

Notitie

HaskoningDHV Nederland B.V.
Transport & Planning

Aan: Waterschap Aa en Maas
Van: B.J.H.M. Possen (Royal HaskoningDHV)
Datum: 2 maart 2020
Kopie: J. van Oorsouw, L. Wortel
Ons kenmerk: BG7568_T&P_NT_2003020941
Classificatie: Beperkt verspreid
Status: Definitief

Onderwerp: Ecohydrologische samenhang Hoogveenbossen en Campagnebeek

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

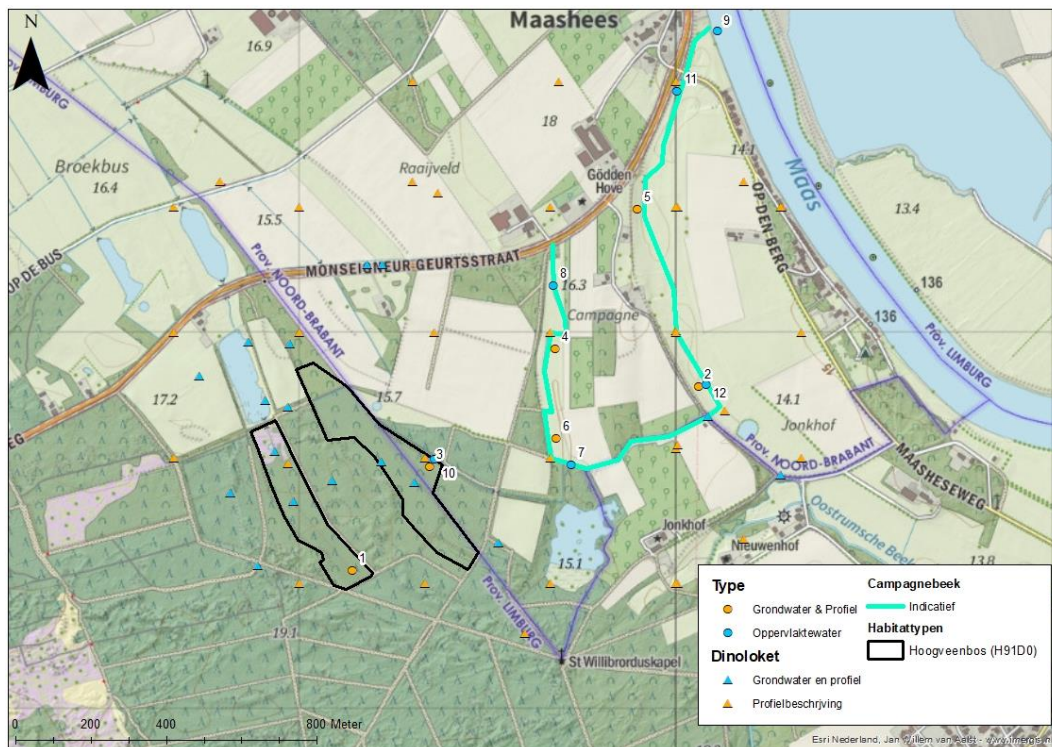
Op de grens van Noord-Brabant en Limburg, in gemeente Boxmeer, net zuidelijk van Maashees, ligt de loop van de Campagnebeek (Figuur 1-1). In zijn huidige vorm, is de Campagnebeek goeddeels gegraven ter ontwatering van enkele natte laagten, die onderdeel waren van het systeem van de Maasheese heide en het Holtheeser broek. Alleen de tegenwoordige “benedenloop” (uitstroom richting Maas) bestond al, te midden van beemden (Figuur 1-2). Overigens zijn deze gebieden al vanaf de oudst beschikbare kaarten onder bos¹, terwijl de tussenliggende hoogte als heide in gebruik was.

In de laagten vinden we de Hoogveenbossen (H91D0), die tegenwoordig op grond van het Europese Natura 2000-netwerk bescherming genieten. Waterschap Aa en Maas werkt vanuit de Kaderrichtlijn Water aan beekherstel voor de Campagnebeek, waarbij ook de doelen die gelden onder Natuurnetwerk Nederland zo goed mogelijk worden gerealiseerd.

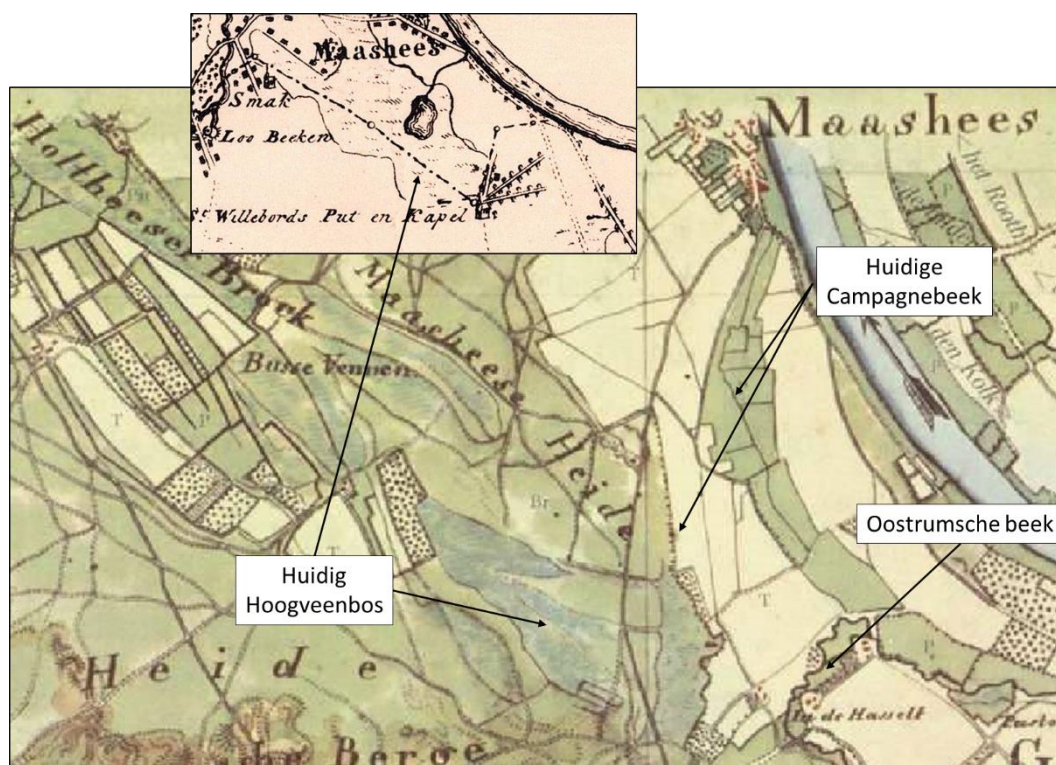
De Campagnebeek zelf is geen onderdeel van Natura 2000-gebied “Boschhuizerbergen”, maar ligt hier voor wat betreft grondwater wel benedenstrooms van. Een hydrologische relatie tussen beiden is dan ook niet op voorhand uitgesloten. Uit overleg tussen provincies Noord-Brabant en Limburg en Waterschap Aa en Maas is naar voren gekomen dat het wenselijk is om na te gaan, in hoeverre het inrichtingsplan dat voor de Campagnebeek is opgesteld bij kan dragen aan de voor Natura 2000-gebied “Boschhuizerbergen” geformuleerde instandhoudingsdoelstellingen, specifiek de instandhoudingsdoelstellingen voor Hoogveenbossen (H91D0). Het gaat dan om behoud van kwaliteit en areaal (Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Voedselkwaliteit 2018). Dit instandhoudingsdoel wordt met behulp van het zogenoemde “veegbesluit” op grond van aanwezige waarden (op termijn)² aan de doelen voor Natura 2000-gebied “Boschhuizerbergen” toegevoegd. De Hoogveenbossen bevinden zich vrijwel direct ten westen van het plangebied zoals dat is gedefinieerd voor de herinrichting van de Campagnebeek (Figuur 1-1). Het in beeld brengen van de (hydrologische) relatie tussen de Hoogveenbossen (H91D0) en de Campagnebeek, is hierin een zinvolle stap. Deze notitie geeft hier in vulling aan.

¹ Opvallend genoeg is voor de oostelijke Hoogveenbossen rond 1930 eenmalig heide met opslag van bos ingetekend, een teken van extensieve uitnuttig.

² Bij de instandhoudingsdoelstellingen voor Hoogveenbossen (H91D0) is het van belang te vermelden dat de minister van LNV in maart 2018 een ontwerp wijzigingsbesluit (het “veegbesluit”) ter visie heeft gelegd waarin dit habitattype wordt toegevoegd aan de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebied “Boschhuizerbergen”, maar dat de minister in een brief aan de kamer eind 2019 heeft aangegeven dat het definitieve besluit hierover voorlopig nog niet genomen zal worden.



Figuur 1-1 Ligging van de Campagnebeek (blauwe lijn geeft de indicatieve ligging) ten opzichte van de Hoogveenbossen (H91D0; zwarte polygonen) en bestaande (driehoeken; Dinoloket 2019) en aanvullend verzamelde (cirkels) bodem- (oranje symbolen) en grondwatergegevens (blauwe symbolen).



Figuur 1-2 Uitsnede uit de Tranchot-kaart, waarop de situatie tussen circa 1803-1830 te zien is en waarop de vergelijking met de huidige situatie is gemaakt. Inzet: Uitsnede uit de kaart van Verhees (Verhees 1794).

1.2 Doel

In deze notitie wordt de waarschijnlijkheid van een hydrologische relatie tussen de Campagnebeek en de Hoogveenbossen (H91D0) in Natura 2000-gebied “Boschhuizerbergen” in beeld gebracht. Hiertoe is zoveel mogelijk gebruik gemaakt van bestaande gegevens, maar zijn aanvullende boringen gezet en is eenmalig grond- en oppervlaktewater verzameld, omdat relevante gegevens op dit vlak ontbraken. Om de hydrologische relatie in beeld te brengen, gaat deze notitie kort in op reliëf, bodemopbouw, (grond)waterkwaliteit en dergelijke. Dit op een niveau dat voldoende is om voorliggende vraag te beantwoorden. Een volledige ecohydrologische systeemanalyse voor het plangebied, ondanks enkele gelijkenissen, is voorliggende notitie nadrukkelijk niet.

1.3 Leeswijzer

In het tweede hoofdstuk wordt de abiotiek van het plangebied in kaart gebracht. De aandacht bij de informatieverzameling spitste zich met name toe op het verzamelen van zo nauwkeurig mogelijke gegevens met betrekking tot:

- Geomorfologie, geologische opbouw, hoogteligging en bodem (e.g. AHN 2019; Dinoloket 2019; Lizard 2019).
- Bestaande hydrologische informatie (e.g. Dinoloket 2019; Grondwatertools 2019).
- Historische geografische informatie en uit (grijze) literatuur beschikbare (e.g. IVN 1994; Kurstjens 2018) en historische en waterstaatskaarten kaarten en bonnenbladen (e.g. Verhees 1794; Nationaal Archief 1837).

In het derde en laatste hoofdstuk worden de resultaten samengevat in termen van een ecohydrologische relatie tussen de Hoogveenbossen (H91D0) en de Campagnebeek, waarbij óók wordt ingegaan op eventuele maatregelen die bij kunnen dragen aan de voor de bossen geformuleerde instandhoudingsdoelstellingen. Dit laatste zal op hoofdlijnen zijn, mede vanwege het eenmalige karakter van het veldwerk, die in het inrichtingsplan verder kunnen worden uitgewerkt.

