

Ecohydrologische systeemanalyse brongebied van de Mosbeek

Definitief rapport

Zwolle, juni 2017



Bell Hullenaar

Ecohydrologisch
Adviesbureau

in opdracht van:

provincie  Overijssel

Bell Hullenaar Ecohydrologisch Adviesbureau

Schellerweg 112

8017 AK Zwolle

Telefoon: 038-4774559

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

Projecttitel: Ecohydrologische systeemanalyse brongebied Mosbeek

Opdrachtgever: Provincie Overijssel

Auteurs: J.S. Bell en J.W. van 't Hullenaar (Bell Hullenaar) & F. Smolders (B-WARE)

Projectgroep: T. de Meij & M. Verheijen-Kate (Provincie Overijssel), J. van der Weele & R. Staudt (Landschap Overijssel), L. van der Toorn (Waterschap Vechtstromen), M. Horsthuis (Unie van Bosgroepen) Fons Eysink, Jan van Bakel & Inge Hageman (Fieldlab)

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	1
2	Gebiedsbeschrijving	4
2.1	Oriëntatie	4
2.2	Geologie en hydrogeologie	6
2.3	Geomorfologie en bodem	8
2.4	Hydrochemische en bodemchemische situatie	10
2.5	Vegetatie	11
3	Kartering oppervlaktewatersysteem	13
3.1	Methode	13
3.2	Resultaten	13
4	Grondwatersysteemonderzoek	17
4.1	Methode	17
4.2	Resultaten van het onderzoek in 2015	18
4.3	Resultaten van het aanvullend onderzoek in 2017	20
5	Analyse van het grondwaterstandsverloop	21
5.1	Inleiding	21
5.2	Opbouw van het meetnet	21
5.3	Controle en correctie van de meetreeksen	22
5.4	Tijdreeksanalyse met behulp van Menyanthes	24
5.4.1	Inleiding	24
5.4.2	Uitleg over Menyanthes	25
5.4.3	Resultaten	26
5.5	Totaalbeeld grondwaterstandsverloop	31
6	Hydrochemisch onderzoek	33
6.1	Methode	33
6.2	Resultaten	33
6.2.1	Bespreking van de resultaten per systeemonderdeel	33
6.2.2	Nadere analyse van de hydrochemische processen	36
7	Detaildwarsprofielen	42
7.1	Methode	42
7.2	Resultaten	42
8	Synthese en conclusies	45
9	Benodigde beschermings- en herstelmaatregelen	49

Literatuur

Bijlagen

1 Inleiding

Het brongebied van de Mosbeek maakt deel uit van het natuurgebied Dal van de Mosbeek van Landschap Overijssel. Dit natuurgebied ligt ten noorden / noordoosten van Vasse, in Noordoost-Twente, op de westflank van de stuwwal van Ootmarsum. Het natuurgebied is onderdeel van het Natura2000-gebied Springendal en Dal van de Mosbeek. De ligging van het brongebied is weergegeven op de topografische kaart van figuur 1.1.

Het brongebied is ecologisch zeer waardevol en bestaat hoofdzakelijk uit natte heide, blauwgrasland, alkalisch laagveen en broekbos. Het blauwgrasland, het broekbos en vooral het alkalisch laagveen zijn afhankelijk van voeding door basenrijk grondwater. Er zijn indicaties dat de soortensamenstelling van het brongebied de laatste decennia is veranderd. Soorten die specifiek zijn voor alkalisch laagveen lijken af te nemen terwijl soorten van natte heide juist lijken te zijn toegenomen. Deze veranderingen duiden op verzuring (Kieskamp, 2014). De mogelijkheid bestaat dat de verzuring het gevolg is van verdroging. Gezien de zeer hoge ecologische waarde van het alkalisch laagveen is het van groot belang om een scherper beeld te krijgen van de ecohydrologische situatie, en zo helder te krijgen of er inderdaad sprake is van verdroging, en zo ja, welke oorzaak / oorzaken hieraan ten grondslag liggen en wat hier eventueel aan gedaan kan worden.

Om deze vragen te kunnen beantwoorden is het zaak het ecohydrologisch functioneren van het systeem inzichtelijk te maken. Hiermee is eind 2013 / begin 2014 met de uitvoering van een studentonderzoek al een aanvang gemaakt uitgevoerd (Kieskamp, 2014). In het kader van dat onderzoek is een landschapsecologische systeemanalyse (LESA) opgesteld. Het kwantitatieve hydrologische deel van de LESA heeft echter een hypothetisch karakter. Voor een goed systeeminzicht is dus vooral aandacht nodig voor het goed in beeld brengen van het functioneren van het grondwatersysteem.

Doelstelling

Doel van het project is het (beter) inzichtelijk maken van het ecohydrologisch functioneren van het brongebied, met daarin de nadruk op het inzichtelijk maken van de werking van het grondwatersysteem. Verwacht wordt dat hiermee beter duidelijk wordt of verdroging inderdaad een belangrijke rol speelt bij de geconstateerde achteruitgang van het alkalisch laagveen, welke oorzaak / oorzaken hieraan ten grondslag ligt / liggen en welke maatregelen getroffen kunnen worden om verdere achteruitgang te voorkomen / herstel te bewerkstelligen.

Aanpak

Om de onderzoeksvragen te beantwoorden is (voortbouwend op de resultaten van de reeds uitgevoerde LESA) een ecohydrologische systeemanalyse uitgevoerd. De ecohydrologische systeemanalyse is opgebouwd uit de volgende onderdelen:

- Voorbereiding: voeren van een oriënterend overleg met de projectgroep en een oriënterend veldbezoek met Marcel Horsthuis van de Unie van Bosgroepen, als kenner van het gebied en voor de overdracht van de kennis die is voortgekomen uit het onderzoek van Kieskamp (dat door de Unie van Bosgroepen is begeleid).
- Opstellen van een gebiedsbeschrijving, veelal op basis van beschikbare informatie (hoofdstuk 2). Het betreft hierbij de volgende onderdelen: korte oriëntatie op het gebied, beschrijvingen van de geologische en hydrogeologische situatie, het reliëf, de bodem, de hydrochemische en bodemchemische situatie en de vegetatie. Vooral voor de beschrijvingen van de

hydro- en bodemchemische situatie en de vegetatie is de informatie gebruikt die is voortgekomen uit het onderzoek van Kieskamp.

- Inventarisatie van het oppervlaktewatersysteem (hoofdstuk 3): kartering van de slootjes, greppels en bronloopjes en het uitvoeren van oriënterende metingen hierin. In paragraaf 3.1 wordt dieper ingegaan op de toegepaste methode.
- Uitvoeren van een grondwatersysteemonderzoek (hoofdstuk 4): door middel van handmatige bijplaatsing van een netwerk van peilbuizen in het brongebied en de omgeving, en het gedurende één kalenderjaar meten van de grondwaterstanden / stijghoogten (2015), en gebruik makend van de meetgegevens van de reeds aanwezige peilbuizen in het brongebied en de omgeving hiervan, is het functioneren van het grondwatersysteem zowel vlakdekkend (aan de hand van een isohypsenkaart) als in de diepte (aan de hand van een ecohydrologisch dwarsprofiel) inzichtelijk gemaakt. In 2017 is aanvullend onderzoek uitgevoerd om ook ter plaatse van de zuidflank van het dal het functioneren van het grondwatersysteem goed inzichtelijk te maken.
- Uitvoeren van een tijdreeksanalyse met behulp van het programma Menyanthes voor de lange meetreeksen van de oude peilbuizen in het brongebied en de omgeving hiervan (hoofdstuk 5). De tijdreeksanalyse wordt dus na het grondwatersysteemonderzoek behandeld. Dit is gedaan omdat pas met de resultaten van het grondwatersysteemonderzoek duidelijk wordt op welke posities de peilbuizen zich in het grondwatersysteem bevinden. Hierbij is het met name relevant om te weten of bepaalde peilbuizen zich binnen of buiten het intrekgebied van het brongebied van de Mosbeek bevinden. Om een goede tijdreeksanalyse uit te kunnen voeren heeft eerst controle en (zo nodig / mogelijk) correctie van de meetreeksen plaatsgevonden.
- Uitvoeren van hydrochemisch onderzoek (hoofdstuk 6): de meeste oude en nieuwe peilbuizen zijn eenmalig bemonsterd en in combinatie hiermee zijn ook een aantal monsters genomen van het water van bronnen / bronloopjes. De analyse is uitgevoerd door B-WARE. Aan de hand van het hydrochemisch onderzoek is de basenrijkdom / mate van buffering van het (grond)water afgeleid en volgt in hoeverre het (grond)water antropogeen beïnvloed is. Bovendien volgt aan de hand van het inzicht in de hydrochemische situatie ook een beter inzicht in het functioneren van het grondwatersysteem.
- Vervaardiging van zeven detaildwarsprofielen (hoofdstuk 7): om af te leiden wat het effect is van de insnijding van de bronloopjes, greppels en de Mosbeek op het ecohydrologisch functioneren van het brongebied zijn verspreid over het brongebied zeven detaildwarsprofielen vervaardigd. De dwarsprofielen zijn allen middels een waterpassing ingemeten ten opzichte van NAP, op basis van boringen is de ondiepe bodemopbouw in de profielen weergegeven en in ondiepe boorgaten is de grondwaterstand, EGV en pH gemeten en samen met J. van de Weele (Van Landschap Overijssel) is de flora in de detaildwarsprofielen bekeken.
- Synthese en conclusies van de systeemanalyse (hoofdstuk 8).
- Op basis van de resultaten van de systeemanalyse, bespreking van deze resultaten met de projectgroep (op 27-5-2016) en een gezamenlijk veldbezoek met de projectgroep (op 31-8-2016) is een overzicht gemaakt van de benodigde beschermings- en herstelmaatregelen voor het brongebied (hoofdstuk 9).

Het onderzoek is begeleid door een projectgroep met hierin betrokkenen van Landschap Overijssel (Jacob van der Weele en Rick Staudt), de Provincie Overijssel (Thomas de Meij en Martine Verheijen-Kate), Waterschap Vechtstromen (Linda van der Toorn), de Unie van Bosgroepen (Marcel Horsthuis) en deskundigen van het Fieldlab (Fons Eysink, Jan van Bakel en Inge Hageman). Het Fieldlab werkt in samenspraak met diverse grondeigenaren aan het opstellen van een inrichtingsplan voor het Natura-2000 gebied.



Legenda

-  stroming oppervlaktewater
-  boringen Dino
-  ligging brongebied
-  rijkgrens

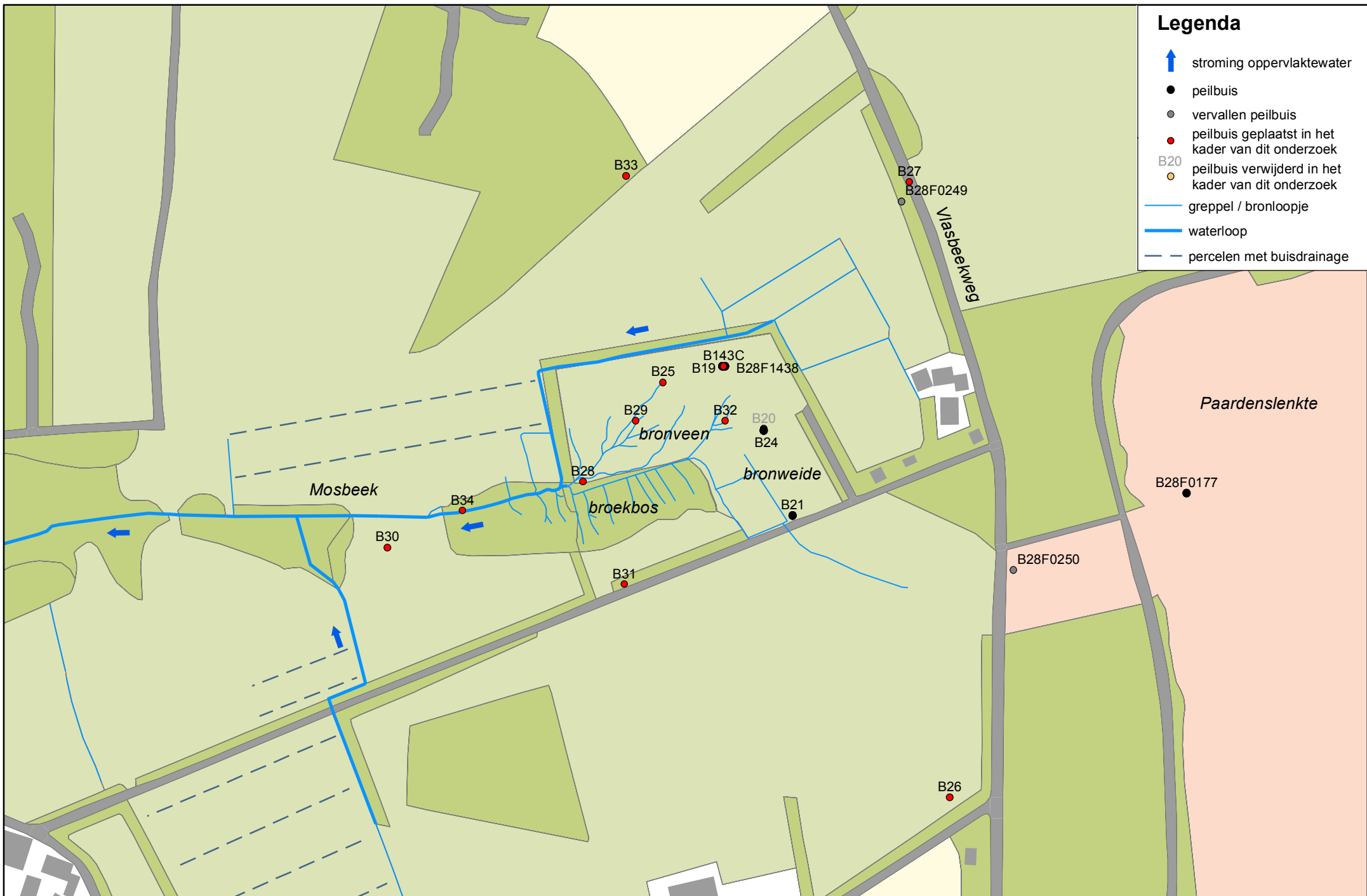
Figuur 1.1 Topografische overzichtskaart

2 Gebiedsbeschrijving

2.1 Oriëntatie

Het brongebied bestaat uit schraallanden, die jaarlijks gemaaid worden, een Elzenbroekbos (deels bronbos) en een houtwal die het gebied omringd (zie topografische kaart, figuur 2.1). De houtwal is vooral belangrijk als buffer ten opzichte van de omringende intensief beheerde agrarische gronden. De schraallanden kunnen worden onderverdeeld in het bronveen en de bronweide. Het bronveen is sinds 1948 al in eigendom en beheer bij Landschap Overijssel. De bronweide is in 1977 aangekocht (Van Tweel-Groot en Horsthuis, 2001).

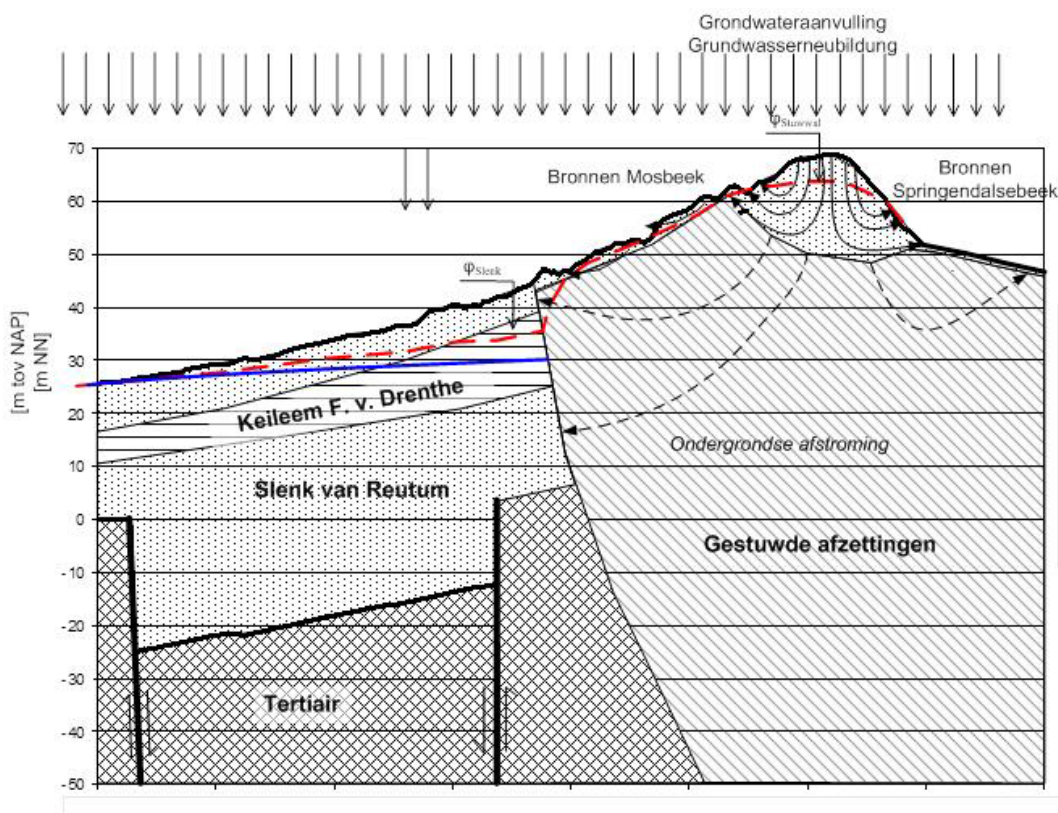
Het bronveen is in het kader van Natura-2000 gedefinieerd als Alkalisch laagveen (H2730), met op de relatief droge delen het habitatype Vochtige heide (H4010A). Het broekbos behoort tot het habitatype Vochtig alluviaal bos (H91E0_C). De bronweide wordt gekenmerkt door Heischraal grasland (H6230), Vochtige heide, Blauwgrasland (H6410) en Alkalisch laagveen (Kieskamp, 2014).



2.2 Geologie en hydrogeologie

De onderstaande beschrijving is gebaseerd op de 'Systeembeschrijving van de stuwwal van Ootmarsum' (De Meij, Den Otter, Stroet & Hortshuis, 2015), het geohydrologisch onderzoek 'De overgangszone tussen de Stuwwal van Ootmarsum en de Slenk van Reutum' (Royal Haskoning, 2016) en boorbeschrijvingen uit de hydrologische databank DINO (zie figuur 1.1 voor de locaties van de boringen). In dit verslag is een uitgebreide beschrijving van de geologie en hydrogeologie van de stuwwal van Ootmarsum opgenomen. De beschrijving in deze paragraaf is beknopt en toegespitst op het brongebied van de Mosbeek. Deze beschrijving geeft een goed beeld van de positie van het bronsysteem in het regionale systeem. Aan de hand van het grondwatersysteemonderzoek zal in hoofdstuk 4 het functioneren van het bronsysteem zelf inzichtelijk gemaakt worden.

De kern van de stuwwal bestaat voor het overgrote deel uit slecht doorlatende Tertiaire klei. Nabij maaiveld liggen geïsoleerde voorkomens van goed doorlatende afzettingen, meestal gestuwde en voor latere erosie gespaard gebleven rivierzanden van de Formaties van Enschede en Urk. Deze rivierzanden liggen dus op een zeer dik pakket van zeer slecht doorlatende klei. Deze opbouw verklaart het voorkomen van bronnen in het brongebied van de Mosbeek en andere hoog op de stuwwal gelegen brongebieden: het regenwater dat hoog op de stuwwal in het zandpakket infiltreert kan vanwege de aanwezigheid van het enorm dikke pakket aan Tertiaire klei (vrijwel) niet wegzijgen naar de ondergrond maar moet zijdelings uittreden (zie figuur 2.2).



Figuur 2.2 Conceptueel model van de hydrologische interactie tussen de stuwwal van Ootmarsum en de slenk van Reutum (naar Stroet & Grube, 2004; aangepast in 2014). De rode streepjeslijn betreft het verloop van de freatische grondwaterstand en de blauwe lijn het verloop van de regionale stijghoogte.

Uit de beschikbare diepe boringen in de directe omgeving van het brongebied kan een en ander nog nader gespecificeerd worden:

- Op basis van boring B28F0102 (op circa 300 meter ten westen van het brongebied) volgt dat het pakket Tertiaire klei in deze omgeving ruim 85 meter dik is en het zandpakket 11 meter dik is. De bovenzijde van de Tertiaire klei, ofwel de basis van het lokale grondwatersysteem op de stuwwal, ligt hier op 53 mNAP.
- Op basis van boring B28F0177 (op circa 300 meter ten oosten van het brongebied) volgt dat het zandpakket in deze omgeving circa 18 meter dik is. Hieronder is tot op de einddiepte van de boring (40 meter) Tertiaire klei aangetroffen. De bovenzijde van de Tertiaire klei, ofwel de hydrologische basis van lokale grondwatersysteem op de stuwwal, ligt hier op 50 mNAP.
- Op grond hiervan lijkt de hydrologische basis in westelijke richting dus enigszins omhoog te komen.
- Op circa 100 meter ten zuiden van B28F0177, ter plaatse van B28F0111, is echter tot op de einddiepte van de boring (21 meter ofwel 48 mNAP) en met uitzondering van een kleilaag tussen 15 en 17 m -mv zand aangetroffen. Ofwel: hier ligt de basis van het systeem minimaal 2 meter lager dan bij B28F0177.

Op de (flanken van de) stuwwal is plaatselijk als grondmorene keileem afgezet doordat de stuwwal na het ontstaan is overreden door het aangroeiende landijs. De keileem bestaat uit grindhoudend lemig zand en leem met stenen. Het brongebied van de Mosbeek en het hoog gelegen gebied ten (zuid)oosten hiervan ligt volgens de geologische kaart (1 : 50.000) in een zone waar keileem aan de oppervlakte ligt (RGD, 1993). Uit de beschikbare boorbeschrijvingen in DINO blijkt dat de keileem in dit gebied meestal, en vooral hoog op de stuwwal, een zandige samenstelling heeft. Zodoende vormt de keileem met name hogerop geen weerstandsbiedende laag (dit zal straks ook blijken uit de tijdreeksanalyse van de meetreeksen van de hier aanwezige peilbuizen met meerdere filters). De situatie in het brongebied zal inzichtelijk worden gemaakt aan de hand van de resultaten van het grondwatersysteemonderzoek (zie hoofdstuk 4).

In het dal zijn zandige sneeuwsmeltwaterafzettingen met hierin leemlagen en lagen (sterk) lemig, zeer fijn zand (Tw4). In de door bronnen gevoede drassige delen van het dal heeft enige veenvorming plaatsgevonden.

Grondwaterwinning Slenk van Reutum

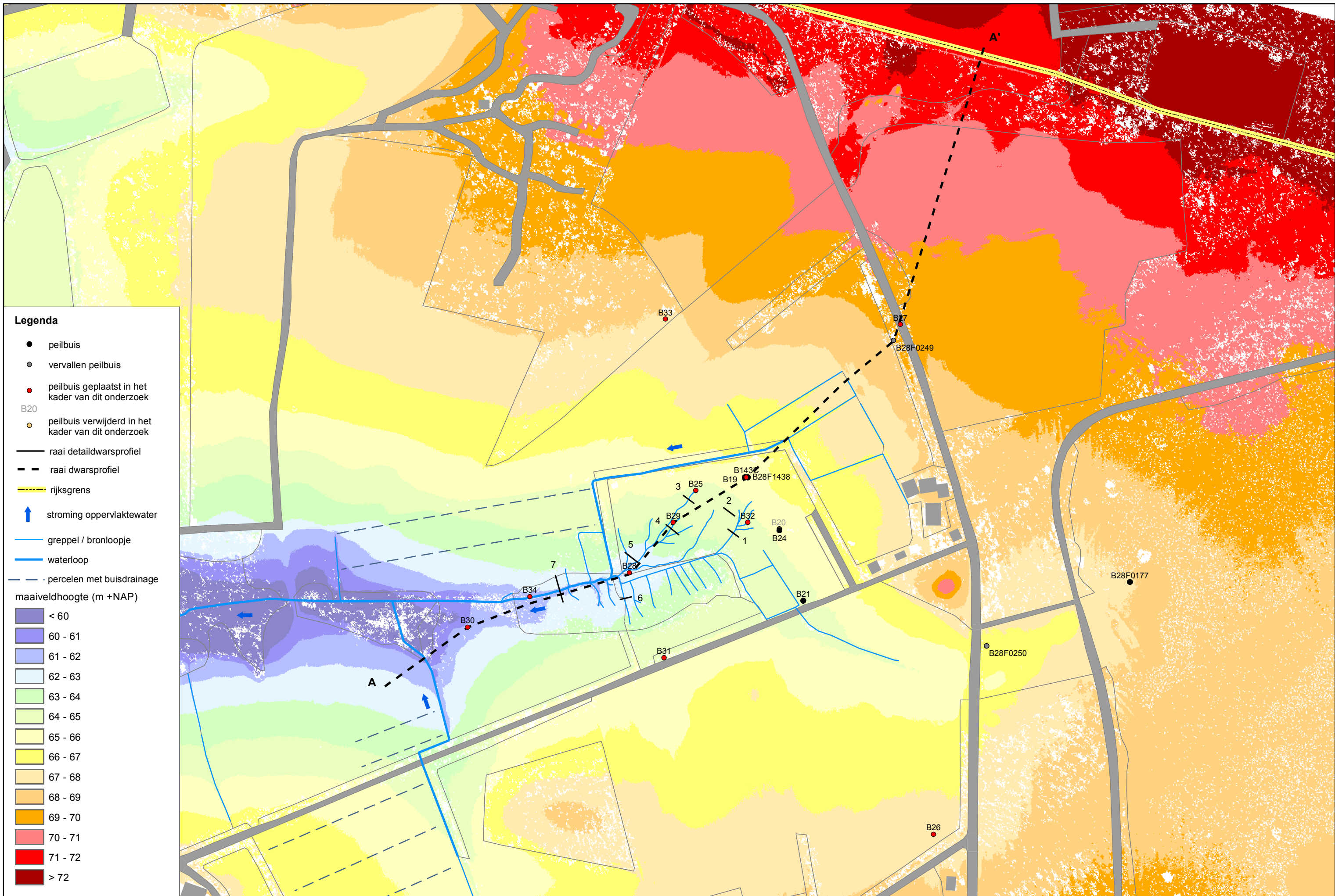
In het dwarsprofiel van figuur 2.2 is ook de Slenk van Reutum opgenomen, die ten westen van de stuwwal ligt. In de slenk is (onder een keileemlaag) een watervoerend pakket aanwezig bestaande uit grofzandige rivierzanden. Uit het watervoerende pakket wordt grondwater onttrokken. Uit systeemmodellen volgt dat deze onttrekking vanwege de aanwezigheid van de zeer dikke laag gestuwde tertiaire kleien onder het bronsysteem hoogstwaarschijnlijk geen negatief effect heeft op de bronnen hoog op de stuwwal en dus ook niet op het brongebied van de Mosbeek. De systeemweerstand is hiervoor te groot (De Meij, Den Otter, Stroet en Horsthuis, 2015).

2.3 Geomorfologie en bodem

De geomorfologische gesteldheid wordt toegelicht aan de hand van een hoogtekaart (figuur 2.3). Het brongebied van de Mosbeek ligt op de westflank van de stuwwal van Ootmarsum, nabij het hoogste deel van de stuwwal en nabij het begin van het erosiedal van de Mosbeek dat hier in de flank van de stuwwal is uitgesleten. Het bovenstroomse uiteinde van het erosiedal maakt ter hoogte van het bronveen een bocht in zuidoostelijke richting en kruist daarbij eerst een naamloze onverharde weg en vervolgens de Vlasbeekweg en hierna nog iets in oostelijke richting door tot in het aangrenzende eigendom van Staatsbosbeheer (rand van de Paardenslenkte). In het gedeelte van het dal ten zuiden van de onverharde weg is in het kader van een natuurontwikkelingsproject de bovengrond afgegraven, waardoor hier maaiveldsverlaging heeft plaatsgevonden.

De bronnen ontspringen beneden de 65 mNAP hoogtelijn. Het bronveen loopt tot diep in het dal door, nagenoeg tot aan de 62 mNAP hoogtelijn. Het bronveen ligt (dus) op een behoorlijk steile helling. De bronweide ligt op 64 tot 65 mNAP en het aangrenzende broekbos ligt grotendeels op 61 tot 64 mNAP.

Overal waar bronwater / kwelwater uitteedt (in het bronveen, het lage deel van de bronweide en het broekbos) ligt een veenlaag aan de oppervlakte. Uit ruim 50 grondboringen die zijn uitgevoerd door Kieskamp (2014) volgt dat de veenlaag 15 tot 100 cm dik is. De dikste veenlaag is aangetroffen in het broekbos (0,5 tot 1,0 meter). De veendikte in de bronnen van het bronveen loopt uiteen van 0,15 tot 0,75 meter. Hogerop de helling (dus boven het bronveen en het lage deel van de bronweide) is aan de oppervlakte een laagje humusrijk zand aanwezig. De verdere bodemopbouw wordt inzichtelijk gemaakt aan de hand van de resultaten van het grondwatersysteem-onderzoek (zie hoofdstuk 4).



2.4 Hydrochemische en bodemchemische situatie

Bij de boorgaten (die in het kader van het onderzoek van Kieskamp zijn vervaardigd voor het in beeld brengen van de ondiepe bodemopbouw) is in 2013 het bodemvocht bemonsterd om de hydrochemische samenstelling van het ondiepe grondwater te bepalen en zijn voor bepaling van de bodemchemische toestand bodemmonsters genomen.

Voor het brongebied (bronveen, lage deel bronweide en broekbos) blijkt hieruit het volgende:

- De alkaliniteit van het ondiepe grondwater loopt veelal uiteen van 0,2 tot 0,9 meq/l. Dit betekent dat het grondwater over het algemeen zwak gebufferd is. De calciumconcentratie van de bodem (= maat voor de buffercapaciteit) loopt in de bronweide en het bronveen uiteen van circa 20 tot circa 35 mmol/l. Dit betekent dat er wel een duidelijk gebufferde bodem aanwezig is, maar dat de mate van buffering niet heel sterk is. In het broekbos liggen de waarden hoger: 30 tot 60 mmol/l: hier is dus een meer gebufferde bodem aanwezig. Dit resulteert in de aanwezigheid van matig zure omstandigheden (pH-H₂O voor waterextract van de bodem van 5 tot 5,5) hoger op de helling en zwak zure omstandigheden (pH 5,6 à 6,3) laag op de helling. De alkaliniteit en de calciumconcentratie van het grondwater zijn in feite te laag voor een alkalisch laagveen. Hoewel het grondwater slechts zwak gebufferd is, treedt door continue sterke grondwatervoeding toch voldoende aanvoer van basen op.
- In het bronveen en het broekbos zijn overal lage Olsen-P concentraties gemeten (< 300 µmol/l). In de bronweide zijn Olsen-P concentraties gemeten die uiteenlopen van 350 tot 500 µmol/l: dit is dus hoger dan in het bronveen en het broekbos (matig fosfaatarm), maar al wel in de buurt van de grenswaarde voor voedselarme vegetatietypen (grenswaarde = 350 µmol/l). De hier wat hogere waarden hangen samen met het voormalige landbouwkundige gebruik van dit gebied (voor 1977).
- Vooral in het bronveen en het broekbos zijn in de zone waar bronwater uittreedt meestal hoge chlorideconcentraties gemeten, namelijk tussen de 800 en 1300 µmol/l. In deze zone zijn ook vrij hoge sulfaatconcentraties gemeten: namelijk tussen de 300 tot 600 µmol/l. Lager op de helling (dus in het broekbos en het lage deel van het bronveen) gaan de verhoogde chloride- en sulfaatconcentraties vaak gepaard met de aanwezigheid van nitraat in het grondwater (100 µmol/l tot 160 µmol/l). Deze resultaten wijzen op beïnvloeding van het grondwater door meststoffen. Bij behandeling van de resultaten van het in 2015 uitgevoerde hydrochemisch onderzoek zal dieper op dit onderwerp worden ingegaan (zie hoofdstuk 6).
- Verder heeft het grondwater aanzienlijke concentraties magnesium, natrium en kalium. Dit wijst op aanrijking van het grondwater vanuit glauconietrijke zanden.

2.5 Vegetatie

In 1999 is een flora-rasterkartering uitgevoerd (Hortshuis & Van Tweel-Groot, 2001) en om eventuele veranderingen in de flora en vegetatie af te kunnen leiden is deze kartering herhaald in 2013 (Kieskamp, 2014). Hierbij is van een aantal soorten een schematisch kaartje gemaakt van de verspreiding in het bronveen. Het betreft hierbij veelal soorten die kenmerkend zijn voor verschillende standplaatscondities. De gekarteerde soorten zijn daarbij ingedeeld in het Dophei-verbond, het Verbond van Zwarte zegge en het Knopbies-verbond.

Het Dophei-verbond komt vooral voor op natte, voedselarme en (matig) zure tot zwak zure zandgrond. In het brongebied van de Mosbeek zijn twee associaties van het Dophei-verbond ontwikkeld, namelijk de Associatie van Moeraswolfsklauw en Snavelbies en de Associatie van Gewone dophei. Soorten van de Associatie van Moeraswolfsklauw en Snavelbies (Kleine zonnedaauw, Ronde zonnedaauw, Witte snavelbies en Bruine snavelbies) hebben zich verplaatst vanuit het hoger gelegen gebied in het oosten van het bronveen naar het westen en het zuiden, waar de bronnen liggen. Soorten van Associatie van Gewone Dophei (Gewone dophei, Struikhei, Klokjesgentiaan, Gewone veenbies en Beenbreek) zijn allen toegenomen, zowel qua verspreiding als qua aantallen.

Het Verbond van Zwarte zegge omvat plantengemeenschappen van laagvenen op een minerale bodem met humeuze tot venige bovengrond. In het bronveen komen planten voor van de Associatie van Moerasstruisgras en Zompzegge. De associatie komt in het brongebied voor op de overgangen naar slenkjes, op de hogere gedeelten bij de bronnen en wordt voortdurende gevoed met (matig) zuur water (pH 4-5,5). Zwarte zegge en Moerasviooltje zijn kenmerkende soorten. Van Zwarte zegge is geen verspreidingsbeeld opgenomen (te weinig exemplaren). Moerasviooltje is toegenomen, met name in het zuidwesten van het bronveen, bij de bronnen.

Het Knopbies-verbond omvat begroeiingen op basenrijk substraat. De gemeenschappen zijn het best ontwikkeld bij sterk toestromend, lithoclien grondwater. Door het oligotrofe milieu kunnen veel soorten naast elkaar leven. In het bronveen wordt het Knopbiesverbond vertegenwoordigd door de Associatie van Vetblad en Vlozegge. Deze associatie is soortenrijk met een groot aandeel kleine zeggen. In Nederland behoort de associatie tot de meest bedreigde gemeenschappen. Kenmerkende soorten van deze associatie die in het brongebied van de Mosbeek voorkomen zijn Veenmosorchis, Armbloemige waterbies en het zeer zeldzame Vetblad. Ook Schorpioenmos komt hier voor. Van Vlozegge zijn in 2013 enkele exemplaren gevonden en deze soort is in 1999 niet gekarteerd. Vetblad is in aantal afgenomen. Veenmosorchis was en is in kleine aantallen aanwezig en daarom is het lastig iets te zeggen over een eventuele toe- of afname van deze soort. Armbloemige waterbies is duidelijk sterk achteruitgegaan, zowel qua verspreiding als qua aantallen.

Andere kenmerkende soorten van de Associatie van Vetblad en Vlozegge zijn Kleine valeriaan, Ruw walstro, Blauwe knoop, Moeraszoutgras, Parnassia en Veldrus. Dit zijn tevens soorten die in Blauwgrasland kunnen voorkomen. Kleine valeriaan is afgenomen rondom de bronnen en is verplaatst naar het omliggende gebied hogerop de helling. Ruw walstro neemt juist toe nabij de bronnen in het zuidwesten. Blauwe knoop, een soort van matig zure standplaatsen, is sterk toegenomen. Moeraszoutgras, een meer alkalische soort van het Blauwgrasland, lijkt daarentegen verminderd in aantal. De verspreiding en aantallen van Parnassia, een andere meer alkalische soort van Blauwgrasland, zijn niet duidelijk veranderd.

In zijn totaliteit wijzen de geconstateerde veranderingen op verzuring. Aan de hand van het grondwatersysteem-onderzoek (en het in het kader hiervan uitgevoerde hydrochemisch onderzoek) is getracht de oorzaak hiervan inzichtelijk te maken.

Verder volgt uit informatie die naar voren is gekomen bij een veldbezoek met J. van der Weele (van Landschap Overijssel) dat vanuit het zuiden het Wilgenstruweel (dat op de overgang naar het broekbos aanwezig is), opruikt. Bovendien treedt er in dit lage deel van het bronveen een sterke Rietontwikkeling op. Deze ontwikkelingen hangen deels samen met het niet elk jaar maaien van deze zone en deels waarschijnlijk ook met een andere oorzaak, namelijk verdroging en hiermee gepaard gaande mineralisatie van de veenbodem als gevolg van insnijding van de bronloopjes (zie hoofdstuk 7: detaildwarsprofielen).

Het Elzenbroekbos betreft een afgetakelde vorm van het Bittere veldkers-Elzenbroek (mededeling F. Eysink van het Fieldlab). Deze subassociatie is uniek voor kwelrijke beekdalen. Bittere veldkers groeit nu echter alleen in sommige greppels en langs de beekloop en dit geldt ook voor de Dotterbloem. Elders is een ruige ondergroei aanwezig, met soorten als Framboos, Brede stekelvaren, Grote brandnetel, Robertskruid, Wijfjesvaren, Riet, Bitterzoet, Gevlekte dovennetel, Schaduwgras, Grote valerian en Grote braam. Dit zijn allemaal soorten van voedselrijke omstandigheden. Hier en daar groeien Zwarte bes en Bosbies. In het verleden groeide ook veel Bronkruid in de noordoostelijke hoek van het broekbos. Recentelijk is dit niet meer het geval, maar Bronkruid groeit nu wel in de Bronweide (mondelinge mededeling M. Horsthuis, Unie van Bosgroepen).

Aan de hand van informatie van F. Eysink, die het gebied al sinds 1980 kent, kan een beeld gegeven worden van de vegetatieontwikkeling in de bronloopjes / slenkjes. In de jaren 1980 waren de bronloopjes veel smaller en minder diep, en zagen ze er meer uit als ondiepe, geleidelijk in de omgeving overgaande slenkjes. Armbloemige waterbies was beperkt tot de slenkjes en waaierde hier en daar iets breder uit wanneer de slenkjes min of meer aan maaiveld lagen. Slechts een van al die slenkjes functioneert nog als zodanig. Daarbij bestaat de indruk dat Armbloemige waterbies nog altijd in behoorlijke aantallen voorkomt, maar de scherpe zonering zoals beschreven voor de jaren 1980 sterk is vervaagd. De soort heeft zich wel in de verlande greppel in de bronweide gevestigd samen met Veenmosorchis. Bronkruid kwam in de jaren 1980 samen met Beekstaartjesmos en Moerasmuur voor in het bronveen ten noorden van het Elzenbroekbos in de slenkjes, die daar in het riet verdwenen. De slenkjes waren hier nog tot eind jaren 1990 maximaal 15-20 cm diep met voornoemde soorten; de weidebronvegetatie. In het voorjaar van 2017 was het riet gemaaid en de wilgen gekapt. De slenkjes zijn hier nu 30 à 40 cm diep en de weidebronvegetatie is hier geheel verdwenen. Daarvoor in de plaats is een vegetatie met Moeraszegge en Dotterbloem verschenen. Beide soorten wijzen op basenrijke en voedselrijke omstandigheden als gevolg van mineralisatie van het veen ter plaatse (interne eutrofiering). Dit is kortom een enorme verandering van voedselarme bronvegetaties met Bronkruid naar een aanzet van voedselrijk Dotterbloemhoiland. Om een scherper beeld te krijgen van het effect van de insnijding van de bronloopjes op het ecohydrologisch functioneren van het brongebied zijn in het kader van het veldonderzoek verspreid over het brongebied een aantal detaildwarsprofielen vervaardigd (zie hoofdstuk 7).

In de bovenloopslenk van het bronsysteem (ofwel het gedeelte van het dal ten zuiden van de onverharde weg) is in het kader van een natuurontwikkelingsproject (tenminste) de fosfaatrijke toplaag van de voormalige landbouwgrond afgegraven. De vegetatie in de slenk ontwikkelt zich goed: naast soorten van heischraalgrasland en veldrusschraalland is door F. Eysink tijdens een veldbezoek begin mei 2017 ook Draadrus, Zompzegge en Zwarte zegge (zure kleine zeggenvvegetatie) waargenomen en M. Zonderwijk maakte melding van Kleine valerian (indicator van basenrijke kwel). Bij behandeling van de resultaten van kartering van het oppervlaktewatersysteem (in paragraaf 3.2) wordt ingegaan op het mogelijke effect van de maaiveldsverlaging die gepaard is gegaan met het hier afgraven van de bovengrond op het ecohydrologisch functioneren van het brongebied.

3 Kartering oppervlaktewatersysteem

3.1 Methode

De oppervlaktewatersysteemkartering is uitgevoerd op 20-11-2014. Deze kartering is gecombineerd met een verkenning van het (potentiële) intrekgebied. Na de startbespreking met de projectgroep (op 24-11-2014) is het brongebied op 28-11-2014 ook bezocht met Marcel Horsthuis van de Unie van Bosgroepen. Middels dit gezamenlijke bezoek is de bij hem / de Unie van Bosgroepen aanwezige kennis van het gebied overgebracht en heeft ook nadere bepaling plaatsgevonden van de peilbuislocaties in het brongebied.

Bij de kartering is specifieke aandacht besteed aan de ligging van greppels in het broekbos, bronloopjes in het bronveen en greppels / slootrestanten in de bronweide. De resultaten hiervan zijn verwerkt in de kaarten die in het rapport zijn opgenomen. Op indicatieve wijze (met een meetlint) zijn op een aantal locaties ook de diepte van de loopjes en het Elektrisch Geleidings Vermogen (EGV) van het water gemeten. De EGV is een maat voor de totale ionenconcentratie van het water. De resultaten van de waarnemingen zijn weergegeven in bijlage 1. Op de kaart in bijlage 1 zijn de locaties van deze waarnemingen en ook van alle andere locaties die met GPS als waypoints zijn vastgelegd aangegeven. In de tekst wordt hiernaar verwezen met de code 'w' (dus bijvoorbeeld w11).

3.2 Resultaten

Opbouw van het stelsel

Het oppervlaktewaterstelsel is als volgt opgebouwd:

- Bronnenstelsel van het bronveen, met vele bronkoppen en bronloopjes.
- Sloten- en greppelstelsel van het landbouwgebied ten noorden, noordoosten en westen van het bronveen.
- Greppelstelsel van de bronweide en slenk ten zuiden van de onverharde weg met voorde.
- Greppelstelsel van het broekbos.
- De Mosbeek.

Verder zijn in enkele aangrenzende landbouwpercelen buizendrainagesystemen aanwezig. Deze systemen zijn op schematische wijze op de kaarten aangegeven.

Bronnen en bronloopjes van het bronveen

Het bronnenstelsel van het bronveen is opgebouwd uit vier brontakken, waarvan er twee op hun beurt ook weer vertakt zijn. Van oost naar west betreft het:

- Sterk vertakt stelsel van bronnen / bronloopjes met de nieuwe peilbuis B32.
- Enkelvoudige bron en bronloop ten westen hiervan.
- Sterk vertakt stelsel van bronnen / bronloopjes nieuwe peilbuizen B25, B28 en B29.
- Enkelvoudige bronkop en bronloop w41. In tegenstelling tot de andere bronlopen was in deze bronloop bij de kartering geen stromend water aanwezig. De bodem van het loopje was alleen vochtig en hier en daar stond een klein laagje water in de bedding. De oorzaak van de geringe watervoerendheid van dit loopje is inzichtelijk gemaakt in het kader van het grondwatersysteemonderzoek (zie hoofdstuk 4).

Nabij de bronkoppen zijn de meeste bronloopjes aanwezig als zeer ondiepe, brede, zeer geleidelijk in de omgeving overgaande slenkjes waarlangs de afvoer op min of meer diffuse wijze plaatsvindt. Deze slenkjes gaan meestal al snel over in smalle loopjes. Deze loopjes zijn aanvankelijk vaak nog zeer ondiep: circa 10 cm, met een waterpeil (ofwel drainageniveau) dat direct aan of nabij maaiveld ligt. Al snel worden de loopjes dieper (20 cm diep / drainageniveau 10 cm -mv) en onderaan de helling, nabij de overgang naar het broekbos, zijn ze meestal nog dieper (25 à 30 cm / drainageniveau 15 à 20 cm -mv). Middels vervaardiging van een aantal detaildwarsprofielen is inzichtelijk gemaakt wat het effect van de loopjes is op het ecohydrologisch functioneren van het bronveen (zie hoofdstuk 7).

Bij de oriënterende EGV-metingen zijn in de brontakken waarden gemeten die uiteenlopen van 235 $\mu\text{S}/\text{cm}$ tot 303 $\mu\text{S}/\text{cm}$. In hoofdstuk 6 wordt (op basis van een bemonstering van het grond- en bronwater) uitgebreid ingegaan op de hydrochemische situatie.

Stelsel van de landbouwgronden in de omgeving

In het particuliere landbouwgebied ten noordoosten van het bronveen ligt een klein slotenstelsel. Op het moment van de inventarisatie waren (vanwege vertrapping van de slootprofielen door vee) de slootjes niet heel diep (0,4 à 0,5 meter). Via een sloot op de noord- en westgrens van het bronveen (met w48 en w31) watert het stelsel af op de Mosbeek. Deze afvoersloot is ter plaatse van het oostelijk beginpunt 0,6 meter diep en het westelijke traject is 0,9 tot 1,0 meter diep. Op het moment van de inventarisatie stond het stelsel voor een groot deel droog. De zuidelijke helft van de sloot op de westgrens draineerde echter in aanzienlijke mate grondwater. Dit traject was zodoende wel watervoerend.

Ten westen van de sloot op de westgrens van het bronveen ligt nog een sloot / diepe greppel met een haakse bocht hierin (nabij w29). De loop is 0,5 à 0,7 meter diep. De zone tussen deze loop en de sloot op de westgrens van het bronveen is (inmiddels) geheel begroeid met bos, maar is op de topografische kaart (nog) aangegeven als grasland. Het bosje en ook het grasland ten noorden van dit bosje behoort tot het eigendom van Landschap Overijssel maar wordt vermoedelijk verpacht, dus dat is waarschijnlijk de reden dat ook hier nog een diepe loop aanwezig is. Op het moment van de inventarisatie had het zuidelijke traject een drainerende werking op het grondwater en stond het noordelijke traject droog. Verder westwaarts is nog een afvoergreppel gegraven vanaf de grens van deze landbouwgrond naar de Mosbeek (w28). Ook deze greppel heeft een drainerende werking op het grondwater. In het particuliere graslandperceel ten westen hiervan is een buizendrainage aanwezig.

Verder is aan de zuidzijde van de Mosbeek verder westwaarts nog een diepe sloot aanwezig in een zijdal (w62). Deze sloot dient voor de ontwatering en afwatering van landbouwgrond die hier grenst aan het eigendom van Landschap Overijssel. Vooral het traject ten noorden van de onverharde weg had op het moment van de inventarisatie een sterk drainerende werking op het grondwater.

