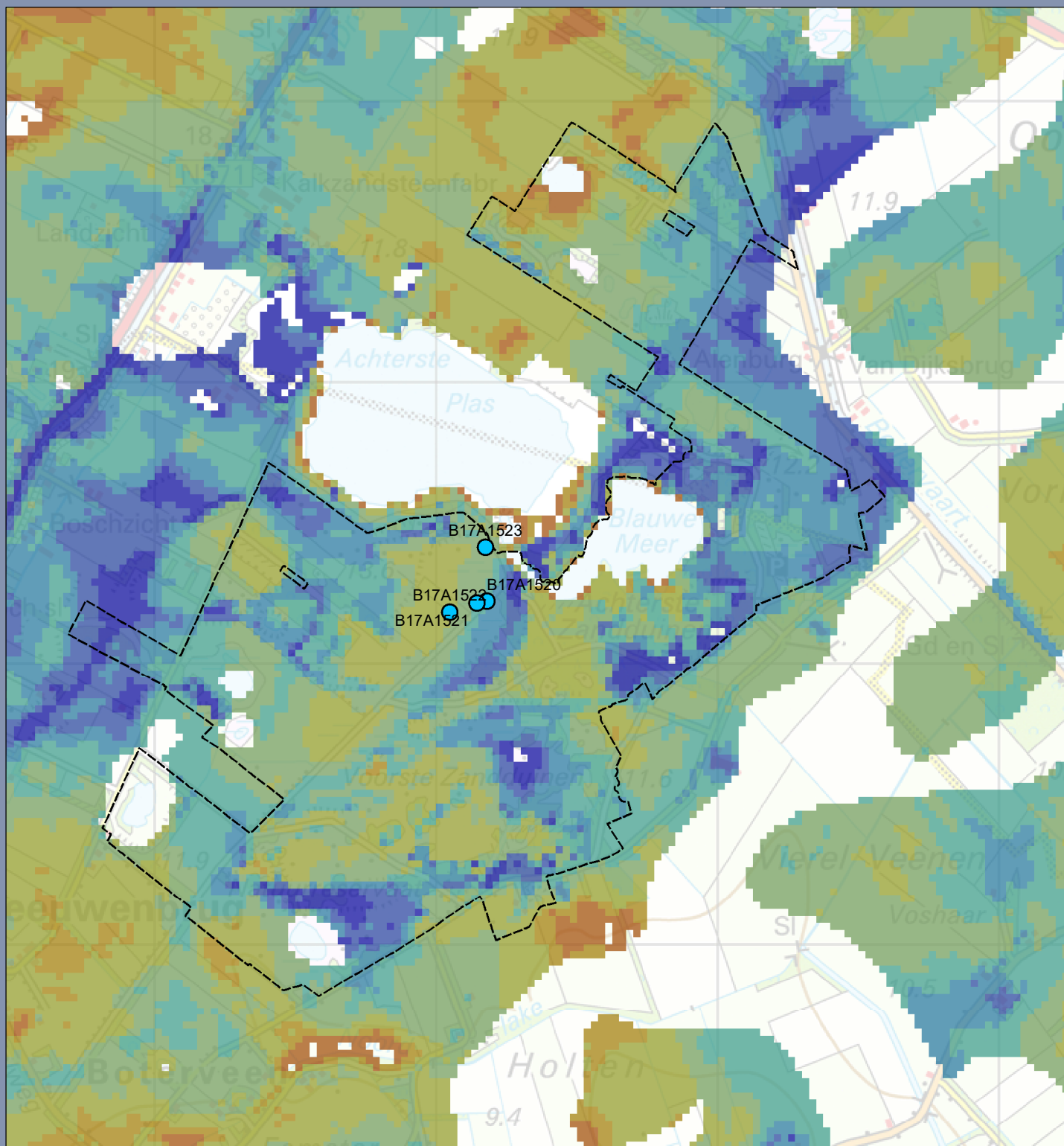
0 190 380 570 760 950 1.140 meter

© Sweco Nederland B.V. Alle rechten voorbehouden

SWECO 



Bijlage 4: Bovenkant keileem (TNO 2013)



Legend

- Meetnet verdroging
- Begrenzing_N2000_gebied

Top keileem t.o.v. maaiveld

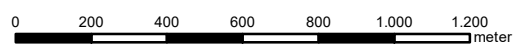
- | | |
|--|-------------|
| | 0 - 0,01 |
| | 0,02 - 0,25 |
| | 0,26 - 0,5 |
| | 0,51 - 1 |
| | 1,01 - 1,5 |
| | 1,51 - 2 |
| | 2,01 - 2,5 |
| | 2,51 - 3 |
| | 3,01 - 3,67 |

Top keileem tov maaiveld (m) Meetnet Verdroging Leggerderveld

Opdrachtgever: Provincie Drenthe
Projectnummer: 358371

Status: Definitief
Datum: 20-6-2018
Schaal: 1:20.000
Formaat: A4

Getekend: RO - Gecontroleerd: SS

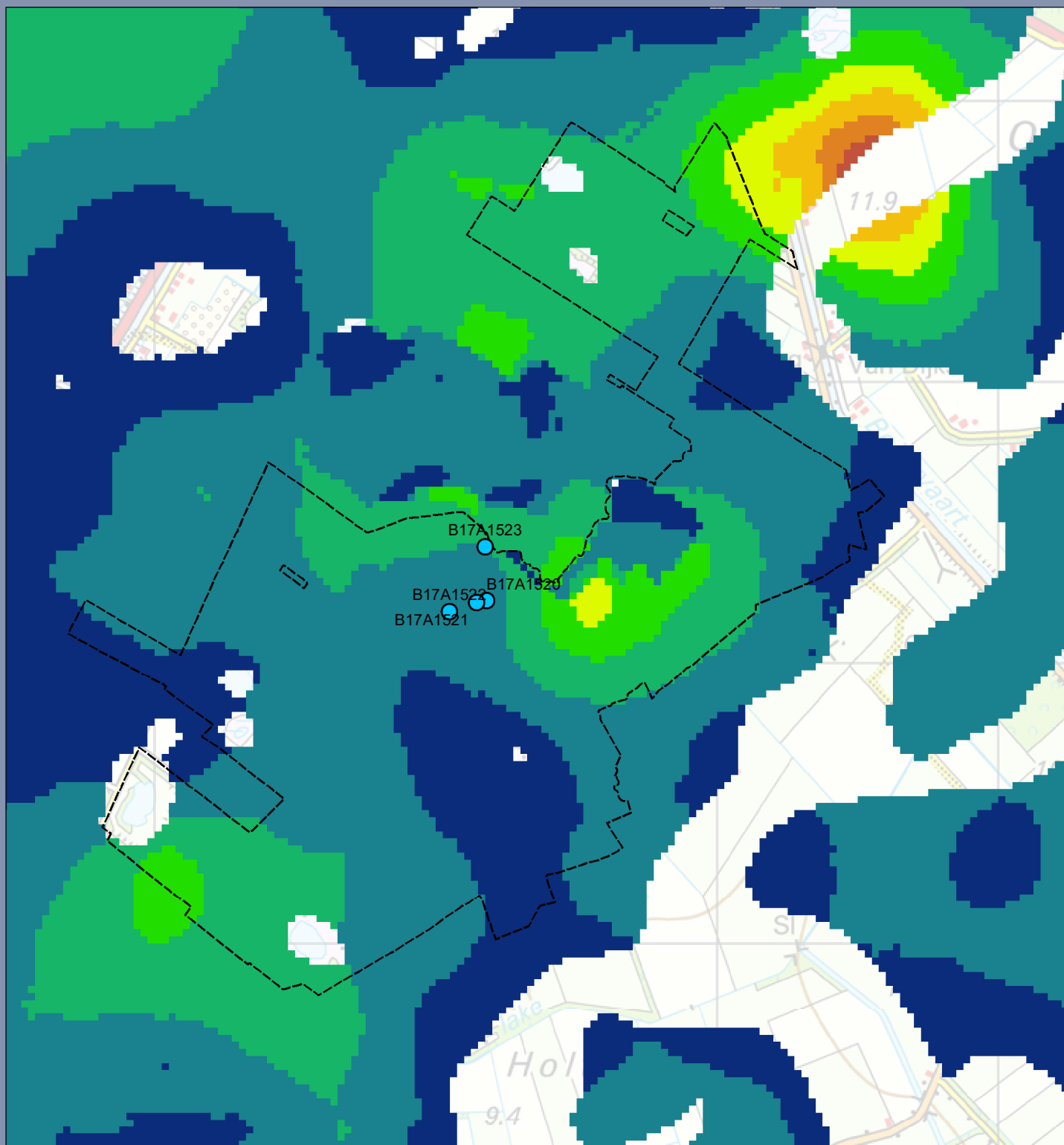


© Sweco Nederland B.V. Alle rechten voorbehouden

SWECO



Bijlage 5: Dikte keileem (TNO 2013)



Legenda

- Meetnet verdroging
- Begrenzing_N2000_gebied
- 0 - 1
- 1,01 - 2
- 2,01 - 3
- 3,01 - 4
- 4,01 - 5
- 5,01 - 6
- 6,01 - 7
- 7,01 - 8