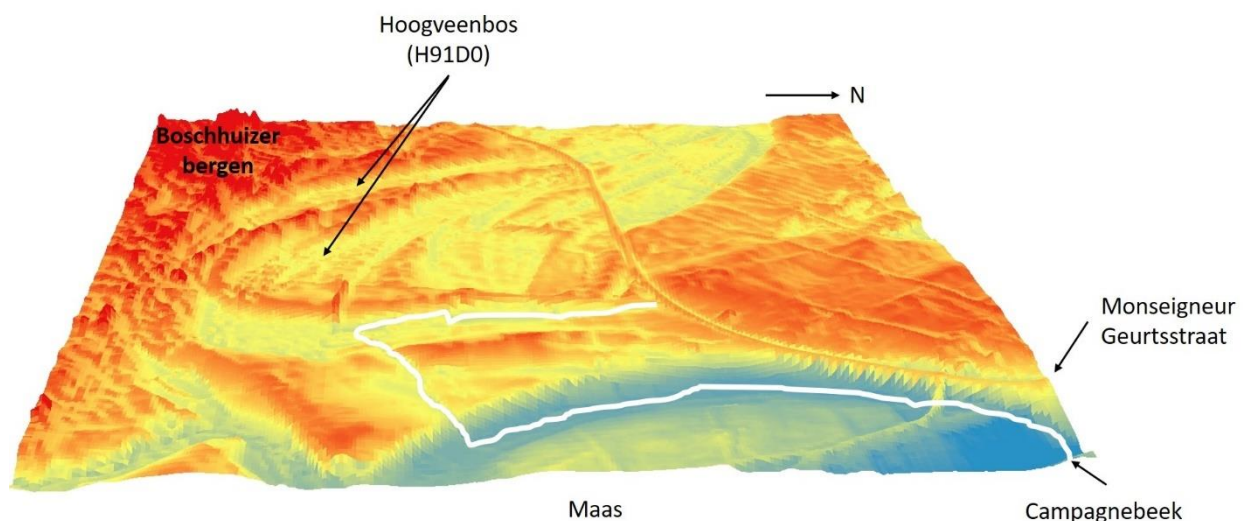
2 Onderdelen van het systeem

Bij de beschrijving van het ecohydrologisch systeem voor de Campagnebeek en haar omgeving, wordt achtereenvolgens ingegaan op hoogteligging, geologie en bodemopbouw en grond- en oppervlaktewater. Bestaande en nieuw verzamelde gegevens worden gelijktijdig en in samenhang gepresenteerd.

2.1 Hoogteligging

Vanaf “Boschhuizerbergen” tot aan de Maas verloopt het maaiveld van circa 20 tot 11,5 meter +NAP. De Hoogveenbossen (H91D0) liggen op circa 16 m +NAP, de bovenloop van de Campagnebeek op circa 14,8 m +NAP, de benedenloop op 12,3 m +NAP (AHN 2019).

De hoogteligging van de Campagnebeek en haar omgeving, laat mooi de terras-opbouw van het gebied zien (Figuur 2-1). De benedenloop³ van de Campagnebeek ligt het laagst (op het Laagterras) en loopt door een laagte in het landschap; een oude meander van de Maas. De bovenloop van de Campagnebeek ligt aanmerkelijk hoger (op het Middenteras), maar óók in een lage, oude Maasmeander die aan beide zijden begrensd wordt door rivierduinen. De Hoogveenbossen (H91D0) liggen in ditzelfde systeem, maar worden in zuidelijke, oostelijke en westelijke richting omsloten door rivierduinen en aanmerkelijk hogere gebieden (waarop het grootste deel van Natura 2000-gebied “Boschhuizerbergen” ligt). In noordelijke richting loopt de laagte echter door (Figuur 2-1). Overigens illustreert figuur 2-1 mooi, dat de verbinding tussen de boven- en de benedenloop van de Campagnebeek een hoogte doorsnijdt en daarmee het Laagterras en het Middenteras kortsluit.



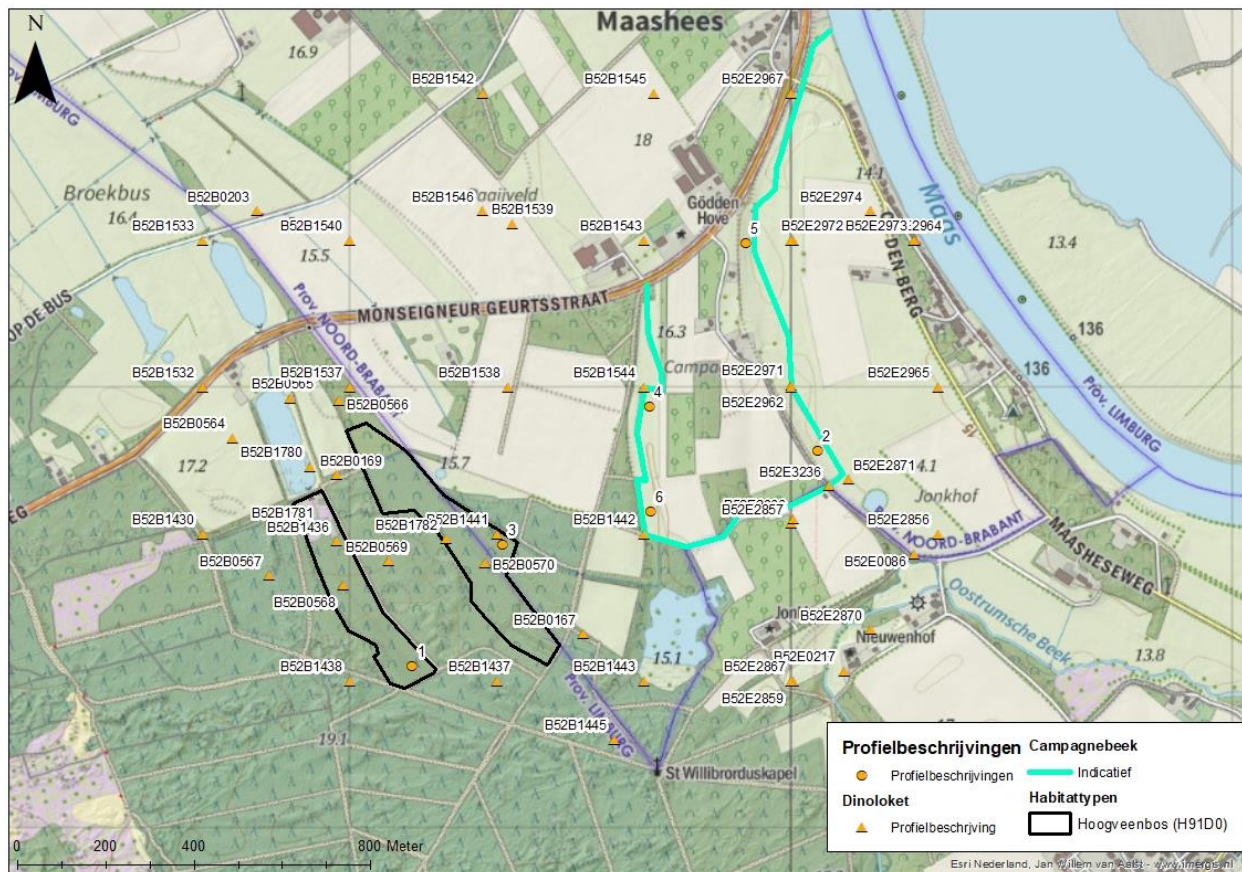
Figuur 2-1 Hoogteligging voor de Campagnebeek (witte lijn geeft de indicatieve ligging) en haar omgeving (AHN 2019) en enkele toponiemen ter oriëntatie. Let op: het noord is rechts.

Op de hoogtekaart is goed te zien dat de westelijke Hoogveenbossen (H91D0) intensief gerabatteerd zijn, terwijl in de oostelijke bossen enkele diepe (maar in ieder geval deels afgedamde) sloten zorg(d)en voor de ontwatering (AHN 2019).

³ De termen “bovenloop” en “benedenloop” worden gebruikt in het inrichtingsplan dat voor de Campagnebeek wordt opgesteld en zijn hier overgenomen. De bovenloop begint bij de Monseigneur Geurtsstraat en stroomt in zuidelijk richting tot aan de doorsteek. De bovenloop stroomt vanaf deze doorsteek in noordelijke richting naar de Maas.

Resumé hoogteligging

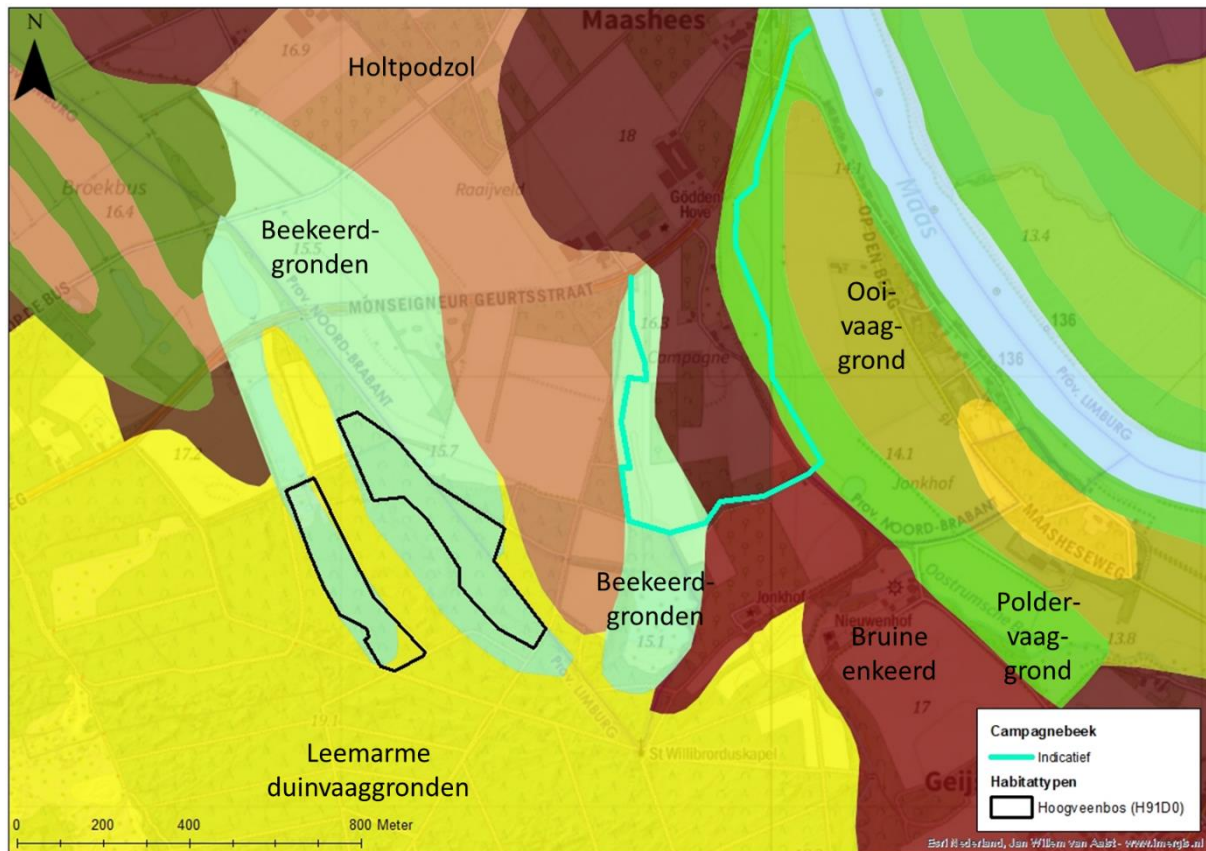
- De Hoogveenbossen liggen op circa 16 m +NAP, de Campagnebeek op 14,8 en 12,3 m +NAP.
- De benedenloop van de Campagnebeek ligt op het Laagterras, de bovenloop en de Hoogveenbossen (H91D0) op het Middenteras.
- De bossen zijn ontwaterd met behulp van rabatten en sloten.



Figuur 2-2 Bodemgegevens rond de Campagnebeek. Indicatieve ligging van de Campagnebeek: blauwe lijn. Hoogveenbossen (H91D0): zwarte polygonen. Bestaande (driehoeken; Dinoloket 2019) en aanvullend verzamelde (cirkels) bodemgegevens (oranje symbolen), inclusief codering.

