

Ecohydrologische systeemanalyse beekdal Roezebeek

Eindconcept

Oktober 2019



Bell Hullenaar

Ecohydrologisch
Adviesbureau

in opdracht van:



Bell Hullenaar Ecohydrologisch Adviesbureau

Schellerweg 112

8017 AK Zwolle

Telefoon: 038-4774559

E-mail: hullenaar@live.com / belljudybell@outlook.com

Projecttitel: Ecohydrologische systeemanalyse beekdal Roezebeek

Opdrachtgever: L.T.O. Noord

Auteurs: J.S. Bell & J.W. van 't Hullenaar (Bureau Bell Hullenaar)

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande toestemming van de projectuitvoerder en opdrachtgever.

Inhoud

1	Inleiding	5
2	Gebiedsbeschrijving	8
2.1	Oriëntatie	8
2.2	Historische ontwikkeling	10
2.3	Geologie en geohydrologische opbouw	13
2.4	Geomorfologie	18
2.5	Bodem	20
2.6	Hoofd-oppervlaktewatersysteem	20
2.7	Regionale grondwatersysteem	22
2.8	Vegetatie	22
3	Analyse grondwaterstands- en stijghoogteverloop	29
3.1	Inleiding	29
3.2	Peilbuizen Vitens in de Vasserheide	31
3.3	Peilbuis in het bovenloopgebied van de Onzoelbeek	35
3.4	Peilbuizen in het beekdal van de Roezebeek	36
3.5	Totaalbeeld grondwaterstandsverloop	38
4	Veldonderzoek	39
4.1	Methode	39
4.2	Resultaten kartering lokale oppervlaktewatersysteem	45
4.3	Resultaten grondwatersysteemonderzoek	50
4.4	Resultaten hydrochemisch onderzoek	65
5	Synthese en conclusies	69
5.1	Ecohydrologisch functioneren en knelpunten	69
5.2	Herstelmogelijkheden	72

Literatuur

Bijlagen

1 Inleiding

Het beekdal van de Roezebeek ligt ten zuidoosten van het dorpje Vasse, op de westflank en aan de voet van de stuwwal van Ootmarsum. Het beekdal ligt deels in de Vasserheide: een heide- en bosgebied dat deel uitmaakt van het Natura2000-gebied Springendal en Dal van de Mosbeek (zie figuur 1.1). In het dal liggen vochtige beekbegeleidende bossen en langs een van de bovenlopen ligt een zone met vochtige heide. Deze grondwaterafhankelijke natuurtypen zijn in de huidige situatie grotendeels slecht ontwikkeld: grote delen van het beekbegeleidende bos zijn verruigd met Grote brandnetel en het vochtige heidegebied is sterk vergrast met Pijpenstrootje. Waarschijnlijk wordt de slechte toestand voor een belangrijk deel veroorzaakt door aantastingen van het hydrologische systeem, met verdroging als gevolg, wat op zijn beurt weer kan leiden tot eutrofiëring. In combinatie hiermee kan ook sprake zijn van een waterkwaliteitsprobleem.

Het is gewenst om tot een verbetering te komen van de grondwaterafhankelijke natuurtypen in het beekdal. Om af te leiden of dit mogelijk is, en zo ja, op welke wijze, is een goed inzicht nodig in de werking van het hydrologische systeem en de knelpunten hierin. Hiertoe is voor het gebied in opdracht van L.T.O. Noord een ecohydrologische systeemanalyse uitgevoerd.

Doelstelling van het project

Doel van het project is het inzichtelijk maken van de werking van het hydrologische systeem van het beekdal van de Roezebeek, om zo af te kunnen leiden of en (zo ja) op welke wijze het functioneren van het systeem verbeterd kan worden, zodat een betere ontwikkeling op kan treden van de grondwaterafhankelijke natuurtypen in en langs het beekdal.

Aanpak

Om de onderzoeksvragen te beantwoorden is een ecohydrologische systeemanalyse uitgevoerd. De systeemanalyse is opgebouwd uit de volgende hoofdonderdelen:

- Bureaustudie.
- Veldonderzoek.
- Synthese en conclusies.

Bureaustudie

De bureaustudie is opgebouwd uit twee onderdelen:

- Gebiedsbeschrijving (hoofdstuk 2):
 - Oriëntatie, met hierin vooral meer algemene informatie van het gebied.
 - Globale beschrijving van de historische ontwikkeling.
 - Beschrijving van de geologie en de geohydrologische opbouw.
 - Beschrijving van de geomorfologische gesteldheid.
 - Beschrijving van de bodemtypen.
 - Beschrijving van het functioneren van het hoofdoppervlaktewatersysteem.
 - Beschrijving van het functioneren van het regionale grondwatersysteem en de relatie hiervan met het lokale systeem.
 - Beschrijving van vegetatie / flora van het onderzoeksgebied.
- Analyse van het grondwaterstandsverloop op basis van beschikbare meetreeksen van de reeds aanwezige peilbuizen in en nabij het projectgebied met behulp van het tijdreeksanalyseprogramma Menyanthes (hoofdstuk 3).

Veldonderzoek

(hoofdstuk 4)

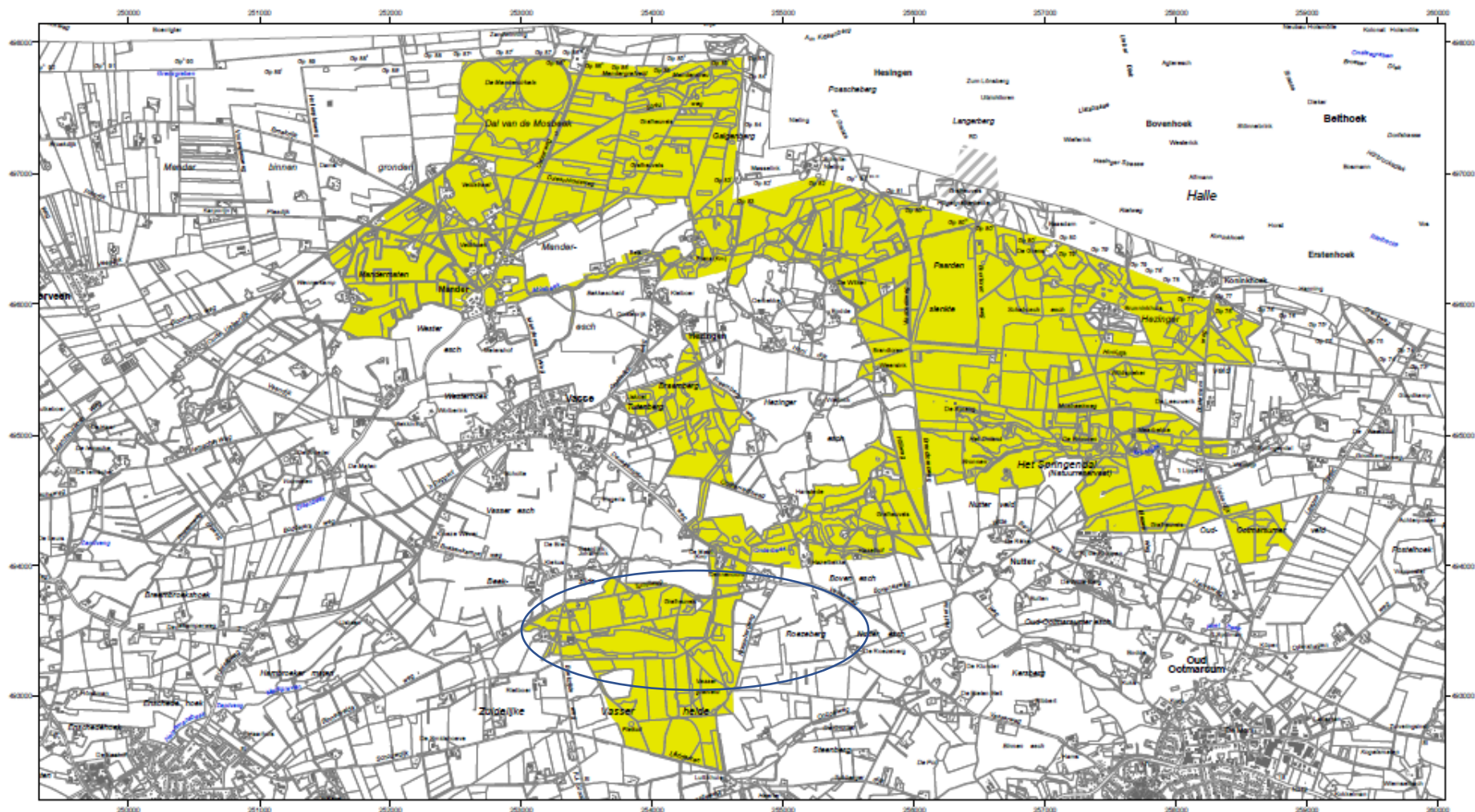
In aanvulling op de bureaustudie zijn in het kader van het veldonderzoek de volgende onderdelen uitgevoerd:

- Kartering van het lokale oppervlaktewatersysteem.
- Uitvoering van een grondwatersysteemonderzoek. Hiertoe zijn:
 - In totaal 21 tijdelijke peilbuizen bijgeplaatst en tevens detailboringen en detailmetingen uitgevoerd voor de vervaardiging van 5 ecohydrologische dwarsprofielen van het systeem.
 - Zijn aanvullend hierop vlakdekkend ruim 30 grondboringen en eenmalige boorgatmetingen uitgevoerd voor de vervaardiging van een isohypsenkaart.
- Voor het afleiden van de kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater is ook hydrochemisch onderzoek uitgevoerd.

Synthese en conclusies

(hoofdstuk 5)

Door integratie van de verworven inzichten is het hydrologisch functioneren van het (grond)watersysteem inzichtelijk gemaakt, worden de knelpunten benoemd en worden de verbeteringsmogelijkheden beschreven. Het opstellen van een maatregelenplan is geen onderdeel van het project, maar kan eventueel als vervolgproject worden uitgevoerd.



Figuur 1.1 Begrenzing Natura2000-gebied Springendal & Dal van de Mosbeek met ligging van het onderzoeksgebied Roezebeek

2 Gebiedsbeschrijving

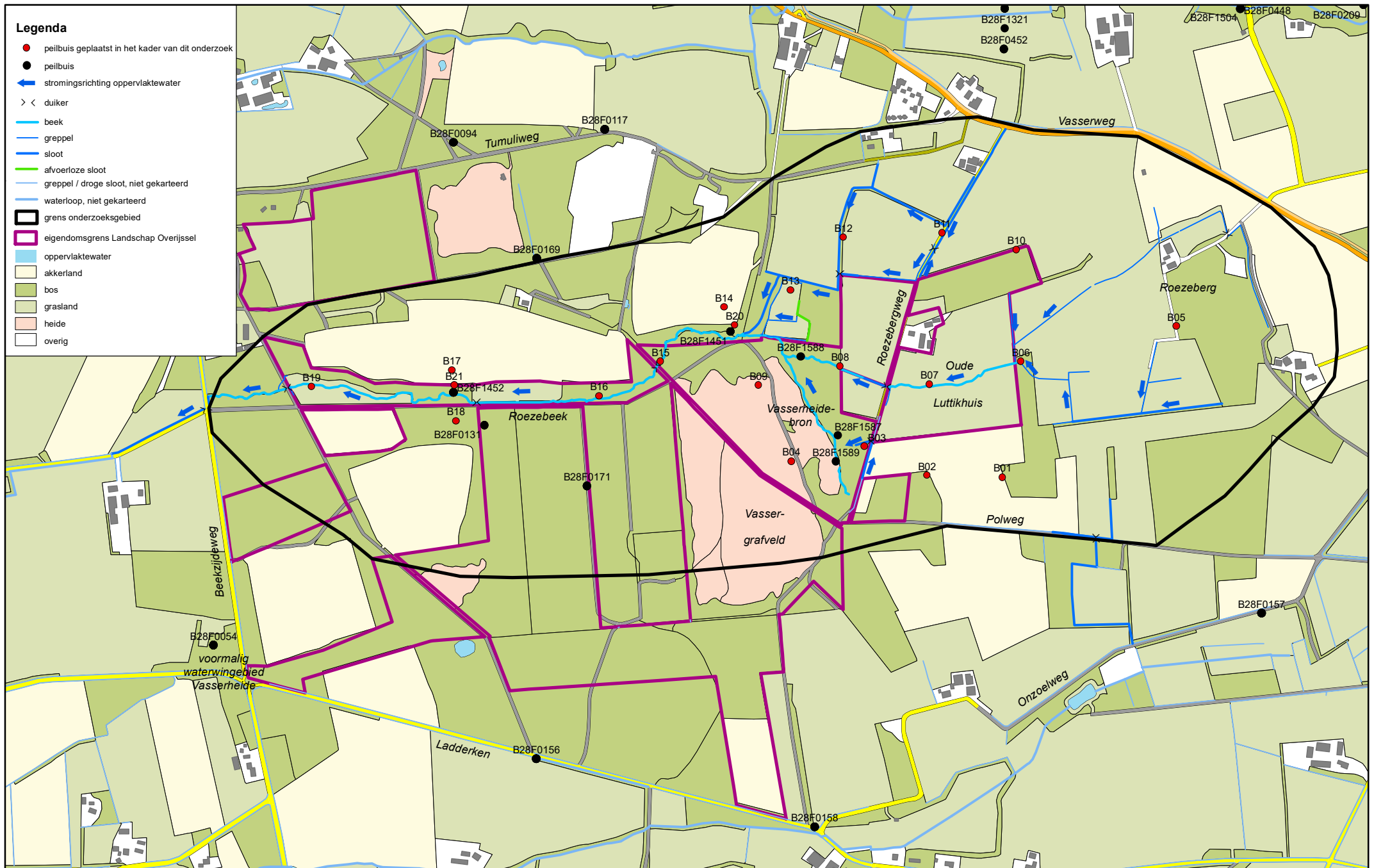
2.1 Oriëntatie (zie figuur 2.1)

Het beekstelsel bestaat uit een hoofdbeek, een zuidtak en een noordtak. De hoofdbeek ontspringt aan de voet van de Roezeberg met een klein bronnetje (bosje met peilbuis B6). Vanuit het gebied ten oosten hiervan wateren (via de bron) twee greppelsystemen af op de hoofdbeek. Circa 500 meter stroomafwaarts van de bron mondt vanuit het zuiden een zijbeek uit in de hoofdbeek: dit is de zuidtak, ofwel de bronslenk van de Vasserheidebron. Circa 100 meter stroomafwaarts hiervan mondt de afvoersloot van het greppel- en slotenstelsel van het verder noordelijk gelegen graslandgebied uit in de hoofdbeek: dit is de noordtak. Het gedeelte van de hoofdloop ten westen van dit samenstromingspunt wordt in dit onderzoek aangeduid als het benedenstroomse deel van de Roezebeek en het gedeelte ten oosten hiervan als het bovenstroomse gedeelte.

Het beekdalgebied is voor een aanzienlijk deel eigendom van Landschap Overijssel (zie figuur 2.1 voor begrenzing van het eigendom): de Vasserheidebron valt geheel binnen het eigendom van Landschap Overijssel en dit geldt ook voor het grootste deel van het hoofddal. De bospercelen ter plaatse van peilbuis B28F1451 en ten westen van peilbuis B19 betreffen echter particuliere eigendommen en dit geldt ook voor het graslandperceel ten zuidoosten van peilbuis B8, dat in landbouwkundig gebruik is.

In het hoofddal is een afwisseling van vochtige bossen en vochtige graslanden aanwezig. Op de westflank van het zijdal waarin de Vasserheidebron ligt is een zone met vochtige heide aanwezig. Deze zone vormt het oostelijke deel van het heidegebied van het Vasser grafveld. De rest van de Vasserheide is in de huidige situatie vooral begroeid met gemengd bos. In het hoofddal zijn ter plaatse van de graslandpercelen van Landschap Overijssel aan weerszijden van de Roezebergweg in het kader van het bronherstel-programma 'Terug naar de bron' herstelmaatregelen uitgevoerd. Het perceel aan de oostzijde van de weg (deelgebied Oude Luttkhuis) is in 2007 opnieuw ingericht en het perceel ten westen van de weg in 2009. In deelgebied Oude Luttkhuis is in het lage deel de voedselrijke toplaag afgegraven en zijn ontwateringsmiddelen verwijderd, waarna het beekwater vervolgens zijn eigen loop in het dal mocht bepalen, wat heeft geresulteerd in een zeer ondiep (slenkachtig) loopje dat naadloos aansluit op zijn omgeving. Ten westen van de weg is (in aansluiting op de hier diepe, gekanaliseerde beekloop) een slenk uitgegraven. Enige jaren later zijn in het kader van het herstelprogramma 'Terug naar de bron' ook in het graslandperceel met peilbuis B19 herstelmaatregelen uitgevoerd, waarbij de natuurlijke loop in het dal is hersteld, door ook hier (na het afschrappen van de zode in het dal) het beekwater zijn eigen loop te laten bepalen.

Het noordelijke deel van het bovenloopgebied (gebied met peilbuizen B10, B11 en B12) bestaat grotendeels uit landbouwgrond. Het graslandperceel met peilbuis B13 is echter eigendom van de provincie Overijssel. Ook de gebieden ten oosten van het natuurontwikkelingsperceel Oude Luttkhuis (gebied met peilbuis B5) en ten zuidoosten van de Vasserheidebron (gebied met peilbuizen B1 en B2) bestaan grotendeels uit landbouwgrond. Deze landgronden zijn in de huidige situatie grotendeels in gebruik als productiegasland. Tenslotte zijn ook aan de noordzijde van het benedenstroomse deel van de Roezebeek landbouwgronden aanwezig. Deze gronden zijn in beheer als akkers (percelen met peilbuizen B14 en B17).



2.2 Historische ontwikkeling

Rond 1850 was in het projectgebied een open heidelandschap met een aantal essen aanwezig (zie figuur 2.2a). Na het instorten van de potstalcultuur en de invoering van de markenwet, die een einde aan het gemeenschappelijke bezit van de heidevelden maakte, veranderde aan het einde van de 19de eeuw het typische heidelandschap. Grootgrondbezitters kochten grote delen van de heide op, zetten deze om in grasland en (dennen)-bos en legden landgoederen aan (Alterra, sybiosys.alterra.nl/natura2000/gebiedendatabase).



Figuur 2.2a Topografische kaart van 1850

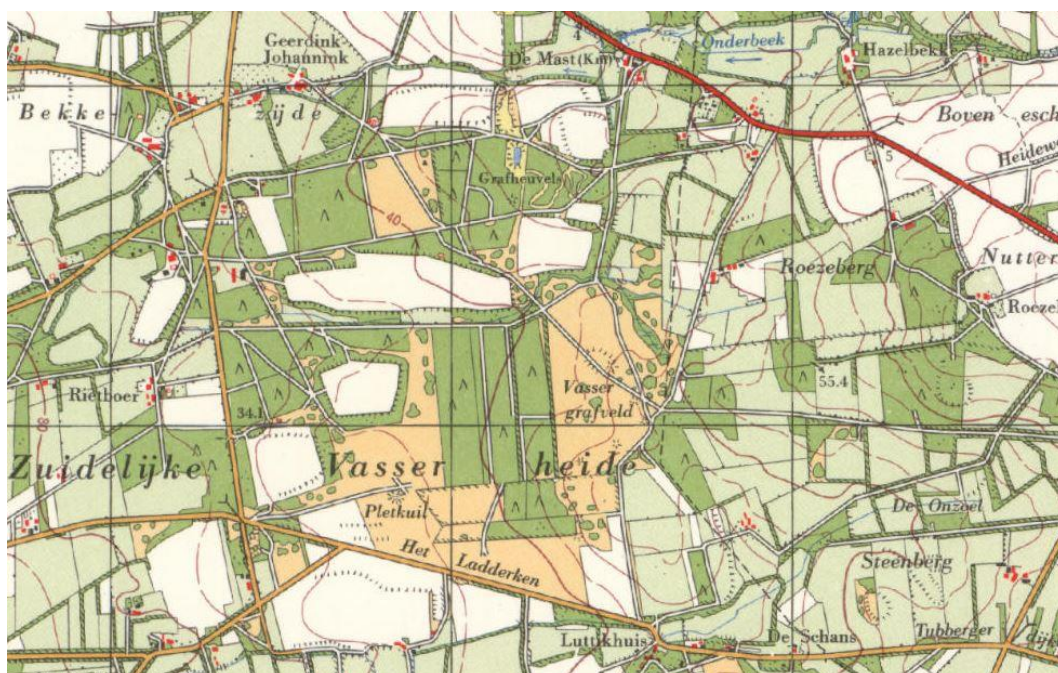
Op de topografische kaart van 1905 is deze ontwikkeling goed te zien (zie figuur 2.2b). Hoewel er nog veel heide aanwezig is, is nu vooral in het gebied ten oosten van de Roezebergweg veel bos verschenen. Het beekstelsel van de Roezebeek is op deze kaart voor het eerst duidelijk weergegeven. Het beekstelsel heeft dan nog grotendeels een natuurlijke vorm. De beek ontspringt aan de voet van de Roezeberg (die toen nog werd aangeduid als de Ruisberg). De bron is aangegeven als een poel. Dit is op de huidige locatie van het bronbosje met peilbuis B6. In het beekdal liggen tot aan de Roezebergweg vochtige graslanden.

Benedenstrooms van de Roezebergweg stroomt de beek door een open heidelandschap. Soms is een strookje bos aanwezig langs de beek of op de overgang naar een akker. Ook de zuidtak ligt in een open heidegebied met hier en daar een plukje bos. Ter plaatse van de noordtak is geen beekloop aanwezig, maar een zeer drassige slenk, waarvan het zuidelijke deel is omwald. Ten oosten van de drassige slenk is een heidegebied met wallen aanwezig.



Figuur 2.2b Topografische kaart van 1905

In de loop van de 20^e eeuw, en met name in de periode 1930-1965, vindt een steeds verder voortschrijdende ontginning van het bovenloopgebied plaats, wat gepaard gaat met aanleg van sloten en greppels (zie topografische kaart van 1965, figuur 2.2c). Bovendien worden delen van de beek (namelijk in deelgebied Oude Luttikhuis en ter plaatse van graslandpercelen in het benedenstroomse deel van het hoofddal) gekanaliseerd: de beek wordt rechtgetrokken, verdiept en in de graslandpercelen in het benedenstroomse deel wordt de beek verplaatst naar de rand van het dal. Gelijktijdig met de ontginning vindt een steeds verdere verbossing van het resterende heidegebied plaats.



Figuur 2.2c Topografische kaart van 1965

2.3 Geologie en geohydrologische opbouw

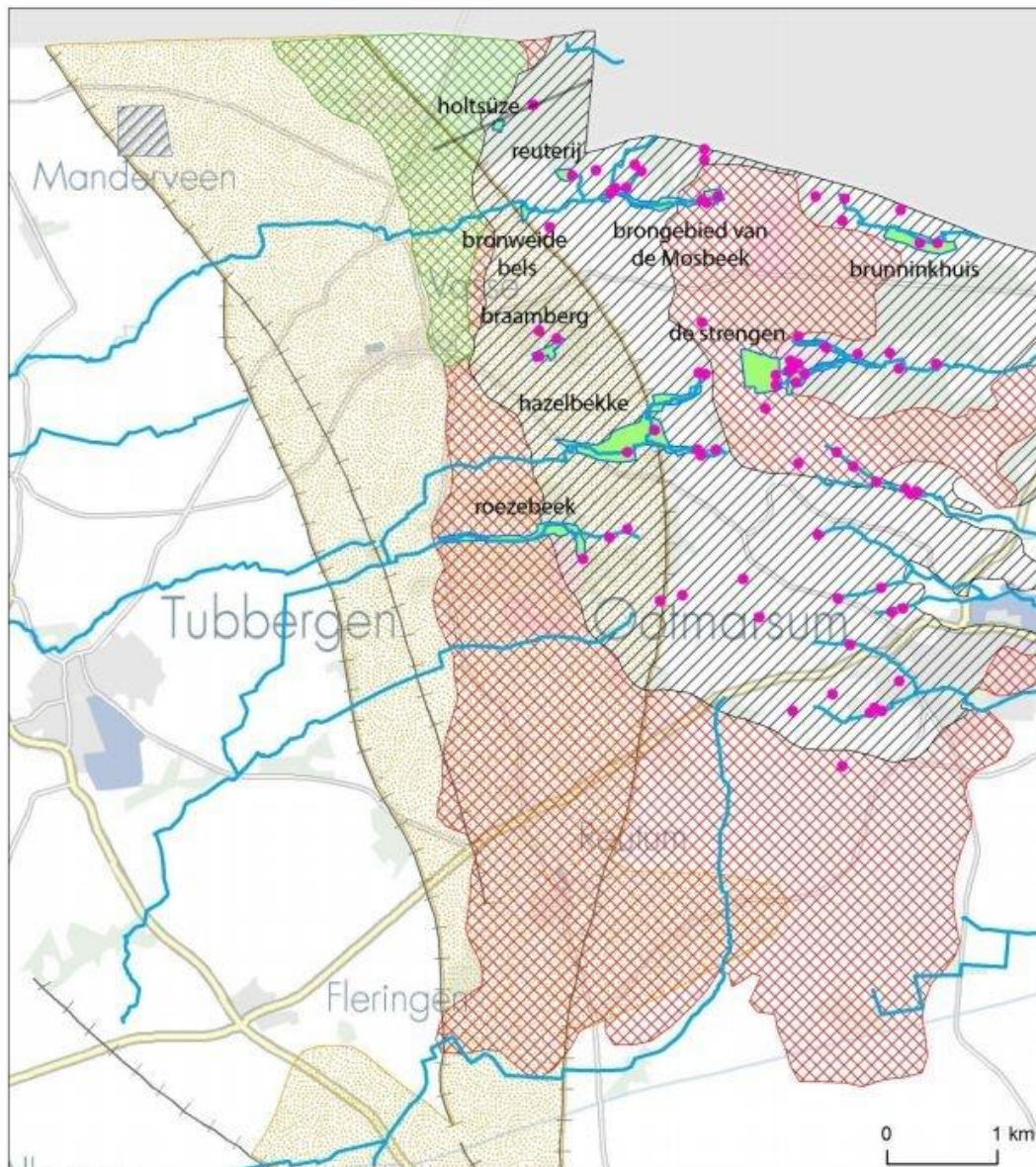
Het beekdal van de Roezebeek ligt in het overgangsgebied van de stuwwal van Ootmarsum naar een zone met grondmorene aan de voet van de stuwwal (zie figuur 2.3). In de ondergrond van het gebied is een brede slenk aanwezig: de slenk van Reutum. De slenk betreft de zone tussen de breuklijnen die op de kaart van figuur 2.3 zijn aangegeven. Tussen deze breuken is in het Tertiair de ondergrond verzakt ten opzichte van de omgeving.

Het bovenloopgebied ligt op de westflank van de stuwwal (zie figuur 2.4). De stuwwal van Ootmarsum is in de op één na laatste ijstijd (het Saalien) gevormd. Ter plaatse van de Roezebeek zijn geen diepe boorgegevens van de stuwwal beschikbaar. Op basis van de van de geologische dwarsprofielen van de Geologisch kaart van Nederland, blad 29 oost (Van den Berg & Den Otter, 1994) is bekend dat de stuwwal vooral bestaat uit gestuwde Tertiaire, mariene afzettingen: een tientallen meters dik pakket van met name klei en leem met hierin en soms ook zandlagen (zie figuur 2.5: geologisch dwarsprofiel op 2 km ten zuiden van het onderzoeksgebied). Door de stuwing is de grond sterk vervormd, waardoor vaak dakpansgewijze gestapelde dekbladen (schubben) zijn ontstaan (RoyalHaskoning-DHV, 2016). Dit tientallen meters dikke pakket dat voornamelijk uit klei en leem bestaat heeft een hoge stromingsweerstand.

Na de formatie van de stuwwal heeft het landijs de hele stuwwal overreden. In die fase is grondmorene (Dr6) afgezet (vooral in de vorm van keileem en soms ook als (lemig) zand), zowel op de stuwwal als ten westen ervan. Dus zo is aan de westzijde van de stuwwal de grondmorenezone tot stand gekomen. Bovenop de grondmorene ligt vaak nog een laag grofzandige, fluvioglaciale afzettingen. In de laatste ijstijd (het Weichselien) is zowel de grondmorenezone als de stuwwal grotendeels bedekt met een dunne laag fluvioperiglaciale afzettingen (veelal zand) en/of dekzand.

In het dwarsprofiel van figuur 2.4 lopen de gestuwde afzettingen in de ondergrond door tot onder de zone met grondmorene. Ze bestaan in dit westelijke deel ter plaatse van B28F0131 uitsluitend uit matig grof tot grof zand. Hier zijn de gestuwde afzettingen dus goed doorlatend en bieden zodoende geen weerstand. Op basis van de tijdreeksanalyses van de diepe peilbuizen B28F0169 (ten noorden van het beekdal) en B28F0171 (ten zuiden van het beekdal) volgt dat ook hier in de ondergrond geen weerstand aanwezig is en alleen de hierboven gelegen keileemlagen soms een lichte weerstand hebben (zie hoofdstuk 3). Dus voor zover er in de grondmorenezone aan de voet van de stuwwal in de ondergrond gestuwde afzettingen aanwezig zijn, bieden ze hier geen (noemenswaardige) weerstand.

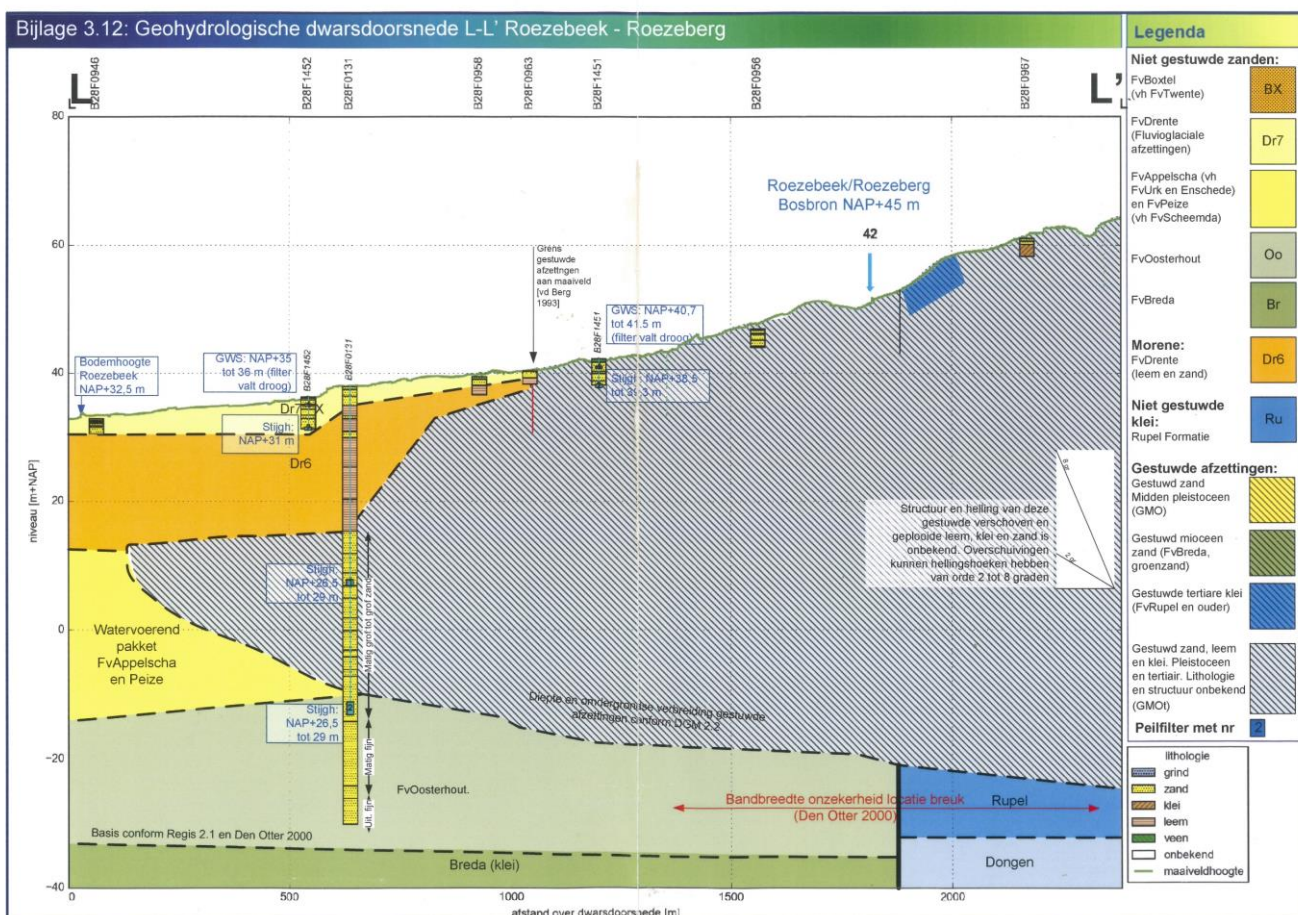
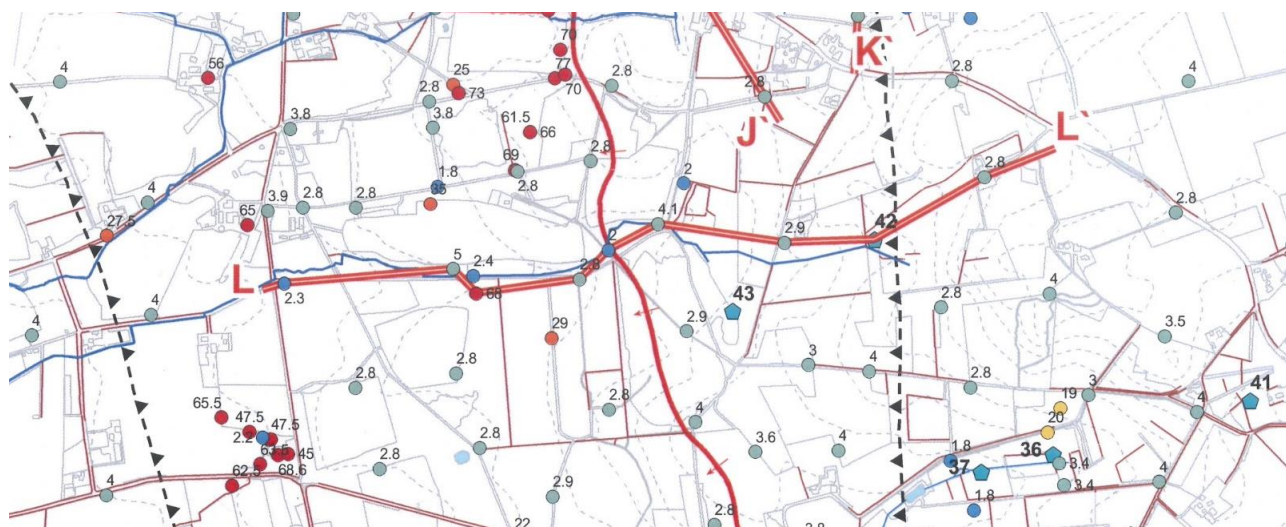
De slenk van Reutum is tot op een diepte van -35 mNAP opgevuld met tertiaire kleien (zie klei van Breda in figuur 2.4). Hierboven is de slenk opgevuld met (zeer fijn tot zeer grof)zandige Tertiaire mariene afzettingen van de Formatie van Oosterhout met daarboven grofzandige Pleistocene fluviatiele afzettingen van de Formaties van Appelscha en Peize. Ten oosten van de (oostelijke) breuk ligt de onderkant van de gestuwde tertiaire afzettingen op de Tertiaire klei (Formaties van Rupel en Dongen). Ten westen van de breuk liggen de gestuwde afzettingen op de zanden in de slenk. Dit deel van de gestuwde afzettingen wordt daarom het balkon genoemd. De precieze ligging en dikte van het balkon is onzeker omdat er in het onderzoeksgebied weinig gegevens van diepe boringen bekend zijn.



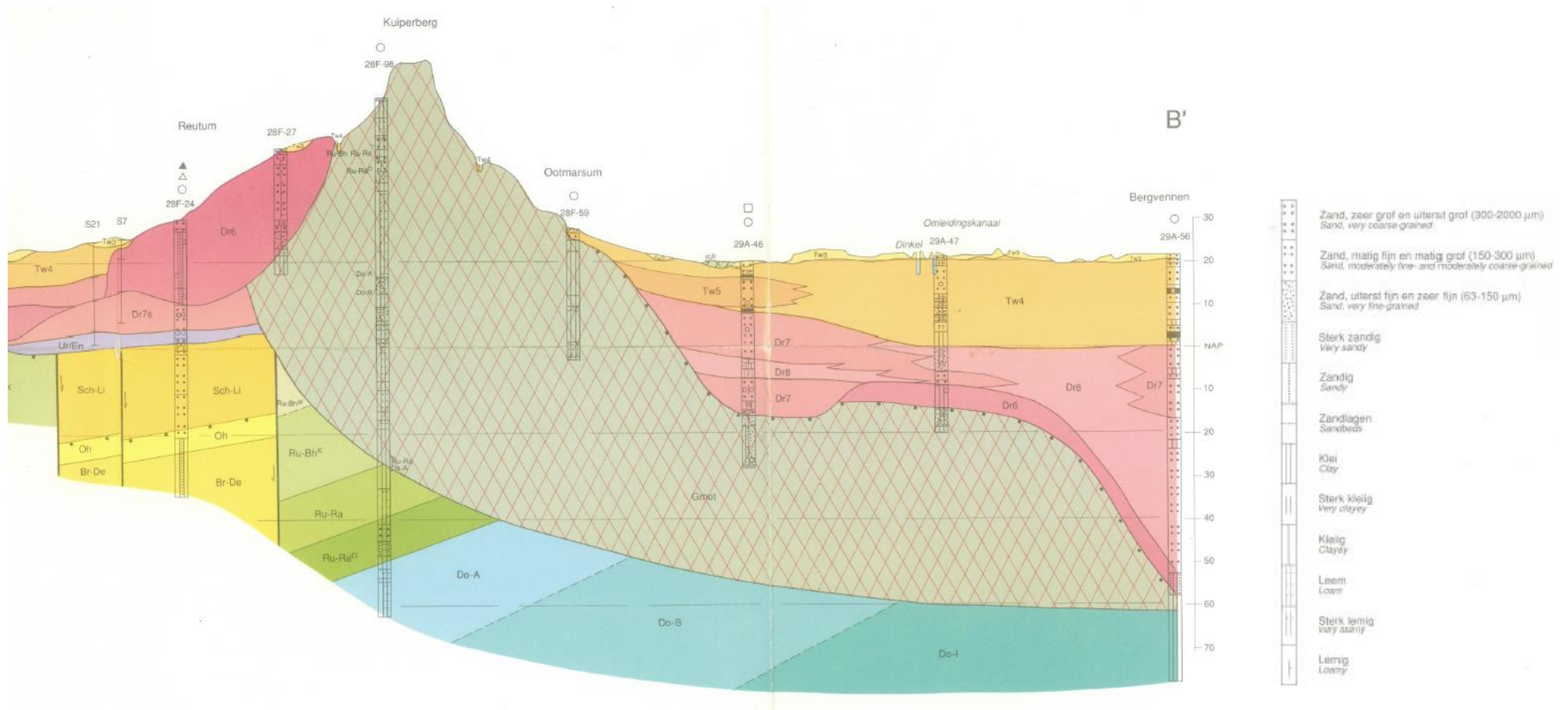
Legenda

- | | | | |
|------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|
| • bron | gestuwde formaties | formatie van scheemda | puttenveld Manderveen |
| — beek | grondmorene | — breuklijn | |
| brongebied | smeltwaterzanden | | |

Figuur 2.3 Geologische overzichtskaart met ligging van de Rozebeek (De Meij et al., 2014)



Figuur 2.4 Geo(hydro)logisch dwarsprofiel ter plaatse van de Roezebeek (Royal HaskoningDHV, 2016)



Figuur 2.5 Geologisch dwarsprofielstuwwal van Ootmarsum en omgeving, circa 2 km ten zuiden van projectgebied (Van den Berg & Den Otter, 1994)

2.4 Geomorfologie

De geomorfologische gesteldheid wordt toegelicht aan de hand van de hoogtekaart (figuur 2.6). Het beekstelsel van de Roezebeek ligt op de westflank van de stuwwal van Ootmarsum en in de zone met grondmorene aan de voet van de stuwwal. In de stuwwal en de grondmorene zijn onder periglaciale omstandigheden erosiedalen uitgesleten. De bodem was toen permanent bevroren (permafrost) waardoor in tijden van dooi smeltwater van sneeuw en ijs niet in de ondergrond kon wegzakken. Het smeltwater sleet geulen uit in de hard bevroren ondergrond en vormde zo het dalenstelsel.

Dit dalenstelsel is opgebouwd uit:

- Een hoofddal, met ten oosten van perceel Oude Luttkhuis een vertakking in noordoostelijke richting en in zuidoostelijke richting.
- Een zuidelijk zijdal.
- Een noordelijk zijdal.

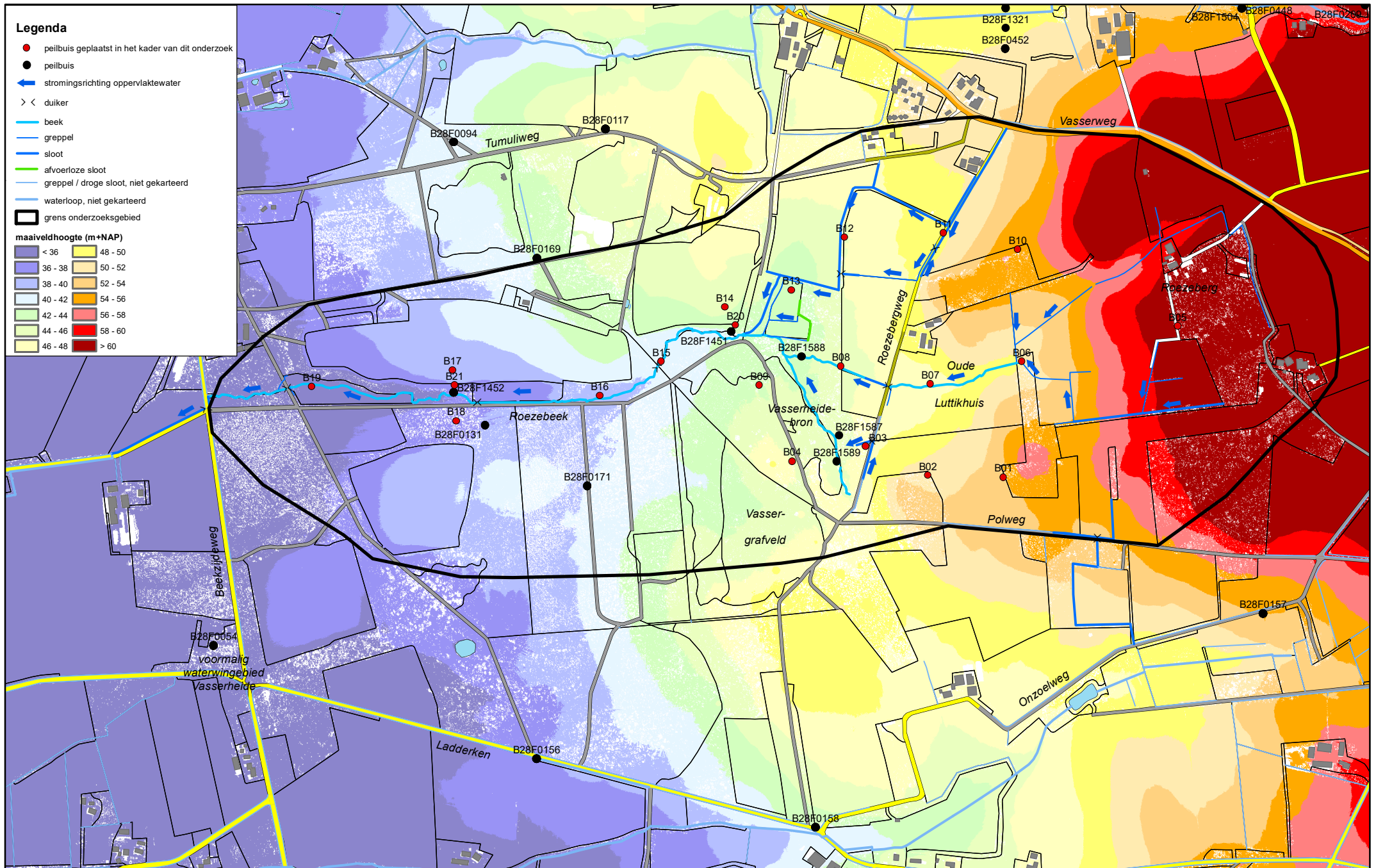
Verder zijn op de grondmorene ter hoogte van peilbuis B28F1452 aan weerszijden van de beek langgerekte dekzandruggen aanwezig.

Ter plaatse van de oostgrens van het onderzoeksgebied loopt de hoogte van de stuwwal van Ootmarsum op tot bijna 69 m +NAP op de top van de Roezeberg. Tot aan de overgang met de grondmorenezone loopt het maaiveld af naar 44 à 46 m +NAP en op de westgrens van het onderzoeksgebied ligt het maaiveld van de grondmorenezone op circa 35 m +NAP. Het dalenstelsel dat in de stuwwal en de grondmorene is uitgesleten ligt meerdere meters lager dan zijn omgeving. De bron van de hoofdloop ligt op een hoogte van bijna 50 m +NAP. De zuidelijke zijtak ontspringt op circa 46 m +NAP. In het samenstromingsgebied van de zijtakken ligt de maaiveldhoogte op circa 42 m +NAP. Daar waar de beek het eigendom van Landschap Overijssel verlaat ligt het maaiveld van het beekdal op circa 34 m +NAP.

Met name ter plaatse van de landbouwgronden in het bovenloopgebied zijn percelen door egalisatie afgevlakt. Dit is vooral te zien aan de aansnijding van ruggen op de overgangen naar aangrenzende bospercelen. Deze aansnijdingen zijn in het veld goed zichtbaar (bijvoorbeeld bij B1 en B2) maar zijn vanwege de grote intervallen (van 2 meter) echter niet goed herkenbaar op de hoogtekaart.

Verder heeft door afgraving van de voedselrijke bovengrond verlaging van het maaiveld ter plaatse van de natuurontwikkelpercelen ten westen en ten oosten van de Roezebergweg plaatsgevonden. Daarbij is in het perceel ten westen van de Roezebergweg aan de noordzijde van de beekloop een zone diep afgegraven, namelijk tot op het bodemniveau van de hier diepe gekanaliseerde beekloop. **Ten oosten van de Roezebergweg is aan weerszijden van de beek het maaiveld fors verlaagd, namelijk tot op het niveau van de voormalige beekbodem.** Het effect van deze afgravingen wordt inzichtelijk gemaakt op basis van de resultaten van het veldonderzoek.