Dikte keileem (m)

Meetnet Verdroging Leggerderveld

Opdrachtgever: Provincie Drenthe
Projectnummer: 358371

Status: Definitief
Datum: 20-6-2018
Schaal: 1:20.000
Formaat: A4

Getekend: RO - Gecontroleerd: SS

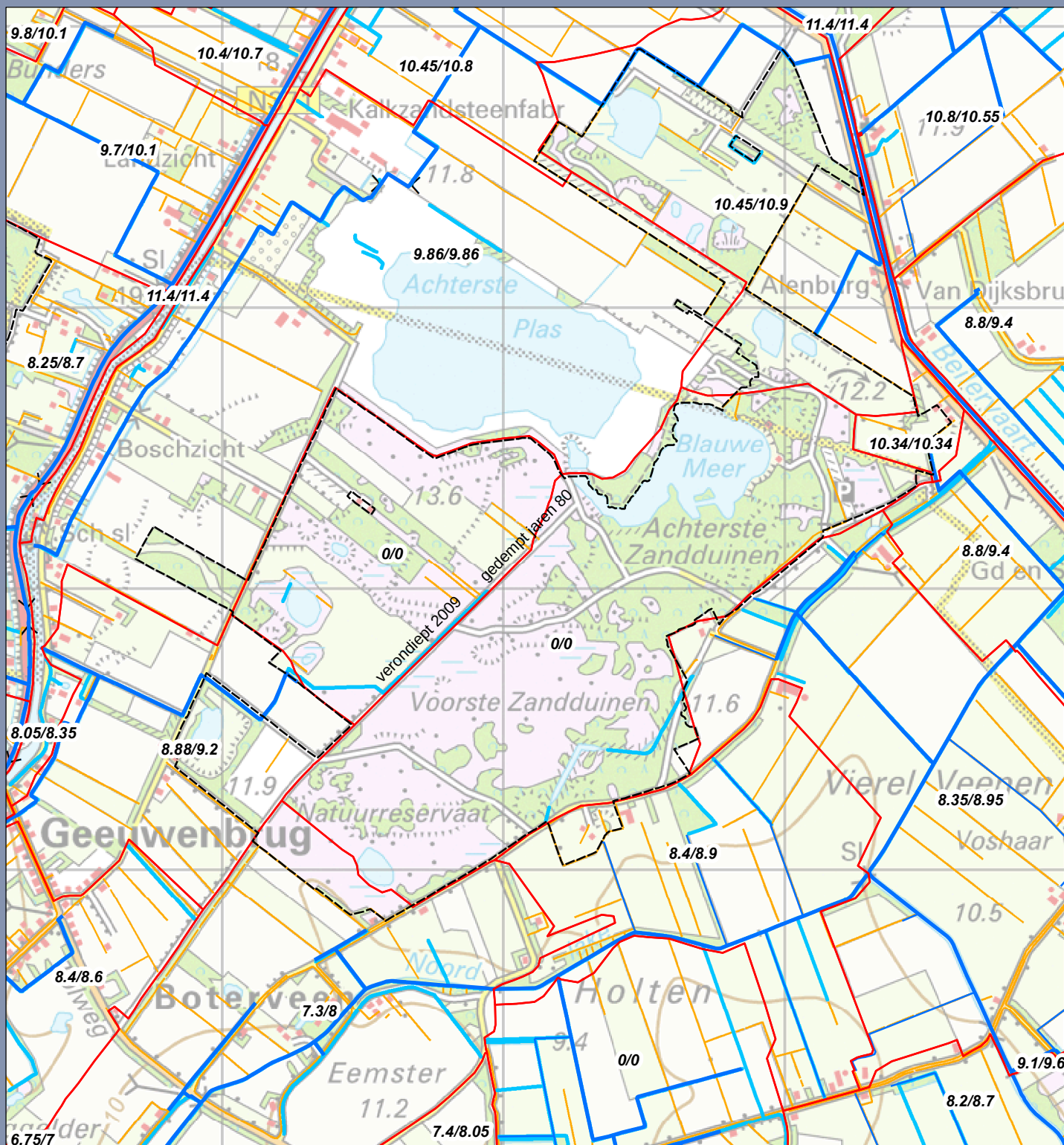
0 200 400 600 800 1.000 1.200 meter

© Sweco Nederland B.V. Alle rechten voorbehouden

SWECO 



Bijlage 6: Oppervlaktewatersysteem



Legenda

Begrenzing_N2000_gebied

Peilgebieden

Primaire_Watergang

Secundaire_Watergang

Waterdeel lijn

VISUALISATIECODE

greppel

waterloop 0,5 - 3 m

waterloop 3 - 6 m

> <duiker

waterloop in sluis

waterloop op brug

Oppervlaktewatersysteem Leggerderveld Meetnet verdroging Leggerderveld

Opdrachtgever: Provincie Drenthe
Projectnummer: 358371

Status: Definitief

Datum: 4-9-2018

Schaal: 1:20,000

Formaat: A4

Getekend: RO - Gecontroleerd: SS

SWECO

0 200 400 600 800 1.000 1.200 meter



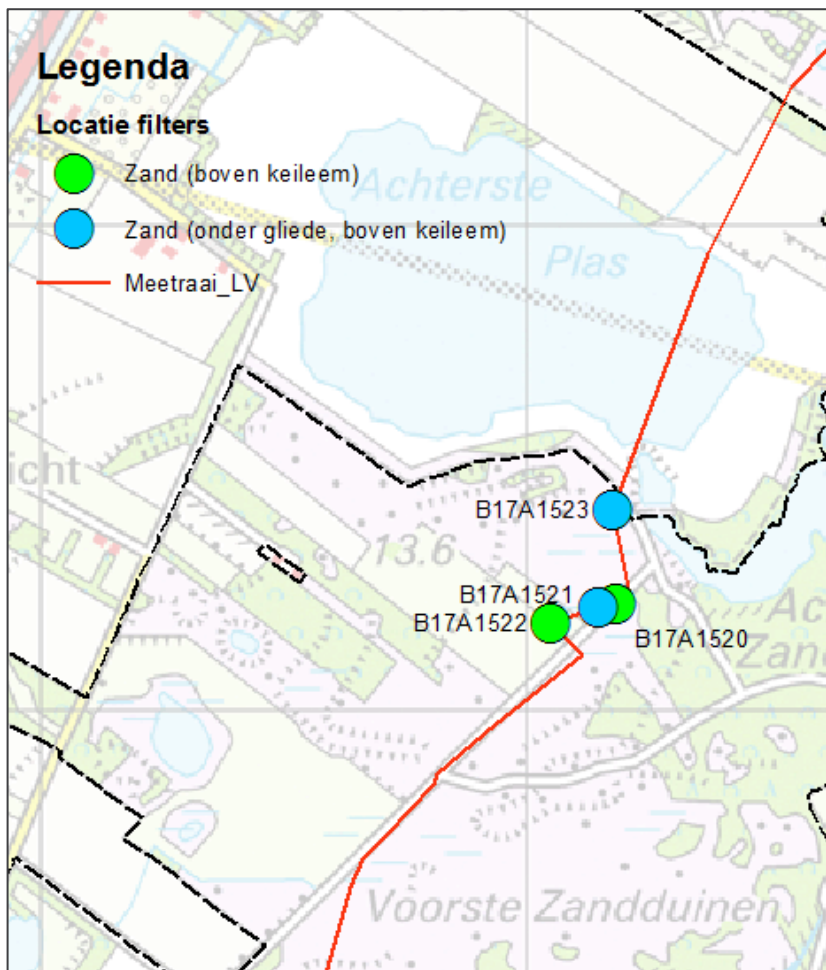
© Sweco Nederland B.V. Alle rechten voorbehouden

Bijlage 7: Beoordeling filterstelling en meetreeksen

MEETNET VERDROGING:

Filterstelling ondiepe filters

De filterstelling van alle filters boven de keileem is weergegeven in onderstaande figuur.