2.2 Geologie en bodem

Het vermoeden dat op grond van de hoogtekaart ontstond, namelijk dat de laagte waarin de Hoogveenbossen (H91D0) liggen doorloopt richting het noorden, wordt bevestigd door de geomorfologische bodemkaart (Figuur 2-3). De bossen liggen in een naar het noorden doorlopende zone van zandige Beekeerdgronden. Beekeerdgronden kenmerken zich door fluctuerende waterstanden en humeuze afzettingen boven zand. Ze worden omgeven door hogere, drogere gronden, waar met name water infiltreert (Figuur 2-3). Zo zijn podzolprofielen typische infiltratieprofielen. De hoogte die doorgraven is om de boven en de benedenloop te verbinden, bestaat uit eerdgronden (Figuur 2-3). Dat zijn gronden met een opgebracht organisch materiaal. De benedenloop ligt in poldervaaggronden (Figuur 2-3); het zijn zavel- en kleigronden waarin periodieke hoge grondwaterstanden kunnen voorkomen.



Figuur 2-3 Geomorfologische bodemkaart (1:50.000). Zwarte polygoenen: Hoogveenbos (H91D0). Blauwe lijn; indicatieve ligging Campagnebeek

Wat betreft de diepere ondergrond volgt uit de beschikbare gegevens dat de Campagnebeek en haar omgeving, met name liggen op goed doorlatende, zandige gronden. Een aaneengesloten, slecht doorlatende kleilaag bevindt zich 10 tot 20 meter beneden maaiveld (-mv) en verloopt oostelijk richting de Maas⁴ (Figuur 2-4). Specifiek gaat het om de formaties van Bortel (geel in figuur 2-4) en Beegden (paars in figuur 2-4). De formatie van Beegden bestaat doorgaans uit grove, grindhoudende zanden en grind, neergelegd door de Maas en is goed doorlatend (TNO 2003). De formatie van Bortel bestaat ook overwegend uit goed doorlatende zandige afzettingen (bijvoorbeeld rivierduinen), maar hierin kunnen sterk siltige afzettingen en leemlenzen voorkomen (TNO 2003). De aanwezigheid van de Beekeerdgronden (Figuur 2-3) doet in ieder geval vermoeden dat in deze zones de afvoer van water van nature moeilijk is, zoals ook volgde uit de historische kaarten (Figuur 1-2).

De beschikbare boringen (Dinoloket 2019) laten eerder genoemde klei- en leemlenzen ook zien (Figuur 2-5); de groene (klei) en grijsbruine (leem) bandjes. Deze klei- en leemlenzen zijn, naast venige lagen (rood), aanwezig in de omgeving van de Hoogveenbossen (H91D0) en in de omgeving van de Campagnebeek, met name in de benedenloop. Gezien de nabijheid van de Maas en de historische loop daarvan, is dit hier ook te verwachten.

Uit figuur 2-2 bleek, dat specifiek voor de Hoogveenbossen zes boringen beschikbaar zijn uit de bestaande gegevens (B52B1781, -1436, -0568, -1441, -0578 en 1782). Dit zijn echter ondiepe boringen, waarin met name zandige afzettingen zijn aangetroffen (zwarte pijltjes in figuur 2-5). Alleen B52B1782, gelegen in de oostelijke Hoogveenbossen (Figuur 2-2), laat een leemlaagje op 14,4 m +NAP zien.

⁴ In noord-zuid richting ligt deze laag vlak (Dinoloket 2019).

Conclusie moet dan ook zijn dat het op basis van de beschikbare gegevens niet in een oogopslag duidelijk is of de aanwezige leem- en kleilagen onder de Hoogveenbossen (H91D0) doorlopen tot onder de Campagnebeek dan wel dat de kleiige afzettingen onder de Campagnebeek op enige diepte doorlopen tot onder Hoogveenbossen (H91D0). Anders gezegd: de bestaande gegevens bieden onvoldoende inzicht in een directe hydrologische relatie via grondwater tussen het Hoogveenbos (H91D0) en de Campagnebeek. Met aanvullende boringen tot circa 9 m +NAP is dit beeld zoveel mogelijk aangevuld. De locatie van deze boringen is terug te vinden in figuur 2-2, de boorbeschrijvingen in bijlage 1.

Opvallend genoeg laten de boringen die aanvullend in de Hoogveenbossen (H91D0) zijn gezet (1 en 3 in figuur 2-2) geen leem- of veenlagen zien. Sterker nog, tot circa 10 m +NAP bestaat het profiel uitsluitend uit grofzandige en grind houdende afzettingen, zoals zou volgen op basis van de geologische opbouw (Figuur 2-4). Ook de boringen nabij de bovenloop (4 en 6) laten geen slecht doorlatende lagen zien tot circa 9 m +NAP; alleen in de bovengrond is een kleidek aanwezig. Anders gezegd: er is geen slecht doorlatende laag aanwezig, die onafgebroken door zou kunnen lopen onder de Hoogveenbossen (H91D0). Wel is sprake van slecht doorlatende lenzen. Dit geldt ook voor de boringen nabij de benedenloop (2 en 5), waar wel op circa 9 tot 10 meter +NAP een kleilaag aanwezig is, onder een kleiige bovengrond.

Resumé geologie en bodem

- De Hoogveenbossen liggen in een naar het noorden uitlopende oude Maasmeander, waar Beekeerdgronden -indicatief voor wisselende waterstanden- liggen. De oude meander wordt begrensd door hogere Duinvaaggronden en Holtpodzolgronden, indicatief voor infiltratie.
- De Campagnebeek én de Hoogveenbossen (H91D0) liggen in de overwegend goed doorlatende formaties van Beegden en Bostel, die aldaar ongeveer 10 tot 20 meter dik zijn.
- Uit de beschikbare bestaande boringen, volgt het beeld dat leem-, klei- en veenlagen met name ten noorden van de Hoogveenbossen (H91D0) zijn aangetroffen, terwijl de boringen die binnen de grenzen van het Hoogveenbos (H91D0) beschikbaar zijn, eerder goed doorlatende zandige afzettingen laten zien.
- Uit de aanvullend gezette boringen komen geen aanwijzingen naar voren dat uitgebreide, aaneengesloten slecht doorlatende lagen aanwezig zijn onder de Hoogveenbossen (H91D0) of de bovenloop van de Campagnebeek.

Kader: Methodiek verzamelen aanvullende gegevens

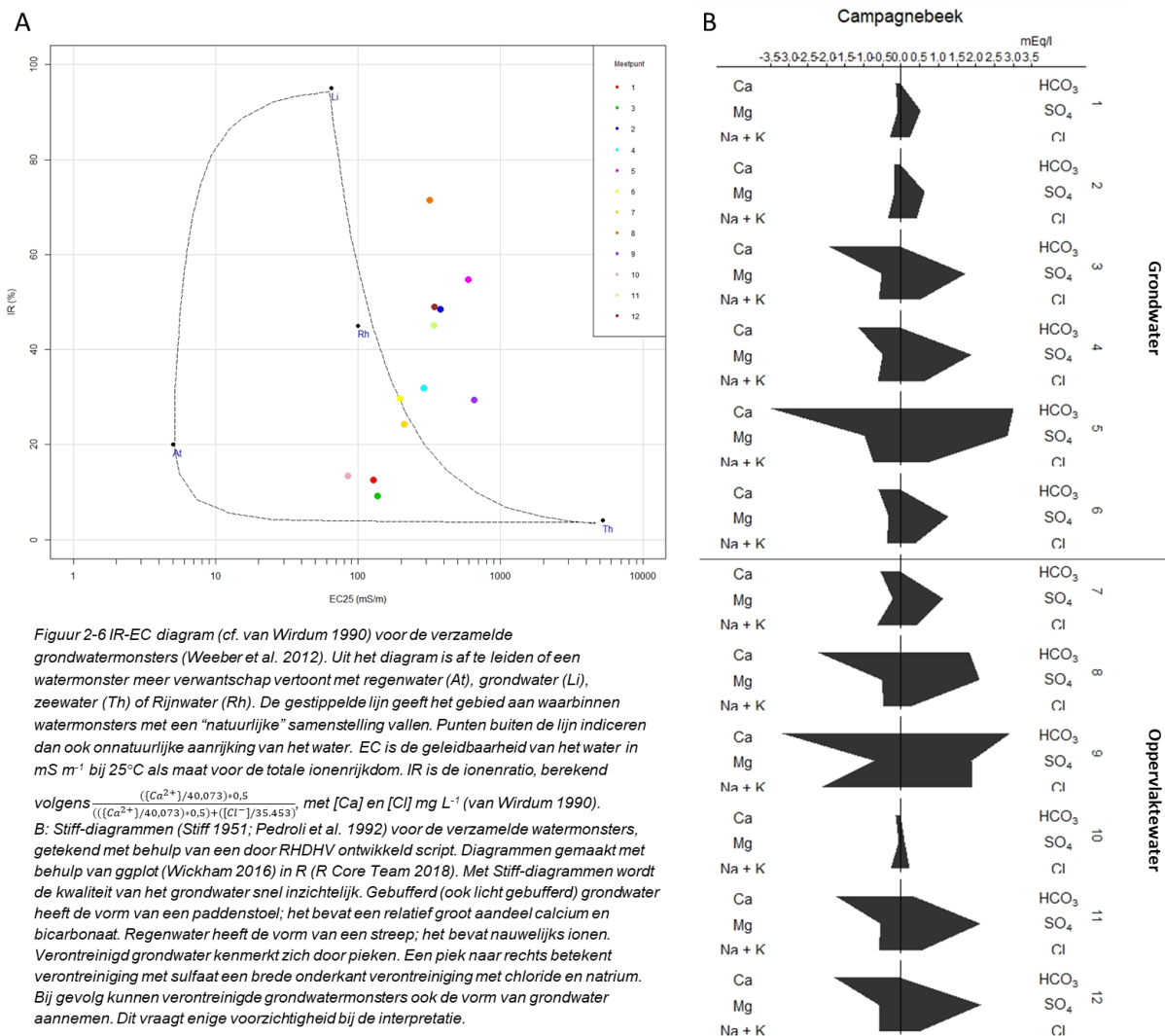
Op zes locaties is een boring tot circa 9 meter +NAP, ofwel 5-7 meter beneden maaiveld gezet, waarbij het profiel is beschreven conform NEN-EN-ISO 14688-1. Tegelijkertijd zijn in de resulterende boorgaten met behulp van een tijdelijke peilbuis grondwatermonsters genomen. Aanvullend is op zes plaatsen oppervlaktewater bemonsterd. Zo ontstaat een goed beeld van de relevante chemische toestand van het grond- en oppervlaktewater op basis waarvan hun onderlinge samenhang duidelijk wordt. De locaties van de boringen zijn weergegeven in figuur 2-2. Het veldwerk is uitgevoerd op 16, 17 en 26 september 2019. De resultaten zijn opgenomen in bijlage 1 (boorprofielen) en bijlage 2 (waterchemie).

Watermonsters zijn verzameld volgens de hiervoor geldende protocollen, in luchtdichte flessen vervoerd naar het laboratorium en daar direct verwerkt. Voor de watermonsters is naast pH en EGV (Elektrisch Geleidingsvermogen) de chloride- (Cl), fosfaat- (PO₄), nitraat- (NO₃), sulfaat- (SO₄), aluminium- (Al), calcium- (Ca), ijzer- (Fe), kalium- (K), magnesium- (Mg), mangaan- (Mn), natrium- (Na), silicium- (Si), zink- (Zn), fosfor- (P), ammonium- (NH₄) en bicarbonaat- (HCO₃) concentratie bepaald. Hiervoor zijn de standaardprotocollen van Brightlabs gevolgd, waarbij de concentraties voor Al, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Na, Si, Zn, P en S zijn bepaald met behulp van ICP-MS (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry). Dit omwille van de nauwkeurigheid en herhaalbaarheid van het resultaat.

2.3 Grond- en oppervlakte

2.3.1 Waterkwaliteit

In het kader van dit onderzoek zijn gericht grond- en oppervlaktewatermonsters verzameld. De resultaten daarvan zijn opgenomen in bijlage 2. In figuur 2-6 zijn de gegevens samengevat (zie bijschrift voor wat achtergrond bij de figuren).