In het dal van de zuidtak liggen walletjes en grondhopen. De grondhopen zijn grotendeels uit ijzeroer opgebouwd. Dit duidt erop dat hier in het verleden ijzeroer is gewonnen, die gebruikt is voor de productie van ijzer.



2.5 Bodemkaart

Uit de bodemkaart (figuur 2.7) volgt welke bodemtypen in het onderzoeksgebied aanwezig zijn. Op de stuwwal liggen veelal veldpodzolgronden en soms ook kleigronden. Op het hoogste deel van de stuwwal en ter plaatse van de dekzandruggen zijn enkeerdgronden aanwezig. In de zone met grondmorene liggen meestal laarpodzolgronden en in het dalenstelsel liggen beekkeerdgronden.

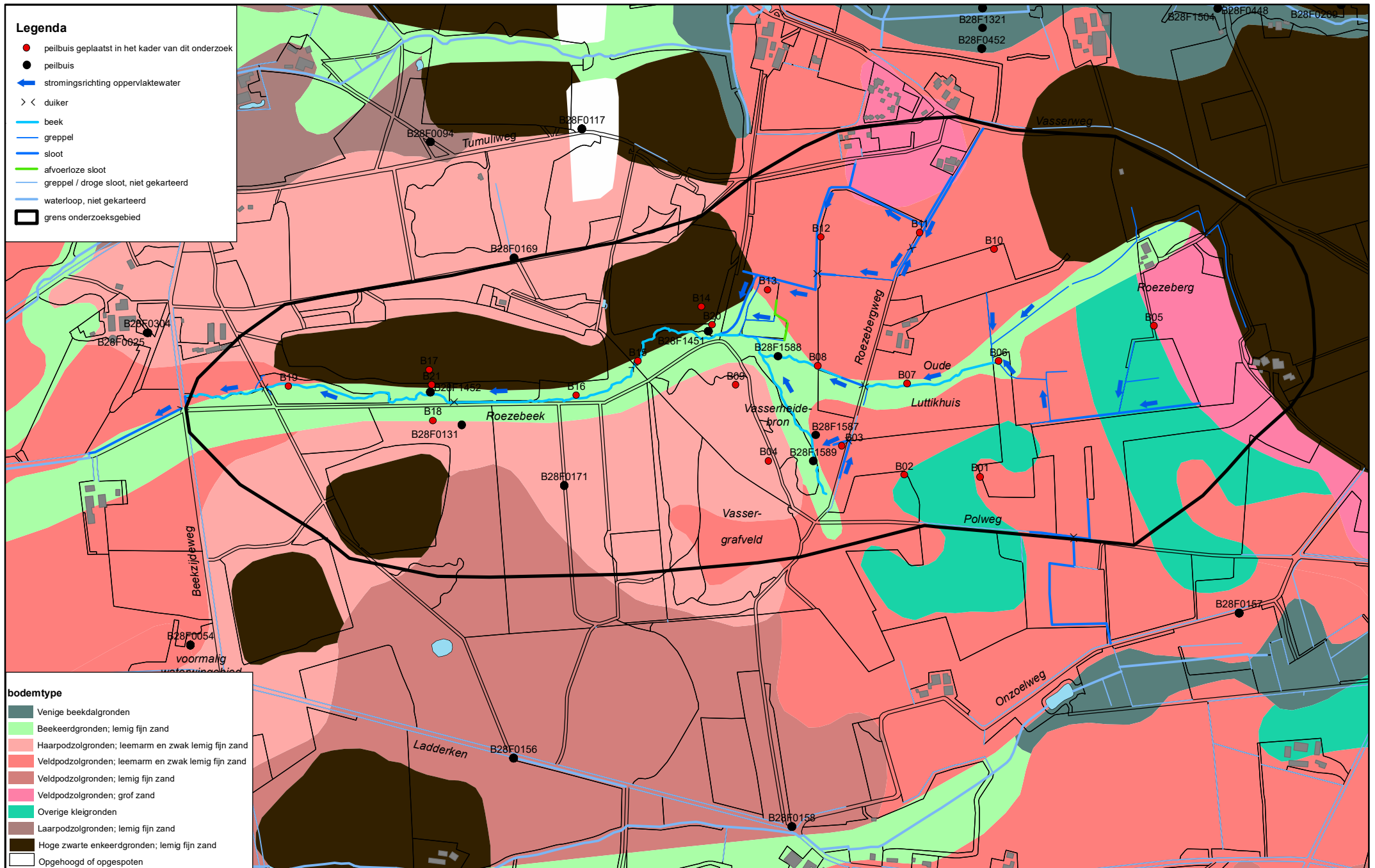
2.6 Hoofd-oppervlaktewatersysteem

Het stelsel van de Roezebeek kan in hoofdlijnen als volgt worden onderverdeeld:

- Stelsel van het oostelijke bovenloopgebied en het hoofddal: Roezebeek inclusief de twee greppelsystemen die vanuit het oosten op de beek afwateren.
- Sloten- en greppelstelsel van het noordelijke zijdal.
- Bronslenk van het zuidelijke zijdal.

In het winterhalfjaar is het stelsel normaal gesproken watervoerend. In neerslagrijke winter- en vroege voorjaarsperioden wordt veel water afgevoerd en treden piekafvoeren op. Bij hoge piekafvoeren overstroomt het hoofddal gedeeltelijk. In de loop van het voorjaar valt de hoofdloop vanaf het westen steeds verder droog en in de loop van de zomer valt het volledige stelsel meestal droog.

Op basis van de resultaten van de kartering van het oppervlaktewatersysteem wordt dieper ingegaan op de opbouw en het functioneren van het stelsel. Op basis van de resultaten van het grondwatersysteemonderzoek wordt inzichtelijk gemaakt op welke wijze het beekstelsel wordt gevoed, waarom de hoofdloop in de loop van het voorjaar vanuit het westen droogvalt en waarom het stelsel in de zomer langdurig droogvalt.



2.7 Regionale grondwatersysteem

De regionale grondwaterstroming vindt plaats via het watervoerende pakket in de slenk van Reutum. Via dit watervoerende pakket stroomt het diepe grondwater conform de terreinhelling in westelijke richting af. De stijghoogte van diepe grondwater ter plaatse van de Vasserheide ligt rond de 28 m +NAP (zie grafieken B28FB0169 en B28F0171 in hoofdstuk 3).

Vanuit de slenk van Reutum wordt veel grondwater onttrokken voor de openbare drinkwatervoorziening. Circa 5 km ten noordwesten van het onderzoeksgebied ligt de drinkwaterwinning Manderveen: hier wordt jaarlijks 3 miljoen m³ aan de slenk onttrokken. Ook ten noorden van Manderveen, in Duitsland, wordt grondwater aan de slenk onttrokken. De onttrekking bedraagt daar jaarlijks 4 miljoen m³/jaar. In het verleden vond ook direct ten westen van het onderzoeksgebied onttrekking van grondwater plaats, ter plaatse van de winning Vasserheide (voor locatie: zie figuur 2.1). Hier werd 0,8 miljoen m³/jaar onttrokken. In 1997 is deze winning beëindigd.

De grondwateronttrekkingen leiden tot een stijghoogteverlaging in het diepe watervoerende pakket in de slenk van Reutum. Door de sluiting van de winning Vasserheide is in de omgeving hiervan een verhoging van de stijghoogte opgetreden. In hoofdstuk 3 wordt op basis van een tijdreeksanalyse inzichtelijk gemaakt in welke mate de beëindiging van de winning heeft geleid tot een verhoging van de stijghoogte van het diepe grondwater onder het onderzoeksgebied. Nadat op basis van de resultaten van het veldonderzoek het hydrologisch functioneren van het lokale systeem van het beekdal van de Roezebeek inzichtelijk is gemaakt (zie hoofdstuk 4), zal in de synthese en conclusies (hoofdstuk 5) worden aangegeven of veranderingen in de stijghoogte van het regionale, diepe systeem ook doorgewerkt kunnen hebben in het lokale, ondiepe systeem.

2.8 Vegetatie

Inleiding

De beschrijving van de vegetatie is gebaseerd op informatie uit de beheervisie Vasserheide (Landschap Overijssel, 2006), informatie die door het Watercollectief Twente is verzameld in het kader van een gebiedsanalyse voor de Roezebeek (Eysink, Van Dongen, Horsthuis & Thielemans, 2014), een inventarisatie van de Vochtige alluviale bossen in het dalsysteem van de Roezebeek (Horsthuis, 2016) en informatie van het Fieldlab (2016). Deze informatie is aangevuld met waarnemingen die zijn gedaan bij het oriënterende veldbezoek met de projectgroep op 18-5-2018 en eigen waarnemingen die zijn gedaan bij het veldonderzoek / de opname van de peilbuizen. Bij de beschrijving wordt de eerder aangegeven onderverdeling van het dalsysteem aangehouden. In de beschrijving zijn alleen de vochtige en natte vegetaties opgenomen.

Bovenstroomse deel van het hoofddal

In het brongebiedje dat direct ten oosten van het natuurontwikkelingsgebied Oude Luttikhuis ligt is Elzenbroekbos aanwezig. Het broekbos met Zwarte els heeft een ruige ondergroei waarin vooral Speenkruid en Grote brandnetel domineren. In de struiklaag groeit Gewone vlier en langs de rand van het bosje is ook Wilgenstruweel aanwezig. In het beekdal ten noorden hiervan ligt een weidebron in een ondiepe greppel met Groot bronkruid in een vochtig beekdalgrasland.

In het natuurontwikkelingsgebied Oude Luttkhuis is ter plaatse van het slenkachtige beekloopje een circa 10 meter brede strook met voedselrijke vegetatie aanwezig, met hierin veel Pitrus en productieve grassen. In combinatie hiermee is op een aantal plekken in de slenk ook Groot bronkruid aanwezig. Aan weerszijden van de voedselrijke strook liggen schralere zones, met hierin vooral veel Veldrus (zie foto 1). Ook Blauwe knoop groeit in deze zone en op een enkele plek is Bosbies waargenomen. In de diep afgegraven zone ten westen van de Roezebergweg is een vergelijkbare ontwikkeling gaande, met een productieve vegetatie in het laagste deel van de slenk en Veldrus op de flauwe noordflank van de slenk.

Daar waar de Roezebeek het bos instroomt (dus ter hoogte van peilbuis B8) is een slecht ontwikkeld Elzenbroekbos aanwezig. Het noordoostelijk deel betreft de rompgemeenschap van Brede stekelvaren. Als relict uit een beter verleden groeit op één plek langs de beekloop Zwarte bes. Verder naar het zuidwesten is de rompgemeenschap van Grote brandnetel aanwezig (zie foto 2). Behalve Grote brandnetel is hier ook Speenkruid aspectbepalend en zijn ook ruigesoorten als Kleefkruid en Zevenblad aanwezig. In de struiklaag groeit ook Gewone vlier. Het bos is op de habitattypenkaart aangegeven als H91E0C Vochtige alluviale bossen (zie figuur 2.8).

Zuidelijke zijdal

De bronslenk van de zuidtak van het dalsysteem (ofwel de Vasserheidebron) is grotendeels begroeid met broekbos. In de bronslenk zelf bestaat de boomlaag met name uit Zwarte els. Er groeien niet alleen oude maar ook jonge elzen. Op de flanken van de slenk en op de grondhopen / walletjes in de slenk groeit voornamelijk Zachte berk. Het meest bovenstreams gelegen deel van de zijtak is begroeid met Wilgenbroekstruweel. In de bronslenk is IJle zegge massaal aanwezig (zie foto op voorpagina van het rapport). Ook Zompzegge, Zwarte zegge, Sterzegge, Holpijp, Egelboterbloem, Veldrus, Moerasstruisgras, Moerasviooltje, Wateraardbei en Waternavel komen in de bronslenk voor. Dit bostype is te duiden als een Elzenbroekbos subassociatie met Zompzegge. Langs de westflank van de slenk komen langdurig natte plekken met veenmosbegroeiingen voor en hier zijn ook Snavelzegge, Kale jonker, Stippelvaren, Dubbelloof, Duizendknoopfonteinkruid en Veldrus aangetroffen. Het (berken)bos op de oostflank van de zuidelijke zijtak heeft een ruige ondergroei met lager op de helling een zone met veel Grote brandnetel. Op sommige plekken dringt de zone met Grote brandnetel door tot in de bronslenk. In het benedenstroomse deel van de bronslenk is een zone met Mannagras aanwezig: ook dit is een soort die duidt op eutrofe omstandigheden. De oorzaak hiervan hiervan volgt uit de resultaten van het veldonderzoek.

De bronslenk is op de habitattypenkaart aangegeven als habitatype H91D0 Hoogveenbossen, maar betreft feitelijk Elzenbroekbos (Fieldlab, 2016) en kan daarom beter gerekend worden tot het habitatype H91E0C Vochtige alluviale bossen.

Op de westflank van de zuidtak van het dalsysteem is vochtige heide aanwezig. Een deel hiervan is begrensd als habitatype H4010 Vochtige heiden. In het heidegebied zijn naast Dopheide ook Beenbreek, Veenbies, Kleine zonnedauw, Kleine veenbes, Klokjesgentiaan, Ronde zonnedauw, Witte en Bruine snavelbies, Moeraswolfsklauw en Wrattig veenmos waargenomen. Het vochtige heidegebied is echter sterk aan het vergrassen met Pijpenstrootje (zie foto 3), dus mogelijk zijn sommige van deze veelal kritische soorten inmiddels al niet meer aanwezig.



Foto 1 Veldruszone nabij peilbuis B7 in het bovenstroomse deel van Roezebeek. Op De achtergrond het Elzenbroekbosje (met B6) waar de Roezebeek ontspringt (datum foto: 24-4-2019).



Foto 2 Met Grote brandnetel verruigd Elzenbroekbos ten westen van peilbuis B28F1588 (datum foto: 24-4-2019).



Foto 3 Met Pijpenstrootje vergraste heide met peilbuis B28F1487 (datum foto: 24-4-2019).



Foto 4 Vogelkers-Essenbos in beekdalgedeelte met peilbuis B16 met o.a. Grote muur Hondsdraf en Robertskruid in de kruidlaag (datum foto: 24-4-2019).

Noordelijke zijdal

Op de habitattypenkaart is in het benedenstroomse deel van het noordelijke zijdal een strook aangegeven als zoekgebied Vochtige alluviale bossen. Deze aanduiding klopt echter niet aangezien hier Berken-zomereikenbos aanwezig is (Fieldlab, 2016).

Het grasland ten oosten hiervan (dit is het grasland van de provincie met peilbuis B13) is vochtig, maar is vanwege het voormalige landbouwkundige gebruik voedselrijk. Zodoende is hier veel Pitrus aanwezig. Bij het oriënterende veldbezoek met de projectgroep (op 18-5-2018) is hier ook één exemplaar van een orchidee aangetroffen, waarschijnlijk Rietorchis. Op het talud van de greppel op de zuidgrens van het perceel groeit Dubbelloof.

Uit een vegetatiekaart van Van der Voo uit 1965 volgt dat destijds in de noordtak Parnassia en Beenbreek aanwezig waren (Landschap Overijssel, 2006).

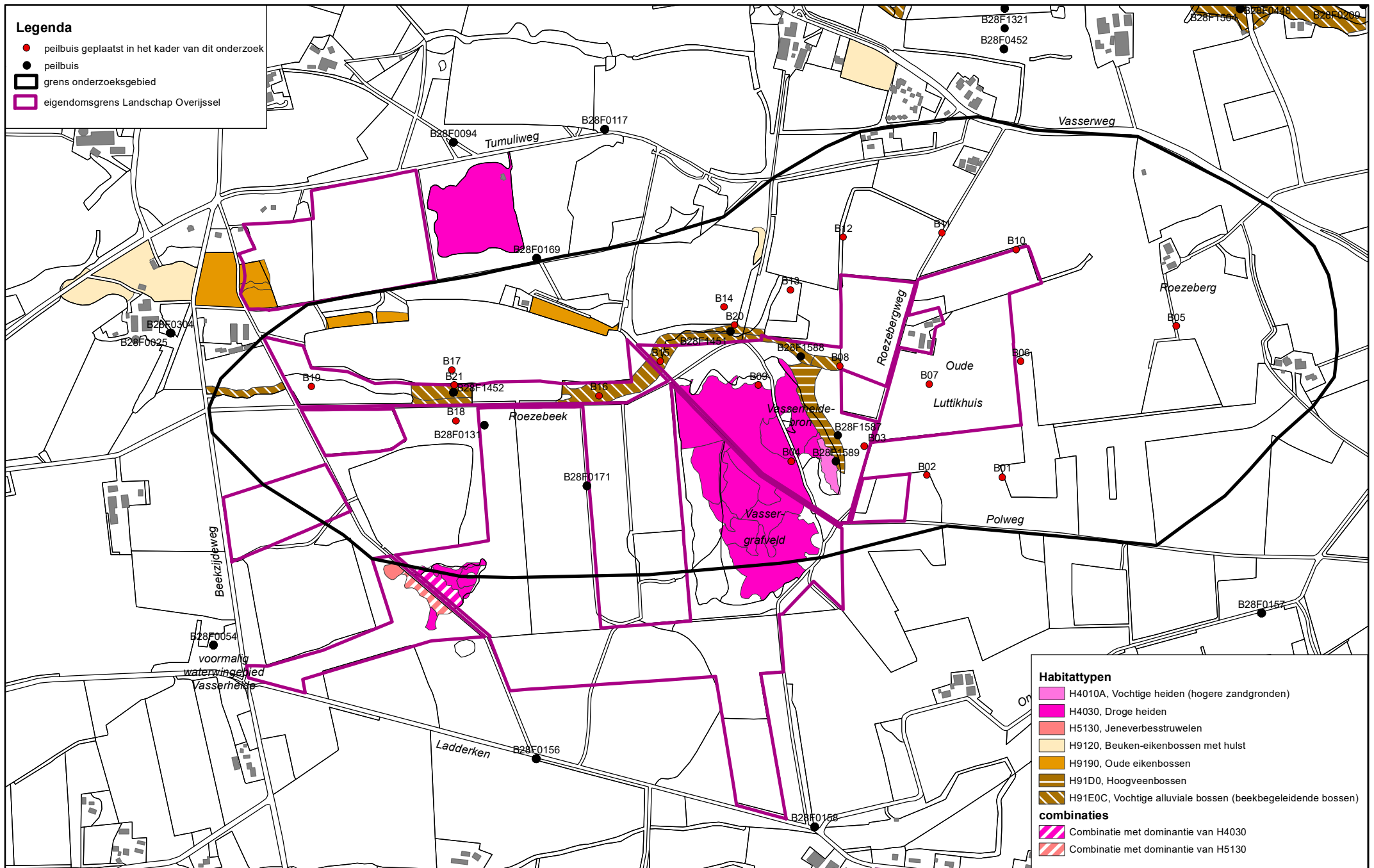
Benedenstroomse deel van het hoofddal

De bosgebieden in het benedenstroomse deel van het beekdal zijn op de habitattypenkaart allen aangegeven als H91E0C Vochtige alluviale bossen.

Het gedeelte ter plaatse van peilbuis B28F1451 betreft een slecht ontwikkeld Elzenbroekbos, namelijk de rompgemeenschap met Grote brandnetel. Het bos van dit particuliere perceel is enige jaren geleden gekapt. In de huidige situatie bestaat het bos hier uit een begroeiing van opnieuw uitgelopen Zwarte elzen met een ruige ondergroei van hoofdzakelijk Grote brandnetel, en daarnaast soorten als Speenkruid, Framboos en Kleefkruid.

Het gedeelte met peilbuizen B15 en B16 kan het kan het best getypeerd worden als een magere variant van het Vogelkers-Essenbos (Horsthuis, 2016). Verspreid over het bosgebied en wat verder van de beek verwijderd zijn op beter ontwikkelde plekken Robertskruid, Gewoon nagelkruid, Speenkruid, Bosandoorn, Gewone engelwortel, Ruwe smele, Pinksterbloem en Grote muur in de kruidlaag aanwezig (zie foto 4). Ook Kamperfoelie groeit hier. Op de beekoevers en in de zones hier direct naast is echter ook hier meestal een ruige vegetatie met voornamelijk Grote brandnetel aanwezig. In het beekdalgedeelte met peilbuis B15 is de Grote brandnetelzone over de complete breedte van het beekdal aanwezig. De boomlaag wordt gedomineerd door Zwarte els.

Ter plaatse van peilbuis B28F1452 is ten noorden van de beek Beuken-Eikenbos met Adelaarsvaren aanwezig en ten zuiden van de beek Berken-Zomereikenbos. Ook het bos met Bo28 betreft Berken-Zomereikenbos. Het betreft hierbij dus in feite geen beekbegeleidende bossen. Alleen smalle stroken direct langs de beek kunnen hier worden opgevat als Vogelkers-Essenbos (Fieldlab, 2016). Ook in deze stroken groeit veel Grote brandnetel. In combinatie hiermee zijn soorten als Hondsdraf, Speenkruid en Grote muur aanwezig en op één plek groeit Zwarte bes.



3 Analyse grondwaterstands- en stijghoogteverloop

3.1 Inleiding

In het kader van de bureaustudie heeft op basis van reeds beschikbare meetreeksen analyse van het grondwaterstands- en stijghoogteverloop plaatsgevonden. Het betreft hierbij:

- De meetreeksen van een aantal peilbuizen van het meetnet van Vitens in de Vasserheide en omgeving. De reeksen van deze peilbuizen geven een beeld van het grondwaterstands- en stijghoogteverloop in de grondmorenezone ten westen van de stuwwal en aan de hand van de reeksen is op indicatieve wijze afgeleid wat het effect van de stopzetting van de waterwinning Vasserheide is geweest.
- De meetreeksen van twee peilbuizen van de provincie Overijssel in het hoofddal van de Roezebeek: B28F1451 en B28F1452. Ook deze twee peilbuizen bevinden zich in de grondmorenezone, maar dan in het beekdal.
- Een peilbuis in het ondiepe systeem op de stuwwal in het bovenloopgebied van de Onzoelbeek, direct ten zuiden van het bovenloopgebied van de Roezebeek: B28F0157. Omdat bij aanvang van het project in het bovenloopgebied van de Roezebeek zelf nog geen peilbuis aanwezig was, is de reeks van deze peilbuis gebruikt voor een eerste analyse. Deze eerste analyse moet hooguit als oriënterend worden gezien. Het functioneren van het lokale systeem van de Roezebeek wordt immers middels het grondwatersysteemonderzoek in kaart gebracht.

Peilbuizen B28F1451 en B28F1452 van de provincie Overijssel zijn opgenomen in het PAS-meetnet. Ze zijn geplaatst in 2012 en zijn voorzien van dataloggers. Eind 2018 is het PAS-meetnet met drie peilbuizen uitgebreid. Ook deze peilbuizen zijn voorzien van dataloggers. De meetreeksen hiervan zijn nog te kort voor analyse van het grondwaterstandsverloop. De boorgegevens en eerste meetgegevens van de peilbuizen zijn wel gebruikt voor het grondwatersysteemonderzoek (zie hoofdstuk 4).

Om tot een zinnige analyse te komen zijn zowel de reeksen als de technische gegevens gecontroleerd en gecorrigeerd op fouten. Er is een afzonderlijke notitie opgesteld met een overzicht van de geconstateerde fouten en de doorgevoerde correcties ten behoeve van deze analyse. Het is raadzaam om de correcties ook in de hydrologische databank DINO door te laten voeren.

De analyse en interpretatie geschiedt in de eerste plaats op basis van de grafieken van het grondwaterstandsverloop van de (gecorrigeerde) reeksen. In de tweede plaats zijn voor de gecorrigeerde reeksen tijdreeksanalyses uitgevoerd met het programma Menyanthes. Hierbij is inzichtelijk gemaakt in hoeverre de reeksen verklaarbaar zijn op grond van het verloop van neerslag en verdamping, of dat er (binnen het bereik van de meetreeksen) sprake is van een verandering van de grondwaterstand die hier los van staat. Een uitleg over het programma Menyanthes is opgenomen in bijlage 1. De resultaten van de tijdreeksanalyse zijn in tabel 3.1 opgenomen.

Ook zijn met dit programma per meetpunt de actuele GHG-, GVG- en GLG-waarden bepaald. De resultaten hiervan zijn opgenomen in tabel 3.2.

De resultaten voor de peilbuizen van Vitens worden toegelicht in paragraaf 3.2. De resultaten van de peilbuis in het bovenloopgebied van de Onzoelbeek wordt behandeld in paragraaf 3.3. In paragraaf 3.4 volgen de resultaten van de peilbuizen van de provincie Overijssel in het beekdal van de Roezebeek. In paragraaf 3.5 wordt het totaalbeeld beschreven dat volgt uit de analyse van het grondwaterstandsverloop.

Tabel 3.1 Resultaten tijdreeksanalyse met Menyanthes

LINEAIRE MODELLEN													
Meetlocatie	EVP	MAE	RMSE	RMSI	DrainageBase	PrecM0	PrecM0Std	PrecMu	PrecMuStd	EvapFctr	EvapFctrStd		
NITG-code	[%]	[m]	[m]	[m]	[m+ref]	[days]	[days]	[days]	[days]	[-]	[-]		
B28F0054_1	17.3	0.27	0.34	0.13	30.76	566	230	177	64	0.87	0.27		
B28F0054_2	82.5	0.22	0.27	0.09	28.84	1905	228	339	35	1.28	0.14		
B28F0054_3	72.1	0.27	0.36	0.12	-116.62	236263	1949378	121335	1061429	1.03	0.21		
B28F0054_4	77.1	0.36	0.45	0.21	8.73	31743	57335	11419	23751	1.07	0.33		
B28F0054_5	77.2	0.36	0.45	0.21	10.61	26600	36094	9072	14517	1.05	0.33		
B28F0131_1	87.1	0.22	0.26	0.08	25.02	2969	675	667	126	0.85	0.14		
B28F0131_2	88.3	0.21	0.25	0.08	24.73	3033	602	655	111	0.80	0.13		
B28F0157_1	86.0	0.12	0.15	0.12	52.57	633	68	202	43	1.06	0.10		
B28F0157_2	81.0	0.12	0.16	0.10	52.72	552	60	175	32	1.13	0.09		
B28F0169_1	-1.6	0.31	0.36	0.21	30.45	75	93	40	60	0.87	1.15		
B28F0169_2	77.6	0.20	0.25	0.06	25.97	2486	425	581	86	0.89	0.10		
B28F0169_3	91.3	0.17	0.21	0.08	24.94	3089	405	632	77	0.81	0.12		
B28F0171_2	74.9	0.21	0.26	0.07	25.04	2569	429	563	80	0.73	0.12		
B28F1451_1	63.7	0.15	0.19	0.14	41.57	133	40	44	20	2.10	0.54		
B28F1451_2	68.9	0.15	0.18	0.07	38.13	580	153	140	23	0.54	0.15		
B28F1452_1	70.7	0.12	0.16	0.13	36.04	249	112	190	204	3.09	0.88		
B28F1452_2	-0.4	0.08	0.14	0.03	29.06	921	8373	6398	62638	0.03	1.19		

LINEAIRE MODELLEN MET STAPTREND OP 29 SEPTEMBER 1997													
Meetlocatie	EVP	MAE	RMSE	RMSI	DrainageBase	PrecM0	PrecM0Std	PrecMu	PrecMuStd	EvapFctr	EvapFctrStd	STAP	STAP Std
NITG-code	[%]	[m]	[m]	[m]	[m+ref]	[days]	[days]	[days]	[days]	[-]	[-]	[cm]	[cm]
B28F0054_1	83.7	0.12	0.15	0.12	31.15	538	67	216	40	1.14	0.21	-61	5
B28F0054_2	85.3	0.20	0.25	0.09	29.00	1881	198	338	32	1.29	0.14	-18	8
B28F0054_3	93.0	0.14	0.18	0.12	23.38	2042	177	565	60	0.63	0.09	132	4
B28F0054_4	95.9	0.12	0.19	0.18	22.79	2396	173	592	48	0.61	0.08	131	4
B28F0054_5	95.7	0.12	0.20	0.19	22.83	2356	173	583	48	0.60	0.08	132	4
B28F0131_1	96.2	0.11	0.14	0.08	24.49	2737	204	542	38	0.71	0.09	34	4
B28F0131_2	96.1	0.11	0.14	0.08	24.43	2728	201	537	37	0.70	0.09	33	5
B28F0157_1	86.3	0.12	0.15	0.12	52.57	618	67	197	41	1.07	0.10	4	3
B28F0157_2	82.2	0.12	0.15	0.10	52.68	548	55	177	31	1.16	0.09	9	3
B28F0169_2	82.8	0.18	0.22	0.06	25.83	2468	353	566	71	0.87	0.10	11	6
B28F0169_3	96.4	0.10	0.13	0.08	24.79	2757	163	540	31	0.73	0.08	27	4
B28F0171_2	85.3	0.16	0.20	0.07	24.74	2523	244	525	46	0.69	0.10	28	6

NIET-LINEAIRE MODELLEN															
Meetlocatie	EVP	MAE	RMSE	RMSI	DrainageBase	PrecM0	PrecM0Std	PrecMu	PrecMuStd	PrecM02	PrecM02Std	PrecMu2	PrecMu2Std	EvapFctr	EvapFctrStd
NITG-code	[%]	[m]	[m]	[m]	[m+ref]	[days]	[days]	[days]	[days]	[days]	[days]	[days]	[days]	[-]	[-]
B28F1451_1	88.6	0.07	0.10	0.10	43.76	1401	482	111	35	34	18	43	5	1.55	0.16
B28F1452_1	77.9	0.09	0.14	0.12	36.04	944	380	166	53	78	62	61	19	1.59	0.14

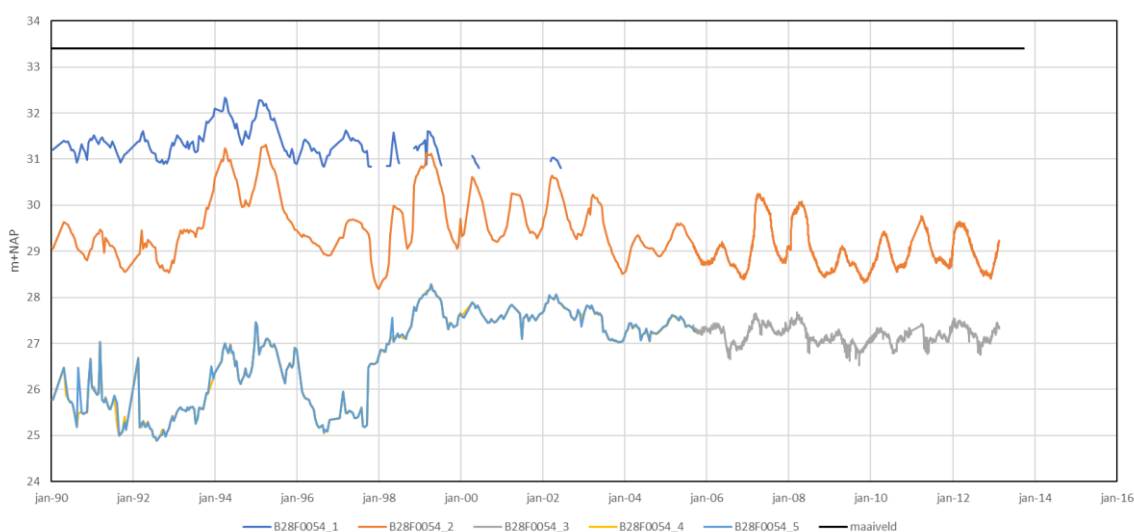
Tabel 3.2 GXG-waarden vanaf 1998

NITGCode	Filter	meetperiode		GHG	GVG	GLG	maaiveld	GHG	GVG	GLG	GT
				[m+NAP]	[m+NAP]	[m+NAP]	[m+NAP]	[m-mv]	[m-mv]	[m-mv]	
B28F0054	2	1998-2012		29,87	29,69	28,65	33,40	3,53	3,71	4,75	VIII
B28F0054	3	1998-2012		27,59	27,52	27,06	33,40	5,81	5,88	6,34	VIII
B28F0054	4	1998-2012		27,83	27,66	27,17	33,40	5,57	5,74	6,23	VIII
B28F0054	5	1998-2012		27,83	27,67	27,17	33,40	5,57	5,73	6,23	VIII
B28F0131	1	1998-2004		28,61	28,57	28,08	37,90	9,29	9,33	9,82	VIII
B28F0131	2	1998-2004		28,61	28,56	28,07	37,90	9,29	9,34	9,83	VIII
B28F0157	1	1998-2004		53,54	53,36	52,62	54,05	0,51	0,69	1,43	VI
B28F0157	2	1998-2012		53,47	53,33	52,58	54,05	0,58	0,72	1,47	VI
B28F0169	2	1998-2005 & 2008-2012		28,39	28,37	27,98	42,08	13,69	13,71	14,10	VIII
B28F0169	3	1998-2004		28,89	28,83	28,28	42,08	13,19	13,25	13,80	VIII
B28F0171	2	1998-2012		28,15	28,11	27,76	39,92	11,77	11,81	12,16	VIII
B28F1451	1	2013 & 2015-2017		41,67	41,56	40,77	41,77	0,10	0,21	>1,00	III
B28F1451	2	2013 & 2015-2017		39,18	39,07	38,50	41,77	2,59	2,70	3,27	VIII
B28F1452	1	2013 & 2015-2017		35,76	35,64	droog	36,11	0,35	0,47	droog	

3.2 Peilbuizen van Vitens in de Vasserheide

Peilbuis B28F0054

Peilbuis B28F0054 staat in het voormalige waterwingebied Vasserheide. De peilbuis heeft 5 filters. De bodemopbouw is als volgt: tot 17 m -mv matig fijn tot zeer grof zand, hieronder een laag van 6 meter die bestaat uit een afwisseling van klei- en zandlagen en hieronder tot aan de hydrologische basis (die zich op 64 m -mv bevindt) een laag van circa 41 meter grof zand en grind. Filter 1 bevindt zich op circa 2,5 m -mv, filter 2 op circa 10 m -mv, filter 3 op circa 30 m -mv, filter 4 op circa 40 m -mv en filter 5 op circa 61 m -mv. De stijghoogtes in filters 3, 4 en 5 zijn nagenoeg gelijk aan elkaar. Filters 1 en 2 staan in zandige afzettingen van de grondmorene (Formatie van Drenthe), boven de laag met keileem. Filters 3, 4, 5 staan in de zanden van Peize en Oosterhout, onder de keileem (= diepe watervoerende pakket).



Figuur 3.1 Grondwaterstands- en stijghoogteverloop peilbuis B28F0054

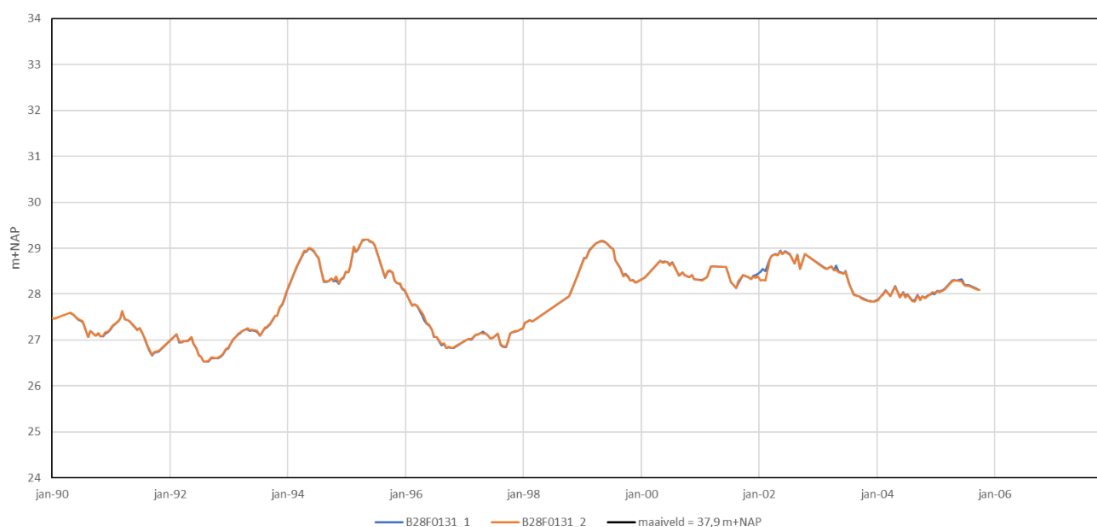
In de grafiek is te zien dat op het moment van de beëindiging van de waterwinning Vasserheide (eind september 1997) de stijghoogte van het diepe grondwater (filters 3, 4 en 5) stijgt. De tijdreeksmodellen van filters 3, 4 en 5 met alleen de neerslag en verdamping als verklarende factoren levert geen goede modellen: de EVP's zijn weliswaar redelijk (> 70%) maar de berekende parameters zijn onrealistisch en de standaard afwijkingen zijn extreem hoog. Bij het toevoegen van een staprend op het moment van sluiting van de winning 1997 hebben de modellen betere berekende parameters en de standaard afwijkingen zijn dan niet meer extreem. De berekende verhoging in filters 3, 4 en 5 bedraagt 132 cm +/- 4cm. Dit wijst erop dat door het stopzetten van de winning de stijghoogte van het diepe grondwater hier met circa 1,3 m is gestegen.

Op basis van de grafiek lijkt de verhoging van de stijghoogte van het diepe grondwater niet door te werken in de ondiepe stijghoogten van filters 1 en 2. Filter 1 is vanwege veelvuldige droogval vanaf eind jaren negentig niet geschikt voor een analyse met staprend. Het verloop van filter 2 wordt met alleen de neerslag en de verdamping als verklarende factoren al goed verklaard (EVP van 83%). Het toevoegen van een stap levert geen wezenlijk verbetering van de EVP op (85%) en daarbij wordt een stap van -18 cm +/- 9 cm berekend. Deze resultaten wijzen erop dat de verhoging van de stijghoogte van het diepe grondwater als gevolg van de beëindiging van de winning hier niet doorwerken in de ondiepe stijghoogte.

B28F0131

Peilbuis B28F0131 is na september 2005 niet meer opgenomen maar is wel opgenomen in de analyse, omdat deze peilbuis vlakbij de Roezbeek stond en ook is weergegeven in de dwarsdoorsnede van figuur 2.4. De bodemopbouw is hier bekend tot 68 m -mv. Dit is tot nabij de hydrologische basis (zie dwarsprofiel 2.4). Tot op een diepte van 3 m -mv is matig grof tot uiterst grof zand aanwezig. Hieronder is een laag van 19,5 meter aanwezig die hoofdzakelijk bestaat uit leem (grondmorene van de Formatie van Drente grondmorene). Hieronder is tot op de einddiepte van de boring uitsluitend zand aanwezig, veelal matig fijn tot uiterst grof zand. Volgens de interpretatie van HaskoningDHV betreft het bovenste deel hiervan (en waarin filter 1 zich bevindt) gestuwde zanden en betreft het onderste deel (waarin filter 2 zich bevindt) zanden van de Formatie van Oosterhout.

Uit zowel de beschrijving van de bodemopbouw als vergelijking van het verloop van de stijghoogte volgt dat er geen weerstand aanwezig is tussen de beide filters, want de stijghoogtes van beide filters zijn gelijk. Dat betekent dat de gestuwde afzettingen hier deel uitmaken van het diepe watervoerende pakket. De stijghoogte fluctueert doorgaans tussen de 27 en 29 mNAP, dit is 13 tot 11 m -mv.

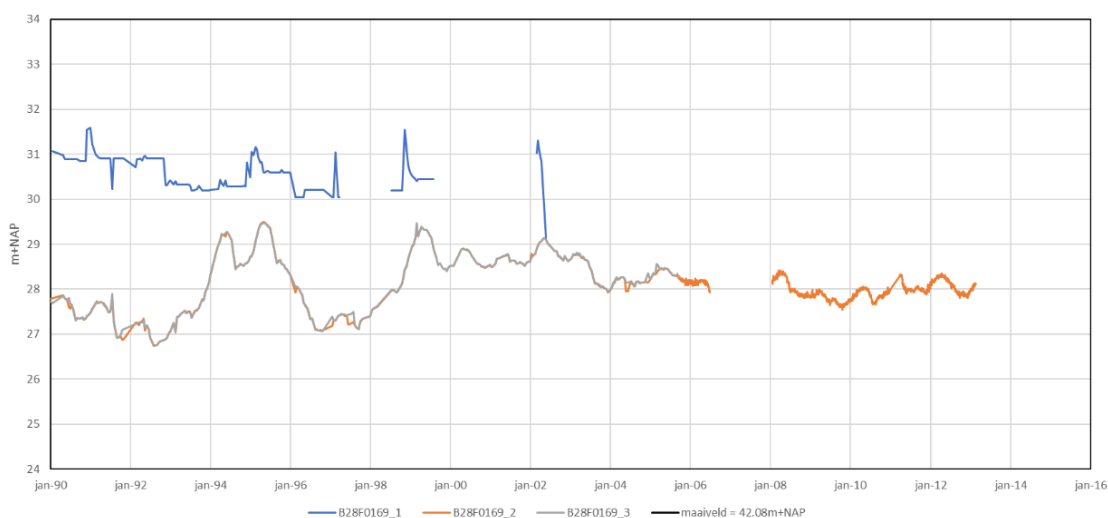


Figuur 3.2 Stijghoogteverloop peilbuis B28F0131

Het tijdreeksmodel van filter 1 met uitsluitend de neerslag en verdamping als verklarende factoren levert een EVP van 87%. Toevoeging van een staptrend op het moment van stopzetting van de waterwinning Vasserheide levert een EVP van 96% en een berekend stap van 34 cm +/- 4 cm. Dit wijst erop dat de stopzetting van de winning hier heeft geleid tot een verhoging van de stijghoogte van ruim 3 dm.

B28F0169

Peilbuis B28F0169 staat in het bosgebied ten noorden van de Roezebeek. De bodemopbouw hier is bekend tot 69 m onder maaiveld. Dit is tot nabij de hydrologische basis. Vanaf maaiveld bestaat de bodem tot een diepte van 15 meter uit matig grof tot zeer grof zand. Tussen 15 en 21 m -mv komen 2 leemlagen voor, met een zandlaag van 2,5 m tussen beide leemlagen in. Ook op 30 tot 31 m -mv ligt nog een leemlaag. De peilbuis heeft 3 filters. De onderkant van filter 1 zit op circa 14 m -mv, boven de ondiepe leemlaag. De onderkant van filter 2 zit op circa 28 m -mv, dus boven de diepere leemlaag. De onderkant van filter 3 zit op circa 52 m -mv, dus onder de diepere leemlaag. Er is een lange reeks aanwezig vanaf 1977. In de onderstaande grafiek zijn de standen vanaf 1990 weergegeven.



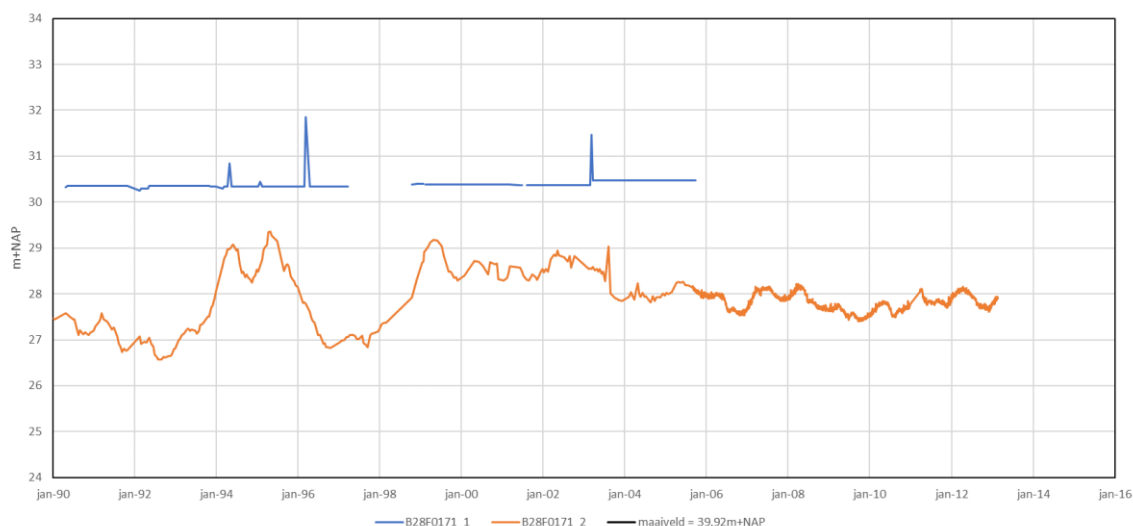
Figuur 3.3 Grondwaterstands- en stijghoogteverloop peilbuis B28F0169

Filter 1 stond vaak droog en is vanaf 2005 niet meer opgenomen. Dit wijst erop dat de weerstand van de leemlagen hier niet heel hoog is en er hier (in natte perioden) dus hooguit wat hangwater boven de leem aanwezig is. De stijghoogtes van filter 2 en filter 3 zijn min of meer gelijk aan elkaar. Dus de diepere leemlaag die tussen filters 2 en 3 aanwezig is heeft praktisch geen weerstand. En in de ondergrond is dus ook hier één aaneengesloten en dik watervoerend pakket aanwezig, ongeacht of dit gestuwde zanden dan wel oudere zandafzettingen zijn.

De stijghoogten bevinden zich hier op meer dan 13 m -mv. Er is dus een dikke onverzadigde zone aanwezig, waardoor het grondwaterstandsverloop traag reageert op veranderingen in de grondwateraanvulling. Dit soort systemen zijn lastig om te modelleren met Menyanthes. Tijdreeksmodellen met alleen neerslag en verdamping als verklarende factoren hebben al hoge EVP's (lange reeks van filter 2: EVP van 78% en korte reeks van filter 3: EVP van 91%). Het verschil in de EVP van filter 2 en filter 3 kan veroorzaakt worden door het verschil in lengte van de reeks in combinatie met onnauwkeurigheden / onzekerheden in modellering vooral in verband met dikke onverzadigde zone. Bij het toevoegen van een staptrend op het moment van sluiting van de drinkwaterwinning Vasserheide nemen de EVP's toe (naar 83% voor filter 2 en 96% voor filter 3). De berekende stap bedraagt voor filter 2 11cm +/- 6cm en bedraagt voor filter 3 27cm +/- 4cm. Dit wijst erop dat als gevolg van de beëindiging van de winning hier een verhoging van de stijghoogte is opgetreden van 1 à 2,5 dm.

B28F0171

Peilbuis B28F0171 staat in het bosgebied ten zuiden van de Roezebeek. De bodemopbouw is bekend tot 29 m onder maaiveld. Vanaf maaiveld is de bodemopbouw als volgt: eerst 10 m zand, dan 3 m leem, 3 m zand en 4 m leem, gevolgd door 9 m zand. Er zijn 2 filters. De onderkant van de eerste filter bevindt zich op circa 10 m onder maaiveld dus boven de eerste leemlaag. De onderkant van de tweede filter bevindt zich op circa 28 meter onder maaiveld, dus onder beide leemlagen. Er is een lange reeks aanwezig vanaf 1977. In de onderstaande grafiek zijn de standen vanaf 1990 weergegeven.