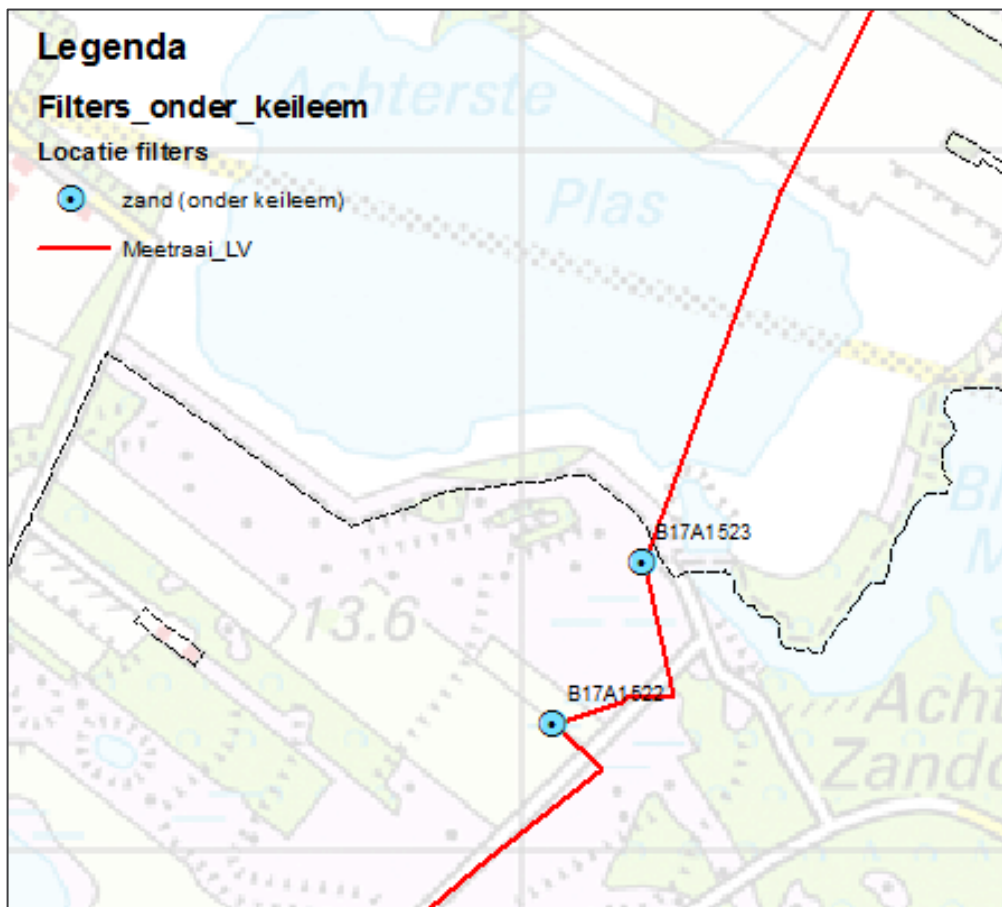
Filterstelling ondiepe filters

In de boringen van peilbuizen B17A15020 en B17A1521 tot ca. 1,5 m -mv (alleen ondiepe filters) is geen keileem aangetroffen. Uit de keileemkartering van TNO (2013) blijkt echter wel keileem aanwezig te zijn, maar bevindt de top van het keileem zich op 1,5 à 2,0 m -mv. Alle ondiepe filters zijn dus boven de keileem geplaatst.

In alle boringen is een dun laagje veen (maximaal 30 cm) aan maaiveld aangetroffen. In het ecohydrologisch vooronderzoek (Hullenaar 2014) staat beschreven dat het ondiepe filter van peilbuis B17A1520 boven een verkitte inspoelingslaag geplaatst is en de ondiepe filters van peilbuizen B17A1521 en B17A1523 beneden deze laag (**Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**). Deze inspoelingslaag staat niet duidelijk in de boorbeschrijving beschreven; er is enkel melding van zwak humeus zeer fijn zand.

Filterstelling diepe filters

In onderstaande figuur is de filterstelling van de diepe filters weergegeven. Beide diepere filters zijn onder de keileem geplaatst.



Filterstelling diepe filters (inclusief situering raai, zie H2.5.2)

Beoordeling meetreeksen

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

- het voorkomen van onverwachte sprongen (bv 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 (grondwaterstand zakt onder het filter).

In bovenstaande situaties wordt de GxG niet goed/betrouwbaar berekend. Er is geen sprake van duidelijke sprongen of uitbijters binnen de aangeleverde meetreeksen. Wel bevatten de diepere meetreeksen B17A1522_2 (tweemaal een jaar) en B17A1523_2 (ongeveer een jaar) gaten in de meetreeks. Peilbuisfilter B17A1523_1 valt periodiek droog, waardoor het in ieder geval niet mogelijk is een betrouwbare GLG af te leiden. Voor deze peilbuis is gesteld dat de GLG onder de onderkant de peilbuis ligt. De rest van de metingen vormen een plausibel patroon. In het voorjaar (maart-april) lijkt er geen sprake van droogval, waardoor de GVG wel betrouwbaar vastgesteld kan worden.

LIFE MEETNET LEGGERDERVELD

Beoordeling Filterstelling LIFE peilbuizen

De filterstelling van de peilbuizen van het LIFE meetnet zijn beoordeeld in onderstaande tabel:

Beoordeling filterstelling LIFE meetnet

Peilbuis	Boring	Bodemopbouw tpv filter	Filterstelling
B17A0268_1	JA	zand (boven keileem)	freatisch
B17A0268_2	NEE	zand (onder keileem)	wvl2- onder keileem
LV_B1_1	JA	zand boven veen op zand (boven keileem)	wvl1- zandlaag tussen veen en keileem
LV_B1_2	JA	zand (onder keileem)	wvl2- onder keileem
LV_B2_1	JA	zand (boven keileem) en 0.4 m in keileem	Onbetrouwbaar
LV_B4_1	JA	zand (boven keileem) en 1.3 m keileem	Afgekeurd
LV-B3_1	JA	zand (onder veen en boven keileem)	wvl1
LV-B3_2	JA	zand (onder keileem)	wvl2

De peilbuizen zijn gesitueerd zowel boven als onder te keileem. Twee peilbuizen hebben een filter deels of volledig in de keileem. De gemeten stijghoogten met deze buizen zijn onbetrouwbaar.

Beoordeling meetreeksen LIFE peilbuizen

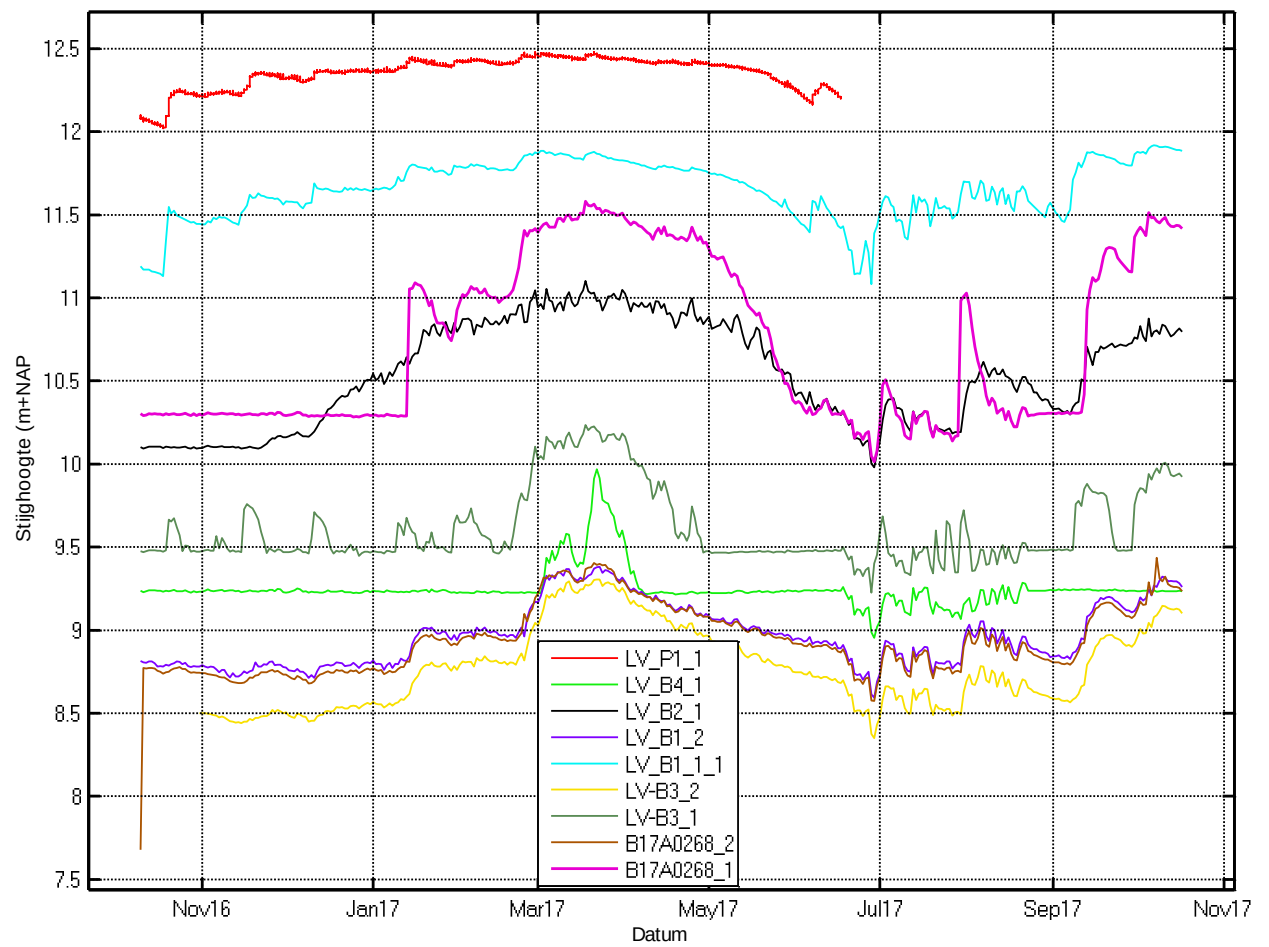
Een beoordeling van de meetreeksen is opgenomen in onderstaande tabel.

