



PROJECTPLAN WATERWET

BEEKHERSTEL BIJLOOP EN ONTWIKKELING NATTE NATUURPAREL
VLOEIWEIDE

Opdrachtgever:	Waterschap Brabantse Delta
Projectnr:	WBD040
Datum:	08-06-2022

PROJECTPLAN WATERWET

BEEKHERSTEL BIJLOOP EN ONTWIKKELING NATTE NATUURPAREL VLOEIWEIDE

Opdrachtgever:	Waterschap Brabantse Delta
Projectnr:	WBD040
Rapportnr:	1
Status:	Definitief
Datum:	08-06-2022

Opsteller:
Caspar Cluitmans

Verificatie:
Bart Coppelmans

Validatie:
Gard van Hulzen

T 088 - 33 66 333
F 088 - 33 66 099
E info@kragten.nl



© 2019 Kragten
Niets uit dit rapport mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van Kragten. Het is tevens verboden informatie en kennis verwerkt in dit rapport ter beschikking te stellen aan derden of op andere wijze toe te passen dan waaraan in de overeenkomst toestemming wordt verleend.



INHOUDSOPGAVE

1	WATERHUISHOUDKUNDIGE INGREPEN VOOR DE AANLEG EN INRICHTING	9
1.1	Aanleiding en doel	9
1.1.1	Huige situatie en verbeter mogelijkheden	10
1.1.2	Doelstelling	10
1.2	Kenmerken van het plangebied	11
1.2.1	Watersysteem	11
1.2.2	Hoogtekaart	14
1.2.3	Bodemsamenstelling	14
1.2.4	Impressies projectgebied	15
1.3	Beschrijving en maatvoering van de waterstaatswerken	18
1.3.1	Landbouwgebied Hellegat	21
1.3.2	Wijziging in stuwbeheer Hellegat	23
1.3.3	Traject 1	24
1.3.4	Traject 2	27
1.3.5	Traject 3	30
1.3.6	Traject 4	32
1.3.7	Inrichting Natuur Netwerk Brabant en herstel Natte Natuurparel	36
1.4	Wijze waarop het werk zal worden uitgevoerd	39
1.4.1	Archeologie	39
1.4.2	Explosieven	39
1.4.3	Bodem	39
1.4.4	Flora en fauna	41
1.4.5	Kabels en leidingen	42
1.5	Effecten van het plan	43
1.5.1	Abiotische kenmerken voor KRW type R19	43
1.5.2	Oppervlaktewater	43
1.5.2.1	Positief	43
1.5.2.2	Negatief	47
1.5.3	Grondwater	47
1.5.3.1	Positief	47
1.5.3.2	Negatief	50
1.5.4	Ecologie	51
1.5.4.1	Positief	51
1.5.4.2	Negatief	52
1.5.5	Landbouw	53
1.5.5.1	Positief	53
1.5.5.2	Negatief	53
1.5.6	Mitigatie en compensatie	53
1.6	Te treffen voorzieningen	55
1.6.1	Verkeersoverlast en beperking bereikbaarheid	55
1.6.2	Flora en Fauna	55
1.6.3	Hinder	55
1.6.4	Wateroverlast en/of watertekort	55
1.6.5	Geluidsoverlast	55
1.6.6	Stofhinder	55
1.6.7	Schade aan ondergrond	55
1.6.8	Nul-situatie	56

1.6.9	Uitvoeringsvoorwaarden.....	56
1.6.10	Juridische grondslag.....	56
1.6.11	Financieel nadeel	56
1.7	Beheer en onderhoud	57
1.8	Legger en leggerwijzigingen	57
1.9	Planning.....	59
1.10	Eigendomssituatie.....	59
1.11	Omgeving	59
2	VERANTWOORDING	61
2.1	Wet- en regelgeving	61
2.1.1	Kaderrichtlijn Water (Europees)	61
2.1.2	Waterwet (nationaal).....	61
2.1.3	Interim Omgevingsverordening (provinciaal)	61
2.1.4	Bestemmingsplannen Buitengebied Zundert en Buitengebied Zuid (regionaal - gemeentelijk)	62
2.2	Beleid	65
2.2.1	Regionaal Water en Bodem Programma (RWP) 2022-2027	65
2.2.2	Waterbeheerprogramma 2022-2027 Waterschap Brabantse Delta.....	66
2.2.3	Beleidsregels voor waterkering, waterkwantiteit en grondwater	66
2.3	Keuzes in het project.....	67
2.4	Benodigde vergunningen	67
2.4.1	Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo) en Besluit omgevingsrecht (Bor)	67
2.4.2	Wet natuurbescherming (Wnb)	67
2.4.3	Ontgrondingenwet.....	68
2.4.4	Lokale verordeningen.....	68
2.4.5	Conclusie	69
3	RECHTSBESCHERMING	71
3.1	PROCEDURE.....	71
3.1.1	Zienswijze	71
3.1.2	Beroep en hoger beroep	71
3.1.3	Crisis- en herstelwet.....	71
3.1.4	Verzoek om voorlopige voorziening.....	71

BIJLAGEN

B1	DO TEKENINGEN
B2	HYDROLOGISCH (OPPERVLAKTEWATER) ONDERZOEK
B3	GEOHYDROLOGISCH ONDERZOEK
B4	WATERWIJZERS LANDBOUW EN NATUUR
B5	VERGUNNINGEN SCAN
B6	ARCHEOLOGISCH ONDERZOEK
B7	NGE-ONDERZOEK
B8	B-WARE ONDERZOEK
B9	FLORA- EN FAUNAONDERZOEK (INCL. AANVULLEND ONDERZOEK)
B10	WATERBODEMONDERZOEK

TABELLEN

Tabel 1. Overzicht van de maatregelen (licht oranje gearceerd de aanpassingen aan de waterstaatswerken).....	18
Tabel 2. Te ontwikkelen ambitietypen.....	38
Tabel 3. Samenvattende tabel verkennend flora en fauna onderzoek.....	41
Tabel 4. Samenvattende tabel soortgerichte onderzoeken fauna.....	41
Tabel 5. Toetsing van het DO aan de abiotische kenmerken voor de beek, per traject (groen = voldoet, geel = voldoet deels, blauw=voldoet niet, maar verbetering, grijs = onbekend).....	45
Tabel 6. De te ontwikkelen ambitietypen (natuurdoeltypen) en de diverse doelgaten die de Waterwijzer Natuur heeft berekend voor het DO. Groen = voldoet (met een marge van 5% van het oppervlak), Geel = voldoet grotendeels (met een marge van 20% van het oppervlak).	52
Tabel 7. Samenvatting van vergunningenscan.....	69

AFBEELDINGEN

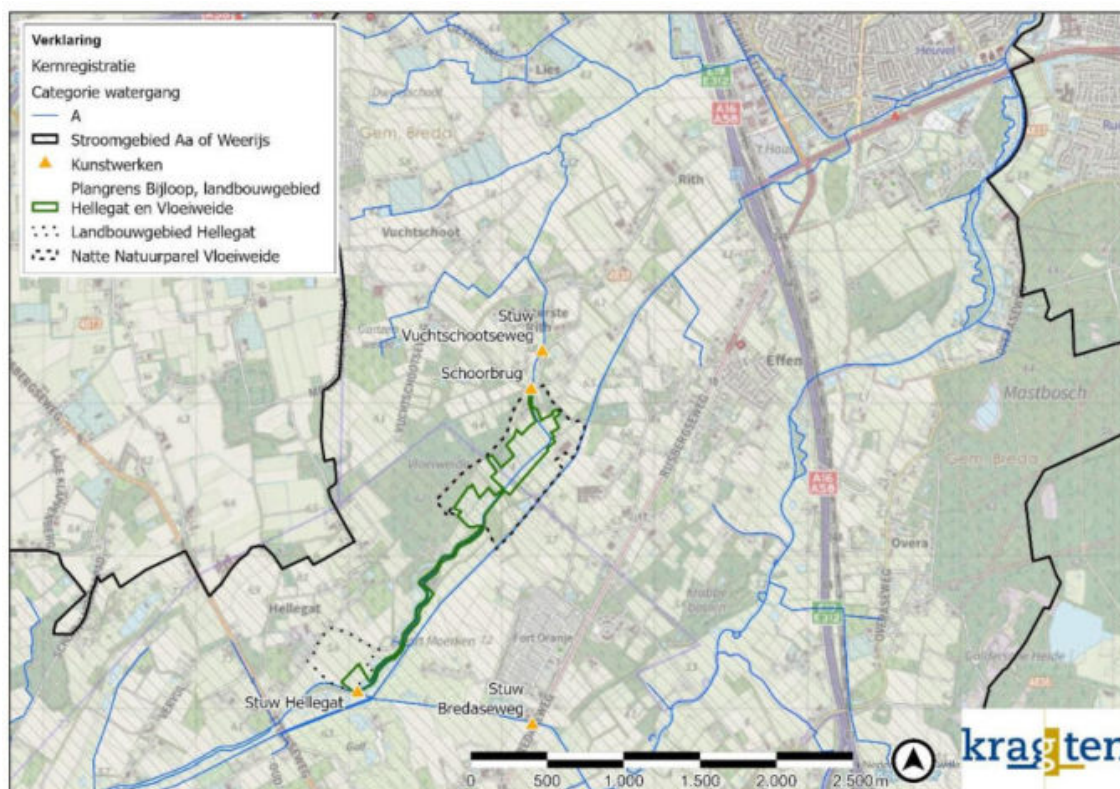
Afbeelding 1. Projectgebied, gelegen in het stroomgebied van de Aa of Weerij.	9
Afbeelding 2. Watergangen en relevante kunstwerken rondom en bij het projectgebied.	11
Afbeelding 3. Gemiddeld Hoogste Grondwater (GHG) stand in meter onder maaiveld (bron: Brabant model).	12
Afbeelding 4. Gemiddeld Laagste Grondwater (GLG) stand in meter onder maaiveld (bron: Brabant model).	13
Afbeelding 5. De kwelflux in millimeter per dag. Een positieve waarde duidt op kwel en een negatieve op infiltratie (bron: Brabant model).	13
Afbeelding 6. Hoogtekaart van projectgebied en omgeving (bron: Algemene Hoogtekaart Nederland 3).	14
Afbeelding 7. Bodemsamenstelling op basis van de Bodemfysische Eenhedenkaart (BOFEK2020).	15
Afbeelding 8. Instroom bij stuw Hellegat. Obliëkfoto kijkende richting het zuiden.....	15
Afbeelding 9. Beboste Bijloop tussen stuw Hellegat en Natte Natuurparel Vloeiweide. Obliëkfoto kijkende richting het noorden.	16
Afbeelding 10. Bijloop bij het begin van de Natte Natuurparel Vloeiweide. Obliëkfoto kijkende richting het noorden.	16
Afbeelding 11. Bijloop halverwege de Natte Natuurparel Vloeiweide. Obliëkfoto kijkende richting het noorden.	17
Afbeelding 12. Bocht Bijloop benedenstroomse zijde van de Natte Natuurparel. Obliëkfoto kijkende richting het westen.	17
Afbeelding 13. Overzicht deelgebieden inclusief paragraaf waarin deze in nader detail worden behandeld.	21
Afbeelding 14. Locatie maatregelen in landbouwgebied Hellegat.	22
Afbeelding 15. De te dempen greppel (maatregel i.).....	23
Afbeelding 16. Locatie maatregelen in de Bijloop – Stuwbeheer Hellegat.	24
Afbeelding 17. Locatie maatregelen in Bijloop – Traject 1.....	25
Afbeelding 18. Principeprofiel DO voor Bijloop traject 1.	25
Afbeelding 19. Foto van het huidige Bijloop traject 1.	27
Afbeelding 20. Beekbodempfiel van huidige situatie (groen) in combinatie met toekomstige situatie (rood/bruin).	27
Afbeelding 21. voorbeeld van uitwerking beekhout Bijloop traject 2.	28
Afbeelding 22. Foto van huidige Bijloop traject 2.	29
Afbeelding 23. Foto van huidige Bijloop traject 2. Op deze foto is goed de al aanwezige variatie van de bodem te zien.	29
Afbeelding 24. Locatie maatregelen in Bijloop – Traject 3.....	30
Afbeelding 25. Principeprofiel DO voor Bijloop traject 3, met voorbeeld van uitwerking beekhout.....	31
Afbeelding 26. Foto van de huidige Bijloop traject 3.	32
Afbeelding 27. Foto van de leemput die verbonden gaat worden met de Bijloop (maatregel J.).	32
Afbeelding 28. Links een topokaart uit circa 1870 met daarop zichtbaar de historische loop. Rechts een topokaart uit 1960 waarop de huidige loop zichtbaar is.	33
Afbeelding 29. Locatie maatregelen in Bijloop – Traject 4.....	34

Afbeelding 30. Principeprofiel DO voor Bijloop traject 4 (tot aan locatie waar oude meander hersteld wordt).	34
Afbeelding 31. Principeprofiel DO voor Bijloop traject 4 (ter plaatse van de te herstellen oude meander).	35
Afbeelding 32. Foto van huidige Bijloop traject 4 (bovenstrooms van verlegging).	36
Afbeelding 33. Locatie maatregelen voor inrichting Natuurnetwerk (NNB) Vloeiweide.	37
Afbeelding 34. Locatie van voormalige stort in het projectgebied.	40
Afbeelding 35. Verschil kaart van inundatie bij een T10 waarbij de referentiesituatie van de nieuwe situatie (DO) is afgetrokken.	46
Afbeelding 36. Verschil kaart van inundatie (rondom Natte Natuurparel Vloeiweide) bij een T10 waarbij de referentiesituatie van de nieuwe situatie (DO) is afgetrokken.	46
Afbeelding 37. Verschil in kwelflux [mm/dag] als gevolg van het DO.	49
Afbeelding 38. Verschil in GVG [m] als gevolg van het DO.	49
Afbeelding 39. Verschil in totale opbrengstderving [%] als gevolg van het DO.	50
Afbeelding 40. Verschil in totale opbrengstderving [%] als gevolg van het DO rondom het projectgebied. De met strepen omkaderde percelen zijn de percelen die niet in bezit zijn van Brabants Landschap.	51
Afbeelding 41. Te compenseren of op te hogen percelen (oranje).	54
Afbeelding 42. Eigendomssituatie initiatiefnemers omgeving plangebied	60
Afbeelding 43. Normen wateroverlast zoals vastgesteld binnen de provinciale interim omgevingsverordening.	62
Afbeelding 44. Kaart vigerend bestemmingsplan 'Buitengebied Zundert' met begrenzing project.	64
Afbeelding 45. Kaart vigerend bestemmingsplan 'Buitengebied Zuid2013' van de gemeente Breda met begrenzing project.	65

1 WATERHUISHOUDKUNDIGE INGREPEN VOOR DE AANLEG EN INRICHTING

1.1 Aanleiding en doel

Ten zuidwesten van Breda stroomt de Bijloop door de Natte Natuurparel Vloeiweide (zie Afbeelding 1). Een Natte Natuurparel is een gebied waarin de natuur sterk afhankelijk is van het waterpeil en de waterkwaliteit. Waterschap Brabantse Delta wil de Bijloop als natuurlijk ingerichte beek herstellen (Kaderrichtlijn Water opgave) en daarmee ook een bijdrage leveren aan de ontwikkeling van de naastgelegen Natte Natuurparel. Het deel van de Bijloop waar met dit plan maatregelen genomen worden, ligt tussen stuw Hellegat en de benedenstrooms gelegen Schoorbrug. De eerder genoemde Natte Natuurparel Vloeiweide is zo'n 80 ha groot en maakt onderdeel uit van een veel groter natuurgebied dat ligt langs de Bijloop en Turfvaart en onderdeel is van het Natuurnetwerk Brabant (NNB). Brabants Landschap is eigenaar van de bestaande natuurpercelen binnen de Natte Natuurparel Vloeiweide. Waterschap Brabantse Delta is de beheerder van de Bijloop. Brabants landschap heeft recentelijk percelen aangekocht in de Vloeiweide waardoor deze beschikbaar zijn gekomen voor inrichting. Brabants Landschap heeft daarnaast gesprekken gevoerd met eigenaren die willen meedoen met de plannen voor natuurontwikkeling of niet onwelwillend staan tegenover die plannen. De nieuwe (eigendom)situatie maakt het mogelijk om weer een deel van het natuurgebied in te richten en dit projectplan mogelijk te maken.