Bovenloopslenk en bronweide

In het hoofddal van de Mosbeek begint het oppervlaktewatersysteem met een slenk waarlangs het water op diffuse wijze afstroomt (w50-w51). Via een voorde in de onverharde weg stroomt het water vanuit deze slenk naar het stelsel in de bronweide (w1 t/m w6). Ter plaatse van de slenk en de flanken hiervan is in het kader van een natuurontwikkelingsproject (tenminste) de fosfaatrijke toplaag van de voormalige landbouwgrond afgegraven. Met name in de as van de slenk is echter behoorlijk diep gegraven (0,4 à 0,5 meter). Het slootje dat hier voorheen aanwezig was is zo verdwenen. Hiermee is weliswaar de drainerende werking van de sloot op het grondwater weggenomen, maar bestaat (vanwege het behoorlijk diep afgraven van de toplaag) wel de mogelijkheid dat slenk als geheel een versterkte drainerende werking op het grondwater kan hebben, en daarmee negatieve invloed zou kunnen uitoefenen op het ecohydrologisch functioneren van het brongebied ten noorden van de onverharde weg.

Op de plek waar de slenk watervoerend wordt is bij de kartering een EGV van slechts 55 $\mu\text{S}/\text{cm}$ gemeten. Verder benedenstreams, direct ten zuiden van de voorde, is een EGV van 96 $\mu\text{S}/\text{cm}$ gemeten. In dit deel groeit tussen het Riet veel Duizendknoopfonteinkruid (mededeling F. Eysink). Deze waarnemingen duiden erop dat er in de slenk kwel optreedt van (matig) atmoclien grondwater. In de sloot langs de onverharde weg aan de noordzijde van de voorde (dit is dus de meest zuidelijk gelegen sloot van het stelsel van de bronweide) is (ter plaatse van w6) een EGV van 257 $\mu\text{S}/\text{cm}$ gemeten. Deze waarneming duidt erop dat pas ten noorden van de weg kwel optreedt van lithoclien grondwater. Dit vormt een indicatie dat het diep uitgraven van de slenk niet (in sterke mate) ten koste is gegaan van het functioneren van het brongebied ten noorden van de onverharde weg. Op basis van de resultaten van het grondwatersysteemonderzoek (zie hoofdstuk 4) volgt eenzelfde beeld.

Bij de voorde is de waterstand in de wintersituatie (vanwege het in steeds sterkere mate begroeid raken van de slenk) inmiddels al weer circa 20 cm hoger dan direct na de inrichting van de slenk (mededeling F. Eysink). Dus mogelijk had de maaiveldsverlaging die gepaard ging met de afgraving van de bovengrond aanvankelijk wel enig effect, maar is dit effect in de loop der tijd minder geworden. Het is echter niet uit te sluiten dat er nog altijd een licht negatief effect is, vooral op de naastgelegen bronweide.

Het stelsel van de bronweide is opgebouwd uit een verlande sloot langs de onverharde weg (w1-w6), een hoofdgriepel in het centrale deel van de weide (w1-w4), een verlande griepel op de grens met het broekbos en een verbindingsgriepel tussen de hoofdgriepel en de griepel op de grens met het broekbos (w5-w6). Vooral de verlande sloot langs de onverharde weg heeft getuige de sterke kwelverschijnselen die hier zijn waargenomen nog een aanzienlijke drainerende werking op het kwelwater. Deze sloot tast het ecohydrologisch functioneren van het bronstelsel dus wel aan. In mindere mate geldt dit ook voor de hoofdgriepel, terwijl deze griepel niet eens heel diep is (vaste bodem 25 cm, organische slihbodem 15 cm en drainageniveau op 5 cm -mv). In de twee overige griepels ligt het drainageniveau direct aan of zelfs boven maaiveld. Deze griepels hebben zodoende (vrijwel) geen negatief effect.

Greppelstelsel van het broekbos

In het broekbos ligt een greppelstelsel. Dit stelsel bestaat uit elf zuid-noord georiënteerde zijgreppels (w15 t/m w19 en w21 t/m w26) en een oost-west georiënteerde hoofdgreppel (w13). De zijgreppels zijn 0,2 à 0,3 meter diep, en de waterdiepte betreft (vanwege het sterke verhang en de kale zandbodem) doorgaans slechts 1 à 2 cm, dus ook het drainageniveau ligt nagenoeg op circa 0,2 à 0,3 m -mv. In de greppels zijn hoge EGV-waarden gemeten, van 339 tot 360 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Dit wijst erop dat de greppels in sterke mate (antropogeen beïnvloed) kwelwater draineren.

Zijgreppels w15 t/m w19 en w20 t/m w23 wateren via een hoofdgreppel af op de Mosbeek. Ook de oostelijk brontak van het bronveen (w9-w12) watert af op deze hoofdgreppel. De hoofdgreppel is circa 0,3 meter diep, en het drainageniveau ervan ligt op circa 0,25 m -mv. Ook hier is een hoge EGV gemeten (van 320 $\mu\text{S}/\text{cm}$ gemeten).

Het effect van de greppels op het ecohydrologisch functioneren van het broekbos wordt inzichtelijk gemaakt aan de hand van een detaildwarsprofiel en de waterkwaliteitssituatie volgt uit de resultaten van het hydrochemisch onderzoek.

Mosbeek

Ter westen van peilbuis B28 stroomt de hoofdgreppel samen met het hoofdbronloop van het bronveen (w38, ofwel de verzamelloop van de eerder behandelde brontakken, met uitzondering van de meest oostelijke brontak, die op de hoofdgreppel van het broekbos afwatert) en hier begint de hoofdloop van de Mosbeek. De Mosbeek is 0,4 à 0,5 meter diep en heeft een waterdiepte van 5 à 10 cm. Het drainageniveau ligt dus 0,35 à 0,4 m -mv. Dit betekent dat de beek (ondanks zijn natuurlijk ogende karakter) behoorlijk diep in het dal is ingesneden. In niet verstoorde bronbeken (zoals aanwezig in het nabij gelegen natuurgebied Hazelbekke) ligt het drainageniveau namelijk direct aan (of zelfs iets boven) maaiveld: de beekloopjes sluiten hier dus naadloos aan op hun omgeving. Ook het effect van de Mosbeek op het ecohydrologisch functioneren van het brongebied is aan de hand van een detaildwarsprofiel inzichtelijk gemaakt.

4 Grondwatersysteemonderzoek

4.1 Methode

Om het functioneren van het grondwatersysteem inzichtelijk te maken zijn in december 2014 op handmatige wijze op elf locaties nieuwe peilbuizen geplaatst. In combinatie hiermee zijn ook enkele bestaande peilbuizen voor dit onderzoek gebruikt.

Een aantal peilbuizen is geplaatst in een raai (raai A-A') om zo een ecohydrologisch dwarsprofiel van het systeem te kunnen vervaardigen. Er is gewerkt met een combinatie van hoofdlocaties waar behalve ondiepe filters ook diepe filters zijn geplaatst en aanvullende locaties waar alleen ondiepe filters zijn geplaatst. Het diepe filter van B27 bevindt zich op 7 tot 8 m -mv en de overige diepe filters bevinden zich op 4 tot 5 m -mv. De ondiepe filters bevinden zich veelal op 1 à 1,5 m -mv. In bijlage 2 is een overzicht opgenomen van de technische gegevens van de nieuwe peilbuizen en de bijbehorende boorbeschrijvingen.

In raai A-A' is ook de bestaande peilbuis B28F1438 van de Provincie Overijssel opgenomen en dit is tevens de locatie van peilbuis B19 (B28F0251) van Landschap Overijssel. Deze beide bestaande meetpunten hebben echter alleen ondiepe filters, dus daarom is hier een nieuwe peilbuis met diep filter toegevoegd: B143C (B28F1505).

Aan weerszijden van de raai zijn peilbuizen geplaatst om ook een vlakdekkend beeld van het systeem te krijgen. Het betreft hierbij veelal peilbuizen met alleen diepe filters. Ook de bestaande peilbuis B28F0177 (in de Paardenslenkte) is hiervoor gebruikt. Dit is een peilbuis met drie filters. Het ondiepe filter bevindt zich op 4 tot 6 meter beneden maaiveld. Dus de diepte van dit ondiepe filter is vergelijkbaar met dat van nieuw geplaatste peilbuizen in de omgeving van het brongebied.

Ook zijn (ondiepe) peilbuizen geplaatst in twee belangrijke bronkoppen. Het betreft hierbij bronkoppen met een vegetatie van Armbloemige waterbies (B25 en B32).

De registratie van het grondwaterstands- en stijghoogteverloop van de nieuwe meetpunten heeft plaatsgevonden met behulp van dataloggers. Na één kalenderjaar (2015) meten zijn de dataloggers uitgelezen. Deze gegevens zijn gebruikt voor het maken van de eerste isohypsenkaart (figuur 4.1) en het ecohydrologisch dwarsprofiel (figuur 4.2). De dataloggers zijn na het uitlezen teruggeplaatst en er is door gemeten tot 13-10-2016. Dit is het moment dat (door Bell Hullenaar in samenwerking met Buijs) het hydrologische meetnet is aangepast (zie voor verdere toelichting bijlage 8). De grafieken van het grondwaterstands- en stijghoogteverloop van de gehele meetperiode zijn opgenomen in bijlage 3.

In de grafieken is te zien dat op 16-4-2015 de grondwaterstanden / stijghoogten in het meetjaar 2015 (bij benadering) het hoogste niveau bereikten. Deze waarnemingen zijn daarom gebruikt voor de vervaardiging van de eerste isohypsenkaart en de weergave van het stijghoogte- en grondwaterstandsverloop in het ecohydrologisch dwarsprofiel in een natte situatie. In de grafieken is ook te zien dat binnen de eerste meetperiode de grondwaterstanden / stijghoogten in augustus het laagste niveau bereikten. De waarden van 14-8-2015 zijn daarom gebruikt voor weergave van het stijghoogte- en grondwaterstandsverloop in een droge situatie. In veel van de grafieken van de oude peilbuizen (zie bijlage 5) zijn de meetwaarden van 16-4-2015 en 14-8-2015 gemarkeerd: hieruit kan worden afgeleid voor welke omstandigheden de metingen op de langere termijn representatief waren. Om ook hogerop (buiten het eigendom van Landschap Overijssel) het functioneren van het grondwatersysteem op oriënterende wijze inzichtelijk

te kunnen maken is op 16-4-2015 een grondboring (Bo139) uitgevoerd in een bosstrook nabij de rijksgrens en hier is eenmalig de grondwaterstand in het boorgat gemeten.

Aanvullend onderzoek maart 2017

Het onderzoek van 2015 bood onvoldoende inzicht in het functioneren van het grondwatersysteem ter plaatse van de zuidflank van het erosiedal. Op verzoek van de projectgroep is daarom op 16 maart 2017 het functioneren van dit gebied nader onderzocht. Dit is gedaan aan de hand van 12 grondboringen (in een raster van 4 x 3) en eenmalige grondwaterstandsmetingen in de boorgaten. Op deze dag zijn tevens alle oude en nieuwe peilbuizen van het hydrologische meetnet opgenomen. Op basis van deze metingen is een tweede isohypsenkaart vervaardigd (figuur 4.3), op grond waarvan wel een goed beeld gevormd kan worden van het functioneren van het grondwatersysteem ter plaatse van de zuidflank van het erosiedal (zie paragraaf 4.3).

Net als op de eerste isohypsenkaart zijn ook op de tweede kaart de grondwaterstandsmeetwaarden ter plaatse van de peilbuizen vermeld. Op grond van de vergelijking van de meetwaarden van 16-4-2015 volgt dat de meetwaarden van 16-3-2017 veelal iets lager zijn (verschil tot maximaal 18 cm voor de peilbuizen die betrekking hebben op het bronstelsel van de Mosbeek). Uit vergelijking van de beide isohypsenkaarten volgt dat dit verschil voor het grote beeld van het stromingspatroon nauwelijks iets uitmaakt.

4.2 Resultaten van het onderzoek in 2015

Isohypsenkaart 16 april 2015 (figuur 4.1)

Ondanks de complexe geologische en zodoende ook complexe geohydrologische opbouw is op basis van de isohypsenkaart toch wel een eenduidig beeld te geven van de grondwaterstroming via de oppervlakkig gelegen zandige afzettingen (grote rivierzanden al dan niet met een toplaag van fijn, soms zwak lemig zand) boven het zeer dikke pakket van zeer slecht doorlatende Tertiaire klei dat de kern van de stuwwal vormt (zie paragraaf 2.2). Dit beeld is als volgt:

- Het bronveen wordt gevoed vanuit het noordoosten: vanaf de rand van het bronveen (ter hoogte van de 65 mNAP-isohyps) loopt de grondwaterstand op naar ruim 67 mNAP ter plaatse van B27 (Vlasbeekweg) en tot nabij 68 mNAP ter plaatse van boorgat Bo139 (nabij de rijksgrens).
- Ter plaatse van B28F0177 (Paardenslenkte) is de grondwaterstand meters lager dan ten noordoosten van het brongebied. Ofwel: dit gebied vormt in ieder geval geen voedingsgebied van het brongebied van de Mosbeek (maar maakt deel uit van een ander grondwatersysteem).
- Er treedt ook (vrijwel) geen voeding op vanaf de hogere delen van de dalflanken van de Mosbeek: aan de zuidzijde, ter plaatse van B26 is in de natte situatie (op 16-4-2015) een grondwaterstand van 64,67 mNAP en aan de noordzijde, ter plaatse van B33 een grondwaterstand van 65,34 mNAP, terwijl de bronnen van het bronveen ongeveer op hetzelfde niveau ontspringen.
- Vanaf de lage delen van de dalflanken treedt wel voeding op naar het dalsysteem (laagste deel bronveen, broekbos en dal van de Mosbeek).
- Ook de bronweide en zelfs de slenk ten zuiden van de onverharde weg / voorde worden voornamelijk gevoed vanuit het noordoosten.

Verder blijkt uit de isohypsenkaart dat de sloot op de westgrens van het bronveen en de sloot in het zijdal aan de zuidzijde van de Mosbeek een sterk drainerende werking hebben op het grondwater. De sterk drainerende werking van de sloot op de westgrens

van het bronveen gaat vooral ten koste van het westelijke deel van het bronveen en het hier aanwezige bronloopje. Als gevolg hiervan is de watervoerendheid van dit bronloopje zelfs in natte perioden beperkt (zoals geconstateerd bij de bemonstering op 16-4-2015) en stroomt er via dit loopje in droge perioden helemaal geen water af (zoals geconstateerd bij de verkenning op 20-11-2014).

Op basis van de resultaten van de kartering van het oppervlaktewatersysteem en de metingen in de detaildwarsprofielen is in de isohypsenkaart ook de drainerende werking van de kleine loopjes en greppels al op indicatieve wijze weergegeven. Bij behandeling van de resultaten van de metingen in de detailprofielen (in hoofdstuk 7) zal dit effect nader inzichtelijk worden gemaakt.

Ecohydrologisch dwarsprofiel (figuur 4.2)

De aangetroffen bodemopbouw is te complex om de bodemlagen als geheel in te tekenen in het dwarsprofiel, dus daarom zijn alleen de boorprofielen ter plaatse van de peilbuizen ingetekend.

In het bronveen en in het dal van de Mosbeek is aan de oppervlakte, overal daar waar kwelwater uittreedt, een veenlaag aangetroffen. De dikte van de veenlaag loopt uiteen van enkele decimeters tot één meter (ter plaatse van B34).

Onder het veen (en bij B143C aan de oppervlakte) is een dik pakket van zeer fijn, matig fijn en/of matig grof zand aangetroffen, dat vaak (zwak) lemig is en waarin ook sterk lemige lagen en leemlagen voorkomen. Vooral op grotere diepte komen hierin ook stenen voor. In het bronveen en de bronweide betreft het hierbij een keileemlaag en in het dal van de Mosbeek betreft het een laag lemige fluvioperiglaciale afzettingen (zie paragraaf 2.2). Deze zogenaamde deklaag heeft als geheel een zekere weerstand. De hoogste weerstand lijkt vanwege de aanwezigheid van leemlagen / sterk lemige lagen (zoals bij B29 en B143C) ondiep aanwezig.

Ter plaatse van de peilbuis in het intrekgebied (B27) is tot op een diepte van 5 m -mv ook zeer fijn tot matig fijn zand aanwezig, maar hier is deze laag veelal leemarm en soms zwak lemig. Hieronder is tot op de einddiepte van de boring (8 m -mv) matig grof tot zeer grof zand aangetroffen. Onderin is dit zand bovendien grindig. Het betreft dus een goed doorlatende zandlaag, met een (relatief) hoog doorlaatvermogen. Zoals al gezegd bij de behandeling van de isohypsenkaart is de grondwaterstand hier bovendien enkele meters hoger dan ter plaatse van de bovengrens van het bronnenniveau van het bronveen. Deze combinatie (groot drukverschil en hoog doorlaatvermogen) betekent dat er vanaf deze zijde een sterke voeding van het brongebied optreedt.

De weerstands biedende deklaag die in het brongebied aanwezig is zorgt ervoor dat niet al het grondwater direct aan de oppervlakte komt, maar geleidelijk uittreedt. Zodoende is er in het brongebied een continu overdruk van het diepe grondwater ten opzichte van het ondiepe grondwater. Ter plaatse van B28 en B29 overstromen de diepe filters dan ook permanent, terwijl de peilbuizen wel 35 cm boven maaiveld zijn afgewerkt (hoger kon niet in verband met het aanbrengen van de beschermkokers). De overdruk is het sterkst ter plaatse van B28: uit interpolatie tussen B30 en B143C volgt een overdruk van ruim één meter. Nadat het onderzoek is afgerond, en de (meeste) dataloggers worden verwijderd, is het raadzaam om deze peilbuizen af te sluiten met doppen, zodat via de buizen geen bronwater meer versnelt aan de oppervlakte kan komen. Dit is inmiddels gedaan bij de aanpassing van het meetnet, op 13 oktober 2016. Met behulp van een kweldrukmeter is toen ook de stijghoogte in deze peilbuizen gemeten. Bij B28 is een overdruk van 143 cm gemeten en bij B29 een overdruk van 75 cm. Door de opnemer van het meetnet (Jan van Marle) worden deze kwelbuizen sindsdien opgenomen met de kweldrukmeter.

Als gevolg van de zeer sterke en permanente overdruk zijn onderin het brongebied permanent zeer natte omstandigheden aanwezig, met ook in de zomer nauwelijks wegzakkende freatische grondwaterstanden. Zo is de freatische grondwaterstand op 14-8-2015 (droge situatie) ter plaatse van B28 en B29 slechts 3 cm lager dan op 16-4-2015 (natte situatie).

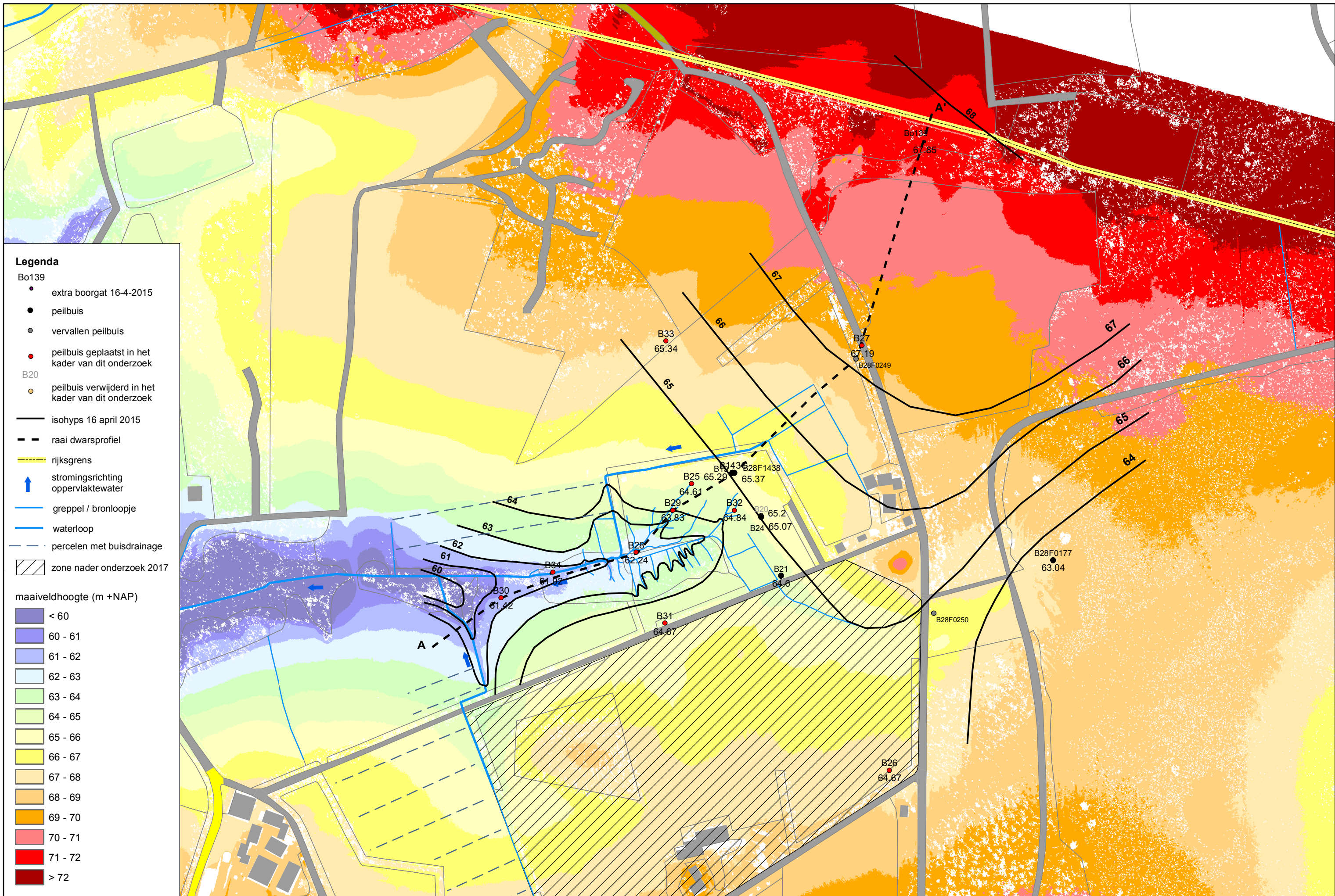
Hogerop de helling treedt in het bronveen wel enige fluctuatie van de grondwaterstand op. Dit komt doordat de grondwaterstand hier mee beweegt met de fluctuatie van de grondwaterstand in het voedingsgebied. Uit de resultaten van de tijdreeksanalyse zal blijken of de huidige fluctuatie als systeemeigen gezien moet worden of dat er sprake is van een verstrekte fluctuatie door aantasting van het systeem.

Op basis van de grafiek van peilbuis B24A in bijlage 5 (ofwel B28F0442-2, met filter op 3,4 tot 5,4 m -mv) volgt dat niet alleen in 2015 maar al vanaf plaatsing van deze peilbuis (eind 1995) er permanent een overdruk aanwezig is van het diepe grondwater ten opzichte van het freatische grondwater en dat de stijghoogte van het diepe grondwater nooit verder is gedaald dan 64,75 mNAP. Toch heeft het zand hier en bij alle andere peilbuizen met diepe filters op grotere diepte een oranje-grijze kleur (het is dus duidelijk oranje getint), terwijl verwacht zou mogen worden dat vanwege de permanent gereduceerde omstandigheden het zand een grijze kleur zou hebben. Dit geldt zowel voor de peilbuizen met diepe filters in het brongebied als voor peilbuis B27 in het intrekgebied. In het brongebied zijn de zandlaag onder het veen en de sterk lemige lagen / leemlagen die hier direct onder liggen wel grijs gekleurd. Deze kleuropbouw heeft waarschijnlijk te maken met de hydrochemische processen die zich hier afspelen (zie hoofdstuk 6).

4.3 Resultaten van het aanvullende onderzoek in 2017

Het beeld van het functioneren van het grondwatersysteem ter plaatse van de zuidflank van het erosiedal op basis van de aanvullende metingen op 16-3-2017 is als volgt (zie figuur 4.3):

- In het noordelijke en westelijke deel van het onderzochte perceel stroomt het grondwater in de richting het dalsysteem van de Mosbeek. Ook de bovenloop-slenk van de Mosbeek wordt vanuit dit perceel gevoed.
- In het zuidelijke en zuidoostelijke deel van het onderzochte perceel stroomt het grondwater in oostelijke richting, naar het dalsysteem van de Brunnikhuizerbeek (gelegen in het N2000-gebied Springendal). Hiermee wordt de opmerkelijke afstroming van grondwater richting het dalsysteem van de Brunnikhuizerbeek (tegen de hoogteligging in) dus bevestigd en scherper begrensd.



Legenda

Bo139

- extra boorgat 16-4-2015
- peilbuis
- vervallen peilbuis
- peilbuis geplaatst in het kader van dit onderzoek

B20

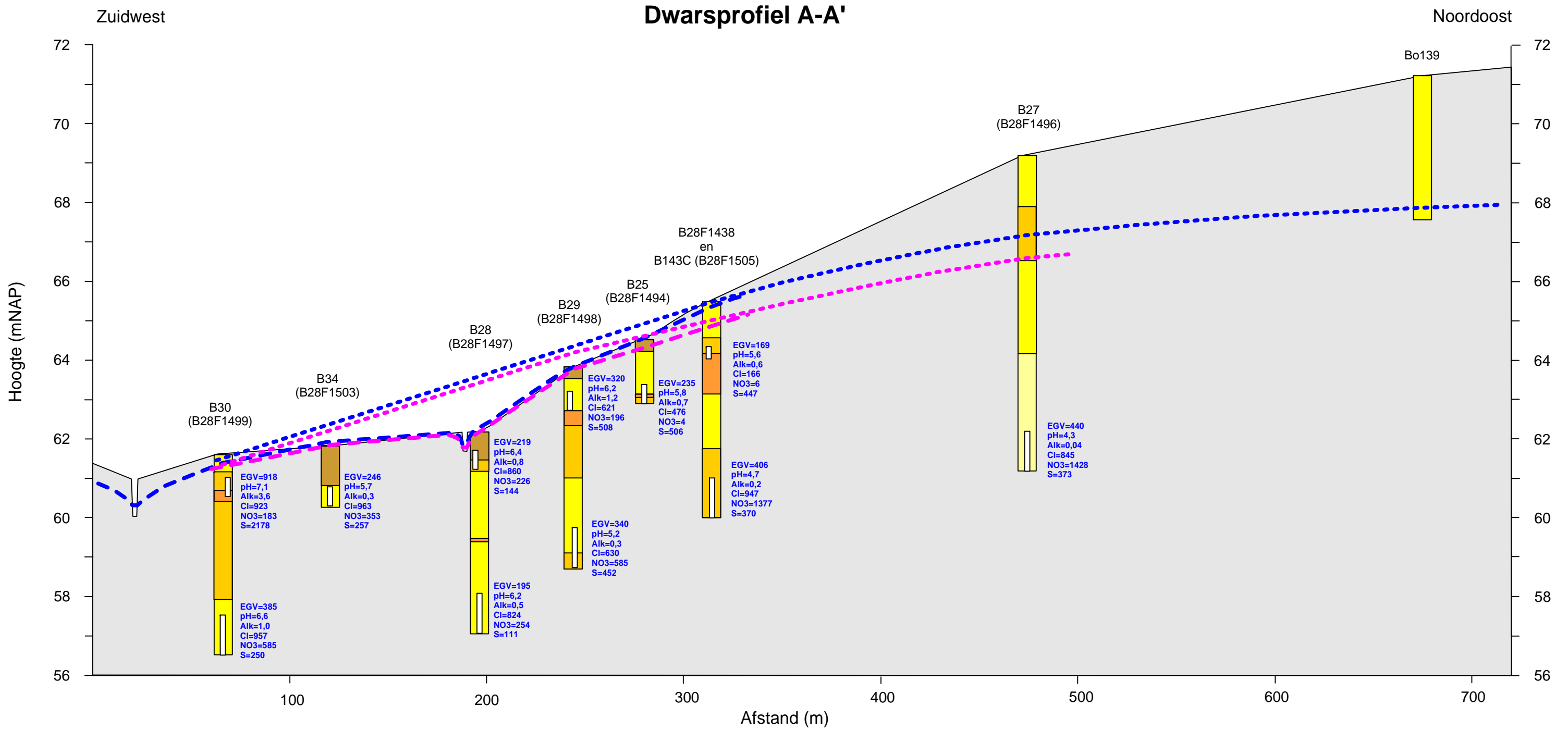
- peilbuis verwijderd in het kader van dit onderzoek

- isohyps 16 april 2015
- - - raai dwarsprofiel
- rijksgrens
- ↑ stromingsrichting oppervlaktewater
- greppel / bronloopje
- waterloop
- - - percelen met buisdrainage
- ▨ zone nader onderzoek 2017

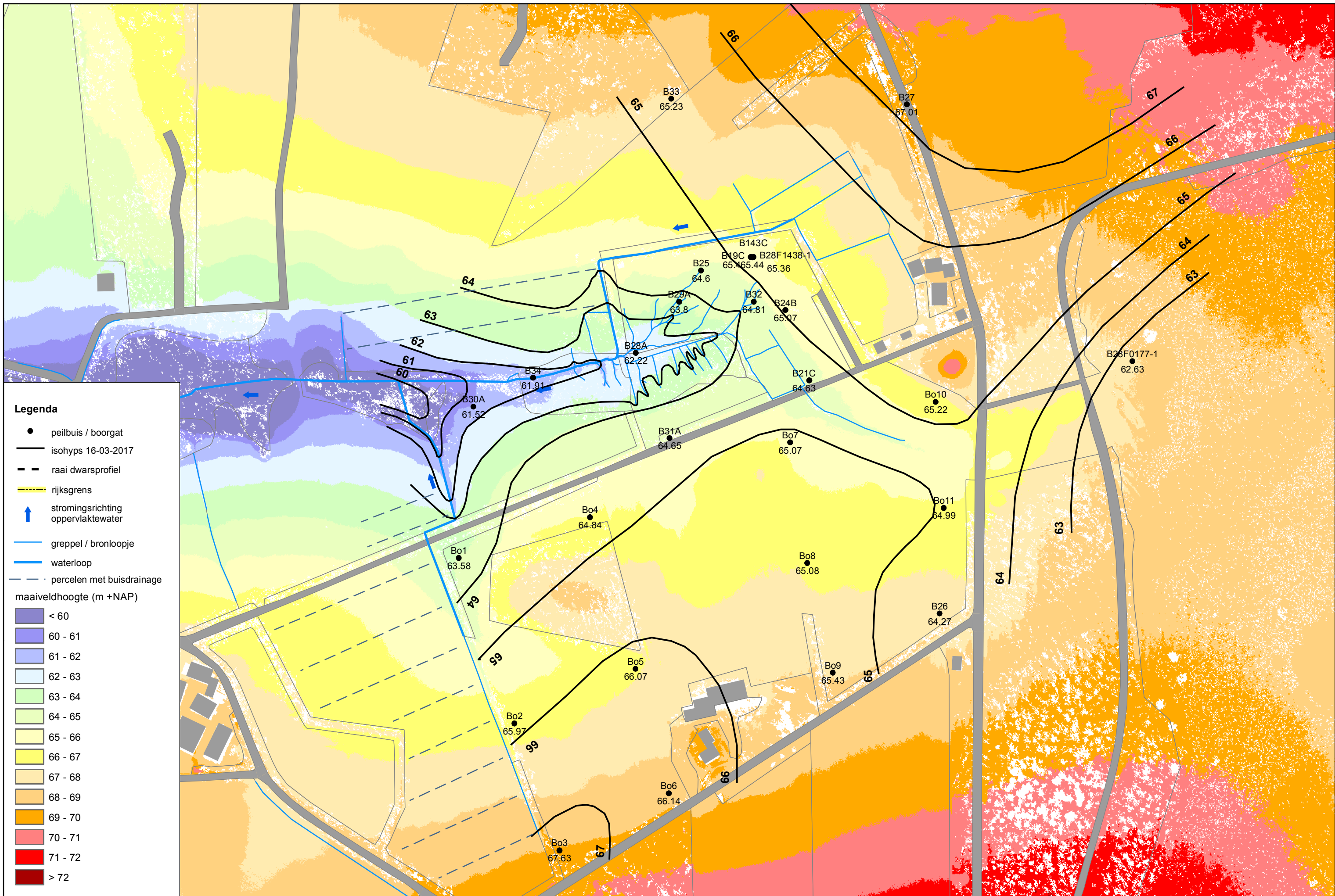
maaiveldhoogte (m +NAP)

- < 60
- 60 - 61
- 61 - 62
- 62 - 63
- 63 - 64
- 64 - 65
- 65 - 66
- 66 - 67
- 67 - 68
- 68 - 69
- 69 - 70
- 70 - 71
- 71 - 72
- > 72

Figuur 4.1 Isohypskaart (16-04-2015)



Figuur 4.2 Ecohydrologisch profiel A-A' van het grondwatersysteem van het brongebied van de Mosbeek



Legenda

- peilbuis / boorgat
- isohyps 16-03-2017
- - - raai dwarsprofiel
- rijksgrens
- ↑ stromingsrichting oppervlaktewater
- greppel / bronloopje
- waterloop
- - - percelen met buisdrainage

maaieldhoogte (m +NAP)

< 60
60 - 61
61 - 62
62 - 63
63 - 64
64 - 65
65 - 66
66 - 67
67 - 68
68 - 69
69 - 70
70 - 71
71 - 72
> 72

Figuur 4.3 Isohypskaart (16-03-2017)

5 Analyse van het grondwaterstandsverloop

5.1 Inleiding

In het brongebied en de omgeving hiervan zijn al vanaf 1995 peilbuizen aanwezig. De locaties van deze oude peilbuizen zijn aangegeven op de thematische kaarten die in het rapport zijn opgenomen. Aan de hand van de meetreeksen van deze peilbuizen is het grondwaterstandsverloop in het brongebied en de omgeving in beeld gebracht en aan de hand van het programma Menyanthes zijn de reeksen geanalyseerd.

Voordat (in paragraaf 5.4) ingegaan wordt op deze analyse wordt eerst (in paragraaf 5.2) de opbouw van het oude meetnet behandeld en wordt ingegaan op de controle en correctie van de meetreeksen die is uitgevoerd (paragraaf 5.3). Bij de vervaardiging van de eerste versies van de grafieken van het grondwaterstandsverloop bleken er bij een aantal meetpunten namelijk vreemde sprongen in de grafieken aanwezig, wat duidde op fouten in de reeksen of technische gegevens van de peilbuizen. Tenslotte wordt in paragraaf 5.5 een totaalbeeld gegeven van het grondwaterstandsverloop.

5.2 Opbouw van het meetnet

Bij de behandeling van de opbouw van het meetnet wordt eerst ingegaan op de peilbuizen in de omgeving van het brongebied. Hierna worden de peilbuizen in het brongebied zelf behandeld.

Peilbuizen in de omgeving van het brongebied

Peilbuizen van Vitens:

- B28F0177-1, -2 en -3: peilbuis met drie filters van Vitens in het heidegebied van de Paardenslenkte ten oosten van het brongebied, op ruim 100 meter vanaf de Vlasbeekweg.
- B28F0244-1 en -2: peilbuis van Vitens met twee filters op ruim 600 meter afstand ten westen van het natuurgebied.

Voormalige peilbuizen van de Provincie Overijssel:

- B28F0249-1 en -2: voormalige peilbuis met twee filters van de Provincie Overijssel langs de Vlasbeekweg en op slechts circa 150 meter ten noordoosten van het brongebied. De peilbuis is opgenomen vanaf oktober 1995 tot en met 14 november 2006. De peilbuis is eind 2014 in het kader van dit onderzoek naar het functioneren van het bronsysteem herplaatst (en heeft daarbij de code B27 (B28F1496) gekregen).
- B28F0250-1 en -2: voormalige peilbuis met twee filter langs de Vlasbeekweg. Ook deze peilbuis is opgenomen van oktober 1995 tot en met 14 november 2006.

Peilbuizen in het brongebied

In het brongebied zijn drie voormalige meetpunten van de Provincie Overijssel aanwezig waarvan de opname in 2007 is overgenomen door Landschap Overijssel. Het betreft hierbij:

- B19ABC (B28F0251-1, -2 en -3): peilbuis met drie ondiepe mini-filters op 18 tot 48 cm -mv, 68 tot 98 cm -mv en 115 tot 145 cm -mv. Alle drie filters staan in de zandlaag die hier vanaf 20 cm -mv tot de einddiepte van de boring (150 cm) is aangetroffen. Aan de oppervlakte is een veenlaagje van 20 cm aanwezig.
- B20ABC (B28F0252-1, -2 en -3): peilbuis met drie ondiepe mini-filters op 13 tot 43 cm -mv, 59 tot 89 cm -mv en 114 tot 144 cm -mv. Het ondiepste filter staat deels in de veenlaag die hier tot op een diepte van 25 cm -mv is aangetroffen en deels in de hier onderliggende zandlaag. De overige twee filters bevinden zich in de zandlaag.
- B21ABC (B28F0253-1, -2 en -3): peilbuis met drie ondiepe mini-filters op 16 tot 46 cm -mv (deels in veen en deels in zand), 95 cm -mv (in zand) en 129 cm -mv (in zand).

Peilbuis van Landschap Overijssel:

- B24BA (B28F0442-1 en -2): peilbuis met twee filters. Het diepe filter bevindt zich op 5,7 tot 6,2 m -mv en het ondiepe filter op 0,5 tot 1,0 m -mv.

Een peilbuis die in juni 2012 direct naast peilbuis B19 (B28F0251) is bijgeplaatst door de Provincie Overijssel:

- B28F1438-1 en -2: peilbuis met twee ondiepe mini-filters, op 61 tot 91 cm -mv en 115 tot 145 cm -mv. Beide filters bevinden zich in een (veelal zwak lemige) zandlaag die hier (nagenoeg) vanaf maaiveld tot op de einddiepte van de boring is aangetroffen.

5.3 Controle en correctie van de meetreeksen

Bij de vervaardiging van de eerste versies van de grafieken van het grondwaterstandsverloop bleken er in sommige grafieken vreemde sprongen aanwezig. Dit vormde de aanleiding om de meetnetgegevens en meetreeksen grondig te controleren en zo nodig / mogelijk te corrigeren. In bijlage 4 wordt hiervan verslag gedaan. In bijlage 2 zijn de grafieken gecorrigeerde meetreeksen opgenomen. Aan de hand van de informatie die in bijlage 4 wordt geleverd kunnen de correcties ook in de hydrologische databank DINO worden doorgevoerd. Voor B24AB is dit inmiddels gedaan. Voor meetpunten B19ABC, B20ABC en B21ABC konden de wijzigingen echter niet door Verbelco worden doorgevoerd, omdat deze meetpunten nog geregistreerd staan als provinciale meetpunten en Verbelco zodoende geen toegang heeft voor het aanbrengen van wijzigingen (Verbelco beheert namelijk alleen de meetnetten van de Staatsbosbeheer, Natuurmonumenten en de Provinciale landschappen). Het verzoek tot wijziging is door Verbelco wel doorgestuurd naar de meetnetbeheerder van de provincie, maar de wijzigingen zijn tot op heden nog niet uitgevoerd. Door Bell Hullenaar zal daarom contact worden opgenomen met de meetnetbeheerder van de provincie om te bezien of de wijzigingen alsnog kunnen worden doorgevoerd of anderszins de registratie van de meetpunten in de databank kan worden overgedragen aan Landschap Overijssel.

Bij de meeste peilbuizen zijn niet veel fouten geconstateerd en bovendien betreft het hierbij gemakkelijk corrigeerbare fouten. Bij de drie van de Provincie Overijssel overgenomen peilbuizen aan de rand van het brongebied (B19=B28F0251, B20=B28F0252 en B21=B28F0253) zijn echter veel tekortkomingen / fouten geconstateerd en het is ook niet eenvoudig deze fouten te corrigeren.

Bij de drie van de Provincie Overijssel overgenomen peilbuizen betreft het de volgende problemen:

- Elke meetlocatie bestaat uit een combinatie van drie minifilters. Vermoedelijk heeft (in bepaalde perioden) de opname van de filters anders plaatsgevonden dan dit zou moeten volgens de technische gegevens.
- De peilbuizen zijn laag aan maaiveld afgewerkt, soms ontbreekt een (goed sluitende) dop en soms zit het bovenste deel van de buis zelfs los. Hierdoor zijn de peilbuizen ook gevoelig voor ophoping van vuil. Dit is waarschijnlijk de reden dat bij controle van de buislengten in het veld soms veel kortere buislengten zijn gemeten dan zoals in de technische gegevens in de databank is weergegeven.
- De ondiepste filters staan in hun geheel behoorlijk los in de bodem.
- Sommige filters lijken aan de bovenzijden verlengd te zijn (omdat ze voorheen soms overstromden). Mogelijk zijn deze verlengingen niet of niet goed doorgevoerd in de databank doorgevoerd (bij verkeerde filter).
- De referentiehoogten van de peilbuizen zijn twee keer opnieuw ingemeten. De resultaten van de eerste inmeting zijn verwerkt in de databank. Daar waar andere waarden zijn gemeten worden vanaf dat moment de nieuwe hoogten gebruikt. Omdat deze nieuwe waarden niet zijn toegepast op de oude delen van de reeksen kan deze aanpak leiden tot schijnbare veranderingen in het grondwaterstandsverloop. De resultaten van de tweede inmeting zijn niet verwerkt in de databank. Zodoende is er dan in ieder geval geen probleem met schijnbare veranderingen.
- Door de optelsom van mogelijke fouten is het ook niet gemakkelijk / onmogelijk om goede correcties door te voeren. Vooral in de reeksen van peilbuizen B19 (B28F0251) en B20 (B28F0252) is zodoende veel ruis aanwezig.

De fouten zijn in absolute zin echter niet heel groot, omdat de bovenzijden van de peilbuizen ook weer niet al te veel in hoogte verschillen.

Vlak in de buurt (want op 2 meter afstand) van meetpunt B20ABC (B28F0252-1, -2 en -3) staat meetpunt B24BA (B28F0442-1 en -2). Het ondiepe filter van B24 (B28F0442) (dus filter B = filter 1) zit net zo diep als het diepe filter van B20 (B28F0252) (dus filter C = filter 3) en de reeksen van B24 (B28F0442) zijn (na de uitvoering van correcties zoals opgenomen in bijlage 1) wel betrouwbaar. Dus bij analyse van het grondwaterstandsverloop kan het best vertrouwd worden op deze reeks en kunnen de reeksen van B19 (B28F0251), B20 (B28F0252) en B21 (B28F0253) beter alleen als (voor het grote beeld geldende) aanvullende informatie beschouwd worden.

Bij meetpunt B19ABC (B28F0251-1, -2 en -3) is in 2012 de nieuwe peilbuis B28F1438-1 en -2 bijgeplaatst. De filterdiepten van het nieuwe meetpunt komen (min of meer) overeen met de filterdiepten van filters B en C (2 en 3) van de oude peilbuis. Dus ook hier wordt nu dubbel gemeten. Bij meetpunt B21ABC (B28F0253-1, -2 en -3) is geen andere meetlocatie in de buurt aanwezig. Dit is (van de drie probleem-meetpunten) het meetpunt met de minste problemen.

Aanpassing van het hydrologisch meetnet

Om het functioneren van het hydrologisch meetnet te verbeteren heeft inmiddels aanpassing hiervan plaatsgevonden. Ook een selectie van de nieuwe peilbuizen die in het kader van de systeemanalyse zijn bijgeplaatst is inmiddels aan het permanente meetnet toegevoegd. In bijlage 8 wordt hiervan verslag gedaan.

5.4 Tijdreeksanalyse met behulp van Menyanthes

5.4.1 Inleiding

De gecorrigeerde meetreeksen (zoals weergegeven in bijlage 5) zijn geanalyseerd met behulp van het programma Menyanthes:

- In de eerste plaats is door middel van tijdreeksmodelleringen bepaald of de reeksen goed verklaarbaar zijn op grond van het verloop van de neerslag en de verdamping.
- In de tweede plaats zijn voor voldoende lange / goede meetreeksen met behulp van het programma Menyanthes ook de GXG-waarden bepaald: de Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG), de Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstand (GVG) en de Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG).

Voor alle behandelde meetpunten zijn lineaire tijdreeksmodellen vervaardigd en voor een selectie van meetpunten zijn ook niet lineaire tijdreeksmodellen gemaakt. Op basis van de grafische weergaven van de modelleringsresultaten (en meer specifiek de verschillen tussen berekende waarden en de gemeten waarden, ofwel de residuals) is per meetreeks vooral visueel beoordeeld of er sprake is van een trend. De resultaten van de tijdreeksmodelleringen zijn opgenomen in bijlage 6.

In tabel 5.1 zijn de GXG-waarden die voor de meetreeksen zijn afgeleid opgenomen. Voor de meetpunten met lange meetreeksen is dit niet alleen gedaan voor de complete meetreeksen maar ook voor twee afzonderlijke delen van de reeksen, namelijk van de periode tot en met 2005 en de periode vanaf 2006. Dit is gedaan om zo bepaalde veranderingen in het grondwaterstandverloop inzichtelijk te maken.

Voordat in paragraaf 5.4.3 de resultaten van de tijdreeksanalyse worden behandeld wordt in paragraaf 5.4.2 eerst op beknopte wijze uitgelegd hoe het programma Menyanthes werkt. In paragraaf 5.4.4 wordt het totaalbeeld beschreven dat volgt uit de analyse van het grondwaterstandsverloop.

5.4.2 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 *Exp Var*). 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 schaafactor toe: de verdampingsfactor. Voor kort gras bedraagt de Evap F in principe dus 1,0.

Dbase. 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.

5.4.3 Resultaten

De resultaten van de tijdreeksmodelleringen zijn opgenomen in bijlage 6: in de tabel zijn de resultaten samengevat en voor een selectie van meetpunten zijn de resultaten van de modelberekeningen ook grafisch weergegeven. Als achtergrondinformatie is in deze bijlage ook een grafiek opgenomen van het verloop van het jaarlijkse neerslagoverschot. In tabel 5.1 zijn de met Menyanthes afgeleide GXG-waarden voor de reeksen weergegeven (met daarbij voor de lange reeksen ook een onderscheid in de periode tot en met 2005 en vanaf 2006).

De behandeling van de resultaten vindt als volgt plaats:

- Eerst worden de peilbuizen in het brongebied van de Mosbeek behandeld. Daarbij wordt gestart met het best functionerende meetpunt (B24 = B28F0442), hierna worden de drie meetpunten behandeld die niet vlekkeloos functioneren (zie paragraaf 5.3) en besloten wordt met de analyse van de in 2012 geplaatste peilbuis (B28F1438).
- Hierna worden de peilbuizen behandeld die in het hoge deel van de stuwwal aanwezig zijn / waren. Daarbij wordt eerst peilbuis B28F0177 behandeld. Deze peilbuis staat weliswaar niet in het intrekgebied van de Mosbeek maar heeft wel de langste meetreeks, en geeft zodoende het beste inzicht in het langjarige verloop van de grondwaterstand in het hoge deel van de stuwwal en de geschiktheid van Menyanthes voor de analyse hiervan. Hierna wordt de (inmiddels) herplaatste peilbuis in het intrekgebied van de Mosbeek behandeld (B28F0249). Vervolgens wordt kort ingegaan op de resultaten van peilbuis B28F0250 (die net buiten het intrekgebied van het brongebied van de Mosbeek staat).
- Vervolgens worden (ter vergelijking) ook de resultaten van een peilbuis behandeld die verder benedenstrooms in het dal van de Mosbeek staat (B28F0244).