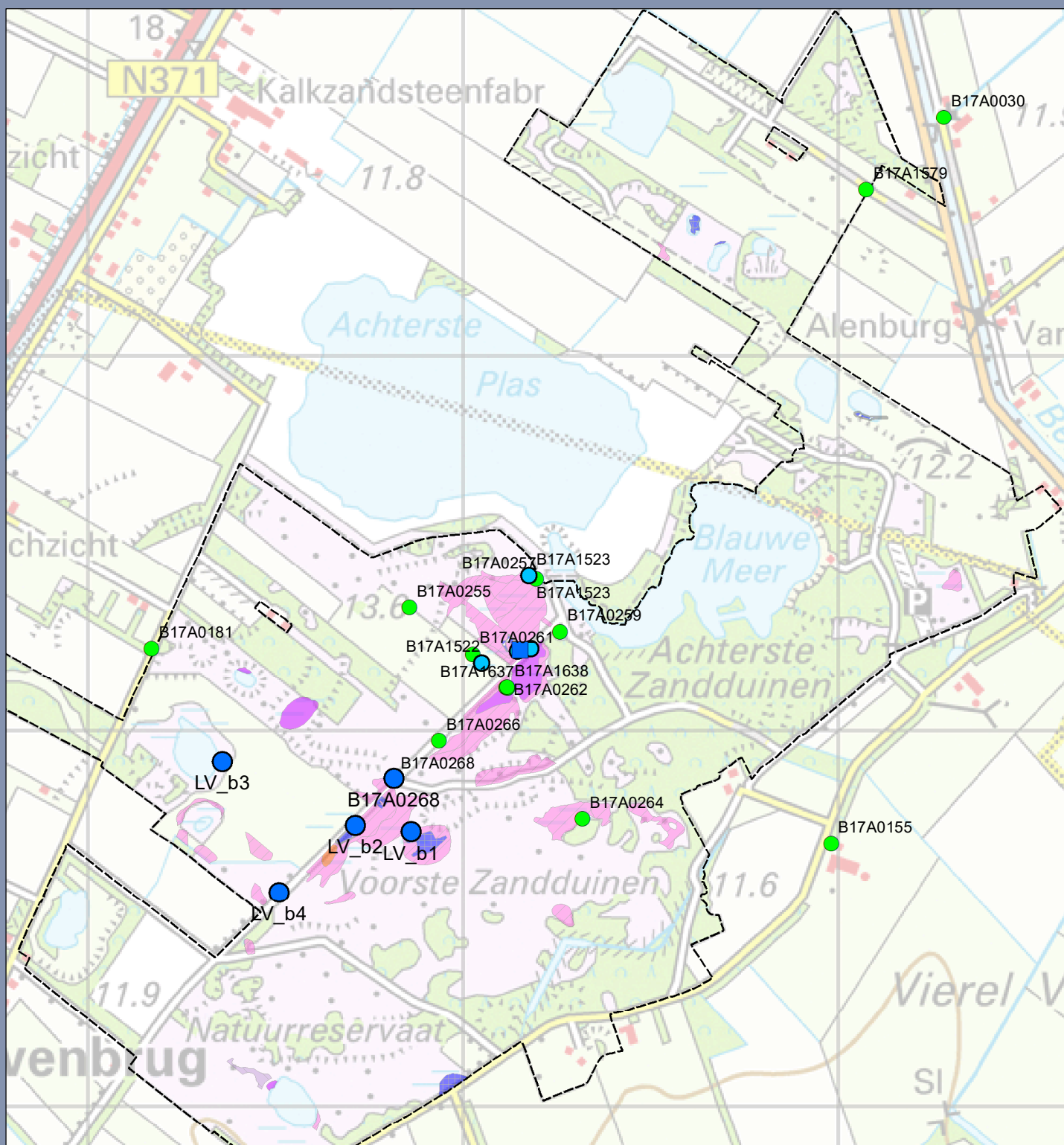
Tabel 8-1 Beoordeling meetreeksen LIFE meetnet

Peilbuis	start meting	droogval	Beoordeling
B17A0268_1	2016	JA	Te korte meetreeks, Droogval, MIN < onderkant filter
B17A0268_2	2016	NEE	Te korte meetreeks, foutieve eerste meting
LV_B1_1	2016	NEE	Te korte meetreeks
LV_B1_2	2016	NEE	Te korte meetreeks
LV_B2_1	2016	JA	Te korte meetreeks, Droogval, MIN < onderkant filter
LV_B4_1	2016	JA	Te korte meetreeks, Droogval, MIN < onderkant filter
LV-B3_1	2016	JA	Te korte meetreeks, Droogval, MIN < onderkant filter
LV-B3_2	2016	NEE	Te korte meetreeks

Peilbuis B17A0268 wordt al langer gemeten dan 2016. Vanaf 2016 is deze achter pas opgenomen in het LIFE meetnet en voorzien van een datalogger. De oudere reeksen zijn wel via DINO loket nog op te vragen (vanaf 1992), maar betreft handmetingen die tweewekelijks zijn opgenomen. Uit de meetreeksen blijkt dat een aantal peilbuizen droogvalt, maar dat er uiteindelijk toch grondwaterstanden worden gemeten onder dat droogvalniveau. Dit is ook zichtbaar in de meetraaien in bijlage 8: de laagst gemeten grondwaterstand ligt onder de onderkant van de peilbuisfilters. Dit maakt de meetgegevens onbetrouwbaar. Aanbevolen wordt de peilbuizen van het LIFE meetnet te valideren.

De meetreeksen zijn in onderstaande figuur weergegeven.





Legenda

Peilbuizen_LIFE_meetnet

Doel

- LIFE grondwater
- LIFE oppervlaktewater
- Meetnet verdroging
- Peilbuizen_DINO_LV selection
- Begrenzing_N2000_gebied

Peilbuizen en peilschaal Leggerderveld Meetnet verdroging Leggerderveld

Opdrachtgever: Provincie Drenthe
Projectnummer: 358371

Status: Definitief
Datum: 4-9-2018
Schaal: 1:15,000
Formaat: A4

Getekend: RO - Gecontroleerd: SS

SWECO 

0 150 300 450 600 750 900 meter



NAME	NAME_2	NITGNR	FILTER_NR	X_COORD	Y_COORD	SURFACE_LE	TOP_FILTER	BOTTOM_FIL	MEAS_POINT	XCOORD1	YCOORD1	LOCATIE
B17A1520	B17A1520_1	B17A1520	1	223181		544220	12,52	11,31	11,01	13,07	223181	544220 Leggelderveld_PD
B17A1521	B17A1521_1	B17A1521	1	223145		544214	12,02	11,13	10,83	12,59	223145	544214 Leggelderveld_PD
B17A1522	B17A1522_1	B17A1522	1	223049		544182	11,78	11,1	10,8	12,40	223049	544182 Leggelderveld_PD
B17A1522	B17A1522_2	B17A1522	2	223049		544182	11,78	9,13	8,63	12,33	223049	544182 Leggelderveld_PD
B17A1523	B17A1523_1	B17A1523	1	223175		544413	11,94	10,75	10,45	12,51	223175	544413 Leggelderveld_PD
B17A1523	B17A1523_2	B17A1523	2	223175		544413	11,94	8,4	7,9	12,42	223175	544413 Leggelderveld_PD
B17A0268	B17A0268_1	B17A0268	1	222816		543873	11,70	11,17	10,17	11,66	222813,710	543870,980 Leggelderveld_LIFE
B17A0268	B17A0268_2	B17A0268	2	222816		543873	11,70	9,37	7,37	11,60	222813,710	543870,980 Leggelderveld_LIFE
	LV_B1_1		1	222862		543731	11,89	11,89	9,89	12,40	222862,070	543731,370 Leggelderveld_LIFE
	LV_B1_2		2	222862		543731	11,89	7,79	6,79	12,27	222862,060	543731,220 Leggelderveld_LIFE
	LV_B2_1		1	222713		543748	11,50	11,10	10,10	11,92	222713,390	543748,280 Leggelderveld_LIFE
	LV_B4_1		1	222510		543569	11,77	11,27	9,27	12,22	222511,550	543567,350 Leggelderveld_LIFE
	LV-B3_1		1	222358		543918	11,07	10,07	9,07	11,63	222357,069	543916,095 Leggelderveld_LIFE
	LV-B3_2		2	222358		543918	11,05	7,95	6,95	11,48	222357,090	543916,070 Leggelderveld_LIFE

NAME	NAME_2	ZCOORD	SURF_LEV	MLGL	MGL	MSGL	MHGL	MLGL_mv	MGL_mv	MSGL_mv	MHGL_mv	GT
B17A1520	B17A1520_1		11,31	12,52	12,14	12,36	12,42	12,45	0,38	0,16	0,1	0,07 I
B17A1521	B17A1521_1		11,13	12,02	11,28	11,82	11,94	12,03	0,74	0,2	0,08	-0,01 II
B17A1522	B17A1522_1		11,1	11,78	11,09	11,61	11,77	11,84	0,69	0,17	0,01	-0,06 II
B17A1522	B17A1522_2		9,13	11,78	9,21	9,59	9,8	9,93	2,57	2,19	1,98	1,85 VIII
B17A1523	B17A1523_1		10,75	11,94	10,59	10,75	10,79	10,88	1,35	1,19	1,15	1,06 VII
B17A1523	B17A1523_2		8,4	11,94	9,45	9,77	9,95	10,06	2,49	2,17	1,99	1,88 VIII
B17A0268	B17A0268_1		11,17	11,70								
B17A0268	B17A0268_2		9,37	11,70								
	LV_B1_1		11,89	11,89								
	LV_B1_2		7,79	11,89								
	LV_B2_1		11,10	11,50								
	LV_B4_1		11,27	11,77								
	LV-B3_1		10,07	11,07								
	LV-B3_2		7,95	11,05								