Figuur 2-6A laat zien dat de chemische samenstelling van vrijwel alle genomen grondwatermonsters buiten de stippellijn ligt. Ze hebben een andere samenstelling dan voor natuurlijk grond- of regenwater verwacht mag worden. Met andere woorden: ze indiceren vervuiling. De geleidbaarheid is veel hoger dan op grond van het aanwezige calcium (Ca) en chloride (Cl) -die samen de ionenratio (IR) bepalen- verwacht mag worden. Uit de verzamelde gegevens (bijlage 2), volgt dat eigenlijk in alle gevallen de concentratie sulfaat (SO_4) (sterk) verhoogd is, terwijl ook natrium (Na) en kalium (K) in hogere concentraties aanwezig zijn. In algemene zin duidt dit op een invloed van landbouwmeststoffen. Figuur 2-6B ondersteunt dit beeld; vrijwel nergens is de voor schoon grondwater kenmerkende "paddenstoel" of de voor schoon regenwater kenmerkende "streep" te zien. Overall is een duidelijk piek voor sulfaat en/of natrium en kalium te zien.

Opvallend zijn de monsters 1, 3 (grondwater) en 10 (oppervlaktewater), die afkomstig zijn uit de Hoogveenbossen. Figuur 2-6 laat zien dat ze, ondanks de ietwat hoge geleidbaarheid, wat betreft samenstelling behoorlijk lijken op regenwater (of zelfs licht aangereikt grondwater), waarbij ook de concentratie ijzer (Fe) laag is. Dit past in wezen bij Hoogveenbossen (H91D0). Met name punt 10 valt op, omdat juist hier de meest duidelijke regenwater signatuur naar voren komt (Figuur 2-6B)⁵. Dit wijst erop, dat de Hoogveenbossen met name beïnvloed worden door regenwater óf zeer jong grondwater, dat, ondanks de afwezigheid van doorlopende slecht doorlatende lagen, in ieder geval in het verleden stagneerde tegen de rivierduinen. Ook wijst het erop dat de watergang (onder punt 10 in figuur 1-1) die op de noordoostelijke grens van de Hoogveenbossen (H91D0) loopt, water afvoert of vangt, dat in de Hoogveenbossen (H91D0) goed gebruikt kan worden.

Ter hoogte van punt 6 en 7 (Figuur 1-1) is bekend dat kwelwater uittreedt (e.g. IVN 1994). In de signatuur van het grondwater is dit, vanwege de grote hoeveelheid sulfaat (Figuur 2-6) maar ook de relatief hoge belasting met stikstof (bijlage 2) nauwelijks nog waarneembaar. Op basis van de chemische samenstelling van deze monsters, de vervuiling weggedacht, kan echter vermoed worden dat ze vergelijkbaar zijn met punten 1, 3 en 10 (zie bijlage 2) en daarmee de signatuur van regen- of zeer jong grondwater en een vergelijkbare herkomst zouden hebben.

2.3.2 Waterdynamiek

Wat betreft oppervlaktewaterdynamiek is weinig informatie voor handen (Figuur 2-7). Zo zijn geen metingen beschikbaar voor de Campagnebeek zelf. Uit de vastgestelde legger van Waterschap Aa en Maas (Waterschap Aa en Maas 2019) volgt dat de Campagnebeek vrij is van stuwen, maar wel een achttal, meest korte duikers kent. Het verval is beperkt. “Van bron tot monding” verloopt de bodemhoogte aldus de legger van 14 tot 13,9 m +NAP ($\sim 0,02 \text{ cm m}^{-1}$) in de bovenloop en van 12,2 tot 11,0 m +NAP ($\sim 0,11 \text{ cm m}^{-1}$) in de benedenloop. Het hoogste verval kent de gegraven kortsluiting: van 13,9 tot 12,2 m +NAP ($\sim 0,44 \text{ cm m}^{-1}$).

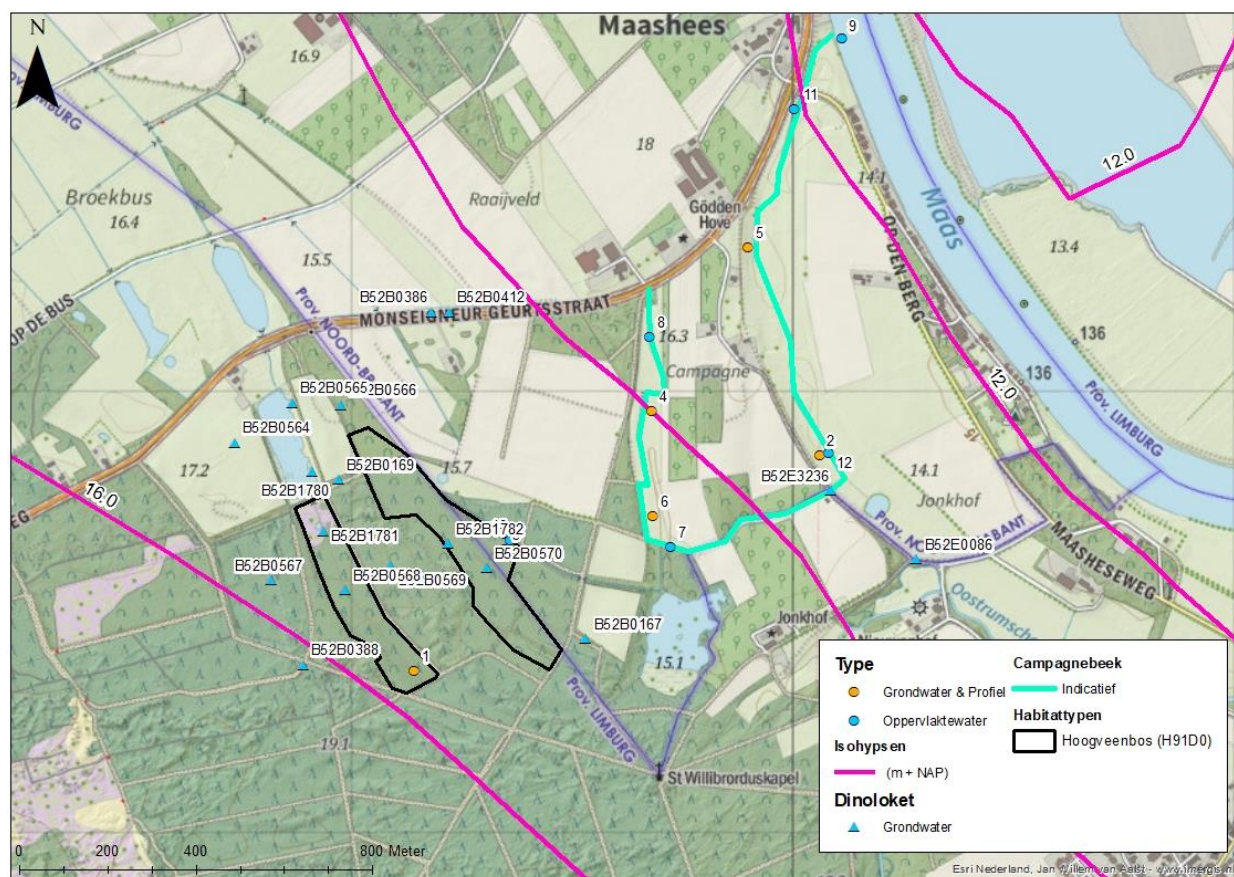
Het Maaspeil ter hoogte van de Campagnebeek wordt bepaald door stuwpannd Sambeek. Als normale waterstanden in dit peilvak gelden 10,80 tot 12,35 m +NAP (Rijkswaterstaat 2019).

Wat betreft grondwater verloopt de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket in noordoostelijke richting van 16 m +NAP in het westen tot Maaspeil (Figuur 2-7). De eerder genoemde sloot op de noordoostelijke grens van de Hoogveenbossen (H91D0) (paragraaf 2.3.1), ligt dus precies in de stroomrichting van het grondwater in het eerste watervoerende pakket.

Figuur 2-7 laat ook in één oogopslag zien dat voor het Midden- en Laagterras geen bestaande peilbuizen beschikbaar zijn op basis waarvan een uitspraak gedaan kan worden over de grondwaterdynamiek rond de Campagnebeek. Een peilbuis, met bovenkant filter op 12,3 meter +NAP (2,5 meter -mv) en filterlengte van een meter (B52E3236; Figuur 2-7), is aanwezig op een uitloper van het rivierduin langs de “Campagneweg” (Dinoloket 2019). Voor deze peilbuis zijn gegevens beschikbaar voor de periode 2009-2018. Daaruit blijkt dat gedurende de hele periode de stijghoogte schommelt tussen circa 13,50 m +NAP in de zomer en 13,25 m +NAP in de winter, ofwel 1,3 – 1,5 m -mv. Dit komt goed overeen met de in het kader van deze notitie verzamelde gegevens (bijlage 2). Voor monsterpunten 2 en 5, die ook op het Laagterras liggen, werd een stijghoogte van circa 1,3 m -mv gevonden. Een goede aanname is dan ook, dat de stijghoogte op het Laagterras in het hier relevante gebied langs de benedenloop van de Campagnebeek vergelijkbaar is.

⁵ Zoals bijlage 2 laat zien, stond de waterloop waar het monster voor punt 10 uit genomen had moeten worden ten tijde van het uitvoeren van het veldwerk bijna helemaal droog en is het water verzameld met behulp van een kort filter.

Voor het Midenterras zijn geen peilbuizen beschikbaar (Figuur 2-7). Omdat de aanvullend verzamelde gegevens alleen iets kunnen zeggen over de situatie ten tijde van het veldwerk, is voor het Midenterras geen afzonderlijke uitspraak te doen als het gaat om grondwaterdynamiek. Voor de punten 4 en 6 stond het grondwater tijdens het veldwerk ongeveer 1,5 meter beneden maaiveld. Wel is het maaiveld hier hoger (circa 15 m +NAP, paragraaf 2.1). Samen met het gegeven dat juist in dit gebied de dikte van de goed doorlatende zanden het kleinst is (Figuur 2-4), verklaren deze gegevens samen de kwel die in de benedenloop van de Campagnebeek wordt afgevangen (e.g. IVN 1994).



Figuur 2-7 Beschikbare grondwatergegevens rond de Campagnebeek. Indicatieve ligging van de Campagnebeek: blauwe lijn. Hoogveenbossen (H91D0): zwarte polygonen. Bestaande (driehoeken; Dinoloket 2019) en aanvullend verzamelde gegevens (cirkels), inclusief codering. Isohyps en: Paarse lijnen (Grondwatertools 2019).

Voor de Hoogveenbossen (H91D0), zijn meer bestaande gegevens beschikbaar (Figuur 2-7). De peilbuizen B52B568, -569 en -1782 vormen een raai door de Hoogveenbossen (H91D0)⁶. Alleen B52B569 is uitgerust met twee filters: één op 15,3 en één op 13,8 m +NAP (Dinoloket 2019). Zonder uitzondering laten de beschikbare meetreeksen zien dat de stijghoogte varieert van circa 15 m +NAP in de zomer tot 16 m +NAP in de winter, ofwel circa 50 cm +mv in de winter en 40 cm -mv in de zomer. Dit geldt óók voor beide filters van B52B569, die boven en onder een leemlaagje (16,1 – 15,7m +NAP staan) staan (Dinoloket 2019). Gegeven de stroomrichting van het grondwater in het eerste watervoerende pakket (Figuur 2-7), is bijzonder aannemelijk dat de hoogte waarop Natura 2000-gebied “Boschhuizerbergen” ligt, het betrekkelijk kleine intrekgebied vormt.

⁶ Gegevens zijn beschikbaar voor de periode 1996-2007 (B52B0568, -569) en 2009-2017 (B52B1782).

Het gebrek aan stijghoogteverschil boven en onder de leemlaag onderbouwt de in paragraaf 2.2 getrokken conclusie dat er onder de Hoogveenbossen (H91D0) geen aaneengesloten slecht doorlatende laag aanwezig is.