Figuur 3.4 Stijghoogteverloop peilbuis B28F0171

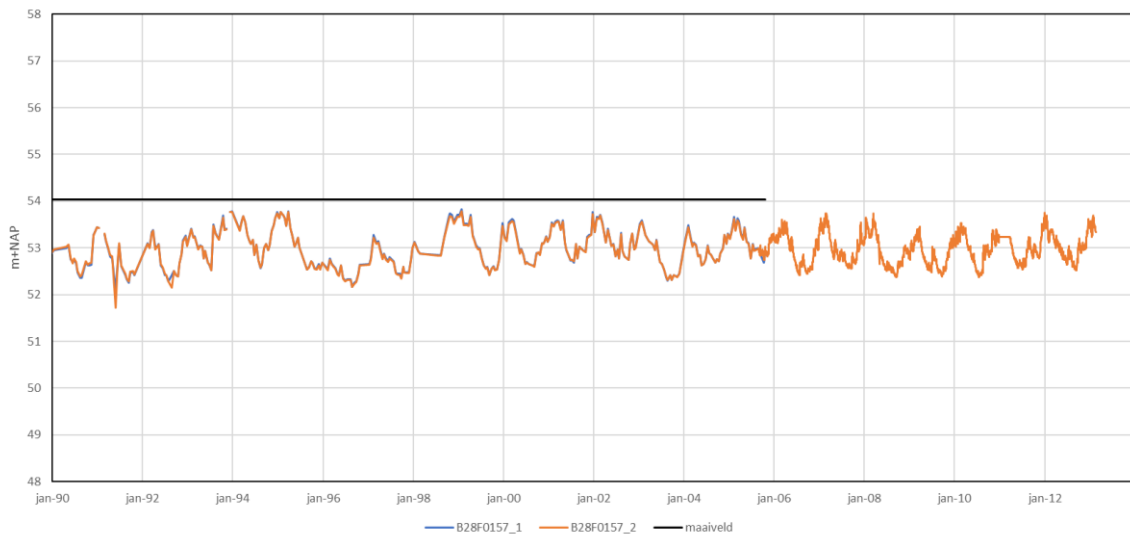
Het eerste filter staat bijna altijd droog. In neerslagrijke perioden is er hooguit wat hangwater boven de leemlaag aanwezig. Het tweede filter bevindt zich in het watervoerende pakket. Zelfs in natte winterperioden ligt de grondwaterstand dieper 11 m beneden maaiveld.

Het tijdreeksmodel van filter 2 met uitsluitend neerslag en verdamping als verklarende factoren levert een EVP van 75%. Toevoeging van een staptrend op het moment van sluiting van de waterwinning Vasserheide levert een EVP van 85% en een berekende stap van 28 cm +/- 6 cm. Dit wijst erop dat de stopzetting van de winning hier een verhoging van de stijghoogte van een kleine 3 dm heeft opgeleverd.

3.3 Peilbuis in het bovenloopgebied van de Onzoelbeek

In het ondiepe systeem van de Roezebeek op de stuwwal (ofwel de Roezeberg) was bij aanvang van het project nog geen peilbuis aanwezig. Ten zuiden van het projectgebied, in het systeem van de Onzoelbeek, stond al wel een peilbuis: B28F0157. Ter oriëntatie is in het kader van de bureaustudie het verloop van de grondwaterstand van dit meetpunt geanalyseerd. In het kader van het veldonderzoek zijn inmiddels nieuwe peilbuizen geplaatst in het systeem van de Roezebeek en dus ook op de Roezeberg. De resultaten van de metingen die hier zijn uitgevoerd worden in hoofdstuk 4 behandeld.

Van peilbuis B28F0157 zijn lange reeksen beschikbaar, namelijk vanaf 1974 t/m 2012. In de onderstaande grafiek zijn de grondwaterstanden vanaf 1990 weergegeven. De peilbuis heeft 2 filters. De onderkant van het eerste filter bevindt zich op 4,84 m -mv. Het tweede filter bevindt zich op 15,84 m mv. Tot aan de einddiepte van de boring (20 meter) is hier uitsluitend zand aangetroffen.



Figuur 3.5 Grondwaterstandsverloop peilbuis B28F0157

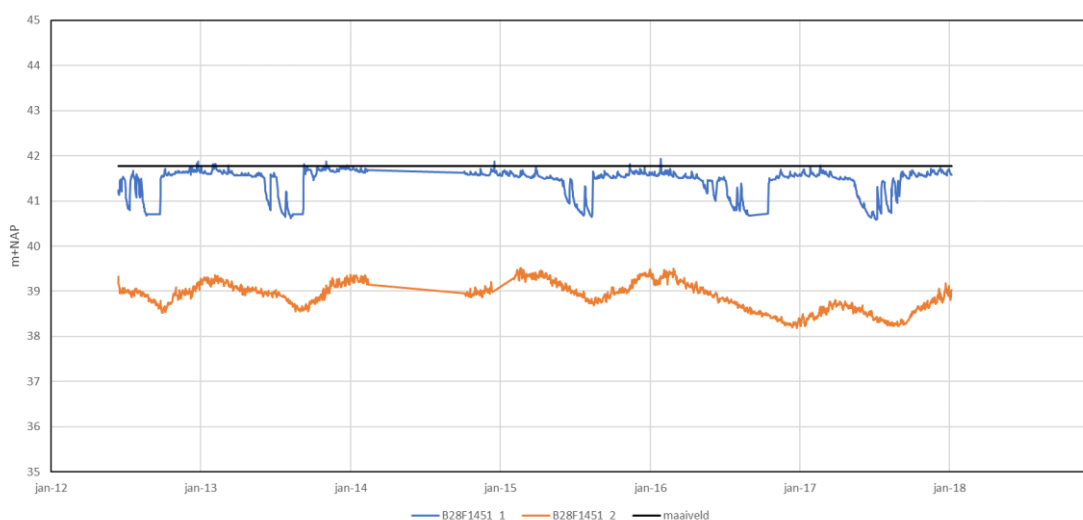
De grondwaterstanden in beide filters zijn bijna gelijk. De opname in de ondiepe filter stopt eerder dan de opname in de tweede filter, namelijk in oktober 2005. De GHG ligt op circa 58 cm -mv, de ligt op GVG 72 cm -mv en de GLG op 147 cm -mv.

Uit de tijdreeksanalyse met Menyanthes volgt dat beide reeksen een goede correlatie hebben met de neerslag en verdamping (EVP's > 80%). Het toevoegen van een staptrend bij het beëindiging van de winning Vasserheide op 29 september 1997 resulteert nauwelijks in een verbetering van de EVP. Dus er lijkt hier geen verhoging opgetreden te zijn als gevolg van de beëindiging van de winning.

3.4 Peilbuizen in het beekdal van de Roezebeek

B28F1451

Peilbuis B28F1451 staat in het dal van de Roezebeek, nabij de beekloop, gelijk benedenstrooms van de plek waar de drie zijtakken samenstromen tot één hoofdloop. In dit deel van het beekdal is Elzenbroekbos (rompgemeenschap met Grote brandnetel) aanwezig. De peilbuis heeft 2 filters. De onderkant van het eerste filter bevindt zich op circa 1 m -mv en de onderkant van het tweede filter bevindt zich op circa 4 m -mv. Tot op een diepte van 50 cm -mv is hier veen aanwezig met hieronder matig fijn tot matig grof zand. Vanaf 2,3 tot 3,5 m -mv is een harde ijzeroerlaag aanwezig. Het eerste filter bevindt zich dus (ruim) boven de ijzeroerlaag en het tweede filter zit hier (net) onder.



Figuur 3.6 Grondwaterstands- en stijghoogteverloop peilbuis B28F1451

De ondiepe grondwaterstand (filter 1) bevindt zich in de winter nabij, maar niet direct aan maaiveld (GHG = 10 cm -mv). In zeer natte winterperioden loopt de waterstand soms tot iets boven maaiveld op: het dal overstroomt dan dus in lichte mate. De GVG ligt op 21 cm -mv. In de zomer zakt de grondwaterstand weg en in droge zomers valt het ondiepe filter (met onderkant filter op 1,0 m -mv) zelfs droog. Voor de reeks van filter 1 is een GLG van 1,0 m -mv afgeleid, maar vanwege droogval van het ondiepe filter in droge zomers ligt de GLG in werkelijkheid nog (iets) verder beneden maaiveld.

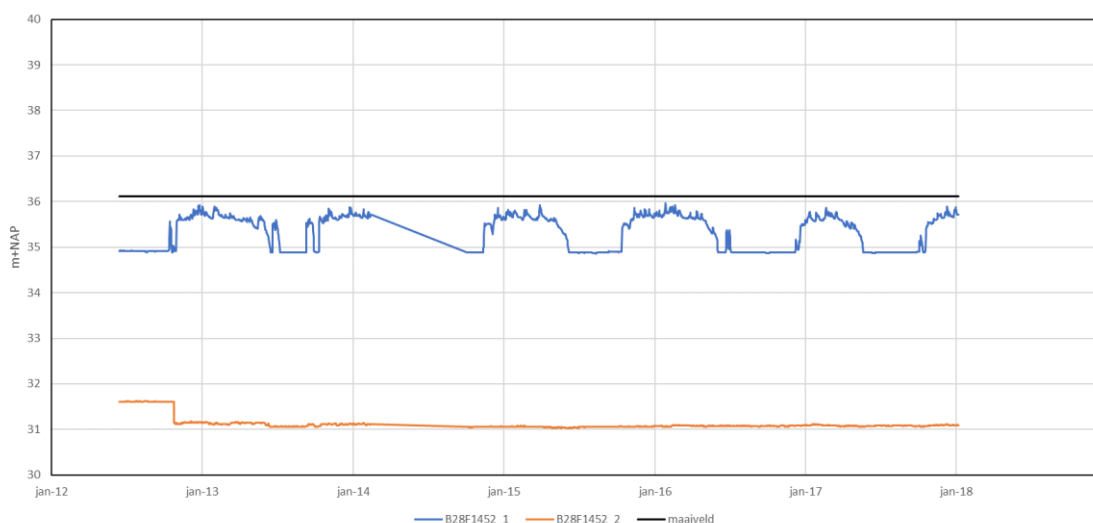
De stijghoogte van filter 2 is 2 à 3 meter lager dan de grondwaterstand van filter 1. Dit betekent in de eerste plaats dat de ijzeroerlaag een weerstandsbiedende laag vormt en in de tweede plaats dat hier permanent sprake is van infiltratie. De stijghoogte van het diepe filter bevindt zich op een veel hoger niveau dan de stijghoogte van het diepe systeem, zoals verder westelijk gemeten ter plaats van peilbuizen B28F0131, B28F0171, B28F0169 (waar de stijghoogte zich rond de 28 mNAP bevindt). Op basis van de resultaten van het grondwatersysteemonderzoek wordt het hier waargenomen grondwaterstands- en stijghoogteverloop verklaard.

Beide reeksen kunnen niet goed gemodelleerd worden met een lineair model en uitsluitend neerslag en verdamping als verklarende factoren. Een niet-lineair model geeft een veel beter correlatie voor de reeks van filter 1 (EVP = 89%). Voor filter 2 kan ook geen goed niet-lineair model worden vervaardigd.

B28F1452

Peilbuis B28F1452 staat verder benedenstrooms in het beekdal, net ten noorden van de beek. In dit deel van het beekdal is aan de noordzijde van de beek Beuken-Eikenbos met Adelaarsvaren aanwezig en ten zuiden van de beek Berken-Zomereikenbos. Alleen een smalle stroken direct langs de beek kunnen hier worden opgevat als Vogelkers-Essenbos (Fieldlab, 2016).

De peilbuis heeft 2 filters. De onderkant van het eerste filter bevindt zich op 1,23 m -mv. De onderkant van het tweede filter bevindt zich op circa 5 m -mv. De bodem bestaat hoofdzakelijk uit zwak lemig, matig fijn tot matig grof zand.



Figuur 3.7 Grondwaterstandsverloop peilbuis B28F1452

De GHG ligt hier op 35 cm -mv en de GVG ligt op 47 cm -mv. Anders dan bij B28F1451 treedt ter plaatse van B28F1452 in de winter nooit overstroming van het beekdal op. Het ondiepe filter valt elk jaar al aan het begin van de zomer (in mei of in juni) droog. Dus in de zomer valt de bodem hier geheel droog. Het diepe filter staat altijd droog. Ook het hier waargenomen grondwaterstandsverloop wordt in hoofdstuk 4 verklaard op basis van de resultaten van het veldonderzoek. Vanwege de droogval van het ondiepe filter in de zomer en het permanent droog staan van het diepe filter is voor deze peilbuis geen goede tijdreeksmodellering mogelijk.

Bij de handmatige opname van de grondwaterstanden in het kader van het veldonderzoek was niet alleen (het diepe) filter 2 maar ook (het ondiepe) filter 1 van B28F1452 telkens droog, dus ook bij de metingen in de winter. Om de werking van het ondiepe filter te controleren is op 28-2-2019 een controleboring uitgevoerd op 3 meter ten westen van de peilbuis. In het boorgat is toen een grondwaterstand van 55 cm -mv gemeten. Het filter van B28F1452-1 bevindt zich op 121 cm -mv. De combinatie van het droog staan van het ondiepe filter en het wel meten van een ondiepe grondwaterstand in het boorgat direct naast de peilbuis wijst er op dat het ondiepe filter niet (meer) goed functioneert.

Voor controle van de bodemopbouw is op 24-4-2019 op 3 meter ten westen van de peilbuis een diepere boring uitgevoerd (dan op 28-2-2019), namelijk tot 250 cm -mv. Daarbij zijn op twee diepten zeer dunne ijzeroerlaagjes aangetroffen: een laagje van 1 cm op een diepte van 1,3 m -mv en een laagje van 1 cm op 2,2 m -mv. Boven de laagjes is in beide gevallen lichtgrijs gekleurd zand aanwezig en hieronder beige gekleurd zand. Dit wijst erop dat deze laagjes stagnerend werken. Deze laagjes ontbreken in de beschikbare boorbeschrijving

van B28F1452, maar zijn dus wel belangrijk voor een goed begrip van het functioneren van het grondwatersysteem (zie hiervoor de resultaten van het grondwatersysteemonderzoek in paragraaf 4.2). Om het weglekken van water via de doorboorde ijzeroerlaagjes te voorkomen is het boorgat op de betreffende diepten afgedicht met bentoniet (zweklei).

Vermoedelijk heeft het niet (meer) goed functioneren van het ondiepe filter te maken met het weglekken van water via het boorgat waarin beide filters van peilbuis B28F1452 zijn geplaatst. Waarschijnlijk is ook destijds bij de plaatsing van de filters wel bentoniet aangebracht voor de afdichting van de doorboorde stagnerende lagen, maar mogelijk zijn hierin in samenhang met de extreem droge zomer van 2018 krimp scheuren ontstaan.

3.5 Totaalbeeld grondwaterstandverloop

Uit de analyse van de meetreeksen van de peilbuizen van Vitens blijkt het volgende:

- In de grondmorenezone ten westen van de stuwwal is vooral het diepe systeem van de slenk van Reutum bepalend. In de Vasserheide ligt de stijghoogte van dit diepe systeem rond de 28m mNAP, ofwel minimaal ruim 10 meter -mv.
- Soms (zoals ter plaatse van B28F0054 en B28F0169) is in deze zone in combinatie hiermee een lokaal (hangwater)systeempje boven de keileem werkzaam.
- Als gevolg van de stopzetting van de waterwinning Vasserheide heeft rond de voormalige winning een verhoging van de stijghoogte van het diepe systeem plaatsgevonden. De aan de hand van de tijdreeksanalyse berekende verhoging bedraagt ter plaatse van de voormalige winning zelf circa 1,3 m en bedraagt ter plaatse van het natuurgebied Vasserheide 1 tot 3 dm.

Uit de analyse van de meetreeks van peilbuis B28F0157 in het bovenloopgebied van de Onzoelbeek blijkt het volgende:

- Er is hier hoog op de stuwwal een ondiep systeem werkzaam, met een grondwaterstand die zich zeer ver (gemiddeld ruim 20 meter) boven het niveau van de stijghoogte van het regionale grondwater in de slenk van Reutum bevindt.
- Er is hier geen (op basis van de tijdreeksanalyse met Menyanthes) aantoonbare verhoging van de grondwaterstand opgetreden als gevolg van de stopzetting van de winning.

Uit de analyse van de meetreeksen van de peilbuizen van de provincie Overijssel in het hoofddal van de Roezebeek blijkt het volgende:

- Hoewel deze peilbuizen in het hoofddal zijn gesitueerd in de grondmorenezone, zijn hier in het winterhalfjaar wel natte omstandigheden aanwezig, met grondwaterstanden die hoog boven het niveau van de stijghoogte van het diepe systeem liggen. Dit duidt erop dat hier wel een lokaal systeem werkzaam is.
- Ter plaatse van B28F1451 zijn de omstandigheden relatief nat ten opzichte van peilbuis B28F1452, die verder benedenstrooms in het beekdal staat.
- Voor een goed ontwikkeld elzenbroekbos zijn echter ook de omstandigheden ter plaatse van B28F1451 te droog: de GHG en GVG liggen te ver beneden maaiveld (respectievelijk 10 en 24 cm) en dat geldt in nog veel sterkere mate voor de GLG (> 1 m).
- Ter plaatse van B28F1451 ligt ook het stijghoogteverloop van het diepe filter op een veel hoger niveau dan het niveau van het diepe systeem. Dit duidt erop dat hier ook een ander lokaal systeem werkzaam is.

De werking van de lokale systemen in het hoofddal en de verklaring van het waargenomen grondwaterstands- en stijghoogteverloop volgen uit de resultaten van het veldonderzoek (zie hoofdstuk 4).

4 Veldonderzoek

4.1 Methode

Het veldonderzoek is opgebouwd uit de volgende hoofdonderdelen:

- Kartering van het oppervlaktewatersysteem.
- Grondwatersysteemonderzoek.
- Hydrochemisch onderzoek.

Kartering van het oppervlaktewatersysteem

Als onderdeel van het veldonderzoek is in de eerste plaats een kartering van het oppervlaktewatersysteem uitgevoerd. De kartering heeft op de volgende momenten plaatsgevonden:

- Op 24-10-2019 is het stelsel (als voorbereiding op het grondwatersysteemonderzoek) al verkend, maar toen stonden vrijwel alle waterlopen nog droog.
- Op 29-1-2019 is het stelsel verder in kaart gebracht en toen was het stelsel vanwege de voorafgaande natte winterperiode wel grotendeels in werking.
- Daarnaast zijn aanvullende waarnemingen gedaan bij de opname van de peilbuizen.

Als basis voor de kartering is het digitale top10-vector waterlopenbestand gebruikt. Aan de hand van de resultaten van de kartering zijn hierin aanpassingen (aanvullingen en correcties) doorgevoerd. Dit aangepaste bestand is gebruikt in de thematische kaarten die in dit rapport zijn opgenomen.

Grondwatersysteemonderzoek

In het kader van het veldonderzoek is in de tweede plaats een grondwatersysteemonderzoek uitgevoerd. Hiertoe zijn:

- In totaal 21 tijdelijke peilbuizen bijgeplaatst en tevens detailboringen en detailmetingen uitgevoerd voor de vervaardiging van 5 ecohydrologische dwarsprofielen van het systeem. In de raaien van de tijdelijk peilbuizen zijn de reeds aanwezige peilbuizen van de provincie Overijssel en nieuwe PAS-peilbuizen zoveel mogelijk geïntegreerd.
- Zijn aanvullend hierop vlakdekkend ruim 30 grondboringen en eenmalige boorgatmetingen uitgevoerd voor de vervaardiging van een isohypsenkaart. In combinatie hiermee is ook kaart gemaakt van de dikte van de watervoerende zandlaag die aan de oppervlakte aanwezig is.

De tijdelijke peilbuizen zijn tot op een diepte van maximaal 5 meter -mv geplaatst. De peilbuizen hebben allen behalve een diep filter op de einddiepte ook een ondiep filter in de toplaag. De tijdelijke peilbuizen zijn allen ingemeten ten opzichte van NAP. In bijlage 2 zijn de boorbeschrijvingen van de tijdelijke peilbuizen opgenomen. De tijdelijke peilbuizen zijn gedurende de periode december 2018 t/m maart 2019 vier maal handmatig opgenomen en zullen ook in de zomer van 2019 nog één of twee keer worden opgenomen. Er zal dus uiteindelijk gemeten worden vanaf de natte wintersituatie tot en met de droge zomersituatie. De grafieken van het grondwaterstandsverloop van de tijdelijke peilbuizen zijn opgenomen in bijlage 3.

In de dwarsprofielen is behalve het verloop van de ondiepe grondwaterstand (zoals gemeten met de ondiepe filters in de toplaag) ook het verloop van de stijghoogte (zoals gemeten met de diepe filters met onderkant filter op 4 à 5 m -mv) weergegeven. De opnames van 28-2-2019 zijn gebruikt voor de weergave van de grondwaterspiegel / het verloop van de stijghoogte in de dwarsprofielen in de wintersituatie. Op basis van de nog uit te voeren opnames in de zomer van 2019 wordt in een later stadium ook het verloop in de zomersituatie aan de dwarsprofielen toegevoegd.

Voor de vervaardiging van de isohypsenkaart zijn op 26-2-2019 in aanvulling op de tijdelijke en permanente peilbuizen op ruim 30 locaties aanvullende boringen uitgevoerd. De boorbeschrijvingen van de aanvullende boringen zijn opgenomen in bijlage 4. De boorgaten zijn op 28-2-2019 ten opzichte van NAP (met GTK-GPS) ingemeten en op hetzelfde moment zijn (gelijktijdig met de opname van de grondwaterstanden in de peilbuizen) de grondwaterstanden in de boorgaten eenmalig gemeten. Ten aanzien van de peilbuismetingen is voor de vervaardiging van de isohypsenkaart alleen gebruik gemaakt van de metingen in de ondiepe filters. Voor de vervaardiging van de kaart zijn op een aantal plekken ook de waterstanden in sloten / beekloopjes gemeten.

De representativiteit van de metingen die zijn gebruikt voor vervaardiging van de isohypsenkaart en de dwarsprofielen is afgeleid aan de hand van de lange reeks van het ondiepe filter van peilbuis B28F1451. Dit is gedaan door de meetwaarden van 28-2-2019 (die zijn gebruikt voor de vervaardiging van de isohypsenkaart en de dwarsprofielen) en 2-7-2019 (die gebruikt zullen worden voor de weergave van de zomergrondwaterstand in de dwarsprofielen) te vergelijken met de GXG-waarden (zie tabel 4.1). Uit de vergelijking volgt dat op 28-2-2019 GVG-omstandigheden aanwezig waren. Dit wijst erop dat ondanks de extreem droge voorafgaande zomer van 2018 het lokale grondwatersysteem wel weer voldoende op druk is gekomen om een voor normale omstandigheden representatief beeld te kunnen geven van het functioneren ervan. **Op 2-7-2019 stond het ondiepe filter droog. In het iets dieper geplaatste ondiepe filter van peilbuis B20 (die op slechts 20 meter afstand van peilbuis B28F1451 staat) was op 2-7-2019 wel water aanwezig en hier is toen een grondwaterstand van 40,51 mNAP gemeten. Rekening houdend met een kleine opbolling van de grondwaterspiegel in de dwarsrichting van het beekdal was het ondiepe filter van peilbuis B1451 op 2-7-2019 net droog gevallen (zie figuur 4.3, dwarsprofiel D-D'). Deze situatie komt bij benadering overeen met de GLG-situatie (voor toelichting GLG-situatie: zie paragraaf 3.4).**

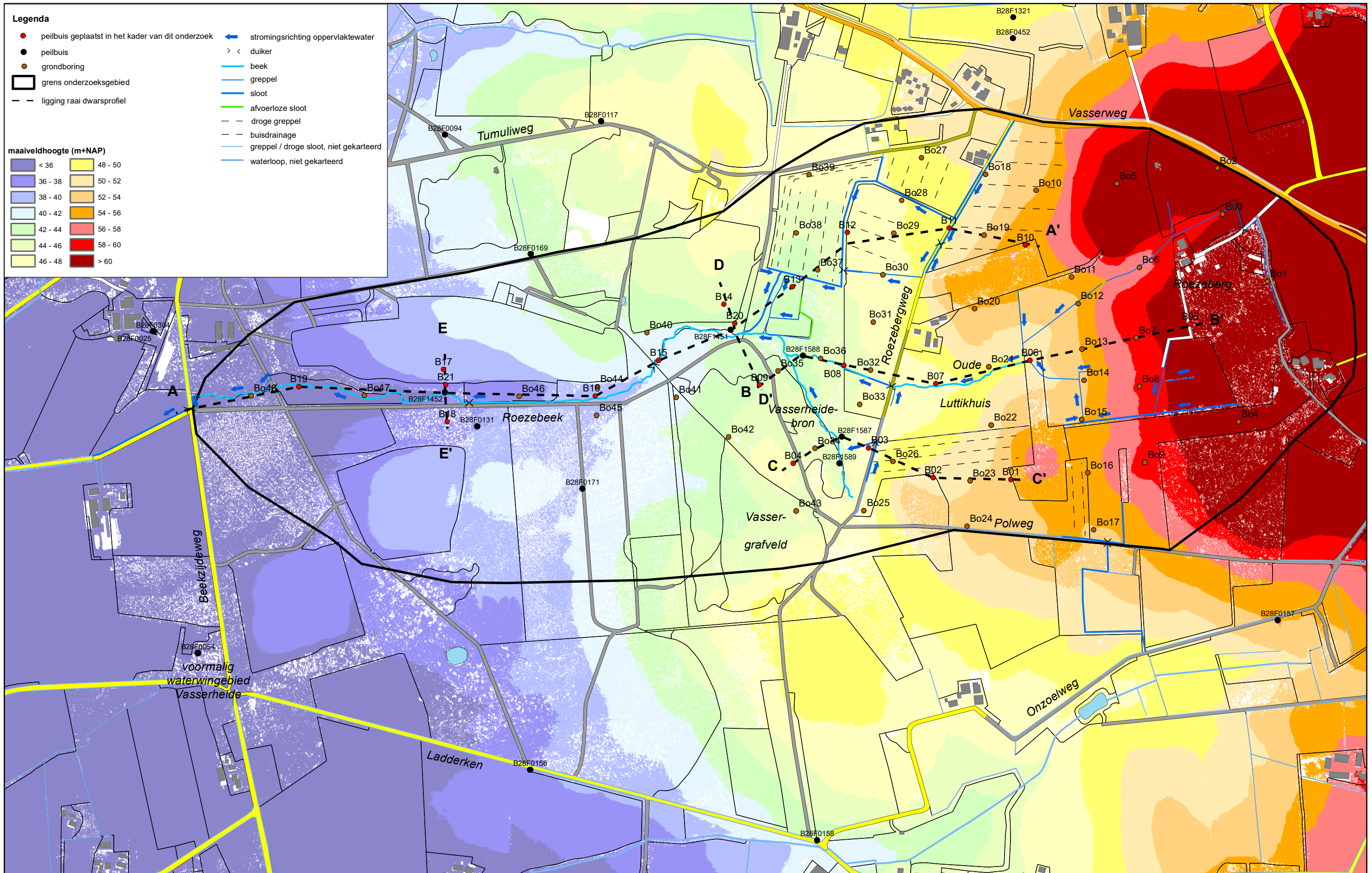
Ook van het ondiepe filter van B28F1452 is een lange reeks beschikbaar, dus ook hiervoor zijn de GXG-waarden bekend. Probleem bij deze peilbuis is echter dat het ondiepe filter niet meer goed functioneert: bij de opname van de tijdelijke peilbuizen zijn ter controle ook telkens de permanente peilbuizen handmatig opgenomen en daarbij bleek dat het ondiepe filter van B28F1452 telkens droog stond, ook in de winter. Op 28-2-2019 is ter controle een ondiep boorgat direct naast de peilbuis vervaardigd (op een afstand van 3 meter hiervandaan), en in dit boorgat is toen een grondwaterstand gemeten van 35,50 mNAP gemeten. Dit is 64 cm beneden het maaiveldsniveau van B28F1452, terwijl de onderzijde van het ondiepe filter zich op 123 cm -mv bevindt. Dit is 14 cm onder het GVG-niveau dat voor de reeks van de peilbuis is afgeleid. Het gaat hierbij dus wel om een wat minder nauwkeurige vergelijking met behulp van een boorgat op enige afstand van de peilbuis. Ofwel: de vergelijking aan de hand van de meetreeks van B28F1451-1 is meer betrouwbaar en moet dus als richtinggevend worden gezien. Dus op 28-2-2019 waren bij benadering GVG-omstandigheden aanwezig.

Tabel 4.1 Vergelijking meetwaarden van 28-2-2019 en 2-7-2019 met GXG-waarden voor peilbuis B28F1451-1

Meetpunt	GHG	GVG	GLG	Meetwaarde	Meetwaarde	Verskil meting	Verskil meting	Verskil meting
	(mNAP)	(mNAP)	(mNAP)	28-2-2019	zomer 2019	28-2-2019 met	28-2-2019 met	2-7-2019 met
				(mNAP)	(mNAP)	GHG (m)	GVG (m)	GLG (m)
B28F1451-1	41,67	41,56	40,77	41,56	(net) droog	-0,11	0,00	gering

Hydrochemisch onderzoek

Voor het afleiden van de kwaliteit van het grondwater en als extra hulpmiddel bij het in kaart brengen van het grondwatersysteem is ook hydrochemisch onderzoek uitgevoerd. Hiertoe is op 5-3-2019 een selectie van de peilbuizen eenmalig bemonsterd. De selectie van de locaties en de monsternamen is uitgevoerd door Bell Hullenaar. De analyse van de watermonsters is uitgevoerd door B-WARE (ecohydrologisch standaardpakket voor grondwater). De interpretatie van de analysegegevens heeft plaatsgevonden door Bell Hullenaar in samenwerking met B-WARE. In totaal zijn circa 20 watermonsters genomen. De belangrijkste resultaten zijn weergegeven op de kaart van figuur 4.8 en de volledige analyseresultaten zijn opgenomen in bijlage 5.



Figuur 4.1 Ligging meetraaien en aanvullende boorgaten

4.2 Resultaten kartering oppervlaktewatersysteem

Het stelsel van de Roezebeek kan als volgt worden onderverdeeld (zie diverse thematische kaarten):

- Stelsel van het hoofddal en het oostelijke bovenloopgebied.
- Stelsel van het zuidelijke zijdal.
- Stelsel van het noordelijke zijdal.

Stelsel in het hoofddal en het oostelijke bovenloopgebied

Dit stelsel begint met twee greppelssystemen in het landbouwgebied ten oosten van natuurontwikkelingsgebied Oude Luttkhuis. Deze greppelsystemen liggen in twee kleine zijdalen van het hoofddal: een noordoostelijk zijdal en een zuidoostelijk zijdal. De greppelsystemen lopen door tot hoog op de stuwwal. De greppel in het noordoostelijke zijdal loopt (via drie haakse bochten) zelfs helemaal door tot op het hoogste deel van de stuwwal: hier begint het systeem met een slootje / greppel op de grens van de akker en het bosgebied ten westen ervan. De diepte van deze greppels loopt uiteen van 3 tot 5 dm. Alleen oostelijk van Bo15 is de diepte groter (6 à 7 dm): dit gedeelte staat daarom als sloot op de kaarten. Op 20-12-2018 stond het stelsel van het oostelijke bovenloopgebied droog. Op 29-1-2019 werd er via dit stelsel wel water afgevoerd.

Op de oostgrens van het natuurontwikkelingsgebied Oude Luttkhuis stromen beide zijtakken samen en hier is ook het bronbosje aanwezig dat de oorsprong vormt van de Roezebeek. Vanaf het samenstromingspunt is aanvankelijk over een afstand van 20 meter geen beekloop aanwezig en stroomt het water op diffuse wijze over maaiveld heen af. Vervolgens stroomt het beekwater over een afstand van 50 meter via een rechte loop van 2 à 3 dm diep. Het betreft hierbij een restant van de gekanaliseerde beekloop. Ten westen hiervan stroomt het water weer op diffuse wijze over maaiveld heen en dus via het laagste deel van het dal af (zie foto 5). Via een duiker wordt het water onder de Roezebergweg door geleid. Omdat deze duiker diep ligt heeft het traject direct bovenstrooms hiervan een sterk verhang, waardoor hier erosie van de beekbodem optreedt.

Tussen de Roezebergweg en peilbuis B8 is de beekloop gekanaliseerd: de beek is hier aanwezig in de vorm van een diepe, rechte sloot. De sloot dient voor de ontwatering van het landbouwperceel ten zuiden ervan. Aan de noordzijde van de sloot heeft in het kader van het natuurontwikkelingsproject (dat in dit deelgebied in 2009 is uitgevoerd) een diepe afgraving plaatsgevonden (van 7 tot 9 dm), om zo een slenk en een geleidelijk overgang naar de rest van het perceel te creëren (zie foto 6).

Vanaf de plek waar de beek het bos instroomt (dit is ter plaatse van peilbuis B8) heeft de beekloop in relatie tot het optreden van meanderingsprocessen een natuurlijk karakter. Ondanks dit natuurlijke karakter is de beekloop diep. Dit geldt met name voor het meest bovenstrooms gelegen deel van het traject in het bosgebied: hier is de beek namelijk 6 à 9 dm diep. In benedenstroomse richting neemt de diepte wel af, maar ook hier heeft de beek nog altijd een aanzienlijke diepte van doorgaans 3 à 4 dm in het traject tot aan peilbuis B16. Het waterpeil ligt daarbij in situaties met normale afvoeren slechts 10 cm boven het niveau van de beekbodem, dus dit betekent dat het waterpeil hier op 2 à 3 dm -mv ligt en in het meest bovenstroomse deel zelfs op 5 à 8 dm -mv. De aanwezigheid van blootliggende wortelstelsels van Zwarte elzen onderin in de beekloop (zie foto 7) en de erosieverschijnselen elders in de loop geven aan dat de beek zich heeft ingesneden.

Ter hoogte van B15 is een klein bruggetje over de beek aanwezig. Aan de bovenstroomse zijde van dit bruggetje liggen dikke takken in de beekloop (zie foto 8). Deze takken veroorzaken met name bij hogere afvoeren opstuwning van het beekwater. Als gevolg hiervan inundeert het beekdalgedeelte bovenstrooms van het bruggetje relatief vaak. De

consequenties hiervan worden weergegeven bij de behandeling van de resultaten van het waterkwaliteitsonderzoek (in paragraaf 4.4).

Ter plaatse van het vochtig grasland met boorpunt Bo46 wordt de beek langs de zuidrand van het perceel geleid. Hier is de beekloop 2 à 3 dm diep. Op de historische kaart van 1905 is te zien dat de beekloop toen nog in het centrale (en laagste) deel van het dal lag.

In het bosgebied ten westen van dit grasland (ofwel het bosgebied met peilbuis B28F1452) heeft de beek in relatie tot het optreden van meanderingsprocessen weer een natuurlijk karakter: hier is weer een licht kronkelende beekloop aanwezig. Ook hier treedt erosie van de beekbodem op en is de beek dus behoorlijk diep ingesneden: namelijk 4 à 5 dm. Het waterpeil ligt hier in situaties met normale afvoeren dus 3 à 4 dm beneden maaiveld.

In het vochtig graslandperceel ten westen hiervan (met Bo47 en peilbuis B19) is in het kader van het herstelprogramma 'Terug naar de bron' de onnatuurlijke loop op de noordgrens van het perceel gedempt en is de natuurlijke loop in het dal weer hersteld. Dit is gedaan door in het laagste deel van het dal de graszode af te schrapen en hier het beekwater vervolgens zijn eigen loop te laten bepalen. Zo is een zeer ondiep (1 à 1,5 dm) slenkachtig loopje ontstaan dat naadloos aansluit om zijn omgeving. Op de westgrens van het perceel (dus ter hoogte van het zandpad) is een keiendrempel aangebracht, om terugschrijdende erosie vanuit het vrij diepe traject verder benedenstrooms te voorkomen. Op 29-1-2019 was ter plaatse van de gedempte loop op de noordgrens van het perceel water op maaiveld aanwezig. Dit water stroomde in westelijke richting over het zandpad heen af en vervolgens naar de beek toe. Deze afvoer veroorzaakt erosie van het zandpad.

In het particuliere bosgebied met boorpunt Bo48 heeft de beek in relatie tot het optreden van meanderingsprocessen weer een natuurlijk karakter. Ook hier treedt erosie van de beekbodem op en is de beek dus behoorlijk diep ingesneden: circa 5 dm. Aan de westzijde van dit bosgebied wordt het beekwater via een duiker onder de Beekzijdeweg door geleid. Benedenstrooms van de Beekzijdeweg is de beek gekanaliseerd en (ondanks het aanbrengen van een drempel in de bedding) zeer diep: circa 1,5 meter.

Stelsel van het zuidelijke zijdal

In het zuidelijke zijdal ligt de met broekbos begroeide bronslenk (ofwel de Vasserheide-bron). De slenk begint al in het bosgebied ten zuiden van Bo25 en wordt hier geblokkeerd door de Roezebergweg. Ook circa 10 meter ten zuiden van peilbuis B28F1589 bevindt zich een klein drempeltje in de slenk. Het gedeelte van de slenk bovenstrooms hiervan is begroeid met Wilgenstruweel. Benedenstrooms hiervan wordt de bronslenk niet meer onderbroken. Wel liggen hier de grondhopen en walletjes die als restanten van de vroegere ijzeroerwinning zijn achtergebleven. Via de slenk vindt op diffuse wijze de waterafvoer plaats.

Ten oosten van het bovenstroomse deel van de bronslenk ligt een gedraineerd landbouwperceel. De drainagebuizen monden uit in een diepe sloot langs de Roezebergweg: ten opzichte van de landbouwgrond is de sloot tot 1,4 m diep. De sloot watert via een duiker onder de Roezebergweg af op een korte sloot in het bos. Deze sloot loopt niet door tot aan de bronslenk, maar in natte winterperioden (zoals op 29-1-2019) stroomt wel water vanuit deze sloot over maaiveld heen naar de bronslenk. In de zone waar deze afstroming plaatsvindt groeit veel Grote brandnetel (voor oorzaak hiervan: zie resultaten hydrochemisch onderzoek, in paragraaf 4.4).

Stelsel van het noordelijke zijdal

In het noordelijke zijdal en op de oostflank hiervan liggen veel landbouwgronden. Deze landbouwgronden worden ontwaterd met buisdrainage, sloten en enkele greppels. Dit stelsel loopt door tot en met het graslandperceel ten oosten van de Roezebergweg (ofwel het perceel ten noorden van peilbuis B10). De sloten zijn doorgaans 5 à 7 dm diep en plaatselijk loopt de diepte op tot 8 à 9 dm. Via een sloot in het bosgebied ten westen van het graslandperceel met peilbuis B13 watert het stelsel af op de Roezebeek. Op 29-1-2019 vond (na een hieraan voorafgaande neerslagrijke periode) via het stelsel een sterke afvoer plaats en ook op 28-2-2019 (na een periode met zeer weinig neerslag) was de afvoer nog altijd aanzienlijk. Op diverse plekken werden op deze meetdagen in de slootbodems ook kwelverschijnselen waargenomen (roestvorming en oliefilm). Op 24-4-2019 was het stelsel al droog gevallen.

Ook op de grenzen van graslandperceel met peilbuis B13 en middenin dit perceel liggen slootjes / greppels. Dit stelsel watert rechtstreeks af op de Roezebeek en ligt dus gescheiden van de afvoersloot van het verder noordelijk gelegen landbouwgebied. Vanwege het staken van het onderhoud treedt verlanding van de sloten en greppels op. Toch ligt het afvoerniveau van met name de sloten nog altijd enkele decimeters beneden maaiveld. Deze sloten hebben getuige de kwelverschijnselen (met name oliefilm) nog een drainerende werking. Hoewel er op 24-4-2019 geen sprake meer was van afvoer, was toen in deze sloten nog wel veel water aanwezig (met wederom oliefilm).



Foto 5 Afvoer op diffuse wijze via het laagste deel van het beekdal in het bovenstroomse gedeelte, ofwel deelgebied Oude Luttkhuis (datum foto: 24-4-2019).



Foto 6 Slenk die aan de noordzijde van het diepe, gekanaliseerde beektraject (tussen de Roezebergweg en peilbuis B8) is uitgegraven (datum foto: 24-4-2019).



Foto 7 Bloot liggende wortelstelsels van Zwarte elzen onderin in de beekloop geven aan dat de beek zich door erosie heeft ingesneden (datum foto: 24-4-2019).



Foto 8 Dikke takken in de beekloop (ter plaatse van bruggetje bij B15) die bij hoge afvoeren opstuwing veroorzaken, als gevolg waarvan het beekdalgedeelte bovenstrooms hiervan relatief vaak overstroomt (datum foto: 24-4-2019).

4.3 Resultaten grondwatersysteemonderzoek

De werking van het grondwatersysteem wordt toegelicht aan de hand van:

- De vijf dwarsprofielen (zie figuren 4.2, 4.3 en 4.4).
- De isohypsenkaart met de hoogteligging als ondergrond (figuur 4.5).
- De isohypsenkaart met de topografie als ondergrond (figuur 4.6).
- De isohypsenkaart met de dikte van de watervoerende zandlaag als ondergrond (figuur 4.7).

Eerst worden de dwarsprofielen behandeld, omdat op deze wijze de werking van het systeem in relatie tot de bodemopbouw het best kan worden toegelicht. Dit wordt voornamelijk gedaan op basis van de grondwaterstandsmetingen die op 28-2-2019 zijn uitgevoerd (= bij benadering GVG-situatie: zie paragraaf 4.1). Als extra informatiebron zijn bij de interpretatie ook de meetwaarden van de overige opnamerondes in de periode december 2018 tot en met april 2019 gebruikt (zie grafieken in bijlage 3).

Hierna worden de isohypsenkaarten behandeld, aan de hand waarvan ook een vlakdekkend beeld van de werking van het systeem ontstaat. De isohypsenkaart betreft de situatie van 28-2-2019 (dus bij benadering GVG-situatie, zie paragraaf 4.1).

Tenslotte worden ook de resultaten behandeld van de grondwaterstandsmetingen die vroeg in de zomer van 2019 zijn uitgevoerd, op 2-7-2019. Het betreft hierbij bij benadering een GLG-situatie (zie paragraaf 4.1).

Dwarsprofiel A-A'

In raai A-A' is in het stuwwalgedeelte in de ondergrond overal Tertiaire klei aangetroffen. Anders dan in de grondmorenezone bevatten de diepe filters in de Tertiaire klei overal water. Dit wijst erop dat regenwater hier vanwege de hoge weerstand van de Tertiaire klei niet gemakkelijk kan infiltreren naar de ondergrond. In perioden met een neerslagoverschot stroomt het regenwater daarom vooral lateraal via de dunne oppervlakkige zandlaag af. Een groot deel van dit water wordt echter uit de zandlaag gedraineerd door de drainagebuizen, greppels en slootjes van de landbouwgraslanden en versneld oppervlakkig afgevoerd. Dit gaat ten koste van de geleidelijke grondwatervoeding van het dalsysteem, niet alleen van het noordelijke zijdal zelf, maar ook van het hoofddal, en met name gedeelte van het hoofddal dat op het zijdal aansluit: dit is het gedeelte met peilbuis B28F1451.

Het perceel met peilbuis B13 ligt in het laagste deel van het noordelijke zijdal. In dit gedeelte treedt (ondanks de afname van de grondwatervoeding vanuit het noordoosten) nog altijd kwel op. Het kwelwater wordt in de huidige situatie echter afgevangen en afgevoerd door de sloot- en greppelrestanten in en rond dit perceel. Ook de ingesneden Roezebeek heeft hier een drainerende werking op het kwelwater. Dit leidt niet alleen tot verlaagde grondwaterstanden in dit gebied, maar zorgt er ook voor dat het kwelwater hier nu niet goed in de toplaag van de bodem kan doordringen. Bovendien leidt (net als de ontwatering van het zijdal verder bovenstrooms) ook ontwatering van dit perceel tot een verminderde grondwatervoeding van het hoofddal. In dit deel van het hoofddal is een veenbodem aanwezig is. Onder invloed van de verlaagde grondwaterstanden komen in versterkte mate voedingsstoffen vrij vanuit de veenlaag, waardoor eutrofiëring optreedt.

In de grondmorenezone ten westen van de stuwwal staan vanaf peilbuis B15 de diepe filters van alle peilbuizen altijd droog, ook in natte winterperioden. Dit wijst erop dat de ondergrond hier weinig weerstand heeft, waardoor water gemakkelijk kan infiltreren, ondanks de aanwezigheid van de keileem. De freatische grondwaterspiegel bevindt zich hier op het niveau van het diepe, regionale systeem, namelijk op circa 28 m +NAP (dus net

onder de onderzijde van het dwarsprofiel). Dit is (ter plaatse van B19) 6 meter tot (ter plaatse van B28F1452) 14 meter beneden het maaiveld van het beekdal.

In het winterhalfjaar is in het beekdal in de zone met grondmorene wel overal water aanwezig in de ondiepe filters nabij de oppervlakte (m.u.v. het niet goed functionerende ondiepe filter van B28F1452, maar hier is wel grondwater aangetroffen in het ondiepe boorgat naast de peilbuis). Dit hangt samen met voeding vanuit de Roezebeek en de semi-weerstands biedende werking van de (kei)leem of (bij afwezigheid hiervan) een semi-weerstands biedende ijzeroerlaag: de weerstand van de keileem / ijzeroerlaag is dus wel hoog genoeg om in combinatie met de aanvoer van beekwater een ondiep grondwatersysteem aanwezig te laten zijn. Omdat tussen het ondiepe grondwatersysteem en het freatische / diepe grondwater een onverzadigde zone aanwezig is, betreft het een zogenaamd schijngrondwatersysteem. Vanwege de insnijding van de Roezebeek vindt deze voeding van het beekdal in de huidige situatie op een te laag niveau plaats, waardoor de voedende werking van de beek is afgenomen. Ook dit veroorzaakt dus verdroging.

In het diepe filter van B28F1451 is gedurende het gehele jaar wel water aanwezig. De stijghoogte bevindt zich hier continu op een veel lager niveau dan het grondwaterstands niveau van het ondiepe systeem, maar dit niveau is veel hoger dan het niveau van de stijghoogte van het diepe systeem. Dit wijst erop dat ook hier nog Tertiaire klei in de ondergrond aanwezig is en deze klei verder naar het westen wegduikt naar de ondergrond, waardoor hier grondwater over de rand van de gestuwde klei naar de ondergrond afstroomt (zie dwarsprofiel A-A'). Dus hier zijn twee ondiepe systemen werkzaam: een ondiep systeem boven de ijzeroerlaag en een ondiep systeem boven de in westelijke richting aflopende / wegduikende Tertiaire klei.