Afbeelding 1. Projectgebied, gelegen in het stroomgebied van de Aa of Weerij.

De Bijloop is volgens de Waterwet een waterstaatswerk¹. Wanneer een waterstaatswerk aangepast gaat worden, moet volgens deze wet een Projectplan Waterwet worden opgesteld². Dit Projectplan Waterwet is een

¹ Zie artikel 1.1 van de Waterwet

² Zie artikel 5.4 van de Waterwet

besluit van het algemeen bestuur van het waterschap. Het voorliggende projectplan beschrijft welke waterhuishoudkundige ingrepen nodig zijn om aan de doelen van dit project invulling te geven, wat de effecten van de maatregelen zijn en hoe het werk wordt uitgevoerd. De maatregelen voor natuurontwikkeling zijn dermate verweven met de watermaatregelen dat dit projectplan opgezet is als een integraal inrichtingsplan in de vorm van een projectplan Waterwet. Het algemeen bestuur stelt alleen de waterstaatkundige maatregelen vast en hierop is ook de bijbehorende rechtsbescherming van toepassing.

Daar waar andere besluiten van andere bevoegde gezagen nodig zijn voor de uitvoering van de maatregelen is daar ook de bijbehorende rechtsbescherming van toepassing. Ze zullen echter wel beschreven worden, zij het summier.

1.1.1 Huige situatie en verbeter mogelijkheden

De Bijloop ligt relatief diep. Door deze diepe ligging ontstaat er verdroging in het aangrenzende natuurgebied. Verdroging heeft een negatief effect op de natte natuur: er verdwijnen bijzondere plantensoorten zoals bijvoorbeeld het Dubbeloof. Om de vochtminnende vegetatie een betere kans te geven is het van belang dat de grondwaterstand omhoog gaat. Dit doen we door de bodem van de Bijloop omhoog te brengen en te verbreden. Naar verwachting heeft een vochtigere bosgrond ook een positief effect op een vogel als de Wielewaal.

Daarnaast zien we dat de Bijloop een relatief saaie bak is, met maar weinig micro stromingen. Door het aanbrengen van bomenstammen en grond dwars in de beek ontstaan er dammetjes waar het water omheen en overheen kan stromen. Dit heeft een positief effect op vissen en waterinsecten.

Het water in de Bijloop zelf staat in de zomer vaak nagenoeg stil. Dit heeft een negatief effect op de waternatuur (aquatische ecologie). Het doel is om het water in de Bijloop het hele jaar door te laten stromen en hiermee de juiste omstandigheden te creëren voor o.a. vissen. Dit doen we door de aansturing van stuw Hellegat aan te passen.

Het Brabants Landschap wil het gebied Vloeiweide zich als natuurgebied verder laten ontwikkelen door een betere uitgangssituatie te creëren. Kenmerkend voor de Vloeiweide is de grondwaterafhankelijke vegetatie. Momenteel stagneert het regenwater. Door deze regenwaterlens raakt de kwelstroom niet aan het maaiveld. Daarnaast is de grond verrijkt door stikstof en depositie.

Het project wil het maaiveld afgraven waardoor het regenwater makkelijker afvloeit. Hierdoor kan de kwelstroom aan het maaiveld raken en komt de armere grond aan de oppervlakte. Dit heeft een positief effect op zeldzame insectensoorten als Moerassprinkhaan, de vlinder het Gentiaanblauwtje en planten als Teer Guichelheil en Blauwe Knoop.

1.1.2 Doelstelling

Algemene doelstelling van het project: herstel kwelnatuur en beekherstel

Doel van het project is het herstel van de Natte Natuurparel Vloeiweide en beekherstel van de Bijloop.

Specifiek:

- Verbeteren van de abiotische kenmerken over 2,6 kilometer in de Bijloop en het bouwen met de natuur (aanpassen waterstaatswerk);
- Het aanpassen van het stuwbeheer van stuw Hellegat t.b.v. verbeteren van de abiotische kenmerken in de Bijloop (aanpassen waterstaatswerk);
- Herstellen historische loop door het verleggen van de Bijloop ter plaatse van de huidige scherpe bocht richting het noordwesten en het dempen van het bestaande traject (aanpassen waterstaatswerk);
- 45 hectare aan hydrologisch herstel van natte natuur. Deze 45 hectare wordt aangeduid met de omtrek 'Natte Natuurparel Vloeiweide' in Afbeelding 1. Hydrologisch herstel door het nemen van maatregelen die grond en oppervlakte waterkwaliteit verbeteren en de natuurontwikkeling en biodiversiteit bevorderen.

Parallel werkt Brabants Landschap aan:

- 8 hectare natuurinrichting (Natuurnetwerk Brabant; geen onderdeel van dit projectplan waterwet).

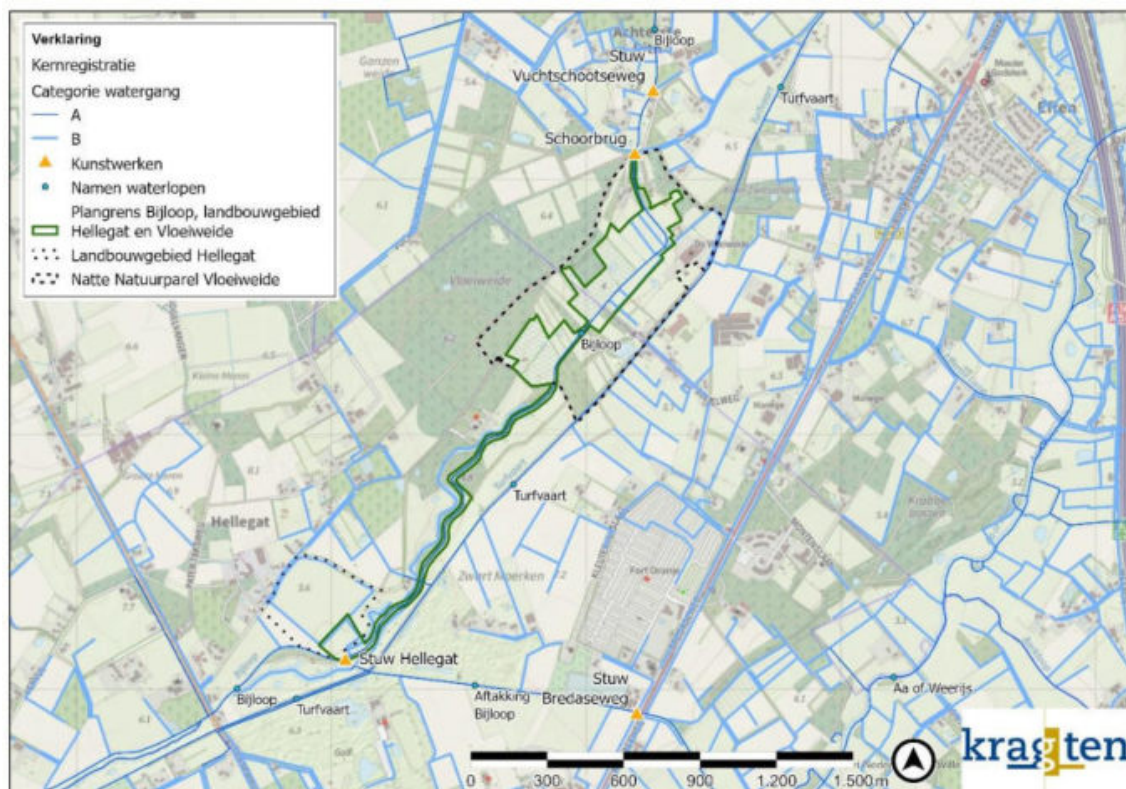
1.2 Kenmerken van het plangebied

1.2.1 Watersysteem

Het projectgebied is gelegen in het stroomgebied van de Aa of Weerij, noordelijk van Rijsbergen en zuidwestelijk van Breda. Concreet ligt het tussen stuw Hellegat en de Schoorbrug, zie zowel Afbeelding 1 als Afbeelding 2. Het bestaat uit:

- het landbouwgebied Hellegat, noordelijk van stuw Hellegat gelegen;
- uit de Bijloop lopende van stuw Hellegat tot de Schoorbrug, en
- de natuurgebieden gelegen in de Natte Natuurparel Vloeiweide.

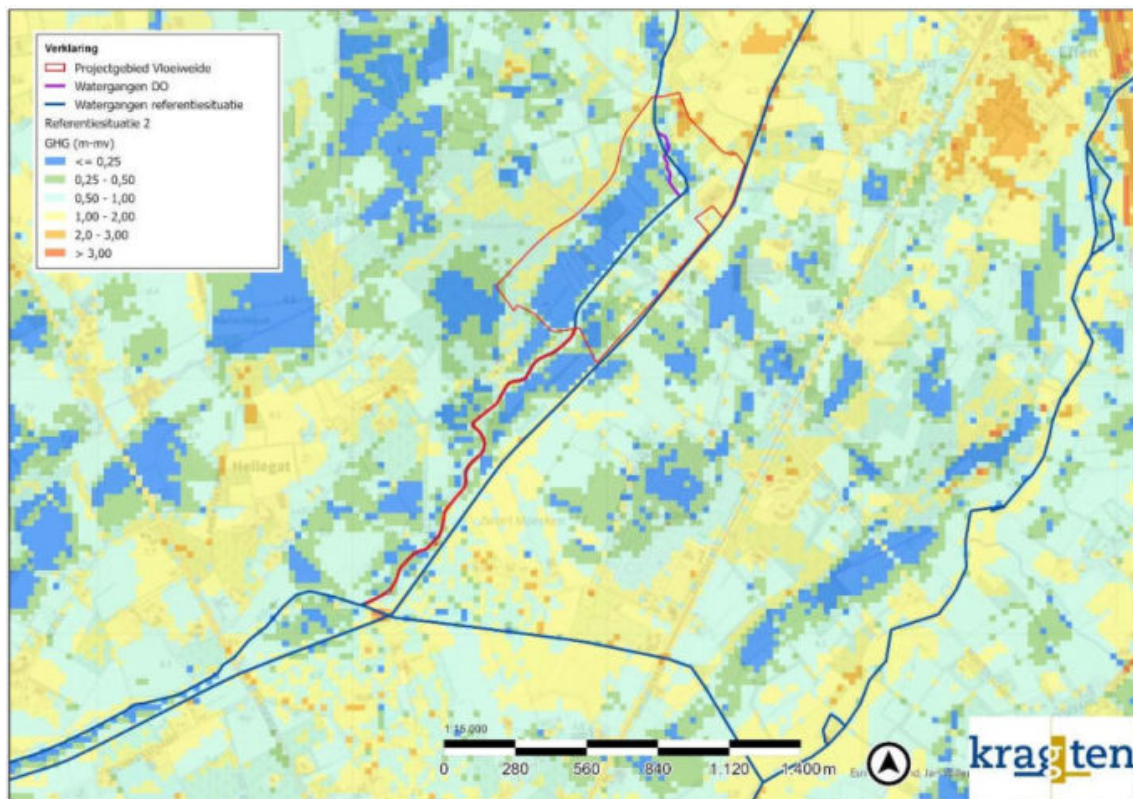
De Bijloop is deels een in de 17^e eeuw gegraven beek die begint op landgoed de Moeren. Het benedenstroomse deel is niet gegraven en heeft een natuurlijke ontstaansgeschiedenis. De gegraven watergang werd gebruikt voor het transporteren van ontgraven veen naar Breda. De Bijloop komt vanuit zuidoostelijke richting aan bij stuw Hellegat. Stuw Hellegat reguleert onder andere hoeveel water het projectgebied in stroomt (dus verder de Bijloop in). Daarnaast zorgt deze stuw samen met stuw Bredaseweg ervoor dat water ook in oostelijke richting stroomt, de Aftakking Bijloop in met als doel het voorkomen van wateroverlast. Deze Aftakking Bijloop stroomt met een duiker onder de Turfvaart door en wordt deels opgestuwd door stuw Bredaseweg. Verder benedenstrooms van de aftakking mondt deze uit in de Aa of Weerij. Wanneer veel water door de Bijloop afgevoerd moet worden en er benedenstrooms van stuw Hellegat wateroverlast dreigt te ontstaan, wordt via stuw Bredaseweg water rechtstreeks afgevoerd naar de Aa of Weerij. Door het inzetten van de Aftakking Bijloop bij piekafvoeren worden de hoge waterstanden in de Bijloop verlaagd.



Afbeelding 2. Watergangen en relevante kunstwerken rondom en bij het projectgebied.