Peilbuizen in het brongebied

B24B/A (B28F0442-1,-2)

- Het betreft de peilbuis met een ondiep en diep filter die vlak bij B20 (B28F0252) staat. Het diepe filter bevindt zich op 5,7 tot 6,2 m -mv en het ondiepe filter op 0,5 tot 1,0 m -mv.
- Er is een behoorlijk verschil tussen de grondwaterstand gemeten in filter 1 en de stijghoogte in filter 2. Er is bijna altijd een overdruk aanwezig (kwel).
- Tijdens de hele meetperiode blijft de GHG (filter 1) op circa 65,27 m+NAP (circa 17 cm onder maaiveld).
- Vanaf 2006 zakt de grondwaterstand (filter 1) in de zomer verder weg dan in de 10 jaar daarvoor. De GLG tot 2006 is 64,95 m+NAP tegen 64,63 m+NAP vanaf 2006: een verlaging van 32 cm. En terwijl in de periode tot 2006 de gemeten grondwaterstanden in de zomer dicht nabij de waarden van de berekende grondwaterstanden liggen is dat vanaf 2006 niet meer het geval: de gemeten waarden liggen dan meestal ver beneden de berekende waarden.
- De GHG in filter 2 is in de periode 1999-2005 hoger dan in de periode ervoor (1996-2005) en daarna (2006 tot heden).
- De stijghoogte van filter 2 is tussen 1999-2003 opvallend hoog: vaak meer dan 20 cm hoger dan maaiveld. Bovendien zakt de stijghoogte nauwelijks weg: deze blijft continu boven maaiveld.
- Ook de stijghoogte in filter 2 zakt in de zomer verder weg vanaf 2006. De GLG in filter 2 tot 2006 is 65,14 m+NAP tegen 64,87 m+NAP vanaf 2006: een verschil van 27 cm. Ook hier zijn vanaf 2006 de gemeten waarden in de zomer meestal

lager dan de berekende waarden, terwijl tot 2006 de gemeten waarden in de zomer meer in de buurt van de berekende waarden lagen.

- De grondwaterstanden in filter 1 zijn (zowel met lineaire als niet lineaire methode) niet goed verklaarbaar op grond van alleen het verloop van de neerslag en verdamping met een verklaarde variantie van 59,7%. De stijghoogte in filter 2 is wel goed verklaarbaar met een verklaarde variantie van 77,2%.

B19A/B/C (B28F0251-1,-2,-3)

- Dit is de noordelijke oude peilbuis met drie ondiepe minifilters in het brongebied. De mini-filters bevinden zich op 18 tot 48 cm -mv, 68 tot 98 cm -mv en 115 tot 145 cm -mv. Alle drie filters staan in de zandlaag die hier vanaf 20 cm -mv tot de einddiepte van de boring (150 cm) is aangetroffen. Aan de oppervlakte is een veenlaagje van 20 cm aanwezig.
- De reeks van het ondiepste filter is ongeschikt voor een tijdreeksanalyse. Dit filter valt namelijk heel vaak droog.
- Tijdens de gehele meetperiode blijft de GHG op circa 65,4 m+NAP (circa 10 cm onder maaiveld).
- Vanaf 2006 zakt de grondwaterstand (in filter 2) in de zomer echter verder weg dan in het 10 jaar daarvoor. De GLG tot 2006 is 65,2 m+NAP tegen 64,93 m+NAP vanaf 2006: een verschil van 27 cm. Terwijl in de periode tot 2006 de gemeten grondwaterstanden in de zomer dicht nabij de waarden van de berekende grondwaterstanden liggen is dat vanaf 2006 niet meer het geval: de gemeten waarden liggen dan meestal ver beneden de berekende waarden.
- De reeksen van de tweede en derde filter zijn niet goed verklaarbaar op grond van alleen het verloop van de neerslag en verdamping (exp var = 59,7% en 63% respectievelijk bij lineaire methode). De niet lineaire modellen hebben iets hogere verklaarde varianties maar nog steeds < 70% en met hoge standaardafwijkingen van de berekende waarden.

B20A/B/C (B28F0252-1,-2,-3)

- Dit is de middelste oude peilbuis met drie ondiepe minifilters in het brongebied. De minifilters bevinden zich op 13 tot 43 cm -mv, 59 tot 89 cm -mv en 114 tot 144 cm -mv. Het ondiepste filter staat deels in de veenlaag die hier tot op een diepte van 25 cm -mv is aangetroffen en deels in de hier onderliggende zandlaag. De overige twee filters bevinden zich in de zandlaag.
- De reeks van het ondiepste filter is ongeschikt voor een tijdreeksanalyse. Dit filter valt namelijk heel vaak droog.
- Tijdens de hele meetperiode blijft de GHG op circa 65,3 m+NAP (op maaiveld).
- Vanaf 2006 zakt de grondwaterstand in de zomer echter ook hier verder weg dan in het 10 jaar daarvoor. De GLG tot 2006 is 64,93 m+NAP tegen 64,68 m+NAP vanaf 2006: een verschil van 25 cm. Ook hier zijn vanaf 2006 de gemeten waarden in de zomer veel lager dan de berekende waarden, terwijl tot 2006 de gemeten waarden in de zomer meer in de buurt van de berekende waarden lagen.
- De reeksen van de tweede en derde filter zijn niet goed verklaarbaar op grond van alleen het verloop van de neerslag en verdamping (exp var = 62,6% en 61,2% respectievelijk bij lineaire methode). De niet lineaire modellen zijn nog slechter.

B21A/B/C (B28F0253-1,-2,-3)

- Dit is de zuidelijk oude peilbuis met drie ondiepe minifilters in het brongebied. De mini-filters bevinden zich op 16 tot 46 cm -mv (deels in veen en deels in zand), 95 cm -mv (in zand) en 129 cm -mv (in zand).
- Tijdens de hele meetperiode blijft de GHG op circa 64,61 m+NAP (2 cm boven maaiveld).
- Vanaf 2006 zakt de grondwaterstand in de zomer ook hier verder weg dan in het 10 jaar daarvoor. De GLG tot 2006 is 64,47 m+NAP tegen 64,29 m+NAP vanaf

2006: een verschil van 18 cm. Ook hier zijn vanaf 2006 de gemeten waarden in de zomer veel lager dan de berekende waarden, terwijl tot 2006 de gemeten waarden in de zomer meer in de buurt van de berekende waarden lagen.

- De reeksen van alle filters zijn niet goed verklaarbaar op grond van alleen het verloop van de neerslag en verdamping met verklaarde varianties ruim onder 70% voor zowel de lineaire als de niet lineaire modellen.

B28F1438-1,-2

- Dit betreft de in 2012 geplaatste peilbuis met twee ondiepe filters nabij peilbuis B19A/B/C (B28F0251-1,-2,-3). De mini-filters bevinden zich op 61 tot 91 cm -mv en 115 tot 145 cm -mv. Beide filters bevinden zich in een (veelal zwak lemige) zandlaag die hier (nagenoeg) vanaf maaiveld tot op de einddiepte van de boring is aangetroffen.
- De korte reeks laat zien dat er op deze plek (aan de bovenrand van het bronveen) elke winter een overdruk aanwezig is (kwel), en in de zomer wisselend kwel en infiltratie (of gelijk). De grondwaterstand / stijghoogte zakt weg in de zomer maar er zijn veel pieken in de zomermaanden: waarschijnlijk een reactie op hoge neerslag.
- De reeksen zijn nog te kort om trends af te leiden.
- De reeksen van beide filters geven tijdreeksmodellen met zeer hoge verklaarde varianties (> 80%) maar de standaardafwijkingen van de berekende waarden zijn zeer hoog dus toch onbetrouwbaar.

Peilbuizen hoog op de stuwwal

B28F0177-1,-2,-3

- Dit is de peilbuis met 3 filters in de Paardenslenkte, op ruim 100 meter van de Vlasbeekweg. Deze peilbuis bevindt zich buiten het intrekgebied van het brongebied van de Mosbeek (zie isohypsenkaart, figuur 4.1). Toch betreft het een interessante peilbuis omdat de meetreeks veel langer is dan die van B28F0249 (die wel in het intrekgebied staat) en zodoende bepaalde eigenschappen van de lokale grondwatersystemen hoog op de stuwwal beter tot uiting komen. Helaas is (tot op heden) echter het recente deel van de meetreeks (vanaf begin 2013) niet in de databank opgenomen.
- Het ondiepe filter bevindt zich op 4 tot 6 meter beneden maaiveld (onderin de zandlaag die hier van 0 tot 6 m -mv aanwezig is). Het middeldiepe filter zit op 12 tot 14 m -mv (onder de kleilaag die hier van 6 tot 7 m -mv aanwezig is en in de zandlaag die hieronder tot op een diepte van 18 m -mv aanwezig is). Het diepe filter bevindt zich op 33 tot 35 m -mv en zit in een zeer dikke kleilaag die hier vanaf 18 m -mv tot aan de einddiepte van de boring (40 m -mv) is aangetroffen.
- Er zijn reeksen van filter 1 en 3 tot 2013 aanwezig in de hydrologische databank DINO. De reeks van filter 2 is eerder gestopt (2005).
- De grondwaterstanden van filters 1 en 2 zijn nagenoeg gelijk.
- De grondwaterstand in filter 3 is continu circa 30 cm lager dan de grondwaterstand in de 2 ondiepere filters. Dus er is hier sprake van infiltratie.
- Uit de grafieken volgt dat er behalve een jaarlijkse fluctuatie ook een meerjarige fluctuatie aanwezig is.
- De tijdreeksmodellen van de langere reeksen van filter 1 en 3 hebben een verklaarde variantie van respectievelijk 65,9% en 70,9%. Beide modellen voorspellen waterstanden die te laag zijn tot 2005 en te hoog in de periode 2008-2011.
- Het tijdreeksmodel van de kortere reeks van filter 2 heeft een verklaarde variantie van 88,7%. De betere resultaten van filter 2 ten opzichte van filters 1 en 3 komen doordat de moeilijk te verklaren periode van 2008-2011 bij filter 2 ontbreekt.
- Tot 2006 zijn de gemeten grondwaterstanden hoger dan de berekende grondwaterstanden en vanaf 2006 t/m 2010 zijn de gemeten grondwaterstanden

lager dan de berekende grondwaterstanden. Op grond hiervan lijkt het dus alsof de grondwaterstand als gevolg van een andere invloed dan alleen het verloop van de neerslag en verdamping is verlaagd. Echter vanaf 2012 zijn de gemeten grondwaterstanden weer hoger dan de berekende grondwaterstanden. Hieruit volgt dus dat er op de lange termijn uiteindelijk geen sprake is van een verlaging die los staat van het verloop van de neerslag en de verdamping. Dit betekent dus ook dat het bij de lagere GXG's in de periode vanaf 2006 ten opzichte van de periode voor 2006 niet om een verlaging gaat die wijst op aantasting van het grondwatersysteem.

B28F0249-1,-2

- Deze peilbuis met 2 filters stond tot november 2006 op 150 meter ten noordoosten van het natuurgebied. Het eerste filter bevond zich op 1,5 tot 2,5 m -mv en het tweede filter op 4,0 tot 5,0 m -mv. Beide filters bevonden zich in de zandlaag die hier vanaf maaiveld tot aan de einddiepte van de boring (5 m -mv) is aangetroffen. De peilbuis is opgenomen vanaf oktober 1995 tot en met 14 november 2006.
- De peilbuis is eind 2014 in het kader van het veldonderzoek naar het functioneren van het bronsysteem herplaatst (en heeft daarbij de code B27 = B28F1496 gekregen).
- Uit het grondwatersysteemonderzoek volgt dat deze peilbuis (precies) in het intrekgebied van het brongebied van de Mosbeek stond / staat (zie isohypsenkaart, figuur 4.1).
- De grondwaterstanden in beide filters (van de oude peilbuis) waren nagenoeg gelijk.
- GHG in de (korte) meetperiode is 67,86 m+NAP (131 cm onder maaiveld).
- GLG in de (korte) meetperiode is 66,98 m+NAP (219 cm onder maaiveld).
- De grondwaterstanden zijn goed te verklaren op basis van neerslag en verdamping met verklaarde variantie van 91,5% en 92,1% en er zijn geen trends in de residureeksen. Deze peilbuis heeft dus opvallend goede resultaten in vergelijking met de meeste overige peilbuizen. Dit komt vooral doordat de meetreeks van deze peilbuis korter is dan de meeste overige peilbuizen en dat zodoende een bij de overige meetpunten aanwezig lastig verklaarbaar deel van de reeks bij dit meetpunt grotendeels ontbreekt. Dit is immers ook de reden dat het tijdreeksmodel van de kortere reeks van B28F0177-2 veel betere resultaten heeft dan die van B28F0177-1 en -3. Mogelijk ook omdat de onverzadigde zone bij B28F0249 minder dik is, is de geschiktheid van het toepassen van Menyanthes hier groter dan bij B28F0177.
- Uit de grafiek van het gemeten grondwaterstandsverloop volgt dat er (ook hier) behalve van een jaarlijkse fluctuatie sprake is van een sterke meerjarige fluctuatie. Deze meerjarige fluctuatie is eigen aan dit systeem. Het intrekgebied vormt namelijk een reservoir dat in reeksen van natte jaren tot op zeer hoog niveau wordt gevuld, en in reeksen van droge jaren tot op laag niveau leeg stroomt.
- Hoewel het op grond van de tijdreeksmodellen (van de korte reeksen) van B28F0249 lijkt alsof er voor dit systeem wel goede tijdreeksmodellen gemaakt kunnen worden, volgt uit de tijdreeksmodellen van (de lange reeksen van) B28F0177 dat het wel moeilijk is om voor dit soort systemen (voor uitleg hiervan: zie vijfde alinea van hoofdstuk 8, synthese en conclusies) goede tijdreeksmodellen te vervaardigen. Desondanks is met het tijdreeksmodel van B28F0249-2 het grondwaterstandsverloop gesimuleerd voor de periode vanaf 1987 tot en met 2015. Dit is vooral gedaan om de (voor 2015) gesimuleerde grondwaterstanden te kunnen vergelijken met de grondwaterstanden die hier met de nieuwe peilbuis in 2015 zijn gemeten. Gezien de beperkingen van de methode moeten de resultaten niet al te sterk in absolute zin worden geïnterpreteerd, maar meer als indicatie worden gezien. Uit de vergelijking volgt dat de voor 2015 berekende grondwaterstanden aardig overeenkomen met de hier met de nieuwe

peilbuis (B27) gemeten grondwaterstanden. Dus op grond hiervan lijkt er (ook hier) geen sprake te zijn van aantasting van het intrekgebied.

B28F0250-1,-2

- Deze peilbuis met 2 filters stond tot november 2006 op ruim 200 meter ten zuidoosten van het natuurgebied. Het eerste filter bevond zich op 1,5 tot 2,5 m -mv en het tweede filter op 4,0 tot 5,0 m -mv. Beide filters bevonden zich in een (kei)leemlaag die hier vanaf 0,5 tot 5,0 m -mv is aangetroffen.
- Uit de grondwatersysteemanalyse op basis van het veldonderzoek (zie hoofdstuk 4) volgt dat deze peilbuis (net) niet in het intrekgebied van het brongebied van de Mosbeek stond (zie isohypsenkaart, figuur 4.1).
- Het ondiepe filter stond op 2,52 m onder maaiveld en het diepe filter op 5,04 m onder maaiveld. Beide filters stonden in zandige leem. Filter 1 viel heel vaak droog.
- De GHG (voor filter 2) voor de (korte) meetperiode bedraagt 64,8 m+NAP (188 cm onder maaiveld). De GLG voor de (korte) meetperiode bedraagt 63,82 m+NAP (286 cm onder maaiveld).
- Er is geen tijdreeksmodel gemaakt voor filter 1 (valt te vaak droog).
- De grondwaterstanden van filter 2 zijn goed te verklaren op basis van neerslag en verdamping met verklaarde variantie van 85% en geen trends in de residureeksen. De relatief goede resultaten van dit meetpunt ten opzichte van de lange reeks van B28F0177_2 komen vooral doordat meetreeks van B28F0250 veel korter is en wellicht ook doordat de onverzadigde zone minder dik is, waardoor de geschiktheid van toepassing van Menynathes hier groter is.

Overige peilbuizen in Dal van de Mosbeek

B28F0244-1,-2

- Deze peilbuis met 2 filters staat ruim 600 meter ten westen van het brongebied. De peilbuis staat dus niet in het intrekgebied maar is meegenomen in de analyse ter vergelijking. Er zijn reeksen tot 2013 aanwezig in het dinoloket.
- Het ondiepe filter bevindt zich van 0,1 tot 1,1 m -mv m -mv lang en het diepe filter op 3,4 tot 5,4 m -mv. Het ondiepe filter staat in een zandlaag en het diepe filter bevindt zich in een kleilaag.
- Bij het ondiepe filter is er in de begin jaren de hoogte van de onderkant van het filter opgeschreven als het filter droog viel, later niet. Hierdoor lijkt het alsof het minder droog is geworden maar dat is optisch bedrog.
- De grondwaterstand in filter 1 is 's winters hoger dan het grondwaterstand in filter 2. Hoewel de peilbuis in een (zij)dal staat treedt er hier dus toch infiltratie op (vermoedelijk omdat de peilbuis aan de rand van het dal staat). 's Zomers valt filter 1 vaak droog.
- Hier is er geen sprake van een duidelijke verandering in de GHG of GLG tijdens de meetperiode.
- De GHG (filter 1) bedraagt 55,90 m+NAP (circa 8 cm onder maaiveld).
- De GLG (filter 2) bedraagt 55,16 m+NAP (circa 82 cm onder maaiveld).
- Er is geen tijdreeksmodel gemaakt voor filter 1 omdat het te vaak droog valt.
- De grondwaterstanden in filter 2 zijn goed te verklaren op basis van neerslag en verdamping. De verklaarde variantie is 89,2% en er zijn geen trends in de residureeksen.

5.5 Totaalbeeld grondwaterstandsverloop

- Het grondwaterstandsverloop op de stuwwal, en ook in het intrekgebied van de Mosbeek, wordt gekenmerkt door een sterke fluctuatie (> 2 m). Er is niet alleen sprake van een jaarlijkse fluctuatie maar ook van een meerjarige fluctuatie, met extra hoge grondwaterstanden in reeksen van natte jaren en extra lage grondwaterstanden in reeksen van droge jaren. Dit komt doordat het intrekgebied een reservoir vormt dat in reeksen van natte jaren tot op zeer hoog niveau wordt gevuld, en in reeksen van droge jaren tot op laag niveau leeg stroomt. Het is moeilijk om voor dit soort systemen met Menyanthes goede tijdreeksmodellen te vervaardigen.
- Ondanks de tekortkomingen kunnen aan de hand van de tijdreeksmodelleringen op indicatieve wijze toch wel belangrijke zaken worden afgeleid. Belangrijkste resultaat is dat er op basis van de tijdreeksmodelleringen in de meetperiode (dus vanaf 1995) geen verlaging kan worden afgeleid die los staan van het verloop van de neerslag en de verdamping en het reservoir-effect. Ofwel: er zijn geen aanwijzingen dat de relatief lage grondwaterstanden in de periode vanaf 2006 ten opzichte van de periode voor 2006 worden veroorzaakt door aantasting van het systeem.
- Belangrijke onderbouwing hiervoor is dat de (met de simulatie op basis van de oude meetreeks van B28F0249) voor 2015 berekende grondwaterstanden behoorlijk goed overeenkomen met de hier gemeten grondwaterstanden van de nieuwe peilbuis (B27). In combinatie hiermee is ook in de resultaten van de nabij aanwezige peilbuis B28F0177 (die in een naburig lokaal systeem op de stuwwal staat) te zien dat hier vanaf 2011 weer het niveau bereikt wordt dat op grond van het verloop van de neerslag en verdamping verwacht mag worden.
- Alle voor de tijdreeksanalyse gebruikte peilbuizen in het brongebied staan langs de bovenrand van het bronveen. Vooral de grondwaterstand langs de bovenrand van het bronveen beweegt mee met de sterk fluctuerende grondwaterstand in het voedingsgebied, en vooral hier werkt dus ook het reservoir-effect door. Dus de lagere GLG's voor de peilbuizen aan de rand van het brongebied vanaf 2006 ten opzichte van de periode tot 2006 worden hierdoor veroorzaakt. En ook hier worden de lagere gemeten grondwaterstanden ten opzichte van de berekende grondwaterstanden voor de periode vanaf 2006 dus veroorzaakt door de moeite die Menyanthes met dergelijke systemen heeft. En ook bij deze peilbuizen is te zien dat sinds enkele jaren (vanaf 2014) de gemeten grondwaterstanden ook in de zomer weer min of meer op het niveau van de berekende grondwaterstanden liggen.

Deze bevindingen betekenen evenwel niet dat de werking van het systeem niet aangetast zou zijn. Veranderingen kunnen zich immers ook al voor hebben gedaan voor aanvang van de grondwaterstandsmetingen (in 1995) en ook bestaat de mogelijkheid dat er sprake is van een zeer geleidelijk verloopende verandering die niet met de gehanteerde methode gedetecteerd wordt. Zo heeft de afgelopen eeuw in het intrekgebied omvorming van heide naar bos en landbouwgronden (zowel grasland als akkers) plaatsgevonden en de landbouwgronden zijn met name de afgelopen halve eeuw steeds productiever geworden. Het verdampingsverlies van bos en de (hoogproductieve) landbouwgronden is veel groter dan van de schrale heidevegetaties die voorheen aanwezig waren. Als gevolg hiervan is de grondwateraanvulling in het intrekgebied geleidelijk aan verminderd, waardoor dus ook de voeding van het brongebied geleidelijk aan is afgenomen. Uit metingen die in het kader van het veldonderzoek in detaildwarsprofielen zijn uitgevoerd volgt dat er ook sprake is van aantastingen in het brongebied zelf (zie hoofdstuk 7).

Tabel 5.1 GXG-waarden

peilbuis				GHG	GVG	GLG	MV	GHG-GLG	GHG	GVG	GLG
dinocode	sunocode	filter	periode	(mNAP)	(mNAP)	(mNAP)		(m)	(m -mv)	(m -mv)	(m -mv)
B28F0177		1	1995-2013	63.97	63.82	63.05	67.90	0.92	3.93	4.08	4.85
B28F0177		1	1995-2005	64.27	64.09	63.26	67.90	1.01	3.63	3.81	4.64
B28F0177		1	2006-2013	63.09	63.01	62.41	67.90	0.68	4.81	4.89	5.49
B28F0177		2	1995-2005	64.33	64.15	63.30	67.90	1.03	3.57	3.75	4.60
B28F0177		3	1995-2013	63.35	63.19	62.57	67.90	0.78	4.55	4.71	5.33
B28F0177		3	1995-2005	63.82	63.64	62.91	67.90	0.91	4.08	4.26	4.99
B28F0177		3	2006-2013	62.51	62.40	61.97	67.90	0.54	5.39	5.50	5.93
B28F0244		2	1995-2013	55.74	55.62	55.16	55.98	0.58	0.24	0.36	0.82
B28F0244		2	1995-2005	55.77	55.64	55.18	55.98	0.59	0.21	0.34	0.80
B28F0244		2	2006-2013	55.69	55.60	55.10	55.98	0.59	0.29	0.38	0.88
B28F0249		1	1995-2006	67.86	67.67	67.06	69.17	0.80	1.31	1.50	2.11
B28F0249		2	1995-2006	67.76	67.60	66.98	69.17	0.78	1.41	1.57	2.19
B28F0250		2	1995-2006	64.80	64.56	63.82	66.68	0.98	1.88	2.12	2.86
B28F0251	B19B	2	1995-2014	65.42	65.36	65.10	65.50	0.32	0.08	0.14	0.40
B28F0251	B19B	2	1995-2005	65.44	65.38	65.20	65.50	0.24	0.06	0.12	0.30
B28F0251	B19B	2	2006-2014	65.40	65.33	64.93	65.50	0.47	0.10	0.17	0.57
B28F0251	B19C	3	1995-2014	65.46	65.39	65.31	65.50	0.15	0.04	0.11	0.19
B28F0251	B19C	3	1995-2005	65.48	65.43	65.24	65.50	0.24	0.02	0.07	0.26
B28F0251	B19C	3	2006-2014	65.42	65.34	64.92	65.50	0.50	0.08	0.16	0.58
B28F0252	B20B	2	1995-2014	65.29	65.21	64.88	65.30	0.41	0.01	0.09	0.42
B28F0252	B20B	2	1995-2005	65.30	65.22	64.93	65.30	0.37	0.00	0.08	0.37
B28F0252	B20B	2	2006-2014	65.28	65.17	64.68	65.30	0.60	0.02	0.13	0.62
B28F0252	B20C	3	1995-2014	65.35	65.24	64.82	65.30	0.53	-0.05	0.06	0.48
B28F0252	B20C	3	1995-2005	65.32	65.23	64.93	65.30	0.39	-0.02	0.07	0.37
B28F0252	B20C	3	2006-2014	65.39	65.25	64.65	65.30	0.74	-0.09	0.05	0.65
B28F0253	B21A	1	1995-2014	64.61	64.59	64.40	64.59	0.21	-0.02	0.00	0.19
B28F0253	B21A	1	1995-2005	64.62	64.59	64.47	64.59	0.15	-0.03	0.00	0.12
B28F0253	B21A	1	2006-2014	64.61	64.59	64.29	64.59	0.32	-0.02	0.00	0.30
B28F0253	B21B	2	1995-2014	64.61	64.59	64.42	64.59	0.19	-0.02	0.00	0.17
B28F0253	B21B	2	1995-2005	64.62	64.59	64.48	64.59	0.14	-0.03	0.00	0.11
B28F0253	B21B	2	2006-2014	64.60	64.58	64.28	64.59	0.32	-0.01	0.01	0.31
B28F0253	B21C	3	1995-2014	64.60	64.57	64.38	64.59	0.22	-0.01	0.02	0.21
B28F0253	B21C	3	1995-2005	64.61	64.57	64.46	64.59	0.15	-0.02	0.02	0.13
B28F0253	B21C	3	2006-2014	64.59	64.56	64.26	64.59	0.33	0.00	0.03	0.33
B28F0442	B24B	1	1995-2014	65.27	65.16	64.81	65.44	0.46	0.17	0.28	0.63
B28F0442	B24B	1	1995-2005	65.28	65.20	64.95	65.44	0.33	0.16	0.24	0.49
B28F0442	B24B	1	2006-2014	65.25	65.10	64.63	65.44	0.62	0.19	0.34	0.81
B28F0442	B24A	2	1995-2014	65.43	65.40	64.97	65.44	0.46	0.01	0.04	0.47
B28F0442	B24A	2	1995-2005	65.51	65.47	65.14	65.44	0.37	-0.07	-0.03	0.30
B28F0442	B24A	2	2006-2014	65.39	65.36	64.87	65.44	0.52	0.05	0.08	0.57
B28F1438		1	2013	65.44	65.37	64.77	65.48	0.67	0.04	0.11	0.71
B28F1438		2	2013+2015	65.53	65.49	65.01	65.48	0.52	-0.05	-0.01	0.47

6 Hydrochemisch onderzoek

6.1 Methode

Om ook de hydrochemische situatie inzichtelijk te maken zijn de meeste peilbuizen op 16-4-2015 bemonsterd en in combinatie hiermee zijn ook een aantal monsters genomen van het water van bronnen / bronloopjes. Het onderzoek is vooral bedoeld om de basenrijkdom / mate van buffering van het (grond)water te bepalen en af te leiden in hoeverre het (grond)water antropogeen beïnvloed is (en dan met name door bemesting). Bovendien volgt aan de hand van het inzicht in de hydrochemische situatie ook een beter inzicht in het functioneren van het grondwatersysteem.

In totaal zijn 26 monsters genomen. De analyse is uitgevoerd door B-WARE. De analyseresultaten zijn opgenomen in bijlage 7. Voor de bemonsterde filters in raai A-A' zijn de meetwaarden van een aantal kenmerkende parameters ook in het dwarsprofiel weergegeven. De interpretatie van de meetresultaten heeft door Bell Hullenaar samen met Fons Smolders van B-WARE plaatsgevonden.

De resultaten worden eerst (in paragraaf 6.2.1) op verkennende wijze per systeemonderdeel behandeld. Hierna wordt (in paragraaf 6.2.2) een nadere analyse gegeven van de belangrijkste hydrochemische processen die in het grondwatersysteem van het brongebied van de Mosbeek een rol spelen.

6.2 Resultaten

6.2.1 Bespreking van de resultaten per systeemonderdeel

Raai A-A', intrekgebied (zie figuur 5.2)

In het intrekgebied (B27, Mo22) is ionenrijk (EGV = 440 $\mu\text{S}/\text{cm}$) maar ongebufferd (alk = 0,04 meq/l) en zodoende sterk zuur (pH = 4,3) grondwater aangetroffen. Dit grondwater heeft bovendien een zeer hoge nitraatconcentratie (1428 $\mu\text{mol}/\text{l}$ = 88 mg NO_3/l = 20 mgN/l!) en een ook een hoge chlorideconcentratie (845 $\mu\text{mol}/\text{l}$ = 30 mg/l). Het grondwater bevat tevens een aanzienlijke hoeveelheid zwavel (ofwel sulfaat) 373 $\mu\text{mol}/\text{l}$ = 12 mgS/l = 36 mg SO_4/l . Deze analyseresultaten wijzen erop dat het grondwater in het intrekgebied sterk vermest en zodoende ook verzuurd is (zie paragraaf 6.2.2 voor toelichting van dit proces).

Raai A-A', diepe filters in het bronveen (zie figuur 5.2)

In het diepe filter van B143C (Mo4) die naast B28F1438 is geplaatst (dus aan de bovenzijde van het bronveen) is vrijwel hetzelfde watertype aangetroffen als bij peilbuis B27 (EGV = 406 $\mu\text{S}/\text{cm}$, alk = 0,2 meq/l, pH = 4,7, chloride = 947 $\mu\text{mol}/\text{l}$, nitraat = 1377 $\mu\text{mol}/\text{l}$ en zwavel = 370 $\mu\text{mol}/\text{l}$). Dus ook hier is het grondwater vermest en de mate van vermesting is bij benadering hetzelfde als ter plaatse van B27.

Ook het bemonsterde grondwater van het diepe filter van B29 (Mo8) is ionenrijk, zwak gebufferd en vermest, maar minder sterk dan hogerop in het systeem (EGV = 340 $\mu\text{S}/\text{cm}$, alk = 0,3 meq/l, pH=5,2, chloride = 630 $\mu\text{mol}/\text{l}$, nitraat = 585 $\mu\text{mol}/\text{l}$ en zwavel = 452

$\mu\text{mol/l}$). De relatief lage chlorideconcentratie ten opzichte van B27 en B143C geeft aan dat het grondwater hier minder vermist is (maar dus nog wel duidelijk vermist), waarschijnlijk omdat de bijdrage van dieper, ouder en relatief schoon grondwater hier groter is. Ook de relatief lage nitraatconcentratie kan hier deels door verklaard worden. Daarnaast heeft waarschijnlijk denitrificatie plaatsgevonden. Gezien de wat hogere sulfaatconcentraties betreft het hierbij waarschijnlijk niet alleen denitrificatie met organisch materiaal maar ook onder invloed van pyriet (zie paragraaf 6.2.2 voor nadere beschrijving van deze processen).

Nog lager in het bronveen (ter plaatse van B28) is het bemonsterde grondwater van het diepe filter (Mo11) nog wat sterker gebufferd (maar nog altijd zwak gebufferd), wel chloriderijk maar minder nitraat- en sulfaatrijk dan de overige diepe filters in het bronveen (EGV = $195 \mu\text{S/cm}$, alk = $0,5 \text{ meq/l}$, pH = $6,2$, chloride = $824 \mu\text{mol/l}$, nitraat = $254 \mu\text{mol/l}$ en zwavel $111 \mu\text{mol/l}$).

Raai A-A', bijbehorende ondiepe filters in het bronveen (zie figuur 5.2)

Het grondwater van het ondiepe filter van B28F1438 (Mo3) is minder ionenrijk maar wel sterker gebufferd dan het diepe grondwater en het ondiepe grondwater bevat veel minder nitraat, maar wel (iets) meer sulfaat dan het diepe grondwater (EGV = $169 \mu\text{S/cm}$, alk = $0,6 \text{ meq/l}$, pH = $5,6$, chloride = $166 \mu\text{mol/l}$, nitraat = $6 \mu\text{mol/l}$ en zwavel $447 \mu\text{mol/l}$).

Bij peilbuis B29A (Mo7) is het bemonsterde grondwater wel ionenrijk. Ook hier is het grondwater van het ondiepe filter sterker gebufferd, veel minder nitraatrijk en (iets) sulfaatrijker dan het grondwater van het diepe filter (EGV = $320 \mu\text{S/cm}$, alk = $1,2 \text{ meq/l}$, pH = $6,2$, chloride = $621 \mu\text{mol/l}$, nitraat = $196 \mu\text{mol/l}$ en zwavel = $508 \mu\text{mol/l}$).

Bij peilbuis B28 (Mo10) lijkt het bemonsterde grondwater van het ondiepe filter wel meer op (het relatief schone) grondwater van het diepe filter. Echter ook hier is de mate van buffering van het ondiepe grondwater sterker (EGV = 219 , alk = $0,8$, pH = $6,4$, chloride = $860 \mu\text{mol/l}$, nitraat = $226 \mu\text{mol/l}$ en zwavel = $144 \mu\text{mol/l}$).

De hydrochemische samenstelling van het ondiepe grondwater kan als volgt worden verklaard:

- Onder invloed van het verdergaande denitrificatieproces (deels met organische materiaal en deels onder invloed van pyriet) zijn bij het naar de oppervlakte stromen van het grondwater de nitraatconcentraties van het vermeste grondwater (in sterke mate) afgenomen en de sulfaatconcentraties (iets) toegenomen.
- De relatief lage ionenrijkdom van het ondiepe grondwater van B28F1438 wijst op bijmenging van schoon, ondiep, lateraal, toestromend atmosferisch grondwater vanuit de zone direct ten noordoosten van de peilbuis.
- De hogere mate van buffering van het grondwater wordt veroorzaakt door alkalinisatie onder invloed van de voeding met het vermeste grondwater vanuit de ondergrond (zie paragraaf 6.2.2 voor toelichting van dit proces). Deze alkalinisatie zorgt ervoor dat het grondwater in het brongebied wel gebufferd is, ondanks de verzuring van het grondwater in het intrekgebied.

Peilbuizen in de bronnen & bronwater van het bronveen

Het bemonsterde grondwater van de ondiepe peilbuizen in de bronnen met Armbloemige waterbies (B25, Mo5 en B32, Mo1) lijkt op het grondwater van de ondiepe filters van B28F1438 en B29 (B25: EGV = $235 \mu\text{S/cm}$, alk = $0,7 \text{ meq/l}$, pH = $5,8$, chloride = $476 \mu\text{S/cm}$, nitraat = $4 \mu\text{mol/l}$ en zwavel = $506 \mu\text{mol/l}$ en B32: EGV = $273 \mu\text{S/cm}$, alk = $0,6 \text{ meq/l}$, pH = $5,8$, chloride = $606 \mu\text{mol/l}$, nitraat = $154 \mu\text{mol/l}$, zwavel = $466 \mu\text{mol/l}$). Het bronwater van deze bronnen is ook bemonsterd (Mo2), en dit water heeft een sterke gelijkenis met het bemonsterde ondiepe grondwater. Dus ook hier is het ondiepe

grondwater / bronwater vermist en heeft het in vergelijking met het diepe grondwater een relatief hoge alkaliniteit.

Het bronwater bij B25 (Mo6) is wel sterker gebufferd en ook minder sulfaatrijk dan het ondiepe grondwater van B25 (Mo5). Dit wijst erop dat hier sulfaatreductie plaatsvindt. Het bronwater bij B32 (Mo2) bevat veel nitraat, wat remmend werkt op de sulfaatreductie.

Ook het bronwater bij waypoint w138 (Mo9) is relatief sterk gebufferd maar wel schoner dan dat van de bronnen bij B25 (Mo6) en B32 (Mo2) (EGV = 246 $\mu\text{S}/\text{cm}$, alk = 0,8 meq/l, pH = 6,9, chloride = 370 $\mu\text{mol}/\text{l}$, nitraat = 352 $\mu\text{mol}/\text{l}$ en zwavel = 396 $\mu\text{mol}/\text{l}$).

Overige bemonsterde peilbuizen in het bronveen en de bronweide

De samenstelling van het bemonsterde grondwater van het diepe filter van peilbuis B24 (Mo26, ten zuiden van raai A-A', op de grens van het bronveen en de bronweide) lijkt op dat van het diepe filter van B28F1438 (Mo4) in raai A-A' (B24A: EGV = 377 $\mu\text{S}/\text{cm}$, alk 0,5 meq/l, pH 5,8, chloride 708 $\mu\text{mol}/\text{l}$, nitraat 1177 $\mu\text{mol}/\text{l}$ en zwavel 360 $\mu\text{mol}/\text{l}$). Dus ook hier is het diepe grondwater zwak gebufferd en vermist.

Het bemonsterde grondwater van het ondiepe filter van peilbuis B20 (Mo25) (deze peilbuis staat direct naast peilbuis B24 (B28F0442) is ionenarm, zwak gebufferd en schoon (EGV = 79 $\mu\text{S}/\text{cm}$, alk = 0,5 meq/l, pH = 5,8, chloride = 109 $\mu\text{mol}/\text{l}$, nitraat = 4 $\mu\text{mol}/\text{l}$ en zwavel = 86 $\mu\text{mol}/\text{l}$). Deze samenstelling wijst erop dat het hier vooral ondiep, lateraal (via de oppervlakkige zandlaag boven de hieronder gelegen leemlaag) afstromend grondwater betreft, (nagenoeg) zonder bijmenging van het diepe vermeste grondwater.

Het bemonsterde ondiepe grondwater van B21C (Mo24) is ionenrijk, zwak gebufferd, chloriderijk, nitraatarm en sulfaatrijk (EGV = 372 $\mu\text{S}/\text{cm}$, alk = 0,75, pH = 5,6, chloride = 1239 $\mu\text{mol}/\text{l}$, nitraat = 4 $\mu\text{mol}/\text{l}$ en zwavel = 771 $\mu\text{mol}/\text{l}$). Hier is het ondiepe grondwater dus wel antropogeen beïnvloed en ook sterker gebufferd dan bij B20 (Mo25). Doordat deze peilbuis wat lager op de helling staat vindt hier in sterkere mate voeding plaats met het vermeste diepere grondwater.

Greppels in het broekbos

Zowel het (nabij B28) bemonsterde water van de hoofdgrepel (Mo12) als het bemonsterde water van de zijgripel bij waypoint w136 (Mo13) is ionenrijk, matig gebufferd (dus sterker gebufferd dan het water van de bronnen in het bronveen), nitraat- en sulfaathoudend en heeft een opvallend hoge chlorideconcentratie (hoofdgrepel: EGV = 324 $\mu\text{S}/\text{cm}$, alk = 0,6 meq/l, chloride = 1049 $\mu\text{mol}/\text{l}$, nitraat = 528 $\mu\text{mol}/\text{l}$ en zwavel = 434 $\mu\text{mol}/\text{l}$; zijgripel: EGV = 294 $\mu\text{S}/\text{cm}$, alk = 0,5 meq/l, chloride = 1001 $\mu\text{mol}/\text{l}$, nitraat = 323 $\mu\text{mol}/\text{l}$ en zwavel = 433 $\mu\text{mol}/\text{l}$). Deze samenstelling wijst erop dat ook het in de greppels uittredende bronwater vermist is. Op grond van de isohypsenkaart volgt dat het vermeste grondwater hier afkomstig is vanuit de gronden direct langs het dal, en dat het intrekgebied hier doorloopt tot in de gronden ten zuiden van de onverharde weg. Een deel van deze gronden is inmiddels eigendom van Landschap Overijssel en omgevormd tot natuur (dus hier is de bemesting inmiddels beëindigd), maar voor een deel van de gronden is dit niet het geval, en waarschijnlijk wordt deze grond nog wel bemest.

Peilbuizen en bronwater in het dal van de Mosbeek

Het bemonsterde ondiepe grondwater van B34 (Mo14) is niet uitgesproken ionenrijk, slechts zwak gebufferd en ook hier is het grondwater antropogeen beïnvloed (EGV = 246 $\mu\text{S}/\text{cm}$, alk = 0,3 meq/l, pH = 5,7, chloride = 963 $\mu\text{mol}/\text{l}$, nitraat = 353 $\mu\text{mol}/\text{l}$ en zwavel =

257 $\mu\text{mol/l}$). Het bemonsterde bronwater van de bron bij B34 (Mo15) lijkt hierop, maar wel sterker gebufferd (alk = 0,5 meq/l).

Het bemonsterde grondwater van het diepe filter van B30 (Mo17) is matig gebufferd (alk = 1,04 meq/l). Het bemonsterde grondwater van het ondiepe filter van peilbuis B30 (Mo16): is sterk gebufferd (alk = 3,6 meq/l) en ook zeer zwavelrijk (zwavel = 2178 $\mu\text{mol/l}$). Dit is een vreemde waterkwaliteit met ook veel natrium. Omdat er bij de plaatsing van de peilbuizen geen zwakleij is gebruikt kan het hiermee niet te maken hebben. Het bemonsterde water van de bron bij B30 (Mo18) is zwak gebufferd (alk = 0,7 meq/l).

Peilbuizen hogerop de dalflanken

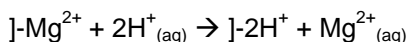
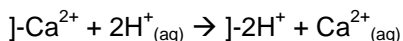
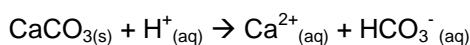
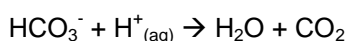
Het bemonsterde grondwater van peilbuizen B26 (Mo21) (zuidflank) en B33 (Mo23) (noordflank) is ionenarm/atmoclien en ook chloridearm, maar ook dit grondwater is niet geheel vrij van nitraat en sulfaat (B26: EGV = 178 $\mu\text{S/cm}$, alk = 0,1 meq/l, pH = 4,7, chloride = 133 $\mu\text{mol/l}$, nitraat = 390 $\mu\text{mol/l}$ en zwavel = 392 $\mu\text{mol/l}$; B33: EGV = 126 $\mu\text{S/cm}$, alk = 0,1 meq/l, pH = 4,8, chloride = 98 $\mu\text{mol/l}$ nitraat = 387 $\mu\text{mol/l}$ en zwavel = 205 $\mu\text{mol/l}$). Het betreft relatief schoon infiltratiewater. Uit de isohypsenkaart volgt dat dit relatief schone grondwater echter niet naar de bronnen van het bronveen en de bronweide stroomt. Vanaf B33 treedt waarschijnlijk wel voeding op naar het gedeelte van het dal van de Mosbeek ten westen van het bronveen.

6.2.2 Nadere analyse van de hydrochemische processen

In het intrekgebied vindt intensieve bemesting van landbouwgrond plaats. Door inspoeling van meststoffen met het infiltrerende regenwater treedt vermisting op van het grondwater. Dit verklaart de hoge nitraatconcentraties in het grondwater. Nitraat ontstaat door nitrificatie van ammonium in de bouwvoor van het landbouwgebied. Hierbij wordt ook zuur gevormd.



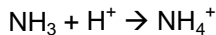
Door de reactie van het zuur met carbonaten en de uitwisseling van zuur met calcium en magnesium aan het bodemadsorptiecomplex treedt zuurbuffering op.



Door de zuurbuffering wordt dus calcium, magnesium en (in carbonaathoudende bodems) bicarbonaat vrijgemaakt in de bodem dat samen met sulfaat en nitraat uitspoelt naar het diepere grondwater. In combinatie hiermee leidt intensieve bemesting ook tot verhoogde chlorideconcentraties van het grondwater.

In Nederland vond en vindt er depositie plaats van sulfaat, nitraat en ammonium. Sulfaat en nitraat ontstaan in de atmosfeer door de reactie van zuurstof en water met respectievelijk zwaveloxides (SO_x) en stikstofoxides (NO_x) die vrijkomen bij de verbranding van fossiele brandstoffen. Hierbij worden deze gassen omgezet in salpeterzuur (HNO_3) en zwavelzuur (H_2SO_4). Dit leidde tot de bekende zure regen. In Nederland was en is de regen echter veelal niet echt zuur omdat het zuur reageert met

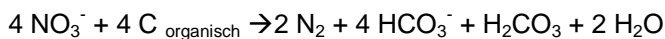
ammoniak, dat vrijkomt uit dierlijke mest. Hierbij wordt ammonium gevormd waardoor het zuur verdwijnt uit de regen:



Uiteindelijk treedt er echter toch verzuring op in de bodem omdat ammonium in de toplaag van de bodems wordt genitrificeerd waarbij nitraat wordt gevormd en zuur vrijkomt (zie hierboven).

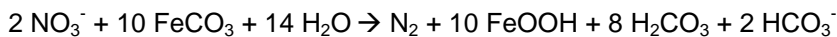
Het diepe grondwater in het intrekgebied (B27) is erg rijk aan nitraat (1400 $\mu\text{mol/L}$) en matig rijk aan sulfaat (370 $\mu\text{mol/L}$). De alkaliniteit van het diepe grondwater (maat voor de buffering) is erg laag (0,04 meq.L). De waterkwaliteit van dit grondwater wordt bepaald door oxidatie van ammonium en uitspoeling van nitraat. Het sulfaat kan afkomstig zijn uit bemesting of atmosferische depositie.

Vooraf bij het opwaarts stromen van het grondwater in het brongebied nemen de nitraatconcentraties sterk af. Dit duidt op denitrificatie. Denitrificatie kan in de eerste plaats optreden doordat nitraat reageert met het organische materiaal in de bodem.

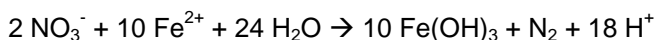
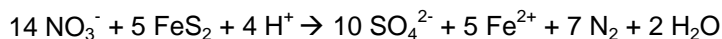


Het kan wat betreft dit organisch materiaal gaan om reactief materiaal dat zich in de bodem bevindt maar ook om DOC (opgelost organisch materiaal) dat uitspoelt naar het grondwater.

Denitrificatie kan ook optreden doordat nitraat wordt gereduceerd door gereduceerde ijzer- en zwavelverbindingen in de bodem. Het gaat hierbij vooral om sideriet (FeCO_3) en ijzersulfides (FeS_x). Bij de reactie met sideriet wordt het gereduceerde ijzer geoxideerd waarbij ijzer(hydr)oxide wordt gevormd.



Bij de oxidatie van ijzersulfiden (FeS_x) kan zowel het gereduceerde zwavel als het gereduceerde ijzer worden geoxideerd. Wanneer alleen het gereduceerde zwavel wordt geoxideerd spreken we van een onvolledige oxidatie van pyriet. Wanneer ook het gereduceerde ijzer wordt geoxideerd spreken we van een volledige oxidatie.



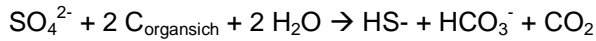
In alle gevallen wordt het nitraat omgezet in stikstofgas.

Wanneer nitraat in de ondergrond reageert met pyrietrijke afzettingen neemt de nitraatconcentratie dus af en vindt er een verrijking van het grondwater plaats met sulfaat en, bij onvolledige oxidatie van pyriet, ook met ijzer. In het systeem van het brongebied van de Mosbeek gaat (vooral bij het opwaarts stromen van het grondwater) een sterke afname van de nitraatconcentratie gepaard met een lichte toename van de sulfaatconcentratie en is het grondwater vrijwel overal arm aan ijzer. In combinatie hiermee is bij alle diepe boringen in het brongebied vanaf circa 1,5 tot aan de einddiepte van de boringen (5 m -mv) overal een oranjeleukige bodem aangetroffen, terwijl de bodem hier permanent waterverzadigd is. Deze waarnemingen duiden erop dat er (in combinatie met denitrificatie met organische stof ook) oxidatie van pyriet (en mogelijk ook sideriet) plaatsvindt, en dat het hierbij gaat om volledige oxidatie waarbij het ijzer volledig wordt geoxideerd.