Peilbuis B28F1451 bevindt zich dus in de overgangszone van het stuwwalgedeelte naar de grondmorenezone. In dit overgangsgebied treedt enerzijds via de oppervlakkige zandlaag grondwatervoeding op vanaf het stuwwalgedeelte, maar treedt anderzijds ook infiltratie op naar de ondergrond. Onder invloed van de laterale voeding is het gebied wel nat, maar vanwege de infiltratie naar de ondergrond treedt hier geen duidelijke kwel op. Voordat ontwatering van het stuwwalgedeelte plaatsvond, was de laterale voeding sterk, waardoor het overgangsgebied zeer nat was, waardoor hier veen tot ontwikkeling kon komen: ter plaatse van B28F1451 is namelijk nog altijd een veenlaag van 50 cm aan de oppervlakte aanwezig. Door de afname van de laterale grondwatervoeding zijn hier nu echter verlaagde grondwaterstanden aanwezig: de grondwaterstand ligt zelfs in de winter al iets beneden maaiveld (GHG = 10 cm -mv), zakt de grondwaterstand in de loop van het voorjaar snel weg (GVG = 21 cm -mv) en ligt zodoende in de zomer ver beneden maaiveld (GLG: onder de onderkant van het ondiepe filter, dus op minimaal 1,0 m -mv). Onder invloed van de verlaagde grondwaterstanden treedt mineralisatie van het veen op, waardoor in versterkte mate voedingsstoffen vrijkomen. In combinatie hiermee treedt ook eutrofiëring op door overstroming met voedselrijk beekwater bij piekafvoeren (zie paragraaf 4.4).

Verder westelijk is het ondiepe systeem vooral afhankelijk van de voeding met beekwater. In relatie tot de infiltratie van het beekwater naar de ondergrond valt het ondiepe systeem in de grondmorenezone in westelijke richting gedurende het voorjaar eerder (en over het gehele jaar bezien dus ook langduriger) droog. Zo blijft het gedeelte met peilbuizen B15 en B16 gedurende het voorjaar langer nat dan het gedeelte ten westen hiervan met peilbuis B19 (zie grafieken in bijlage 3).

Ter plaatse van B28F1451 is een 1,2 meter dikke ijzeroerlaag aangetroffen. In samenhang met de grote dikte mag verwacht worden dat deze laag hier een hoge weerstand heeft. Uit een aanvullende boring die in het kader van het veldonderzoek op 3 meter ten westen van peilbuis B28F1452 is uitgevoerd volgt dat hier slechts twee zeer dunne ijzeroerlaagjes aanwezig zijn: een laagte van 1 cm op een diepte van 1,3 m -mv en een laagje van 1 cm op 2,2 m -mv. Boven de laagjes is in beide gevallen lichtgrijs gekleurd zand aanwezig en hieronder beige gekleurd zand. Dit wijst erop dat deze laagjes wel stagnerend werken. De

relatief lage grondwaterstand die hier ten opzichte van de andere peilbuizen / boorgaten is gemeten, wijst erop dat (ondanks de aanwezigheid van deze laagjes) de weerstand hier wel gering is. In tijden met beperkte aanvoer van beekwater valt het systeem hier zodoende al droog. Hierdoor groeien in dit gedeelte van het beekdal ook vooral berken en eiken en zijn hier alleen in de oever van de beekloop zelf elzen aanwezig. In samenhang met deze zone van relatief sterk waterverlies valt ook het verder benedenstrooms gelegen deel van het beekdal in de loop van het voorjaar al snel droog.

Hoewel de minder vochtige omstandigheden dus vooral veroorzaakt worden door de bodemopbouw, speelt ook hier de insnijding van de Roezebeek een rol. Vanwege de insnijding liggen immers ook hier de beekpeilen onder normale afvoeromstandigheden niet direct aan maar (in dit gedeelte) 4 à 5 dm beneden maaiveld, waardoor ook hier de beek zijn voedende functie veel minder optimaal kan vervullen.

Ter plaatse van het westelijke uiteinde van dwarsprofiel A-A' begint de zeer diepe gekanaliseerde beekloop van het landbouwgebied ten westen van de Vasserheide. Deze diepe gekanaliseerde beek heeft geen negatieve invloed op het infiltrerende beektraject binnen het natuurgebied.

Dwarsprofiel B-B'

Ook hier treedt op de helling van de stuwwal vanwege de aanwezigheid van de weerstandsbiedende Tertiaire klei praktisch geen infiltratie op naar de ondergrond. Dus ook hier stroomt in perioden met een neerslagoverschot het regenwater vooral lateraal af via de dunne oppervlakkige zandlaag. En ook hier wordt het water deels uit de zandlaag gedraineerd door het ontwateringsstelsel van de landbouwgraslanden en versneld oppervlakkig afgevoerd. Dit stelsel aan de oostzijde is echter minder diep dan het stelsel aan de noordzijde (in dwarsprofiel A-A') en er is aan de oostzijde (dus ter plaatse van raai B-B' en de omgeving hiervan) ook geen buisdrainage aanwezig. De voeding wordt hier dus minder sterk gereduceerd.

Op de plek waar het hoofddal van de Roezebeek begint (ter plaatse van peilbuis B06) bevindt zich een knik in de helling. Als gevolg van deze knik is het verhang van de watervoerende zandlaag aan de bovenstroomse zijde hoog en aan de benedenstroomse zijde laag. Als gevolg hiervan wordt ter plaatse van B6 een deel van het grondwater gedwongen uit te treden: zodoende is hier een kleine bron aanwezig die is begroeid met Elzenbroekbos. Het bronbosje wordt doorsneden door de afvoergreppel van het landbouwgebied in het verder zuidoostelijk gelegen zijdal. Hoewel de greppel niet heel diep is (2 à 3 dm), draineert hij wel in sterke mate kwelwater, wat ten koste gaat van de kwelwatervoeding van het Elzenbroekbos.

Ter plaatse van deelgebied Oude Luttikhuis (B07) is het beekdal bij de herinrichting in 2007 sterk vergraven: er heeft hier een maaiveldverlaging tot op het niveau van de voormalige beekbodem plaatsgevonden, ofwel een verlaging van circa 80 cm (waarneming F. Eysink, lid van Fieldlab Springendal - Dal van de Mosbeek). Door deze forse afgraving is de voedende werking van dit beekdalgedeelte op het verder benedenstrooms gelegen deel van het dalsysteem, en dus ook het hier aanwezige Elzenbroekbos (met peilbuis B28F1588), afgenomen.

Sinds de herinrichting is de Roezebeek in dit deelgebied over het algemeen aanwezig in de vorm van een klein slenkje dat naadloos aansluit op zijn omgeving. Zodoende heeft de beek geen versterkte drainerende werking op het grondwater in het her-geprofileerde dal en kan het grondwater hier op diffuse wijze als kwel uittreden. Een uitzondering hierop vormt het restant van de gekanaliseerde beekloop in het oosten van het deelgebied: deze circa 2 à 3 dm diepe loop heeft nog wel een licht drainerende werking op het grondwater. Verder is dankzij het afgraven van de voedselrijke bovengrond de bodem op effectieve wijze verschraald. In relatie tot de voeding met kwelwater en de verschraling van bodem is

in het dal (althans buiten de eutrofe zone in het laagste deel van het dal) een ontwikkeling richting vochtig schraalgrasland gaande.

In het graslandgebied ten westen van de Roezebergweg is de beekloop (ten behoeve van de ontwatering van het landbouwperceel ten zuiden van de beek) gekanaliseerd en diep. Aan de noordzijde van de beek is bovendien (in het kader van het natuurontwikkelingsproject) tot op het bodemniveau van de diepe gekanaliseerde beek een slenk uitgegraven: de slenk is hier 7 tot 9 dm diep. In dwarsprofiel B-B' is te zien dat de tot diepe slenk een sterk drainerende werking heeft op het grondwater. Dit levert weliswaar wel een goede uitgangssituatie op voor ontwikkeling van een vochtige vegetatie in de slenk zelf, maar deze situatie is (net als de forse afgraving van deelgebied Oude Luttkhuis) ongunstig voor het functioneren van het hydrologische systeem van het beekdal als geheel en met name voor de laterale grondwatervoeding van het aangrenzende Elzenbroekbos. De diepe, gekanaliseerde beekloop met slenk hierlangs heeft dus een sterk verdrogende werking op het Elzenbroekbos. In feite vormt het maaiveld op de plek waar peilbuis B8 staat hier bij benadering het natuurlijke afvoerniveau van het hoofddal: 5 à 10 meter ten noorden van de peilbuis ligt de dalbodem het laagst (het maaiveld ligt hier 10 à 20 cm lager dan bij B8). Hier is ook een zeer ondiep looprestant van de natuurlijke beekloop aangetroffen en er staan bovendien een aantal forse Zwarte elzen.

Ter plaatse van peilbuis B28F1588 is in de ondergrond nog wel Tertiaire klei aangetroffen en circa 100 meter verder westelijk, ter plaatse van peilbuis B09, is dit niet het geval: hier is alleen keileem aangeboord. Het diep in de oppervlakkige zandlaag aangebrachte filter van peilbuis B28F1588 bevat wel altijd water, terwijl het diepe filter van peilbuis B9 altijd droog staat. Hier bevindt zich dus de overgang van de zone met gestuwde Tertiaire klei met hoge weerstand in de ondergrond naar de grondmorenezone met lage weerstand in de ondergrond. Omdat peilbuis B28F1588 aan de rand staat van de zone met Tertiaire klei in de ondergrond, vindt hier via de zandlaag laterale grondwaterafvoer plaats over de rand van de gestuwde afzettingen heen. Deze afstroming is hier vanwege de relatief grote dikte van de zandlaag ook aanzienlijk. Zodoende is ook in dit overgangsgebied een beekdalzone aanwezig die onder invloed van de laterale grondwatervoeding weliswaar nat is, maar waar vanwege het verlies (over de rand van de Tertiaire klei heen) naar de ondergrond geen duidelijke kwel optreedt. Deze laterale grondwatervoeding wordt in de huidige situatie dus gereduceerd door de sterk drainerende werking van de gekanaliseerde beekloop met de hiernaast uitgegraven slenk ten oosten van peilbuis B8. De drainerende werking hiervan is zelfs zo sterk dat de diep ingesneden beekloop in het bosgebied zelf in de huidige situatie geen duidelijke drainerende werking heeft.

Dwarsprofiel C-C'

Ter plaatse van dwarsprofiel C-C' zijn de diepe filters van peilbuizen B01, B02 en B03 watervoerend en staat het diepe filter van peilbuis B4 altijd droog. Hoewel hier op alle peilbuislocaties in de ondergrond alleen maar leem is aangeboord, geeft dit aan dat in de zone van B1, B2 en B3 wel een weerstand in de ondergrond aanwezig is, waarbij aangenomen mag worden dat dit ook hier samenhangt met de aanwezigheid van slecht doorlatende, gestuwde afzettingen. De stijghoogtes van de diepe filters van B1 en B2 zijn wel een stuk lager dan die van de grondwaterstanden zoals gemeten in de ondiepe boorgaten. Dit wijst erop dat hier wel een zekere infiltratie optreedt in de stuwwal of dat er laterale afvoer optreedt via (zandige lagen onder de filters in) de leem. Verder geeft het altijd droog staan van het diepe filter van peilbuis B4 aan dat de weerstand in de ondergrond hier laag is, dus dat deze peilbuis zich in de grondmorenezone bevindt.

Op de overgang van het landbouwgebied naar het natuurgebied is de oppervlakkige watervoerende zandlaag behoorlijk dik (1,95 meter ter plaatse van B03) en deze zandlaag is grotendeels ook watervoerend. Vooral vanuit de zone met relatief dikke zandlaag vindt in de huidige situatie grondwatervoeding plaats van de bronslenk ter plaatse van de zuidtak van de Roezebeek. Deze voeding wordt gereduceerd door afvang van grondwater door de

drainagebuizen in het landbouwperceel en de diepe sloot langs de Roezebergweg. Hogerop de helling is de oppervlakkige zandlaag over het algemeen dun. De grondwaterstand bevindt zich hier zelfs op 28-2-2019 (= bij benadering GVG-situatie) op de meeste plekken bovendien onder het niveau van de onderzijde van de zandlaag. In de huidige situatie stroomt in dit gedeelte dus praktisch geen grondwater af via de oppervlakkige zandlaag. De lage grondwaterstand wordt behalve door infiltratie naar de ondergrond ook veroorzaakt door de drainerende werking van de buisdrainage die in dit perceel aanwezig is. Dus ook de aanwezigheid van de buisdrainage hogerop de helling leidt tot een verminderde grondwaterstroming via de oppervlakkige zandlaag en ook dit leidt op zijn beurt tot een verminderde voeding van de bronslenk.

In combinatie heeft ook de egalisatie van het landbouwgebied geleid tot een aantasting van de grondwatervoeding van de bronslenk. Als gevolg hiervan is namelijk de zandrug tussen B2 en Bo26 afgevlakt (zoals in het veld is waar te nemen op de overgang naar niet vergraven deel in het bosje van het landbouwgebied), waardoor hier de grondwaterspiegel in natte winterperiodes minder ver op kan bollen.

In de grondmorenezone ter plaatse van het heidegebied ten westen van de bronslenk (B04 en Bo34) is weliswaar geen diep systeem, maar wel een ondiep systeem werkzaam en in de winter loopt de ondiepe grondwaterstand hier ook hoog op. Toch is in dwarsprofiel C-C' ook dan de grondwaterstand nog net iets te laag om vanuit het westen een laterale voeding via de oppervlakkige zandlaag naar de bronslenk te kunnen genereren. Elders in deze zone gebeurt dit periodiek wel, namelijk in de iets verder zuidelijk gelegen zone met vochtige heide (met hierin Beenbreek), waar de grondwaterstand in de winter tot aan maaiveld stijgt. Maar dan nog is het aandeel hiervan in de totale grondwatervoeding van de bronslenk beperkt. De voeding komt dus hoofdzakelijk vanuit het oosten.

In het ontwerp van het PAS-meetnet was centraal in de zone met vochtige heide voorzien in de plaatsing van peilbuis B28F1589. Deze peilbuis is uiteindelijk echter uiteindelijk aan de oostflank van de vochtige heide geplaatst, in de hoge oever van de bronslenk. Op deze plek zijn de omstandigheden relatief droog ten opzichte van het centrale deel van het heidegebied, hogerop de dalflank. Op 28-2-2019 (= bij benadering een GVG-situatie) is hier dan ook een grondwaterstand van 63 cm -mv gemeten. De peilbuis heeft ook een diep filter. Dit filter bevindt zich in de kleiondergrond die hier vanaf een diepte van 2,45 m -mv aanwezig is. De stijghoogte van het diepe grondwater in de kleilaag was op 28-2-2019 iets hoger dan de ondiepe grondwaterstand, namelijk 7 cm.

Terwijl de bronslenk tot halverwege de 20^e eeuw in een grotendeels open heide gebied lag, is nu de gehele oostflank van het zuidelijke zijdal waarin de bronslenk ligt begroeid met bos. Omdat bos een hogere verdamping heeft dan heide, heeft ook dit verbossingsproces voor verdroging gezorgd. Dus ook hierdoor is de grondwatervoeding van de bronslenk enigszins afgenomen. Dus vooral als gevolg van de reductie van de grondwatervoeding door de ontwatering van het oostelijke voedingsgebied en daarnaast ook door de verbossing valt de bronslenk in de loop van het zomerhalfjaar eerder en langduriger droog.

Ondanks de reductie van de voeding vanuit het oosten door de ontwateringsmiddelen van het landbouwperceel is in de bronslenk toch nog altijd een redelijk goed ontwikkelde vegetatie aanwezig, met behalve veel IJle zegge ook vele andere grondwaterafhankelijke soorten (voor lijst: zie paragraaf 2.8). Wel is ter plaatse van de monding van de afvoersloot van het verder oostelijk gelegen landbouwperceel in het zijdal een omvangrijke zone met Grote brandnetel aanwezig en deze zone loopt door tot in de bronslenk. De oorzaak hiervan volgt uit de resultaten van het waterkwaliteitsonderzoek (zie paragraaf 4.4).

Dwarsprofiel D-D'

Ter plaatse van dwarsprofiel D-D' wordt de basis van het ondiepe systeem gevormd door de weerstands biedende ijzeroerlaag, die hier op een diepte van 2,3 tot 3,5 m -mv aanwezig is.

Ter plaatse van B09, die ten zuiden van het beekdal staat, bevat het ondiepe filter in de keileem in de winter water, terwijl het diepe filter in de keileem altijd droog staat. Blijkbaar heeft hier vooral het bovenste deel van de keileem een aanzienlijke weerstand, waardoor hierin in de winter een ondiep systeem werkzaam is (in de vorm van wat hangwater), zonder dat hier voeding door beekwater optreedt.

Ter plaatse van B14, in de akker aan de noordzijde van het beekdal, staan zowel het ondiepe als het diepe filter altijd droog. Vanwege het ontbreken van weerstand in de bodem is hier geheel geen ondiep systeem werkzaam.

Getuige de aanwezigheid van water in de ondiepe peilbuis B20, die aan de rand van het beekdal is geplaatst, op de overgang naar de akker, is het ondiepe systeem hier nog net wel werkzaam. Dit duidt erop dat de ijzeroerlaag die ter plaatse van B28F1451 is aangetroffen ook hier nog in de ondergrond aanwezig is. In het beekdal wordt het ondiepe systeem in het winterhalfjaar (behalve door regenwater) gevoed door infiltratie vanuit de Roezebeek. Aan de noordzijde verliest het ondiepe systeem water over de rand van de ijzeroerlaag heen naar het diepe systeem. Als gevolg hiervan is de grondwaterstand ter plaatse van B20 lager dan ter plaatse van B28F1451-1. Dit betekent dus dat op deze plek vanuit de akker geen grondwatervoeding van het beekdal optreedt.

Dwarsprofiel E-E'

Ter plaatse van dwarsprofiel E-E' staan zowel de ondiepe als diepe filters van de peilbuizen die aan weerszijden van het beekdal aanwezig zijn altijd droog. Hier is het ondiepe systeem dus niet werkzaam.

In het beekdal staat het diepe filter van peilbuis B28F1452 altijd droog en bevat het ondiepe filter in het winterhalfjaar wel water: hier is het schijngrondwatersysteem dus wel werkzaam (zie ook dwarsprofiel A-A'). Zoals al is aangegeven bij de behandeling van dwarsprofiel A-A' ontbreekt hier de keileem en zijn slechts 2 dunne stagnerende ijzeroerlaagjes aanwezig, die tezamen maar een beperkte systeemweerstand opleveren. Hierdoor ligt in dit beekdalgedeelte de grondwaterstand in de winter al behoorlijk ver beneden maaiveld en valt het ondiepe systeem al snel nadat de aanvoer van beekwater (in de loop van het voorjaar) tot stilstand is gekomen droog. Hierdoor groeien in dit gedeelte van het beekdal vooral berken en eiken en zijn hier alleen in de oever van de beekloop zelf elzen aanwezig.

Hoewel de minder vochtige omstandigheden dus vooral veroorzaakt worden door de bodemopbouw, speelt ook hier de insnijding van de Roezebeek een rol. Vanwege de insnijding liggen immers ook hier de beekpeilen onder normale afvoersomstandigheden niet direct aan maar 3 à 5 dm beneden maaiveld, waardoor ook hier de beek zijn voedende functie veel minder optimaal kan vervullen.

Ook ter plaatse van B21, die op de overgang met de akker aan de noordzijde staat, is het ondiepe systeem nog net werkzaam. De grondwaterstand is hier echter lager dan ter plaatse van B28F1452-1, middenin het beekdal. Dit wijst erop dat ook hier het ondiepe grondwatersysteem water over de rand heen verliest naar de ondergrond. Ook hier is er dus geen grondwatervoeding vanuit de akker naar het beekdal.

Isohypsenaak van het ondiepe systeem met de hoogteligging als ondergrond

Uit de projectie van de isohypsenaak op de maaivelds-hoogteligging (zie figuur 4.5) volgt dat op de stuwwal het grondwater dat via de oppervlakkige zandlaag afstroomt (logischerwijs) veelal de terreinhelling volgt. De holle vormen in het isohypsenpatroon ter plaatse van perceel Oude Luttkhuis, de bronslenk in het zuidelijke zijdal en het noordelijke zijdal geven aan dat hier kwelgebieden aanwezig zijn. De bolle vorm van het isohypsenpatroon in het benedenstroomse deel van het beekdal geeft aan dat het ondiepe systeem hier onder invloed van het infiltrerende beekwater (behalve naar de ondergrond) ook water verliest naar zijn omgeving. Hier volgt de grondwaterstroming de terreinhelling dus niet. Dit betekent dus ook dat hier vanuit de aangrenzende akkers nergens grondwatervoeding van het beekdal optreedt (zie ook figuur 4.6).

Isohypsenaak van het ondiepe systeem met de topografie als ondergrond

Uit de projectie van de isohypsenaak op de topografie (figuur 4.6) volgt dat in het stuwwalgedeelte van het lokale grondwatersysteem, ofwel het voedingsgebied van het beekdalenstelsel, veelal graslanden aanwezig zijn. Met uitzondering van de percelen van Landschap Overijssel aan weerszijden van de Roezebeekweg betreft het hoog productieve landbouwgraslanden. Ook het perceel van B1 t/m B3 is in de huidige situatie in gebruik als productiegasland (staat echter op kaart als akker). Bij de behandeling van de dwarsprofielen is al aangegeven dat de ontwatering van deze landbouwgronden leidt tot een verminderde grondwatervoeding van het dalenstelsel. De hoog productieve graslanden hebben bovendien een sterke verdamping. De verdamping hiervan is veel hoger dan de schrale heidevegetaties die hier in het verre verleden op grote schaal aanwezig waren (zie topografische kaart 1850, figuur 2.2a). De verhoogde verdamping resulteert in een verminderde grondwateraanvulling en ook dit heeft op zijn beurt tot een reductie van de grondwatervoeding geleid.

Ook bossen hebben in vergelijking met heidevegetaties een sterke verdamping. Dus bij verbossing van heidegebieden vermindert de grondwateraanvulling in voedingsgebieden en dus de voeding van het dalenstelsel. Bij de behandeling van dwarsprofiel C-C' is al ingegaan op het effect van de verbossing van het gebied aan de oostzijde van de bronslenk in het zuidelijke zijdal. Dit proces is ook verder noordelijk opgetreden, dus ten oosten van het samenstromingsgebied van de bovenlopen (dus in het gebied tussen peilbuizen B3, B8 en B13).

Ook aan de west- en zuidzijde van het vochtige heidegebied is verbossing van het heidegebied opgetreden. In deze zone is het ondiepe systeem nog net werkzaam en de zone ligt direct bovenstrooms van de vochtige heide, met hierin ook een deel met veenmosrijke vochtige heide. Dus als gevolg van de verdrogende werking van het verbossingsproces wordt de laterale grondwatervoeding van het (veenmosrijk) vochtige heidegebied gereduceerd. De verbossing leidt zo dus niet alleen tot verdroging van de (veenmosrijke) vochtige heide, maar ook tot een afname van de laterale grondwaterbeweging in het (veenmosrijke) vochtige heidegebied. Dit is met name ongunstig voor Beenbreek, aangezien deze soort afhankelijk is van laterale grondwaterstroming.

Vanwege deze verdroging en de verhoogde depositie van stikstof vanuit de lucht is het heidegebied vergrast met Pijpenstrootje. Doordat ook Pijpenstrootje een hogere verdamping heeft dan een heidevegetatie, heeft de vergrassing met Pijpenstrootje op zijn beurt geleid tot een nog sterkere verdroging en dus nog sterkere vergrassing.

Isohyphenkaart van het ondiepe systeem met dikte van de watervoerende zandlaag als ondergrond

Daar waar de oppervlakkige zandlaag het dikst is, is het doorlaatvermogen van de zandlaag het grootst en kan dus de grootste hoeveelheid grondwater via de zandlaag afstromen. Zodoende leveren de voedingsgebieden met relatief dikke zandlaag de grootste bijdrage in de laterale grondwatervoeding en de kwelwatervoeding van de dalen. Zo wordt het bovenstroomse deel van het hoofddal van de Roezebeek in relatief sterke mate gevoed door de toevoer vanaf de zones met zanddikte 1 tot 2 meter ter plaatse van de dalflanken zelf en wordt het bronbosje met peilbuis B6 in sterke mate gevoed vanuit de zone met zanddikte 2 tot 3 meter ten oosten hiervan.

Het samenstromingsgebied van de bovenlopen wordt in sterke mate gevoed vanuit het gebied direct ten oosten ervan met zanddikte 2 tot > 3 meter (met centraal hierin peilbuis B8). Dus dit maakt de aantasting van het systeem door de sterk drainerende werking van de diepe, gekanaliseerde beekloop en hiernaast de uitgegraven slenk extra ernstig. Vanwege de aanzienlijke zanddikte (van 1 tot 2 meter) vormt ook het noordelijke zijdal en het gebied op de oostflank hiervan (dus het gebied met peilbuizen B11, B12 en B13) in potentie een belangrijk voedingsgebied voor het beekdalsysteem. Deze potentieel krachtige voeding wordt echter verstoord door de drainerende werking van de ontwateringssystemen in de landbouwgebieden. Ten oosten van de zuidtak van het dalenstelsel is de zanddikte over het algemeen gering. Zodoende is de voeding vanuit dit gedeelte dus ook minder sterk. Hoewel deze voeding niet heel sterk is, is het belang ervan voor het functioneren van de bronslenk in de zuidtak wel groot.

Resultaten van grondwaterstandsmetingen in de dwarsprofielen in de zomersituatie (metingen uitgevoerd op 2-7-2019, bij benadering onder GLG-omstandigheden).

In de zomersituatie is alleen in het stuwwalgedeelte nog grondwater aanwezig in de oppervlakkige zandlaag. In de grondmorenezone (zie met name dwarsprofiel A-A') is de oppervlakkige zandlaag geheel droog gevallen, niet alleen in het westelijke deel (met peilbuizen B19 en B28F1452-1 westen, maar ook in oostelijke deel dat direct aan de voet van het stuwwalgedeelte ligt (met peilbuizen B15 en B16).

Daarbij is in het stuwwalgedeelte alleen in de beekdalen zelf nog grondwater in de oppervlakkige zandlaag aanwezig (zie dwarsprofielen A-A', B-B' en C-C'). In de gebieden waarvandaan in de winter- en voorjaarsituatie voeding plaatsvindt is de oppervlakkige zandlaag op 2-7-2019 geheel droog gevallen: de grondwaterstand is hier tot in de leem- / kleiondergrond weggezakt. Dus in de zomer wordt het dalenstelsel niet meer via de oppervlakkige zandlaag vanuit de omgeving gevoed.

In dwarsprofiel A-A' is ter plaatse van het ondiepe filter van peilbuis B13 op 2-7-2019 een grondwaterstand van 100 cm -mv gemeten. Het ondiepe filter van peilbuis B28F1451 stond op 2-7-2019 droog. In het iets dieper geplaatste ondiepe filter van peilbuis B20 (die op slechts 20 meter afstand van peilbuis B28F1451 staat) was op 2-7-2019 wel water aanwezig en hier is toen een grondwaterstand van 40,51 mNAP gemeten. Rekening houdend met een kleine opbolling van de grondwaterspiegel in de dwarsrichting van het beekdal was het ondiepe filter van peilbuis B28F1451 op 2-7-2019 net droog gevallen (zie dwarsprofiel C-C') en bevond de grondwaterstand zich hier op een niveau van circa 40,6 mNAP, ofwel circa 115 cm -mv. Het verwegzakken van de grondwaterstand in de zomer ter plaatse van peilbuis B13 wordt niet alleen veroorzaakt door de greppels / slootjes in het deelgebied zelf, maar ook door de ontwatering van het voedingsgebied (ofwel de drains, greppels en sloten in het noordelijke zijdal): hierdoor valt in het voedingsgebied de watervoerende zandlaag in de loop van de zomer immers eerder droog, waardoor er veel minder reserve is voor overbrugging van droge zomerperioden. Vanwege het versnelt en versterkt wegzakken van de grondwaterstand in het deelgebied met peilbuis B13 is ook de voeding vanuit dit deelgebied naar het Elzenbroekbos met peilbuis B28F1451 afgenomen.

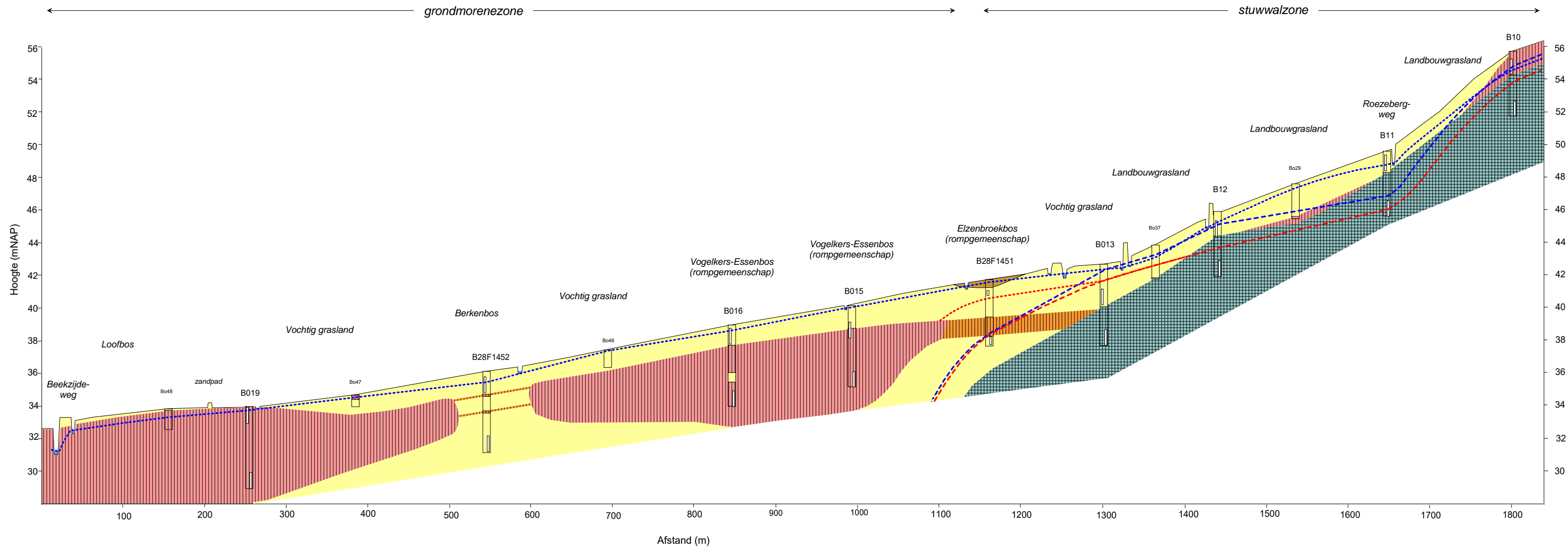
Zodoende heeft de ontwatering van het volledige noordelijke zijdal een negatief effect op het Elzenbroekbos met peilbuis B28F1451.








In dwarsprofiel B-B' is ter plaatse van peilbuis B6 (in het bronbosje) op 2-7-2019 een grondwaterstand van 82 cm -mv gemeten. Ter plaatse van peilbuis B7, in het beekdalgedeelte van deelgebied Oude Luttkhuis, lag de grondwaterstand toen op 86 cm -mv. Ter plaatse van peilbuis B8, op de oostgrens van het sterk verdroogde Elzenbroekbos, is een grondwaterstand van maar liefst 172 cm -mv gemeten. Verder westelijk in het Elzenbroekbos lag de grondwaterstand ter plaatse van peilbuis B28F1388 op 120 cm -mv. Het ver wegzakken van de grondwaterstand in het Elzenbroekbos wordt vooral veroorzaakt door de sterk drainerende werking van de nog aanwezige diepe, gekanaliseerde beekloop ten oosten van het broekbos (tot aan de Roezebergweg), door de sterke afgraving die in dit traject aan de noordzijde van de beek heeft plaatsgevonden en door de sterke afgraving die in het deelgebied Oude Luttkhuis heeft plaatsgevonden. Zonder deze aantastingen zou de grondwaterspiegel in dit beekdalgedeelte in de wintersituatie circa 80 cm hoger liggen dan nu het geval is (namelijk op het niveau van het oorspronkelijke maaiveld van het dal), waardoor er (vanwege de extra berging in de bodem) ook een veel grotere reserve zou zijn voor overbrugging van de zomer, wat dus betekent dat ook in de zomer de grondwaterstanden (ten opzichte van NAP) veel hoger geweest zouden zijn dan nu. Zodoende had dit gebied het gehele jaar door een sterke voedende functie voor het aangrenzende deel met het Elzenbroekbos. Door de genoemde aantastingen is deze voedende functie dus sterk afgenomen.

In dwarsprofiel C-C' is op 2-7-2019 ter plaatse van het ondiepe filter van peilbuis B28F1587-1 (die in de bronslenk van het zuidelijke zijdal staat) een grondwaterstand van 59 cm -mv gemeten. Van alle plekken waar peilbuizen zijn geplaatst is dit de natste plek. De grondwaterstand zakt hier ook 23 cm minder ver weg dat op de één na natste plek (het bronbosje met peilbuis B6, waar een grondwaterstand van 82 cm -mv is gemeten). De relatief natte omstandigheden hangen enerzijds samen met de geringere mate van verstoring van dit deelsysteem. Anderzijds lijkt ook de natuurlijke opbouw van het systeem een rol te spelen: waarschijnlijk vindt hier namelijk ook een zekere voeding / nalevering plaats vanuit de enigszins doorlatende leemondergrond en/of via zandige lagen onder de filters van de diepe peilbuizen.

De huidige eenmalige meting op 2-7-2019 vormt slechte een eerste indicatie van de GLG. Met behulp van peilbuis B28F1587 zal de komende jaren een meetreeks worden opgebouwd, aan de hand waarvan uiteindelijk dus ook de exacte GLG-waarde kan worden afgeleid. Dan zal moeten blijken in hoeverre er in relatie tot een goed ontwikkeld Elzenbroekbos (waarvoor een GLG van maximaal 40 à 50 cm -mv geldt) ook hier nog een doelgat aanwezig is.

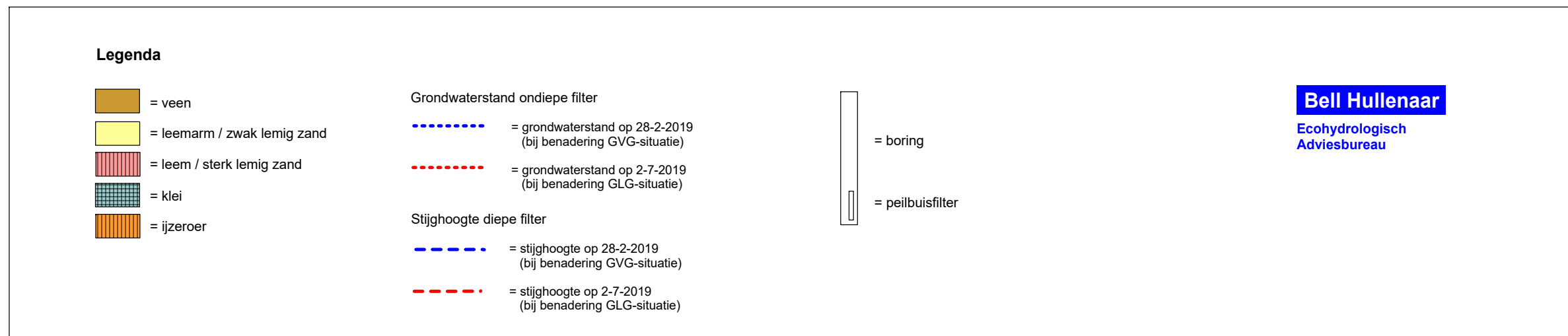
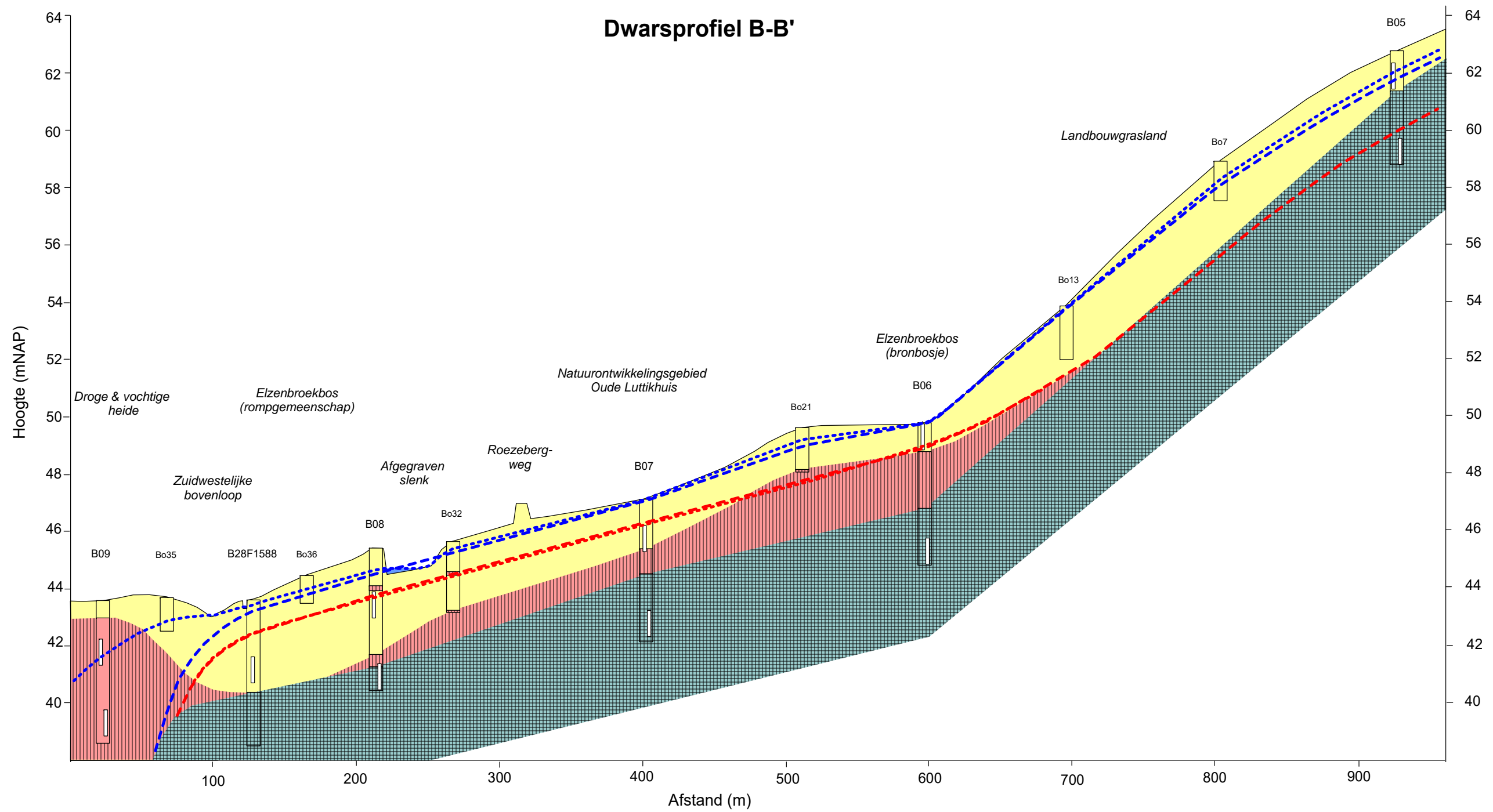
Dwarsprofiel A-A'



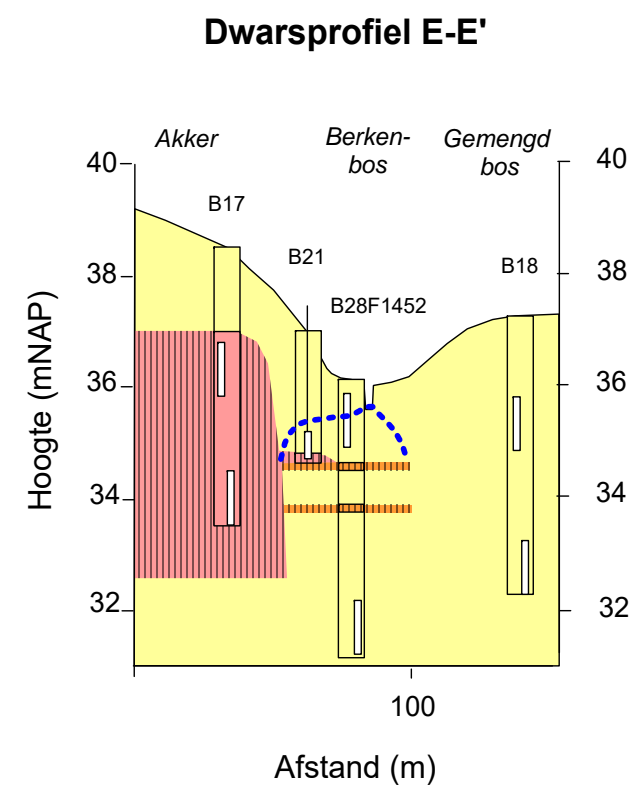
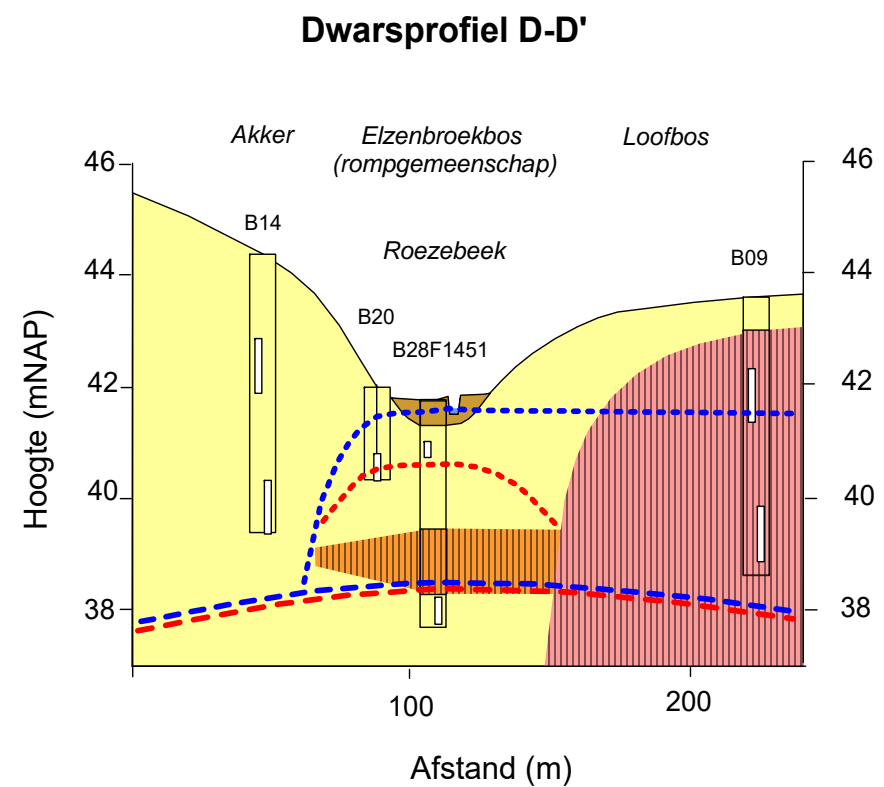
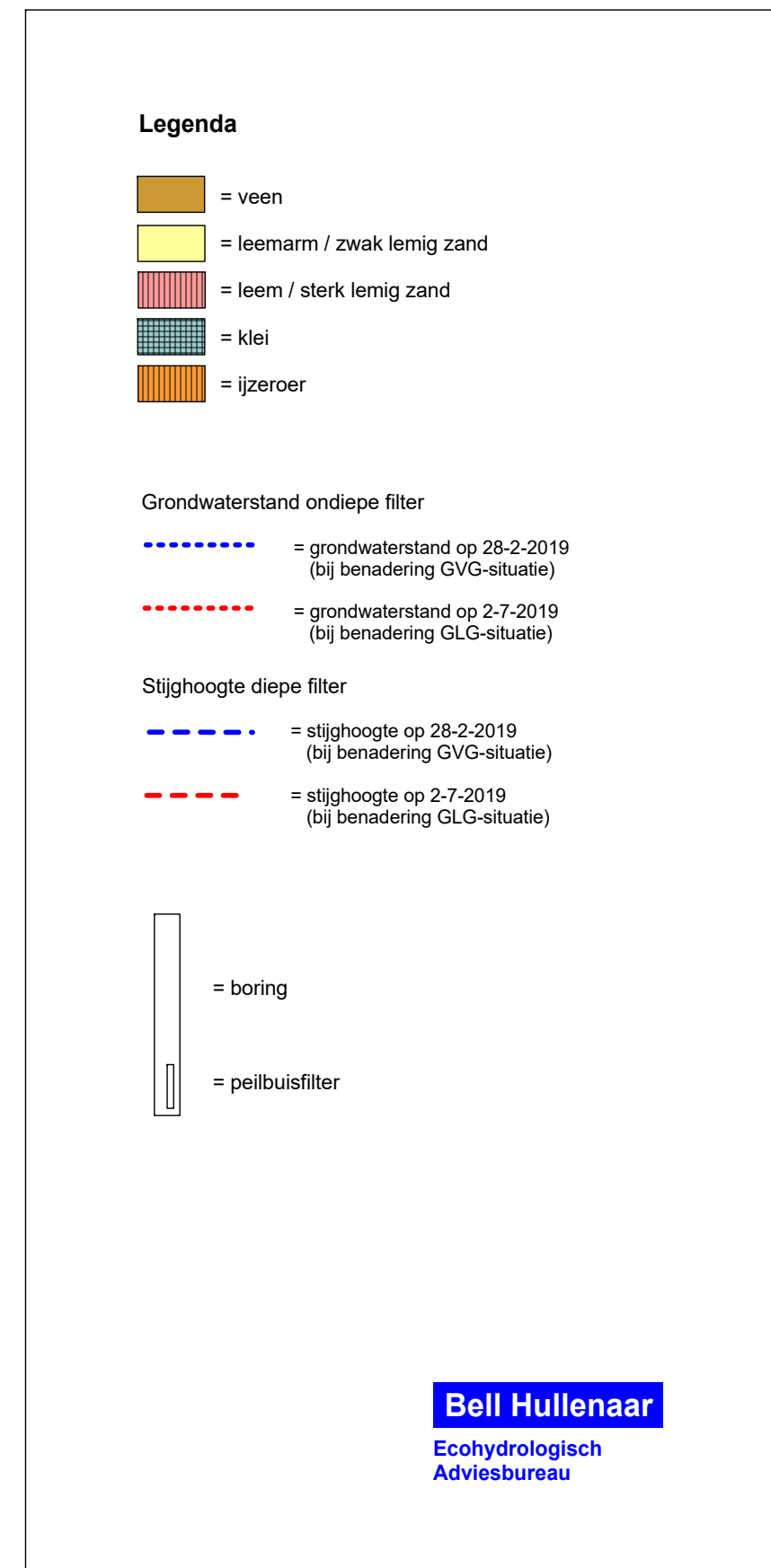
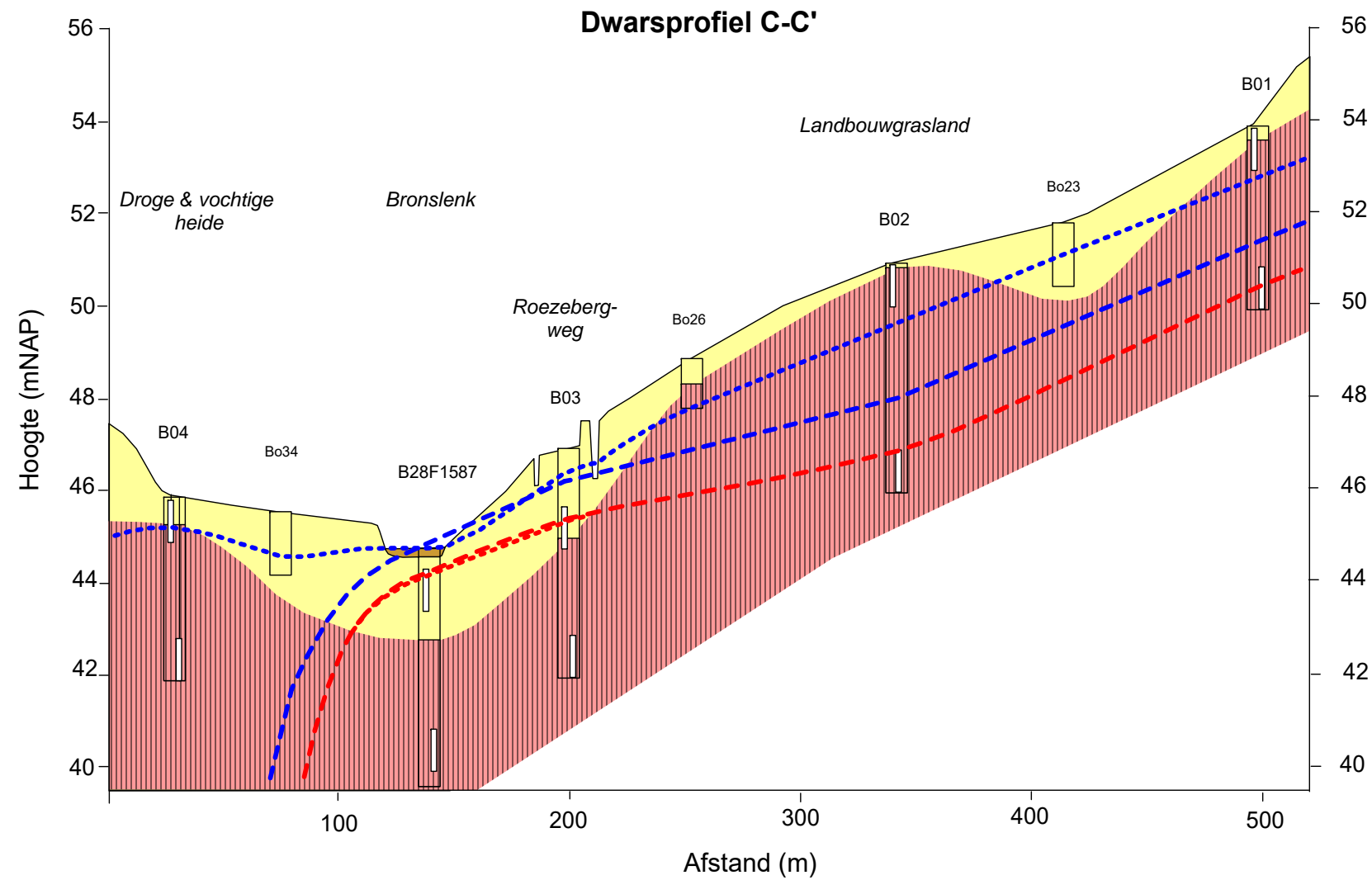
Legenda			
	= veen		
	= leemarm / zwak leemig zand / zwak siltig zand		
	= leem / sterk leemig zand / sterk siltig zand		
	= klei		
	= ijzeroer		
		Grondwaterstand ondiepe filter	
			= grondwaterstand op 28-2-2019 (bij benadering GVG-situatie)
			= grondwaterstand op 2-7-2019 (bij benadering GLG-situatie)
		Stijghoogte diepe filter	
			= stijghoogte op 28-2-2019 (bij benadering GVG-situatie)
			= stijghoogte op 2-7-2019 (bij benadering GLG-situatie)
			= boring
			= peilbuisfilter