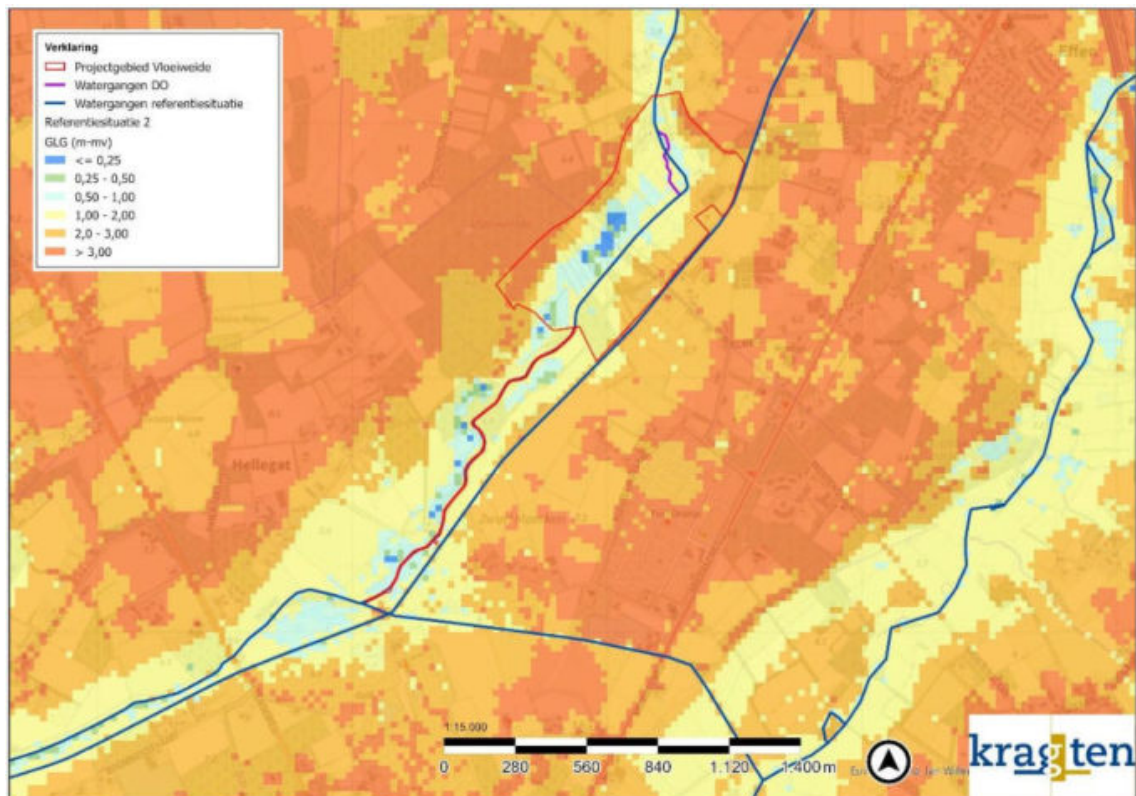
Stuw Hellegat is uitgerust met een vistrap. Uit eerdere metingen blijkt dat deze vistrap ook daadwerkelijk gebruikt wordt door vissen.

Het grondwater stroomt in noordoostelijke richting. De Bijloop heeft een drainerende werking op zijn omgeving. Met name in de Vloeiweide ligt deze diep ingesneden waardoor natte natuur minder goed tot ontwikkeling komt. Op basis van de beschikbare informatie zijn voor de huidige situatie gemiddelde grondwaterstanden bepaald (met een daarvoor geschikt geohydrologisch grondwatermodel). De resultaten worden weergegeven in Afbeelding 3 en Afbeelding 4.



Afbeelding 3. Gemiddeld Hoogste Grondwater (GHG) stand in meter onder maaiveld (bron: Brabant model).

Langs de Bijloop en met name in de Vloeiweide ligt de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) dicht tegen het maaiveld. Het zelfde geldt voor de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG). Daar waar binnen het projectgebied blauwe vlekken zijn te zien (Afbeelding 3; waar de grondwaterstand dus ondiep zit) gaat Brabants Landschap inrichtingsmaatregelen nemen. In Afbeelding 5 is te zien hoeveel grondwater momenteel uittreedt. Oftewel, hoeveel grondwater uit de grond naar boven gedrukt wordt en via de Bijloop het gebied uitstroomt. Dit wordt ook wel kwel genoemd. Doordat nu relatief veel kwel wegstroomt en dus niet in het gebied vastgehouden wordt, kan natte natuur zich minder goed ontwikkelen.



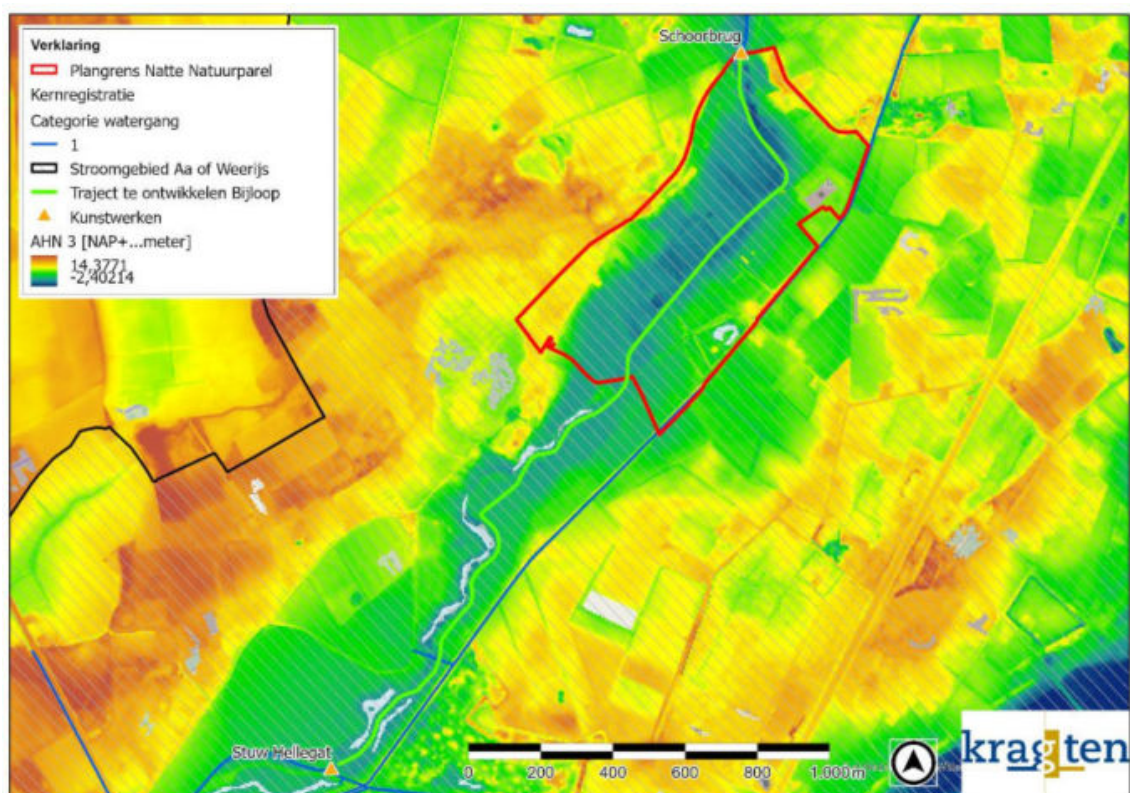
Afbeelding 4. Gemiddeld Laagste Grondwater (GLG) stand in meter onder maaiveld (bron: Brabant model).



Afbeelding 5. De kwelflux in millimeter per dag. Een positieve waarde duidt op kwel en een negatieve op infiltratie (bron: Brabant model).

1.2.2 Hoogtekaart

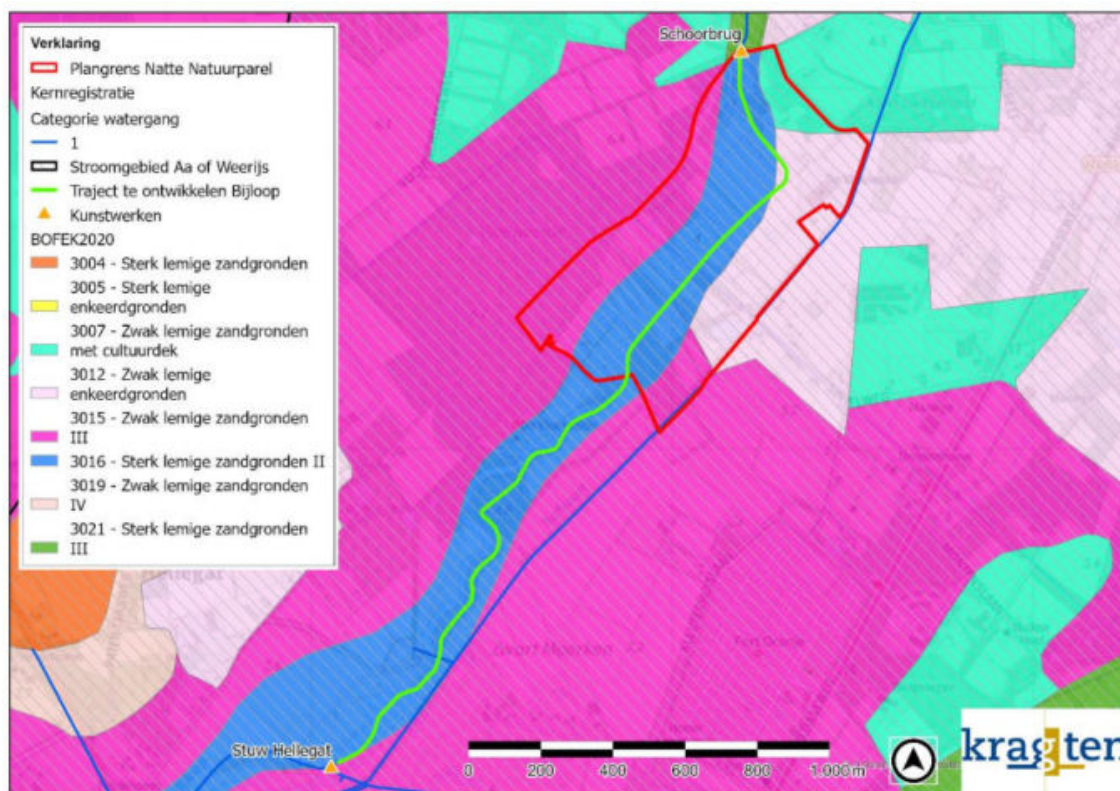
In Afbeelding 6 is de hoogtekaart van het projectgebied en omgeving te zien. Het beekdal waardoor de Bijloop stroomt is duidelijk in deze kaart terug te zien. Ter plaatse van de Natte Natuurparel is het maaiveld in het dal het laagste. Maaiveldhoogten variëren hier tussen de 3,9 en 4,6 meter boven NAP.



Afbeelding 6. Hoogtekaart van projectgebied en omgeving (bron: Algemene Hoogtekaart Nederland 3).

1.2.3 Bodemsamenstelling

In Afbeelding 7 is de bodemsamenstelling getoond op basis van de bodemfysische eenhedenkaart (BOFEK2020). De Bijloop stroomt door een strook die gecategoriseerd wordt als sterk lemige zandgronden. Deze strook wordt aan weerszijde hoofdzakelijk ingeklemd door de categorie zwak lemige zandgronden. Binnen de Natte Natuurparel vindt men aan de oostzijde van de Bijloop ook nog zwak lemige enkeerdgronden en zwak lemige zandgronden met cultuurdek. Cultuurdek houdt in dat de bodem is veranderd als gevolg van menselijke bewerking.

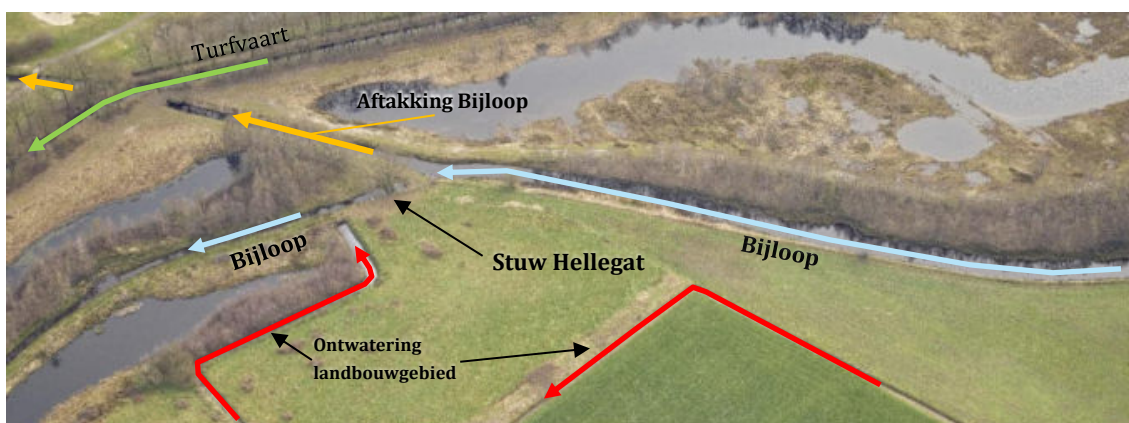


Afbeelding 7. Bodemsamenstelling op basis van de Bodemfysische Eenhedenkaart (BOFEK2020).

Voor dit project heeft een bodem- en hydrochemisch onderzoek plaatsgevonden³. Uit dit onderzoek is bevestigd dat in het gebied de bodem met name bestaat uit (fijne) zandbodem met (zandig) leem of (veraard) veen in de ondergrond. Uit het onderzoek blijkt dat de toplaag van de bodem als gevolg van landbouwkundig gebruik verrijkt is met fosfaat. Er heeft weinig uitspoeling van fosfaat naar de diepere lagen plaatsgevonden. Er zijn in het gebied goed ontwikkelde (kwel)zones aangetroffen. Op deze locaties is de toplaag minder rijk aan fosfaat.

1.2.4 Impressies projectgebied

Middels een aantal uit de lucht genomen (obliek-) foto's wordt hieronder een impressie gegeven van het projectgebied. De foto's beginnen bovenaan bij stuw Hellegat (Afbeelding 8) en lopen door tot en met de huidige haakse bocht bij de Natte Natuurparel Vloeiweide (Afbeelding 12).



Afbeelding 8. Instroom bij stuw Hellegat. Obliëkfoto kijkende richting het zuiden.

³ 'Bodem- en hydrochemisch onderzoek Natte Natuurparel Vloeiweide', B-Ware, 12-02-2021.



Afbeelding 9. Beboste Bijloop tussen stuw Hellegat en Natte Natuurparel Vloeiweide. Obliëkfoto kijkende richting het noorden.



Afbeelding 10. Bijloop bij het begin van de Natte Natuurparel Vloeiweide. Obliëkfoto kijkende richting het noorden.



Afbeelding 11. Bijloop halverwege de Natte Natuurparel Vloeiweide. Obliëkfoto kijkende richting het noorden.



Afbeelding 12. Bocht Bijloop benedenstroomse zijde van de Natte Natuurparel. Obliëkfoto kijkende richting het westen.

1.3 Beschrijving en maatvoering van de waterstaatswerken

Er worden een aantal fysieke maatregelen (betreffende waterstaatswerken) getroffen om aan de doelstellingen (zie paragraaf 1.1.1) invulling te geven. Aanvullend worden een aantal wijzigingen in het stuwbeheer doorgevoerd.

In Bijlage B1 zijn de tekeningen/het Definitief Ontwerp (DO) terug te vinden die horen bij het Projectplan Waterwet. De voor leggerwijziging in aanmerking komende maatregelen en kunstwerken zijn in Tabel 1 licht oranje gearceerd. De overige wijzigingen zijn integraal onderdeel van het plan, maar betreffen geen wijzigingen aan waterstaatswerken. Met Romeinse getallen zijn de wijzigingen in landbouwgebied Hellegat aangegeven, met letters de wijzigingen in de Bijloop en met getallen die in de Natte Natuurparel Vloeiweide. In Afbeelding 13 is visueel weergegeven welk deelgebied besproken wordt in welke paragraaf. De nummer- en letteraanduidingen uit Tabel 1 zijn terug te vinden in deze paragrafen.

