

RAPPORT

Gebiedsanalyse Bronnegermeden en Achterste Diep

Klant: Prolander

Referentie: BG9115-RHD-ZZ-XX-RP-Z-0001

Status: S0/P01.01

Datum: 10 juni 2020



Titel document: Gebiedsanalyse Bronnegermaden en Achterste Diep

Referentie: BG9116-RHD-ZZ-XX-RP-Z-0001

Status: P01.01/S0

Datum: 10 juni 2020

Projectnaam: Bronnegermaden en Achterste Diep

Projectnummer: BG9116

Auteur(s): Arne Kijk in de Vegte, Danny Heuvelink, Evy Kleingeld, Carolien Steinweg

Opgesteld door: Arne Kijk in de Vegte

Gecontroleerd door: Carolien van der Ziel

Datum/paraaf: 10 juni 2020

Goedgekeurd door: Carolien van der Ziel

Datum/paraaf: 10 juni 2020

Classificatie

Projectgerelateerd



Disclaimer

Niets uit deze specificaties/drukwerk mag worden veeelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van HaskoningDHV Nederland B.V.; noch mogen zij zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor andere doeleinden dan waarvoor zij zijn vervaardigd. HaskoningDHV Nederland B.V. aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor deze specificaties/drukwerk ten opzichte van anderen dan de personen door wie zij in opdracht is gegeven en zoals deze zijn vastgesteld in het kader van deze Opdracht. Het geïntegreerde QHSE-managementsysteem van HaskoningDHV Nederland B.V. is gecertificeerd volgens ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 en ISO 45001:2018.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	1	3.1.2	Grondwaterkwaliteit	37
1.1	Aanleiding	1	3.1.3	Grondwaterstanden	38
1.2	Ambities en opgaven	2	3.1.4	Synthese	38
1.3	Begrenzing plangebied	3	3.2	Achterste Diep	39
2	Het landschapssysteem	5	3.2.1	Bodemopbouw	39
2.1	Schets van de ontstaansgeschiedenis	5	3.2.2	Grondwaterkwaliteit	39
2.1.1	Geomorfologie een aardkundige hoofdlandschappen	5	3.2.3	Grondwaterstanden	39
2.1.2	Reliëf	10	3.2.4	Synthese	39
2.1.3	Bodem	13	3.3	Ecohydrologische dwarsprofielen	40
2.2	Landschappelijke ontwikkeling en kernkwaliteiten	18	4	Modelstudies	2
2.2.1	Archeologie en aardkundige waarden	18	4.1	Droogleggingsanalyse	2
2.2.2	Historische landschappelijke ontwikkeling en gebruik	23	4.2	Resultaten SOBEK	2
2.3	Watersysteem	28	4.3	Resultaten MIPWA	3
2.3.1	Grondwater	28	5	Doorkijk inrichtingsmaatregelen	6
2.3.2	Actueel peilbeheer	28	5.1	Bronnegermaden	6
2.3.3	Oppervlaktewaterkwaliteit	30	5.2	Achterste Diep	9
2.4	Huidige natuurwaarden	32	Bijlage 1:	Archeologisch onderzoek RAAP	
2.5	KRW	33	Bijlage 2:	SOBEK modellering	
2.6	Natuurnetwerk Nederland en Natura 2000	35	Bijlage 3:	MIPWA modellering	
3	Ecohydrologische systeemanalyse (Quickscan)	36	Bijlage 4:	Advies optimalisatie inrichting de Branden – BMAD	
3.1	Bronnegermaden	36	Bijlage 5:	SSK-raming Bronnegermaden en de Branden	
3.1.1	Bodemopbouw Bronnegermaden	36			



1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Royal HaskoningDHV (hierna RHDHV) heeft voor het gebied De Branden een gebiedsanalyse en de modelstudies met SOBEK en MIPWA uitgevoerd. De uitkomsten hiervan vormen de basis voor de inrichting van het gebied de Branden. Uit de modelstudies komt naar voren dat er hydrologische relaties bestaan tussen de Branden en de bovenstroomse gebieden, de Bronnegermaden en het Achterste Diep die ook ingericht moeten worden. De basis hiervoor ligt in de Hunzevisie van 1995 en het provinciale water-, klimaat- en natuurbeleid (Beheerprogramma 2016-2021, Waterbeheer 21e eeuw, Kaderrichtlijn Water en Natuurnetwerk Nederland) dat mede hierop is gebaseerd. De gebieden Bronnegermaden en het Achterste Diep zijn begrenst binnen het Natuur Netwerk Nederland (NNN).

De natuurambities en de relatie tussen De Branden en Bronnegermaden en Achterste Diep zijn reden om deze gebieden in zijn geheel te beschouwen. Inzicht in deze relaties maakt het mogelijk het gebied de Branden optimaal in te richten en de kansen voor (natuur)ontwikkeling voor Bronnegermaden en Achterste Diep te verkennen.

Voorjaar 2019 is de pilot met de twee deelgebieden Bronnegermaden - Achterste Diep opgestart. Beide deelgebieden verschillen in gebiedskenmerken en grondsituatie en hebben daarom hun eigen aanpak.



Figuur 1-1 Ligging Achterste Diep, Bronnegermaden en De Branden

1.2 Ambities en opgaven

Bronnegermaden

Voor Bronnegermaden is de ambitie hoogwaardige natuur. Hierbij horen de volgende opgaven:

- Meanderende beek, zoveel mogelijk terug naar historische loop, ook het kanaaldeel;
- Natuurlijk peilbeheer;
- KRW natuurlijk stromende beek;
- Opheffen vismigratieknelpunten;
- Vasthouden van water.

Achterste Diep

Voor de pilot Achterste Diep is er de laatste jaren weinig grond beschikbaar gekomen voor realisatie van doelen op het gebied van natuur, water, landbouw en beleving in het Hunzedal, zoals omschreven in de Hunzevisie 2030 en het provinciale programma Natuurlijk Platteland. Het Achterste Diep moet fungeren als ecologische verbindingszone tussen twee natuurgebieden: de LOFAR-locatie in het zuiden en De Branden aan de noordkant. Van de 78 hectare die hier voor doelrealisatie is gepland, is 21 hectare beschikbaar; 57 hectare is in bezit van boeren en particulieren grondeigenaren. Insteek is dat alle grondeigenaren gezamenlijk voor beheer en onderhoud van de verbindingszone zorgdragen.

Om het gebiedsproces weer in beweging te brengen, is vanuit de Stuurgroep bestuurlijke ruimte geboden voor een integrale vernieuwende aanpak. Er kan in deze pilot behoorlijk flexibel worden omgegaan met de NNN-begrenzing en de beheertypes. Bij het Achterste Diep wordt uitgegaan van een verbindingszone tussen natuurgebieden en een integrale aanpak waarbij doelrealisatie voor water en natuur samengaan met economische perspectieven voor landbouw.

Hierbij horen de volgende opgaven:

- Meanderende beek, zoveel mogelijk terug naar historische loop;
- Landbouwkundig peilbeheer;
- Profiel afstemmen op landbouwkundige afvoer en peilen;
- KRW natuurlijk stromende beek;
- Opheffen vismigratieknelpunten;
- Natuurvriendelijke oevers en stapstenen (10 ha) om de 975 m.



Figuur 1-2 Vismigratieknelpunt (stuw) op de grens tussen de Bronnegermaden en De Branden in het Voorste Diep.

1.3 Begrenzing plangebied

Bronnegermaden

Het plangebied Bronnegermaden vormt de beekdalgedeelte van het Voorste Diep tussen Borger tot aan het Drouwenerzand. Het kanaal wordt tussen Borger en Bronneger ook wel “Kanaal Buinen-Schoonoord” genoemd. Dit gedeelte van het beekdal doorsnijdt de Hondsrug. Het plangebied grenst stroomopwaarts (ten zuiden) aan de Zoutkampen, tegen de bebouwing van Borger en ten Noorden aan de Drouwenerstraat. De Westkant wordt begrensd door de Westerlandsweg, Rietweg, Dorpsstraat en Gasselterstraat. Ten oosten wordt het plangebied begrensd door de Weg van Westerlanden, de Bronnegerstraten en vervolgens dwars door agrarische percelen. Het plangebied bestaat overwegend uit intensief beheerd grasland en plaatselijk uit akkers. Aan de benedenstroomse zijde zijn de vooroevers van het kanaal afgezoomd met smalle rietgordels afgewisseld met moerasruigte. Het plangebied komt overeen met de NNN-begrenzing. De NNN begrenzing is afgestemd op de landschappelijke grens van het beekdal.. Het beekdal binnen het plangebied is tussen de 400 en 700 meter breed en heeft een oppervlakte van 243 hectare.



Figuur 1-3 Overgang Kanaal Buinen-Schoonoord en Voorste Diep



Figuur 1-4 Toponiemenkaart Bronnegermaden

Achterste Diep

Het plangebied Achterste Diep vormt de beekdalgedeelte tussen Buinen en Buinerveen stroomopwaarts (zuidkant) t/m Drouwenerveen stroomafwaarts (noordkant) . Het plangebied grenst ten zuiden aan de N374 en ten noorden aan de Drouwenerstraat. De oost- en westgrens van het plangebied loopt dwars door agrarische percelen. Het plangebied bestaat overwegend uit intensief beheerd agrarisch grasland en akkerland. Het plangebied komt overeen met de NNN-begrenzing. Voor de begrenzing van de NNN is een 100 meter brede strook aan weerszijde van de beek aangehouden. Het beekdal is ongeveer 200 meter breed met een oppervlakte van 80 hectare.



Figuur 1-5 Achterste Diep nabij Drouwenerveen



Figuur 1-6 Toponiemenkaart Achterste Diep

2 Het landschapssysteem

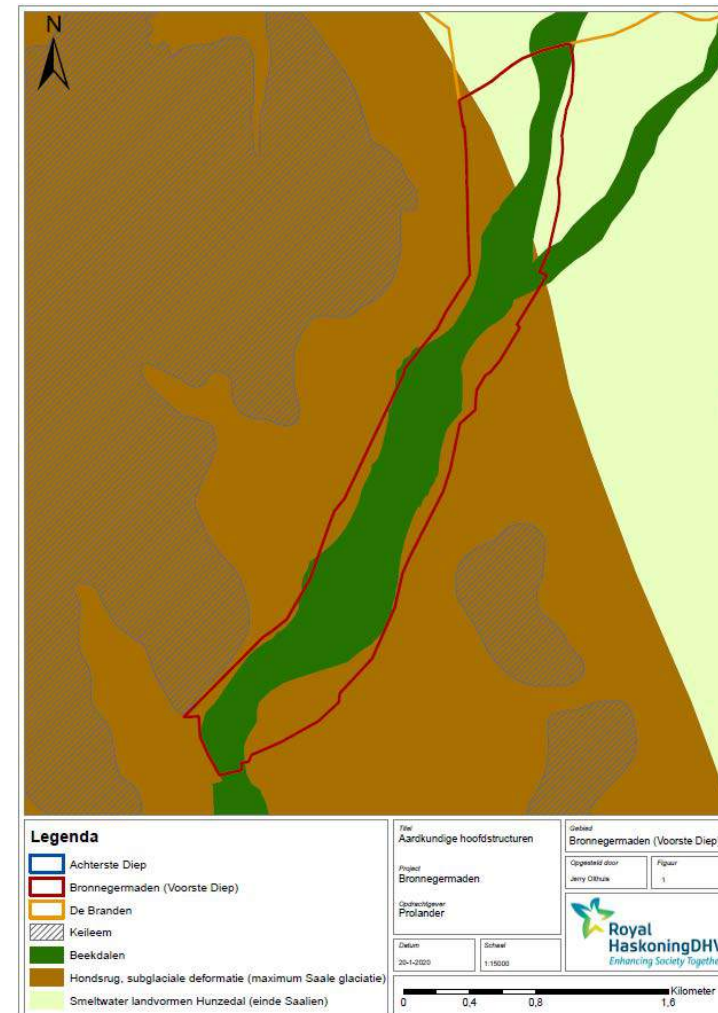
2.1 Schets van de ontstaansgeschiedenis

2.1.1 Geomorfologie een aardkundige hoofdlandschappen

Bronnegermaden

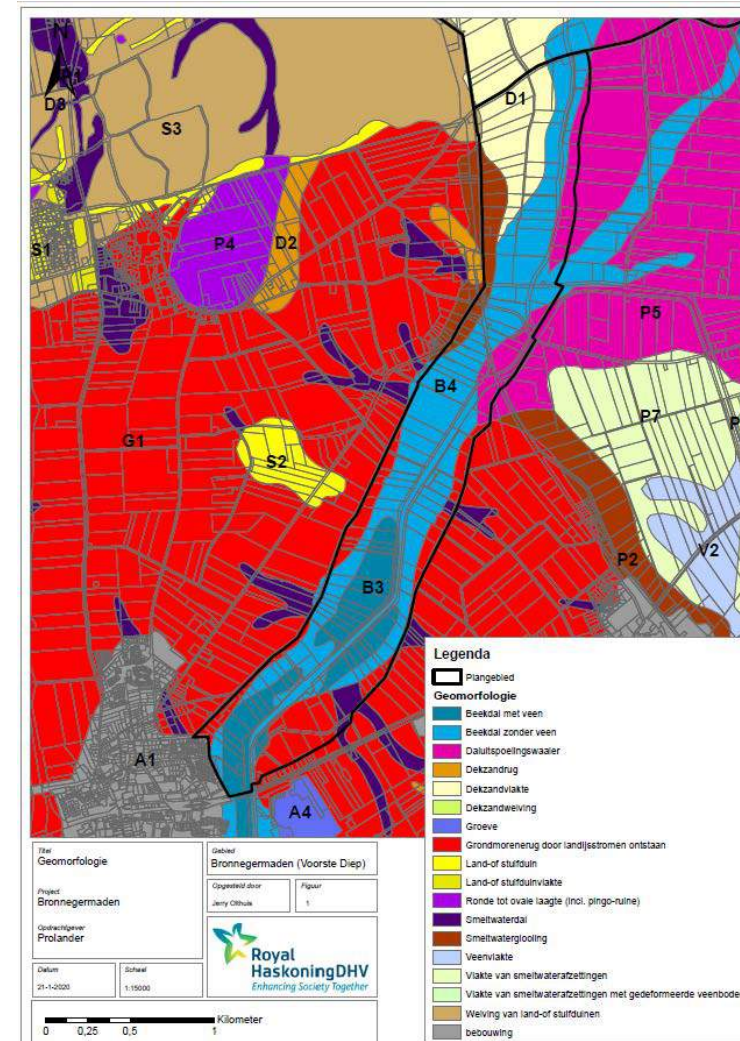
Het Voorste Diep is één van de twee bovenlopen (de andere is het Achterste Diep) van de Hunze. Het beekdal is een doorbraakdal, ook wel ijssmeltwaterdal genoemd, door de Hondsrug. Het dal is ontstaan door enorme hoeveelheden smeltwater die zijn vrijgekomen toen het landijs dat de Hondsrug had gevormd afsmolt aan het eind van het Saalien. Het smeltwater heeft zich een weg gebaad door de Hondsrug. Uit gegevens van de diepere ondergrond blijkt dat het Voorste Diep samenvalt met een veel bredere geul die in het Elsterien gevormd is (Provincie Drenthe, 2014).

Midden op de Hondsrug, ten westen van het Voorste Diep ligt een groot aaneengesloten pakket keileem. Daarnaast liggen twee kleine losse pakketten keileem ten hoogte van Buinen, op de Noorder esch (ook wel Buunerbult genoemd) en Zuider esch. Op de flanken van de ter hoogte van het Voorste Diep is een aaneengesloten pakket grotendeels afwezig. Alleen in het meest zuidelijke deel, ten hoogte van Borger grenst dit pakket aan het plangebied. Het plangebied is in te delen in drie aardkundige hoofdlandschappen. De randen van het plangebied maken deel uit van het landschap de Hondsrug. Ten noorden van Bronneger is sprake van smeltwater landvormen (fluvo-glaciaal) buiten het beekdal.



Figuur 2-1 Aardkundige hoofdlandschappen Bronnegermaden

De geomorfologische kaart geeft zeven verschillende geomorfologische elementen in het plangebied weer. Het grootste deel rondom het Voorste Diep is weergegeven als beekdal zonder veen (B4). Tussen Borger en Bronneger is ook een deel van het plangebied aangegeven als beekdal met veen (B3). De randen van het plangebied tussen Bronneger en Borger staat aangegeven als Grondmorenrug door ijsstromen ontstaan (G1). Dit is feitelijk de Hondsrug. Helemaal in het uiterste oosten, op de Hondsrug is sprake van een welving van land- of stuifzanden (S3). In het uiterste noorden is sprake van een dekzandvlakte (D1). Deze vlakte is ontstaan onder invloed van de wind aan het einde van de laatste ijstijd (ongeveer 12.000 jaar geleden). Het landschap was toen grotendeels onbegroeid waardoor verstuiving over grote arealen kon plaatsvinden. Ten oosten van deze vlakte ligt een smeltwaterglooiing (P2). Haaks op het beekdal liggen enkele smeltwaterdalen (P1) waarvan enkele randen in het plangebied liggen. Tussen het Voorste Diep en Achterste Diep is sprake van een zogenaamde Daluitspoelwaaier of sandr (P5). Hiervan ligt een klein deel in het oosten van het plangebied en is ontstaan als gevolg van het oppervlakkig afstromen van sneeuwsmeltwater over de diep bevroren ondergrond in de laatste ijstijd.



Figuur 2-2 Geomorfologie Bronnegermaden

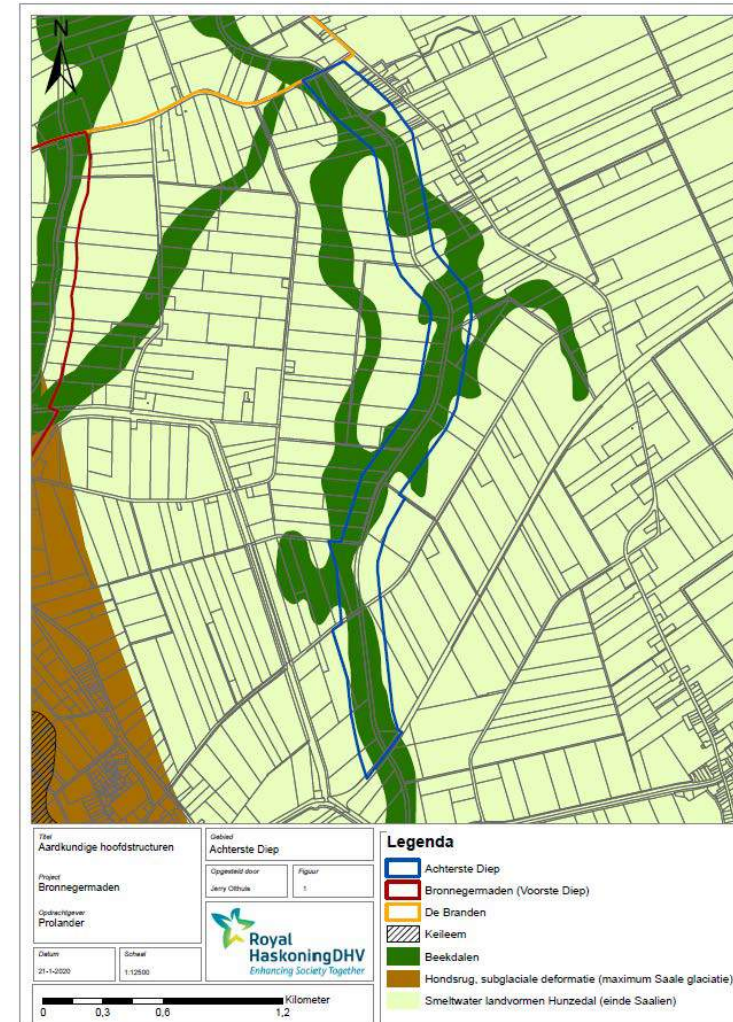
Achterste Diep

Het Achterste Diep is één van de twee bovenlopen (de andere is het Voorste Diep) van de Hunze. Het dal van het Achterste Diep is ontstaan door enorme hoeveelheden smeltwater die zijn vrijgekomen toen het landijs dat de Hondsrug had gevormd afsmolt aan het eind van het Saalien.

Het beekdal van het Achterste Diep ligt op circa 1 kilometer afstand ten oosten van De Hondsrug. Hier liggen op grotere afstand twee kleine losse pakketten keileem ten hoogte van Buinen.

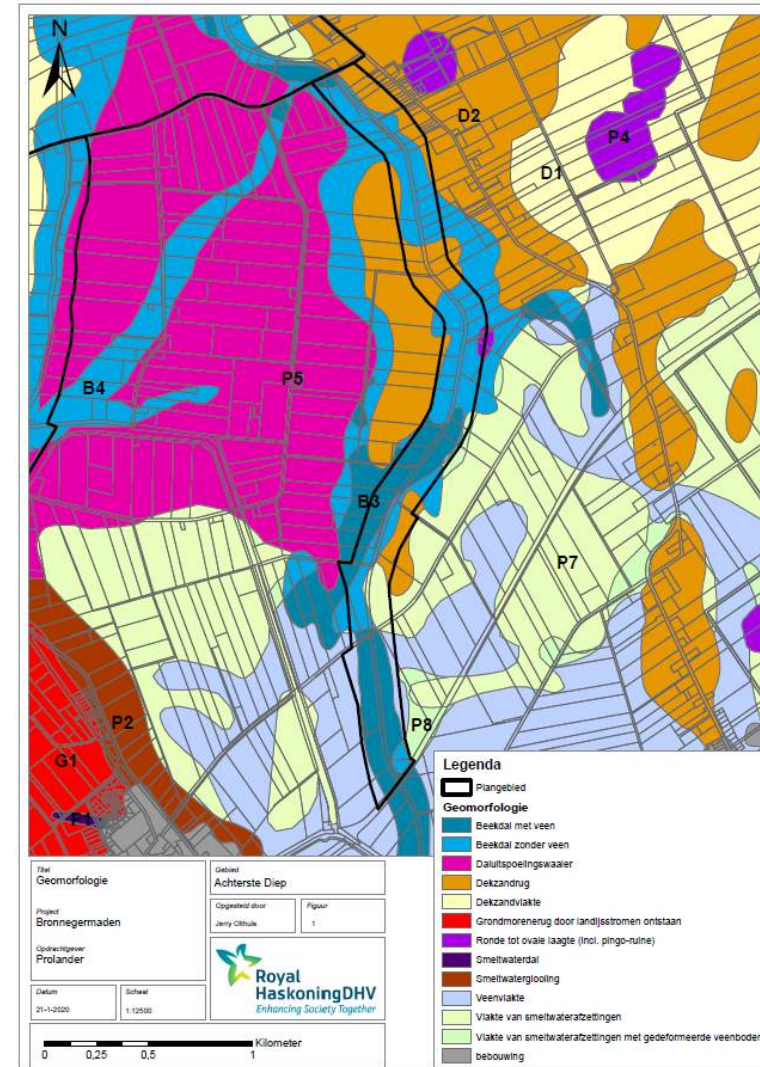


Figuur 2-3 Bunnerbult gezien vanaf het beekdal van het Voorste Diep

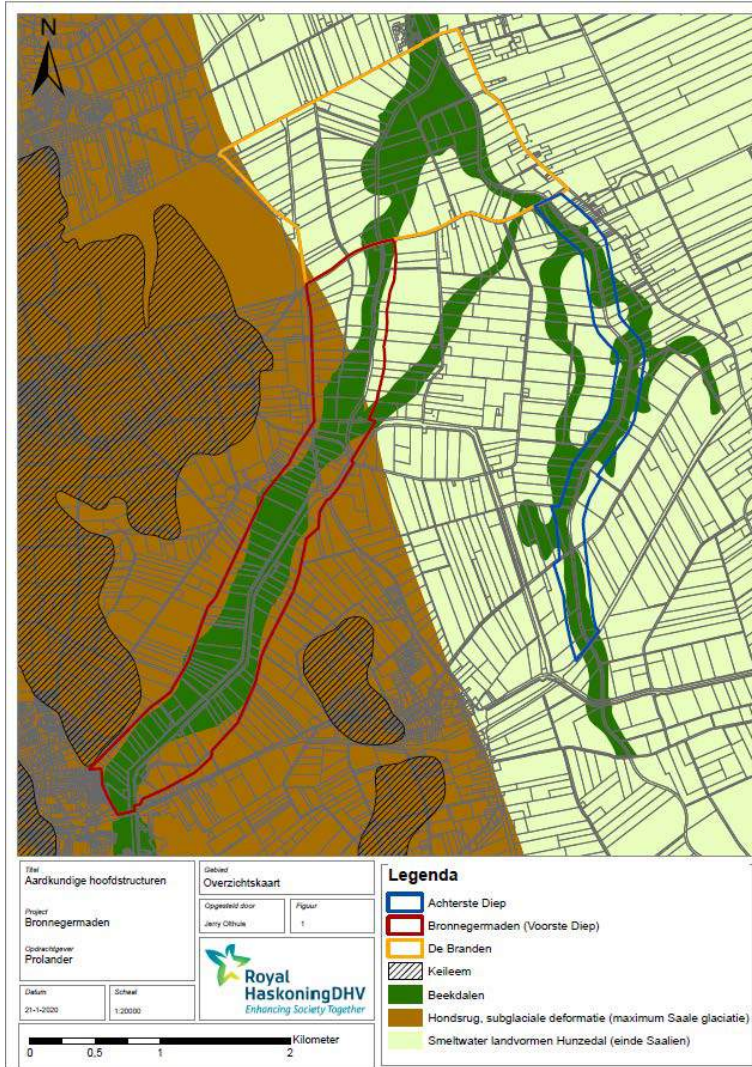


Figuur 2-4 Aardkundige hoofdlandschappen Achterste Diep

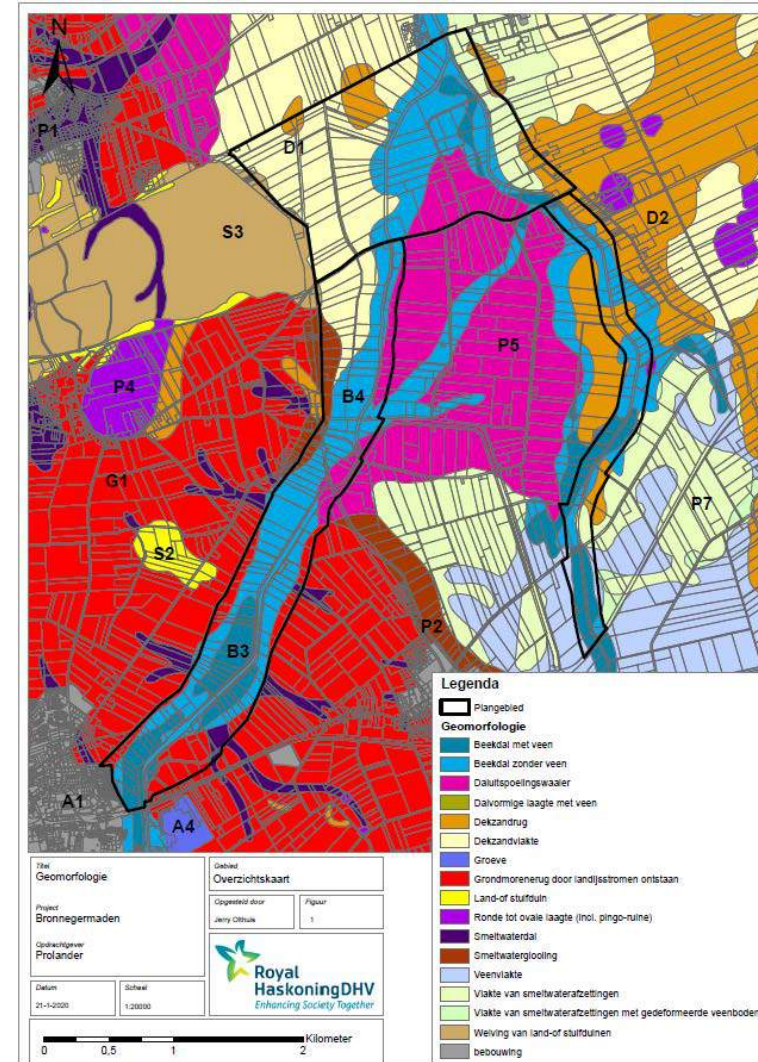
De geomorfologische kaart geeft vijf verschillende geomorfologische elementen in het plangebied weer. De zuidelijke helft staat grotendeels weergegeven als beekdal met veen (B3) terwijl het noordelijke deel veelal is weergegeven als beekdal zonder veen (B4). Enkele randen van het zuidelijke deel van het plangebied maken deel uit van een veenvlakte die grotendeels ten zuiden van het plangebied ligt. Daarnaast liggen er enkele (delen van) dekzandruggen in het plangebied. Een opvallende element is de pingo-ruïne op de plaats waar voorheen het Grote Diep het Achterste Diep in stroomde. Deze pingo-ruïne is gelegen op de grens van het plangebied (paars) Pingoruïnes zijn de overblijfselen van een pingo (een heuvel die ontstaan is doordat een ondergrondse ijslens de bodem heeft opgedrukt) als het ijs in de ondergrond smelt. Er ontstaat dan een ringvormige krater die wordt opgevuld met smeltwater.



Figuur 2-5 Geomorfologie Achterste Diep



Figuur 2-6 Overzicht aardkundige hoofdlandschappen



Figuur 2-7 Overzicht geomorfologie

2.1.2 Reliëf

Bronnegermaden

Het reliëf in het landschap wordt bepaald door de Hondsrug die wordt doorsneden door het beekdal van het Voorste Diep. Het bovenstroomse deel ligt ingesloten tussen de Hondsrug en de Buunerbult (feitelijk ook Hondsrug).

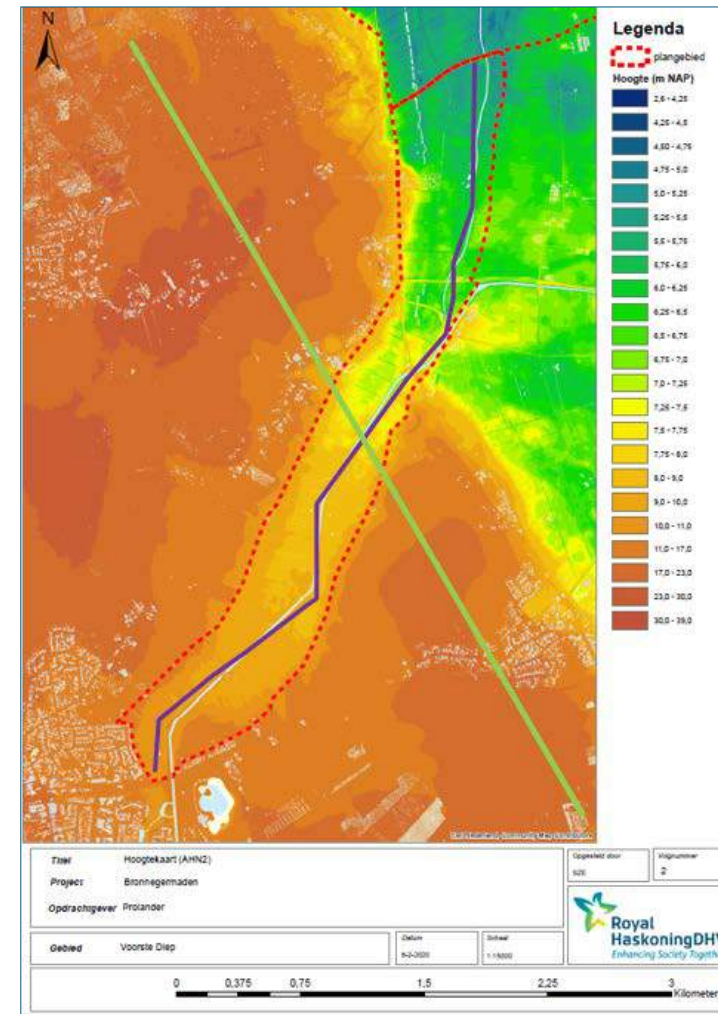
De hoogste punten rondom Borger, Bronneger en Buinen zijn circa 20 NAP en plaatselijk hoger. Het beekdal van het Voorste Diep bij borger ligt rond 10,5 NAP en heeft een verval van 5 meter (tot circa 5,5 NAP) in het noordelijkste deel van het plangebied over een lengte van circa 5 kilometer.



Figuur 2-8 Hoogteprofiel vanaf de Hondsrug tot op de Buunerbult (groen)



Figuur 2-9 Hoogteprofiel stroomafwaarts (paars)



Figuur 2-10 Hoogtekaart (AHN2) Bronnegermaden

Achterste Diep

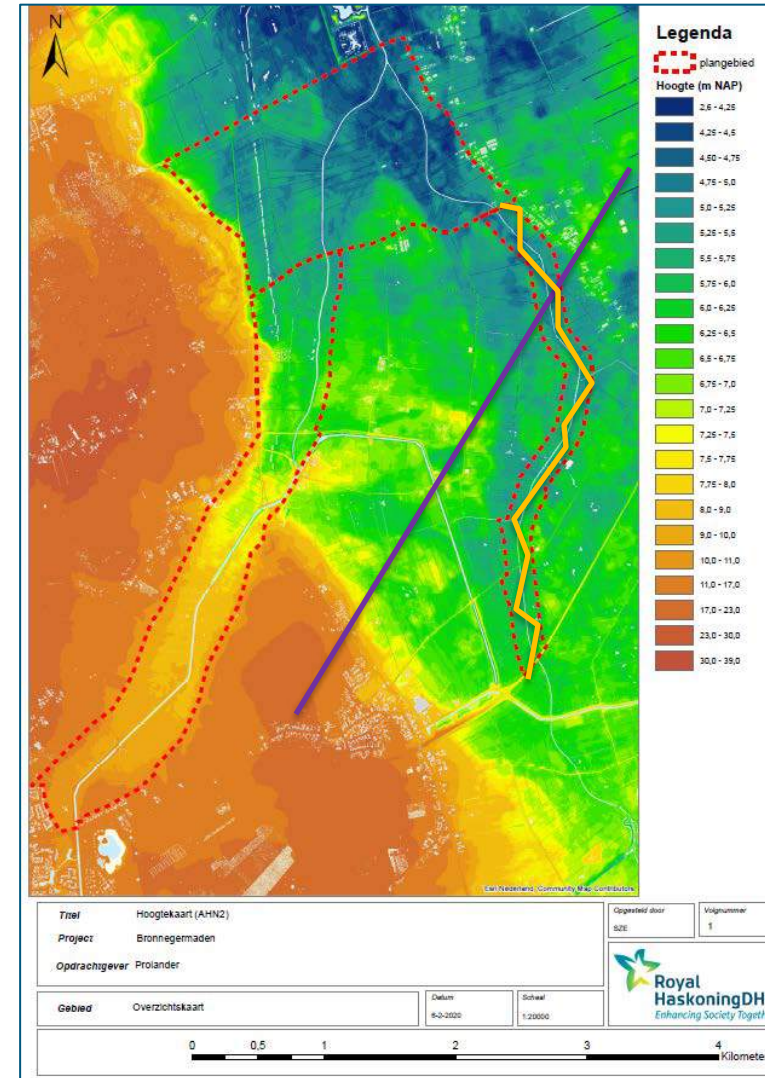
In het plangebied zijn subtiele hoogteverschillen van globaal tussen de 5,5 NAP en 6,5 NAP, met enkele hogere donken. Buiten het plangebied is de Buunerbult goed te zien met een hoogte van bijna 20 NAP. In het beekdal zelf is nauwelijks verval. Over een lengte van circa 4 kilometer is sprake van een verval van 1 meter.



Figuur 2-11 Hoogteprofiel vanaf de Buunerbult tot voorbij Drouwenerveen (paars)



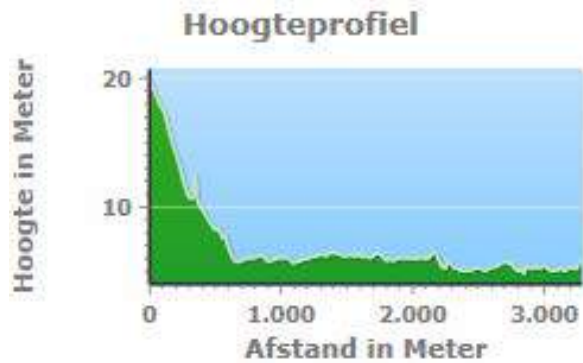
Figuur 2-12 Hoogteprofiel stroomafwaarts (oranje)



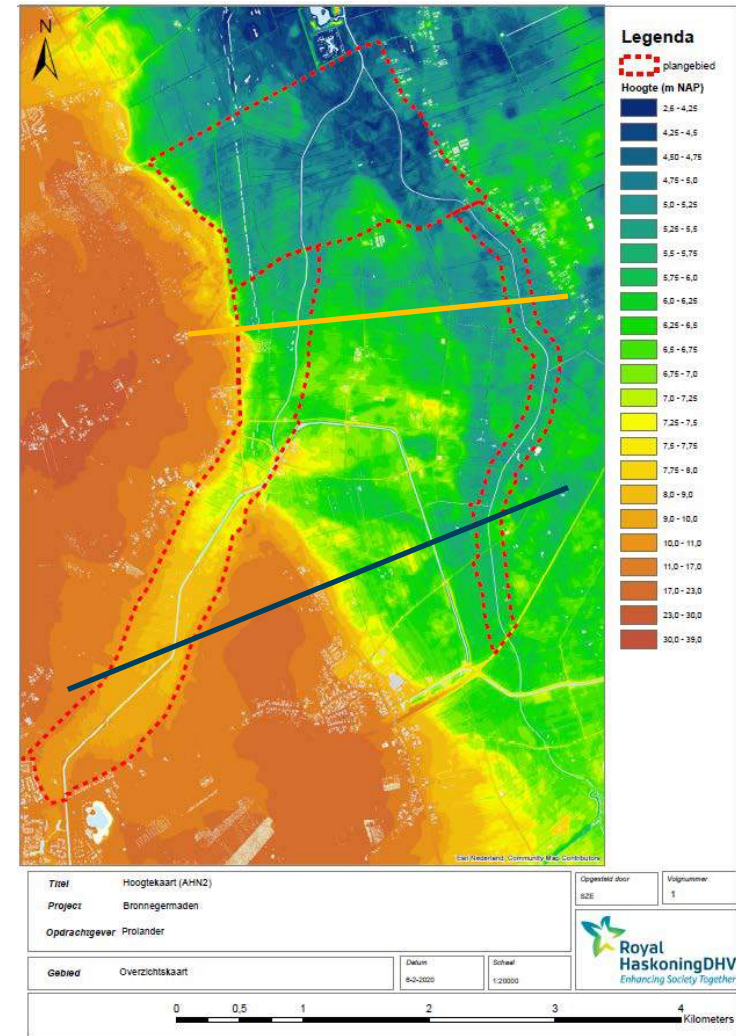
Figuur 2-13 Hoogtekaart (AHN2) Achterste Diep



Figuur 2-14 Hoogteprofiel van Borger tot voorbij het Achterste Diep (blauw)



Figuur 2-15 Hoogteprofiel vanaf de Hondsrug nabij het Drouwenerzand tot aan Drouwenerveen (oranje)



Figuur 2-16 Overzicht hoogtekaart (AHN2)

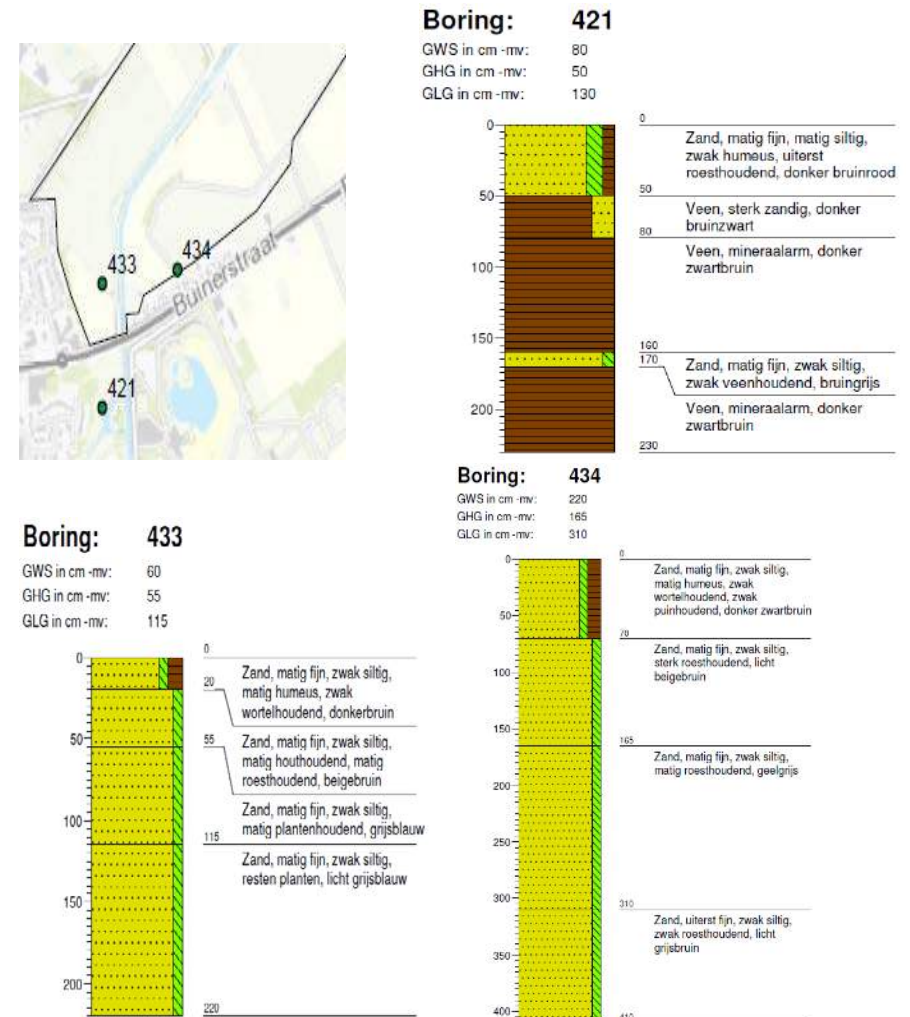
2.1.3 Bodem

Bronnegermaden

Op het geoportaal van de Provincie Drenthe is een veendikte kaart weergegeven. De kaart is vervaardigd in het kader van de actualisatie van de bodemkaart van veengebieden. Het bestand is aangemaakt met behulp van digitale bodemkartering, een combinatie van veldwerk en geostatistische technieken voor gebiedsdekkende uitspraken. Hieruit blijkt dat tussen Borger en Bronneger een veenpakket aanwezig is variërend tussen de 60 cm tot meer dan 120 cm dik nabij de beek. Ten hoogte van Bronneger is veen aanwezig van meer dan 120 cm dik dat is gelegen tussen het Voorste Diep en de bebouwing van Bronneger. Ten noorden van Bronneger neemt de veendikte af. Langs de flanken van het beekdal is veen grotendeels afwezig. Het veen ligt grotendeels op minder dan 40cm onder maaiveld.

Daarnaast is in opdracht van Waterschap Hunze en As's door Lievense CSO in 2018 voor een groot deel van het beheersgebied de veendikten in kaart gebracht in het kader van het project Veenoxidatie. Hierbij zijn in/nabij het zuidelijke deel van het plangebied drie boringen uitgevoerd.

In boring 421 is een dik veenpakket aanwezig. In boring 433 en 434 ontbreekt veen. Voor boring 434 is dit niet verrassend, omdat de boring heeft plaatsgevonden op de rand van de Zoutkampen (hoger gelegen gebied).

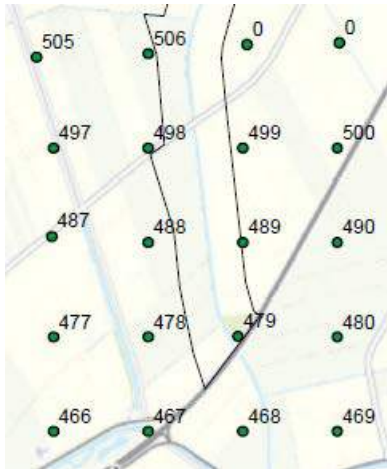


Figuur 2-17 Boorprofielen project Veenoxidatie en ligging boorpunten

Achterste Diep

Uit de veendiktekaart van de Provincie Drenthe blijkt dat stroomopwaarts grotendeels sprake is van een veenpakket variërend tussen de 80 tot meer dan 120 cm. In het noordelijke deel is een minder dik veen pakket aanwezig, globaal tussen de 25 cm en 80 cm. Plaatselijk ontbreekt de aanwezigheid van veen. Het veen ligt grotendeels op minder dan 40cm onder maaiveld.

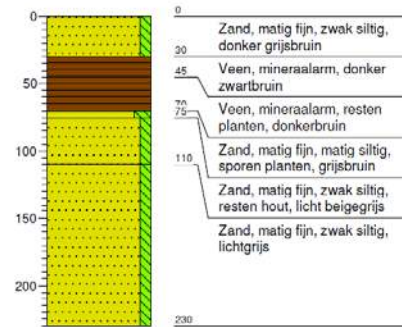
In het kader van het project Veenoxidatie is het zuidelijke deel van het plangebied boringen uitgevoerd. Hierbij wordt het beeld dat is geschetst in het kader van de actualisatie van de bodemkaart voor veengebieden redelijk bevestigd. Wel blijkt dat er behoorlijke variatie in veendikten is.



Figuur 2-20 Ligging boorpunten project veenoxidatie

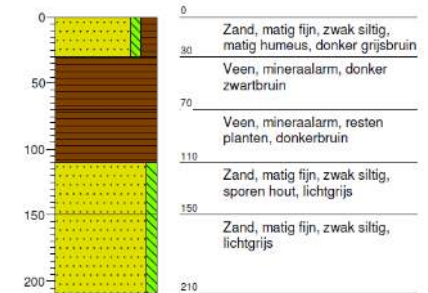
Boring: 479

GWS in cm -mv: 90
GHG in cm -mv: 70
GLG in cm -mv: 130



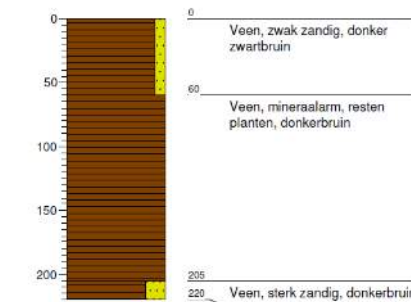
Boring: 489

GWS in cm -mv: 80
GHG in cm -mv: 60
GLG in cm -mv: 110



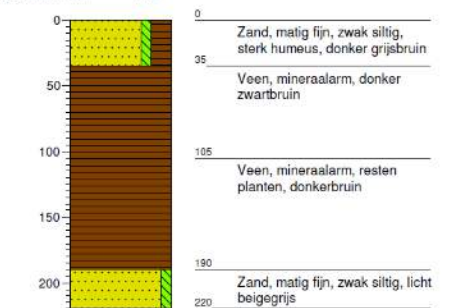
Boring: 499

GWS in cm -mv: 30
GHG in cm -mv: 30
GLG in cm -mv: 80



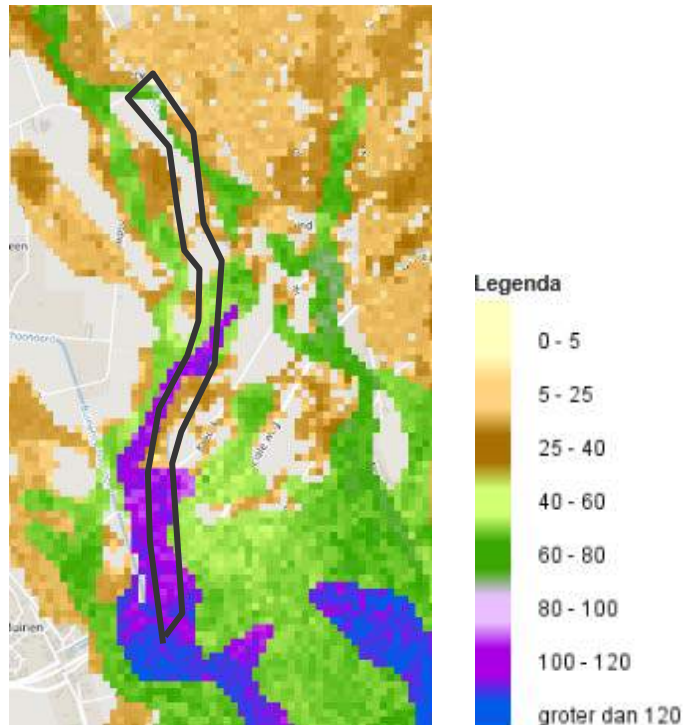
Boring: 506

GWS in cm -mv: 85
GHG in cm -mv: 70
GLG in cm -mv: 110

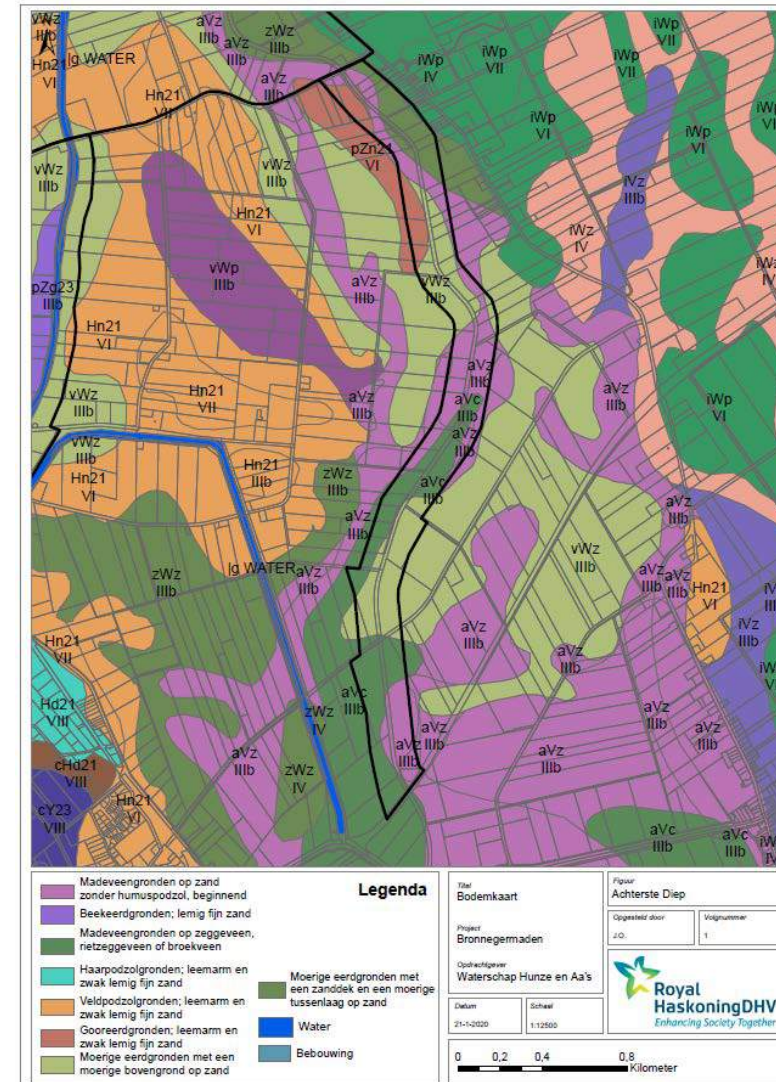


Figuur 2-21 Boorprofielen project veenoxidatie

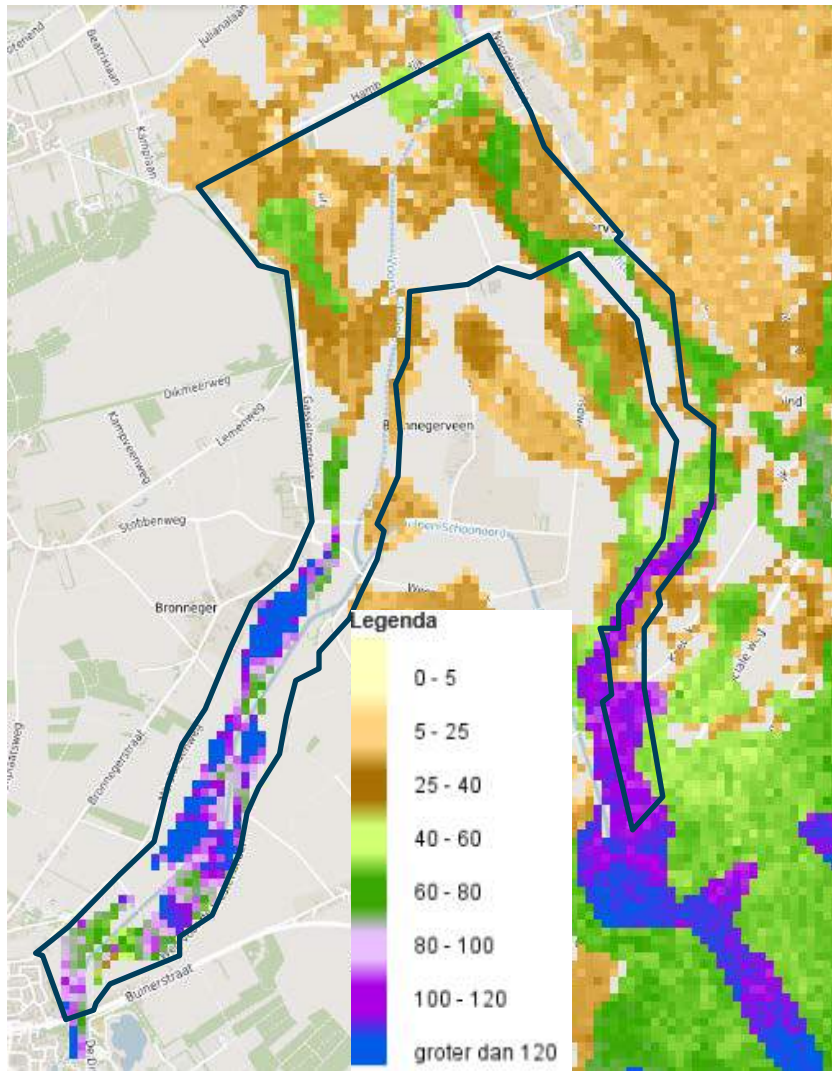
De bodemkaart geeft vijf verschillende bodemtypen weer in het plangebied. In het zuidelijke deel van het plangebied liggen madeveengronden op zeggeveen, rietzeggeveen of broekveen. Verder is er meer verspreid door het plangebied sprake van Moerige eerdgronden met een moerige bovengrond op zand en Madeveengronden op zand zonder humuspodsel, beginnend ondieper dan 120 cm. In het noorden van het plangebied is plaatselijk sprake van gooreerdgronden; leemarm en zwak lemig fijn zand en Madeveengronden op zand zonder humuspodzol.



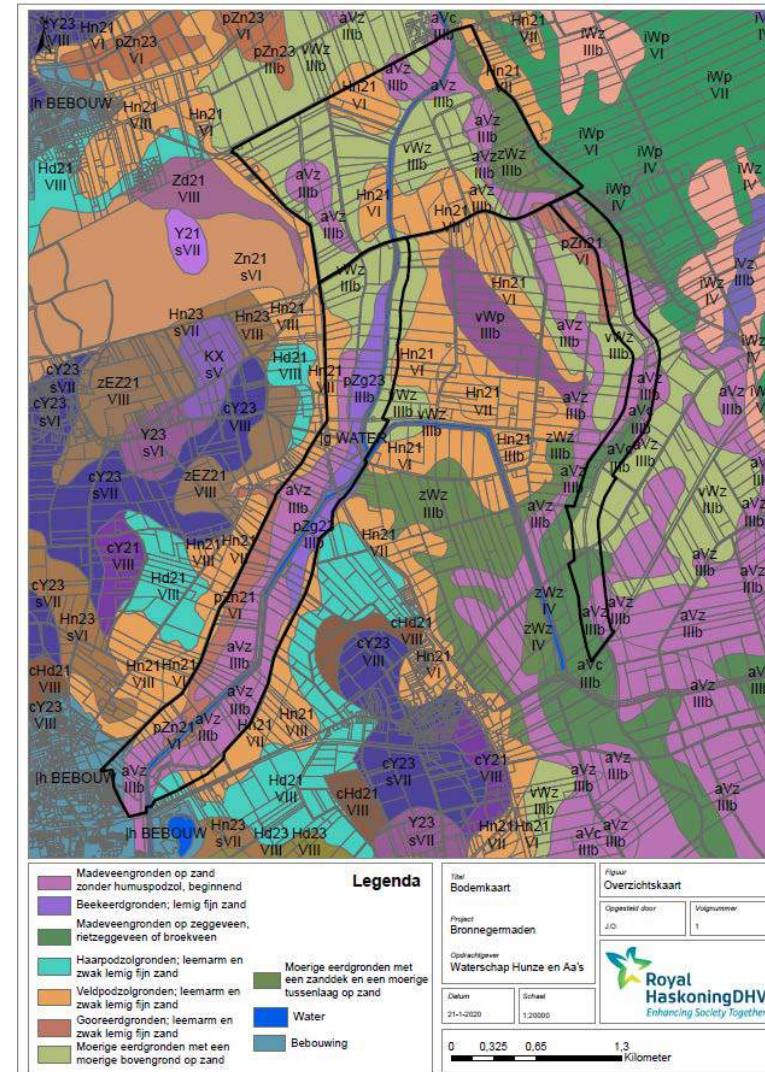
Figuur 2-22 Veendiktekaart Provincie Drenthe



Figuur 2-23 Bodemkaart Achterste Diep



Figuur 2-24 Overzicht veendiktekaart



Figuur 2-25 Overzicht bodemkaart

2.2 Landschappelijke ontwikkeling en kernkwaliteiten

2.2.1 Archeologie en aardkundige waarden

Archeologische waarde

Er is een archeologisch vooronderzoek door RAAP uitgevoerd in de vorm van een bureauonderzoek (RAAP-rapport 4363/ versie 03-02-2020).

Voor grote delen van het plangebied geldt de gemeentelijke archeologische verwachtingskaart (Aalbersberg & Van Beek, 2011). De verwachtingen op deze kaart zijn gebaseerd op de aard van de geomorfologische eenheden binnen de gemeentegrenzen. Het gaat daarbij om de beekdalbodems met veen, de (hoge) grondmoreneruggen van de Hondsrug en de dekzandruggen en –koppen (al dan niet met oud bouwlanddek) en meer specifiek de dekzandkoppen binnen de beekdalen. Voor de beekdalbodems zonder veen (deze komen alleen voor in het uiterste zuidoosten langs het Voorste Diep en Achterste Diep) en de glooiingen van afgespoeld materiaal (al dan niet met dekzand) geldt een middelhoge archeologische verwachting. Voor de veenkoloniale ontginningsvlakte (Bronnegerveen) geldt een lage archeologische verwachting. Mogelijke voorde-locaties hebben op de verwachtingskaart eveneens een hoge archeologische verwachting gekregen. De beekdalen zijn verder aangegeven als zijnde van 'provinciaal belang' wat inhoudt dat bij bodemingrepen vooraf overleg moet worden gevoerd met de provinciaal archeoloog.

Volgens de database van ARCHIS3 komen in het plangebied een honderdtal vondstlocaties voor waarvan 74 langs het Voorste Diep en 26 langs het Achterste Diep. Ook liggen binnen het plangebied negen AMK-terreinen (3x terrein van hoge archeologische waarde, 6x terrein van archeologische waarde) waarvan 6 langs het Voorste Diep en 3 langs het

Achterste Diep. Het gaat daarbij om nederzettingsresten uit de steentijd, ijzertijd, romeinse tijd en middeleeuwen, grafcontexten uit het laat-neolithicum en de late bronstijd en enkele wegen, molens en een brug uit de middeleeuwen. De aanwezigheid van een AMK-terrein is niet per definitie gekoppeld aan een vondstlocatie in ARCHIS, zoals het kaartbeeld aantoont, al ligt binnen AMK-terrein 14269 (molen, nederzetting en weg) bijna een derde deel (n = 32) van alle vondstlocaties in het plangebied. Indien de verspreiding van de vondstlocaties wordt gekoppeld aan het landschap, dan blijkt dat van de 100 locaties er 66 in het beekdal liggen, 20 op de flanken van de Hondsrug (ijsstroomrug), 8 op de dekzandruggen, 4 op de daluitspoelingswaaier en 2 in de vlakte van smeltwaterafzettingen: verreweg het meeste archeologische materiaal is dus tot nu toe in het beekdal aangetroffen en ook de AMK-terreinen liggen met name in het beekdal. Rekening houdend met de grotendeels arbitraire grenslijnen van de geomorfologische kaart bevinden veel van de vindplaatsen zich in wat de 'randzone' van het beekdal zou kunnen worden genoemd: op de overgang van hoog naar laag / droog naar nat.

Uit het overzicht van de honderd vondst locaties blijkt dat vrijwel alle archeologische perioden in het plangebied vertegenwoordigd zijn. Zo gaat het om onder andere vuursteenvindplaatsen (werktuigen, afslagen, kernen) uit het laat-paleolithicum, het mesolithicum (vroeg, midden en laat) en neolithicum (vroeg, midden en laat), aardewerk van de Swifterbant- en Trechterbekercultuur, deposities uit de bronstijd en ijzertijd (vuurstenen- en bronzen bijlen), handgevormd inheems aardewerk uit de ijzertijd en romeinse tijd en vondsten uit de (late) middeleeuwen en nieuwe tijd die voornamelijk gerelateerd zijn aan bebouwing (bijv. molen), bewoning (bijv. gebruiksaardewerk en steengoed) en infrastructuur (bijv. veenweg, brug).

Steentijd-gerelateerde archeologie wordt vrijwel overal in het plangebied aangetroffen, al liggen veel vondstlocaties wel langs de randen van het beekdal (uitgezonderd de nederzettingslocatie ter hoogte van AMK-terrein

14269). Het aantal vondstlocaties uit de bronstijd, ijzertijd en/of Romeinse tijd is beduidend minder ten opzichte van de steentijd, maar ook hier liggen de vindplaatsen met name langs de randen van het beekdal. De vondstlocaties uit de late middeleeuwen en nieuwe tijd laten het tegenovergestelde zien: de vindplaatsen liggen juist dicht langs de waterlopen van het Voorste- en Achterste Diep.

Enkele kanttekeningen zijn nog op zijn plaats. De samenstelling van het vondstmateriaal verschilt namelijk sterk per vondstlocatie en kan variëren van enkele tot tientallen vondsten en in een paar gevallen zelfs enkele honderden artefacten. Verder is de stratigrafische context van het vondstmateriaal grotendeels onbekend wat betekent dat een deel van het vondstmateriaal niet 'in situ' ligt en bijvoorbeeld door aanvoer van grond buiten het plangebied of door ploegen (omwoeling) op de huidige vindplaats terecht is gekomen.

Voor het plangebied zijn twee gespecificeerde archeologische verwachtingskaarten opgesteld (steentijd – bronstijd en ijzertijd – nieuwe tijd) waarop verschillende verwachtingszones staan aangegeven. Per verwachtingszone wordt hieronder verder ingegaan op het daaraan gekoppeld advies.

Gehele plangebied

De archeologische beleidskaart van de gemeente Borger-Odoorn geeft aan dat beide beekdalen van provinciaal belang zijn, wat inhoudt dat bij bodemingrepen binnen dit gebied vooraf contact dient te worden opgenomen met de provinciaal archeoloog.

Hoge en middelhoge archeologische verwachting

Op basis van de resultaten van het onderzoek blijkt dat in de zones met een hoge en middelhoge archeologische verwachting archeologische resten bedreigd worden door de voorgenomen bodemingrepen. Daarom wordt geadviseerd om de plannen zodanig aan te passen dat verstoring wordt voorkomen. Dat kan door bodemingrepen alleen binnen de lage

verwachtingszones uit te voeren. Indien planaanpassing niet mogelijk is, wordt aanbevolen in het kader van de bestaande planvorming de onderstaande vervolgstap uit het proces van de Archeologische Monumentenzorg (AMZ) te nemen.

Om de gespecificeerde verwachting aan te vullen en te verfijnen wordt een vervolgonderzoek geadviseerd in de vorm van een inventariserend veldonderzoek door middel van een verkennend booronderzoek. Een dergelijk vervolgonderzoek heeft tot doel de opbouw van de ondergrond, de bodemopbouw en/of bodemverstoringen gedetailleerd in kaart te brengen. Aan de hand daarvan kan de in dit bureauonderzoek opgestelde archeologische verwachting worden getoetst en kunnen concrete gegevens worden verzameld over gaafheid en diepteligging van de verwachte archeologische resten.

(Zeer) hoge archeologische verwachting beekdal (inclusief voordelocaties)
Binnen de beekdallaagtes van het Voorste en Achterste Diep worden archeologische vindplaatsen en/of vondsten verwacht die niet zijn op te sporen met gebruikelijk archeologisch vooronderzoek (verkennend en/of karterend booronderzoek). Het gaat daarbij om onder andere offergaven, viswieren, kano's en voordelocaties. Geadviseerd wordt om de plannen zodanig aan te passen dat verstoring hier wordt voorkomen. Indien planaanpassing niet mogelijk is, wordt geadviseerd om bij bodemingrepen archeologisch onderzoek uit te laten voeren in de vorm van een archeologische begeleiding.

AMK-terreinen

Van de verschillende AMK-terreinen in het plangebied is vastgesteld dat deze van archeologische waarde zijn en dat de daarbinnen aanwezige archeologische bedreigd worden door de voorgenomen bodemingrepen. Daarom wordt geadviseerd om de plannen zodanig aan te passen dat verstoring wordt voorkomen. Dat kan door bodemingrepen alleen binnen de lage verwachtingszones uit te voeren. Indien planaanpassing niet mogelijk

is, wordt conform het gemeentelijk beleid geadviseerd om ter plaatse waarderend onderzoek uit te laten voeren. Doel daarvan is het vaststellen van de aard, ouderdom, omvang, diepteligging en kwaliteit van de archeologische vindplaats. De vorm en omvang van het waarderend onderzoek zijn afhankelijk van het (verwachte) type vindplaats en zullen in overleg met de gemeente en, wanneer het om provinciaal belang gaat, de provincie bepaald moeten worden.

Lage archeologische verwachting

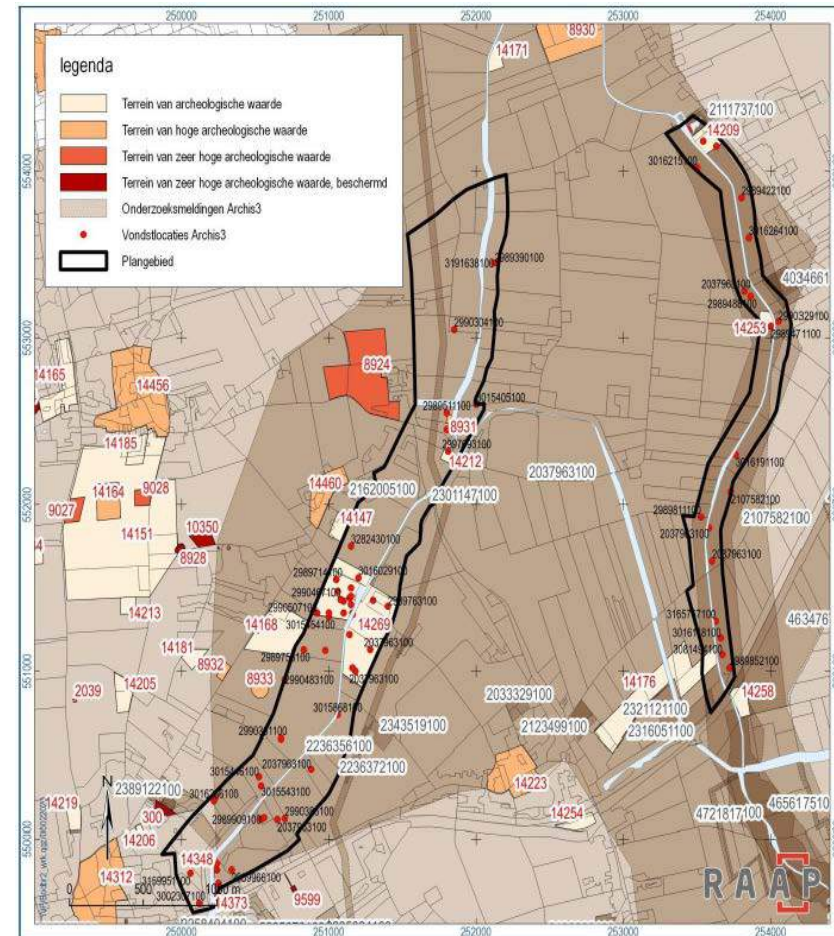
In het overige deel van het plangebied wordt in het kader van de voorgenomen bodemingrepen geen archeologisch vervolgonderzoek aanbevolen. Indien bij de uitvoering van de werkzaamheden onverwacht archeologische resten worden aangetroffen, dan is conform artikel 5.10 van de Erfgoedwet aanmelding van de desbetreffende vondsten bij de Minister van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap c.q. de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed verplicht (vondstmelding via ARCHIS).

Aardkundige waarde

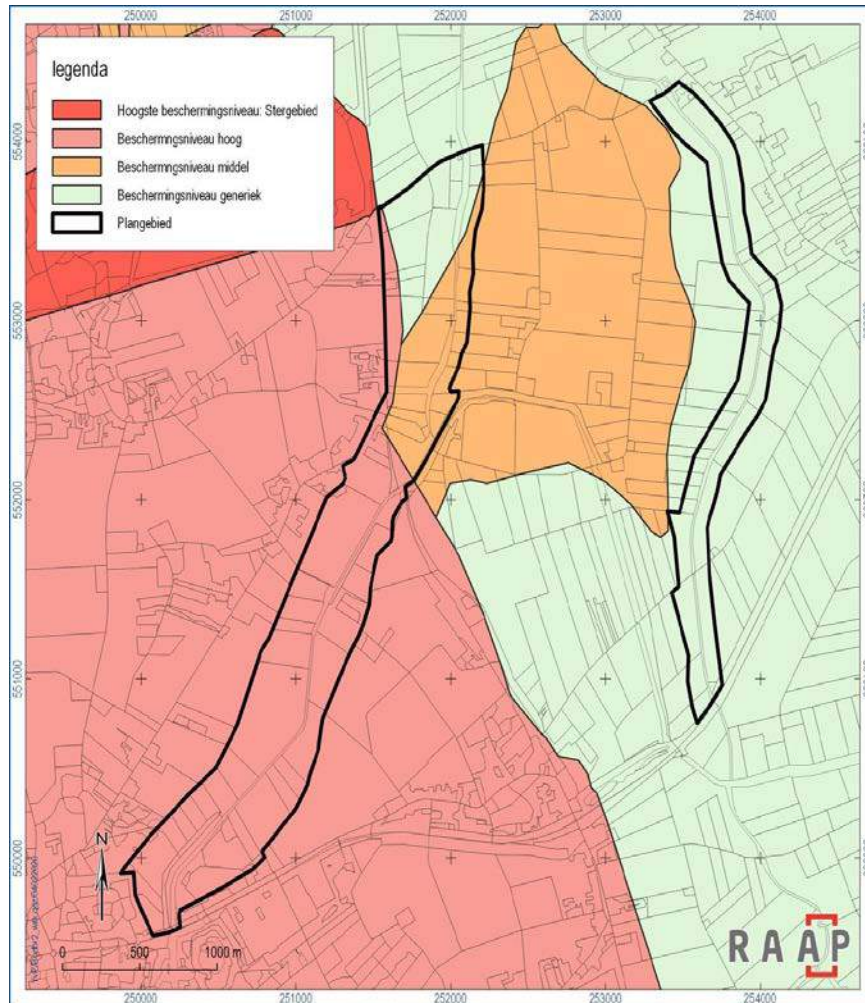
Voor verschillende geomorfologische eenheden in het plangebied geldt dat de provincie Drenthe de aardkundige kwaliteit daarvan wil beschermen. Zo geldt bijvoorbeeld voor de beekdalen dat inrichting en beheer gericht dient te zijn op instandhouding van de gradiëntsituaties, rivierduinen en hydrologie. Vergraven, doorsnijden en diepe grondbewerking zijn niet toegestaan. Een uitgebreid overzicht van de overige geomorfologische eenheden en daarbij horende beschermingsmaatregelen is opgenomen in tabel 3.

Om de samenhang en daarmee beleving tussen de verschillende aardkundige waarden te versterken wordt geadviseerd de landschappelijke contrasten te behouden en versterken door (1) het Hunzedal vrij houden van hoog opgaand groen, (2) onderscheid in bijvoorbeeld graslandtypen tussen de daluitspoelingswaaier en het beekdal en (3) zichtlijnen versterken tussen uitzichtpunten op de Hondsrug (aardkundig waardevol

Drouwenerzand) en markeringen in het beekdal zoals brug en voordelocaties.



Figuur 2-26 Overzichtskarta archeologische gegevens uit de directe omgeving van het plangebied



Figuur 2-27 Beschermingsniveau aardkundige waarden. Donkerrood: hoogste beschermingsniveau. Lichtrood: beschermingsniveau hoog. Oranje: beschermingsniveau middel. Groen: beschermingsniveau generiek.

Tabel 2-1 Overzicht van aardkundige waarden, bijbehorend beschermingsniveau en sturing toegespitst op plangebied.

Geomorfologische kaart	Beschermingsniveau	Inrichting en beheer
beekdal	hoog	gericht op instandhouding van de gradiëntsituaties, rivierduinen en hydrologie. Vergraven, doorsnijden en diepe grondbewerking zijn niet toegestaan.
vlakte van ten dele verspoelde dekzanden	generiek	de natuurlijke elementen en gradiënten als inspiratie gebruiken, onder meer gericht op de versterking van beleving.
Grondmorene-glooiing of smeltwaterglooiing	hoog	gericht op instandhouding van de macrogradiënt en de hoofdlijnen in het huidige reliëf en van de bodem- en vochtgradiënten. Behoud van zwerfstenen in het gebied. Vergraven, doorsnijden en diepe grondbewerking zijn niet toegestaan.
Daluitspoelings-waaier	middel	bijdragen aan behoud en herstel van de hydrologie, de samenhang en gradiëntsituaties en aan versterking van de beleving.
ijsstroomrug	hoog	gericht op instandhouding van de macrogradiënt en de hoofdlijnen in het huidige reliëf en van de bodem- en vochtgradiënten. Behoud van zwerfstenen in het gebied. Vergraven, doorsnijden en diepe grondbewerking zijn niet toegestaan.
droogdal	hoog	gericht op instandhouding van het natuurlijke reliëf en hydrologie.

landduinen met bijbehorende vlakten en laagten	sterg gebied	gericht op instandhouding van natuurlijk reliëf en de condities voor actieve verstuing.
dekszandrug	generiek	bij ontwikkelingen de natuurlijke elementen en gradiënten als inspiratie gebruiken, onder meer gericht op versterking van de beleving.
laagte met randwal (incl. pingo-restant)	generiek	bij ontwikkelingen de natuurlijke elementen en het reliëf als inspiratie gebruiken, onder meer gericht op het beter zichtbaar en beleefbaar maken.
veenkoloniale ontginningsvlakte	generiek	de geschiedenis van het veen en resterende veenpakketten als inspiratie gebruiken, onder meer gericht op het beter zichtbaar en beleefbaar maken. Extensief recreatief medegebruik bevorderen.
ontgonnen veenvlakte	generiek	de geschiedenis van het veen en resterende veenpakketten als inspiratie gebruiken, onder meer gericht op het beter zichtbaar en beleefbaar maken. Extensief recreatief medegebruik bevorderen.
vlakte van smeltwaterafzettingen	middel	bij ontwikkelingen de natuurlijke elementen en het reliëf als inspiratie gebruiken, onder meer gericht op het beter zichtbaar en beleefbaar maken.

2.2.2 Historische landschappelijke ontwikkeling en gebruik

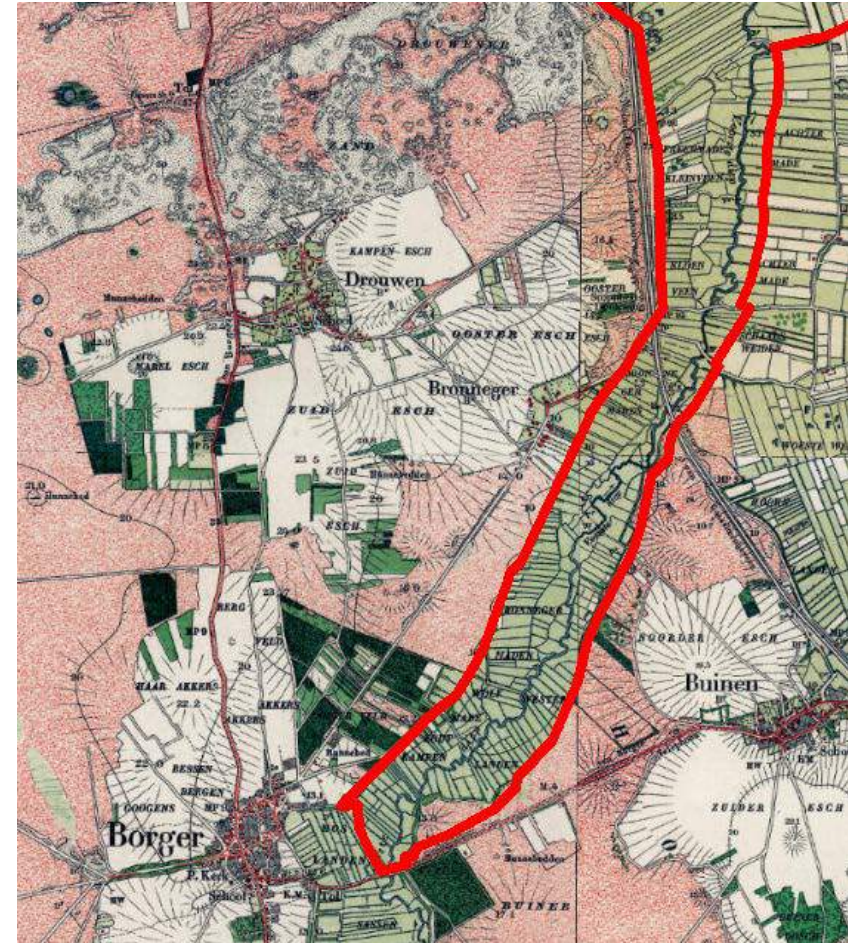
Bronnegermaden

1850-1925 Op de historische kaart uit 1850 is een smal beekdal te zien tussen Borger en Bronneger met een meanderende Voorste Diep. Langs de oost- en westkant ligt een smalle strook hooilanden met een smal sloten patroon die haaks op de beek liggen. De hooilanden gaan snel over in hogere gronden. Ten noorden van Bronneger, verder stroomafwaarts worden de hooilanden breder. De dichtheid aan sloten is hier het hoogst ten westen van de beek. Dit heeft alles te maken met het kwelwater afkomstig van de Hondsrug. Veldnamen zoals Freemmade, klein veen, Kloen Veen, Achter Maden en Bronneger Maden duiden op nat gebied. Langs de Hondsrug is begin 1900 een spoorbaan aangelegd. De spoorlijn is onderdeel van de Noordoosterlocaalspoorweg-Maatschappij die een spoorbaan aanlegde van Zwolle tot Delfzijl met enkele aftakkingen. Deze spoorbaan doorkruist de Bronnegermaden.

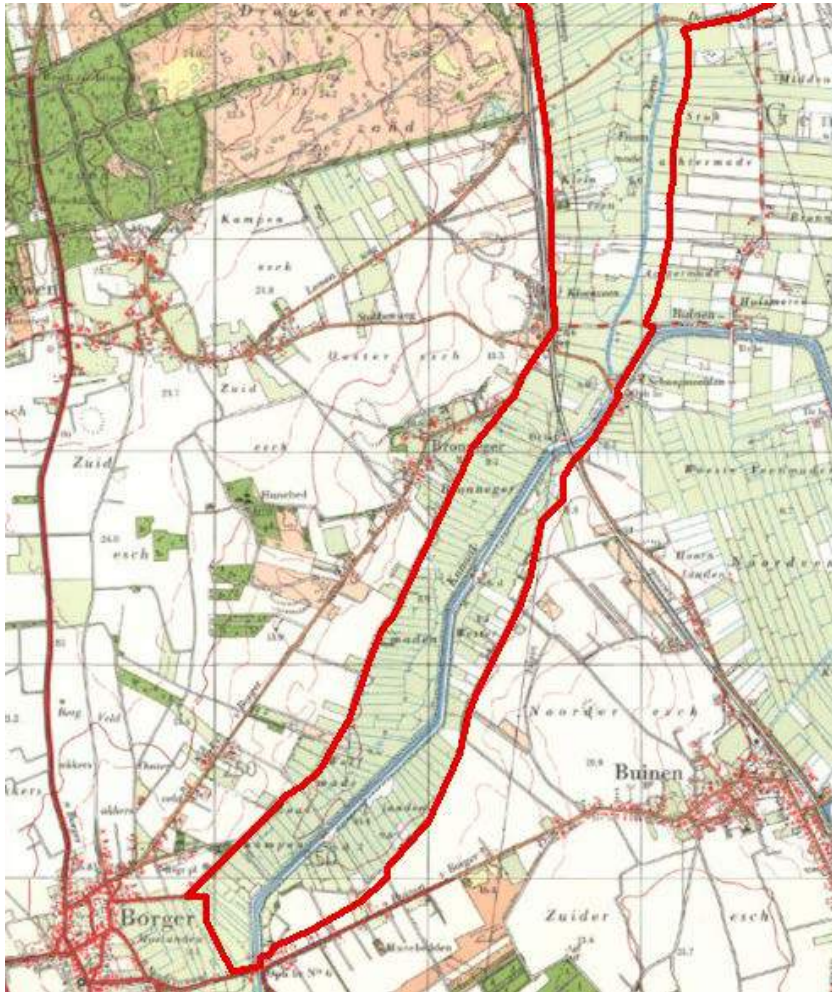
1925-1950 In de 20e eeuw is het merendeel van de Drentse beekdalen enorm veranderd en soms zelfs nog nauwelijks als beek en beekdal herkenbaar. Dit is ook het geval toen in de periode 1926-1930 het Kanaal Buinen-Schoonoord werd gegraven, als onderdeel van een werkverschaffingsproject. Hierbij werd het Voorste Diep tussen Borger en Bronneger gedempt en vervangen door het kanaal. Het kanaal verving voor een groot gedeelte het Voorste Diep. Houtwallen verdwenen, percelen werden samengevoegd, gedraineerd en bemest met kunstmest. Het Voorste Diep werd gekanaliseerd voor een snellere waterafvoer. Op kaartbeeld van 1948 is ook te zien dat het Voorste Diep tussen Bronneger en de Drouwenerstraat is rechtgetrokken.