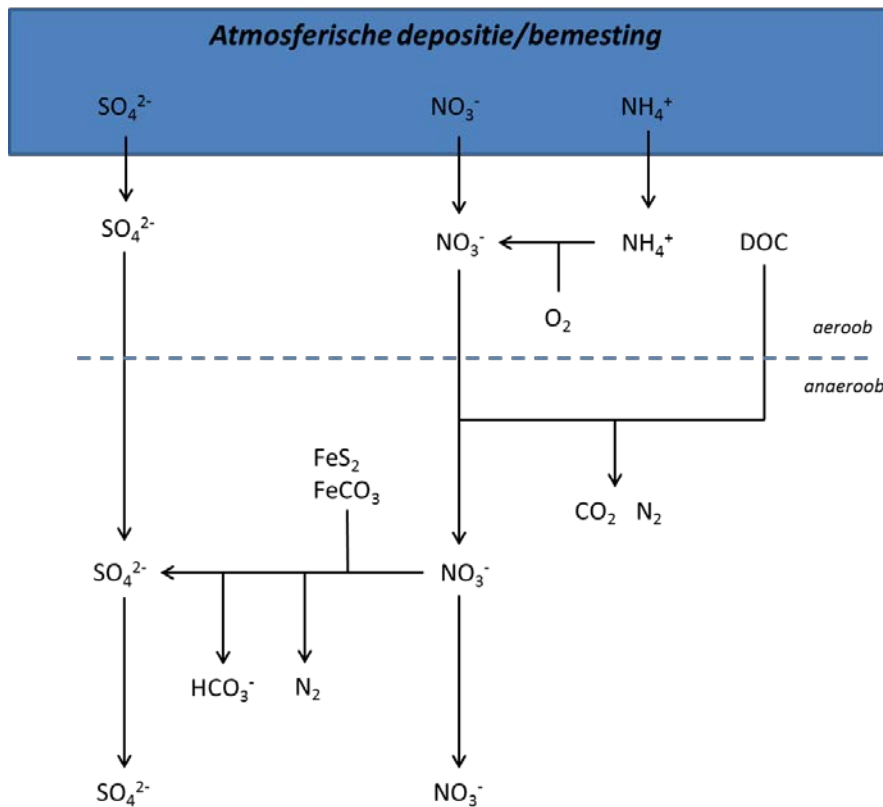
Uit de bovenstaande reactievergelijkingen blijkt dat denitrificatie ook leidt tot alkalinisatie (productie van bicarbonaat). Dit verklaart dus de toename van de alkaliniteit bij het

opwaarts stromen van het grondwater in het brongebied. Dit betekent echter niet dat er sprake is van alkalinisatie van het bronsysteem als geheel, want in het intrekgebied heeft immers eerst verzuring plaatsgevonden. Wel heft de alkalinisatie in het brongebied deze verzuring op.

In de bron bij B25 is de sulfaatconcentratie van het bronwater (Mo6) veel lager (152 μmol) dan de sulfaatconcentratie van het bemonsterde ondiepe grondwater (Mo5, 506 $\mu\text{mol/l}$), terwijl de alkaliniteit juist veel hoger is (1,29 meq/l voor het grondwater en 0,66 meq voor het bronwater). Dit duidt erop dat er sulfaatreductie plaatsvindt:



Op dit moment wordt een groot deel van het nitraat dus gedenitrificeerd langs de stroombaan van het grondwater en vooral tijdens het opstijgen van het grondwater tot aan maaiveld. Hierdoor is de nitraatbelasting van het brongebied veel lager dan dat hij zou zijn zonder dat deze denitrificatie zou plaatsvinden. De aan maaiveld en in de bronloopjes gemeten concentraties (enkele honderden $\mu\text{mol/l}$) zijn echter nog steeds onnatuurlijk hoog. Hoge nitraatconcentraties in het grondwater voorkomen ook dat er in de ondergrond ijzerreductie plaatsvindt. Hierdoor wordt er via het grondwater maar weinig ijzer aangevoerd.

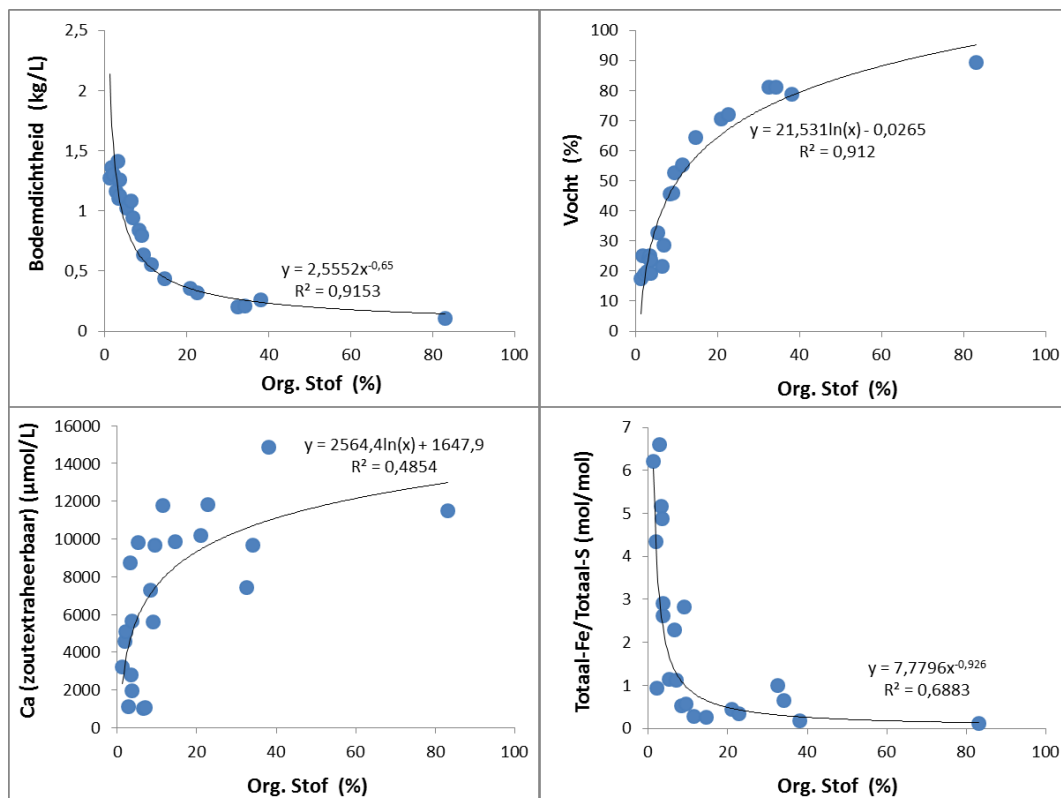


Figuur 6.1 Overzicht van de biogeochemische processen die plaatsvinden in de bodem na depositie van sulfaat, nitraat en ammonium

Bufferingstoestand van de bodem in het brongebied

In 2014 zijn er in het kader van het onderzoek van Kieskamp (2014), door Onderzoekcentrum B-WARE bodemanalyses uitgevoerd aan de toplaag van de bodem in het brongebied van de Mosbeek. De analyse data laten zien dat de relatief natte delen van het terrein worden gekenmerkt door bodems met een hoog organisch stofgehalte. Het vochtgehalte van de bodems neemt toe naarmate het organisch stofgehalte toeneemt en de bodemdichtheid (kilogram droge bodem per liter bodemvolume) neemt juist af bij een toename van het organisch stofgehalte. Het organisch stofgehalte heeft een positief effect op de buffering van de bodems. Bij een organisch stofgehalte lager dan 5 % neemt de concentratie zoutextraheerbaar calcium sterk af. Ter indicatie: heischale graslanden worden gekenmerkt door een zoutextraheerbare calciumconcentratie die grofweg ligt tussen de 4.000 en 8.000 $\mu\text{mol/Liter}$ bodemvolume en blauwgraslanden door een zoutextraheerbare calciumconcentratie van circa 8.000 tot 25.000 $\mu\text{mol/Liter}$ bodemvolume.

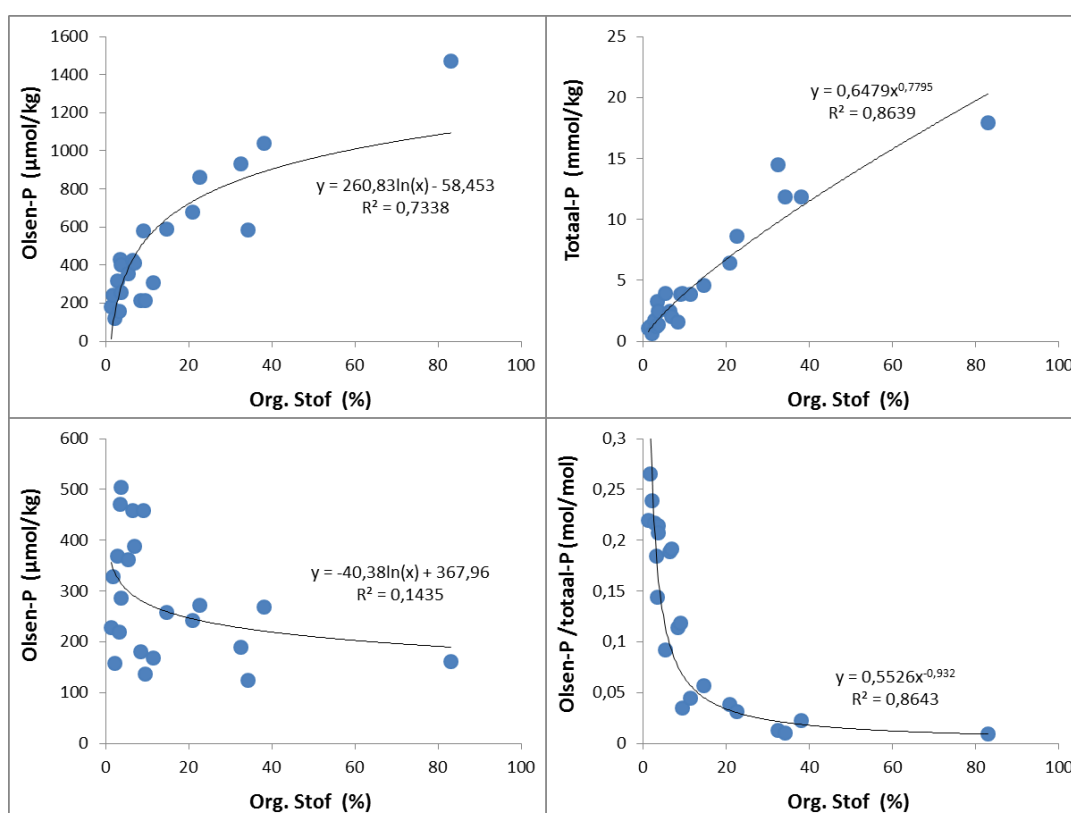
Het is dus duidelijk dat de delen met relatief weinig grondwaterinvloed gevoelig zijn voor verzuring. De nattere delen met meer grondwaterinvloed zijn rijker aan organisch materiaal waardoor de bodems beter basen vasthouden, en verder worden hier natuurlijk ook meer basen aangevoerd en vindt er ook minder uitspoeling plaats van basen.



Figuur 6.2 Bodemchemische correlaties in de dal van de Mosbeek (data Kieskamp, 2014)

Risico's van voeding van het brongebied met vermest grondwater

De resultaten laten ook zien dat de natte bodems met een hoog organisch stofgehalte worden gekenmerkt door een lage totaal-ijzer/totaal-zwavel ratio. Dit komt omdat organisch materiaal zwavel bevat en ook omdat onder natte condities ijzer in de toplaag van de bodem kan worden vastgelegd als ijzersulfide. De bodems van de Mosbeek zijn ook relatief ijzerarm. Het gevaar bestaat dat als de sulfaatbelasting te hoog wordt er sulfide wordt gevormd dat niet meer kan worden gebonden aan ijzer. Hierdoor kan sulfide toxiciteit ontstaan. Op plekken waar relatief veel sulfide wordt gevormd wordt in de toplaag meestal sulfide geoxideerd tot elementair zwavel. Deze plekken zijn als gele of soms witte plekken te herkennen in het veld. Hoewel het grondwater van het bronstelsel van de Mosbeek niet erg rijk is aan sulfaat wordt er wel veel meer sulfaat dan ijzer aangevoerd via het grondwater. Hierdoor kan met name in de delen die permanent nat zijn sulfidevorming optreden.



Figuur 6.3 Bodemchemische correlaties in de dal van de Mosbeek (data Kieskamp, 2014)

Met een toename van het organisch stofgehalte neemt ook de totaal-fosfor en de Olsen-P concentratie van de bodem toe. Omdat echter ook de bodemdichtheid afneemt, neemt de Olsen-P concentratie per liter bodemvolume (deze laatste is van belang voor de vegetatieontwikkeling) juist af bij een toename van het organisch stofgehalte. In meer organische bodems is een groot deel van het fosfor aanwezig in de organische vorm. Hierdoor neemt de fractie beschikbaar fosfor (Olsen-P/totaal-P) af naarmate het organisch stofgehalte toeneemt.

Hoge nitraatconcentraties in het grondwater kunnen leiden tot de afbraak van organisch materiaal waardoor het fosfaat dat in het organisch materiaal is vastgelegd vrij komt. Dit

zou kunnen leiden tot een eutrofiëring van de natte terreindelen. Het is (ook) daarom van belang om de nitraatbelasting via het grondwater zo laag mogelijk te houden.

Als het sulfaatrijke grondwater in de bodem van de kwelzones in contact komt met organisch stofrijke lagen in de bodem, dan kan mobilisatie van fosfaat optreden. Het met het grondwater aangevoerde sulfaat oxideert namelijk organisch materiaal. Hierbij wordt onder andere HCO_3^- en HS^- geproduceerd. De HS^- kan verder reageren tot FeS . Hierdoor kan de beschikbaarheid van fosfaat toenemen door het in oplossing uit Fe -fosfaat-zouten, omdat de binding van sulfide aan ijzer sterker is dan die van fosfaat.

Verder leidt de toename van HCO_3^- tot een sterkere decompositie van organisch materiaal, waarbij extra N en P vrijkomen. In gebieden met organische bodems leiden beide processen (afbraak van organisch materiaal en P-desorptie) dus tot interne eutrofiëring.

De voeding van het brongebied met vermest grondwater brengt dus kort samengevat de voldoende risico's met zich mee:

- Als de sulfaatbelasting te hoog wordt dan kan in de ijzerarme bodems sulfide toxiciteit ontstaan.
- Als het sulfaatrijke grondwater in de bodem van de kwelzones in contact komt met organisch stofrijke lagen kan mobilisatie van fosfaat optreden.
- Hoge nitraatconcentraties in het kwelwater kunnen leiden tot de afbraak van organisch materiaal in de toplaag van de bodem waardoor het fosfaat dat in het organisch materiaal is vastgelegd vrij komt.
- Verder leidt de toename van HCO_3^- tot een sterkere decompositie van organisch materiaal, waarbij extra N en P vrijkomen.

7 Detaildwarsprofielen

7.1 Methode

Om af te leiden wat het effect is van de insnijding van de bronloopjes, greppels en Mosbeek op het ecohydrologisch functioneren van het brongebied zijn verspreid over het brongebied zeven detaildwarsprofielen vervaardigd. Het betreft de volgende detaildwarsprofielen (zie figuur 2.3 voor de locaties):

- Drie profielen met één of meer ingesneden bronloopje(s) van het bronveen, waarvan twee ongeveer halverwege het bronveen (profielen 1 en 4) en één aan de voet hiervan (profiel 5).
- Ter vergelijking: twee situaties in het bronveen waarbij de bronloopjes aanwezig zijn als zeer ondiepe, brede, zeer geleidelijk in de omgeving overgaande slenkjes waarlangs de afvoer op min of meer diffuse wijze plaatsvindt (profielen 2 en 3). Profiel 2 ligt daarbij in de buurt van profiel 1 en profiel 3 ligt in de buurt van profiel 4.
- Een profiel van een situatie met een zijgreppel in het broekbos (detaildwarsprofiel 6).
- Een profiel van de situatie in het dal van de Mosbeek (profiel 7).

De dwarsprofielen zijn allen middels een waterpassing ingemeten ten opzichte van NAP, op basis van boringen is de ondiepe bodemopbouw in de profielen weergegeven en in ondiepe boorgaten is de grondwaterstand, EGV en pH gemeten. De metingen hebben plaatsgevonden op 14 april 2015 en op 7 september 2015 is samen met J. van de Weele (Van Landschap Overijssel) de flora in de detaildwarsprofielen bekeken.

7.2 Resultaten

(zie figuur 7.1)

Detaildwarsprofiel 1: situatie met ingesneden bronloopje

Het bronloopje is 0,2 m diep en doorsnijdt net de veenlaag van 0,2 meter die hier aanwezig is. In de boorgaten aan weerszijden van het loopje zijn grondwaterstanden gemeten die uiteenlopen van 10 à 15 cm -mv en de NAP-waterstand in het loopje is 10 à 20 lager dan in de boorgaten. Het grondwater in het boorgat in het bronloopje heeft een EGV van 346 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en een pH van 6,4. Indien het tweede loopje (op 3 meter ten noordwesten van het loopje middenin het profiel) buiten beschouwing wordt gelaten, dan zijn elders in de boorgaten aan weerszijden van het (hoofd)loopje EGV-waarden gemeten die uiteenlopen van 144 tot 204 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en pH-waarden die uiteenlopen van 5,9 tot 6,1.

Uit deze waarnemingen, en vergelijking hiervan met de waarnemingen in het nabij gelegen detaildwarsprofiel 2 (situatie zonder ingesneden bronloopje), volgt dat het bronloopje een versterkte drainerende werking heeft op het bronwater: het gebufferde grondwater wordt hier in veel sterkere mate dan bij dwarsprofiel 2 rechtstreeks gedraineerd door het loopje en kan hierdoor minder goed in de wortelzone van de vegetatie naast het loopje doordringen. Bovendien ligt als gevolg van de drainerende werking van het loopje de grondwaterstand in profiel 1 relatief ver beneden maaiveld. Hierdoor treedt een versterkte mineralisatie van de veenlaag, wat dus leidt tot voedselrijkere omstandigheden, vooral in de zones direct langs het loopje.

Als gevolg hiervan is er op de oevers van het loopje een productieve vegetatie aanwezig. In dit profiel betreft het een vegetatie met veel Veldrus. Door de aanwezigheid van de

productieve vegetatie op de oevers en vanwege de geringe breedte van het loopje, is in het loopje zelf geen vegetatie aanwezig. Terwijl in de slenk van profiel 2 Vetblad talrijk aanwezig is, zijn op de oever van het loopje slechts enkele exemplaren hiervan waargenomen en groeit deze soort ook elders in dit dwarsprofiel slechts hier en daar. Verder valt op dat op de oever ook relatief veel zure soorten als Waternavel, Ronde en Kleine zonnedauw en Dophei groeien. Verder van de oever af is het beeld wisselend: er zijn plekken waar veel Veldrus groeit, Pijpenstrootje aanwezig is en Vetblad ontbreekt, maar er zijn ook delen waar de vegetatie minder productief is en waar wel Vetblad groeit en ook andere soorten van (min of meer) gebufferde omstandigheden groeien, namelijk Blauwe knoop, Blauwe zegge, Moerasviooltje, Parnassia en Ruw walstro.

Detaildwarsprofiel 2: situatie met natuurlijk bronlenkje

De afvoer van het bronwater vindt hier via een zeer ondiep, breed en zeer geleidelijk in de omgeving overgaand slenkje plaats. In het boorgat in het slenkje is een EGV van 197 $\mu\text{S}/\text{cm}$ gemeten en een pH van 5,9. In de boorgaten aan weerszijden hiervan loopt de EGV uiteen van 149 tot 180 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en bedraagt de pH overal 5,9. In de boorgaten aan weerszijden van de slenk ligt de grondwaterstand slechts enkele centimeters tot 5 cm -mv.

Hier treedt het gebufferde bronwater dus veel meer diffuus uit dan in het nabij gelegen detaildwarsprofiel 1 en is ook geen sprake van verdroging. En terwijl er in dwarsprofiel 1 een situatie aanwezig is met een smal loopje dat het meeste kwelwater rechtstreeks draineert, maar waar juist in deze zone met sterke kwel geen vegetatie kan groeien vanwege de overwoekering van de loopjes door de productieve vegetatie op de oevers, is er in dwarsprofiel 2 een situatie aanwezig met een brede slenk met sterke kwel die niet wordt overschaduwd. Zodoende groeit in deze slenk wel veel Vetblad, ontbreekt Pijpenstrootje hier en is niet alleen in de slenk maar ook aan weerszijden hiervan een laag productieve vegetatie aanwezig met veel Blauwe zegge, weinig Veldrus, bijna geen Pijpenstrootje, Parnassia, Blauwe knoop, Moerasviooltje, Tormentil, Geelgroene zegge, Beekstaartjesmos, Geelgroene zegge en Ruw walstro. In combinatie hiermee groeien ook hier soorten van meer zure omstandigheden als Waternavel en Ronde zonnedauw, Dophei en Witte snavelbies.

Detaildwarsprofiel 3: situatie met bronloopje

Ook hier is sprake van afvoer van bronwater via een natuurlijk slenkje. In het boorgat middenin het slenkje is een EGV van 162 $\mu\text{S}/\text{cm}$ gemeten en de pH bedraagt hier 6,4. In de boorgaten in de omgeving (met uitzondering van het wat hoger gelegen boorgat aan de noordwestzijde) loopt de EGV uiteen van 161 $\mu\text{S}/\text{cm}$ tot 250 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en de pH van 5,9 tot 6,2. Het gebufferde grondwater treedt ook hier dus op meer diffuse wijze uit waardoor niet alleen in de slenk maar ook elders de wortelzone van de vegetatie hiermee goed gevoed kan worden, en door het ontbreken van een drainerend loopje ligt ook hier de grondwaterstand vlak aan maaiveld.

Er is zodoende ook in dit profiel een laag productieve vegetatie aanwezig, met vooral in de slenk veel Vetblad. Daarnaast groeien (ook) hier veel andere soorten die gebonden zijn aan gebufferde omstandigheden (Blauwe zegge, Geelgroene zegge, Parnassia, Moerasviooltje, Blauwe knoop en Ruw walstro), en ook hier komen in combinatie hiermee soorten van meer zure omstandigheden (Ronde en Kleine zonnedauw en Waternavel).

Detaildwarsprofiel 4: situatie met bronloopjes

In dit dwarsprofiel liggen drie bronloopjes. Het westelijke loopje is 15 cm diep, het loopje middenin is 20 cm diep en het loopje aan de oostzijde is 25 cm diep. Het oostelijke loopje

snijdt volledig door de veenlaag heen en de twee andere loopjes snijden de veenlaag aan. Vooral het diepe oostelijke loopje heeft getuige de relatief hoge EGV en pH een sterk drainerende werking op het gebufferde grondwater. De drainerende werking van de loopjes leidt ook tot verlaagde grondwaterstanden (10 à 15 cm -mv).

In dit dwarsprofiel is (vanwege de versterkte mineralisatie van de veenlaag als gevolg van de verdroging) een zeer productieve vegetatie aanwezig: op de oevers groeit veel veel Veldrus en verder van de loop af groeit Riet, Moerasspirea, Grote wederik, Pijpenstrootje en Sint janskruid. Ook hier is het loopje vanwege de aanwezigheid van de hoog productieve vegetatie op de oevers onbegroeid. Bovendien is in dit dwarsprofiel geheel geen Vetblad aangetroffen. Op bescheiden schaal zijn wel Parnassia, Kleine valeriaan, Waternavel, Ruw walstro, Tormentil en Blauwe knoop aanwezig.

Detaildwarsprofiel 5: situatie met bronloopjes

Beide loopjes zijn circa 25 cm diep en doorsnijden de veenlaag die hier aanwezig is in zijn geheel. Aan de noord- en zuidzijde ligt de grondwaterstand op circa 10 cm -mv en in het middendeel (ondanks de sterk drainerende werking van de loopjes / vanwege de sterke kwel) vlak aan maaiveld. Ook hier hebben de loopjes (vooral getuige de relatief hoge EGV-waarden) een sterk drainerende werking op het gebufferde grondwater. Vanwege de mineralisatie van de veenlaag en (in deze zone) ook vanwege het minder frequent uitvoeren van het maaibeheer is de vegetatie in dit dwarsprofiel zeer ruig / productief, en bestaat grotendeels uit Riet (90%). Daarnaast zijn Grote brandnetel en Koninginnekruid aanwezig.

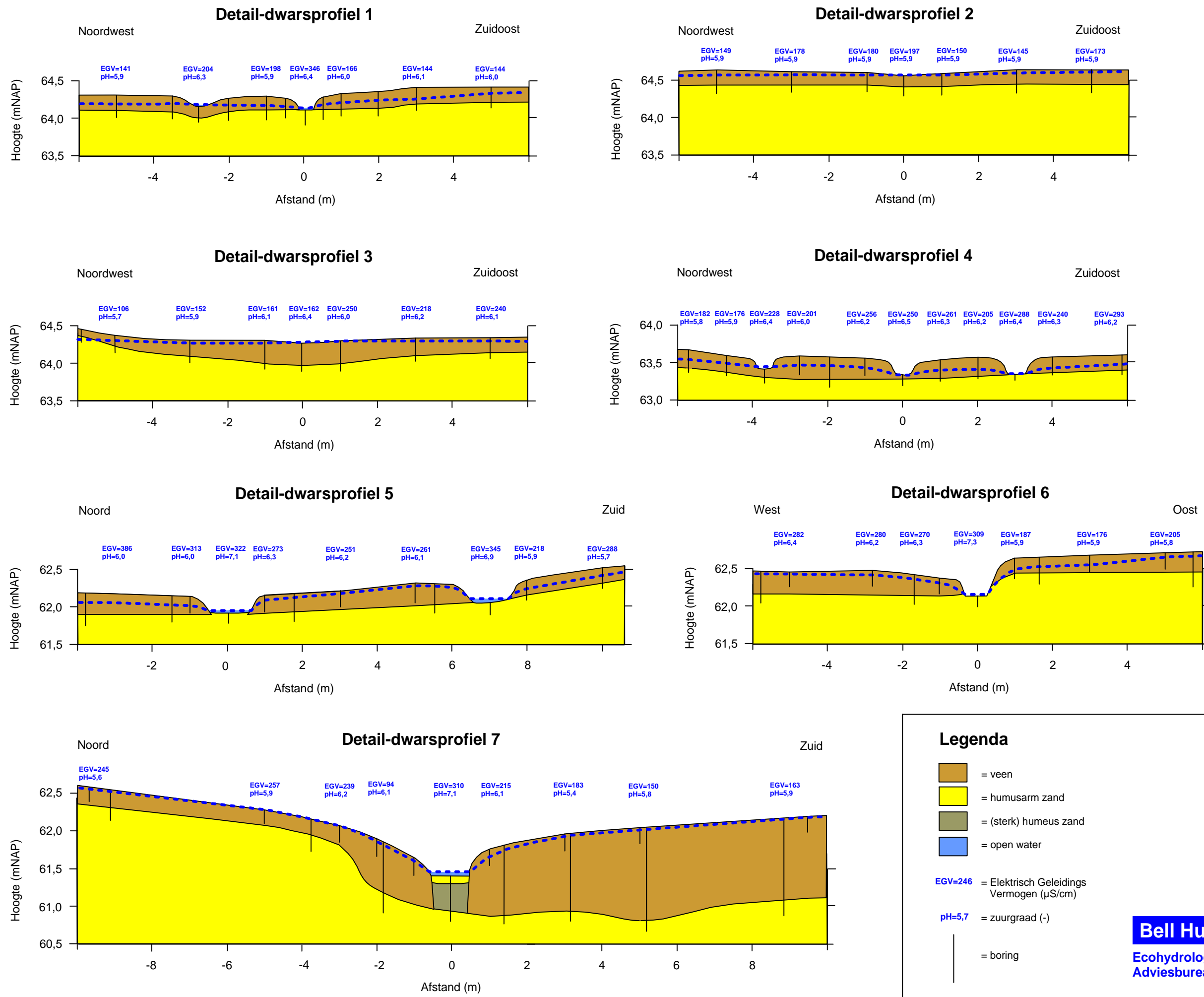
Detaildwarsprofiel 6: situatie met greppel in het broekbos

De greppel is 25 cm diep ten opzichte van de westelijke oever en 50 cm diep ten opzichte van de oostelijke oever. De greppel doorsnijdt de veenlaag die hier aanwezig is. Ook deze greppel heeft (getuige de relatief hoge EGV en pH-waarden die hierin zijn gemeten) een sterk drainerende werking op het gebufferde grondwater. In de greppel groeien geen planten. In de omgeving is Elzenbroekbos met een ruige ondergroei aanwezig. Op de oevers groeit Klaverzuring, Framboos, Brede stekelvaren, Grote brandnetel, Robertskruid, Wijfjesvaren, Riet, Bitterzoet, een enkele Berk en Lijsterbes. Hoewel hier en daar Zwarte bes groeit is dit dus niet bepaald een vegetatie van een Elzenbroekbos.

Detaildwarsprofiel 7: situatie met de Mosbeek

De beekloop is hier 35 cm diep ten opzichte van de huidige oever. Vanwege mineralisatie van de veenbodem is vooral in de oeverzone het maaiveldsniveau waarschijnlijk relatief ver gedaald. Ten opzichte van het maaiveld van de dalbodem verder van de beekloop af is de beek circa 50 cm diep. Ook de beek heeft zodoende een sterk drainerende werking op het kwelwater. Door de sterke kwel die in het dal optreedt ligt de grondwaterstand aan weerszijden van de loop op 14-4-2015 echter toch niet heel ver beneden maaiveld, maar in de loop van de zomer zal dat naar verwachting met name in de zone direct langs de beek wel enigszins gebeuren.

In het dal zijn hier (behalve veel van de bij w136 genoemde soorten) ook aanwezig: Liesgras, Bitterzoet, Gevlekte dovennetel, Schaduwgras, Grote valeriaan en Grote braam. Dit zijn dus allemaal soorten van voedselrijke omstandigheden. Op een enkele plek groeit (buiten het dwarsprofiel) wel Bosbies, maar andere soorten van goed ontwikkeld Elzenbroekbos (zoals Dotterbloem) ontbreken (nagenoeg) in het bosgebied. Dotterbloem groeit wel (met enkele exemplaren) langs de beekloop.



Figuur 7.1 Detail-dwarsprofielen van het brongebied van de Mosbeek

8 Synthese en conclusies

Het brongebied van de Mosbeek ligt hoog op de westflank van de stuwwal van Ootmarsum. De stuwwal van Ootmarsum bestaat grotendeels uit slecht doorlatende Tertiaire klei. Aan / nabij maaiveld liggen geïsoleerde voorkomens van goed doorlatende Pleistocene rivierzanden (al dan niet afgedekt met een laagje 'keileem', vooral in de vorm van lemig zand). Deze opbouw verklaart het voorkomen van bronnen in het brongebied van de Mosbeek en andere hoog op de stuwwal gelegen brongebieden: het regenwater dat hoog op de stuwwal in het (15 à 20) meter dikke zandpakket infiltreert kan vanwege de aanwezigheid van de zeer dikke laag Tertiaire klei (van ruim 85 m) praktisch niet wegzijgen naar de ondergrond en moet dus zijdelings afstromen en uit treden in de bronnen (zie figuur 2.2). Het uit treden van bronwater wordt daarbij extra gestimuleerd door het dunner worden van het watervoerende pakket in de stromingsrichting van het grondwater, enerzijds door het iets omhoog komen van de bovenzijde van de Tertiaire klei en dus de hydrologische basis van het systeem en anderzijds door het dalen van het maaiveld in deze richting.

Ten westen van de stuwwal ligt de Slenk van Reutum (zie figuur 2.2). In de slenk is (onder een keileemlaag) een watervoerend pakket aanwezig bestaande uit grofzandige rivierzanden. Uit het watervoerende pakket wordt grondwater onttrokken. Uit systeemmodellen volgt dat deze onttrekking vanwege de aanwezigheid van de zeer dikke laag gestuwde Tertiaire kleien onder het bronsysteem hoogstwaarschijnlijk geen negatief effect heeft op de bronnen hoog op de stuwwal en dus ook niet op het brongebied van de Mosbeek. De systeemweerstand is hiervoor te groot (De Meij, Den Otter, Stroet en Horsthuis, 2015).

Opvallend is dat het bronveen uitsluitend gevoed wordt vanuit het noordoosten, en dus niet vanuit het oosten / zuidoosten (ofwel het heidegebied van de Paardenslenkte) terwijl ook dit gebied voldoende hoog ligt om intrekgebied te kunnen zijn (zie figuur 4.1). In het heidegebied van de Paardenslenkte is de grondwaterstand in het oppervlakkige zandpakket namelijk circa vier meter lager dan in het gebied ten noordoosten van het bronveen, en zelfs lager dan in het hoge deel van het bronveen zelf. Het heidegebied van de Paardenslenkte behoort dus tot een ander lokaal systeem (namelijk het dalsysteem van de Brunnikhuiserbeek). Het hoge deel van het bronveen wordt zelfs niet gevoed vanuit de hoge delen van de flanken van het dal van de Mosbeek zelf. Vanaf de lage delen van de dalflanken treedt wel voeding op van de lager gelegen delen van het bronsysteem (lage deel van het bronveen en het broekbos).

In het brongebied is aan de oppervlakte een lemige deklaag aanwezig (zie figuur 4.2). Deze lemige deklaag heeft een zekere weerstand. De aanwezigheid ervan zorgt ervoor dat het grondwaterreservoir van waaruit de bronnen worden gevoed niet gelijk leegstroomt, maar dat er sprake is van een meer geleidelijke voeding.

Vanwege de aanwezigheid van dit reservoir heeft het systeem ook een geheugen voor meerjarige perioden van natte dan wel droge jaren: in reeksen van natte jaren wordt het reservoir tot op zeer hoog niveau gevuld, en in reeksen van droge jaren stroomt het reservoir tot op laag niveau leeg. Als gevolg hiervan kenmerken dergelijke systemen zich door de aanwezigheid van een sterke langjarige fluctuatie, die (vanwege de reservoirwerking) niet altijd goed synchroon loopt met het verloop van het neerslagoverschot. Extra complicatie is dat de onverzadigde zone in het intrekgebied minimaal enkele meters dik is, waardoor ook de grondwateraanvulling niet goed synchroon loopt aan het neerslagoverschot: pas als het flink regent passeert het meeste regenwater de onverzadigde zone / verdampt er weinig water, maar bij kleinere neerslaghoeveelheden is de effectieve aanvulling veel geringer. Het is daarom moeilijk om voor dit soort systemen met Menyanthes goede tijdreeksmodellen te vervaardigen.

Ondanks de tekortkomingen kunnen aan de hand van de tijdreeksmodelleringen toch wel belangrijke zaken worden afgeleid. Belangrijkste resultaat is dat er met deze methode (gedurende de meetperiode, dus vanaf 1995) in de zones waar de peilbuizen met lange meetreeksen staan (intrekgebied en hoog in het bronveen) geen verlaging kan worden gedetecteerd die los staat van het verloop van de neerslag en de verdamping en het reservoir-effect. Ofwel: er zijn op grond van deze methode geen aanwijzingen dat de relatief lage grondwaterstanden in de periode vanaf 2006 ten opzichte van de periode voor 2006 worden veroorzaakt door aantasting van het intrekgebied. Belangrijke onderbouwing hiervoor is dat de (met de simulatie op basis van de oude meetreeks van B28F0149) voor 2015 berekende grondwaterstanden behoorlijk goed overeenkomen met de hier gemeten grondwaterstanden van de nieuwe peilbuis (B27). In combinatie hiermee is ook in de resultaten van de nabij aanwezige peilbuis B28F0177 (die in een naburig lokaal systeem op de stuwwal staat) te zien dat hier vanaf 2011 weer het niveau wordt bereikt dat op grond van het verloop van de neerslag en verdamping verwacht mag worden. En ook bij de peilbuizen in het brongebied is te zien dat sinds enkele jaren (vanaf 2014) de gemeten grondwaterstanden ook in de zomer weer min of meer op het niveau van de berekende grondwaterstanden liggen.

Met name de bovenrand van het bronsysteem fluctueert mee met de fluctuaties in het intrekgebied. Dus als in een reeks van droge jaren het reservoir minimaal gevuld is, en vervolgens door een droge zomer ook het verdampingsoverschot groot is, dan zakt met name hier de grondwaterstand ver weg, en dit is dus eigen aan het systeem. Wel bestaat de mogelijkheid dat als gevolg van een verandering in klimatologische omstandigheden een dergelijke situatie (met een opeenvolging van droge jaren / extreem droge zomers) zich vaker dan voorheen voordoet, maar dit aspect is niet onderzocht.

Veranderingen kunnen zich ook al voor hebben gedaan voor aanvang van de grondwaterstandsmetingen (in 1995) en ook bestaat de mogelijkheid dat er sprake is van een zeer geleidelijk verlopende verandering die niet met de gehanteerde methode gedetecteerd wordt. Zo heeft de afgelopen eeuw in het intrekgebied omvorming van heide naar bos en landbouwgronden (zowel grasland als akkers) plaatsgevonden en de landbouwgronden zijn met name de afgelopen halve eeuw steeds productiever geworden. Het verdampingsverlies van bos en de (hoogproductieve) landbouwgronden is veel groter dan van de schrale heidevegetaties die voorheen aanwezig waren. Als gevolg hiervan is de grondwateraanvulling in het intrekgebied geleidelijk aan verminderd, waardoor dus ook de voeding van het brongebied geleidelijk aan is afgenomen.

Uit de metingen in de detaildwarsprofielen (zie figuur 7.1) volgt dat er ook sprake is van verdroging als gevolg van aantastingen van het brongebied zelf, niet alleen als gevolg van de drainerende werking van sloten en greppels, maar ook als gevolg van de drainerende werking van de ingesneden bronloopjes en de beekloop van de Mosbeek. Alle waterlopen (dus ook de bronloopjes) draineren het gebufferde bronwater namelijk in versterkte mate, waardoor dit in mindere mate in de wortelzone van de vegetatie van het bronveen, de bronweide en het broekbos kan doordringen. Bovendien valt hierdoor ook de veenlaag die overal in het brongebied aanwezig is vaker / sneller droog waardoor versterkte mineralisatie van het veen optreedt, wat dus voor eutrofiëring zorgt. In het bronveen is door de eutrofiëring met name op de oevers van de loopjes een (relatief) ruige vegetatie aanwezig (met vooral veel Veldrus). Hierdoor worden de loopjes sterk beschaduwd, waardoor er in de loopjes zelf geen vegetatie groeit, terwijl dit nou net de zone is met de sterkste toevoer van gebufferd bronwater. Daar waar (hogerop de helling) geen insnijding van de bronloopjes heeft plaatsgevonden, maar de afvoer van bronwater plaatsvindt via brede (naadloos op de omgeving aansluitende) slenkjes, treedt het gebufferde bronwater wel diffuus uit, er is geen sprake van verdroging en treedt dus ook geen mineralisatie van de veenlaag op waardoor hier ook geen probleem van beschaduwing speelt. Zodoende komen in deze natuurlijke slenken goed ontwikkelde vegetaties voor, met vooral in de brede slenken soorten van meer gebufferde omstandigheden.

De verdroging (en de hiermee samenhangende andere verstoringen) als gevolg van de drainerende werking van de waterlopen in het brongebied speelt zich lager op de helling af dan de zone waarin de oude peilbuizen staan, dus aan de hand van de meetreeksen hiervan kunnen deze veranderingen dan ook niet gedetecteerd worden. Maar zelfs al zouden er in deze zone al lange tijd peilbuizen aanwezig geweest zijn, dan nog zou het lastig zijn om hiermee de veranderingen hiermee te detecteren, omdat het slechts om kleine en geleidelijk verlopende grondwaterstandsverlagingen gaat (met wel grote consequenties).

De verdroging als gevolg van de drainerende werking van de waterlopen in het brongebied zelf speelt waarschijnlijk al zeer lang (meerdere decennia) een rol. Wel kunnen met name de bronloopjes in het brongebied zelf de afgelopen decennia als gevolg van terugschrijdende erosie dieper zijn geworden en tot hoger op de helling zijn ingesneden. Dit kan enerzijds verklaren dat zure soorten in sterkere mate lager op de helling van het bronveen zijn doorgedrongen en anderzijds (vanwege de beschaduwing van de bronloopjes door de ruige oevervegetatie) ook de sterke afname van Armbloemige waterbies verklaren.

Uit de resultaten van het hydrochemisch onderzoek volgt dat grondwater in het intrekgebied sterk zuur, chloriderijk en nitraatrijk is en ook een aanzienlijke hoeveelheid sulfaat bevat. Dit is het gevolg van intensieve bemesting in het intrekgebied in combinatie met atmosferische depositie. Gedurende de stroming van het grondwater naar het brongebied, en met name bij de opwaartse stroming in het brongebied zelf, dalen de nitraatconcentraties in sterke mate, stijgen de sulfaatconcentraties in lichte mate en neemt de alkaliniteit (relatief gezien) sterk toe. Daarbij is het grondwater ijzerarm en is de permanent waterverzadigde ondergrond in het brongebied oranje gekleurd. Deze waarnemingen duiden erop dat er tijdens de stroming denitrificatie optreedt, en dat het hierbij behalve om denitrificatie met organische stof ook om denitrificatie door oxidatie van gereduceerde ijzer- en/of zwavelverbindingen gaat. In samenhang met de denitrificatie treedt ook alkalinisatie van het grondwater op. Dit betekent echter niet dat er sprake is van alkalinisatie van het bronsysteem als geheel, want in het intrekgebied heeft immers eerst verzuring plaatsgevonden. Wel zorgt deze alkalinisatie ervoor dat het grondwater in het brongebied toch gebufferd is, ondanks de verzuring van het grondwater in het intrekgebied.

Ondanks het optreden van denitrificatieprocessen bereikt een deel van de nitraat toch de bronnen en vindt ook belasting van de bronnen plaats met sulfaat. De hoge nitraatconcentraties voorkomen ook dat er in de ondergrond ijzerreductie plaatsvindt, waardoor er maar weinig ijzer wordt aangevoerd. Deze omstandigheden leveren allerlei risico's op voor de vegetatie van het brongebied: er treedt eutrofiëring op als gevolg van de voeding met het nitraathoudende water, er kan sulfidetoxiciteit ontstaan, er kan onder invloed van het sulfaatrijke grondwater mobilisatie van fosfaat uit de bodem optreden en de hoge nitraatconcentraties in het kwelwater kunnen leiden tot de afbraak van organisch materiaal in de toplaag van de bodem waardoor het fosfaat dat in het organisch materiaal is vastgelegd vrijkomt.

Hoewel de belasting van de bronnen met het nitraatrijke, sulfaathoudende grondwater dus een belangrijke bedreiging vormt, vormt dit echter geen verklaring voor de verzuring van het bronveen die is afgeleid op basis van de verschuivingen die de afgelopen decennia in de vegetatie zijn opgetreden. Een deel van de mogelijke verklaring (lager in het bronveen) betreft dus de eerder genoemde sterkere insnijding van de bronloopjes. Een tweede mogelijke verklaring betreft een nog altijd voortschrijdende en geleidelijk aan verlopende (en zodoende lastig te detecteren) vermindering van de grondwateraanvulling in het intrekgebied als gevolg van de steeds verder toegenomen productiviteit van de landbouwgronden en een hiermee gepaard gaand sterker verdampingsverlies. Verder heeft de verzuring zich vooral voltrokken in het hoge deel van het bronveen, in feite buiten de zone waar veen aanwezig is en kwelwater aan de oppervlakte komt. Deze zone zonder of met weinig kwelwaterinvloed en een veel lager organisch stofgehalte is ook

sterk gevoelig voor verzuring. Hier kan (net als in veel andere weinig gebufferde systemen elders in het land) alleen al de (in het verleden hoge) atmosferische depositie de oorzaak zijn van de geconstateerde verzuring. Dit is vaak ook een sluipend proces dat nog niet gelijk tot uiting komt. Wellicht is dit wel gebeurd in combinatie met de reeks van droge jaren vanaf 2006.

9 Beschermings- en herstelmaatregelen

Op basis van de resultaten van de systeemanalyse, bespreking van deze resultaten met de projectgroep (op 27-5-2016) en een gezamenlijk veldbezoek met de projectgroep (op 31-8-2016) is een overzicht gemaakt van de benodigde beschermings- en herstelmaatregelen voor het brongebied van de Mosbeek. Bij dit veldbezoek waren ook twee deskundigen van het Fieldlab aanwezig: F. Eysink (ecoloog) en J. van Bakel (hydroloog).

De maatregelen die in dit hoofdstuk worden behandeld zijn ook opgenomen in het inrichtingsplan dat momenteel door de deskundigen van het Fieldlab voor het volledige Dal van de Mosbeek wordt uitgewerkt. Het inrichtingsplan van het Fieldlab omvat dus een veel omvangrijker gebied. Bij de onderstaande uitwerking worden alleen maatregelen behandeld die relevant zijn voor het onderzochte brongebied van de Mosbeek. Tweede verschil is dat bij de onderstaande uitwerking op meer gedetailleerde wijze wordt ingegaan op de benodigde maatregelen in het brongebied zelf.