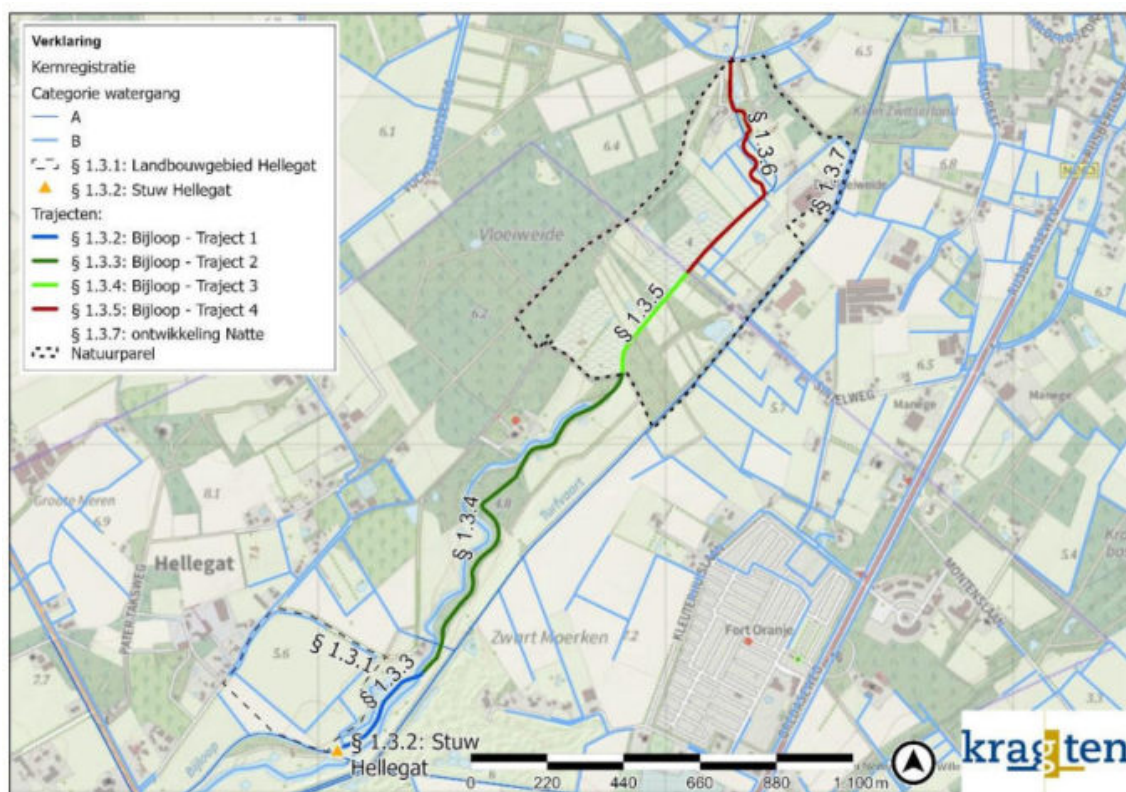
Tabel 1. Overzicht van de maatregelen (licht oranje gearceerd de aanpassingen aan de waterstaatswerken).

	Nr.	Maatregel	Kenmerk
Landbouwgebied Hellegat (§ 1.3.1)	i.	Dempen afwateringsgreppel (B-watergang OWL44607)	Bestaande brede greppel die aansluit op de Bijloop benedenstrooms van stuw Hellegat dempen met gebiedseigen schrale (fosfaatarme) grond. Alvorens het dempen wordt de watergang opgeschoond en het slib verwijderd. Duiker die greppel verbind met Bijloop wordt ook verwijderd.
	ii.	Graven nieuwe afwateringsgreppel (B-watergang)	De greppel krijgt een bodembreedte van 0,5 meter, 1:1 taluds en een diepte van 1,00 meter. De greppel zorgt samen met maatregel iii. voor behoud van de afwatering van het landbouwgebied Hellegat.
	iii.	Aanleg gemaal met capaciteit van 1,5 m ³ per minuut en opvoerhoogte van 80 cm.	Gemaal bestaande uit een pomp met een persleiding van ca. 8 meter. De persleiding zorgt voor de verbinding tussen de nieuw te graven greppel van nr. ii. en de Bijloop, bovenstrooms van Stuw Hellegat.
	iv.	Opschonen greppel (B-watergang OWL40731, gedeeltelijk)	Opschonen van greppels om afwatering landbouwgebied te behouden.
Stuw Hellegat (§ 1.3.2)	a.	Plaatsen meetpunt oppervlaktewater	Meetpunt ten behoeve van aansturing stuwen Hellegat, Bredaseweg en Het Laag.
Traject 1 (§ 1.3.3)	A.	Bodemverhoging (met 'zomerbakje') van de Bijloop (OVK02783) tot NAP +3,60 meter	Aanvullen tussen stuw Hellegat en eind traject 1 gelegen bodemlaagte. Aanvulling vindt plaats met fosfaatarm zand. In de bodem komt een kleiner "zomerbakje" als initiële stroomgeul voor het water. Bodem zal deels gaan uitzakken en water zal eigen weg mogen zoeken binnen de watergang.
	B.	Bediening en peil stuw Hellegat aanpassen en vispassage (KVP00012) bij stuw Hellegat optimaliseren	Compartimenten van de vispassage aan boven- en benedenstroomse zijde aanpassen aan bodemverhoging benedenstrooms (maatregel A.) en

			nieuwe bediening en waterpeilen van de stuw
	C.	Oeververflauwing aanbrengen	Bij een aantal bredere oeverdelen een taludverflauwing aanbrengen van 1 tot 2 meter.
	D.	Verwijderen LOP (Landbouw OntwikkelingsPlan) stuw met duiker	Verbinding tussen Bijloop – Traject 1 en de oostelijk ervan gelegen plas verbreken middels verwijderen duiker met LOP stuw.
	E.	Inbrengen van beekhout	Beekhout dusdanig inbrengen dat water er nog langs kan stromen. Doel is het aanbrengen van variatie in stroomsnelheden.
Traject 2 (\$ 1.3.4)	F.	Inbrengen beekhout (bouwen met natuur maatregel).	Beekhout inbrengen met een opening voor water. Pleksgewijs in buitenbocht boomstobben aanbrengen. Voor het inbrengen van beekhoutbeek wordt pleksgewijs de houtwal afgezet. Doel is het aanbrengen van variatie in stroomsnelheden.
	G.	Per locatie waar beekhout voorzien is, zand inbrengen	Ter plekke van voorzien beekhout circa 2 à 3 m ³ fosfaatarm zand inbrengen om daarmee de natuurlijke processen in de beek te stimuleren. Ontwikkelingen met monitoring volgen en zo nodig meer zand inbrengen.
Traject 3 (\$ 1.3.5)	H.	Verhogen van de beekbodem (OVK02783)	Bestaande loop aanvullen met fosfaatarm zand tot een hoogte van circa NAP +3,3 meter aan het begin van het traject, met een verloop naar circa NAP +3,1 meter aan het einde van het traject.
	I.	Aanpassen van beekprofiel (OVK02783)	Versmalling aanbrengen in profiel (zomerbakje). Rechter talud wordt zoveel mogelijk gehandhaafd. Boven het zomerbakje wordt het linker talud naargelang locatie verflauwd. Taluds van het zomerbakje zullen op termijn op natuurlijke wijze verflauwen en water zal zijn eigen weg gaan zoeken binnen het profiel. Beekhout en natuurlijke begroeiing dragen bij aan het vasthouden van het zand binnen het traject.
	J.	Leemputten/laagtes in verbinding met Bijloop	Lokale leemputten/laagtes in verbinding brengen met de Bijloop (ontwikkelen als doorstroommoeras).
	K.	Inbrengen van beekhout	Beekhout inbrengen met als doel het creëren van lokaal hogere stroomsnelheden. Daarnaast heeft het als doel het verhogen van de oppervlaktewaterstand en daarmee indirect de grondwaterstand.
Traject 4 (\$ 1.3.6)	L.	Aanpassen van het beekprofiel (deels versmallen). (OVK02783)	Versmalling aanbrengen in profiel (zomerbakje) met fosfaatarm zand. Rechter talud wordt zoveel mogelijk gehandhaafd. Boven het zomerbakje wordt het linker talud naargelang locatie

Natte Natuurparel Vloeiweide (S. 1.3.7)			verflauwd. Bij verlegging wordt naargelang locatie ook het rechter talud verflauwd.
	M.	Herstellen historische loop door het aanleggen van een nieuwe A-watergang (OVK02783)	Ter plaatse van de huidige scherpe bocht richting het noordwesten wordt de beek verlegd conform historische loop van de beek. Herstel van de oude meander aan de noordoostzijde van de Bijloop. Benedenstrooms van deze oude herstelde meander zal de beekbodem weer aansluiten op de bestaande (huidige) beekbodemoogte. In de bestaande meander wordt het aanwezige slib en opschot verwijderd. Tevens wordt de bodem ontgraven tot circa 0,6 meter onder maaiveld (afhankelijk van locatie op het traject in verband met het verhang).
	N.	Verhogen van de beekbodem	Op begin van traject 4 bodem verhogen naar circa NAP +3,1 meter en het bodemverloop in lijn met traject 3 verder naar beneden laten verlopen. Ter plaatse van de verlegging zakt de beekbodem verder richting de bestaande beekbodem van circa NAP + 2,75 meter.
	O.	Dempen van vervallen delen Bijloop (OVK02783)	De delen van de Bijloop die komen te vervallen als gevolg van de verlegging, worden gedempt. Ter plaatse van aansluiting B-watergang (O.1), wordt in de gedempte Bijloop een greppel gegraven om aan te sluiten op het nieuwe tracé van de Bijloop. Ter hoogte van oude meander (O.2) wordt de bestaande Bijloop aangevuld zodat vochtige laagten ontstaan.
	P.	Inbrengen van beekhout.	Beekhout inbrengen met als doel het creëren van lokaal hogere stroomsnelheden. Daarnaast heeft het als doel het verhogen van de oppervlaktewaterstand en daarmee indirect de grondwaterstand.
	Q.	Aanleggen van zandvang	Zandvang aanleggen aan benedenstroomse zijde van het projectgebied, ten behoeve van opvang aangebracht zand.
	R.	Aanpassen duikers tussen B-watergang en Bijloop	Ophogen van duikers die uitstromen in de Bijloop vanwege ophoging bodem Bijloop (maatregel N).
	S.	Opschonen B-watergang	Opschonen van de B-watergang noordoostelijk gelegen van de nieuwe meander.
Natte Natuurparel Vloeiweide (S. 1.3.7)	1 t/m 3.	Realiseren van ambitietype N10.01 – Nat schraalland	Realisatie vindt enerzijds plaats door afgraving van voedselrijke toplaag en anderzijds door vernatting middels peilverhoging in Bijloop en de afgraving van de toplaag.

4 & 5.	Realiseren van ambitietype N10.02 – Vochtig hooiland	Realisatie vindt plaats middels beheer (maaïen en afvoeren).
6 & 7.	Realiseren van ambitietype N12.02 – Kruiden- en faunairijk grasland	Realisatie vindt plaats middels beheer (maaïen en afvoeren).
8.	Nieuwe poelen integreren in bestaande greppel en regelwerk plaatsen	Twee poelen van 300 m ² , bodemhoogte van NAP +3 meter en een diepte van 1,2 meter realiseren en integreren in greppel. Regelwerk plaatsen aan benedenstroomse zijde van greppel.
9.	Nieuwe poel graven.	Nieuwe poel graven met een oppervlak van 330 m ² , bodemhoogte van NAP +3,2 meter en een diepte van 1 meter.
10.	Ophoging langs Bijloop en bijbehorend perceel afgraven.	Afgraven zodat perceel kan afwateren richting de Bijloop.
11.	Ophoging langs de Bijloop afgraven.	Ophoging langs Bijloop afgraven en perceel laten afwateren naar de Bijloop. Bestaande bomen handhaven.
12.	Nieuwe poel graven.	Nieuwe poel graven met een oppervlak van 350 m ² , bodemhoogte van NAP +2,8 meter en een diepte van 1 meter.
13.	Schuur verwijderen	Nabij de haakse bocht in traject 4 wordt een bestaande schuur verwijderd. Dit terrein wordt ingericht als kruiden- en faunairijk grasland.



Afbeelding 13. Overzicht deelgebieden inclusief paragraaf waarin deze in nader detail worden behandeld.

1.3.1 Landbouwgebied Hellegat

Het landbouwgebied Hellegat ligt ten noorden van stuw Hellegat. De volgende wijzigingen zijn hier voorzien:

- i. Bestaande afwateringsgreppel opschonen, dempen en verwijderen duiker;
- ii. Graven nieuwe afwateringsgreppel;

- iii. Aanleg gemaal;
- iv. Opschonen afwateringsgreppel.

In Afbeelding 14 zijn de locaties van de bovenstaande maatregelen weergegeven. Doel van deze aanpassingen is als volgt:

- Door het dempen van de oude over gedimensioneerde greppel kan het omliggende kwelafhankelijke natuurgebied zich verder ontwikkelen. In Afbeelding 15 is een foto te zien van de te dempen greppel. Door de huidige ligging, insnijding en omvang van de greppel vangt deze lokaal kwel af en voert dit weg waardoor de kwelafhankelijke natuur moeilijk tot ontwikkeling komt. Door het dempen van de grote greppel zal de lokale drainerende werking (afvangen en wegvoeren van kwel) ongedaan gemaakt worden.
- Aangezien de oude over gedimensioneerde greppel voorziet in de waterafvoer van Landbouwgebied Hellegat worden er maatregelen (maatregel ii., iii. en iv.) getroffen waardoor de oorspronkelijke waterafvoer behouden blijft voor de landbouwpercelen.

Om de huidige waterafvoer van de landbouwpercelen te behouden worden bestaande watergangen opgeschoond (maatregel iv.). Daarnaast wordt er een nieuwe verbinding gemaakt tussen het bestaande watersysteem van Landbouwgebied Hellegat en de Bijloop. De verbinding met de Bijloop zal gemaakt worden bovenstrooms van Stuw Hellegat. Deze connectie zal gerealiseerd worden door het graven van een nieuwe watergang (maatregel ii.) en het plaatsen van gemaal (maatregel iii.). Dit gemaal zal bestaan uit een instroomvoorziening, pomp, persleiding en uitstroomvoorziening. Het uitgangspunt van het ontwerp van dit gemaal is dat hiermee de huidige waterafvoer behouden blijft en dat de eventuele vernatting onder de landbouwpercelen, veroorzaakt door hogere waterstanden in de bijloop, teniet wordt gedaan. Om dit te realiseren is een minimale pompcapaciteit benodigd van 1,5 m³ per minuut met een opvoerhoogte van 0,80 meter. Hiermee blijft de huidige drooglegging gehandhaafd.



Afbeelding 14. Locatie maatregelen in landbouwgebied Hellegat.



Afbeelding 15. De te dempen greppel (maatregel i.).