1950-heden Omstreeks 1950 tot 1980 is op de kaartbeelden te zien dat er langzaam steeds meer percelen worden samengevoegd en dat sloten verdwijnen. Omstreeks 1980 heeft een grotere ruilverkaveling

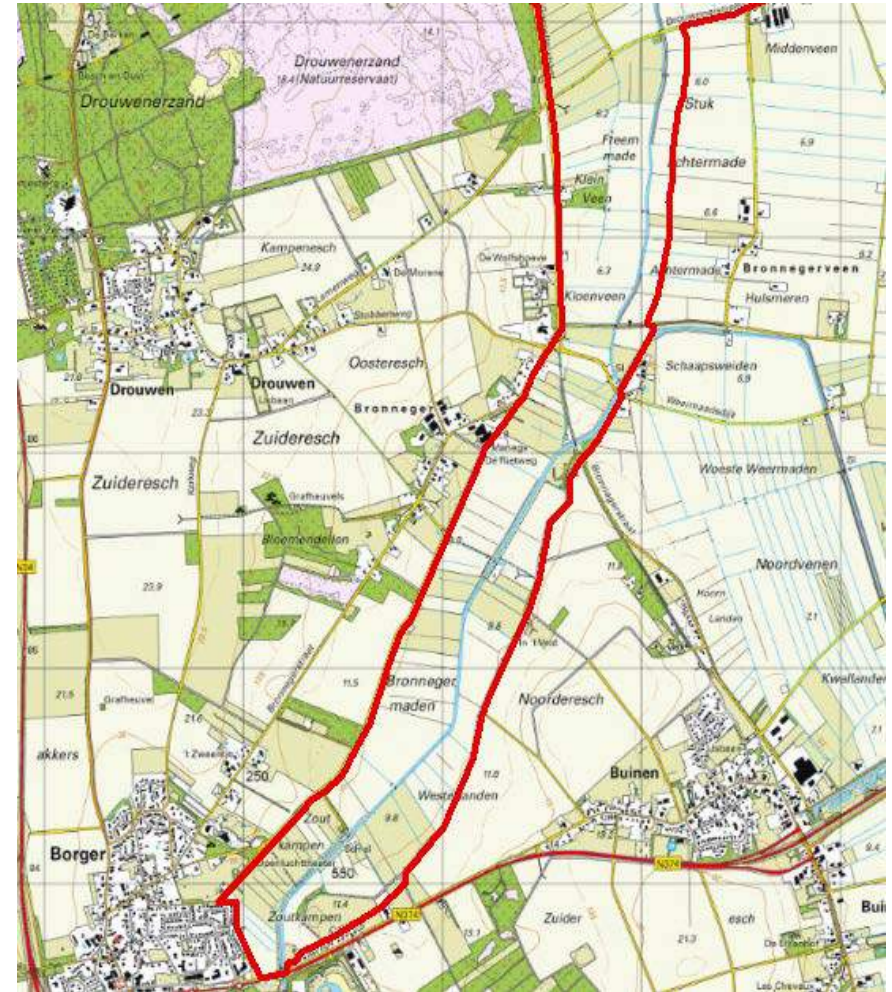
plaatsgevonden waarbij nog meer slotjes zijn gedempt en de situatie vergelijkbaar is met het heden.



Figuur 2-28 Kaartbeeld 1925



Figuur 2-29 Kaartbeeld 1970



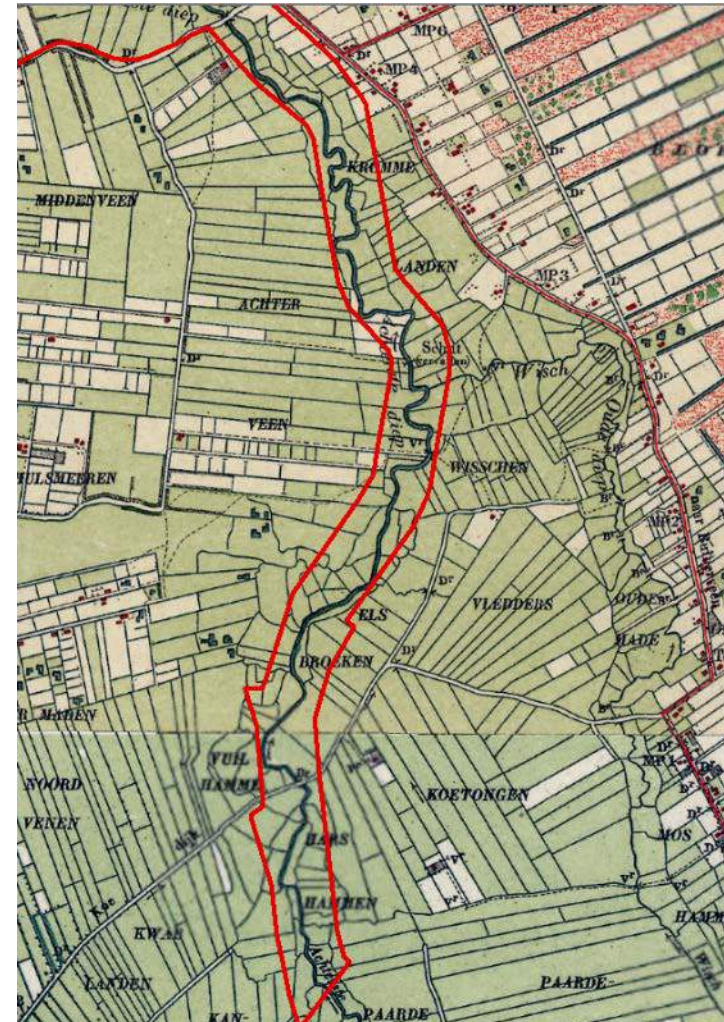
Figuur 2-30 Kaartbeeld 2019

Achterste Diep

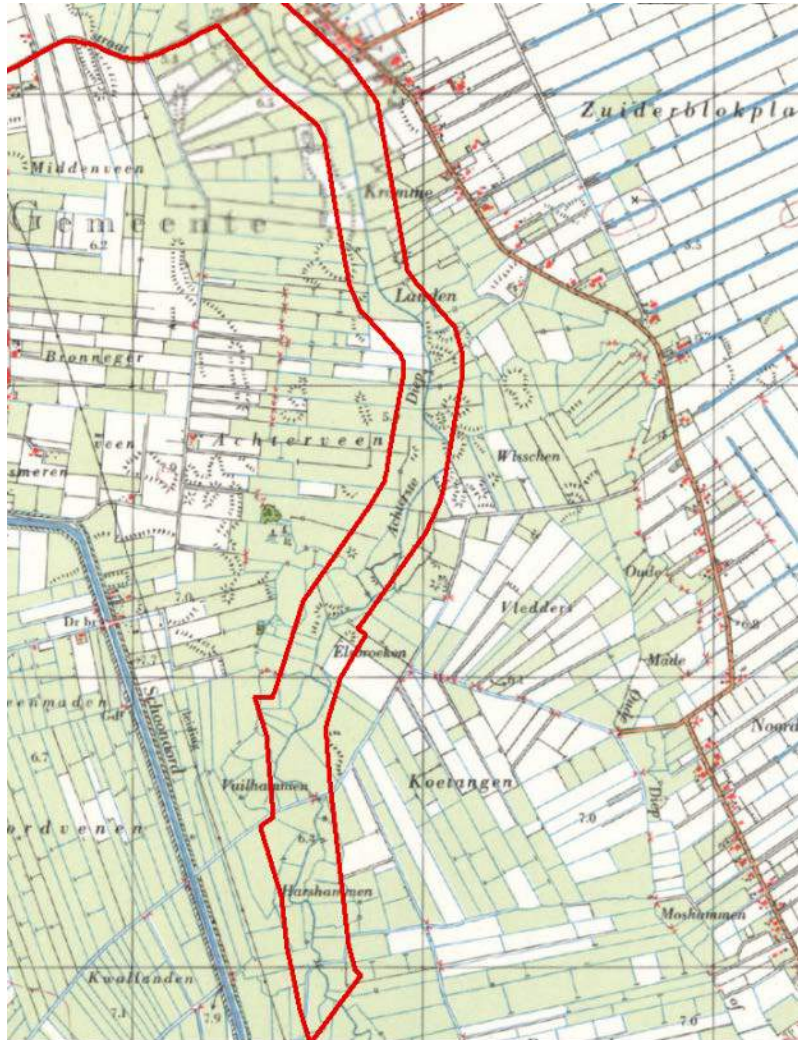
1850-1950 Op de kaartbeelden tot 1950 zijn weinig veranderingen te zien in het beekdal van het Achterste Diep er is sprake van een meanderende beek en de aangrenzende percelen staan haaks op de beek. Daarnaast is goed te zien dat de oostelijke tak van de Hunze niet alleen uit het Achterste Diep bestaat maar dat er ook nog een kleinere stroom was ten oosten van de beek, namelijk het Oude Diep. Deze stroom vormde de grens de veenkoloniën en de hogere zandgronden. Het Oude Diep stroomde ongeveer halverwege het plangebied het Achterste Diep in. Ten oosten van het plangebied werd in de periode 1926-1930 het Kanaal Buinen-Schoonoord gegraven. Veldnamen zoals Vledders en Elsbroeken duiden op nat gebied.

1950-1970 Het kaartbeeld tussen 1950 en 1970 laat de eerste duidelijke verandering zien. Terwijl het zuidelijk deel van het Achterste Diep en het Oude Diep nog meanderen is de noordelijke helft van het Achterste Diep gekanaliseerd. Er is nog nauwelijks sprake van verkaveling van de percelen.

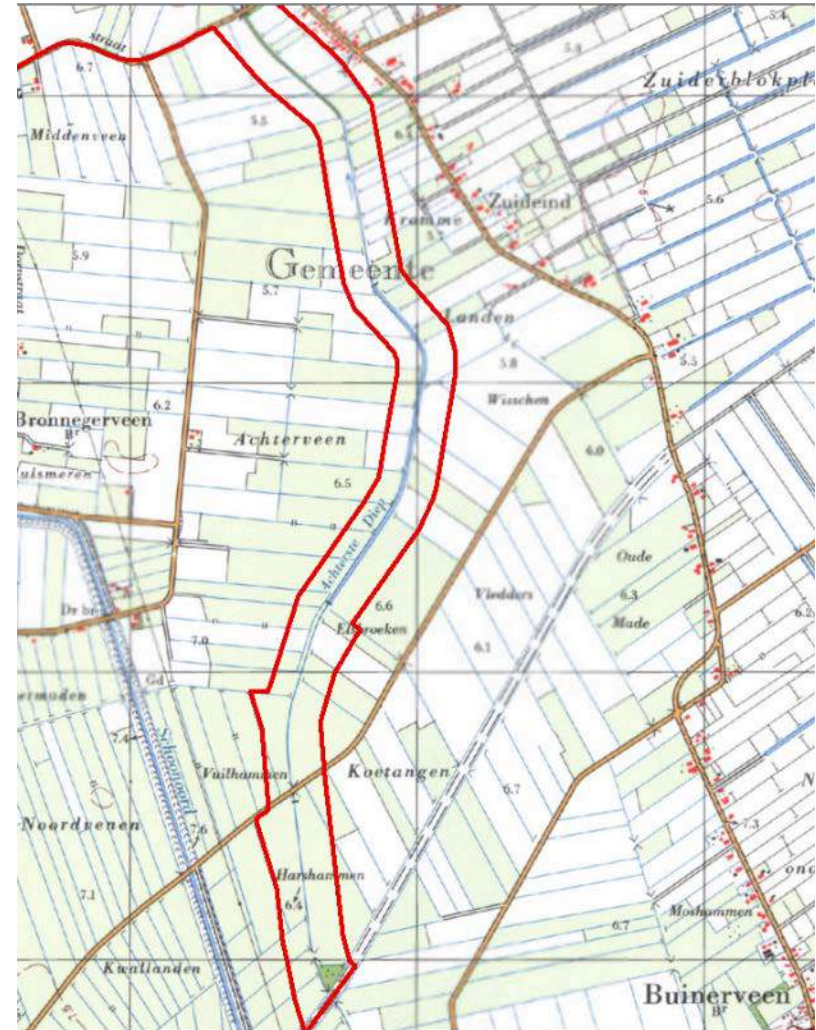
1970-heden In het kaartbeeld van 1970 is het Achterste Diep volledig gekanaliseerd en het Oude Diep verdwenen. Daarnaast is in het kaartbeeld van 1970 de N374 te zien dat de zuidgrens vormt van het plangebied. Daarnaast is te zien dat veel percelen zijn rechtgetrokken en samengevoegd, maar het patroon is grotendeels hetzelfde gebleven



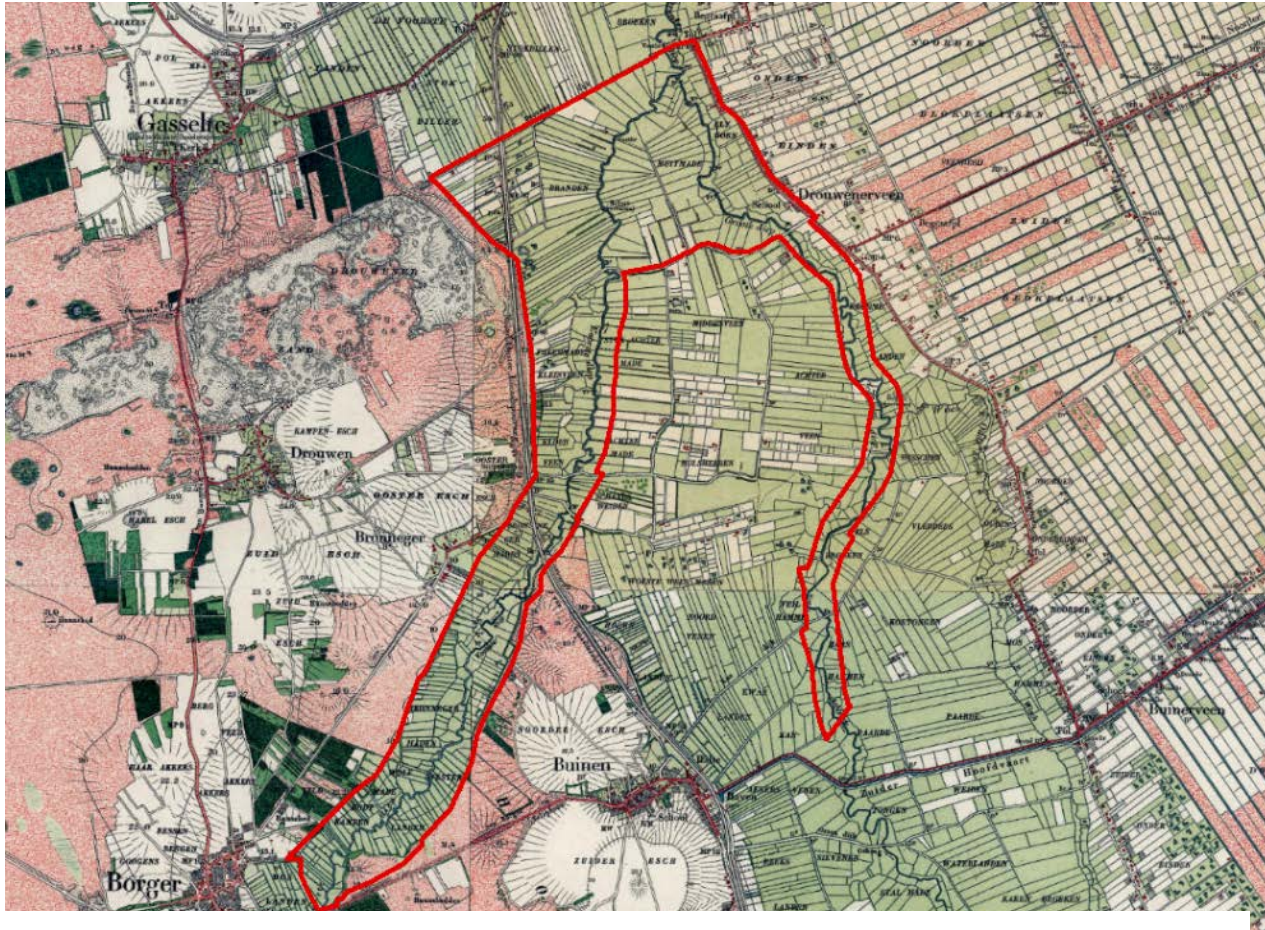
Figuur 2-31 Kaartbeeld 1925



Figuur 2-32 Kaartbeeld 1960



Figuur 2-33 Kaartbeeld 1970



Figuur 2-34 Overzicht, kaartbeeld 1908

2.3 Watersysteem

2.3.1 Grondwater

Bronnegermaden

Op de bodemkaart zijn de grondwatertrappen weergegeven. Het grootste deel heeft grondwatertrap IIIb (GHG 25-45 cm en GLG 80-120 cm). De flanken in het gebied hebben grondwatertrap VI (GHG-40-80 cm en GLG >120 cm). De Zoutkampen in het zuidoosten van het gebied heeft een grondwatertrap VIII (GHG>140) GLG>160).

Achterste Diep

Op de bodemkaart zijn de grondwatertrappen weergegeven. Het grootste deel heeft grondwatertrap IIIb (GHG 25-45 cm en GLG 80-120 cm). Slechts een klein deel in het in het gebied heeft grondwatertrap VI (GHG-40-80 cm en GLG >120 cm).

Voor beide gebieden geldt dat peilbuisgegevens ontbreken.

2.3.2 Actueel peilbeheer

Drooglegging

Drooglegging is de afstand tussen het waterpeil (in rust) en de hoogte van het maaiveld. In onderstaande kaart is de drooglegging weergegeven op basis van landbouwkundige droogleggingsnormen. De blauwe plekken daar is de drooglegging klein en zijn de omstandigheden voor landbouwkundige productie "te nat". De groene vlekken daar is de drooglegging optimaal voor de landbouw en de oranje gebieden daar is de drooglegging te groot voor landbouw.

We hebben droogleggingskaarten van huidig winterpeil en huidig zomerpeil gemaakt.

SOBEK

Met SOBEK hebben we de huidige situatie gemodelleerd voor verschillende afvoersituaties. Met SOBEK wordt de verhanglijn en de opstuwing berekend.

Wat opvalt in de zomersituatie met een afvoer van 0,2 Q (komt ca 180 dagen per jaar voor), wanneer de afvoer laag is, er weinig opstuwing is. In de wintersituatie met afvoeren van 0,5Q (komt 10 – 15 dagen per jaar voor) en 1Q (1 à 2 dagen per jaar) is de opstuwing fors en stijgt het waterpeil binnen het peilgebied.

Bronnegermaden

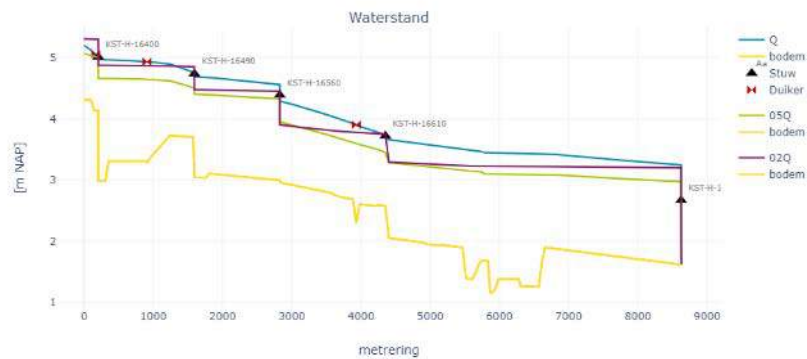
Het huidige peilbeheer is afgestemd op de landbouwkundige functie. Dat betekent een tegennatuurlijk peilregime, in de zomer hogere peilen dan in de winter. In de Bronnegermaden is het verloop van het maaiveld groot, dit zie je terug in grote peilverschillen bij de stuwen. In afvoersituaties stijgt het peil door opstuwing, deze peilstijging is gering dat is te zien in het lengteprofiel. Uit de droogleggingsberekeningen is goed te zien dat het beekdal, het plangebied, wordt omsloten door de hoger gelegen Hondsrug. De gebieden met een geringe drooglegging blijven beperkt tot het beekdal.

Achterste Diep

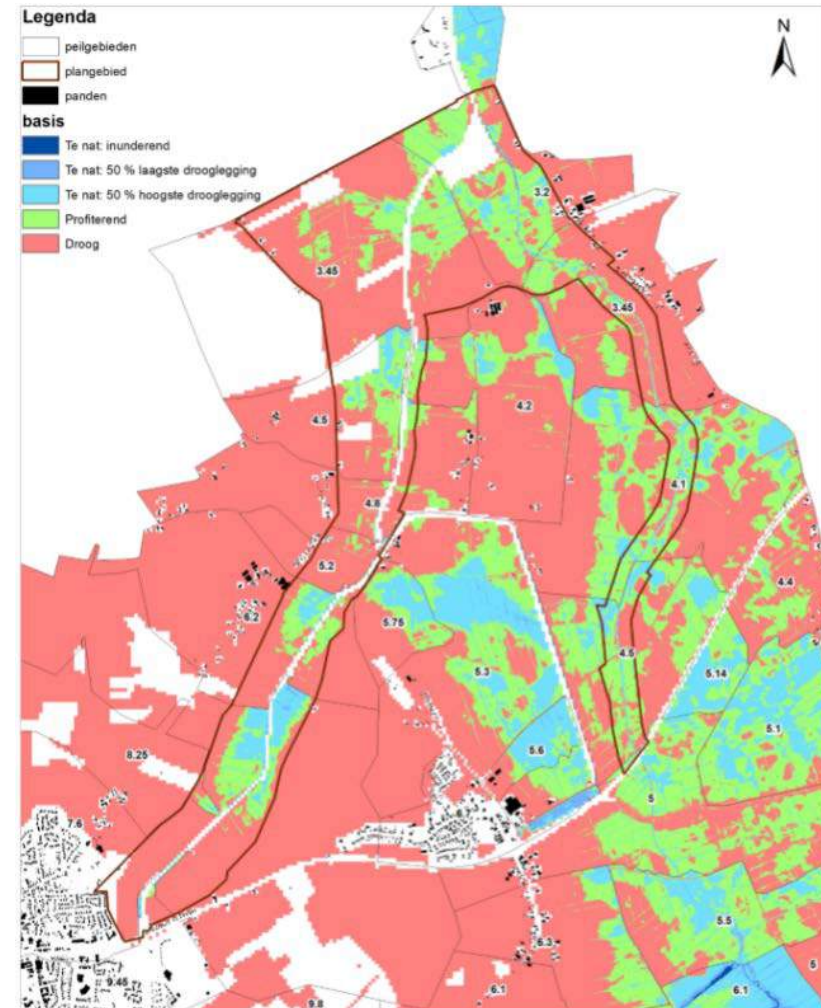
Het huidige peilbeheer is afgestemd op de landbouwkundige functie. Dat betekent een tegennatuurlijk peilregime, in de zomer hogere peilen dan in de winter. In het Achterste Diep is het verval in het maaiveld veel kleiner waardoor ook de peilverschillen bij de stuwen geringer zijn. In afvoersituaties stijgt het peil door opstuwing, deze peilstijging is fors in de twee benedenstroomse peilgebieden, dat is te zien in het lengteprofiel. Rond het Achterste Diep zit er minder variatie in het maaiveld. Op de droogleggingskaart is te zien dat de plekken met een te geringe drooglegging zich zowel binnen als buiten het plangebied bevinden.



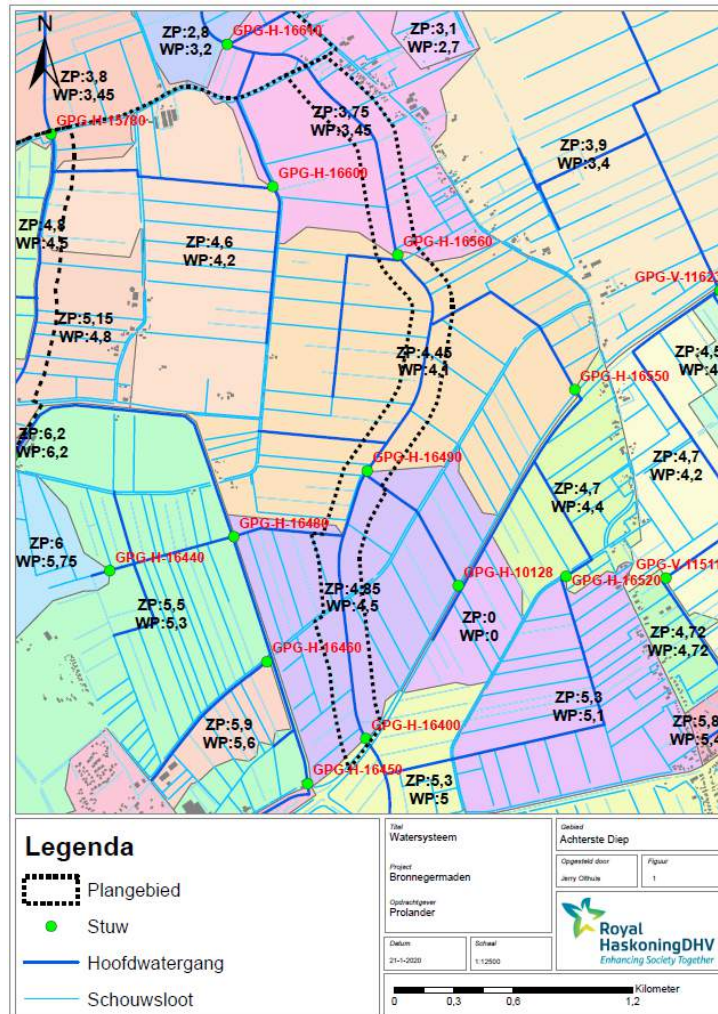
Lengteprofiel Bronnegermaden/Voorste Diep bij 0,2Q en 0,5Q voor de huidige situatie.



Lengteprofiel Achterste Diep bij 0,2Q en 0,5Q voor de huidige situatie.



Droogleggingskaart totale gebied (De Branden, Bronnegermaden en Achterste Diep)



Peilgebieden Achterste diep

2.3.3 Oppervlaktewaterkwaliteit

Bronnegemaden en Achterste Diep

Voor het bepalen van de oppervlaktewaterkwaliteit in het Voorste Diep en het Achterste Diep zijn twee waterkwaliteitspunten gebruikt, stroomopwaarts van De Branden. Meetpunt 4212 ligt op de grens van het plangebied, in het stroomgebied van het Voorste Diep bij de brug van de Drouwenerstraat. Meetpunt 4205 is zuidelijker gelegen en ligt bij de duiker onder de Koedijk.

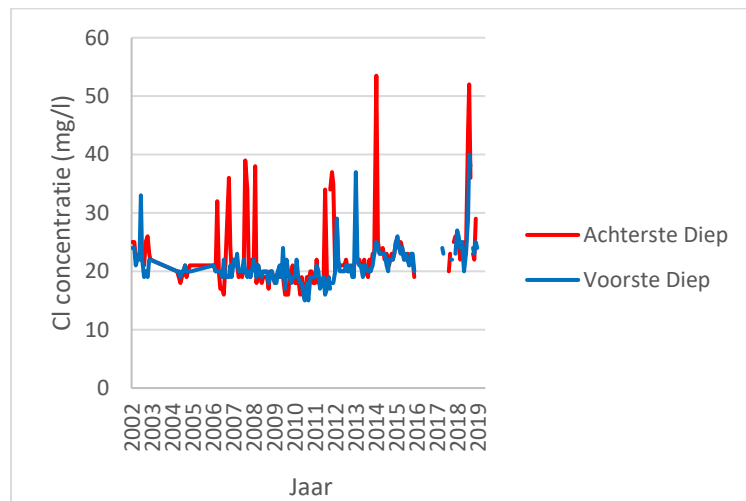
Eventuele toekomstige inundatie van de laag gelegen gebieden naast het Voorste Diep of Achterste Diep kan eutrofiëring tot gevolg hebben wanneer het oppervlaktewater zorgt voor extra aanvoer van nutriënten. De belangrijkste eutrofiëringsparameters zijn stikstof en fosfaat. In de onderstaande alinea's worden de concentraties van deze drie parameters van de afgelopen vier jaar besproken. Dit geeft een goed beeld van de huidige oppervlaktewaterkwaliteit.

Chloride

Hoge chloride gehalten kunnen duiden op vervuiling (lozingen, bemesting, waterinlaat). De chlorideconcentraties zijn voor het Voorste en Achterste Diep over de afgelopen vier jaar sterk vergelijkbaar. De meeste opvallende waarden zijn de relatief hoge waarden in de zomer van 2018 (gemiddeld 29 mg/l in het Voorste Diep en 34 mg/l in het Achterste Diep). Dit houdt waarschijnlijk verband met de extreem droge zomer. In het Voorste Diep was in augustus en september een piek van 40 en 38 mg/l en in het Achterste Diep waren in juli, augustus en september concentraties van 44, 52 en 36 mg/l gemeten.



Figuur 2-35 Meetpunten oppervlaktewaterkwaliteit



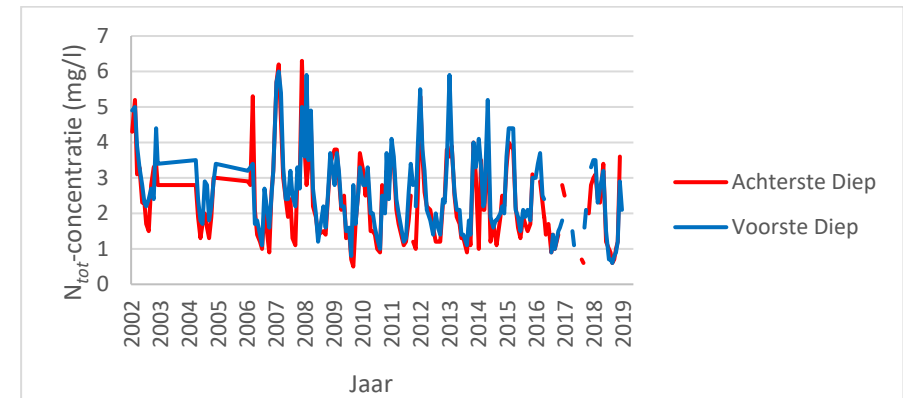
Figuur 2-36 Chloride concentratie Voorste- en Achterste Diep

De KRW-norm voor chloride ligt op 30 mg/l (zomergemiddelde). Op de meetpunten liggen de zomergemiddelden van de afgelopen vier jaar meestal ruim onder die norm. Vooral tijdens de droge zomers komt het

chloridegehalte in het Achterste Diep wel boven de norm uit. Voor het Voorste Diep zijn dergelijke pieken niet alleen lager, ze doen zich ook minder frequent voor.

Stikstof (N)

In de afgelopen vier jaar ligt de stikstofconcentratie op het meetpunt van het Voorste Diep in het zomerhalfjaar (april-september) tussen de 1,3 en 2,4 mg/l. In het winterhalfjaar ligt deze waarde hoger namelijk tussen 2,1 en 3,1 mg/l. De hoogste waarden worden vooral in de maanden januari en februari gemeten met een maximum van 4,4 mg/l. Opvallend is dat de hoogste concentratie van 5,2 mg/l werd gemeten in de zomer (mei 2014). In het Achterste Diep ligt de stikstofconcentratie over het algemeen iets lager dan in het Voorste Diep. De gemiddelde concentratie ligt in de zomer tussen de 1,1 en 2,1 mg/l en in de winter tussen 2,3 en 3,0 mg/l. De maximale concentraties zijn ook iets lager en liggen meer verspreid door de maanden heen, maar meestal wel in de winter. De hoogste piek is net als in het Voorste Diep gemeten in mei 2014 (4,2 mg/l). Verder komen de waarden niet boven de 4,0 mg/l uit. Voor de KRW ligt de norm voor stikstof op 3,5 mg/l (zomergemiddelden). Alle zomergemiddelden liggen onder deze norm.



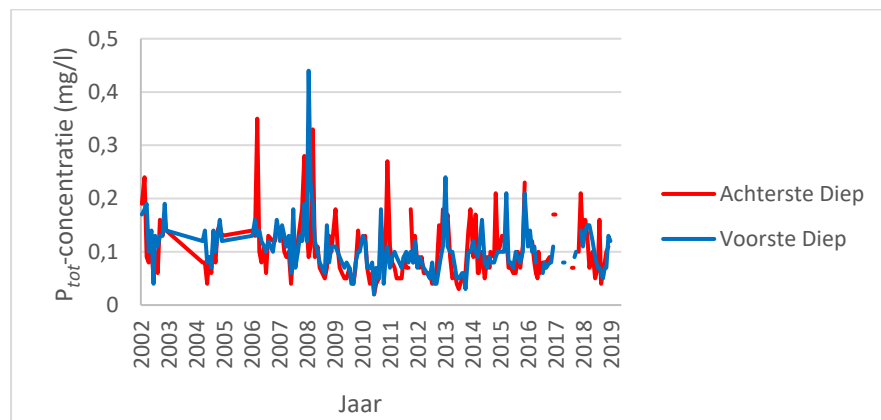
Figuur 2-37 Stikstof-totaal concentratie Voorste- en Achterste Diep

Fosfor (P)

In het Voorste Diep is de gemiddelde zomerconcentratie van fosfaat tussen 0,08 en 0,11 mg/l hoger dan de zomerconcentratie in het Achterste Diep (tussen 0,07 en 0,08 mg/l). De wintergemiddelde concentratie is juist in het Achterste Diep hoger (tussen 0,12 en 0,15 mg/l) dan de wintergemiddelde concentratie in het Voorste Diep (tussen 0,09 en 0,12 mg/l). De hoogste concentraties in het Voorste Diep zijn gemeten op april en december 2015 met een waarde 0,21 mg/l. In het Achterste Diep is ook op december 2015 de hoogste concentratie gemeten met 0,23 mg/l. Voor de KRW ligt de norm voor fosfaat op 0,1 mg/l (zomergemiddelden). De zomergemiddelden liggen de afgelopen vier jaar rond deze norm.

Ontwikkelingen over langere termijn

Over een langere termijn bezien, d.w.z. vanaf 2002, lijkt noch voor N-totaal noch voor P-totaal sprake van een afname van de concentraties. We lijken de periodieke uitschieters minder hoog te zijn geworden. Het omgekeerde lijkt daarentegen het geval voor chloride.



Figuur 2-38 Fosfor-totaal concentratie Voorste en Achterste Diep

2.4 Huidige natuurwaarden

Bronnegermaden

In het plangebied zijn waarnemingen bekend van ree en vos. Daarnaast kan het plangebied dienen als foerageergebied voor de das. Verder is de geelgors geen zeldzaamheid in het gebied. De meest in het oog springende waarneming is die van de patrijs (Rode Lijst “kwetsbaar”), die in de periode 2014 t/m 2019 een aantal keer in het gebied is waargenomen (NDFF). Opvallend is dat er nauwelijks weidvogels worden waargenomen (slechts 1 waarneming bekend van wulp en scholekster). Het plangebied bestaat grotendeels uit intensief beheerd grasland met Engels raigras.

Achterste Diep

In het plangebied zijn waarnemingen bekend van ree, vos en hermelijn. Daarna zijn waarnemingen bekend van de beschermde bever. Een opvallende waarneming is die van de beschermde levendbarende hagedis, omdat de levendbarende hagedis voornamelijk voorkomt op heide terreinen en ruige graslanden. Daarnaast kan het plangebied dienen als foerageergebied voor de das. Daarnaast worden patrijzen waargenomen (Rode Lijst “kwetsbaar”) in de periode 2012 t/m 2018. een aantal keer in het gebied is waargenomen (NDFF). In het gebied komen nauwelijks weidvogels (meer) voor. Het plangebied bestaat grotendeels uit intensief beheerd grasland met Engels raigras.



2.5 KRW

Het Voorste Diep en Achterste Diep zeel deel van het waterlichaam Hunze met de typering R5 “Langzaam stromende middenloop/benedenloop op zand”. De biologische toestand is voor het gehele waterlichaam als ontoereikend beoordeeld (Waterschap Hunze en Aa's, 2015).

Bronnegermaden

Vis

De meest recente visstandmonitoring in de KRW waterlichaam van de Hunze is uitgevoerd in 2018. De resultaten zijn getoetst aan de relevante maatlat van de KRW. In het plangebied liggen twee trajecten E6 en E18 waar monsters zijn genomen. In de meetpunten zijn 13 soorten aangetroffen, waaronder de riviergrondel die gebonden is aan stromend water. Andere stromingsminnende soorten zoals berrmpje en winde zijn niet waargenomen. In het meetpunt van het Achterste Diep (E8) is de winde niet aangetroffen maar wel de riviergrondel. De meetpunten zijn beoordeeld als ‘slecht’. In alle meetpunten van het Voorste diep zijn in totaal 16 soorten gevangen, waaronder berrmpje, riviergrondel en winde (stromingsminnende soorten). In totaal komen 18 soorten voor in het KRW-lichaam Hunze. Het KRW-lichaam wordt in zijn totaliteit beoordeeld als ontoereikend tot slecht KRW (VisAdvies, 2019).

Achterste Diep

Vis

De meest recente visstandmonitoring in de KRW waterlichaam van de Hunze is uitgevoerd in 2018. De resultaten zijn getoetst aan de relevante maatlat van de KRW. Het dichtstbijzijnde meetpunt is E4 en grenst aan de zuidkant van het plangebied. In de meetpunt zijn 7 soorten aangetroffen, waaronder de riviergrondel die gebonden is aan stromend water. Verder zijn rietvoorn ,snoek, vetje, zeelt, baars en blankvoorn waargenomen. Het meetpunt is beoordeeld als ‘slecht’.

In alle meetpunten van het Achterste Diep zijn in totaal 9 soorten gevangen (pos en kleine modderkruiper als extra soort t.o.v. meetpunt E4). In totaal komen 18 soorten voor in het KRW-lichaam Hunze. Het KRW-lichaam wordt in zijn totaliteit beoordeeld als ontoereikend tot slecht KRW (VisAdvies, 2019).



Figuur 2-39 Ligging KRW meetpunten

Bronnegermeden en Achterste Diep

Macrofauna

In het Voorste Diep ligt 1 meetpunt (binnen het plangebied) en het Achterste Diep twee meetpunten waar de macrofauna is bemonsterd (buiten het plangebied verder stroomopwaarts). Daarnaast zijn in 2016 drie zogenaamde hotspots aangemerkt. Dit zijn locaties die de potentie van een beek op het gebied van macrofauna moeten weergeven. Door deze metingen uit te voeren hoopte het waterschap kenmerkende beeksoorten te vinden die zich mogelijk kunnen verspreiden binnen het beekstelsel. Hiervoor zijn 4101-17 "Voorste diep, stuw/vistrap bij Bronneger", 4101-18 "Voorste diep, omloop flessenhals bij Borger" en 4101-19 "Achterste diep, vistrap LOFAR" bemonsterd. Deze locaties hebben een redelijke stroming.

Dit is ook te zien aan de aanwezigheid van verschillende soorten die van stroming houden als bijvoorbeeld de kokerjuffers *Hydropsyche angustipennis*, *Neureclipsis bimaculata*, en *Polycentropus irroratus* de watermijten *Lebertia insignis*, *Sperchon clupei* en *Torrenticola amplexa*, de haft *Baetis vernus* en de mug *Rheotanytarsus*. De kokerjuffers *Hydropsyche angustipennis* en *Tinodes waeneri* zijn soorten die met name op stenen zitten. De aanwezigheid is ook logisch aangezien een deel van deze locaties nabij of op een vistrap liggen.

Macrofyten

De Hunze is gemiddeld soortenrijk met 26 taxa per locatie per opname. De macrofytensamenstelling is indicierend voor een (matig)voedselrijk systeem. Over alle meetjaren en locaties gezien komen pijlkruis, liesgras en rietgras het meeste voor. Dit zijn allen soorten van voedselrijke omstandigheden. Aangetroffen kenmerkende soorten zijn onder anderen watermunt, zwarte els, kleine waterpeper, kleine egelskop, gekroesd fonteinkruis, holpijp en brede waterpest.

2.6 Natuurnetwerk Nederland en Natura 2000

Bronnegermaden

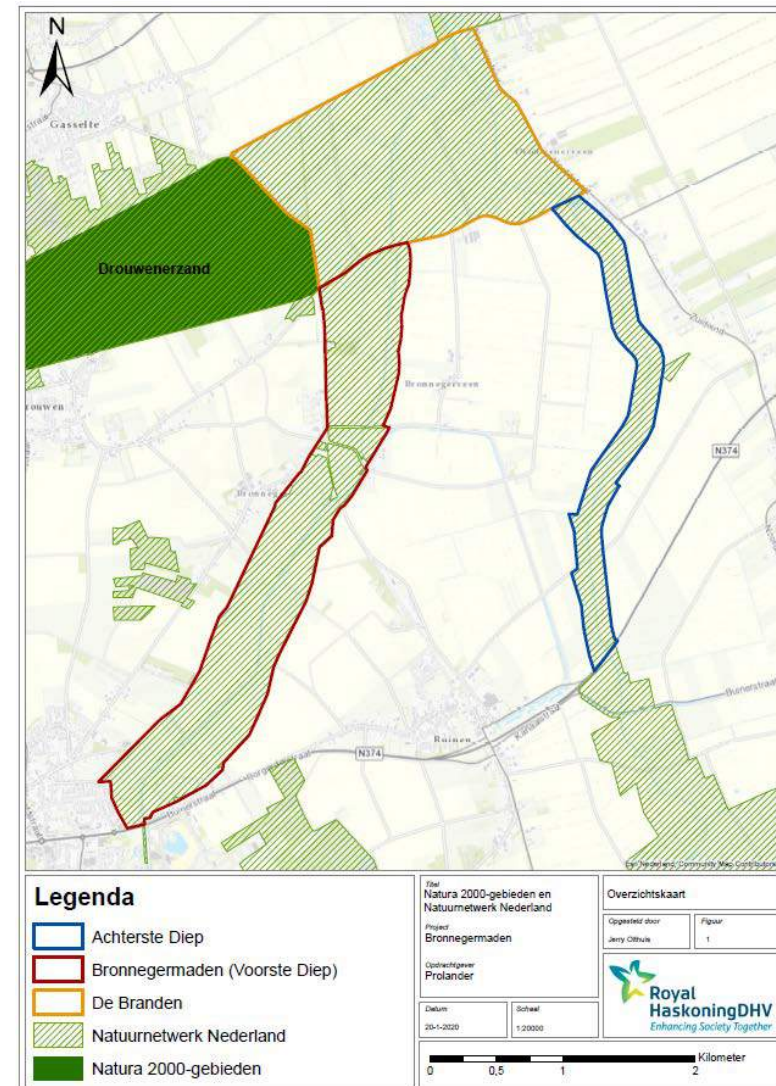
Uit de beheertypenambitiekaart 2020 blijkt dat vrijwel ongeveer de helft van de Bronnegermaden aangegeven staat als nog om te vormen natuur en de andere helft als N12.02 “Kruiden- en faunarijk grasland”. Het Voorste Diep staat aangegeven als N03.01 Beek en Bron. Nabij de Bronnegerstraat liggen nog drie perceeltjes die zijn aangewezen als L01.02 “Houtwal en houtsingel, L01.16 “Bossingel” en N16.03 “Droog bos met productie”.

De noordwesthoek van het plangebied grenst aan de zuidoosthoek van Natura 2000-gebied Het Drouwenerzand. In het Natura 2000-gebied worden verschillende “droge” habitattypen beschermd. Het gaat hierbij om Stui fzandheiden met struikhei, Binnenlandse kraaiheibegroeiingen, Zandverstuivingen, Jeneverbesstruwelen en Heischrale graslanden. Daarnaast maakt het gehele inrichtingsgebied deel uit van het Natuurnetwerk Nederland.

Achterste Diep

Uit de beheertypenambitiekaart 2020 blijkt dat vrijwel het gehele inrichtingsgebied aangegeven staat als nog om te vormen natuur en slechts twee percelen als N12.02 “Kruiden- en faunarijk grasland”.

Op circa twee kilometer ten westen van het plangebied ligt Natura 2000-gebied Het Drouwenerzand. Daarnaast maakt het gehele inrichtingsgebied deel uit van het Natuurnetwerk Nederland.



Figuur 2-40 Beschermde natuurgebieden t.o.v. de Bronnegermaden en Achterste Diep

3 Ecohydrologische systeemanalyse (Quickscan)

Op basis van de informatie in hoofdstuk 2 is bepaald op welke locaties nadere informatie gewenst is. De lokale bodemopbouw en kwelsituatie zijn sturend voor het bepalen van de natuurdoelen die ontwikkeld kunnen worden. De hoogste natuurpotenties worden op voorhand verwacht in de Bronnegermaden. Daarom is het veldonderzoek vooral gericht in deze zone. De ecohydrologische situatie en ambities zijn voor de Bronnegermaden en Achterste Diep zijn dermate verschillend dat voor beide gebieden afzonderlijk een systeemanalyse wordt uitgevoerd.

Op 11 en 12 februari 2020 is een locatiebezoek gebracht aan de Bronnegermaden en het Achterste Diep. Het locatiebezoek had als doel om zo veel mogelijk informatie over het functioneren van het (grondwater)systeem te verzamelen, die niet uit de literatuur te verkrijgen zijn. Hiertoe zijn grondboringen verricht om de bodemopbouw te bepalen. In de boorgaten zijn de grondwaterstanden en de EGV (elektrisch geleidend vermogen) gemeten. Daarnaast is gelet op kwelindicaties zoals roest en ijzerfilmpjes op het water en zijn in watergangen EGV-metingen verricht. Gelet op de beperkte tijd en grootte van het onderzoeksgebied betrof het een verkennend locatiebezoek om een globale indruk te krijgen van het gebied. Vlakdekkende informatie is daardoor niet verzameld.

3.1 Bronnegermaden

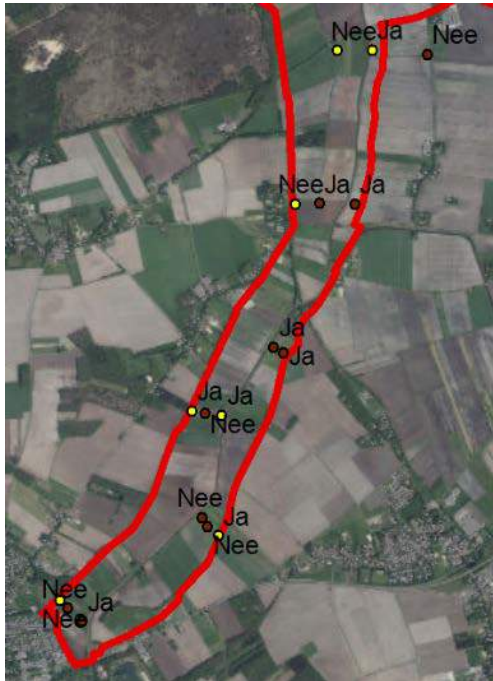
3.1.1 Bodemopbouw Bronnegermaden

De 1:50.000 bodemkaart is vrij grof en geeft slechts een globale informatie over de lokale bodemopbouw. Bovendien is deze kaart inmiddels nogal gedateerd. Daarom is aan de hand van in totaal 17 boringen de bodemopbouw nader onderzocht. De boringen zijn meestal tot 1,2 meter diep geplaatst maar soms doorgezet tot ruim 2,0 meter.

De boringen zijn verdeeld over het gebied en in kleine raaien uitgezet. Van deze raaien zijn enkele dwarsprofielen gemaakt (zie paragraaf 3.3).

Voor het opstellen van deze dwarsprofielen is tevens gebruik gemaakt van de beschikbare boringen uit DINO-loket. De boringen uit DINO-loket zijn over het algemeen diepere boringen, maar zijn vaak minder gedetailleerd. Zo wordt de humusrijke bovenlaag zelden apart weergegeven en worden zandlagen zelden gedifferentieerd weergegeven. Desalniettemin bieden ze in combinatie met de uitgevoerde boringen aanvullend inzicht over de ondiepe bodemopbouw.

Uit de handboringen blijkt dat vrijwel overal een sterk humeuze vrij dikke zandlaag aanwezig is in de bovengrond (bouwvoor), variërend tussen de 25 cm en 60 cm diep. De dikke humeuze zandlaag is ongunstig voor het ontwikkelen van schrale vegetatietypen. De diepten variëren ook binnen een perceel. Onder deze zandlaag zit in de lagere delen een laag sterk veraard veen, variërend tussen 10 cm en circa 60 cm. In de hogere delen gaat de humeuze zandlaag meteen over tot fijn (geel) zand. In ongeveer de helft van de boringen is roest waargenomen. Het ging hierbij meestal om lichte roestsporen, verspreid over het plangebied. Hierin is geen verband op te maken tussen bijvoorbeeld hoge delen/lage delen, grondwaterstanden of grondsoort. Op de zandruggen is doorgaans sprake van fijn (dek)zand.



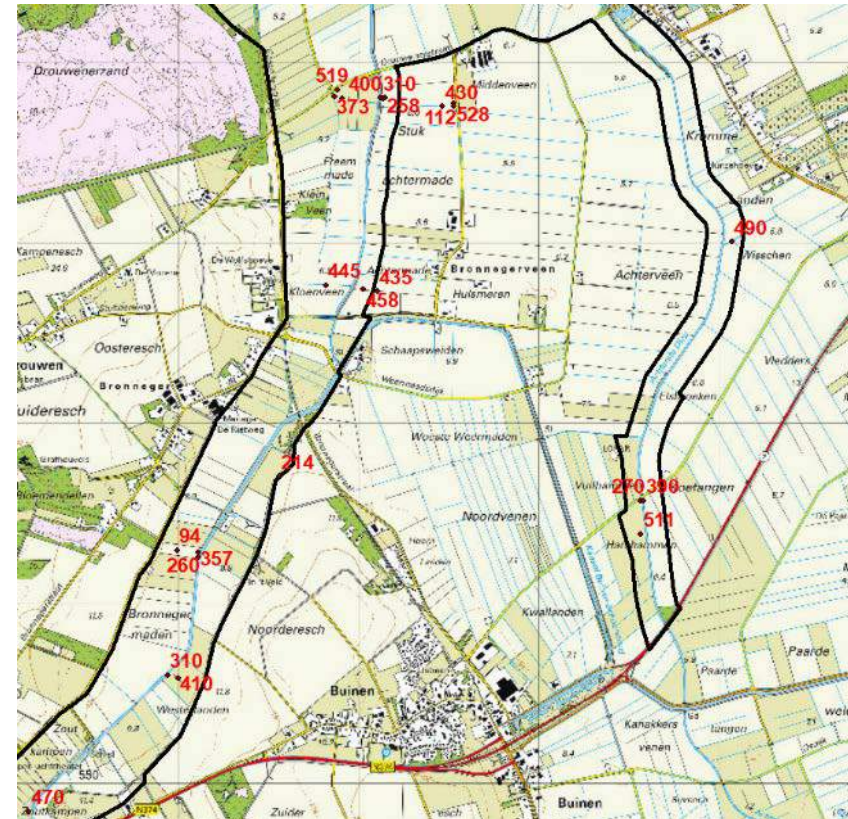
Figuur 3-1 Boringen met veen (bruin) en zonder veen (geel) en met roest (ja) en zonder roest (nee)

3.1.2 Grondwaterkwaliteit

In de boorgaten (waar mogelijk) is de EGV. De EGV kan een goed beeld geven over de herkomst van het water. Globaal kan gesteld worden dat water met een lage EGV <200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ grotendeels afkomstig is van regenwater. Waarden >200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ duiden op kwelwater. Daarnaast zijn enkele (kwel) sloten bemonsterd om de samenstelling te bepalen.

In de boringen waarin roest is aangetroffen is ook een relatief hoge EGV-waarde gemeten en de boringen waarin geen roest is waargenomen worden

lagere EGV-waarden gemeten. Uit de EGV metingen blijkt dat de sloten ook veelal grondwater gevoed zijn. Dit blijkt ook uit de ijzerbacteriën die op het oppervlaktewater liggen in veel sloten.



Figuur 3-2 EGV waarden in $\mu\text{S}/\text{cm}$

Boring	Roest	EGV (μS)
1	Nee	128
2	Ja	258
3	Nee	112
6	Ja	458
10	Nee	94
11	Ja	260

Figuur 3-3 Verhouding tussen roest en EGV-waarden

3.1.3 Grondwaterstanden

De grondwaterstanden kwamen nergens tot aan maaiveld en lagen doorgaans tussen de 60 en 100 cm. Hoger op de flanken werden lagere grondwaterstanden gemeten van meer dan 100 cm onder maaiveld.

3.1.4 Synthese

Het hoogteverschil tussen de Hondsrug en het Hunzedal van circa 20 is bepalend voor het functioneren van het hydrologisch systeem. Het grondwater stroomt (oostelijk) via een dik watervoerend pakket richting het beekdal waar het via kwel afgevangen door de diepliggende sloten en afgevoerd wordt richting het Voorste Diep (en Kanaal Buinen-Schoonoord). In het bovenstroomse gedeelte waar het Voorste Diep de Hondsrug doorsnijdt is daarnaast (meer lokale) kwel te verwachten vanaf de Buunerbult.

De aanwezigheid van roestverschijnselen wijst uit dat in vrijwel het gehele onderzoeksgebied in de sloten kwel optreedt als gevolg van de diepe

ontwatering en de goed doorlatende ondergrond die hier gewoonlijk uit fijn zand bestaat en die rijk aan scherpe steentjes is.

De veenlaag, voor zover aanwezig is meestal sterk veraard door verdroging en ploegen.

Daarnaast valt op dat soms binnen hetzelfde perceel zowel ongestoorde als duidelijk door ploegen tot 40-60 cm diepte verstoorde bodemprofielen worden aangetroffen. Dat doet sterk vermoeden dat de verschillende delen voorheen een andere gebruiksgeschiedenis hebben gehad, en dat deze verschillende delen pas later zijn samengevoegd onder invloed van schaalvergroting/ruilverkaveling. De variatie in bodemopbouw kan dus meer variabel zijn dan het huidige verkavelingspatroon nu wellicht laat aanzien.

De boringen met roest lijken representatief voor kwel en zonder roest voor infiltratie (regenwater heeft een lage EGV). Sloten hebben doorgaans een grote drooglegging van soms meer dan 1,0 meter. De waterstanden in de boorgaten ten opzichte van maaiveldhoogte laten zien dat de stijghoogtegradiënt aanwezig. Dit bevestigt dat de sloten veel kwelwater afvangen.

De laagste EGV-waarden (indicatie mineraalrijkdom) van het grondwater is aangetroffen in boorgaten tegen de Hondsrug aan. Verder van de dalflank af zijn doorgaans hogere EGV-waarden in sloten en in boorgaten aangetroffen.

De Bronnegermeden is tot voor kort voornamelijk een akkerbouwgebied geweest, maar de huidige weiden worden nog altijd intensief bemest (drijfmestinjectie). Meststoffen (en gewasbeschermingsmiddelen) spoelen daarmee dus nog altijd rechtstreeks of via het grondwater uit naar het oppervlaktewater.

Het grote verval tussen het stroomopwaartse deel van het beekdal en het stroomafwaartse deel (1 meter per kilometer) geeft potentie voor stromingsminnende soorten in het beekdal zoals winde en riviergrondel.

3.2 Achterste Diep

3.2.1 Bodemopbouw

In het Achterste Diep zijn een drietal (extra) boringen verricht. Deze boringen waren bedoeld om 'gevoel' te krijgen bij de bestaande informatie, zoals de boringen uit Dino-loket en de boringen in het kader van het project Veenoxidatie. In een boring in het stroomopwaartse gedeelte is verhard veen aanwezig. De twee boringen die verder stroomafwaarts zijn gezet bestaan uit fijn zand. Dit komt overeen met het beeld dat is verkregen uit de boringen van Dino-loket en de boringen in het kader van het project Veenoxidatie. Het veen dat nog aanwezig is in het stroomopwaartse deel is vermoedelijk grotendeels sterk verhard.

3.2.2 Grondwaterkwaliteit

Er kon slechts van één boring (18) de EGV worden bepaald. Deze boring is gezet in het stroomopwaartse deel en had een EGV van 511 $\mu\text{S}/\text{cm}$ dat duidt op kwelwater. Daarnaast zijn in twee mogelijke kwel sloten de EGV bepaald en hadden een EGV van 270 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en 490 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en zijn dus mogelijk ook (deels) kwel gevoed net als het Achterste Diep waar een EGV van 390 $\mu\text{S}/\text{cm}$ gemeten. Daarnaast werden verspreid sloten aangetroffen met roest en ijzerbacteriën dat duidt op kwel gevoed grondwater.

3.2.3 Grondwaterstanden

In de boring 18 (stroomopwaarts) werd een hoge grondwaterstand gemeten van 44 cm-mv. In Boring 19 (midden in het plangebied en boring 20 werden hoge grondwaterstanden gemet van 105-110 cm-mv.

3.2.4 Synthese

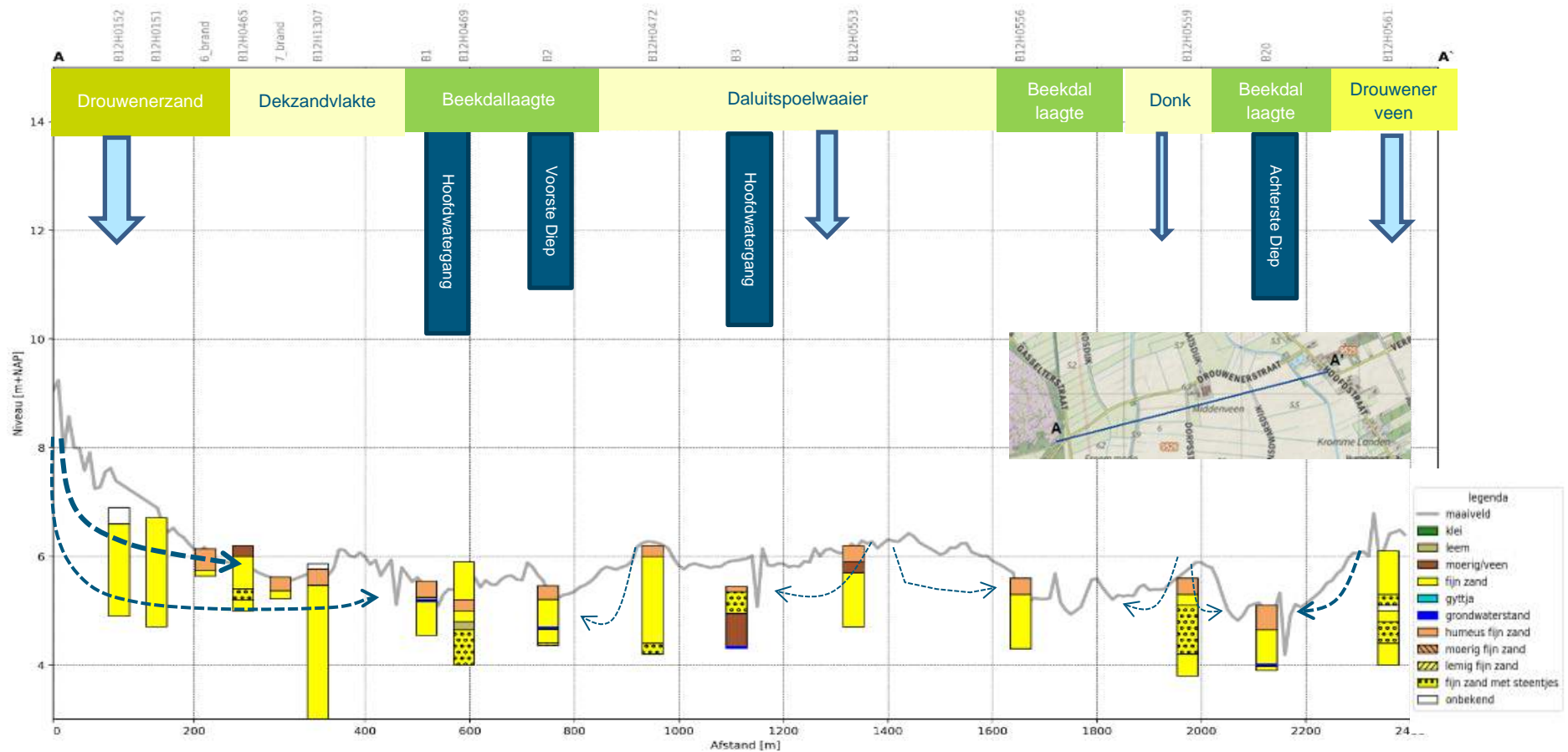
Alhoewel op voorhand werd verwacht dat de invloed van kwel beperkt zou zijn, blijkt uit de (beperkte) metingen en waarnemingen tijdens het veldbezoek dat (plaatselijk) sprake is van een kwelsituatie. Het grondwater van de Hondsrug (Buunerbult) stroomt mogelijk verder het gebied dan op voorhand wordt verwacht. De mogelijk aanwezige kwel wordt afgevangen door diepe sloten en in het stroomopwaartse deel mogelijk ook door het kanaal Buinen-Schoonoord.

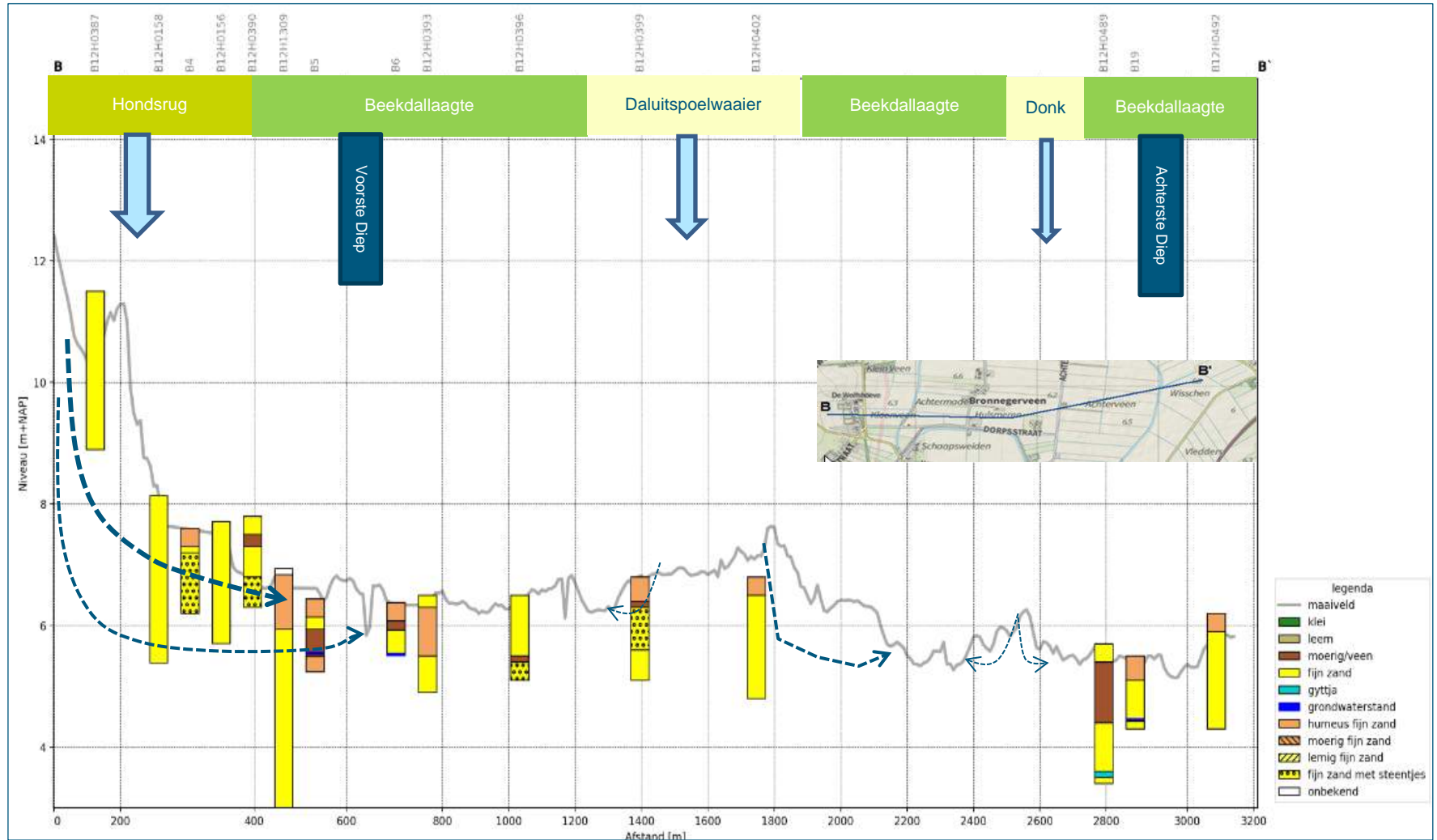
Daarnaast zijn er een aantal lokale grondwatersystemen die kunnen leiden tot kwel. Zo ligt Drouwenerveen (stroomafwaartse deel) op een dekzandrug en kan lokaal regenwater dat infiltreert op de dekzandrug toestromen in de beekdallaagte van het Achterste Diep. Daarnaast bevinden zich enkele donken in het beekdal van het Achterste Diep, waar regenwater infiltreert en zeer lokaal kan toestromen in het beekdal.

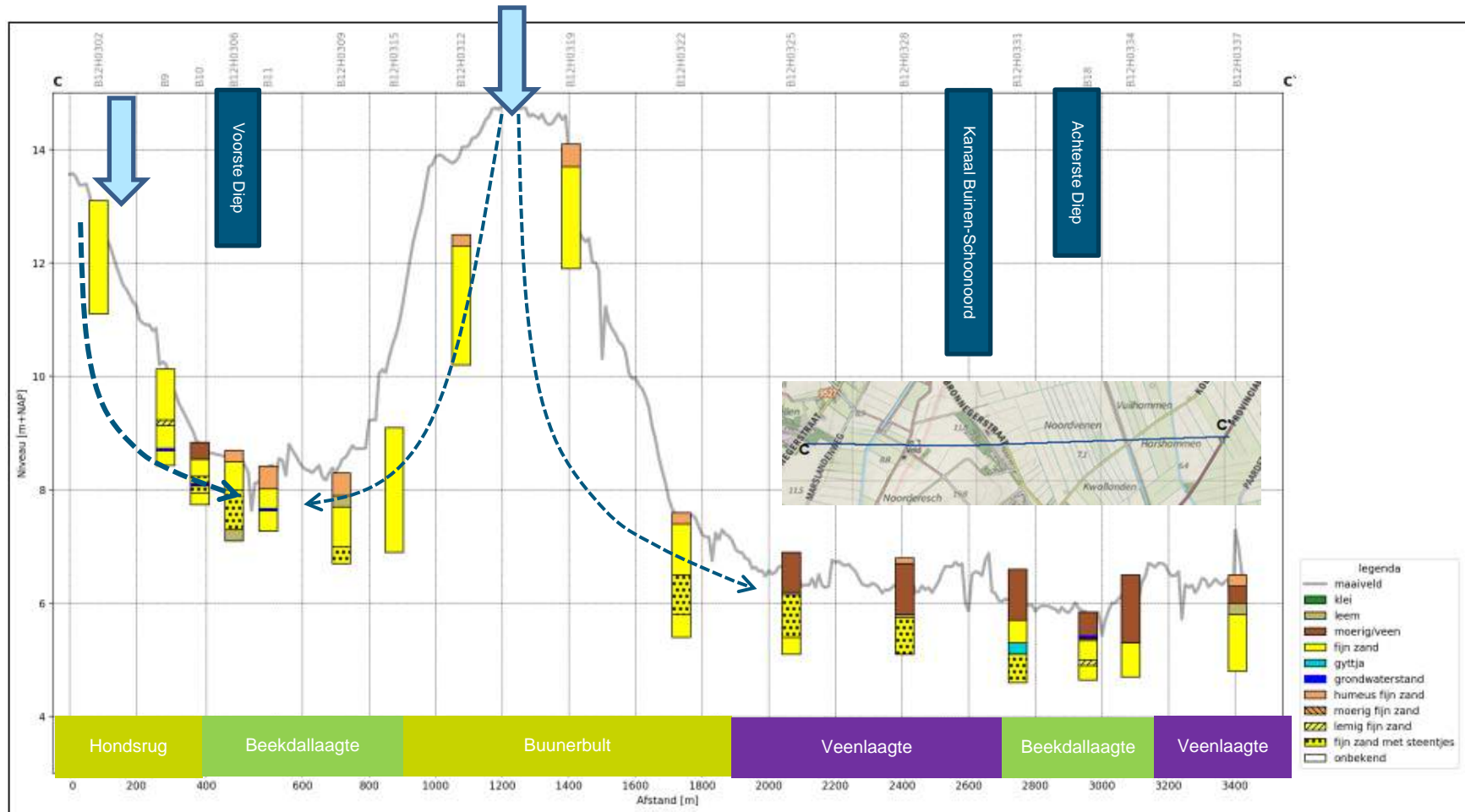
Net als in het deelgebied Bronnegermaden wordt verwacht dat de percelen in het verleden behoorlijk bewerkt zijn en dat de bodemopbouw meer variabel kan zijn dan het huidige verkavelingspatroon nu laat zien. Voor stromingsminnende soorten is in het Achterste Diep minder potentie dan in het Voorste Diep, gelet over het geringe verval.

3.3 Ecohydrologische dwarsprofielen

Met behulp van de boringen van DINO-loket, de boringen van de ecohydrologische systeemanalyse voor deelgebied. De Branden en de boringen die tijdens het veldwerk in het kader van de gebiedsanalyse voor de Bronnegermaden en Achterste Diep zijn uitgevoerd zijn een drie dwarsdoorsneden gemaakt, haaks op de beekdalen. Een aantal boorprofielen steken boven maaiveld uit of liggen onder maaiveld. Dit komt doordat alle boringen in de dwarsdoorsnede zijn opgenomen binnen een straal van 200 meter van het hoogteprofiel.







4 Modelstudies

Er is door RHDHV in 2018 voor het gebied de Branden een gebiedsanalyse uitgevoerd met bijbehorende modelstudies met SOBEK (oppervlaktewater) en MIPWA (grondwater). De uitkomsten hiervan vormen de basis voor de inrichting van het gebied. Uit de modelstudies komt naar voren dat er hydrologische relaties bestaan tussen de Branden en de bovenstroomse gebieden, de Bronnegermaden en het Achterste Diep. De natuurambities en de relatie tussen de Branden en Bronnegermaden en Achterste Diep zijn reden om deze gebieden in zijn geheel te beschouwen. Inzicht in deze relaties maakt het mogelijk het gebied de Branden optimaal in te richten en de kansen voor (natuur)ontwikkeling voor Bronnegermaden en Achterste Diep te verkennen. Prolander heeft RHDHV gevraagd om een modelstudie uit te voeren waarmee in beeld wordt gebracht:

- Welke optimalisaties er mogelijk zijn voor de Branden qua peilen, profielen en waterberging wanneer er geen beperkingen zijn qua bovenstrooms effect.
- Wat zijn vanuit hydrologie de inrichtingsmogelijkheden voor Bronnegermaden en Achterste Diep afgestemd op de ambities en opgaven.

De modelstudie die hiervoor is uitgevoerd bestaat uit drie onderdelen: Een droogleggingsanalyse, een SOBEK en MIPWA modelstudie. In deze rapportage is per onderdeel een samenvatting gegeven van de resultaten. De volledige beschrijving van de aanpak en resultaten van de modelstudies zijn als bijlagen bijgevoegd.

4.1 Droogleggingsanalyse

Voor de Achterste Diep is een droogleggingsanalyse uitgevoerd, aangezien hier in de toekomst ook nog landbouw mogelijk moet blijven is het van belang dat het ontwerp wordt afgestemd op de benodigde

drooglegging voor de landbouw. Uitgangspunt bij de droogleggingsanalyse is dat 5% van het landbouwareaal te nat mag zijn.

Met behulp van de droogleggingsanalyse is bepaald welke peilen er gevoerd kunnen worden en welke locaties ingericht kunnen worden als hydrologische stapstenen waar vernatting kan worden gerealiseerd. Geconcludeerd kan worden dat met de inrichting van de stapstenen, de herindeling van de peilgebieden en de herverdeling van de NNN-zone er een peilverhoging kan plaatsvinden van 10 – 65 centimeter ten opzichte van de huidige situatie. De grootste peilverhoging kan plaatsvinden in het meest benedenstroomse peilgebied, de kleinste peilverhoging in het meest bovenstroomse peilgebied.

4.2 Resultaten SOBEK

Met de gegeven uitgangspunten in paragraaf 1.2 van dit document is er een ontwerp gemaakt voor de toekomstige inrichting. Dit ontwerp is vervolgens doorgerekend met behulp van SOBEK, om te toetsen of het ontwerp voldoet aan de gestelde eisen. Na enkele optimalisaties van het model zijn de belangrijkste conclusies als volgt:

Bronnegermaden

- Door de herprofilering en hermeandering is het mogelijk om alle stuwen binnen het plangebied te verwijderen. Hiermee zijn vismigratieknelpunten opgelost.
- De bodem is 0,5 tot maximaal 2 meter verondiept, waarbij de waterstanden ook fors hoger zijn dan in de huidige situatie (0,5 tot 1,5 meter).
- De stroomsnelheidsdoelen die gesteld zijn aan een natuurlijk stromende beek worden gehaald met het ontwerp.
 - De beek moet voldoen aan KRW beektype laaglandbeek type r5, dit is een langzaam stromende

midden/benedenloop op zand met een stroomsnelheid tussen de 0,10m/s en de 0,50 m/s

- Het ontwerp is zo gemaakt dat enkele keren per jaar water vanuit de beek op maaiveld treedt, waardoor er ook meer berging aanwezig is in het systeem en water wordt vastgehouden.

Achterste Diep

- In het ontwerp voor de Achterste Diep kan niet aan alle gestelde doelen worden voldaan, aangezien hier een evenwicht moest worden gevonden tussen natuurlijke inrichting en geschiktheid voor landbouwkundig gebruik.
- Binnen het plangebied is er nauwelijks tot geen bodemverhoging mogelijk.
- Voor het peilgebied dat grenst aan de Branden is wel een vernatting mogelijk tot maximaal 50 centimeter, voor de overige peilgebieden is er nauwelijks tot geen vernatting mogelijk
- De stroomsnelheidsdoelen die gesteld worden aan een natuurlijk stromende beek kunnen niet worden gehaald
 - De beek moet voldoen aan KRW beektype laaglandbeek type r5, dit is een langzaam stromende midden/benedenloop op zand met een stroomsnelheid tussen de 0,10m/s en de 0,50 m/s
- Om geen waterstandsverhoging bovenstrooms van het plangebied te veroorzaken zijn met name de twee meest bovenstroomse stapstenen van cruciaal belang in het ontwerp, deze zorgen voor bergingsruimte waardoor de waterstand niet te ver stijgt

De Branden

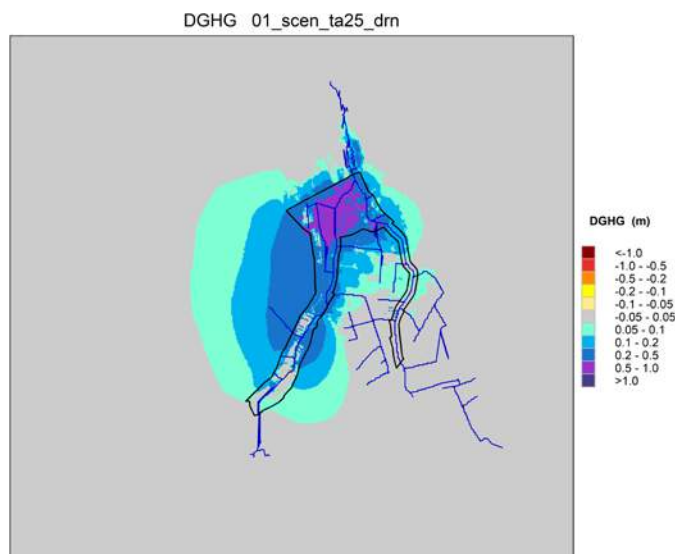
Op basis van de resultaten van de SOBEK-berekeningen is/wordt het ontwerp van de Branden op enkele punten aangepast:

- Stortstenen bij Toreneveen op hoogte brengen, zoals dat is opgenomen in het ontwerp van “Beekherstel Oude Weer te Gasselternijveen” uit 2013.
- Profielen van het Voorste Diep en het Achterste Diep (in De Branden) verondiepen ten opzichte van het ontwerp van De Branden. De bodemhoogte kan 40 cm hoger komen te liggen dan in het ontwerp van De Branden is beschreven.
- Hogere peilen in het Voorste Diep en Achterste Diep (in De Branden) ten opzichte van het ontwerp van De Branden kunnen de peilen 50 cm hoger worden
- Het laten vervallen van stuw 15780. Dit is de stuw in het Voorste Diep bij de Drouwernerstraat.
- De drempels in het Voorste Diep in het ontwerp van De Branden op de overgang tussen het Voorste Diep en de Bronnegermaden kunnen vervallen als de Voorste Diep wordt versmald. Het alleen laten vervallen van de drempels zonder de beek te versmallen veroorzaakt té lager waterpeilen.
- Het aanleggen van een slenk is niet meer nodig voor de waterberging. Met de hogere waterpeilen kan er aan maaiveld 100.000 m³ worden geborgen.
- Een kleine slenk is nog wel nodig voor de afwatering van de percelen direct ten zuiden van De Branden

4.3 Resultaten MIPWA

Het ontwerp van Bronnegermaden – Achterste Diep is met een grondwatermodel doorgerekend om te kunnen bepalen wat de effecten van de inrichting zullen zijn op de grondwaterstand. Dit grondwatermodel is een uitsnede van MIPWA3.1 en is in afstemming met de projectgroep aangepast om effectberekeningen te kunnen

uitvoeren. De resultaten van de effectberekeningen laten een aantal aandachtspunten zien die hieronder per deelgebied besproken worden. In bijlage 3 staat de beschrijving van de grondwatermodellering. In Figuur 4-1 is te zien wat de verandering van de gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG) is in het gebied na het inrichten van de Branden en Bronnegermaden-Achterste Diep.



Figuur 4-1 Verandering van de Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG)

Ten noorden van de Branden

Uit de modellering van de Branden is gebleken dat het effectief is om de randsloten aan de noordrand van de Branden en ten noorden van de Branden te verdiepen om vernatting van de landbouw ten noorden van het plangebied (de Branden) tegen te gaan. Er wordt aanbevolen om dit te doen voor zover nodig om de effecten te mitigeren die ontstaan na het herinrichten van de Branden én Bronnegermaden-Achterste

Diep. Om verdroging te voorkomen op het moment dat alleen de Branden is ingericht, wordt aanbevolen om lokaal nog drempels in de watergangen ten noorden van de Branden laten liggen en/of stuwen te plaatsen. Bij alleen het herinrichten van de Branden zal er namelijk minder verhoging van de grondwaterstand optreden dan bij het gecombineerd inrichten van de Branden en Bronnegermaden – Achterste Diep

Ten zuiden van de Branden

Aandachtspunt is de vernatting van de landbouwpercelen net ten zuiden van de Branden. Deze percelen liggen relatief laag en kunnen ontwaterd worden door middel van een smalle slenk bij het Voorste Diep. Lokale laagtes kunnen ook worden opgehoogd om te voorkomen dat deze te nat worden.

Ten westen en ten zuidoosten van Bronnegermaden

Ten westen en ten zuidoosten van Bronnegermaden vindt er vernatting plaats, de GHG blijft echter dieper dan 1.60 m-mv (Hondsrug), hierdoor zijn er geen aanpassingen nodig. Ook vindt er op de hogere flanken een afname van de kwel plaats, deze wordt veroorzaakt door een verhoging van de grondwaterstand. Echter in het beekdal zelf vindt toename plaats van de kwel, dit is gunstig voor de natuurontwikkeling.

Tussen Bronnegermaden en Achterste Diep

Het landbouwgebied tussen de Bronnegermaden en de Achterste Diep zal vernatten door uitstraling van de peilverhoging in de Bronnegermaden/ Achterste Diep, alsmede door een verminderde afvoermogelijkheid naar deze beken toe. Een deel van de percelen (het peilgebied) zal gaan afwateren op het Achterste Diep in plaats van het Voorste Diep. De bodemhoogtes van de watergangen moeten hier nog op worden aangepast. De laag gelegen delen van percelen zouden kunnen worden opgehoogd om vernatting tegen te gaan.



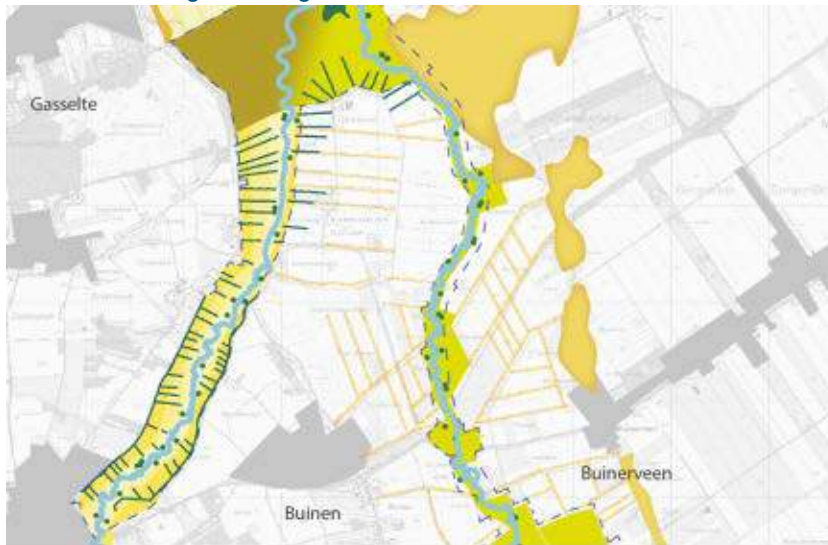
Achterste Diep

Rond de Achterste diep vindt er weinig verandering van de grondwaterstand plaats, dit komt omdat er weinig wordt aangepast aan de oppervlaktewaterpeilen op deze locatie.