NAME	NAME_2	OPMERKINGE	DROOGVAL	GRONDBORIN	LOCATIE_FI	LAAGTOEKEN	Eind_metin	Start_meti	MIN	MAX	MIN_mv	MAX_mv
B17A1520	B17A1520_1		NEE	JA	zand (boven keileem)	freatisch	2017	2008				
B17A1521	B17A1521_1	Volgens vooronderzoek filter onder gliede	NEE	JA	zand (boven keileem)	freatisch*	2017	2008				
B17A1522	B17A1522_1		NEE	JA	zand (boven keileem)	freatisch	2017	2008				
B17A1522	B17A1522_2	Missende data	NEE	JA	zand (onder keileem)	wvl2	2017	2008				
B17A1523	B17A1523_1	Droogval, GLG < onderkant filter; Volgens vooronderzoek filter onder gliede	JA	JA	zand (boven keileem)	freatisch*	2016	2008				
B17A1523	B17A1523_2	Missende data	NEE	JA	zand (onder keileem)	wvl2	2017	2008				
B17A0268	B17A0268_1	Te korte meetreeks, Droogval, MIN < onderkant filter	JA	JA	zand (boven keileem)	freatisch	2017	2016	10,01	11,58	1,69	0,12
B17A0268	B17A0268_2	Te korte meetreeks, foutieve eerste meting	NEE	NEE	zand (onder keileem)	wvl2	2017	2016	8,57	9,43	3,13	2,27
	LV_B1_1	Te korte meetreeks	NEE	JA	zand (boven veen), veen en zand (boven keileem)	Afgekeurd	2017	2016	11,08	11,92	0,81	-0,03
	LV_B1_2	Te korte meetreeks	NEE	JA	zand (onder keileem)	wvl2	2017	2016	8,59	9,38	3,30	2,51
	LV_B2_1	Te korte meetreeks, Droogval, MIN < onderkant filter	JA	JA	zand (boven keileem) en 0.4 m in keileem	Onbetrouwbaar	2017	2016	9,98	11,1	1,52	0,40
	LV_B4_1	Te korte meetreeks, Droogval, MIN < onderkant filter	JA	JA	zand (boven keileem) en 1.3 m keileem	Afgekeurd	2017	2016	8,95	9,97	2,82	1,80
	LV-B3_1	Te korte meetreeks, Droogval, MIN < onderkant filter	JA	JA	zand (onder veen en boven keileem)	wvl1	2017	2016	9,23	10,24	1,84	0,83
	LV-B3_2	Te korte meetreeks	NEE	JA	zand (onder keileem)	wvl2	2017	2016	8,35	9,31	2,70	1,74

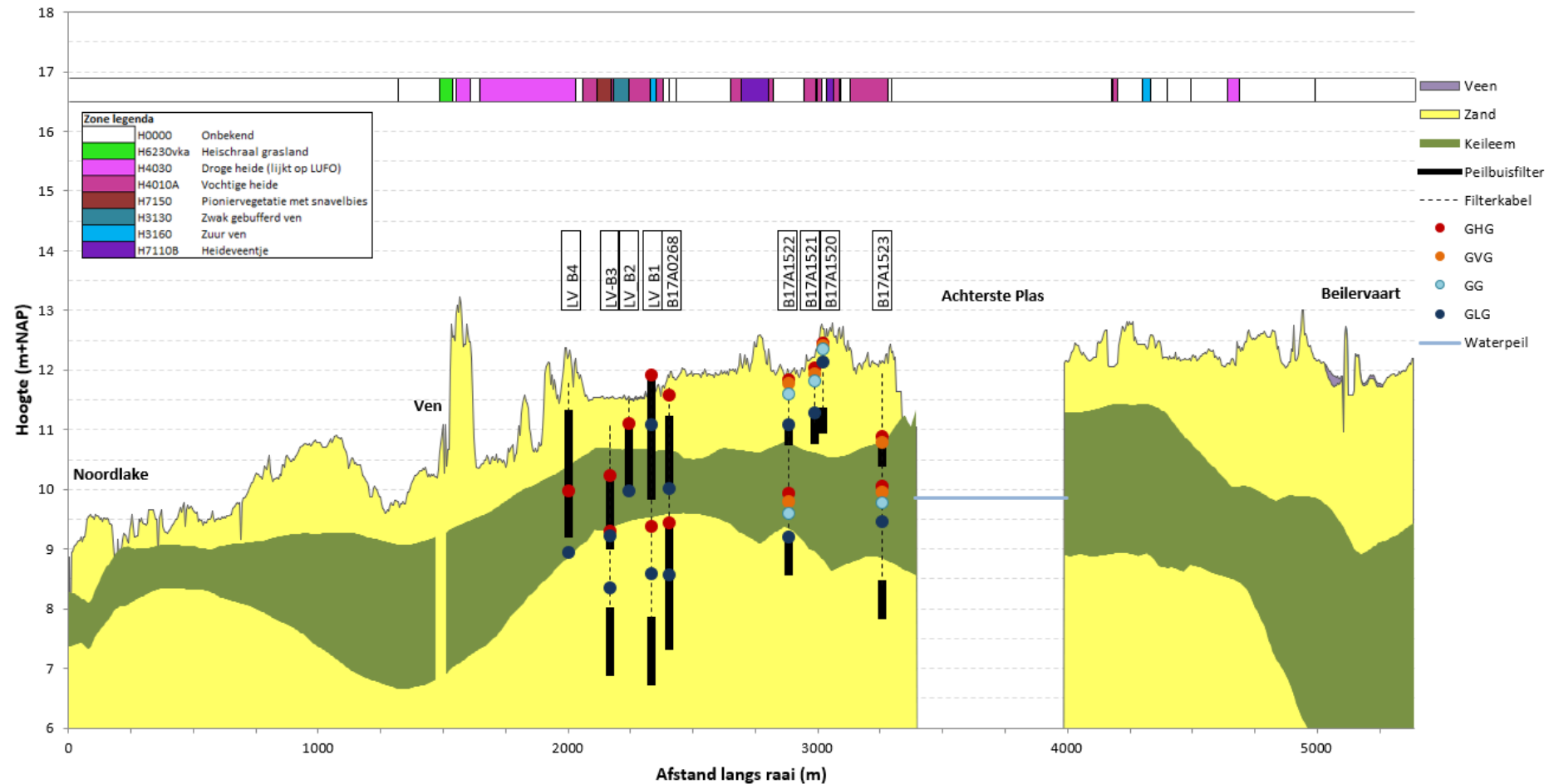
*. Filter bevindt zich onder een verkitte zandlaag met schijnspiegels