Beil Hullebaar
Ecohydrologisch
Adviesbureau

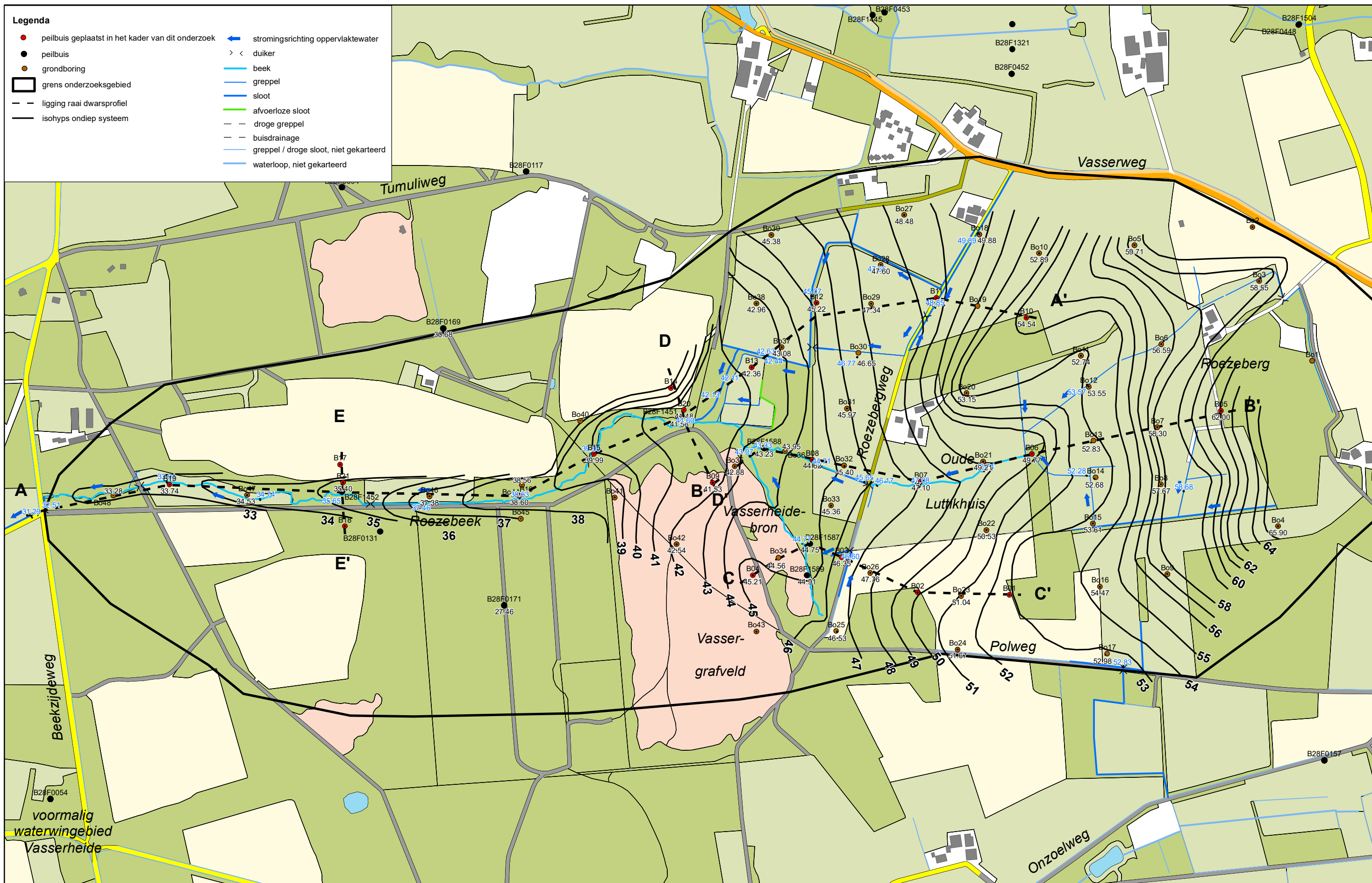
Figuur 4.2 Dwarsprofiel A-A'



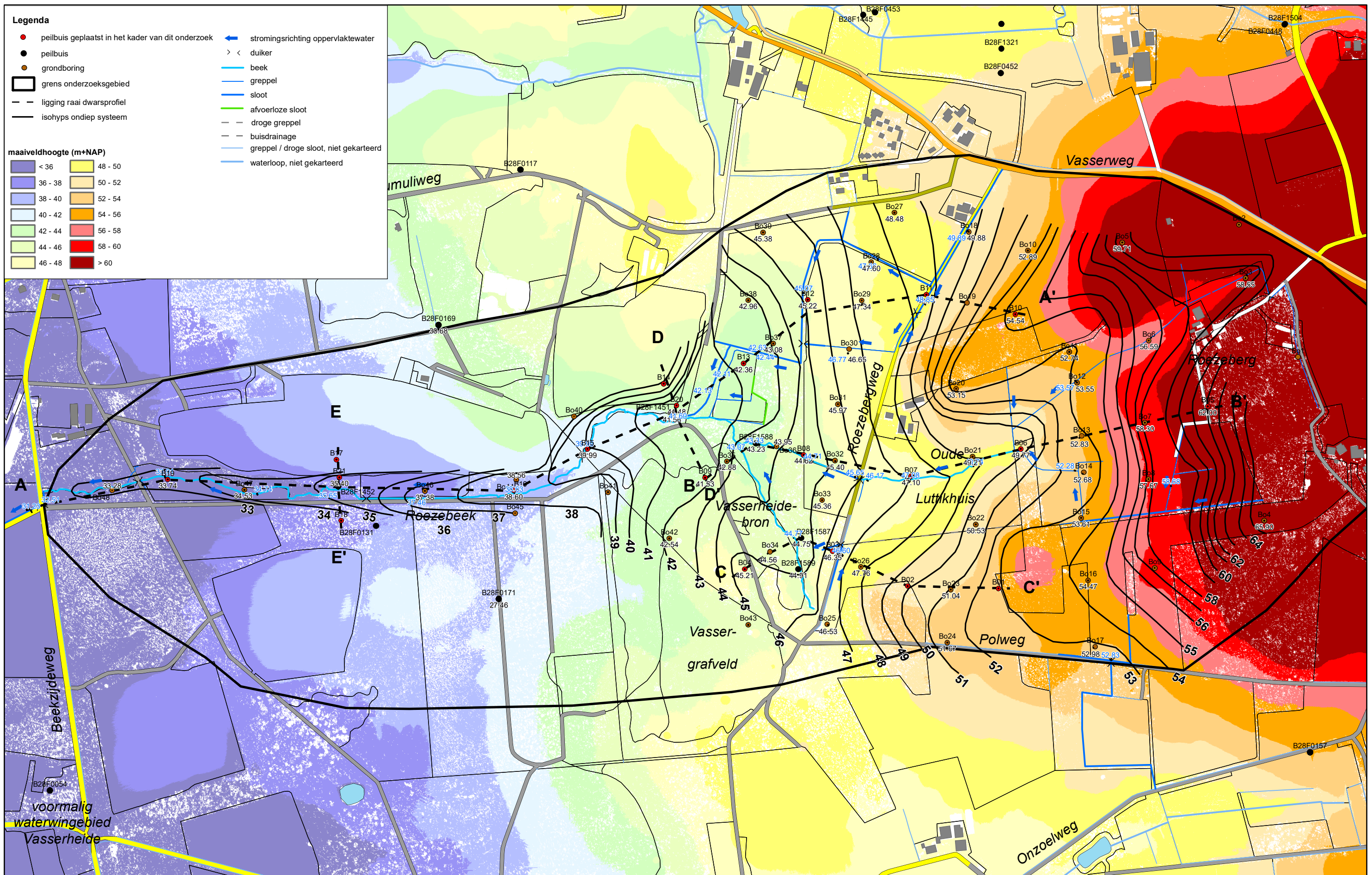
Figuur 4.2 Dwarsprofiel B-B'



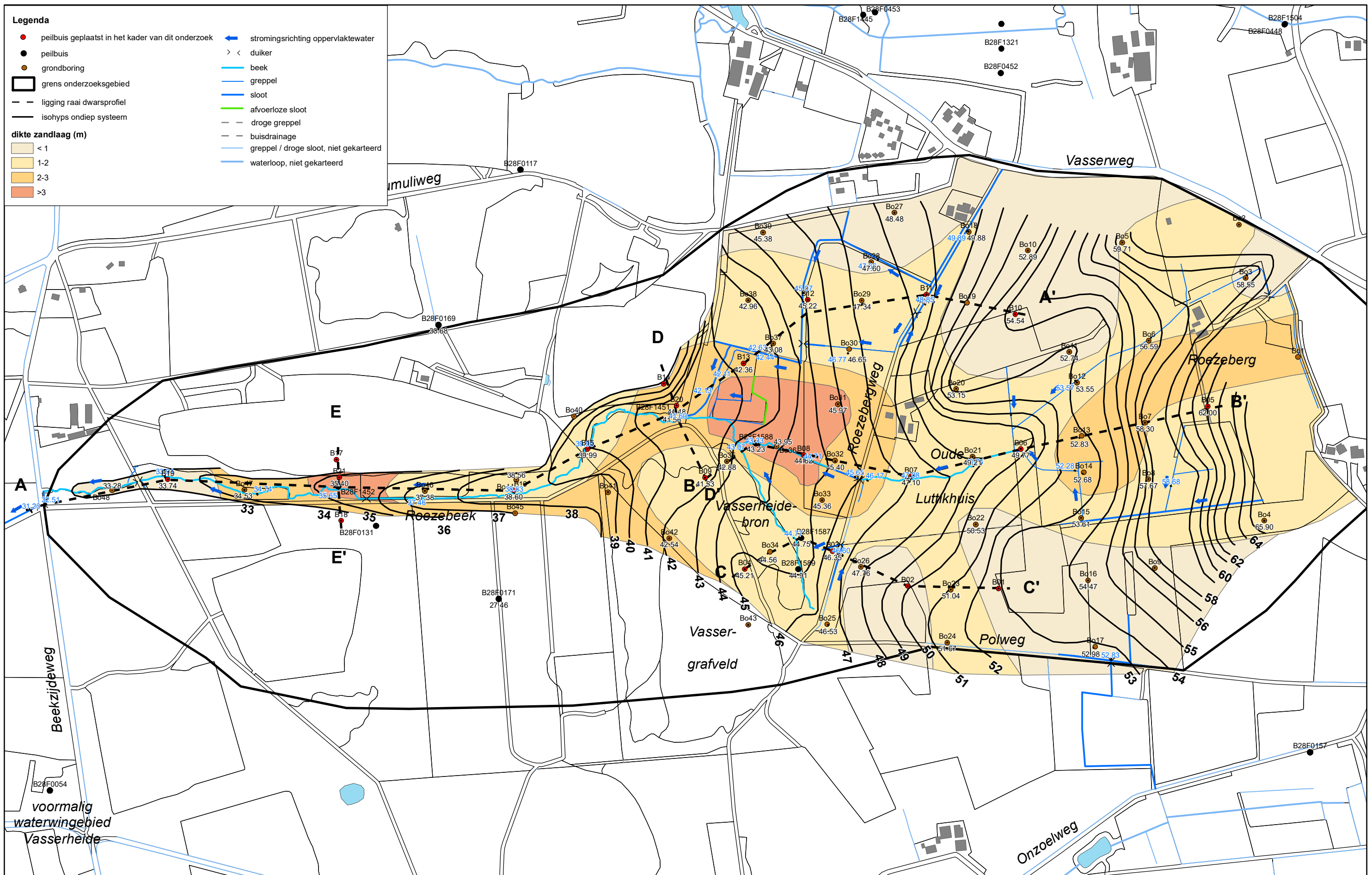
Figuur 4.3 Dwarsprofielen C-C', D-D' en E-E'



Figuur 4.5 Isohyps en 28 februari 2019 met de topografie



Figuur 4.6 Isohyps en 28 februari 2019 met de hoogteligging



Figuur 4.7 Isohyps en 28 februari 2019 met zanddikte

4.4 Resultaten hydrochemisch onderzoek

De belangrijkste resultaten van het hydrochemisch onderzoek zijn weergegeven op de kaart van figuur 4.8 en de volledige analyseresultaten zijn opgenomen in bijlage 5.

Noordelijke zijdal

Uit de analyseresultaten blijkt per monsterpunt het volgende:

- Het grondwater van B11-1 is ionenrijk (EGV = 644 $\mu\text{S/cm}$), sterk gebufferd (alkaliniteit 3,5 meq/l), bevat weinig nitraat (0,04 mgN/l) en is wel sulfaatrijk (76 mg/l).
- Het grondwater van B12-1 is matig ionenrijk (EGV = 312 $\mu\text{S/cm}$), matig gebufferd (alkaliniteit 0,7 meq/l), bevat vrijwel geen nitraat (0,1 mgN/l) en ook hier is het grondwater sulfaatrijk (89 mg/l).
- Het oppervlaktewater van de afvoersloot van het landbouwgebied in het noordelijke zijdal (R17 = oppw4) is matig ionenrijk (EGV = 296 $\mu\text{S/cm}$), matig gebufferd (alk = 0,6 meq/l), matig sulfaatrijk (40 mg/l) en zeer nitraatrijk (8,8 mgN/l).

Deze analyseresultaten wijzen op de aanwezigheid van sterk vermest grond- en oppervlaktewater in het landbouwgebied van het noordelijke zijdal en het optreden van denitrificatieprocessen onder invloed van pyriet. In samenhang hiermee is in het bemonsterde grondwater het nitraat vrijwel geheel verdwenen, maar dit heeft wel geresulteerd in zeer hoge sulfaatconcentraties. De aanwezigheid van zeer veel nitraat in het slootwater geeft aan dat er vanuit het landbouwgebied ook een sterke toevoer optreedt van (oppervlakkig toestromend) nitraatrijk grondwater. Hierdoor ontstaat het mixtype van nitraatrijk en matig sulfaatrijk water.

Het grondwater van B13-1 is matig gebufferd (alkaliniteit = 0,85 meq/l), bevat weinig nitraat (0,02 mgN/l) en ook weinig sulfaat (19 mg/l). Dit grondwater is weinig antropogeen beïnvloed.

Bovenstroomse deel hoofddal

Uit de analyseresultaten blijkt per monsterpunt het volgende:

- Het grondwater van B6-1 in het bronbosje is zeer ionenrijk (EGV = 742 $\mu\text{S/cm}$), ongebufferd en zodoende sterk zuur (pH = 3,4), extreem sulfaatrijk (235 mg/l) en bevat weinig nitraat (0,16 mg N/l).
- Het grondwater van B7-1 in het natuurontwikkelingsperceel Oude Luttkhuis is ionenrijk (421 $\mu\text{S/cm}$), matig gebufferd (alk = 1,3 meq/l), sulfaatrijk (115 mg/l) en bevat vrijwel geen nitraat (0,03 mgN/l).
- Het grondwater van B8-1 is ionenrijk (EGV = 451 $\mu\text{S/cm}$), zwak gebufferd (alk = 0,3 meq/l), zeer sulfaatrijk (175 mg/l) en bevat vrijwel geen nitraat (0,03 mgN/l).
- Het bij peilbuis B8 bemonsterde oppervlaktewater van de Roezebeek (R6 = oppw1) is matig ionenrijk (EGV = 299 $\mu\text{S/cm}$), zwak gebufferd (alk = 0,3 meq/l), sulfaatrijk (99 mg/l) en nitraatarm (0,06 mgN/l).

Deze analyseresultaten geven aan dat ook hier sprake is van de aanwezigheid van vermest grond- en oppervlaktewater, waarbij als gevolg van denitrificatie met pyriet het nitraat vrijwel geheel is verdwenen, maar wat wel geresulteerd heeft in zeer hoge sulfaatconcentraties. De lage nitraatconcentratie van het beekwater duidt erop dat hier, althans op het moment van de bemonstering, geen sprake is van voeding met nitraatrijk water, dus ook niet vanuit het landbouwgebied aan de oostzijde. Waarschijnlijk gebeurt dat wel in nattere perioden, als er een sterkere oppervlakkige afvoer optreedt.

Zuidelijke zijdal

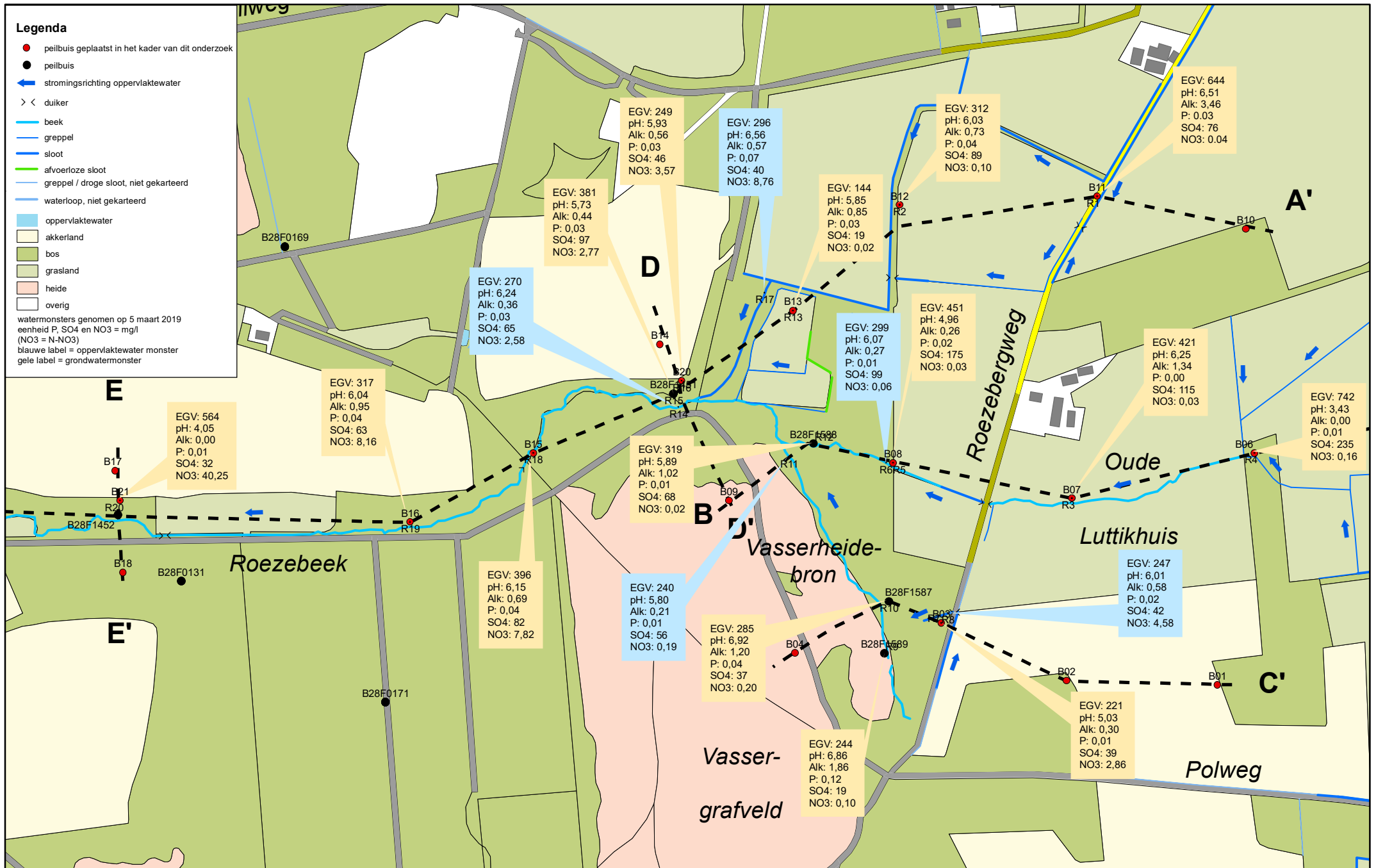
Uit de analysesresultaten blijkt per monsterpunt het volgende:

- Het oppervlaktewater in de sloot bij B3 (R8 = oppw2) is matig ionenrijk (= 247 $\mu\text{S/cm}$), zwak gebufferd (alk = 0,6 meq/l), matig sulfaatrijk (42 mg/l) en nitraatrijk (4,6 mgN/l).
- Het grondwater van B3-1 is matig ionenrijk (EGV = 221 $\mu\text{S/cm}$), zwak gebufferd (alk = 0,3 meq/l) en zodoende matig zuur (pH = 5,0), matig sulfaatrijk (39 mg/l) en nitraatrijk (2,9 mg N/l).
- Het grondwater van B28F1587-1 is matig ionenrijk (EGV = 285 $\mu\text{S/cm}$), matig gebufferd (alk = 1,2 meq/l), matig sulfaatrijk (37 mg/l) en nitraatarm (0,2 mgN/l).
- Het oppervlaktewater van de bronslenk in het zuidelijke zijdal (R11 / oppw3) is matig ionenrijk (EGV = 240 $\mu\text{S/cm}$), zwak gebufferd (alk = 0,2 meq/l) en zodoende zwak zuur (pH = 5,8), sulfaatrijk (56 mg/l) en bevat weinig nitraat (0,19 mg/l).

Dus ook hier wijzen de analysesresultaten op de aanwezigheid van vermist grond- en oppervlaktewater en het optreden van denitrificatieprocessen onder invloed van pyriet. Vanuit de afvoersloot op de westgrens van het landbouwperceel en de duiker onder de Roezebergweg belandt het nitraat- en sulfaatrijke water in de sloot ten westen van de weg. In neerslagrijke perioden stroomt het water vanuit de westelijke sloot oppervlakkig over maaiveld heen het zijdal in. Als gevolg van deze voeding met nitraatrijk water is hier een omvangrijke zone met Grote brandnetel aanwezig. Deze zone loopt door tot in de bronslenk, tot aan peilbuis B28F1587.

Getuige de kwaliteit van het grondwater ter plaatse van peilbuis B3 stroomt ook via het grondwatersysteem het vermeste grondwater naar de bronslenk toe. Ter plaatse van B3 bevat het grondwater nog nitraat, maar ter plaatse van B1587-1, waar het grondwater in de bronslenk aan de oppervlakte komt, is het nitraat bijna geheel verdwenen. Daarbij is de sulfaatconcentratie hier niet gestegen: de concentratie ter plaatse van B1587-1 is bij benadering net zo hoog als bij B3 (37 à 39 mg/l). Dit wijst erop dat in dit geval denitrificatie optreedt door een reactie van nitraat met organisch materiaal in de bodem: ook dit is een algemeen bekend denitrificatieproces (Bell Hullenaar, 2017) en bij dit proces komt geen sulfaat vrij. In vergelijking hiermee is de sulfaatconcentratie van het bronwater zelf een stuk hoger (56 mg/l). Dus in zijn totaliteit wordt de bronslenk ook gevoed met grondwater dat onder invloed van denitrificatie met pyriet sulfaatrijker is geworden. Op basis van dwarsprofiel C-C' (zie figuur 4.3) volgt dat deze bemestingsinvloed afkomstig is van het landbouwgebied ten oosten van peilbuis B3.

Vanwege het optreden van de denitrificatieprocessen en waarschijnlijk ook vanwege binding van fosfaat aan ijzer, kan in de bronslenk ondanks de voeding met vermist grondwater toch nog altijd een redelijk waardevolle vegetatie voorkomen. Toch vormt de voeding met het sulfaatrijke grondwater wel een wezenlijke bedreiging. In de eerste plaats kan bij het in contact komen van het sulfaatrijke grondwater met organisch stofrijke lagen in de bodem van de kwelzone mobilisatie van fosfaat optreden. Als in combinatie hiermee de bodem in de loop van de zomer in onvoldoende mate droogvalt, dan wordt dit fosfaat niet aan (reactief) ijzer gebonden en is het dus voor de planten beschikbaar. Het optreden van dit proces vormt een goede verklaring voor de aanwezigheid van de Mannagrasvegetatie in het relatief natte, gedurende de zomer lange tijd waterverzadigde benedenstroomse deel van de bronslenk. Verder kan als de sulfaatbelasting te hoog wordt ook sulfide-toxiciteit ontstaan: zo kan een gifstof ontstaan waar vrijwel geen plantensoorten tegen bestand zijn.



Figuur 4.8 Belangrijkste resultaten hydrochemisch onderzoek Roezebeek

Benedenstroomse deel hoofddal

Uit de analyseresultaten blijkt per monsterpunt het volgende:

- Het bij peilbuis B28F1451 bemonsterde oppervlaktewater van de Roezebeek (R14 / oppw5) is matig ionenrijk (EGV = 270 $\mu\text{S/cm}$), zwak gebufferd (alk = 0,4 meq/l), sulfaatrijk (65 mg/l) en nitraatrijk (2,6 mgN/l).
- Het grondwater van B28F1451-1 is ionenrijk (EGV = 381 $\mu\text{S/cm}$), zwak gebufferd (alk = 0,4 meq/l), sulfaatrijk (97 mg/l) en nitraatrijk (2,8 mgN/l).
- Het grondwater van B15-1 is ionenrijk (EGV = 396 $\mu\text{S/cm}$), matig gebufferd (alk = 0,7 meq/l), sulfaatrijk (82 mg/l) en zeer nitraatrijk (7,8 mgN/l).
- Het grondwater van B16-1 is ionenrijk (EGV = 317 $\mu\text{S/cm}$), matig gebufferd (alk = 0,9 meq/l), sulfaatrijk (63 mg/l) en zeer nitraatrijk (8,2 mgN/l).

In de Roezebeek is dus nitraatrijk en sulfaatrijk water aanwezig. Het betreft een mixtype van het zeer nitraatrijke en matig sulfaatrijke afvoerwater van het landbouwgebied in het noordelijke zijdal (monsterpunt R17) en het nitraatarme en sulfaatrijke afvoerwater van het bovenstroomse deel van de Roezebeek (monsterpunt R6), met een kleine bijmenging van het nitraatarme en matig sulfaatrijke en afvoerwater uit de (in veel geringere mate water afvoerende) bronslenk in het zuidelijke zijdal.

In het beekdal infiltreert het nitraat- en sulfaatrijke beekwater in de beekdalbodem, waardoor ook het hier bemonsterde grondwater nitraat- en sulfaatrijk is. Getuige de relatief hoge sulfaat- en nitraatconcentraties van het grondwater ten opzichte van de waarden van het beekwater, is de kwaliteit van het infiltrerende beekwater gemiddeld gezien nog slechter dan zoals gemeten op basis van de bemonstering van 5-3-2019. De hoge nitraatconcentraties van het grondwater resulteren in stroken met een begroeiing van vrijwel uitsluitend Grote brandnetel direct langs de beek, aangezien hier nitraatrijke grondwater ook in de wortelzone van de vegetatie kan doordringen. Daar waar het dal af en toe overstroomt met het nitraatrijke beekwater (gedeelte van B28F1451 tot en met B15) wordt de kruidlaag van het volledige dal gedomineerd door Grote brandnetel.

Peilbuizen op de overgang naar akkers aan de noordzijde van het beekdal

Uit de analyseresultaten blijkt per monsterpunt het volgende:

- Het grondwater van peilbuis B20 is matig ionenrijk (EGV = 249 $\mu\text{S/cm}$), matig gebufferd (alk = 0,6 meq/l), matig sulfaatrijk (46 mg/l) en nitraatrijk (3,6 mgN/l). Het betreft een met regenwater verdunde vorm van het grondwater zoals bemonsterd ter plaatse van B28F1451.
- Het grondwater van peilbuis B21 is ionenrijk (EGV 564 $\mu\text{S/cm}$), ongebufferd en zodoende sterk zuur (pH = 4,1), matig sulfaatrijk (32 mg/l) en extreem nitraatrijk (40,2 mgN/l). De peilbuis staat vlak langs de akker, op slechts enkele meters hiervan. Waarschijnlijk is het grondwater van B21 beïnvloed door bemesting van de akker. Dit grondwater kan het beekdal echter niet bereiken (zie dwarsprofiel E-E'). In relatie tot de infiltratie van beekwater naar het ondiepe systeem in het beekdal verliest het beekdal hier namelijk water naar zijn omgeving en is de grondwaterstroming aan de noordzijde dus noordwaarts gericht.

PAS-peilbuis aan rand vochtige heide

Het grondwater van peilbuis B28F1589-1 (die aan de oostrand van de zone met vochtige heide staat, nabij de flank van de bronslenk) is matig ionenrijk (EGV = 244 $\mu\text{S/cm}$, matig sterk gebufferd (alk = 1,9 meq/l), sulfaatarm (19 mg/l) en nitraatarm (0,1 mgN/l). Het betreft dus schoon, gebufferd grondwater.

5 Synthese en conclusies

5.1 Ecohydrologisch functioneren en knelpunten

Ecohydrologisch functioneren

Het beekdalsysteem van de Roezebeek ligt op de westflank van de stuwwal van Ootmarsum en in een zone met grondmorene aan de voet van de stuwwal (zie figuur 2.3). In de ondergrond van het gebied is een brede slenk aanwezig: de slenk van Reutum. Deze slenk is voor een groot deel opgevuld met zanden.

De stuwwal bestaat vooral uit gestuwde Tertiaire, mariene afzettingen: een tientallen meters dik pakket van met name klei en leem en soms ook lagen uiterst fijn tot fijn zand (zie figuur 2.5). Na de formatie van de stuwwal heeft landijs de hele stuwwal overreden. In die fase is grondmorene afgezet, vooral in de vorm van keileem en soms ook in de vorm van (lemig) zand, zowel op de stuwwal als ten westen hiervan. Zowel op de stuwwal als in de grondmorenezone is aan de oppervlakte meestal een dunne zandlaag (van doorgaans 1 à 3 meter) aanwezig. Het betreft hierbij met name fluvioperiglaciale afzettingen en/of dekzand. In de flank van de stuwwal en de grondmorenezone zijn onder periglaciale omstandigheden vele erosiedalen uitgesleten, zo ook ter plaatse van het onderzoeksgebied. Hier is een dalenstelsel ontstaan dat is opgebouwd uit een hoofddal (met aan de oostzijde een vertakking in noordoostelijke en zuidoostelijke richting), een zuidelijk zijdal en een noordelijk zijdal (zie figuur 2.6).

Het vooral uit klei en leem opgebouwde pakket van de stuwwal heeft een hoge weerstand. Het regenwater kan hier zodoende niet gemakkelijk infiltreren naar de ondergrond en stroomt daarom vooral lateraal via de dunne oppervlakkige zandlagen af (zie figuren 4.2, 4.3 en 4.4). De laterale grondwaterstroming treedt vanwege de geringe dikte van deze systemen hoofdzakelijk op in perioden met neerslagoverschotten, dus veelal in het winterhalfjaar. Voor zover het water niet wordt afgevangen en afgevoerd door de ontwateringsstelsels in de landbouwgebieden, komt dit in het dalenstelsel als kwel weer aan de oppervlakte. Op deze wijze vindt voeding plaats van het Elzenbroekbosje met peilbuis B6, het verschralende vochtige grasland met onder andere Veldrus en Groot bronkruid in deelgebied Oude Luttikhuis (met peilbuis B7), het voormalige landbouwperceel met peilbuis B13 en de met broekbos begroeide bron-slenk (met peilbuis B28F1587) in het zuidelijke zijdal.

In de grondmorenezone aan de voet van de stuwwal is meestal weinig weerstand in de bodem aanwezig, waardoor regenwater hier over het algemeen wel gemakkelijk kan infiltreren naar de ondergrond. Hier bevindt de freatische grondwaterstand zich meestal op het niveau van het diepe regionale systeem, op vele meters beneden maaiveld. In samenhang hiermee staan de diepe filters van de peilbuizen die hier zijn bijgeplaatst altijd droog. In het winterhalfjaar is in de ondiepe filters in het beekdal echter wel overal grondwater aanwezig. Dit is te danken aan voeding vanuit de Roezebeek die dan optreedt in combinatie met de semi-weerstandsbiëdende werking van de keileem of (op plekken waar de keileem ontbreekt) door de aanwezigheid van (semi-)weerstandsbiëdende ijzeroerlagen. Omdat tussen dit ondiepe systeem en het freatische / diepe systeem een onverzadigde zone aanwezig is, betreft het een schijngrondwatersysteem. In dit gedeelte van het beekdal is het Vogelkers-Essenbos met peilbuizen B15 en B16 aanwezig.

Daar waar de slecht doorlatende gestuwde afzettingen eindigen en de zone met de doorlatende grondmorene-afzettingen begint, infiltreert grondwater dat lateraal via de oppervlakkige zandlaag vanaf de stuwwal afstroomt naar de ondergrond. Zodoende is er in het dalenstelsel in dit overgangsgebied een zone aanwezig waar weliswaar wel laterale

grondwatervoeding aanwezig is, maar geen duidelijke kwel optreedt. Het Elzenbroekbos in het gedeelte van het hoofddal met peilbuizen B28F1451 en B28F1588 ligt in deze zone.

Aantastingen van het lokale systeem

In het winterhalfjaar wordt in de voedingsgebieden op de stuwwal een deel van het grondwater uit de zandlaag gedraineerd en versneld oppervlakkig afgevoerd door de sloten, greppels en drainagebuizen van de landbouwgronden die hier aanwezig zijn. Dit gaat ten koste van de geleidelijke voeding van het dalsysteem, wat op zijn beurt leidt tot het versneld en versterkt wegzakken van de grondwaterstanden in het dalsysteem in het voorjaar en de zomer, niet alleen in de kwelgebieden, maar ook in het gedeelte dat afhankelijk is van de laterale grondwatervoeding. Dus door de afvang van water door het ontwateringsstelsel in het noordelijke zijdal wordt niet alleen de kwelwatervoeding van het perceel met peilbuis B13 gereduceerd, maar ook de laterale grondwatervoeding van het beekdalgedeelte met Elzenbroekbos tussen peilbuizen B28F1588 en B28F1451. Het beekdalgedeelte tussen peilbuizen B8 en B28F1588 wordt sterk negatief beïnvloed door de sterk drainerende werking van de diepe gekanaliseerde beekloop met hiernaast de uitgegraven slenk tussen peilbuis B8 en de Roezebergweg en ook door de forse afgraving van deelgebied Oude Luttikhuis is de voeding van dit beekdalgedeelte gereduceerd. Verder wordt de kwelwatervoeding van de bronslenk in het zuidelijke zijdal gereduceerd door de buisdrainage en afvoersloot van de landbouwgrond ten oosten van peilbuis B3. In combinatie heeft ook de egalisatie van deze landbouwgrond geleid tot een aantasting van het hydrologisch functioneren van de bronslenk: door de afvlakking van een zandrug kan in natte winterperiodes namelijk geen goede opbolling van de grondwaterspiegel meer optreden, waarmee dit mechanisme van grondwatervoeding is weggefallen. De voeding van het bronbosje met peilbuis B6 wordt verminderd door het ontwateringsstelsel in de twee zijdalen in het landbouwgebied ten oosten van het bosje.

Het perceel met peilbuis B13 ligt in het laagste deel van het noordelijke zijdal. In dit gedeelte treedt (ondanks de afname van de grondwatervoeding vanuit het noordoosten) nog altijd kwel op. Het kwelwater wordt in de huidige situatie echter afgevangen en afgevoerd door de sloot- en greppelrestanten in en rond dit perceel. Dit leidt niet alleen tot verlaagde grondwaterstanden in dit gebied, maar zorgt er ook voor dat het kwelwater hier nu niet goed in de toplaag van de bodem kan doordringen. Bovendien leidt ook ontwatering van dit perceel tot een verminderde grondwatervoeding van het hoofddal.

Vanwege de versterkte oppervlakkige afvoer treden ook in versterkte mate piekafvoeren op, waardoor erosie van de beekbodem optreedt. Hierdoor is de hoofdloop van de Roezebeek doorgaans 3 tot 5 dm in de dalbodem ingesneden en op de plek waar de Roezebeek ter plaatse van peilbuis B8 het bos instroomt is de loop zelfs nog dieper: 6 tot 9 dm. Vanwege de sterk drainerende werking van de diepe, gekanaliseerde beekloop verder bovenstrooms heeft dit diep ingesneden traject nu echter geen duidelijke drainerende werking. Dit geldt wel voor het traject dat grenst aan het perceel met peilbuis B13. In het infiltrerende gedeelte verder benedenstrooms vindt door de insnijding van de beekloop de voeding van het beekdal op een lager niveau plaats, waardoor de voedende werking van de beek dus is afgenomen.

In het gedeelte van het hoofddal waar een veenbodem aanwezig is (dit is het gedeelte vanaf de monding van de zuidtak in de hoofdloop tot en met het beekdalgedeelte met peilbuis B28F1451), leidt de verdroging ook tot mineralisatie van het veen, waardoor er in versterkte mate voedingsstoffen vrijkomen, wat dus betekent dat door de verdroging ook eutrofiëring optreedt.

Eutrofiëring treedt ook op door uitspoeling van nitraat ter plaatse van de intensief bemeste landbouwgronden in de voedingsgebieden op de stuwwal. Met name onder invloed van denitrificatie met pyriet (dat in deze mariene afzettingen ruim voorhanden is) wordt een deel van het nitraat tijdens de stroming via de oppervlakkige zandlaag weliswaar

afgebroken, maar dit resulteert wel in hoge sulfaatconcentraties. Bovendien wordt lang niet al het nitraat afgebroken. Met name in de afvoersloot van het landbouwgebied in het noordelijke zijdal is een zeer hoge nitraatconcentratie gemeten (8,8 mgN/l). Het bemonsterde afvoerwater van de bovenloop van de Roezebeek is vooral zeer sulfaatrijk (99 mg/l). Zodoende is in de Roezebeek na het samenstromen met de afvoersloot uit het noordelijke zijdal een mix van nitraat- en sulfaatrijk water aanwezig. In de grondmorenezone infiltreert dit water in de bodem, wat vanwege de hoge nitraatconcentraties resulteert in stroken met een kruidlaag van vrijwel uitsluitend Grote brandnetel langs de beek. In het gedeelte van het beekdal dat bij piekafvoeren overstroomt (dit is het gedeelte vanaf het samenstromingsgebied tot en met peilbuis B15) wordt de kruidlaag van vrijwel het volledige beekdal gedomineerd door Grote brandnetel. De infiltratie en overstrooming met het nitraatrijke water veroorzaakt dus sterke eutrofiëring. Vooral in delen waar in de zomer de bodem lang nat blijft vormt ook de hoge sulfaatrijkdom een risico, aangezien er dan vanuit de bodem mobilisatie van fosfaat kan optreden, wat dus ook kan leiden tot eutrofiëring. Waarschijnlijk is als gevolg hiervan in het benedenstroomse deel van de bronslenk in het zuidelijke zijdal een zone met Mannagrass aanwezig.

Ook de akkers die direct ten noorden van het benedenstroomse deel van het beekdal van de Roezebeek liggen worden intensief bemest. Omdat het beekdal hier onder de invloed van het infiltrerende beekwater water verliest naar zijn omgeving kunnen de meststoffen hier echter niet via het grondwatersysteem het beekdal bereiken.

Verder heeft ook de verbossing van heidegebieden en de omvorming van heidegebieden in hoog productieve landbouwgraslanden in de voedingsgebieden van het beekdalsysteem verdroging veroorzaakt: vanwege het relatief hoge verdampingsverlies van bos en hoog productief grasland ten opzichte van heide is door deze ontwikkelingen de grondwateraanvulling verminderd, waardoor dus ook de grondwatervoeding van het dalsysteem is gereduceerd.

De verbossing van de zones direct ten westen en zuiden van het vochtige heidegebied heeft geleid tot een reductie van de laterale grondwatervoeding van de vochtige heide. Dit leidt niet alleen tot verdroging maar ook tot een afname van de laterale grondwaterbeweging in het heidegebied, wat met name ongunstig is voor Beenbreek, aangezien deze soort afhankelijk is van laterale grondwaterstroming. Vanwege de combinatie van de verdroging en de verhoogde depositie van stikstof vanuit de lucht is het heidegebied vergrast met Pijpenstrootje. Doordat ook Pijpenstrootje een hogere verdamping heeft dan een heidevegetatie, heeft de vergrassing met Pijpenstrootje op zijn beurt geleid tot een nog sterkere verdroging en dus nog sterkere vergrassing.

Doorwerken van veranderingen in het regionale systeem naar het lokale systeem

In combinatie met alle genoemde lokale aantastingen van het hydrologische systeem bestaat de mogelijkheid dat veranderingen in de stijghoogte van het diepe, regionale systeem in de slenk van Reutum hebben doorgewerkt in het lokale systeem van de Roezebeek. Het beekdalsysteem van de Roezebeek ligt immers bovenop deze slenk en ter plaatse van de stuwwal staat het lokale systeem (dat is opgebouwd uit een tientallen meters dik pakket van vooral klei en leem) waarschijnlijk ook in contact met het diepe systeem: anders dan in de grondmorenezone is hier naar verwachting geen onverzadigde zone aanwezig. Omdat de weerstand van de gestuwde afzettingen hoog is, werken stijghoogteveranderingen in het diepe systeem hooguit in zeer gedempte vorm door.

Aangezien de grondwaterwinning Vasserheide in 1997 gesloten is, vindt hierdoor dus geen negatieve beïnvloeding meer plaats. Uit de tijdreeksanalyse van de peilbuizen van Vitens volgt dat als gevolg van de stopzetting van deze winning de stijghoogte van het diepe systeem ter plaatse van het natuurgebied Vasserheide met 1 tot 3 dm is gestegen. Vanwege het ontbreken van peilbuisreeksen in het ondiepe systeem van de Roezebeek

op de stuwwal kon niet worden afgeleid of deze verandering hier heeft doorgewerkt in het ondiepe systeem. Van het ondiepe stuwwalstelsel in het aangrenzende bovenloopgebied van de Onzoelbeek zijn wel twee meetreeksen beschikbaar (ondiep en diep filter van B28F0157). Aan de hand van deze meetreeksen kan op basis van de tijdreeksanalyse niet op eenduidige wijze een verandering van de grondwaterstand in dit ondiepe systeem worden afgeleid. Dit betekent dat er hier geen verandering is of dat de verandering te klein is om met deze methode goed te kunnen detecteren.