Overigens wijken de tijdens het veldwerk gevonden stijghoogtes voor de meetpunten 1 en 3 sterk af. Hier stond het grondwater tijdens het veldwerk 1,5 (punt 1) en 2 (punt 3) meter beneden maaiveld (bijlage 2), waarbij met name voor punt 3 zeker een invloed van de naastgelegen, al eerder genoemde sloot (onder punt 10 in figuur 1-1) aan de orde zal zijn. Hoewel dit óók de afwezigheid van een slecht doorlatende laag verder kan onderbouwen, moet ook rekening gehouden worden met het gegeven dat de gegevens wat ouder zijn (overwegend 2007), waardoor een invloed van tussentijdse hydrologische veranderingen gemist kan zijn. De gegevens voor B52B1782 (2009-2017) lijken dit te illustreren. Daar reikt de stijghoogte in de winter tot nét boven maaiveld (circa 15,2 m +NAP), maar zakt in de zomer regelmatig uit tot 60-70 centimeter beneden maaiveld (circa 14,8 m +NAP). Belangrijker is misschien nog wel dat 2018 bijzonder droog was en dat het neerslagtekort dat meegenomen is naar 2019 in dat jaar niet is hersteld, zeker niet voorafgaand aan het veldwerk, dat aan het eind van de zomer (droge periode in het jaar) plaats vond.

Al met al zijn de bestaande gegevens voor de Hoogveenbossen (H91D0) moeilijk op waarde te schatten. Niettemin: de stijghoogtes onder de Hoogveenbossen (H91D0) zijn (doorgaans) aanmerkelijk hoger dan de stijghoogtes rond de boven- en benedenloop van de Campagnebeek. Dit duidt erop, dat ondanks de goed doorlatende bodem en het gebrek slecht doorlatende lagen, toch duurzaam water beschikbaar is voor de Hoogveenbossen (H91D0).

Resumé grond- en oppervlaktewater

- In het eerste watervoerend pakket stroomt het grondwater in noordoostelijke richting naar de Maas.
- Zowel het verzamelde grond- als oppervlaktewater laten in hun chemische signatuur vervuiling zien, die samenhangt met aangrenzend landgebruik.
- Onder Hoogveenbossen (H91D0) is grondwater aanwezig dat overeenkomsten vertoont met regenwater, dan wel zeer jong grondwater. Water met vergelijkbare signatuur is aanwezig in de sloot die de bossen in het noordoosten begrenst.
- Rond de boven- en de benedenloop van de Campagnebeek, bevindt het grondwater zich tussen 1,3 en 1,5 m -mv. Dit verklaart mede de kwelverschijnselen in de benedenloop.
- Onder de Hoogveenbossen (H91D0) reikt het grondwater in de winter tot aan of boven maaiveld, in de zomer zakt het uit tot circa 50-70 cm -mv. De stijghoogte onder de Hoogveenbossen wijkt daarmee af van de stijghoogte rond de boven- en benedenloop van de Campagnebeek.

3 Synthese

3.1 Samenvatting abiotiek

Voordat de ecohydrologische interpretatie wordt uitgewerkt, wordt hieronder ter referentie herhaald, wat de voorgaande paragrafen voor elk van de bouwstenen van de systeemanalyse hebben opgeleverd.

Resumé hoogteligging

- De Hoogveenbossen liggen op circa 16 m +NAP, de Campagnebeek op 14,8 en 12,3 m +NAP.
- De benedenloop van de Campagnebeek ligt op het Laagterras, de bovenloop en de Hoogveenbossen (H91D0) op het Middenteras.
- De bossen zijn ontwaterd met behulp van rabatten en sloten.

Resumé geologie en bodem

- De Hoogveenbossen liggen in een naar het noorden uitlopende zone oude Maasmeander, waar Beekeerdgronden -indicatief voor wisselende waterstanden- liggen. De oude meander wordt begrensd door hogere Duinvaaggronden en Holtpodzolgronden, indicatief voor infiltratie.
- De Campagnebeek, de Hoogveenbossen (H91D0) liggen in de overwegend goed doorlatende formaties van Beegden en Boxtel, die aldaar ongeveer 10 tot 20 meter dik zijn.
- Uit de beschikbare bestaande boringen, volgt het beeld dat leem-, klei- en veenlagen met name ten noorden van de Hoogveenbossen (H91D0) zijn aangetroffen, terwijl de boringen die binnen de grenzen van het Hoogveenbos (H91D0) beschikbaar zijn, eerder goed doorlatende zandige afzettingen laten zien.
- Uit de aanvullend gezette boringen komen geen aanwijzingen naar voren dat uitgebreide, aaneengesloten slecht doorlatende lagen aanwezig zijn onder de Hoogveenbossen (H91D0) of de bovenloop van de Campagnebeek.

Resumé grond- en oppervlaktewater

- In het eerste watervoerend pakket stroomt het grondwater in noordoostelijke richting naar de Maas.
- Zowel het verzamelde grond- als oppervlaktewater laten in hun chemische signatuur vervuiling zien, die samenhangt met aangrenzend landgebruik.
- Onder Hoogveenbossen (H91D0) is grondwater aanwezig dat overeenkomsten vertoont met regenwater, dan wel zeer jong grondwater. Water met vergelijkbare signatuur is aanwezig in de sloot die de bossen in het noordoosten begrensd en uitmondt in de Campagnebeek ter hoogte van de kortsluiting.
- Rond de boven- en de benedenloop van de Campagnebeek, bevindt het grondwater zich tussen 1,3 en 1,5 m -mv. Dit verklaart mede de kwelverschijnselen in de benedenloop.
- Onder de Hoogveenbossen (H91D0) reikt het grondwater in de winter tot aan of boven maaiveld, in de zomer zakt het uit tot circa 50-70 cm -mv. De stijghoogte onder de Hoogveenbossen wijkt daarmee af van de stijghoogte rond de boven- en benedenloop van de Campagnebeek.

Abiotische randvoorwaarden voor goed ontwikkelde Hoogveenbossen (naar: Bal 2001)

De relatief open, lage Hoogveenbossen gedomineerd door Zachte berk (*Betula pubescence*) zijn typisch voor zure, voedselarme omstandigheden. Deze omstandigheden ontstaan daar waar regenwater de dominante bron van water is. De bossen zijn nat tot zeer nat, en de gemiddeld laagste grondwaterstand staat aan maaiveld tot maximaal 60 centimeter daaronder. Dit komt overeen met grondwatertrap I.

3.2 Ecohydrologische relatie tussen de Hoogveenbossen (H91D0) en de Campagnebeek

Regenwater dat valt op de hoge, droge en zandige Boschhuizerbergen (Duinvaaggronden duiden op infiltratie van regenwater), stroomt in Noordoostelijke richting ondergronds richting de Maas. De afstand tot de Hoogveenbossen is minder dan een kilometer, waardoor de verblijftijd kort is en het regenwater nauwelijks kans krijgt ionen uit de zandige bodem op te nemen. Ter plaatse van de tussen rivierduinen aanwezige Hoogveenbossen (H91D0), die in een laagte liggen, komt het ondergronds toestromende regenwater dicht bij maaiveld en wordt het aangevuld met in de rivierduinen en hogere aangrenzende gronden (Podzolprofiel duidt op infiltratie, bijvoorbeeld) geïnfiltreerd regenwater. De rivierduinen -die in de stroomrichting liggen- bemoeilijken de afstroming van dit water, dat door de aanwezigheid van ondiep grondwater al moeilijk kon infiltreren. Zo ontstaan juist hier de permanent natte omstandigheden die Hoogveenbossen (H91D0) nodig hebben.

Vanuit de Hoogveenbossen (H91D0), waar het water niet wordt vastgehouden boven aaneengesloten, slecht doorlatende lagen (slecht doorlatende lenzen zijn wel aanwezig), stroomt het grondwater verder richting de Maas. Belangrijk is dat hiervóór ook een sloot gepasseerd wordt op de noordoostelijke grens van de Hoogveenbossen (H91D0), die pas vanaf de jaren zestig van de vorige eeuw op kaart terug te vinden is. Omdat deze waterloop géén zogenoemde leggerwaterloop is (Waterschap Limburg 2019), zijn geen meetgegevens voor handen, maar tijdens veldbezoeken, waarbij ook is geconstateerd dat deze waterloop niet meer wordt onderhouden en mogelijk geen functie meer heeft, is geschat dat deze ongeveer 70-100 centimeter diep is. Op basis van de waterkwaliteitsgegevens, waaruit bleek dat de waterkwaliteit vergelijkbaar is met het grondwater onder de Hoogveenbossen (H91D0), lijkt deze waterloop wel een duidelijke relatie te hebben met de Hoogveenbossen (H91D0) en mogelijk alsnog te draineren (zoals gezegd is onvoldoende duidelijk hóe deze waterloop tegenwoordig functioneert).

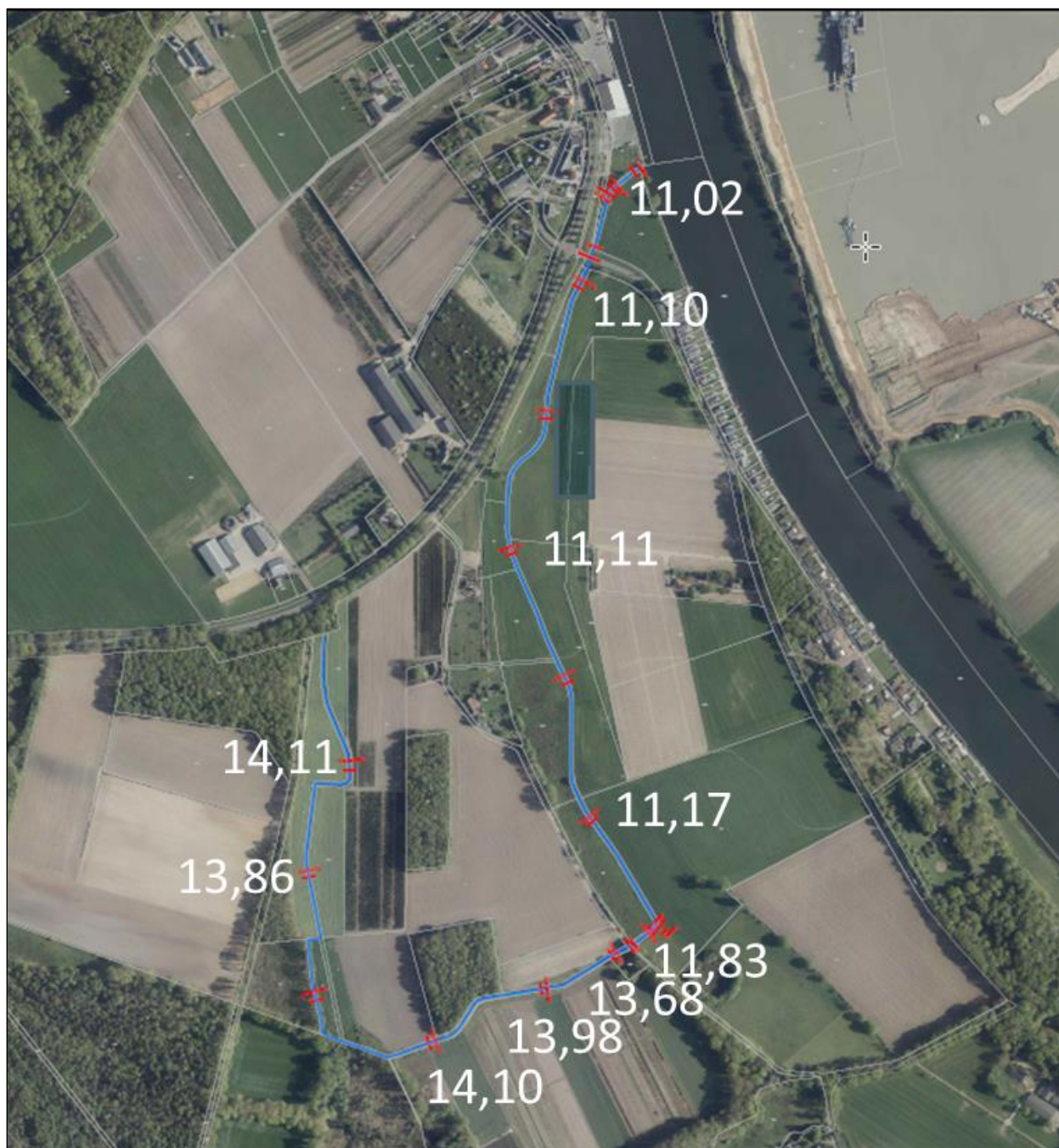
Vervolgens gaat het grondwater in de richting van de Campagnebeek, waarbij het uiteindelijk langs beide steilranden in zowel de bovenloop als de benedenloop van de Campagnebeek als kwel in de beek terecht komt (kan komen). Dit gebeurt echter niet voordat lager gelegen, goed ontwaterde percelen zijn gepasseerd, waar ongetwijfeld meer grondwater wordt opgevangen en afgevoerd.