In de Bronnegermaden neemt de kwel toe door de nieuwe inrichting. Deze toename van de kwel kan worden benut voor ecologische ontwikkeling mogelijk in combinatie met afgraven van de toplaag.

5 Doorkijk inrichtingsmaatregelen

Op basis van de informatie uit de vorige hoofdstukken wordt in dit hoofdstuk een doorkijk van de inrichtingsmaatregelen, met een aanzet voor het programma van eisen, gegeven. Dit inrichtingsadvies kan als basis dienen voor het op te stellen schetsontwerp voor de Bronnegermaden en Achterste Diep. Tijdens het tot stand komen van deze rapportage is ook de 'Landschapsvisie Hunzedal' (3 maart 2020) gepubliceerd. De landschapsvisie is integraal en verbindt thema's zoals natuur, water en recreatie met elkaar. In de Landschapsvisie zijn ook mogelijkheden voor natuur benoemd voor de Bronnegermaden en Achterste Diep. Deze mogelijkheden zijn geïntegreerd in deze doorkijk van de inrichtingsmaatregelen.



Figuur 5-1 Schets Bronnegermaden en Achterste Diep uit de Landschapsvisie Hunzedal

5.1 Bronnegermaden

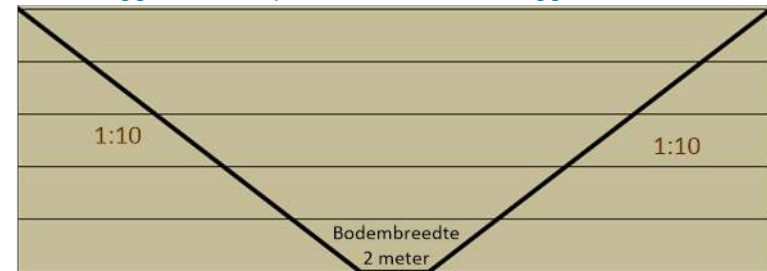
Watersysteem

- *Historische beekloop herstellen (hermeandering)*

De ontwerpprofielen en de meandering die gebruikt zijn voor de oppervlaktewater berekeningen zijn leidend in het ontwerp. Voor de Bronnegermaden (Voorste Diep) komt dit neer op de meandering zoals in 1901. Bij de hermeandering zal de beek snel gaan stromen en vinden natuurlijke erosie- en sedimentatieprocessen plaats. Op lange termijn zal de waterkwaliteit hierdoor sterk verbeteren.

- *Opheffen vismigratieknelpunten*

In het Voorste Diep liggen vier stuwen die verwijderd moeten worden. Door herprofilering, meandering en ophoging van de bodem kan het verval bij de stuwen opgevangen worden. Ter plaatse van de plangrens van Bronnegermaden en de Branden en bij samenkomst van de Voorste en Achterste Diep is het nodig om vispasseerbare drempels aan te leggen om het peilverschil te overbruggen.



Figuur 5-2 principeprofiel Bronnegermaden

- *Natuurlijk peilbeheer*

De bodem van de beek kan met 0,5 tot 2 meter worden verhoogd, hierdoor komt het waterpeil 0,5 tot 1,5 meter hoger te staan. Door het natuurlijk peilbeheer bestaat het risico dat de beek in de zomer vrijwel geheel droog komt te staan. Voor overleving van vissen is het daarom

van belang enkele dieptes aan te brengen in de beek in de lagere delen van het beekdal. Ook zou het plaatsen van extra drempels ervoor kunnen zorgen dat er in de zomer water beschikbaar blijft. Door het bodemprofiel op te hogen wordt de gewenste stroomsnelheid van een laaglandbeek gehaald.

Ontwikkeling botanisch waardevol grasland

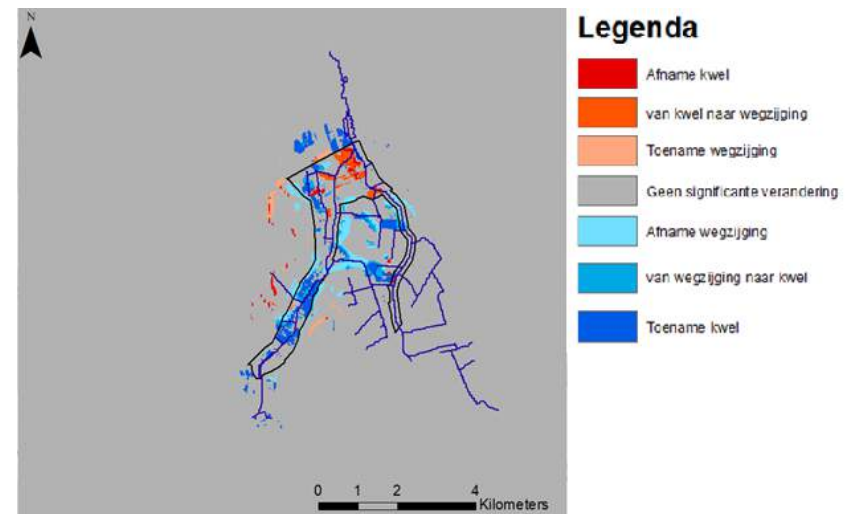
- *Ontwikkeling droog schraalland / kruiden- en faunarijk grasland*

In het beekdal zijn enkele hoogten (donken) aanwezig waarin ontwikkeling van droog schraalland / kruiden- en faunarijk grasland mogelijk is. Ook op de hogere flanken is ontwikkeling van droog schraalland / kruiden- en faunarijk grasland mogelijk. Door vrijwel het gehele gebied is een bouwvoor aanwezig, variërend tussen de globaal 25 cm en 60 cm. Op de plaatsen met dunne bouwvoor <30 cm, kan de bouwvoor afgegraven worden, waardoor zich droog schraalgrasland kan ontwikkelen. Dit moet in het veld nader worden bepaald (de 17 boringen voor de gebiedsanalyse zijn bij lange na niet gebiedsdekkend). Op de hogere delen met een dikkere bouwvoor is afgraven minder voor de hand liggend, omdat het reliëf in het landschap hiermee verdwijnt en er veel grondverzet nodig is. Op de hogere delen waar niet afgegraven is de ontwikkeling van kruiden- en faunarijk grasland meer realistisch dan ontwikkeling van droog schraalland.

- *Ontwikkeling van vochtig hooiland en nat schraalland*

In de lagere delen van het beekdal is meer kwel te verwachten wat een positief effect heeft voor de ontwikkeling van vochtige hooilanden en nat schraalland. Door sloten en greppels te dempen wordt meer kwel richting maaiveld gebracht. Op de plaatsen waar kwel optreedt kan nat schraalland ontwikkelen (zie donkerblauwe delen Figuur 5-2), mits de voedselrijke bouwvoor wordt afgegraven. Net als voor de ontwikkeling van droog schraalland geldt dat veel grondverzet niet wenselijk is, dus dat voornamelijk de plaatsen met een dunne bouwvoor hiervoor in aanmerking komen (dit moet nader worden uitgezocht). Op delen van

het gebied waar nu kwel plaatsvindt, bijvoorbeeld op de locatie waar het Voorste en het Achterste Diep samenkomen zal minder kwel optreden, omdat het oppervlaktewater peil hoger wordt. Ook zullen deze gronden kunnen inunderen bij hoge oppervlaktewaterstanden. Op deze locatie is de ontwikkeling van vochtig hooiland meer realistisch.



Figuur 5-3 Veranderingen in kwel/infiltratie flux na het inrichten van De Branden en Bronnegermaden-Achterste Diep. (veranderingen > 0,1 mm/dag)

Landschap

- *Herintroductie houtwallen*

Uit de historische kaarten blijkt dat met name langs de westflank van het beekdal sprake was van houtwallen die haaks op de beek stonden (in ladderpatroon). Om de openheid van het landschap te behouden wordt geadviseerd om de houtwallen kort in te steken (dus niet geheel tot de beek). De houtwallen moeten bestaan uit soorten die bij een

beekdallandschap horen, zoals zomereik en zwarte els (boomvormers) en struikvormers zoals meidoorn, sleedoorn en gewone vlier.

Archeologie en recreatie

- Archeologisch belevingspunt

Tussen Bronneger en Borger (nabij de sluis) is een zogenaamde AMK-terrein 14269 (watermolen, nederzetting en weg). Hierbij kan het Molenpad worden gereconstrueerd inclusief de watermolen. De sluis, met sluisgebouwen kan eveneens worden behouden als cultuurhistorisch element.

- Voorden

Binnen het plangebied zijn een aantal vindplaatsen van (mogelijke) voorden. Indien de beek met een wandel- of fietsroute doorkruist wordt kan de beek middels een voorde worden overgestoken voor extra beleving.

- Archeologische waarden

Er moet in zijn algemeenheid rekening worden gehouden met de archeologische waarden. Dit is verder uitgewerkt in bijlage 1.

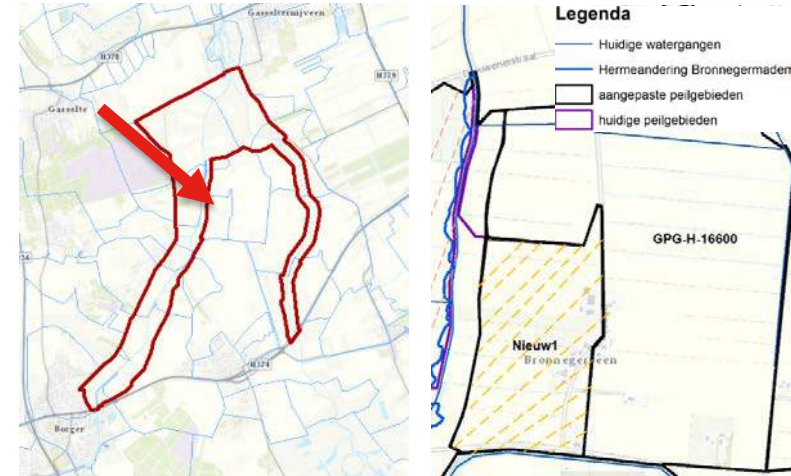
Mitigerende (hydrologische) maatregelen t.b.v. landbouw

Mitigerende maatregelen t.b.v. de landbouw zijn onder te verdelen in twee type maatregelen. Het ene type zijn maatregelen die genomen moeten worden omdat het regionale oppervlakte watersysteem aangepast wordt, waardoor ook het oppervlakte watersysteem in de landbouwpercelen aangepast moet worden. Het andere type mitigerende maatregel is het aanpassen van het oppervlaktewatersysteem om de hogere grondwaterstanden (gedeeltelijk) te mitigeren.

- Aanpassen afwatering voor het laten functioneren van het oppervlaktewatersysteem

Omdat de waterstanden in het Voorste Diep fors verhoogd worden, is het nodig om een deel van peilgebied 15780 af laten wateren richting

het Achterste Diep (gele arcering Figuur 5-3). Anders kan dit gebied niet voldoen aan de benodigde drooglegging voor agrarisch gebruik.



Figuur 5-4 Aanpassing peilgebied 15780 (geel gearceerd)

- Aanpassen afwatering voor het mitigeren van grondwaterstandsverhogingen

De maatregelen die nodig zijn voor het mitigeren van de grondwaterstandsverhogingen zijn nodig voor de combinatie van het inrichten van De Branden, Bronnegermaden en Achterste Diep. De grondwaterstandsverhogingen zijn niet één op één toe te schrijven aan het inrichten van één van deze gebieden.

De nummers in de onderstaande opsomming van mitigerende maatregelen komen overeen met de nummers in de onderstaande kaart. In de onderstaande kaart staat aangegeven welke maatregelen waar getroffen moeten worden.

1. Verdiepen van watergangen om grondwaterstandsverhogingen te mitigeren

2. Veranderen van afwateringsrichting door percelen te laten afwateren via de nieuw aan te leggen slenk in De Branden. De watergangen moeten kunnen blijven afwateren om verhogingen in de grondwaterstand te mitigeren. Verder moeten laaggelegen delen in percelen worden opgehoogd om te hoge grondwaterstanden te voorkomen.
3. Oppervlaktewatersysteem moet zodanig worden inricht dat de percelen kunnen (gaan) afwateren op het Achterste Diep. Hiervoor is het nodig dat de bodemhoogtes in watergangen zodanig zijn dat het water richting het Achterste Diep stroomt. Ook in dit gebied moeten laaggelegen delen van percelen worden opgehoogd om te hoge grondwaterstanden te voorkomen



Figuur 5-5 Mitigerende maatregelen tegen verhogingen van de grondwaterstand

5.2 Achterste Diep

Watersysteem

- *Historische beekloop herstellen (hermeandering)*

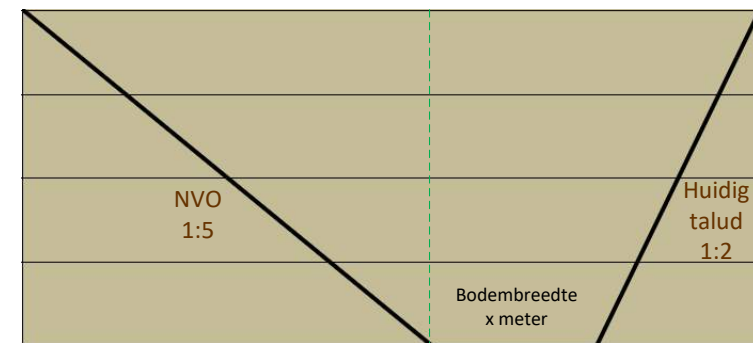
De ontwerpprofielen en de meandering die gebruikt zijn voor de oppervlaktewater berekeningen zijn leidend in het ontwerp. Voor het Achterste Diep komt dit neer op de meandering zoals in 1930. Minimaal éénzijdig moet een natuurvriendelijke oever komen (breedte 10 meter) met daarlangs een schouwpad. De natuurvriendelijke oever biedt schuil- en paaiplaatsen voor vis.

- *Opheffen vismigratieknelpunten*

In het Achterste Diep liggen vier stuwen die moeten worden voorzien van een vistrap zodat de beek passeerbaar is voor typische beekvissen, zoals winde, berrmpje en rivierprik.

- *Peilbeheer afgestemd op landbouw*

Buiten de nieuwe NNN-zone moet landbouw mogelijk blijven. Hier moet het peilbeheer en de profielen van de beek op afgestemd blijven. Het peil kan maximaal 50 cm omhoog.



Figuur 5-6 principeprofiel achterste diep, met aan 1 zijde een NVO. de bodembreedte is verschillend per peilgebied

Ontwikkeling botanisch waardevol grasland

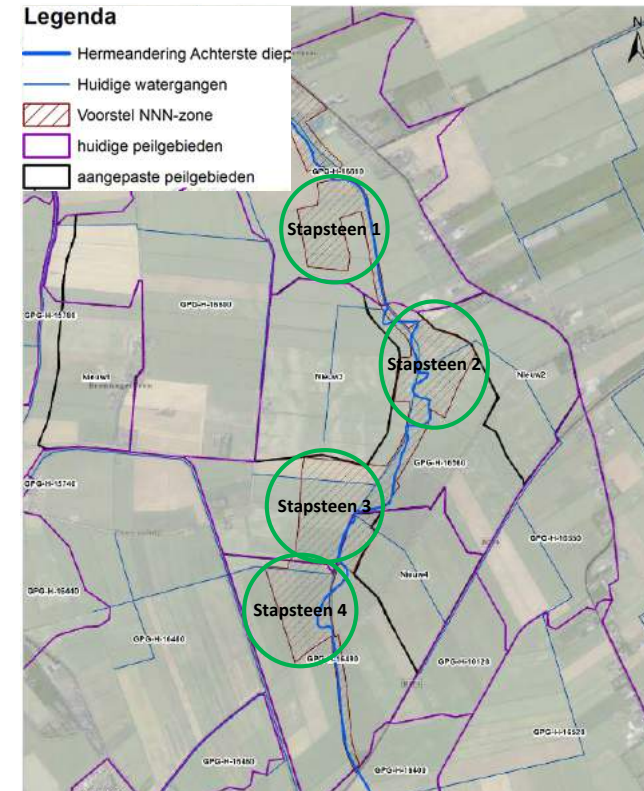
- *Kruiden- en faunarijk grasland*

In de percelen rondom het Achterste Diep is minder kwel dan in het Voorste Diep (Bronnegermaden). Realisatie van nat schraalland en vochtig hoiland is daardoor erg ambitieus (tenzij er grootschalig wordt afgegraven). Ontwikkeling van kruiden- en faunarijk grasland is daardoor meer realistisch.

- *Moeras*

In de natte stapstenen, die onderdeel worden van de NNN, kan moeras gaan ontwikkelen. Deze dienen zo ingericht te worden dat vanaf de 0,5Q afvoersituatie (10- 15 dagen per jaar) er overstroming plaats vindt binnen de stapstenen.

Stapsteen 1 komt te vervallen aangezien daar in de huidige situatie geen laagte meer aanwezig is, deze is recent opgevuld met grond.



Figuur 5-7 indicatie ligging stapstenen, waarbij stapsteen 1 vervalt.

Landschap

- *Open landschap*

Uit oude kaartbeelden blijkt dat het beekdal open is geweest (zonder veel houtwallen). Enkele ontwikkelingen van opslag wilg en els is vanuit natuurlijk oogpunt wel wenselijk, maar de openheid moet behouden blijven.

Archeologie en recreatie

- *Wandelroute*

Wandelroute behoort tot de mogelijkheden (eventueel met oversteeek t.p.v. voormalige voordes)

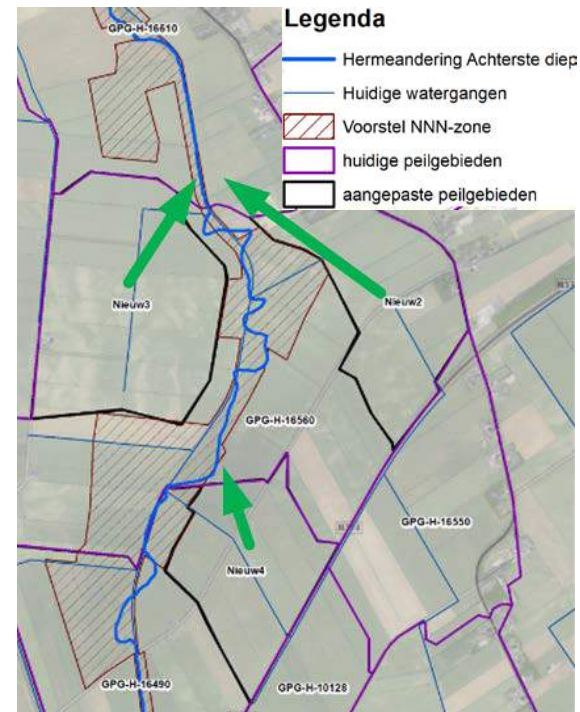
- *Archeologische waarden*

Er moet in zijn algemeenheid rekening worden gehouden met de archeologische waarden. Dit is verder uitgewerkt in bijlage 1.

Mitigerende (hydrologische) maatregelen

- *Herindeling peilgebieden voor het laten functioneren van het oppervlaktewatersysteem*

Om het gebied te kunnen vernatten en toch geschikt te houden voor landbouw moeten enkele peilgebieden en de daarbij horende afwatering worden aangepast. Dit betreft peilgebieden 16490 en 16560.



Figuur 5-4 overzicht aanpassing afwatering peilgebieden. De peilen geven de nieuwe afwatering aan, waarbij er ten opzichte van de huidige situatie enkele peilgebieden zijn opgeknipt en de afwatering naar het benedenstrooms peilgebied wordt verlegd

- *Aanpassen afwatering voor het mitigeren van grondwaterstandsverhogingen*

In het gebied rondom het Achterste Diep dat niet aangegeven staat in Figuur 5-4 zijn geen mitigerende maatregelen nodig tegen verhogingen van de grondwaterstand. Dit komt doordat de peilen in het Achterste Diep niet zodanig veranderen dat dit effect heeft op de grondwaterstand.

Gebruikte literatuur en achtergronddocumenten

Prolander. 2020. *Landschapsvisie Hunzedal Een integrale visie op de Drentse Hunze*

Royal HaskoningDHV. 2020. *Inrichtingsplan De Branden*

Glastra, M. 1993. *Natuurontwikkeling in het Hunzedal; Ecohydrologisch onderzoek Drouwenerzand/De Branden*

VisAdvies. 2019. *KRW-visstandmonitoring Hunze 2918*

Waterschap Hunze en Aa's. 2014. *Achtergronddocument KRW doelaflleiding*

Waterschap Hunze en Aa's. 2015. *Beheerprogramma 2016-2021*

RAAP. 2020. *Plangebied Bovenstroomse delen Achterste- en Voorste Diep nabij de Branden; archeologisch vooronderzoek: een bureauonderzoek*

LAOS. 2019. *NNN of EN, EN, En? Deel 2 Verdiepingsslag Achterste Diep*

LAOS. 2019. *Achterste Diep Ruimtelijk stapstenenmodel met bouwstenen en aandachtspunten*

Mars de, H. 2019. *Ecologische veldnotities Bronnegermaden*

Royal HaskoningDHV. 2004. *Inrichtingsplan Voorste Diep*

Royal HaskoningDHV. 2020. *Ontwerp peilgebieden Achterste Diep*

Royal HaskoningDHV. 2019. *Ontwerp Inrichting Bronnegermaden en Achterste Diep.*



Bijlage 1 Archeologisch onderzoek RAAP



RAAP-RAPPORT 4363

Plangebied Bovenstroomse delen Achterste- en Voorste Diep nabij de Branden

Gemeente Borger-Odoorn

Archeologisch vooronderzoek: een bureauonderzoek

Archeologie | Cultuurhistorie | Erfgoed

Colofon

Titel: Plangebied Bovenstroomse delen Achterste- en Voorste Diep nabij de Branden, gemeente Borger-Odoorn; archeologisch vooronderzoek: een bureauonderzoek

Versie: 03-02-2020

Auteur: drs. Y.T. van Popta

Projectcode: BODBR2

Bestandsnaam: RAAPrap_4363_BODBR2_

Autorisatie: drs. J.L. van Beek

ISSN: 0925-6229

RAAP

Leeuwendseweg 5b

1382 LV Weesp

Postbus 5069

1380 GB Weesp

Telefoon: 0294-491 500

E-mail: raap@raap.nl

Website: www.raap.nl

© RAAP Archeologisch Adviesbureau B.V., 2020

RAAP Archeologisch Adviesbureau B.V. aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Inhoud

Inhoud.....	3
1 Inleiding	4
1.1 Kader	4
1.2 Administratieve gegevens.....	6
1.3 Doel- en vraagstelling	6
2 Bureauonderzoek	7
2.1 Methode	7
2.2 Aardkundige situatie	7
2.3 Aardkundige waarden.....	12
2.4 Archeologische gegevens.....	15
2.5 Historische situatie	20
2.6 Huidige situatie	24
2.7 Toekomstige situatie	25
3 Gespecificeerde archeologische verwachting	26
4 Conclusies en advies.....	29
4.1 Conclusie	29
4.2 Advies	29
4.3 Tot slot.....	31
Literatuur	32
Overzicht van figuren, tabellen en bijlagen	33

1 Inleiding

1.1 Kader

Aanleiding

In opdracht van Royal Haskoning/DHV heeft RAAP in februari 2020 een archeologisch vooronderzoek in de vorm van een bureauonderzoek uitgevoerd voor het plangebied Bovenstroomse delen Achterste- en Voorste Diep te de Branden in de gemeente Borger-Odoorn (figuur 1). Het onderzoek vond plaats in het kader van een omgevingsvergunning.

Juridisch en beleidskader

Het uitgangspunt voor dit onderzoek wordt gevormd door het wettelijk en beleidsmatig kader voor de ruimtelijke ordening en monumentenzorg. De gemeente is de bevoegde overheid die een besluit zal nemen over hoe om te gaan met de eventueel aanwezige archeologische waarden.

Op de archeologische beleidskaart van de gemeente Borger-Odoorn liggen de plangebieden in de volgende verwachtings- en beleidszones:

- Hoge archeologische verwachting (beekdal): archeologische begeleiding (protocol opgraving)
- Hoge archeologische verwachting (stuifzandgebieden): bij ingrepen $\geq 1000 \text{ m}^2$ verkennend booronderzoek (6 boringen per ha), zo nodig karterend onderzoek (20 megaboringen per ha); bij ingrepen $>4\text{ha}$ voorafgegaan door bureauonderzoek
- Hoge archeologische verwachting (dekzandkoppen in beekdal): bij ingrepen $\geq 100 \text{ m}^2$ verkennend booronderzoek (6 boringen per ha), zo nodig karterend onderzoek (20 megaboringen per ha)
- Hoge of middelhoge archeologische verwachting: bij ingrepen $\geq 500 \text{ m}^2$ verkennend booronderzoek (6 boringen per ha), zo nodig karterend onderzoek
- Middelhoge archeologische verwachting (beekdal): veldinspectie na uitvoering bodemingrepen
- Middelhoge of lage verwachting (veenkoloniaal gebied): veldinspectie
- Terrein van archeologische waarde: behoud in situ, indien niet mogelijk waarderend onderzoek
- Terrein van hoge archeologische waarde: behoud in situ, indien niet mogelijk opgraven
- Bufferzone AMK-terreinen: bij ingrepen vooraf overleg met de gemeente
- Voorde met bufferzone: bij ingrepen vooraf overleg met de gemeente
- Groeves en terreinen met ontgrondingsvergunning: vrijgegeven, geen onderzoek nodig, maar wel meldingsplicht

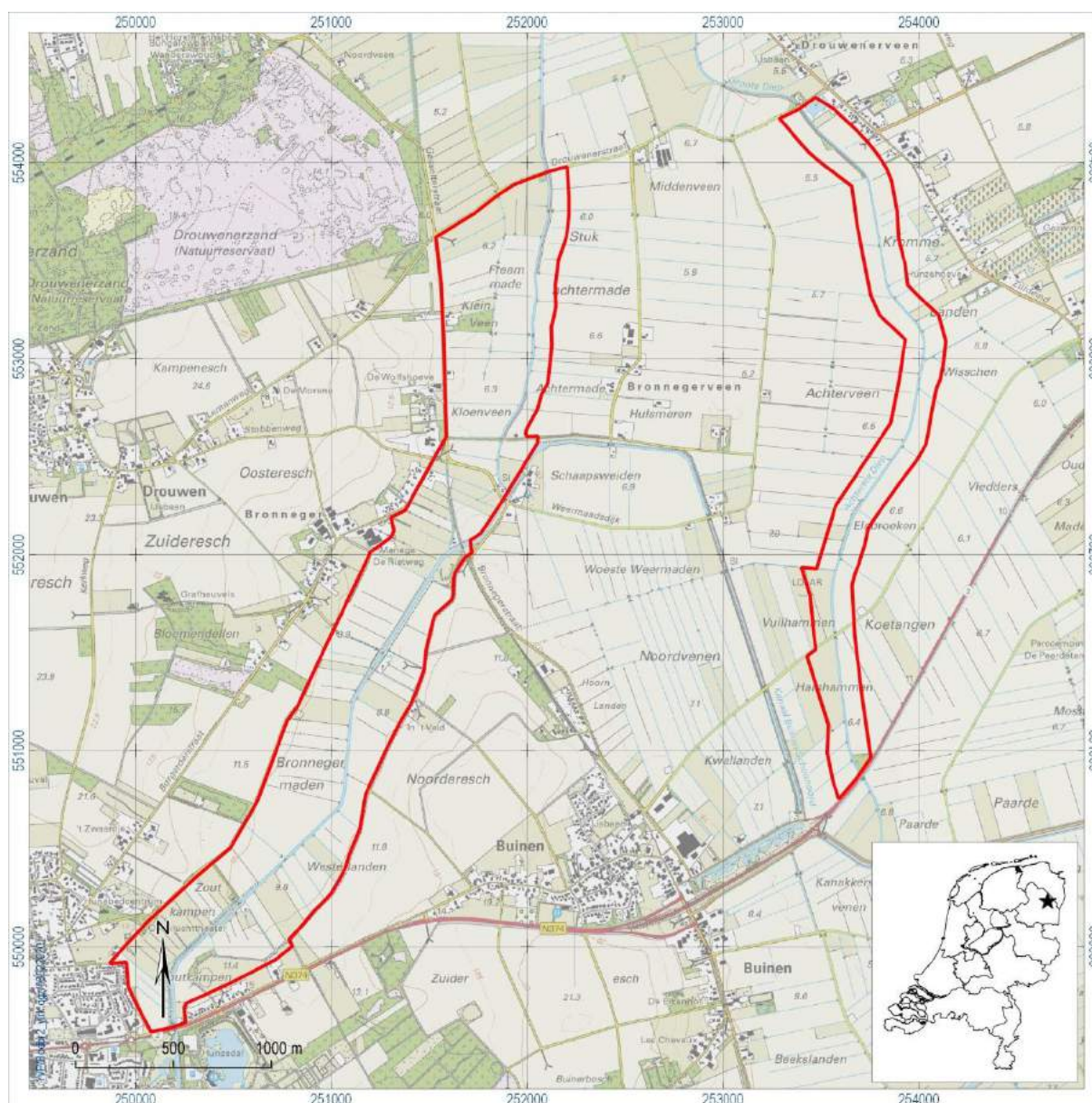
Deze voorschriften zijn verankerd in het bestemmingsplan Buitengebied gemeente Odoorn (2018-11-29). De omvang van de bodemingrepen zijn voornamelijk onbekend maar zullen naar verwachting de vrijstellingsgrens (dieper dan 30 cm –mv en groter dan 1000 m^2) overschrijden. Een archeologische onderbouwing met betrekking tot de eventuele aanwezigheid van archeologische waarden is daarom verplicht conform het vigerend beleid.

Kwaliteitsborging

De werkzaamheden zijn uitgevoerd onder certificaat BRL4000, conform artikel 5.4 van de Erfgoedwet. Het onderzoek is uitgevoerd volgens de normen van de archeologische beroepsgroep. De Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (KNA, versie 4.1), beheerd door de Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer (SIKB; www.sikb.nl), is door de minister aangewezen als norm.

RAAP is gecertificeerd voor de protocollen 4001 Programma van Eisen, 4002 Bureauonderzoek, 4003 Inventariserend veldonderzoek (landbodems), onderdelen proefsleuven en overig, 4004 Opgraven (landbodems) en 4006 Specialistisch onderzoek.

Zie bijlage 1 voor de dateringen van de in dit rapport genoemde archeologische perioden.



Figuur 1. Aanduiding plangebieden (rood omlind): links het Voorste Diep, rechts het Achterste Diep. Inzet: ligging in Nederland (ster).

1.2 Administratieve gegevens

Type onderzoek	Bureauonderzoek
Opdrachtgever	Royal Haskoning/ DHV
Bevoegde overheid	Gemeente Borger-Odoorn
Plaats	Bronnegerveen
Gemeente	Borger-Odoorn
Provincie	Drenthe
Centrumcoördinaten (X/Y)	Voorste Diep: 251450/551985 Achterste Diep: 253992/552829
Toponiem	De Branden
Oppervlakte plangebied	Voorste Diep: 240 ha Achterste Diep: 80 ha
Afbakening onderzoeksgebied	Tijdens onderhavig onderzoek is het plangebied onderzocht
Onderzoekperiode	februari 2020
Uitvoerder	RAAP Noord
Projectleider	drs. Y.T. van Popta
Projectmedewerkers	-
RAAP-projectcode	BODBR2
ARCHIS-onderzoeksmeldingsnummer	4774719100
Beheer en plaats documentatie	RAAP regio Noord te Drachten

Tabel 1. Administratieve gegevens.

1.3 Doel- en vraagstelling

De doelstelling van het archeologisch vooronderzoek is het vaststellen van de archeologische waarde van het terrein, dan wel de archeologische vindplaats. Daartoe wordt informatie verzameld over bekende en verwachte archeologische resten teneinde een gespecificeerde archeologische verwachting op te stellen. Hiertoe is een aantal onderzoeksvragen geformuleerd:

- Hoe ziet de geo(morfo)logische en/of bodemkundige opbouw van het plangebied eruit?
- Welke gegevens met betrekking tot archeologische waarden zijn reeds over het plangebied bekend?
- Wat was het historisch landgebruik van het plangebied en wat is het landgebruik nu en wat is de invloed daarvan op de (verwachte) archeologie en (bodem)gaafheid?
- Wat is de gespecificeerde verwachting ten aanzien van nog onbekende archeologische waarden in het gebied?
- Wat is de invloed van de toekomstige inrichting op eventuele archeologische resten?
- Op welke wijze kan bij de planvorming met archeologische resten worden omgegaan?
- Met de inzet van welke zoekmethoden kunnen verwachte resten systematisch opgespoord worden (zoeksleuven, booronderzoek, veldkartering, geofysisch etc.)?

2 Bureauonderzoek

2.1 Methode

Het bureauonderzoek dient ervoor om - op basis van verschillende bronnen - inzicht te krijgen in de genese van het landschap, de bodemopbouw en de sporen die het menselijk gebruik in de loop van de tijd heeft achtergelaten. Met behulp van deze gegevens wordt een gespecificeerde archeologische verwachting opgesteld.

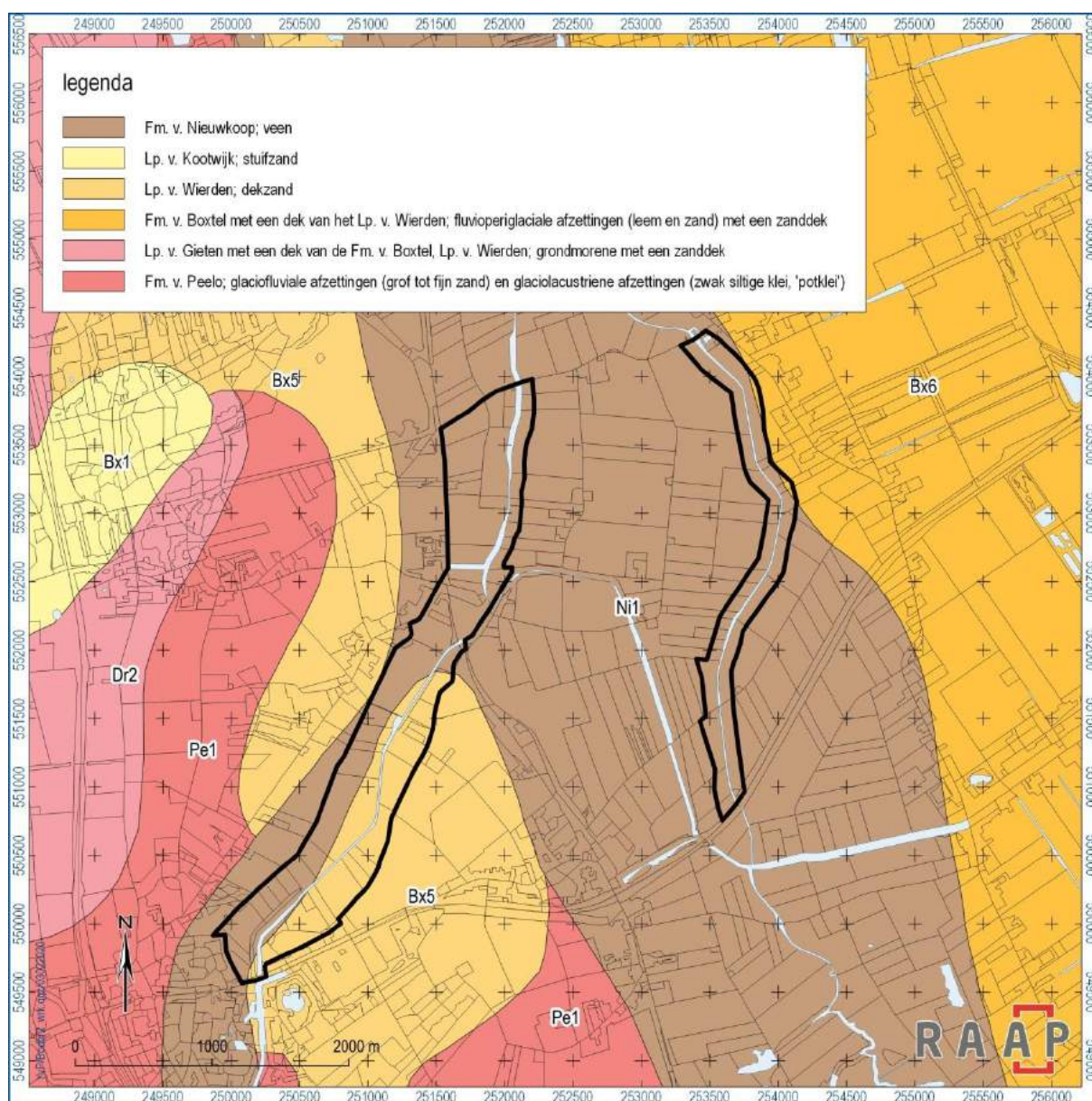
Naast de conform de KNA verplichte bronnen is door de gebiedsexperts van RAAP een beredeneerde keuze gemaakt uit betrouwbare bronnen die voor de archeologische verwachting relevante informatie bevatten (zie bijlage 2 voor de motivering). Daarvoor is gebruik gemaakt van de landelijk en voor RAAP digitaal beschikbare archieven. Voor de beschrijving van de historische situatie is gebruik gemaakt van hiervoor relevante informatiedragers. Voor de actuele metadata van de verzamelde gegevens (gemeente, plaats, etc.) wordt verwezen naar het van toepassing zijnde data-archief.

2.2 Aardkundige situatie

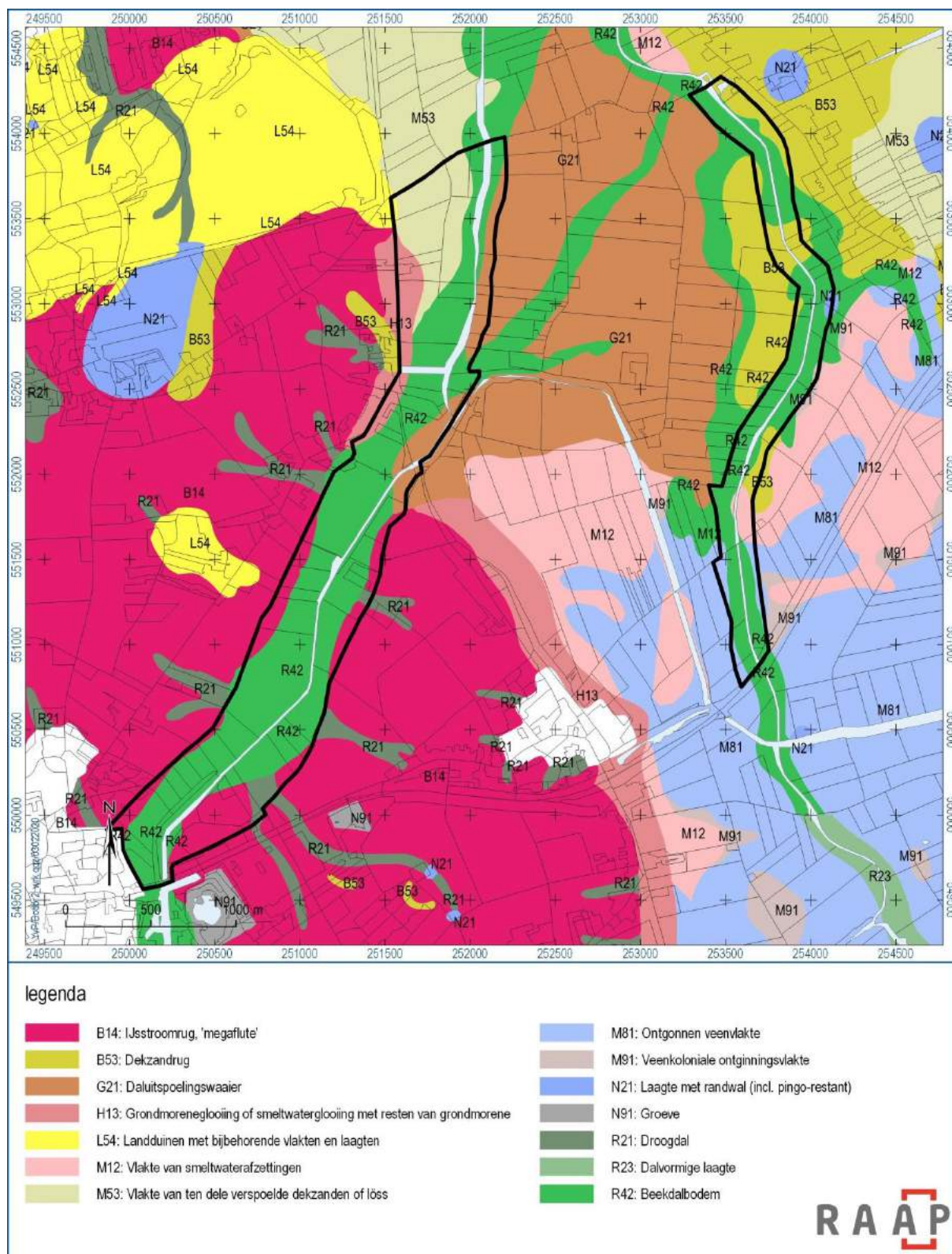
Het plangebied bestaat uit gronden die aan weerszijden van het Voorste- en Achterste Diep liggen. Deze waterlopen – bovenlopen van de Hunze – vormen samen het Hunzedal dat direct ten westen van de Hondsrug ligt. Het dal van het Voorste Diep loopt vanuit het zuidwesten richting het noordoosten dwars door de Hondsrug en is ontstaan als een ijssmeltwaterdal in het Saalien toen het landijs afsmolt. Op het AHN is zowel de loop van het Voorste Diep ten opzichte van de Hondsrug, de ligging van het dal van het Achterste Diep als de ligging van het Hunzedal nog goed zichtbaar (figuur 5).

De geomorfologische- en bodemkundige kaarten van Nederland (1:50.000) omschrijven de gronden langs het Voorste Diep en Achterste Diep als relatief laaggelegen beekdalbodems (tabel 2). De beekdalbodems bestaan langs het zuidelijke deel van het Voorste Diep en het gehele Achterste Diep hoofdzakelijk uit madeveengronden op zand zonder humuspodzol, beginnend ondieper dan 120 cm (aVz) en gooreerdgronden (pZn). Langs het noordelijke deel van het Voorste Diep is sprake van bekeerdgronden (pZg).

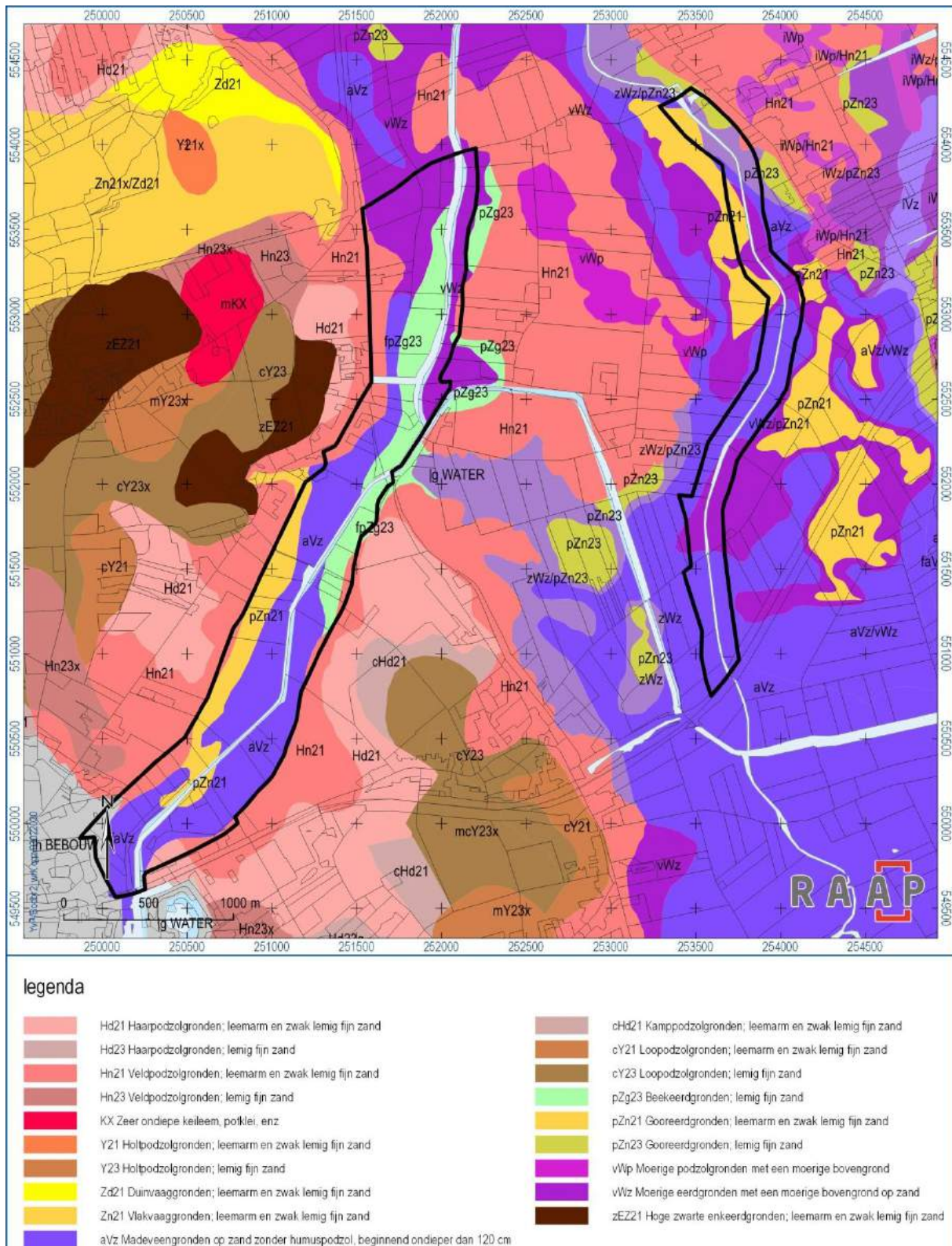
De beekdalbodems van het Voorste Diep worden in het zuiden aan weerszijden begrensd door ijsstroomruggen (megaflutes) waarvan de bodem uit veldpodzolgronden (Hn21) bestaat en in het noorden door daluitspoelingswaaiers (noordoosten) en een vlakte van ten dele verspoelde dekzanden en grondmoreneglooiingen / ijssmeltwaterglooiingen (noordwesten). In beide gevallen bestaat de bodem uit veldpodzolgronden (Hn21). De beekdalbodems langs het Achterste Diep worden begrensd door ontgonnen veenvlakten en smeltwaterafzettingen (moerige eerdgronden met een moerige bovengrond – vWz) in het zuiden en dekzandruggen (gooreerdgronden – pZn21) in het midden en noorden.



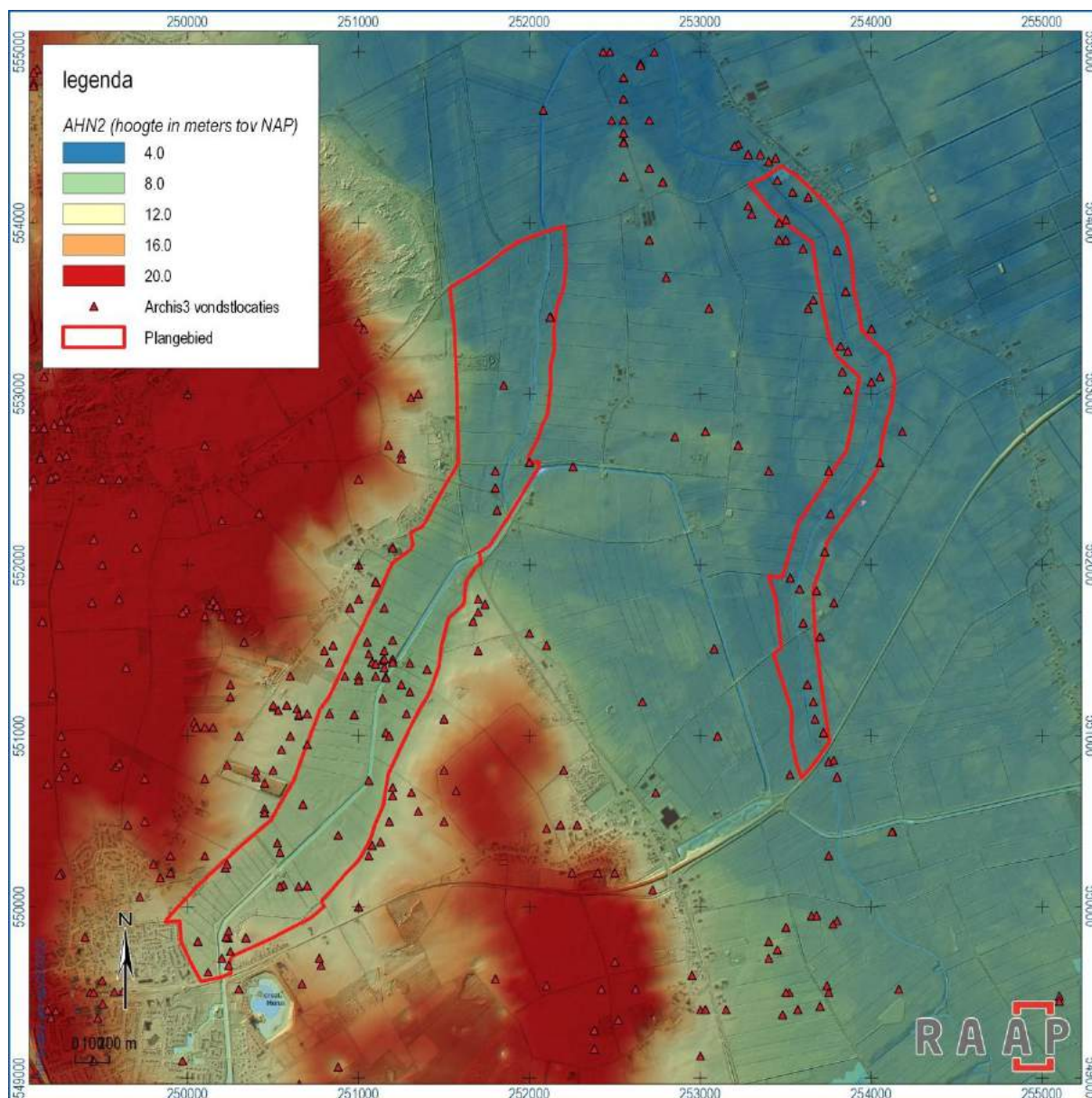
Figuur 2. Het plangebied (zwart omlijnd) geprojecteerd op de geologische kaart van Nederland.



Figuur 3. Het plangebied (zwart omlind) geprojecteerd op de geomorfologische kaart 1:50.000.



Figuur 4. Het plangebied (zwart omlind) geprojecteerd op de bodemkaart 1:50.000.



Figuur 5. Het plangebied (rood omlijnd) en Archis3-vindplaatsen geprojecteerd op het AHN2.

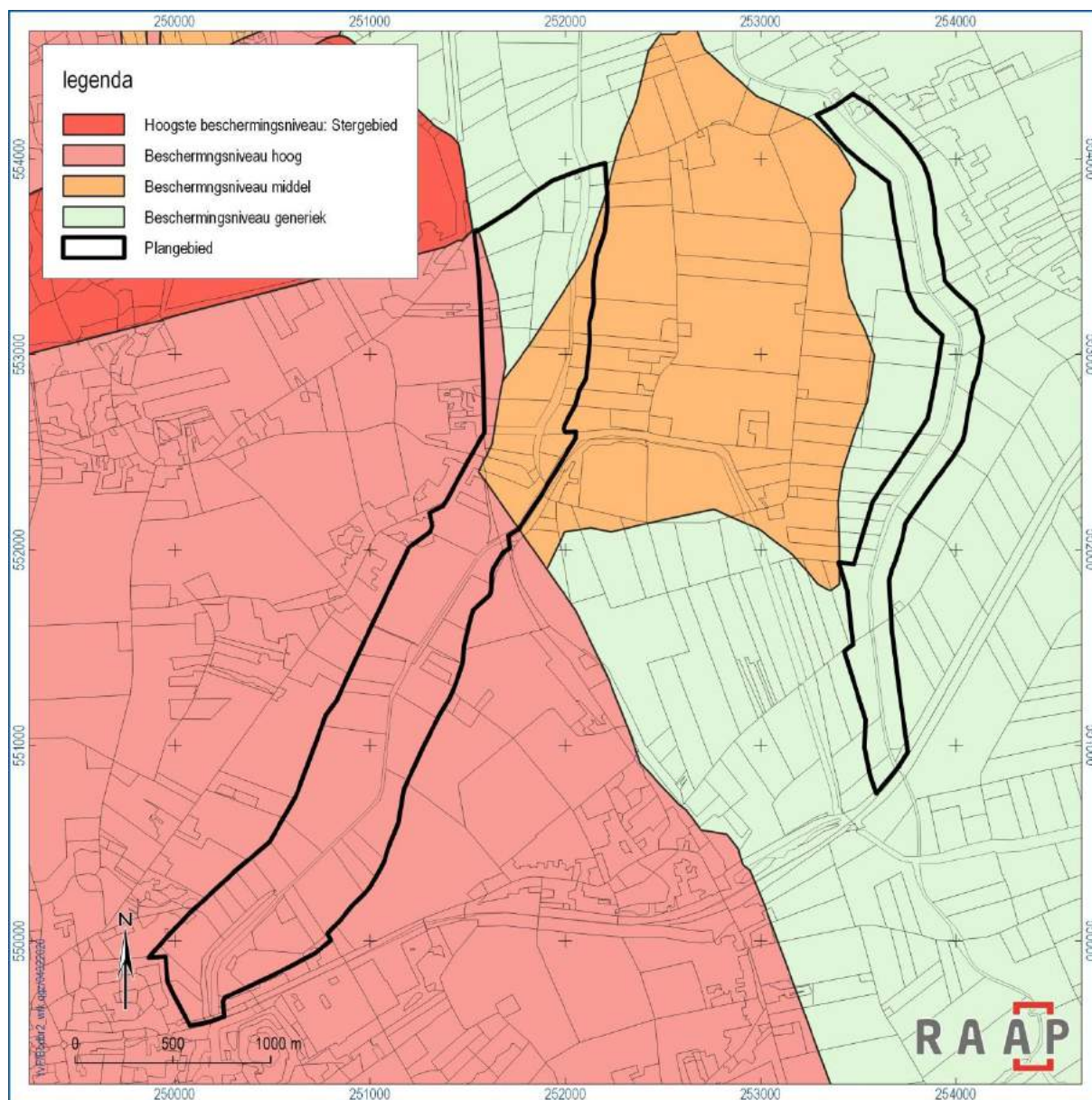
<p>Geologische situatie (GeoTop v1.3, geraadpleegd via www.dinoloket.nl; zie verder Weerts e.a., 2006 en figuur 2)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Voorste Diep: het noorden en zuidwesten behoort tot de Formatie van Nieuwkoop (Ni1: veen); het zuidoosten behoort tot het Laagpakket van Wierden van de Formatie van Boxtel (Bx5: dekzand). - Achterste Diep: Het uiterste noordoosten ligt binnen de Formatie van Boxtel met een dek van het Laagpakket van Wierden (Bx6: fluvio-periglaciale afzettingen (leem en zand) met een zanddek), de rest van dit deel van het plangebied behoort tot de Formatie van Nieuwkoop (Ni1: veen).
<p>Geomorfologische situatie (Koomen & Maas, 2004; figuur 3)</p>	<p>Beekdalbodem (R42), Vlakte van ten dele verspoelde dekzanden (M53), grondmoreneglooiing of smeltwaterglooiing (H13), daluitspoelingswaaier (G21), ijsstroomrug (B14), droogdal (R21), landduinen met bijbehorende vlakten en laagten (L54), dekzandrug (B53), laagte met randwal (incl. pingo-restant; N21), veenkoloniale ontginningsvlakte (M91), ontgonnen veenvlakte (M81), vlakte van smeltwaterafzettingen (M12).</p>
<p>Ouderdom geomorfologische structuur</p>	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Vroeg- en midden-pleistoceen</u>: grondmoreneglooiing of smeltwaterglooiing, ijsstroomrug, vlakte van smeltwaterafzettingen - <u>Vroeg- en midden-pleistoceen tot laat-pleistoceen</u>: droogdal - <u>Vroeg- en midden-pleistoceen tot holoceen</u>: laagte met randwal - <u>Vroeg- en midden-pleistoceen tot heden</u>: beekdalbodem - <u>Laat-pleistoceen</u>: daluitspoelingswaaier, vlakte van ten dele verspoelde dekzanden, dekzandrug - <u>Holoceen</u>: landduinen met bijbehorende vlakten en laagten, veenkoloniale ontginningsvlakte, ontgonnen veenvlakte
<p>Bodemkundige situatie (figuur 4)</p>	<p>Overwegend madeveengronden op zand zonder humuspodzol, beginnend ondieper dan 120 cm (aVz), gooreerdgronden (leemarm en zwak lemig fijn zand; pZn21), beekeerdgronden (lemig fijn zand; pZg23), veldpodzolgronden (leemarm en zwak lemig fijn zand; Hn21), moerige eerdgronden met een moerige bovengrond op zand (vWz), moerige eerdgronden met een zanddek en een moerige tussenlaag op zand (zWz).</p>
<p>Verwachte diepteligging van archeologisch relevante lagen</p>	<p>Op of in de top van het pleistocene dekzand; watergerelateerde archeologie in veen ter plaatse van het beekdal.</p>

Tabel 2. Overzicht van geraadpleegde geologische, geomorfologische en bodemkundige kenmerken van het plangebied en de directe omgeving.

2.3 Aardkundige waarden

Het plangebied ligt in het UNESCO geopark De Hondsrug. De provincie Drenthe heeft de ambitie om de aanwezige kernkwaliteiten (archeologie, landschap en cultuurhistorie) in het geopark in te zetten voor een duurzame economische ontwikkeling van het gebied. Hondsrug UNESCO Global geopark draagt hieraan bij op het vlak van bewustwording, kennisverbreding en een inspirerend kader van kernkwaliteiten voor nieuwe initiatieven. In de omgevingsvisie 2018 van de provincie Drenthe is een kaart bijgevoegd met de verschillende beschermingsniveaus aangaande aardkundige waarden (figuur 6). Het hoogste beschermingsniveau is toegekend aan zogenaamde stergebieden. Dit zijn de meest bijzondere en gave gebieden van Drenthe met een hoge aardkundige kwaliteit die absoluut behouden dienen te worden (veilig stellen; provincie stuurt). De bescherming is gericht op volledig behoud van object/fenomeen en ontwikkelingen zijn alleen toegestaan wanneer ze nodig zijn om de kenmerken te behouden of te herstellen. Binnen het plangebied zijn geen stergebieden aanwezig, al ligt het stergebied stuifzandcomplex Drouwenezand wel direct ten noordwesten van het Voorste Diep. Voor

het beekdal van het Voorste Diep en de flanken daarvan geldt een hoog beschermingsniveau wat inhoudt dat de aardkundige waarden de ontwikkeling dienen te sturen (beschermen; provincie stuurt). Hierbij staat behoud van kenmerken en gaafheid centraal, waarbij ontwikkelingen alleen zijn toegestaan indien kenmerken en gaafheid worden behouden. De daluitspoelingswaaier heeft een middelhoog beschermingsniveau waarvoor geldt dat aardkundige waarden mede richting geven aan nieuwe ontwikkelingen (regisseren; provincie en gemeente sturen). Centraal daarbij staat het behoud van karakteristieken van het aardkundig hoofdlandschap. Ontwikkelingen zijn mogelijk mits behoud van kenmerken en gaafheid vertrekpunt zijn. In het uiterste noorden van dit deel van het plangebied is sprake van generieke bescherming waarbij aardkundige kwaliteiten als inspiratiebron voor ontwikkelingen dienen (respecteren; gemeente stuurt). Laatstgenoemde beschermingsniveau is ook van toepassing op het deel van het plangebied dat langs het Achterste Diep ligt (zie ook tabel 3).



Figuur 6. Het plangebied (zwart omljnd) ten opzichte van de verschillende beschermingsniveaus aangaande aardkundige waarden in de provincie Drenthe.

geomorfologische kaart	beschermingsniveau	inrichting en beheer
beekdal	hoog	gericht op instandhouding van de gradiëntsituaties, rivierduinen en hydrologie. Vergraven, doorsnijden en diepe grondbewerking zijn niet toegestaan.
vlakte van ten dele verspoelde dekzanden	generiek	de natuurlijke elementen en gradiënten als inspiratie gebruiken, onder meer gericht op de versterking van beleving.
grondmoreneglooiing of smeltwaterglooiing	hoog	gericht op instandhouding van de macrogradiënt en de hoofdlijnen in het huidige reliëf en van de bodem- en vochtgradiënten. Behoud van zwerfstenen in het gebied. Vergraven, doorsnijden en diepe grondbewerking zijn niet toegestaan.
daluitspoelingswaaier	middel	bijdragen aan behoud en herstel van de hydrologie, de samenhang en gradiëntsituaties en aan versterking van de beleving.
ijsstroomrug	hoog	gericht op instandhouding van de macrogradiënt en de hoofdlijnen in het huidige reliëf en van de bodem- en vochtgradiënten. Behoud van zwerfstenen in het gebied. Vergraven, doorsnijden en diepe grondbewerking zijn niet toegestaan.
droogdal	hoog	gericht op instandhouding van het natuurlijke reliëf en hydrologie.
landduinen met bijbehorende vlakten en laagten	stergebied	gericht op instandhouding van natuurlijk reliëf en de condities voor actieve verstuiving.
dekzandrug	generiek	bij ontwikkelingen de natuurlijke elementen en gradiënten als inspiratie gebruiken, onder meer gericht op versterking van de beleving.
laagte met randwal (incl. pingo-restant)	generiek	bij ontwikkelingen de natuurlijke elementen en het reliëf als inspiratie gebruiken, onder meer gericht op het beter zichtbaar en beleefbaar maken.
veenkoloniale ontginningsvlakte	generiek	de geschiedenis van het veen en resterende veenpakketten als inspiratie gebruiken, onder meer gericht op het beter zichtbaar en beleefbaar maken. Extensief recreatief medegebruik bevorderen.
ontgonnen veenvlakte	generiek	de geschiedenis van het veen en resterende veenpakketten als inspiratie gebruiken, onder meer gericht op het beter zichtbaar en beleefbaar maken. Extensief recreatief medegebruik bevorderen.
vlakte van smeltwaterafzettingen	middel	bij ontwikkelingen de natuurlijke elementen en het reliëf als inspiratie gebruiken, onder meer gericht op het beter zichtbaar en beleefbaar maken.

Tabel 3. Overzicht van aardkundige waarden, bijbehorend beschermingsniveau en sturing toegespitst op plangebied.

2.4 Archeologische gegevens

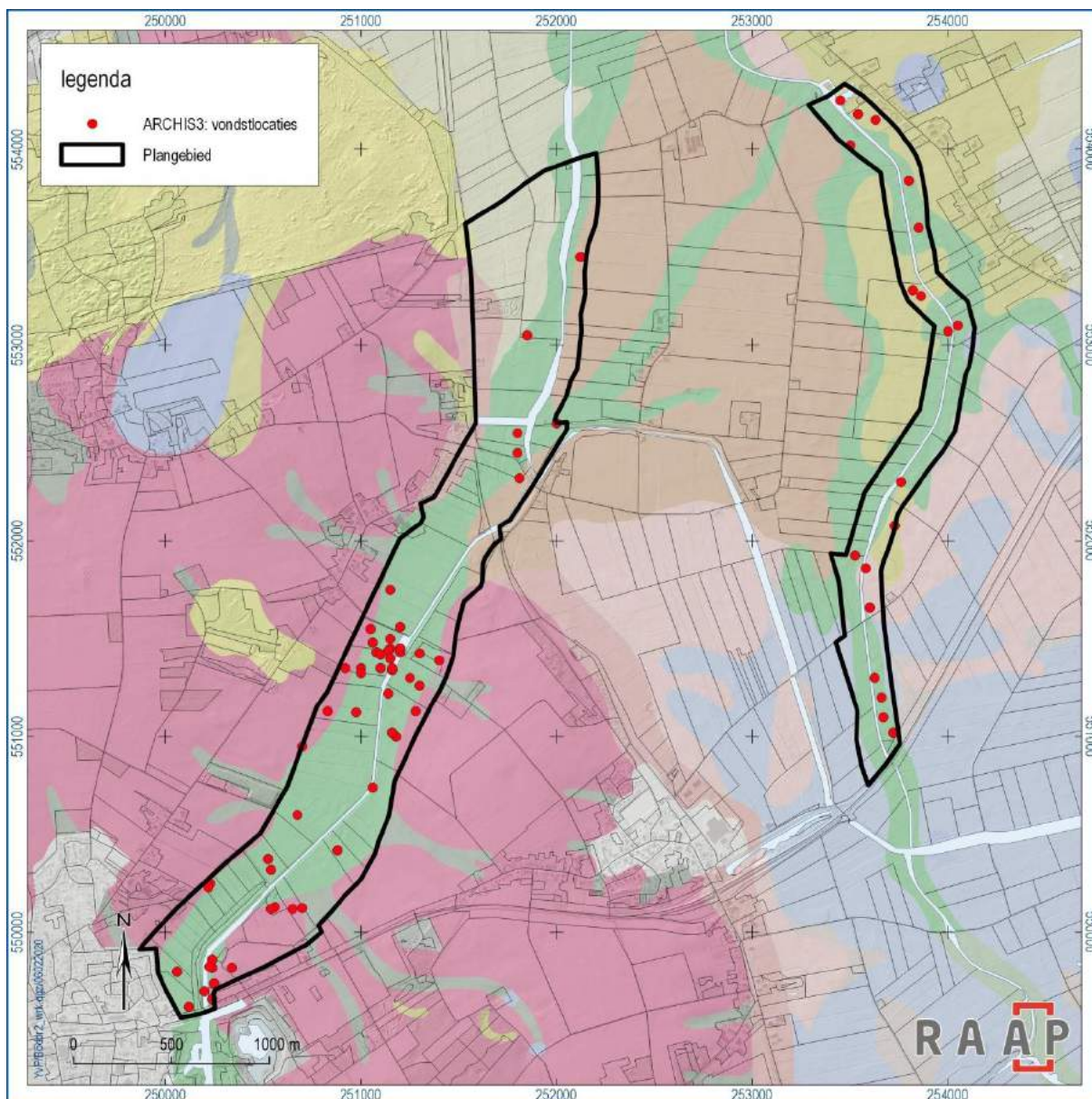
Voor grote delen van het plangebied geldt op basis van de gemeentelijke archeologische verwachtingskaart (Aalbersberg & Van Beek, 2011). De verwachtingen op deze kaart zijn gebaseerd op de aard van de geomorfologische eenheden binnen de gemeentegrenzen (tabel 4). Het gaat daarbij om de beekdalbodems met veen, de (hoge) grondmoreneruggen van de Hondsrug en de dekzandruggen en –koppen (al dan niet met oud bouwlanddek) en meer specifiek de dekzandkoppen binnen de beekdalen. Voor de beekdalbodems zonder veen (deze komen alleen voor in het uiterste zuidoosten langs het Voorste Diep en Achterste Diep) en de glooiingen van afgespoeld materiaal (al dan niet met dekzand) geldt een middelhoge archeologische verwachting. Voor de veenkoloniale ontginningsvlakte (Bronnegerveen) geldt een lage archeologische verwachting. Mogelijke voorde-locaties hebben op de verwachtingskaart eveneens een hoge archeologische verwachting gekregen. De beekdalen zijn verder aangegeven als zijnde van ‘provinciaal belang’ wat inhoudt dat bij bodemingrepen vooraf overleg moet worden gevoerd met de provinciaal archeoloog.

Volgens de database van ARCHIS3 komen in het plangebied een honderdtal vondstlocaties voor waarvan 74 langs het Voorste Diep en 26 langs het Achterste Diep. Ook liggen binnen het plangebied negen AMK-terreinen (3x terrein van hoge archeologische waarde, 6x terrein van archeologische waarde) waarvan 6 langs het Voorste Diep en 3 langs het Achterste Diep. Het gaat daarbij om nederzettingsresten uit de steentijd, ijzertijd, romeinse tijd en middeleeuwen, grafcontexten uit het laat-neolithicum en de late bronstijd en enkele wegen, molens en een brug uit de middeleeuwen (zie tabel 5). De aanwezigheid van een AMK-terrein is niet per definitie gekoppeld aan een vondstlocatie in ARCHIS, zoals het kaartbeeld van figuur 8 aantoont, al ligt binnen AMK-terrein 14269 (molen, nederzetting en weg) bijna een derde deel ($n = 32$) van alle vondstlocaties in het plangebied. Indien de verspreiding van de vondstlocaties wordt gekoppeld aan het landschap, dan blijkt dat van de 100 locaties er 66 in het beekdal liggen, 20 op de flanken van de Hondsrug (ijsstroomrug), 8 op de dekzandruggen, 4 op de daluitspoelingswaaier en 2 in de vlakte van smeltwaterafzettingen: verreweg het meeste archeologische materiaal is dus tot nu toe in het beekdal aangetroffen en ook de AMK-terreinen liggen met name in het beekdal (figuur 7). Rekening houdend met de grotendeels arbitraire grenslijnen van de geomorfologische kaart bevinden veel van de vindplaatsen zich in wat de ‘randzone’ van het beekdal zou kunnen worden genoemd: op de overgang van hoog naar laag / droog naar nat.

Uit het overzicht van de honderd vondstlocaties (zie bijlage 3) blijkt dat vrijwel alle archeologische perioden in het plangebied vertegenwoordigd zijn. Zo gaat het om onder andere vuursteenvindplaatsen (werktuigen, afslagen, kernen) uit het laat-paleolithicum, het mesolithicum (vroeg, midden en laat) en neolithicum (vroeg, midden en laat), aardewerk van de Swifterbant- en Trechterbekercultuur, deposities uit de bronstijd en ijzertijd (vuurstenen- en bronzen bijlen), handgevormd inheems aardewerk uit de ijzertijd en romeinse tijd en vondsten uit de (late) middeleeuwen en nieuwe tijd die voornamelijk gerelateerd zijn aan bebouwing (bijv. molen), bewoning (bijv. gebruiksaardewerk en steengoed) en infrastructuur (bijv. veenweg, brug). Van de gegevens uit ARCHIS3 zijn drie kaarten gemaakt waarop voor de perioden ‘steentijd’, ‘bronstijd – romeinse tijd’ en ‘(late) middeleeuwen – nieuwe tijd’ de ruimtelijke verspreiding van archeologie is aangegeven (bijlage 4). Uit de kaartbeelden blijkt dat steentijd-gerelateerde archeologie vrijwel overal in het plangebied is aangetroffen, al liggen veel vondstlocaties wel langs de randen van het beekdal (uitgezonderd de nederzettingslocatie ter hoogte van AMK-terrein 14269). Het aantal vondstlocaties uit de bronstijd, ijzertijd en/of romeinse tijd is beduidend minder ten opzichte van de steentijd, maar ook hier liggen de vindplaatsen met name langs de randen van het beekdal. De vondstlocaties uit de late middeleeuwen en nieuwe tijd laten het

tegenovergestelde zien: de vindplaatsen liggen juist dicht langs de waterlopen van het Voorste- en Achterste Diep.

Enkele kanttekeningen zijn nog op zijn plaats. De samenstelling van het vondstmateriaal verschilt namelijk sterk per vondstlocatie en kan variëren van enkele tot tientallen vondsten en in een paar gevallen zelfs enkele honderden artefacten. Verder is de stratigrafische context van het vondstmateriaal grotendeels onbekend wat betekent dat een deel van het vondstmateriaal niet *in situ* ligt en bijvoorbeeld door aanvoer van grond buiten het plangebied of door ploegen (omwoeling) op de huidige vindplaats terecht is gekomen.



Figuur 7. Het plangebied (zwart omlijnd) met daarin de verspreiding van de vondstlocaties uit ARCHIS3 en op de achtergrond de geomorfologische kaart 1:50.000.

Gemeentelijk archeologiebeleid

Bestemmingsplan	<p>Voor het gehele plangebied geldt een dubbelbestemming 'Waarde Archeologie 4' met uitzondering van het AMK-terrein 'Bronnegermeden' waarvoor 'Waarde Archeologie 1' geldt. Voor eerstgenoemde geldt dat archeologisch onderzoek verplicht is bij bodemingrepen die dieper gaan dan 30 cm –mv en een oppervlak beslaan van ten minste 1000 m². Voor laatstgenoemde geldt eveneens dat bij een verstoringsdiepte van meer dan 30 cm –mv archeologisch onderzoek verplicht is, ongeacht het totale oppervlak van de bodemingrepen.</p>
Gemeentelijke archeologische verwachtings- en beleidskaart	<ul style="list-style-type: none"> • Hoge archeologische verwachting (beekdal): archeologische begeleiding (protocol opgraving) • Hoge archeologische verwachting (stuifzandgebieden): bij ingrepen \geq 1000 m² verkennend booronderzoek (6 boringen per ha), zo nodig karterend onderzoek (20 megaboringen per ha); bij ingrepen >4ha voorafgegaan door bureauonderzoek • Hoge archeologische verwachting (dekzandkoppen in beekdal): bij ingrepen \geq 100 m² verkennend booronderzoek (6 boringen per ha), zo nodig karterend onderzoek (20 megaboringen per ha) • Hoge of middelhoge archeologische verwachting: bij ingrepen \geq 500 m² verkennend booronderzoek (6 boringen per ha), zo nodig karterend onderzoek • Middelhoge archeologische verwachting (beekdal): veldinspectie na uitvoering bodemingrepen • Middelhoge of lage verwachting (veenkoloniaal gebied): veldinspectie • Terrein van archeologische waarde: behoud in situ, indien niet mogelijk waarderend onderzoek • Terrein van hoge archeologische waarde: behoud in situ, indien niet mogelijk opgraven • Bufferzone AMK-terreinen: bij ingrepen vooraf overleg met de gemeente • Voorde met bufferzone: bij ingrepen vooraf overleg met de gemeente • Groeves en terreinen met ontgrondingsvergunning: vrijgegeven, geen onderzoek nodig, maar wel meldingsplicht

Tabel 4. Overzicht van het geldende archeologiebeleid en achterliggende verwachtingskaart.

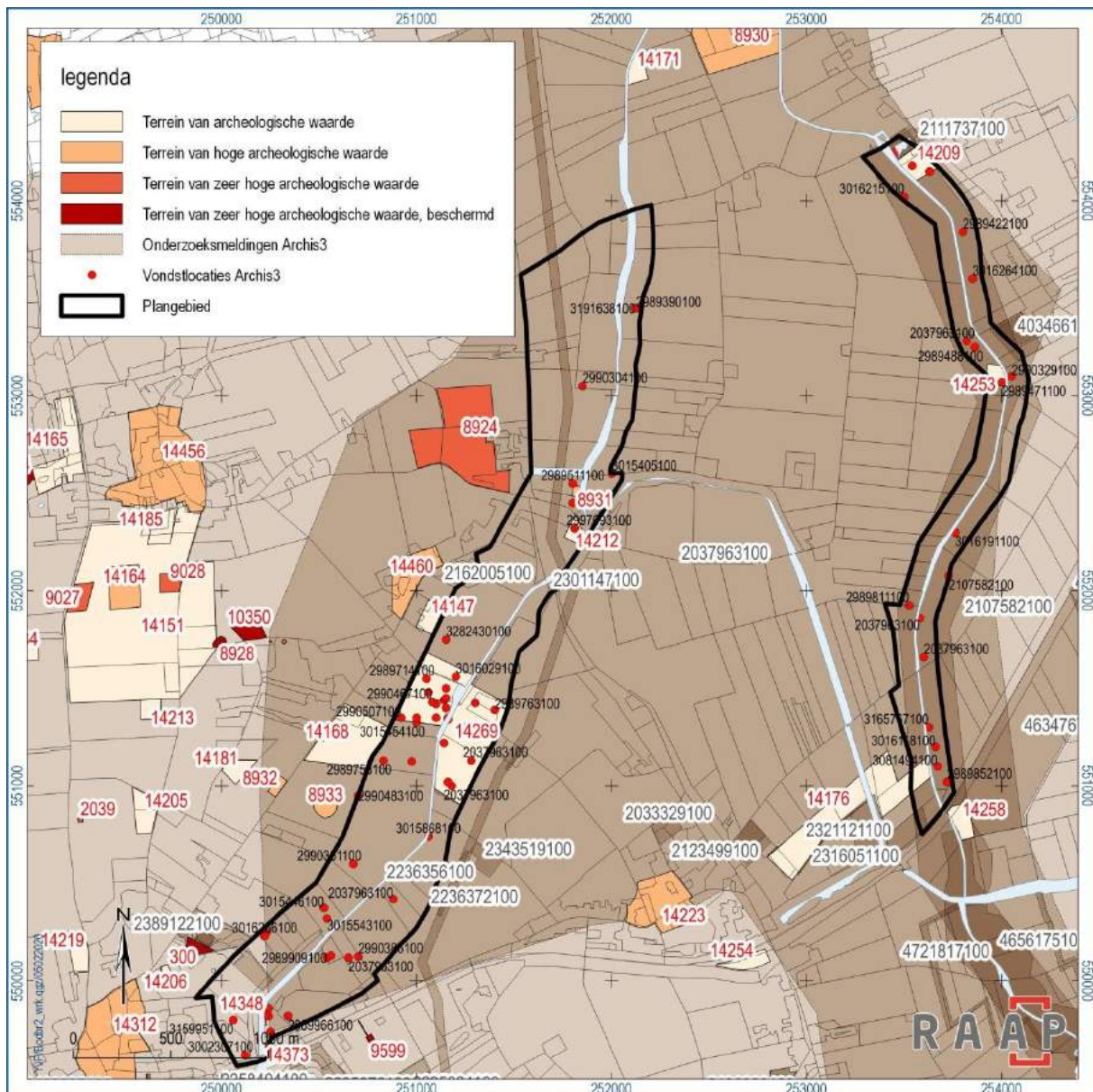
Monument	Waarde	Complex	Toponiem	Datering
8931	Hoge archeologische waarde	Watermolen	Kloenveen	Late Middeleeuwen A
14212	Archeologische waarde	Brug	Kloenveen	Late Middeleeuwen
14147	Archeologische waarde	Nederzetting, urnenveld en vlakgraf	Hoornscheveld	Nederzetting: laat-paleolithicum – laat-neolithicum Urnenveld: late bronstijd Vlakgraf: laat-neolithicum B
14269	Archeologische waarde	Molen, nederzetting en weg	Bronnegermaderen	Molen: late middeleeuwen Nederzetting: laat-paleolithicum B – vroeg-neolithicum Weg: vroege middeleeuwen D – late middeleeuwen B
14348	Hoge archeologische waarde	Nederzetting	Kanaal Borger-Odoorn	Neolithicum, ijzertijd en middeleeuwen
14373	Hoge archeologische waarde	Nederzetting	Marslanden	Laat-paleolithicum B – midden-neolithicum B
14209	Archeologische waarde	Nederzetting, vuursteenbewerking	Drouwenerstraat	Laat-paleolithicum, ijzertijd-romeinse tijd
14253	Archeologische waarde	Weg (keienbestrating met hout)	Achterveen	Late middeleeuwen – nieuwe tijd
14176	Archeologische waarde	Weg (bestraat pad)	Kwallanden	Late Middeleeuwen

Tabel 5. Overzicht van de bekende archeologische monumenten in het plangebied.

Eerder in de omgeving uitgevoerd onderzoek volgens ARCHIS3

ZaakID	Resultaat/advies	Opmerking
2037963100	Archeologisch onderzoek in het kader van de Bijdragenregeling Bodembeschermingsgebieden in het Hunzedal met als doel tot adviezen/aanbevelingen te komen met betrekking tot beschermingsmaatregelen van archeologisch waardevolle terreinen. Verschillende vindplaatsen die binnen het plangebied liggen worden ook in dit rapport vermeld.	Archeologische verwachtingskaart (Scholte Lubberink, 1993).
2107582100	Archeologisch booronderzoek uitgevoerd langs het Achterste Diep: op basis van vastgestelde bodemopbouw is gericht archeologisch beleidsadvies: veel percelen langs het Achterste Diep hebben een middelhoge of hoge verwachting waar archeologisch onderzoek in het geval van geplande bodemverstoring dient te worden uitgevoerd.	Archeologisch booronderzoek (La Fèber & Marinelli, 2006).
2162005100	Inventariserend veldonderzoek ten behoeve van de aanleg van een aardgastransportleiding tussen Scheemda en Ommen. Binnen het plangebied zijn enkele tientallen boringen gezet, maar dit heeft geen archeologische indicatoren opgeleverd.	Archeologisch booronderzoek (Van Beek, Van Hoof & Jans, 2008).
2220917100	Rapport niet beschikbaar.	Archeologisch booronderzoek (Grontmij/Sweco).
2300045100	Een combinatie van bureauonderzoek, grondradaronderzoek en booronderzoek heeft aangetoond dat binnen het onderzoeksgebied een overwal van de oude loop van het Voorste Diep ligt; de daadwerkelijke loop ligt oostelijker. Er zijn geen archeologische vondsten waargenomen (verwachting middelhoog) en onder het veen is geen bodemvorming waargenomen. Advies: proefsleuvenonderzoek om vast te stellen of op de oeverwal of in het beekdal archeologie aanwezig is.	Archeologisch booronderzoek (Thijs, 2009).
2301147100	Rapport niet beschikbaar.	Archeologisch booronderzoek (Arcadis).
4034661100	Op basis van gezette boringen wordt geconcludeerd dat er geen archeologische resten in het onderzoeksgebied worden verwacht die gerelateerd zijn aan (tijdelijke) bewoningsstructuren. Wel kunnen binnen het plangebied beekgerelateerde resten in situ worden aangetroffen, al lijkt van een goed ontwikkeld beekdal geen sprake te zijn. De hoge verwachting dient bijgesteld te worden naar een middelhoge tot lage verwachting.	Archeologisch booronderzoek (Ten Broeke, 2017).
4563098100	Onderzoek nog niet afgerond.	Archeologische begeleiding (Econsultancy BV).
4616671100	Uit het booronderzoek is gebleken dat de beekafzettingen nog intact zijn en dat er twee dekzandkoppen in het plangebied aanwezig zijn; er zijn geen archeologische indicatoren aangetroffen. Advies: archeologische begeleiding voor werkzaamheden in westelijke helft van het plangebied.	Archeologisch booronderzoek (Tulp, 2018).
4644365100	Rapport niet beschikbaar.	Archeologisch bureauonderzoek (ADC).