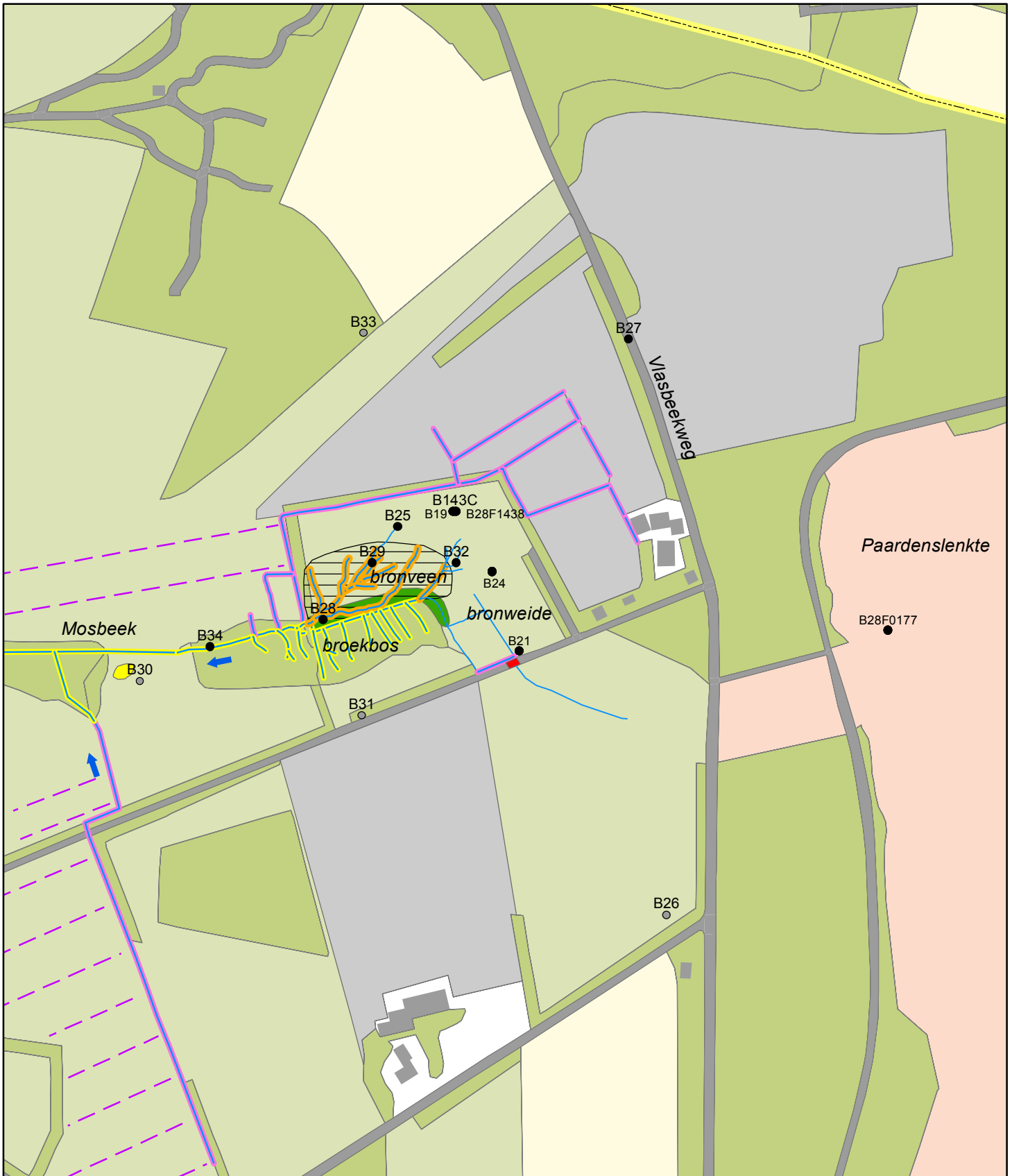
De maatregelen zijn als volgt (zie figuur 9.1):

- Het op termijn dempen van de greppels en de afvoersloot van het graslandperceel ten noorden en noordoosten van het brongebied, nadat het perceel voldoende is verschaald, om te voorkomen dat via de te herstellen grondwateraanvoer veel nutriënten in het brongebied belanden. De sloot en de greppels dienen te worden gedempt met schoon, voedselarm en leemhoudend zand. Het verschralen van de bodem gaat in principe het snelst / meest effectief door middel van het afgraven van de fosfaatrijke bovengrond, maar dat zou in dit perceel ten koste gaan van de functie als voedingsgebied, aangezien verwacht mag worden dat na dempen van de sloot en greppels de grondwaterstand in natte winterperiodes tot aan maaiveld zullen reiken. Daarom is het in dit perceel beter om te kiezen voor verschraling middels uitmijning.
- Het verwijderen van de buisdrainage in het perceel ten westen van het brongebied.
- Het verwijderen van de buisdrainage en het dempen van de afvoersloot in het zuidwestelijke zijdal.
- Het herstellen van de diffuse afstroming van het bronwater via de natuurlijke slenkjes van het brongebied middels het dempen van de ingesneden bronloopjes, zodat de verdrogende werking van deze ingesneden bronloopjes wordt weggenomen. Ook hiervoor kan het best schoon, voedselarm en leemhoudend zand worden gebruikt. Om nieuwe erosie te voorkomen is het raadzaam om in combinatie hiermee kleine keiendammetjes (of plaggen) in de te dempen loopjes aan te brengen. Nadat het probleem van de terugschrijdende erosie vanuit de Mosbeek is weggenomen en de te herstellen slenkjes begroeid zijn geraakt zal de erosiegevoeligheid in de nieuwe situatie ook sterk verminderd zijn. Gezien de hoge actuele waarde en kwetsbaarheid van het brongebied dienen de werkzaamheden op zeer kleinschalige wijze, gefaseerd, onder deskundige begeleiding en in handkracht (met kruiwagens) te worden uitgevoerd. Ook een nazorgprogramma is belangrijk: na de eerste inrichting dienen de ontwikkelingen goed te worden gevolgd en dient zo nodig bijgestuurd te worden.
- Door de vernatting die als gevolg van het dempen van de ingesneden bronloopjes optreedt bestaat het risico dat vanuit de gemineraliseerde veenlaag in versterkte mate voedingsstoffen vrijkomen. Het is gezien dit risico in de eerste plaats verstandig om bij het dempen van de ingesneden bronloopjes gefaseerd te werken en in de tweede plaats als begeleidende maatregel het zeer kleinschalig / gefaseerd plaggen van de (nu al vaak relatief ruige zones) langs de te dempen loopjes te overwegen om dit ongewenste neveneffect weg te nemen.

- Ook de sterk drainerende werking van de greppels in het broekbos en de diep ingesneden Mosbeek dient te worden tegengegaan, zodat herstel op kan treden van het waardevolle Bittere veldkers - Elzenbroekbos. Dit kan het best worden gedaan door middel van het aanbrengen van robuuste keiendammen (van minimaal 5 meter) in combinatie met zandsuppletie, zowel in de Mosbeek als in de greppels. Met deze methode wordt de benodigde verregaande verondieping / demping namelijk met behoud van een geschikt leefmilieu voor de macrofauna gerealiseerd. Voor de Beekprik is de toepassing van grindhoudend zand gunstig. Ook dient in vergelijking met het bronveen de inrichting hier veel robuuster te worden, vanwege de sterkere erosiegevoeligheid van de bedding: door de beschaduwing zal de bedding namelijk grotendeels onbegroeid blijven en zo laag in het systeem zijn ook de afvoeren hoger. In combinatie met de keiendammen kunnen eventueel ook takkenbossen / boomstammen aangebracht worden. De aanwezige boomstronken langs de oevers kunnen daarbij als verankering worden gebruikt. In de omgeving (Springendalse Beek en Hazelbeek) zijn met deze werkwijze al goede ervaringen opgedaan.
- In combinatie met de verregaande verondieping van de Mosbeek dient het gat dat is ontstaan bij het opschonen van de bron bij B30 met zand te worden opgevuld.
- Om de ontwikkelingskansen voor waardevolle bronveenvegetaties te verbeteren is ook terugdringing van het Wilgenstruweel en de Rietverruiging in het lage deel van het bronveen, op de overgang naar het Elzenbroekbos, wenselijk. Hiertoe dienen de Wilgen te worden verwijderd en dient de ruige Rietvegetatie jaarlijks gemaaid te worden.
- Om de daling van het drainageniveau van de bovenloopslenk als gevolg van het hier afgraven van de bovengrond (bij het uitvoeren van een natuurontwikkelingsproject) te compenseren is verhoging van de voorde in de onverharde weg gewenst.
- Om de drainerende werking van de sloot langs de onverharde weg ten westen van de voorde weg te nemen dient deze sloot te worden gedempt.
- Beëindiging van de bemesting van de landbouwgronden in het intrekgebied en (hogerop de helling) liefst ook het verwijderen van de fosfaatrijke toplaag voor verregaande verschraling van de bodem, zodat er snel een veel laagproductieve heide(achtige)vegetatie ontstaat, met beperkt verdampingsverlies en dus betere grondwateraanvulling in het intrekgebied. Bovendien wordt op deze wijze de ecologische ontwikkeling van de betreffende deelgebieden zelf sterk verbeterd. Omdat de grondwaterstand in het intrekgebied ook in natte winterperioden niet tot nabij maaiveld reikt gaat het afgraven van de fosfaatrijke niet ten koste van de functie als voedingsgebied. In relatie tot het brongebied is uitvoering van deze maatregel vooral uitermate belangrijk in het landbouwperceel ten oosten van peilbuis B27: dit perceel ligt namelijk precies in de hoofdstroombaan van het grondwater naar het brongebied.

Om dezelfde reden kan ook het kappen van bos en omvorming hiervan tot heide in het intrekgebied overwogen worden. Probleem hierbij is echter dat het bos een bepaalde ecologische waarde heeft. Dus ten aanzien van de wenselijkheid van deze maatregel zal nog nadere afweging plaats moeten vinden van de voor- en nadelen. Vooralsnog is deze maatregel daarom niet op de maatregelenkaart aangegeven.

Op grond van de eerste isohypsenkaart (figuur 4.1) is duidelijk dat er ook voeding van het bronsysteem is vanaf de Duitse zijde, maar onduidelijk is in hoeverre het intrekgebied zich over de rijksgrens uitstrekt. Door middel van nader onderzoek kan worden afgeleid in hoeverre dit het geval is zodat bepaald kan worden of ook hier maatregelen wenselijk zijn.



Legenda

- peilbuis
- peilbuis (wordt niet opgenomen)
- ← stroming oppervlaktewater
- greppel / bronloopje
- rijksgrans

maatregelen

- dempen sloot / greppel
- dempen ingesneden bronloopje
- verondiepen beek / greppel middels zandsuppletie
- verwijderen buisdrainage
- verhogen voorde

- opvullen afgraving met zand
- ▭ zoekgebied zeer kleinschalig pluggen
- terugdringen wilgenstruweel en rietruigte
- beëindigen bemesting intrekgebied en verschraling van de bodem

Literatuur

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.

Horsthuis, M.A.P. & L. van Tweel-Horsthuis, 2001. Meer dan vijftig jaar vegetatieonderzoek in het brongebied van de Mosbeek – Overzicht van de bijzondere plantensoorten en het gevoerde beheer. Artikel in *Stratiotes* 23.

Horsthuis, M.A.P. & L. van Tweel-Horsthuis, 2002. Een rasterkartering in het brongebied van de Mosbeek. Artikel in *Stratiotes* 24.

Kieskamp, A.A.M, 2014. Hydro-ecologische systeemanalyse van het brongebied van de Mosbeek. Onderzoek uitgevoerd in kader van masterstage aan de Radboud Universiteit Nijmegen, tevens begeleid vanuit de Unie van Bosgroepen.

Landschap Overijssel, 2007. Dal van de Mosbeek, evaluatie en beheervisie 2007.

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

Overzicht bijlagen

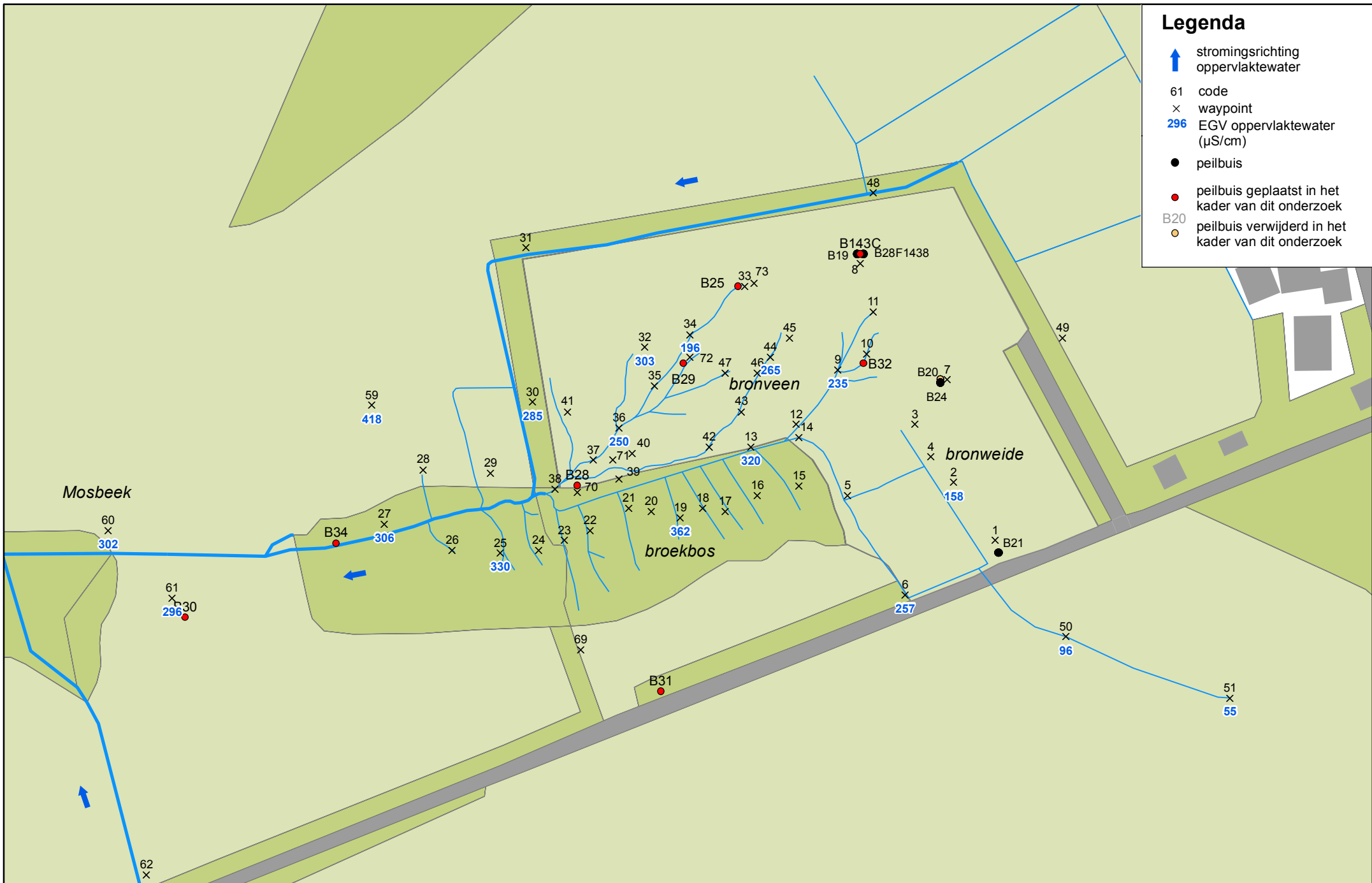
- 1 Resultaten inventarisatie oppervlaktewatersysteem
- 2 Technische gegevens en boorbeschrijvingen van de nieuwe peilbuizen
- 3 Grafieken van de meetreeksen van de nieuwe peilbuizen
- 4 Controle en correctie van de meetreeksen van de oude peilbuizen
- 5 Grafieken van de gecorrigeerde meetreeksen van de oude peilbuizen
- 6 Resultaten tijdreeksanalyse met behulp van Menyanthes
- 7 Analyseresultaten hydrochemisch onderzoek
- 8 Aanpassing hydrologisch meetnet brongebied Mosbeek

Bijlage 1 Resultaten inventarisatie oppervlaktewatersysteem

Bijlage 1 Resultaten inventarisatie oppervlaktewatersysteem

20-11-2014

waypoint	drooglegging	waterdiepte	EGV	opmerking
2	5	15	158	hoofdgreppel
6	0	15	257	kwelplek
9	10	10	235	bronloopje
12	20	10		loopje in wilgenbroek
13	30	5	320	hoofdloop
19	20	1	362	zijgreppel
24	30	1		zijgreppel
25	30	1	330	zijgreppel
27	40	5	306	Mosbeek
29	50	1		lange zijgreppel
30	90	5	285	sloot
31	100	0		sloot (droog)
32	25	2	303	bronloopje
34	5	5	196	bronloopje
36	25	2	250	bronloopje
44	5	2	265	bronloopje
47	10	0		bronloopje
48	60	0		sloot (droog)
50	0	20	96	slenk
51	0	20	55	slenk
54	80	0		sloot (droog)
59	-	-	418	kwelplek
60	40	10	302	Mosbeek
61	-	-	296	bronnetje
62	100	5		sloot
64	100	5		sloot



Legenda

- ↑ stromingsrichting oppervlaktewater
- 61 code
- x waypoint
- 296 EGV oppervlaktewater (µS/cm)
- peilbuis
- peilbuis geplaatst in het kader van dit onderzoek
- B20 peilbuis verwijderd in het kader van dit onderzoek

Bijlage 2 Technische gegevens en boorbeschrijvingen van de nieuwe peilbuizen

Brongebied Mosbeek

Objectcode:

Kaartblad: 28F

Meetpunt	Ref.hoogte meetpunt		Maaiveld cm NAP	Tot.lengte cm	Filterlen. cm	Bk filter cm NAP	Ok filter cm NAP	Diam. bi/bu mm
	cm NAP	cm +mv						
B033	6774	-6	6780	513	100	6361	6261	36/40
B027	6917	-3	6920	784	100	6233	6133	36/40
B026	6726	-9	6735	510	100	6316	6216	36/40
B143C	6589	41	6548	546	100	6143	6043	36/40
B025	6482	28	6454	192	50	6340	6290	36/40
B029A	6422	39	6383	148	50	6324	6274	36/40
B029B	6418	35	6383	545	100	5973	5873	36/40
B028A	6260	41	6219	136	50	6174	6124	36/40
Bo28B	6256	37	6219	548	100	5808	5708	36/40
B032	6505	40	6465	191	50	6364	6314	36/40
B031A	6540	44	6496	207	50	6383	6333	36/40
B031B	6536	40	6496	559	100	6077	5977	36/40
B030A	6212	50	6162	158	50	6104	6054	36/40
B030B	6208	46	6162	558	100	5750	5650	36/40
B034	6239	55	6184	211	50	6078	6028	36/40

Meetpunt	Coördinaten		Materiaal	Afwerking	Opmerking
	X	Y			
B033	255738	496586	PVC	onder straatpot	
B027	255915	496582	PVC	onder straatpot	
B026	255940	496198	PVC	onder straatpot	
B143C	255799	496467	PVC	in mantelbuis	
B025	255761	496457	PVC	in mantelbuis	
B029A	255744	496433	PVC	in mantelbuis	
B029B	255744	496433	PVC	in mantelbuis	kwel, buis stroomt over
B028A	255711	496395	PVC	in mantelbuis	
Bo28B	255711	496395	PVC	in mantelbuis	kwel, buis stroomt over
B032	255800	496433	PVC	in mantelbuis	
B031A	255737	496331	PVC	in mantelbuis	
B031B	255737	496331	PVC	in mantelbuis	
B030A	255589	496354	PVC	in mantelbuis	
B030B	255589	496354	PVC	in mantelbuis	
B034	255636	496377	PVC	in mantelbuis	

Datum plaatsen hydrologische meetpunten: periode 28-11-2014 tm 6-1-2015

Uitgevoerde werkzaamheden: - Plaatsen peilbuizen, voorzien van mantelbuis en dataloggers.
- Inmeten referentiehoogten meetpunten dmv RTK-GPS.

Opmerking: - Peilbuizen zijn op 6-1-2015 voorzien van dataloggers (Keller) voor de registratie van de grondwaterstand (f = 1 x per dag, om 12.00 u).

Boorbeschrijvingen:

Terreinnaam:	Mosbeek	Boringnummer:	B033
Beschreven door:	R. Buijs	Datum:	2-dec-14
Kaartblad nr.:	28F	X-coördinaat:	255738
		Y-coördinaat:	496586

Plaatsomschrijving:

Hoogte maaiveld: 67.80 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	40	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), donker bruin-grijs, matig humeus, weinig wortelresten, kalkloos (<0.5% CaCO ₃)
40	70	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), geel-bruin, kalkloos (<0.5% CaCO ₃), weinig roest, enkele fibers
70	120	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm) tot matig grof (Mz: 210-300 µm), licht grijs-oranje, kalkloos (<0.5% CaCO ₃), veel roest, 80-100 µm
120	225	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm) tot matig grof (Mz: 210-300 µm), licht bruin-grijs, zwak lemig, kalkloos (<0.5% CaCO ₃), iets roestvlekken, pH 4,5
225	260	zand, licht grijs-oranje, zwak lemig, kalkloos (<0.5% CaCO ₃), enkele lemige stukjes met veel roest
260	280	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm) tot matig grof (Mz: 210-300 µm), licht grijs, kalkloos (<0.5% CaCO ₃), enkele steentjes, pH 4,5
280	500	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm) tot matig grof (Mz: 210-300 µm), licht grijs-oranje, lemig, kalkloos (<0.5% CaCO ₃), veel roest, pH 4,5

500 Boring beëindigd.

Boormethode:		Bentonie: nee
		GHG: 225 cm -mv
Opmerkingen:	AGWST: 290 cm -mv	GLG: ? cm -mv

Terreinnaam:	Mosbeek	Boringnummer:	B027
Beschreven door:	R. Buijs	Datum:	28-nov-14
Kaartblad nr.:	28F	X-coördinaat:	255915
		Y-coördinaat:	496582

Plaatsomschrijving:

Hoogte maaiveld: 69.20 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	25	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm), donker bruin-grijs, humeus, weinig wortels, kalkloos (<0.5% CaCO ₃)
25	50	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm), geel-bruin, kalkloos (<0.5% CaCO ₃), humusfibers
50	60	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm), donker bruin-grijs, matig humeus, kalkloos (<0.5% CaCO ₃)
60	75	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm), licht bruin, zwak humeus, kalkloos (<0.5% CaCO ₃), spoor roest, enkele humusfibers
75	110	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), oranje-bruin, zwak grindig, weinig stenen (>= 63-200 mm), kalkloos (<0.5% CaCO ₃), veel roest,
110	130	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), geel, kalkloos (<0.5% CaCO ₃), spoor roest
130	160	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm), oranje, zwak lemig, kalkloos (<0.5% CaCO ₃), veel roest
160	270	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), oranje, zwak lemig, kalkloos (<0.5% CaCO ₃), afwisselend grijze zandbandjes
270	390	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), oranje-grijs, zwak grindig, kalkloos (<0.5% CaCO ₃), veel roest
390	500	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm) tot matig grof (Mz: 210-300 µm), donker oranje-grijs, matig grindig, kalkloos (<0.5% CaCO ₃), pH 4,5
500	590	zand, matig grof (Mz: 210-300 µm) tot zeer grof (Mz: 300-420 µm), donker oranje, kalkloos (<0.5% CaCO ₃)
590	670	zand, matig grof (Mz: 210-300 µm) tot zeer grof (Mz: 300-420 µm), donker oranje-grijs, grindig, kalkloos (<0.5% CaCO ₃), enkele steentjes
	800	Boring beëindigd.

Boormethode:		Bentonie: nee
		GHG: 150 cm -mv
Opmerkingen:	AGWST: 265 cm -mv	GLG: 350 cm -mv

Terreinnaam:	Mosbeek	Boringnummer:	B026
Beschreven door:	R. Buijs	Datum:	28-nov-14
Kaartblad nr.:	28F	X-coördinaat:	255940
		Y-coördinaat:	496198

Plaatsomschrijving:

Hoogte maaiveld: 67.35 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	80	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht bruin-grijs, humeus, weinig stenen (>= 63-200 mm), spoor wortels, kalkloos (<0.5% CaCO ₃),
80	85	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm), zwart, sterk humeus, kalkloos (<0.5% CaCO ₃), oud maaiveld
85	90	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm), grijs, zwak humeus, kalkloos (<0.5% CaCO ₃)
90	155	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm), licht grijs-bruin, weinig stenen (>= 63-200 mm), kalkloos (<0.5% CaCO ₃), hoekig en rond, enkele humeuse bandjes
155	180	zand, licht geel-wit, zwak lemig, kalkloos (<0.5% CaCO ₃), spoor roest
180	220	zand, licht grijs-oranje, kalkloos (<0.5% CaCO ₃), weinig roest, zwak lemig tot lemig
220	290	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm), licht grijs-wit, zwak lemig, kalkloos (<0.5% CaCO ₃), enkele roestbandjes
290	395	zand, donker oranje-grijs, zwak lemig, lemig, kalkloos (<0.5% CaCO ₃), veel roest
395	405	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht grijs, kalkloos (<0.5% CaCO ₃), gereduceerd
405	500	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), oranje-grijs, zwak lemig, lemig, kalkloos (<0.5% CaCO ₃), relatief droog

500 Boring beëindigd.

Boormethode:		Bentonie: nee
		GHG: 180 cm -mv
Opmerkingen:	AGWST: 340 cm -mv	GLG: 400 cm -mv

Terreinnaam:	Mosbeek	Boringnummer:	B143C
Beschreven door:	R. Buijs	Datum:	8-dec-14
Kaartblad nr.:	28F	X-coördinaat:	255799
		Y-coördinaat:	496467
Plaatsomschrijving:			
Hoogte maaiveld:	65.48	m NAP	

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	40	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), donker bruin, sterk humeus, wortels, kalkloos (<0.5% CaCO ₃)
40	60	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm) tot matig grof (Mz: 210-300 µm), licht grijs-bruin, kalkloos (<0.5% CaCO ₃), iets grindjes, enkele houtresten
60	90	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig grof (Mz: 210-300 µm), licht grijs, kalkloos (<0.5% CaCO ₃), enkele vuursteen tot 5 cm, pH 5,0
90	130	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm) tot matig grof (Mz: 210-300 µm), licht grijs, lemig, grindig, kalkloos (<0.5% CaCO ₃), matig stenen (cm's)
130	230	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht grijs, sterk lemig, kalkloos (<0.5% CaCO ₃)
230	370	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht grijs-oranje, kalkloos (<0.5% CaCO ₃), oranje roestbandjes, onderin natter, matig tot sterke
370	500	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht grijs, matig lemig, kalkloos (<0.5% CaCO ₃), iets oranje, enkele stenen cm's, pH 4,5

500 Boring beëindigd.

Boormethode:		Bentonie	nee
		GHG:	40 cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	60	cm -mv
		GLG:	90 cm -mv

Terreinnaam:	Mosbeek	Boringnummer:	B025
Beschreven door:	R. Buijs	Datum:	9-dec-14
Kaartblad nr.:	28F	X-coördinaat:	255761
		Y-coördinaat:	496457

Plaatsomschrijving:

Hoogte maaiveld: 64.54 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	30	veen, donker bruin, zwak zandig, veel wortels, kalkloos (<0.5% CaCO ₃), matig onveraard veen
30	70	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm) tot matig grof (Mz: 210-300 µm), licht grijs, humeus, kalkloos (<0.5% CaCO ₃), af en toe humeuze laagjes
70	140	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm) tot matig grof (Mz: 210-300 µm), licht grijs, zwak grindig, stenen (>= 63-200 mm), kalkloos (<0.5% CaCO ₃), 4 à 5 cm, pH 5,5
140	143	leem, licht grijs, sterk zandig, plantenresten, kalkloos (<0.5% CaCO ₃), roest
143	150	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht grijs, lemig, kalkloos (<0.5% CaCO ₃), spoor roest, pH 6,5 à 7,0

150 Boring beëindigd.

Boormethode:		Bentonie	nee
		GHG:	>mv cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	-5	cm -mv
		GLG:	10 cm -mv

Terreinnaam:	Mosbeek	Boringnummer:	B029
Beschreven door:	R. Buijs	Datum:	8-dec-14
Kaartblad nr.:	28F	X-coördinaat:	255744
		Y-coördinaat:	496433

Plaatsomschrijving:

Hoogte maaiveld: 63.83 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	30	veen, bruin, wortels, kalkloos (<0.5% CaCO ₃), matig onveraard
30	50	zand, donker grijs-bruin, sterk humeus, kalkloos (<0.5% CaCO ₃)
50	110	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm) tot matig grof (Mz: 210-300 µm), licht grijs, stenen (>= 63-200 mm), kalkloos (<0.5% CaCO ₃), gereduceerd, pH 5,0
110	150	leem, licht grijs, kalkloos (<0.5% CaCO ₃), sterk lemig zand, enkele stenen cm's + 8 à 10 cm
150	280	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht grijs, lemig, kalkloos (<0.5% CaCO ₃), tot sterk lemig, pH 5,0
280	470	zand, licht grijs-oranje, kalkloos (<0.5% CaCO ₃), vrij droog
470	500	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht grijs-oranje, zwak lemig, kalkloos (<0.5% CaCO ₃), pH 5,0

500 Boring beëindigd.

Boormethode:		Bentonie: nee
		GHG: 0 cm -mv
Opmerkingen:	AGWST: 0 cm -mv	GLG: 20 cm -mv

Terreinnaam:	Mosbeek	Boringnummer:	B028
Beschreven door:	R. Buijs	Datum:	3-dec-14
Kaartblad nr.:	28F	X-coördinaat:	255711
		Y-coördinaat:	496395

Plaatsomschrijving:

Hoogte maaiveld: 62.19 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	40	veen, donker bruin, bosveen, kalkloos (<0.5% CaCO ₃), matig veraard
40	70	veen, bruin, matig zandig, kalkloos (<0.5% CaCO ₃), veraard veen
70	100	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht grijs, lemig, kalkloos (<0.5% CaCO ₃), pH 5,5
100	270	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm) tot matig grof (Mz: 210-300 µm), licht grijs-oranje, zwak lemig, kalkloos (<0.5% CaCO ₃), matig roestbandjes
270	275	leem, grijs-oranje, kalkloos (<0.5% CaCO ₃), weinig roest, zandig, leembrokken
275	500	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm) tot matig grof (Mz: 210-300 µm), licht grijs-oranje, zwak lemig, weinig stenen (>= 63-200 mm), kalkloos (<0.5% CaCO ₃), veel

500 Boring beëindigd.

Boormethode:		Bentonie: nee
		GHG: 0 cm -mv
Opmerkingen:	AGWST: 15 cm -mv	GLG: 40 cm -mv

Terreinnaam:	Mosbeek	Boringnummer:	B032
Beschreven door:	R. Buijs	Datum:	15-dec-14
Kaartblad nr.:	28F	X-coördinaat:	255800
		Y-coördinaat:	496433

Plaatsomschrijving:

Hoogte maaiveld: 64.65 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	15	veen, bruin, veel wortels, kalkloos (<0.5% CaCO ₃), matig veraard
15	55	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht grijs, weinig stenen (>= 63-200 mm), zwak grindig, kalkloos (<0.5% CaCO ₃), pH 5,0
55	130	zand, licht blauw-grijs, sterk lemig, stenen (>= 63-200 mm), houtresten, kalkloos (<0.5% CaCO ₃), stenen tot 5 cm, enkele leembrok (sterk zandig), pH 5,0
130	150	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm) tot matig grof (Mz: 210-300 µm), licht grijs, lemig, kalkloos (<0.5% CaCO ₃), iets grind en steentjes, bovenin iets roest, pH 5,0
	150	Boring beëindigd.

Boormethode:		Bentonie:	nee	
		GHG:	0 cm -mv	
Opmerkingen:	AGWST:	0 cm -mv	GLG:	10 cm -mv

Terreinnaam:	Mosbeek	Boringnummer:	B031
Beschreven door:	R. Buijs	Datum:	2-dec-14
Kaartblad nr.:	28F	X-coördinaat:	255737
		Y-coördinaat:	496331

Plaatsomschrijving:

Hoogte maaiveld: 64.96 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	20	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), donker bruin, humeus, wortels, kalkloos (<0.5% CaCO ₃)
20	60	zand, matig grof (Mz: 210-300 µm), licht grijs-wit, weinig stenen (>= 63-200 mm), kalkloos (<0.5% CaCO ₃)
60	80	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm) tot matig grof (Mz: 210-300 µm), licht grijs-wit, zwak lemig, kalkloos (<0.5% CaCO ₃), spoor roest
80	130	zand, licht blauw-grijs, zwak lemig, kalkloos (<0.5% CaCO ₃)
130	330	zand, licht blauw-grijs, zwak lemig, weinig stenen (>= 63-200 mm), kalkloos (<0.5% CaCO ₃), gereduceerd, pH 4,5
330	340	leem, sterk zandig, stenen (>= 63-200 mm), kalkloos (<0.5% CaCO ₃), keileem
340	345	leem, sterk zandig, kalkloos (<0.5% CaCO ₃)
345	470	leem, licht grijs-oranje, zwak lemig, kalkloos (<0.5% CaCO ₃), tot lemig, af en toe leembrok of steen
470	480	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm) tot matig grof (Mz: 210-300 µm), licht grijs, kalkloos (<0.5% CaCO ₃), pH 5,5
480	500	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm) tot matig grof (Mz: 210-300 µm), licht grijs-oranje, zwak lemig, kalkloos (<0.5% CaCO ₃)
	500	Boring beëindigd.

Boormethode:		Bentonie:	nee	
		GHG:	30 cm -mv	
Opmerkingen:	AGWST:	40 cm -mv	GLG:	130 cm -mv

Terreinnaam:	Mosbeek	Boringnummer:	B030
Beschreven door:	R. Buijs	Datum:	9-dec-14
Kaartblad nr.:	28F	X-coördinaat:	255589
		Y-coördinaat:	496354

Plaatsomschrijving:

Hoogte maaiveld: 61.62 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	15	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), donker bruin, matig humeus, kalkloos (<0.5% CaCO ₃)
15	25	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht grijs-bruin, kalkloos (<0.5% CaCO ₃), spoor roest
25	40	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht grijs-bruin, matig humeus, kalkloos (<0.5% CaCO ₃)
40	90	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht grijs-bruin, zwak lemig, kalkloos (<0.5% CaCO ₃), tot matig lemig
90	100	leem, grijs, matig zandig, kalkloos (<0.5% CaCO ₃), stevig
100	110	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht grijs-bruin, lemig, houtresten, kalkloos (<0.5% CaCO ₃)
110	120	leem, grijs, matig zandig, houtresten, kalkloos (<0.5% CaCO ₃), stevig
120	260	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht grijs-oranje, lemig, kalkloos (<0.5% CaCO ₃), spoor roest, tot zeer lemig, pH 5,0
260	290	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht grijs-oranje, zwak lemig, kalkloos (<0.5% CaCO ₃), spoor roest
290	370	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht grijs-oranje, lemig, matig grindig, kalkloos (<0.5% CaCO ₃), spoor roest, enkele stenen cm's, pH 5,0
370	500	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm) tot matig grof (Mz: 210-300 µm), donker oranje-bruin, zwak lemig, stenen (>= 63-200 mm), kalkloos (<0.5% CaCO ₃), stenen met zwarte spikkels, af en toe leembrok (br-gr, zandige leem), pH 5,5

500 Boring beëindigd.

Boormethode:		Bentonie	nee
		GHG:	50 cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	115 cm -mv	GLG: 140 cm -mv

Terreinnaam:	Mosbeek	Boringnummer:	B034
Beschreven door:	R. Buijs	Datum:	6-jan-15
Kaartblad nr.:	28F	X-coördinaat:	255636
		Y-coördinaat:	496377

Plaatsomschrijving:

Hoogte maaiveld: 61.84 m NAP

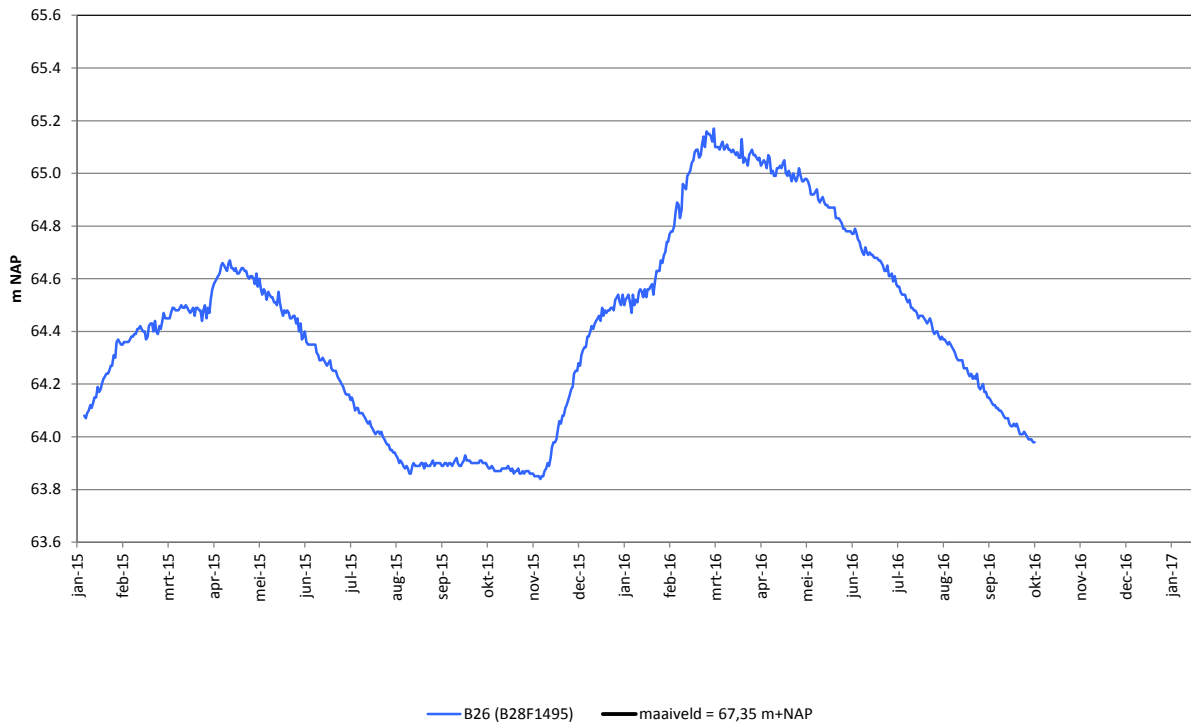
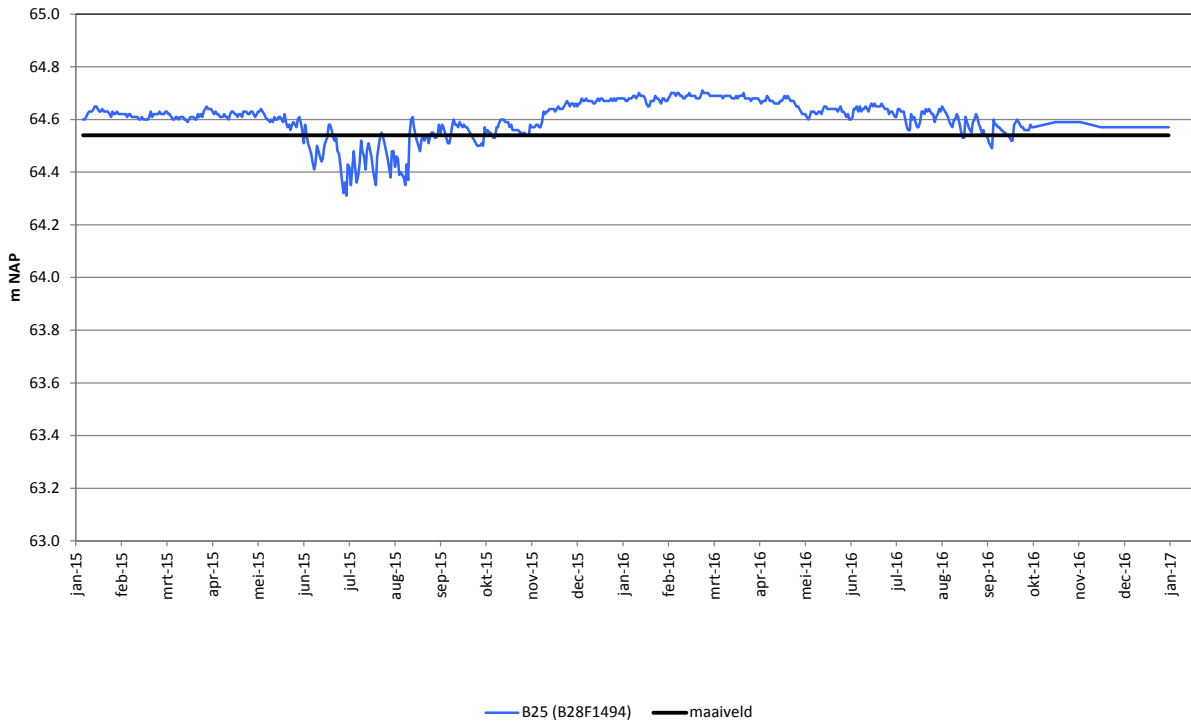
Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

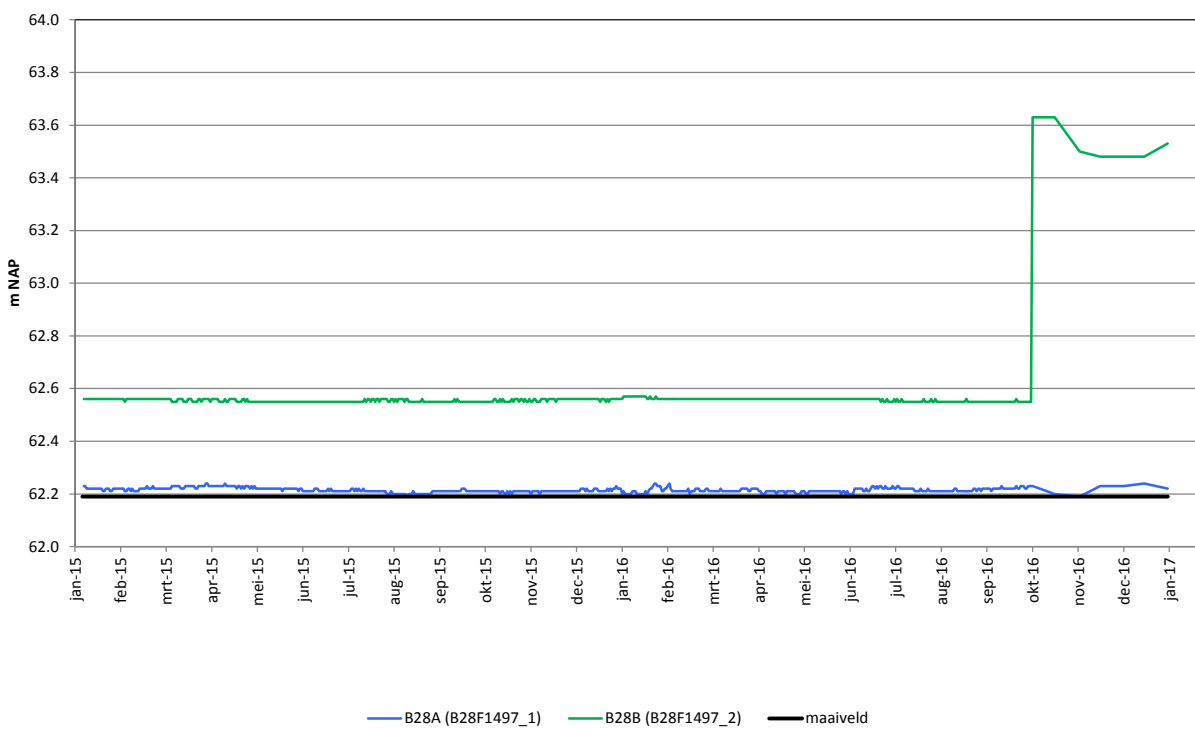
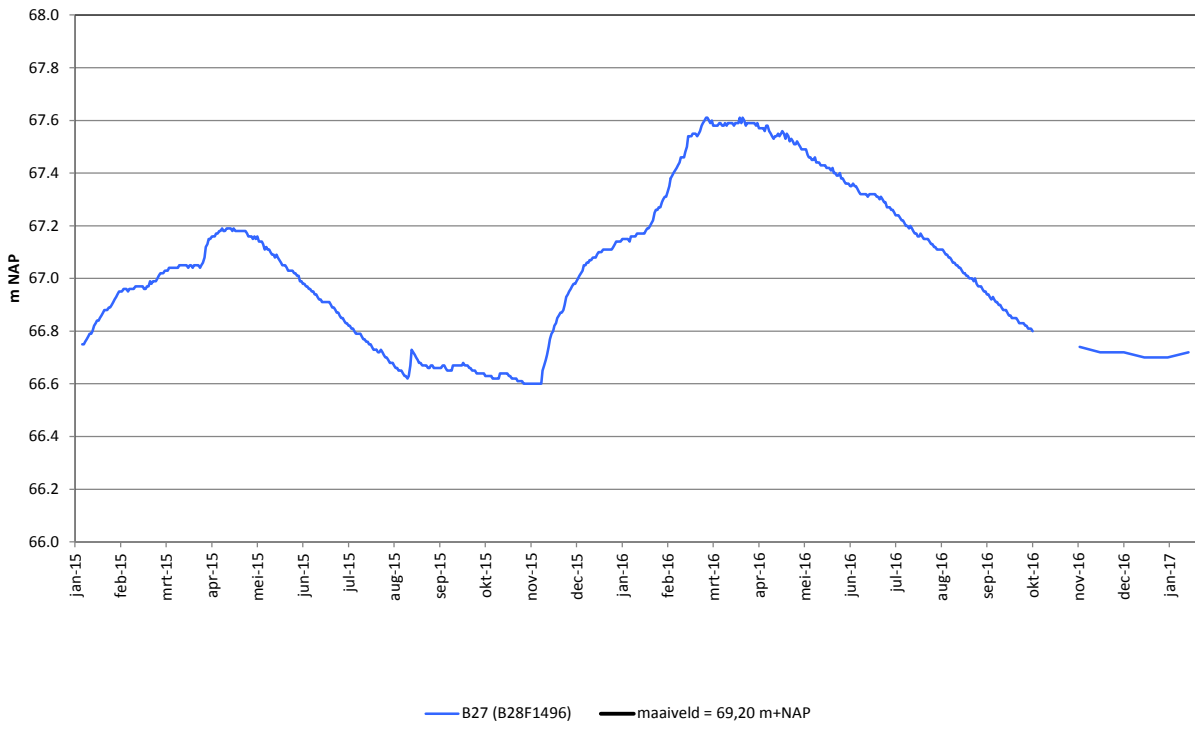
Van	Tot	
0	80	veen, donker bruin, veel wortels, matig veraard, pH 5,0
80	100	veen, bruin, zwak zandig, matig veraard, pH 5,5
100	150	zand, matig grof (Mz: 210-300 µm), licht grijs-wit, weinig stenen (>= 63-200 mm), enkele moerige laagjes (d.grijs/zwart), pH 6,0

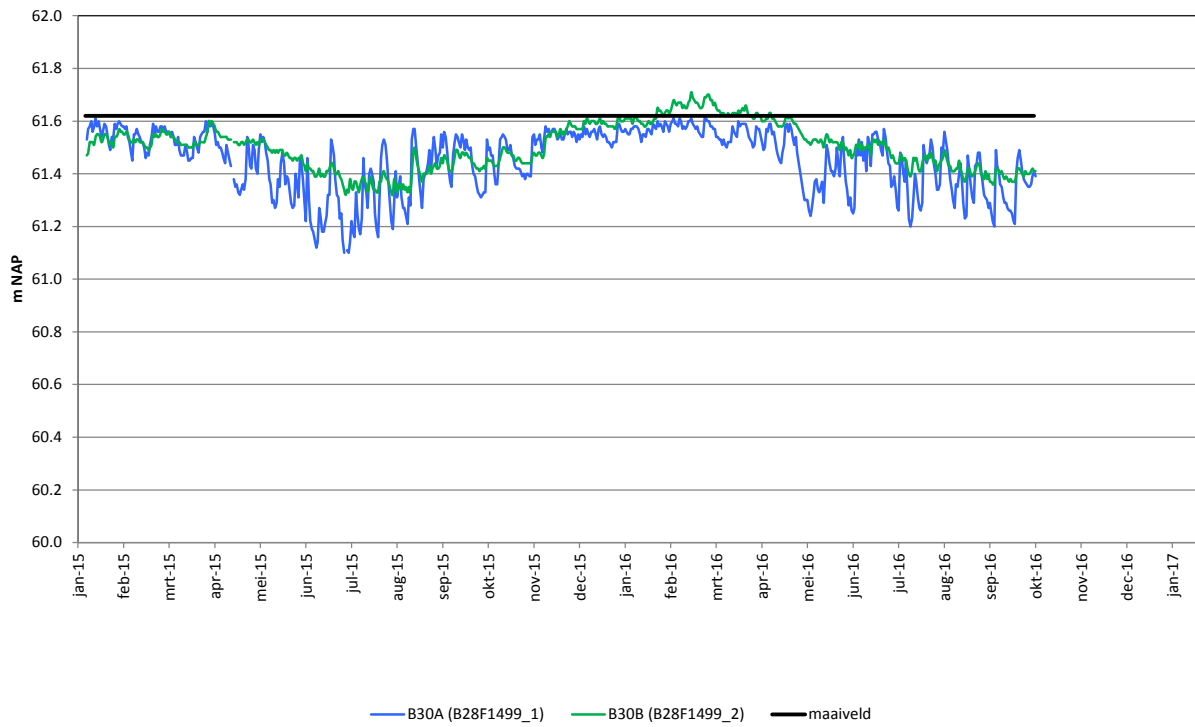
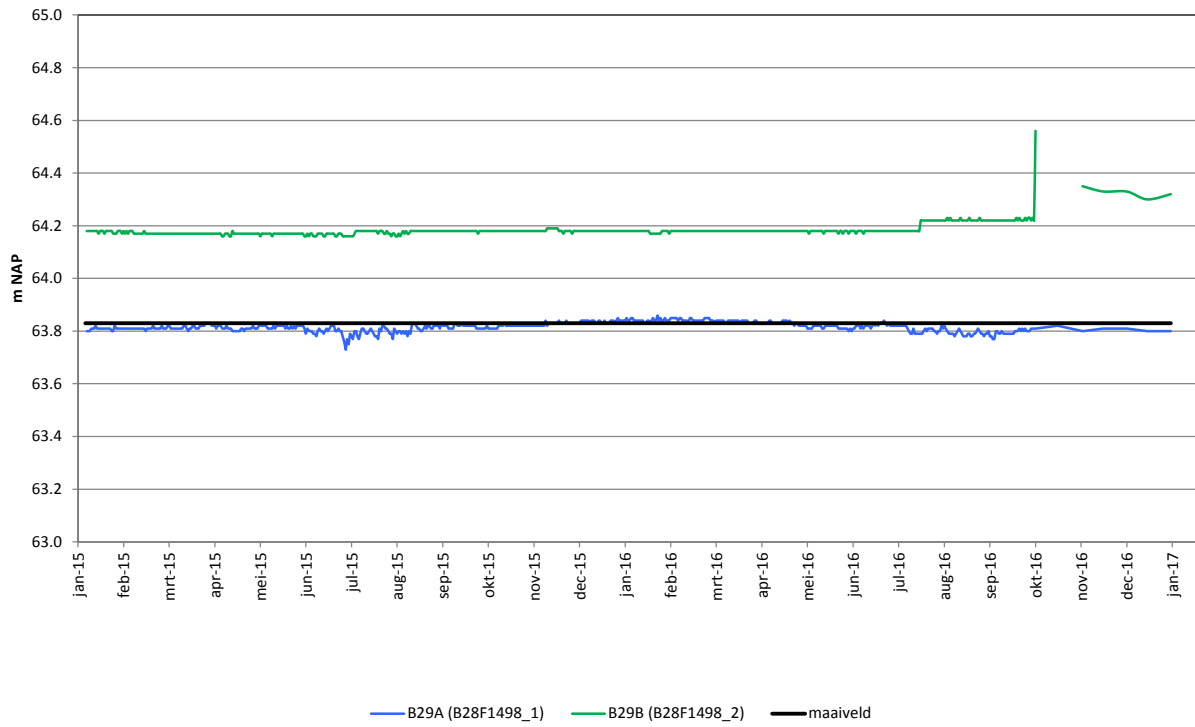
150 Boring beëindigd.