Voorgaande interpretatie maakt aannemelijk dat de Campagnebeek en de Hoogveenbossen (H91D0) een hydrologische relatie hebben, zij het een beperkte (zeker op grond van tussenliggend landgebruik). De Campagnebeek voert in ieder geval ten dele water af dat afkomstig is uit Natura 2000-gebied "Boschhuizerbergen". Een relatie op afstand, als het ware, waarbij tussenliggend landgebruik zeker ook een duid in het zakje doet als het gaat om afvangen en afvoeren van grondwater. Dit wordt bevestigd door figuur 3-1, waaruit blijkt dat de bodemhoogte van de Campagnebeek ongeveer gelijk is aan de (berekende)⁷ stijghoogte van het grondwater in het eerste watervoerende pakket (cf. figuur 2-7).

In dat licht is het echter ook belangrijk om vast te stellen dat de Campagnebeek nergens een bodemhoogte heeft die dieper ligt dan 1,5 meter beneden maaiveld (Figuur 3-1), terwijl de boringen rond de Campagnebeek (bijlage 1) hebben laten zien dat juist hier een slecht doorlatend kleidek van 1,5 tot 2,0 meter aanwezig is. De Campagnebeek zelf draineert hierdoor naar alle waarschijnlijkheid dan ook geen grondwater dat afkomstig is vanaf "Boschhuizerbergen", behalve wanneer dit als kwelwater vanuit de steilranden wordt aangeleverd. Uitzondering is boorpunt 4, waar de dikte van het (zandige) kleidek vanaf maaiveld circa 70 centimeter is, terwijl de Campagnebeek ruim 1 meter is ingesneden. Bovendien ziet het inrichtingsplan dat voor de Campagnebeek is opgesteld, niet in verlaging van de bodemhoogte van de Campagnebeek.

⁷ Berekend is de situatie op 1 april 2015, ofwel een Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstand voor een gemiddeld jaar.

Als gevolg van de herinrichting verandert de huidige hydrologische relatie tussen Hoogveenbos (H91D0) en de Campagnebeek dan ook niet, in die zin de potentieel drainerende werking niet wordt vergroot.

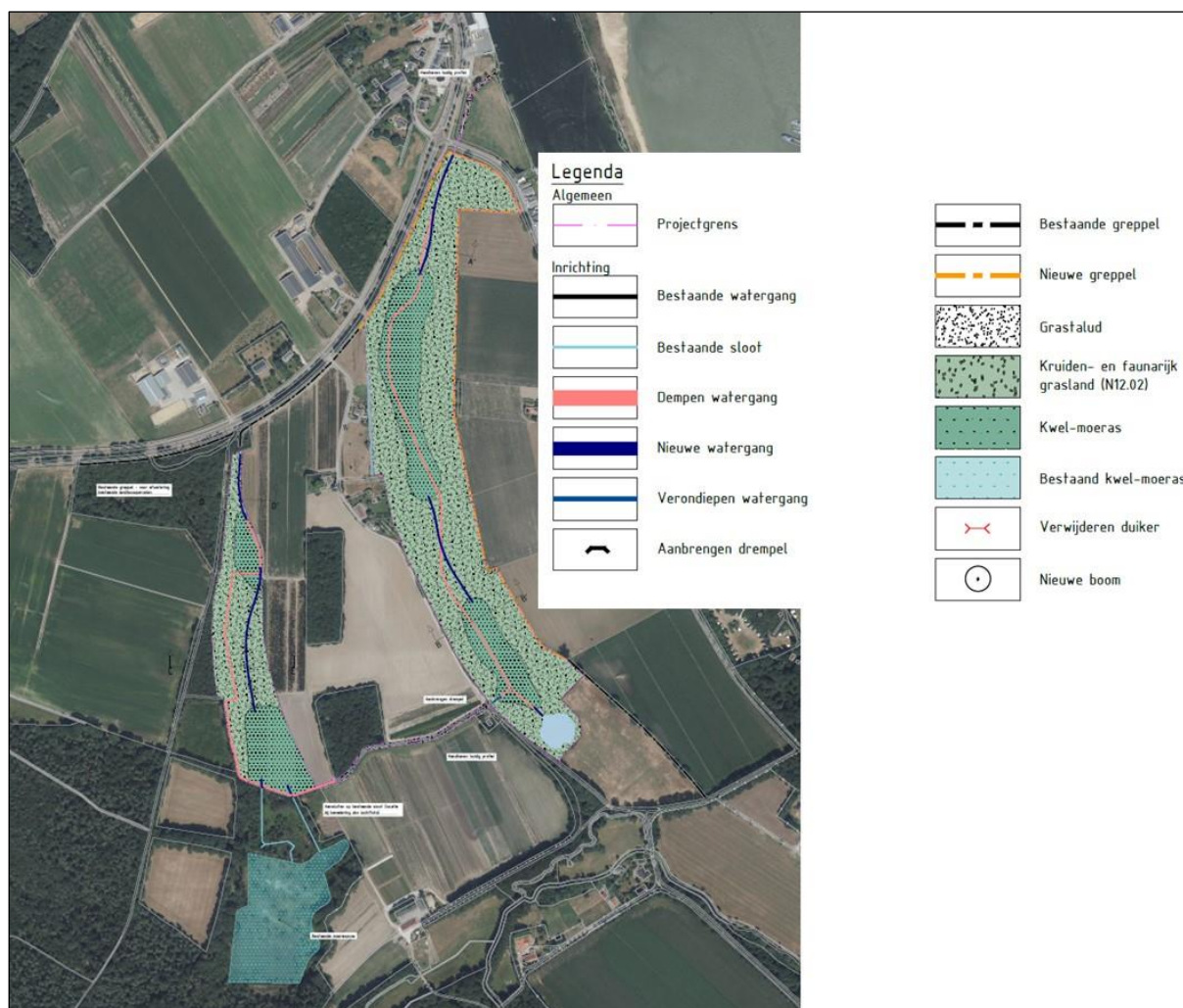


Figuur 3-1 Door Waterschap Aa en Maas uitgevoerde en ter beschikking gestelde ingemeten profielen van de Campagnebeek. Weergegeven is de bodemhoogte in m +NAP voor enkele meetpunten.

3.3 Mogelijke maatregelen ten gunste van de Hoogveenbossen

3.3.1 Maatregelen als onderdeel van inrichtingsplan Campagnebeek

Paragraaf 3.2 heeft laten zien dat de hydrologische relatie tussen de Campagnebeek en de Hoogveenbossen (H91D0) misschien nog het best te omschrijven is als een relatie op afstand. De Campagnebeek zelf draineert de bossen niet direct (als het ware ingepakt in een kleidek), maar voert in ieder geval water af dat vanuit “Boschhuizerbergen” als kwel uit de steilranden in de waterloop terecht komt. In feite volgt uit de historische kaarten (Figuur 1-2) ook dat de bovenloop, inclusief kortsluiting, gegraven is om de natte laagte die ter plaatse van de bovenloop aanwezig was te ontwateren richting de Maas. Dat maakt dat maatregelen die aan de Campagnebeek genomen kunnen worden ten bate van de stijghoogte onder de Hoogveenbossen (H91D0), bij behoud van huidig landgebruik⁸, vooral gericht moeten zijn op zo traag mogelijk afvoeren van water.



Figuur 3-2 Voorlopig Voorontwerp Inrichting Campagnebeek.

⁸ Dit is een randvoorwaarde voor het inrichtingsplan en een afspraak met en tussen belanghebbenden.

Logische maatregel is dan het beperken van de afvoer van water via de Campagnebeek. Dit kan door:

- Verkleinen van het profiel van de Campagnebeek;
- Vasthouden van water in moeraszones, om zo de afvoer te beperken. Overigens kan dit óók een bijdrage leveren aan de waterbeschikbaarheid in droge tijden.
- Verondiepen van de Campagnebeek, waarbij de nieuwe bodemhoogte in ieder geval hoger is dan de berekende stijghoogte van het grondwater in het eerste watervoerende pakket.

Het voorlopig ontwerp voor de herinrichting van de Campagnebeek is weergegeven in figuur 3-2. Daaruit volgt dat de huidige loop van de Campagnebeek komt te vervallen en niet in dezelfde lengte terug komt. Over grote arealen gaat de huidige beek op in kwel en moeraszones, waar water langzaam doorheen stroomt en vastgehouden kan worden. De afvoer wordt beperkt. Dit gebeurt óók ter hoogte van punt 4, waar de waterloop door het aanwezige kleidek sneed. Ook is te zien dat, hoewel de kortsluiting voor noodsituaties blijft bestaan, deze wordt voorzien van een vaste drempel, waardoor in de bovenloop meer water wordt vastgehouden. Ten slotte is het uitgangspunt dat de kwel en moeraszones de vorm krijgen van een laagte in het landschap, die nooit dieper is dan huidige Campagnebeek. Conclusie moet zijn, dat het concept voorontwerp al veel denkbare maatregelen bevat om de waterstanden ter hoogte van de Hoogveenbossen (H91D0) zo hoog mogelijk te houden.

Aanvullend kan, zeker voor de bovenloop ter hoogte van de Monseigneur Geurtsstraat gedacht worden aan het afdichten van de bodem van de nieuwe loop van de Campagnebeek.

Zekerheidshalve is het verstandig om de bodemhoogte van de nieuwe Campagnebeek met moeraszones af te stemmen op de berekende stijghoogte van het grondwater in het eerste watervoerende pakket, waarbij de bodem van de beek altijd hoger is. Nauwkeurigere uitspraken laten de beschikbare en eenmalig aanvullend verzamelde gegevens niet toe. Dat vraagt aanvullend model- of veldonderzoek.