Bijlage 8: Dwarsprofiel meetraai Leggelderveld

GXG ondiepe en diepe filters regionale raai Leggelderveld

ZW

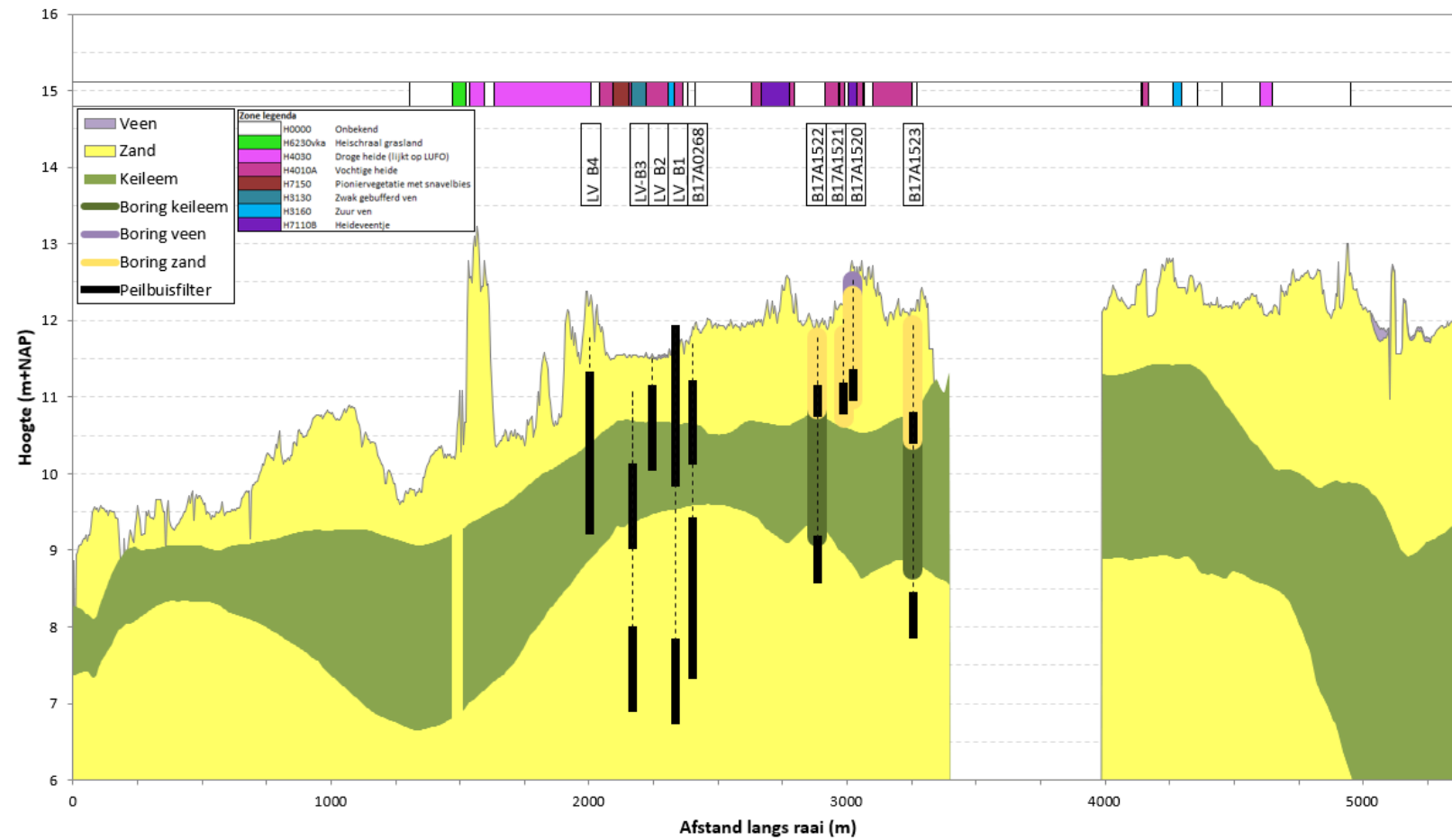
NO



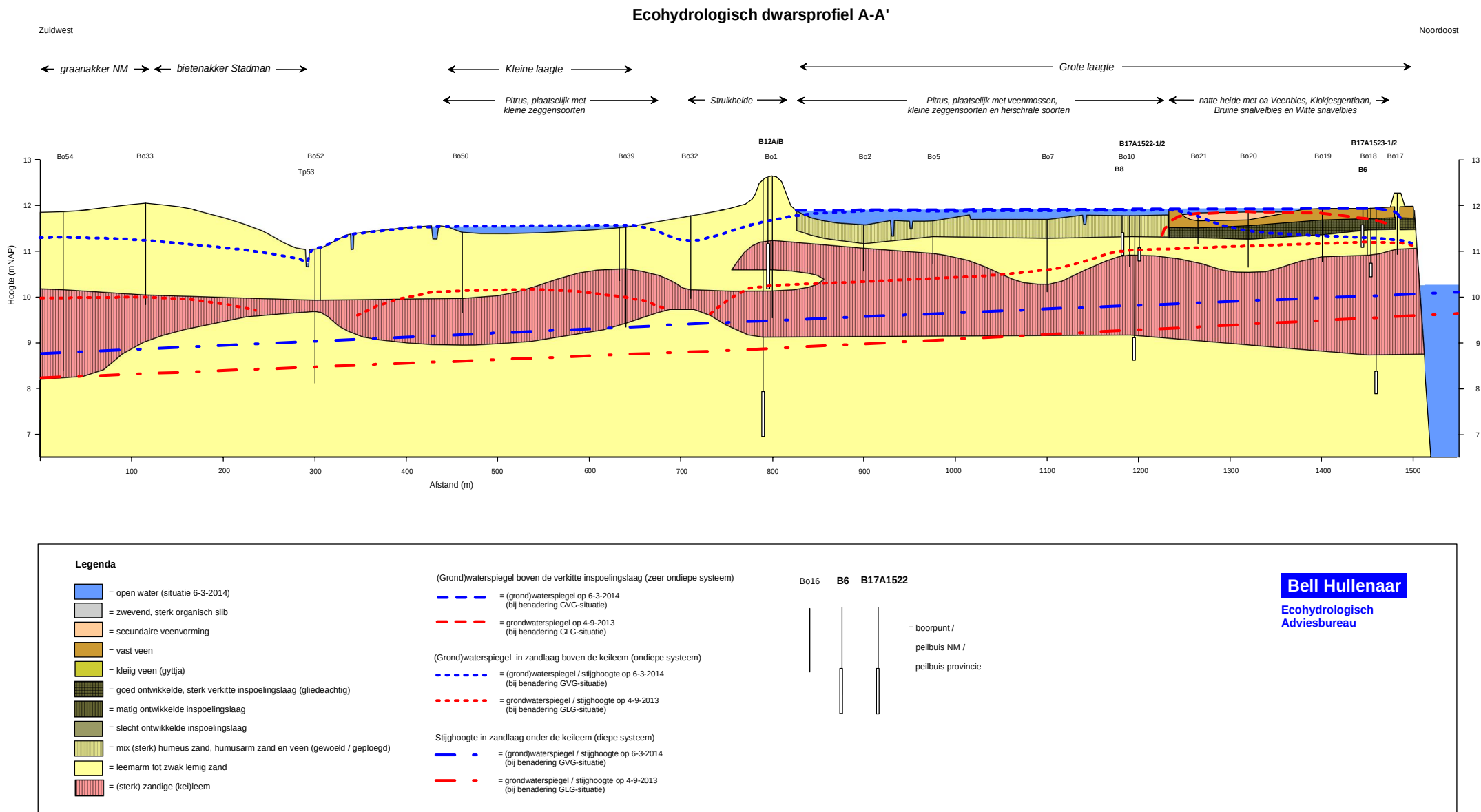
Regionale raai Leggelderveld

ZW

NO



Bijlage 9: Dwarsprofiel ecohydrologisch vooronderzoek



Figuur 4.1 Ecohydrologisch dwarsprofiel A-A'

Bijlage 10: Toelichting tijdreeksanalyse

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:

1. 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:
 - a. De verklaarde variantie (EVP, een maat voor de relatieve pasvorm) is groter dan 70%;
 - b. De Root Mean Square Error (RMSE, een maat voor de absolute pasvorm) $< 0,2m$.
2. 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:
 - 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 autocorrelatieplot en van een histogram van de innovaties.
 - 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 autocorrelatieplot geeft een indicatie van het ontbreken van verklarende variabelen.
 - 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:

- 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.
- 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.
- 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.

3. 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 beoordeelt op:
 - o 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. En sterk afwijkende waarde kan duiden op een ontbrekende invloed.
 - o De verdampingsfactor ligt tussen 0,5 en 2,0. Grotere of kleinere waarden kunnen duiden op het ontbreken van invloeden die worden gecompenseerd met de verdamping.
 - o 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.

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 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 gehanteerde toetsingscriteria zijn samengevat in onderstaande tabel:

Resultaatanalyse

Gemaakt door Grontmij B.V., Koen van der Hauw
versie 0.9, februari 2015



Analyse resultaten tijdreeksmodellering met Menyanthes

Bestandsnaam of subdirectory p:\Nieuwe map\TRA_opgeschoond en alleen DIVER metingen

Invoerformaat voor modelresultaten ☐ Excel ☒ Csv

postfix bestandsnaam simulatiereeks	_simulatie
postfix bestandsnaam kalibratiereeks	_kalibratie
postfix bestandsnaam validatiereeks	_validatie
postfix bestandsnaam grootste invloed	

Minimale EVP	70%
Maximale RMSE	0,20
Controlebereik drainagebasis	van 5 (m+NAP) tot 21 (m+NAP)
Controlebereik verdampingsfactor	van 0,4 tot 2,0
Minimale correlatiecoëff. voor correlatie	0,4
Controlebereik neerslag gain	van
z-waarde parameters SDs	2

☒ Onzekerheid van onderliggende parameters valideren
 ☒ Noise decay parameter niet valideren

☒ M0 overige invloeden omrekenen naar effect op gws (m)

Markeren als absoluut effect groter dan (m)

Voor alle modelresultaatbestanden wordt een samenvatting gemaakt van alle modelresultaten, inclusief betrouwbaarheden en een aantal modelcontroleresultaten.