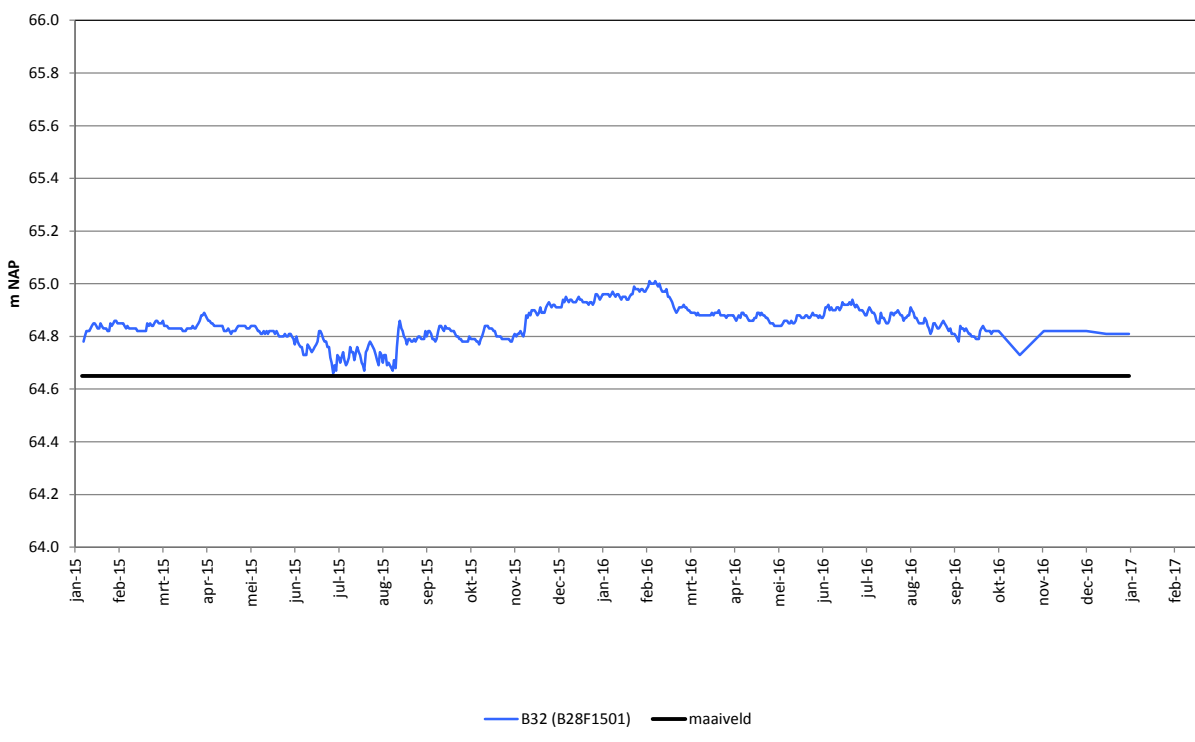
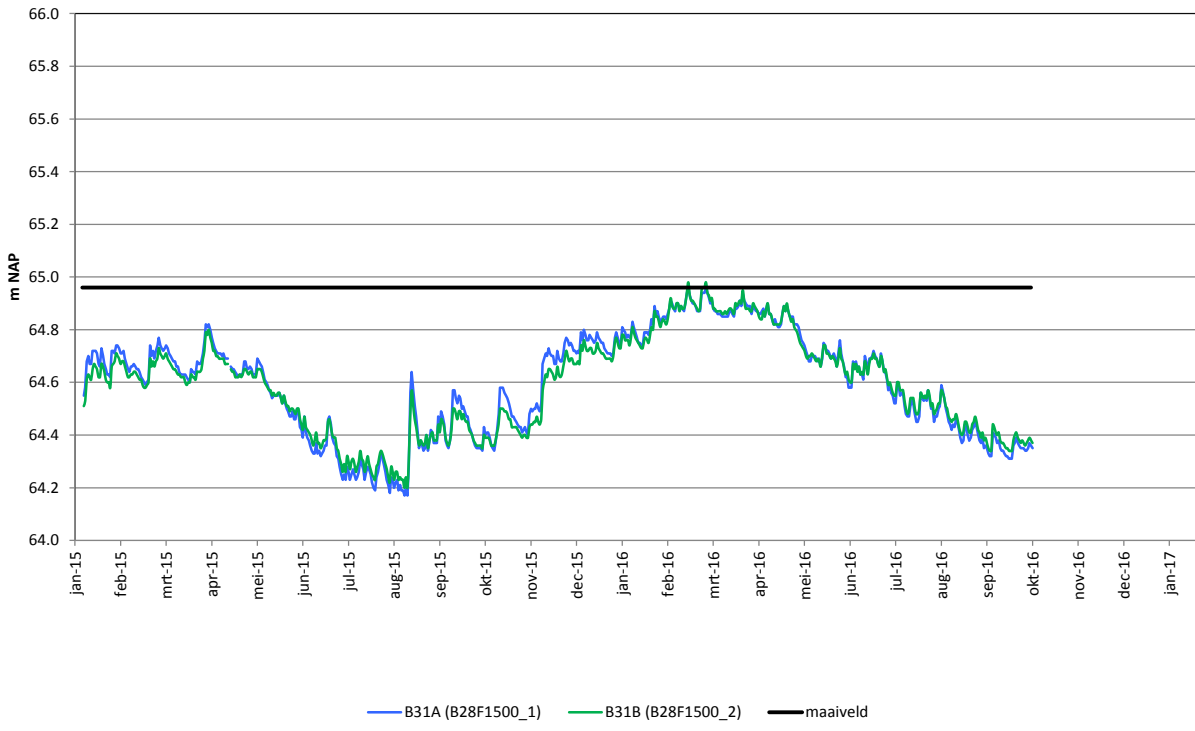
Boormethode:		Bentonie: nee
		GHG: >mv cm -mv
Opmerkingen:	AGWST: 0 cm -mv	GLG: 20 cm -mv

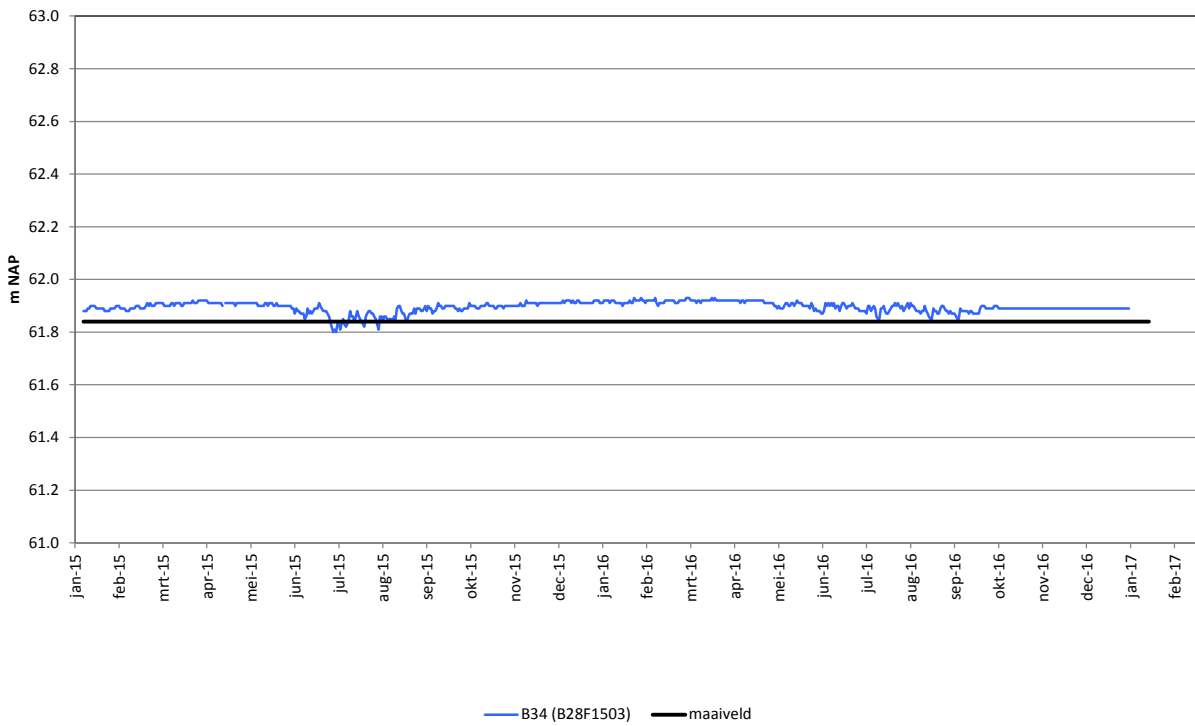
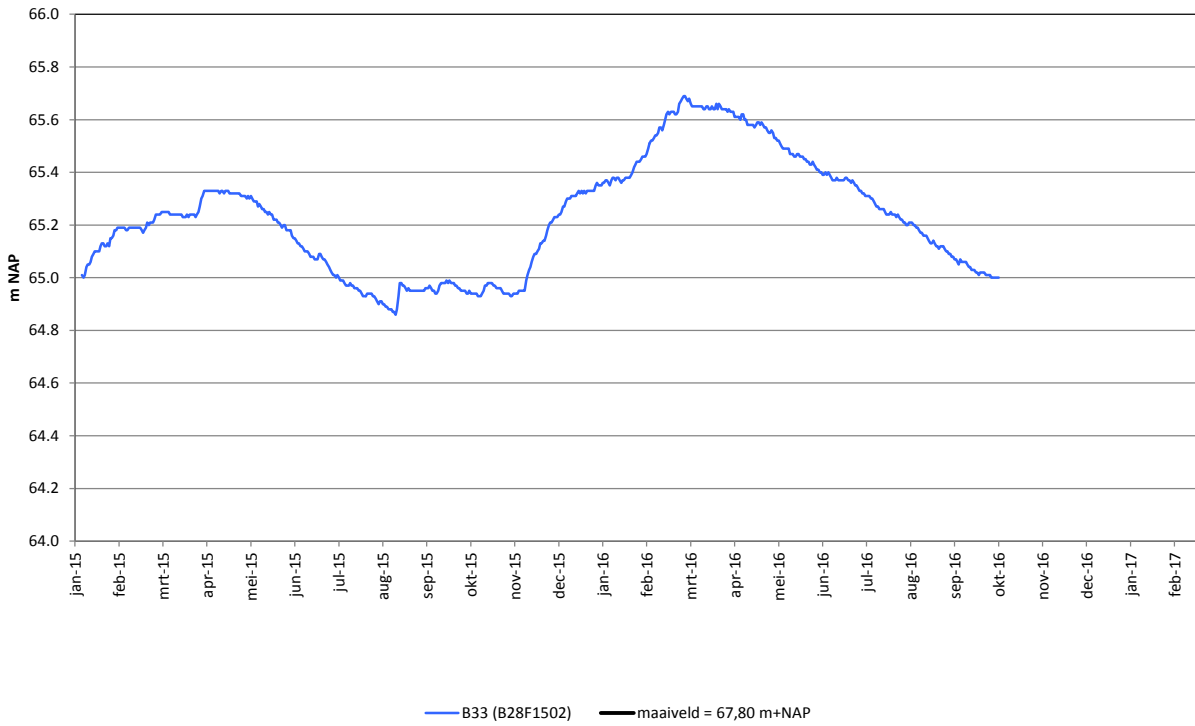
Bijlage 3 Grafieken van de meetreeksen van de nieuwe peilbuizen











Bijlage 4 Controle en correcties hydrologisch meetnet

Inleiding

Bij de vervaardiging van de eerste versies van de grafieken van het grondwaterstandsverloop voor de peilbuizen van het meetnet in het brongebied en de omgeving bleken er in een aantal van de grafieken vreemde sprongen aanwezig. Dit vormde de aanleiding om de meetnetgegevens en meetreeksen grondig te controleren, en zo nodig / mogelijk te corrigeren.

Dit is gedaan op basis van:

- De gegevens uit het hydrologisch archief van het gebied, ondergebracht bij Verbelco. Het betreft hierbij een ordner met opnameformulieren en andere gegevens.
- Tijdreeksanalyse met behulp van het programma Menyanthes.
- Opmeten van de peilbuizen in het veld.

In deze notitie worden de resultaten per meetpunt behandeld, en wordt ook per meetpunt aangegeven welke mutaties in de databank uitgevoerd moeten worden voor het doorvoeren van de correcties. De ongecorrigeerde grafieken zijn opgenomen in bijlage 1 van deze notitie en de gecorrigeerde grafieken in bijlage 2.

B28F0177-1, -2 en -3

Beoordeling reeksen

- Lange reeksen van goede kwaliteit. Een paar (schrijf)fouten, zie hieronder.

Correcties reeksen

- Filter 2, 28-10-1999, meterfout. Waarde ten opzichte van meetpunt moet 457cm zijn in plaats van 557 cm.
- Filter 2, 14-6-2000, 3 meterfout. Waarde ten opzichte van meetpunt moet 417 cm zijn in plaats van 117 cm.
- Filter 2, 14-6-2002, schrijffout. Waarden ten opzichte van meetpunt moet 405 cm zijn in plaats van 465 cm.
- Filter 2 en 3 omgewisseld op 14-11-2002

B28F0244-1 en -2

Beoordeling reeksen

- Lange reeksen van goede kwaliteit.
- Bij het ondiepe filter is in de beginjaren de onderkant van het filter opgeschreven als het filter droog viel, later niet. Hierdoor lijkt het alsof het minder droog is geworden maar dat is optisch bedrog.

Correcties reeksen

- Geen

B28F0249-1 en -2

Beoordeling reeksen

- Goede reeksen.

Correcties reeksen

- Filter 2, schrijffout op 14-3-2006. Waarde ten opzichte van referentie hoogte moet 205 cm zijn in plaats van 265 cm.

B28F0250-1 en -2

Beoordeling reeksen

- Diepe filter heeft goede reeks.
- Ondiepe filter valt permanent droog vanaf 28/3/2000.

Correcties reeksen

Geen.

B28F0251-1, -2 en -3 (B19A/B/C)

Beoordeling reeksen

- Onrustig beeld.
- Mutaties op 6-7-2001: referentiehoogte van filter 1 wordt 5 cm hoger en van filter 3 wordt 6 cm hoger. Filter 2 blijft ongewijzigd.
- In overzicht van Verbelco en opname map staat behalve deze mutatie nog een mutatie in technische gegevens op 23/8/2007 (landmeting Vitens). Inmiddels is ook deze mutatie in de databank doorgevoerd.
- Filter 1 soms onwaarschijnlijk hoog maar waarschijnlijk niet door filterwisseling want dan zou waterstand in ondiepe filter soms lager zijn dan onderkant filter. Misschien verstopt?

Correcties reeksen

Referentie hoogte vanaf 23/8/2007 aanpassen (reeds gedaan)

Co-ordinaten hele meetperiode: $x = 255798$, $y = 496467$

Controle van de peilbuizen in het veld

- Ondiepe filter = A-buis = filter 1. Dit filter is hoog afgewerkt (15 cm boven maaiveld). Buis is slechts 39 cm lang.
- Middelste filter = B-buis = filter 2. Dit filter is laag afgewerkt. De buis is 101 cm lang.
- Diepe filter = C-buis = filter 3. Dit filter is middelhoog afgewerkt (10 cm boven maaiveld). De buis is 137 cm lang, en zou 150 cm lang moeten zijn.
- Dit is niet conform de oorspronkelijke opzet en ook niet conform de gegevens in de databank vanaf 2001.

B28F0252-1, -2 en -3 (B20A/B/C)

Controle meetreeksen

- Technische gegevens filter dieptes: filter C tot en met 23/08/07 64.16 mNAP daarna 64.45mNAP!!! en buislengte was eerst 150cm en na 23/08/07 137 cm!
- Mutaties op 6-7-2001: referentiehoogtes worden allen hoger, filter 1 met 12 cm, filter 2 met 5 cm en filter 3 met 8 cm.
- In overzicht van Verbelco en opname map staat naast deze mutatie nog een mutatie in technische gegevens op 23/8/2007 (landmeting Vitens), maar deze mutatie is niet doorgevoerd in de databank.

Controle van peilbuizen in het veld

- Ondiepe filter = A-buis = filter 1. Dit filter is laag afgewerkt (2 cm boven mv). Zo was het ook in periode 1995-2001. Vanaf 2001 is volgens de gegevens in de databank filter 1 zogenaamd het hoogst afgewerkt, maar dat klopt dus niet. Verschil van 12 cm.
- Ondiepe buis is slechts 38 cm lang. Buis zou 50 cm lang moeten zijn. Onderin rommel.
- Diepe filter = C-buis = filter 3. Dit filter is ook laag afgewerkt (2 cm boven mv). Lengte van de buis gemeten van 123 cm. Zou 150 cm moeten zijn. Dus ook hier vermoedelijk rommel in de buis.
- Middeldiepe buis = B-buis = filter 2. Dit filter is hoog afgewerkt (12 cm boven mv). Zo was het ook in de periode 1995-2001. Volgens de gegevens in de databank is filter 2 vanaf 2001 tussenin afgewerkt, maar dat klopt dus niet. Buis zou 100 cm moeten zijn, en is maar 95 cm. Dus rommel in buis.

- Vermoedelijk klopt alles beter als gewoon de oorspronkelijke referentiehoogten worden aangehouden, ook al klopt de absolute waarde hiervan (nu) wellicht niet helemaal meer.

Correcties reeksen

Referentie hoogte vanaf 23/8/2007 aanpassen.

Co-ordinaten hele meetperiode: $x = 255824$, $y = 496428$

B28F0253-1, -2 en -3 (B21A/B/C)

- 6/7/2001 mutatie in technische gegevens in DINO voor filter C. In overzicht van Verbelco en opname map staat naast deze mutatie nog een mutatie in technische gegevens op 23/8/2007 (landmeting Vitens) voor alle filters
- Technische gegevens in overzicht Verbelco raar. Bijvoorbeeld de diepte van filters onder maaiveld.
- Ongecorrigeerde grafiek duidelijk sprong in waterstand filter C
- Filter C waarschijnlijk verlengd op 6 juli 2001 omdat loopt vaak over in periode daarvoor. Maar nieuwe referentiehoogte in 2001 is juist lager dan oude! Lijkt erop dat de eerste referentiehoogte verkeerd was. Misschien moest het 64,60 mNAP in plaats van 64,80 mNAP zijn.

Controle van peilbuizen in het veld

- Ondiepe filter = A-buis = filter 1. Dit filter is laag afgewerkt (2 cm boven mv).
- Middelste filter = B-buis = filter 2. Dit filter is tussenin afgewerkt (5 cm boven maaiveld).
- Diepe filter = C-buis = filter 3. Dit filter is hoog afgewerkt (16 cm boven maaiveld).
- Dit is wel conform de technische gegevens.
- Diepe peilbuis is dus verlengd. Waarschijnlijk met 16 cm.
- Diepe peilbuis is slechts 111 cm lang: onderin rommel.

Correcties reeksen

- Referentie hoogte filter C vanaf begin opnames tot 6 juli 2001 veranderen in 64,65 mNAP.
- Referentiehoogten andere filters waarden van 2007 overnemen voor hele meetperiode.
- Co-ordinaten hele meetperiode: $x = 255838$, $y = 496374$

B28F0442-1 en -2 (B24B/A)

Controle van de meetreeksen

- Op 18/4/1996 en 23/8/2007 mutaties in technische gegevens in DINO. De peilbuizen lijken in april 1996 verlengd te zijn.
- Slechts kleine veranderingen in referentiehoogten in 2007 (paar cm) en veldsituatie klopt met weergave in databank (ondiepe filter = hoog afgewerkt / diepe filter = laag afgewerkt).
- Ongecorrigeerde grafiek verwisseling van filters van 27/1/2005 tot en met 29/8/2005. Dit staat ook aangegeven op opname formulieren dat er in deze periode verwisseld is maar de correctie is niet doorgevoerd in DINO.
- Vermoedelijk ook verwisseling op 15/4/2013 en 29/04/2013, 28/4/2014, 19/9/2014 tot en met 28/10/2014
- Na correctie goede en betrouwbare meetreeksen.

Correcties reeksen

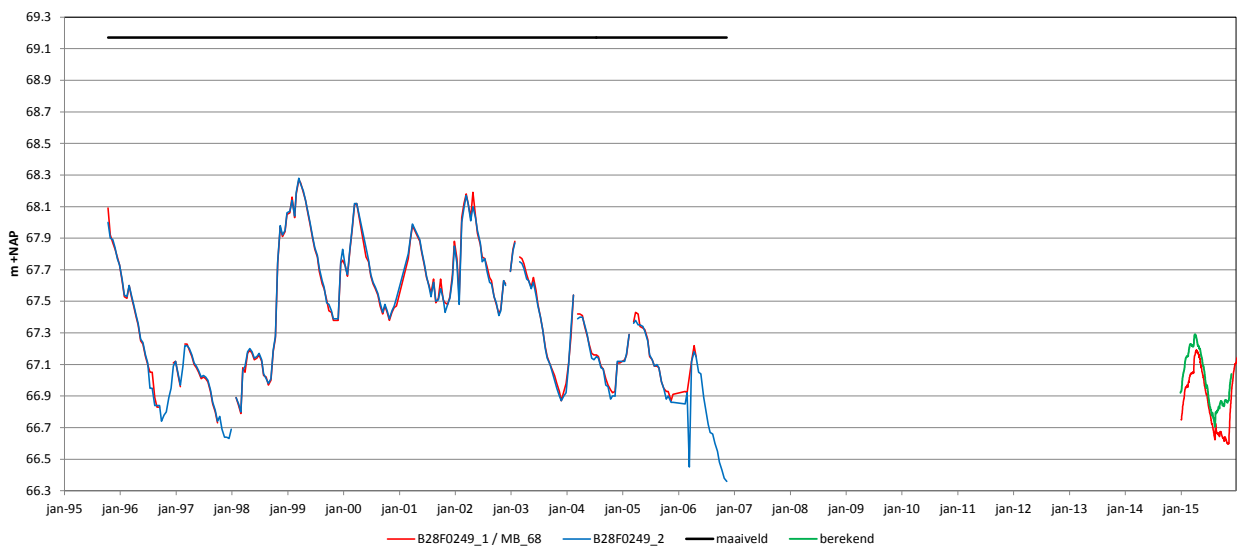
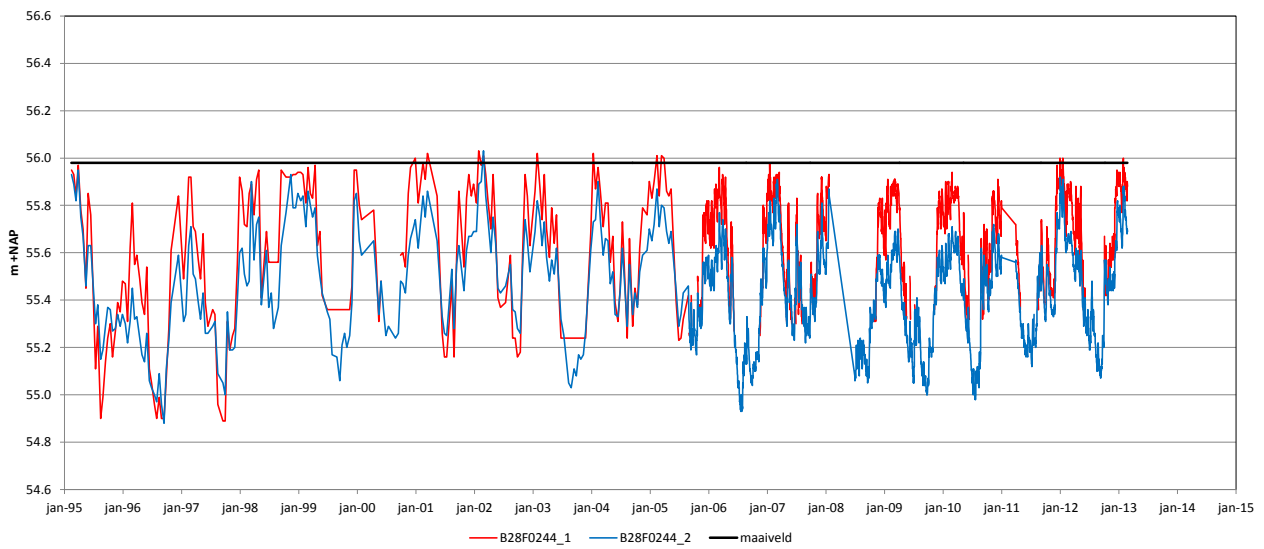
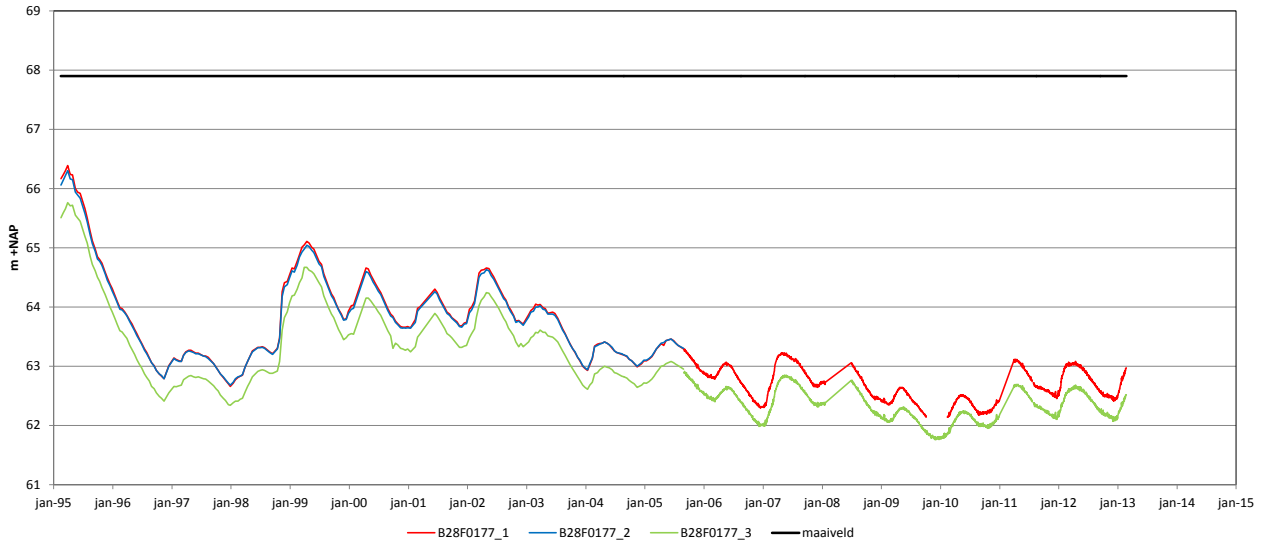
- Verwisseling van filters in genoemde periodes
- Co-ordinaten hele meetperiode: $x = 255824$, $y = 496427$

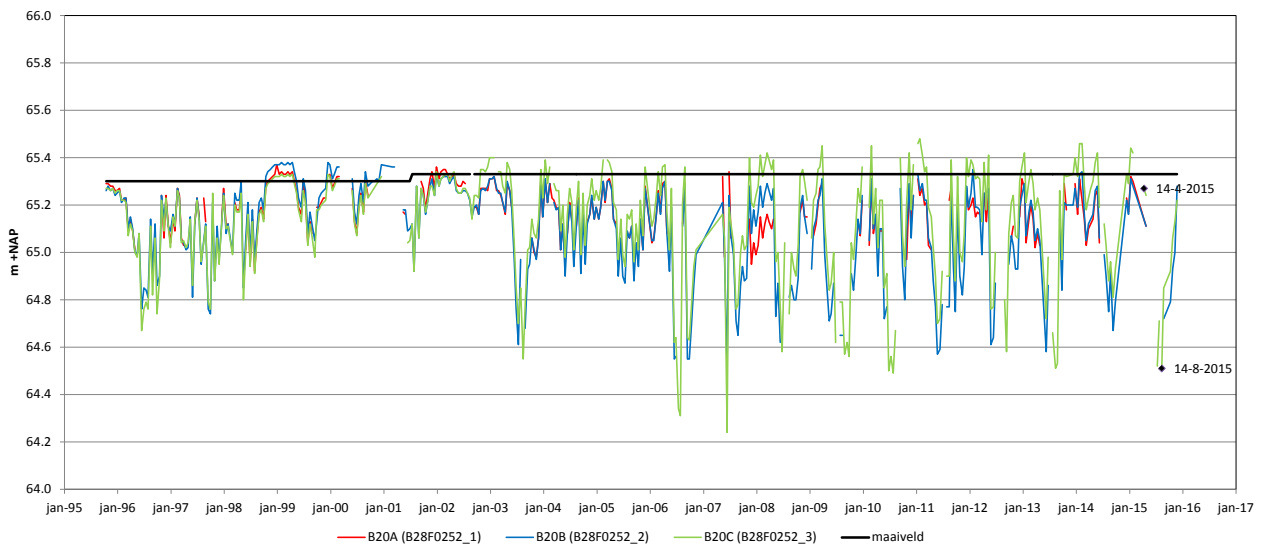
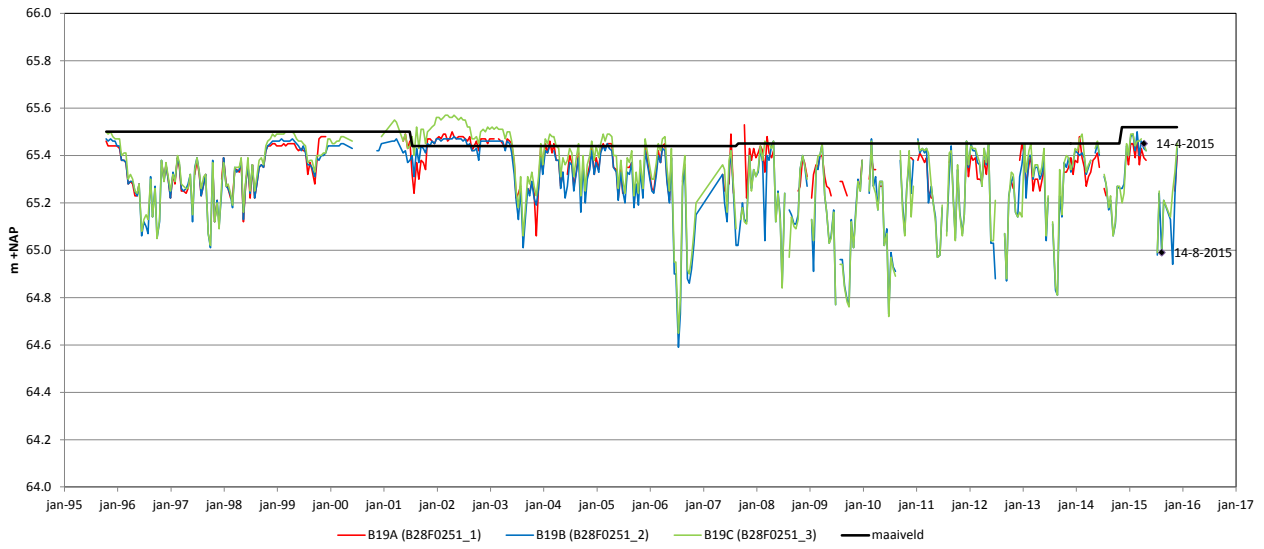
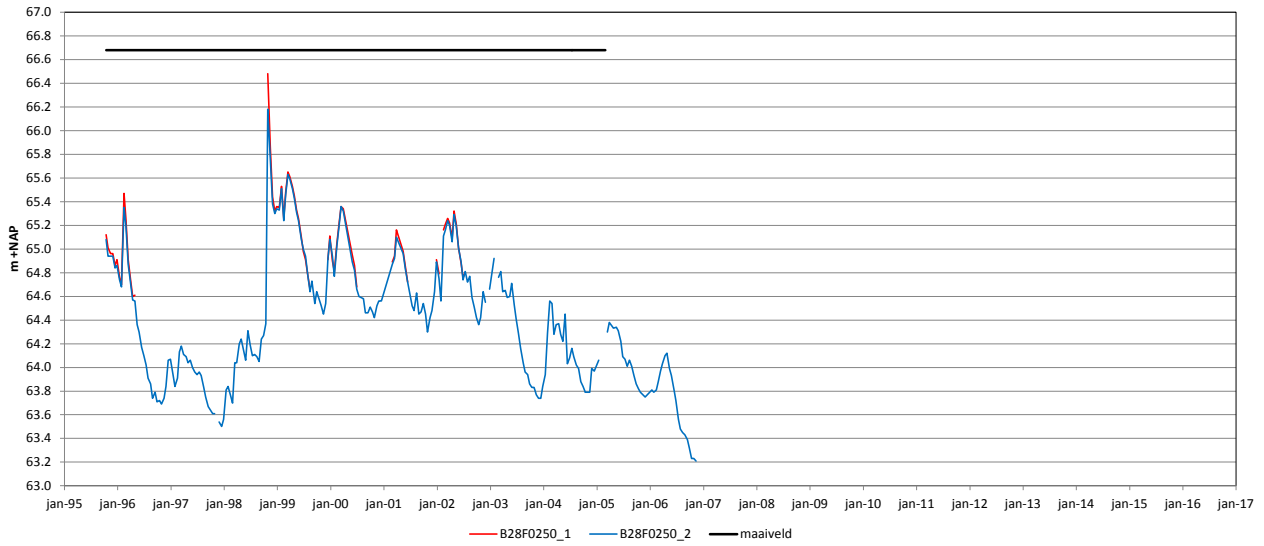
B28F1438-1 en -2

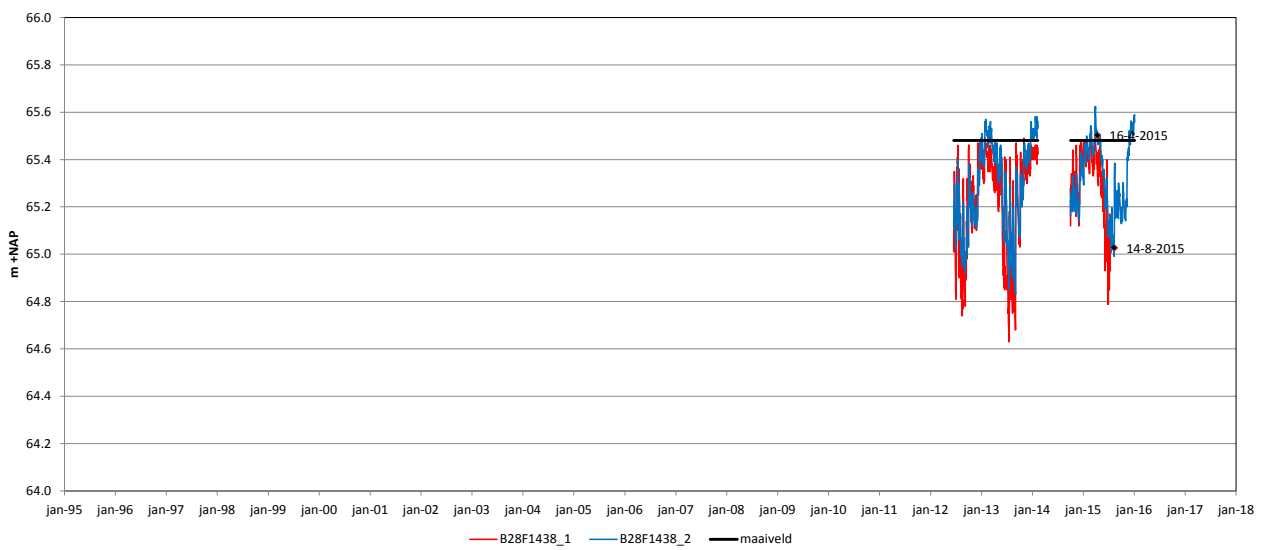
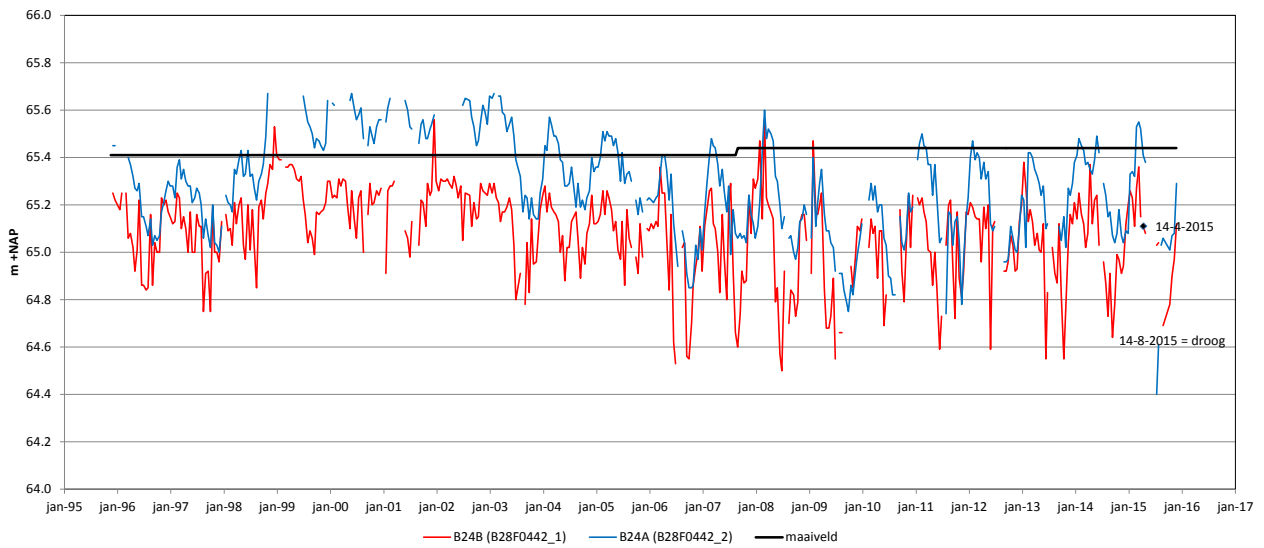
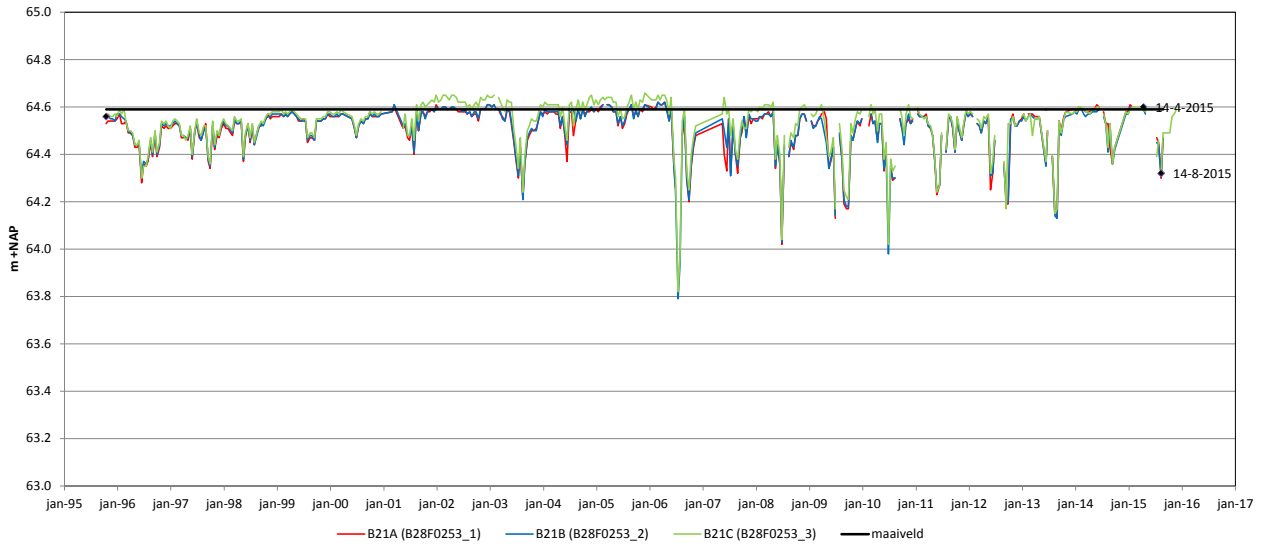
Correcties reeksen

- geen

Bijlage 5 Grafieken van de gecorrigeerde meetreeksen van de oude peilbuizen







Bijlage 6: Resultaten tijdreeksanalyse m.b.v. Menyanthes

Linear

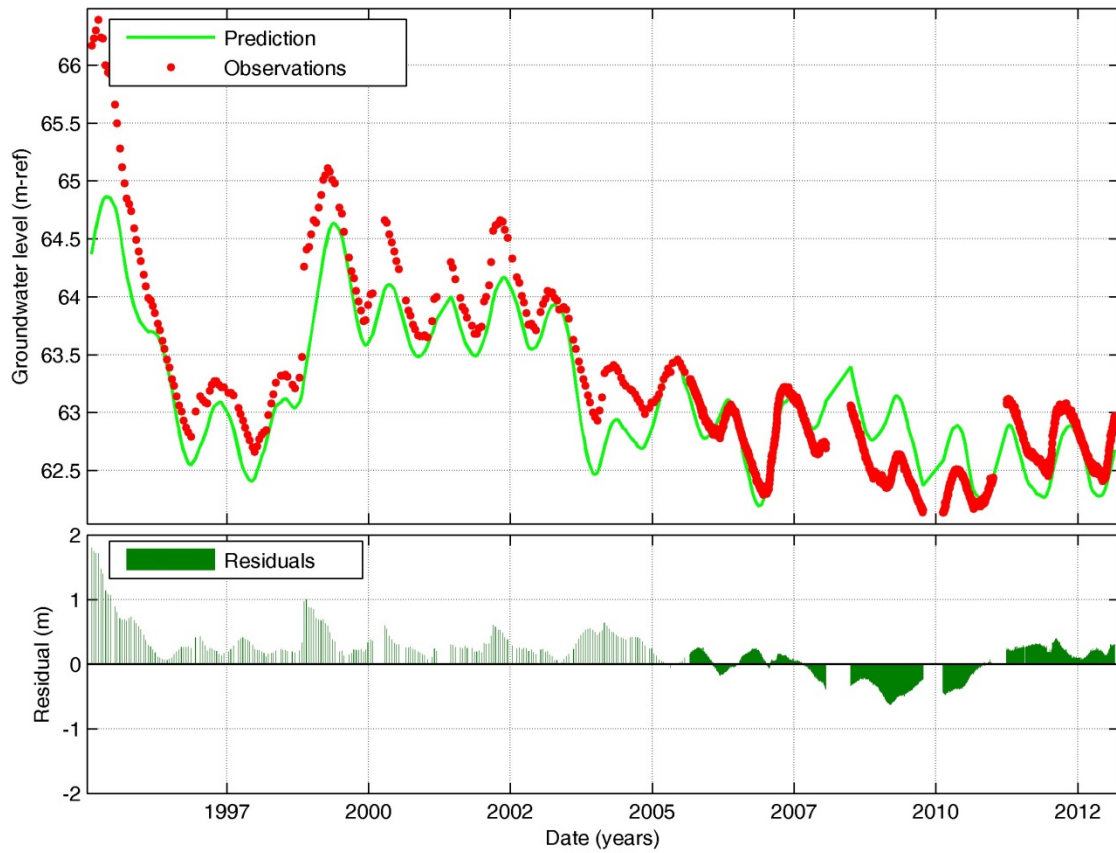
Peilbuis	Suncode	filter	EXPVAR %	RMSE	RMSI	DBASE (mNAP)	M0 PREC	SDEV	EVAP F	SDEV
B28F0177		1	65.9	0.28	0.02	64.6	2696	59	1.80	0.06
B28F0177		2	88.7	0.26	0.08	62.5	3438	192	1.29	0.10
B28F0177		3	70.9	0.24	0.02	64.1	2516	48	1.79	0.05
B28F0244		1	valt droog							
B28F0244		2	89.2	0.07	0.02	55.5	292	8	1.44	0.02
B28F0249		1	91.5	0.11	0.07	66.0	2969	178	1.20	0.05
B28F0249		2	92.1	0.12	0.08	66.2	2973	173	1.26	0.05
B28F0250		1	valt droog							
B28F0250		2	85.0	0.21	0.15	63.2	3135	251	1.26	0.08
B28F0251	B19A	1	valt droog							
B28F0251	B19B	2	59.7	0.11	0.09	65.0	621	93	1.20	0.11
B28F0251	B19C	3	63.0	0.11	0.09	64.9	845	123	1.14	0.10
B28F0252	B20A	1	valt droog							
B28F0252	B20B	2	62.6	0.12	0.11	65.1	689	134	1.43	0.12
B28F0252	B20C	3	61.2	0.14	0.13	65.2	417	71	1.62	0.15
B28F0253	B21A	1	48.0	0.07	0.06	65.1	3757	17200	1.51	0.16
B28F0253	B21B	2	47.8	0.08	0.07	64.6	1043	764	1.48	0.17
B28F0253	B21C	3	49.7	0.08	0.07	63.7	2957	3770	1.23	0.13
B28F0442	B24B	1	59.7	0.12	0.11	65.2	577	108	1.63	0.16
B28F0442	B24A	2	77.2	0.10	0.07	65.3	1210	57	1.45	0.08
B28F1438		1	82.0	0.08	0.05	65.3	3942	43400	1.42	0.08
B28F1438		2	89.9	0.06	0.03	73.7	41120	421000	1.55	0.08