De drinkwaterwinningen die in de huidige situatie vanuit de slenk plaatsvinden (Mander en ten noorden van Mander, over de grens met Duitsland), liggen op grote afstand (minimaal 5 km). Deze winningen veroorzaken in het gebied van de Roezebeek een stijghoogte-verlaging in orde van 1 dm (HaskoningDHV, 2016). Dus rekening houdend met het in zeer gedempte vorm doorwerken van de stijghoogte-veranderingen, is het eventuele effect hiervan op het ondiepe Roezebeekstelsel waarschijnlijk nihil en dus ondergeschikt aan de eerder genoemde lokale aantastingen.

5.2 Herstelmogelijkheden

Bestrijding van de verdroging en de eutrofiëring van het beekbegeleidende bos in het dalenstelsel van de Roezebeek kan op de volgende wijze plaatsvinden:

- Herstel van de geleidelijke voeding van het dalenstelsel via de oppervlakkige zandlaag vanaf de stuwwal door middel van het verwijderen van buisdrainage en het dempen van greppels en sloten. Het gaat hierbij om de ontwateringsstelsels van de volgende deelgebieden:
 - Landbouwgebied in het noordelijke zijdal, inclusief de oostflank hiervan.
 - Landbouwgebied ten oosten van het zuidelijke zijdal.
 - Landbouwgebied in het bovenloopgebied ten oosten van perceel Oude Luttkhuis.
- Reductie van de bemesting van de bovenstrooms gelegen landbouwgronden, tot op een niveau waarbij geen uitspoeling van nitraat meer plaatsvindt. Het gaat hierbij om dezelfde landbouwgronden als waar aanpak van de ontwateringsstelsels nodig is.
- Dempen van de gekanaliseerde beekloop en de (hierop aansluitende) uitgegraven slenk tussen Roezebergweg en peilbuis B8.
- Dempen van de sloot- en greppelrestanten in en rond het perceel met peilbuis B13.
- Sterk verondiepen van de Roezebeek in het traject tussen B8 en B1451. Dit is in de eerste plaats nodig om te voorkomen dat de ingesneden beekloop drainerend gaat werken als verder bovenstrooms het systeem is hersteld. In de tweede plaats wordt hiermee de huidige drainerende werking van het traject tegen het graslandperceel met peilbuis B13 tegengegaan.
- Sterk verondiepen van de ingesneden trajecten in de bosgebieden in het infiltrerende deel van de Roezebeek, dus in het traject vanaf B28F1451 tot aan de Beekzijdeweg. Deze maatregel is nodig om de beek zijn voedende werking in het infiltratiegebied weer optimaal te laten vervullen.
- Ook met de omvorming van bos en/of hoog productieve landbouwgronden in heide in het voedingsgebied kan een bijdrage worden geleverd aan het herstel van de grondwatervoeding van het dalsysteem, aangezien op deze wijze de verdamping wordt gereduceerd en dus de grondwateraanvulling wordt verbeterd.

Ook is het zinvol om in het graslandperceel tussen B16 en B28F1452 de huidige kunstmatige beekloop aan de zuidrand van het beekdal te dempen en ook hier de natuurlijke, zeer ondiepe beekloop in het centrale deel van het beekdal weer te herstellen. In de eerste plaats kan de beek dan ook hier zijn voedende functie voor het dal weer optimaal gaan vervullen. Bovendien wordt zo ook de natuurlijke beekdalgradiënt gelijk

hersteld, met relatief natte en voedselrijke omstandigheden in het vaker overstromende centrale deel van het dal en minder voedselrijke omstandigheden ter plaatse van de dalflank. Door in dit perceel bosontwikkeling plaats te laten vinden kan tevens uitbreiding van het beekbegeleidende bos plaatsvinden.

De verondieping / gedeeltelijk verplaatsing van de Roezebeek kan echter het best pas worden uitgevoerd als de kwaliteit van het beekwater sterk is verbeterd, want anders zal dit vanwege het sneller / vaker inunderen leiden tot nog sterkere eutrofiëring van het beekdal. Dit geldt met name voor het beekdalgedeelte benedenstreams van peilbuis B15, waar in de huidige situatie een redelijk goed ontwikkelde kruidlaag aanwezig is in het beekgebeleidende bos. Aangezien het gedeelte tussen peilbuizen B8 en B15 nu al sterk geëutrofiëerd is maakt dit hier niet zoveel verschil.

Een andere interessante uitbreidingslocatie voor beekbegeleidend bos betreft het perceel met peilbuis B13. Vanwege het optreden van kwel is dit gebied kansrijk voor ontwikkeling van Elzenbroekbos. Het perceel is echter ook kansrijk voor ontwikkeling van nat schraalland. Ter plaatse van beide graslandpercelen vormt de hoge fosfaatrijkdom van de bodem (vanwege het voormalige landbouwkundige gebruik) waarschijnlijk een knelpunt in de ontwikkelingsmogelijkheden. Op basis van bodemchemisch onderzoek kan inzichtelijk worden gemaakt in hoeverre dit een knelpunt is, en zo ja, wat hieraan gedaan kan worden.

Voor de verbetering van de ontwikkeling van de vochtige heide is in de eerste plaats omvorming van het bos aan de west- en zuidzijde ervan tot heide belangrijk, zodat de laterale voeding van de vochtige heide vanuit deze zone weer goed kan gaan verlopen. In combinatie hiermee dient in het heidegebied zelf ook de Pijpenstrootje te worden verwijderd, omdat ook de aanwezigheid van deze soort zelf verdroging veroorzaakt. Dit is mogelijk door middel van ondiep plaggen, klepelen en/of maaien van de sterk vergraste delen.

Literatuur

Bell, J.S & J.W. van 't Hullenaar, 2017. Ecohydrologische systeemanalyse brongebied van de Mosbeek. Bureau Bell Hullenaar in opdracht van de provincie Overijssel.

Berg, M.W. van den & C. den Otter, 1993. (Toelichtingen bij de) geologische kaart van Nederland 1 : 50.000. Blad Almelo Oost / Denekamp (28O/29). Rijks Geologische Dienst, Haarlem.

Eysink, A.T.W., R.J.J. van Dongen, M.A.P. Horsthuis & J.H.J. Thielemans, 2014. Watercollectief Twente - Stroomgebied Roezebeek - Locatie Vasserheide Landschap Overijssel. Watercollectief in opdracht van Landschap Overijssel.

Fieldlab Springendal - Dal van de Mosbeek, 2016 (concept). Feitenkaart Roezebeek.

Fieldlab Springendal - Dal van de Mosbeek, 2016 (concept). Boorbeschrijvingen Roezebeek.

Horsthuis, M., 2016. Notitie aanwezigheid N2000-habitattypen in deelgebied Roezebeek. In opdracht van het Fieldlab Springendal - Dal van de Mosbeek.

KWR, Witteveen+Bos & RoyalHaskoningDHV, 2017. Natura 2000 Gebiedsanalyse voor de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS) Springendal en Dal van de Mosbeek. In opdracht van de provincie Overijssel.

Landschap Overijssel, 2006. Vasserheide, Vassergrafveld en Haarlergrafveld. Evaluatie en beheervisie 2005.

Meij, t. de, C. den Otter, C.W. Stroet en M.A.P. Horsthuis, 2015. Systeembeschrijving van de stuwwal van Ootmarsum. Verslag van de deskundigenbijeenkomst op 17 december 2014. Provincie Overijssel, Zwolle.

Royal HaskoningDHV, 2016. De overgangszone tussen de Stuwwal van Ootmarsum en de Slenk van Reutum. In opdracht van de Provincie Overijssel.

Overzicht bijlagen

- 1 Uitleg Menyanthes
- 2 Boorbeschrijvingen bijgeplaatste tijdelijke peilbuizen
- 3 Boorbeschrijvingen aanvullende boringen
- 4 Grafieken grondwaterstandsverloop tijdelijke peilbuizen
- 5 Analyseresultaten hydrochemisch onderzoek

Bijlage 1 Uitleg over Menyanthes

Menyanthes is een door KIWA, Artesia en TU Delft ontwikkeld programma voor het uitvoeren van tijdreeksanalyses op grondwaterstanden. Met het programma zijn tijdreeksmodellen vervaardigd, aan de hand waarvan (op basis van een statistische methode) de invloed van verklarende factoren (zoals onder andere neerslag en verdamping) op het grondwaterstandsverloop bepaald kan worden. Elk model heeft een aantal kentallen. Een daarvan is de verklaarde variantie (ofwel explained variance percentage = *EVP*). Hiermee wordt aangegeven in welke mate een tijdreeksmodel een bepaalde meetreeks kan verklaren. Een algemene vuistregel is dat een goed model een verklaarde variantie van minstens 70% moet hebben. Daarnaast moeten ook de andere berekende statistieken aanneembaar zijn. Het betreft hierbij onder andere:

MO prec. Dit is de gain van de respons van de grondwaterstand op de neerslag. Hoe hoger de respons hoe meer de grondwaterstand reageert op de neerslag. Een lage respons wordt gevonden in gebieden met een beperkte grondwaterstandsfluctuatie. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn in gebieden met drainage of kwel.

Evap F. Dit is de verdampingsreductiefactor. De KNMI-verdampingsreeks komt min of meer overeen met de verdamping van kort gras dat optimaal van vocht wordt voorzien. Menyanthes kent zelf aan de verdampingsreeks een schaalfactor toe: de verdampingsfactor. Voor kort gras bedraagt de Evap F in principe dus 1,0.

Drainage base. Dit is het niveau waarop de grondwaterspiegel zou instellen zonder neerslag of andere invloed.

Elke parameter heeft een standaarddeviatie. Dit is een maat voor de betrouwbaarheid van de parameters en dus ook van hoe goed het tijdreeksmodel is. Hoe kleiner de standaarddeviatie hoe betrouwbaarder de waarde. Nog een controle van het model is de residureeks: de reeks van de verschillen tussen de gemeten en berekende grondwaterstanden. Uit deze reeks blijkt ook de eventuele aanwezigheid van trends.

Met Menyanthes is het mogelijk om zowel een lineair model als een niet-lineair model te maken. Niet-lineariteit kan veroorzaakt worden door de aanwezigheid van een onverzadigde zone maar ook doordat een beek, sloot of andere drainagemiddel droog valt of doordat het grondwater het maaiveld bereikt en al dan niet oppervlakkig wegstroomt. Dit soort niet-lineariteit is bekend als drempel niet-lineariteit. Als de grondwaterstand boven een bepaalde drempelhoogte komt (zoals het maaiveld) dan heeft het systeem een andere respons op de neerslag (*M02 prec*).

Voor deze tijdreeksmodellering zijn neerslaggegevens gebruikt van neerslagstation Tubbergen en de verdampingsgegevens zijn afkomstig van weerstation Twente.

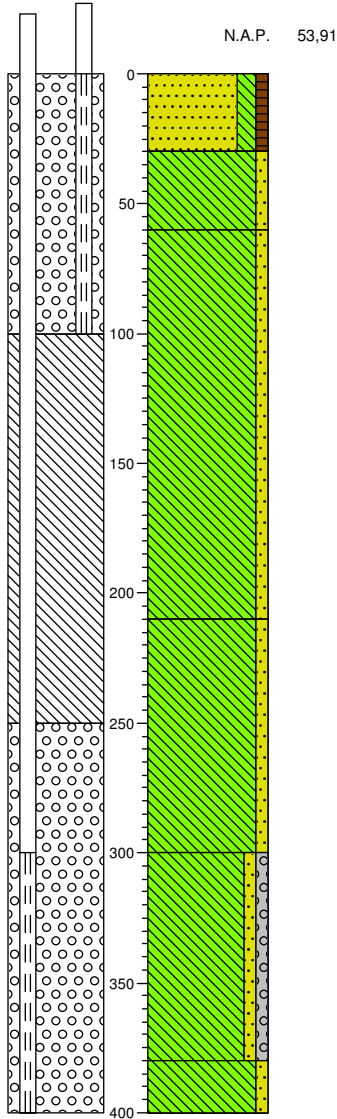
Voor alle behandelde meetpunten zijn in eerste instantie lineaire tijdreeksmodellen vervaardigd en voor de 2 meetlocaties in de beekdal met reeksen vanaf 2012 zijn vervolgens ook niet lineaire modellen gemaakt. Bij de meetreeksen van de Vitens peilbuizen is een staptrend toegevoegd op het moment van sluiting van de drinkwaterwinning Vasserheide (eind september 1997).

Bijlage 2

Boorbeschrijvingen bijgeplaatste tijdelijke peilbuizen

Boring: B01

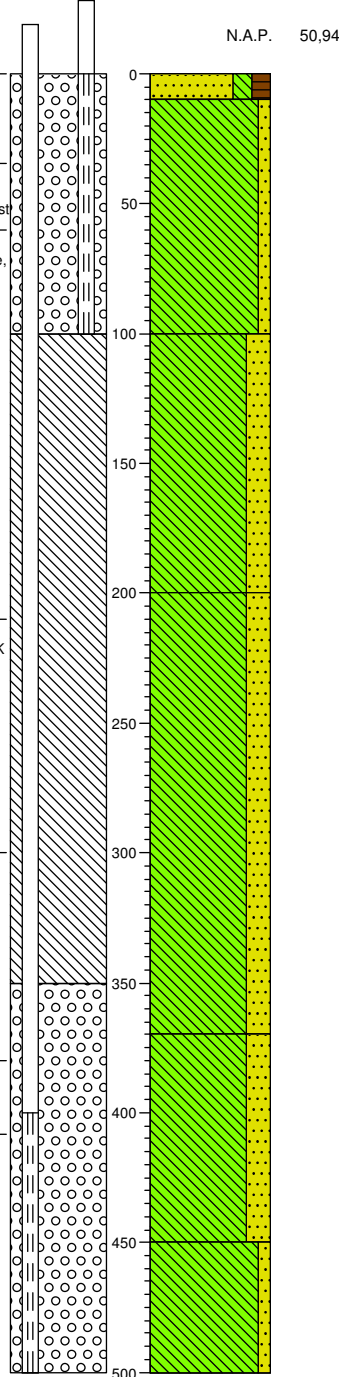
X: 254954,33
 Y: 493144,70
 Datum: 19-11-2018



- 5391 **bosgrond**
 Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, sporen wortels, geen olie-water reactie, neutraalbruin, Edelmaanboor, K waarde ≈ 1.2 M ≈ 2
- 5361
 Leem, zwak zandig, geen olie-water reactie, lichtbruin, Edelmaanboor, K waarde ≈ 0.2 vast
- 5331
 Leem, zwak zandig, geen olie-water reactie, licht bruinoranje, Edelmaanboor, K waarde ≈ 0.15 matig vast
- 5181
 Leem, zwak zandig, geen olie-water reactie, Edelmaanboor, K waarde ≈ 0.2 matig vast
- 5091
 Leem, zwak zandig, zwak grindig, geen olie-water reactie, Edelmaanboor, K waarde ≈ 0.2 matig vast
- 5011
 Leem, zwak zandig, geen olie-water reactie, neutraal groengrijs, Edelmaanboor, K waarde ≈ 0.2 matig vast
- 4991

Boring: B02

X: 254789,85
 Y: 493144,25
 Datum: 19-11-2018



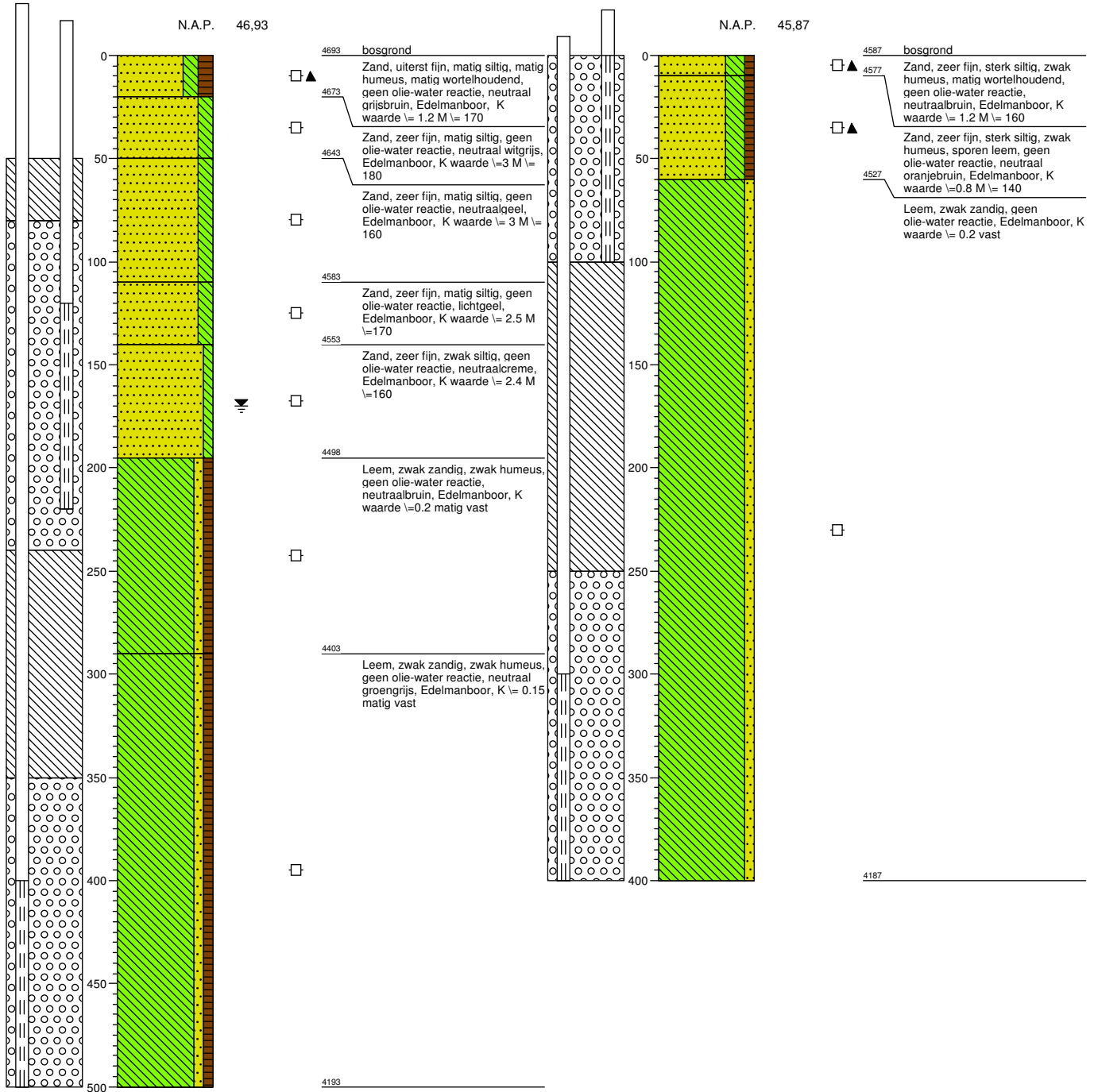
- 5094 **bosgrond**
 Zand, zeer fijn, matig siltig, matig humeus, matig wortelhoudend, geen olie-water reactie, neutraal grijsbruin, Edelmaanboor, K waarde ≈ 1 M ≈ 160
- 5084
 Leem, zwak zandig, geen olie-water reactie, neutraal bruingroen, Edelmaanboor, K waarde ≈ 0.10 vast
- 4994
 Leem, sterk zandig, geen olie-water reactie, neutraal bruingroen, Edelmaanboor, K waarde ≈ 0.2 matig vast
- 4894
 Leem, sterk zandig, geen olie-water reactie, Edelmaanboor, K waarde ≈ 0.3 matig vast
- 4724
 Leem, sterk zandig, geen olie-water reactie, donkergrijs, Edelmaanboor, K waarde ≈ 0.15 matig vast
- 4644
 Leem, zwak zandig, geen olie-water reactie, donkergrijs, Edelmaanboor, K waarde ≈ 0.10 vast
- 4584

Boring: B03

X: 254664,80
 Y: 493204,58
 Datum: 19-11-2018
 GWS: 170

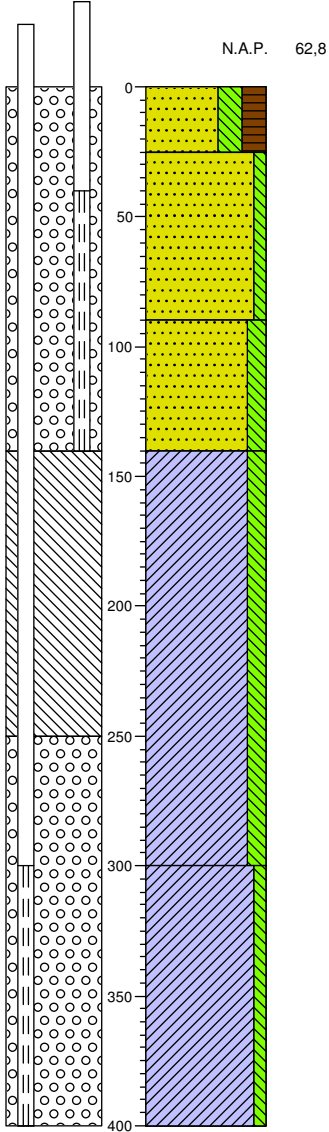
Boring: B04

X: 254513,55
 Y: 493173,13
 Datum: 20-11-2018



Boring: B05

X: 255304,96
 Y: 493453,18
 Datum: 22-11-2018

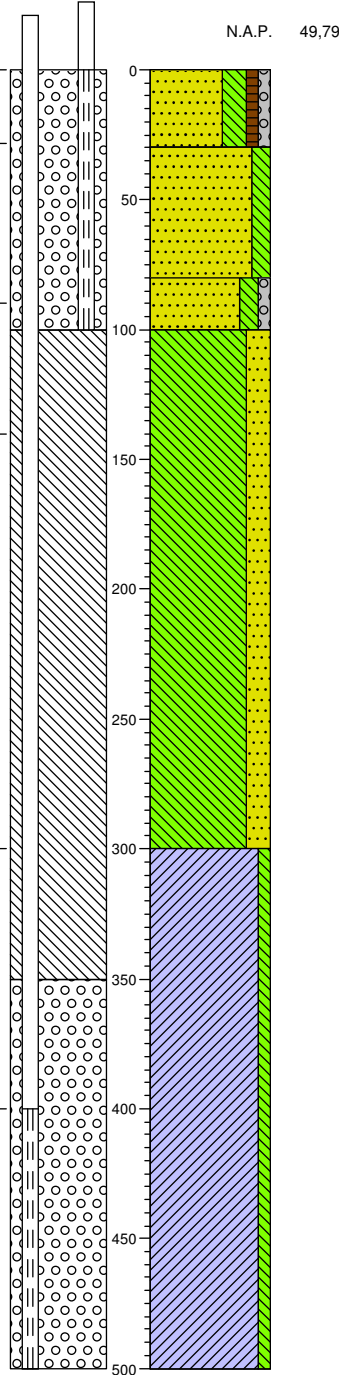


N.A.P. 62,8

- 6280 bosgrond
 Zand, zeer fijn, sterk siltig, sterk humeus, geen olie-water reactie, neutraalbruin, Edelmanboor, K waarde ≈ 1.2 M ≈ 150
- 6255
 Zand, uiterst fijn, zwak siltig, geen olie-water reactie, neutraalwit, Edelmanboor, K waarde ≈ 3 M ≈ 150
- 6190
 Zand, zeer fijn, matig siltig, resten stenen, geen olie-water reactie, Edelmanboor, K waarde ≈ 1.8 M ≈ 160
- 6140
 Klei, matig siltig, geen olie-water reactie, neutraal bruingrijs, Edelmanboor, K waarde ≈ 0.2 vast
- 5980
 Klei, zwak siltig, geen olie-water reactie, neutraal groen, Edelmanboor, K waarde ≈ 0.05 hard
- 5880

Boring: B06

X: 254978,28
 Y: 493381,32
 Datum: 21-11-2018



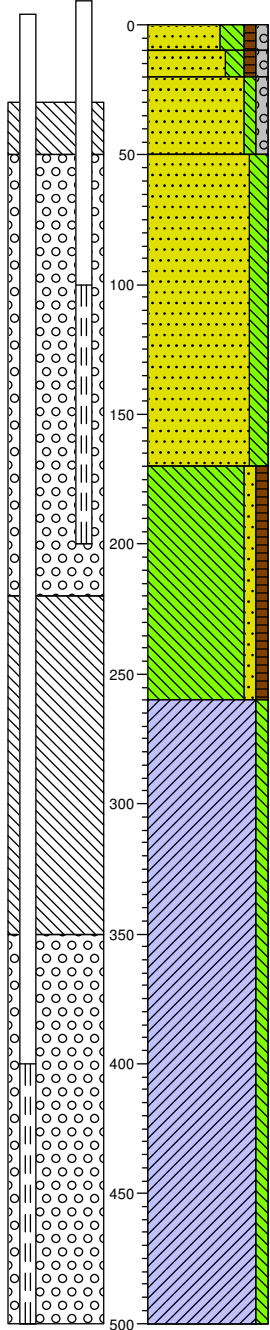
N.A.P. 49,79

- 4979 bosgrond
 Zand, zeer fijn, sterk siltig, zwak humeus, zwak grindig, geen olie-water reactie, neutraalbruin, Edelmanboor, K waarde ≈ 1.2 M ≈ 150
- 4949
 Zand, matig fijn, matig siltig, geen olie-water reactie, Edelmanboor, K waarde ≈ 2 M ≈ 180
- 4899
 Zand, matig fijn, matig siltig, zwak grindig, matig steenhoudend, geen olie-water reactie, lichtgrijs, Edelmanboor, K waarde ≈ 4 M ≈ 180
- 4679
 Leem, sterk zandig, geen olie-water reactie, neutraal grijszwart, Edelmanboor, K waarde ≈ 0.3 matig vast
- 4679
 Klei, zwak siltig, geen olie-water reactie, neutraal grijszwart, Edelmanboor, K waarde ≈ 0.03 hard
- 4479

Boring: B07

X: 254796,22
 Y: 493336,48
 Datum: 21-11-2018
 GWS: 35

N.A.P. 47,14

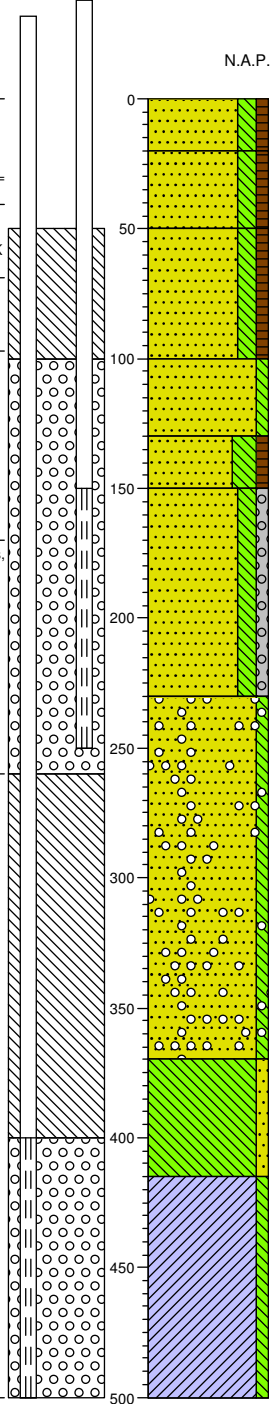


- 4714 weiland
- 4704 Zand, zeer fijn, sterk siltig, zwak humeus, zwak grindig, matig wortelhoudend, geen olie-water reactie, neutraalbruin, Edelmanboor, K waarde $\approx 0.8 M \approx 160$
- 4694 Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, zwak grindig, geen olie-water reactie, Edelmanboor, K waarde $\approx 1.2 M \approx 190$
- 4664 Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak grindig, geen olie-water reactie, neutraalcreme, Edelmanboor, K waarde $\approx 6 M \approx 230$
- Zand, matig fijn, matig siltig, geen olie-water reactie, neutraal groencreme, Edelmanboor, K waarde $\approx 4.5 M \approx 4.5$
- 4544 Leem, zwak zandig, zwak humeus, geen olie-water reactie, neutraal grijs, Edelmanboor, K waarde ≈ 0.3 vast
- 4454 Klei, zwak siltig, geen olie-water reactie, donker zwartgrijs, Edelmanboor, K waarde ≈ 0.03 hard
- 4214

Boring: B08

X: 254614,00
 Y: 493372,00
 Datum: 21-11-2018

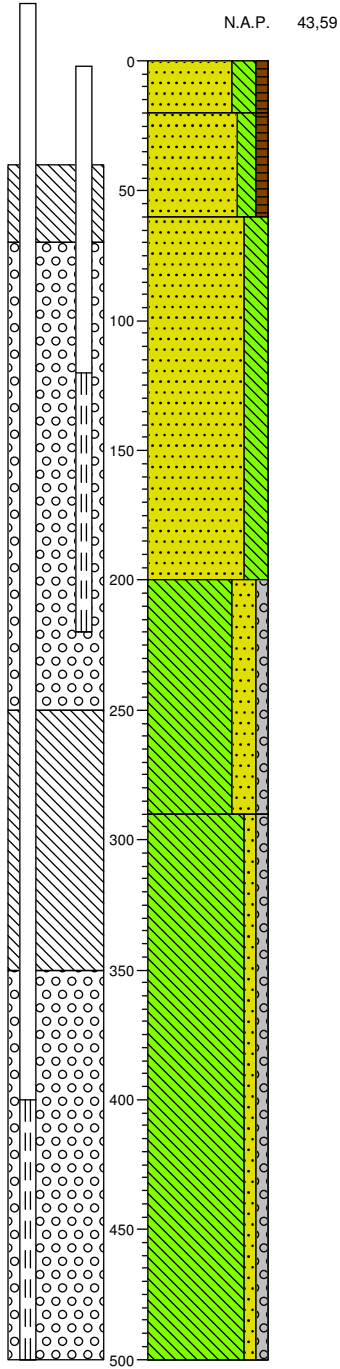
N.A.P. 45,42



- 4542 bosgrond
- 4522 Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, resten wortels, geen olie-water reactie, neutraalbruin, Edelmanboor, K waarde $\approx 1.2 M \approx 160$
- 4492 Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, sporen wortels, geen olie-water reactie, Edelmanboor, K waarde $\approx 1.2 M \approx 160$
- Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, geen olie-water reactie, neutraalbruin, Edelmanboor, K waarde $\approx 1.2 M \approx 170$
- 4442 Zand, zeer fijn, zwak siltig, geen olie-water reactie, neutraalwit, Edelmanboor, K waarde $\approx 6 M \approx 190$
- 4412 Zand, zeer fijn, sterk siltig, zwak humeus, geen olie-water reactie, neutraalbruin, Edelmanboor, K waarde $\approx 2 M \approx 170$
- 4392 Zand, matig fijn, matig siltig, zwak grindig, geen olie-water reactie, lichtbruin, Edelmanboor, K waarde $\approx 4 M \approx 190$
- 4312 Zand, matig fijn, zwak siltig, laagjes grind, geen olie-water reactie, neutraal grijs, Edelmanboor, K waarde $\approx 7 M \approx 220$
- 4172 Leem, zwak zandig, geen olie-water reactie, neutraal groengrijs, Edelmanboor, K waarde ≈ 0.2 vast
- 4127 Klei, zwak siltig, geen olie-water reactie, neutraal grijszwart, Edelmanboor, K waarde ≈ 0.03 hard
- 4042

Boring: B09

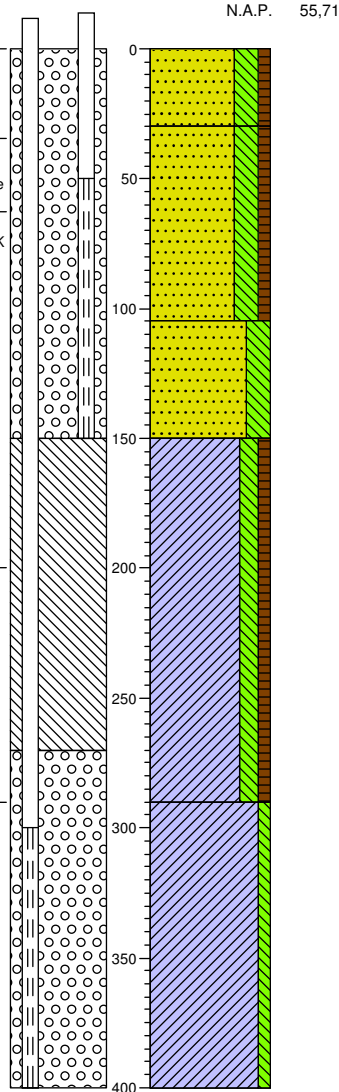
X: 254441,00
 Y: 493336,00
 Datum: 20-11-2018



- 4359 **bosgrond**
 Zand, zeer fijn, sterk siltig, zwak humeus, resten wortels, geen olie-water reactie, neutraalbruin, Edelmanboor, K waarde ≈ 1.2 M ≈ 160
- 4339
 Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, geen olie-water reactie, lichtbruin, Edelmanboor, K waarde ≈ 1.8 M ≈ 160
- 4299
 Zand, zeer fijn, sterk siltig, geen olie-water reactie, Edelmanboor, K waarde ≈ 1 M ≈ 170
- 4159
 Leem, sterk zandig, zwak grindig, geen olie-water reactie, neutraal grijsgroen, Edelmanboor, K waarde ≈ 0.2 vast
- 4069
 Leem, zwak zandig, zwak grindig, geen olie-water reactie, Edelmanboor, K waarde ≈ 0.2 vast
- 3859

Boring: B10

X: 254969,28
 Y: 493613,81
 Datum: 26-11-2018



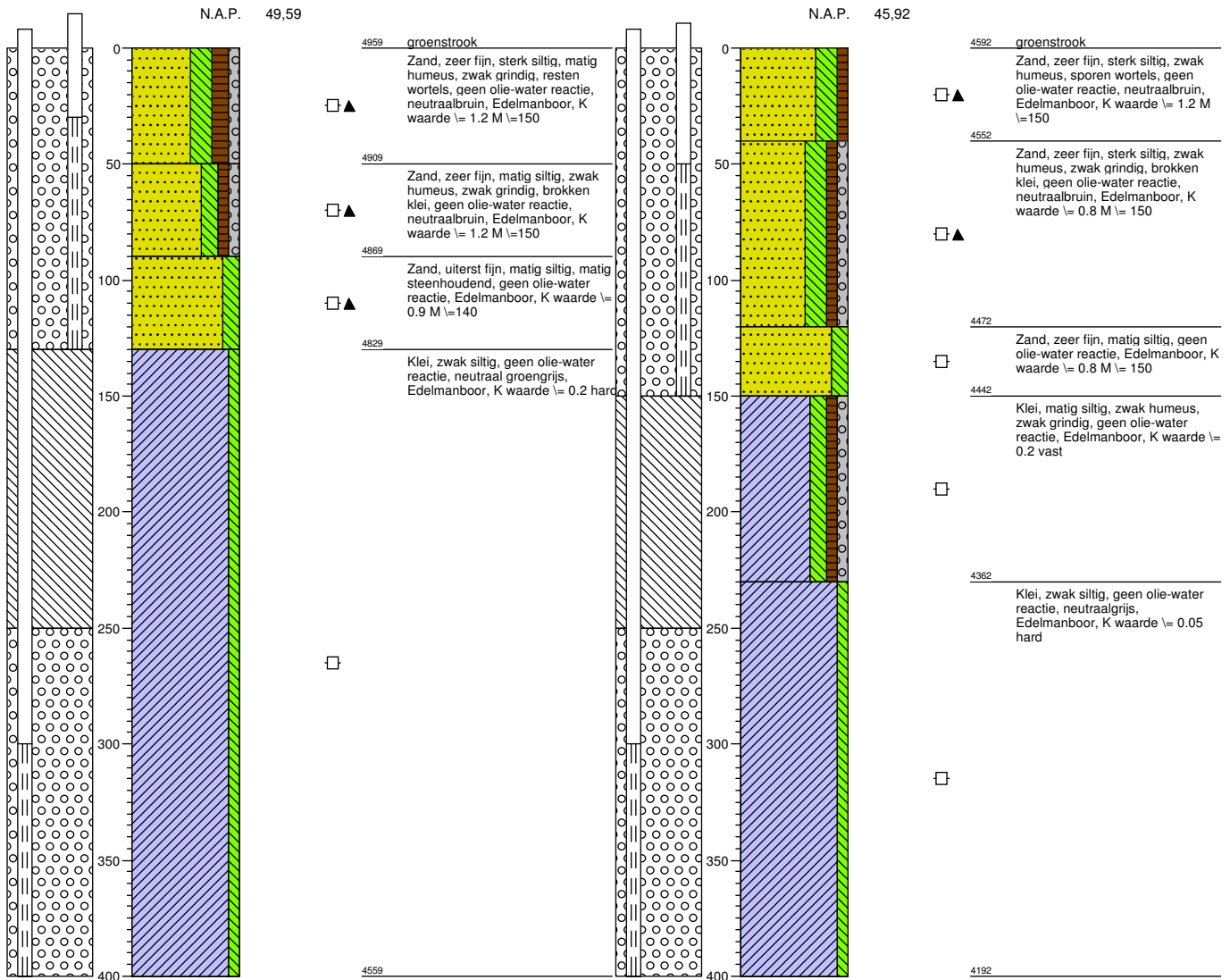
- 5571 **groenstrook**
 Zand, zeer fijn, sterk siltig, zwak humeus, geen olie-water reactie, neutraalbruin, Edelmanboor, K waarde ≈ 1.2 M ≈ 160
- 5541
 Zand, zeer fijn, sterk siltig, zwak humeus, resten wortels, geen olie-water reactie, neutraal bruingeel, Edelmanboor, K waarde ≈ 1 M ≈ 150
- 5466
 Zand, zeer fijn, sterk siltig, sporen leem, geen olie-water reactie, Edelmanboor, K waarde ≈ 1.2 M ≈ 150
- 5421
 Klei, matig siltig, zwak humeus, geen olie-water reactie, licht geelbruin, Edelmanboor, K waarde ≈ 0.2 vast
- 5281
 Klei, zwak siltig, geen olie-water reactie, neutraalgrijs, Edelmanboor, K waarde ≈ 0.05 hard
- 5171

Boring: B11

X: 254823,65
 Y: 493647,57
 Datum: 22-11-2018

Boring: B12

X: 254616,47
 Y: 493632,56
 Datum: 22-11-2018

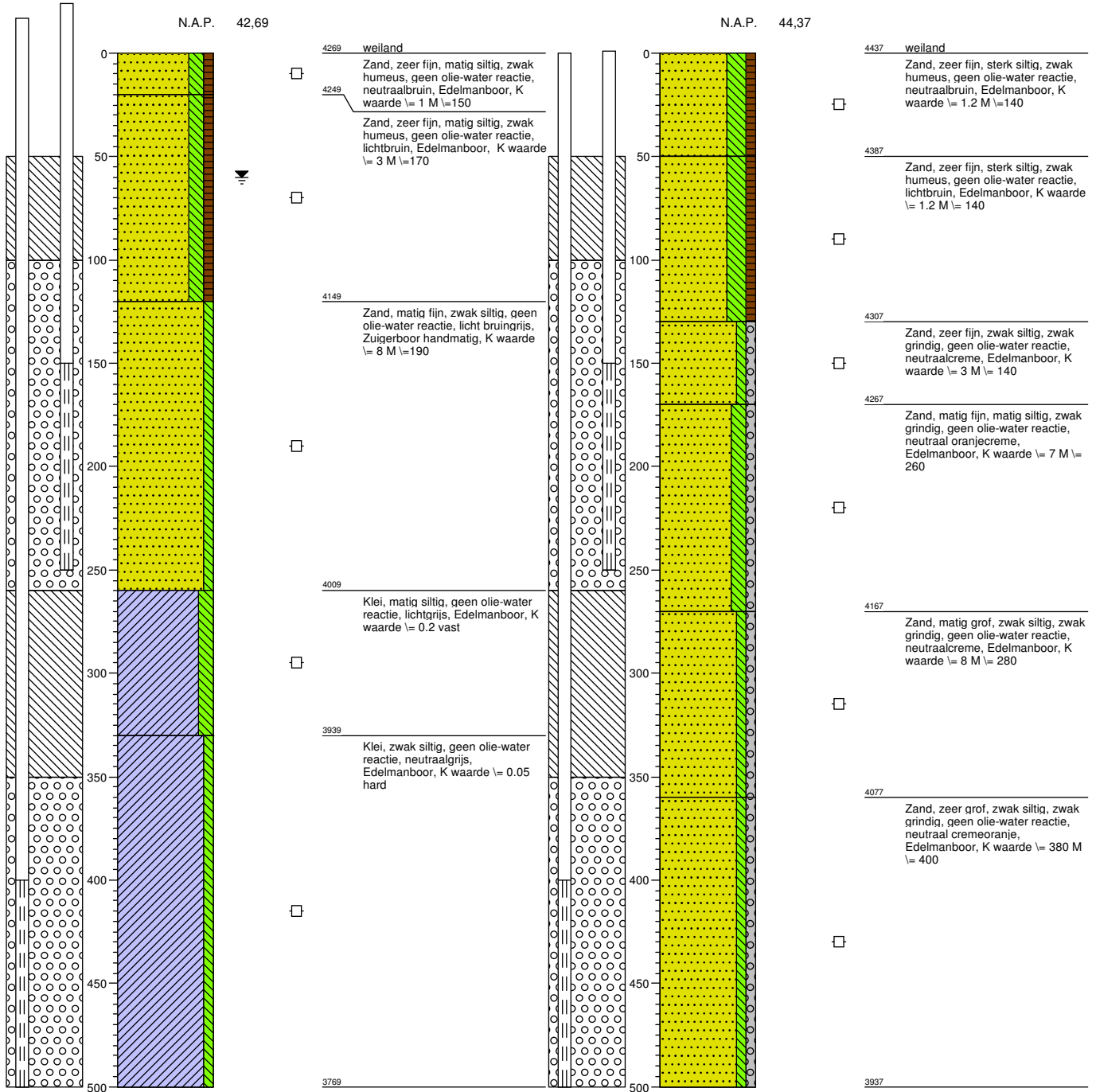


Boring: B13

X: 254511,00
 Y: 493529,00
 Datum: 26-11-2018
 GWS: 60

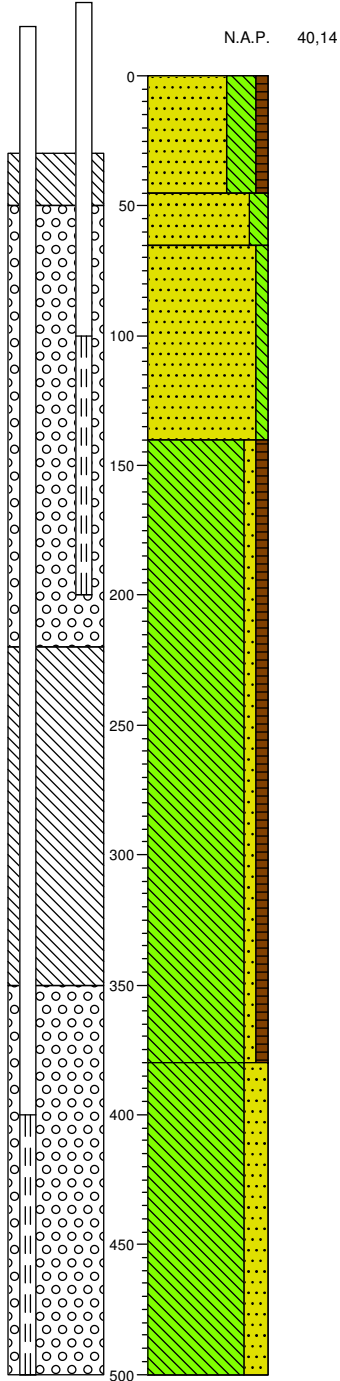
Boring: B14

X: 254389,00
 Y: 493526,00
 Datum: 26-11-2018



Boring: B15

X: 254243,00
 Y: 493382,00
 Datum: 20-11-2018



N.A.P. 40,14

4014 **bosgrond**
 Zand, zeer fijn, uiterst siltig, zwak humeus, geen olie-water reactie, neutraalbruin, Edelmanboor, K waarde $\backslash = 0.5 M \backslash = 140$

3969
 3949 Zand, zeer fijn, matig siltig, geen olie-water reactie, Edelmanboor, K waarde $\backslash = 2 M \backslash = 160$

Zand, zeer fijn, zwak siltig, geen olie-water reactie, neutraalcreme, Edelmanboor, K waarde $\backslash = 6 M \backslash = 180$

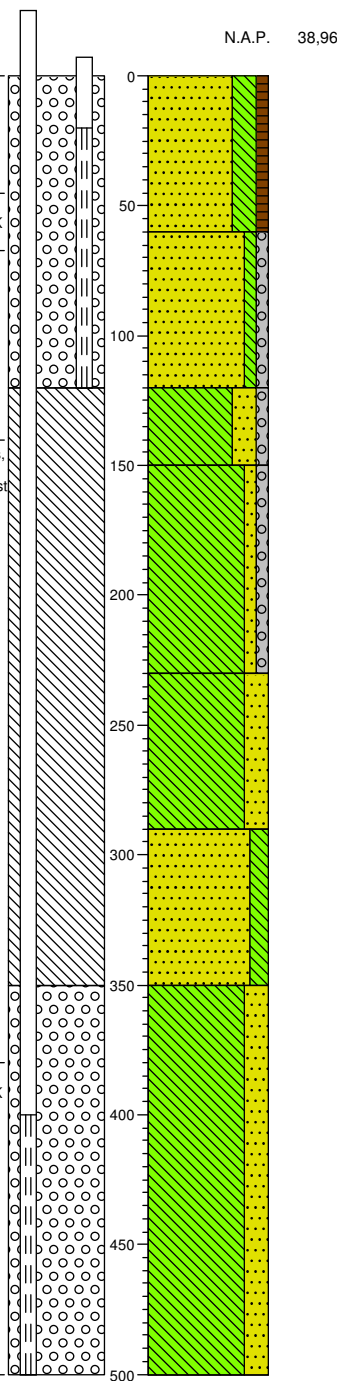
3874 Leem, zwak zandig, zwak humeus, geen olie-water reactie, Edelmanboor, K waarde $\backslash = 0.2$ vast

3634 Leem, sterk zandig, geen olie-water reactie, Edelmanboor, K waarde $\backslash = 0.3$ matig vast

3514

Boring: B16

X: 254122,99
 Y: 493308,47
 Datum: 26-11-2018



N.A.P. 38,96

3896 **bosgrond**
 Zand, zeer fijn, sterk siltig, zwak humeus, geen olie-water reactie, neutraalbruin, Edelmanboor, K waarde $\backslash = 1.2 M \backslash = 150$

3836 Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak grindig, resten stenen, geen olie-water reactie, neutraalcreme, Edelmanboor