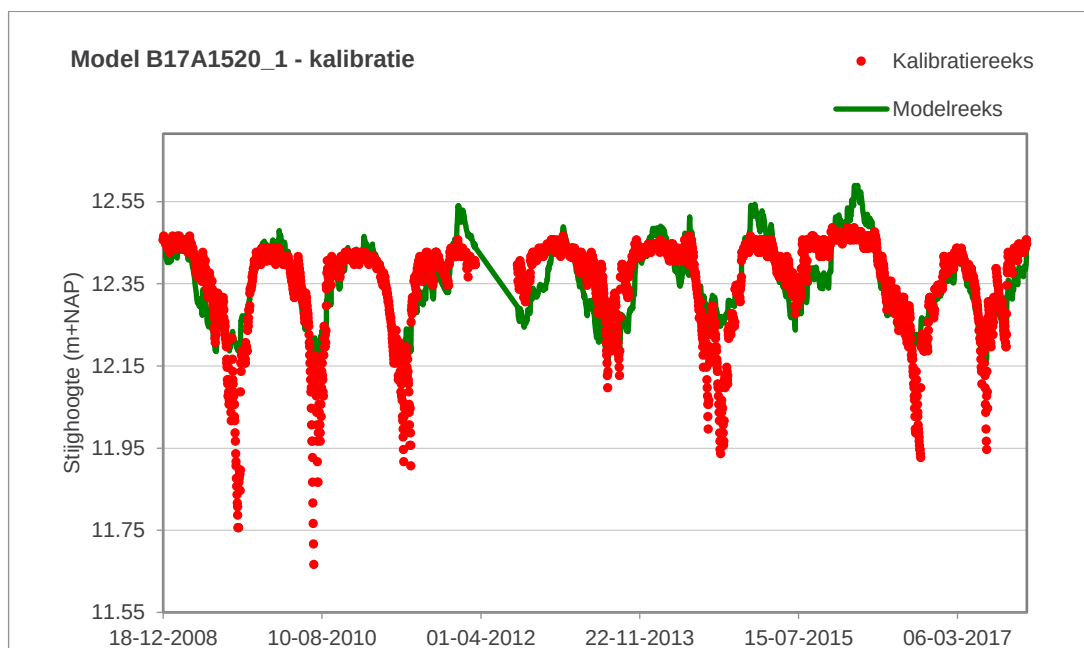
Er wordt een afstand van de meetlocatie bepaald tot de locatie van de opgegeven belangrijkste verklarende invloed.

Nadere uitwerking ondiepe buizen

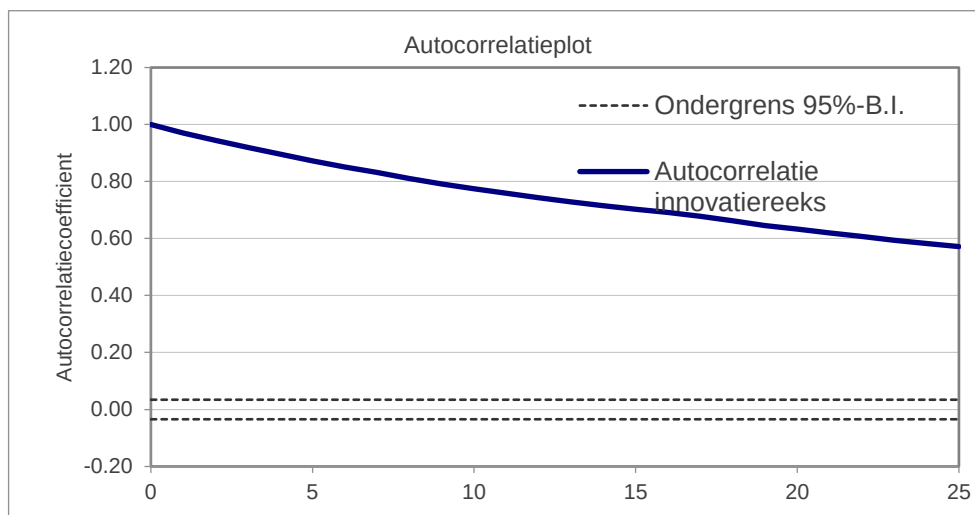
Het bleek voor de twee freatische filters niet mogelijk om een goed tijdreeksmodel te maken, uitgaande van een lineair model, dat aan alle gestelde eisen voldoet. De EVP bevindt zich bijvoorbeeld rond de 60%. Dit is niet onverwacht: het gebied kenmerkt zich door ondiepe afstroming over maaiveld en over de keileem, schijnspiegels en soms droogvallende peilbuizen met incomplete reeksen. Deze systemen voldoen niet aan het uitgangspunt van een lineair model dat de grondwaterstand altijd hetzelfde reageert op neerslag.

Een voorbeeld is peilbuis B17A1520_1. Uit de meetreeks blijkt al dat de grondwaterstanden tot aan maaiveld komen en er 'afgetopt' uit zien, zie figuur B10.1. Dit duidt op afstroming over maaiveld. Wat verder opvalt is dat de grondwaterstanden dieper uitzakken dan het model berekend. Dit is typerend voor droogvallende sloten in de omgeving. Dit type niet-lineariteit wordt drempel-niet lineariteit genoemd, omdat het optreedt zodra de grondwaterstand een bepaalde drempelwaarde overschrijdt.

In de statistiek herkennen we dergelijke systemen veelal aan de autocorrelatieplot van de innovatiereeks. Wanneer deze niet valt binnen de 95% betrouwbaarheidsinterval duidt dit op een ontbrekende verklarende invloed, zie figuur B10.2. Op de overige controles worden de modellen van deze peilbuizen in de meeste gevallen wel goedgekeurd.



Figuur B10.1. Gemeten en gemodelleerde grondwaterstand peilbuis B17A1520_1 met lineair model

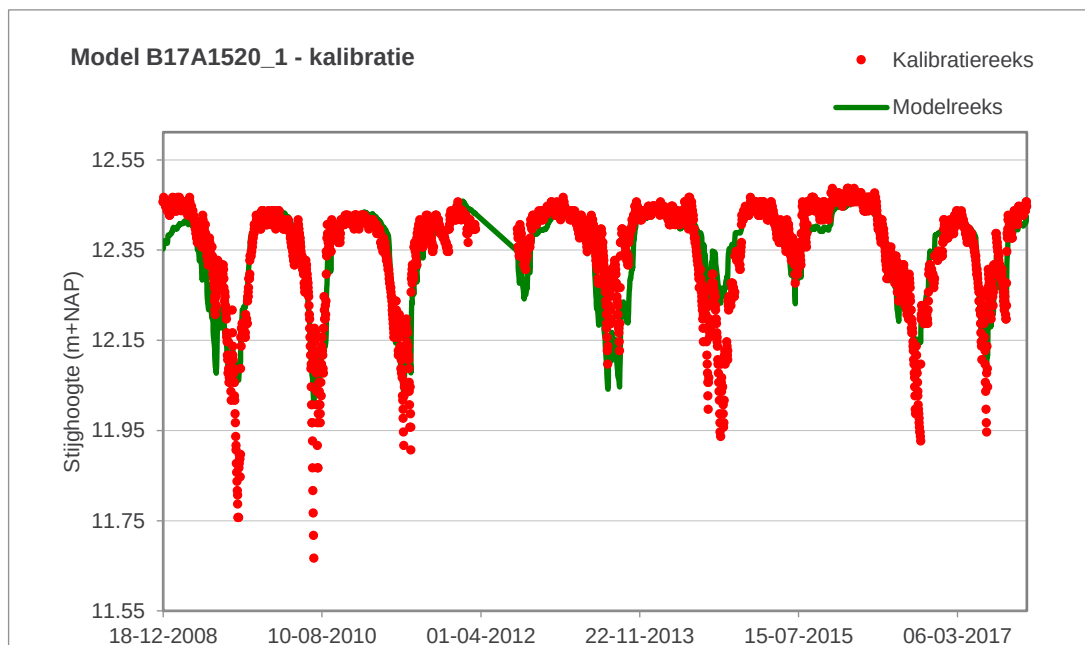


Figuur B10.2 Autocorrelatieplot peilbuis B17A1520 lineair model

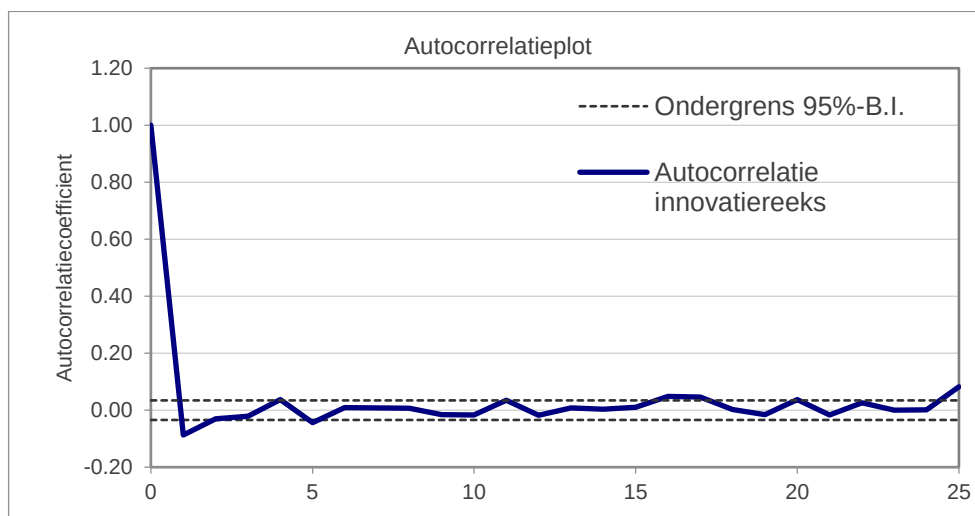
Wanneer we van deze reeksen niet-lineaire modellen maken, blijkt dat wel voldoen aan de gestelde voorwaarden. De modellen hebben een onder andere een EVP >70%, een RMSE van <0,13 m, een berekende verdampingsfactor van 1,0 à 1,3 en een drainagebasis van circa NAP +12 m. (allemaal plausibele waarden binnen het toegestane bereik). Ook worden

de niet-lineaire modellen *wel* goedgekeurd op de autocorrelatie plot en hebben geen onrealistische waarden voor één of meer statistische parameters (zie figuur B10.3 en B10.4). Wel zijn nog steeds relatief grote residuen te zien in de drogere perioden wanneer de grondwaterstand ver uitzakt. Ook lijkt er sprake te zijn van correlatie tussen de bij de modellering betrokken mogelijk verklarende variabelen (P3 bij neerslag en P7 bij verdamping).