Tabel 6. Overzicht van eerder archeologisch onderzoek in en rond het plangebied.



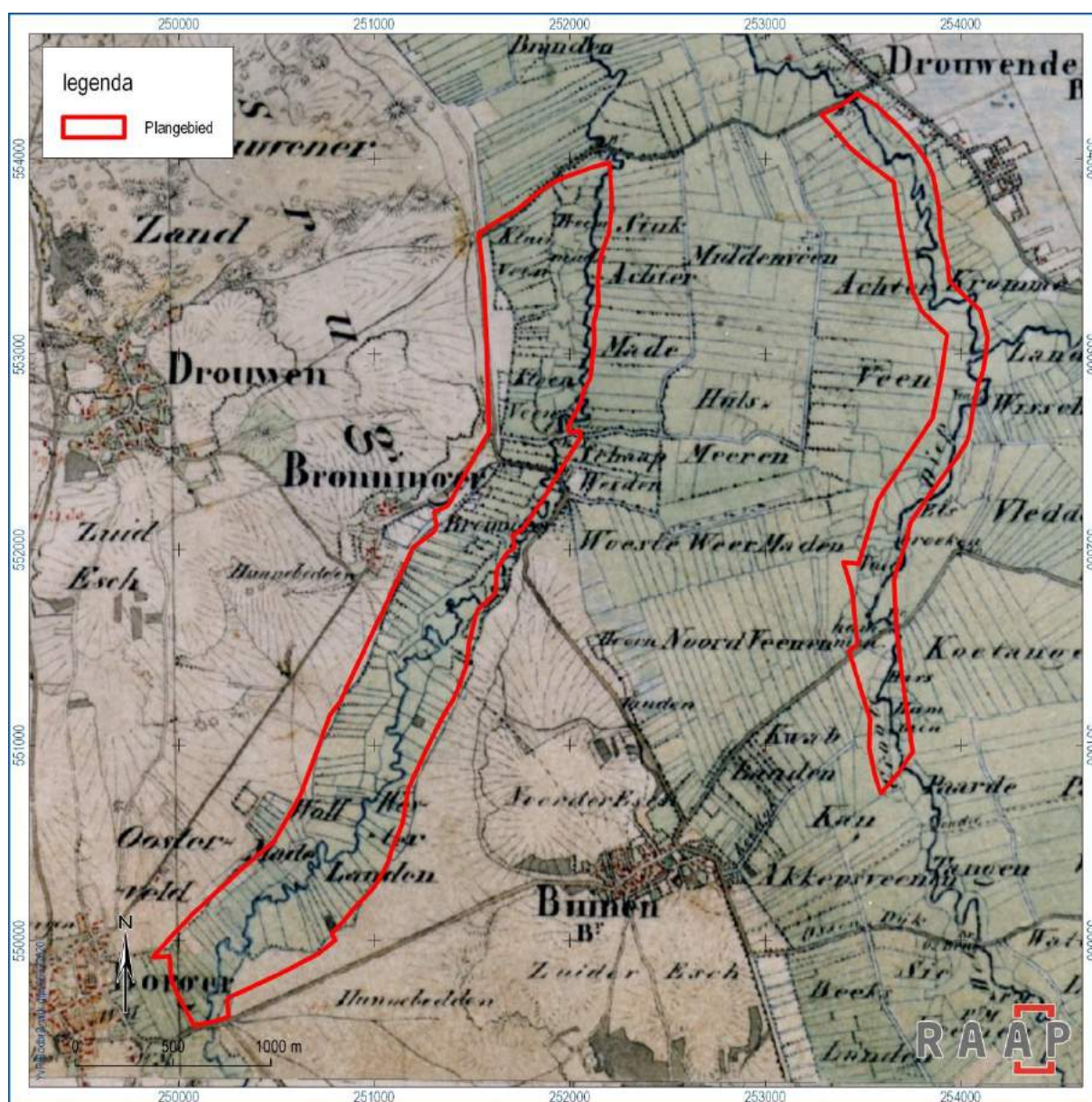
Figuur 8. Overzichtskartaat archeologische gegevens uit de directe omgeving van het plangebied.

2.5 Historische situatie

Op basis van historische kaarten kan inzicht worden verkregen in de het historisch gebruik van een gebied van na de late middeleeuwen tot begin 20e eeuw. In die periode was men veel meer dan nu gebonden aan de (on)mogelijkheden die het natuurlijke landschap bood voor bewoning en andere vormen van landgebruik. Het historisch gebruik zegt daarmee iets over de archeologische potentie van het gebied. Daarnaast kan het informatie leveren over eventuele bodemverstoringen die in het verleden hebben plaats gevonden.

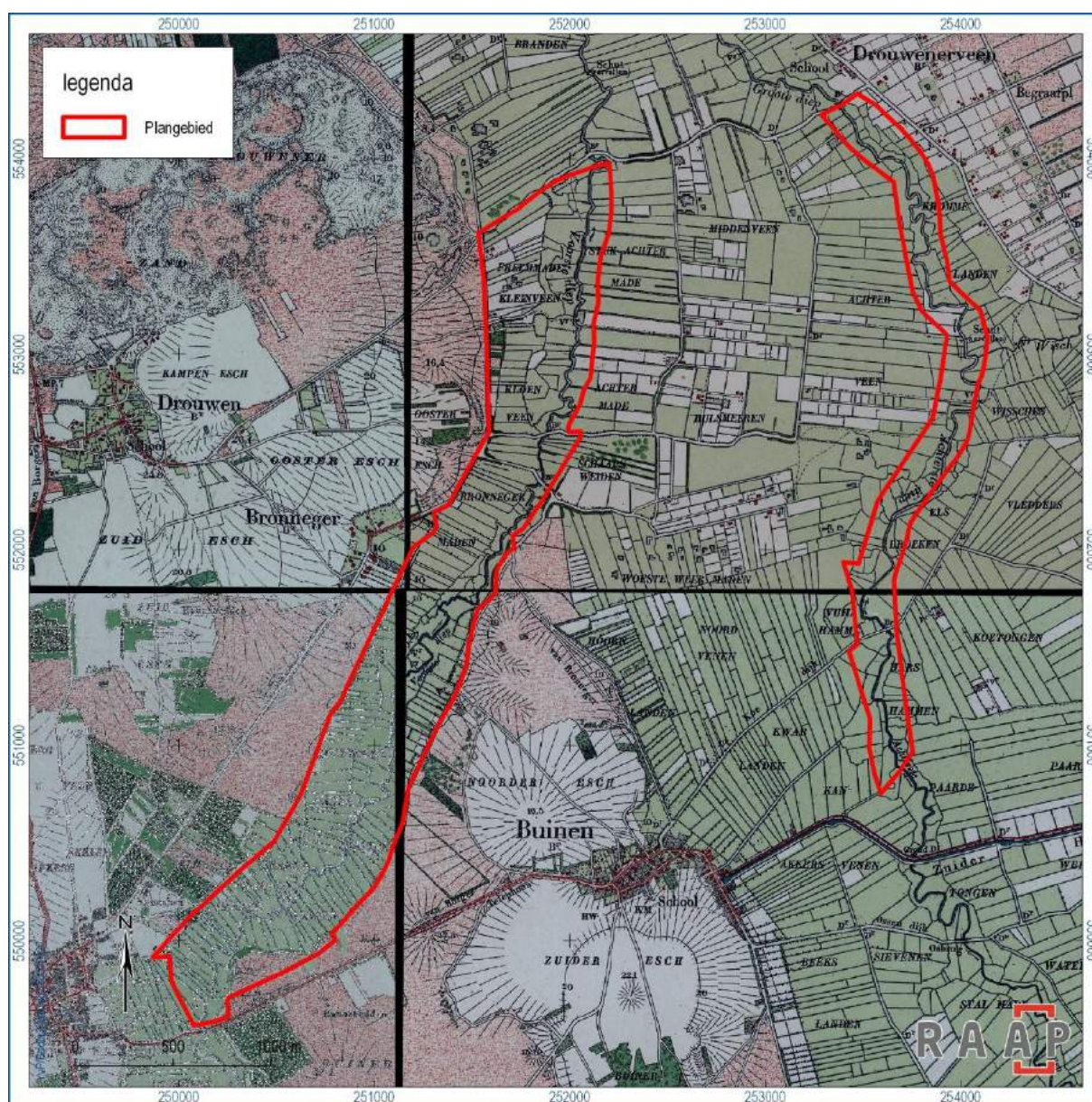
Het plangebied ligt grofweg tussen de dorpen Borger, Gasselte, Gasselternijveen en Buinerveen en bestaat uit gronden die grenzen aan beide zijden van het Voorste en Achterste Diep. Het Voorste diep stroomt binnen het plangebied vanuit het zuidwesten richting het noordoosten; het Achterste Diep stroomt grofweg richting het noorden. Beide waterlopen ontmoeten elkaar ruim 1200 m ten noorden van

het plangebied waar ze samen verder gaan als de Hunze. Uit de eerste relatief nauwkeurige kaarten, daterend uit de eerste helft van de 19^e eeuw, blijkt dat het plangebied al verkaveld was en grotendeels in gebruik was als hooi- en weilanden (Kadastrale Minuut 1832). Tussen de landbouwkavels lagen al verschillende wegen die ook vandaag de dag nog bestaan. Het gaat daarbij om onder andere de in het noorden gelegen Drouwenerstraat, de van daaruit richting het zuiden lopende Dorpsstraat en Achterveensdwarsdijk, de in het westen gelegen Gasselterstraat en de in het zuiden gelegen Koedijk. Van bewoning in het plangebied was toen nog geen sprake en de enige bebouwing bestond uit enkele bruggetjes over de waterlopen van het Voorste en Achterste Diep. Deze hadden in de 19^e eeuw nog een meanderend verloop zoals duidelijk zichtbaar is op de Topografisch Militaire Kaarten (ca. 1850; figuur 9) en Bonnebladen (ca. 1900; figuur 10). Worden de Kadastrale Minuut en TMK (1^e helft 19^e eeuw) vergeleken met de Bonnebladen uit ca. 1900, dan blijkt dat er in de loop van de 19^e eeuw verder weinig is veranderd in het plangebied.

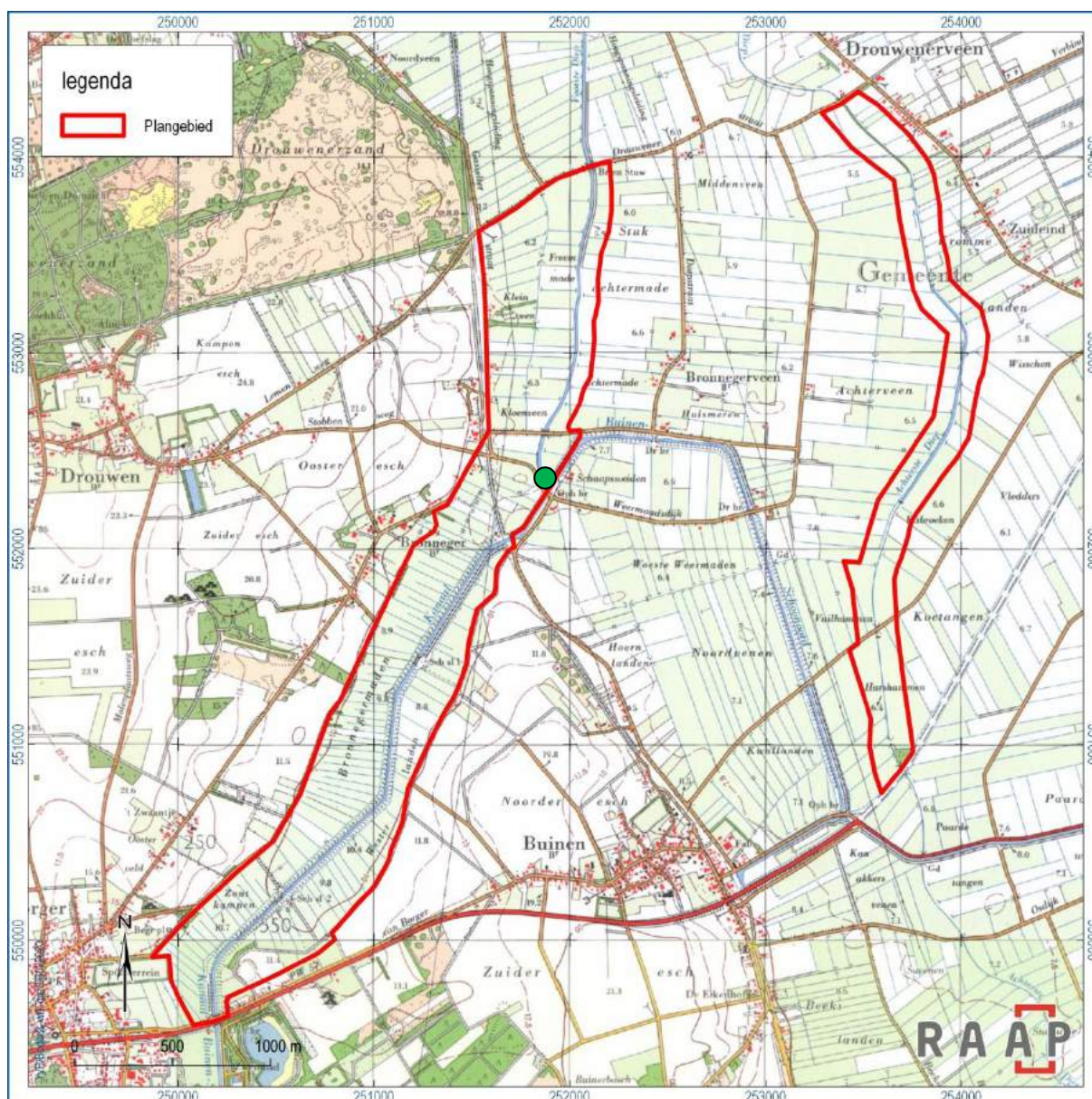


Figuur 9. De ligging van het plangebied ten opzichte van de TMK uit ca. 1850.

De enige opvallende verandering is de bouw van enkele woningen in het uiterste noordwesten van het plangebied langs de Gasselterstraat (ter hoogte van nr. 3). Het Voorste en Achterste Diep werden in de 20^e eeuw in twee fasen genormaliseerd: rond de jaren '30 en eind jaren '50. In de jaren '30 werd met name het zuidelijke deel van Voorste Diep in het kader van werkverschaffing gekanaliseerd in wat nu het Kanaal Buinen-Schoonoord is. In de jaren '60 vond herverkaveling plaats waarbij het huidige verkavelingspatroon ontstond. Ter hoogte van Bronneger doorkruist ook de voormalige spoorlijn van de Noordoosterlocaalspoorweg-Maatschappij (traject Emmen-Gasselternijveen) het plangebied. De spoorlijn werd rond 1905 aangelegd maar in 1964 opgeheven. De voormalige loop van het spoor is als een zijstraat van de Buinerstraat nog goed zichtbaar (figuur 11). De enige bouwhistorische waarde in het plangebied is een in 1927 gebouwde ophaalbrug ter hoogte van Bronnegerveen die als PM1-0121 geregistreerd staat als een Provinciaal monument (gemeentelijke cultuurhistorische waardenkaart 2014; groene stip op figuur 11).



Figuur 10. De ligging van het plangebied ten opzichte van de Bonnebladen uit ca. 1900.



Figuur 11. De ligging van het plangebied ten opzichte van de topografische kaart uit 1975.

2.6 Huidige situatie

Aan de hand van actuele gegevens van het Geoportaal Drenthe, recente luchtfoto's en Google Street View zijn de onderstaande zaken over de huidige situatie te melden.

Huidig grondgebruik	Grasland, akker (figuur 12)
Hoogteligging maaiveld	Van 4,5 tot 13,5 m +NAP
Grondwatertrap of -stand	III tot VII
Milieutechnische condities	n.v.t.
Aanwezige constructies (funderingen, kelders e.d.)	Er dient rekening te worden gehouden met de aanwezigheid van resten van bruggen en duikers.
Locatie en diepte van kabels/leidingen	Door het noordelijke deel van het plangebied (ten westen van het Voorste Diep) loopt een aardgastransportleiding. De diepte daarvan is onbekend.

Tabel 7. Overzicht van de huidige situatie van het plangebied.



Figuur 12. Luchtfoto van het plangebied.

2.7 Toekomstige situatie

Dit onderzoek is uitgevoerd in verband met voorgenomen ontwikkeling van het plangebied waarbij bodemingrepen ingrepen zullen plaatsvinden, die eventueel aanwezige archeologische waarden in het plangebied zouden kunnen verstoren. De exacte ingrepen zijn nog niet bekend.

3 Gespecificeerde archeologische verwachting

Op basis van de tijdens het bureauonderzoek verzamelde gegevens is een gespecificeerde archeologische verwachting opgesteld. Deze geeft inzicht in de aard en de ouderdom (inclusief omvang en uiterlijke kenmerken), (diepte)ligging, en gaafheid van eventueel aanwezige archeologische resten.

Aard en ouderdom

Het verspreidingspatroon van archeologische vindplaatsen is voor een groot deel gerelateerd aan de fysieke eisen die de mens stelde aan de leef- en woonomgeving. Het meest markant zijn de verschillen tussen jager-verzamelaars enerzijds en landbouwers anderzijds.

Steentijd – Bronstijd

In de steentijd (paleolithicum t/m neolithicum) leefden de mensen voornamelijk van de jacht, visvangst en het verzamelen van eetbare planten en vruchten. Deze zogenaamde jager-verzamelaars trokken door het landschap en verbleven alleen tijdelijk op een plek. Uit een ruimtelijke analyse blijkt dat hun kampementen in vrijwel alle gevallen waren gesitueerd op de overgang van nat naar droog. Nabij dergelijke gradiëntzones waren namelijk de meeste voedselbronnen voorhanden en was (drink)water bereikbaar. Er dient in deze delen van het plangebied rekening te worden gehouden met relatief kleine vindplaatsen die zich kenmerken door een (oppervlakkige) spreiding van vuurstenen werktuigen en afval. Hoewel de (tijdelijke) verblijfplaatsen zich vermoedelijk op de hogere delen van het landschap bevonden, moet ook rekening worden gehouden met archeologische vondsten in de aangrenzende moerassige laagten (bijv. afval).

De introductie van de landbouw (vanaf het neolithicum) zorgde ervoor dat mensen steeds langer op dezelfde plek verbleven waarbij de nederzettingen met akkers bij voorkeur op hoger gelegen gronden lagen en relatief dicht bij (open) water. Desalniettemin bleven (neven)activiteiten zoals vissen, jagen en verzamelen nog lange tijd bestaan waardoor zowel in de hoge (droge) als lage (natte) delen van het landschap archeologische resten kunnen worden aangetroffen. In algemene zin geldt dat voor het neolithicum en de bronstijd ook rekening dient te worden gehouden met nederzetting-gerelateerde sporen zoals paalkuilen, afvalkuilen, greppels en graven en daaraan gerelateerd vondstmateriaal.

Beekdalen vormen in dit tijdbeeld een belangrijke en unieke landschappelijke eenheid met een sterke aantrekkingskracht op de mens en specifieke archeologische sporen en vondsten. Daarbij valt te denken aan offergaven (rituele deposities, geïsoleerde objecten), visvangstinstallaties (viswieren) en kano's. Dergelijke archeologische fenomenen zijn niet op te sporen met gebruikelijke (betrekkelijk grofmazige) verkennend en karterend archeologisch vooronderzoek, dat in feite is afgestemd op nederzettingsterreinen. Verder dient in de beekdalen rekening te worden gehouden met de aanwezigheid van voordden (doorwaadbare oversteekplaatsen)¹ en bruggen.

¹ Voorden zijn dikwijls te herkennen aan onder meer bodemverstevingingen van hout of veldkeien, (veel jongere) wegen en de samenkomst van (middeleeuwse) karrensporen (die in het algemeen door moderne bodembewerkingen zijn uitgewist), clustering van grafheuvels en door concentraties aan offervondsten en afval. Voorden zijn niet zelden in de nieuwe tijd overbrugd en regelmatig ook te herkennen aan schansen (uit de 16e t/m late 18e eeuw) die vlakbij werden aangelegd om deze overgangen (strategische plaatsen) te beschermen/beheersen.

Vertaling naar kaartbeeld (kaartbijlage 2)

Op grond van bovenstaande gespecificeerde archeologische verwachting is aan de hoge delen van het landschap – op relatief korte afstand van water – een hoge archeologische verwachting toegekend. Het gaat daarbij om dekzandkoppen (en –ruggen) in zowel het beekdal als de Hunzevlakte en de flanken van de Hunzevlakte en Hondsrug. Aan de beekdallaagten is een eigen archeologische verwachting gekoppeld gezien het specifieke karakter van deze landschappelijke eenheid. Voor beide beekdalen geldt daarom een zeer hoge archeologische verwachting gezien de verwachte aanwezigheid van afgedekte dekzandkopjes (geschikte bewoningslocaties), offergaven, voordes en andere aan beekdallaagtes gerelateerde archeologische fenomenen. De dekzandvlakte langs het noordwestelijke deel van het Voorste Diep heeft een lagere archeologische verwachting: de delen van deze vlakte die relatief dicht langs het water liggen (tot ca. 250 m) kunnen onder de juiste omstandigheden ook nog (al dan niet tijdelijk) bewoond en/of in gebruik zijn geweest door vroege landbouwers. Eerder archeologisch onderzoek heeft aangetoond dat in de delen van deze vlakte die verder van het beekdal liggen weinig archeologie zit: de archeologische verwachting voor dit deel van het plangebied is dan ook laag. De archeologische verwachting is verder gespecificeerd door aan bufferzones (50 m) rondom bekende archeologische vindplaatsen uit de steentijd en bronstijd een hoge archeologische verwachting toe te kennen. Ook zijn AMK-terreinen en voor de hand liggende voordelocaties met behulp van een attentieraster zichtbaar gemaakt.

IJzertijd – nieuwe tijd

Ook voor deze periode geldt dat de hogere delen van het landschap in trek waren voor bewoning. Daarbij valt te denken aan (vlak)nederzettingen uit de vroege- en midden-ijzertijd met bijbehorende akkers en grafvelden (grafheuvels en urnenvelden). Binnen dergelijke nederzettingsterreinen kunnen nog sporen bewaard zijn gebleven zoals paalkuilen, afvalkuilen, waterkuilen, hardplaatsen, greppels en/of stakenrijen en aan deze sporen gerelateerd archeologisch vondstmateriaal. Bewoningsresten uit de Romeinse tijd en met name de vroege middeleeuwen ontbreken nagenoeg binnen het plangebied. Ook worden op de flanken van de Hunzevlakte en de Hondsrug resten uit de late middeleeuwen en nieuwe tijd verwacht toen overveende delen van het beekdal en omliggende laagten werden ontgonnen (randveenontginningen).

Vertaling naar kaartbeeld (kaartbijlage 3)

Op basis van bovenstaande gespecificeerde verwachting is aan de flanken van de Hondsrug en Hunzevlakte en de dekzandkoppen in de Hunzevlakte (de hoge delen van het landschap) een hoge archeologische verwachting toegekend. De archeologische verwachting voor dekzandkoppen in de beide beekdalen is ten opzichte van de vorige kaart bijgesteld naar middelhoog, rekening houdende met minder geschikte woonomstandigheden (veengroei) en de relatief kleine hoeveelheid bekende archeologische vindplaatsen uit deze periode (zie bijlage 4). Aan de dekzandvlakte langs het noordwesten van het Voorste Diep is een lage archeologische verwachting toegekend. Aan de beekdallaagte van het Voorste Diep is ook voor de periode van de ijzertijd – nieuwe tijd een specifieke zeer hoge archeologische verwachting toegekend waarvoor dezelfde argumenten gelden als in het geval van de periode steentijd – bronstijd. De archeologische verwachting voor de beekdallaagte van het Achterste Diep is, gezien de lagere ligging van dit dal ten opzichte van het Voorste Diep en de veronderstelde grotere invloed van veenvorming op bewoning, één trede lager dan die van het Voorste Diep maar nog steeds hoog. Ook in dit kaartbeeld is de archeologische verwachting verder

gespecificeerd door aan bufferzones (50 m) rondom bekende archeologische vindplaatsen uit de ijzertijd tot en met de nieuwe tijd een hoge archeologische verwachting toe te kennen. AMK-terreinen en voor de hand liggende voordelocaties zijn wederom zichtbaar gemaakt met behulp van een attentieraster.

Fysieke kwaliteit

Aangezien in het plangebied afdekkende pakketten aanwezig zijn is mogelijk sprake van een goede conservering van de archeologische resten. Uit het bureauonderzoek is gebleken dat het plangebied is ontgonnen voor de landbouw. Regelmatige landbouwkundige werkzaamheden resulteren meestal in een bouwvoor met een gemiddelde dikte van 30 tot 40 cm. Eventuele archeologische resten zullen tot die diepte verstoord zijn. Met name grondsporen kunnen onder de bouwvoor nog bewaard zijn gebleven. Voorts kunnen archeologische resten door verploeging in de bouwvoor zijn opgenomen of kunnen ze in het geval van grondverbetering van buiten het plangebied zijn aangevoerd.

Bodemverstoring

In het plangebied is sprake van verschillende soorten bodemverstoring (zie kaartbijlagen 2 en 3: grijze arceringen). In de eerste plaats gaat het daarbij om vergravingen in het kader van de aanleg van wegen en het normaliseren van de waterlopen van het Voorste en Achterste Diep. Daarnaast heeft archeologisch booronderzoek van Oranjewoud B.V. (La Fèber & Marinelli 2006) geleid tot een archeologische advieskaart waarop zowel een archeologische verwachting als waargenomen vergravingen staan afgebeeld. Voor dat onderzoek zijn per kavel één of twee boringen gezet (grofweg om 100 tot 150 m) waarna op basis van de in de boringen waargenomen bodemopbouw, per perceel, is bepaald of er al dan niet sprake is van bodemverstoring met gevolgen voor de (mogelijk aanwezige) archeologie. De resultaten uit dat onderzoek hebben tot op zekere hoogte een toegevoegde waarde voor het opstellen van een gespecificeerde archeologische verwachting voor het huidige plangebied, aangezien voor een groot deel van de gronden langs het Achterste Diep de bodemverstoring in kaart is gebracht. De resolutie/diepgang van het onderzoek is echter tot op zekere hoogte problematisch: de advieskaart geeft namelijk een verwachting per kavel waarbij de gegevens van de daarbinnen gezette boring voor de hele kavel gelden. Daarbij komt nog dat de gezette boringen steeds in het midden van de kavel zijn gezet en er geen rekening gehouden lijkt te zijn met de landschappelijke situatie. Hetgeen betekent dat een boring heel goed in een verstoord deel van een beekdallaagte kan zijn gezet, terwijl 100 m verderop een intacte dekzandkop aanwezig is. Wellicht ligt de oorzaak hiervan in het ontbreken van een gedetailleerde AHN destijds, terwijl voor onderhavig onderzoek de beschikking was van de AHN3 met een zeer hoge detailniveau. Om die reden zijn de kleine landschappelijke eenheden waaraan een hoge archeologische verwachting is toegekend (dekzandkoppen) niet als verstoord weergegeven in het geval van overlap met de verstoringenkaart van Oranjewoud B.V.

4 Conclusies en advies

4.1 Conclusie

Op grond van de onderzoeksresultaten en onder verwijzing naar de doelstellingen, kunnen de volgende uitspraken worden gedaan:

Het plangebied bestaat uit de gronden aan weerszijden van het Voorste en Achterste Diep die grofweg in het westen worden begrensd door de Hondsrug en in het oosten door de Hunzevlakte. In het plangebied komen verschillende archeolandschappelijke zones voor waaronder dekzandkoppen (in de beekdalen en de Hunzevlakte), beekdalvlaktes en de flanken van de Hondsrug en de Hunzevlakte. Het gebied is uitermate geschikt geweest voor jagen, visserij en (tijdelijke) bewoning, hetgeen wordt bevestigd door de aanwezigheid van vele archeologische vindplaatsen die dateren uit met name de steentijd, bronstijd, ijzertijd en late middeleeuwen. Daarnaast zijn er binnen de grenzen van de beekdalen ook specifiek daaraan gerelateerde vindplaatsen/vondsten te verwachten (en ten dele al aangetroffen) zoals offergaven, viswieren, kano's en voorden.

Door het extensieve grondgebruik (grasland) in grote delen van het plangebied en door de afdekkende werking van veen in delen van het beekdal zijn archeologische resten vermoedelijk goed geconserveerd. Wel zijn binnen het plangebied in het verleden bodemingrepen uitgevoerd (normaliseren beken, aanleg wegen) die tot (zware) grondverstoring hebben geleid: deze zones staan op beide verwachtingskaarten aangegeven. Verder komen binnen het plangebied verschillende aardkundige waarden voor waar rekening mee dient te worden gehouden bij inrichting en beheer van het landschap (zie tabel 3).

4.2 Advies

Archeologie

Voor het plangebied zijn twee gespecificeerde archeologische verwachtingskaarten opgesteld (steentijd – bronstijd en ijzertijd – nieuwe tijd) waarop verschillende verwachtingszones staan aangegeven. Per verwachtingszone wordt hieronder verder ingegaan op het daaraan gekoppeld advies.

Gehele plangebied

De archeologische beleidskaart van de gemeente Borger-Odoorn geeft aan dat beide beekdalen van provinciaal belang zijn, wat inhoudt dat bij bodemingrepen binnen dit gebied vooraf contact dient te worden opgenomen met de provinciaal archeoloog.

Hoge en middelhoge archeologische verwachting

Op basis van de resultaten van het onderzoek blijkt dat in de zones met een hoge en middelhoge archeologische verwachting archeologische resten bedreigd worden door de voorgenomen bodemingrepen. Daarom wordt geadviseerd om de plannen zodanig aan te passen dat verstoring wordt voorkomen. Dat kan door bodemingrepen alleen binnen de lage verwachtingszones uit te voeren. Indien planaanpassing niet mogelijk is, wordt aanbevolen in het kader van de bestaande planvorming de onderstaande vervolgstap uit het proces van de Archeologische Monumentenzorg (AMZ) te nemen.

Om de gespecificeerde verwachting aan te vullen en te verfijnen wordt een vervolgonderzoek geadviseerd in de vorm van een inventariserend veldonderzoek door middel van een verkennend booronderzoek. Een dergelijk vervolgonderzoek heeft tot doel de opbouw van de ondergrond, de bodemopbouw en/of bodemverstoringen gedetailleerd in kaart te brengen. Aan de hand daarvan kan de in dit bureauonderzoek opgestelde archeologische verwachting worden getoetst en kunnen concrete gegevens worden verzameld over gaafheid en diepteligging van de verwachte archeologische resten.

(Zeer) hoge archeologische verwachting beekdal (inclusief voordelocaties)

Binnen de beekdallaagtes van het Voorste en Achterste Diep worden archeologische vindplaatsen en/of vondsten verwacht die niet zijn op te sporen met gebruikelijk archeologisch vooronderzoek (verkennend en/of karterend booronderzoek). Het gaat daarbij om onder andere offergaven, visweren, kano's en voordelocaties. Geadviseerd wordt om de plannen zodanig aan te passen dat verstoring hier wordt voorkomen. Indien planaanpassing niet mogelijk is, wordt geadviseerd om bij bodemingrepen archeologisch onderzoek uit te laten voeren in de vorm van een archeologische begeleiding.

AMK-terreinen

Van de verschillende AMK-terreinen in het plangebied is vastgesteld dat deze van archeologische waarde zijn en dat de daarbinnen aanwezige archeologische bedreigd worden door de voorgenomen bodemingrepen. Daarom wordt geadviseerd om de plannen zodanig aan te passen dat verstoring wordt voorkomen. Dat kan door bodemingrepen alleen binnen de lage verwachtingszones uit te voeren. Indien planaanpassing niet mogelijk is, wordt conform het gemeentelijk beleid geadviseerd om ter plaatse waarderend onderzoek uit te laten voeren. Doel daarvan is het vaststellen van de aard, ouderdom, omvang, diepteligging en kwaliteit van de archeologische vindplaats. De vorm en omvang van het waarderend onderzoek zijn afhankelijk van het (verwachte) type vindplaats en zullen in overleg met de gemeente en, wanneer het om provinciaal belang gaat, de provincie bepaald moeten worden.

Lage archeologische verwachting

In het overige deel van het plangebied wordt in het kader van de voorgenomen bodemingrepen geen archeologisch vervolgonderzoek aanbevolen. Indien bij de uitvoering van de werkzaamheden onverwacht archeologische resten worden aangetroffen, dan is conform artikel 5.10 van de Erfgoedwet aanmelding van de desbetreffende vondsten bij de Minister van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap c.q. de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed verplicht (vondstmelding via ARCHIS).

Aardkundige waarden

Voor verschillende geomorfologische eenheden in het plangebied geldt dat de provincie Drenthe de aardkundige kwaliteit daarvan wil beschermen. Zo geldt bijvoorbeeld voor de beekdalen dat inrichting en beheer gericht dient te zijn op instandhouding van de gradiëntsituaties, rivierduinen en hydrologie. Vergraven, doorsnijden en diepe grondbewerking zijn niet toegestaan. Een uitgebreid overzicht van de overige geomorfologische eenheden en daarbij horende beschermingsmaatregelen is opgenomen in tabel 3.

Om de samenhang en daarmee beleving tussen de verschillende aardkundige waarden te versterken wordt geadviseerd de landschappelijke contrasten te behouden en versterken door (1) het Hunzedal vrij

houden van hoog opgaand groen, (2) onderscheid in bijvoorbeeld graslandtypen tussen de daluitspoelingswaaier en het beekdal en (3) zichtlijnen versterken tussen uitzichtpunten op de Hondsrug (aardkundig waardevol Drouwenerzand) en markeringen in het beekdal zoals brug-/voordelocaties.

4.3 Tot slot

Dit rapport geeft (selectie)adviezen. Het is aan de bevoegde overheid, de gemeente Borger-Odoorn, deze al dan niet over te nemen in de vorm van een (selectie)besluit.

Literatuur

- Aalbersberg, G. & J.L. van Beek, 2011. *Gemeente Borger-Odoorn; een archeologische verwachtingen- en beleidsadvieskaart*. RAAP-rapport 2186. RAAP Archeologisch Adviesbureau B.V., Weesp.
- Beek, J.L., B.I. van Hoof & J.E.A. Jans, 2008. *Aardgastransportleidingstracé Scheemda-Ommen (A-661); archeologisch vooronderzoek: een inventariserend veldonderzoek*. RAAP-rapport 1653. RAAP Archeologisch Adviesbureau B.V., Weesp.
- Broeke, E.M., ten, 2017. *Geoarcheologisch verkennend booronderzoek Zuideind 8a te Drouwenerveen*. Rapportnummer 2690.004. Econsultancy bv, Doetinchem.
- Koomen, A.J.M. & G.J. Maas, 2004. Geomorfologische kaart Nederland (GKN). Achtergrond-document bij het landsdekkende digitale bestand. Alterra-rapport 1039, Wageningen.
- Fèber, D., Ia & M. Marinelli, 2006. *Bureauonderzoek en inventariserend veldonderzoek (fase 1) voor de natuurontwikkeling in het Hunzedal te Exloo*. Oranjewoud-rapport 2006/1. Oranjewoud B.V., Heerenveen.
- Nederlands Normalisatie-instituut, 1989. Nederlandse Norm NEN 5104, Classificatie van onverharde grondmonsters. Nederlands Normalisatie-instituut, Delft.
- Scholte Lubberink, H.B.G., 1993. *Archeologisch onderzoek in het Hunzedal (provincie Drenthe): adviezen met betrekking tot de bescherming van archeologische waarden*. RAAP-rapport 78. RAAP Archeologisch Adviesbureau B.V., Weesp.
- SIKB, 2016. Beoordelingsrichtlijn Archeologie. BRL SIKB 4000. SIKB, Gouda.
- Thijs, W.J.F., 2009. *Een archeologisch bureau-onderzoek en verkennend inventariserend veldonderzoek door middel van boringen aan de Marslanderweg te Borger, gemeente Borger-Odoorn (Dr)*. ARC-rapporten 2009-216. ARC bv, Groningen.
- TNO, 2013. Lithostratigrafische Nomenclator van de Ondiepe Ondergrond, versie 2013. TNO [laatst geraadpleegd 14-10-2019 op <https://www.dinoloket.nl/nomenclator-ondiep>].
- Tol, A.J., J.W.H.P. Verhagen, M. Verbruggen, 2012. Leidraad inventariserend veldonderzoek: deel: karterend booronderzoek, versie 2.0. SIKB, Gouda.
- Tulp, C., 2018. *Buinen, Kanaalstraat, Gemeente Borger-Odoorn (Dr.). Archeologisch Bureauonderzoek en Inventariserend Veldonderzoek IVO-O (verkennende fase)*. Steekproefrapport 2018-06/08. De Steekproef bv, Zuidhorn.
- Weerts, H., J. Schokker, K. Rijdsijk & C. Laban, 2006. Geologische overzichtskaart van Nederland. TNO Bouw en Ondergrond, Utrecht.

Overzicht van figuren, tabellen en bijlagen

Figuren:

Figuur 1. Aanduiding plangebieden (rood omlijnd): links het Voorste Diep, rechts het Achterste Diep. Inzet: ligging in Nederland (ster).	5
Figuur 2. Het plangebied (zwart omlijnd) geprojecteerd op de geologische kaart van Nederland.	8
Figuur 3. Het plangebied (zwart omlijnd) geprojecteerd op de geomorfologische kaart 1:50.000.	9
Figuur 4. Het plangebied (zwart omlijnd) geprojecteerd op de bodemkaart 1:50.000.	10
Figuur 5. Het plangebied (rood omlijnd) en Archis3-vindplaatsen geprojecteerd op het AHN2.	11
Figuur 6. Het plangebied (zwart omlijnd) ten opzichte van de verschillende beschermingsniveaus aangaande aardkundige waarden in de provincie Drenthe.	13
Figuur 7. Het plangebied (zwart omlijnd) met daarbinnen de verspreiding van de vondstlocaties uit ARCHIS3 en op de achtergrond de geomorfologische kaart 1:50.000.	16
Figuur 8. Overzichtskaart archeologische gegevens uit de directe omgeving van het plangebied.	20
Figuur 9. De ligging van het plangebied ten opzichte van de TMK uit ca. 1850.	21
Figuur 10. De ligging van het plangebied ten opzichte van de Bonnebladen uit ca. 1900. 23	22
Figuur 11. De ligging van het plangebied ten opzichte van de topografische kaart uit 1975.	23
Figuur 12. Luchtfoto van het plangebied.	24

Tabellen:

Tabel 1. Administratieve gegevens.	6
Tabel 2. Overzicht van geraadpleegde geologische, geomorfologische en bodemkundige kenmerken van het plangebied en de directe omgeving.	12
Tabel 3. Overzicht van aardkundige waarden, bijbehorend beschermingsniveau en sturing toegesplitst op plangebied.	14
Tabel 4. Overzicht van het geldende archeologiebeleid en achterliggende verwachtingskaart.	17
Tabel 5. Overzicht van de bekende archeologische monumenten in het plangebied.	18
Tabel 6. Overzicht van eerder archeologisch onderzoek in en rond het plangebied.	19
Tabel 7. Overzicht van de huidige situatie van het plangebied.	24

Bijlagen:

Bijlage 1. Tijdschaal

Bijlage 2. Motivatie geraadpleegde bronnen

Bijlage 3. Vondstlocaties ARCHIS3

Bijlage 4. Verspreidingskaarten archeologie

Kaartbijlage 1. Archeolandschappelijke eenheden

Kaartbijlage 2. Archeologische verwachting steentijd – bronstijd

Kaartbijlage 3. Archeologische verwachting ijzertijd – nieuwe tijd

Bijlage 1. Tijdschaal

Archeologische perioden			
Tijdperk		Datering	
Recente tijd			
Nieuwe tijd	C	1945	
	B	1850	
	A	1650	
Middeleeuwen	Laat B	1500	
	Laat A	1250	
	Vroeg	D: Ottoonse tijd	1050
		C: Karolingische tijd	900
		B: Merovingische tijd	725
		A: Volksverhuizingstijd	525
		450	
Romeinse tijd	Laat	270	
	Midden	70 na Chr.	
	Vroeg	15 voor Chr.	
Prehistorie	IJzertijd	Laat	250
		Midden	500
		Vroeg	800
	Bronstijd	Laat	1100
		Midden	1800
		Vroeg	2000
	Neolithicum (Nieuwe Steentijd)	Laat	2850
		Midden	4200
		Vroeg	4900/5300
	Mesolithicum (Midden Steentijd)	Laat	6450
		Midden	8640
		Vroeg	9700
	Paleolithicum (Oude Steentijd)	Laat	12.500
		Jong B	16.000
		Jong A	35.000
		Midden	250.000
		Oud	

label1_standaard_Archeologisch_RAAP_2014

Bijlage 2. Motivatie geraadpleegde bronnen

LS03 en LS04, motivatie voor de keuze van de geraadpleegde bronnen (+ indien van toepassing)

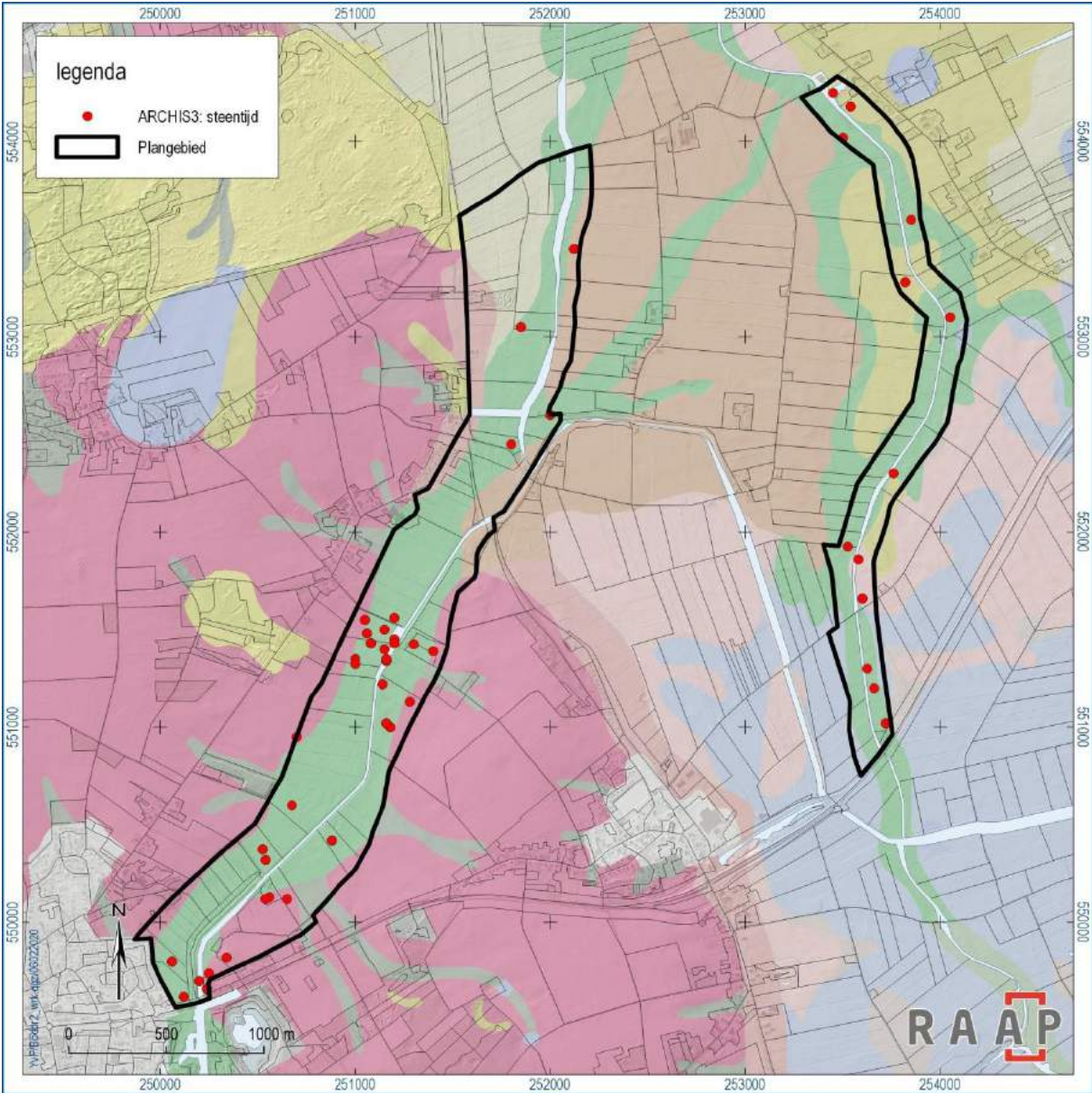
Bron	Geraadpleegd en afgebeeld/beschreven	Geraadpleegd, niet afgebeeld	Niet beschikbaar voor dit plan-/onderzoekgebied	Bevat geen (nieuwe) relevante informatie	Opmerking
Bodemkaart van NL	X				
Geologische kaart van NL	X				
Geomorfologische kaart van NL	X				
Gedetailleerde bodemkaarten		X			
DINO		X			
Gegevens milieukundig bodemonderzoek		X			
Actueel Hoogtebestand Nederland	X				
Lucht- en satellietfoto's	X				
Topografische kaart van Nederland	X				
Oud(st)e kadasterkaarten	X				
Historische kaarten van Nederland	X				
Beeldmateriaal bouwhistorie			X		
Archeologische en cultuurhistorische rapportages	X				
Archieven (RAAP)	X				
Eigenaar en gebruiker		X			
AMK	X				
ARCHIS	X				
CMA				X	
CAA				X	
CHW				X	
Literatuur (arch./aardwet.)	X				
Gebiedsgerichte specialisten			X		
Amateurarcheologen			X		
Gemeentelijke waarden- of verwachtingskaart	X				
Archeologisch depot				X	

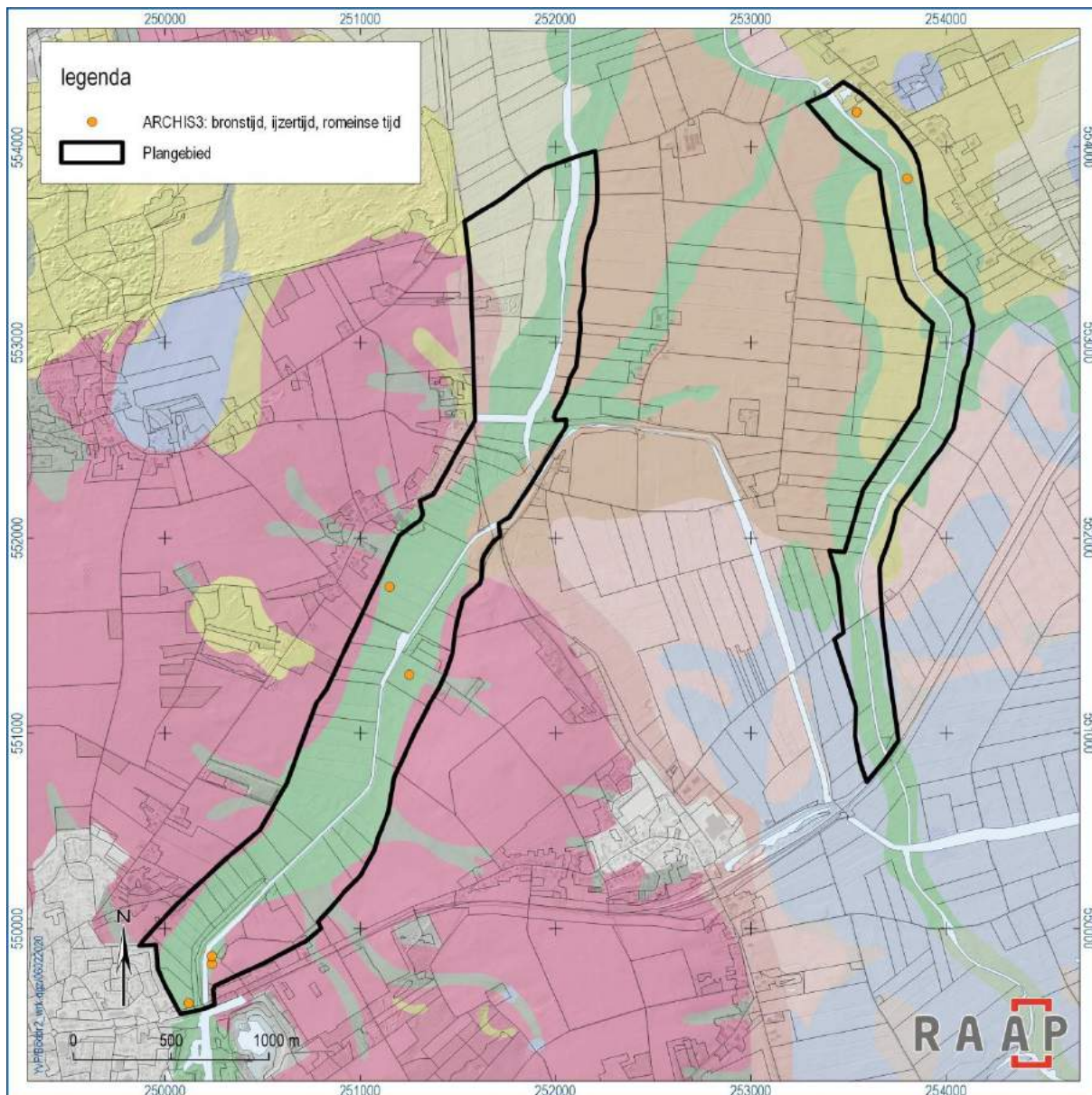
Bijlage 3. Vondstlocaties ARCHIS3

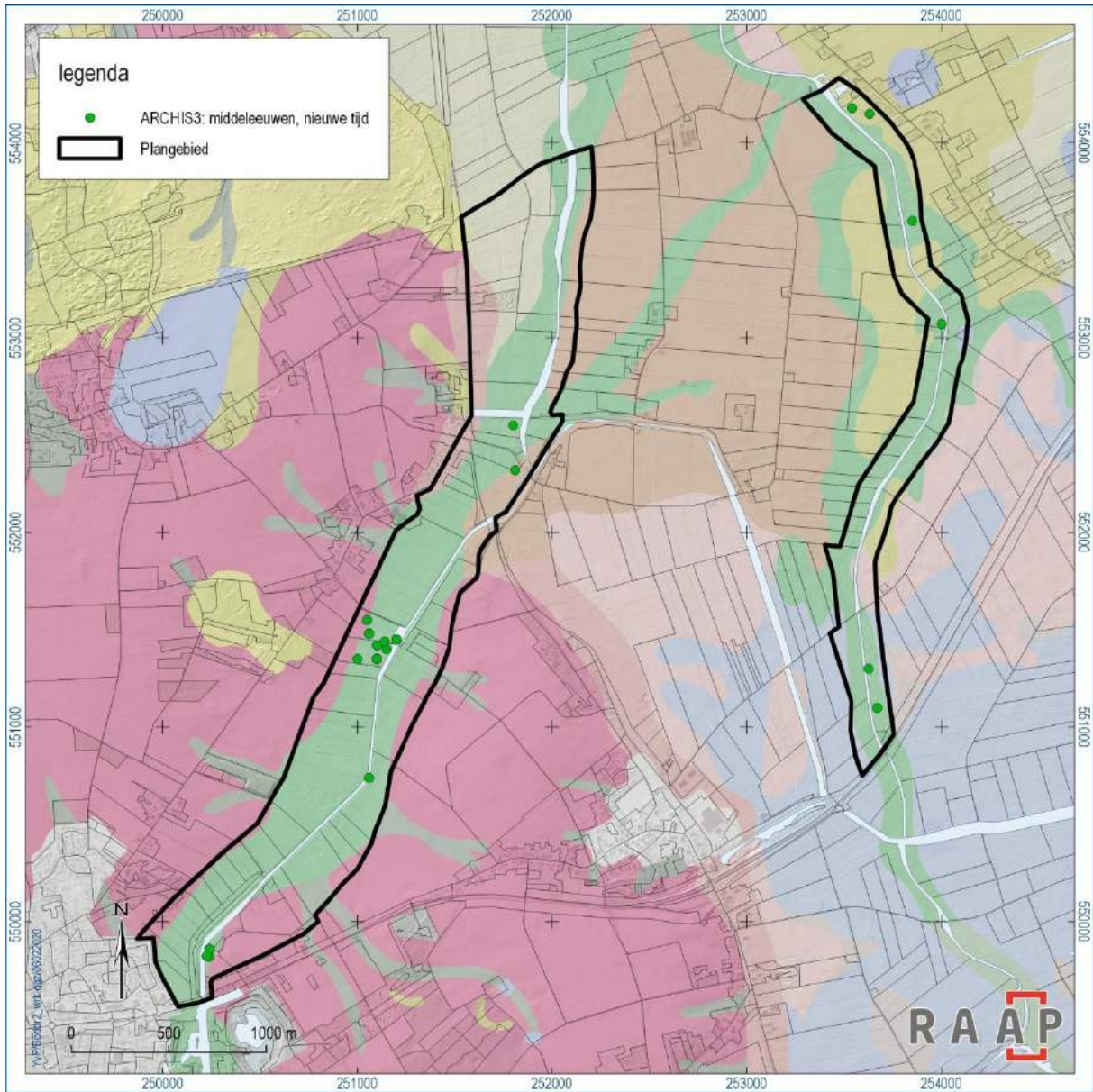
zaakID	aant.	materiaal	vondsten	beginperiode	eindperiode
2037963100	3	vuursteen	afslag, kling, afval	mesolithicum	mesolithicum
2037963100	2	vuursteen	afslag, kling	laat-paleolithicum B	neolithicum
2037963100	3	vuursteen	afslag, afslagschrabber	laat-paleolithicum B	neolithicum
2037963100	2	vuursteen	RA-steker, kling	laat-paleolithicum B	laat-paleolithicum B
2037963100	1	vuursteen	kernvernieuwingsafslag	laat-paleolithicum B	mesolithicum
2037963100	7	vuursteen	kling, klopsteen, kern, afslag	laat-paleolithicum B	mesolithicum
2037963100	4	vuursteen	kling, afslag	laat-paleolithicum B	neolithicum
2037963100	3	vuursteen	kern, klingkern	laat-paleolithicum B	mesolithicum
2107582100	1	vuursteen	kling	paleolithicum	ijzertijd
2686085100	1	brons	randbijl	vroege bronstijd	vroege bronstijd
2686093100		keramiek	kogelpot	late middeleeuwen A	late middeleeuwen A
3066111100	1	vuursteen	brok, afslag, kern, kling, trapezium	mesolithicum	laat-mesolithicum
2686214100	1	vuursteen	schrabber, brok, kling	mesolithicum	mesolithicum
2686222100		vuursteen	afslag, kern, trapezium	mesolithicum	laat-mesolithicum
3173891100	1	keramiek, natuursteen	kogelpot, steelpan, maalsteen (ligger)	late middeleeuwen	late middeleeuwen
3161043100	1	hout, natuursteen, bot, keramiek, plantaardig	plank, paal, bijl, dierlijk bot, kogelpot, steengoed, plantaardig materiaal	laat-mesolithicum	late middeleeuwen B
3165597100	1	keramiek, vuursteen	gedraaid aardewerk, brok	paleolithicum	nieuwe tijd
3007816100	onb.	bot, hout, keramiek, vuursteen	bot, hout/houtskool, aardewerk, vuursteen	paleolithicum	midden-neolithicum
3002178100	9	vuursteen	kern, brok	neolithicum	neolithicum
3015543100	8	vuursteen	afslag, brok, kern	paleolithicum	neolithicum
3016029100	14	vuursteen	afslag, kling, trapezium, brok	mesolithicum	laat-mesolithicum
3165686100	12	natuursteen, vuursteen	klopsteen, brok, afslag	mesolithicum	mesolithicum
3165694100	3	vuursteen	pic, afslag	mesolithicum	neolithicum
3165701100	15	keramiek, vuursteen	aardewerk, kern, kling, brok, afslag	mesolithicum	late middeleeuwen B
3016118100	17	vuursteen	afslag, brok, kling, kernpreparatie-kling	paleolithicum	paleolithicum
3016159100	117	keramiek, vuursteen	handgev. en gedr. aardewerk, kling, brok, afslag	paleolithicum	middeleeuwen
3159951100	180	keramiek, vuur- en natuursteen	handgev. aardewerk, schrabber, afslag, natuursteen	neolithicum	neolithicum
3002291100	2	vuursteen, natuursteen	bijl, hamerbijl	midden-neolithicum	midden-ijzertijd
3002307100	onb.	keramiek, vuursteen, bot	aardewerk (handgevormd, Trechterbeker), mes, dierlijk bot, menselijk bot	neolithicum	romeinse tijd
3002745100	101	vuursteen	kling, brok, schrabber, afslag	mesolithicum	neolithicum
3016191100	10	vuursteen	kern, kling, brok, afslag	paleolithicum	paleolithicum
3016215100	74	vuursteen	afslag, brok	mesolithicum	mesolithicum
3016223100	38	keramiek, metaal	kogelpot, pingsdorf, proto-steengoed, musket	mesolithicum	nieuwe tijd vroeg
3002315100	55	bot, natuursteen, keramiek, leer, metaal	dierlijk bot, maalsteen, kogelpot, schoen, spijker steengoed, gedraaid aardewerk, kern, kling, afslag, brok	romeinse tijd	late middeleeuwen
3036417100	23	keramiek, vuursteen		mesolithicum	late middeleeuwen B
3016078100	37	vuursteen, natuursteen	brok, afslag, slijpsteen, klopsteen, kern, kling	mesolithicum	mesolithicum
2997693100	onb.	hout	halffabrikaat	middeleeuwen	middeleeuwen
3002323100	41	tefriet, keramiek, leer, bot, gewei, keramiek, vuursteen, natuursteen	maalsteen, huttenleem, schoen, steengoed, aardewerk, dierlijk bot	ijzertijd	nieuwe tijd midden
3007873100	onb.	natuursteen	Swifterbant-pot, kooksteen, gewei, afslag, kling	vroeg-neolithicum B	vroeg-neolithicum B
3015868100	onb.	bot, houtskool, natuursteen	dierlijk bot, houtskool, natuursteen	late middeleeuwen	nieuwe tijd vroeg
2989771100	1	natuursteen	slijpsteen	laat-paleolithicum	middeleeuwen
2989811100	onb.	vuursteen	afval	paleolithicum	ijzertijd
3016264100	1	bot	dierlijk bot	mesolithicum	mesolithicum
3269600100	onb.	vuursteen	afval	mesolithicum	neolithicum
3269617100	onb.	vuursteen	afval	mesolithicum	neolithicum
2989341100	onb.	vuursteen	afval	laat-paleolithicum	mesolithicum

2989358100	onb.	keramiek	aardewerk, vuursteen	laat-paleolithicum	middeleeuwen
2989366100	onb.	keramiek	kogelpot	late middeleeuwen A	late middeleeuwen A
2989390100	1	vuursteen	Gravette-spits	laat-paleolithicum B	laat-paleolithicum B
2989422100	onb.	keramiek, vuursteen	aardewerk, handgevormd, sikkel	ijzertijd	ijzertijd
2989439100	2	natuursteen	netverzwaarder	late middeleeuwen	nieuwe tijd
2989488100	1	vuursteen	bijl	neolithicum	neolithicum
2989511100	12	keramiek	kogelpot	late middeleeuwen	late middeleeuwen A
2989536100	1	natuursteen	bouwmateriaal	late middeleeuwen	late middeleeuwen
2989593100	onb.	vuursteen	afval	laat-paleolithicum	laat-paleolithicum
2989836100	onb.	keramiek, bot, vuursteen	aardewerk, menselijk bot, vuursteen	mesolithicum	vroege middeleeuwen
2989699100	onb.	keramiek, vuursteen	aardewerk, vuursteen	laat-paleolithicum	late middeleeuwen
2989706100	1	gewei	dissel	vroeg-mesolithicum	vroeg-neolithicum B
2989714100	onb.	keramiek, vuursteen	aardewerk, vuursteen	mesolithicum	late middeleeuwen
2989722100	1	natuursteen	bijl	vroeg-neolithicum A	vroeg neolithicum B
2989730100	onb.	vuursteen	afval	mesolithicum	mesolithicum
2989739100	3	keramiek, gewei, vuursteen	aardewerk, vuursteen, halffabrikaat (gewei)	laat-paleolithicum	neolithicum
2989747100	2	keramiek, vuursteen	aardewerk, vuursteen	mesolithicum	late middeleeuwen
2989755100	1	natuursteen	bijl	neolithicum	neolithicum
2989763100	onb.	vuursteen	afval	mesolithicum	mesolithicum
2989788100	onb.	vuursteen	afval	laat-paleolithicum	vroeg-neolithicum
2989852100	onb.	vuursteen	afval	mesolithicum	mesolithicum
2989893100	onb.	metaal	slak	late bronstijd	nieuwe tijd
2989900100	onb.	vuursteen	afslag	mesolithicum	mesolithicum
2989909100	onb.	vuursteen	afval	mesolithicum	mesolithicum
2989966100	onb.	vuursteen	vuursteen	neolithicum	neolithicum
2989974100	onb.	keramiek	aardewerk	ijzertijd	middeleeuwen
2989982100	onb.	keramiek	aardewerk, handgevormd	ijzertijd	late middeleeuwen
2989990100	2	vuursteen	hamerbijl, bijl	midden-neolithicum	laat-neolithicum
2989999100	onb.	vuursteen	afval	mesolithicum	neolithicum
2990304100	onb.	vuursteen	afval	mesolithicum	mesolithicum
2990329100	onb.	vuursteen	afval	laat-paleolithicum	mesolithicum
2990361100	1	natuursteen	slijpsteen	mesolithicum	neolithicum
2990378100	1	gewei	halffabrikaat	mesolithicum	neolithicum
2990386100	1	vuursteen	spits	laat-neolithicum B	laat-neolithicum B
2990483100	onb.	vuursteen	afval	laat-paleolithicum	laat-paleolithicum
2990491100	onb.	keramiek	aardewerk	late middeleeuwen	nieuwe tijd
2990507100	1	natuursteen	maalsteen (ligger)	late bronstijd	late middeleeuwen
2990694100	1	vuursteen	afval	laat-paleolithicum B	mesolithicum
2990734100	1	keramiek	aardewerk, handgevormd	midden-neolithicum A	late middeleeuwen A
2997222100	1	onb.	onbekend	neolithicum	neolithicum
3170301100	onb.	keramiek, natuursteen	aardewerk, steengoed, molensteen, kleipijp	late middeleeuwen	nieuwe tijd vroeg
3015405100	onb.	vuursteen	afval	mesolithicum	mesolithicum
3015446100	20	vuursteen	schrabbers, afslagen, A-steker, kling	mesolithicum	bronsstijd
3015454100	9	keramiek, vuursteen	aardewerk, vuursteen	mesolithicum	nieuwe tijd laat
3015487100	3	vuursteen	kern, kernsteker, kernvernieuwingsafslag	mesolithicum	neolithicum
3165767100	2	keramiek, bot	aardewerk, menselijk bot	middeleeuwen	middeleeuwen
3016256100	onb.	metaal	ijzerslak	late bronstijd	nieuwe tijd laat
3196417100	1	keramiek	aardewerk	neolithicum	late middeleeuwen
3282430100	2	vuursteen	bijl, spits	midden-neolithicum B	vroege bronstijd
3283946100	1	brons	hielbijl	midden-bronsstijd A	late bronstijd
3191638100	1	vuursteen	vuursteen	laat-paleolithicum B	laat-paleolithicum B
3081494100	onb.	veenweg	veenweg	middeleeuwen	nieuwe tijd

Bijlage 4. Verspreidingskaarten archeologie









Bijlage 2 SOBEK modellering

Notitie / Memo

**HaskoningDHV Nederland B.V.
Water**

Aan: Prolander
Van: Danny Heuvelink & Erna Alting
Datum: 18 februari 2020
Kopie:
Ons kenmerk: WATBG9116N001D0.1
Classificatie: Alleen voor intern gebruik

Onderwerp: SOBEK modellering Bronnegermeden en Achterste Diep

Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
2	Ambities en opgaven	3
3	Toetscriteria.....	4
4	Droogleggingsanalyse.....	5
5	SOBEK berekeningen	6
5.1	Ruimtelijke scope en randvoorwaarden	6
5.2	Modelsituaties en scenario's	8
5.3	Toetscriteria.....	9
5.4	Ontwerp.....	10
5.4.1	Totstandkoming ontwerp.....	10
5.4.2	Uiteindelijk ontwerp	11
	Bronnegermaden.....	11
	Achterste Diep	13
	De Branden.....	16
5.5	Resultaten ontwerp	18
5.5.1	Bronnegermaden en Voorste Diep	18
	Resultaten 0,2Q en 0,5Q.....	18
	Resultaten 1Q.....	20
	Resultaten Extreme bui	22
5.5.2	Achterste Diep.....	24
	Resultaten 0,2Q en 0,5Q.....	24
	Resultaten 1Q.....	27
	Resultaten extreme bui.....	28
5.6	Conclusies en aanbevelingen	29
5.6.1	De Branden	29
5.6.2	Bronnegermaden	29
5.6.3	Achterste Diep.....	30
	Bijlage 1: Opbouw SOBEK model	31
	Watergangen.....	31
	Duikers	31
	Stuwen	31
	Bruggen.....	31
	Laterale instromen	31
	Stroming over maaiveld	32
	Bijlage 2: Validatie SOBEK model.....	33
	Aanpassingen model.....	34

Bijlage 3: Resultaten referentie	37
Bronnegermaden en Voorste Diep	37
Achterste Diep	38

1 Inleiding

Royal HaskoningDHV (hierna RHDHV) heeft voor het gebied de Branden een gebiedsanalyse uitgevoerd met bijbehorende modelstudies met SOBEK (oppervlaktewater) en MIPWA (grondwater). De uitkomsten hiervan vormen de basis voor de inrichting van het gebied. Uit de modelstudies komt naar voren dat er hydrologische relaties bestaan tussen de Branden en de bovenstroomse gebieden, de Bronnegermaden en het Achterste Diep. De natuurambities en de relatie tussen de Branden en Bronnegermaden en Achterste Diep zijn reden om deze gebieden in zijn geheel te beschouwen. Inzicht in deze relaties maakt het mogelijk het gebied de Branden optimaal in te richten en de kansen voor (natuur)ontwikkeling voor Bronnegermaden en Achterste Diep te verkennen. Prolander heeft RHDHV gevraagd om een modelstudie uit te voeren waarmee in beeld wordt gebracht:

- Welke optimalisaties er mogelijk zijn voor de Branden qua peilen, profielen en waterberging wanneer er geen beperkingen zijn qua bovenstrooms effect.
- Wat zijn vanuit hydrologie de inrichtingsmogelijkheden voor Bronnegermaden en Achterste Diep afgestemd op de ambities en opgaven.

De modelstudie die hiervoor is uitgevoerd bestaat uit drie onderdelen. Een droogleggingsanalyse, een SOBEK en MIPWA modelstudie. In deze rapportage is per onderdeel de aanpak en de resultaten uitgewerkt. De MIPWA studie is nog niet afgerond en daarvan volgt het verslag nog

2 Ambities en opgaven

Voor de Branden, Achterste Diep en Bronnegermaden hebben we de hydrologische ambities en opgaven uitgewerkt. De basis voor de uitwerking is het verslag van de tweede schetssessie van het pilotproject Achterste Diep van 10 oktober 2018 en het verslag Team Bronnegermaden 30 oktober 2019.

Voor Bronnegermaden en Voorste Diep zijn deze ambities en opgaven als volgt:

- Meanderende beek, zoveel mogelijk terug naar historische loop, ook het kanaaldeel
- Natuurlijk peilbeheer
- KRW natuurlijk stromende beek
- Opheffen vismigratieknelpunten
- Vasthouden van water

Voor de Achterste Diep zijn de ambities en opgaves als volgt:

- Meanderende beek, zoveel mogelijk terug naar historische loop
- Landbouwkundig peilbeheer
- Profiel afstemmen op landbouwkundige afvoer en peilen
- KRW natuurlijk stromende beek
- Opheffen vismigratieknelpunten
- Natuurvriendelijke oevers en stapstenen (10 ha) om de 975 m
- Flexibele invulling NNN begrenzing

3 Toetscriteria

Vanuit de ambities en opgaves volgen de volgende toetscriteria:

Bronnegermaden

- Uitstraling op omgeving, geen peilverhoging op afwaterende peilgebieden t.o.v. de berekenende peilen met het model voor de referentiesituatie. Dit geldt voor alle doorgerekende situaties
 - Bij stuw Borger (15790) moet de waterstand ten alle tijden beneden de 9,35 mNAP blijven, aangezien het peil bovenstrooms van deze stuw (9,45 mNAP) zeker niet mag worden verhoogd. Hier wordt dus een veiligheidsmarge van 10 cm gehanteerd.
- Stroomsnelheid: de beek moet voldoen aan KRW beektype laaglandbeek type r5, dit is een langzaam stromende midden/benedenloop op zand met een stroomsnelheid tussen de 0,10m/s en de 0,50 m/s (zomer 0,20-0,30 m/s bij 0,2Q en 0,50 m/s bij 1Q).
 - Concreet betekent dit dat we het ontwerp toetsen op de volgende situaties:
 - $\pm 0,20$ m/s bij 0,2Q.
 - $\pm 0,50$ m/s bij 1Q.
- Drooglegging
 - Gezien het plangebied natuurlijk wordt ingericht, hoeft er niet worden voldaan aan droogleggingsnormen voor landbouw
 - Streven is om water zoveel mogelijk tot aan maaiveld te krijgen

Achterste Diep

- Uitstraling op omgeving, geen peilverhoging op afwaterende peilgebieden t.o.v. de berekenende peilen met het model voor de referentiesituatie. Dit geldt voor alle doorgerekende situaties
- Stroomsnelheid: de beek moet voldoen aan KRW beektype laaglandbeek type r5, dit is een langzaam stromende midden/benedenloop op zand met een stroomsnelheid tussen de 0,10m/s en de 0,50 m/s (zomer 0,20-0,30 m/s bij 0,2Q en 0,50 m/s bij 1Q).
 - Concreet betekent dit dat we het ontwerp toetsen op de volgende situaties:
 - $\pm 0,20$ m/s bij 0,2Q.
 - $\pm 0,50$ m/s bij 1Q.
- Drooglegging
 - Gezien binnen het plangebied landbouw nog goed mogelijk moet blijven moet er voldaan worden aan de norm dat maximaal 5% van een peilgebied te nat mag zijn.
 - Zoveel mogelijk verminderen van oppervlak te droog en daarmee het areaal profiterend te vergroten

4 Droogleggingsanalyse

Om inzicht te krijgen in toekomstig te voeren peilen in het plangebied, zijn er droogleggingsberekeningen uitgevoerd. De drooglegging geeft het verschil tussen maaiveldhoogte en de waterpeilen aan. Het waterschap heeft hiervoor een applicatie laten ontwikkelen, om op peilgebiedsniveau of op het niveau van afwaterende eenheden de drooglegging te bepalen. De droogleggingsapplicatie (DLA) gebruikt als input de bodemkaart en landgebruikskaart i.c.m. verschillende normen per type bodem en landgebruik. Aan de hand van het maaiveld en de peilen wordt de drooglegging bepaald, zowel in absolute waarde als in score (te nat, profiterend en te droog).

De doelen die we hebben gesteld voor de droogleggingsberekening zijn;

- Inzicht in kansen voor peilaanpassing
- Inzicht in mogelijkheden en kansen voor herindeling peilgebieden
- Vinden van logische plekken voor stapstenen waar vernatting plaats mag vinden

Om deze doelen hebben we de DLA op de volgende manier gebruikt;

We hebben eerst de huidige drooglegging bepaald, vervolgens hebben we in stappen van 5 cm de peilen verhoogd. Om meer inzicht te krijgen in hoeveel te nat een gebied was, hebben we de klasse te nat opgesplitst in 3 klassen.

Uit de droogleggingsberekening kwamen de volgende resultaten:

Bronnegermaden:

- Een verhoging van het peil tot 60 centimeter ter plaatse van het kanaal heeft alleen maar effect binnen het plangebied. De gebieden buiten het plangebied blijven in de klasse te droog
- Voor de Voorste Diep zijn er wel effecten buiten het plangebied wanneer de peilen worden verhoogd. Deze effecten zijn alleen zichtbaar ten westen van het plangebied

Achterste Diep:

- Een verhoging van het peil heeft direct effect, ook buiten het plangebied. Met een kleine verhoging komen er meer te natte plekken, maar ook meer profiterende plekken i.p.v. te droge plekken
- Door peilgebieden anders in te delen is er vernatting mogelijk
- Door natte plekken als stapstenen aan te wijzen kan het peil worden verhoogd

Als aanbeveling willen we meegeven om aan de hand van de verschillen tussen de AHN3 en AHN2 nog een keer te kijken naar de logische plekken voor de stapstenen. De locatie van stapsteen 1 is namelijk geen laagte meer en daardoor is het plaatsen van een stapsteen daar niet meer nodig.

5 SOBEEK berekeningen

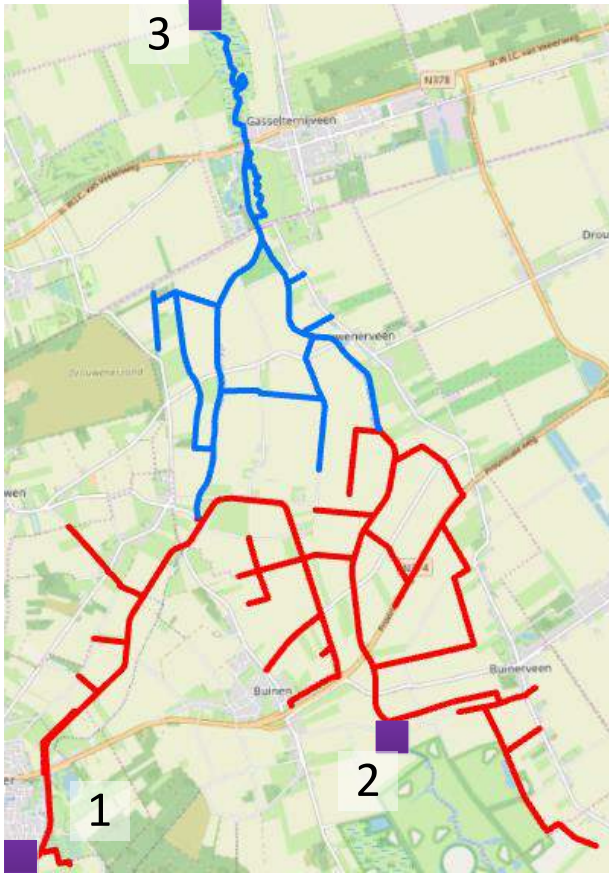
In dit hoofdstuk wordt de opzet voor de integrale SOBEEK modellering van de Branden met daarbij de Bronnegermaden en Achterste Diep besproken. Eerst volgt de ruimtelijke modelscope, de modelsituaties en toetscriteria. In Bijlage 1 en Bijlage 2 zijn de opbouw van het SOBEEK model voor de referentiesituatie te zien en een validatie van dit model. In Bijlage 3 zijn de resultaten voor het referentiemodel te zien. Vanaf paragraaf 5.4 wordt de ontwerp inrichting besproken. Eerst wordt de totstandkoming van het ontwerp besproken. Vervolgens wordt per gebied (Bronnegermaden, Achterste Diep en de Branden) een overzicht gegeven van de aanpassingen aan het watersysteem. In paragraaf 5.5 worden de resultaten besproken voor de ontwerp inrichting. In paragraaf 5.6 worden de belangrijkste conclusies genoemd en worden aanbevelingen gedaan voor het vervolg van het ontwerp.

5.1 Ruimtelijke scope en randvoorwaarden

Het model van de Bronnegermaden en Achterste Diep bestaat uit 2 delen. Het benedenstroomse gedeelte is al gemodelleerd voor de branden en wordt dan ook overgenomen uit het bestaande SOBEEK model. Van het bovenstroomse gedeelte is nog geen SOBEEK model beschikbaar, deze wordt opgezet uit de beschikbare basisdata van het waterschap. In Figuur 1 is de ruimtelijke scope van het model weergegeven. De blauwe watergangen zijn al gemodelleerd voor het model van de branden, de rode nog niet. In Figuur 1 zijn de randvoorwaarden van het model te zien. Dit zijn allemaal stuwen. Tabel 1 geeft een overzicht van deze randvoorwaarden en de bijbehorende instelling. De randvoorwaarden zijn in overleg met het waterschap vastgesteld.

Tabel 1 Randvoorwaarden model

Randvoorwaarde #	ID	Type	Instelling
1	KST-H-15460	afvoer	Zodanig dat afvoer bij plangrens de Branden overeenkomt met toenmalige randvoorwaarde
2	KST-H-16310	afvoer	1,5 m ³ /s bij maatgevende afvoer Q
3	KST-H-16660	streefpeil	Zomer 3,2 mNAP, winter 2,8 mNAP



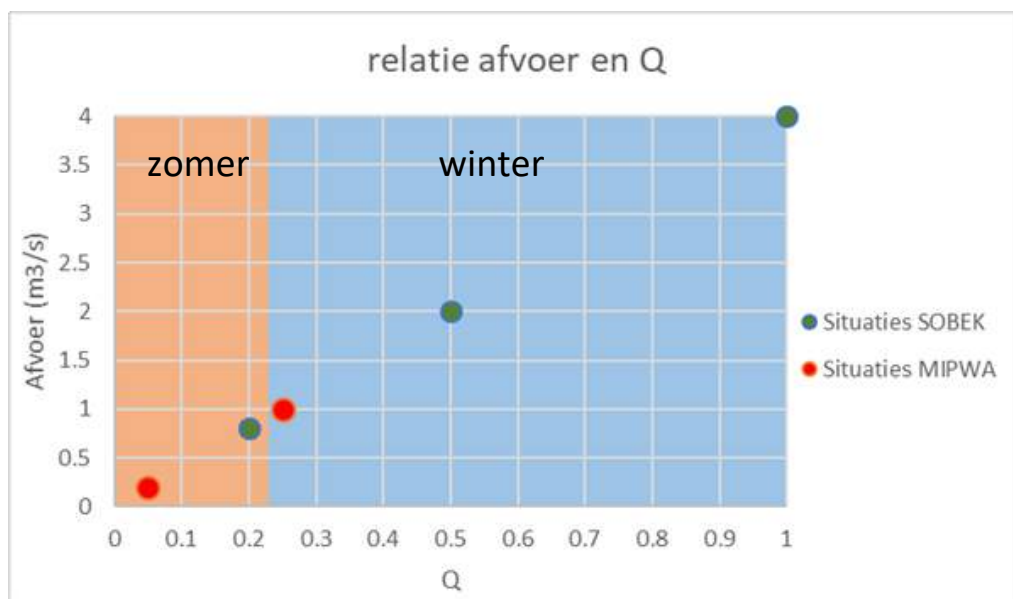
Figuur 1 Modelscope en randvoorwaarden, met in rood de watergangen voor de studie BMAD en in blauw die van de Branden.

5.2 Modelsituaties en scenario's

De volgende situaties gaan we doorrekenen met het SOBEK model:

- o 1Q winter (stationair)
- o 0,5Q winter (stationair)
- o 0,2Q zomer (stationair)
- o Extreme afvoergolf, zelfde afvoergolf als voor de Branden

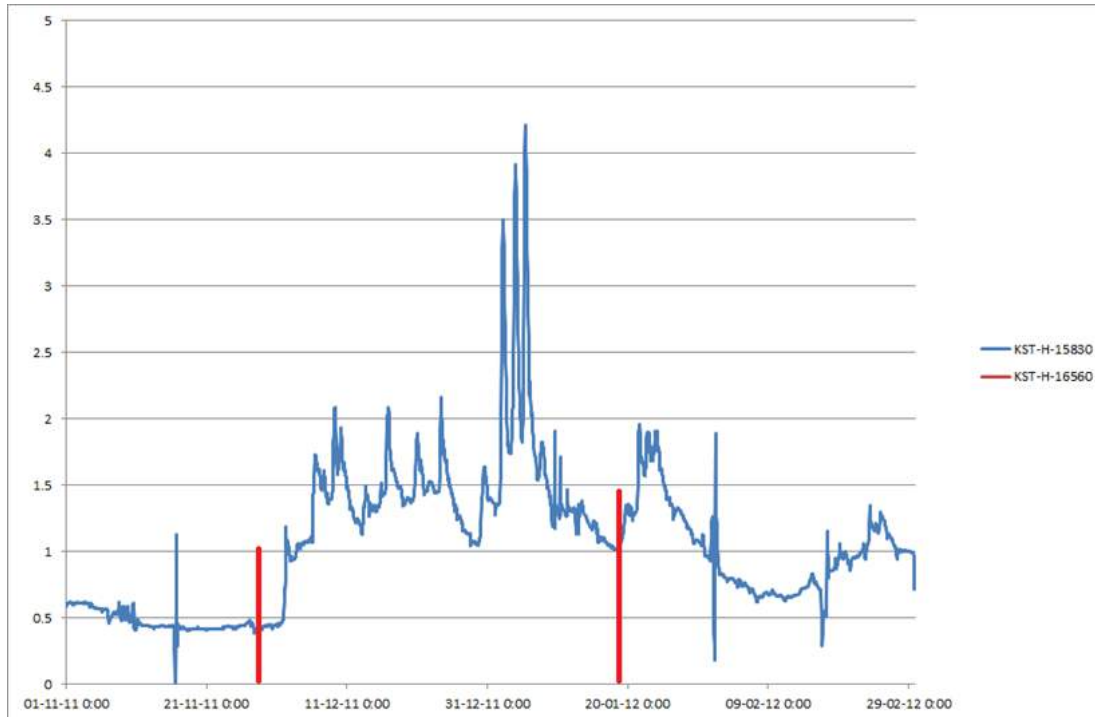
Naast deze situaties gaan we ook een winter- en zomer afvoer doorrekenen die puur dient voor de randvoorwaarde van het grondwatermodel. Dit zijn de 0,25Q voor de winter en de 0,05Q voor de zomer geworden. De maatgevende afvoer (1Q) is in overleg met het waterschap vastgesteld. In Figuur 2 zijn de verschillende stationaire situaties weergegeven. De afvoer is als voorbeeld gekozen. In groen staan de situaties die worden gebruikt voor het bepalen en toetsen van het ontwerp voor het oppervlaktewatersysteem. De rode situaties worden enkel gebruikt als randvoorwaarde voor het grondwatermodel. De oranje achtergrond geeft aan dat het om zomersituaties gaat, en de blauwe dat het om wintersituaties gaat.