3776 Leem, sterk zandig, zwak grindig, geen olie-water reactie, Edelmanboor, K waarde $\backslash = 0.8$ matig vast

3746 Leem, zwak zandig, zwak grindig, geen olie-water reactie, lichtbruin, Edelmanboor

3666 Leem, sterk zandig, geen olie-water reactie, neutraaloranje, Edelmanboor, K waarde $\backslash = 0.8$ vast

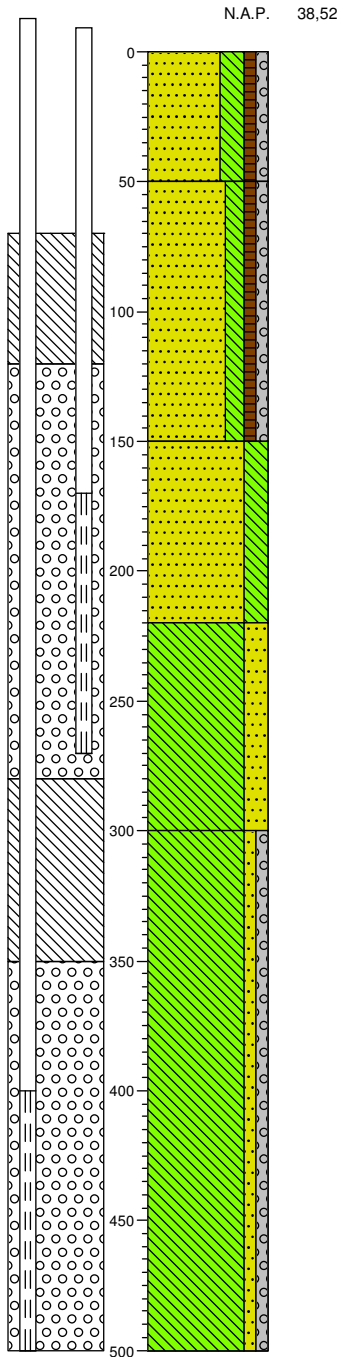
3606 Zand, zeer fijn, matig siltig, geen olie-water reactie, neutraalcreme, Edelmanboor, K waarde $\backslash = 1.2 M \backslash = 150$

3546 Leem, sterk zandig, geen olie-water reactie, lichtbruin, Edelmanboor, K waarde $\backslash = 0.4 M$ vast

3396

Boring: B17

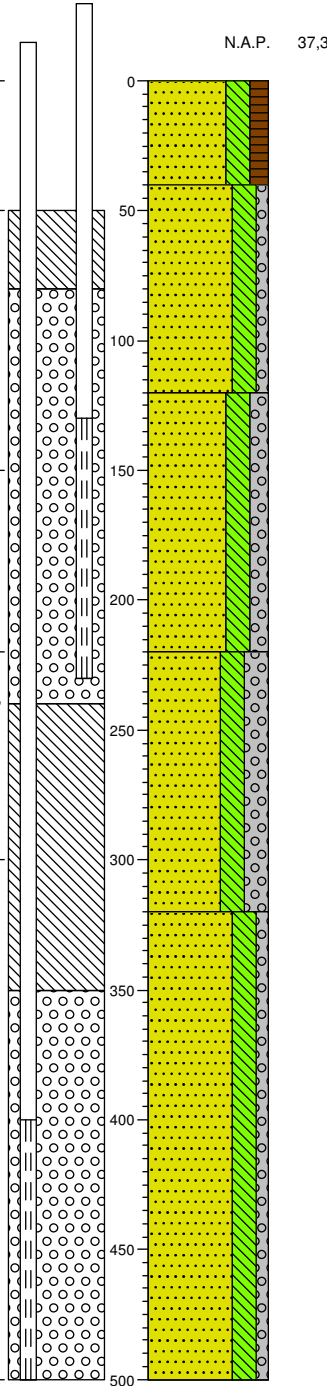
X: 253811,53
 Y: 493364,94
 Datum: 27-11-2018



- 3852 **weiland**
 Zand, zeer fijn, sterk siltig, zwak humeus, zwak grindig, geen olie-water reactie, neutraalbruin, Edelmaanboor, K waarde \approx 1.2 M \approx 150
- 3802
 Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, zwak grindig, geen olie-water reactie, lichtbruin, Edelmaanboor, K waarde \approx 1.3 M \approx 140
- 3702
 Zand, zeer fijn, sterk siltig, geen olie-water reactie, neutraalgeel, Edelmaanboor, K waarde \approx 2 M \approx 160
- 3632
 Leem, sterk zandig, sporen stenen, geen olie-water reactie, neutraal oranjebruin, Edelmaanboor, K waarde \approx 0.3 vast
- 3552
 Leem, zwak zandig, zwak grindig, sporen stenen, geen olie-water reactie, neutraaloranje, Edelmaanboor
- 3352

Boring: B18

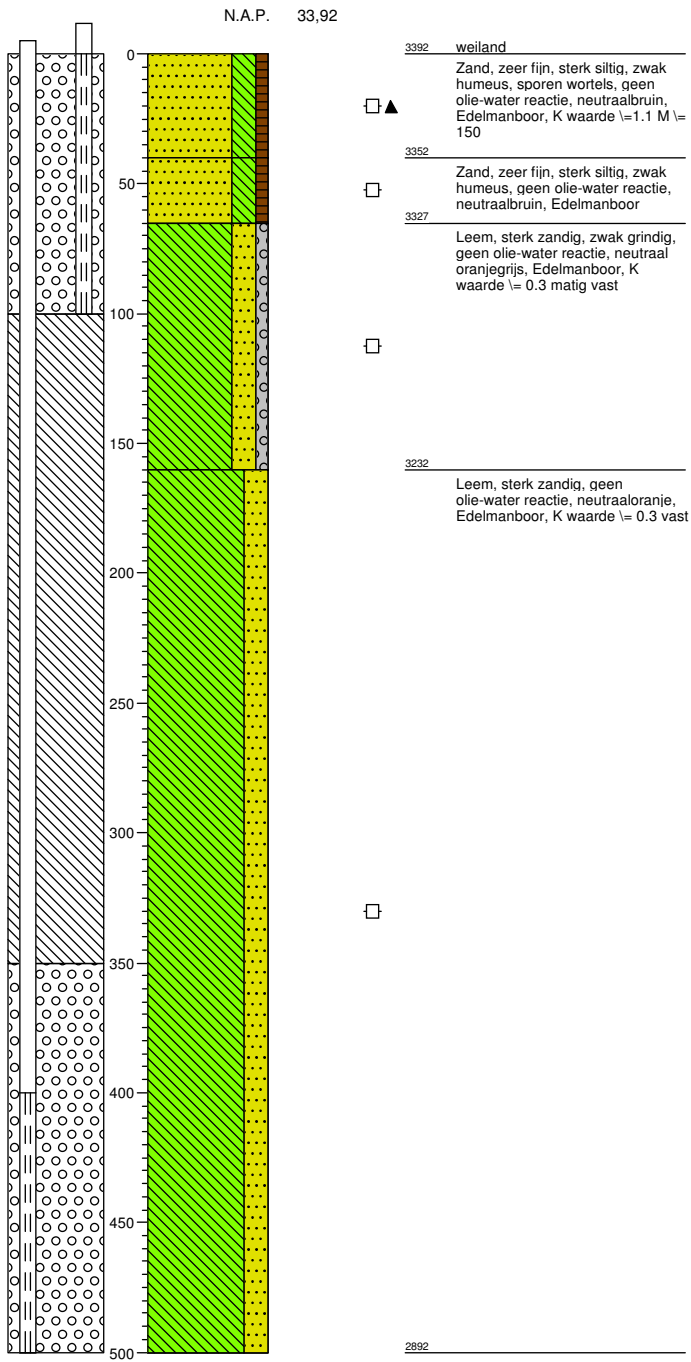
X: 253821,46
 Y: 493258,83
 Datum: 27-11-2018



- 3790 **bosgrond**
 Zand, zeer fijn, sterk siltig, matig humeus, resten wortels, geen olie-water reactie, neutraalbruin, Edelmaanboor, K waarde \approx 1.2 M \approx 150
- 3690
 Zand, uiterst fijn, sterk siltig, zwak grindig, geen olie-water reactie, neutraal oranjebruin, Edelmaanboor, K waarde \approx 0.8 M \approx 120
- 3610
 Zand, zeer fijn, sterk siltig, matig grindig, resten leem, geen olie-water reactie, neutraal groencreme, Edelmaanboor, K waarde \approx 1.2 M \approx 150
- 3510
 Zand, zeer fijn, sterk siltig, sterk grindig, resten leem, geen olie-water reactie, neutraal groencreme, Edelmaanboor, K waarde \approx 0.8 M \approx 150
- 3410
 Zand, zeer fijn, sterk siltig, zwak grindig, resten leem, geen olie-water reactie, neutraalcreme, Edelmaanboor, K waarde \approx 1.2 M \approx 150
- 3290

Boring: B19

X: 253517,07
 Y: 493330,70
 Datum: 27-11-2018



Bijlage 3 Boorbeschrijvingen aanvullende boringen

Terreinnaam:	Roezebeek	Boringnummer:	Bo1
Beschreven door:		Datum:	28-feb-19
Kaartblad nr.:		X-coördinaat:	255463
		Y-coördinaat:	493540

Plaatsomschrijving: bos

Hoogte maaiveld: 64.03 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	40	niet benoemd, ruwe humus / blad
40	300	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 μ m), roest
300	320	zand, uiterst fijn (Mz: 60-105 μ m), licht bruin, sterk lemig, roest

Boring beëindigd.

Boormethode:		Bentoniet:	nee
		GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	GLG:	cm -mv

Terreinnaam:	Roezebeek	Boringnummer:	Bo2
Beschreven door:		Datum:	28-feb-19
Kaartblad nr.:		X-coördinaat:	255362
		Y-coördinaat:	493767

Plaatsomschrijving: akker met wintergewas

Hoogte maaiveld: 62.34 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	65	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 μ m), humeus
65	110	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 μ m), licht bruin
110	260	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 μ m), licht bruin-groen, sterk lemig
260	320	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 μ m), licht bruin-groen, sterk lemig, spoor roest

Boring beëindigd.

Boormethode:		Bentoniet:	nee
		GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	GLG:	cm -mv

Terreinnaam:	Roezebeek	Boringnummer:	Bo3
Beschreven door:		Datum:	26-feb-19
Kaartblad nr.:		X-coördinaat:	255373
		Y-coördinaat:	493675

Plaatsomschrijving: productieve grasland

Hoogte maaiveld: 59.95 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	30	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 μ m) tot matig fijn (Mz: 150-210 μ m), donker bruin, matig humeus
30	65	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 μ m) tot matig fijn (Mz: 150-210 μ m), licht bruin, stenen (\geq 63-200 mm)
65	90	klei, grijs
90	170	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 μ m), licht grijs, uiterst lemig, spoor roest

Boring beëindigd.

Boormethode:		Bentoniet:	nee
		GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	GLG:	cm -mv

Terreinnaam:	Roezebeek	Boringnummer:	Bo4
Beschreven door:		Datum:	26-feb-19
Kaartblad nr.:		X-coördinaat:	255405
		Y-coördinaat:	493259

Plaatsomschrijving: productieve grasland

Hoogte maaiveld: 66.39 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	20	zand, matig grof (Mz: 210-300 μ m), humeus
20	80	zand, zeer grof (Mz: 300-420 μ m), spoor roest
80	100	zand, zeer grof (Mz: 300-420 μ m), veel roest

Boring beëindigd.

Boormethode:		Bentoniet: nee	
		GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	GLG:	cm -mv

Terreinnaam:	Roezebeek	Boringnummer:	Bo5
Beschreven door:		Datum:	26-feb-19
Kaartblad nr.:		X-coördinaat:	255161
		Y-coördinaat:	493736

Plaatsomschrijving: productieve grasland

Hoogte maaiveld: 61.45 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	100	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μ m), bruin, matig humeus, zwak lemig
100	140	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 μ m) tot matig fijn (Mz: 150-210 μ m), donker bruin, lemig
140	270	leem, bruin, roest, hard

Boring beëindigd.

Boormethode:		Bentoniet:	nee
		GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	GLG:	cm -mv

Terreinnaam:	Roezebeek	Boringnummer:	Bo6
Beschreven door:		Datum:	26-feb-19
Kaartblad nr.:		X-coördinaat:	255207
		Y-coördinaat:	493568

Plaatsomschrijving: productieve grasland

Hoogte maaiveld: 57.25 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	25	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μ m), matig humeus
25	70	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μ m), humeus, stenen (\geq 63-200 mm)
70	90	veen, donker bruin
90	170	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μ m), grijs

Boring beëindigd.

Boormethode:		Bentoniet:	nee
		GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	GLG:	cm -mv

Terreinnaam:	Roezebeek	Boringnummer:	Bo7
Beschreven door:		Datum:	26-feb-19
Kaartblad nr.:		X-coördinaat:	255200
		Y-coördinaat:	493427

Plaatsomschrijving: productieve grasland

Hoogte maaiveld: 58.90 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	30	zand, humeus
30	85	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μ m), humeus, zwak lemig, roest
85	140	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μ m), licht bruin, roest

Boring beëindigd.

Boormethode:		Bentoniet:	nee
		GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	GLG:	cm -mv

Terreinnaam:	Roezebeek	Boringnummer:	Bo8
Beschreven door:		Datum:	26-feb-19
Kaartblad nr.:		X-coördinaat:	255207
		Y-coördinaat:	493330

Plaatsomschrijving: productieve grasland

Hoogte maaiveld: 58.18 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	30	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μ m), humeus
30	75	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μ m), humeus, roest
75	140	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μ m), licht bruin, spoor roest

Boring beëindigd.

Boormethode:		Bentoniet:	nee
		GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	GLG:	cm -mv

Terreinnaam:	Roezebeek	Boringnummer:	Bo9
Beschreven door:		Datum:	26-feb-19
Kaartblad nr.:		X-coördinaat:	255217
		Y-coördinaat:	493178

Plaatsomschrijving: productieve grasland

Hoogte maaiveld: 58.63 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	45	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), humeus

Boring beëindigd.

Boormethode:		Bentoniet:	nee
		GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	GLG:	cm -mv

Terreinnaam:	Roezebeek	Boringnummer:	Bo10
Beschreven door:		Datum:	26-feb-19
Kaartblad nr.:		X-coördinaat:	254999
		Y-coördinaat:	493722

Plaatsomschrijving: productieve grasland

Hoogte maaiveld: 53.84 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	50	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μ m), donker bruin, matig humeus
50	100	klei, grijs-oranje
100	130	klei, grijs-oranje, sterk zandig
130	200	klei, grijs-oranje

Boring beëindigd.

Boormethode:		Bentoniet:	nee
		GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	GLG:	cm -mv

Terreinnaam:	Roezebeek	Boringnummer:	Bo11
Beschreven door:		Datum:	26-feb-19
Kaartblad nr.:		X-coördinaat:	255071
		Y-coördinaat:	493549

Plaatsomschrijving: productieve grasland

Hoogte maaiveld: 55.10 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	25	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μ m), matig humeus
25	210	leem, bruin, droog
210	230	zand, oranje, sterk lemig
230	260	klei, grijs-oranje
260	320	zand, grijs-oranje, sterk lemig

Boring beëindigd.

Boormethode:		Bentoniet:	nee
		GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	GLG:	cm -mv

Terreinnaam:	Roezebeek	Boringnummer:	Bo12
Beschreven door:		Datum:	26-feb-19
Kaartblad nr.:		X-coördinaat:	255083
		Y-coördinaat:	493496

Plaatsomschrijving: productieve grasland

Hoogte maaiveld: 53.82 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	30	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μ m), matig humeus, geroerd
30	60	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μ m), licht bruin, zwak lemig, roest
60	100	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μ m), licht bruin-grijs, zwak lemig
100	120	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μ m), roest
120	130	klei, grijs-oranje

Boring beëindigd.

Boormethode:		Bentoniet:	nee
		GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	GLG:	cm -mv

Terreinnaam:	Roezebeek	Boringnummer:	Bo13
Beschreven door:		Datum:	26-feb-19
Kaartblad nr.:		X-coördinaat:	255088
		Y-coördinaat:	493401

Plaatsomschrijving: productieve grasland

Hoogte maaiveld: 53.90 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	30	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μ m), sterk humeus, roest
30	75	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μ m), zwak humeus, weinig stenen (\geq 63-200 mm), roest
75	145	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μ m), veel roest
145	190	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 μ m), licht bruin, zwak lemig, spoor roest

Boring beëindigd.

Boormethode:		Bentoniet:	nee
		GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	GLG:	cm -mv

Terreinnaam:	Roezebeek	Boringnummer:	Bo14
Beschreven door:		Datum:	26-feb-19
Kaartblad nr.:		X-coördinaat:	255093
		Y-coördinaat:	493339

Plaatsomschrijving: productieve grasland

Hoogte maaiveld: 53.39 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	35	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μ m), sterk humeus
35	95	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μ m), licht bruin, veel roest
95	115	zand, matig grof (Mz: 210-300 μ m), stenen (\geq 63-200 mm), veel roest
115	190	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 μ m), groen, zwak lemig

Boring beëindigd.

Boormethode:		Bentoniet:	nee
		GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	GLG:	cm -mv

Terreinnaam:	Roezebeek	Boringnummer:	Bo15
Beschreven door:		Datum:	26-feb-19
Kaartblad nr.:		X-coördinaat:	255090
		Y-coördinaat:	493264

Plaatsomschrijving: productieve grasland

Hoogte maaiveld: 53.90 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	30	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μ m), zwak lemig

Boring beëindigd.

Boormethode:		Bentoniet:	nee
		GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	GLG:	cm -mv

Boorbeschrijvingen

Terreinnaam:	Roezebeek	Boringnummer:	Bo16
Beschreven door:		Datum:	26-feb-19
Kaartblad nr.:		X-coördinaat:	255103
		Y-coördinaat:	493157

Plaatsomschrijving: productieve grasland

Hoogte maaiveld: 55.48 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	30	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μ m), humeus
30	120	klei, licht grijs-oranje, roest

Boring beëindigd.

Boormethode:		Bentoniet:	nee
		GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	GLG:	cm -mv

Terreinnaam:	Roezebeek	Boringnummer:	Bo17
Beschreven door:		Datum:	26-feb-19
Kaartblad nr.:		X-coördinaat:	255112
		Y-coördinaat:	493041

Plaatsomschrijving: productieve grasland

Hoogte maaiveld: 53.72 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	30	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), humeus
30	50	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht bruin
50	80	klei, licht grijs-blauw, roest

Boring beëindigd.

Boormethode:		Bentoniet:	nee
		GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	GLG:	cm -mv

Terreinnaam:	Roezebeek	Boringnummer:	Bo18
Beschreven door:		Datum:	26-feb-19
Kaartblad nr.:		X-coördinaat:	254898
		Y-coördinaat:	493754

Plaatsomschrijving: productieve grasland

Hoogte maaiveld: 50.66 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	50	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), sterk humeus
50	75	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht bruin
75	80	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), donker bruin
80	90	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), oranje, roest
90	100	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), donker bruin
100	160	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm), groen, lemig, glauconiet
160	170	leem, groen, glauconiet

Boring beëindigd.

Boormethode:		Bentoniet:	nee
		GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	GLG:	cm -mv

Terreinnaam:	Roezebeek	Boringnummer:	Bo20
Beschreven door:		Datum:	26-feb-19
Kaartblad nr.:		X-coördinaat:	254876
		Y-coördinaat:	493485

Plaatsomschrijving: productieve grasland

Hoogte maaiveld: 53.93 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	40	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μ m), sterk humeus
40	60	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μ m), bruin, humeus, veel roest
60	100	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μ m), licht bruin-oranje, roest

Boring beëindigd.

Boormethode:		Bentoniet:	nee
		GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	GLG:	cm -mv

Terreinnaam:	Roezebeek	Boringnummer:	Bo21
Beschreven door:		Datum:	26-feb-19
Kaartblad nr.:		X-coördinaat:	254904
		Y-coördinaat:	493369

Plaatsomschrijving: productieve grasland

Hoogte maaiveld: 49.62 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	30	zand, matig humeus
30	140	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht bruin
140	145	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), grijs
145	150	klei, grijs

Boring beëindigd.

Boormethode:		Bentoniet:	nee
		GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	GLG:	cm -mv

Terreinnaam:	Roezebeek	Boringnummer:	Bo22
Beschreven door:		Datum:	26-feb-19
Kaartblad nr.:		X-coördinaat:	254910
		Y-coördinaat:	493253

Plaatsomschrijving: productieve grasland

Hoogte maaiveld: 51.28 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	30	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μ m), matig humeus, lemig
30	170	leem, groen, glauconiet

Boring beëindigd.

Boormethode:		Bentoniet:	nee
		GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	GLG:	cm -mv

Terreinnaam:	Roezebeek	Boringnummer:	Bo23
Beschreven door:		Datum:	26-feb-19
Kaartblad nr.:		X-coördinaat:	254867
		Y-coördinaat:	493141

Plaatsomschrijving: productieve grasland

Hoogte maaiveld: 51.79 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	40	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μ m), humeus
40	80	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μ m), zwak humeus
80	140	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μ m), licht bruin

Boring beëindigd.

Boormethode:		Bentoniet:	nee
		GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	GLG:	cm -mv

Terreinnaam:	Roezebeek	Boringnummer:	Bo24
Beschreven door:		Datum:	26-feb-19
Kaartblad nr.:		X-coördinaat:	254861
		Y-coördinaat:	493050

Plaatsomschrijving: productieve grasland

Hoogte maaiveld: 52.28 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	30	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μ m), humeus
30	115	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μ m), licht bruin, roest
115	120	leem, blauw-grijs

Boring beëindigd.

Boormethode:		Bentoniet:	nee
		GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	GLG:	cm -mv

Terreinnaam:	Roezebeek	Boringnummer:	Bo25
Beschreven door:		Datum:	26-feb-19
Kaartblad nr.:		X-coördinaat:	254656
		Y-coördinaat:	493080

Plaatsomschrijving: grasland-LO

Hoogte maaiveld: 46.86 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	20	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μ m), humeus, roest
20	100	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μ m), licht bruin
100	120	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μ m), blauw-groen, zwak lemig, glauconiet

Boring beëindigd.

Boormethode:		Bentoniet:	nee	
		GHG:	cm -mv	
Opmerkingen:	AGWST:	cm -mv	GLG:	cm -mv

Terreinnaam:	Roezebeek	Boringnummer:	Bo26
Beschreven door:		Datum:	26-feb-19
Kaartblad nr.:		X-coördinaat:	254713
		Y-coördinaat:	493180

Plaatsomschrijving: productieve grasland

Hoogte maaiveld: 48.86 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	25	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 μ m), humeus
25	55	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 μ m), zwak lemig
55	110	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 μ m), blauw-groen, sterk lemig, grindig, keileem

Boring beëindigd.

Boormethode:		Bentoniet:	nee
		GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	GLG:	cm -mv

Terreinnaam:	Roezebeek	Boringnummer:	Bo27
Beschreven door:		Datum:	26-feb-19
Kaartblad nr.:		X-coördinaat:	254770
		Y-coördinaat:	493787

Plaatsomschrijving: productieve grasland

Hoogte maaiveld: 49.43 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	40	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μ m), sterk humeus
40	70	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μ m), bruin-oranje, roest
70	80	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 μ m) tot matig fijn (Mz: 150-210 μ m), licht bruin, lemig
80	100	klei, grijs-oranje

Boring beëindigd.

Boormethode:		Bentoniet:	nee
		GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	GLG:	cm -mv

Terreinnaam:	Roezebeek	Boringnummer:	Bo28
Beschreven door:		Datum:	26-feb-19
Kaartblad nr.:		X-coördinaat:	254731
		Y-coördinaat:	493702

Plaatsomschrijving: productieve grasland

Hoogte maaiveld: 47.91 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	20	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μ m), matig humeus
20	90	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μ m), donker bruin
90	100	klei, grijs, vet

Boring beëindigd.

Boormethode:		Bentoniet:	nee
		GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	GLG:	cm -mv

Terreinnaam:	Roezebeek	Boringnummer:	Bo29
Beschreven door:		Datum:	26-feb-19
Kaartblad nr.:		X-coördinaat:	254714
		Y-coördinaat:	493637

Plaatsomschrijving: productieve grasland

Hoogte maaiveld: 47.61 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	30	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μ m), donker bruin, sterk humeus
30	70	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μ m), oranje, veel roest
70	120	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 μ m) tot matig fijn (Mz: 150-210 μ m), licht bruin, weinig roest
120	170	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 μ m) tot matig fijn (Mz: 150-210 μ m), licht bruin
170	200	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 μ m) tot matig fijn (Mz: 150-210 μ m), grijs, zwak lemig
200	215	leem, grijs, stenen (\geq 63-200 mm), zeer vet keileem

Boring beëindigd.

Boormethode:		Bentoniet:	nee
		GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	GLG:	cm -mv

Terreinnaam:	Roezebeek	Boringnummer:	Bo30
Beschreven door:		Datum:	26-feb-19
Kaartblad nr.:		X-coördinaat:	254690
		Y-coördinaat:	493546

Plaatsomschrijving: grasland-LO

Hoogte maaiveld: 47.05 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	30	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), sterk humeus
30	60	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht bruin, humeus bandjes
60	130	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), donker bruin, roest
130	140	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), donker bruin, sterk lemig, roest
140	195	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), donker bruin, roest
195	250	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), grijs, lemig
250	260	leem, groen

Boring beëindigd.

Boormethode:		Bentoniet:	nee
		GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:		cm -mv
		GLG:	cm -mv

Terreinnaam:	Roezebeek	Boringnummer:	Bo31
Beschreven door:		Datum:	26-feb-19
Kaartblad nr.:		X-coördinaat:	254673
		Y-coördinaat:	493459

Plaatsomschrijving: grasland-LO

Hoogte maaiveld: 47.00 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	35	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), donker bruin, sterk humeus
35	55	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), oranje
55	130	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht bruin-oranje
130	150	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht bruin
150	160	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht bruin, zwak lemig
160	190	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht bruin
190	330	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm), licht bruin, zwak lemig
330	340	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm), roest
340	355	klei, groen, stenen (>= 63-200 mm), boven in, vet

Boring beëindigd.

Boormethode:		Bentoniet:	nee
		GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:		cm -mv
		GLG:	cm -mv

Boorbeschrijvingen

Terreinnaam:	Roezebeek	Boringnummer:	Bo32
Beschreven door:		Datum:	26-feb-19
Kaartblad nr.:		X-coördinaat:	254668
		Y-coördinaat:	493361

Plaatsomschrijving: grasland-LO

Hoogte maaiveld: 45.66 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	105	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μm), zwak humeus
105	120	leem, groen, zandig
120	135	zand, matig grof (Mz: 210-300 μm), groen, zwak lemig
135	240	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 μm), grijs, zwak lemig
240	250	leem, groen, zandig, stenen boven in

Boring beëindigd.

Boormethode:		Bentoniet:	nee
		GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	GLG:	cm -mv

Terreinnaam:	Roezebeek	Boringnummer:	Bo33
Beschreven door:		Datum:	26-feb-19
Kaartblad nr.:		X-coördinaat:	254646
		Y-coördinaat:	493294

Plaatsomschrijving: productieve grasland

Hoogte maaiveld: 46.05 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	30	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), bruin, humeus
30	60	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht bruin
60	90	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht grijs-bruin
90	100	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht grijs-bruin, spoor roest
100	290	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm) tot matig grof (Mz: 210-300 µm), licht grijs-bruin
290	300	leem, donker groen-grijs, sterk zandig

Boring beëindigd.

Boormethode:		Bentoniet:	nee
		GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	GLG:	cm -mv

Terreinnaam:	Roezebeek	Boringnummer:	Bo34
Beschreven door:		Datum:	26-feb-19
Kaartblad nr.:		X-coördinaat:	254553
		Y-coördinaat:	493202

Plaatsomschrijving: struikheide-LO

Hoogte maaiveld: 45.55 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	35	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μ m)
35	110	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μ m), licht bruin, roest
110	140	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μ m), licht bruin

Boring beëindigd.

Boormethode:		Bentoniet:	nee
		GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	GLG:	cm -mv

Terreinnaam:	Roezebeek	Boringnummer:	Bo35
Beschreven door:		Datum:	26-feb-19
Kaartblad nr.:		X-coördinaat:	254482
		Y-coördinaat:	493361

Plaatsomschrijving: pijpenstrootje-LO

Hoogte maaiveld: 43.69 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	10	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μ m), sterk humeus
10	30	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μ m), zwak humeus, grote kei
30	80	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μ m), rood-bruin, veel roest
80	120	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μ m), licht bruin, spoor roest

Boring beëindigd.

Boormethode:		Bentoniet:	nee
		GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	GLG:	cm -mv

Terreinnaam:	Roezebeek	Boringnummer:	Bo36
Beschreven door:		Datum:	26-feb-19
Kaartblad nr.:		X-coördinaat:	254568
		Y-coördinaat:	493386

Plaatsomschrijving: elzenbrookbos-LO

Hoogte maaiveld: 44.46 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	10	zand, humeus
10	20	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm)
20	40	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), roest
40	100	zand, matig grof (Mz: 210-300 µm), 'vuil'

Boring beëindigd.

Boormethode:		Bentoniet:	nee
		GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	GLG:	cm -mv

Terreinnaam:	Roezebeek	Boringnummer:	Bo37
Beschreven door:		Datum:	26-feb-19
Kaartblad nr.:		X-coördinaat:	254562
		Y-coördinaat:	493563

Plaatsomschrijving: productieve grasland

Hoogte maaiveld: 43.86 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	30	zand, matig humeus
30	100	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht grijs
100	190	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), bruin
190	200	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), grijs, lemig
200	210	klei, grijs, zeer vet

Boring beëindigd.

Boormethode:		Bentoniet:	nee
		GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	GLG:	cm -mv

Terreinnaam:	Roezebeek	Boringnummer:	Bo38
Beschreven door:		Datum:	26-feb-19
Kaartblad nr.:		X-coördinaat:	254519
		Y-coördinaat:	493637

Plaatsomschrijving: productieve grasland

Hoogte maaiveld: 44.10 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	30	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μ m), matig humeus
30	70	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μ m), sterk lemig, roest, humeus bandjes
70	150	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μ m), licht bruin
150	170	klei, grijs-oranje

Boring beëindigd.

Boormethode:		Bentoniet:	nee
		GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	GLG:	cm -mv

Terreinnaam:	Roezebeek	Boringnummer:	Bo39
Beschreven door:		Datum:	26-feb-19
Kaartblad nr.:		X-coördinaat:	254545
		Y-coördinaat:	493754

Plaatsomschrijving: productieve grasland

Hoogte maaiveld: 46.32 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	30	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μ m), matig humeus
30	60	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μ m), licht bruin, moerige bandjes
60	80	zand, bruin, roest
80	100	klei, oranje-grijs

Boring beëindigd.

Boormethode:			Bentoniet:	nee
			GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	cm -mv	GLG:	cm -mv

Terreinnaam:	Roezebeek	Boringnummer:	Bo40
Beschreven door:		Datum:	26-feb-19
Kaartblad nr.:		X-coördinaat:	254220
		Y-coördinaat:	493438

Plaatsomschrijving: bosrand-LO naast akker

Hoogte maaiveld: 41.98 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	20	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μm), zwak humeus
20	95	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 μm), licht bruin, roest
95	300	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 μm), licht bruin, zwak lemig, veel roest

Boring beëindigd.

Boormethode:		Bentoniet:	nee
		GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	GLG:	cm -mv

Terreinnaam:	Roezebeek	Boringnummer:	Bo41
Beschreven door:		Datum:	26-feb-19
Kaartblad nr.:		X-coördinaat:	254278
		Y-coördinaat:	493308

Plaatsomschrijving: heide-LO

Hoogte maaiveld: 41.25 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	70	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm), licht bruin, roest
70	120	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm), zwak lemig, veel roest
120	160	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm), sterk lemig, veel roest
160	220	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm), zwak lemig, veel roest, stenen onderin

Boring beëindigd.

Boormethode:		Bentoniet:	nee
		GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	GLG:	cm -mv

Terreinnaam:	Roezebeek	Boringnummer:	Bo42
Beschreven door:		Datum:	26-feb-19
Kaartblad nr.:		X-coördinaat:	254383
		Y-coördinaat:	493229

Plaatsomschrijving: struikheide-LO

Hoogte maaiveld: 43.75 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	10	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), humeus
10	50	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht bruin, stenen (>= 63-200 mm)
50	100	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht bruin, stenen (>= 63-200 mm), roest
100	140	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht bruin, zwak lemig, stenen (>= 63-200 mm), roest

Boring beëindigd.

Boormethode:		Bentoniet:	nee
		GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	GLG:	cm -mv

Terreinnaam:	Roezebeek	Boringnummer:	Bo43
Beschreven door:		Datum:	26-feb-19
Kaartblad nr.:		X-coördinaat:	254519
		Y-coördinaat:	493080

Plaatsomschrijving: struikheide-LO

Hoogte maaiveld: 45.02 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	20	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 μ m), humeus
20	300	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 μ m), licht bruin

Boring beëindigd.

Boormethode:		Bentoniet:	nee
		GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	GLG:	cm -mv

Terreinnaam:	Roezebeek	Boringnummer:	Bo44
Beschreven door:		Datum:	26-feb-19
Kaartblad nr.:		X-coördinaat:	254121
		Y-coördinaat:	493329

Plaatsomschrijving: bos-LO

Hoogte maaiveld: 38.93 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	20	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μ m), humeus, roest
20	50	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μ m), licht bruin, roest
50	120	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μ m), licht bruin-grijs

Boring beëindigd.

Boormethode:		Bentoniet:	nee
		GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	GLG:	cm -mv

Terreinnaam:	Roezebeek	Boringnummer:	Bo45
Beschreven door:		Datum:	26-feb-19
Kaartblad nr.:		X-coördinaat:	254119
		Y-coördinaat:	493272

Plaatsomschrijving: bos-LO

Hoogte maaiveld: 39.45 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	20	zand, uitspoelingslaag, podzol
20	40	zand, inspoelingslaag, podzol
40	90	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht bruin
90	110	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm), licht bruin, zwak lemig, stenen (>= 63-200 mm), roest
110	120	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm), licht bruin, sterk lemig, stenen (>= 63-200 mm), roest
120	150	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm), licht bruin, zwak lemig, spoor roest
150	200	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht bruin-groen, zwak lemig, stenen (>= 63-200 mm)

Boring beëindigd.

Boormethode:		Bentoniet:	nee
		GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	GLG:	cm -mv

Terreinnaam:	Roezebeek	Boringnummer:	Bo46
Beschreven door:		Datum:	26-feb-19
Kaartblad nr.:		X-coördinaat:	253964
		Y-coördinaat:	493310

Plaatsomschrijving: grasland-LO

Hoogte maaiveld: 37.42 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	30	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), sterk humeus, roest
30	60	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), humeus, roest, enkele grindjes
60	90	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht grijs, zwak lemig, enkele grindjes
90	110	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht bruin-grijs, zwak lemig, roest, enkele grindjes

Boring beëindigd.

Boormethode:		Bentoniet:	nee
		GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	GLG:	cm -mv

Terreinnaam:	Roezebeek	Boringnummer:	Bo47
Beschreven door:		Datum:	26-feb-19
Kaartblad nr.:		X-coördinaat:	253654
		Y-coördinaat:	493312

Plaatsomschrijving: grasland-LO

Hoogte maaiveld: 34.72 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	30	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μ m), humeus, sterk lemig, roest
30	65	zand, matig fijn (Mz: 150-210 μ m), zwak lemig, roest
65	75	zand, zeer grof (Mz: 300-420 μ m), licht bruin, zwak lemig

Boring beëindigd.

Boormethode:		Bentoniet:	nee
		GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	GLG:	cm -mv

Terreinnaam:	Roezebeek	Boringnummer:	Bo48
Beschreven door:		Datum:	26-feb-19
Kaartblad nr.:		X-coördinaat:	253427
		Y-coördinaat:	493311

Plaatsomschrijving: bos-LO

Hoogte maaiveld: 33.79 m NAP

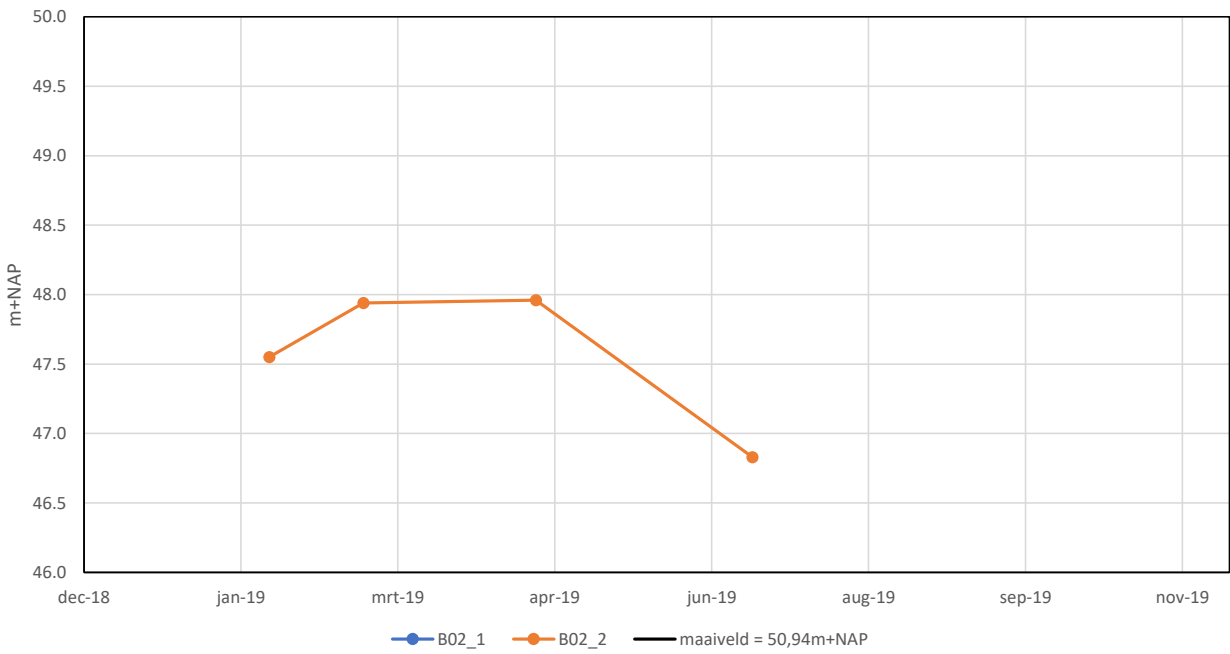
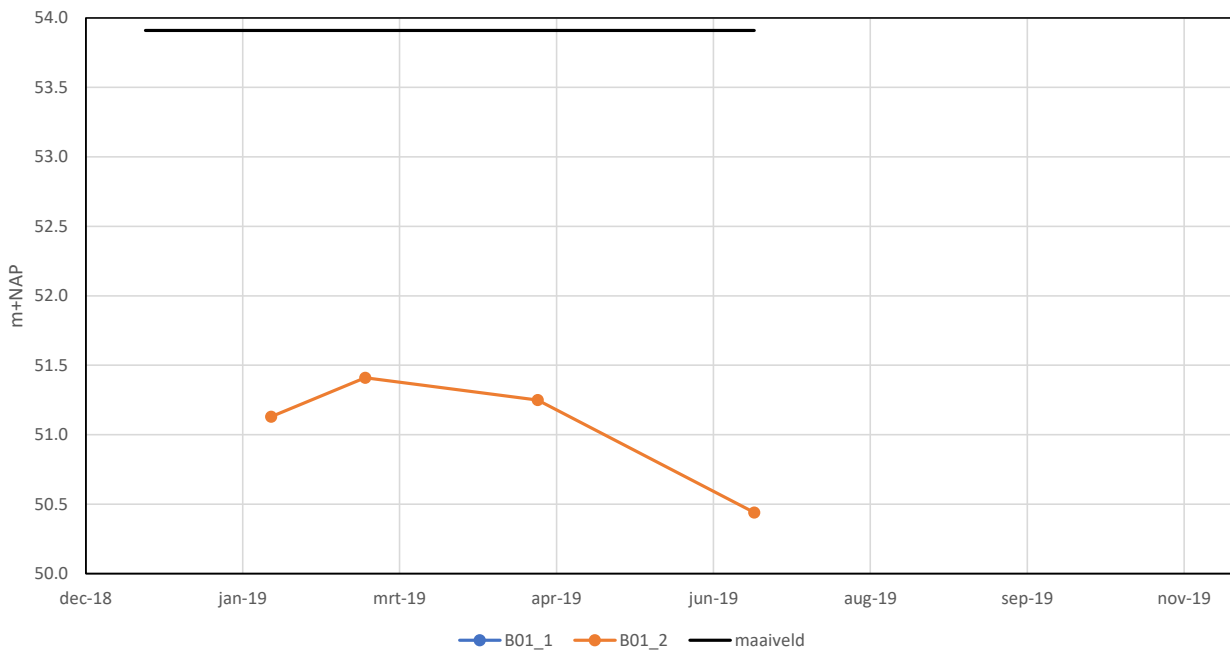
Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

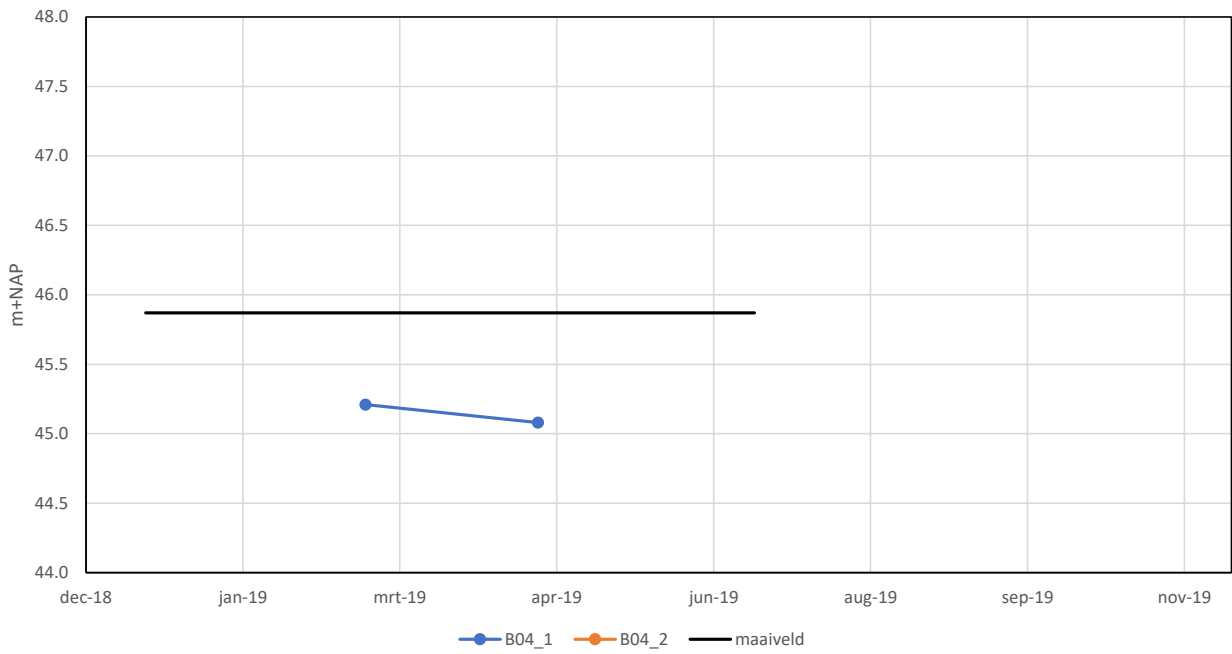
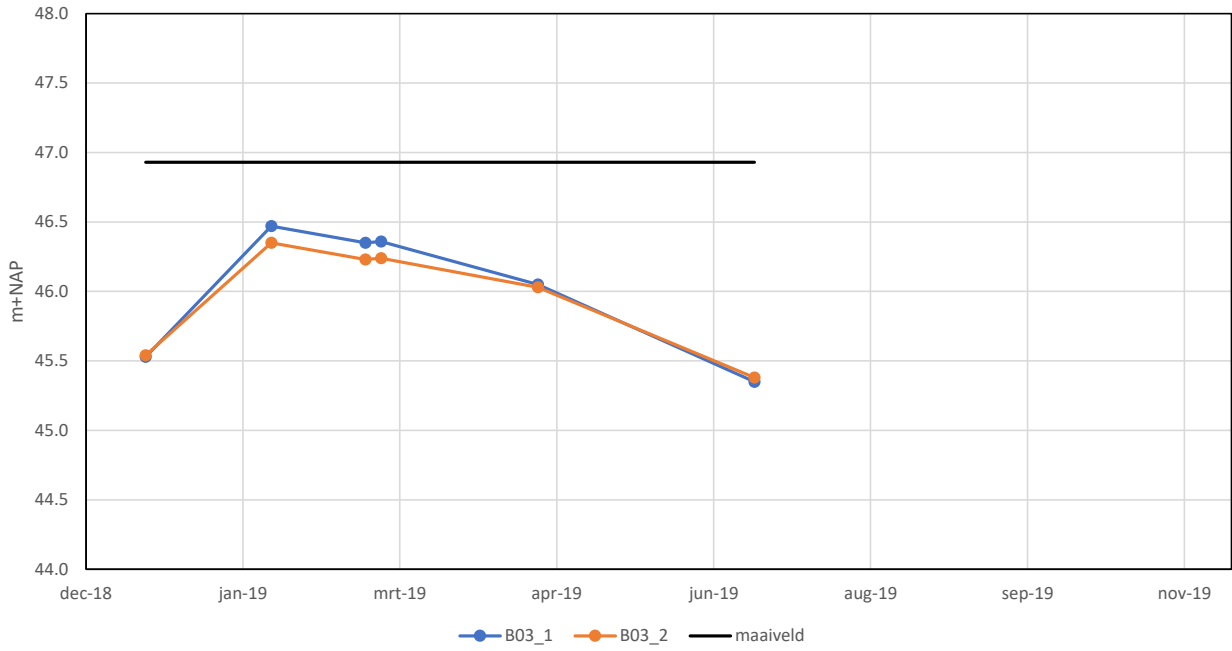
Van	Tot	
0	10	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 μ m), humeus, lemig
10	30	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 μ m), sterk lemig, roest
30	70	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 μ m), sterk humeus, sterk lemig
70	130	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 μ m), licht bruin-grijs, sterk lemig

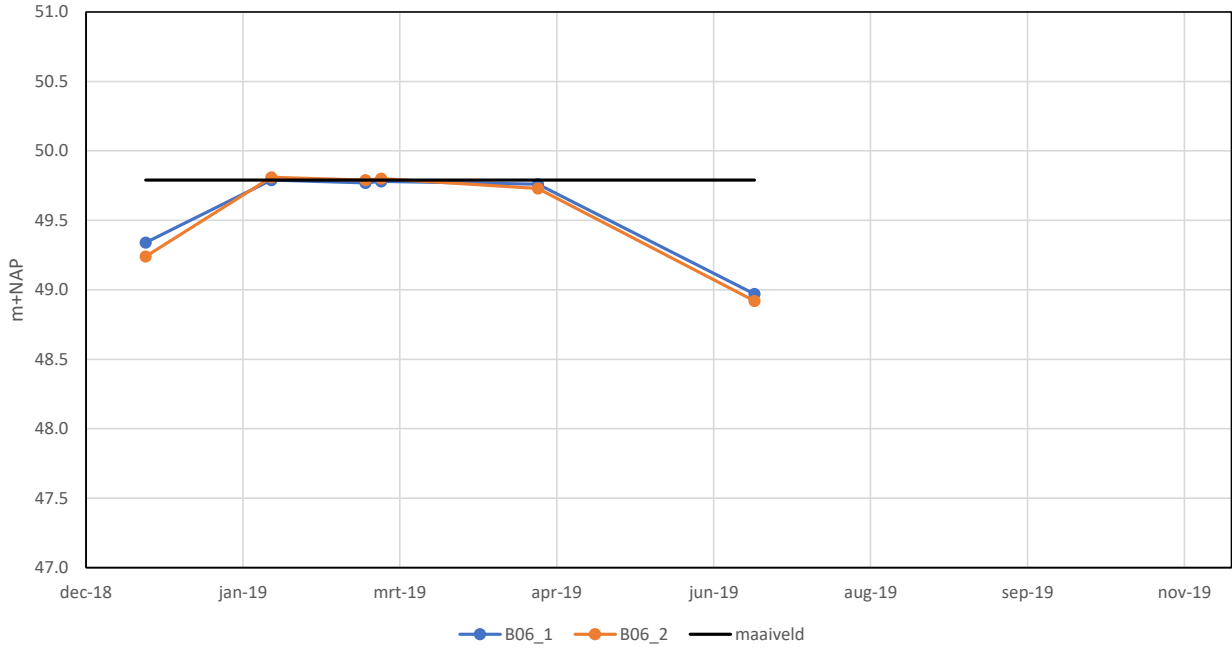
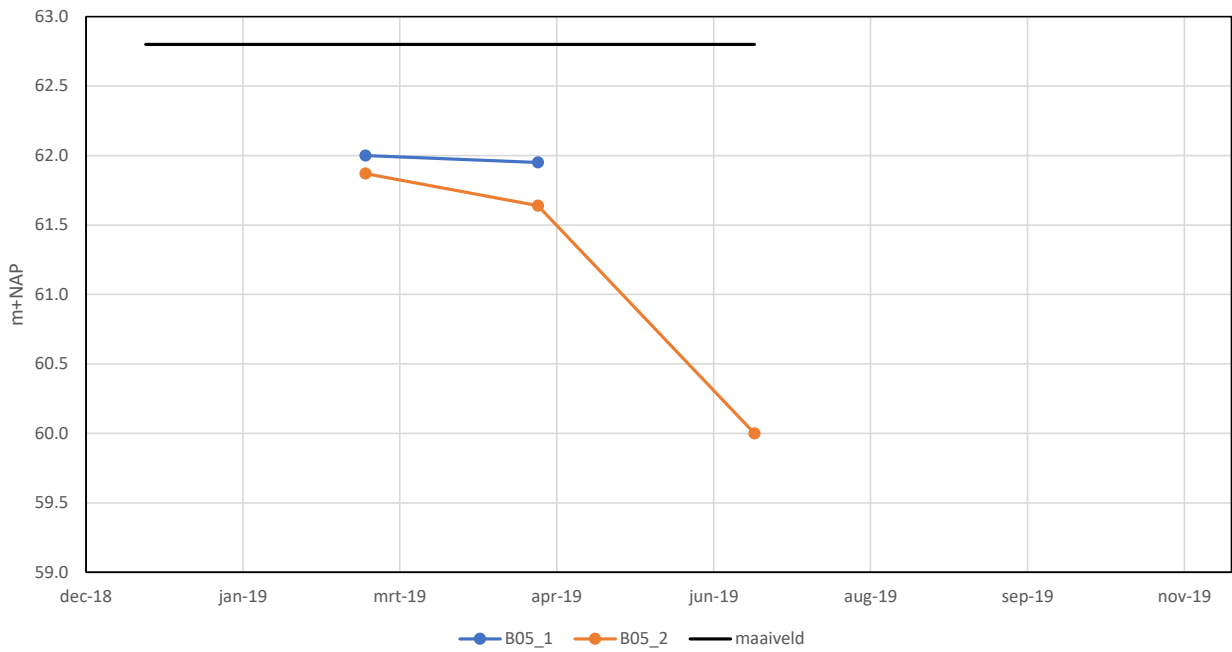
Boring beëindigd.