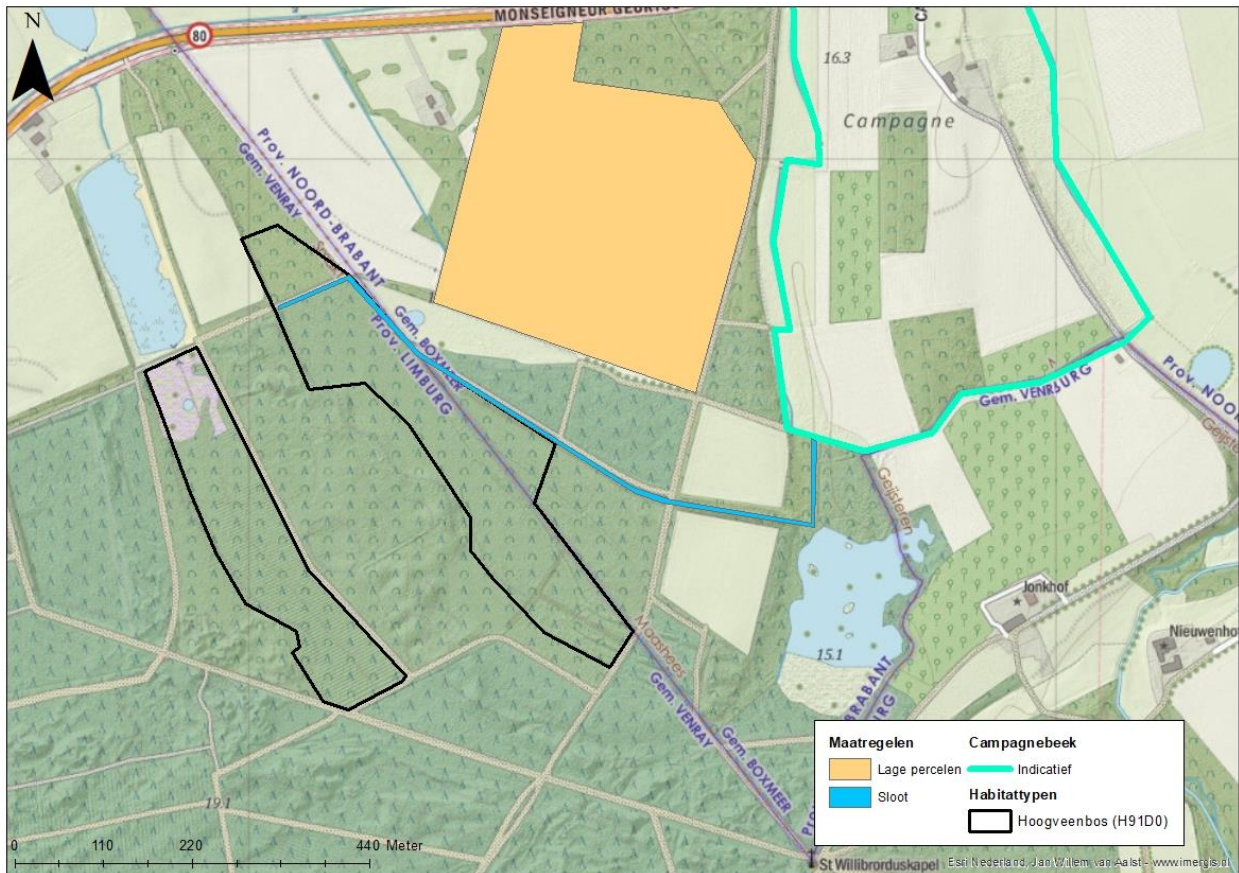
3.3.2 Overige maatregelen

Paragraaf 3.2 heeft ook laten zien, dat buiten het plangebied van de herinrichting van de Campagnebeek mogelijkheden liggen ter ondersteuning van de stijghoogtes in de Hoogveenbossen (H91D0). Wat betreft effectiviteit zijn deze maatregelen wellicht meer urgent. Gedacht kan worden aan:

- Aanpassen van de waterhuishouding van de laaggelegen percelen direct oostelijk van de Hoogveenbossen (H91D0). Dit vraagt inrichting van Natuurnetwerk Nederland conform het Natuurbeheerplan (Provincie Noord-Brabant 2019). Dit kan worden opgepakt in een vervolgproject, waarin tevens de sloot die (het Brabantse deel van) de Hoogveenbossen (H91D0) in het noordoosten begrenst, wordt betrokken (Figuur 3-3).
- In beeld brengen wat de huidige functie (afwatering) is van de sloot die de Hoogveenbossen (H91D0) in het noordoosten begrenst en indien noodzakelijk deze dempen.
- Dempen of afdammen van sloten en rabatten in de Hoogveenbossen (H91D00).
- Vergroten van de infiltratie in het intrekgebied (Natura 2000-gebied “Boschhuizerbergen”), al dan niet in het kader van het nog op te stellen beheerplan voor dit gebied.

Hoe dergelijke maatregelen precies vorm moeten krijgen, wat de verwachte effectiviteit is en dergelijke vraagt nader onderzoek. Binnen de kaders van voorliggende notitie past een dergelijk detailniveau niet.

Ten slotte zijn noodzakelijkerwijs aannames gedaan als het gaat om de onderdelen van het systeem (hoofdstuk 2). Dit past bij de reikwijdte van deze notitie, maar in relatie tot voornoemde maatregelen, is het goed om de gedane aannames zoveel mogelijk te verifiëren, bijvoorbeeld in de vorm van een landschapsecologische systeemanalyse, gericht op het ecohydrologisch functioneren van de Hoogveenbossen (H91D0). Voorliggende notitie vormt daarvoor overigens een goede basis.



Figuur 3-3 Aandachtspunten voor vervolgonderzoek naar hydrologisch herstel van de Hoogveenbossen (H91D0)

Referenties

- AHN. 2019. Algemeen Hoogtebestand Nederland. Online beschikbaar: <http://www.ahn.nl/pagina/apps-en-tools/viewer.html>; Laatst bezocht February 6, 2019.
- Bal, D. 2001. *Handboek natuurdoeltypen*. Expertisecentrum LNV, Wageningen.
- Dinoloket. 2019. Dinoloket. Online beschikbaar: <https://www.dinoloket.nl/ondergrondmodellen>; Laatst bezocht January 30, 2019.
- Grondwatertools. 2019. Grondwatertools.
- IVN. 1994. *Verslag van bodemkundige en floristische inventarisatie Campagnebeek*. IVN De Maasvallei.
- Kurstjens, G. 2018. *Systeembeschrijving Smakterbroek/Campagnebeek e.o. - Uitgangssituatie (nulsituatie) van ecologie en inrichtingsvisie*. Kurstjens ecologisch adviesbureau, Beek-Ubbergen.
- Lizard. 2019. Lizard. Online beschikbaar: <https://rhdhv.lizard.net/>; Laatst bezocht January 30, 2019.
- Ministerie van Economische Zaken. 2013. Aanwijzingsbesluit Natura 2000-gebied Boschhuizerbergen. Online beschikbaar: https://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/documenten/gebieden/155/N2K155_DB%20HN%20Brunssummerheide.pdf.
- Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Voedselkwaliteit. 2018. Ontwerp-wijzigingsbesluit Habitatrichtlijngebieden vanwege aanwezige waarden. Online beschikbaar: https://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/documenten/gebieden/155/N2K155_OWB_Wijzigingsbesluit_aanwezige_waarden_Brunssummerheide.pdf; Laatst bezocht May 9, 2018.
- Nationaal Archief. 1837. Topografische kaart 1837 van de omgeving van Maashees.
- Pedroli, G., A. Meuleman, en A. Jansen. 1992. Over de weergave van de watersamenstelling door Stiff-digrammen. *H2O*. 25(6):144–146.
- Provincie Noord-Brabant. 2019. *Natuurbeheerplan Noord-Brabant - Algemene tekst en kaarten*. Provincie Noord-Brabant, 's-Hertogenbosch.
- R Core Team. 2018. *R: A language en environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Online beschikbaar: <https://www.R-project.org/>.
- Rijkswaterstaat. 2019. Waterhoogte (t.o.v. NAP). Online beschikbaar: <https://waterinfo.rws.nl/#!/kaart/waterhoogte-t-o-v-nap/>.
- Stiff, H. A. 1951. The Interpretation of Chemical Water Analysis by Means of Patterns. *Journal of Petroleum Technology*. 3(10):15–3.
- TNO. 2003. *Lithostratigrafische nomenclator ondiepe ondergrond*. TNO, Utrecht. Online beschikbaar: <https://www.dinoloket.nl/nomenclator-ondiep>; Laatst bezocht July 26, 2017.
- Verhees. 1794. Meijerij 1794. Online beschikbaar: http://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?url=https%3A%2F%2Fatlas.brabant.nl%2Farcgis%2Frest%2Fservices%2FHis_Atlas_Brabant%2FMapServer&source=sd; Laatst bezocht November 22, 2018.
- Waterschap Aa en Maas. 2019. Vastgestelde Legger Oppervlaktewater. Online beschikbaar: https://maps.aaenmaas.nl/portaal/legger_oppervlaktewater/; Laatst bezocht February 21, 2019.
- Waterschap Limburg. 2019. Vastgestelde Legger Oppervlaktewater Noord-Limburg. Online beschikbaar: <https://www.waterschaplimburg.nl/uwbuurt/kaarten-meetgegevens/leggerkaart-noord/>; Laatst bezocht February 21, 2019.
- Weeber, M., J. Rozemeijer, en J. Klein. 2012. Framework for creating the Van Wirdum LAT diagram.
- Wickham, H. 2016. *ggplot2: Elegant graphics for data analysis*. Springer-Verlag, New York.
- van Wirdum, G. 1990. Vegetation en hydrology of floating Rich-fens. Universiteit van Amsterdam, Amsterdam.

Bijlage 1 Boorprofielen Campagnebeek

Boring: 11

Datum: 16-09-2019

0,00 0,00 waterspiegel

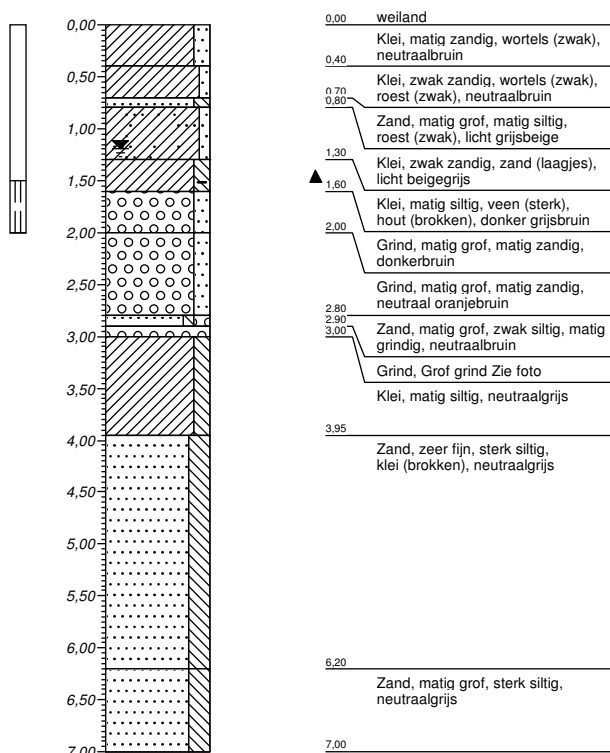
Boring: 12

Datum: 16-09-2019

0,00 0,00 waterspiegel

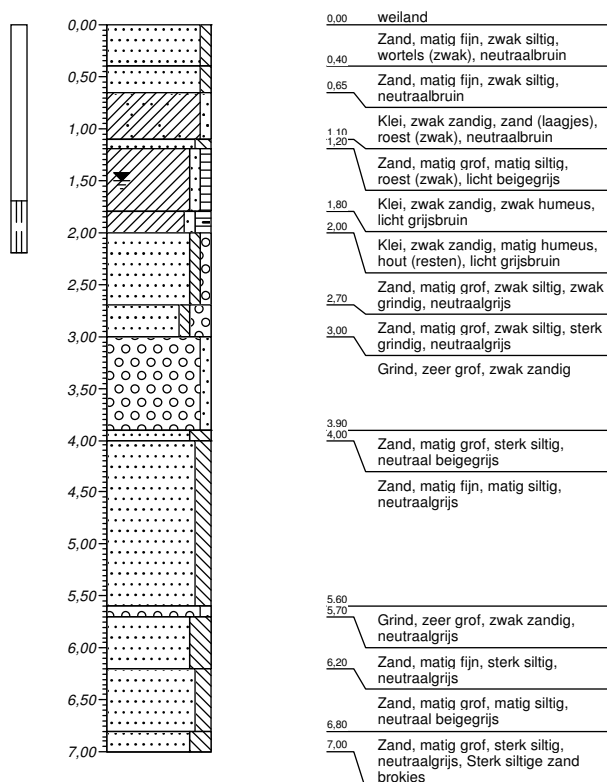
Boring: 2

X-coördinaat: 200062,28
Y-coördinaat: 396854,53
Datum: 16-09-2019
Grondwaterstand: 120



Boring: 5

X-coördinaat: 199902,35
Y-coördinaat: 397328,66
Datum: 16-09-2019
Grondwaterstand: 150