Niet-lineaire modellen voor neerslag en verdamping zijn gebaseerd op een speciaal geval van de verdeling van Pearson type III. Deze modellen kennen zes parameters; sommige hebben een fysische betekenis, zoals een drainagebasis (p6), maar anderen zijn puur rekenkundige parameters waarmee het model wordt gekalibreerd. Er is geen harde regel bij welke waarde welke parameter moet worden afgekeurd, maar een zeer afwijkende waarde kan duiden op een model dat “kapot gekalibreerd” wordt om toch een goede fit te krijgen.

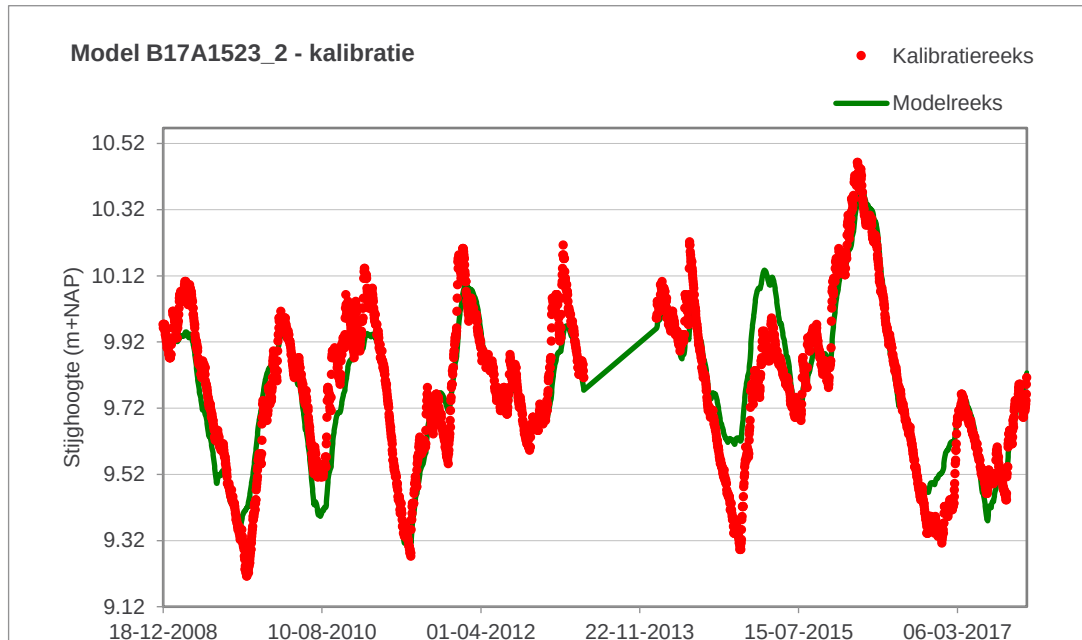


Figuur B10.3: Gemeten en gemodelleerde grondwaterstand peilbuis B17A1520_1 met niet-lineair model

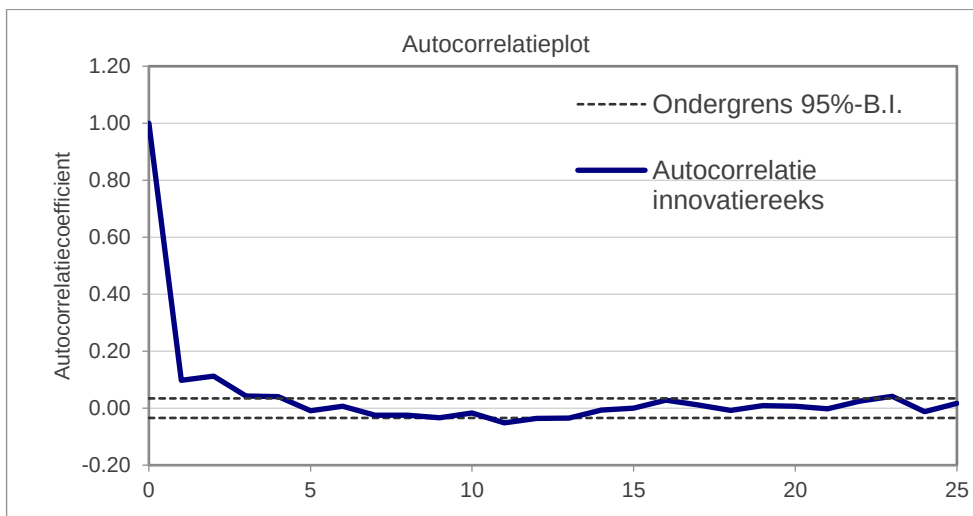


Figuur B10.4 Autocorrelatieplot peilbuis B17A1520 niet-lineair model

Wanneer peilbuis B17A1523_2 nader geanalyseerd wordt, blijkt dat het lineaire model een goede pasvorm heeft (zie figuur B10.5; EVP >70% en RMSE <0,2 m), de parameters een plausibel bereik hebben (verdampingsfactor tussen 0,4 en 2,0 en drainagebasis op circa NAP +9 m) en de autocorrelatieplot van de innovatiereeks voldoet (B10.6).

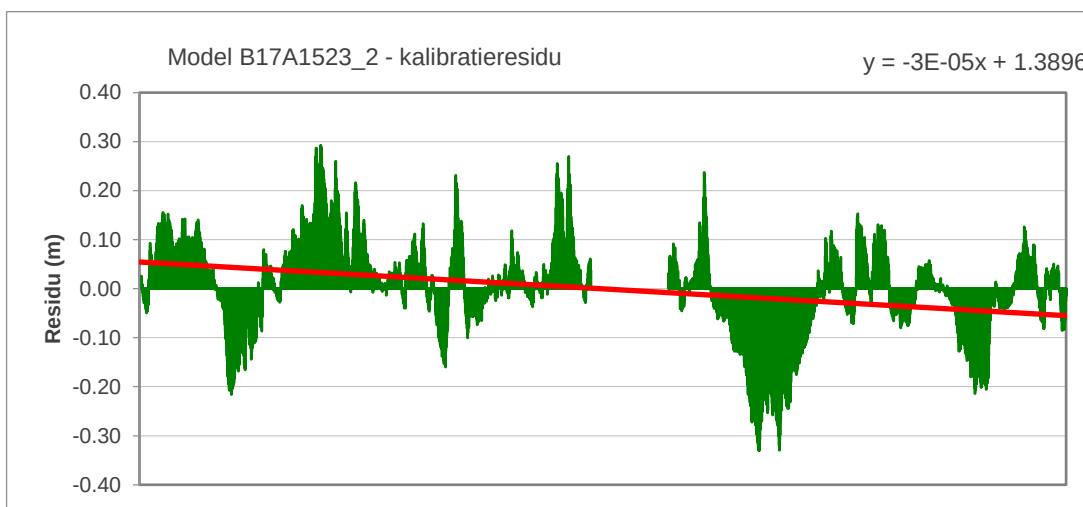


Figuur B10.5: Gemeten en gemodelleerde grondwaterstand peilbuis B17A1523_2 met lineair model



Figuur B10.6: Autocorrelatieplot peilbuis B17A1523_2 lineair model

Wat wel opvalt is dat er sprake is van een dalende trend in modelresiduen: de residuen worden steeds negatiever.



Figuur B10.7: Kalibratieresiduen lineair tijdreeksmodel peilbuis B17A1523

De meetreeks van peilbuis B17A1522_2 is ook te vatten in een niet-lineair tijdreeksmodel maar heeft een slechtere pasvorm. Voor peilbuis B17A1523_2 is het niet mogelijk om een niet-lineair tijdreeksmodel op te stellen. Parameter P2 geeft een afwijkende waarde met een hoge standaard deviatie. Ditzelfde geldt voor $M0_1$ en MU_1 .

De waarde voor de 'drainageweerstand' (de gain, ofwel $M0$, een maat voor de stationaire invloed; ca. 2550 d) van het tijdreeksmodel is niet statistisch significant: $M0 < 2 \cdot \text{SD}M0$. Voor de trage component van niet-lineaire modellen wordt deze eis soms losgelaten. Ook de

responstijd of het *geheugen* van het systeem (ca. 1150 d) is niet statistisch significant $MU < 2 \cdot SDMU$.

Het feit dat een niet-lineair tijdreeksmodel voor peilbuis B17A1523_2 niet voldoet, kan te maken hebben met de 'sample frequency' voor de verklarende reeksen (neerslag en verdamping). Alleen in het geval wanneer deze op 'wekelijks' gezet wordt, is het mogelijk een niet-lineair model op te stellen. Met een dagelijkse frequentie, net zoals voor de overige peilbuizen, is het niet mogelijk een model op te stellen.