Non-linear

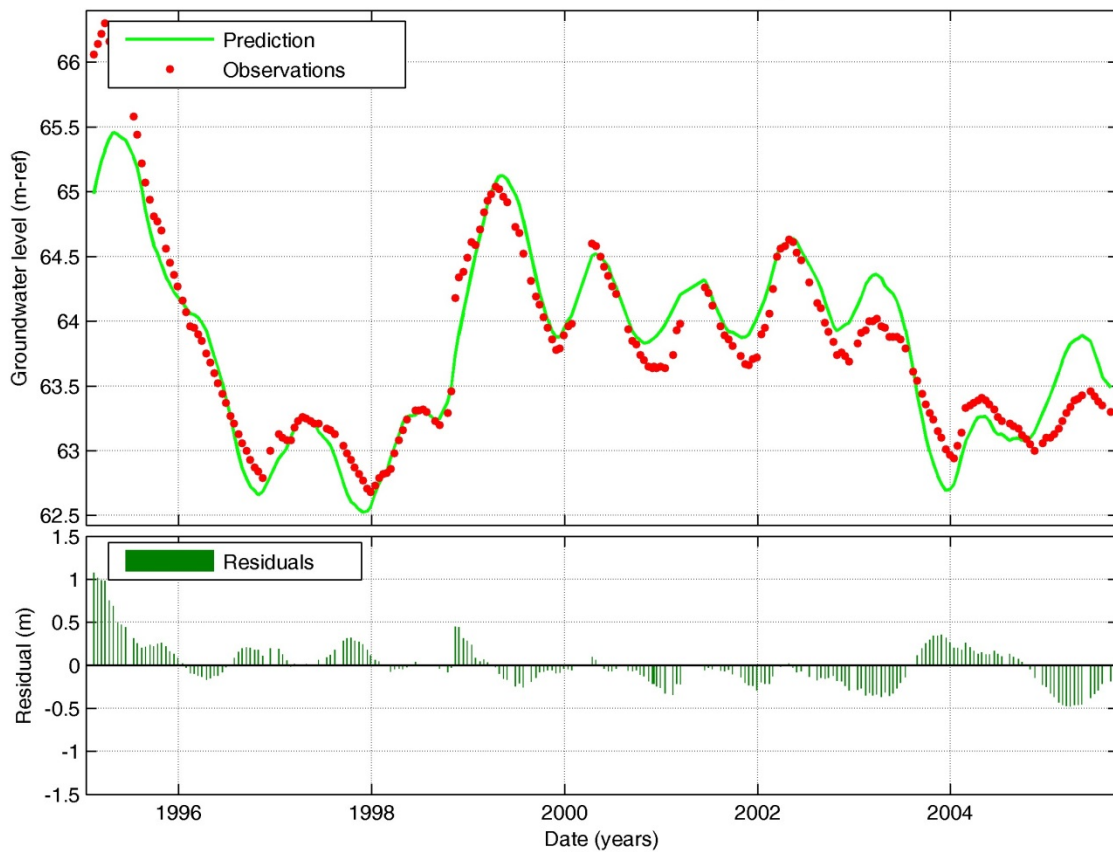
Peilbuis	Suncode	filter	exp var	RMSE	RMSI	DBASE (mNAP)	M0 PREC	SDEV	EVAP F	SDEV	M02 PREC	SDEV
B28F0244		1	valt droog									
B28F0244		2	87.8	0.07	0.02	55.4	384	145	1.19	0.02	18	6
B28F0251	B19A	1	valt droog									
B28F0251	B19B	2	66.0	0.10	0.09	65.1	80	530	1.20	0.04	8	65
B28F0251	B19C	3	67.7	0.10	0.09	65.0	391	234	1.01	0.08	54	62
B28F0252	B20A	1	valt droog									
B28F0252	B20B	2	48.3	0.14	0.12	65.0	80	204	1.37	0.14	13	37
B28F0252	B20C	3	59.7	0.14	0.13	65.2	151	125	1.56	0.14	20	22
B28F0253	B21A	1	49.9	0.07	0.06	64.5	93	23	1.16	0.09	13	11
B28F0253	B21B	2	59.8	0.07	0.06	64.4	122	71	0.92	0.04	15	15
B28F0253	B21C	3	58.6	0.07	0.06	64.5	132	63	1.02	0.05	13	10
B28F0442	B24B	1	47	0.14	0.12	65.0	74	197	1.38	0.14	13	36
B28F0442	B24A	2	niet mogelijk									
B28F1438		1	80.7	0.08	0.05	65.2	103	249	1.49	0.06	8	33
B28F1438		2	87.2	0.06	0.03	65.3	135	1864	1.59	0.05	31	1220