Figuur 2 relatie tussen afvoer en Q, met in groen de situaties die worden gebruikt voor het bepalen en toetsen van het ontwerp. De rode situaties worden enkel gebruikt als randvoorwaarde voor het grondwatermodel.

Extreme afvoergolf:

De extreme afvoergolf is in overleg met het waterschap vastgesteld, en dit betreft een gemeten afvoer in de winter van 2011/2012 in het Voorste Diep, zie Figuur 3. Vervolgens is deze afvoer vermenigvuldigd met een factor 1,5, om een erg extreme situatie te krijgen. Gezien deze afvoer is gemeten bij stuw 15830, moet deze nog vertaald worden naar de bovenstroomse randvoorwaarde bij stuw 15460. De afvoer bij stuw 15460 is voor de stationaire situaties bepaald op 70 % van de afvoer bij 15830. Deze factor wordt ook gebruikt voor de extreme situatie om de afvoer bij stuw 15830 te vertalen naar de afvoer bij stuw 15460. Vervolgens is de overgebleven 30 % naar rato (instroom per ha.) verdeeld over de watergangen tussen stuw 15460 en 15830. Voor de Achterste Diep is de afvoer bij stuw 16310 33% van de afvoer bij stuw 15830. De extra afvoer die vanuit de peilgebieden op de Achterste Diep komt is met behulp van de instroom die per ha. is bepaald voor de Voorste diep vastgesteld.



Figuur 3 Gemeten afvoer natte periode Voorste Diep. De rode lijnen geven het begin en eind van de gebruikte periode weer.

5.3 Toetscriteria

Het referentiemodel wordt gevalideerd aan de hand van metingen en gebiedskennis vanuit het waterschap. Wanneer het model grote afwijkingen vertoont met de metingen of de gebiedskennis dan volgt er nog maximaal 1 verbeterslag aan het referentiemodel.

Het ontwerp wordt getoetst aan dezelfde criteria als voor de Branden;

- Waterberging: criteria in overleg.
- Uitstraling op omgeving, geen peilverhoging op afwaterende peilgebieden t.o.v. de berekenende peilen met het model voor de referentiesituatie. Dit geldt voor alle doorgerekende situaties
 - Bij stuw Borger (15790) moet de waterstand ten alle tijden beneden de 9,35 mNAP blijven, aangezien het peil bovenstrooms van deze stuw (9,45 mNAP) zeker niet mag worden verhoogd. Hier wordt dus een veiligheidsmarge van 10 cm gehanteerd.
- Stroomsnelheid: de beek moet voldoen aan KRW beektype laaglandbeek type r5, dit is een langzaam stromende midden/benedenloop op zand met een stroomsnelheid tussen de 0,10m/s en de 0,50 m/s (zomer 0,20-0,30 m/s bij 0,2Q en 0,50 m/s bij 1Q).
 - Concreet betekent dit dat we het ontwerp toetsen op de volgende situaties:
 - $\pm 0,20$ m/s bij 0,2Q.
 - $\pm 0,50$ m/s bij 1Q.

5.4 Ontwerp

Het ontwerp voor BMAD is iteratief vastgesteld. Eerst is er een voorlopig ontwerp vastgesteld op basis van de gegeven randvoorwaarden. Dit ontwerp inclusief de doorrekening hiervan is besproken in de projectgroep. Vervolgens heeft een optimalisatieslag van het ontwerp plaatsgevonden. Dit ontwerp is vervolgens doorgerekend en de resultaten hiervan worden in paragraaf 5.5 weergegeven. Alvorens deze resultaten worden besproken, volgt er eerst een korte beschrijving van het tot stand komen van het ontwerp en het uiteindelijke ontwerp.

5.4.1 Totstandkoming ontwerp

Zoals in de inleiding van dit hoofdstuk is genoemd, is het ontwerp iteratief bepaald. Voor het bepalen van het ontwerp zijn er enkele ambities en opgaves vastgesteld waar zoveel mogelijk aan wordt voldaan in het ontwerp. Voor Bronnegermaden en Voorste Diep zijn deze ambities en opgaves als volgt:

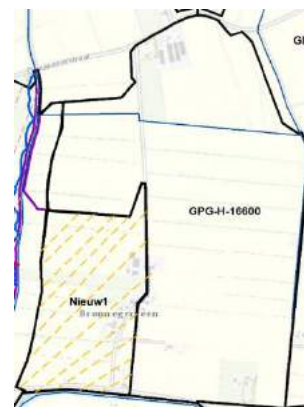
- Meanderende beek, zoveel mogelijk terug naar historische loop, ook het kanaaldeel
- Natuurlijk peilbeheer
- KRW natuurlijk stromende beek
- Opheffen vismigratieknelpunten
- Vasthouden van water

Voor de Achterste Diep zijn de ambities en opgaves als volgt:

- Meanderende beek, zoveel mogelijk terug naar historische loop
- Landbouwkundig peilbeheer
- Profiel afstemmen op landbouwkundige afvoer en peilen
- KRW natuurlijk stromende beek
- Opheffen vismigratieknelpunten
- Natuurvriendelijke oevers en stapstenen (10 ha) om de 975 m

Op basis van deze bovengenoemde opgaves en ambities is een eerste ontwerp gemaakt. Voor Bronnegermaden en Voorste Diep was het ontwerp op hoofdlijnen als volgt:

- Terugbrengen historische loop 1901
- Dempen bypass
- Herindeling peilgebieden
 - Deel peilgebied 15780 af laten wateren richting de Achterste Diep (gele arcering figuur rechts)
- Profiel conform ontwerp de Branden
 - "stromingsbakje" en flauw talud
- Stuwen verwijderen en verval opvangen met drempels



Om het aantal drempels zo minimaal mogelijk te krijgen is door de projectgroep de wens uitgesproken om het verval zoveel mogelijk op te vangen doormiddel van herprofilering. In het uiteindelijke ontwerp is er dan ook voor gekozen om met een minimaal profiel te werken, bodembreedte 2 meter, met bodemverhang conform maaiveld en een talud van 1:10.

Voor de Achterste Diep was het eerste ontwerp op hoofdlijnen als volgt:

- Terugbrengen historische loop 1930
- NNN-zone aanpassen om natte gebieden binnen NNN-zone te krijgen en drogere gebieden buiten de NNN-zone houden en behouden als landbouwgrond
- Stapstenen op laagste plekken
- Herindeling peilgebieden
 - Lagere delen van peilgebieden 16560 en 16490 aansluiten op benedenstroomse peilgebied
- Nieuwe peilen op basis van droogleggingsberekeningen
- Profiel met 'stromingsbakje' en aan 1 zijde een natuurvriendelijke oever (NVO)

In een later stadium van het ontwerpproces is ook de Branden meegenomen. Door de herinrichting van BMAD kan de Branden ook verder vernat worden. Het ontwerp hiervoor op hoofdlijnen was als volgt:

- Bodemverhoging om vernatting te krijgen
- Stuw 15780 verwijderen en vervangen door drempels
- Stortstenen in de Hunze (plan Torenveen) op de toekomstige hoogte leggen

5.4.2 Uiteindelijk ontwerp

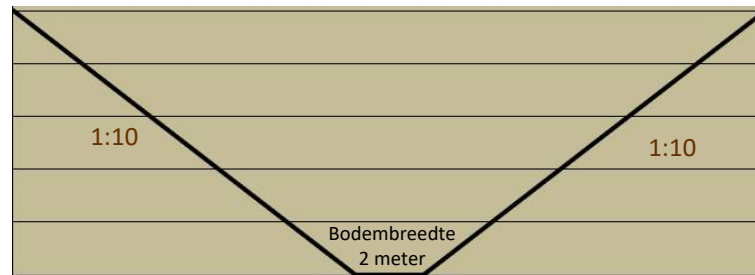
Het uiteindelijke ontwerp is opgesplitst in 3 delen; Bronnegermaden, de Achterste Diep en de Branden. Per deelgebied is een overzichtskaart gemaakt met de aanpassingen aan het watersysteem.

Bronnegermaden

In Figuur 4 staan de aanpassingen die gemaakt zijn aan de inrichting van het watersysteem. Hieronder worden deze aanpassingen puntsgewijs besproken:

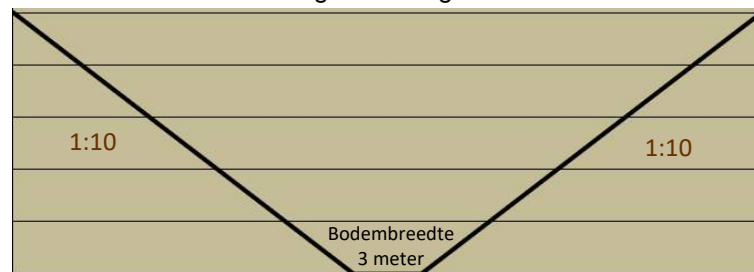
1. Hermeandering Bronnegermaden en Voorste diep aan de hand van historische loop 1901

- a. Bodembreedte 2 meter, taluds 1:10, bodemverhang conform maaiveld (zie resultaten ontwerp voor exacte bodemligging). Om in de Bronnegermaden de peilen op te kunnen zetten en het beekdal te kunnen vernatten is het nodig om de beekbodem te verhogen met 0,5 tot 2 meter t.o.v. de referentiesituatie. Er moet echter wel voorkomen worden dat bij hogere afvoeren de peilen bovenstrooms van stuw 15690 beïnvloed worden. Om bij hogere afvoeren de opstuw van het waterpeil acceptabel te houden is het nodig de breedte in te gaan met flauwe taluds van 1:10.



zomer : 18 Strickler ks
Winter: 20 Strickler ks

- b. Bodembreedte 3 meter, taluds 1:10, vlakke bodem op 7,9 mNAP. Dit profiel is verbreedt en verdiept om bovenstrooms van stuw 15690 geen effect te hebben en te voldoen aan de veiligheidsmarge van 10 centimeter



zomer : 18 Strickler ks
Winter: 20 Strickler ks

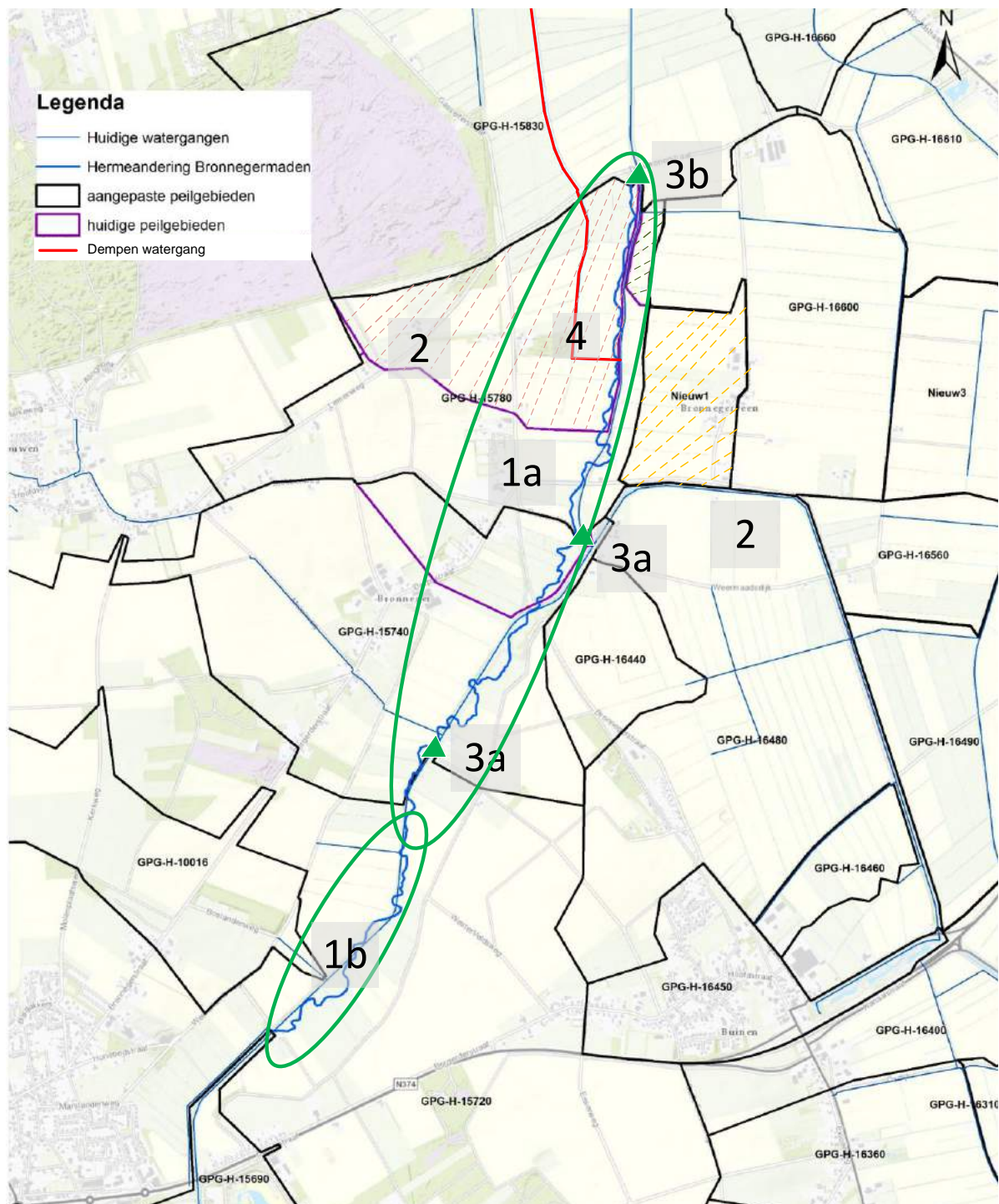
2. Herindeling peilgebieden (zie Figuur 4)

- Het oostelijke gedeelte (Nieuw 1, oranje gearceerd) van huidig peilgebied 15780 wordt afgesplitst en wordt een nieuwe peilgebied dat afwatert richting het oosten
- Peilgebied 15820 komt te vervallen (roze arcering) en wordt opgenomen in peilgebied 15780.
- Het westelijke gedeelte van peilgebied 16600 binnen de NNN-zone wordt toegevoegd aan peilgebied 15780 (donkergroene arcering)

3. Verwijderen stuwen

- Verwijderen stuwen 15720, 15740 en 15760. Het verval over deze stuwen opvangen met herprofilering van het profiel en de bodem
- Verwijderen stuw 15830 en vervangen door drempels. Zie resultaten ontwerp voor locatie drempels

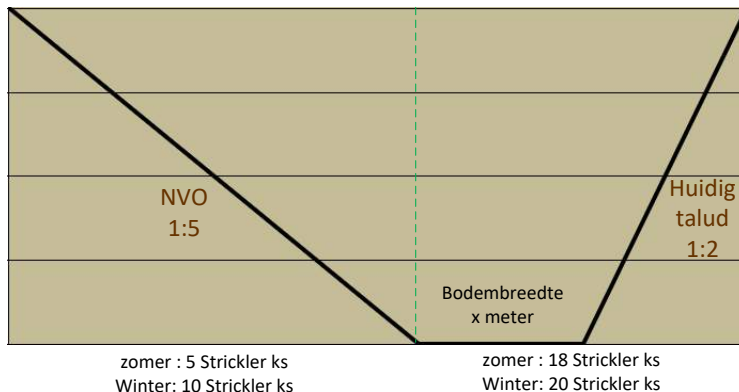
4. Dempen watergang



Figuur 4 Ontwerp Bronnegermeden.

Achterste Diep

In Figuur 4 staan de aanpassingen die gemaakt zijn aan de inrichting van het watersysteem. Hieronder worden deze aanpassingen puntsgewijs besproken. Het principeprofiel dat wordt gevoerd in de Achterste diep is te zien in Figuur 5.



Figuur 5 principeprofiel Achterste Diep.

1. Aanpassen profiel Achterste Diep peilgebied 16610. Bodembreedte 2,3 meter, waterdiepte bij stuw 1,45 meter

Ten opzichte van de referentie is de bodembreedte gelijk gebleven

- Meandering conform historische loop 1930
- Geen meandering om goede landbouwgronden niet te doorsnijden

2. Aanpassen profiel Achterste Diep peilgebied 16560. Bodembreedte 2,5 meter, waterdiepte bij stuw 1,50 meter. In gehele peilgebied meandering conform historische loop 1930

Ten opzichte van de referentie is de bodem met ongeveer 30 centimeter verbreed

3. Aanpassen profiel Achterste Diep peilgebied 16490.

- Bodembreedte 2 meter, waterdiepte bij stuw 1,30 meter. Meandering conform historische loop 1930. Ten opzichte van de referentie is de bodem 10 centimeter versmald
- Bodembreedte 3 meter om teveel opstuwing bij extreme situaties te voorkomen. Ten opzichte van de referentie is de bodem met 90 centimeter verbreed

4. Herindeling peilgebieden

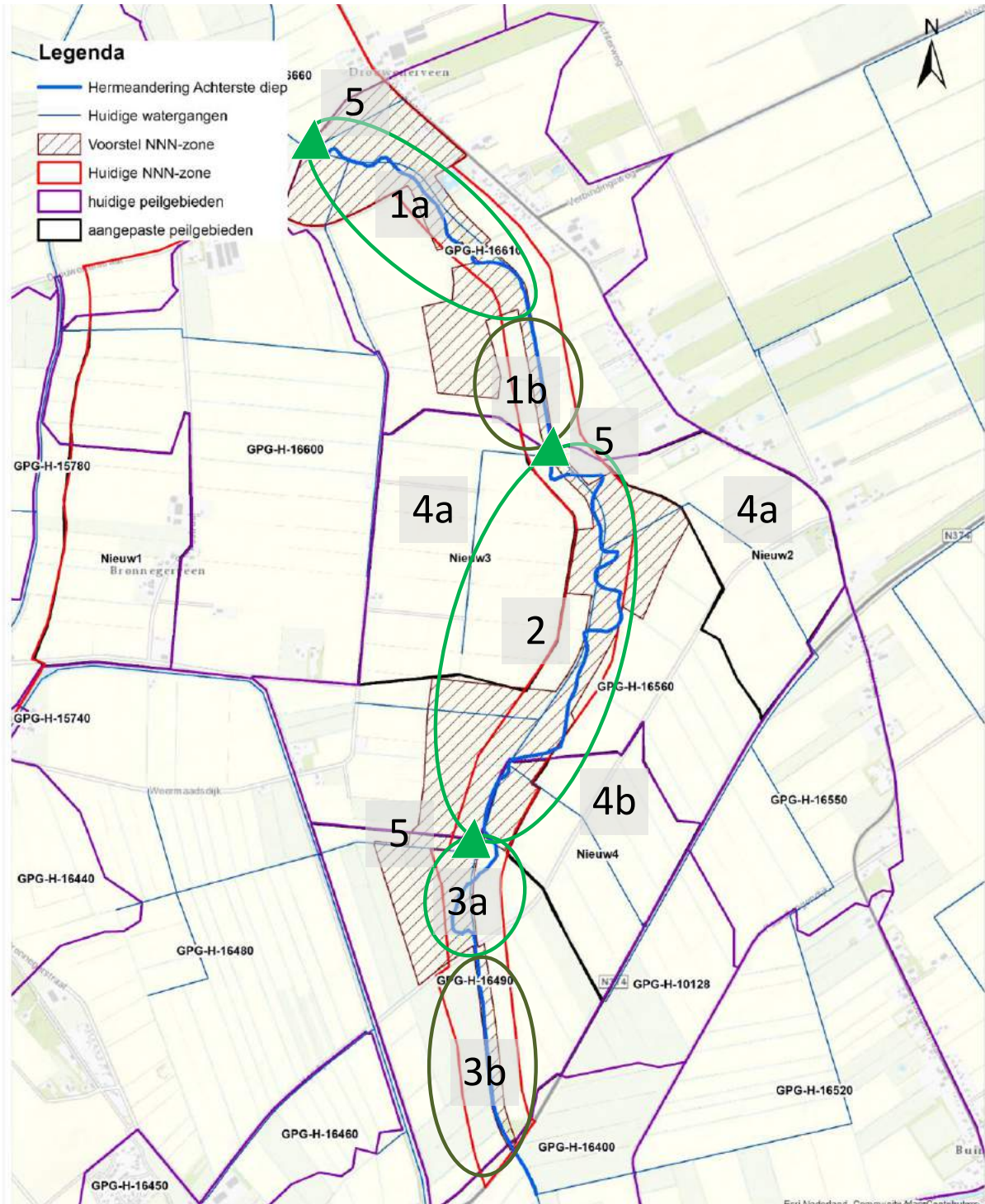
- Herindeling peilgebied 16560. De lage delen (Nieuw2 en Nieuw3) laten afwateren op benedenstrooms peilgebied (16610)
- Herindeling peilgebied 16490. De lage delen (Nieuw4) laten afwateren op het benedenstroomse peilgebied (16560)

5. Aanpassen peilen bij stuwen. De ontwerppeilen zijn als volgt:

Peil gebied	Huidig streefpeil winter	Huidig streefpeil zomer	Ontwerp streefpeil winter	Ontwerp streefpeil zomer	Verschil streefpeil winter	Verschil streefpeil zomer
16610	3,45	3,75	3,90	4,20	+0,45	+0,45
16560	4,10	4,45	4,30	4,60	+0,20	+0,15
16490	4,50	4,85	4,60	4,90	+0,10	+0,05

6. Aanpassen NNN-zone.

Huidige begrenzing loslaten. Bij goede landbouwgronden niet meanderen en alleen ruimte voor natuurvriendelijke oever. Bij lagere gebieden stapstenen die als plas-/dras zone worden ingericht. Deze stapstenen mogen inunderen vanaf de 0,5Q afvoersituatie.



Figuur 6 Ontwerp Achterste Diep.

De Branden

In Figuur 7 staan de aanpassingen die gemaakt zijn aan de inrichting van het watersysteem. Hieronder worden deze aanpassingen puntsgewijs besproken

1. Op hoogte brengen van stortstenen.

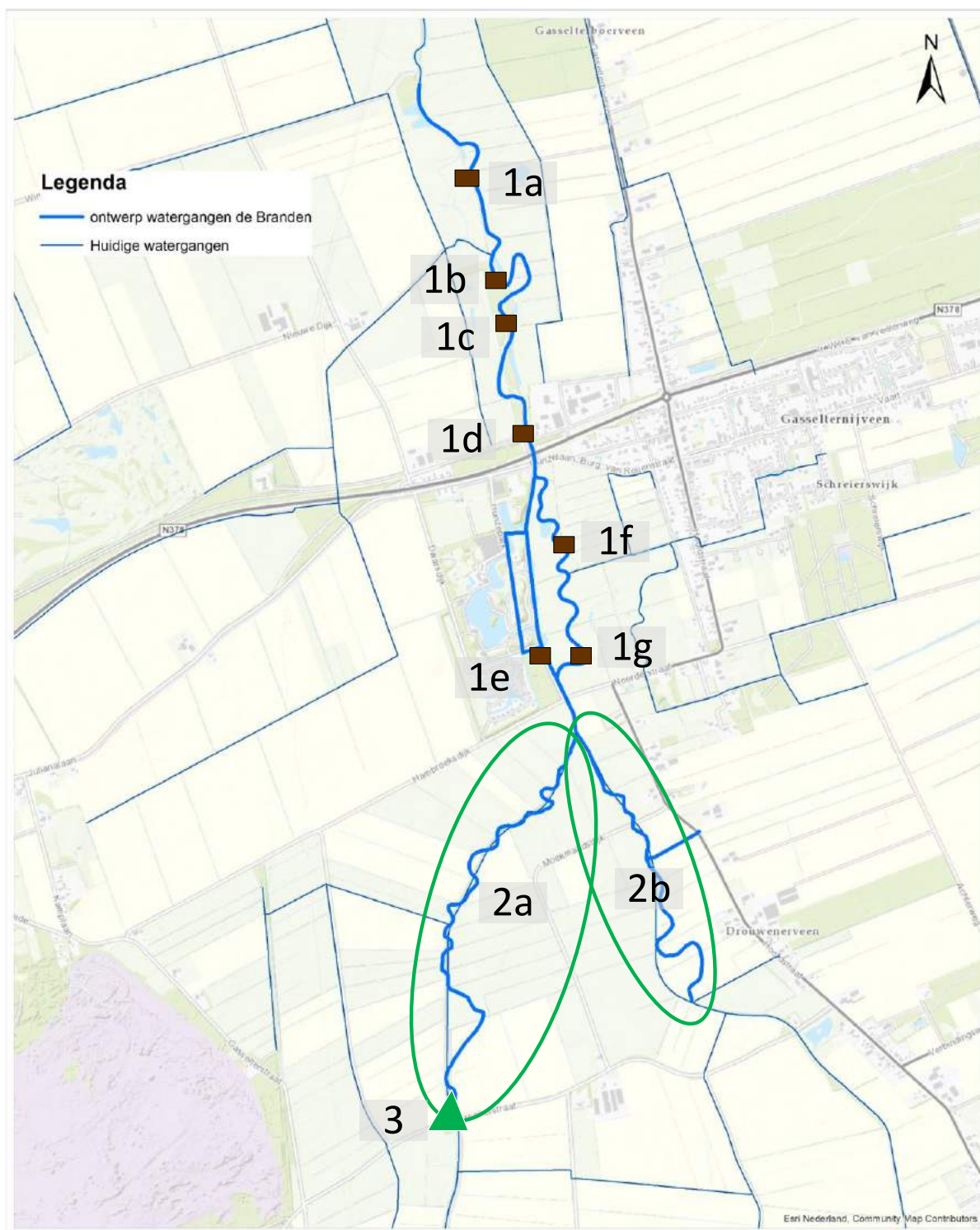
In plan Torenveen zijn stortstenen aangelegd. Deze konden nog niet op hoogte worden gelegd omdat de Branden nog niet was ingericht op de hogere peilen die dit zou opleveren. Ook met alleen de inrichting van de Branden kunnen de stortstenen nog niet op de toekomstige hoogte worden gelegd, aangezien op de Achterste Diep de waterstanden dan te hoog zouden oplopen. Met de inrichting van BMAD kunnen de stortstenen wel op hoogte worden gelegd. In onderstaande tabel staan de aanleghoogtes en de toekomstige hoogtes aangegeven

stortsteen	1a	1b	1c	1d	1e	1f	1g
Aanleghoogte	2,00	2,00	2,00	2,00	2,95	2,35	2,45
Toekomstige hoogte	2,70	2,80	2,90	3,00	3,55	3,10	3,20

2. bodem verder verondiepen (ten opzichte van ontwerp de Branden)

- a. 40 cm verder verondiepen
- b. 40 cm verder verondiepen

3. Stuw vervangen door drempels (zie ontwerp Bronnegermaden en resultaten Bronnegermaden en Voorste Diep)



Figuur 7 Ontwerp de Branden.

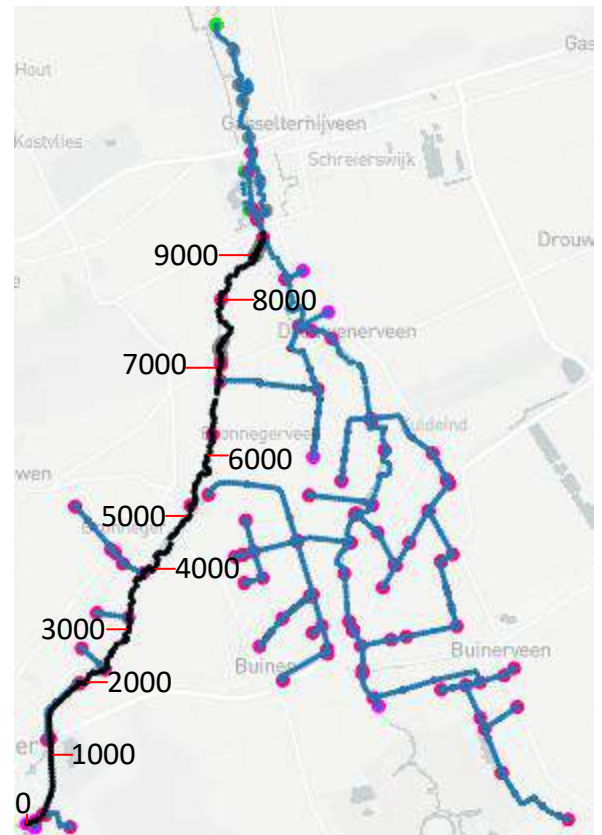
5.5 Resultaten ontwerp

5.5.1 Bronnegermaden en Voorste Diep

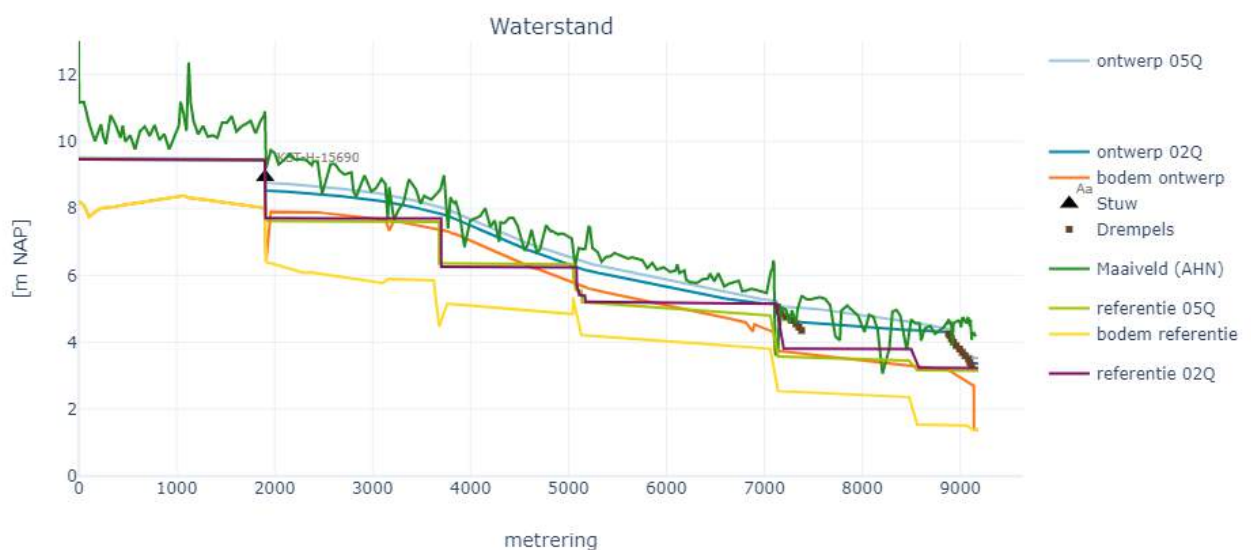
In dit hoofdstuk worden de resultaten van de modellering van het ontwerp voor Bronnegermaden en de Voorste diep behandeld. De resultaten voor 0,2Q (zomer), 0,5Q(winter), 1Q en de extreme bui worden weergegeven en kort besproken.

Resultaten 0,2Q en 0,5Q

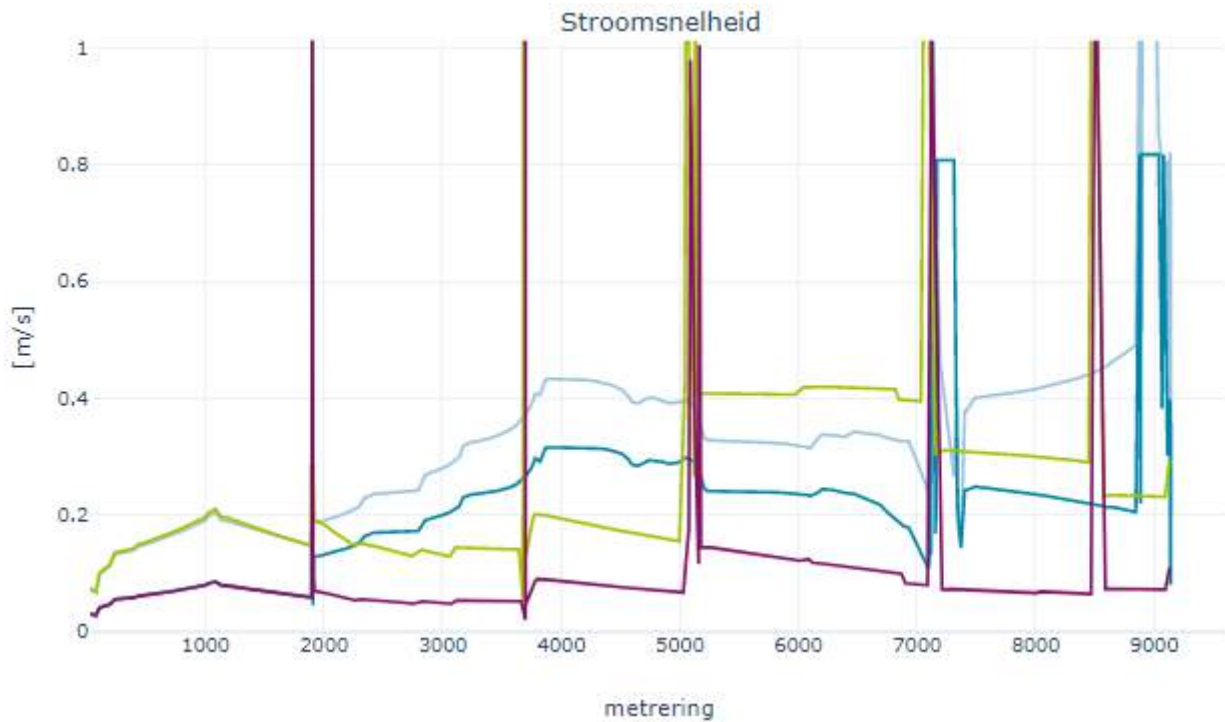
Figuur 9 geeft de resultaten weer voor de 0,2Q en 0,5Q afvoersituaties. In oranje is de ontwerp bodemhoogte te zien, welke tot bijna 2 meter hoger is dan in de referentie. Daarnaast is te zien dat bij 0,5Q het water op enkele plekken al op maaiveld komt in het ontwerp. Ten opzichte van de referentie is er ook een forse vernatting gerealiseerd, met de grootste vernatting bovenstrooms in de peilgebieden. De drempels in de Voorste Diep zijn nu in 2 zones geplaatst om het peilverschil met de Achterste Diep te overbruggen en ter vervanging van stuw 15830. Deze drempels kunnen ook verdeeld worden over de Voorste Diep afhankelijk van de gewenste vernatting. De stroomsnelheid in het ontwerp varieert bij 0,2Q tussen de 0,15 en 0,30 m/s en bij 0,5Q tussen de 0,20 en 0,40 m/s, wat te zien is in Figuur 10. Hier is ook de stroomsnelheid te zien voor de referentiesituatie. Figuur 11 geeft een dwarsprofiel met daarin de waterdieptes en natte oppervlaktes voor een gemiddelde locatie.



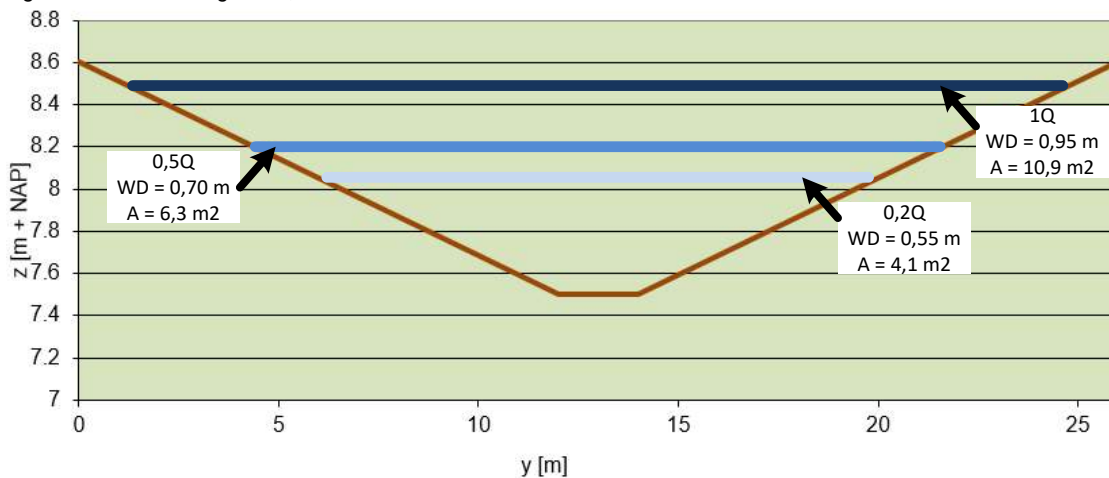
Figuur 8 Overzicht model BMAD, met in zwart het traject waarvan het lengteprofiel te zien is in Figuren 16, 17, 19 en 20.



Figuur 9 Lengteprofiel Bronnegermaden en Voorste Diep voor de 0,2Q en 0,5Q afvoersituaties. Tussen metreering 2000 en 7000 bevindt zich het plangebied van BMAD. Figuur 8 geeft op kaart aan waar het lengteprofiel is genomen.



Figuur 10 Zelfde als Figuur 12, maar nu voor de stroomsnelheid



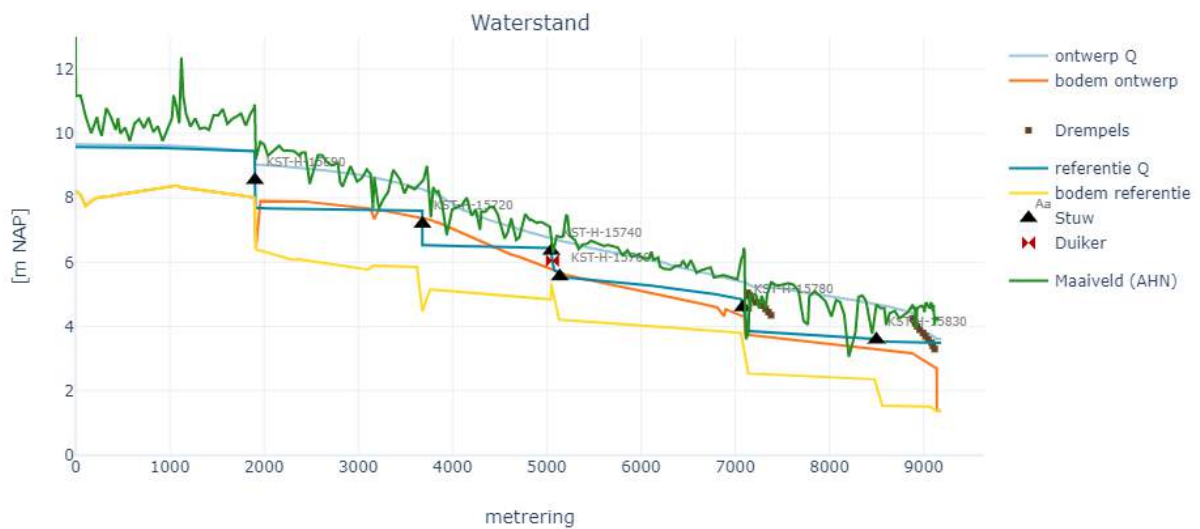
Figuur 11 Dwarsprofiel voor een gemiddelde locatie in Bronnegermaden. de 3 blauwe lijnen geven de waterstanden, waterdieptes en natte oppervlaktes aan behorende bij de 0,2Q, 0,5Q en 1Q afvoersituaties

Conclusies:

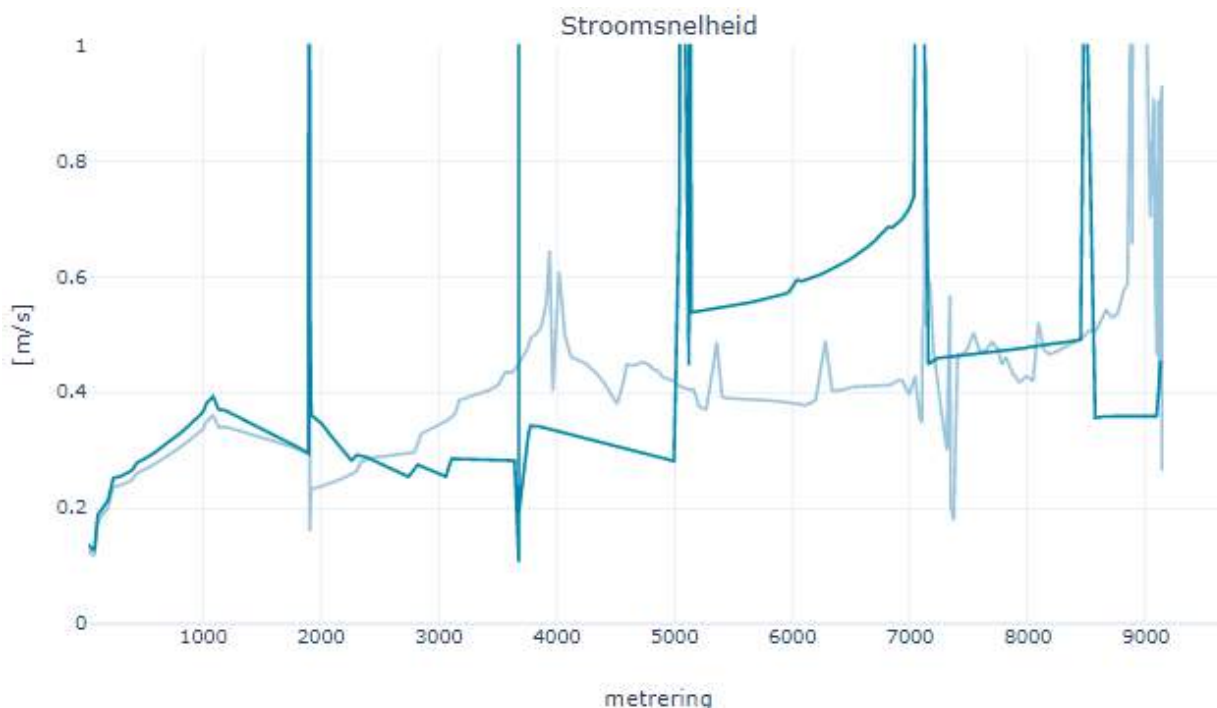
- In het hele traject VD en BM kunnen alle stuwen worden verwijderd
- Het verhang is volledig op te vangen met meandering en herprofilering en er zijn geen drempels meer nodig
- Om de waterstanden bij hoge afvoeren niet te ver te laten stijgen is een profiel nodig met taluds van 1:10
- Met de voorgestelde herprofilering volgt het waterpeil het maaiveldverloop
- Het ontwerp voldoet aan de eisen m.b.t. stroomsnelheid

Resultaten 1Q

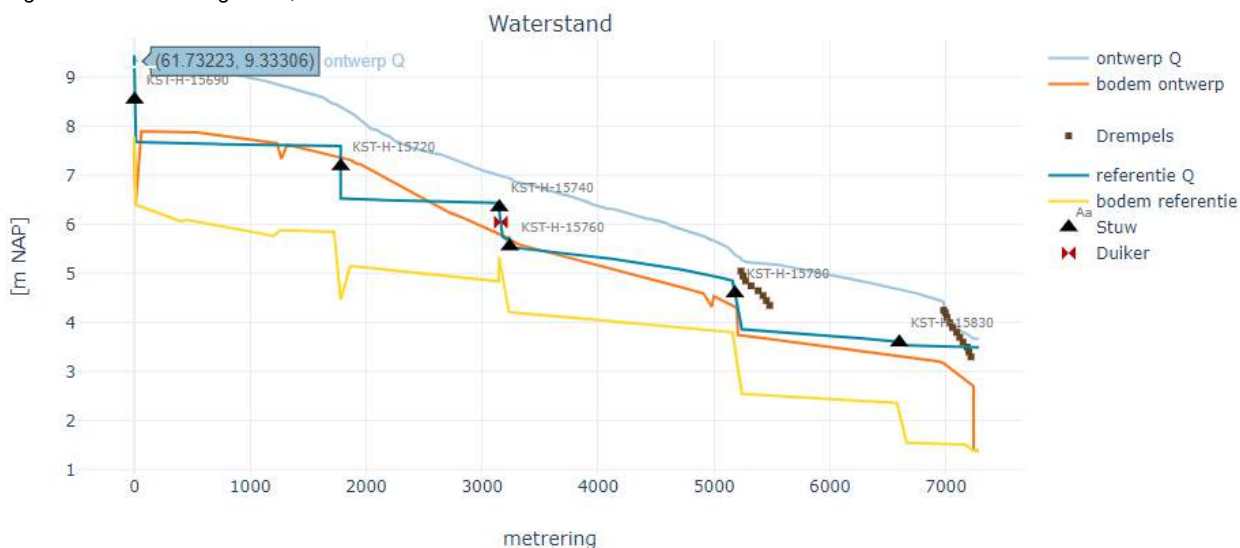
Figuur 12 geeft de resultaten weer voor de 1Q afvoersituatie. Tijdens deze afvoersituatie komt het water op veel plekken boven maaiveld uit. De stroomsnelheid bij het ontwerp varieert tussen de 0,25 en 0,50 m/s, welke te zien is in Figuur 13. Tussen metrerings 5000 en 7000 valt de hoge stroomsnelheid bij de referentiesituatie op, welke niet meer aanwezig is in het ontwerp door de flauwe taluds. De lokale pieken en dalen in de stroomsnelheid voor het ontwerp worden veroorzaakt door stroming over maaiveld. Figuur 18 geeft de waterstand aan bij de 1Q afvoersituatie met een grote weerstand (Strickler ks 10 i.p.v. 18). De waterstand loopt hierbij vlak benedenstrooms van stuw 15690 op tot 9,33 mNAP. Hiermee is er nog 12 centimeter marge ten opzichte van het bovenstroomse streefpeil van 9,45 mNAP.



Figuur 12 Zelfde als Figuur 9, maar nu voor de 1Q afvoersituatie.



Figuur 13 Zelfde als Figuur 15, maar nu voor de stroomsnelheid



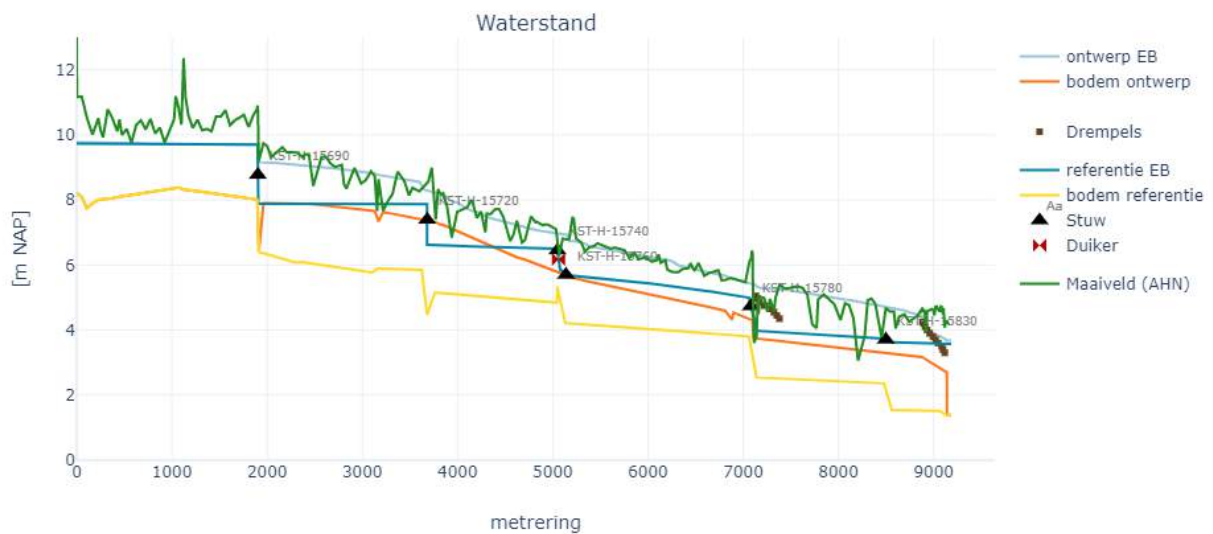
Figuur 14 Zelfde als Figuur 12, maar nu met een grotere weerstand (Strickler ks 10 i.p.v. 18).

Conclusies:

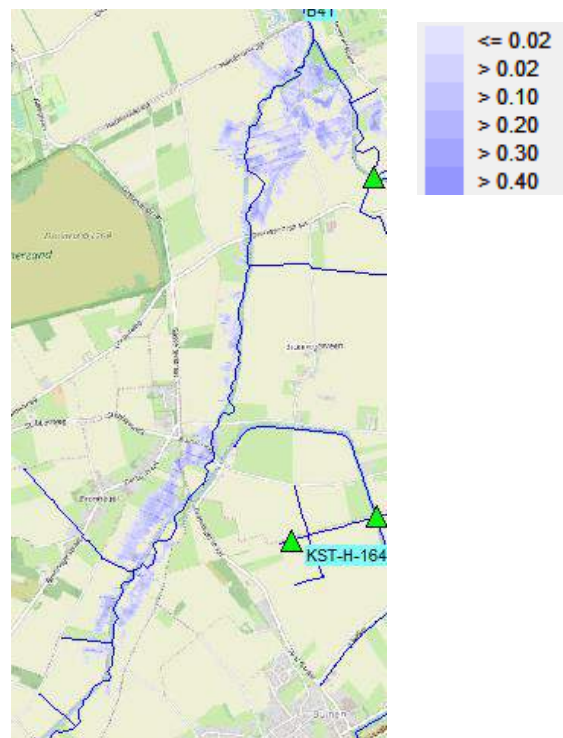
- Om het peil bovenstroom van stuw 15690 niet te beïnvloeden (veiligheidsmarge 10 cm) is het noodzakelijk het profiel te verruimen (bodembreedte 3 meter en bodemhoogte vlak op 7,9 mNAP over een lengte van 500 meter benedenstrooms van stuw 15690)
- Met de hoge weerstand van Strickler ks 10 wordt er met dit verruimde profiel voldaan aan de veiligheidsmarge bij stuw 15690 van 10 cm.
- Het ontwerp voldoet aan de eisen m.b.t. stroomsnelheden

Resultaten Extreme bui

In Figuur 15 is het lengteprofiel te zien van de maximale waterstand die optreden met de extreme bui. Met de ontwerp inrichting komt de waterstand op veel plekken boven maaiveld uit. In Figuur 16 is te zien waar er met de extreme bui water op maaiveld staat. Naast dat er bij Bronnegermaden veel inundatie plaatsvindt, stroomt er ook veel water over maaiveld in de Branden. Met deze extreme bui wordt er +- 100.000 m³ water geborgen in de Branden en +- 65.000 m³ in Bronnegermaden. Ook vindt er zonder aanpassing van het maaiveld korstsluiting plaats over maaiveld van de Voorste naar de Achterste Diep.

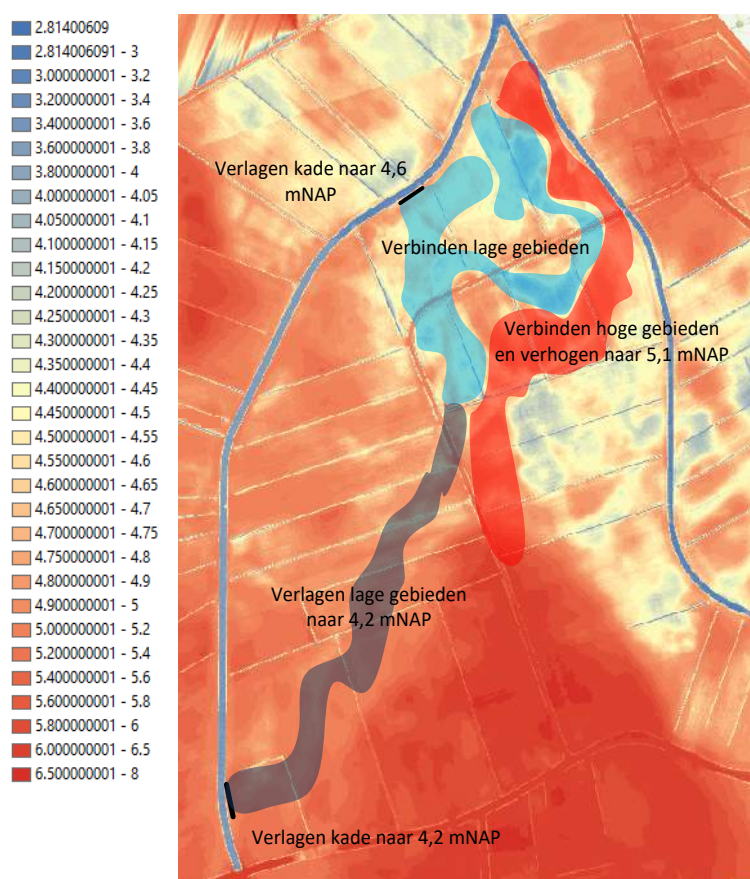


Figuur 15 Zelfde als Figuur 9, maar nu voor de extreme bui.



Figuur 16 water op maaiveld bij de extreme bui voor de ontwerp inrichting.

Bij de aansluiting met de Branden blijkt uit de berekeningen dat er veel water over maaiveld gaat stromen tussen de Voorste en Achterste Diep. Het is van belang dat de verhoging die bedacht is voor het talud van de Achterste diep aan de westzijde wordt aangelegd, omdat er anders een lekstroom gaat lopen van de Voorste Diep naar de Achterste Diep, wat er voor kan zorgen dat de waterstanden in de Achterste diep te ver oplopen. Doordat de bodem in de Voorste Diep in de Branden in het huidige ontwerp met 40 centimeter verhoogt is ten opzichte van het ontwerp voor de Branden, vindt er eerder stroming over maaiveld plaats, ook wanneer er niet wordt afgegraven. Voor de Branden was een slenk bedacht, zie Figuur 17, die verlaagt zou worden naar 4,2 mNAP om de lage gebieden in de Branden te kunnen bereiken en om de afvoer van enkele landbouwpercelen te zuiden van de Branden te waarborgen. Door het veranderde ontwerp is het niet meer nodig om deze slenk te graven, aangezien de waterstanden in de Voorste Diep al zo ver oplopen dat met het huidige maaiveld er al veel stroming over maaiveld plaatsvindt. Dit heeft ook als gevolg dat de slenk niet meer gebruikt kan worden voor de afwatering van de landbouwpercelen en dat hiervoor een alternatief moet worden gevonden.



Figuur 17 Aanpassingen aan maaiveld in de Branden die zijn voorgesteld in de studie naar de herinrichting van de Branden.

Conclusies:

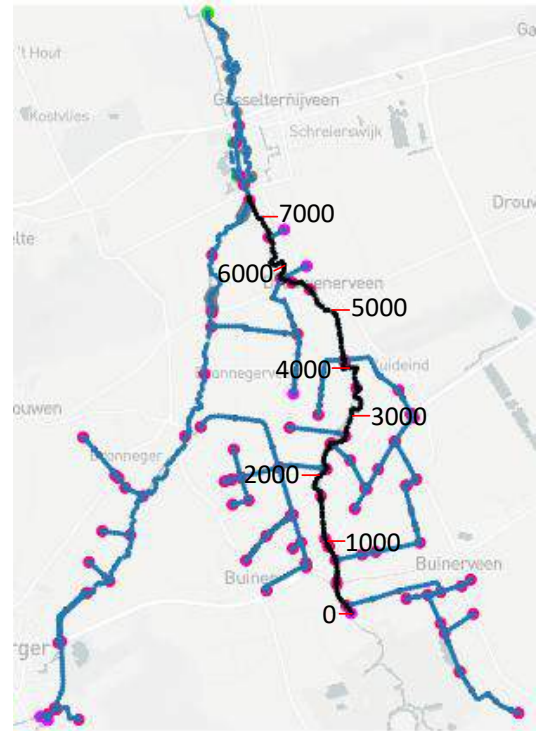
- In extreme situaties kan er 100.000 m³ water geborgen in de Branden en +- 65.000 m³ in Bronnegermaden zonder het verlagen van het maaiveld
- Er is een verhoging nodig tussen de Voorste en Achterste Diep om een lekstroom tegen te gaan. Het peilverschil tussen de Voorste en Achterste Diep bij de extreme bui is +- 1 meter.
- Het graven van de slenk voor waterberging in de Branden is niet meer nodig, wanneer de peilen op het Voorste Diep verder worden verhoogd. Met deze verhoging kan er al voldoende water worden geborgen op het huidige maaiveld

- Dit heeft wel gevolgen voor de afvoer van enkele landbouwpercelen ten zuiden van de Branden, waarvoor een alternatieve afvoerroute gevonden dient te worden

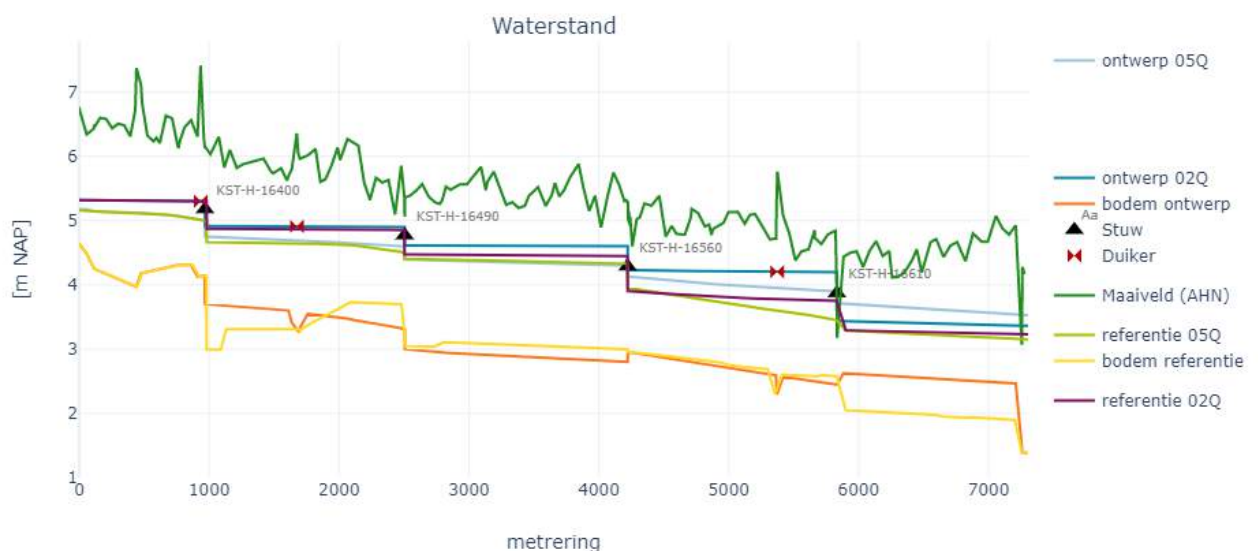
5.5.2 Achterste Diep

Resultaten 0,2Q en 0,5Q

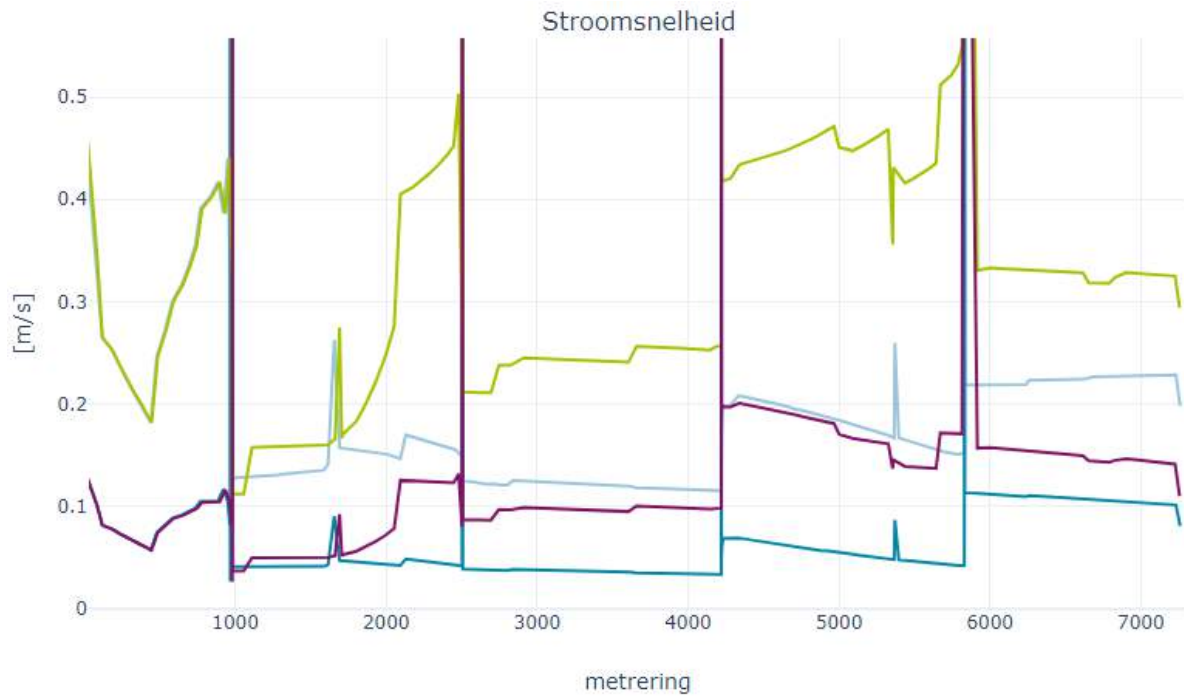
Figuur 19 geeft de resultaten weer voor de 0,2Q en 0,5Q afvoersituaties. In oranje is de ontwerp bodemhoogte te zien. De bodem kan alleen in het plangebied van de Branden aanzienlijk worden verondiept. In plangebied van de Achterste Diep is dit niet mogelijk aangezien er dan sprake is van een verhoging is van de waterstand bovenstrooms van stuw 16400. In de Branden en in peilgebied 16620 is er een vernatting met maximaal 50 centimeter t.o.v. de referentie, in de twee bovenstroomse peilgebieden van BMAD is er nauwelijks vernatting mogelijk. De stroomsnelheid bij 0,2Q ligt bij het ontwerp rond de 0,05 m/s, bij de 0,5Q afvoersituatie is dit 0,15 m/s, wat te zien is in Figuur 20



Figuur 18 Overzicht model BMAD, met in zwart het traject waarvan het lengteprofiel te zien is in Figuren 23, 24 en 25.



Figuur 19 Lengteprofiel Achterste Diep voor de 0,5Q en 0,2Q afvoersituaties. het plangebied van BMAD loopt van metrerung 1000 tot metrerung 6000. In Figuur 18 is het traject te zien waarover het lengteprofiel is genomen.



Figuur 20 Zelfde als Figuur 19, maar dan voor de stroomsnelheden

Functioneren nieuwe peilgebieden

Om te oordelen of de herverdeling van de peilgebieden het gewenste resultaat heeft, is in Tabel 2 een overzicht gegeven van de peilen in de nieuwe peilgebieden. Uit de tabel blijkt een verlaging van de peilen in de nieuwe peilgebieden tussen de 10 en 25 centimeter. Door de herindeling van de peilgebieden worden de nieuwe peilgebieden juist droger i.p.v. natter. Omdat de verschillen tussen de huidige en de toekomstige peilen gering zijn, adviseren wij om hier geen stuwen te plaatsen. Hiermee zijn dit in feite geen nieuwe peilgebieden maar is er een herverdeling van peilgebieden gemaakt van de peilgebieden. De gebieden Nieuw2 en Nieuw 3 waren eerst onderdeel van peilgebied 16560 en worden onderdeel van peilgebied 16610. Nieuw 4 was onderdeel van peilgebied 16490 en wordt onderdeel van peilgebied 16560.

Tabel 2 peilen nieuwe peilgebieden.

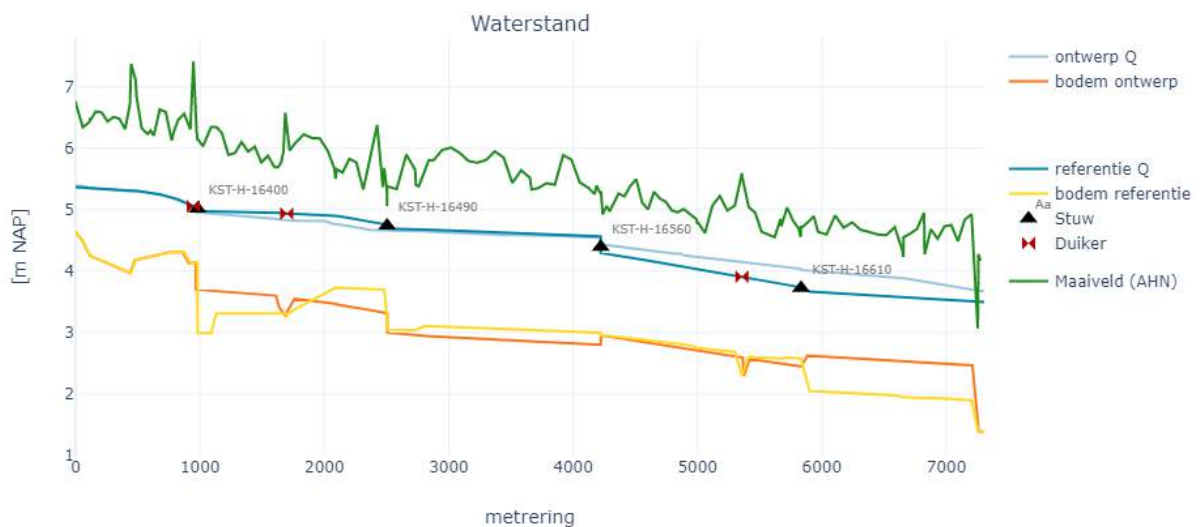
Peilgebied	Berekend peil zomer ontwerp	berekend peil zomer referentie	Berekend peil winter Ontwerp	berekend peil winter referentie
Nieuw 2	4,23	4,45	4,13	4,30
Nieuw 3	4,23	4,45	4,13	4,30
Nieuw 4	4,60	4,85	4,39	4,50

Conclusies:

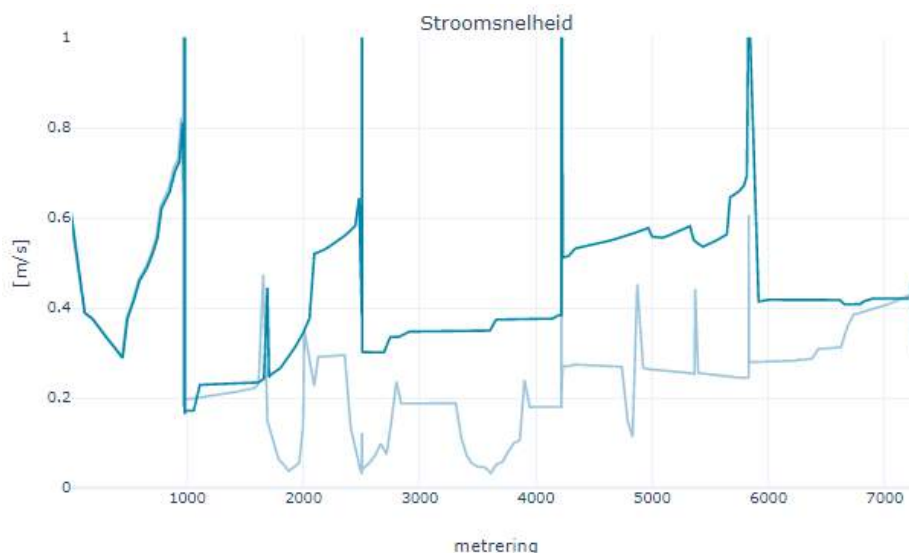
- Er is binnen het plangebied geen bodemverhoging mogelijk, omdat anders effecten bovenstrooms van het plangebied optreden.
- In het plangebied van de Branden is er wel bodemverhoging mogelijk, met ongeveer 50 centimeter ten opzicht van de huidige situatie.
- Er wordt niet voldaan aan de stroomsnelheidsdoelen.
- In de Branden en het meest benedenstroomse peilgebied in het plangebied Achterste Diep (peilgebieden 16660 en 16610 is er vernatting mogelijk van maximaal 50 cm
- In de twee bovenstroomse peilgebieden binnen plangebied BMAD is er nauwelijks tot geen vernatting mogelijk (peilgebieden 16560 en 16490).
- De herindeling van de peilgebieden zorgt ervoor dat in de nieuwe peilgebieden de peilen 10 tot 25 cm lager zijn dan in de referentiesituatie.

Resultaten 1Q

Bij de 1Q afvoersituatie is de waterstand in peilgebied 16490 lager dan in de referentiesituatie. Dit komt door de inzet van de stapstenen als waterberging. Ook wordt er voldaan aan de randvoorwaarde dat er geen waterstandsverhoging mag optreden bovenstrooms van het plangebied (stuw 16400). De stroomsnelheid voor het ontwerp ligt bij de 1Q afvoersituatie rond de 0,2 m/s, welke te zien is in Figuur 22. De lokale verlagingen in de stroomsnelheid zijn ter plekke van de stapstenen.



Figuur 21 Zelfde als Figuur 19, maar nu voor de 1Q afvoersituatie.



Figuur 22 Zelfde als Figuur 24, maar nu voor de stroomsnelheid

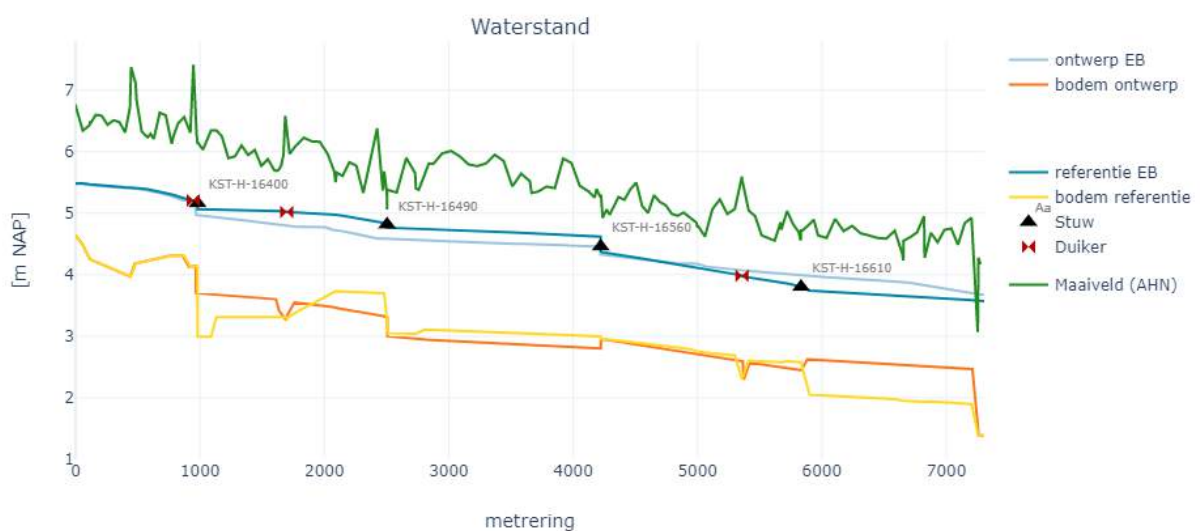
Conclusies:

- Er wordt niet voldaan aan de stroomsnelheidsdoelen
- De stapstenen en het ruimere profiel bovenstrooms in het plangebied zorgen ervoor dat er geen verhoging van de waterstand bovenstrooms van het plangebied plaatsvindt. Met name de 2

bovenstroomse stapstenen zijn hiervoor nodig en zullen behouden moeten blijven in het ontwerp.

Resultaten extreme bui

In Figuur 23 is het lengteprofiel te zien van de maximale waterstanden tijdens de extreme bui. Zowel in peilgebied 16560 en 16490 zijn de berekende maximale waterstanden lager in het ontwerp dan in de referentie situatie. Dit komt door de inzet van de stapstenen, die worden benut om de afvoerpiek af te vlakken en daarmee de maximale waterstand te verlagen



Figuur 23 zelfde als Figuur 19, maar nu voor de extreme bui.

Conclusies:

- De stapstenen en het ruimere profiel bovenstrooms in het plangebied zorgen ervoor dat er geen verhoging van de waterstand bovenstrooms van het plangebied plaatsvindt. Met name de 2 bovenstroomse stapstenen zijn hiervoor nodig en zullen behouden moeten blijven in het ontwerp.

5.6 Conclusies en aanbevelingen

Het ontwerp wat er nu ligt en is doorgerekend voldoet zo goed mogelijk aan de gestelde ambities/opgaves en randvoorwaarden die gesteld zijn vanuit hydrologie. De berekende profielen, peilen en optimalisatie van peilgebieden en NNN begrenzing kunnen nader gedetailleerd worden in ontwerp sessies. Onderstaand geven we per gebied de conclusies en aanbevelingen weer:

5.6.1 De Branden

Conclusies:

- Wanneer BM en AD ingericht worden kan het gebied de Branden optimaler worden ingericht:
 - o Stortstenen in Toreneven kunnen worden verhoogd naar de toekomstige hoogte
 - o Profiel van de Voorste Diep verder verondiepen (40 cm t.o.v. ontwerp de Branden)
 - o Hogere peilen in Voorste Diep (gemiddeld 50 cm hoger dan in het ontwerp voor de branden)
 - o Stuw 15760 kan vervallen, waardoor deze niet meer vispasseerbaar gemaakt hoeft te worden
 - o Er kan +- 100.000 m³ water worden geborgen op het huidige maaiveld (in het ontwerp van de branden blijven de peilen lager en is het nodig een slenk te graven voor waterberging)
 - o Wanneer er in de Branden een slenk wordt gegraven voor waterberging met een bodemhoogte van 4,20 zal deze slenk watervoerend worden wanneer het peil verhoogd op het VD, bij 0,2Q is het peil dan 4,6 mNAP, bij 0,5Q 5,0 mNAP en bij 1Q 5,2 mNAP
 - o De slenk heeft naast waterberging tevens de functie op het landbouwgebied ten zuiden van het plangebied af te wateren. Bij de berekende hogere peilen is dat niet meer mogelijk en moet voor de ontwatering van deze landbouwgronden een andere oplossing worden gevonden.

Aanbevelingen:

- Het ontwerp van de Branden te optimaliseren met deze uitkomsten rekening houdend met fasering en toekomstige gevolgen.
 - o Als de profielen van het Voorste Diep in Branden aangelegd worden op basis van het ontwerp van de branden (40 cm dieper dan in ontwerp BMAD), creëer je op dat traject te weinig opstuwing. Wanneer Bronnegermaden wordt ingericht moeten hier maatregelen getroffen worden om de opstuwing te vergroten en daarmee de berekende waterstanden voor BMAD te realiseren. Dit kan doormiddel van de voorgestelde 40 cm verondieping, maar ook door het plaatsen van extra drempels.
- Er is in het huidige ontwerp voor de Branden nog gewerkt met een profiel met veel drempels om het peilverschil bij stuw 15780 en bij de aansluiting met de Achterste diep te overbruggen. Wanneer gewenst, zou een deel van dit peilverschil kunnen worden overbrugt met herprofilering. Dit profiel zou dan hetzelfde profiel als voor Bronnegermaden kunnen zijn. Een risico is hierbij wel dat het gebied gevoelig wordt voor droogval, aangezien er geen drempels of andere obstakels zijn die het water vasthouden.

5.6.2 Bronnegermaden

Conclusies:

- Herprofilering en meandering maakt het mogelijk alle stuwen te verwijderen

- De bodemhoogte is verhoogt met 0,5 tot maximaal 2 meter.
- De berekende profielen zijn belangrijk voor het halen van het toetscriteria “geen verhoging van de waterstand bij stuw 15690, met een veiligheidsmarge van 10 cm.”
- De stroomsnelheidsdoelen voor een laaglandbeek r5 worden gehaald
- De waterstanden worden fors verhoogt ten opzichte van de huidige situatie (tussen de 0,5 en 1,5 meter)
- In extreme situaties kan er 65.000 m³ in Bronnegermaden geborgen worden zonder dat het maaiveld verlaagt hoeft te worden

Aanbevelingen:

- De ontwerpprofielen en de meandering die is berekend is cruciaal om te kunnen voldoen aan de gestelde opgaven en toetscriteria. Wanneer er op basis van ontwerpessies of gebiedsbijeenkomsten wensen zijn om profielen of de mate van meandering aan te passen is het zinvol de effecten hiervan te berekenen.
- In extreem droge zomers kan het voorkomen dat delen van de beek droogvallen omdat er geen drempels/stuwen meer voorkomen waarmee het water vast te houden is. Hier moet in de ontwerpessies rekening mee worden gehouden door bv op enkele plekken dieptes aan te leggen waar water in blijft staan zodat soorten kunnen overleven.
- De berekende profielen zijn belangrijk voor het halen van het toetscriteria “geen verhoging van de waterstand bij stuw 15690, met een veiligheidsmarge van 10 cm”. Om het systeem robuuster te maken kan net als in de Achterste Diep een stapsteen aangelegd zodat ook bovenstrooms in het plangebied water geborgen kan worden.

5.6.3 Achterste Diep

Voor het ontwerp van de Achterste Diep in het plangebied van BMAD is gezocht naar een inrichting waarbij zowel landbouw nog goed mogelijk blijft, maar ook de natuurlijke waarde van het gebied wordt vergroot. Dit heeft geleid tot compromissen waarbij niet aan alle eisen, ambities en wensen kon worden voldaan.

Conclusies:

- Er is binnen het plangebied geen bodemverhoging mogelijk
- De berekende profielen zijn belangrijk voor het halen van het toetscriteria “geen verhoging van de waterstand bij bovenstrooms van het plangebied”
- De stroomsnelheidsdoelen worden niet gehaald
- In de Branden en het meest benedenstroomse peilgebied in het plangebied Achterste Diep (peilgebieden 16660 en 16610 is er vernatting mogelijk van maximaal 50 cm
- In de twee bovenstroomse peilgebieden binnen plangebied BMAD is er nauwelijks tot geen vernatting mogelijk (peilgebieden 16560 en 16490).
- Om geen waterstandsverhoging bovenstrooms van het plangebied te veroorzaken zijn de stapstenen van cruciaal belang in het ontwerp. Deze beperken de opstuwing bij afvoersituaties hoger dan 0,5Q en waarborgen hiermee dat de waterstand niet te hoog oploopt. Met name de 2 bovenstroomse stapstenen zijn hiervoor nodig en zullen behouden moeten blijven in het ontwerp.
- De herindelings van de peilgebieden zorgt ervoor dat in de nieuwe peilgebieden de peilen 10 tot 25 cm lager zijn dan in de referentiesituatie

Aanbeveling

- Uit de vergelijking AHN 2 en AHN 3 is gebleken dat de laagte van stapsteen 1 is opgehoogd. Dit biedt kansen om elders een stapsteen aan te leggen of de hectares NNN die daarmee vervallen weer in te zetten voor meandering

Bijlage 1: Opbouw SOBEK model

In dit hoofdstuk wordt per onderdeel toegelicht hoe deze zijn gemodelleerd. We gaan hierbij alleen in op de modellering van de Bronnegermaden en Achterste Diep.

Watergangen

Alleen de hoofdwatergangen zijn meegenomen in het model. We zijn uitgegaan van de afmetingen zoals deze in de legger staan. In de legger staat voor de watergangen een gemeten bodemhoogte bovenstrooms, een gemeten bodemhoogte benedenstrooms, een bodembreedte, een talud links en een talud rechts. Met deze informatie hebben we de watergangen opgebouwd in SOBEK. Er waren enkele watergangen waarvoor niet alle benodigde informatie beschikbaar was. In het modelleerlogboek is aangegeven om welke watergangen het gaat en hoe deze in het model zijn geplaatst.

Duikers

Voor de duikers hebben we waar beschikbaar de gemeten afmetingen gebruikt. Voor de weerstand in de duikers gebruiken we Strickler ks $75 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$. Indien er geen b.o.b. bekend is van de duiker hebben we de bodemhoogte van de watergang aangehouden als b.o.b.

Stuwen

Voor de stuwen hebben we de gemeten afmetingen gebruikt. Beweegbare stuwen die in werkelijkheid handmatig worden bestuurd laten we in het model automatisch sturen op streefpeil in de situaties tot en met $0,5Q$. In extremere situaties wordt de klepstand van deze stuwen vastgezet op de klepstand zoals deze is bepaald in de $0,5Q$ afvoersituatie.

Bruggen

In samenspraak met het waterschap is bepaald dat bruggen niet voor opstuwning zorgen en dat we deze dus niet modelleren

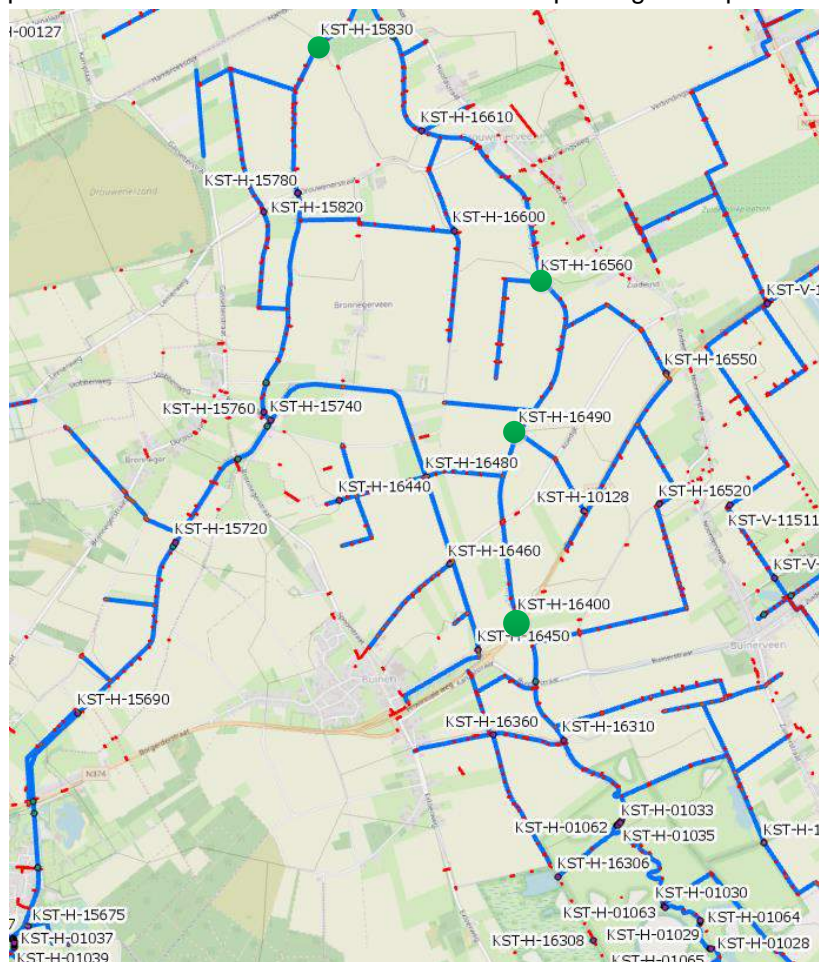
Laterale instromen

Per peilgebied is de laterale instroom bepaald, door het oppervlak te vermenigvuldigen met een afvoerfactor. Deze afvoerfactor is $1,2 \text{ l/s/ha}$. Om droogval te voorkomen en een redelijke verdeling van instromen binnen een peilgebied te krijgen is de instroom per peilgebied daar nodig opgedeeld in meerdere instromen. Figuur 24 toont deze verdeling.