Boring: 7

Datum: 16-09-2019

0,00 _____ 0,00 waterspiegel _____

Boring: 9

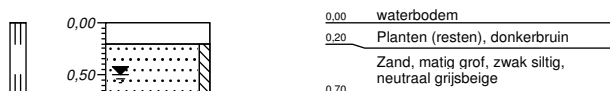
Datum: 16-09-2019

0,00 _____ 0,00 waterspiegel _____

Boring: 10

Datum: 17-09-2019

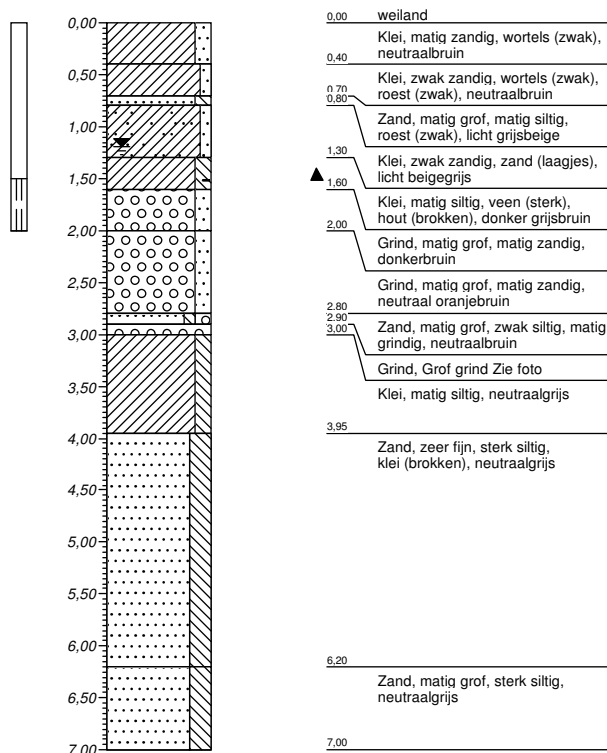
Grondwaterstand: 50



Boring: 2,

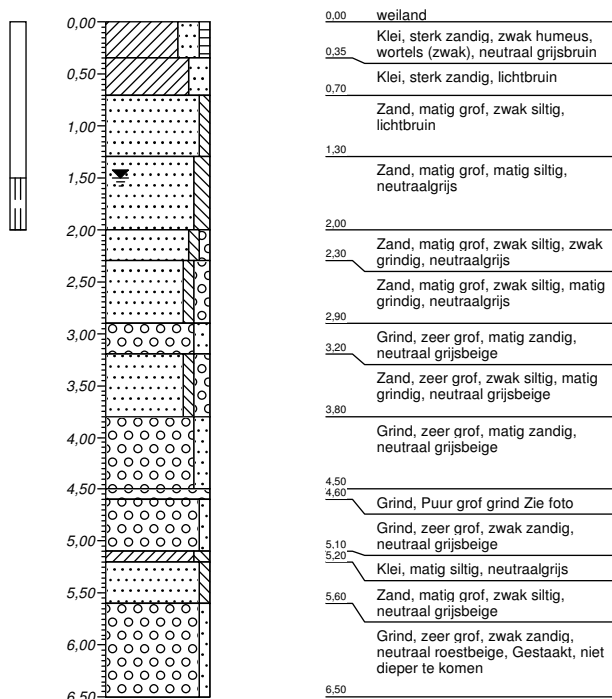
Datum: 17-09-2019

Grondwaterstand: 120



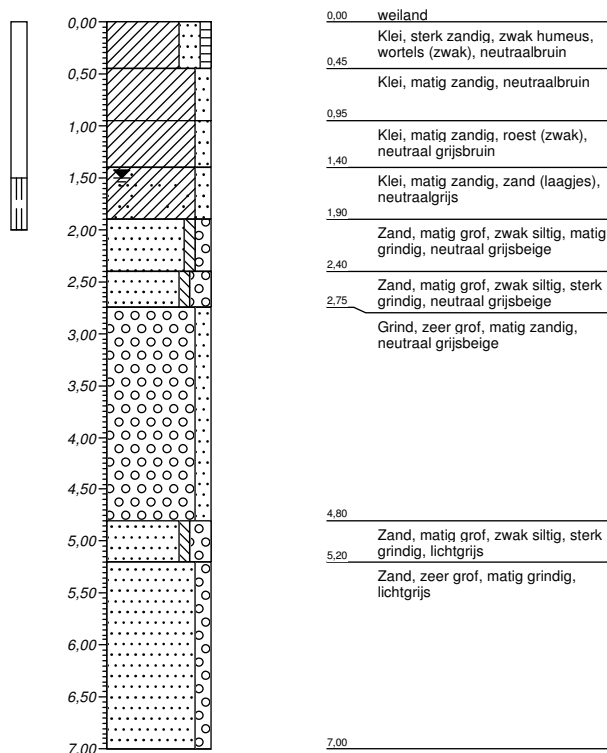
Boring: 4

X-coördinaat: 199676,51
Y-coördinaat: 396956,41
Datum: 17-09-2019
Grondwaterstand: 150



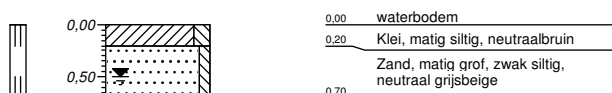
Boring: 6

X-coördinaat: 199683,43
Y-coördinaat: 396722,64
Datum: 17-09-2019
Grondwaterstand: 150



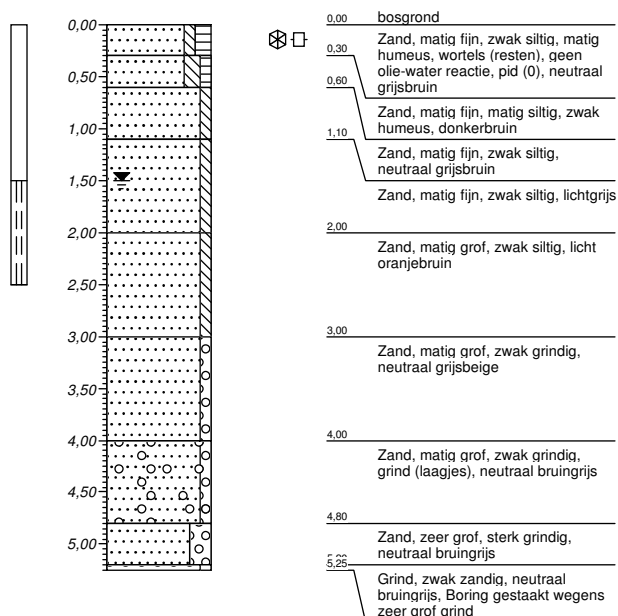
Boring: 8

Datum: 17-09-2019
Grondwaterstand: 50



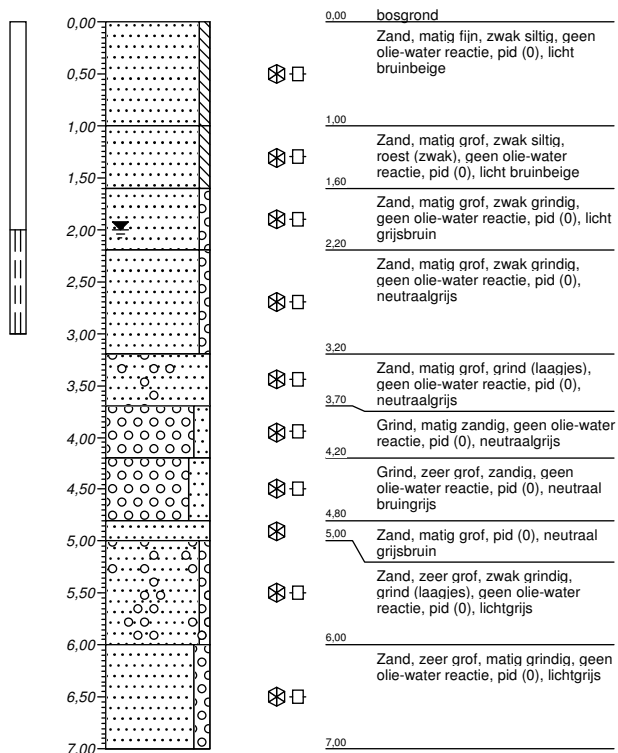
Boring: 1

X-coördinaat: 199373,09
Y-coördinaat: 396294,86
Datum: 26-09-2019
Grondwaterstand: 150



Boring: 3

X-coördinaat: 199413,41
Y-coördinaat: 396702,66
Datum: 26-09-2019
Grondwaterstand: 200



Bijlage 2 Analyse resultaten grond- en oppervlaktewater

Tabel B1: Hydrochemische gegevens per meetpunt (zie Figuur 1-1). GW: grondwater. OW: Oppervlaktewater. X en Y: coördinaten monsterpunt. T: Temperatuur in graden Celsius. pH: Zuurgraad. EGV: Elektrisch geleidingsvermogen. Cl: Chloride. NO3: Nitraat. SO4: Sulfaat. Al: Aluminium. Ca: Calcium. Fe: IJzer. K: Kalium. Mg: Magnesium. Mn: Mangaan. Na; Natrium. Si: Silicium. Zn: Zink. P: Fosfor. NH4: Ammonium. HCO3: Bicarbonaat. Getallen in µmol l-1, tenzij anders aangegeven. <: Beneden detectielimiet.

Nummer	Type	Datum	X	Y	T	pH	EGV	Al	Ca	Cl	Fe	HCO ₃	K	Mg	Mn	NO ₃	Na	NH ₄	P	Si	SO ₄	Zn
					°C	-	µS cm-1	µmol L-1	µmol L-1	µmol L-1	µmol L-1	µmol L-1	µmol L-1	µmol L-1	µmol L-1	µmol L-1	µmol L-1	µmol L-1	µmol L-1	µmol L-1	µmol L-1	µmol L-1
1	GW	26-9-2019	199373,09	396294,86	16,3	4,2	128,4	133,1	68,4	239,0	2,6	-	40,1	50,5	5,1	63,5	266,2	0,0	< 1	221,4	261,6	3,4
3	GW	26-9-2019	199413,41	396702,66	16,6	4,8	136,5	50,7	82,5	408,8	80,0	0,0	38,3	84,2	5,0	0,3	314,1	19,0	1,2	255,8	311,6	2,9
2	GW	16-9-2019	200059,74	396855,99	14,8	5,4	377,0	3,4	950,3	504,6	1,4	0,0	120,3	261,0	8,4	1182,3	475,3	7,5	24,4	167,6	862,6	1,1
4	GW	17-9-2019	199679,46	396956,72	14,7	5,3	288,0	8,6	564,7	602,4	29,6	0,0	215,4	253,2	7,9	24,6	402,2	0,0	24,2	134,4	946,4	3,0
5	GW	16-9-2019	199897,35	397326,73	15,4	6,6	592,0	3,1	1739,7	717,7	304,3	3021,0	293,1	487,2	104,1	0,2	452,5	133,1	< 1	142,9	1420,2	0,3
6	GW	17-9-2019	199681,51	396718,27	14,8	5,0	196,9	21,1	296,7	351,3	50,0	0,0	50,5	169,0	9,4	11,5	341,8	32,4	< 1	218,4	633,0	1,8
7	OW	16-9-2019	199722,47	396647,65	14,9	6,3	210,0	13,0	270,4	422,6	2,9	0,0	226,4	115,4	0,4	8,1	438,1	164,1	1,2	69,1	563,1	0,4
8	OW	17-9-2019	199675,34	397125,66	14,9	6,2	317,0	139,9	1102,7	220,1	15,9	1825,0	126,4	260,4	4,1	0,3	344,7	43,7	8,8	209,7	1053,8	0,3
9	OW	16-9-2019	200109,89	397800,41	18,1	7,9	654,0	0,1	1582,9	1901,7	0,1	2900,0	186,6	350,4	< 0,2	117,8	1987,8	3,3	2,1	49,1	949,3	0,1
10	OW	17-9-2019	199358,81	396663,47	14,7	4,9	85,0	95,4	67,6	217,3	25,0	0,0	47,2	33,1	0,9	0,1	232,6	154,6	2,8	366,6	47,1	0,2
11	OW	16-9-2019	200004,24	397641,23	15,2	6,2	341,0	0,3	866,8	527,5	0,7	375,0	152,0	270,0	15,7	361,2	440,4	0,0	< 1	118,3	1062,1	0,9
12	OW	16-9-2019	200080,3	396862,16	14,6	5,9	344,0	3,7	894,3	464,7	< 0,1	0,0	169,8	303,3	13,5	642,7	394,0	0,0	< 1	175,7	1072,9	2,3