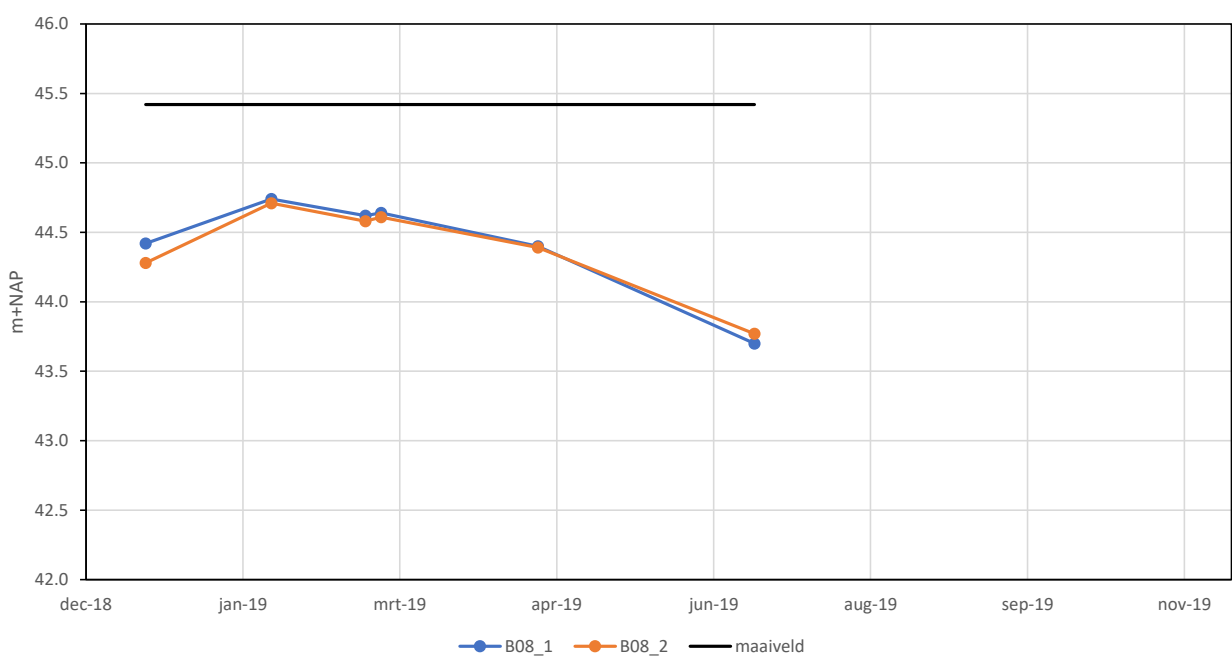
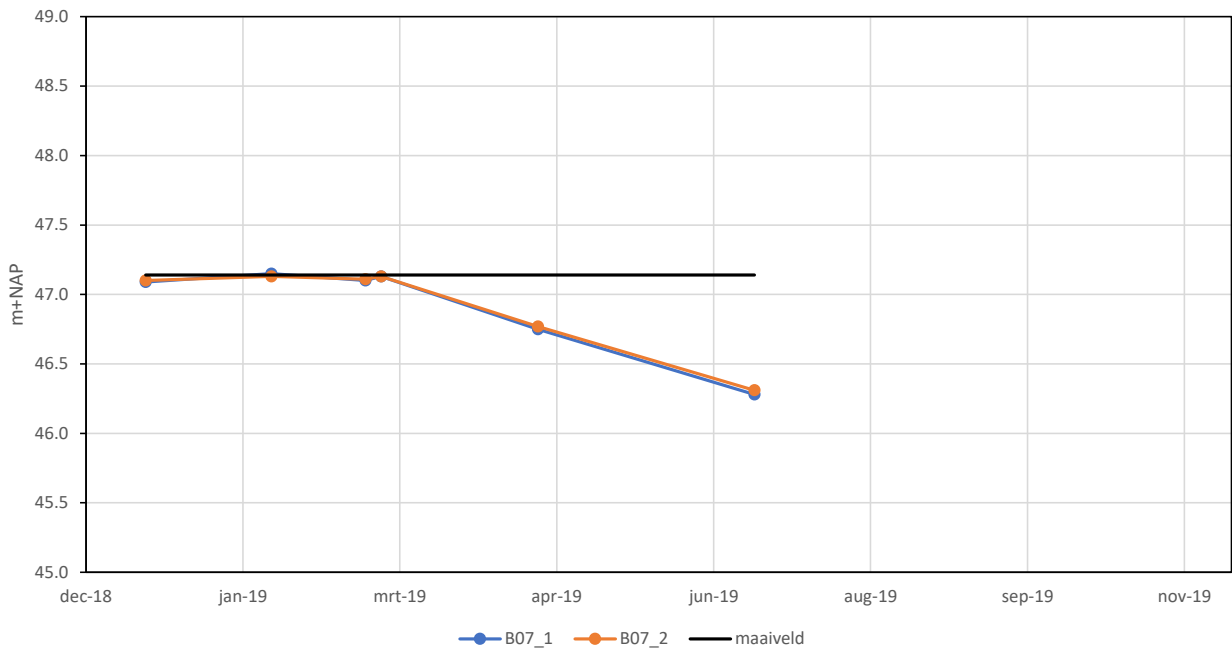
Boormethode:		Bentoniet:	nee
		GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	GLG:	cm -mv

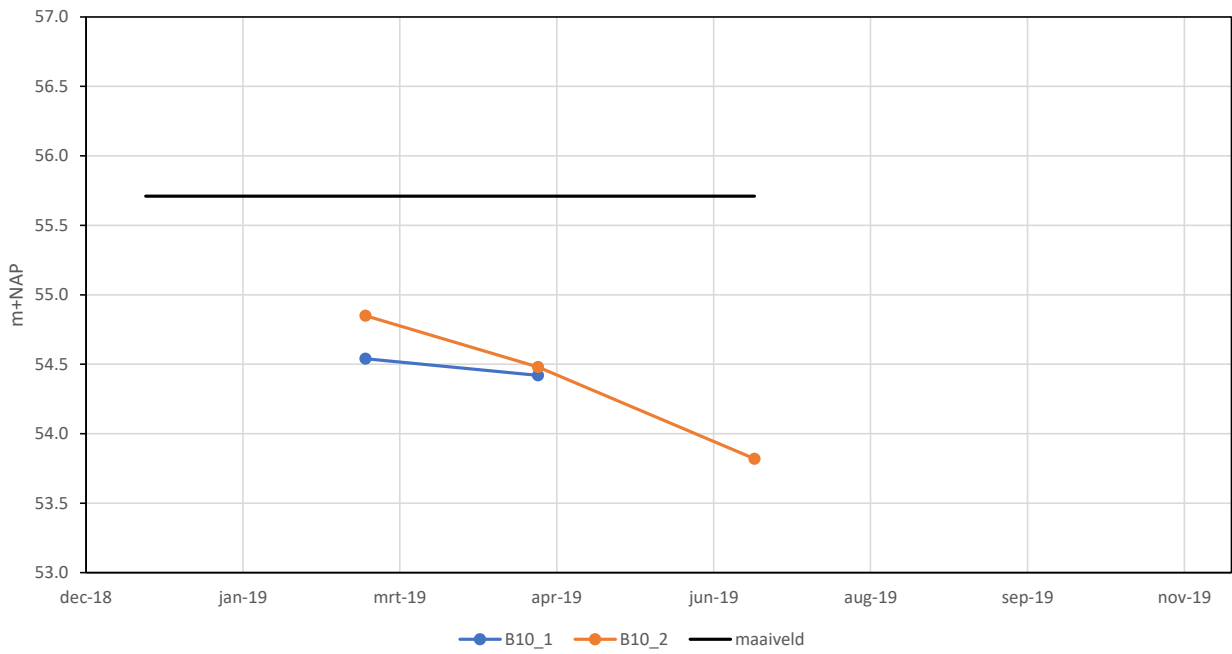
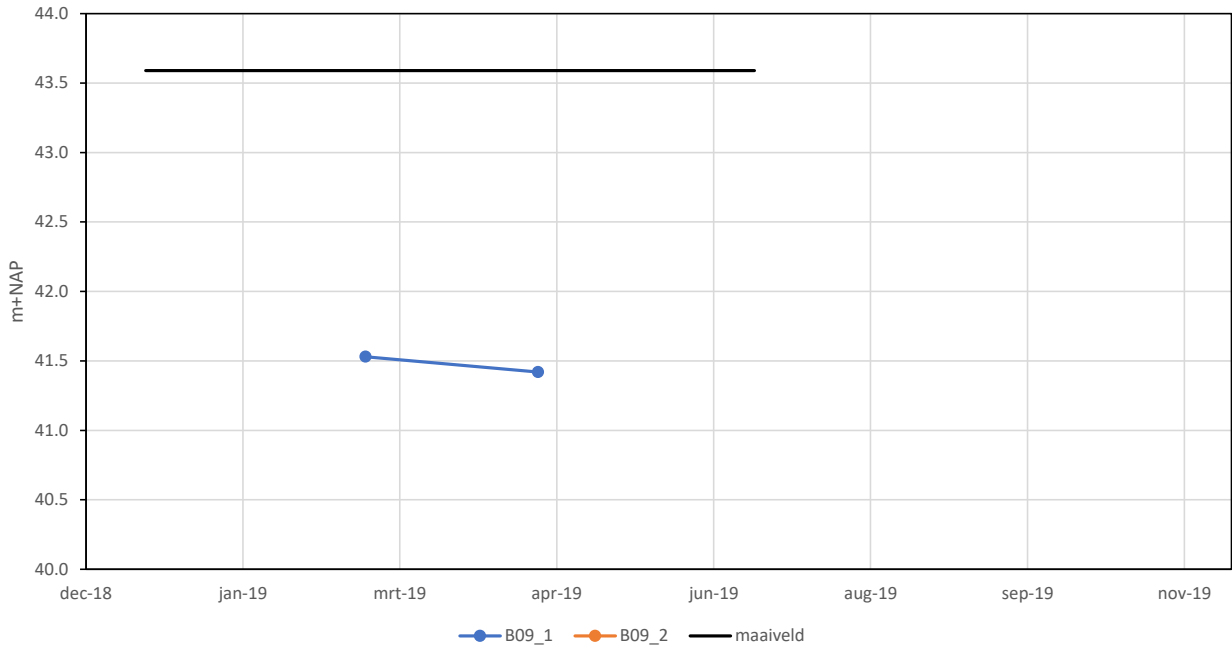
Bijlage 4 Grafieken grondwaterstandsverloop tijdelijke peilbuizen

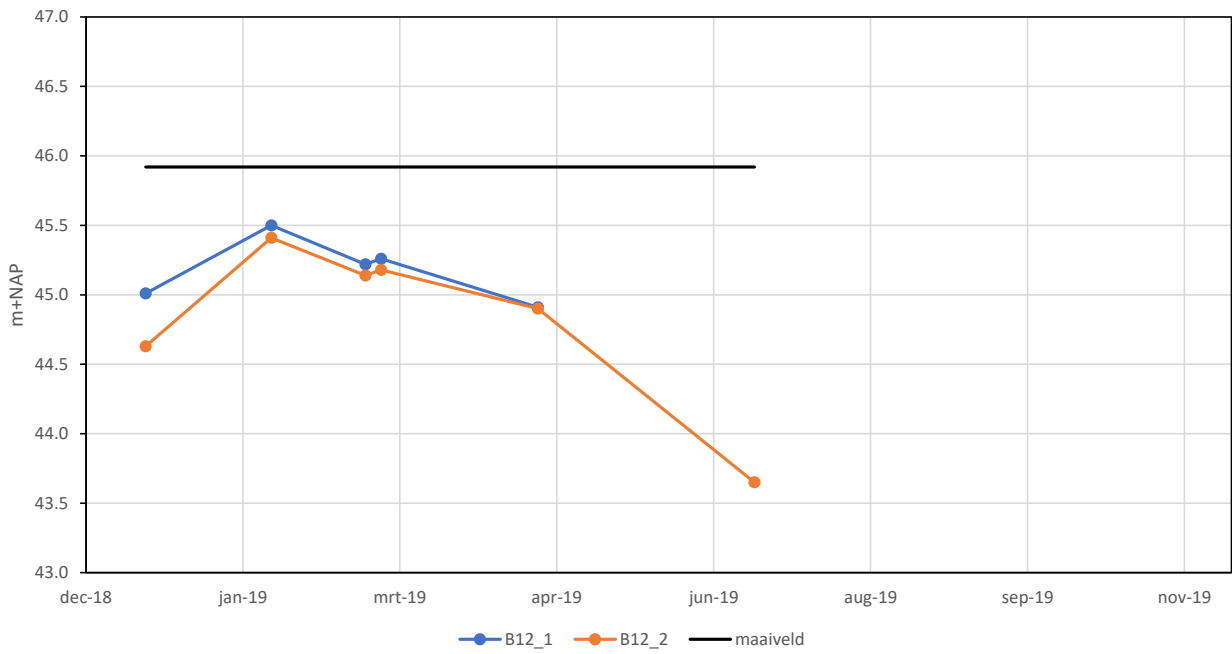
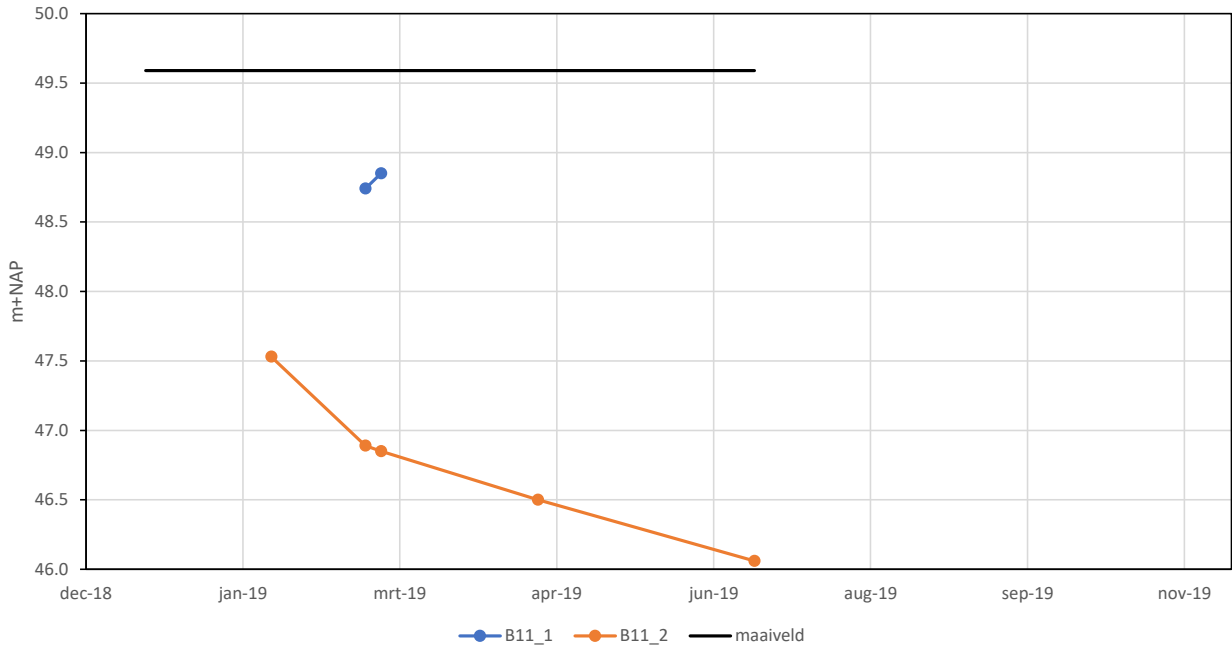


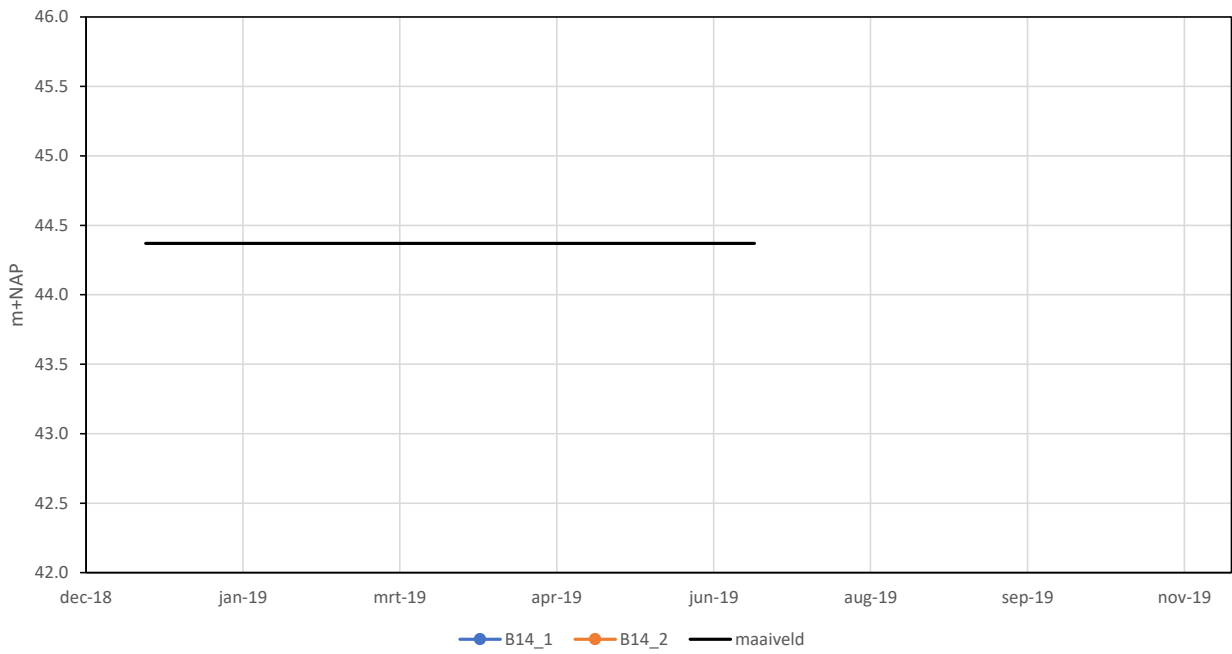
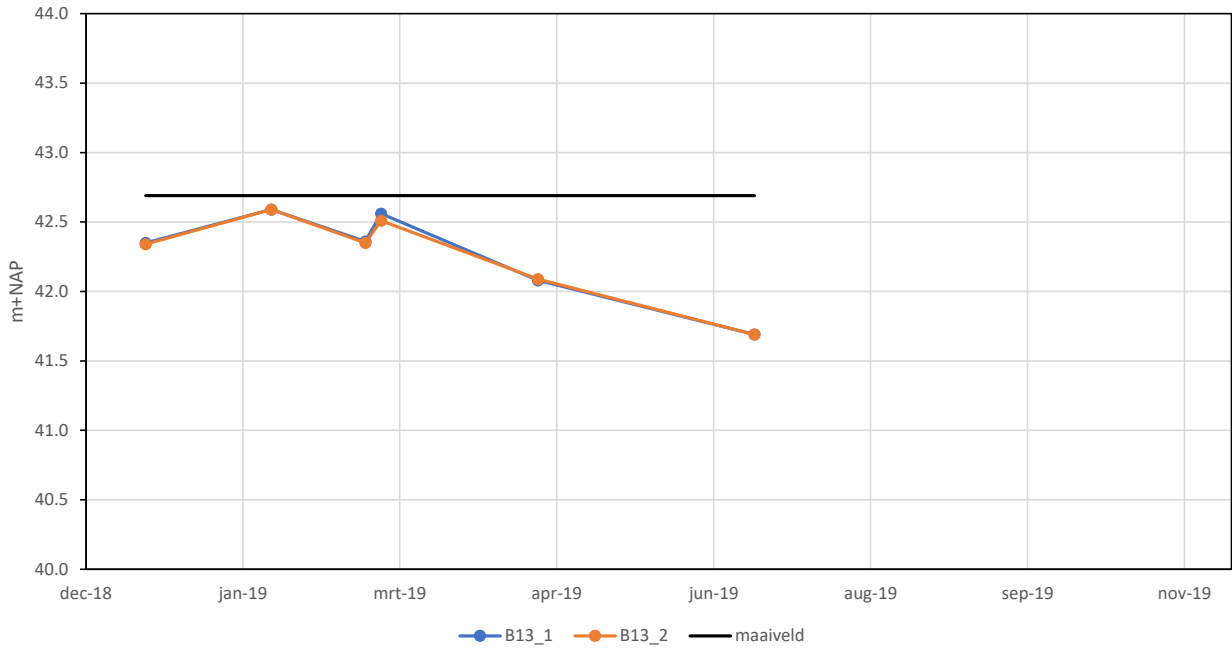


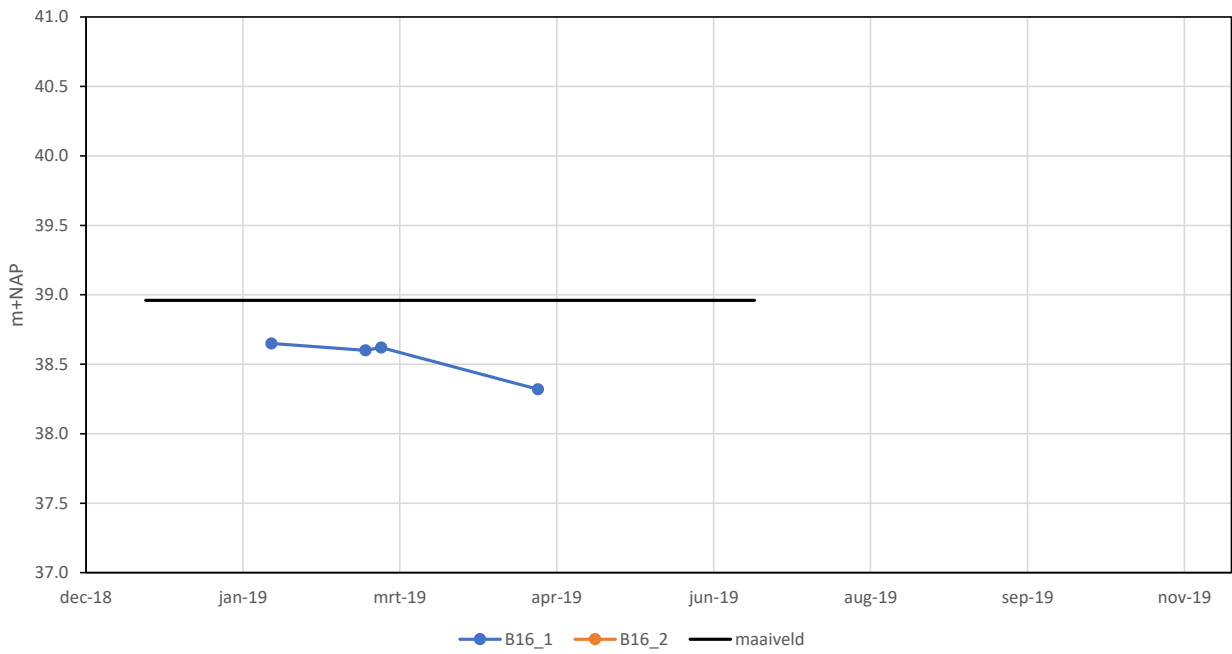
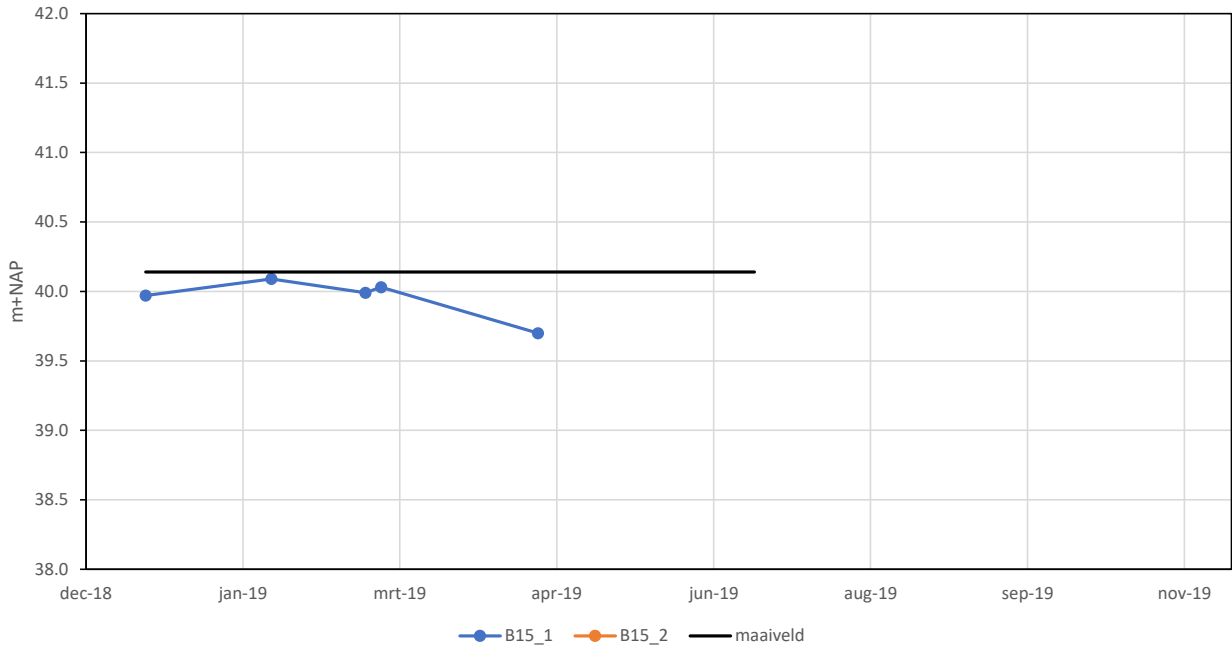


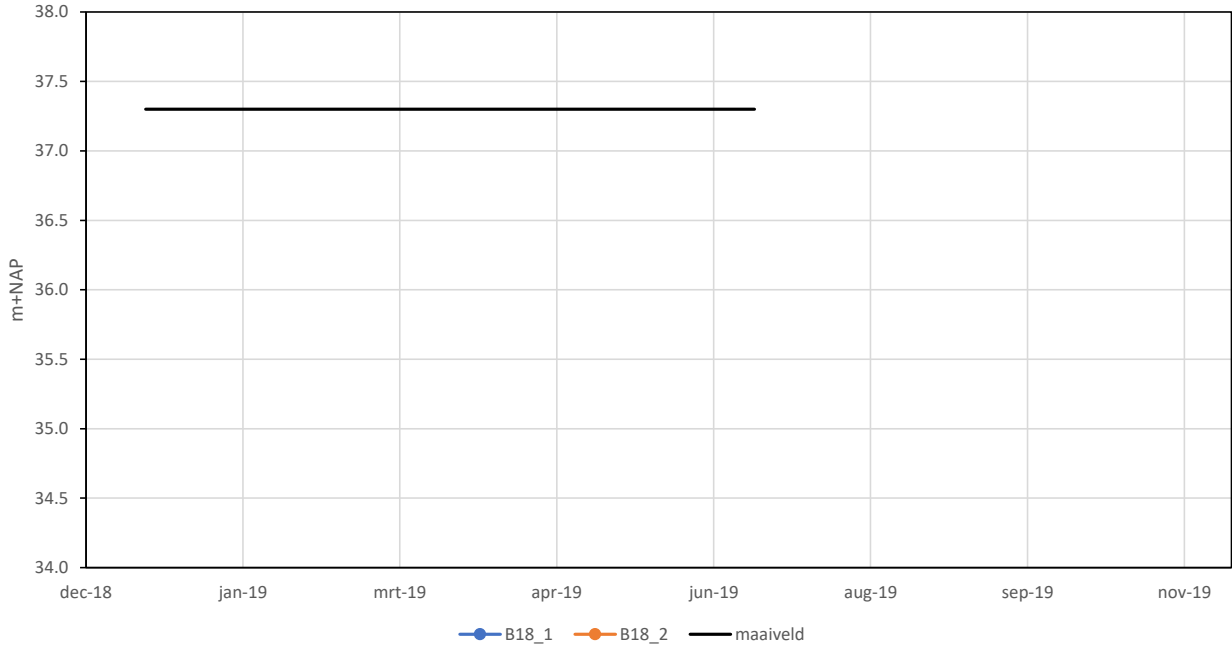
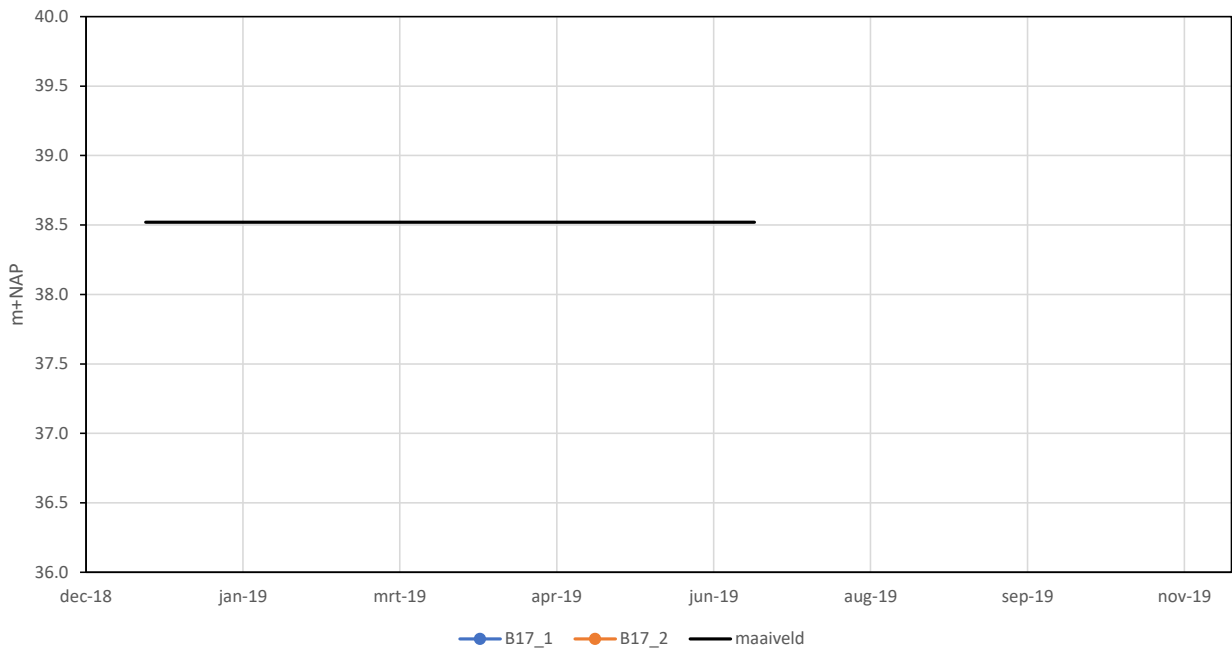


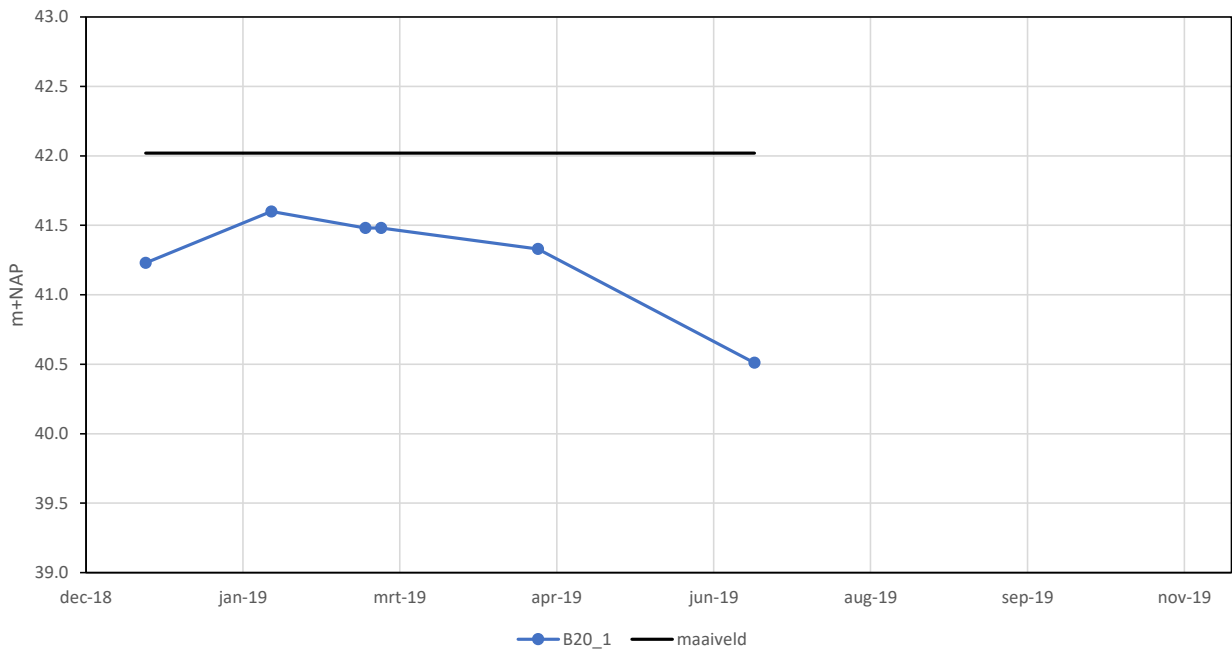
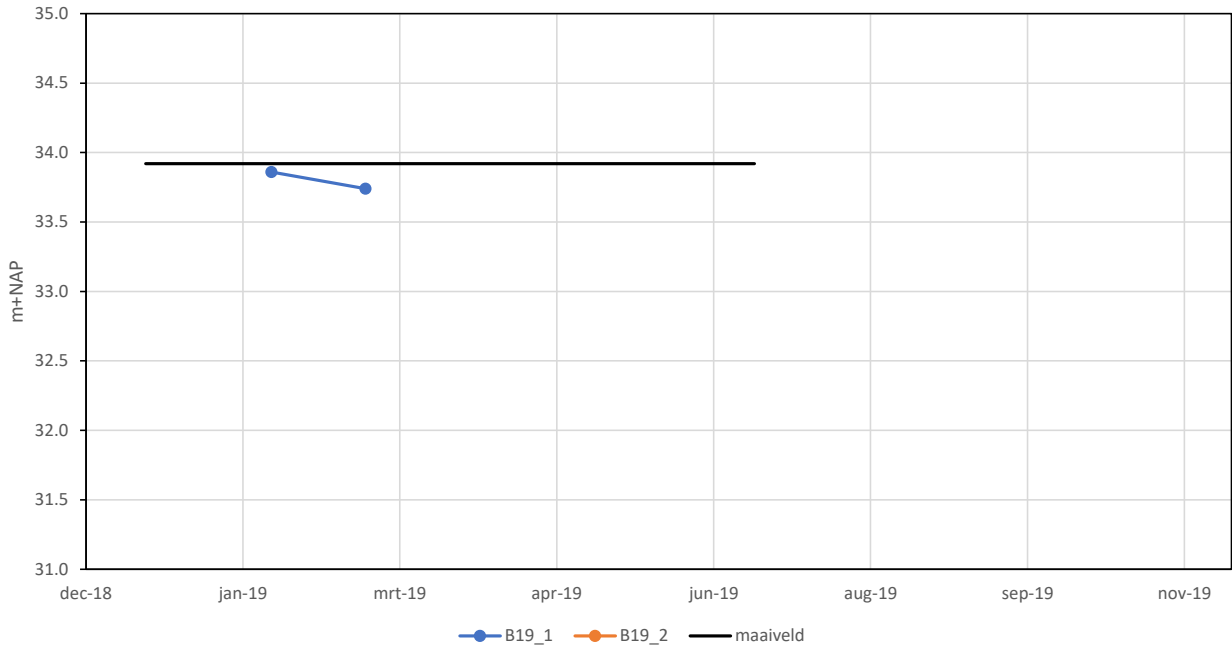


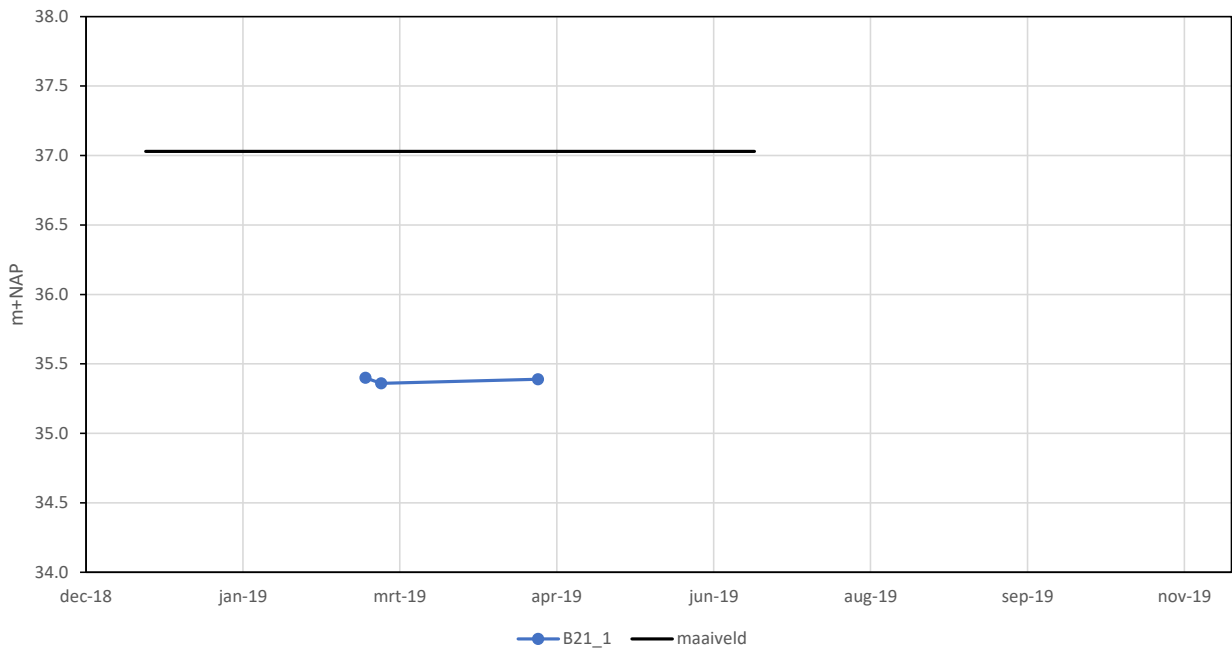












Bijlage 5 Analyseresultaten hydrochemisch onderzoek

Monstername: 5 maart 2019

Analyse door B-WARE

code	locatie	ph	meq/l alk	µs/cm EGV	mg/l CO2	mg/l HCO3	mg/l Al	mg/l Ca	mg/l Fe	mg/l Mg	mg/l Mn	mg/l P	mg/l SO4	mg/l Si	mg/l Zn	mg/l N-NO3	mg/l N-NH4	mg/l P-PO4	mg/l Na	mg/l K	mg/l Cl
R1	B11-1	6.51	3.46	644	89	165	0.50	81	0.7	13	0.5	0.03	76	3	0.25	0.04	0.03		48	5	83
R2	B12-1	6.03	0.73	312	50	31	0.51	24	0.4	8	0.4	0.04	89	3	0.27	0.10	0.02		25	9	9
R3	B7-1	6.25	1.34	421	47	48	0.20	36	5.7	12	0.2	0.00	115	9	0.17	0.03	0.28		22	10	19
R4	B6-1	3.43	-	742	54	0	2.54	62	4.7	17	1.2	0.01	235	13	0.70	0.16	0.29		17	9	25
R5	B8-1	4.96	0.26	451	98	5	1.08	51	0.6	19	0.1	0.02	175	7	0.30	0.03	0.06		13	1	14
R6	oppwater1	6.07	0.27	299	7	4	0.31	33	0.1	11	0.1	0.01	99	4	0.19	0.06	0.01	0.00	11	3	14
R7	B3-1	5.03	0.30	221	159	10	0.26	12	0.1	5	0.1	0.01	39	4	0.21	2.86	0.03		17	7	27
R8	oppwater2	6.01	0.58	247	31	18	0.64	18	0.2	8	0.0	0.02	42	4	0.12	4.58	0.02	0.00	12	13	15
R9	B28F1589-1	6.86	1.86	244	23	93	0.25	14	0.8	8	0.0	0.12	19	9	0.14	0.10	0.23		21	11	13
R10	B28F1587-1	6.92	1.20	285	12	58	0.12	17	0.6	8	0.1	0.04	37	10	0.10	0.20	0.05		23	10	32
R11	oppwater3	5.80	0.21	240	9	3	0.30	16	0.3	7	0.0	0.01	56	7	0.12	0.19	0.01	0.00	14	9	26
R12	B28F1588-1	5.89	1.02	319	103	45	0.16	24	1.8	9	0.2	0.01	68	7	0.17	0.02	0.23		17	13	25
R13	B13-1	5.85	0.85	144	84	34	0.47	10	2.3	3	0.1	0.03	19	6	0.22	0.02	0.24		11	9	9
R14	oppwater5	6.24	0.36	270	10	10	0.41	23	0.4	9	0.0	0.03	65	5	0.13	2.58	0.04	0.00	13	7	18
R15	B28F1451-1	5.73	0.44	381	43	13	0.40	27	0.3	12	0.1	0.03	97	4	0.16	2.77	0.04		17	20	22
R16	B20	5.93	0.56	249	34	17	0.35	19	0.2	8	0.0	0.03	46	3	0.28	3.57	0.06		14	10	19
R17	oppwater4	6.56	0.57	296	9	19	0.59	23	0.4	10	0.0	0.07	40	3	0.12	8.76	0.05	0.01	15	9	20
R18	B15-1	6.15	0.69	396	34	27	0.29	34	0.2	14	0.1	0.04	82	4	0.15	7.82	0.04		23	9	22
R19	B16-1	6.04	0.95	317	4	39	0.63	29	0.4	10	0.1	0.04	63	4	0.30	8.16	0.04		16	7	20
R20	B21	4.05	-	564	11	0	13.66	24	0.4	11	0.4	0.01	32	17	1.06	40.25	0.19		17	23	26