Bijlage 2: Validatie SOBEK model

Om het model te valideren zijn er meetreeksen gebruikt. Helaas zijn er geen meetreeksen beschikbaar van de Voorste Diep bovenstrooms van projectgebied de Branden. In Figuur 25 staan de stuwen aangegeven, met in groen de stuwen waarvan metingen beschikbaar zijn.

Op basis van de metingen van de afgelopen paar jaar is een inschatting gemaakt van de waterstanden behorende bij de afvoersituaties 0,2Q (zomer) en 0,5Q (winter). In Tabel 3 zijn deze waterstanden te zien. Daarnaast zijn daar ook de gemodelleerde waterstanden te zien. Het verschil tussen deze twee is te zien in de laatste twee kolommen van Tabel 3. Het verschil is beperkt tot maximaal 25 centimeter. Wat opvalt is dat bij stuw 16560 en 16490 de waterstanden structureel te hoog zitten. In het model was er tussen deze stuwen ook een behoorlijk verhang te zien bij 0,5Q, van ongeveer 30 cm/km. Daarnaast was er op een traject op kanaal Buiten Schoonoord ook een onrealistisch hoog verhang te zien. Dit gaf aanleiding nog eens goed naar de gebruikte profielen te kijken. In de volgende paragraaf worden deze profielen verder onderzocht en worden de aanpassingen besproken.



Figuur 25 Overzicht legger waterschap, met in groen de stuwen waarvan meetgegevens beschikbaar zijn.

Tabel 3 Vergelijking gemeten en gemodelleerde waterstanden.

stuw	Boven of benedenstrooms	Meting (mNAP)		Model		Verschil	
		0,5Q	0,2Q	0,5Q	0,2Q	0,5Q	0,2Q
15830	Bovenstrooms	3,6	3,8	3,45	3,8	-0,15	0
	Benedenstrooms	3,25	3,2	3,17	3,24	-0,08	0,04
16560	Bovenstrooms	4,2	4,45	4,33	4,45	0,13	0
	Benedenstrooms	3,7	3,85	3,93	3,91	0,23	0,06
16490	Bovenstrooms	4,6	4,85	4,77	4,85	0,17	0
	Benedenstrooms	4,5	4,5	4,75	4,65	0,25	0,15
16400	Bovenstrooms	5	5,3	5	5,3	0	0
	Benedenstrooms	4,7	4,85	4,83	4,87	0,13	0,02

Aanpassingen model

Op basis van de bevindingen van de validatie van het model is er op één traject in de Achterste Diep en op één traject op het kanaal van Bronnegermaden geconstateerd dat de gebruikte bodemhoogte niet kon kloppen. Figuur 26 geeft aan om welke trajecten het gaat. Op deze trajecten is er een aanzienlijk verschil tussen de gemeten bodemhoogte en de juridische bodemhoogte zoals aangegeven in de legger. Dit is ook terug te zien in de lengteprofielen, Figuur 27 en Figuur 28. Hierin is in lichtgeel de gemeten bodemhoogte te zien en in donkergeel wanneer deze is aangepast naar de juridische bodemhoogte. Ook is het effect op de waterstand te zien bij 0,5Q. Hieruit blijkt dat zeker voor de Achterste Diep het effect ver rijkt, tot aan stuw 16400. Voor Bronnegermaden rijkt het effect tot stuw 15690. Het verhang is nu duidelijk lager dan zonder de bodemaanpassing. Dit is ook te zien in Tabel 4, waarin de gemeten waterstanden worden vergeleken met de gemodelleerde waterstanden met de aangepaste bodemhoogtes.

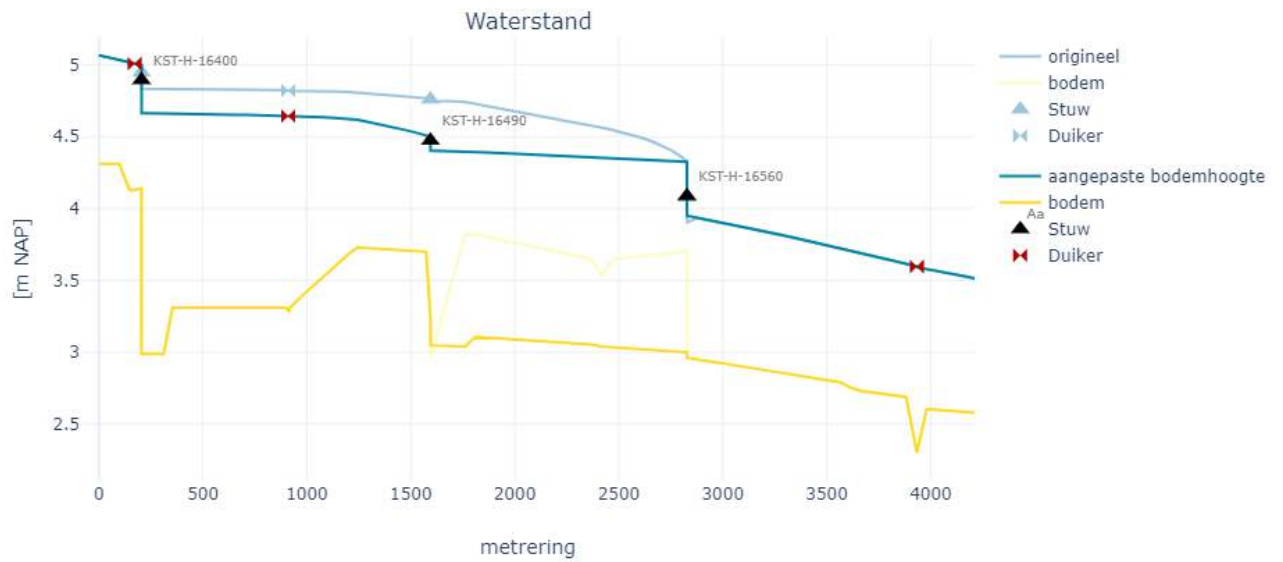


Figuur 26 Locaties waar de bodemhoogte is aangepast, aangegeven in rood.

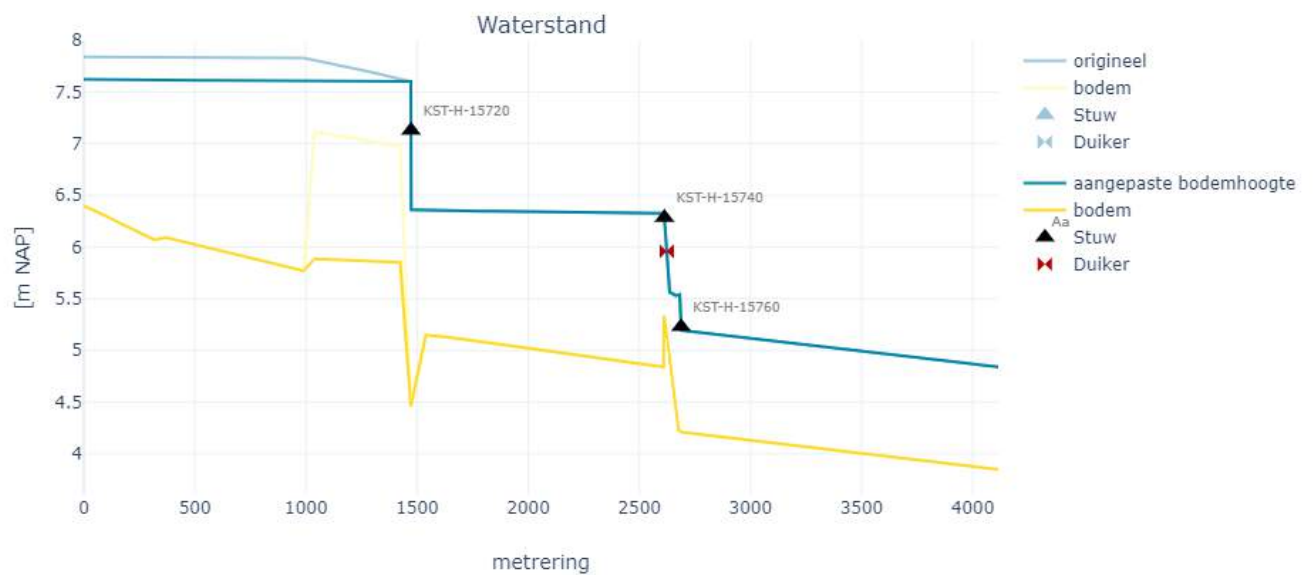
Tabel 4 vergelijking gemeten en gemodelleerde waterstanden met aangepaste bodemhoogtes

stuw	Boven of benedenstrooms	Meting (m+NAP)		Model		Verskil	
		0,5Q	0,2Q	0,5Q	0,2Q	0,5Q	0,2Q
15830	Bovenstrooms	3,6	3,8	3,45	3,8	-0,15	0
	Benedenstrooms	3,25	3,2	3,17	3,24	-0,08	0,04
16560	Bovenstrooms	4,2	4,45	4,33	4,45	0,13	0
	Benedenstrooms	3,7	3,85	3,93	3,9	0,23	0,05
16490	Bovenstrooms	4,6	4,85	4,5	4,85	-0,10	0
	Benedenstrooms	4,5	4,5	4,4	4,48	-0,10	-0,02
16400	Bovenstrooms	5	5,3	5	5,3	0	0
	Benedenstrooms	4,7	4,85	4,66	4,87	-0,04	0,02

Geconcludeerd kan worden dat het model met de aangepaste bodemhoogtes beter presteert dan het model zonder deze aanpassingen. Daarnaast kan geconcludeerd worden dat, gezien de beperkte verschillen tussen de gemeten en gemodelleerde waterstanden, het model voldoet om als referentie te dienen voor de inrichting van het gebied.



Figuur 27 Lengteprofiel voor de Achterste Diep behorende bij de 0,5Q afvoersituatie.



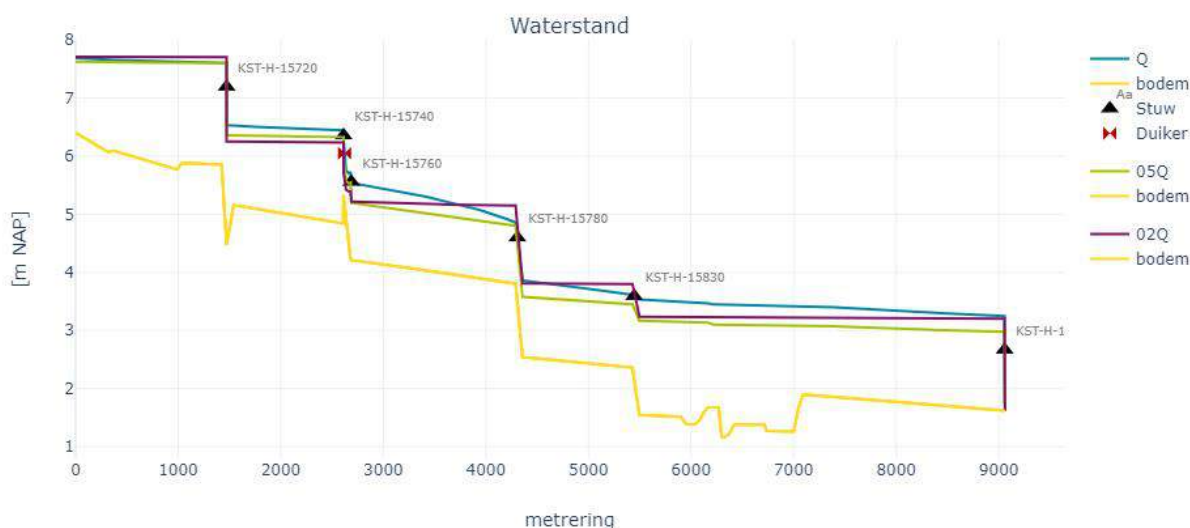
Figuur 28 Lengteprofiel voor Bronnegermaden behorende bij de 0,5Q afvoersituatie.

Bijlage 3: Resultaten referentie

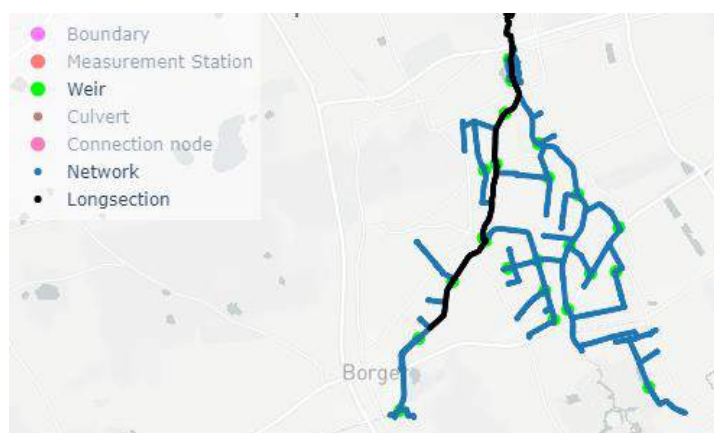
In dit hoofdstuk worden de resultaten besproken van het referentiemodel voor de Bronnegermaden en de Achterste Diep voor de stationaire situaties. De afvoersituaties die hierin worden behandeld zijn de 0,2Q, 0,5Q en 1Q.

Bronnegermaden en Voorste Diep

Voor Bronnegermaden en de Voorste Diep is een lengteprofiel te zien in Figuur 29. Het traject waarop dit lengteprofiel is genomen is te zien in Figuur 30. Wat opvalt zijn de grote sprongen in de waterstand ter plekke van de stuwen. Bovenstrooms van het lengteprofiel bevindt zich stuw 15690, die voor een minimale bovenstroomse waterstand zorgt van 9,45 mNAP. Op de bovenstroomse plangebiedsgrens bevindt zich geen sturend kunstwerk en wordt de waterstand dus bepaald door stuw 15690.



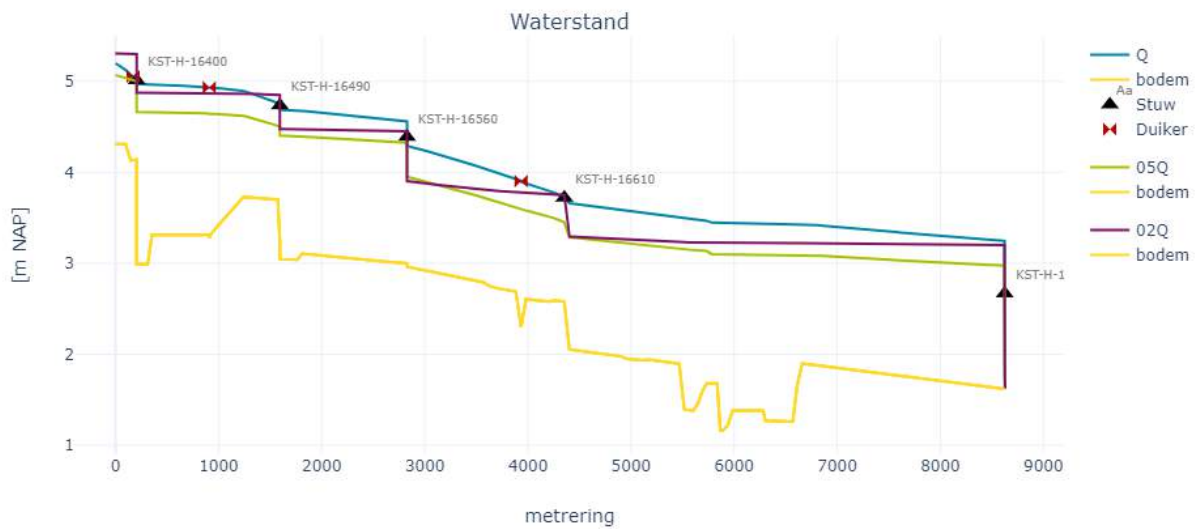
Figuur 29 Lengteprofiel voor Bronnegermaden/Voorste Diep voor de referentiesituatie.



Figuur 30 Traject lengteprofiel Figuur 29, met in groen de stuwen en in zwart het traject van het lengteprofiel (van zuid naar noord).

Achterste Diep

Het lengteprofiel voor de Achterste Diep is te zien in Figuur 31, waarvoor in Figuur 32 het traject te zien is. De sprongen in de waterstand zijn in het Achterste Diep kleiner dan die voor de Voorste Diep/ Bronnegermaden. Ter plekke van de bovenstroomse plangebiedsgrens bevindt zich stuw 16400, welke bij de 1Q afvoersituatie nog net niet verdrinkt.



Figuur 31 Lengteprofiel voor de Achterste Diep voor de referentiesituatie



Figuur 32 Traject lengteprofiel Figuur 31, met in groen de stuwen en in zwart het traject van het lengteprofiel (van Zuid naar Noord)



Bijlage 3 MIPWA modellering

Notitie / Memo

HaskoningDHV Nederland B.V.
Water

Aan: Prolander
Van: Evy Kleingeld en Carolien Steinweg
Datum: Tuesday, 23 June 2020
Kopie:
Ons kenmerk: BG9116WATNT2003311213
Classificatie: Projectgerelateerd
Goedgekeurd door [Click or tap here to enter text.](#)

Onderwerp: Modelresultaten MIPWA grondwatermodellering

Inleiding

Royal HaskoningDHV (hierna RHDHV) heeft voor het gebied de Branden een gebiedsanalyse uitgevoerd met bijbehorende modelstudies met SOBEK (oppervlaktewater) en MIPWA (grondwater). De uitkomsten hiervan vormen de basis voor de inrichting van het gebied. Uit de modelstudies komt naar voren dat er hydrologische relaties bestaan tussen de Branden en de bovenstroomse gebieden, de Bronnegermaden en het Achterste Diep. De natuurambities en de relatie tussen de Branden en Bronnegermaden en Achterste Diep zijn reden om deze gebieden in zijn geheel te beschouwen. Inzicht in deze relaties maakt het mogelijk het gebied de Branden optimaal in te richten en de kansen voor (natuur)ontwikkeling voor Bronnegermaden en Achterste Diep te verkennen. Prolander heeft RHDHV gevraagd om een modelstudie uit te voeren waarmee in beeld wordt gebracht:

- Welke optimalisaties er mogelijk zijn voor de Branden qua peilen, profielen en waterberging wanneer er geen beperkingen zijn qua bovenstrooms effect.
- Wat zijn vanuit hydrologie de inrichtingsmogelijkheden voor Bronnegermaden en Achterste Diep afgestemd op de ambities en opgaven.

De modelstudie die hiervoor is uitgevoerd bestaat uit drie onderdelen. Een droogleggingsanalyse, een SOBEK en MIPWA modelstudie. In deze memo wordt voor het onderdeel MIPWA modelstudie de aanpak en de resultaten uitgewerkt.

Methode

Om de effecten van de inrichting op de grondwaterstanden in het plangebied en daarbuiten te kunnen bepalen is gebruik gemaakt van het grondwatermodel MIPWA (Methodiek ontwikkeling, Interactieve Planvorming t.b.v. het Waterbeheer) van Deltares.

Om inzicht te krijgen in de werking van het grondwatermodel, het grondwatersysteem en de effecten van de herinrichting op de grondwaterstanden zijn er verschillende stappen uitgevoerd. Als eerste is het basis MIPWA model doorgerekend, op basis van die uitkomsten zijn een aantal modelverbeteringen uitgevoerd, vervolgens zijn de huidige situatie (referentiesituatie) en de toekomstige inrichting doorgerekend.

Modelgebied

Voor deze modelstudie is het modelgebied van de Branden uitgebreid met de bovenlopen van de Bronnegermaden/ Voorste Diep en Achterste Diep. In Figuur 1 is het plangebied van de herinrichting weergegeven en het gekozen modelgebied.

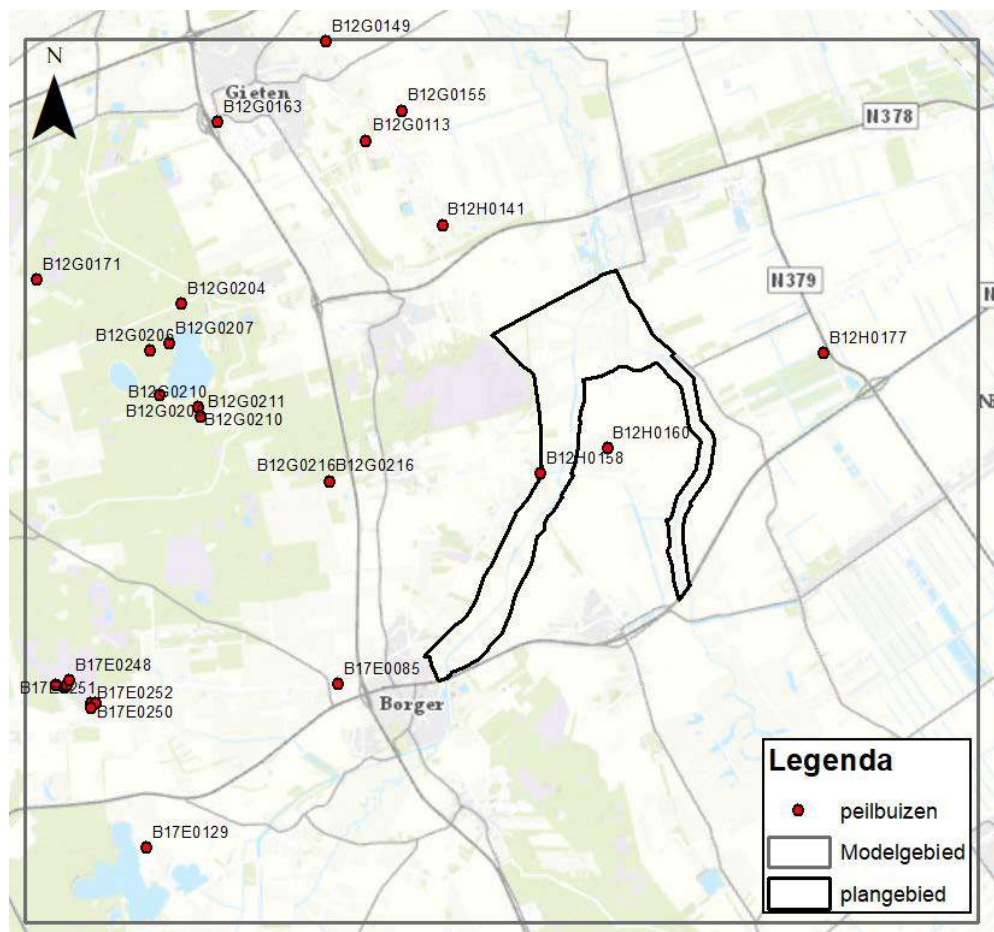
Huidige situatie (referentiemodel)

Als basis voor het model is MIPWA versie 3.1 gebruikt, vervolgens zijn hierop de volgende aanpassingen gedaan:

- Verhogen van de deklaagweerstand met 100 dagen voor de gebieden buiten de Hondsrug (met een maximum van 200 dagen);
- De weerstand van de watergangen verhogen (De weerstand van een watergang is een maat voor de "gemak" waarin water in- of exfiltreert van de watergang naar de naast de watergang gelegen bodem. Hoe hoger de weerstand hoe "moeilijker" water van of uit de beek naar de omliggende bodem stroomt.), de weerstand van de kanaalgedeeltes in de kanalen Buinen-Schoonoord en het Voorste Diep is verlaagd (gehalveerd).

De geohydrologische schematisering voor MIPWA3.1 is gebaseerd op het hydrogeologische model REGIS II v2.1, inmiddels is REGIS II v2.2 beschikbaar. In bijgevoegde memo (Bijlage A) worden de verschillen tussen deze hydrogeologische modellen beschreven voor het modelgebied en de bruikbaarheid van MIPWA3.1 beschreven.

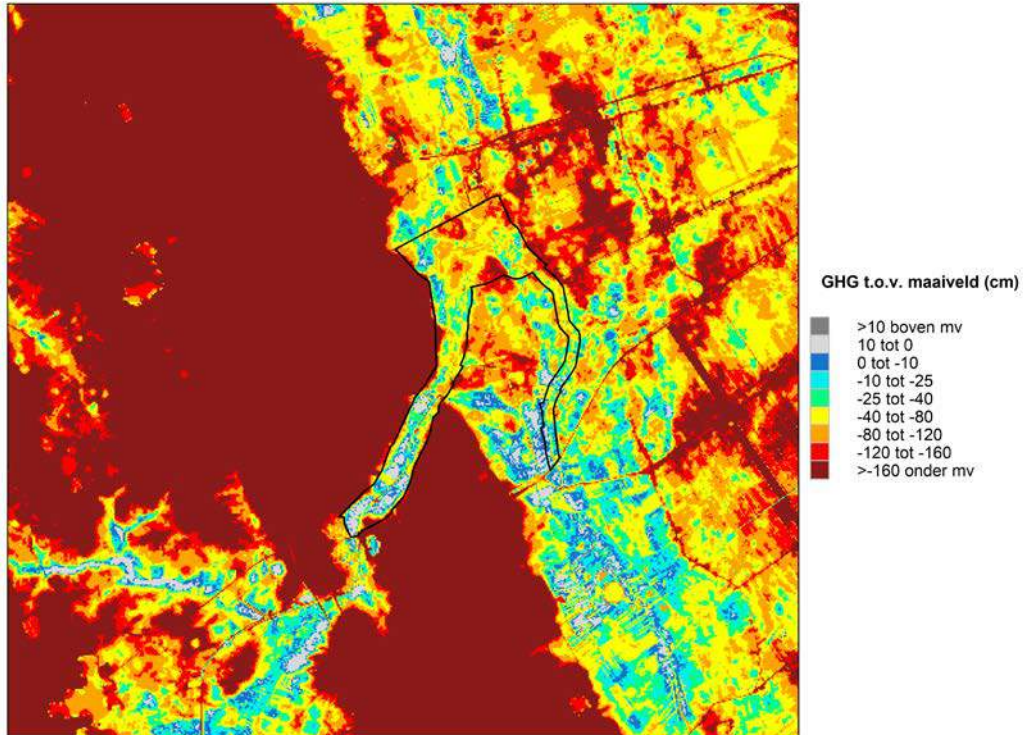
Er zijn weinig gegevens van peilbuizen binnen het plangebied (zie Figuur 1). Dit maakt het lastig om het model te valideren aan de huidige situatie. Om toch een vergelijking met gemeten waarden te kunnen maken is er gebruik gemaakt van de gemeten afvoer bij stuwen in het Voorste en Achterste Diep. Hiermee is een vergelijking gemaakt tussen deze gemeten afvoer en de berekende afvoer, de memo met deze resultaten en een vergelijking tussen de gemeten (maar enkele locaties) en berekende stijghoogten is bijgevoegd als bijlage B.



Figuur 1: Figuur met modelgebied, plangebied BMAD en aanwezige peilbuizen in het modelgebied.

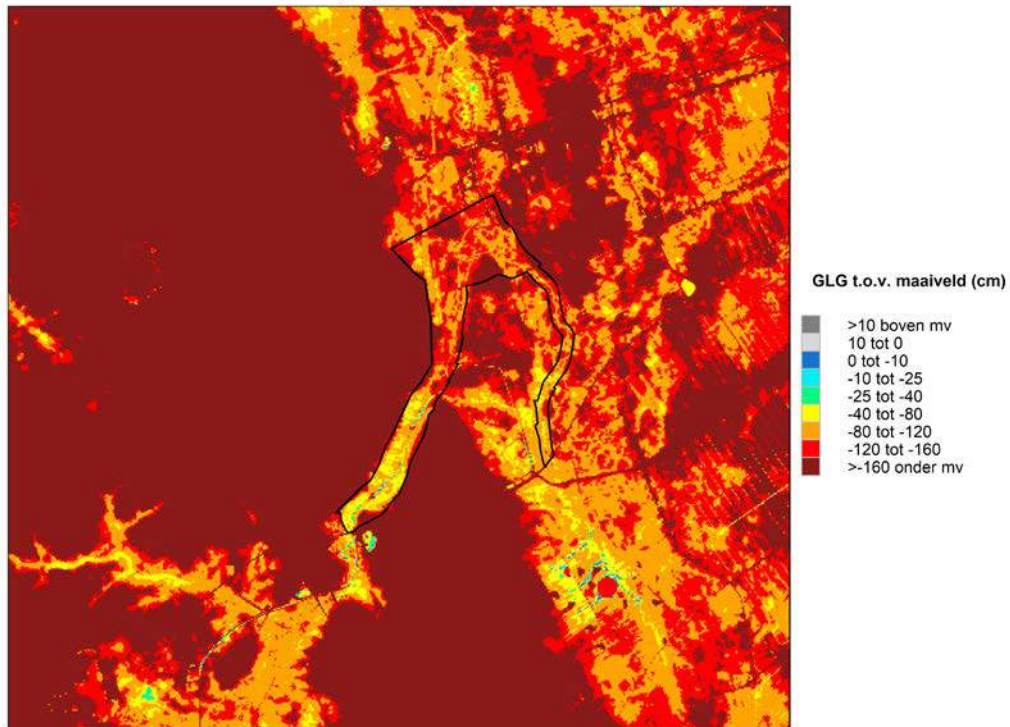
Na het doorvoeren van bovenstaande aanpassingen en het uitvoeren van controles met betrekking tot de geohydrologische opbouw van het model (REGISII.1 vs. REGISII.2) en de validatie aan de hand van gemeten afvoer is de huidige situatie (referentiemodel) vastgesteld. Met deze situatie worden de scenario berekeningen vergeleken. De scenario's zullen vergeleken worden op basis van de veranderingen in GxG's. De in de referentiesituatie berekende GHG en GLG staat in Figuur 2 en Figuur 3. De berekende kwel in de huidige situatie is zichtbaar in Figuur 4 (zomer) en Figuur 5 (winter). De kwelflux is berekend door de flux tussen modellaag 1 en modellaag 2 te berekenen.

08_ref_ta25: GHG



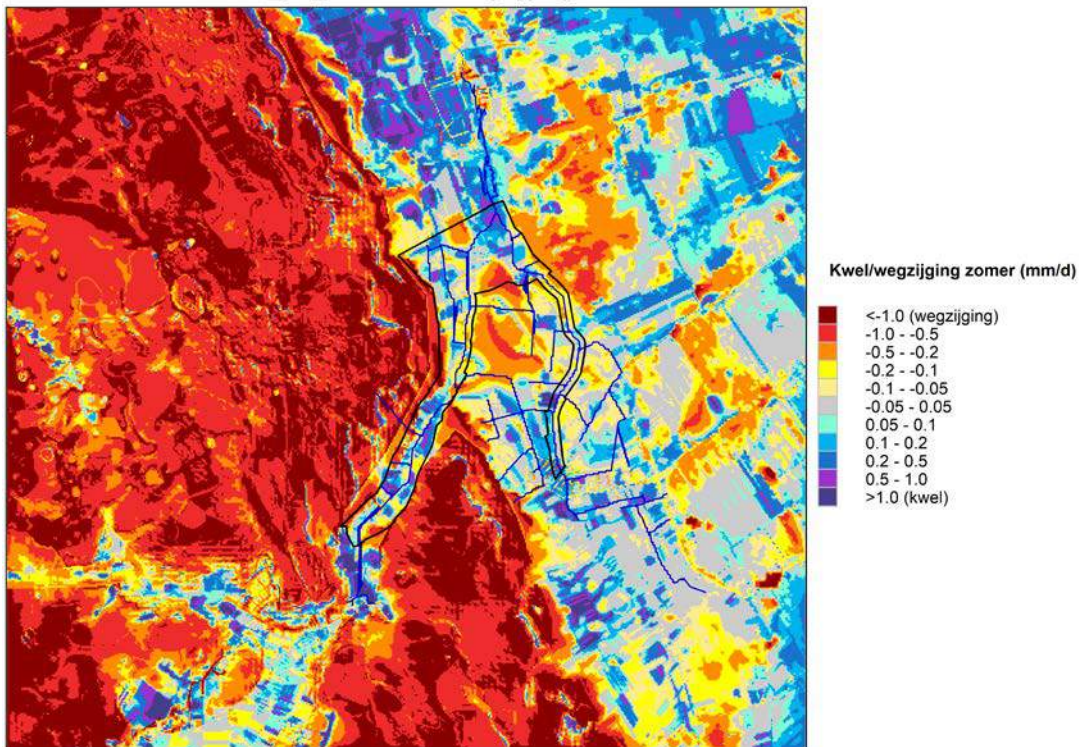
Figuur 2: GHG ten opzichte van maaiveld in de huidige situatie (referentiesituatie).

08_ref_ta25: GLG



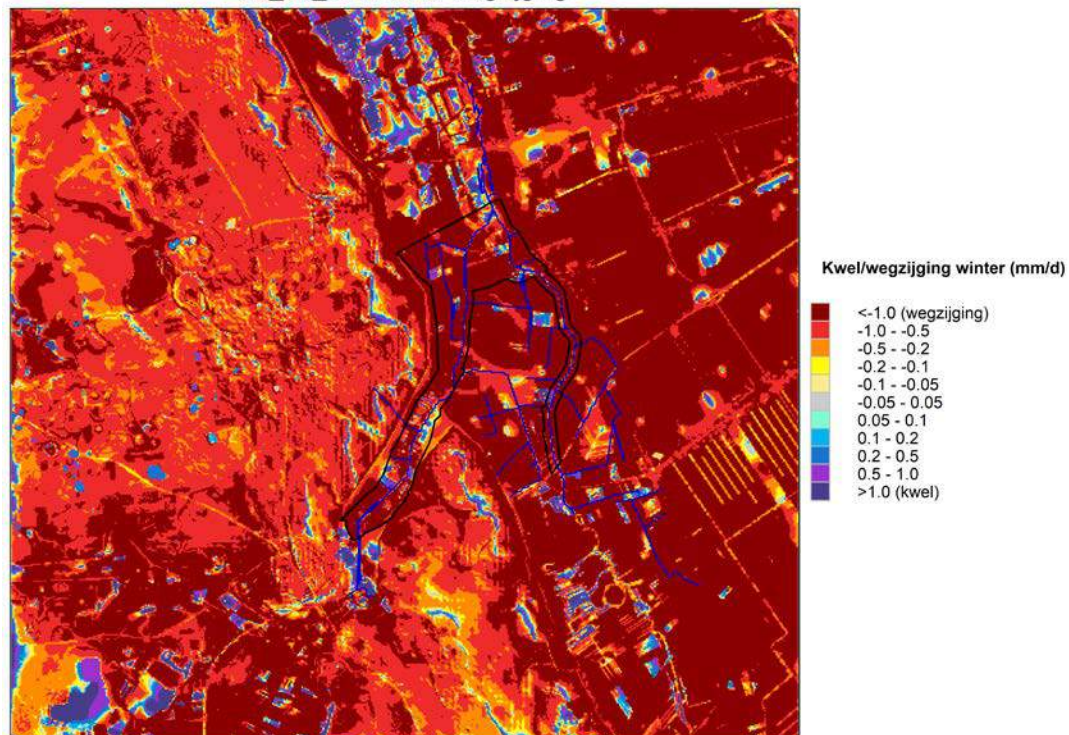
Figuur 3: GLG ten opzichte van maaiveld in de huidige situatie (referentiesituatie).

08_ref_ta25: kwel/ wegzijging



Figuur 4: Kwel/ wegzijging in de zomersituatie in de huidige situatie (referentiesituatie).

08_ref_ta25: kwel/ wegzijging



Figuur 5: Kwel/ wegzijging in de wintersituatie in de huidige situatie (referentiesituatie).

Modelresultaten toekomstige inrichting

Na het vaststellen van de huidige situatie (in samenspraak met de projectgroep, n.a.v. overleg van 18-02-2020) zijn de volgende aanpassingen aan het model gedaan om de geplande inrichting van het gebied (de Branden en peilopzet Voorste en Achterste Diep) in het model te simuleren:

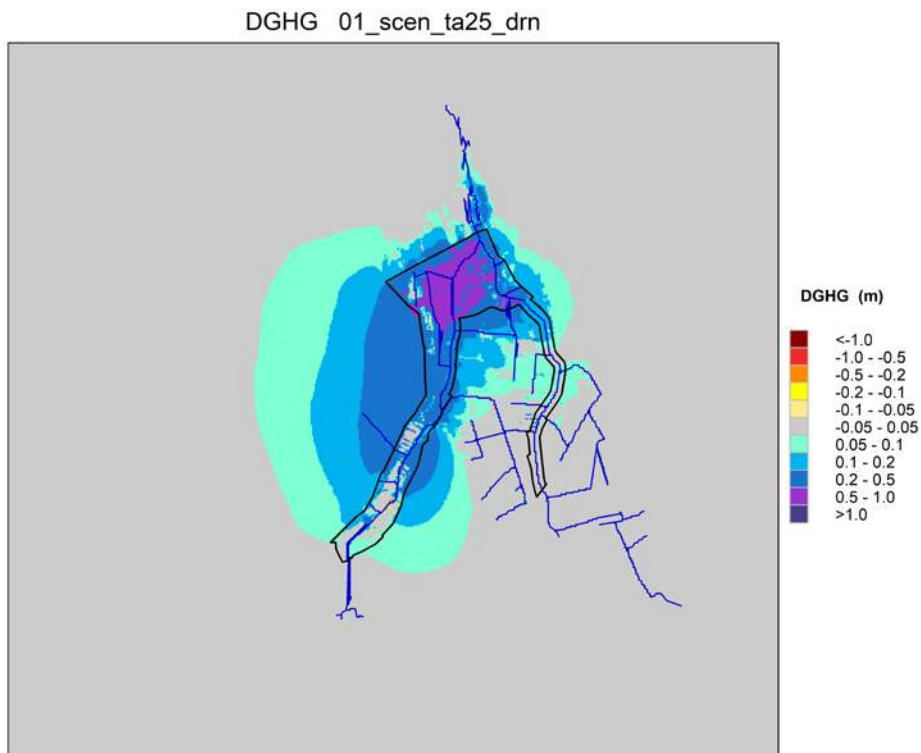
- Nieuwe oppervlaktewaterpeilen en bodemhoogtes uit het oppervlaktewatermodel (SOBEK) implementeren. Voor het zomerpeil wordt gerekend met een debiet van 0,05 Q, voor het winterpeil is gerekend met een debiet van 0,25 Q.
- Het verondiepen van alle perceelsloten in het plangebied de Branden tot een diepte van 20 cm - mv, behalve die watergangen die zorgen voor de afwatering van de woningen
- Perceelsloten die voor de afwatering van woningen zorgen (binnen plangebied de Branden) behouden een diepte minimaal 1.20 m beneden de perceelhoogte van de woning die op die perceelsloot afwatert.
- Het dempen van de overige hoofdwatergangen in het plangebied de Branden

Figuur 6 en Figuur 7 laten de effecten zien van deze inrichting ten opzichte van de huidige situatie. De effecten laten eenzelfde beeld zien qua effecten en uitstraling in de Branden als de modellering van de Branden. Rond de Bronnegermaden/ Voorste Diep (ten zuiden van de Branden) is ook duidelijk een vernatting zichtbaar door het opgezette peil. In Figuur 8 en Figuur 9 zijn de effect-contourlijnen (5, 10 en 15 cm) voor deze modellering (BMAD= Bronnegermaden Achterste Diep) en voor de modellering van de Branden uitgezet om een beeld te krijgen van de verschillen in effecten en uitstraling van de effecten.

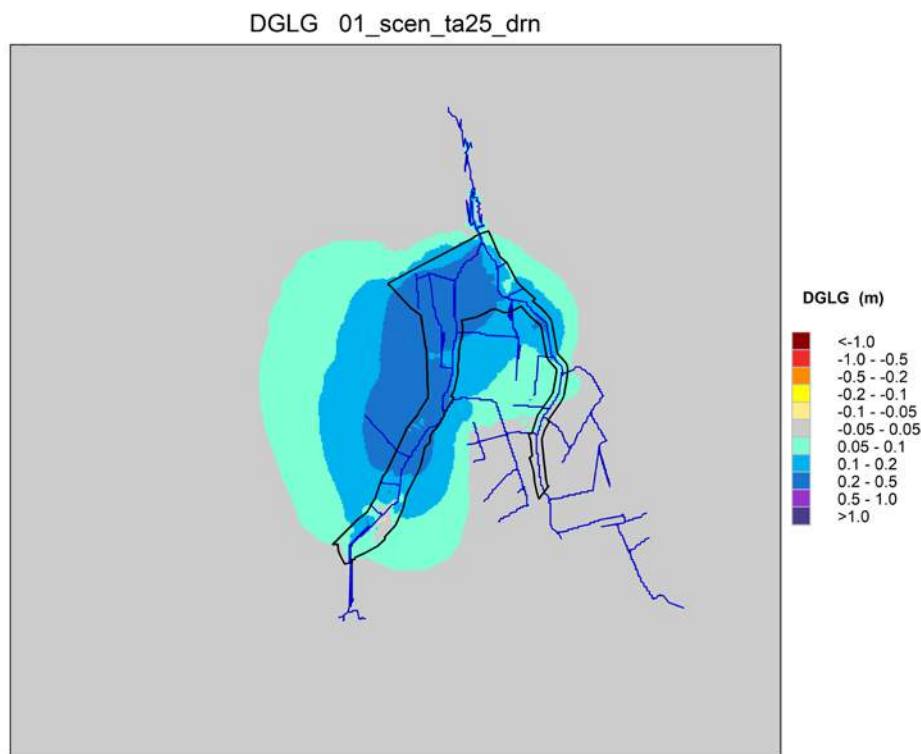
Zoals je in deze figuren kunt zien reiken de effecten van de BMAD modellering vooral in het westen (Hondsrug) alsook het zuiden en het oosten verder dan in de Branden modellering. De extra effecten/ uitstraling richting het noorden (noordwesten) is beperkt, ten noordoosten van de Branden waar de Voorste en Achterste Diep samengekomen (de Hunze) is ook een effect zichtbaar. De extra effecten in het westen, oosten, zuiden en noordoosten zijn verklaarbaar door het hoger opgezette peil in het Voorste en Achterste Diep (ten opzichte van het Branden model).

De effecten van de toekomstige inrichting laten over het algemeen een iets groter effect zien in de winterperiode (GHG) dan in de zomerperiode (GLG), voor zowel de Branden als BMAD. De toekomstige maatregelen zijn gericht op het vasthouden of trager afvoeren van water. In de winter is er meer neerslag waardoor de effecten van deze maatregelen dan het grootst zijn. Het effect wordt nog vergroot doordat in het landbouwgebied het winterpeil lager is dan het zomerpeil (landbouwkundig peilbeheer), in de toekomstige inrichting wordt dit omgekeerd (natuurlijk peilbeheer). Op sommige plekken laat de verandering in GHG weinig tot geen effect zien, dit kan komen omdat de grondwaterstand op deze locatie al erg hoog, of zelfs tot aan maaiveld was.

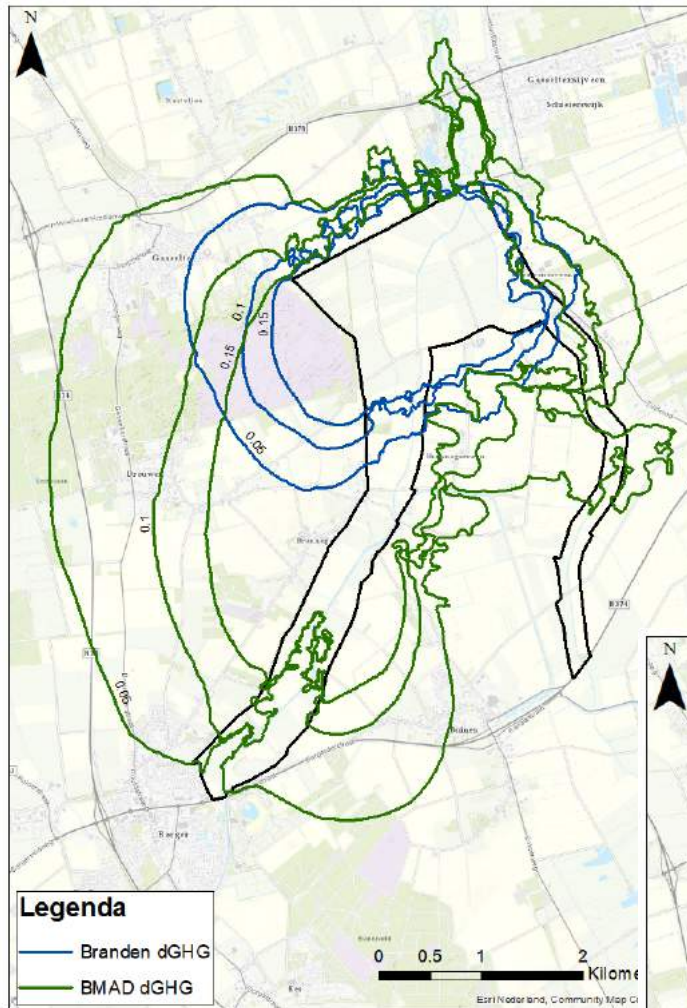
Een verandering in effecten wordt daarbij ook veroorzaakt doordat er bij BMAD een groter oppervlak met verhoogde peilen is waardoor de effecten ook groter worden. Daarnaast ontstaan er altijd verschillen doordat het basismodel (huidige situatie) van BMAD niet hetzelfde is als het basismodel (huidige situatie) van de Branden.



Figuur 6: Effecten op de GHG van de inrichting ten opzichte van de huidige situatie.



Figuur 7: Effecten op de GLG van de inrichting ten opzichte van de huidige situatie.

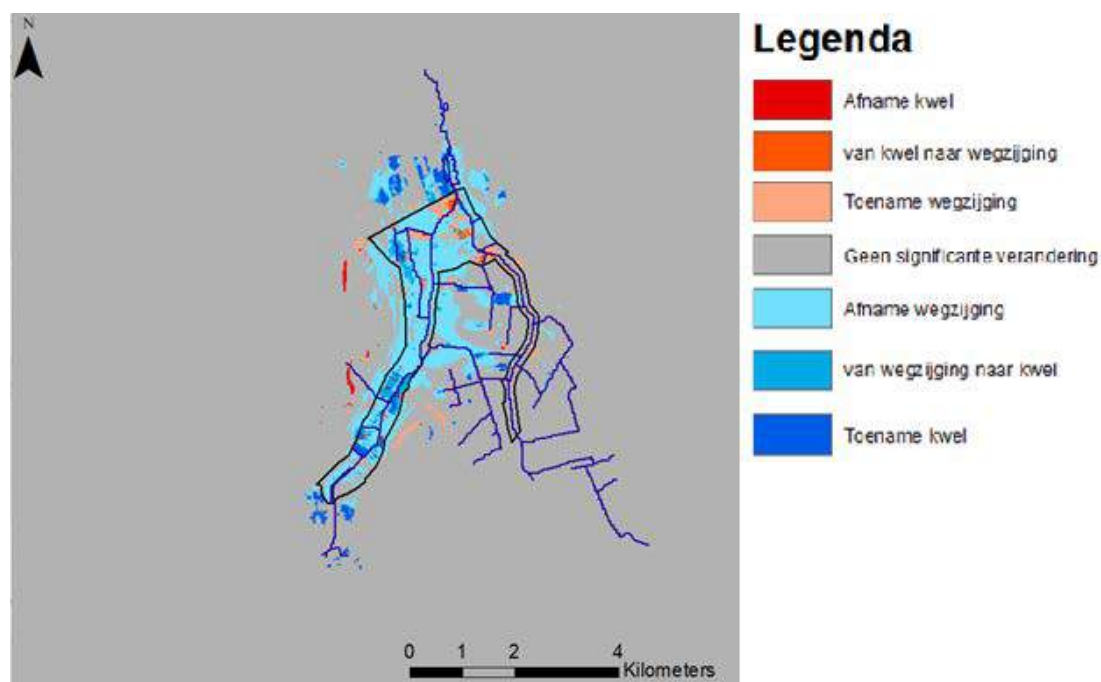


Figuur 8: Contourlijnen effecten modellering BMAD en Branden voor de GHG.

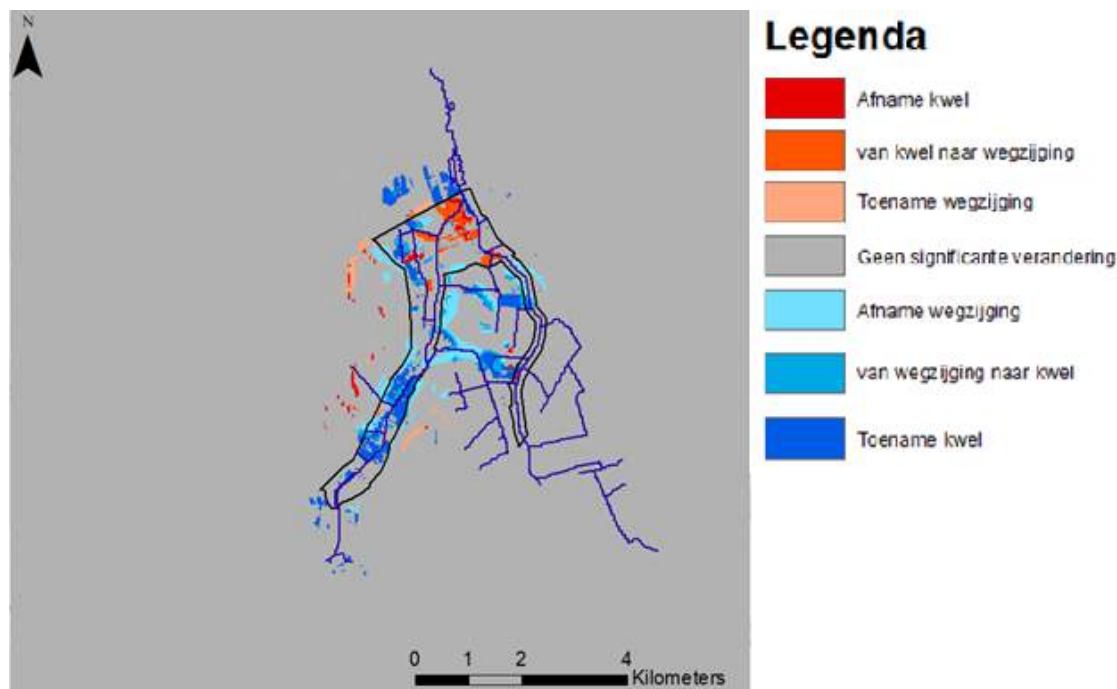


Figuur 9: Contourlijnen effecten modellering BMAD en Branden voor de GLG.

Figuur 10 en Figuur 11 laten de verandering van kwel en wegzijging zien ten opzichte van de huidige situatie. Er is in de figuren onderscheid gemaakt tussen toename of afname kwel en wegzijging en een verandering van kwel naar wegzijging of andersom. In deze kaarten is zichtbaar dat vooral in de winter de wegzijging afneemt in de Branden en rond de Bronnegermaden/ Voorste Diep, en op sommige locaties de kwel toeneemt. Verder van het plangebied af is er op enkele plekken een toename van de wegzijging of een afname van de kwel zichtbaar. In de zomersituatie is er vooral in het noorden van de Branden een afname van kwel of verandering van kwel naar wegzijging zichtbaar. Dit komt doordat het peil daar verhoogd kan worden door de peilaanpassingen in het Achterste Diep. Meer naar het zuiden rond de Voorste en Achterste Diep is een toename van kwel en een afname van de wegzijging zichtbaar. Daarnaast zie je ten westen van het plangebied (richting de Hondsrug) een toename van wegzijging.



Figuur 10: Verandering in kwel ten opzichte van de huidige situatie (referentiesituatie) voor een wintersituatie (veranderingen > 0,1 mm/dag).



Figuur 11: Verandering in kwel ten opzichte van de huidige situatie (referentiesituatie) voor een zomersituatie (veranderingen > 0,1 mm/dag)..

Conclusies

De effecten van de modellering van het Voorste en Achterste Diep laten eenzelfde type en uitstraling van effecten (vernassing) zien ten opzichte van het Branden model. De effecten zijn versterkt in de BMAD modellering voor gebieden waar het peil extra is opgezet ten opzichte van de Branden modellering. Daarnaast zijn er natuurlijk ook verschillen omdat het gebied met een opgezet peil groter is en er een ander basismodel (huidige situatie) is gebruikt voor de modellering van BMAD ten opzichte van de Branden. De effecten van de nieuwe inrichting zijn per deelgebied beschreven:

Gebiedsanalyse hoofdstuk 4.3

Ten noorden van de Branden

Uit de modellering van de Branden is gebleken dat het effectief is om de randsloten aan de noordrand van de Branden en ten noorden van de Branden te verdiepen om vernassing van de landbouw ten noorden van het plangebied (de Branden) tegen te gaan. Er wordt aanbevolen om dit te doen voor zover nodig om de effecten te mitigeren die ontstaan na het herinrichten van de Branden én Bronnegermaden-Achterste Diep. Om verdroging te voorkomen op het moment dat alleen de Branden is ingericht, wordt aanbevolen om lokaal nog drempels in de watergangen ten noorden van de Branden laten liggen en/of stuwen te plaatsen. Bij alleen het herinrichten van de Branden zal er namelijk minder verhoging van de grondwaterstand optreden dan bij het gecombineerd inrichten van de Branden en Bronnegermaden – Achterste Diep

Ten zuiden van de Branden

Aandachtspunt is de vernassing van de landbouwpercelen net ten zuiden van de Branden. Deze percelen liggen relatief laag en kunnen ontwaterd worden door middel van een smalle slenk bij het Voorste Diep. Lokale laagtes kunnen ook worden opgehoogd om te voorkomen dat deze te nat worden.

Ten westen en ten zuidoosten van Bronnegermaden

Ten westen en ten zuidoosten van Bronnegermaden vindt er vernatting plaats, de GHG blijft echter dieper dan 1.60 m-mv (Hondsrug), hierdoor zijn er geen aanpassingen nodig. Ook vindt er op de hogere flanken een afname van de kwel plaats, deze wordt veroorzaakt door een verhoging van de grondwaterstand. Echter in het beekdal zelf vindt toename plaats van de kwel, dit is gunstig voor de natuurontwikkeling.

Tussen Bronnegermaden en Achterste Diep

Het landbouwgebied tussen de Bronnegermaden en de Achterste Diep zal vernatten door uitstraling van de peilverhoging in de Bronnegermaden/ Achterste Diep, alsmede door een verminderde afvoermogelijkheid naar deze beken toe. Een deel van de percelen (het peilgebied) zal gaan afwateren op het Achterste Diep in plaats van het Voorste Diep. De bodemhoogtes van de watergangen moeten hier nog op worden aangepast. De laag gelegen delen van percelen zouden kunnen worden opgehoogd om vernatting tegen te gaan.

Achterste Diep

Rond de Achterste diep vindt er weinig verandering van de grondwaterstand plaats, dit komt omdat er weinig wordt aangepast aan de oppervlaktewaterpeilen op deze locatie.

In de Bronnegermaden neemt de kwel toe door de nieuwe inrichting. Deze toename van de kwel kan worden benut voor ecologische ontwikkeling mogelijk in combinatie met afgraven van de toplaag.

Aanbevelingen

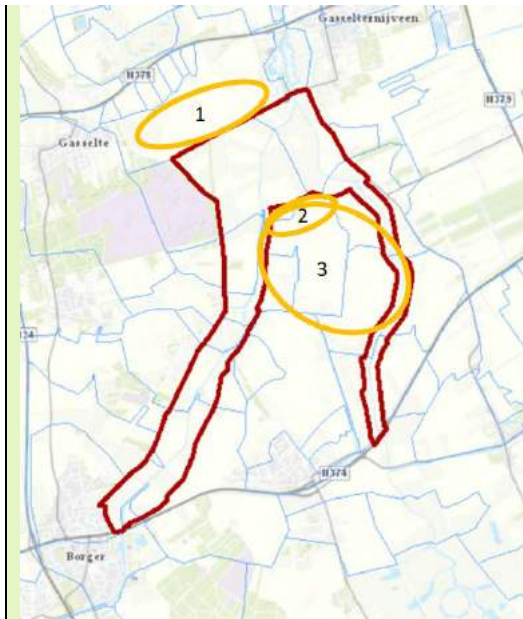
Op basis van de verschillende onderzoek die in het gebied zijn uitgevoerd is het zijn voorstellen gedaan voor de inrichting van Bronnegermaden-Achterste Diep. In de gebiedsanalyse worden om de uitstralingseffecten van de grondwaterstandsverhogingen een aantal inrichtingsmaatregelen voorgesteld.

Gebiedsanalyse hoofdstuk 5.4

De maatregelen die nodig zijn voor het mitigeren van de grondwaterstandsverhogingen zijn nodig voor de combinatie van het inrichten van De Branden, Bronnegermaden en Achterste Diep. De grondwaterstandsverhogingen zijn niet één op één toe te schrijven aan het inrichten van één van deze gebieden.

De nummers in de onderstaande opsomming van mitigerende maatregelen komen overeen met de nummers in de onderstaande kaart. In de onderstaande kaart staat aangegeven welke maatregelen waar getroffen moeten worden.

1. Verdiepen van watergangen om grondwaterstandsverhogingen te mitigeren
2. Veranderen van afwateringsrichting door percelen te laten afwateren via de nieuw aan te leggen slenk in De Branden. De watergangen moeten kunnen blijven afwateren om verhogingen in de grondwaterstand te mitigeren. Verder moeten laaggelegen delen in percelen worden opgehoogd om te hoge grondwaterstanden te voorkomen.
3. Oppervlaktewatersysteem moet zodanig worden inricht dat de percelen kunnen (gaan) afwateren op het Achterste Diep. Hiervoor is het nodig dat de bodemhoogtes in watergangen zodanig zijn dat het water richting het Achterste Diep stroomt. Ook in dit gebied moeten laaggelegen delen van percelen worden opgehoogd om te hoge grondwaterstanden te voorkomen



Figuur 5-4 Mitigerende maatregelen tegen verhogingen van de grondwaterstand

Model onzekerheid

In de bijlage A waarin een vergelijking is gemaakt tussen het REGIS schematisatie van de ondergrond en de schematisatie zoals die is opgenomen in het MIPWA-model. Uit deze vergelijking is gebleken dat in het gebied Bronnegermaden-Achterste Diep de schematisatie zoals die gekozen is in MIPWA waarschijnlijk meer overeenkomt met de werkelijkheid dan de schematisatie in REGIS

Het grootste verschil tussen de MIPWA schematisatie en de Regis II.2 schematisatie is de aan- of afwezigheid van de weerstand in C6 / de Peize klei. In het MIPWA model is deze laag in het hart van het onderzoeksgebied aanwezig met een weerstand van 2000 tot 2500 dagen. Volgens Regis II.2 ontbreekt deze laag. Uit de boringen (Zie Bijlage A hoofdstuk 4) blijkt overigens dat de schematisatie volgens MIPWA waarschijnlijker is dan de schematisatie volgens Regis II.2.

Het al dan niet aanwezig zijn van deze kleilaag heeft gevolgen voor het doorlaatvermogen van het watervoerende pakket waarin de hoofdwaterlopen insnijden. De MIPWA schematisatie heeft door de aanwezigheid van de kleilaag een kleiner doorlaat vermogen dan REGIS schematisatie. Mocht de kleilaag toch wel aanwezig zijn, dan wordt het doorlaat vermogen groter. Bij een groter doorlaat vermogen worden lokaal de effecten kleiner (minder verhoging van de grondwaterstand), maar wordt het gebied waarin de grondwaterstand hoger wordt groter (groter gebied waarin de uitstralingseffecten merkbaar zijn).

Het gebied waarin de door uitstralingseffecten van de inrichtingsmaatregelen van Bronnegermaden-Achterste Diep merkbaar zijn is in de omgeving niet alleen afhankelijk van het doorlaatvermogen van de ondergrond, maar ook van de gekozen mitigerende maatregelen.

Het eventueel verder uitstalen van de effecten zal een merkbaar effect kunnen hebben op het gebied tussen de Bronnegermaden en het Achterste Diep. Dit is het gebied waarin bij de inrichtingsmaatregelen al is aangemerkt als het gebied waar de goed gelet moet worden op de afwatering van het oppervlaktewatersysteem. Een groter doorlaat vermogen van de ondergrond zal in het gebied ten

noorden van de Branden weinig effect hebben, omdat daar al een mitigerende maatregel in de vorm van het verdiepen van de watergangen gepland is. De uitstralingseffecten onder de Hondsrug zouden ook verder kunnen reiken, maar dit zal niet leiden tot het nemen van maatregelen aangezien de grondwaterstanden daar meer dan 1,6 onder maaiveld zijn en blijven. Het oplopende maaiveld en de al aanwezig oppervlaktewater systeem ten oosten van het Achterste Diep zal er ook voor zorgen dat het eventueel verder uitstralen van effecten niet zal leiden tot andere maatregelen.

Bijlage A

Bronnegermaden Achterste Diep - vergelijking MIPWA en REGIS en boringen

Notitie / Memo

HaskoningDHV Nederland B.V.
Water

Aan: Erna Alting
Van: Carolien Steinweg, Evy Kleingeld en Ron Stroet
Datum: 09-12-2019
Kopie:
Ons kenmerk: BG9116-RHD-ZZ-XX-NT-0001
Classificatie: Projectgerelateerd

Onderwerp: Bronnegermaden Achterste Diep - vergelijking MIPWA en REGIS en boringen

1 Inleiding

Voor het gebied de Branden is met het grondwatermodel MIPWA gerekend. Het MIPWA-model is voor de specifieke in dit gebied aangepast. De MIPWA versie waar mee gewerkt is, is MIPWA 3.0. Deze versie was op het moment dat de studie startte de meest recente versie van MIWPA. Er is wel gebruik gemaakt van de kennis uit de Quickwin studie (RHDHV, 2019). Voor de studie van de Branden is gewerkt met de aangepaste weerstand van de deklaag. De andere aanpassingen uit de Quickwins, zoals de omkering van zomer en winterpeil, de randvoorwaarden in Duitsland en het doorlaatvermogen van zandwinplassen speelden niet in het model gebied van de Branden.

De aanpassingen die aanvullend aan het model gedaan zijn, zijn de volgende:

- Het verlagen van de conductance van de grote waterlopen in het gebied. Dat zijn de watergangen die op basis van de top10 vlakken gemodelleerd worden.
- Het aanpassen van de oppervlaktewaterpeilen op basis van de peilenkaart van het waterschap.
- Het verhogen van de weerstand van de deklaag met 100 dagen. Er is gekozen om te werken met een model waarin de deklaag weerstand met 100 dagen is verhoogd. Om tot deze keuze te komen is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd met de weerstand van de deklaag

Voor het uitbreiden van de het grondwatermodel om ook het plangebied van de Bronnegermaden Achterste Diep te kunnen modelleren is voorgesteld om dezelfde aanpassingen te gebruiken. Op verzoek van Prolander is een vergelijking gemaakt tussen de schematisatie uit MIPWA waar Regis II.1 voor is gebruikt en de schematisatie van Regis II.2.

Binnen de grenzen van het uitgebreide modelgebied vallen nu ook een aantal zandwinplassen. Om deze goed in het model op ten nemen, zal voor deze modelstudie gebruik gemaakt worden van MIPWA 3.1. Voor het modelgebied van de Branden verschilt dit niet van de aangepaste versie van MIPWA 3.0.

Prolander heeft goede ervaringen met het bouwen van grondwatermodellen op basis van de schematisatie van Regis II.2. Om voor het modelgebied van de Bronnegermaden Achterste Diep de schematisatie van de ondergrond uit Regis II.2 in te voeren in het MIPWA-model is in het project te weinig tijd.

Het in MIPWA opnemen van de bodemopbouw van Regis II.2 is als apart project net gestart en zal naar verwachting worden afgerond in het 3^e kwartaal van 2020. Het is gezien de planning van de het project Bronnegermaden Achterste Diep niet mogelijk om te wachten tot de nieuwste versie van MIPWA gereed is.

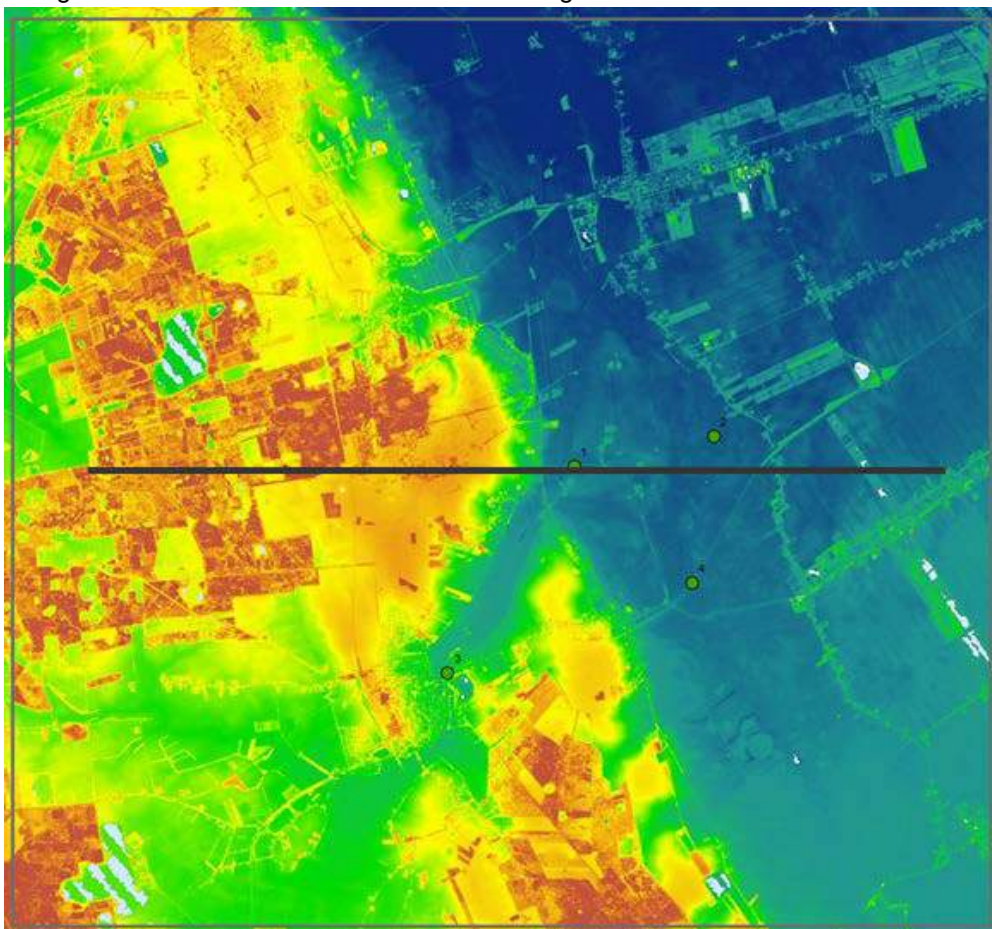
Om wel inzicht te hebben in de verschillen tussen de opbouw van Regis 2.1 en Regis 2.2 zijn beide schematisaties met elkaar vergeleken en ook vergeleken met de bodemopbouw zoals die beschreven is in boorbeschrijvingen in het gebied.

In deze memo staat deze vergelijking. De vergelijking die in deze memo staat zal ook gebruikt worden voor het duiden van de uitkomsten van de modelberekeningen van Bronnegermaden Achterste Diep.

De eerste stap in de vergelijking van Regis 2.1 en Regis 2.2 is het maken en vergelijken van een doorsnede waarin beide schematisaties van de ondergrond staan. Op basis van de geologische opbouw die zichtbaar is in deze doorsneden een indeling gemaakt in watervoerende pakketten en scheidende lagen. Van de watervoerende pakketten worden voor de beide schematisaties kaarten gemaakt met de KD-waarden. Voor de scheidende lagen zijn kaarten gemaakt met de c-waarden. Tenslotte is ook nog naar de bodemopbouw gekeken in het plangebied op basis van de diepe boringen die in (de buurt van) het projectgebied gezet zijn.

2 Dwarsdoorsnede

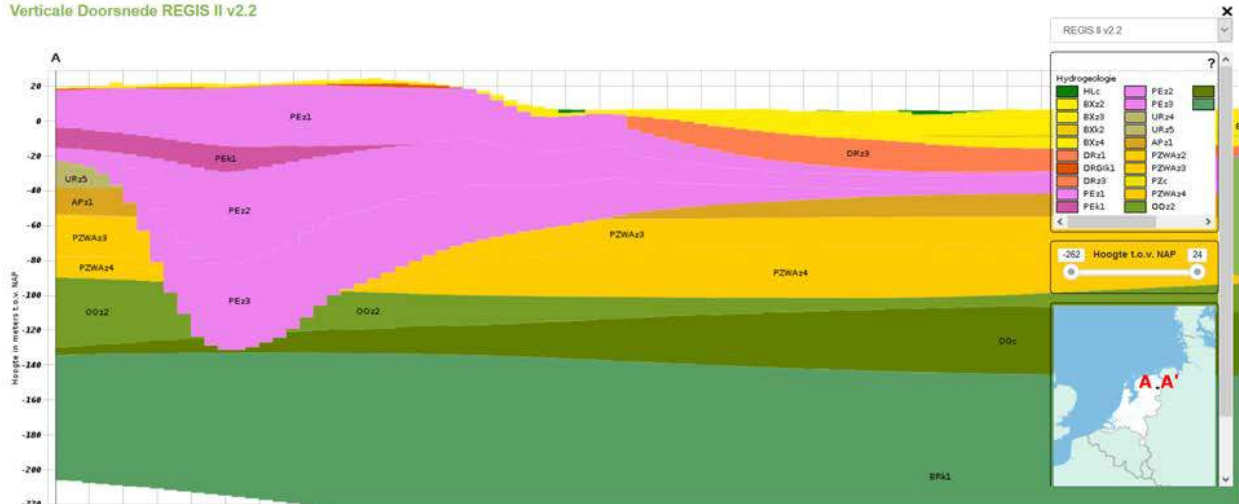
Voor het vergelijken van de twee schematisaties is een dwarsdoorsnede gemaakt van het plangebied. In Figuur 1 is te zien waar de dwarsdoorsnede gemaakt is.



Figuur 12 Hoogte kaart en locatie doorsnede

De dwarsdoorsnede op basis van Regis II.2 staat in Figuur 2. In de schematisatie is te zien dat de ondergrond voornamelijk uit zand bestaat. In het gebied zijn 3 kleipakketten te herkennen. Deze drie kleilagen zijn: Een kleilaag uit de formatie van Boxtel (BXk2), die uiterste rechts in het figuur te zien is als een donkergele lijn op ca. -8 m NAP; een kleilaag van de formatie van Peelo (Pek1) die links in het figuur met donker paars staat weergegeven en de klei van de formatie van Breda (BRk1) die met grijsgroen is weergegeven en in het gehele gebied op een diepte van circa 140 m -NAP voorkomt.

Verticale Doorsnede REGIS II v2.2



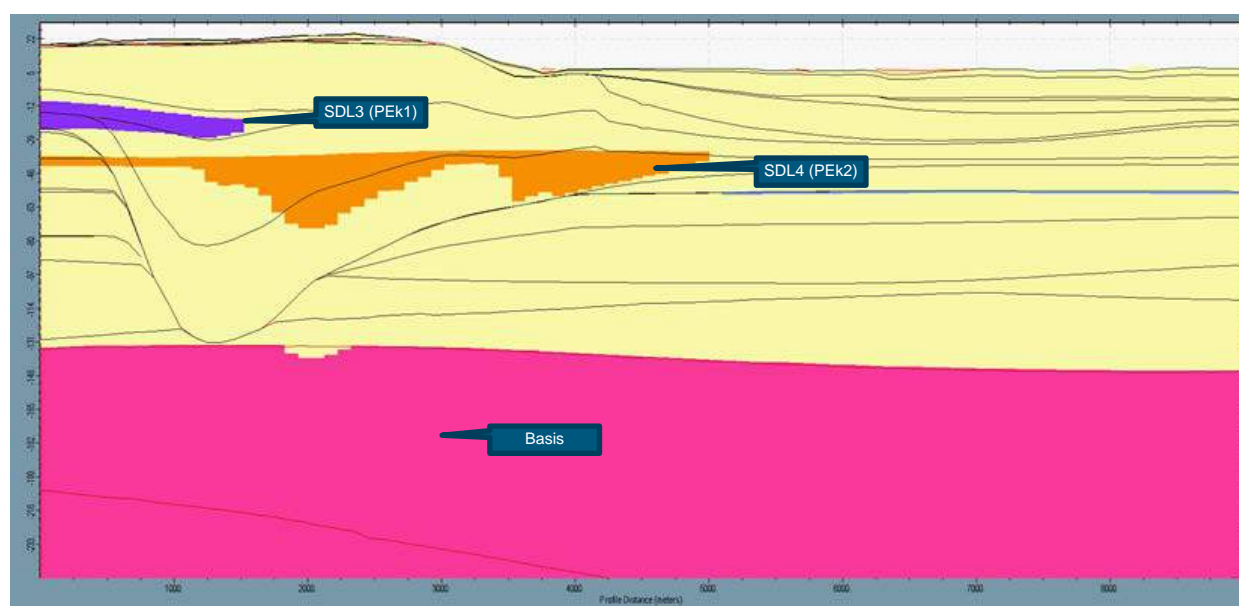
Figuur 13 Dwarsdoorsnede Regis II.2

In Figuur 3 staat een combinatie van de schematisatie in MIPWA die gemaakt is op basis van Regis II.1 en de schematisatie van Regis II.2 staat in het onderstaande figuur. De gekleurde vlakken geven de verschillende lagen in het MIPWA-model weer. De licht gele lagen zijn de watervoerende pakketten en de ander kleuren geven de slecht doorlatende lagen weer. De lijnen in het figuur zijn de grenzen van de pakketten in Regis II.2.

De vorm van de formatie van Peelo is goed te herkennen in het onderstaande figuur. De kleilaag van de formatie van Peelo is als de paarse kleur te herkennen aan de linkerkant van het figuur. Ook de formatie van Breda is als scheidende laag opgenomen in het MIPWA-model.

Het grote verschil wat betreft de schematisatie van beide modellen is dat in de schematisatie van MIPWA op een diepte van ca 50 m – NAP nog een scheidende laag voorkomt. Deze laag is het onderstaande figuur weergegeven in oranje. Deze scheidende laag komt niet voor in de schematisatie van Regis II.2.

Hoe groot de afwijkingen in de modeluitkomsten zijn door het verschil in schematisatie is afhankelijk van de doorlaatvermogens (KD-waarde) van de watervoerende pakketten en de weerstanden (c-waarde) van de scheidende lagen. De verschillen in parametrisatie tussen beiden schematisaties zijn in de volgende paragraaf weergegeven.



Figuur 14 Dwarsdoorsnede MIPWA (gekleurde vlakken) en REGIS II.1 (lijnen)

3 Parametrisatie

Op basis van de dwarsdoorsnedes in REGIS II.2 en MIPWA (Figuur 2 en Figuur 3) zijn er 4 watervoerende pakketten en 4 scheidende lagen onderscheiden. Op basis hiervan is een vereenvoudigde modelschematisatie gemaakt (zie Tabel 3-1). Deze schematisatie is gebruikt om de parametrisatie van beide modellen te kunnen vergelijken. Het doel hiervan is vast te stellen in hoeverre of de parameters die van belang zijn voor de effecten van de maatregelen die in dit project worden onderzocht, in de oude schematisatie overeenkomen met de nieuwe schematisatie.

Tabel 3-1 Vereenvoudigde modelschematisatie

Pakketten	Lagen in MIPWA	Diepte (m NAP) in centrum van het plangebied	Parameterwaarde in het centrum van het plangebied	Pakketten in Regis II.2	Diepte (m NAP) in centrum van het plangebied	Parameterwaarde in het centrum van het plangebied
WVP 1	KD1	+5.5 - +4.5	1 – 5 m ² /dag	Boxtel (zand 2)	+6 - +4	1 – 5 m ² /dag
SDL1	c1	+4.5 – +4.5	25 – 50 dagen (125 – 150 dagen model De Branden)	Holoceen	+6 + 4 (in centrum afwezig)	1 – 10 dagen
WVP2	kD2	+4.5 - -1.0	100 – 200 m ² /dag	Boxtel (zand 3)	+4 - -3	10 – 75 m ² /dag
SDL2	C2	-1.0 - -1.0	1 – 10 dagen	Drenthe Gieten (klei 1) (west) / Boxtel (klei 2) (oost)	In het centrum afwezig in het westen -9 - -12 (Boxtel klei) In het oosten +21 - +20	Drenthe Gieten 0 dagen Boxtel klei 0 dagen
WVP3	KD3,4,5	-1 - -27	500 – 1000 m ² /dag	Boxtel (zand 4), Drenthe (zand), Peelo (zand 1)	-3 - -16	200 – 500 m ² /dag
SDL3	C5	-27 - -27	1 – 10 dagen	Peelo (klei 1)	-16 - -20	0 - 1 dag
WVP4	KD6	--27 - -40	100 – 200 m ² /dag	Peelo (zand 2), Urk (zand 4, 5)	-20 - -40	100 – 200 m ² /dag
SDL4	C6	-40 - -45	1000 – 2500 dagen	Peelo (klei 2)	In het centrum afwezig. In het westen -40 - -42	0 - 1 dag
WVP5	KD7,8	-45 - -90	500 – 1000 m ² /dag	Peelo (zand 3) Appelscha (zand), Peize-Waalre (zand 2),	-42 – 70	100 – 200 m ² /dag
SDL5	C8	-90 - -90	250 -500 dagen	Peize (klei 1)	-70 – 72	0 - 1 dag
WVP6	KD9	-90 - -150	500 – 1000 m ² /dag	Peize-Waalre (zand 3, 4), Oosterhout (zand)	72 - -120	1000 – 2000 m ² /dag
SDL6	C9	< -150	Hydrologische basis	Oosterhout (complex), Breda (klei)	-120 - -240	>25000 dagen

WVP= watervoerend pakket; SDL = slechtdoorlatende laag;

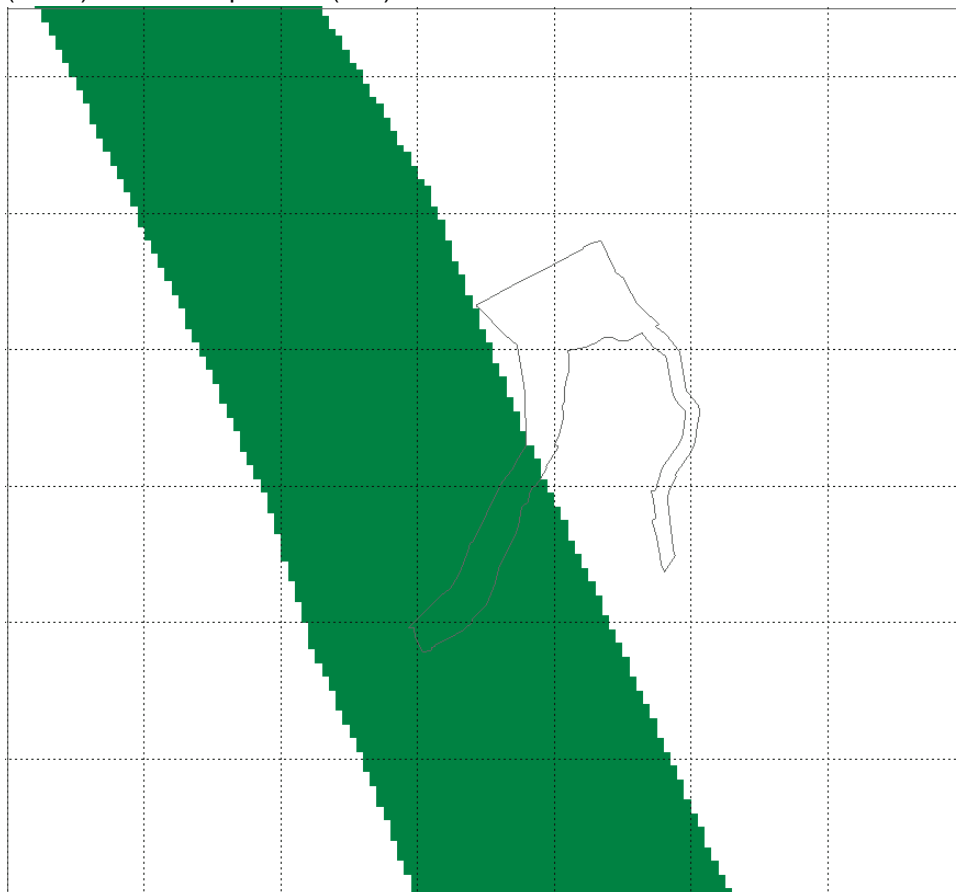
De schematisatie en parametrisering van Mipwa en Regis II.2 komen op hoofdlijnen met elkaar overeen. Het belangrijkste verschil tussen beide modellen is de weerstandslaag SDL4/C6: (Peelo klei 2). In het

Mipwa model is deze laag in het hart van het onderzoeksgebied aanwezig met een weerstand van 2000 tot 2500 dagen. Volgens Regis II.2 ontbreekt deze laag. Als gevolg daarvan heeft het watervoerende pakket waarin de hoofdwaterlopen insnijden in Mipwa een doorlaatvermogen van orde van grootte 800 tot 1.300 m²/dag (modellagen 2 tot en met 6). Volgens Regis reikt het watervoerende pakket tot aan de geohydrologische basis en heeft het een doorlaatvermogen van orde van grootte 1.500 tot 2.500 m²/dag. De spreidingslengte van het watervoerende pakket is daardoor in Mipwa minder groot dan in Regis II.2. Dat betekent dat het invloedsgebied van de maatregelen bij effectberekeningen met Mipwa enigszins wordt onderschat in vergelijking met effectberekeningen met de parameters volgens Regis II.2. Uit de boringen (hoofdstuk 4) blijkt overigens dat de schematisatie volgens Mipwa waarschijnlijker is dan de schematisatie volgens Regis II.2.