1.3.2 Wijziging in stuwbeheer Hellegat

Stuw Hellegat speelt een belangrijke rol in het kader van de natuurontwikkeling. Het bepaalt de hoeveelheid water en de stroomsnelheid in de Bijloop. Benedenstrooms van het projectgebied is het echter van belang dat er geen extra wateroverlast ontstaat. Daarom is een geautomatiseerde afstemming nodig tussen de instellingen van stuw Hellegat in de Bijloop en de stuwen Bredaseweg en Het Laag in de Aftakking Bijloop. We noemen deze geautomatiseerde afstemming een gebiedsregeling. De gebiedsregeling wordt afgestemd op de verschillende functies in het gebied (o.a. landbouw en natuur) en richt zich op het optimaliseren van de afwatering voor deze functies. Dit betekent niet dat er benedenstrooms van het project geen wateroverlast kan ontstaan. Dit blijft vergelijkbaar met de huidige situatie. Voor de landbouw zou het kunnen betekenen dat er in droge perioden meer water in de Bijloop beschikbaar zal zijn en daarmee verdroging van landbouwgebieden tegengegaan wordt.

Stuw Hellegat zal zoveel als mogelijk volledig gestreken worden terwijl stuw Bredaseweg volledig opgetrokken wordt. Hierdoor wordt zo vaak en veel mogelijk water door de Bijloop gestuurd. Dit zal zeker net na de inrichting gedoseerd gedaan worden om de gebiedsregeling te kunnen evalueren en optimaliseren en om het risico te beperken dat het net aangebracht zand wegspoelt naar benedenstroomse delen van de Bijloop.

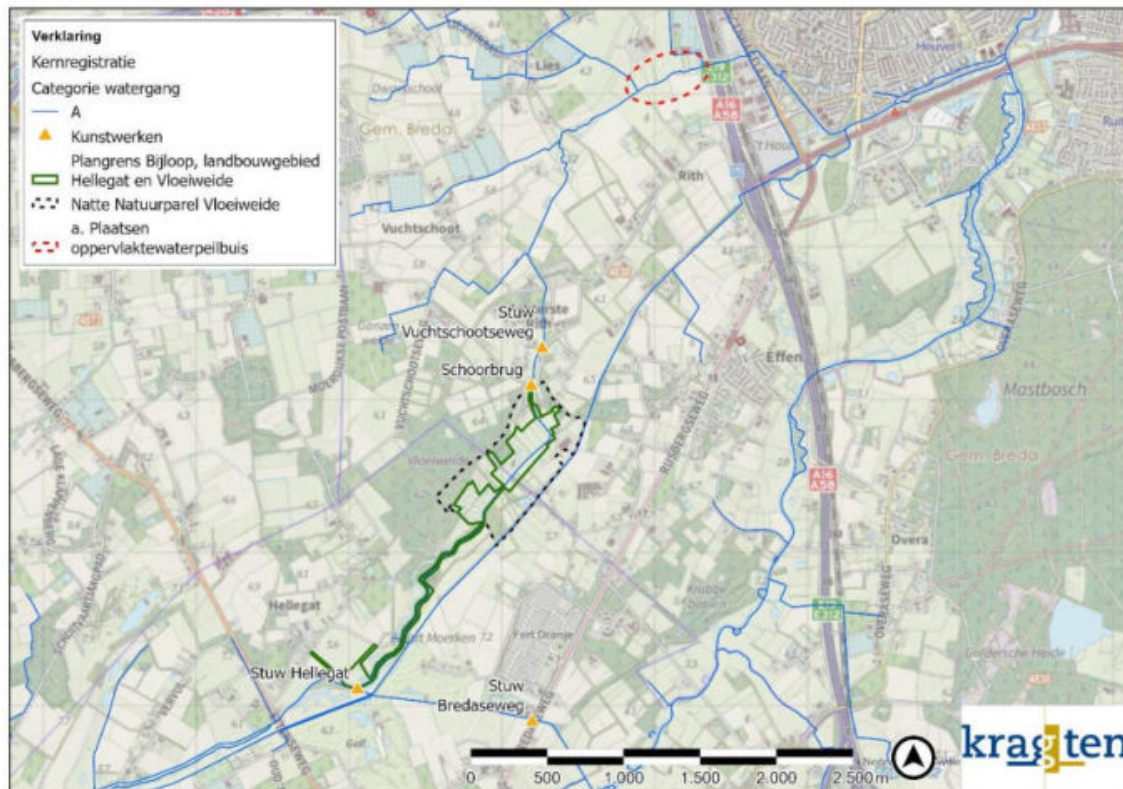
De aanpassingen zijn vanwege de volgende redenen voorzien:

- Door het volledig openzetten van de stuw voor een groot deel van het jaar worden de abiotische kenmerken in de beek verbeterd;
- In combinatie met verhogen van de beekbodem en het verkleinen van het doorstroomprofiel (zie paragraaf 1.3.3. t/m 1.3.7.) draagt het openzetten van de stuw bij aan voldoende hoge waterstanden waardoor de drainerende werking tegengegaan kan worden en grondwaterstanden in de zomer niet te veel fluctueren/dalen.

Benedenstrooms van het projectgebied bevinden zich langs de Bijloop agrarische percelen (grasland). Vooral net bovenstrooms van de A16 zijn er percelen bekend die gevoelig zijn voor vernatting. Daarom zal ter plaatse van die percelen de oppervlaktewaterstand in de Bijloop nauwgezet gemonitord en geëvalueerd worden, zie Afbeelding 16. Indien de waterstand ter plaatse van dit monitoringspunt een onevenredige hoeveelheid extra wateroverlast betekent voor deze landbouwpercelen, zal de gebiedsregeling voor de stuwen Hellegat,

Bredaseweg en Het Laag aangepast worden, zodat er minder water door de Bijloop wordt geleid en meer langs de Aftakking Bijloop.

Voor de Stuw Hellegat geldt geen peilbesluit. In de vigerende Legger zijn geen beperkingen opgenomen qua stuwhoogte, stuwlaagte of een maximum debiet. Aan de stuw als constructie zijn in het kader van dit plan geen aanpassingen nodig. Ook voor de stuwen Bredaseweg en Het Laag geldt geen peilbesluit.



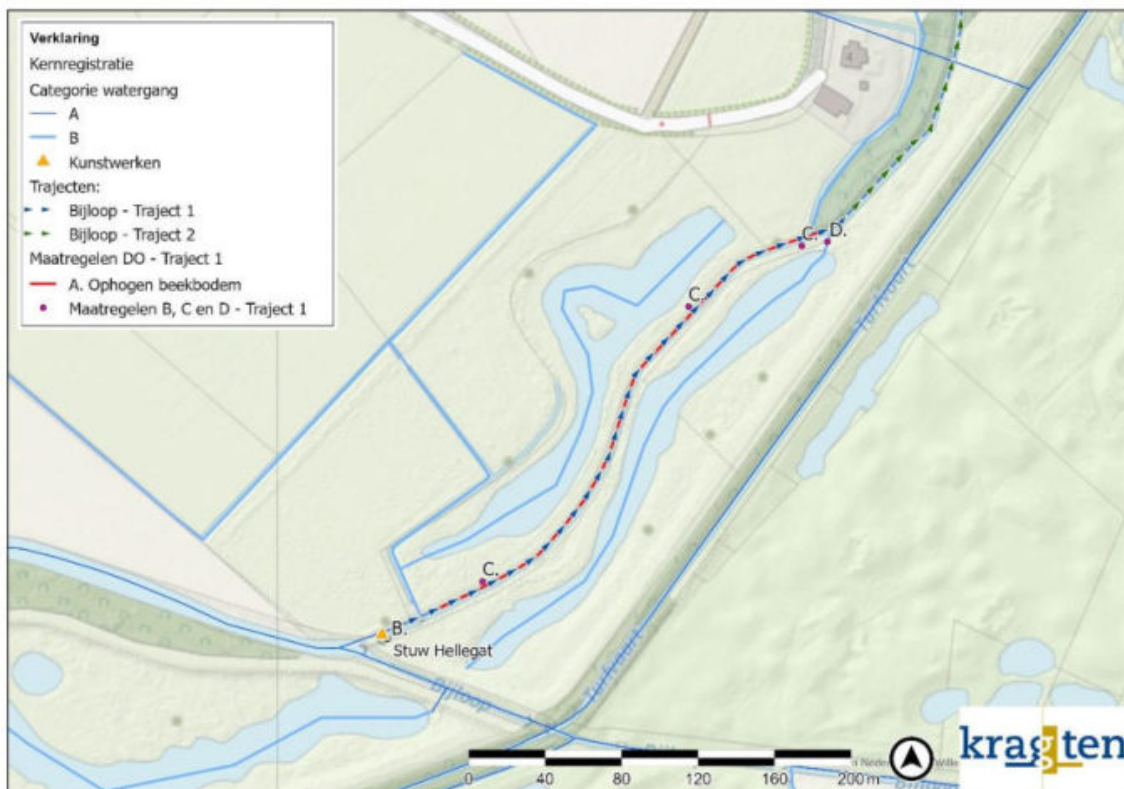
Afbeelding 16. Locatie maatregelen in de Bijloop – Stuwbeheer Hellegat.

1.3.3 Traject 1

Traject 1 loopt van stuw Hellegat tot aan een momenteel al aanwezige bodemverhoging (bult) in de Bijloop. De volgende wijzigingen zijn hier voorzien:

- Bodemverhoging met fosfaatarm zand, inclusief 'zomerbakje' van de Bijloop tot circa NAP +3,6 meter;
- Vispassage bij stuw Hellegat optimaliseren;
- Oeververflauwing aanbrengen;
- Verwijderen LOB stuw met duiker;
- Aanbrengen beekhout in de Bijloop.

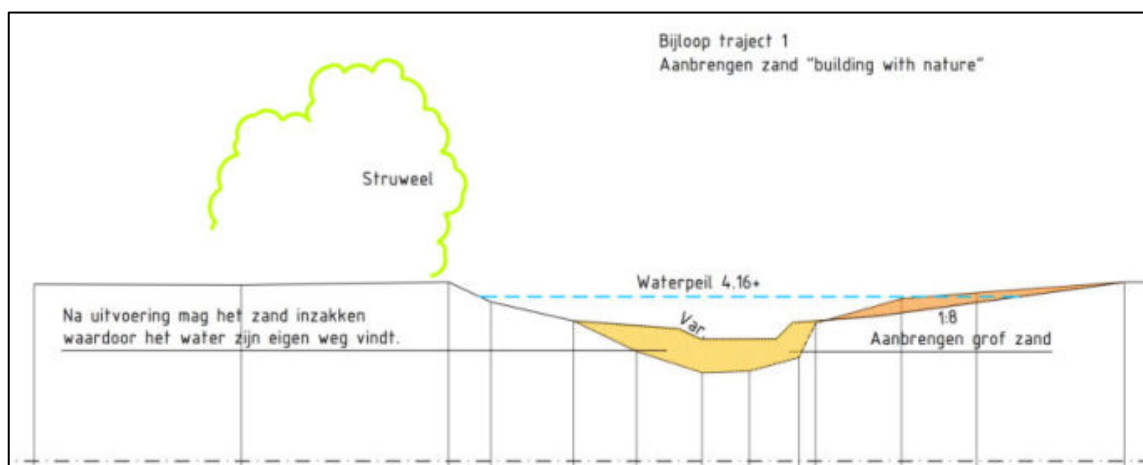
In Afbeelding 17 zijn de locaties van de diverse maatregelen in traject 1 weergegeven. Voor de lokalisering van maatregel E wordt verwezen naar de DO tekeningen in Bijlage B1. De locaties van het beekhout zijn indicatief weergegeven en worden tijdens de uitvoering in het veld definitief bepaald.



Afbeelding 17. Locatie maatregelen in Bijloop – Traject 1.

In Afbeelding 18 is een principeprofiel weergegeven van het gewenste dwarsprofiel (maatregel A). Hierin is zowel het bestaande profiel als het nieuwe profiel weergegeven.

De a-watergang op dit traject wordt als meanderzone opgenomen in het profiel van vrije ruimte volgens de Legger en wordt weergegeven in de DO tekening in Bijlage B1. Dit houdt onder meer in dat de ligging en taludhellingen van het leggerprofiel kan variëren binnen deze zone (in x, y en z-richting) en dat de beek ruimte krijgt om zich te vormen.



Afbeelding 18. Principeprofiel DO voor Bijloop traject 1.

De aanpassingen zijn vanwege de volgende redenen voorzien:

- Door bodemverhoging tot ca. NAP+ 3,6 meter wordt het doorstroomprofiel kleiner en als gevolg daarvan gaat de stroomsnelheid omhoog waardoor de abiotische kenmerken verbeteren in de beek (zie ook Afbeelding 20). Bovendien zorgt de bodemverhoging ervoor dat de kwel minder makkelijk afgevoerd wordt en meer in het aangrenzend natuurgebied aan het maaiveld komt, zodat zich daar

kwelafhankelijke vegetatie kan ontwikkelen ten behoeve van het herstel van de Natte Natuurparel. In de beek zal erosie en sedimentatie plaatsvinden. Uit monitoring van deze morfologische processen zal blijken hoe erosie en sedimentatie verlopen. Met het inbrengen van extra beekhout of juist het verwijderen daarvan zal bijgestuurd worden, totdat de beek de gewenste evenwichtssituatie daarin heeft bereikt. Het slib wordt verwijderd uit de watergang voordat de bodem verhoogd wordt. Het zand moet fosfaatarm zijn en mag geen verontreinigingen en geen andere ongewenste stoffen bevatten.

- Vanwege de bodemverhoging moet de vispassage geoptimaliseerd worden. De uitstroomvoorziening zou anders namelijk onder de nieuwe bodem uit gaan komen. Tevens moet de hoogte van het bovenste compartiment van de vispassage aangepast worden voor het strijken van de stuw. De exacte uitwerking wordt in de contractfase bepaald.
- De oeververflauwing zorgt voor een gradiënt in het water, wat de ontwikkeling van flora ten goede komt en daarmee ook de ontwikkeling van watergebonden fauna. Ook zorgt de verflauwing voor een natuurlijkere overgang tussen land en water.
- Door de overbodige LOB-stuw met duiker te verwijderen, zal de directe verbinding tussen de zuidoostelijk van traject 1 gelegen plas en de Bijloop verbroken worden. Dit heeft als voordeel dat het peil van de waterplas niet meer verlaagd kan worden wat beter is voor flora en fauna in de waterplas.
- Het aanbrengen van natuurlijk materiaal (b.v. stammen/bossen takken) zal zorgen voor microvariëaties, het omleiden van de stroombaan en een plaatselijke verhoging van de stroomsnelheid wat de abiotische kenmerken in de beek zal verbeteren. Uit berekeningen (zie Bijlage B2) is gebleken dat het niet mogelijk is om de stroomsnelheid dusdanig te verhogen dat deze volledig voldoet aan de gewenste abiotische kenmerken (randvoorwaarden voor KRW-doelen). De impact op de beek en het gewenste doorstroommoeras type zou dusdanig groot zijn dat op dit traject gekozen is om lokaal microvariëaties in stroomsnelheden te bevorderen door het doorstroomprofiel aan te passen en natuurlijk materiaal in te brengen (zie 1.5.1 voor de stroomsnelheidsresultaten). De exacte materiaalkeuze, vormgeving en aantallen zijn nader te bepalen.