Bijlage 6 Resultaten Menyanthes

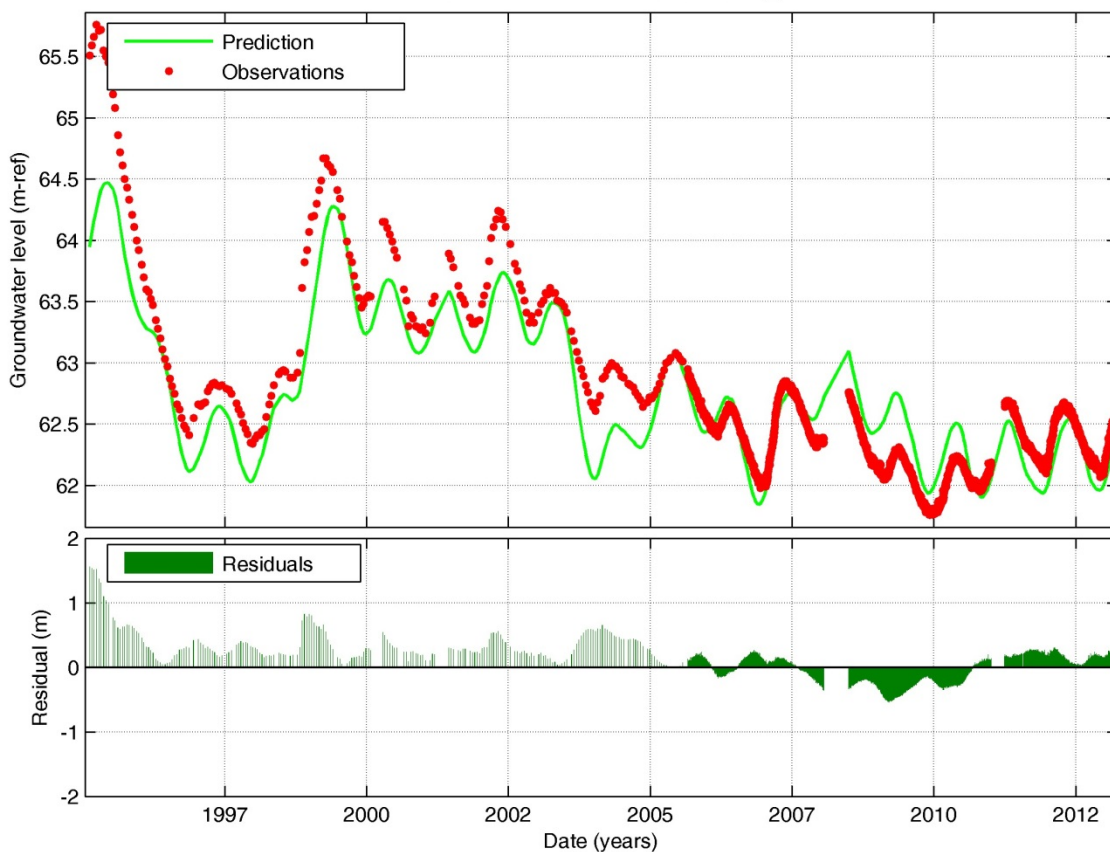
Results of series B28F0177_1



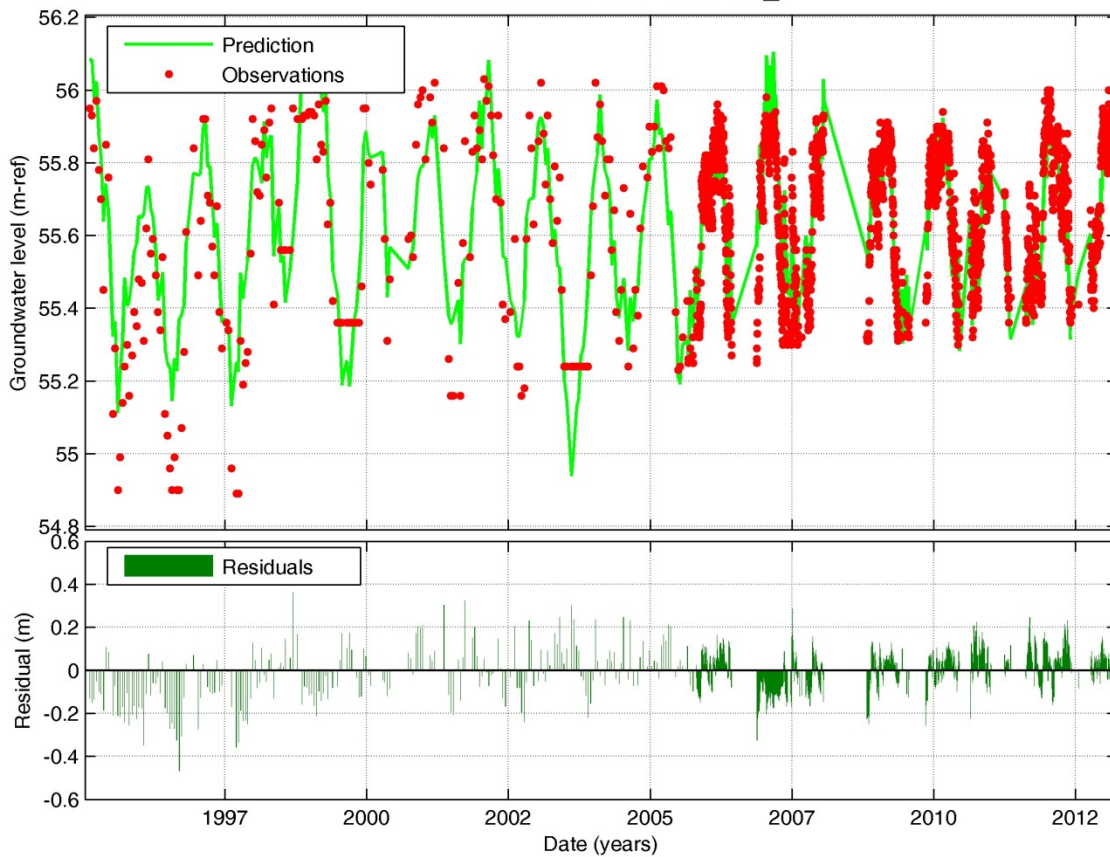
Results of series B28F0177_2



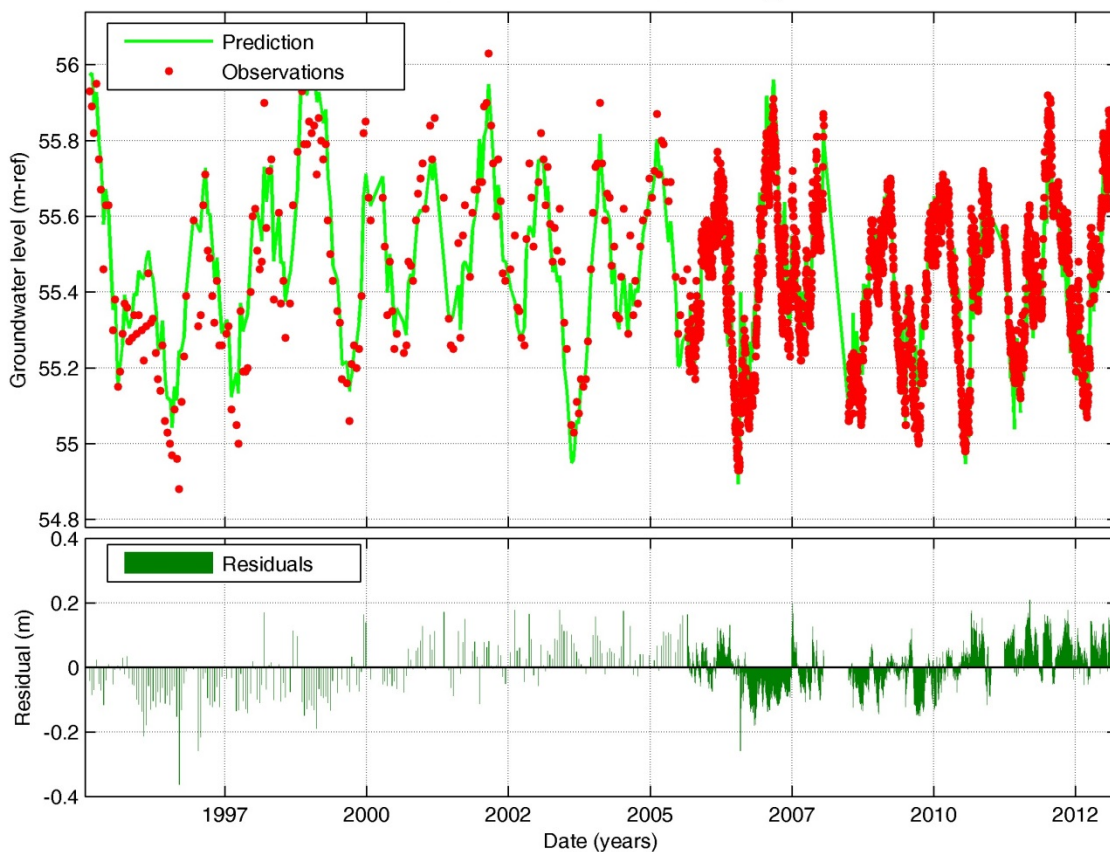
Results of series B28F0177_3



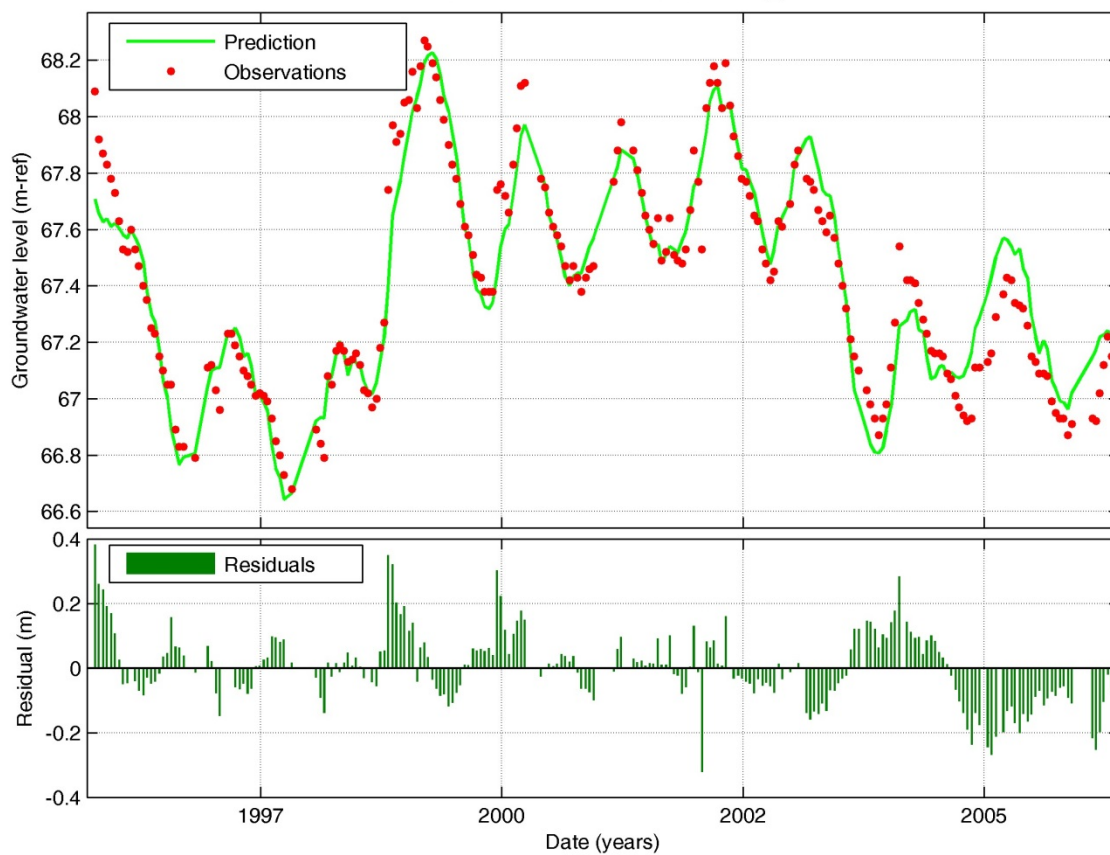
Results of series B28F0244_1



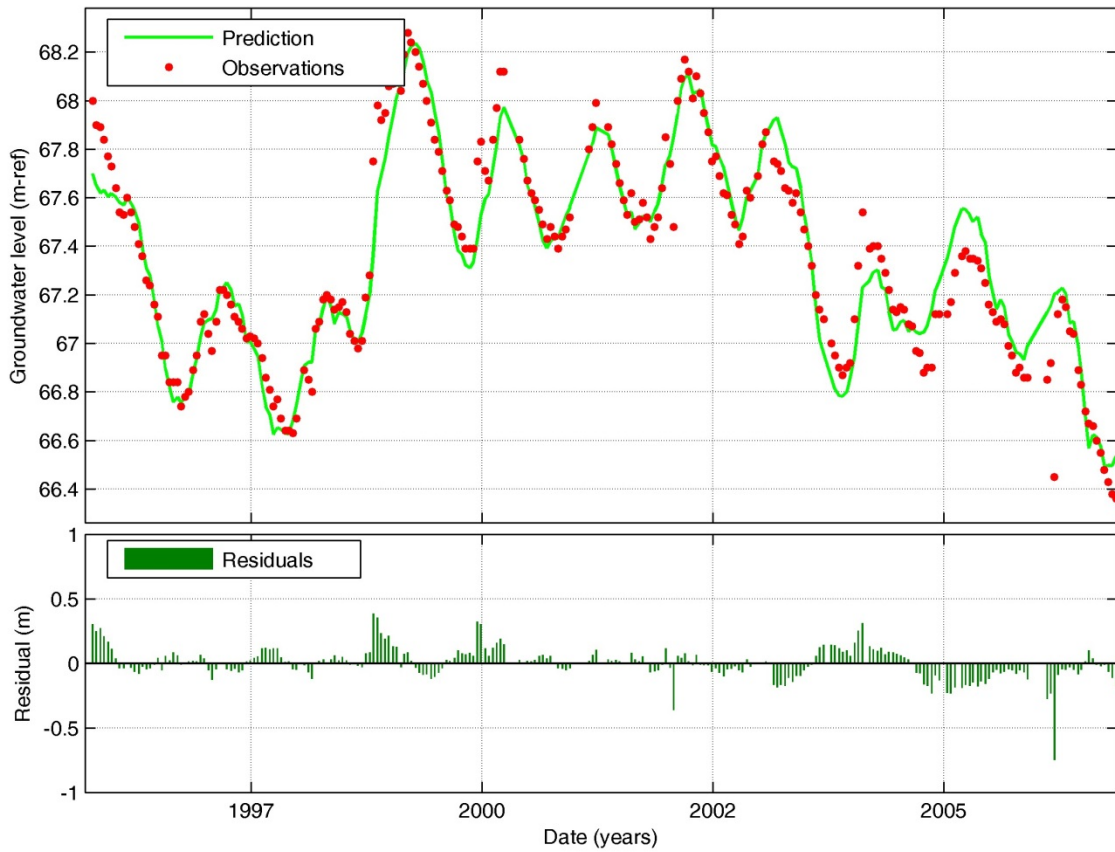
Results of series B28F0244_2



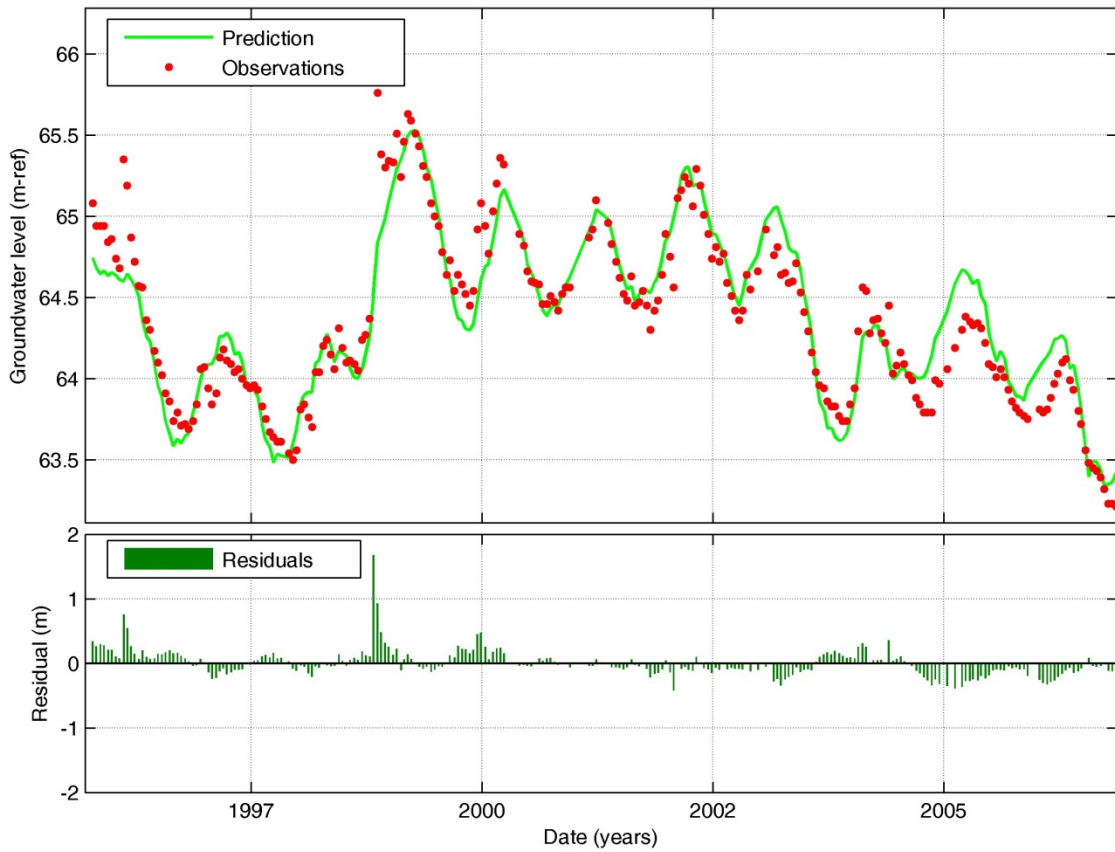
Results of series B28F0249_1



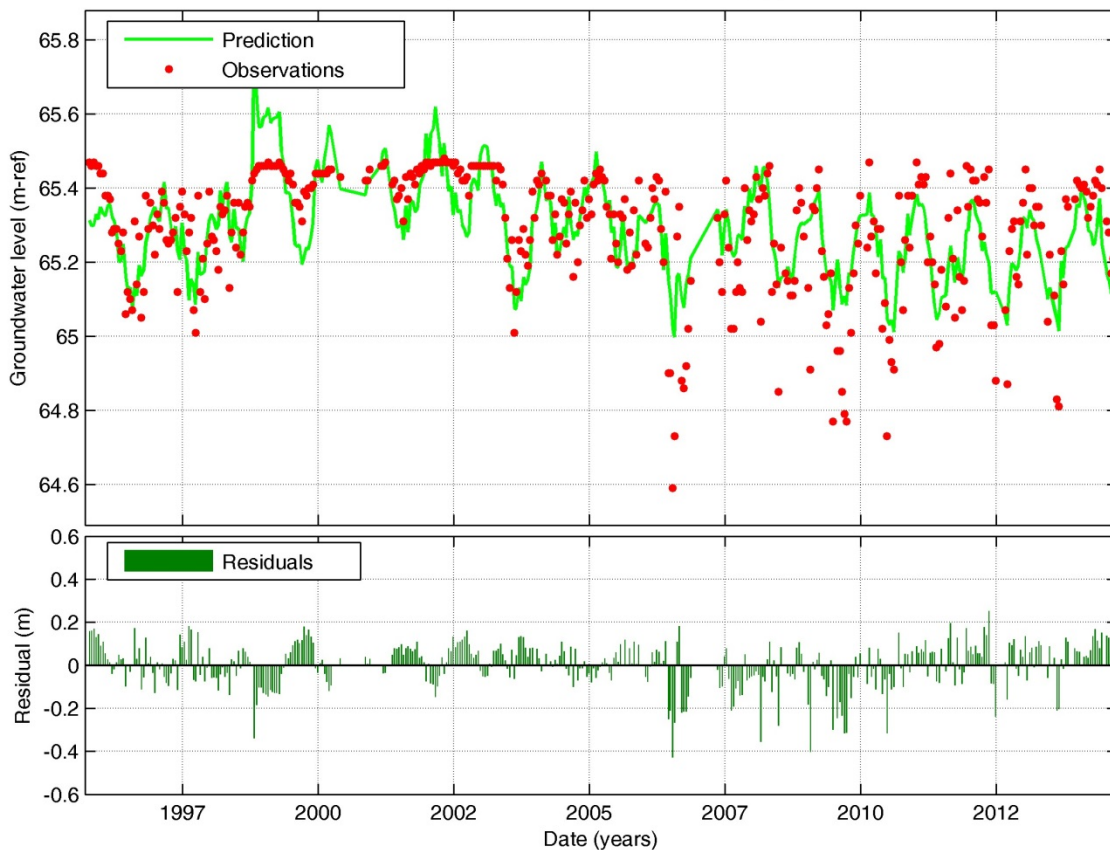
Results of series B28F0249_2



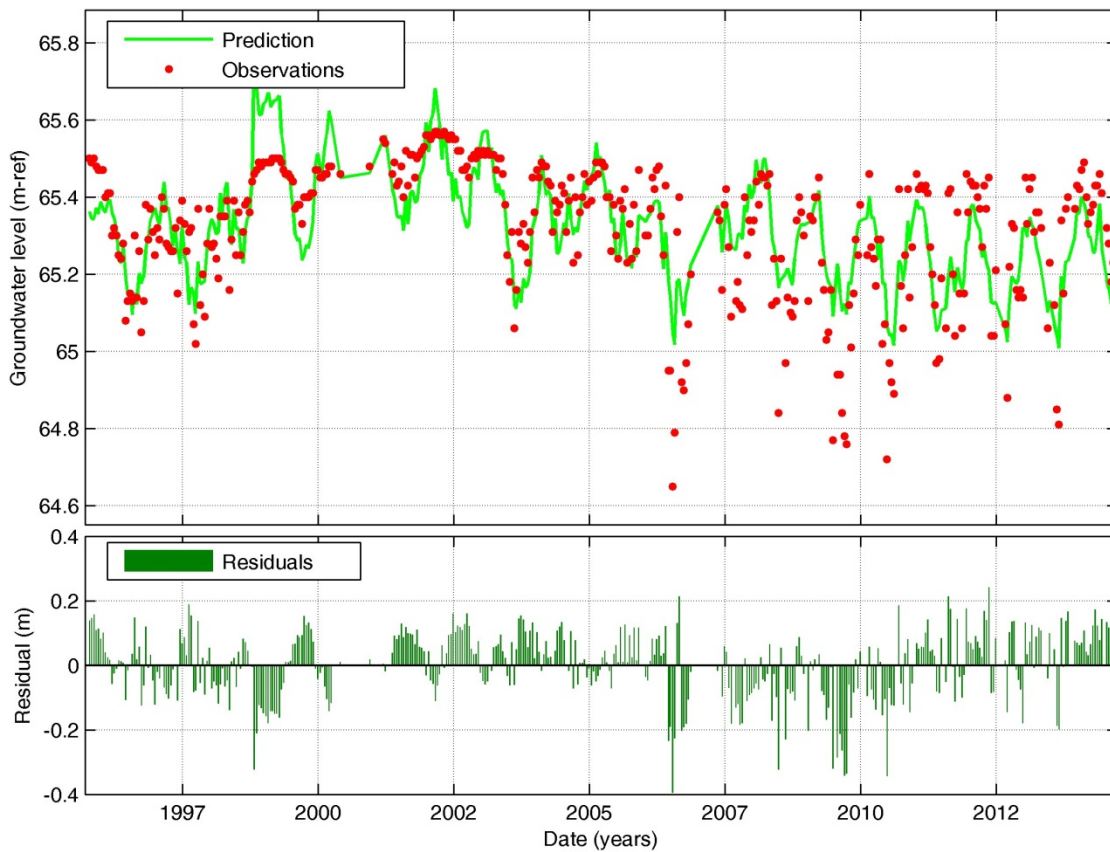
Results of series B28F0250_2



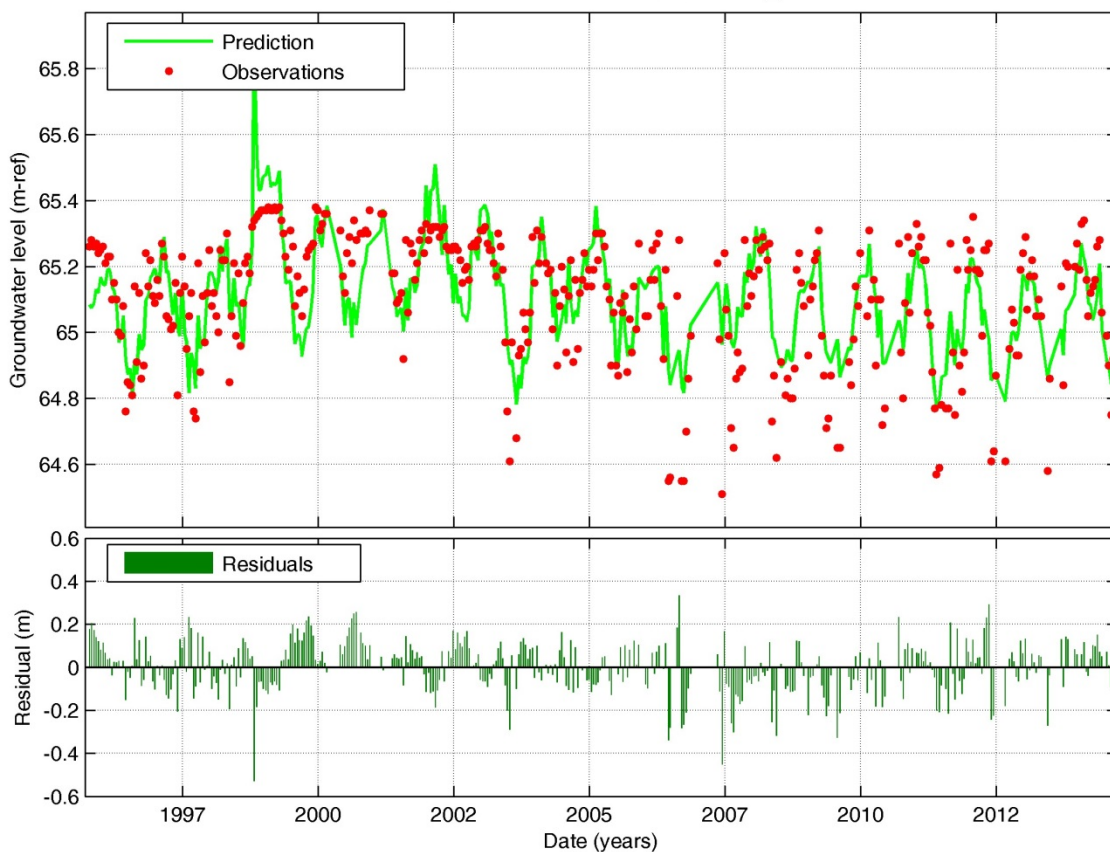
Results of series B28F0251_2



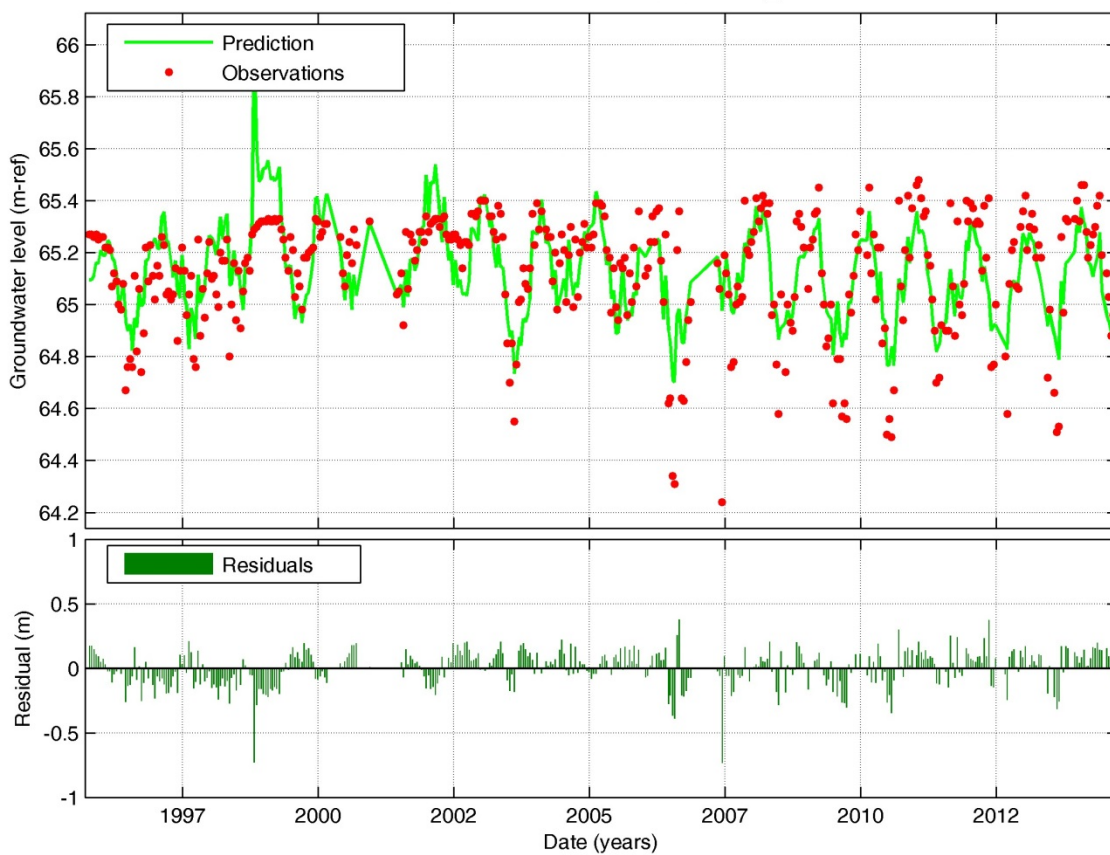
Results of series B28F0251_3



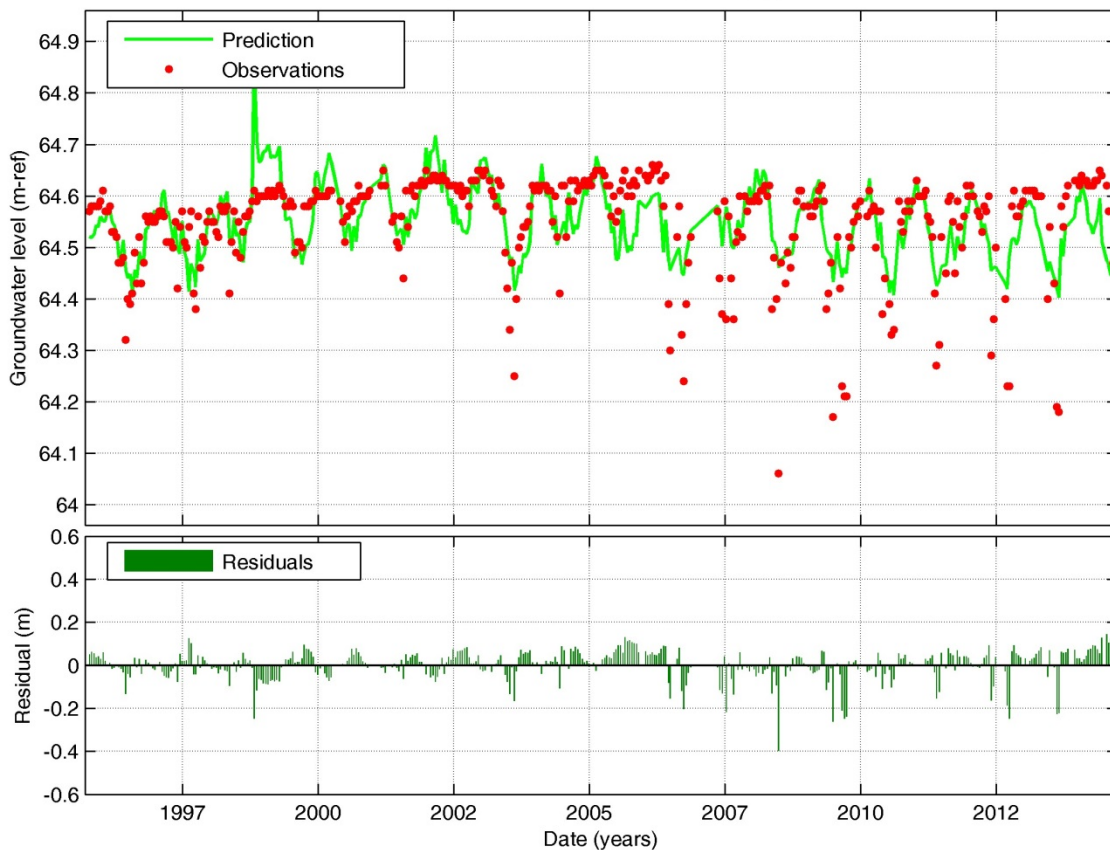
Results of series B28F0252_2



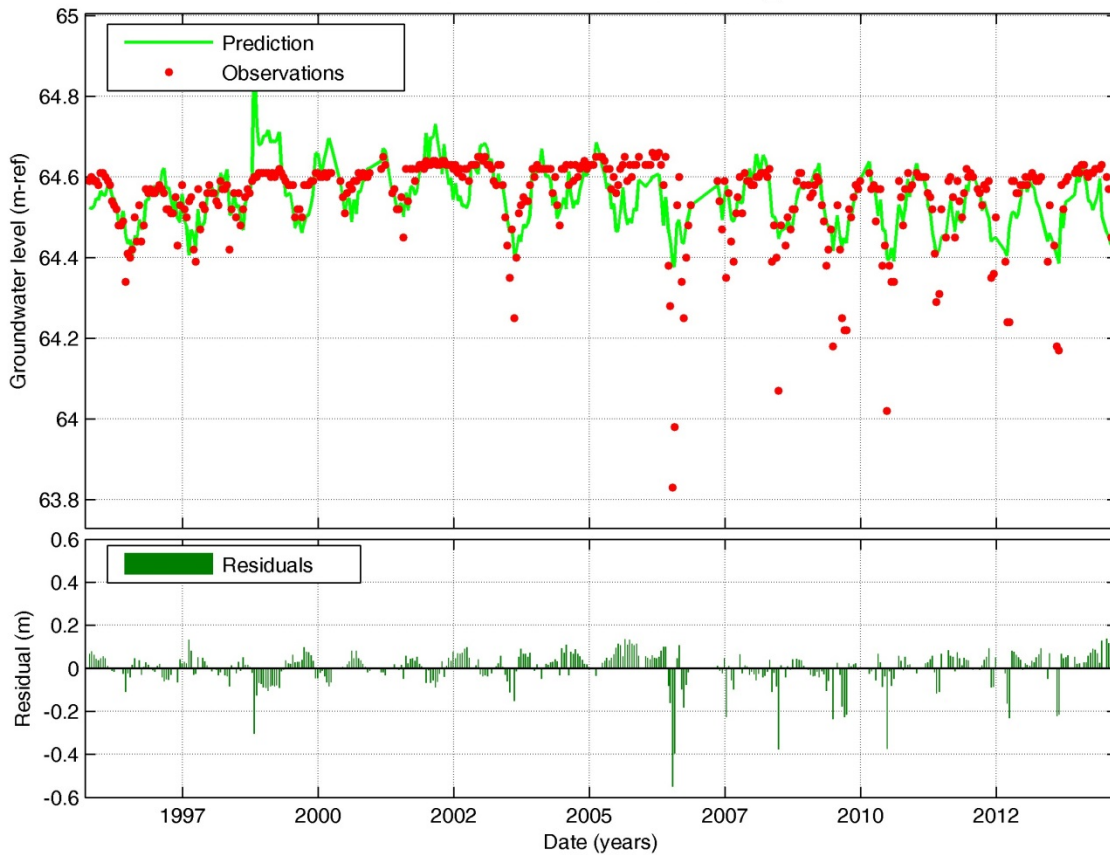
Results of series B28F0252_3



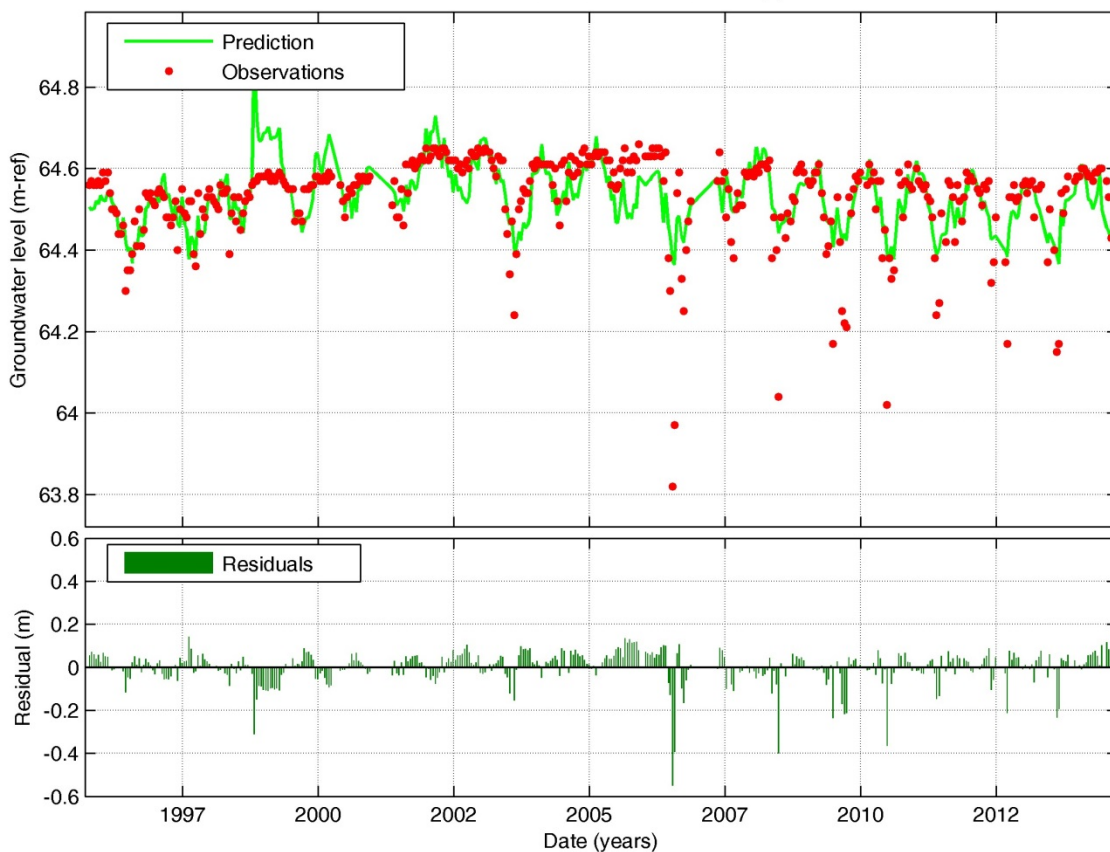
Results of series B28F0253_1



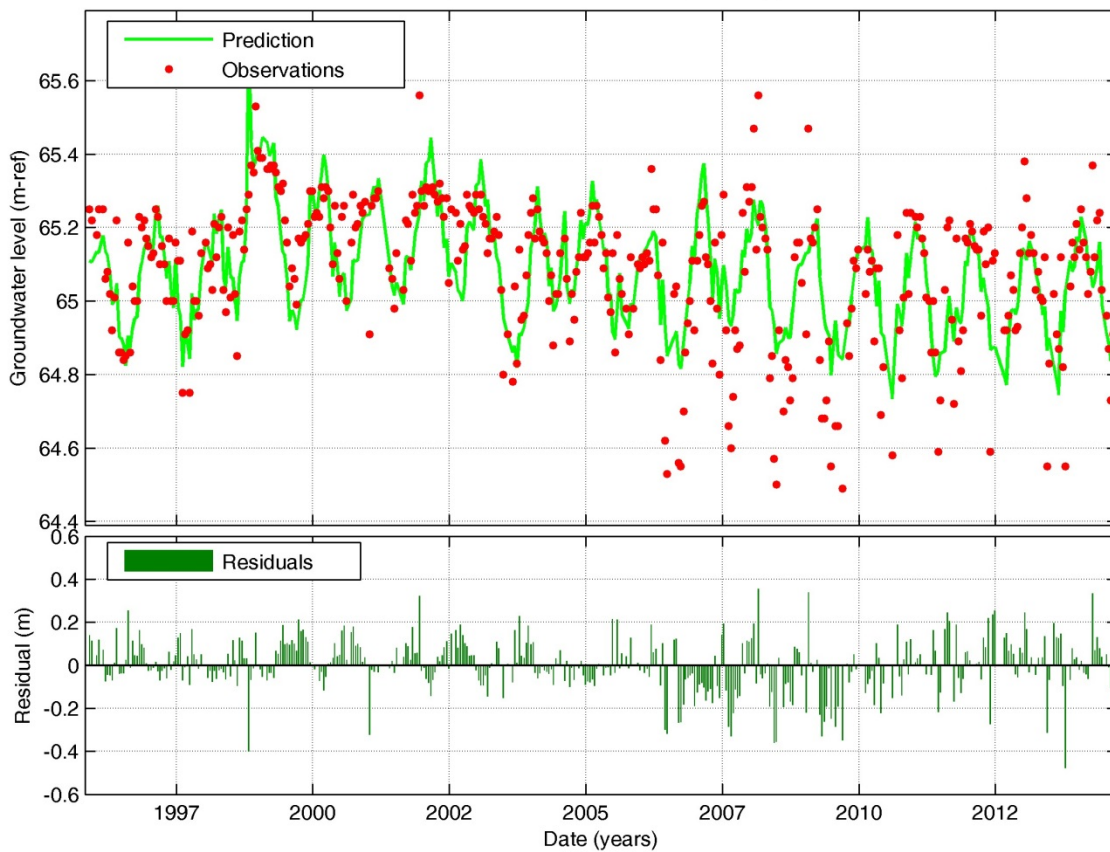
Results of series B28F0253_2



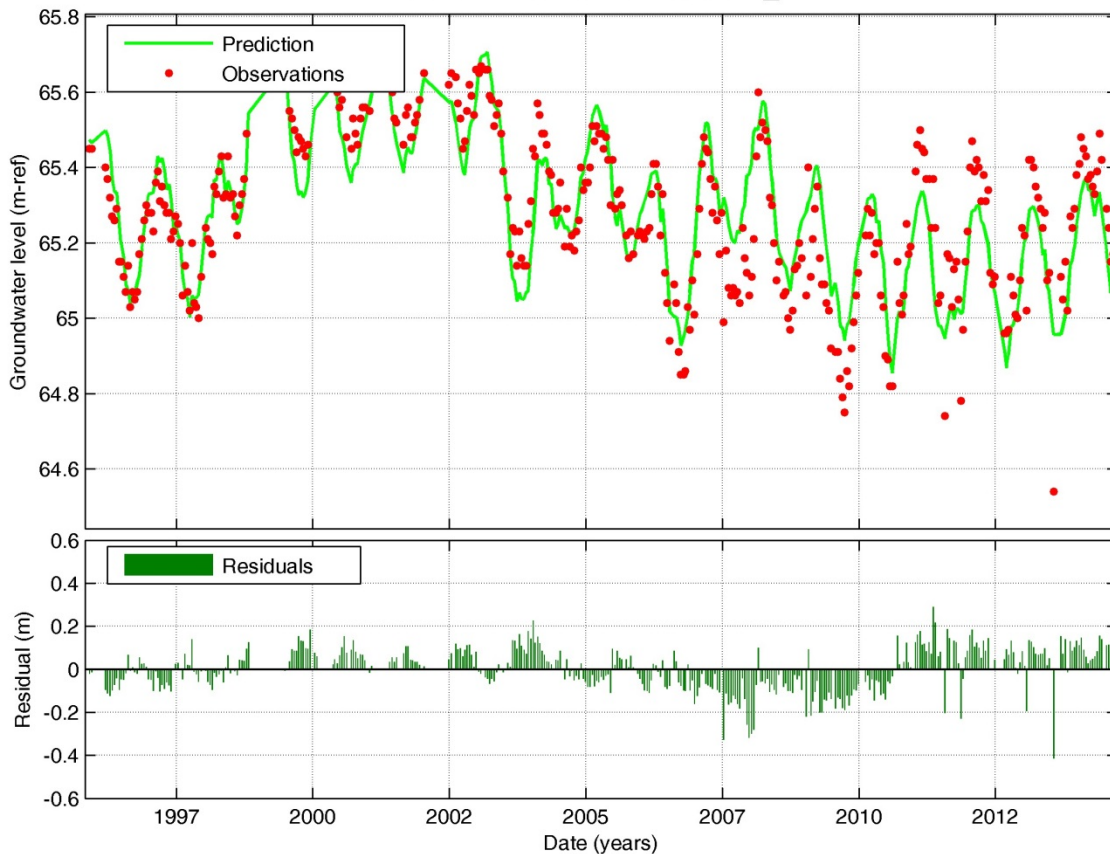
Results of series B28F0253_3



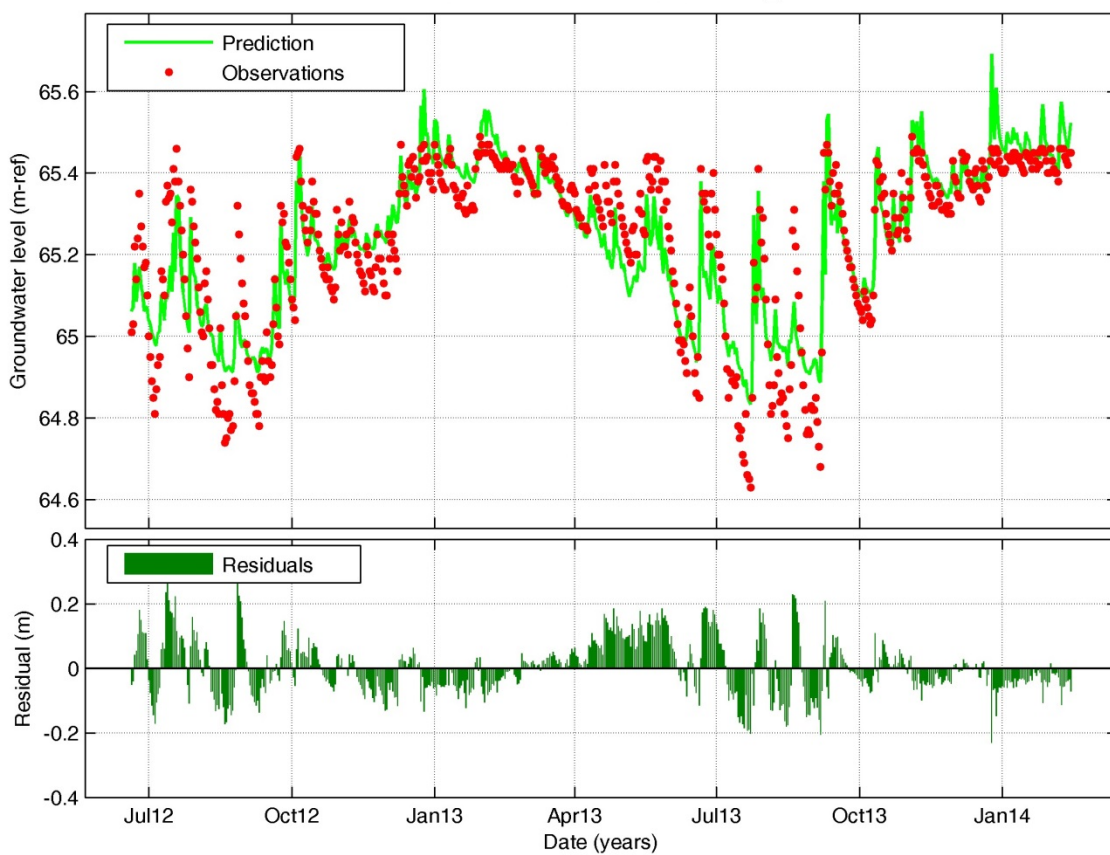
Results of series B28F0442_1



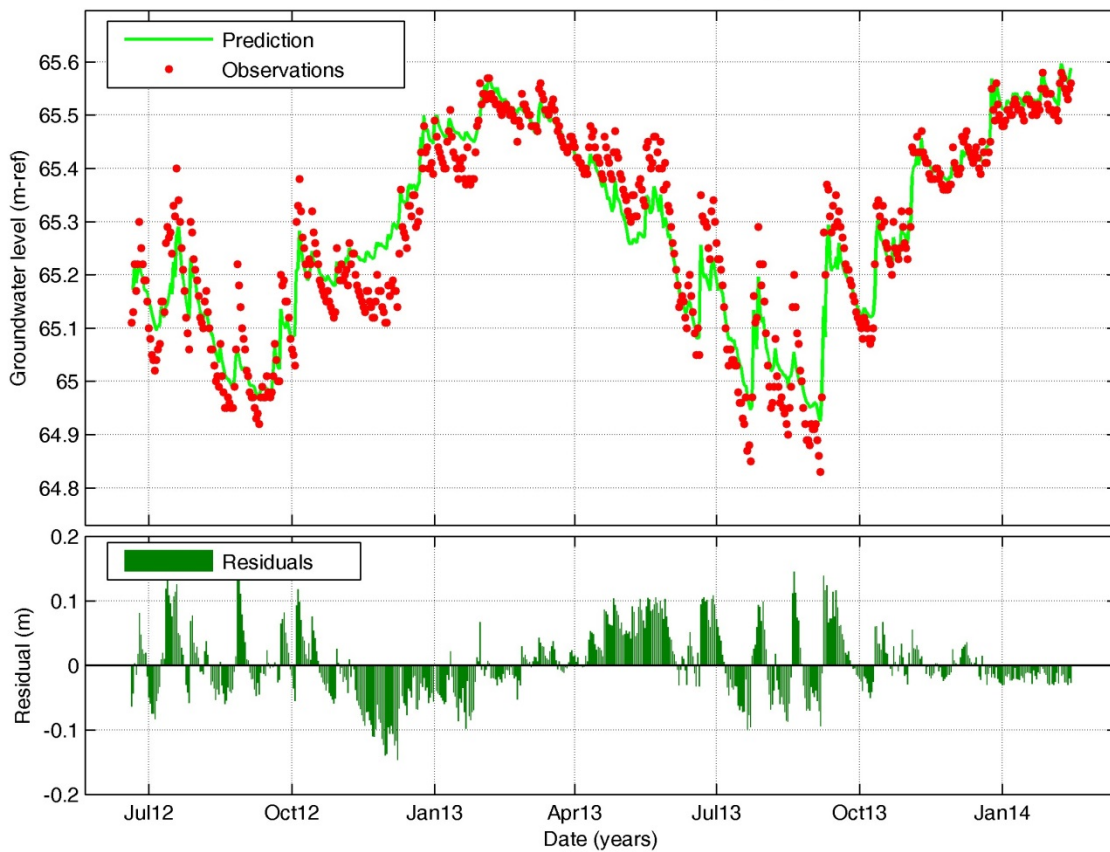
Results of series B28F0442_2



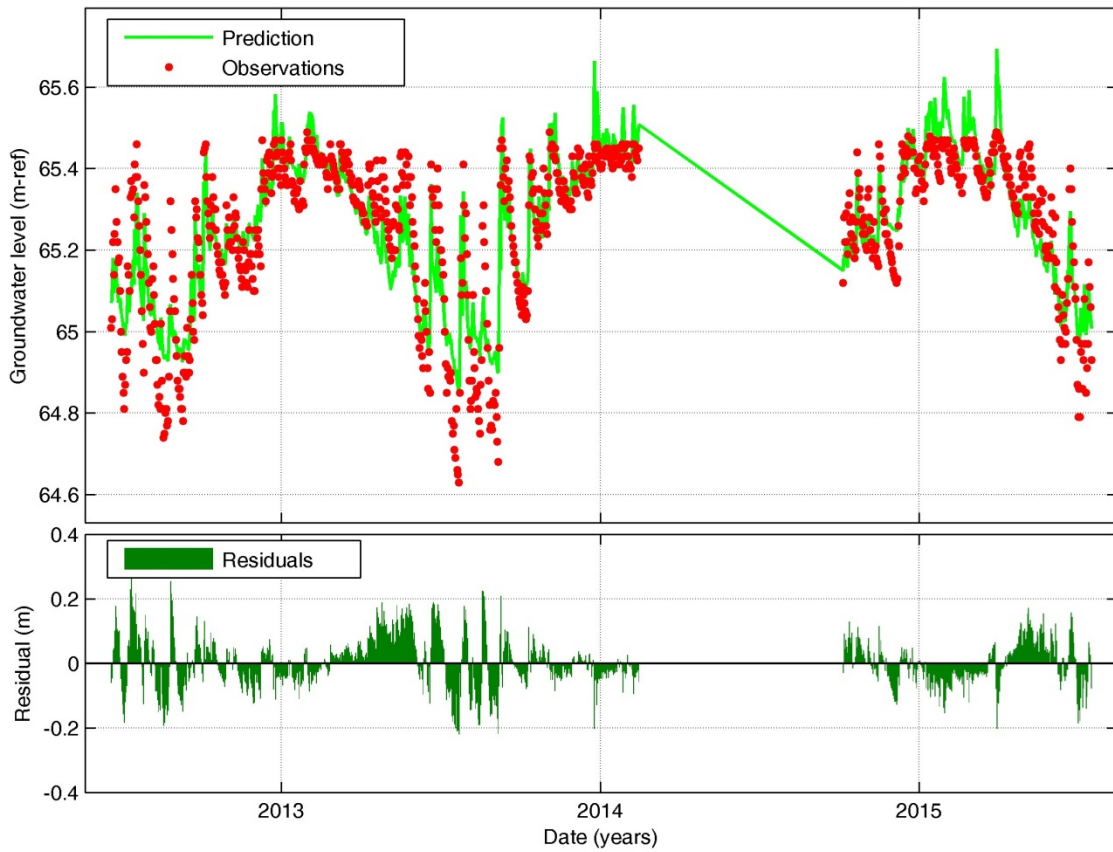
Results of series B28F1438_1



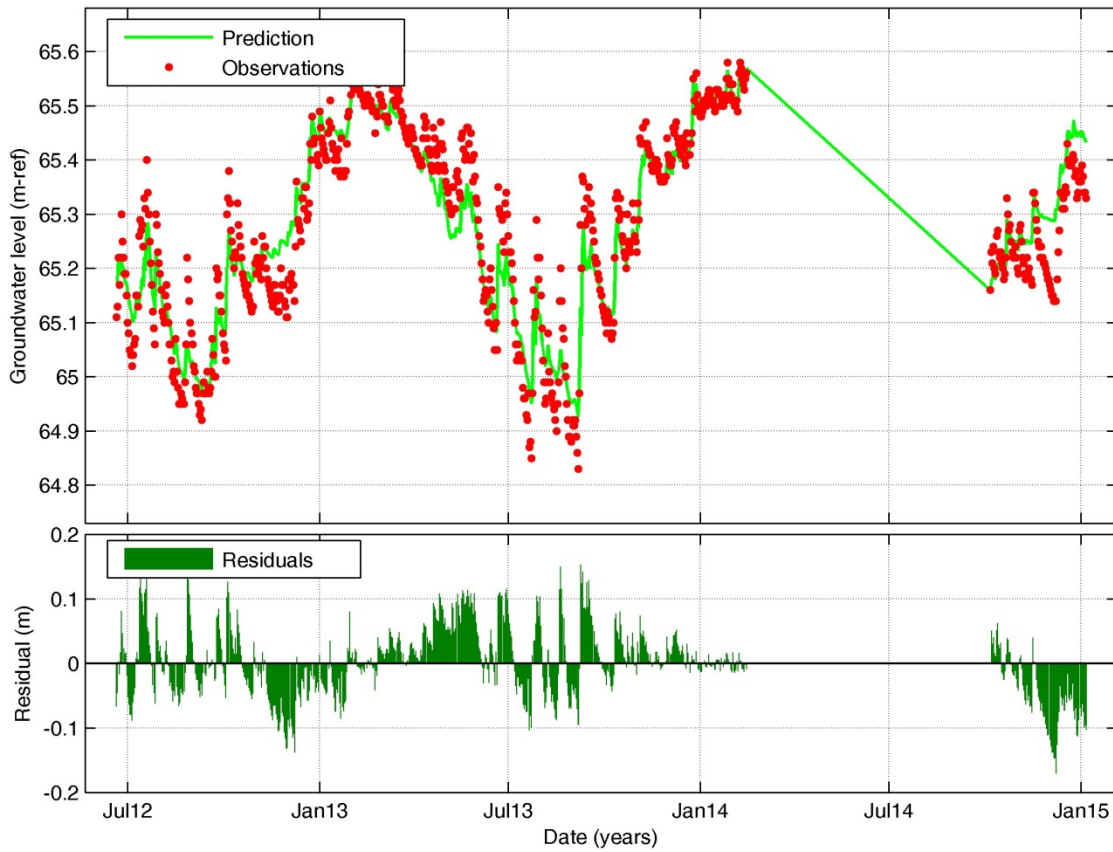
Results of series B28F1438_2



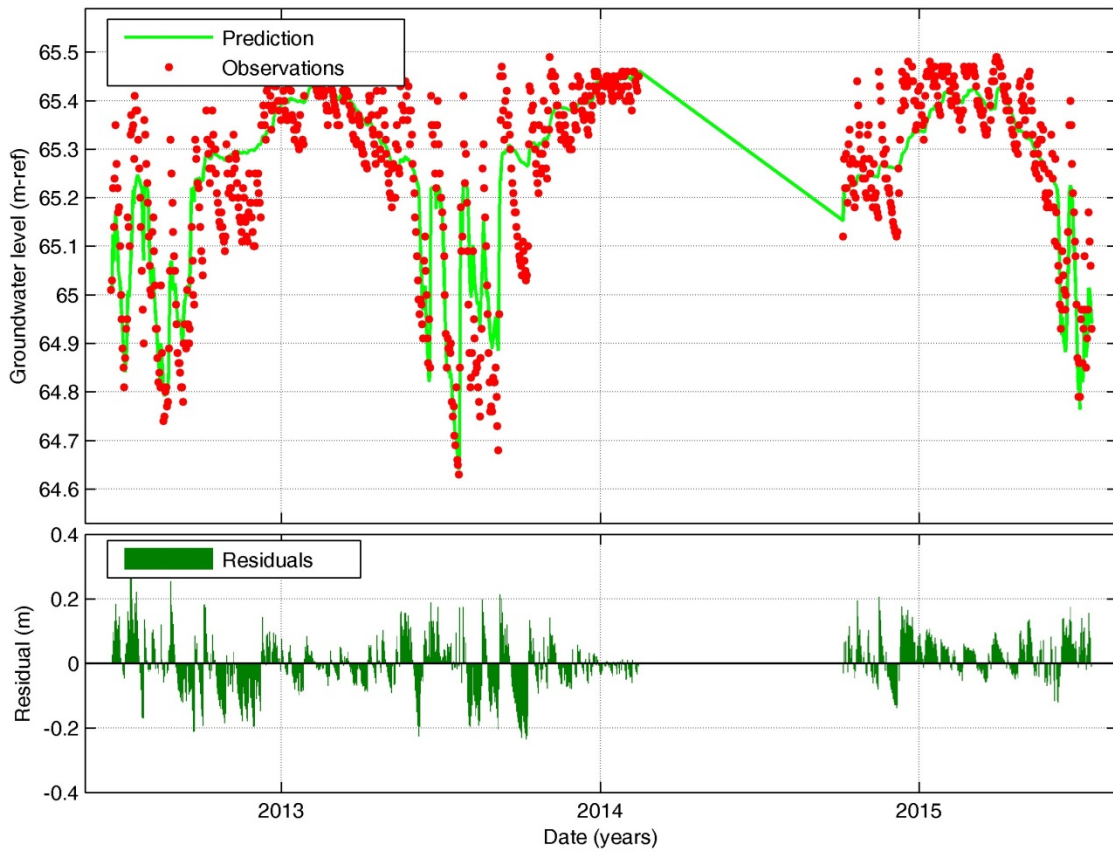
Results of series B28F1438_1 met nieuwe reeks



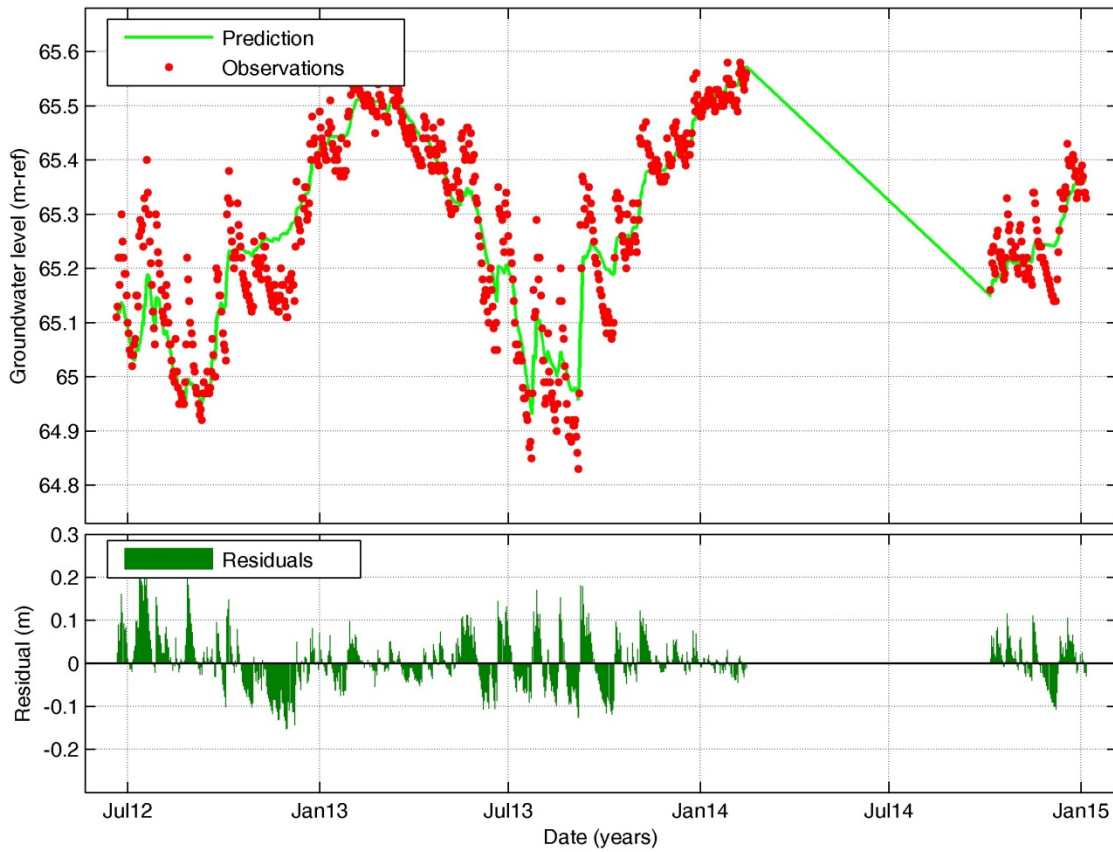
Results of series B28F1438_2 met nieuwe reeks



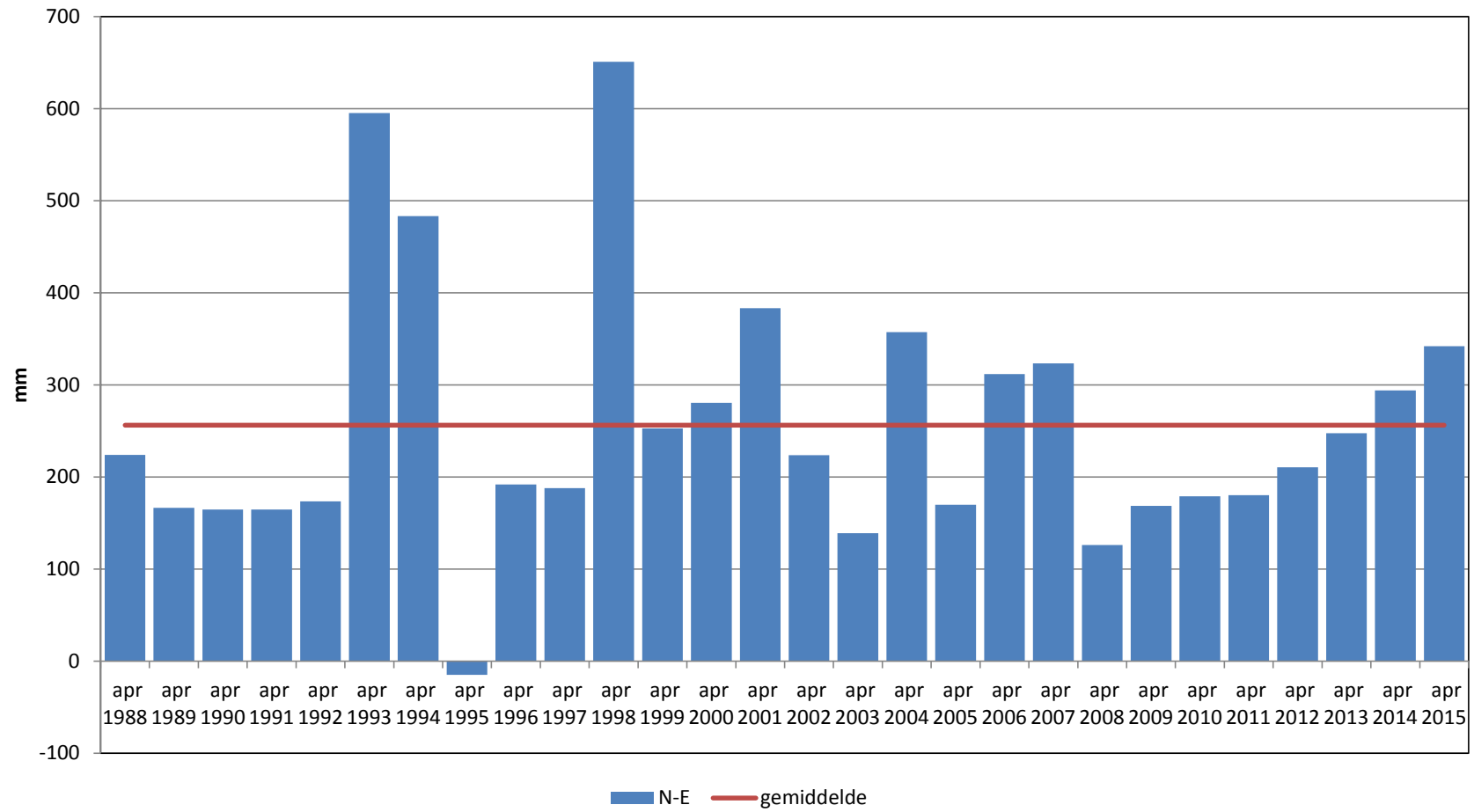
Results of series B28F1438_1 (2)



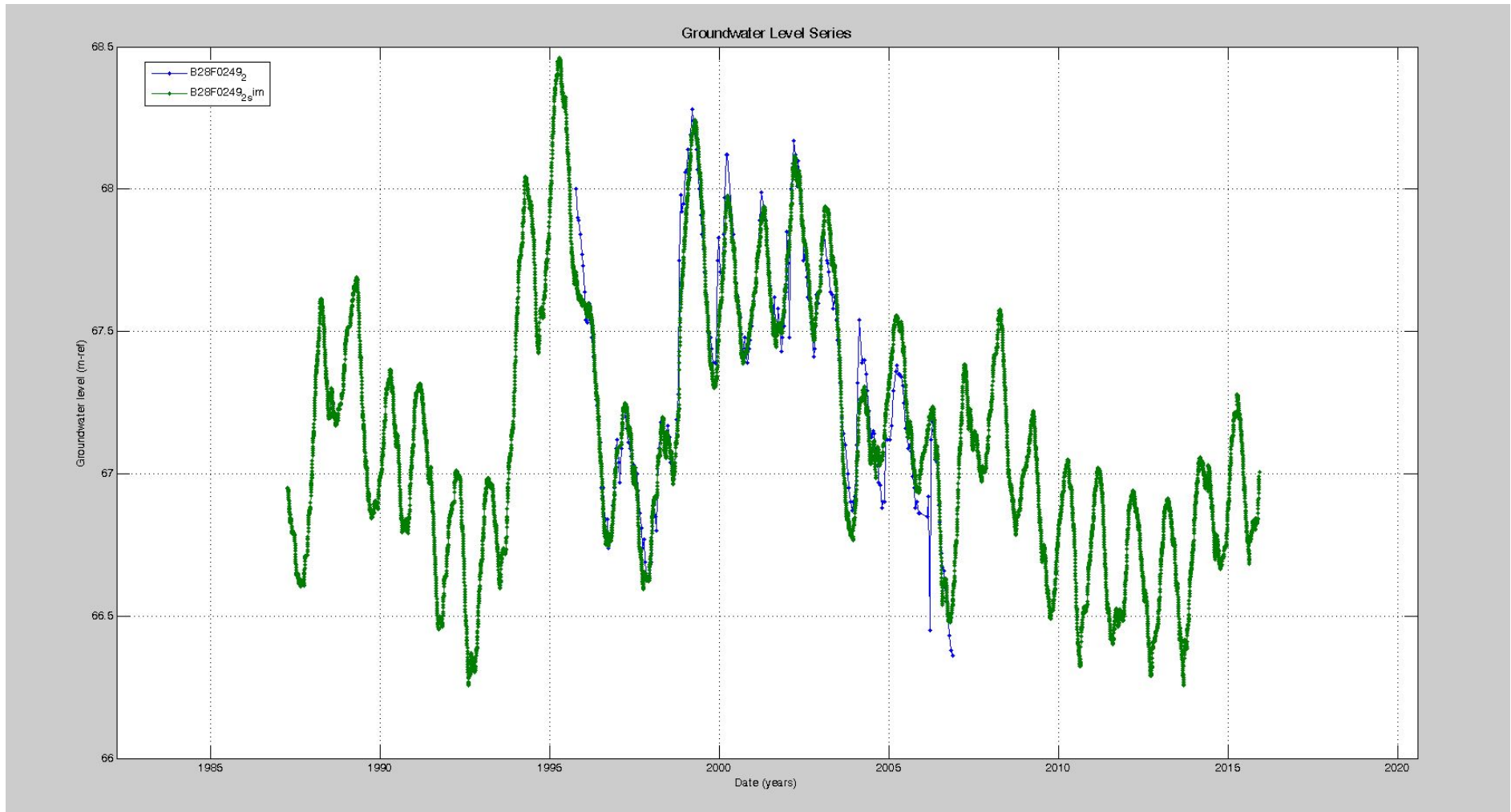
Results of series B28F1438_2 (2)



Bijlage 6: Neerslagoverschot Tubbergen



Bijlage 6 Met Menyanthes Gesimuleerde grondwaterstanden bij B28F0249_2



Bijlage 7 Analyseresultaten hydrochemisch onderzoek Mosbeek

Datum monstername: 16-4-2015

Analyse door B_WARE

code	locatie	omschrijving	pH	meq/l Alk	uS/cm EGV	umol/l CO2	umol/l HCO3-	umol/l Al	umol/l Ca	umol/l Fe	umol/l Mg	umol/l Mn	umol/l Na	umol/l P	umol/l S	umol/l Si	umol/l Zn	umol/l NO3-	umol/l NH4+	umol/l Na+	umol/l K+	umol/l Cl-
Mo1	B32	nieuwe peilbuis, ondiep	5.8	0.63	273	1925	492	7.8	558	0.7	215	12.8	649	0.22	466	401	3.8	154	5.9	636	297	606
Mo2	B32	bronloopje	6.3	0.37	298	361	280	3.2	578	0.7	258	0.9	609	0.06	369	276	1.2	795	3.3	594	329	729
Mo3	B28F1438-2	oude peilbuis, ondiep	5.6	0.56	169	3095	475	28.5	345	10.6	194	2.9	498	0.17	447	447	7.6	6	5.9	477	85	166
Mo4	B143C	nieuwe peilbuis, diep	4.7	0.19	406	1097	20	103.8	739	56.3	274	23.5	666	6.72	370	424	6.8	1377	5.5	663	561	947
Mo5	B25	nieuwe peilbuis, ondiep	5.8	0.66	235	2522	663	6.7	445	1.3	308	0.7	566	0.53	506	435	2.6	4	3.2	521	119	476
Mo6	B25	bronloopje	6.4	1.29	195	1186	1211	11.5	434	10.5	328	0.3	500	0.26	152	154	1.3	1	2.2	476	19	453
Mo7	B29A	nieuwe peilbuis, ondiep	6.2	1.20	320	2275	1371	2.4	528	1.4	395	0.6	879	0.02	508	329	1.1	196	2.7	855	137	621
Mo8	B29B	nieuwe peilbuis, diep	5.2	0.27	340	2185	159	1.9	639	0.7	405	2.8	582	0.19	452	378	1.8	585	0.7	559	277	630
Mo9	w138	bronloopje	6.9	0.84	246	210	756	1.8	503	1.5	375	0.2	411	0.02	396	189	0.6	352	0.7	400	124	370
Mo10	B28A	nieuwe peilbuis, ondiep	6.4	0.76	219	578	590	15.8	349	9.8	235	0.1	552	5.10	144	440	1.7	226	0.6	523	223	860
Mo11	B28B	nieuwe peilbuis, diep	6.2	0.52	195	536	385	40.1	301	6.1	189	0.2	569	2.99	111	373	1.2	254	2.0	518	146	824
Mo12	B28	hoofdgreppel	7.1	0.62	324	70	404	3.1	623	1.8	366	0.2	665	0.74	434	396	0.6	528	1.1	613	272	1049
Mo13	w136	zijgreppel in broekbos	7.2	0.53	294	62	378	4.8	525	3.2	358	0.1	689	0.67	433	317	0.3	323	1.0	649	187	1001
Mo14	B34	nieuwe peilbuis, ondiep	5.7	0.28	246	1297	290	0.9	383	0.5	202	0.1	819	0.72	257	277	1.5	353	0.7	763	119	963
Mo15	B34	bron	6.4	0.50	170	347	332	2.0	203	4.3	132	0.3	739	1.08	158	206	0.8	13	5.7	682	143	819
Mo16	B30A	nieuwe peilbuis, ondiep	7.1	3.61	918	593	3429	15.1	370	3.1	185	4.3	7386	0.93	2178	136	0.8	183	5.5	6809	193	923
Mo17	B30B	nieuwe peilbuis, diep	6.6	1.04	385	574	908	5.2	812	3.2	313	1.4	1034	1.36	250	250	2.3	585	4.7	963	165	957
Mo18	B30	bron	7.1	0.74	230	153	790	7.9	510	5.7	196	0.8	766	0.85	162	95	0.6	67	2.3	701	71	745
Mo19	B31A	nieuwe peilbuis, ondiep	7.0	3.58	459	939	3781	296.3	868	149.2	401	7.2	2857	9.40	410	600	2.8	6	12.8	2555	109	553
Mo20	B31B	nieuwe peilbuis, diep	6.3	3.26	279	3524	2959	520.4	978	167.2	449	21.6	921	32.10	449	785	6.5	4	2.9	846	62	267
Mo21	B26	nieuwe peilbuis, diep	4.7	0.11	178	1532	30	10.7	250	0.8	151	2.1	257	0.39	392	193	3.0	390	0.6	239	308	133
Mo22	B27	nieuwe peilbuis, diep	4.3	0.04	440	2319	18	68.1	611	0.5	241	14.8	878	0.22	373	303	2.1	1428	0.6	821	618	845
Mo23	B33	nieuwe peilbuis, diep	4.8	0.09	126	1098	26	7.0	79	0.3	56	0.9	178	0.29	205	123	0.7	387	0.9	166	459	98
Mo24	B21C	oude peilbuis, ondiep	5.6	0.75	372	4635	768	6.3	689	2.9	508	8.3	826	0.34	771	234	2.6	4	2.1	779	119	1239
Mo25	B20C	oude peilbuis, ondiep	5.8	0.52	79	1349	388	18.1	146	4.6	103	0.4	317	2.83	86	121	3.5	4	6.9	215	24	109
Mo26	B24A	oude peilbuis, diep	5.8	0.32	377	1189	295	1.1	724	1.0	381	1.4	628	0.92	360	376	3.9	1177	6.8	536	307	708

Bijlage 8 Aanpassing hydrologisch meetnet brongebied Mosbeek

Algemeen

Bij het veldbezoek met de projectgroep op 31-8-2016 is (in de middag) samen met enkele leden van de projectgroep besproken op welke wijze de hydrologische monitoring van het bronsysteem met het beschikbare meetnet van oude en nieuwe peilbuizen in de toekomst het best kan worden uitgevoerd. Bovendien is voor alle peilbuizen in het brongebied gespecificeerd in welke grondwaterafhankelijke vegetatie ze staan.

Op basis hiervan zijn door Bell Hullenaar in samenwerking met Buijs op 13 oktober 2016 de volgende meetnetaanpassingen doorgevoerd:

- Overbodige en vaak ook verwarring veroorzakende (zeer ondiepe) filters van oude peilbuizen zijn opgeheven en verwijderd.
- Onbeschermde oude peilbuizen die worden gehandhaafd zijn voorzien van metalen beschermkokers met hangsloten. De betreffende peilbuizen zijn daarbij verlengd met een opzetstuk.
- Veel van de nieuwe (reeds met koker of straatpot beschermde) peilbuizen die in het kader van de systeemanalyse zijn geplaatst zijn opgenomen in het permanente meetnet.
- Alle in de toekomst op te nemen peilbuizen / filters zijn voorzien van labels.

De aanpassingen zijn doorgegeven aan de beheerder van de databank (Verbelco) en de nieuwe meetpunten zijn inmiddels ook al in de databank opgenomen. De aanpassingen aan de oude meetpunten betreffen echter meetpunten die in beheer zijn van de Provincie. Het verzoek tot aanpassing is door Verbelco wel doorgestuurd aan de meetnetbeheerder van de Provincie, maar deze wijzigingen zijn tot op heden niet doorgevoerd. Dit geldt ook voor de eerder doorgegeven door te voeren correcties van de meetreeksen (zie paragraaf 5.3). Bell Hullenaar zal hierover nog contact opnemen met de meetnetbeheerder van de Provincie.

Met deze aanpassingen is een goed functionerend hydrologisch meetnet tot stand gebracht dat adequaat is voor monitoring van de hydrologische ontwikkelingen van het bronsysteem, namelijk:

- Met niet alleen meetpunten in het bovenste deel van het brongebied (zoals voorheen wel het geval was), maar ook in de lagere delen hiervan en in het dal van de Mosbeek.
- Met meetpunten verspreid over de verschillende grondwaterafhankelijke vegetatietypen en ook in bronnen met kalkmoeras.
- Met een belangrijk meetpunt in het intrekgebied van het bronsysteem.

Bij de uitvoering van de werkzaamheden op 13 oktober 2016 was in de ochtend ook de opnemer Jan van Marle aanwezig om de nieuwe situatie toe te lichten en een sleutel voor de beschermkokers te overhandigen (abus-6406 voor hangsloten van op te nemen peilbuizen en abus 6401 voor de hangsloten van de peilbuizen die wel blijven staan maar niet zullen worden opgenomen). Jan van Marle neemt vanaf 28-10-2016 het aangepaste meetnet handmatig op. Alle aanpassingen zijn doorgegeven aan Verbelco en inmiddels verwerkt in de hydrologische databank DINO.

In de tabellen op de volgende pagina wordt een overzicht gegeven van de doorgevoerde meetnetaanpassingen en wordt een overzicht gegeven van de grondwaterafhankelijke vegetatietypen bij de peilbuizen in het brongebied. Vervolgens wordt per meetpunt een nadere toelichting gegeven van de doorgevoerde aanpassingen, eerst voor de peilbuizen van het oude meetnet en hierna voor de nieuwe peilbuizen.

Overzicht meetnetaanpassingen

Oude meetnet

sun-code	code	filter	aanpassingen op 13-10-2016	
B19A	B28F0251	1	opgeheven	verwijderd en afgevoerd
B19B	B28F0251	2	opgeheven	verwijderd en afgevoerd
B19C	B28F0251	3	gehandhaafd	beschermkoker geplaatst
B20A	B28F0252	1	opgeheven	verwijderd en afgevoerd
B20B	B28F0252	2	opgeheven	verwijderd en afgevoerd
B20C	B28F0252	3	opgeheven	verwijderd en afgevoerd
B21A	B28F0253	1	opgeheven	verwijderd en afgevoerd
B21B	B28F0253	2	opgeheven	verwijderd en afgevoerd
B21C	B28F0253	3	gehandhaafd	beschermkoker geplaatst
B24B	B28F0442	1	gehandhaafd	beschermkoker reeds aanwezig
B24A	B28F0442	2	gehandhaafd	beschermkoker reeds aanwezig
	B28F1438	1	laten opheffen en verwijderen door de provincie	
	B28F1438	2	laten opheffen en verwijderen door de provincie	

Nieuw bijgeplaatste meetpunten in het kader van de ecohydrologische systeemanalyse

sun-code	code	filter	aanpassingen op 13-10-2016		Afwerking
B25	B28F1494	1	gehandhaafd		in beschermkoker
B26	B28F1495	1	opgeheven	buis laten staan	onder straatpot
B27	B28F1496	1	gehandhaafd		onder straatpot
B28A	B28F1497	1	gehandhaafd	planken aangebracht voor toegang naar peilbuis	in beschermkoker
B28B	B28F1497	2	gehandhaafd	afdichten met dop en opnemen met kweldrukmeter	in beschermkoker
B29A	B28F1498	1	gehandhaafd		in beschermkoker
B29B	B28F1498	2	gehandhaafd	afdichten met dop en opnemen met kweldrukmeter	in beschermkoker
B30A	B28F1499	1	opgeheven	buis laten staan	in beschermkoker
B30B	B28F1499	2	opgeheven	buis laten staan	in beschermkoker
B31A	B28F1500	1	opgeheven	buis laten staan	in beschermkoker
B31B	B28F1500	2	opgeheven	buis laten staan	in beschermkoker
B32	B28F1501	1	gehandhaafd		in beschermkoker
B33	B28F1502	1	opgeheven	buis laten staan	onder straatpot
B34	B28F1503	1	gehandhaafd		in beschermkoker
B143C	B28F1505	3	gehandhaafd		in beschermkoker

Overzicht vegetatietypen bij peilbuizen

B19C	op grens van Blauwgrasland en Beenbreekrijke vochtige heide
B21C	Blauwgrasland / (veldrusschraalland). Spaanse ruiter in de buurt
B24AB	Beenbreekrijke vochtige heide
B25	Kalkmoeras met dominantie van Armbloemige waterbies en Moeraszoutgras
B27	geen grondwaterafhankelijke vegetatie (want peilbuis staat in intrekgebied)
B28AB	Rietruigte
B29AB	Veldrusschraalland / (Blauwgrasland)
B32	Kalkmoeras met dominantie van Armbloemige waterbies en Moeraszoutgras
B34	verruigd Bittere veldkers-Elzenbroekbos

Toelichting aanpassing oude meetpunten

B19ABC (B28F0251-1, -2 en -3)

De twee ondiepste filters (A en B) zijn om de volgende redenen verwijderd: ze zijn kwetsbaar voor verstoring doordat ze zeer ondiep zijn, ze hebben nauwelijks toegevoegde waarde ten opzichte van het (relatief) diepe C-filter, de aanwezigheid van meerdere filters leidt tot misverstanden bij de opname en vermoedelijk ook bij het uitvoeren van controlemetingen van de referentiehoogten. Het (relatief) diepe filter B19C (B28F0251-3) is gehandhaafd. Het filter is verlengd met een opzetstuk en voorzien van een beschermkoker. De nieuwe lengte van de peilbuis bedraagt 1,63 m en de nieuwe referentiehoogte bedraagt 65,90 mNAP.

B28F1438-1 en -2

Deze peilbuis van de Provincie Overijssel heeft twee filters (B28F1438-1 en -2). Beide filters zijn echter ondiep. Peilbuis B28F1438 staat vlak naast de ondiepe peilbuis B19C van Landschap Overijssel. Er wordt hier dus dubbel gemeten. De reeks van de peilbuis van Landschap Overijssel is veel langer (hier wordt al vanaf 1995 gemeten en ter plaatse van B28F1438 pas sinds 2012). Bovendien bevindt zich een gat in de reeksen van B28F1438. Om deze redenen, en omdat peilbuis B19C nu goed is ingericht, kan peilbuis B1438-1 en -2 het best worden opgeheven.

B20ABC (B28F0252-1, -2 en -3)

Omdat hier dubbel wordt gemeten met B24BA (B28F0442-1 en -2) en de reeks van B24BA net zo lang en betrouwbaarder is, is meetpunt B20ABC opgeheven. Alle drie de filters zijn daarom uit de grond getrokken en afgevoerd.

B21ABC (B28F0253-1, -2 en -3)

Alle drie de filters zijn beschadigd geraakt bij de uitvoering van maaiwerkzaamheden. De twee ondiepe filters worden (om dezelfde redenen als eerder genoemd bij B20) opgeheven. De restanten hiervan zijn zo goed mogelijk verwijderd. B21C is hersteld en voorzien van een beschermkoker met hangslot. De lengte van de nieuwe peilbuis bedraagt 1,37 m en de nieuwe referentiehoogte 65,09 mNAP.

B24BA (B28F0442-1 en -2)

Uit controle van de meetreeksen (zie paragraaf 5.3) volgt dat dit een betrouwbaar meetpunt is. Beide filters van dit meetpunt zijn gehandhaafd. Bij de opname van de filters in het verleden heeft vaak verwisseling van de filters plaatsgevonden. Met het labelen van de filters behoort dit probleem nu hopelijk tot het verleden. Het meetpunt heeft een afwijkende beschermkoker maar de kwaliteit hiervan is goed, dus deze koker is niet vervangen.

Toelichting toevoeging nieuwe meetpunten

De nieuwe peilbuizen zijn eind 2014 bijgeplaatst in het kader van de systeemanalyse en zijn toen allen voorzien van dataloggers. Nadat voltooiing van de registratie van het grondwaterstandsverloop gedurende het eerstvolgende kalenderjaar (2015) zijn de dataloggers uitgelezen en op basis hiervan heeft de systeemanalyse grotendeels plaatsgevonden. Na het uitlezen zijn de dataloggers terug gehangen en zijn de metingen voortgezet tot en met 13 oktober 2016: toen zijn de loggers verwijderd en vervolgens teruggebracht naar de Provincie Overijssel.

Alle nieuwe peilbuizen hebben sun-codes gekregen en de verzamelde grondwaterstandsmeetreeksen zijn inmiddels opgenomen in de hydrologische databank DINO. Een selectie van de nieuwe peilbuizen is opgenomen in het permanente meetnet van Landschap Overijssel. Deze peilbuizen worden sinds eind oktober 2016 handmatig opgenomen. De overige nieuwe peilbuizen zijn (voor eventueel toekomstig onderzoek) nog wel in het gebied aanwezig maar worden dus niet opgenomen.

De volgende nieuwe meetpunten zijn toegevoegd aan het permanente meetnet:

B25 (B28F1494-1)

Deze peilbuis staat in een bron. In de bron is een kalkmoeras-vegetatie met dominantie van Armbloemige waterbies en Moeraszoutgras aanwezig. De afvoer van het bronwater vindt hier op diffuse wijze plaats via een natuurlijk bronslenkje.

B27 (B28F1496-1)

Deze peilbuis staat in het intrekgebied van het brongebied van de Mosbeek, in een goed doorlatend grofzandig pakket en staat ongeveer op dezelfde locatie als de voormalige peilbuis B28F0249. Vanwege de positie en de mogelijkheid van koppeling met de oude reeks is deze peilbuis zeer belangrijk voor het monitoren van de ontwikkelingen van het brongebied.

B28AB (B28F1497-1 en -2)

Deze peilbuis met ondiep en diep filter staat zeer laag in het brongebied, nabij de Mosbeek. Om een goede toegang tot het meetpunt te krijgen zijn enkele planken aangebracht op de drassige bodem. Het ondiepe filter wordt op gangbare wijze opgenomen. Het diepe filter stroomt continu over. Op 13 oktober 2016 is met een kweldrukmeter een stand van 107 cm boven de bovenkant van de buis gemeten ($62,56 + 1,07 = 63,63$ mNAP). Om het waterverlies via de overstroming tegen te gaan is de bovenzijde van het diepe filter afgedopt. De opnemer (Jan van Marle) wil het diepe filter met de kweldrukmeter blijven opnemen.

B29AB (B28F1498-1 en -2)

Deze peilbuis met ondiep en diep filter staat tussen B25 en B28AB in. Ook hier stroomt het diepe filter continu over. Op 13 oktober 2016 is hier met de kweldrukmeter een stand van 38 cm boven de bovenkant van de buis gemeten ($64,18 + 0,38 = 64,56$ mNAP). Ook dit diepe filter is daarom afgedopt. De opnemer (Jan van Marle) wil ook dit diepe filter met de kweldrukmeter blijven opnemen. Nabij de peilbuis is een ingesneden bronloopje aanwezig. Hier kan zodoende wellicht een effect worden gemeten van het dempen van het loopje.

B32 (B28F1501-1)

Net als bij B25 staat deze peilbuis in een bron, en ook is hier is een kalkmoerasvegetatie aanwezig met dominantie van Armbloemige waterbies en Moeraszoutgras. Iets benedenstrooms van de bron begint een enigszins ingesneden bronloopje, dat verder stroomafwaarts steeds dieper wordt. Met deze peilbuis kan wellicht het effect gemeten worden van de omvorming het bronloopje naar een veenslenkje.

B34 (B28F1503-1)

Deze peilbuis staat nabij de Mosbeek, in een verdroogd en zodoende verruigd Bittere veldkers-Elzenbroekbos. De oorzaak hiervan is de diepe insnijding van de beekloop en de hiermee gepaard gaande sterk drainerende werking van de Mosbeek. Om tot herstel te komen van het waardevolle Bittere veldkers-Elzenbroekbos dient de Mosbeek in sterke mate verondiept te worden. Met de peilbuis kan het effect van deze herstelmaatregel worden gemeten.

B143C (B28F1505-3)

Deze peilbuis met diep filter is in het kader van de systeemanalyse geplaatst in aanvulling op de hier reeds aanwezige peilbuizen met uitsluitend ondiepe filters, namelijk het meetpunt van de Provincie Overijssel (B28F1438-1 en -2) en meetpunt B19ABC (waarvan dus alleen B19C wordt gehandhaafd) van Landschap Overijssel.

Nieuwe meetpunten die niet meer worden opgenomen

Een aantal nieuwe peilbuizen waren wel van belang voor het in beeld brengen van het grondwatersysteem, maar zijn van ondergeschikt belang voor het monitoren van de hydrologische ontwikkelingen van het bronsysteem. Deze meetpunten zijn niet opgenomen in het permanente meetnet maar wel in het veld gehandhaafd voor eventueel toekomstig onderzoek. Ook zijn de reeds verzamelde reeksen opgeslagen in DINO. Het betreft hierbij: B26, B30AB, B31AB en B33.