Anisotropie

In laag 4, 5, 6 en 7 is anisotropie ingebracht in het model voor de Hondsrug. In het figuur hieronder is met geel aangegeven waar in het modelgebied gerekend wordt met anisotropie.

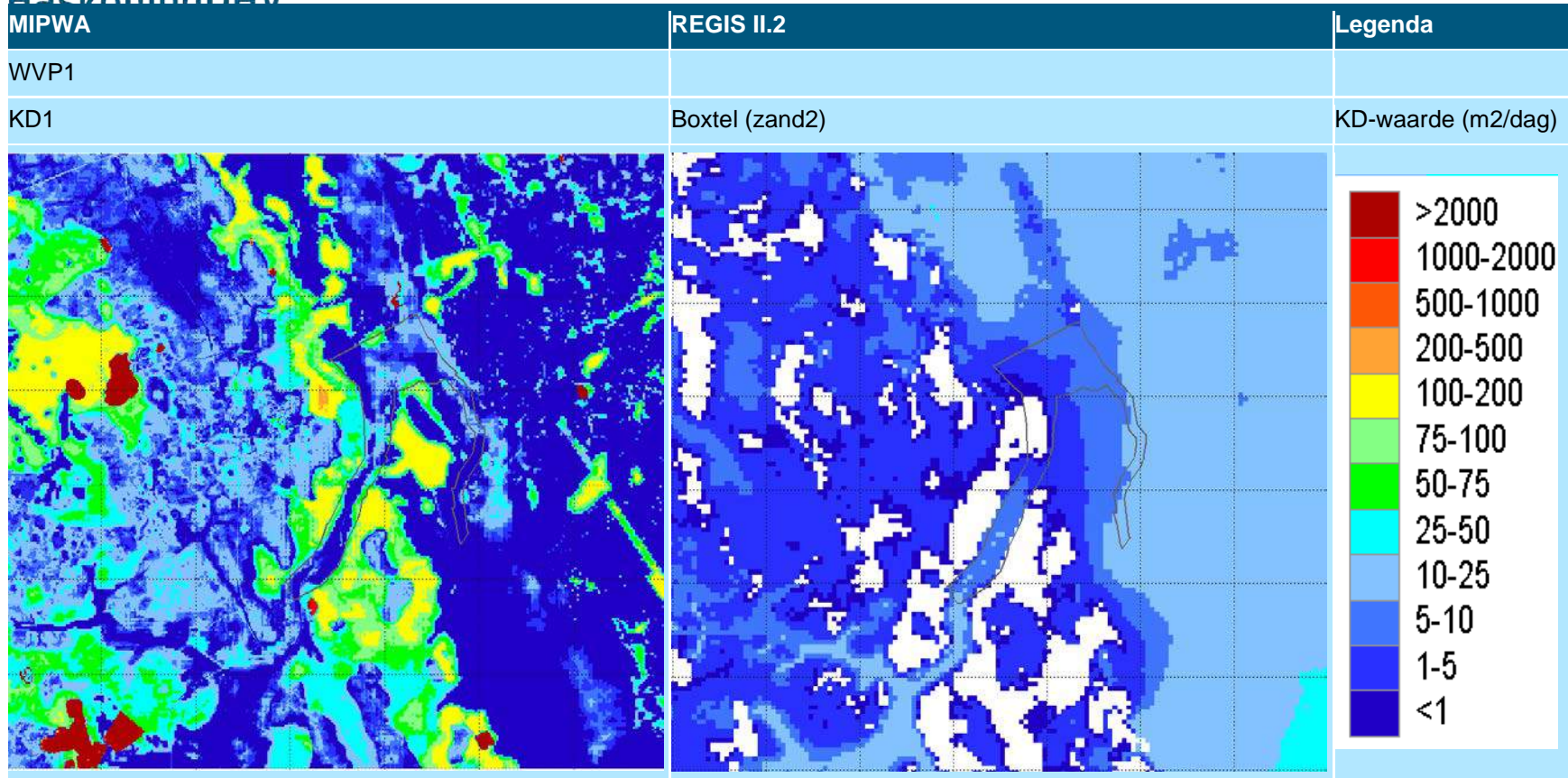
Voor alle lagen waar gerekend wordt met anisotropie wordt gerekend met dezelfde anisotropiefactor (0.135) en anisotropiehoek (157).

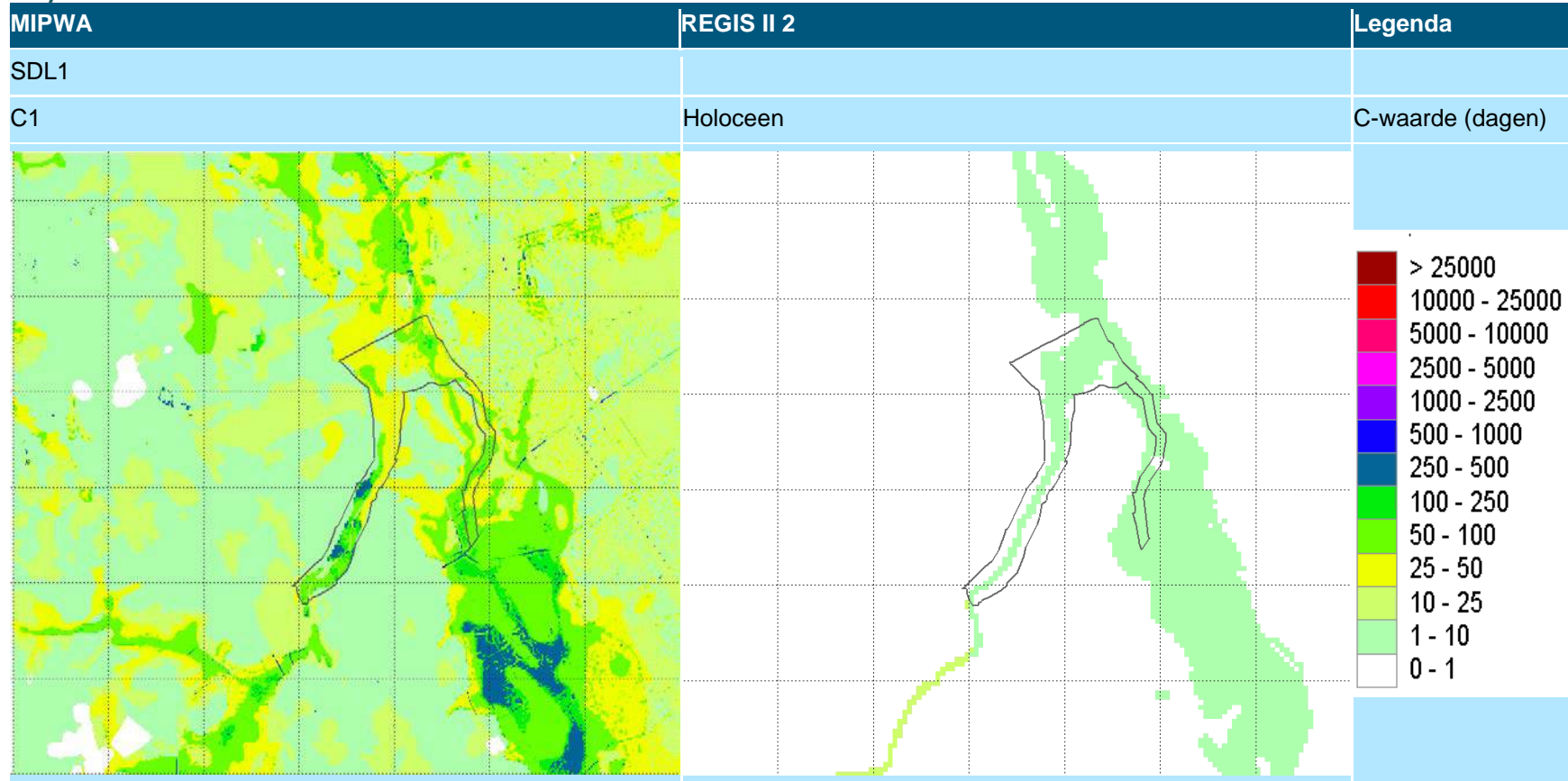


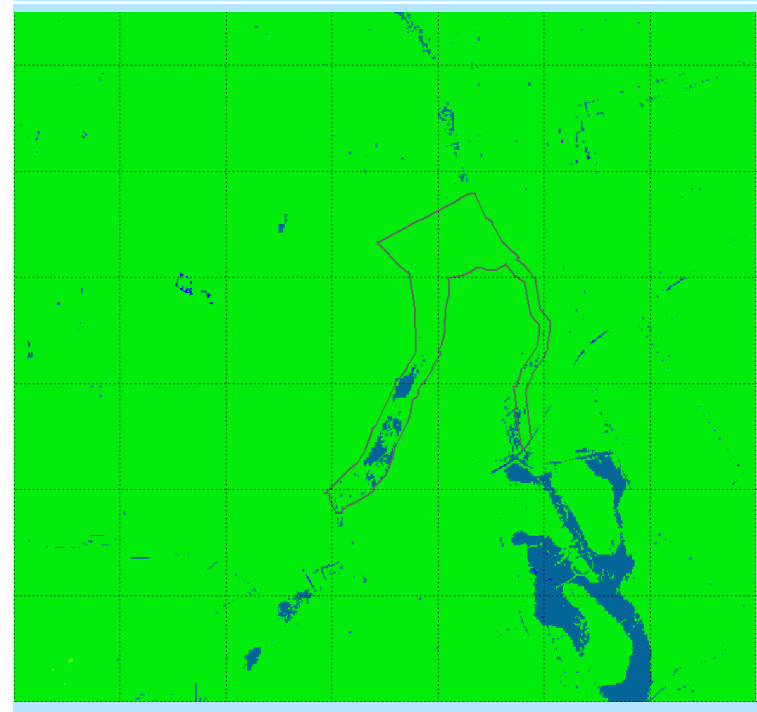
Figuur 15 Locatie van Anisotropie in de lagen 4,5,6 en 7

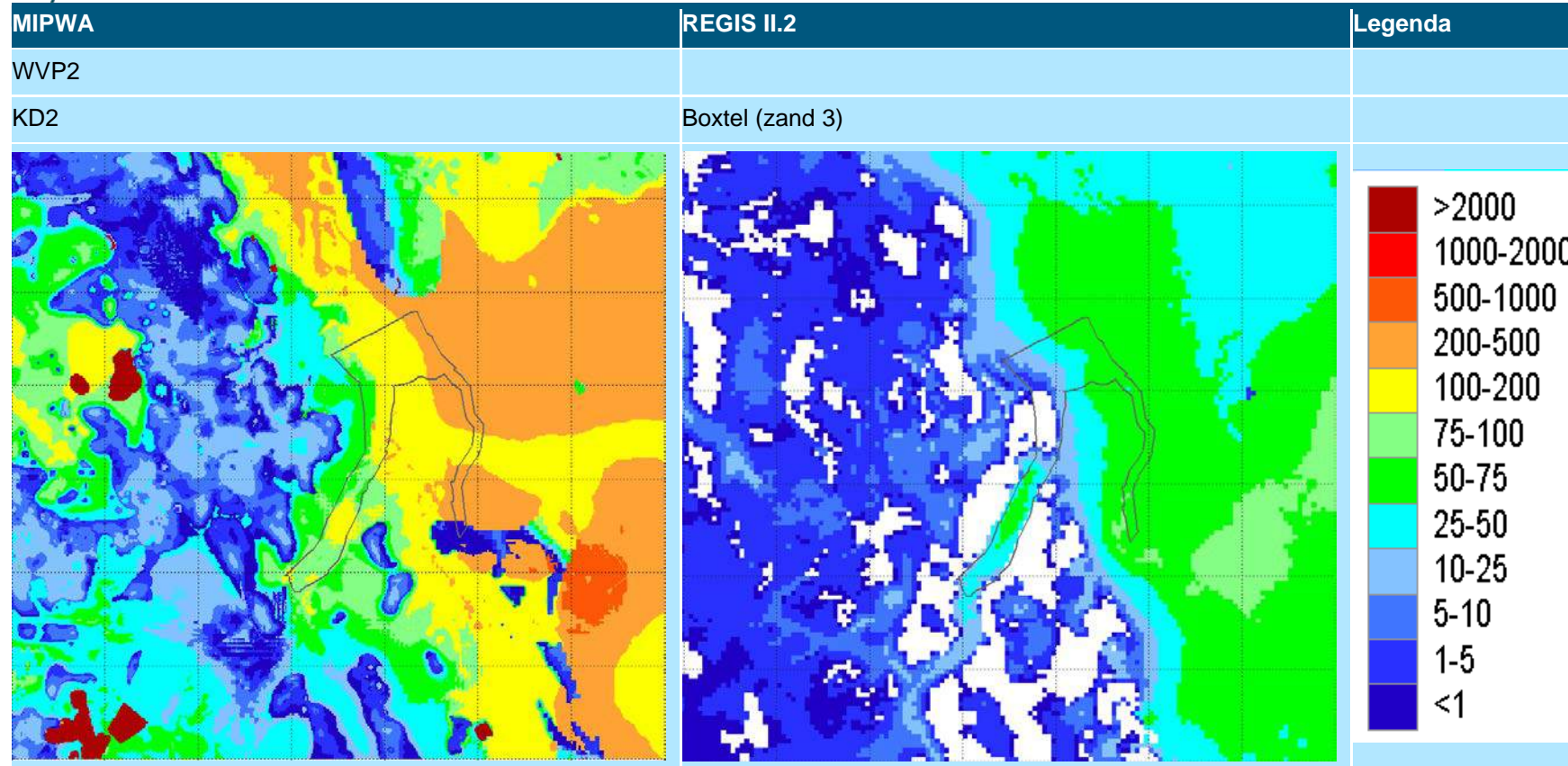
In de onderstaande figuren staan kaarten die een beeld geven van de KD-waarde of C-waarde van het modelgebied. In de figuren aan de linkerkant staan de waardes uit het MIPWA-model en rechts de waardes uit Regis II.2.

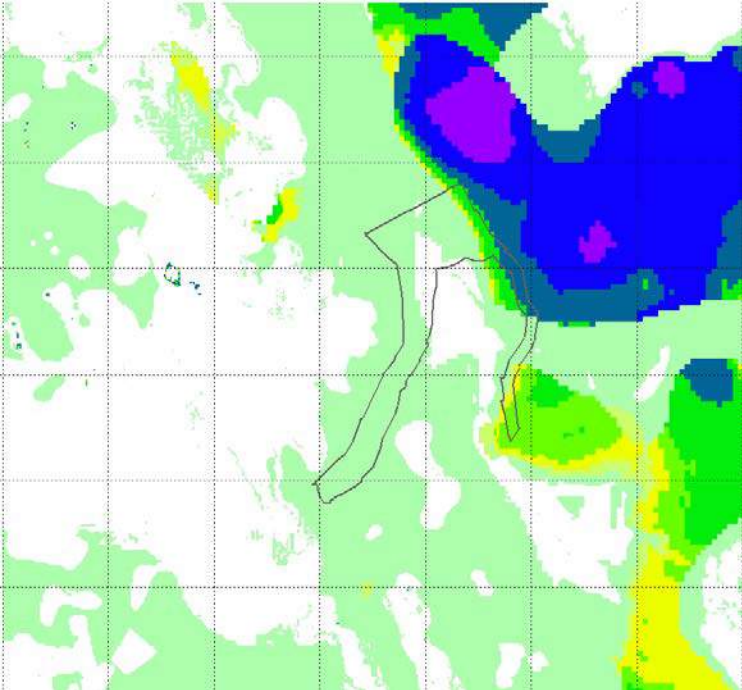
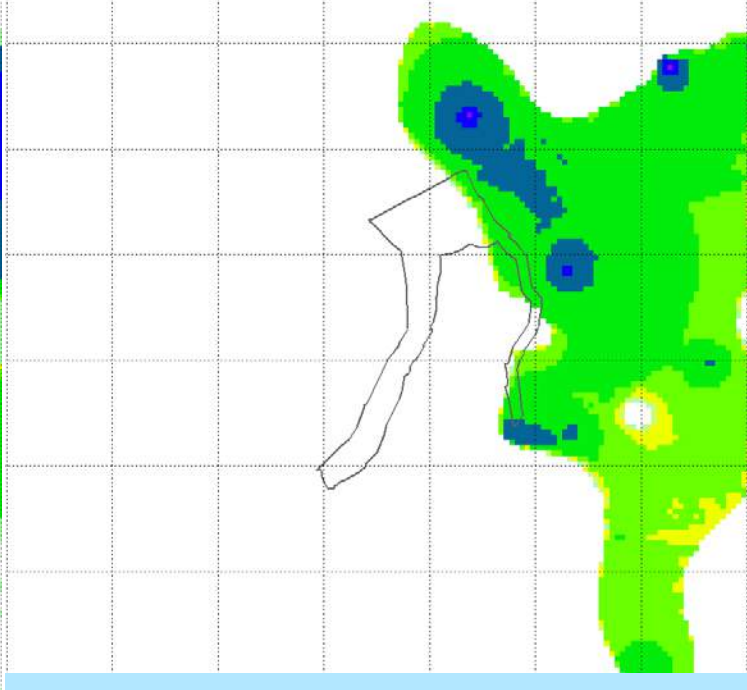
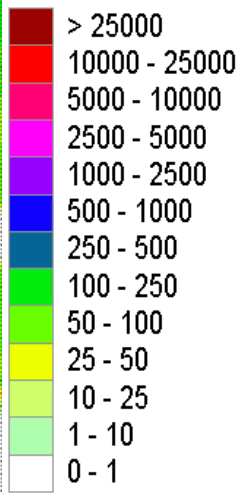
Tabel 3-2 Vergelijking MIPWA met Regis II.2

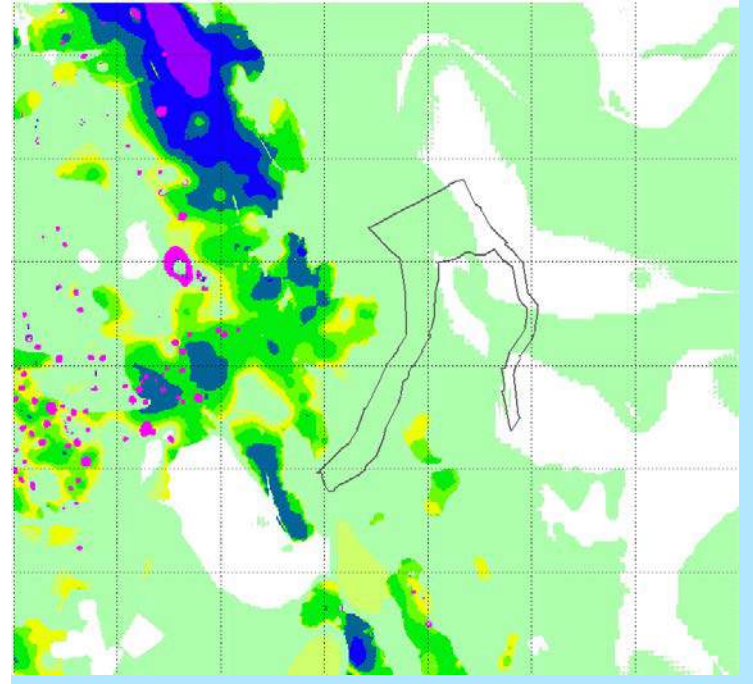
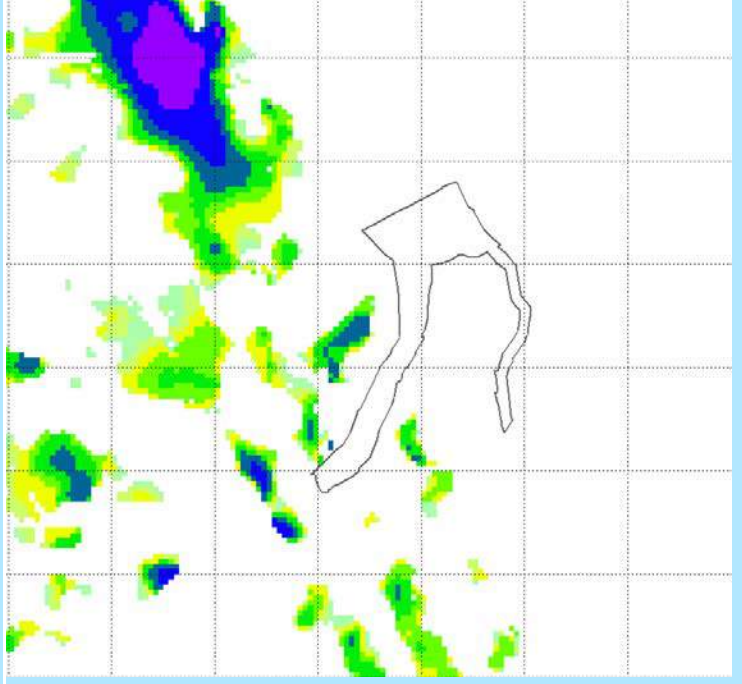
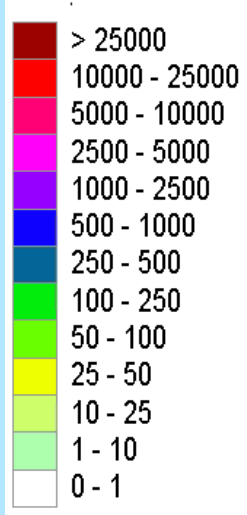


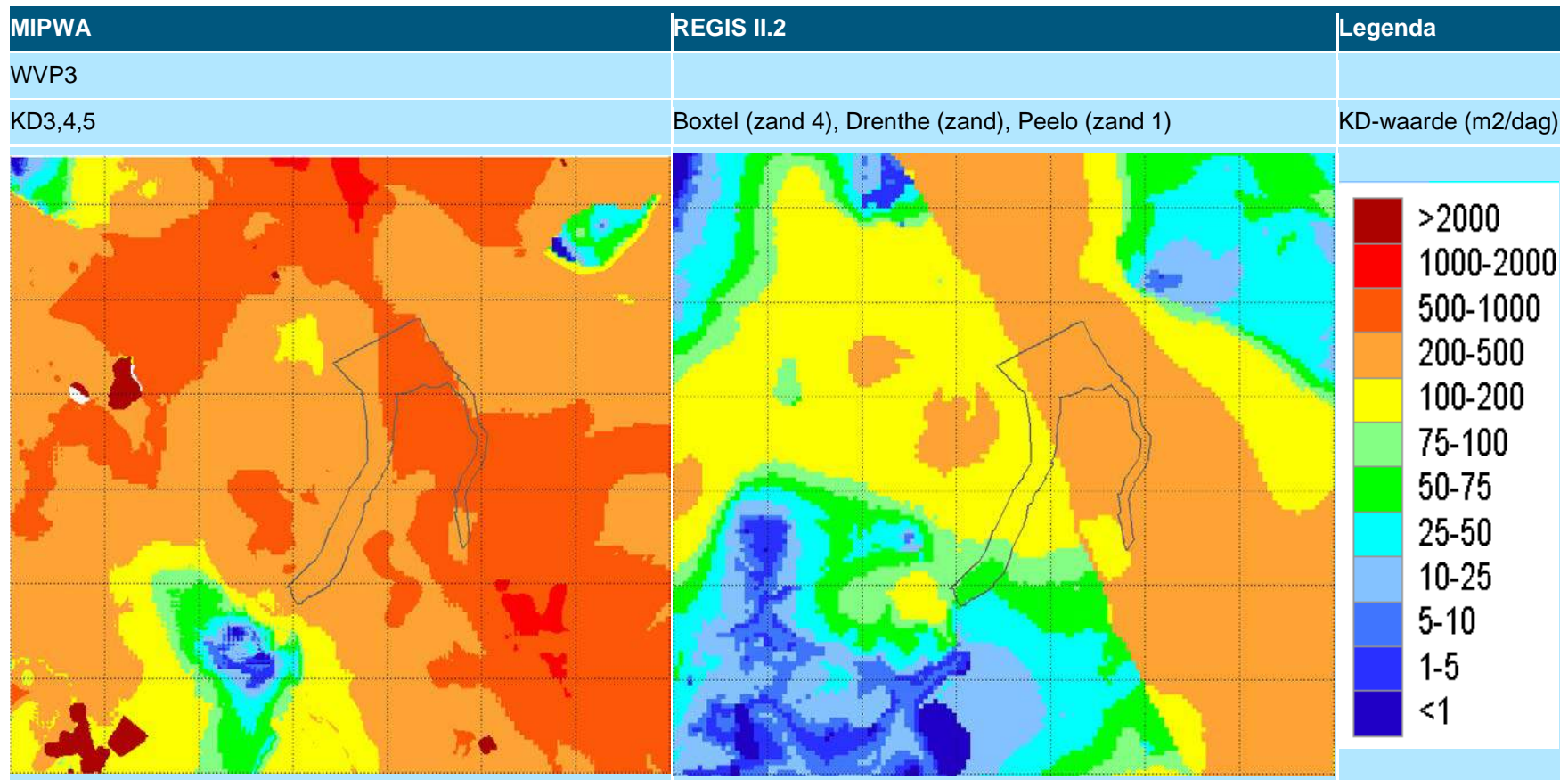


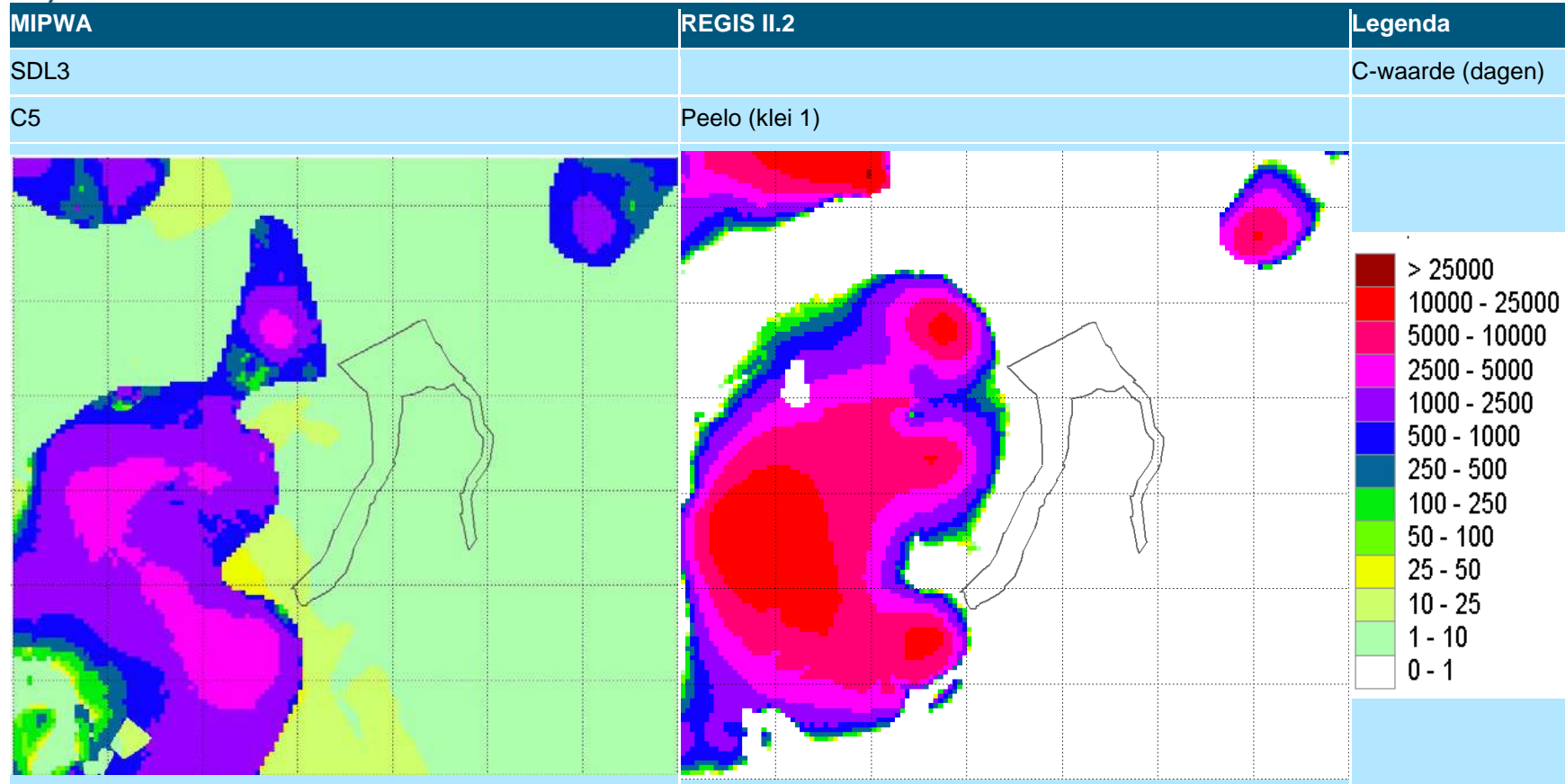
MIPWA	REGIS II.2	Legenda
C1 +100 dagen zoals gebruikt is voor het model de Branden		
		

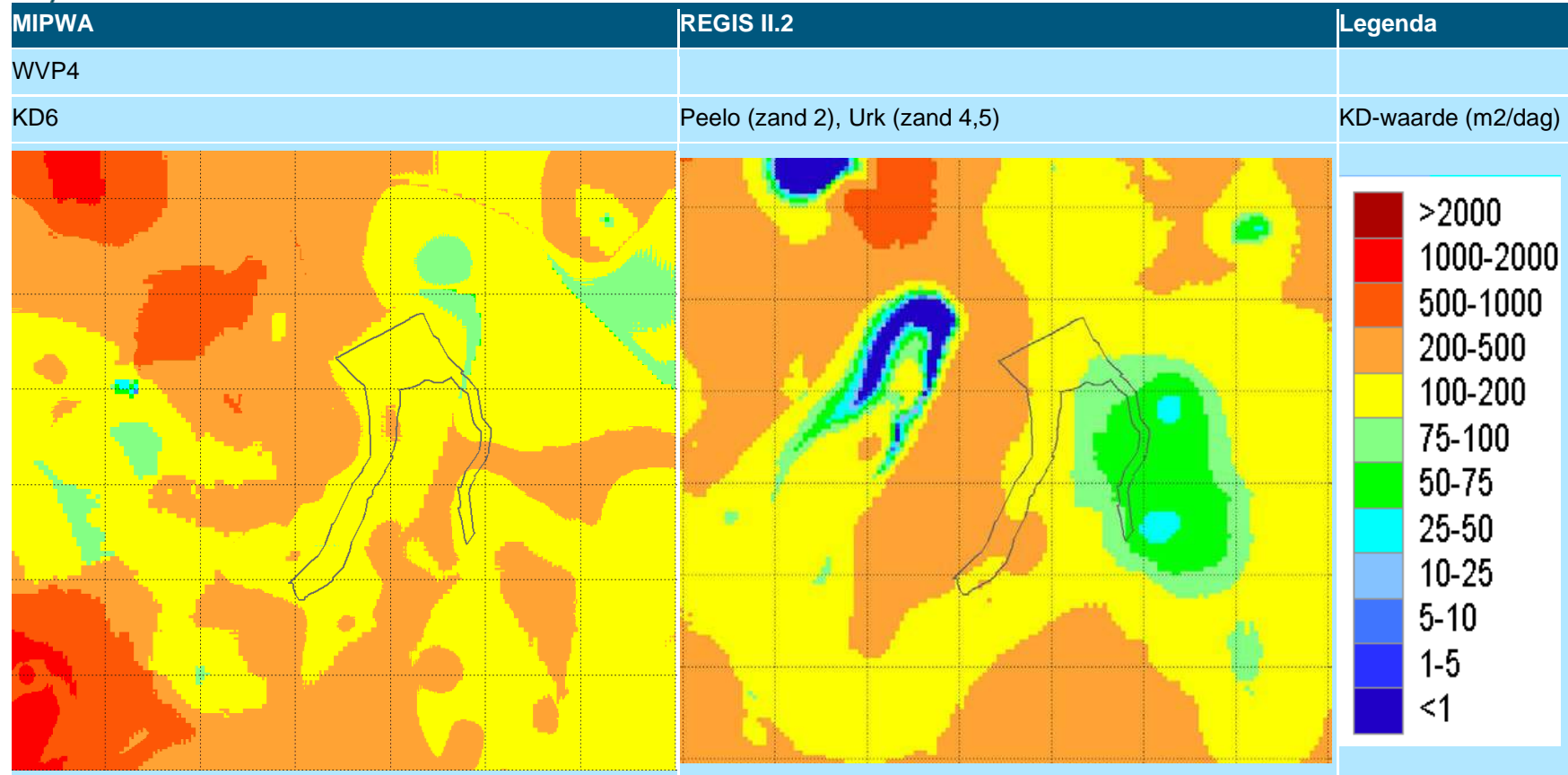


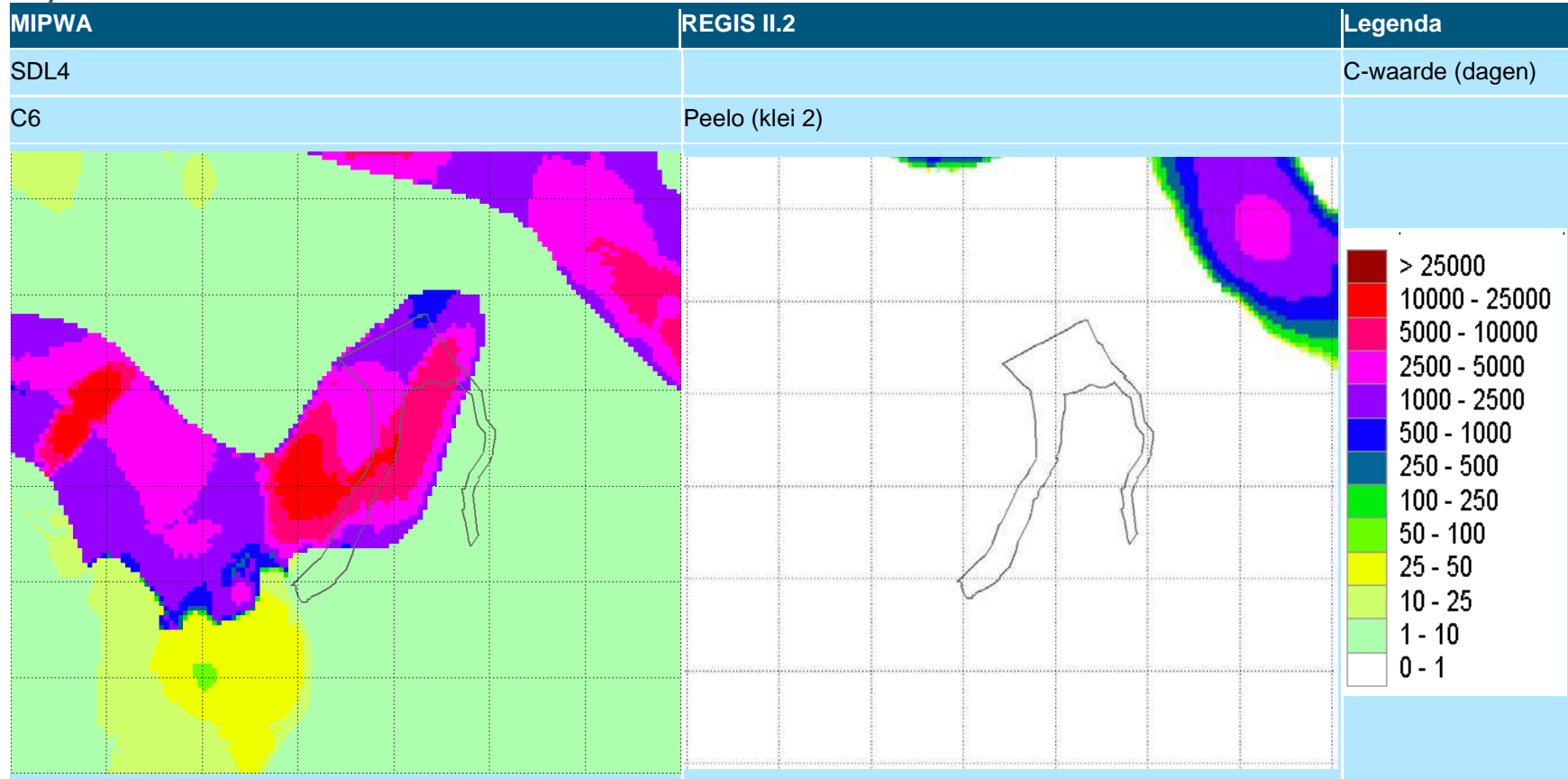
MIPWA	REGIS II.2	Legenda
SDL2		
C2	Boxtel (klei)	C-waarde (dagen)
		

MIPWA	REGIS II.2	Legenda
SDL3		
C3	Drenthe Gieten (Keileem)	C-waarde (dagen)
		 <ul style="list-style-type: none"> > 25000 10000 - 25000 5000 - 10000 2500 - 5000 1000 - 2500 500 - 1000 250 - 500 100 - 250 50 - 100 25 - 50 10 - 25 1 - 10 0 - 1

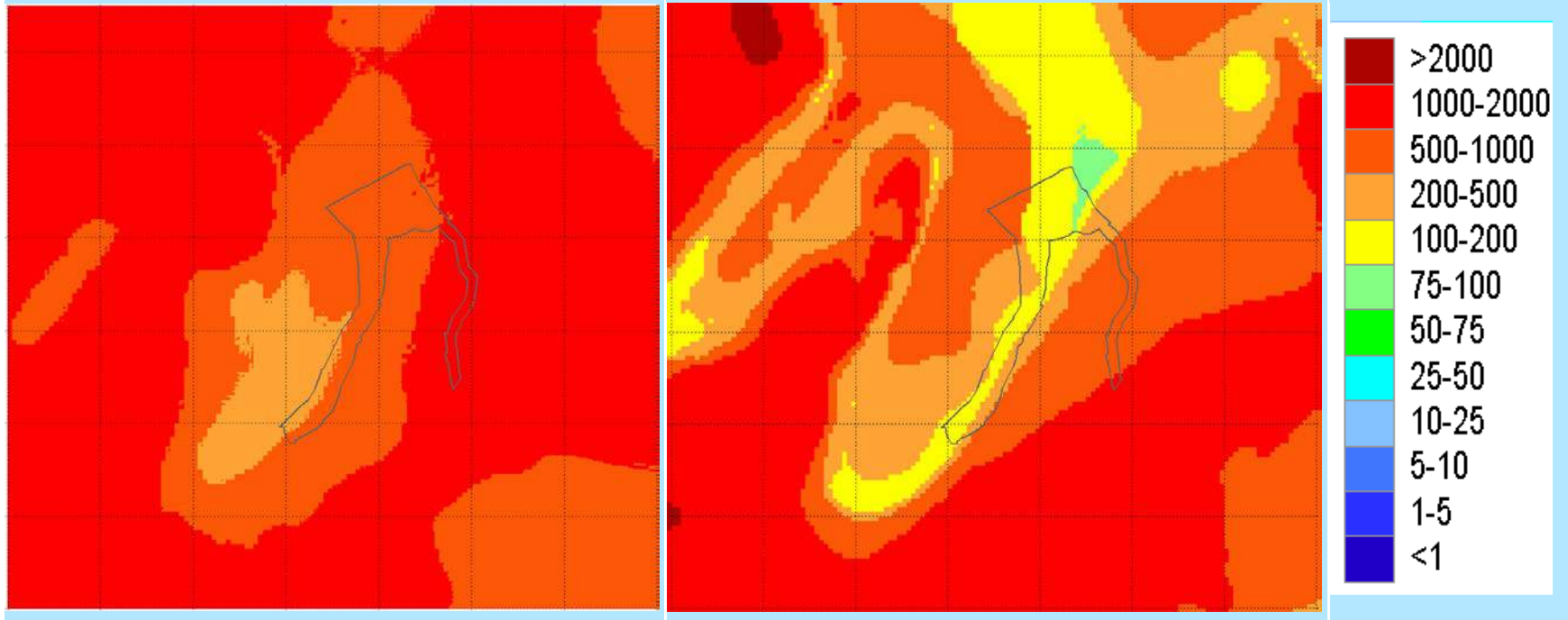


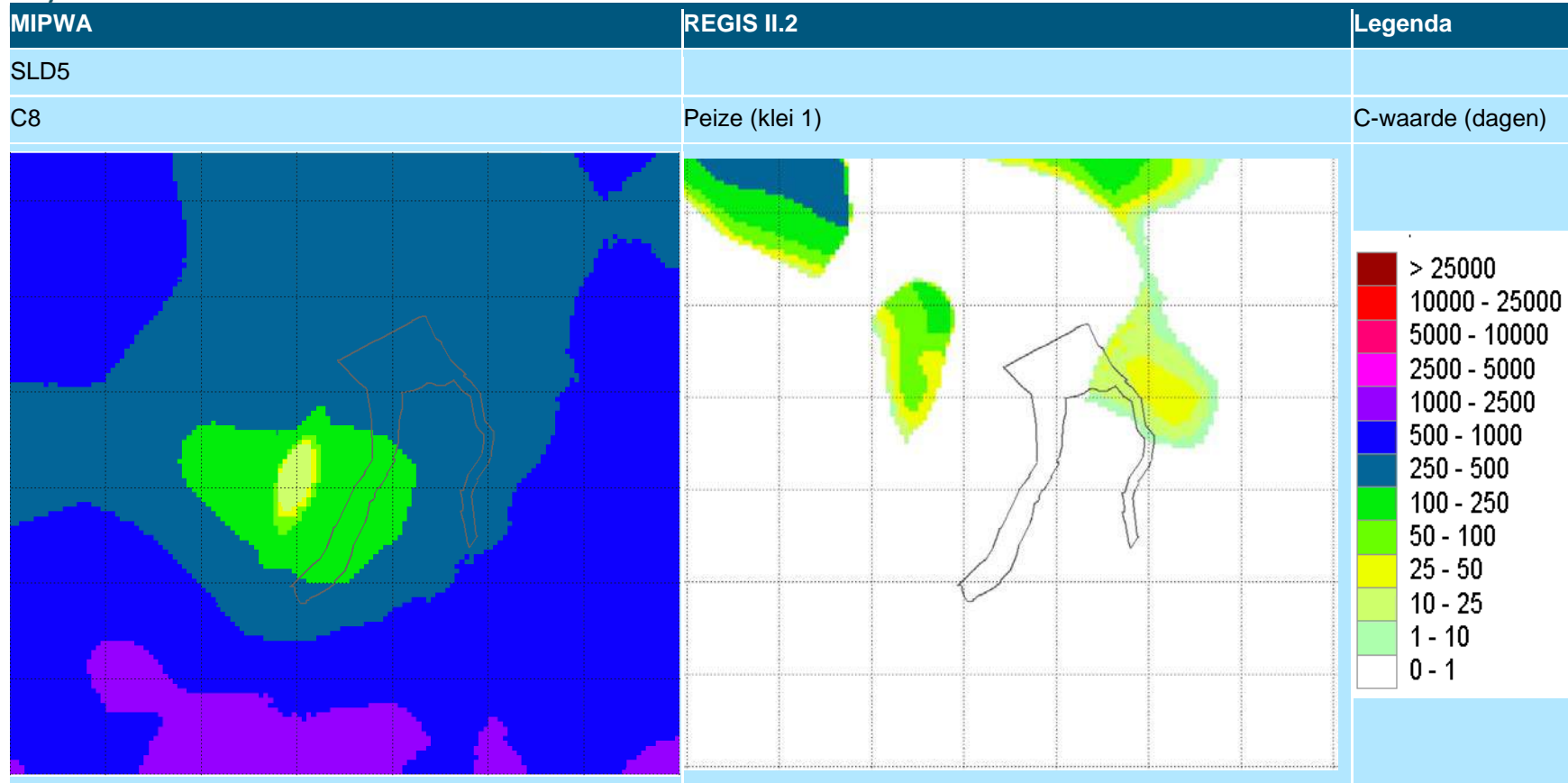


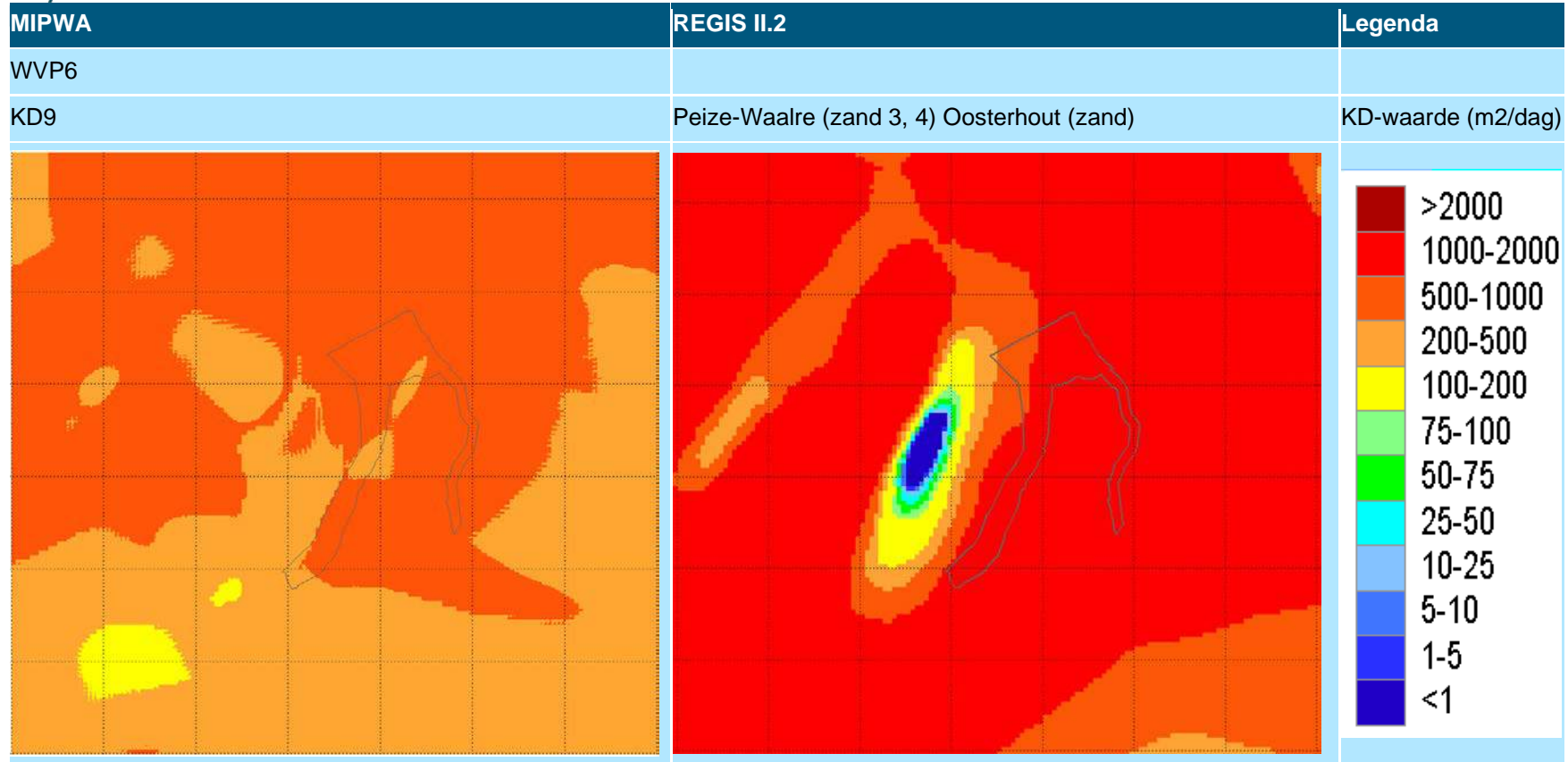


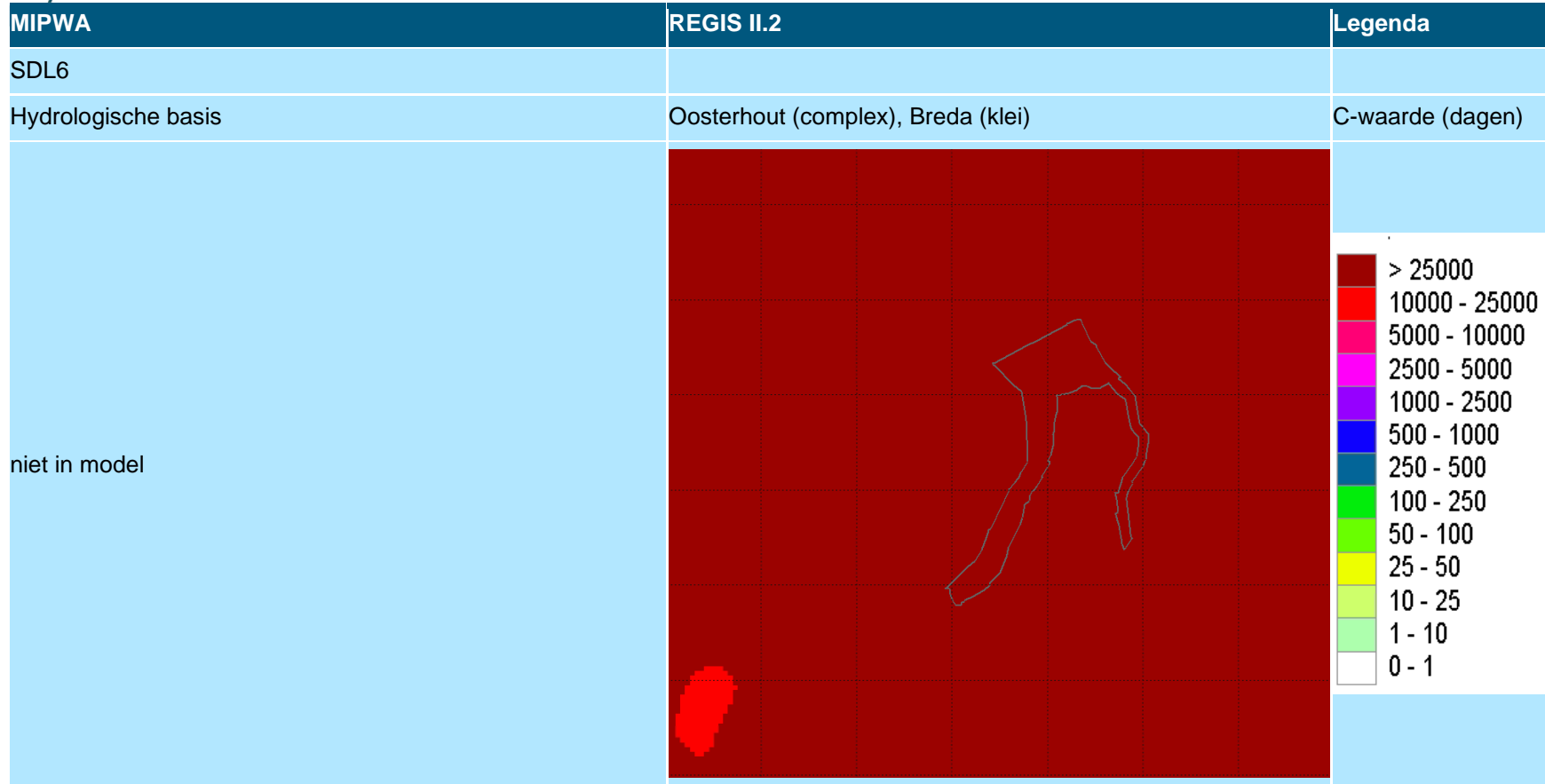


MIPWA	REGIS II.2	Legenda
WVP5		
KD7,8	Peelo (zand 3) Appelscha (zand), Peize-Waalre (zand 2)	KD-waarde (m2/dag)



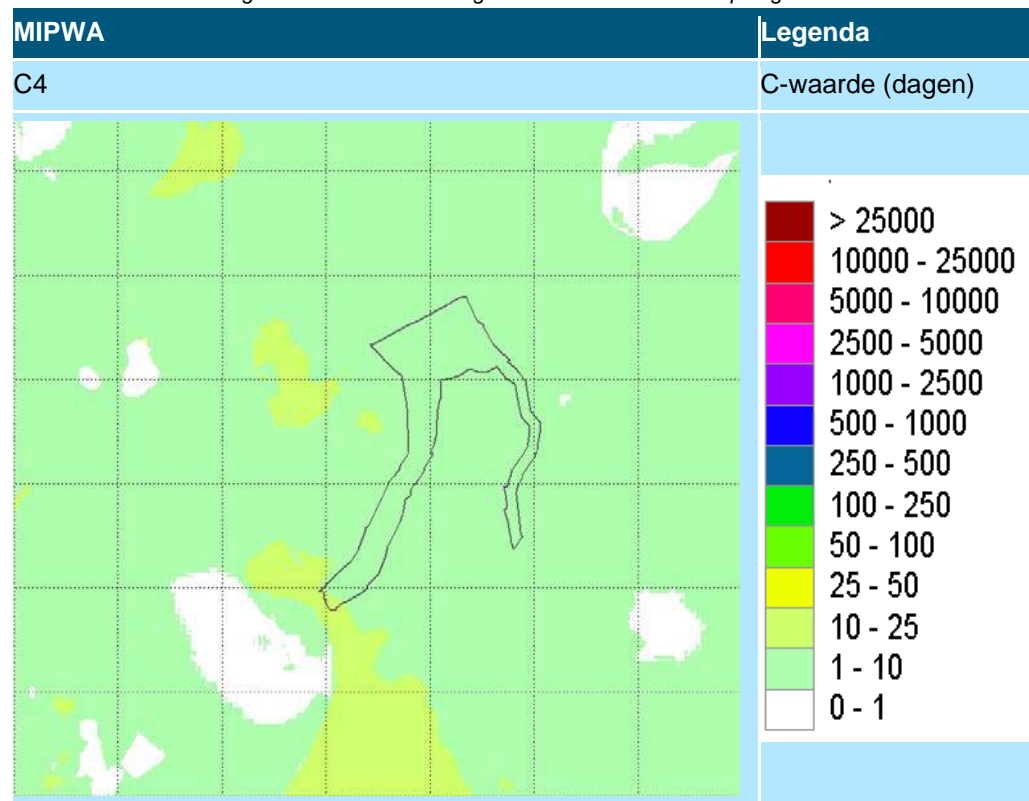






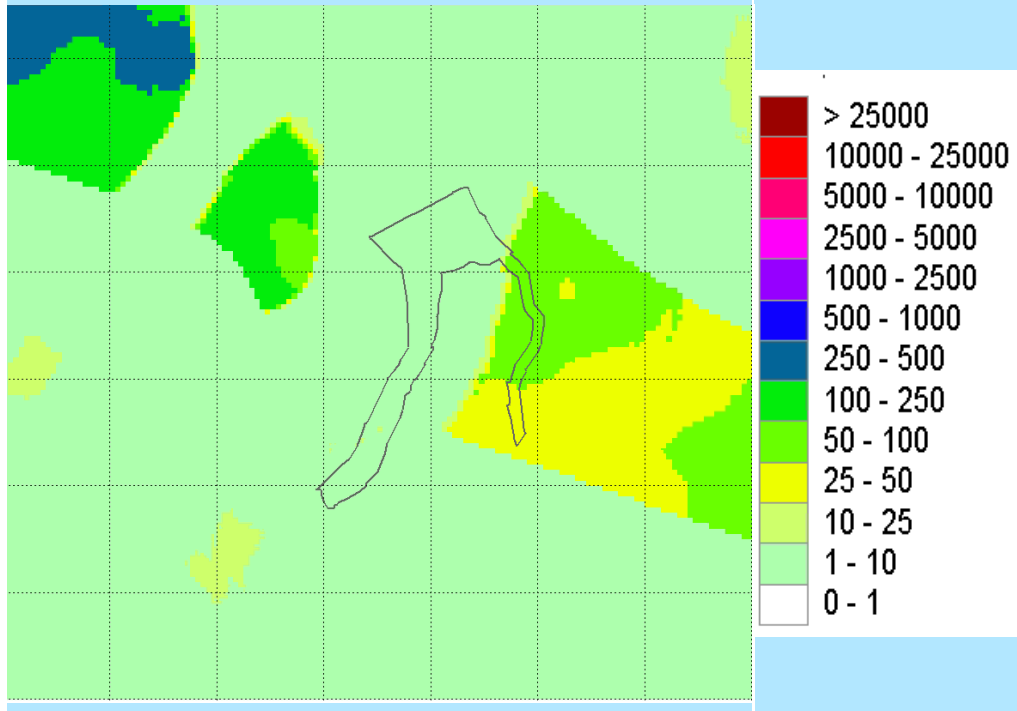
De modellen C4 en C7 komen gezien de schematisatie van de ondergrond van het plangebied alleen voor als modellaag en zijn niet herkenbaar als een geohydrologische eenheid. Om het overzicht compleet te maken zijn hieronder de plaatjes van deze modellen opgenomen.

Tabel 3-3 scheidende lagen uit MIPWA die weinig weerstand hebben in het plangebied



MIPWA	Legenda
-------	---------

C7	C-waarde (dagen)
----	------------------



4 Vergelijking met Boringen

Voor het plangebied van de Branden en de Bronnegermeden Achterste Diep is niet alleen gekeken naar het MIPWA-model en het Regis II.2-model, maar er is ook gekeken of er diepe boringen in (de buurt van) plangebied gezet zijn.

De boringen in de buurt van het plangebied laten zien dat in het plangebied de ondergrond voornamelijk uit zand bestaat. Sommige boringen laten zien dat aan het maaiveld in delen van het gebied veen en/of leem voorkomt. Ook laten de boringen zien dat er in het plangebied op ca -10 m NAP een kleilaag voorkomt.

Over de dieper gelegen slecht doorlatende lagen binnen het plangebied, is weinig bekend, omdat er weinig diepe boringen in het gebied gezet zijn.

In de bijlage staan een aantal boorbeschrijvingen van boringen in (buurt van) het plangebied.

Peelo klei 2/ Peize klei

Het grote verschil tussen de MIPWA schematisatie en de Regis II.2 schematisatie is de aan- of afwezigheid van de weerstand in C6/ de Peelo klei2 en C9/ de Peize klei. In het plangebied zijn er maar 3 boringen die dieper zijn dan 50 m -mv (zie figuur). Ten westen van het plangebied zijn bij enkele boringen wel diepe kleilagen aan getroffen. Ook ten oosten van de winning is bij een diepe boring van 155 m -mv klei aangetroffen op -45 en -55 m NAP.

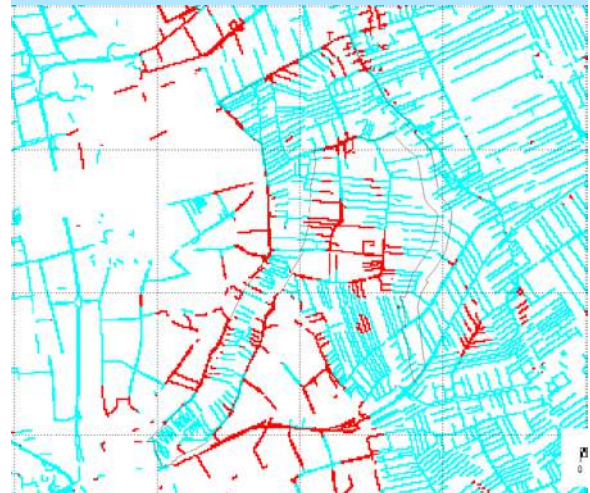
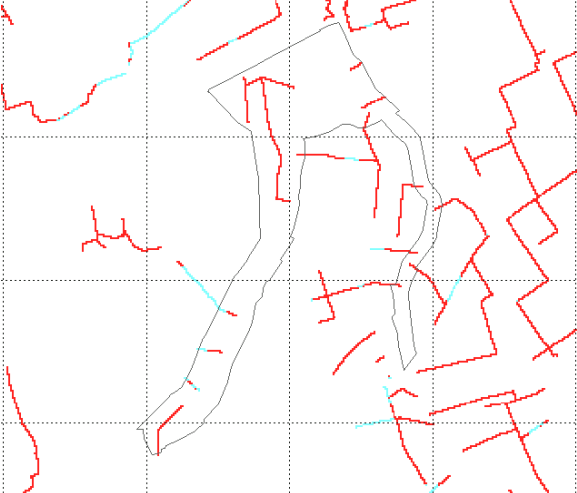
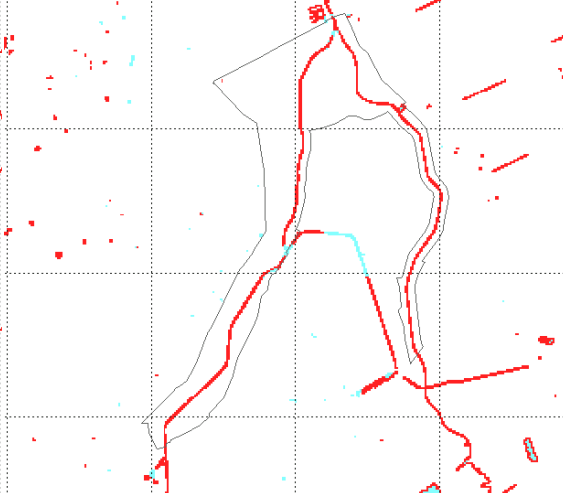
De kleilaag in de boringen wordt in de boringen geclassificeerd als Peize klei. Op basis van deze boringen lijkt het aantreffen van een kleilaag op een diepte van circa -50 m NAP in en rond het plangebied meer op de schematisatie uit MIPWA, omdat daar een diepe weerstandslaag voorkomt en minder op de verspreiding van Regis II.2 schematisatie waarin en ten westen van het plangebied geen kleilaag van Peelo klei 2 of Peize klei voorkomt.

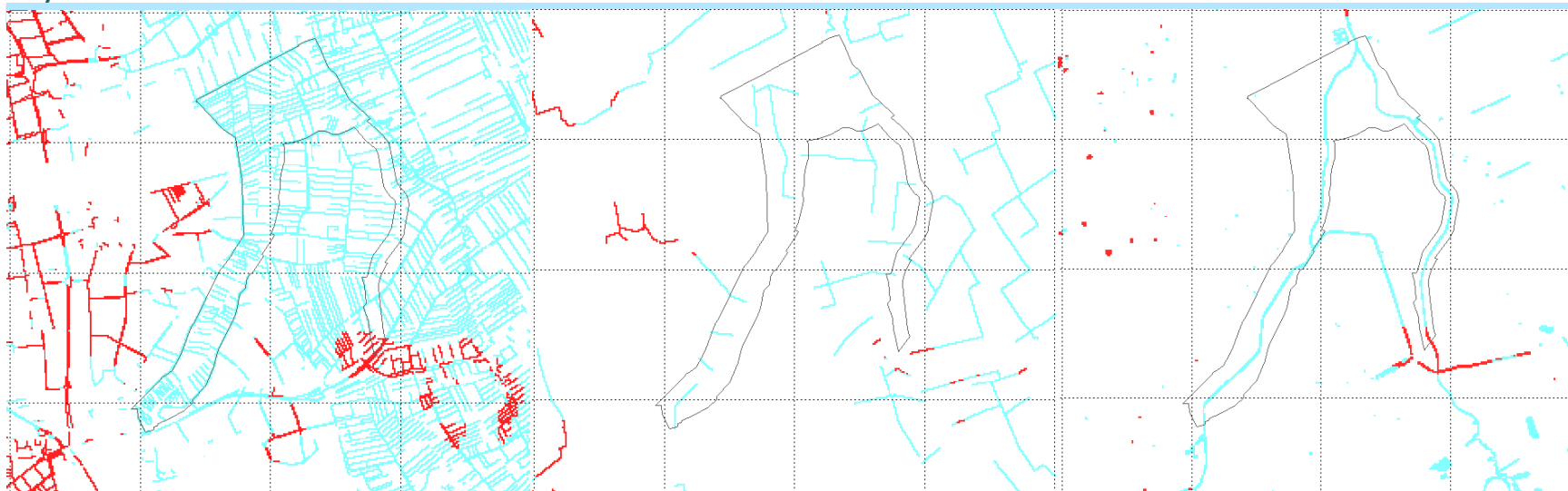
5 Diepteligging van de watergangen in het plangebied

Het MIPWA-model rekent in het plangebied met drie type watergangen. Dit zijn watergangen die afkomstig zijn uit het top10 lijnenbestand, watergangen uit de legger van het waterschap en watergangen uit het top10 vlakken bestand. In de tabel hieronder staan voor deze drie type watergangen per modellaag weergegeven of onderkant van watergang zich in deze modellaag bevindt (dan is deze watergang blauw) of ook in een dieper modellaag (dan is deze watergang kleur rood)

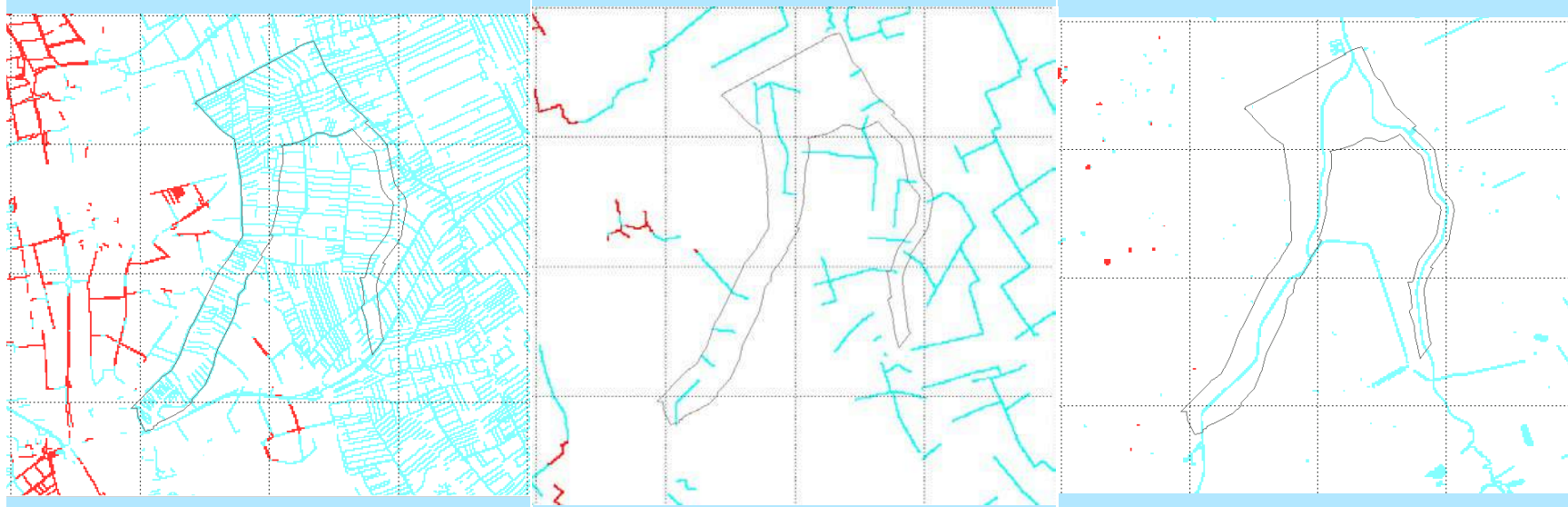
In de figuren in de tabel is te zien dat de watergangen uit het top10 lijnen bestand zich voornamelijk in modellaag 1 bevinden. De Leggerwatergangen en de watergangen uit het top10 vlakken bestand vinden zich voornamelijk in modellaag 2

Tabel 5-1 Diepteligging Waterlopen

Top10 lijnen watergangen	Legger watergangen	Top10 vlakken watergangen
Modellaag 1		
		
Modellaag 2		



Modellaag 3



6 Conclusie: het verschil tussen Regis 2.2 en Mipwa 3.0, en hoe daar rekening mee wordt gehouden

Het grootste verschil tussen de MIPWA schematisatie en de Regis II.2 schematisatie is de aan- of afwezigheid van de weerstand in C6 / de Peize klei. In het Mipwa model is deze laag in het hart van het onderzoeksgebied aanwezig met een weerstand van 2000 tot 2500 dagen. Volgens Regis II.2 ontbreekt deze laag. Uit de boringen (hoofdstuk 4) blijkt overigens dat de schematisatie volgens Mipwa waarschijnlijker is dan de schematisatie volgens Regis II.2.

Het al dan niet aanwezig zijn van deze kleilaag heeft gevolgen voor het doorlaatvermogen van het watervoerende pakket waarin de hoofdwaterlopen insnijden. In Mipwa is dat grootte 800 tot 1.300 m²/dag (modellagen 2 tot en met 6). Volgens Regis orde van grootte 1.500 tot 2.500 m²/dag. De spreidingslengte van het watervoerende pakket is daardoor in Mipwa minder groot dan in Regis II.2.

Bij de rapportage over de effecten geven we aan dat de spreidingslengte van het watervoerende pakket onzeker is, en dat deze bij de modellering mogelijk een factor 1,5 is onderschat, en dat daardoor de effecten een iets groter gebied beslaan dan met het model wordt berekend.

7 Literatuur

RHDHV, 2019, MIPWA quick wins, totstandkoming van MPWA 3.1, BG3045

Geologisch booronderzoek



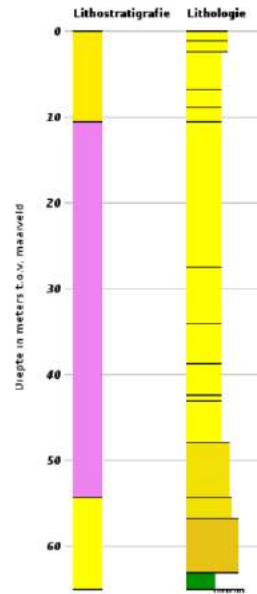
< 3 van 3 >

Basisgegevens

Boormonsterprofiel

Geologisch booronderzoek

Identificatie: B12H0028



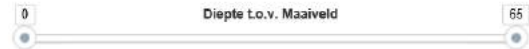
Identificatie: B12H0028
 Coördinaten: 252475, 550750 (RD)
 Maaiveld: 0.00 m t.o.v. NAP
 Beschikbare informatie: Digitale opnamegegevens
 Beschrijfmethode: Onbekend
 Kwaliteit interpretatie: Niet gevalideerd in ondergrondmodel

Lithostratigrafie

- BX
- PE
- PZ

Lithologie

- Klei
- Zand fijne categorie
- Zand midden categorie
- Zand grove categorie

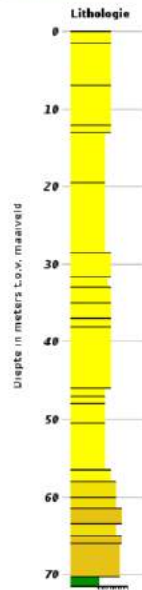
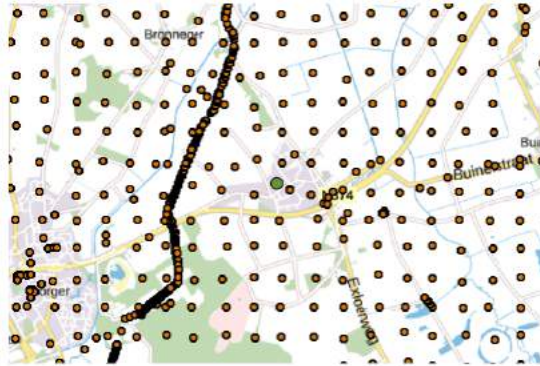


Maaiveld ▼

Opslaan profiel

Geologisch booronderzoek

Identificatie: B12H0019



Identificatie: B12H0019
 Coördinaten: 252420, 550350 (RD)
 Maaihveld: 15.10 m t.o.v. NAP
 Beschikbare informatie: Digitale opnamegegevens
 Beschrijfmethode: Onbekend

Lithologie

- Klei
- Zand fijne categorie
- Zand midden categorie
- Zand grove categorie

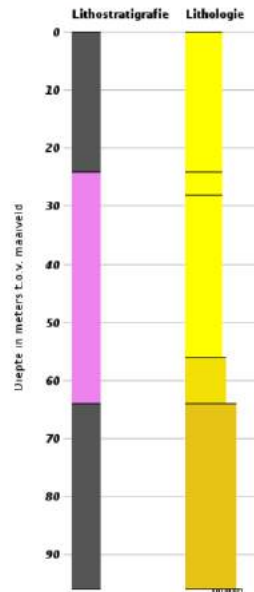
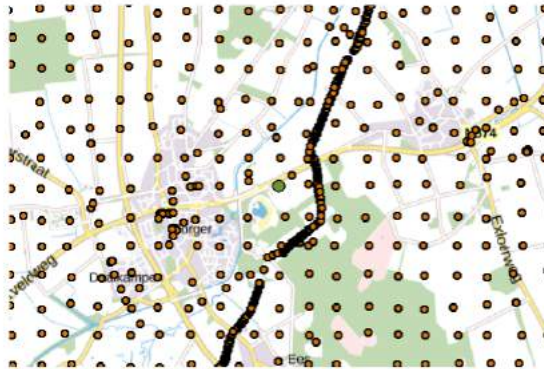
0 Diepte t.o.v. Maaihveld 71.5

Geologisch booronderzoek

2 van 3

Basisgegevens Boormonsterprofiel

Identificatie: B17F0079



Identificatie: B17F0079
 Coördinaten: 250830, 549810 (RD)
 Maaiveld: 12.00 m t.o.v. NAP
 Beschikbare informatie: Digitale opnamegegevens
 Beschrijfmethode: Onbekend
 Kwaliteit interpretatie: Niet gevalideerd in ondergrondmodel

Lithostratigrafie

- NN
- PE

Lithologie

- Zand fijne categorie
- Zand midden categorie
- Zand grove categorie

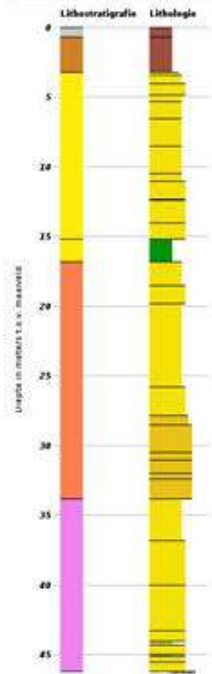
0 96

Diepte t.o.v. Maaiveld

Maaiveld Opslaan profiel

Geologisch booronderzoek

Identificatie: B12H0056



Identificatie: B12H0056
 Coördinaten: 252550, 555540 (RD)
 Maasveld: 4.80 m t.o.v. NAP
 Beschikbare informatie: Digitale opnamegegevens
 Beschrijfmethode: Onbekend
 Kwaliteit interpretatie: Gevalideerd in ondergrondmodel

Lithostratigrafie

- AAOM
- IE
- EV
- EM
- DRSC
- PE

Lithologie

- Leem
- Klei
- Zand fine categorie
- Zand midden categorie
- Zand grove categorie
- Veen

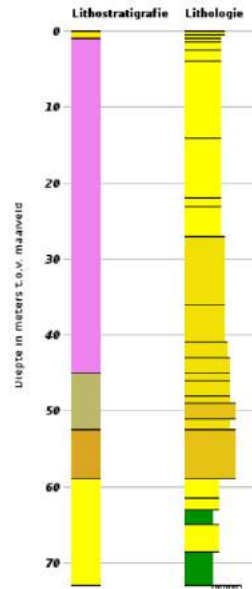
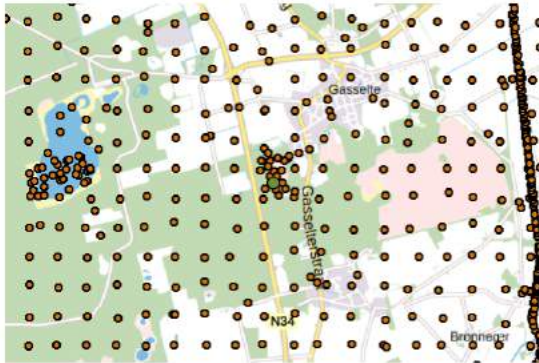
Diepte t.o.v. Maasveld 46.2

Maasveld

Oplaan profiel

Geologisch booronderzoek

Identificatie: B12G0073



Identificatie: B12G0073
 Coördinaten: 248730, 554100 (RD)
 Maaiveld: 17.00 m t.o.v. NAP
 Beschikbare informatie: Digitale opnamegegevens
 Beschrijfmethode: Onbekend
 Kwaliteit interpretatie: Niet gevalideerd in ondergrondmodel

Lithostratigrafie

- BX
- PE
- URVE
- AP
- PZ

Lithologie

- Klei
- Zand fijne categorie
- Zand midden categorie
- Zand grove categorie

0 Diepte t.o.v. Maaiveld 73

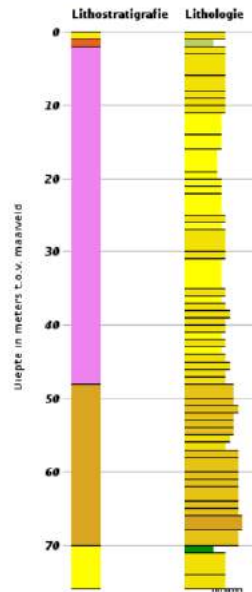
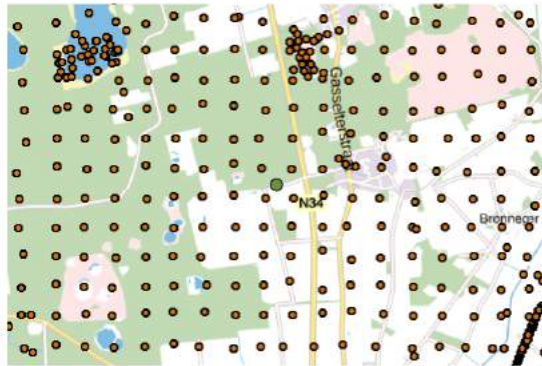
Maaiveld Opslaan profiel

Geologisch booronderzoek

1 van 3

Basisgegevens Boomonsterprofiel

Identificatie: B12G0216



Identificatie: B12G0216
 Coördinaten: 248486, 552488 (RD)
 Maaiveld: 20.75 m t.o.v. NAP
 Beschikbare informatie: Digitale opnamegegevens
 Beschrijfmethode: Onbekend
 Kwaliteit interpretatie: Niet gevalideerd in ondergrondmodel

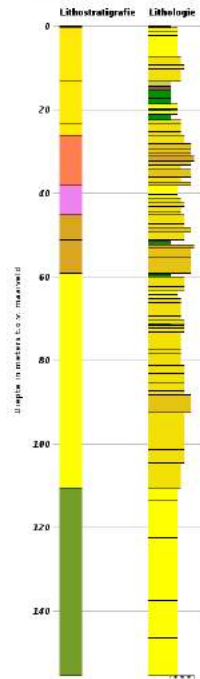
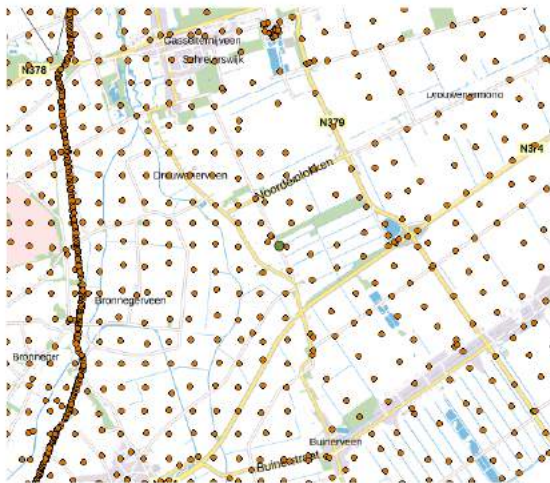
- | | |
|--|--|
| Lithostratigrafie | Lithologie |
| <ul style="list-style-type: none"> BX DRGI FE AP PZ | <ul style="list-style-type: none"> Leem klei Zand fijne categorie Zand midden categorie Zand grove categorie Grind |



Maaiveld

Geologisch booronderzoek

Identificatie: B12H0197



Identificatie: B12H0197
 Coördinaten: 254507, 553690 (RD)
 Maaiveld: 4.90 m t.o.v. NAP
 Beschikbare informatie: Digitale opnamegegevens
 Beschrijfmethode: Standaard Boor Beschrijvingsmethode
 Kwaliteit interpretatie: Gevalideerd in ondergrondmodel

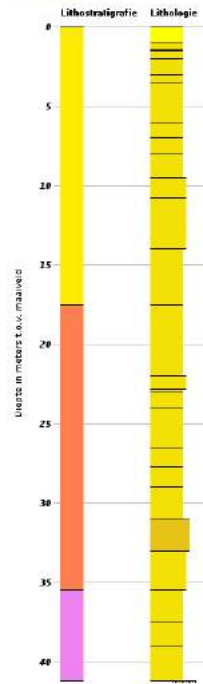
- Lithostratigrafie**
- NGR
 - BX
 - BXII
 - DRSC
 - PE
 - AP
 - PZ
 - OGLI
- Lithologie**
- Leem
 - Klei
 - Zand Finc categorie
 - Zand midden categorie
 - Zand grove categorie
 - Grind
 - Veen

0 Diepte t.o.v. Maaiveld 156.5

Maaiveld Opslaan profiel

Geologisch booronderzoek

Identificatie: B12H0057



Identificatie: B12H0057
 Coördinaten: 254210, 552440 (RD)
 Maaiveld: 6.50 m t.o.v. NAP
 Beschikbare informatie: Digitale opnamegegevens
 Beschrijfmethode: Onbekend
 Kwaliteit informatie: Gevalideerd in ondergrondmodel

Lithostratigrafie
 BX Zand
 DRSC Zand
 PE Zand

Lithologie
 Zand fijne categorie
 Zand midden categorie
 Zand grove categorie

0 41.2
 Diepte t.o.v. Maaiveld

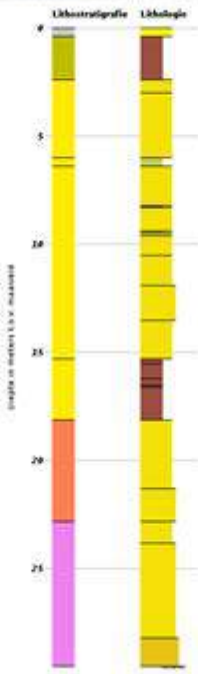
Maaiveld Opslaan profiel

Geologisch booronderzoek

Identificatie: 81249074



Geologiegegevens Boormonsterprofiel



Identificatie: 81249074
 Coördinaten: 253440, 550680 (RD)
 Meetveld: 7,20 m l.o.v. NAP
 Beschikbare informatie: Digitale opnamegegevens
 Beschrijfmethode: Onbekend
 Kwaliteit interpretatie: Gevalideerd in ondergrondmodel

Lithostratigrafie

- AAOP
- B5S
- B1
- B7I
- DR5C
- PE

Lithologie

- Leem
- Zand fine categorie
- Zand midden categorie
- Zand grove categorie
- Veen
- Gytta

0: Diepte l.o.v. Meetveld 22.5

8

Meetveld

Optaan profiel



Royal

HaskoningDHV

Geschiedenis referentiemodel Bronnegermeden Achterste Diep

Emancipating society together

Aan: Eric Blom, Albert Siebring
Van: Evy Kleingeld, Carolien Steinweg en Erna Alting
Datum: 6 maart 2020
Kopie:
Ons kenmerk: BG9116-RHD-ZZ-XX-NT-Z-0001
Classificatie: Projectgerelateerd
Goedgekeurd door

Onderwerp: Geschiktheid referentiemodel Bronnegermaden Achterste Diep

1 Inleiding

Voor het plangebied van Bronnegermaden en Achterste Diep is een grondwatermodel opgesteld. Het doel van het grondwatermodel is het in beeld brengen van effecten die ontstaan door een nieuwe inrichting van / het hanteren van nieuwe peilen in de Bronnegermaden en het Achterste Diep.