De bodemverhoging in traject 1 zal gerealiseerd worden door in één keer de bodem op te hogen in combinatie met het aanbrengen van natuurlijk materiaal (stammen/bossen takken). Indien uit monitoring blijkt dat deze maatregelen onvoldoende de kwelafvoer beperken, wordt er met behulp van bouwen met natuur (aanbrengen van zandsuppletie en beekhout) bijgestuurd.



Afbeelding 19. Foto van het huidige Bijloop traject 1.



Afbeelding 20. Beekbodemprofiel van huidige situatie (groen) in combinatie met toekomstige situatie (rood/bruin).

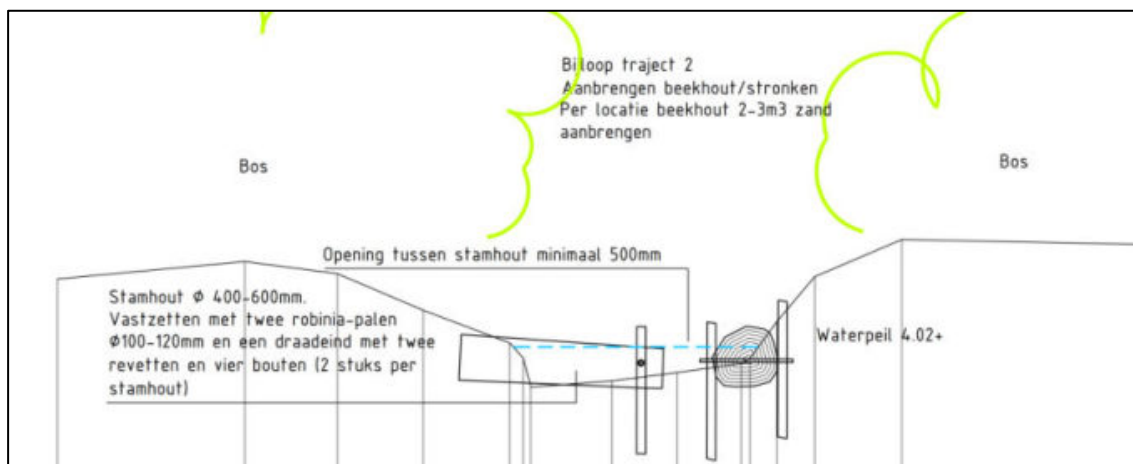
1.3.4 Traject 2

Traject 2 loopt vanaf de bodemverhoging in de beek tot aan de Natte Natuurparel. Op dit traject zijn de volgende wijzigingen voorzien:

- F. Inbrengen van beekhout;
- G. Lokaal inbrengen van fosfaatarm zand, per locatie beekhout 2 tot 3 m³.

Voor de locaties van deze maatregelen wordt verwezen naar de DO tekeningen in Bijlage B1. De locaties van het beekhout zijn indicatief weergegeven en worden tijdens de uitvoering in het veld definitief bepaald. Afbeelding 21 geeft een mogelijke oplossing weer voor het toepassen van beekhout in traject 2 van de Bijloop.

De a-watergang op dit traject wordt als meanderzone opgenomen in het profiel van vrije ruimte volgens de Legger en wordt weergegeven in de DO tekening in Bijlage B1. Dit houdt onder meer in dat de ligging en taludhellingen van het leggerprofiel kan variëren binnen deze zone (in x, y en z-richting) en dat de beek ruimte krijgt om zich te vormen.



Afbeelding 21. voorbeeld van uitwerking beekhout Bijloop traject 2.

De aanpassingen zijn vanwege de volgende redenen voorzien:

- De inbreng van beekhout zorgt voor microvariaties in stroomsnelheid en meer waterdiepte. Daarbij hebben berekeningen laten zien dat stroomsnelheden ter plaatse van het beekhout boven het benodigde minimum van 0,1 m/s te verwachten zijn, zowel in de zomer als de winter (zie Bijlage B2). Over de grootste lengte van het traject (waar geen beekhout wordt ingebracht) blijft de stroomsnelheid echter lager. De afvoer en het verhang zijn te beperkt om de stroomsnelheid daar te kunnen verhogen (zie ook toelichting voor traject 1 in paragraaf 1.3.3);
- Het zand dat ingebracht wordt zal deels meegenomen worden door de stroming en lokaal de geomorfologische bodemvariatie versterken. Dit heeft ook microvariaties in stroomsnelheden tot gevolg. Op basis van de berekende stroomsnelheden is voor het grofzand bepaald dat een D50 nodig is van 0,5 mm. Dit zand moet fosfaatarm zijn en mag geen verontreinigingen en geen andere ongewenste stoffen bevatten.

Bodemverhoging in traject 2 zoals in traject 1 is niet aan de orde, omdat enerzijds de bodem hier van nature hoger ligt dan in traject 1. Daarnaast wordt traject 2 gekenmerkt door zijn bosloop karakter waarvan besloten is dat deze gehandhaafd moet blijven. Zowel het inbrengen van beekhout als het aanbrengen van zandsuppletie beoogt enerzijds het versterken van de microvariaties in stroomsnelheden die nu al aanwezig zijn in traject 2 en anderzijds het verkleinen van de waterdiepte. Uit diverse onderzoeken (onder andere bij de Leuvenumse Beek), blijkt dat het inbrengen van hout kan leiden tot een sterk verhoogde habitatheterogeniteit⁴. Dit wordt versterkt wanneer er voldoende organisch materiaal aangevoerd wordt door omliggende bebossing. Bij de Bijloop is dit zeker voor traject 2 het geval. Bij de trajecten 1, 3 en 4 blijft het bestaande bos/struweel rondom de beek aanwezig. Daarnaast zal het extensieve beheer ook voor toevoer van organisch materiaal zorgen. Het beekhout kan dienen als vaste sedimentatiepunten waarachter het zand zich kan ophopen. Mede door het beekhout wordt daarmee voorkomen dat het zand wegspoelt⁵. In Afbeelding 22 en Afbeelding 23 is al een gevarieerd bodemsubstraat zichtbaar en daarmee ook een gevarieerde bodemmorfolgie te zien. Het DO voorziet in versterking van deze variatie.

Om de Bijloop bereikbaar te maken voor het inbrengen van beekhout en zand, wordt op een aantal locaties een circa 5 meter brede doorsteek gemaakt door de bebossing. Hierbij worden struweel en bomen afgezaagd, maar blijven stronken gehandhaafd. Na realisatie van de maatregelen kan het afgezaagde hout weer aangroeien. Op

⁴ 'Aangepast beheer en onderhoud en kleinschalige maatregelen in beken', Kennisnetwerk OBN, 2021.

⁵ Zie ook: 'Kennisoverzicht kleinschalige maatregelen in Brabantse Beken', STOWA, 2017.

basis van monitoring van de morfologische processen kan worden besloten extra zand in de te brengen. Mogelijk dient daarvoor opnieuw hout afgezaagd te worden.



Afbeelding 22. Foto van huidige Bijloop traject 2.



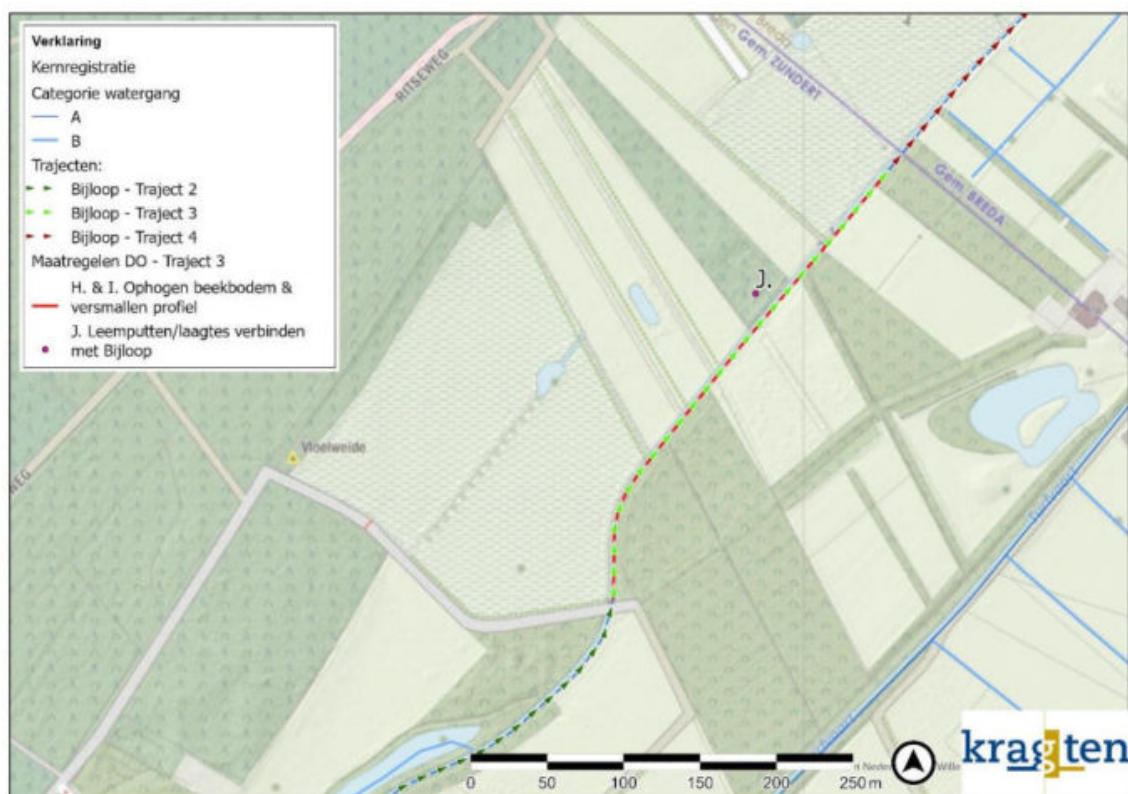
Afbeelding 23. Foto van huidige Bijloop traject 2. Op deze foto is goed de al aanwezige variatie van de bodem te zien.

1.3.5 Traject 3

Traject 3 loopt van begin Natte Natuurparel Vloeiweide tot ongeveer de grens tussen gemeente Breda en gemeente Zundert. Op dit traject zijn de volgende wijzigingen voorzien:

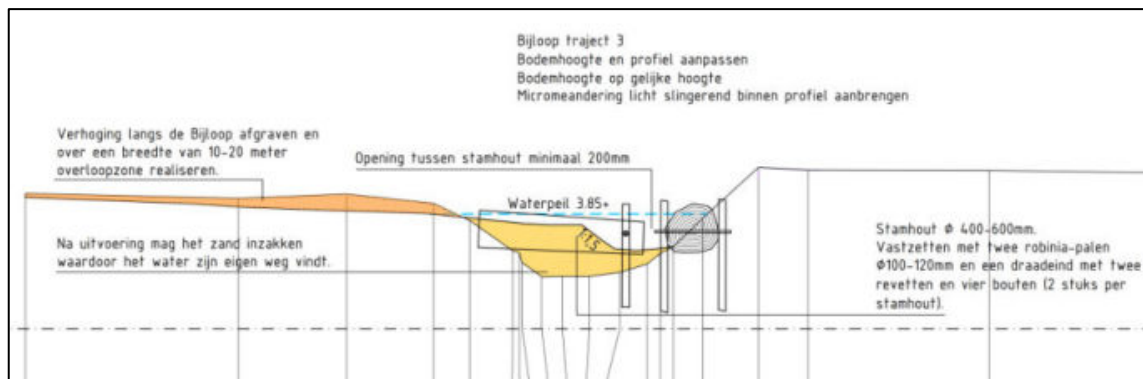
- H. Verhogen van de beekbodem (naar circa NAP +3,30 meter, met een verhang van circa 20 cm tot het einde van traject 3; zie ook Afbeelding 20);
- I. Aanpassen van beekprofiel (deels versmallen, oevers verflauwen);
- J. Leemputten/laagtes in verbinding brengen met Bijloop;
- K. Inbrengen van beekhout.

In Afbeelding 24 zijn de locaties van de diverse maatregelen in traject 3 weergegeven. Voor de lokalisering van maatregel I en K wordt verwezen naar de DO tekeningen in Bijlage B1. De locaties van het beekhout zijn indicatief weergegeven en worden tijdens de uitvoering in het veld definitief bepaald. Afbeelding 25 geeft een mogelijke oplossing weer voor het toepassen van beekhout in traject 3 van de Bijloop. De a-watgang op dit traject wordt als meanderzone opgenomen in het profiel van vrije ruimte volgens de Legger en wordt weergegeven in de DO tekening in Bijlage B1. Dit houdt onder meer in dat de ligging en taludhellingen van het leggerprofiel kan variëren binnen deze zone (in x, y en z-richting) en dat de beek ruimte krijgt om zich te vormen.



Afbeelding 24. Locatie maatregelen in Bijloop – Traject 3.

In Afbeelding 25 is een principeprofiel weergegeven van het gewenste dwarsprofiel (maatregelen H, I en K). Hierin is zowel het bestaande profiel als het nieuwe profiel weergegeven.



Afbeelding 25. Principeprofiel DO voor Bijloop traject 3, met voorbeeld van uitwerking beekhout.

De aanpassingen zijn vanwege de volgende redenen voorzien:

- Het verhogen van de stroomsnelheden in Bijloop traject 3. Door het profiel te versmallen zal de gemiddelde stroomsnelheid verhogen. Door beekhout in te brengen zal de microvariatie in stroomsnelheid op dit traject ook gaan toenemen. Door het beekhout zal de stroomsnelheid lokaal (op de locaties met hout) op kunnen lopen tot boven de gewenste 0,2 m/s (minimum is 0,1 m/s, gewenst is >0,2 m/s). Tussen de beekhout locaties, waar minder versmalling van het profiel is, zal de stroomsnelheid lager zijn. In Bijlage B2 zijn de berekeningen hiervan terug te vinden. Om het ecologisch beekherstel te versnellen is verhang, het inbrengen van beekhout en fosfaatarm zand in de beek en oevers nodig. Het zand mag geen verontreinigingen en geen andere ongewenste stoffen bevatten. Verder blijft ingevallen hout dat de stroming niet blokkeert in de beek liggen. Dit is namelijk erg waardevol voor macrofauna dat profiteert van de (variatie aan) substraat en oevervegetatie in een stromende beek. In de beek zal erosie en sedimentatie plaatsvinden. Uit monitoring van deze morfologische processen zal blijken hoe erosie en sedimentatie verlopen. Met het inbrengen van extra beekhout of juist het verwijderen daarvan zal bijgestuurd worden, totdat de beek de gewenste evenwichtssituatie daarin heeft bereikt.
- Het verflauwen van de oevers zorgt voor een meer natuurlijke/flauwe overgang tussen land en water en creëert tevens het beeld van een doorstroommoeras. De oeververflauwing zorgt voor een gradiënt in het water, wat de ontwikkeling van flora ten goede komt en daarmee ook de ontwikkeling van watergebonden fauna.
- Het inbrengen van beekhout en het versmallen van het beekprofiel zorgt voor een grotere waterdiepte in Bijloop traject 3. Vanuit ecologisch oogpunt is dit gewenst (zie ook de abiotische kenmerken in paragraaf 1.5.1).
- Het uitbreiden van het doorstroommoeras door de bestaande leemput/laagtes te verbinden met de Bijloop (zie Afbeelding 27 voor een foto van de leemput).
- Het realiseren van de natuurdoeltypen in de Natte Natuurparel Vloeiweide langs de Bijloop. Het verhogen van de beekbodem (verontdiepen), het versmallen van het beekprofiel en het inbrengen van beekhout hebben onder andere een significante oppervlaktewaterstandsverhoging (>0,5 meter) als gevolg. Geohydrologische berekeningen (zie Bijlage B3) hebben laten zien dat dit langs de beek zorgt voor een grondwaterstand verhogend effect. Hiermee kunnen de natte natuurdoeltypen gerealiseerd worden die gewenst zijn in de Natte Natuurparel Vloeiweide (zie Bijlage B4). Uit monitoring moet blijken in hoeverre de voor de natuurbeheertypen gewenste grondwaterstanden bereikt worden. Het gaat naast monitoring van grondwaterstanden ook om monitoring van de vegetatieontwikkeling. Na evaluatie van de monitoringsresultaten kunnen de maatregelen aan de Bijloop worden bijgesteld, bijvoorbeeld door meer of minder houtpakketten aan te brengen.

Bijloop traject 3 biedt in tegenstelling tot trajecten 1 en 2 veel meer potentie om de gewenste abiotische kenmerken te benaderen (zie ook paragraaf 1.5.1 waar dieper ingegaan wordt op de gewenste abiotische kenmerken). Dit komt enerzijds door het stroomsnelheidsversterkende effect dat het verhang van traject 4 uitoefent op traject 3. Anderzijds komt dit door de gewenste vernatting van de Natte Natuurparel. Daarvoor is verhoging van oppervlakte-/grondwaterstanden nodig. Aangezien momenteel de Bijloop hier diep ingesneden ligt (zie Afbeelding 26), biedt dit de potentie om het dwarsprofiel van de beek significant aan te passen ten

behoefte van de gewenste abiotische kenmerken voor stroomsnelheid en waterdiepte. Deze aanpassingen zijn zo vormgegeven dat ze ook bijdragen aan de gewenste vernatting van de Natte Natuurparel.



Afbeelding 26. Foto van de huidige Bijloop traject 3.



Afbeelding 27. Foto van de leemput die verbonden gaat worden met de Bijloop (maatregel J.).

1.3.6 Traject 4

Traject 4 loopt van de gemeentegrens van Breda tot aan de Schoorbrug. Op dit traject zijn de volgende aanpassingen voorzien:

- L. Aanpassen van het beekprofiel middels versmallen van het profiel en oevers verflauwen.
- M. Herstellen historische loop door het verleggen van de Bijloop ter plaatse van de huidige scherpe bocht richting het noordwesten. Zie Afbeelding 28 voor een topografische kaart van de historische loop, naast een van de huidige loop. Dit herstel is inclusief het herstellen van de oude meander aan de noordoostzijde van de Bijloop. Benedenstrooms van deze oude herstellde meander zal de beekbodem weer aansluiten op de bestaande (huidige) beekbodemoogte. Het herstellen van de oude meander bestaat uit opschonen en verdiepen.
- N. Verhogen van de beekbodem, beginnende bij NAP +3,10 meter. Ter plaatse van de verlegging zakt de beekbodem verder richting de bestaande beekbodem (NAP+2,75 meter; zie ook Afbeelding 20).

- O. Bij de verlegging wordt de bestaande Bijloop gedempt. Aan de bovenstroomse zijde wordt een deel van de gedempte Bijloop omgevormd als greppel om de B-categorie watergang aan te laten sluiten op het nieuwe tracé (maatregel O.1). Ter plaatse van de noordoostelijke meander wordt de bestaande Bijloop dusdanig aangevuld dat natte laagtes ontstaan (moeras; maatregel O.2). Ter voorkoming van ongewenste erosie wordt in de scherpe bocht beekhout toegepast.
- P. Inbrengen van beekhout.
- Q. Aanleggen van een zandvang om te voorkomen dat benedenstrooms ongewenste bodemophogingen ontstaan als gevolg van het op trajecten 2, 3 en 4 ingebrachte zand.
- R. Ophogen duikers van B-watergangen die aansluiten op de Bijloop.
- S. Ter verbetering van de afwatering van de bestaande B-categorie watergang wordt deze tot halverwege het eigendom van derden opgeschoond.

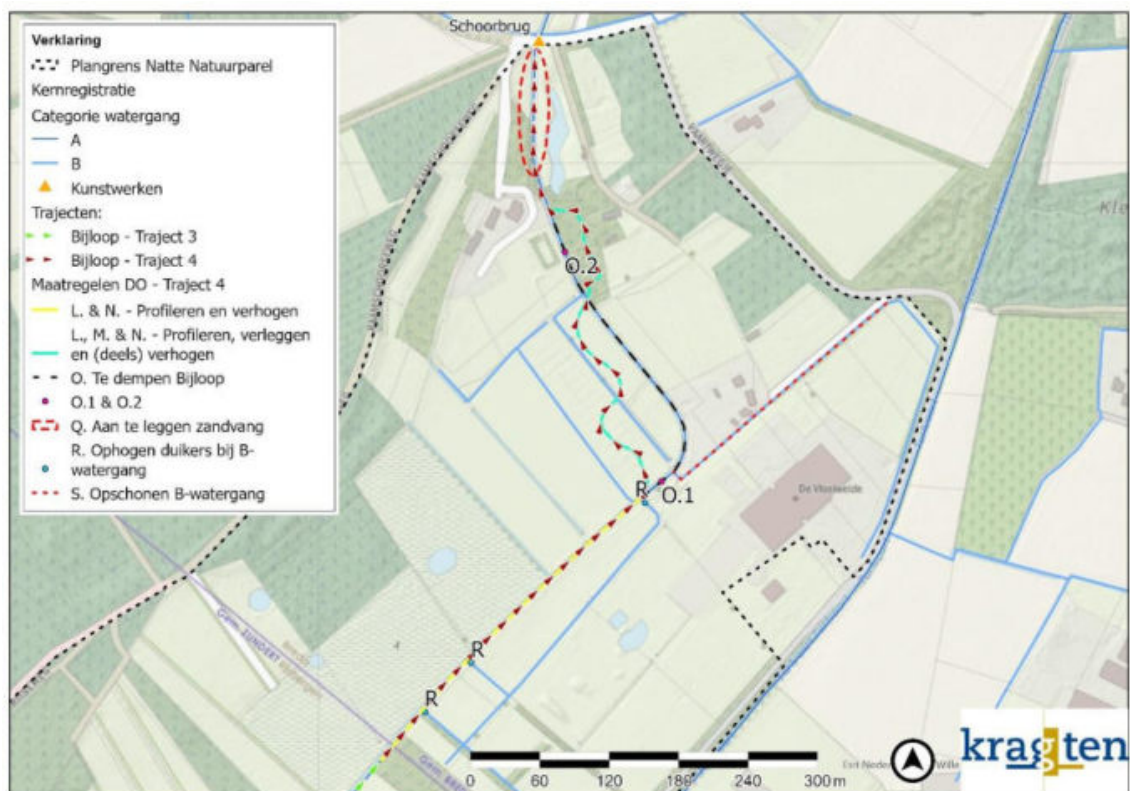


Afbeelding 28. Links een topokaart uit circa 1870 met daarop zichtbaar de historische loop. Rechts een topokaart uit 1960 waarop de huidige loop zichtbaar is.

In Afbeelding 29 zijn de locaties van de diverse maatregelen in traject 4 weergegeven. Voor de lokalisering van maatregel P wordt verwezen naar de DO tekeningen in Bijlage B1. De locaties van het beekhout zijn indicatief weergegeven en worden tijdens de uitvoering in het veld definitief bepaald.

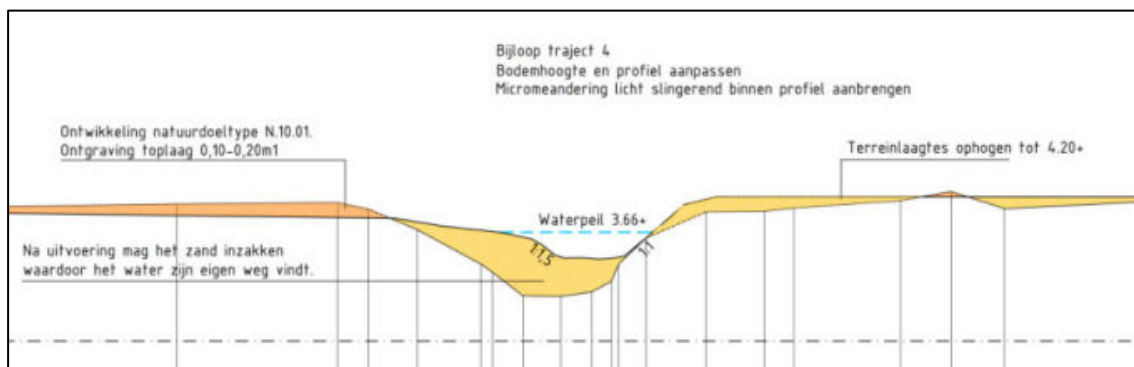
De a-watergang op dit traject wordt als meanderzone opgenomen in het profiel van vrije ruimte volgens de Legger en wordt weergegeven in de DO tekening in Bijlage B1. Dit houdt onder meer in dat de ligging en taludhellingen van het leggerprofiel kan variëren binnen deze zone (in x, y en z-richting) en dat de beek ruimte krijgt om zich te vormen.

Door het verhogen van de beekbodem komen drie bestaande duikers in de B-categorie watergangen te laag te liggen waardoor de afwatering belemmerd wordt. De drie duikers worden hoger gelegd zodat de afwatering van deze watergangen op de Bijloop gehandhaafd blijft na ophoging van de beekbodem.

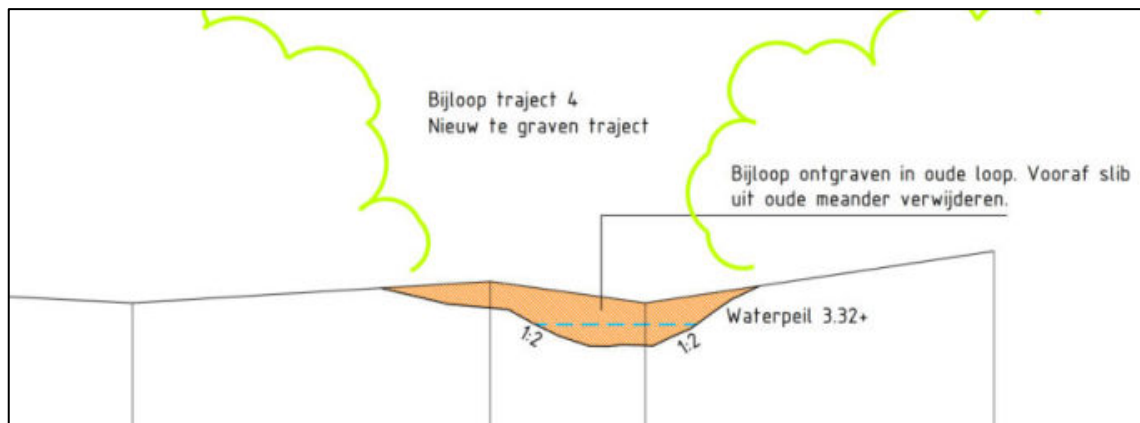


Afbeelding 29. Locatie maatregelen in Bijloop – Traject 4.

In Afbeelding 30 is het principeprofiel te zien van het dwarsprofiel van traject 4 tot aan de oude meander. In Afbeelding 31 is het principeprofiel te zien van het dwarsprofiel van de oude (gedempte) Bijloop.



Afbeelding 30. Principeprofiel DO voor Bijloop traject 4 (tot aan locatie waar oude meander hersteld wordt).



Afbeelding 31. Principeprofiel DO voor Bijloop traject 4 (ter plaatse van de te herstellen oude meander).

De aanpassingen zijn vanwege de volgende redenen voorzien:

- Net zoals bij traject 3 is het doel om ten behoeve van beekherstel onder andere de stroomsnelheid en de waterdiepte te vergroten. Hiervoor wordt op een gedeelte van dit traject het beekprofiel versmald en de bodem opgehoogd. Daarnaast zal ook door beekhout in te brengen zal de microvariatie in stroomsnelheid op dit traject ook gaan toenemen. Door het beekhout zal de stroomsnelheid lokaal (op de locaties met hout) op kunnen lopen tot boven de gewenste 0,2 m/s (minimum is 0,1 m/s, gewenst is >0,2 m/s). Tussen de beekhout locaties, waar minder versmalling van het profiel is, zal de stroomsnelheid lager zijn. In Bijlage B2 zijn de berekeningen hiervan terug te vinden. Om het ecologisch beekherstel te versnellen is verhang, het inbrengen van beekhout en fosfaatarm zand in de beek en oevers nodig. Het zand mag geen verontreinigingen en geen andere ongewenste stoffen bevatten. Verder blijft ingevallen hout dat geen overlast geeft de stroming niet blokkeert in de beek liggen. Dit is namelijk erg waardevol voor macrofauna dat profiteert van de (variatie aan) substraat en oevervegetatie in een stromende beek. In de beek zal erosie en sedimentatie plaatsvinden. Uit monitoring van deze morfologische processen zal blijken hoe erosie en sedimentatie verlopen. Met het inbrengen van extra beekhout of juist het verwijderen daarvan zal bijgestuurd worden, totdat de beek de gewenste evenwichtssituatie daarin heeft bereikt.
- Het verflauwen van de oevers zorgt voor een meer natuurlijke/flauwe overgang tussen land en water en creëert tevens het beeld van een doorstroommoeras.
- Het realiseren van de natuurdoeltypen voor de Natte Natuurparel langs de Bijloop. Net zoals bij traject 3 moet hiervoor de oppervlakte- en daarmee grondwaterstanden verhoogd worden. De kleinere afmetingen en hogere bodemhoogte van de nieuwe meander ten opzichte van de huidige Bijloop zorgt voor een grondwaterstandstijging in het aangrenzende natuurgebied. Uit monitoring moet blijken in hoeverre de voor de natuurbeheertypen gewenste grondwaterstanden bereikt worden. Het gaat naast monitoring van grondwaterstanden ook om monitoring van de vegetatieontwikkeling. Na evaluatie van de monitoringsresultaten kunnen de maatregelen aan de Bijloop worden bijgesteld, bijvoorbeeld door meer of minder houtpakketten aan te brengen.
- Op het tweede gedeelte van traject 4 wordt de historische loop (voor 1940) van de beek gevolgd met het graven van een nieuwe watergang. Door de oude diepere beek te dempen wordt de grondwaterstand verhoogd. Met het graven van de meander wordt het beektraject verlengd en kan de bodemhoogte van de nieuwe beek beter aangesloten worden op de bestaande bodemhoogte bij de brug aan het einde van het traject.