Het grondwatermodel is gebaseerd op MIPWA 3.1. Het model is aangepast om de lokale situatie zo goed mogelijk te modelleren. De uitkomsten van de modellering van de huidige situatie met dit aangepaste model zijn besproken in de projectgroep op donderdag 20 februari 2020. Tijdens dit overleg is besproken dat een laatste check van het grondwatermodel zal plaats vinden aan de hand van een waterbalans. Daarnaast zullen de gemeten en berekende grondwaterstanden vergeleken worden om een totaalbeeld te krijgen van de geschiktheid van het referentiemodel.

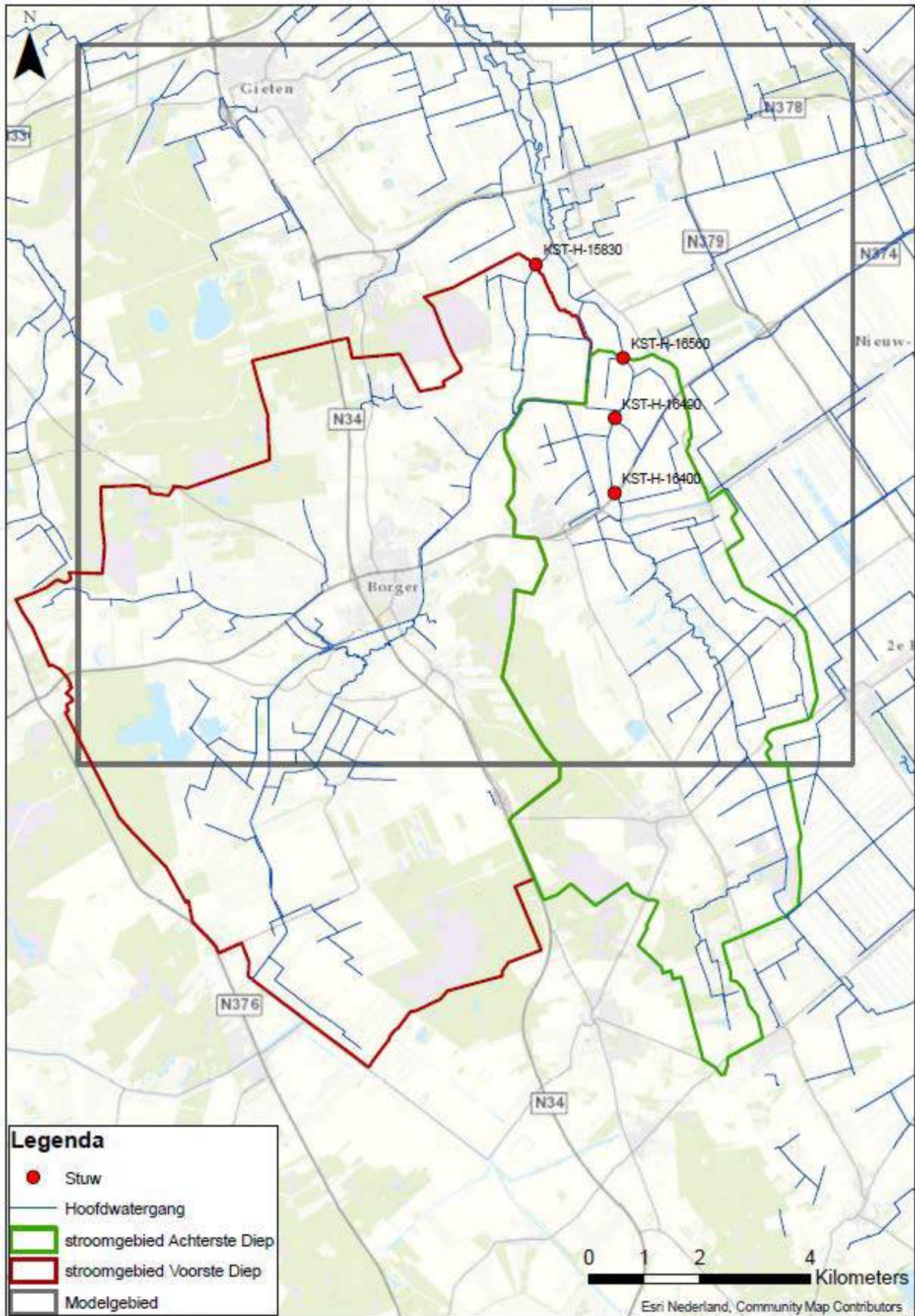
Voor de waterbalans worden de uitkomsten van het grondwatermodel vergeleken met de gemeten afvoeren in het gebied. Wanneer de gemodelleerde afvoer in dezelfde orde van grote ligt als de gemeten afvoer dan is het grondwatermodel geschikt om effectberekeningen te maken van de nieuwe inrichting van de Bronnegermaden en het Achterste Diep.

In deze memo wordt eerst inzicht gegeven in welke stroomgebieden gebruikt zijn voor het bepalen van de gemodelleerde afvoer. Vervolgens wordt toegelicht hoe de afvoer van de beken met het grondwatermodel wordt bepaald. Daarna worden de gemeten en berekende afvoer met elkaar vergeleken. Vervolgens worden ook de gemeten en berekende grondwaterstanden met elkaar vergeleken. Tenslotte wordt een conclusie getrokken over de geschiktheid van het grondwatermodel om effectberekeningen te kunnen doen.

2 Stroomgebieden

De gemeten afvoer bij de stuwen in Het Voorste en het Achterste Diep moeten vergeleken worden met de uitkomsten uit het grondwatermodel. Om de afvoer bij een bepaalde stuw te kunnen bepalen, moet een stroomgebied vastgesteld worden. In het grondwatermodel bepaalt de ligging van het stroomgebied voor welk deel van het gebied de afvoertermen opgeteld moeten worden om zo een goede vergelijking met de gemeten afvoer te kunnen maken.

De stroomgebieden van het Voorste en het Achterste Diep zijn bepaald aan de hand van de het patroon van hoofd- en schouwwatergangen en de peilenkaart. In het onderstaande figuur is te zien waar de stroomgebieden van het Voorste Diep en Achterste Diep liggen, die gebruikt zijn om de afvoer uit het grondwatermodel te bepalen. In de bijlage staat nog hetzelfde figuur, maar dan ook met de peilvakgrenzen en de gehanteerde winterpeilen



In het bovenstaande figuur is met rood het stroomgebied van het Voorste Diep weergegeven. Het stroomgebied van het Achterste Diep staat weergegeven met groen. De grens van het grondwatermodel staat weergegeven met grijs. Bij het vergelijken van de stroomgebieden met het modelgebied is te zien dat het grondwatermodel kleiner is dan de stroomgebieden. Bij de vergelijking van de gemodelleerde afvoer en de gemeten grondwaterstanden moet rekening gehouden worden dat niet alle afvoer is gemodelleerd.

Het modelleren van het gehele stroomgebied behoorde niet tot een van de doelen.

Onderstaande tabel laat zien hoeveel oppervlak van de stroomgebieden buiten het grondwatermodel ligt.

Stroomgebied		Oppervlak (hectare)	% oppervlak
Voorste Diep	binnen grondwatermodel	5475	65%
	buiten grondwatermodel	2974	35%
Achterste Diep	binnen grondwatermodel	2896	65%
	buiten grondwatermodel	1563	35%

Bij het vergelijken van het oppervlak van de stroomgebieden blijkt dat ongeveer 2/3 deel van het stroomgebied gemodelleerd wordt met het grondwatermodel en dat 1/3 deel van het stroomgebied buiten het grondwatermodel ligt. Bij het vergelijken van de gemeten en de berekende afvoer moet daarmee rekening gehouden worden (factor 1,5).

3 Afvoer uit het grondwatermodel

In het grondwatermodel wordt de afvoer via een beekstelsysteem niet als aparte modeluitvoer weggeschreven. Om een inschatting te maken van de afvoer via het oppervlaktewater zijn de onderstaande modeluitvoeren bij elkaar opgeteld:

- Afvoer vanuit het grondwater naar het drainagesysteem (drains)
- Afvoer vanuit het grondwater naar het oppervlaktewatersysteem (rivers)
- Afvoer vanuit het grondwater als oppervlakkige afvoer (overland flow)

Deze modeluitvoer is weggeschreven voor elke dag voor de gehele model periode die loopt tot 31-12-2014.

De waterbalans is berekend met de modeluitkomsten van het grondwatermodel referentie 8. In deze versie van het grondwatermodel zijn de volgende aanpassingen aan het standaard MIPWA model gedaan om de situatie in de Bronnegermaden en het Achterste Diep zo goed mogelijk te modelleren:

- Verhogen van de deklaagweerstand in het veenkoloniale gebied met 100 dagen tot een maximum van 200 dagen

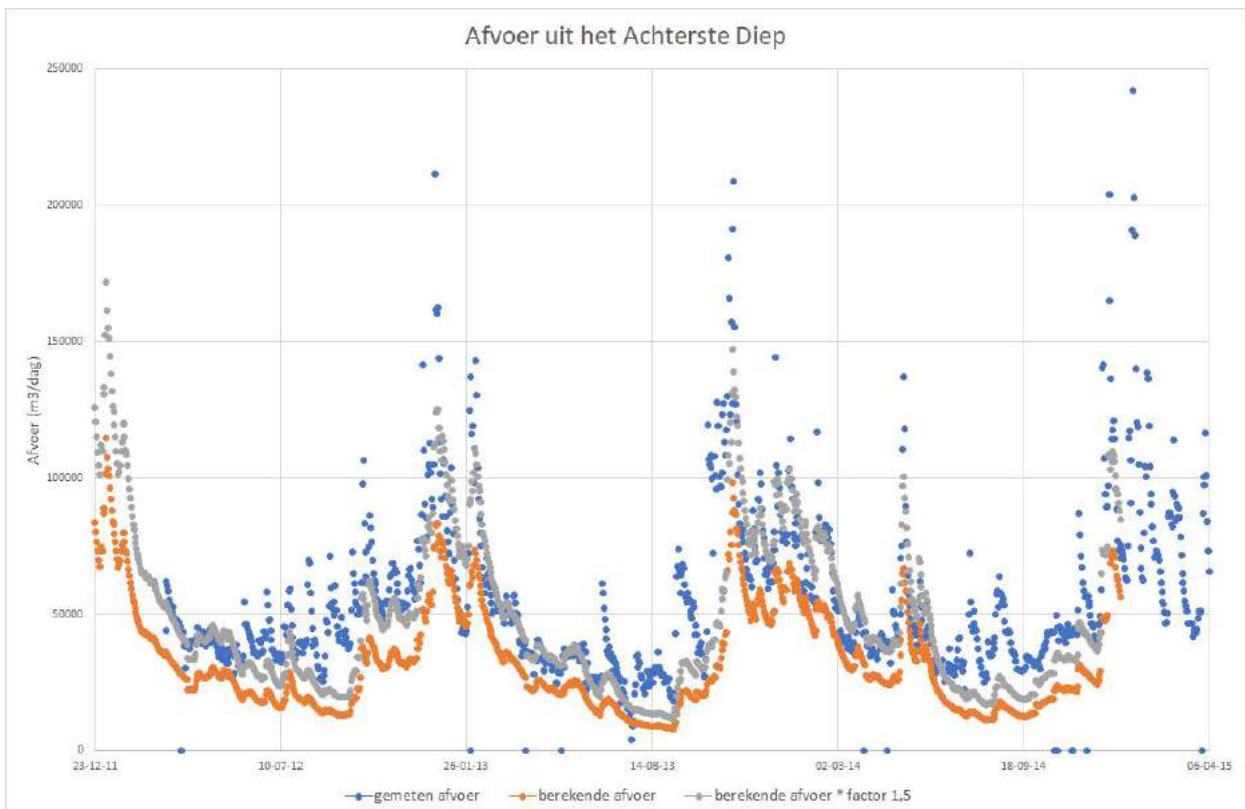
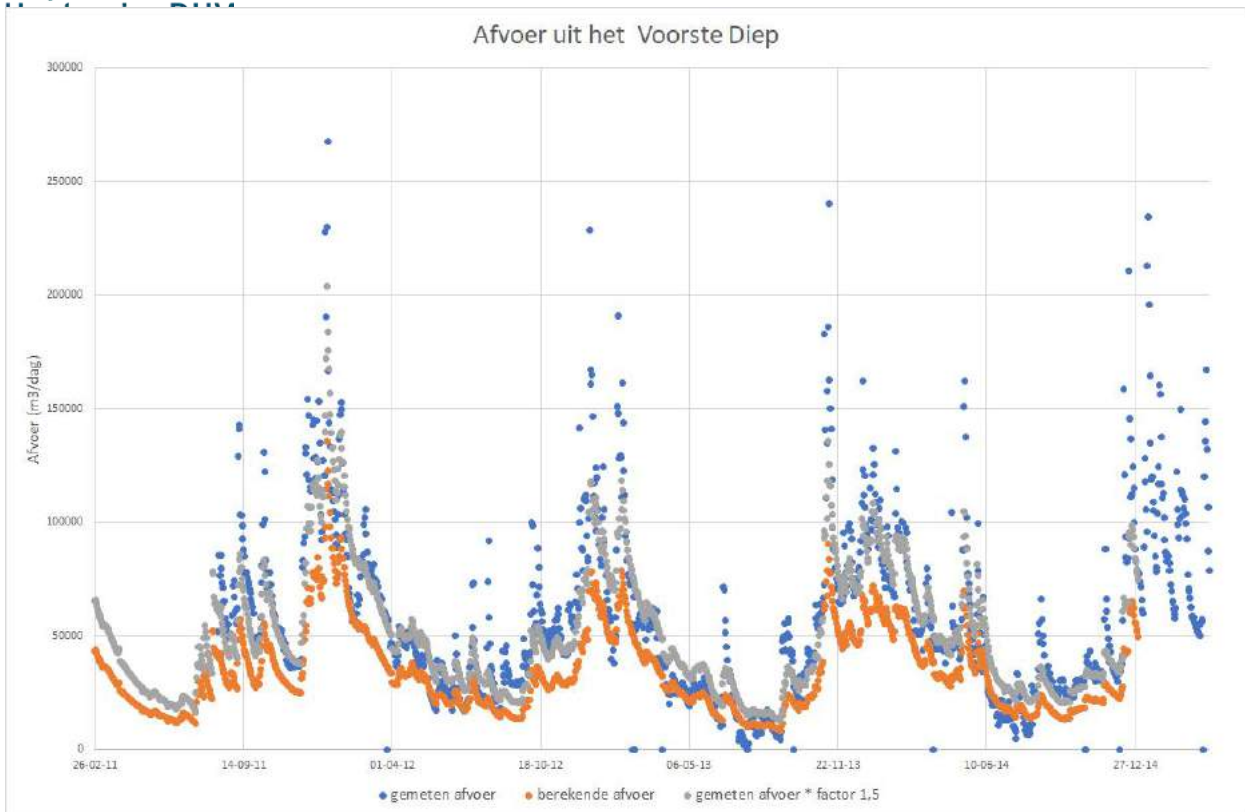
- De conductance van het oppervlaktewater dat géén kanaal is (zie figuur hieronder, in lichtblauw de niet kanaal-gedeeltes), verlaagd door een vermenigvuldiging met een factor 0.25.
- De conductance van het oppervlaktewater dat wél een kanaal is (zie figuur hieronder, in donkerblauw de kanaal-gedeeltes), verhoogd door een vermenigvuldiging met een factor 2.
- De waterpeilen in het oppervlaktewatersysteem zijn overgenomen uit de Sobek modellering (referentie situatie). Voor het winterpeil is het peil overgenomen dat hoort bij de afvoersituatie 0.25Q en voor het zomerpeil is het peil overgenomen dat hoort bij de afvoersituatie 0,05Q.



4 Vergelijking van gemeten en berekende afvoeren

De afvoer uit het grondwatermodel is vergeleken met de gemeten afvoer bij de stuwen. De afvoer uit het stroomgebied van Voorste Diep is vergeleken met de gemeten afvoer bij de stuw KST-H15830. De afvoer uit het stroomgebied van het Achterste Diep is vergeleken met de gemeten afvoer bij KST-H16560. Bij het vergelijken van de berekende en gemeten afvoer moet rekening gehouden worden dat 1/3 deel van de stroomgebieden niet wordt gemodelleerd met het grondwatermodel. Om toch een inschatting te maken van de totale afvoer is de berekende afvoer vermenigvuldigd met een factor 1,5.

In de onderstaande figuren staan voor beiden deelgebieden de gemeten afvoer, de berekende afvoer uit het grondwatermodel en de berekende afvoer vermenigvuldigd met een factor 1,5.

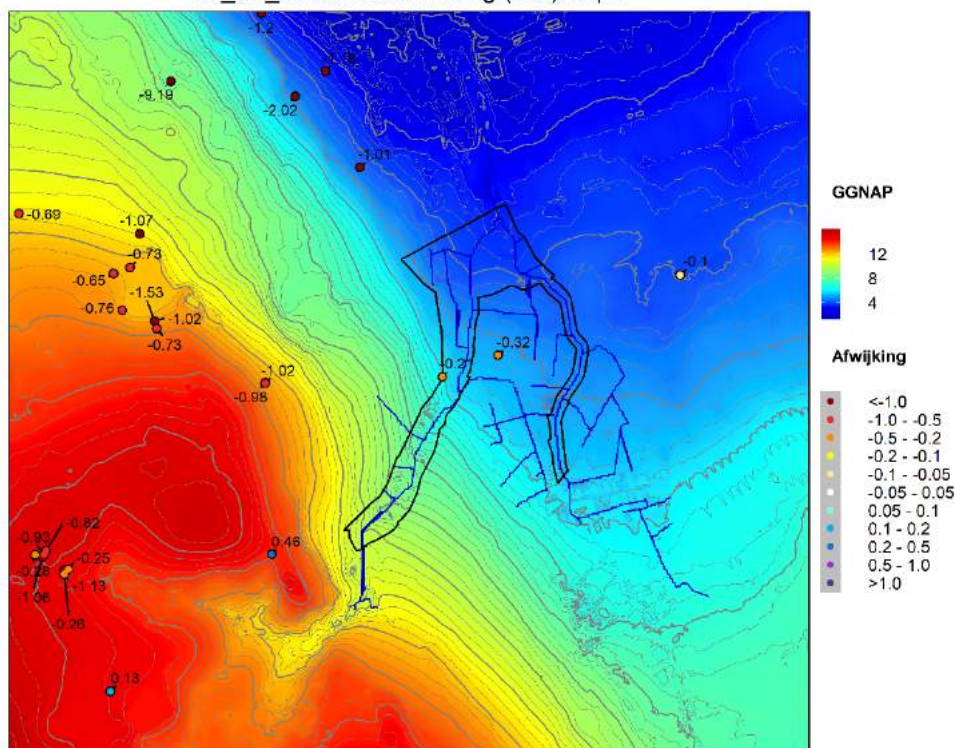


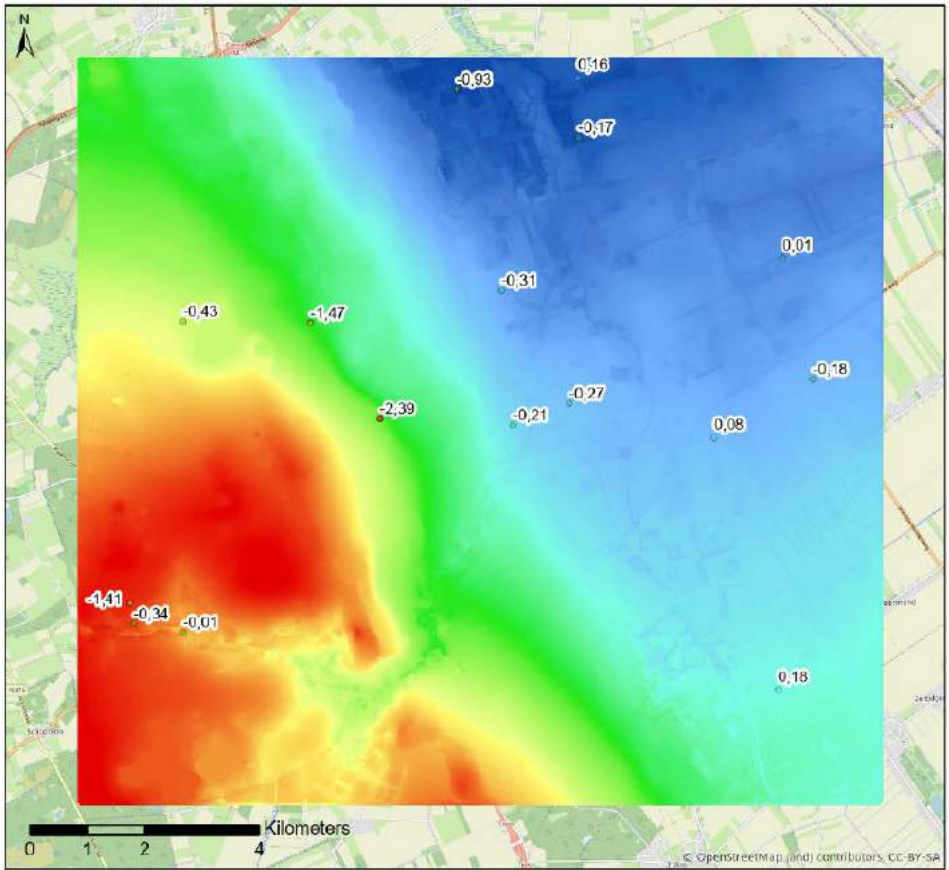
In de grafieken is te zien dat de gemeten en de berekende grondwaterstanden dezelfde orde van grootte hebben. Zeker wanneer rekening gehouden wordt met het feit dat niet het gehele stroomgebied met het grondwatermodel gemodelleerd wordt en de berekende grondwaterstanden worden gecorrigeerd met een factor 1,5. De gemeten en berekende grondwaterstanden laten dezelfde dynamiek zien. De gemeten afvoer laat in periodes met een hoge afvoer wel een grotere dynamiek zien dan de afvoeren die berekend zijn met het grondwatermodel. Dit komt doordat de snelle afvoer die veroorzaakt wordt door oppervlakkige afstroming van water, op het moment dat de grondwaterstand nog niet aan maaiveld staat, niet wordt gemodelleerd door het grondwatermodel.

5 Vergelijking van gemeten en berekende grondwaterstanden

De aanwezigheid van peilbuizen in het plangebied is zeer beperkt. Er zijn maar 2 peilbuizen die centraal in / bij het plangebied staan. Onderstaande figuren laten een vergelijking zijn tussen de berekende en gemeten grondwaterstand voor respectievelijk de GG (gemiddelde grondwaterstand), GHG en GLG (Bron: Dinoloket (GG) en grondwatertools.nl (GHG en GLG)). Deze kaarten laten zien dat er een afwijking is tussen de gemeten en berekende gemiddelde grondwaterstand in het plangebied van ongeveer 30 cm. De afwijking voor de GLG (+/- 20 cm) is iets lager dan voor de GHG (+/- 25 cm). Het algemene beeld is dus dat er een verschil is tussen gemeten en berekende grondwaterstanden van orde van grootte 25 centimeter in / rond het plangebied.

08_ref_ta25: model-meting (GG) wvp1

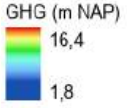


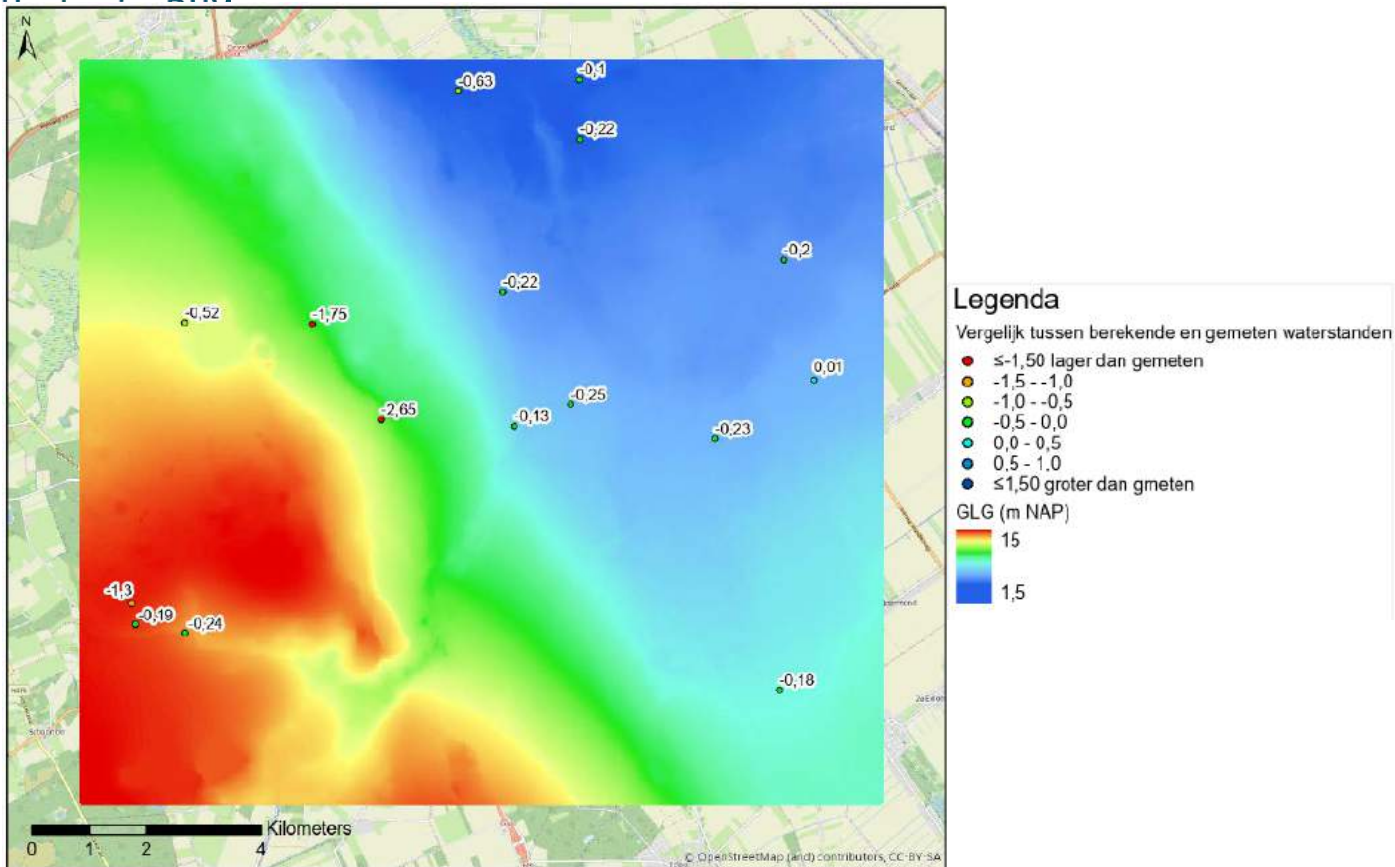


Legenda

Vergelijk tussen berekende en gemeten waterstanden

- ≤ 1,50 lager dan gemeten
- -1,5 - -1,0
- -1,0 - -0,5
- -0,5 - 0,0
- 0,0 - 0,5
- 0,5 - 1,0
- ≤ 1,50 groter dan gemeten

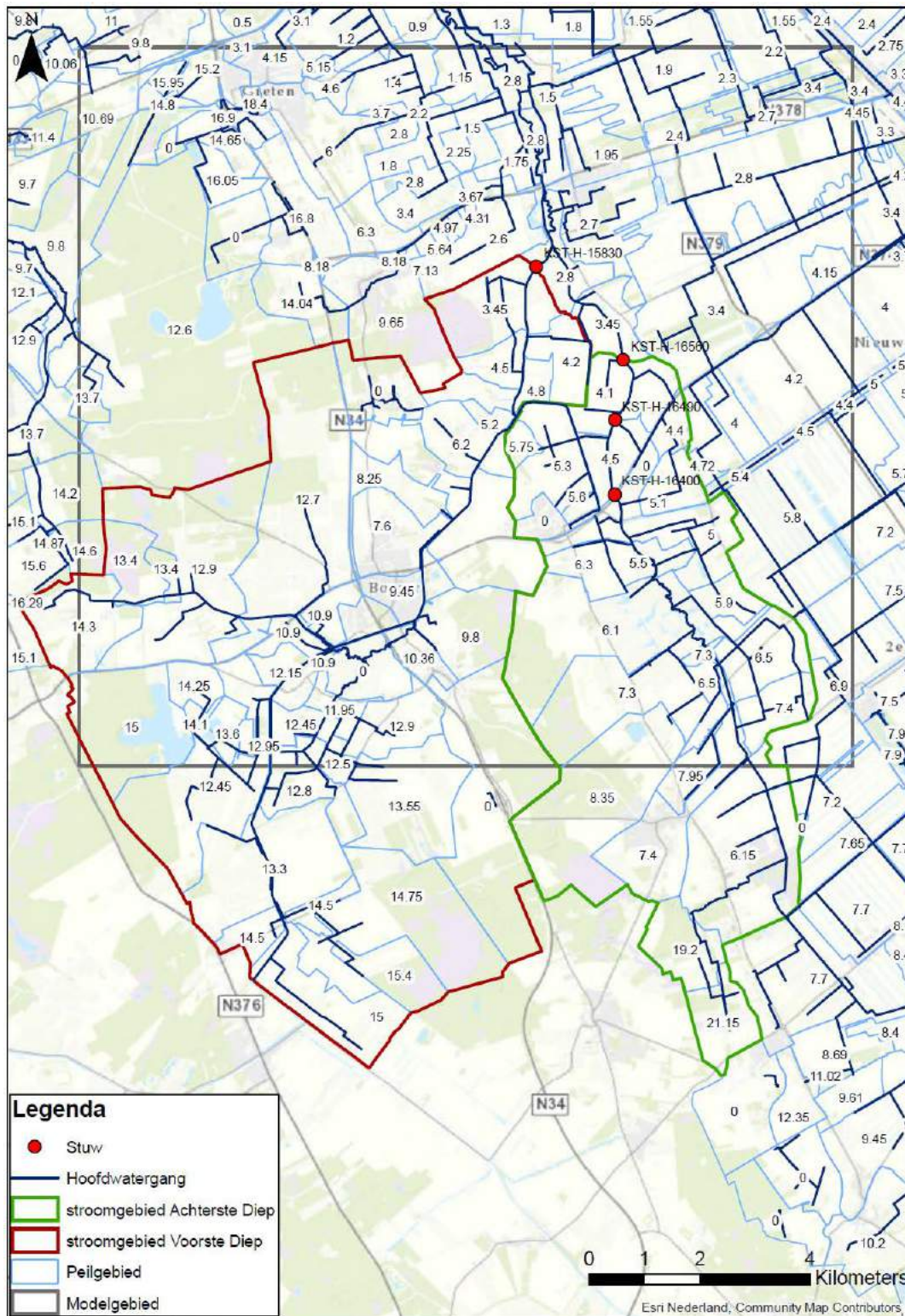




6 Conclusie

Het vergelijken van de beschikbare peilbuisgegevens met de gemeten grondwaterstanden geeft een grondwaterstand in dezelfde orde van grootte (+/- 25 cm afwijking). Deze resultaten zijn gepresenteerd aan de projectgroep en in de projectgroepvergadering van 20 februari 2020 is besloten dat het model geschikt is om effectberekeningen mee uit te voeren wanneer ook de waterbalans van het grondwatermodel reële waarden geeft.

Het maken van de waterbalans met het grondwatermodel voor Bronnegermaden en het Achterste Diep heeft laten zien dat de afvoer uit de stroomgebieden van het Voorste en Achterste Diep die met het grondwatermodel gemodelleerd wordt goed overeenkomt met de gemeten afvoeren in beiden beken. Dit geeft vertrouwen in het grondwatermodel. Het grondwatermodel is daarmee geschikt om de effectberekeningen te maken om de effecten van de nieuwe inrichting en/of peilen in de Bronnegermaden en het Achterste Diep te bepalen.





Bijlage 4 Advies optimalisatie inrichting De Branden – BMAD

Notitie / Memo

HaskoningDHV Nederland B.V.
Water

Aan: Projectgroep de Branden
Van: Danny Heuvelink & Evy Kleingeld
Datum: 4 augustus 2020
Kopie:
Ons kenmerk: WATBG9116N001D0.1
Classificatie: Alleen voor intern gebruik

Onderwerp: Optimalisatie hydrologische inrichting gebieden de Branden-Bronnegermaden-Achterste Diep

1 Inleiding en aanleiding

In het kader van natuurontwikkeling in het Hunzedal is afgelopen 15 jaar de inrichting van verschillende nieuwe deelgebieden voorbereid. De basis hiervoor ligt in de Hunzevisie van 1995 en het provinciale water-, klimaat- en natuurbesluit (Beheerprogramma 2016-2021, Waterbeheer 21^e eeuw, Kaderrichtlijn Water en Natuurnetwerk Nederland) dat mede hierop is gebaseerd. Twee deelgebieden die nog niet zijn ingericht zijn De Branden en het direct stroomopwaarts gelegen gebied Bronnegermaden Achterste Diep.

Voor De Branden is door RHDHV in 2019-2020 een gebiedsanalyse opgesteld als basis voor het herinrichtingsplan. Voor het opstellen van de gebiedsanalyse is onder meer een hydrologisch onderzoek gedaan. Uit dit onderzoek is gebleken dat De Branden niet optimaal ingericht kan worden als niet ook het stroomopwaarts gelegen Bronnegermaden - Achterste Diep wordt heringericht.

Na dat de gebiedsanalyse voor De Branden was afgerond, maar voordat een definitief ontwerp voor De Branden is gemaakt, is ook een gebiedsanalyse uitgevoerd voor Bronnegermade - Achterste Diep. Ook voor deze gebiedsanalyse is een hydrologische studie/ modellering uitgevoerd. Bij deze studie is ook opnieuw gekeken naar de hydrologie in De Branden. De gebieden De Branden en Bronnegermaden - Achterste Diep (hierna BMAD) zijn dusdanig met elkaar verbonden dat beide gebieden gezamenlijk moeten worden beschouwd om tot een optimale inrichting te komen. De hydrologische studie naar de inrichting van BMAD heeft geleid tot nieuwe inzichten en mogelijkheden voor het ontwerp van de Branden.

Deze memo dient om het ontwerp van de Branden, zoals deze is beschreven in de gebiedsanalyse van de Branden af te stemmen op de nieuwe inzichten en mogelijkheden vanuit de gebiedsanalyse van Bronnegermaden Achterste Diep. Deze memo geeft ook inzicht in de fasering in de inrichting van De Branden. De Branden zal eerder ingericht worden dan BMAD, maar de finale inrichting (meest optimale inrichting) van De Branden kan pas gerealiseerd kan worden als ook BMAD Diep wordt/is ingericht.

In hoofdstuk 2 worden kort de uitkomsten van de oppervlakte- en grondwaterberekeningen van Bronnegermaden Achterste Diep besproken die relevant zijn voor de Branden. In hoofdstuk 3 wordt vervolgens een advies gegeven over de optimale inrichting voor de Branden, rekening houdende met de fasering. Door rekening te houden met het gefaseerd inrichten van De Branden en Bronnegermaden Achterste Diep, wordt voorkomen dat maatregelen worden in De Branden die later weer ongedaan gemaakt moeten worden als ook BMAD wordt ingericht. Hoofdstuk 4 gaat in op aanvullend onderzoek dat nodig is met betrekking tot mitigerende maatregelen. Voor de Branden zijn mitigerende maatregelen uitgewerkt. Door ook BMAD in te richten kunnen de oppervlaktewater peilen in de Branden hogere worden dan waarmee destijds rekening is gehouden toen de mitigerende maatregelen werden uitgewerkt. Daarom

zullen de mitigerende maatregelen opnieuw moeten worden bekeken als voor een inrichtingen wordt gekozen met een hoger oppervlaktewaterpeil.

2 Uitkomsten Oppervlakte- en Grondwatermodellering BMAD

In dit hoofdstuk worden de belangrijkste uitkomsten genoemd die uit de oppervlaktewater- en grondwatermodellering voor de gebiedsanalyse van Bronnegermaden Achterste Diep zijn gekomen.

2.1 Oppervlaktemodellering

Uit de oppervlaktewatermodellering is gebleken dat met de herinrichting van Bronnegermaden Achterste Diep, er ook meer vernatting mogelijk is in de Branden. Om deze inrichting in de Bronnegermaden Achterste Diep te realiseren zijn aanpassingen nodig zijn aan het ontwerp van de Branden. In de volgende paragraaf wordt per deelgebied van de Branden (Voorste Diep, Achterste Diep en de Hunze) besproken wat de belangrijkste bevindingen zijn uit het ontwerp voor Bronnegermaden Achterste Diep die invloed hebben op de inrichting van de Branden

2.1.1 De Branden - Voorste Diep

Uit de berekeningen volgt dat de bodemhoogte van het Voorste Diep in de Branden verder verhoogt kan worden ten opzichte van het huidige ontwerp voor de Branden. Dit is mogelijk, omdat uit de berekening volgt dat bij een herinrichting van de Bronnegermaden (Voorste Diep) de peilen ook hoger kunnen. Het ontworpen profiel voor de Branden zou 40 centimeter verder verondiept kunnen worden ten opzichte het eerdere ontwerp voor de Branden. In Tabel 2-1 is een overzicht gegeven van de bodemhoogtes in de Voorste Diep binnen het plangebied van de Branden.

Tabel 2-1 Overzicht bodemhoogtes Voorste Diep

	Bodemhoogte huidig	Bodemhoogte ontwerp de Branden	Bodemhoogte ontwerp Bronnegermaden Achterste Diep
Bovenstrooms peilgebied 15830	2,50	3,30	3,75
benedenstrooms peilgebied 15830	2,40	2,90	3,30
Bovenstrooms peilgebied 16660	1,55	2,90	3,30
benedenstrooms peilgebied 16660	1,50	2,30	2,70

Er zijn een aantal aandachtspunten die uit de studie van BMAD zijn gekomen:

- In het ontwerp voor de Branden moest stuw 15830 (de plangrens tussen de Branden en Bronnegermaden Achterste Diep) behouden blijven. Voor de optimale inrichting van Bronnegermaden Achterste Diep is het echter nodig om deze stuw te verwijderen en te vervangen door drempels/vistrappen. Hiermee is het vismigratieknelpunt dat deze stuw veroorzaakt opgelost.
- In het ontwerp voor de Branden is een slenk opgenomen, die ervoor moest zorgen dat er in extreme situaties meer water wordt geborgen en dat enkele landbouwpercelen ten zuiden van het plangebied de Branden goed kunnen blijven afwateren. In het ontwerp voor Bronnegermaden Achterste Diep is de bodem in de Voorste Diep dusdanig verhoogt dat deze slenk overbodig wordt, aangezien er volgens het model met de bodemverhoging in extreme situaties al water wordt geborgen op maaiveld.

De waterstand wordt ook dusdanig verder verhoogt, dat de slenk ook niet meer als alternatieve afwatering voor de landbouwpercelen ten zuiden van de Branden zou kunnen dienen.

- Binnen het Voorste Diep zijn er in het ontwerp voor de Branden andere principes gehanteerd waar de beekprofielen aan moesten voldoen dan in het ontwerp voor Bronnegermaden - Achterste Diep. Dit heeft geresulteerd in verschillende ontwerpprofielen voor de Branden als voor Bronnegermaden Achterste Diep. Er moet dus nog een keuze worden gemaakt tussen het smalle profiel als gebruikt in Bronnegermaden Achterste Diep en het bredere profiel voor de Branden. In hoofdstuk 3 wordt hier verder op ingegaan.

2.1.2 De Branden - Achterste Diep

Uit de berekeningen volgt voor de Achterste Diep dat de bodemhoogte in de Branden verder verhoogt kan worden ten opzichte van het huidige ontwerp voor de Branden binnen peilgebied 16600. Dit is mogelijk omdat er met de herinrichting van Bronnegermaden Achterste Diep hogere peilen mogelijk zijn op de Achterste Diep. Tabel 2-1 geeft de bodemhoogtes weer zoals ze huidig zijn, in het ontwerp voor de Branden en in het ontwerp voor Bronnegermaden Achterste Diep. Met de inrichting van Bronnegermaden Achterste Diep zou de bodem in de Achterste Diep nog +/- 40 centimeter verder verondiept kunnen worden ten opzichte van het ontwerp voor de Branden.

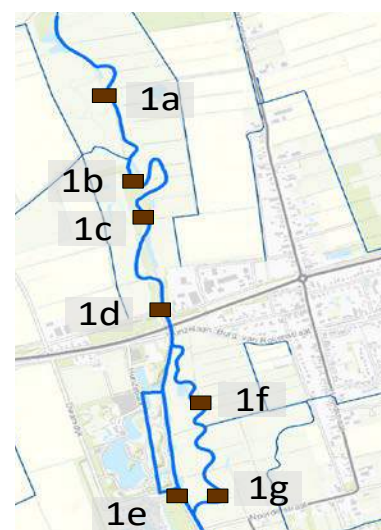
Tabel 2-2 Bodemhoogte voor de Achterste Diep binnen peilgebied 16600

	Bodemhoogte huidig	Bodemhoogte ontwerp de Branden	Bodemhoogte ontwerp Bronnegermaden Achterste Diep
Bovenstrooms	2,05	2,25	2,60
benedenstrooms	1,95	2,05	2,45

Binnen peilgebied 16610 is geen bodemverhoging mogelijk, niet in het ontwerp zoals is opgenomen in de gebiedsanalyse voor de Branden als in het ontwerp voor Bronnegermaden Achterste Diep. Wel wordt het profiel aangepast, met toevoeging van een natuurvriendelijke oever aan 1 zijde en het optimaliseren van de bodembreedte t.b.v. de drooglegging en afvoer.

2.1.3 Hunze ten noorden van De Branden

In plan Torenveen zijn stortstenen aangelegd (voor locatie stortstenen zie Figuur 2-1). Deze konden destijds nog niet op hoogte worden gelegd omdat de Branden nog niet was ingericht op de hogere peilen die dit zou opleveren. Ook met alleen de inrichting van de Branden kunnen de stortstenen nog niet op de toekomstige hoogte worden gelegd, aangezien in de Achterste Diep de waterstanden dan te hoog zouden oplopen. Met de inrichting van Bronnegermaden - Achterste Diep kunnen de stortstenen wel op hoogte worden gelegd. In onderstaande tabel staan de aanleghoogtes en de toekomstige hoogtes aangegeven.



Figuur 2-1 locaties stortstenen Hunze ten Noorden van de Branden

Tabel 2-3 Aanleghoogte en toekomstige hoogte stortstenen in de Hunze, plan Torenveen

stortsteen	1a	1b	1c	1d	1e	1f	1g
Aanleghoogte	2,00	2,00	2,00	2,00	2,95	2,35	2,45
Toekomstige hoogte	2,70	2,80	2,90	3,00	3,55	3,10	3,20

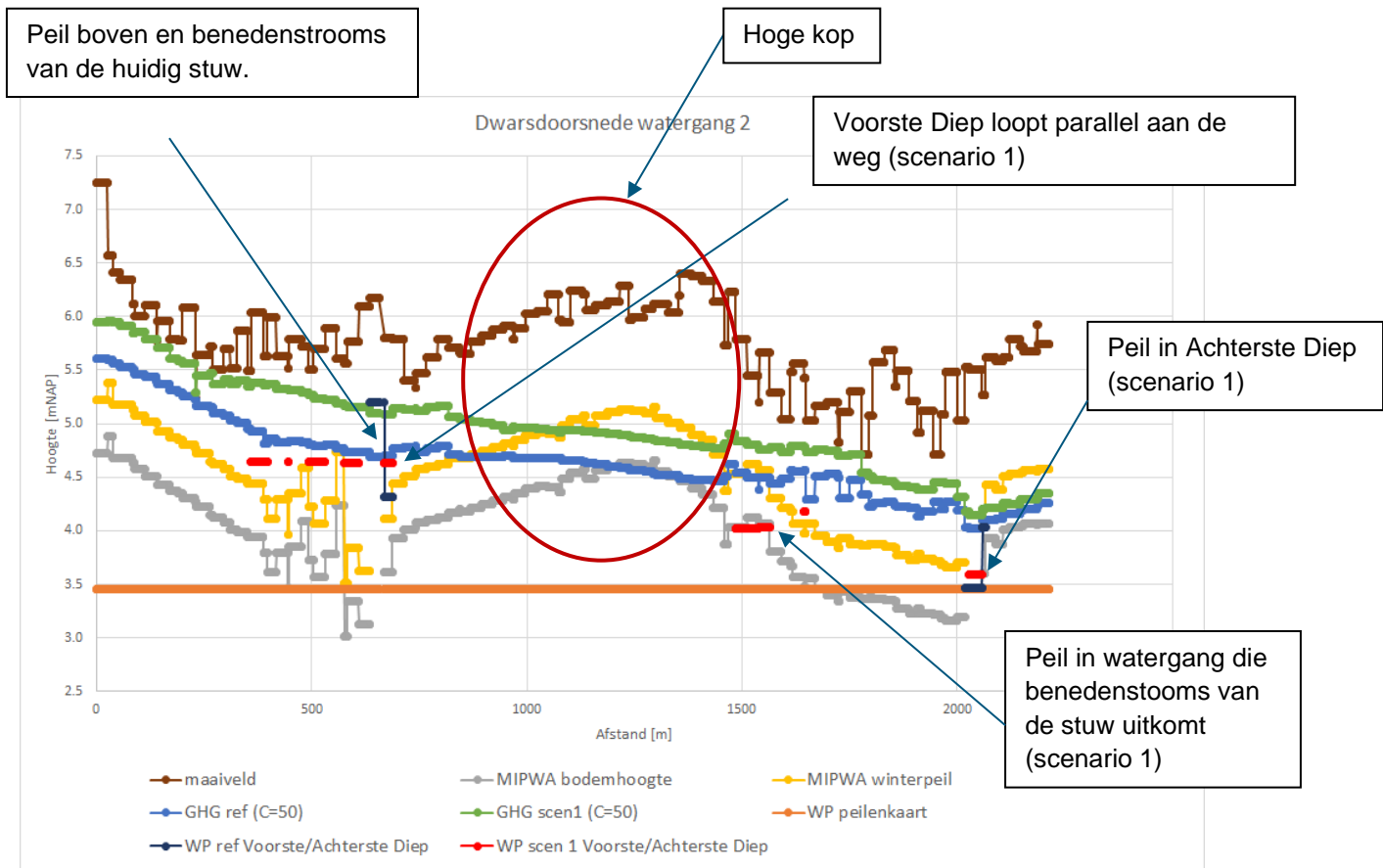
2.2 Grondwatermodellering

Het uitgangspunt voor de Branden is dat er door de herinrichting alleen een grondwaterstandsverhoging binnen het plangebied de Branden plaatsvindt met een zo klein mogelijke uitstraling richting de omliggende landbouwgebieden. In de praktijk gaat het erom dat de uitstraling ten noorden en ten zuiden (tussen Voorste en Achterste Diep) van de Branden gemitigeerd moet worden omdat de landbouwgebieden die hier liggen natter worden en dat is ongewenst. De grondwaterstandsverhoging ten oosten en ten westen van het plangebied hoeven niet gemitigeerd te worden. In het oosten is dit niet nodig omdat het maaiveld oploopt en er een sterke ontwatering aanwezig is waardoor er geen vernatting optreedt van de landbouwgronden. In het westen, onder de Hondsrug liggen de grondwaterstanden (meer dan 1 m) zo diep dat lichte verhoging van de grondwaterstanden geen vernattend effect heeft.

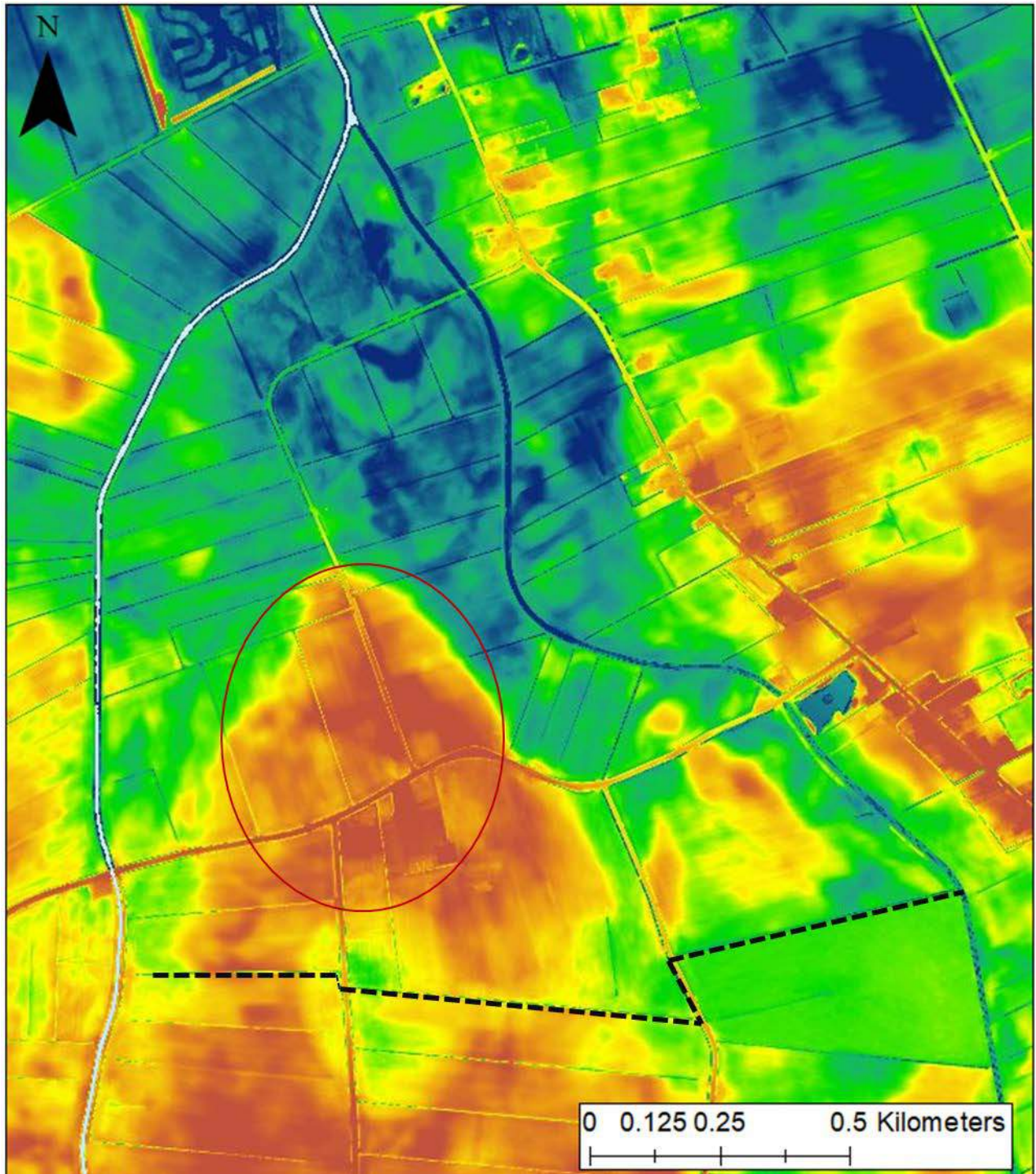
Tijdens de modellering van de Branden is het behouden van de randsloot aan de noordrand van het plangebied als mitigatiemaatregel doorgerekend. Dit bleek een effectieve mitigatiemaatregel om de uitstralingseffecten ten noorden van het plangebied te verminderen. De uitstralingseffecten van de gecombineerde inrichting van zowel de Branden als de Bronnegermaden Achterste Diep (richting het noorden) zijn iets groter dan voor alleen de Branden. De benodigde diepte (verdiepen van slootbodem) van deze randsloot moet dus nog bepaald worden om effectief te zijn voor deze gecombineerde inrichting. Eventueel kunnen ook enkele perceelsslots ten noorden van deze randsloot nog verdiept worden. De diepte van deze randsloot benodigd voor de gecombineerde inrichting kan al tijdens het inrichten van de Branden uitgevoerd worden. Indien de landbouwgebieden ten noorden van de Branden dan te droog worden (als eerst alleen de Branden is ingericht) kan er tijdelijk een drempel of kleine stuw geplaatst worden.

In het ontwerp van de Branden was de aanleg van een slenk ten zuiden van het plangebied opgenomen (zie Figuur 2-2). Deze slenk zou dienen voor de afwatering van de landbouwpercelen ten zuiden van het plangebied (via de bermsloot). Met de inrichting van Bronnegermaden - Achterste Diep wordt het oppervlaktewaterpeil in het Voorste Diep te hoog om deze landbouwpercelen op deze slenk te laten afwateren. Een alternatief zou dan kunnen zijn om deze landbouwpercelen op het Achterste Diep te laten afwateren. Hiervoor moet de bermsloot deels verdiept worden (ter hoogte van de hoge kop, zie Figuur 2-2 en Figuur 2-3), om te zorgen dat de gehele bermsloot richting het Achterste Diep af kan wateren. Andere watergangen in het landbouwgebied ten zuiden van de Branden moeten mogelijk ook verdiept worden om af te kunnen wateren op de bermsloot en het Achterste Diep. Het afgraven van de hoge zandkop is ongewenst en bevat veel grondverzet.

Een andere optie is het creëren van een nieuwe afwatering die ten zuiden van de huizen loopt en aansluit op de Achterste Diep (zie Figuur 2-3), het is dan niet nodig om de hoge kop af te graven. Daarnaast kunnen de lage delen in de landbouwpercelen worden opgehoogd om ze beter te ontwateren. De drooglegging van de weg (parallel aan Voorste Diep) dient nog nader onderzocht te worden als het peil in de Voorste Diep hoger wordt dan voorzien in de initiële inrichting van de Branden.



Figuur 2-2: Dwarsdoorsnede door de berm-sloot aan de zuidrand van het plangebied. Weergegeven zijn de bodemhoogtes, waterpeilen en berekende GxG's voor de referentieberekening en scenario 1 van de Branden.



Figuur 2-3: Hoogtekaart van de Branden en omgeving (AHN3), weergegeven zijn de hoge kop (rode cirkel) en het voorstel voor afwatering van de landbouwpercelen ten zuiden van de Branden naar het Achterste Diep (zwart gestippeld), stromingsrichting oostwaarts, richting het Achterste Diep.

3 Advies optimalisatie en fasering inrichting de Branden

In dit hoofdstuk wordt een advies gegeven over de optimale inrichting van de Branden, afgestemd op de bevindingen die voortgekomen zijn uit de modellering voor Bronnegermaden Achterste Diep (zie hoofdstuk 2).

Fase 0 Principe keuze

Als eerste moet er een keus maken voor het gewenste profiel in De Branden. Bij deze keuze speelt mee dat het profiel in De Branden ook moet voldoen wanneer de Bronnegermaden en Achterste diep nog niet zijn heringericht. Ons advies luidt dan ook als volgt:

- **Voorste Diep binnen de Branden**

Wij stellen voor om hier hetzelfde profiel te voeren als in het projectgebied Bronnegermaden, d.w.z. een profiel met een bodembreedte van 2 meter en een talud van 1:10.

- **Achterste Diep binnen de Branden**

Wij stellen voor om hier het profiel aan te houden zoals ontworpen in het projectplan voor de Branden.

Fase 1 Inrichting de Branden

In Fase 1 wordt de Branden ingericht. In deze fase adviseren wij de volgende zaken m.b.t. de wijzigingen ten opzichte van het huidige ontwerp voor de Branden:

1. Leg het profiel voor de Voorste Diep aan met een bodembreedte van 2 meter en een talud van 1:10. Uit aanvullend onderzoek moet blijken op welke hoogte dit profiel kan worden aangelegd en of dit profiel hier voldoet;
2. Leg nog niet alle stortstenen aan in de Voorste Diep, om zo te voorkomen dat het verondiepte profiel leidt tot hogere waterstanden bovenstrooms van het plangebied de Branden. Uit aanvullend onderzoek moet blijken op welke hoogte de stortstenen vooralsnog moeten worden aangelegd (zoals destijds ook in Torenveen uitgevoerd);
3. Het profiel van de Achterste Diep blijft ongewijzigd t.o.v. het huidige ontwerp voor de Branden
4. Verdiep de randsloot aan de noordzijde van het plangebied (en eventuele enkele perceelsloten ten noorden) als mitigatiemaatregel om de uitstralingseffecten richting het noorden te minimaliseren;
5. Verander de afwateringsrichting van de landbouwpercelen ten zuiden van het plangebied van het Voorste Diep naar het Achterste Diep.
6. Verhoog de laagten in de landbouwgebieden ten zuiden van het plangebied de Branden (tussen Voorste en Achterste Diep). Mogelijk is dit pas nodig in Fase 2, dit dient bepaald te worden in het nader onderzoek.

Fase 2 Inrichting Bronnegermaden Achterste Diep

In deze fase wordt Bronnegermaden Achterste Diep ingericht, dit biedt de mogelijkheid om ook in de Branden verdere inrichting uit te voeren:

1. De stortstenen in de Hunze - Torenveen kunnen op de toekomstige hoogte worden gebracht;
2. Leg alle stortstenen aan/ op hoogte in de Voorste Diep van de Branden;
3. Stuw 15830 kan worden vervangen door drempels;
4. Het profiel van de Achterste Diep in plangebied de Branden kan worden verondiept met 40 centimeter ten opzichte van het ontwerp voor de Branden. Om deze verondieping te realiseren stellen we voor om in fases zandhopen langs de oevers van de Achterste Diep te brengen. Bij hogere afvoeren wordt dit zand meegenomen door de beek en zal de bodem verondiepen, als soort van zandmotor. Door in fases dit zand te introduceren en het goed monitoren van de profielontwikkeling wordt stap voor stap de beek verondiept tot het gewenste niveau;

4 Aanvullend onderzoek

In dit hoofdstuk wordt het benodigde aanvullende onderzoek genoemd, die nodig zijn om de mitigerende maatregelen die nodig zijn in de Branden door de aangepaste inrichting scherp te krijgen.

Ontwerp Voorste Diep de Branden: aanpassen profiel en drempels

We stellen voor om het profiel van de Voorste Diep aan te passen, en aan te laten sluiten bij het ontwerpprofiel voor Bronnegermaden. In Figuur 4-1 is links het ontwerpprofiel te zien zoals ontworpen voor projectplan de Branden, rechts voor projectplan Bronnegermaden en Achterste diep.

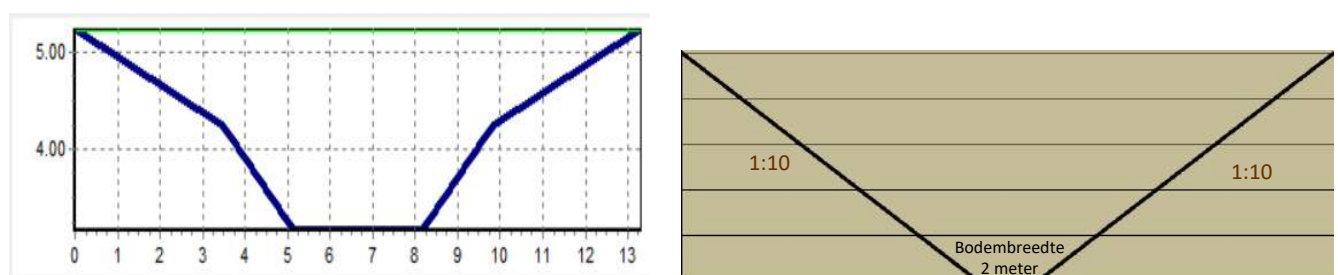
Om er zeker van te zijn dat het mogelijk is om in de Branden het profiel aan te passen, is er een nieuwe berekening nodig. Er moet onderzocht worden of het profiel voldoet, zowel in Fase 1 (aanleg de Branden) als in Fase 2 (aanleg Bronnegermaden en Achterste Diep). Ook moet uit de aanvullende berekening blijken op welke hoogte dit profiel kan worden aangelegd.

Het is onwenselijk, vanuit kostenpunt maar ook vanuit natuurontwikkeling, om het profiel van de Voorste Diep na aanleg van Fase 1 nog aan te passen in Fase 2. Daarom moet met aanvullend onderzoek ook worden aangetoond of met het nog niet aanleggen van alle drempels in de Voorste Diep het profiel al in Fase 1 optimaal aangelegd kan worden. Daarnaast volgt hieruit ook een advies over welke drempels nog niet of tot welke hoogte de drempels moeten worden aangelegd in Fase 1, maar pas in Fase 2.

Fase 1 en Fase 2: zeker zijn van de hydrologische effecten op het oppervlaktewaterstelsel

Daarnaast wordt aangeraden om het aangepaste ontwerp van de Branden in fase 1 nogmaals door te rekenen met het oppervlaktewatermodel, inclusief de aanpassingen die genoemd zijn in hoofdstuk 3. Hiermee wordt duidelijkheid gegeven over hoe het gebied zich hydrologisch gedraagt in de fase waarin de Branden al wel is heringericht, maar Bronnegermaden Achterste Diep nog niet.

Daarnaast dient het aangepaste totaalontwerp ook worden doorgerekend voor Fase 2, om er zeker van te zijn dat de aanpassingen in het ontwerp voor de Branden geen negatieve gevolgen hebben voor de inrichting van Bronnegermaden en Achterste Diep



Figuur 4-1 Links: ontwerp profiel Voorste Diep de Branden. Rechts: ontwerpprofiel Bronnegermaden

Fase 1 en Fase 2: hydrologische effecten op het grondwatersysteem en mitigerende maatregelen

Aanvullend dient het aangepaste ontwerp van de Branden opnieuw doorgerekend te worden met het grondwatermodel. Dit geeft inzicht in de te verwachte effecten van het aangepaste ontwerp. Vervolgens dienen de voorgestelde mitigatiemaatregelen (randsloot noorden, alternatieve afwatering ten zuiden Branden en ophogen laagten) doorgerekend te worden voor zowel het aangepaste ontwerp voor de Branden als het gecombineerde ontwerp voor Bronnegermaden Achterste Diep. Op basis hiervan kan bepaald worden welke mitigatiemaatregelen gerealiseerd moeten worden als alleen de Branden aangelegd is en welke maatregelen eventueel aanvullend genomen moeten worden als ook Bronnegermaden Achterste Diep aangelegd wordt. Daarnaast kunnen hiermee de gewenste dieptes van de randsloot (noorden) en de sloten ten zuiden van de Branden (nieuwe afwateringsrichting) worden vastgesteld.



Bijlage 5 SSK-raming Bronnegermaden en Achterste Diep

Colofon

Project:

Project	Herinrichting Bronnegermaden en Achterste Diep
Deelproject	Bronnegermaden en Achterste Diep
Projectfase	Schetsontwerp/praatprenten
Opdrachtgever	Prolander
Projectleider	C. van der Ziel

Raming:

Type raming	Kostenindicatie projectgebieden
Datum opstelling raming	02-09-20
Opsteller raming	M. Bartels
Mede opstellers raming	M. Brink
Versie raming	C1.3
Status raming	Definitief
Prijspeil raming	01-06-20

Archivering:

Project-/dossier-/SAP-nummer	BG9116
Documentnummer raming	Mba/C1.3
Numer kostenrapportage	3
Bestandsnaam raming	SSK-raming Bronnegermaden en Achterste Diep (C1.3 26-10-20).xlsx
Locatie opgeslagen raming	C:\Users\402325\Box\BG9116 Bronnegermad\BG9116 Bronnegermad Team\BG9116 Technical Data\SSK-raming

Toetsing:

Raming intern getoetst door	C. van der Ziel
Datum interne toetsing	26-10-2020
Akkoord interne toetsers	<input checked="" type="checkbox"/>
Raming extern getoetst door
Datum externe toetsing
Akkoord externe toetsers	<input type="checkbox"/>

Disclaimer:

Dit excel 'SSK 2010 Rekenmodel 1 object is opgesteld door Royal Haskoning en behoort bij CROW-Publicatie 137.
techniek.

Desondanks kunnen er onjuistheden in het rekenmodel voorkomen. Gebruikers aanvaarden het risico daarvan.

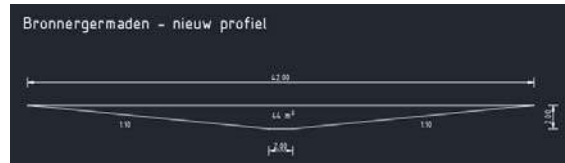
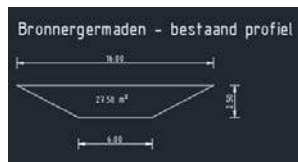
Royal Haskoning sluit, mede ten behoeve van degenen die aan dit rekenmodel hebben meegewerkt, iedere aansprakelijkheid uit voor schade die voortvloeit uit fouten in het rekenmodel of fouten die ontstaan als gevolg van het gebruik van het model.

Bronnegermaden en Achterste Diep

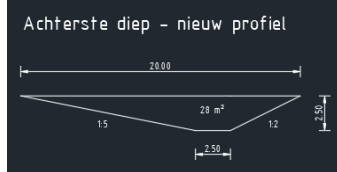
Omschrijving

Uitgangspunten
Uitgangspunten

- Betreft kostenindicatie o.b.v. praatplaten en inrichtingsschetsen Hiermee een hoog abstractieniveau en veel onzekerheden.
- T.b.v. bepaling hoeveelheden gerekend met dempen bestaande profiel en ontgraven nieuw profiel watergang
- Alle vrijkomende grond is vrij toepasbaar volgens de bodemkwaliteitskaart
- Gehanteerde profielen Bronnegermaden:



- Gehanteerde profielen Achterste Diep:



- Bronnegermaden: Lengte bestaande beekloop: 5100 m, lengte nieuwe beekloop Meanderende beekloop: 7250 m
- Achterste Diep: Lengte bestaande beekloop: 3750 m, lengte nieuwe beekloop Meanderende beekloop: 5000 m
- Uitgangspunt is dat alle uitkomende grond binnen of in de directe nabijheid van het projectgebied verwerkt wordt (gesloten grondbalans). Hierbij is geen onderscheid gemaakt in exacte locatie van verwerking. Dat kan dus zijn t.b.v. dempen sloten, ophogen t.b.v. natuurinrichting dan wel ophogen landbouwpercelen.
- Geen aanpassingen noodzakelijk aan of rondom aanwezige sluizen in Bronnegermaden
- Handhaving aanwezige stuwen in Achterste Diep, zonder noodzakelijke aanpassingen
- Geen aanpassingen noodzakelijk aan aanwezige opstallen in de projectgebieden
- In gebied Bronnegermaden moet een betonfietspad komen. Aanname betonpad op zandondergrond, zonder toepassing funderingslaag
- Voor een aantal onderdelen in de Bronnegermaden is wel bekend dat het voor zal komen maar nog onbekend in welke vorm cq. mate waardoor in de raming hiervoor een stelpost o.b.v. pure aanname is opgenomen

Gebruikte documenten

- Deelgebied Bronnegermaden op basis van praatplaat Bronnegermaden d.d. 01-04-2020
- Deelgebied Achterste Diep op basis van inrichtingsschets Achterste Diep d.d. 26-11-2019

Aandachtspunten

- Eisen en wensen stakeholders nog niet afgestemd / opgenomen in de raming

Niet geraamde onderdelen

- Mogelijke opwaardering en/of aanpassingen bestaande fiets- en voetpaden Bronnegermaden
- Eventueel wenselijke wandelpaden al dan niet (half)verhard
- Eventueel noodzakelijke grondaankopen
- Eventueel noodzakelijke verleggingen/aanpassingen kabels en leidingen
- Aanpassingen aan aanwezige groenstructuren (kappen en/of aanplant van boswallen, bomen e.d.)

Samenvatting raming	Bronnegermaden	Achterste Diep	Totaal
Bouwkosten	€ 4.006.549	€ 1.916.843,91	€ 5.923.393,19
Investeringskosten exclusief BTW	€ 4.858.000	€ 2.324.000,00	€ 7.182.000,00
ondergrens investeringskosten	€ 4.129.000	€ 1.975.000,00	€ 6.104.000,00
bovengrens investeringskosten	€ 5.587.000	€ 2.673.000,00	€ 8.260.000,00
Investeringskosten inclusief BTW	€ 5.878.000	€ 2.812.000,00	€ 8.690.000,00
ondergrens investeringskosten	€ 4.996.000	€ 2.390.000,00	€ 7.386.000,00
bovengrens investeringskosten	€ 6.760.000	€ 3.234.000,00	€ 9.994.000,00

Objectraming Bronnegermaden

Code	Omschrijving post	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs	Totaal
Investeringskosten:					
1,00	Vorbereiding en opruimwerkzaamheden				
1,01	Toepassen rij- en transportroute van rijplaten	1	euro	€ 5.000,00	€ 5.000
1,02	Maaien gehele projectgebied, materiaal laten liggen	350	are	€ 8,00	€ 2.800
1,03	Frezen gehele projectgebied	350	are	€ 7,00	€ 2.450
1,04	Uitmaaien en opschonen te dempen en te verondiepen watergangen, maaisel spreiden	5.100	m	€ 2,50	€ 12.750
1,05	Verwijderen houten vaste stuwten (lengte ca. 20 m)	4	st	€ 1.000,00	€ 4.000
1,06	Verwijderen diversen (afrasteringen e.d.)	1	euro	€ 10.000,00	€ 10.000
	Totaal voorbereiding en opruimwerkzaamheden			€ 37.000	
2,00	Grondwerkzaamheden				
2,10	Grond ontgraven				
2,11	Grond ontgraven t.b.v. nieuwe meanderende beekprofiel	362.500	m3	€ 1,50	€ 543.750
2,12	Grond ontgraven t.b.v. verbinding beekprofiel met kanaal	2.550	m3	€ 1,50	€ 3.825
2,13	Grond ontgraven t.b.v. verlaging maaiveld (gemiddeld 30 cm)	54.000	m3	€ 1,25	€ 67.500
	<i>Totaal grond ontgraven</i>	<i>419.050</i>	<i>m3</i>		
2,20	Grond vervoeren				
2,21	Grond vervoeren t.b.v. verwerking binnen de werkgrens (verondiepen / dempen watergangen)	153.000	m3	€ 1,50	€ 229.500
2,22	Grond vervoeren t.b.v. ophogen percelen binnen en rondom projectgebied	266.050	m3	€ 2,00	€ 532.100
	<i>Totaal grond vervoeren</i>	<i>419.050</i>	<i>m3</i>		
2,30	Grond verwerken				
2,31	Grond verwerken in watergang t.b.v. dempen bestaande watergang	153.000	m3	€ 1,50	€ 229.500
2,32	Grond verwerken in op te hogen terreindelen binnen en rondom projectgebied	266.050	m3	€ 1,25	€ 332.563
	<i>Totaal zand verwerken</i>	<i>419.050</i>	<i>m3</i>		
	Totaal grondwerkzaamheden			€ 1.938.738	
3,00	Waterbouwkundige kunstwerken				
3,01	Aanbrengen drempel van steenbestorting	45	m	€ 90,00	€ 4.050
3,02	Aanbrengen voorde	1	st	€ 5.000,00	€ 5.000
3,03	Aanbrengen fiets-/voetgangersbrug (3x houten toogbrug; 2 m breedte; lang 16 m)	96	m2	€ 425,00	€ 40.800
	Totaal waterbouwkundige kunstwerken			€ 49.850	
6,00	Groenvoorzieningen				
6,01	Profilen en Inzaaien projectgebied met maaisel vrijgekomen uit omliggende gebied	350	are	€ 17,00	€ 5.950
6,02	Leveren en aanbrengen bosplantsoen t.b.v. houtwallen (breedte boswal 3 m, 2 st/m2)	125	are	€ 300,00	€ 37.530
	Totaal groenvoorzieningen			€ 43.480	
7,00	Verhardingen / Terreinrichting				
7,01	Aanbrengen betonfietspad, incl. grondwerk (breedte: 2 m, dikte: 0,16 m, lengte: 5 km)	10.000,0	m2	€ 39,00	€ 390.000
	Totaal verhardingen / terreinrichting			€ 390.000	
8,00	Stelposten				
8,01	Archeologisch onderzoek 2 watermolens	2,0	euro	€ 20.000,00	€ 40.000
8,02	Archeologisch belevingspunt	1,0	euro	€ 10.000,00	€ 10.000
8,03	Cultuurhistorie / herstel watermolens	1,0	euro	€ 30.000,00	€ 30.000
8,04	Aanpassingen riolering en aanpassingen t.b.v. gasleiding	1,0	euro	€ 40.000,00	€ 40.000
8,05	Herstel wegen, beplanting e.d.	1,0	euro	€ 30.000,00	€ 30.000
	Totaal stelposten			€ 150.000	
	Benoemde directe bouwkosten				€ 2.609.068
	Nader te detailleren bouwkosten	25,00%	-	€ 2.609.068	€ 652.267
	Directe bouwkosten				€ 3.261.334
	Enmalige kosten	2,00%	-	€ 3.261.334	€ 65.227
	Algemene bouwplaatskosten	2,00%	-	€ 3.261.334	€ 65.227
	Uitvoeringskosten	4,00%	-	€ 3.261.334	€ 130.453
	Algemene kosten	6,00%	-	€ 3.261.334	€ 195.680
	Winst en/of risico	3,00%	-	€ 3.261.334	€ 97.840
	Indirecte bouwkosten	<i>17,00%</i>	<i>t.o.v. directe bouwkosten</i>		€ 554.427
	Voorziene bouwkosten				€ 3.815.761
	Niet benoemd objectrisico bouwkosten	5,00%	-	€ 3.815.761	€ 190.788
	Risico's bouwkosten	<i>5,00%</i>	<i>t.o.v. voorziene bouwkosten</i>		€ 190.788
	Bouwkosten				€ 4.006.549
	Niet benoemd objectrisico vastgoedkosten	0,00%	-	€ 4.006.549	€ -
	Vastgoedkosten				€ -
	Engineeringkosten aannemer(s) in geval van BVP / UAV-GC	0,00%	-	€ 4.006.549	€ -
	Engineeringkosten adviesbureau(s)	7,50%	-	€ 4.006.549	€ 300.491
	Engineeringkosten opdrachtgever (kosten D&T)	10,00%	-	€ 4.006.549	€ 400.655
	Niet benoemd objectrisico engineeringkosten	10,00%	-	€ 701.146	€ 70.115
	Engineeringkosten				€ 771.261
	Heffingen en leges vergunningen	1,00%	-	€ 4.006.549	€ 40.065
	Verzekeringskosten	1,00%	-	€ 4.006.549	€ 40.065
	Niet benoemd objectrisico overige bijkomende kosten	0,00%	-	€ 80.131	€ -
	Overige bijkomende kosten				€ 80.131
	Subtotaal Investeringskosten				€ 4.857.941
	Niet benoemd objectoverschrijdend risico	0,00%	-	€ 4.857.941	€ -
	Objectoverschrijdende risico's				€ -
	Investeringskosten exclusief BTW (afgerond)				€ 4.858.000

Objectraming Bronnegermaden

Code	Omschrijving post	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs	Totaal
Bandbreedte investeringskosten, excl. BTW					
	ondergrens investeringskosten	-15%	-	€ 4.129.000	
	bovengrens investeringskosten	15%	-	€ 5.587.000	
	BTW	21%	-	€ 4.858.000	€ 1.020.180
Investeringskosten inclusief BTW (afgerond)				€	5.878.000
Bandbreedte investeringskosten					
	ondergrens investeringskosten	-15%	-	€ 4.996.000	
	bovengrens investeringskosten	15%	-	€ 6.760.000	

Objectraming Achterste Diep

Code	Omschrijving post	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs	Totaal
Investeringskosten:					
1.00	Voorbereiding en opruimwerkzaamheden				
1.01	Toepassen rij- en transportroute van rijplaten	1	eur	€ 3.000,00	€ 3.000
1.02	Maaien gehele projectgebied, materiaal laten liggen	100	are	€ 8,00	€ 800
1.03	Frezen gehele projectgebied	100	are	€ 7,00	€ 700
1.04	Uitmaaien en opschonen te dempen en te verondiepen watergangen, maaisel spreiden	3.750	m	€ 2,50	€ 9.375
1.05	Verwijderen diversen (afrasteringen e.d.)	1	euro	€ 7.500,00	€ 7.500
	Totaal voorbereiding en opruimwerkzaamheden			€ 21.375	
2.00	Grondwerkzaamheden				
2.10	Grond ontgraven				
2.11	Grond ontgraven t.b.v. nieuwe meanderende beekprofiel	150.000	m3	€ 1,50	€ 225.000
2.12	Grond ontgraven t.b.v. verlaging maaiveld t.p.v. 40% van de "stapstenen" (gemiddeld 40 cm)	80.000	m3	€ 1,25	€ 100.000
	<i>Totaal grond ontgraven</i>	230.000	m3		
2.20	Grond vervoeren				
2.21	Grond vervoeren t.b.v. verwerking binnen de werkgrens (verondiepen / dempen watergangen)	84.500	m3	€ 1,50	€ 126.750
2.22	Grond vervoeren t.b.v. ophogen percelen binnen en rondom projectgebied	145.500	m3	€ 2,00	€ 291.000
	<i>Totaal grond vervoeren</i>	230.000	m3		
2.30	Grond verwerken				
2.31	Grond verwerken in watergang t.b.v. dempen bestaande watergang	84.500	m3	€ 1,50	€ 126.750
2.32	Grond verwerken in op te hogen terreindelen binnen en rondom projectgebied	145.500	m3	€ 1,25	€ 181.875
	<i>Totaal zand verwerken</i>	230.000	m3		
	Totaal grondwerkzaamheden			€ 1.051.375	
3.00	Waterbouwkundige kunstwerken				
3.01	Aanbrengen vispassage (uitgaande van vertical-slot damwandconstructie t.p.v. aanwezige stuw)	3	st	€ 50.000,00	€ 150.000
3.02	Aanbrengen fiets-/voetgangersbrug (1x houten toogbrug; 3,5 m breed; lang 16 m)	56	m2	€ 425,00	€ 23.800
	Totaal waterbouwkundige kunstwerken			€ 173.800	
6.00	Groenvoorzieningen				
6.01	Profileren en Inzaaien projectgebied met maaisel vrijgekomen uit omliggende gebied	100	are	€ 17,00	€ 1.700
	Totaal groenvoorzieningen			€ 1.700	
7.00	Terreininrichting				
7.01		1,0	euro	€ -	€ -
	Totaal terreininrichting			€ -	
	Benoemde directe bouwkosten				€ 1.248.250
	Nader te detailleren bouwkosten	25,00%	-	€ 1.248.250	€ 312.063
	Directe bouwkosten				€ 1.560.313
	Eenmalige kosten	2,00%	-	€ 1.560.313	€ 31.206
	Algemene bouwplaatskosten	2,00%	-	€ 1.560.313	€ 31.206
	Uitvoeringskosten	4,00%	-	€ 1.560.313	€ 62.413
	Algemene kosten	6,00%	-	€ 1.560.313	€ 93.619
	Winst en/of risico	3,00%	-	€ 1.560.313	€ 46.809
	Indirecte bouwkosten	17,00%	t.o.v. directe bouwkosten		€ 265.253
	Voorziene bouwkosten				€ 1.825.566
	Niet benoemd objectrisico bouwkosten	5,00%	-	€ 1.825.566	€ 91.278
	Risico's bouwkosten	5,00%	t.o.v. voorziene bouwkosten		€ 91.278
	Bouwkosten				€ 1.916.844
	Niet benoemd objectrisico vastgoedkosten	0,00%	-	€ 1.916.844	€ -
	Vastgoedkosten				€ -
	Engineeringskosten aannemer(s) in geval van BVP / UAV-GC	0,00%	-	€ 1.916.844	€ -
	Engineeringskosten adviesbureau(s)	7,50%	-	€ 1.916.844	€ 143.763
	Engineeringskosten opdrachtgever (kosten D&T)	10,00%	-	€ 1.916.844	€ 191.684
	Niet benoemd objectrisico engineeringkosten	10,00%	-	€ 335.448	€ 33.545
	Engineeringkosten				€ 368.992
	Heffingen en leges vergunningen	1,00%	-	€ 1.916.844	€ 19.168
	Verzekeringskosten	1,00%	-	€ 1.916.844	€ 19.168
	Niet benoemd objectrisico overige bijkomende kosten	0,00%	-	€ 38.337	€ -
	Overige bijkomende kosten				€ 38.337
	Subtotaal Investeringskosten				€ 2.324.173
	Niet benoemd objectoverschrijdend risico	0,00%	-	€ 2.324.173	€ -
	Objectoverschrijdende risico's				€ -
	Investeringskosten exclusief BTW (afgerond)				€ 2.324.000
	Bandbreedte investeringskosten, excl. BTW				
	ondergrens investeringskosten	-15%	-	€ 1.975.000	
	bovengrens investeringskosten	15%	-	€ 2.673.000	
	BTW	21%	-	€ 2.324.000	€ 488.040

Objectraming Achterste Diep

Code	Omschrijving post	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs	Totaal
Investeringskosten inclusief BTW (afgerond)					€ 2.812.000
Bandbreedte investeringskosten					
	<i>ondergrens investeringskosten</i>	<i>-15%</i>	-	€ 2.390.000	
	<i>bovengrens investeringskosten</i>	<i>15%</i>	-	€ 3.234.000	