Het doel van de aanpassingen in traject 4 is dus gelijk aan dat van traject 3. Belangrijk verschil tussen deze twee trajecten is dat enerzijds in traject 4 de nieuwe (verhoogde) beekbodem weer zal moeten gaan aansluiten op de bestaande benedenstroomse beekbodem. Anderzijds is er in het tweede gedeelte van traject 4 sprake van een verlegging van de loop. Het grote verhang op dit gedeelte van traject 4 zorgt ervoor dat vooral de stroomsnelheden de gewenste abiotische kenmerken (zie Bijlage B2 en Hoofdstuk 1.5) voor de Bijloop goed zullen benaderen. De hogere stroomsnelheden zullen echter zorgen voor lagere waterdiepten, waardoor de diepte niet voldoet aan de wens.



Afbeelding 32. Foto van huidige Bijloop traject 4 (bovenstrooms van verlegging).

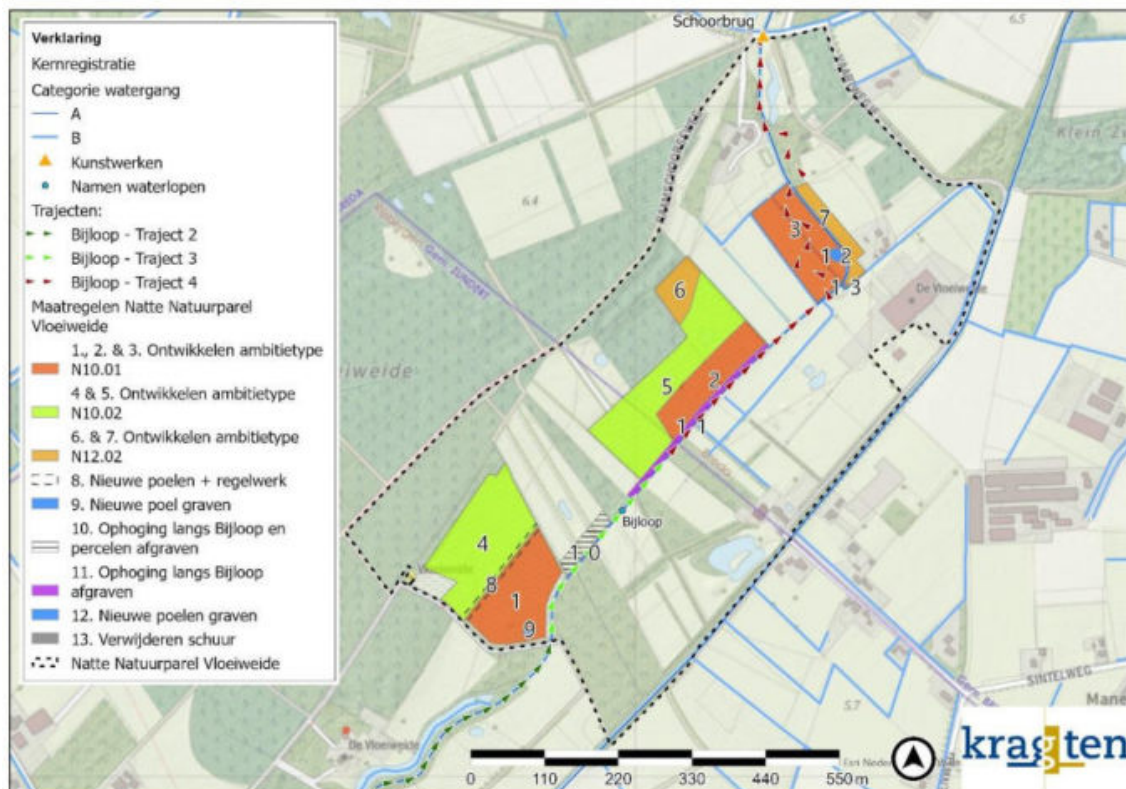
1.3.7 Inrichting Natuur Netwerk Brabant en herstel Natte Natuurparel

Het project voorziet in hydrologisch herstel van 45 hectare Natte Natuurparel. Concreet betreft dit het realiseren van grondwaterstanden die horen bij de natuur gelegen binnen de begrenzing van de Natte Natuurparel Vloeiweide (voor de begrenzing zie onder andere Afbeelding 13 en in Afbeelding 33). Dit herstel wordt enerzijds bevorderd door het verhogen van de grondwaterstanden door de drainerende werking van de Bijloop te beperken (met name traject 3 en 4). Anderzijds worden op een deel van die 45 ha nog inrichtingsmaatregelen genomen, bijvoorbeeld het verwijderen van de voedselrijke bovengrond. Het verwijderen van de voedselrijke bovengrond draagt ook bij aan het verbeteren van de kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater in het gebied. De Natte Natuurparel is na uitvoering van dit plan op basis van de huidige natuurbeheertypen volledig hydrologisch op orde.

Totaal wordt met dit plan ook ca. 8 ha natuur ingericht binnen de 45 ha Natte Natuurparel. Niet alle gronden zijn beschikbaar voor inrichting, waardoor er na uitvoering van dit plan nog een opgave van ca 38 ha aankoop en inrichting van het natuurnetwerk (NNB) resteert.

In het gebied (zie Afbeelding 31) zijn nu de volgende maatregelen ten behoeve van de inrichting van de NNB voorzien:

1. t/m 3: Realiseren van ambitietype N10.01 – Nat schraalland en bestaande afrastering bij nr. 3 verwijderen (onderdeel van de 8 ha natuurontwikkeling uitgevoerd door Brabants Landschap);
4. t/m 5: Realiseren van ambitietype N10.02 – Vochtig hooiland (onderdeel van de 8 ha natuurontwikkeling uitgevoerd door Brabants Landschap);
6. t/m 7: Realiseren van ambitietype N12.02 – Kruiden- en faunarijk grasland (onderdeel van de 8 ha natuurontwikkeling uitgevoerd door Brabants Landschap);
8. Nieuwe poelen integreren in bestaande greppel en regelwerk plaatsen;
9. Nieuwe poel graven;
10. Zowel ophoging langs Bijloop als bijbehorend perceel afgraven;
11. Ophoging langs de Bijloop afgraven;
12. Nieuwe poel graven;
13. Schuur verwijderen.



Afbeelding 33. Locatie maatregelen voor inrichting Natuurnetwerk (NNB) Vloeiweide.

Deze aanpassingen zijn vanwege de volgende redenen voorzien:

- Het realiseren van de ambitietypen N10.02 Vochtig hooiland en N12.02 Kruiden- en faunarijk grasland, zoals vastgesteld in de ambitietypenkaart van de Provincie Noord-Brabant. Realisatie wordt bereikt middels het jaarlijks maaien en afvoeren om het voedselarme karakter te behouden. Uit de geohydrologische berekeningen (Bijlage B3) en de daarop volgende Waterwijzer Natuur berekeningen (Bijlage B4) is gebleken dat deze ambitietypes hier gerealiseerd kunnen worden. Het verhogen van de waterstanden in de Bijloop draagt bij aan het mogelijk maken hiervan.
- Het opwaarderen van de lokale ambitie door type N10.01 Nat schraalland te realiseren. Uit de geohydrologische berekeningen (Bijlage B3) en de daarop volgende Waterwijzer Natuur berekeningen (Bijlage B4) is gebleken dat deze ambitietypes hier gerealiseerd kunnen worden. Met name de peilverhoging in de Bijloop, in combinatie met de afgraving van de toplaag, zorgt ervoor dat hier voldoende natte en voedselarme condities gecreëerd kunnen worden om dit type te realiseren. Het creëren van voedselarme condities is van belang omdat uit onderzoek⁶ blijkt dat op deze locaties de fosfaatconcentratie in de toplaag een belemmering kan zijn voor het gewenste natuurdoeltype.
- Het realiseren van extra poelen ten behoeve van het leefgebied van de kamsalamander. De nieuwe poelen dienen als stapstenen tussen de bestaande – op te schonen – poelen. Hierbij is het uitgangspunt dat de onderlinge afstand van dergelijke poelen circa 400 à 500 meter is.
- Ophogingen langs de Bijloop worden (beperkt) afgegraven zodat regenwater kan afstromen naar de Bijloop. Zo wordt voorkomen dat regenwater kan stagneren in het gebied en dat de natuur hoofdzakelijk wordt beïnvloed door het kwelwater (grondwater).
- Vanuit cultuurhistorisch oogpunt worden de bestaande greppelstructuren binnen de natuurterreinen gehandhaafd.

⁶ 'Bodem- en hydrochemisch onderzoek Natte Natuurparel Vloeiweide', B-Ware, 12-02-2021.

In Tabel 2 wordt nader in gegaan op de te ontwikkelen ambitietypen.

Tabel 2. Te ontwikkelen ambitietypen.

Nr.	Ambitietype	Oppervlak [m ²]	Kenmerken	Maatregelen
1	N10.01 – Nat Schraalland	13.700	* Kruiden- en zeggenrijk	*10 tot 30 cm afgraven om grondwater meer aan oppervlak te krijgen; * Bij afgraven wordt voedingsrijke top laag verwijderd; * Verondiepen greppels om drainerende werking tegen te gaan; * Behouden van laagten (ondiepe greppels) om (zuurder) regenwater oppervlakkig af te voeren; * Jaarlijks maaïen en afvoeren om voedselarme karakter te behouden; * Insteek verlagen zodat regenwater kan wegstromen.
2	N10.01 – Nat Schraalland	10.500	* Orchideeën (o.a. brede orchis)	
3	N10.01 – Nat Schraalland	11.900	* Dagvlinders (o.a. pimpernelblauwtje) * Grondwaterpeil: - winter op of rond maaiveld (0 – 25 cm -mv) - zomers alleen oppervlakkige uitdroging (circa 30 cm – maaiveld) * Voedingsarme bodem	
4	N10.02 – Vochtig hooiland	18.400	* Bloemrijke graslanden (o.a. ratelaar, weidekervel, boteren/of dotterbloem)	* Jaarlijks maaïen en afvoeren om voedselarme karakter te behouden; * Geen afgraving omdat de omstandigheden anders te nat worden, en omdat het risico bestaat dat de huidige gunstige grondwatersituatie verstoord wordt; * Insteek verlagen zodat regenwater kan wegstromen.
5	N10.02 – Vochtig hooiland	21.000	* Diverse insecten (o.a. pimpernelblauwtje, moerassprinkhaan) * Diverse vogels (o.a. paapje) * Grondwaterpeil: - gemiddeld waterpeil van 20-30 cm – mv - zomers alleen korte tijd dieper * Voedingsarme bodem	
6	N12.02 – Kruiden- en faunarijk	3.700	* Grasachtigen zijn dominant (kamgras, witbolgras)	* Jaarlijks maaïen en afvoeren om voedselarme karakter te creëren en te behouden.
7	N12.02 – Kruiden- en faunarijk	1.800	* Kruiden en mossen beslaan circa 20% van het oppervlak * Grondwaterpeil: gradiënt in grondwater zorgt voor variatie. Ambitietype gedijt bij zowel nattere als drogere omstandigheden. Mag niet langdurig overstroomd zijn in winter en voorjaar. * Voedingsarme bodem	

1.4 Wijze waarop het werk zal worden uitgevoerd

De inrichting van de Bijloop en de Natte Natuurparel Vloeiweide start na de vaststelling van dit projectplan door het algemeen bestuur van Waterschap Brabantse Delta en wanneer alle benodigde vergunningen en toestemmingen zijn verkregen.

De werkzaamheden ten behoeve van dit project worden op een natuurtechnische wijze uitgevoerd. Bij de aanleg wordt gangbaar materieel ingezet, waar nodig met toepassing van rijplaten en/of dragline schotten om structuurbederf van de (vochtige) bodem te voorkomen. Aan- en afvoer van materieel, materialen en grond vindt plaats over eigendom van het waterschap, Brabants Landschap, gemeente Breda en Zundert en eigendom van aangrenzende eigenaren.

Tijdens de aanleg van beekhout wordt stuw Hellegat tijdelijk omhoog gezet. Zo wordt de beek plaatselijk tijdelijk droog gezet om de werkzaamheden uit te kunnen voeren. Op deze manier kan het materieel en personeel in de beek staan om werkzaamheden in de beekloop, zoals het aanbrengen van beekhout, veilig uit te kunnen voeren. Voor het droogzetten zijn tijdelijke voorzieningen nodig om de Bijloop af te dammen en met een pomp droog te zetten.

Voorafgaand aan de werkzaamheden wordt de start kenbaar gemaakt aan de streek. Dit wordt (naar verwachting) gedaan middels de verspreiding van nieuwsbrieven en een informatiebijeenkomst.

1.4.1 Archeologie

Binnen het projectgebied is in oktober 2019 een archeologisch bureauonderzoek uitgevoerd, zie Bijlage B6. Archeologische resten worden verwacht en derhalve bedreigd. Vervolgonderzoek wordt noodzakelijk geacht in de vorm van Archeologische Begeleiding tijdens de uitvoering van de maatregelen.

Ten behoeve van een Archeologische Begeleiding dient een Programma van Eisen (PvE) te worden opgesteld dat voorafgaand aan de uitvoering van het onderzoek moet zijn goedgekeurd door de Gemeente Breda en de Gemeente Zundert.

1.4.2 Explosieven

Binnen de gemeente Zundert en Breda is er een vooronderzoek uitgevoerd naar de aanwezigheid van explosieven in het projectgebied, zie Bijlage B7. Middels het literatuur- en archiefonderzoek en de luchtfoto-interpretatie zijn er binnen het onderzoeksgebied indicaties achterhaald voor de aanwezigheid van conventionele explosieven.

Het onderzoeksgebied is derhalve verdacht op het aantreffen van conventionele explosieven. Aanvullend onderzoek middels een projectgebonden risico analyse en detectie met benadering van verdachte objecten zal plaatsvinden in kwartaal 2 en 3 van 2022.

1.4.3 Bodem

Er is een vooronderzoek uitgevoerd naar de (water)bodem in het projectgebied, zie Bijlage B10. Uit het vooronderzoek komt naar voren dat de bodem binnen de onderzoekslocatie naar verwachting niet verontreinigd is en voldoet aan de kwaliteitsklasse voor landbouw/natuur zoals aangegeven op de bodemkwaliteitskaarten van de betrokken gemeentes.

Binnen de gemeenten Breda en Zundert is het mogelijk om grond te ontgraven en elders in de gemeente toe te passen op basis van de bodemkwaliteitskaart, mits uit vooronderzoek conform de NEN5725 blijkt dat eenzelfde kwaliteit te verwachten is. Een verkennend bodemonderzoek is op dat moment niet meer nodig. Ditzelfde geldt sinds kort (oktober 2020) ook voor PFAS (mits de bodemkwaliteitskaart PFAS en bijbehorende nota zijn vastgesteld door de betreffende gemeentes). Gezien de resultaten van het vooronderzoek is het voor de landbodem niet strikt noodzakelijk om een verkennend bodemonderzoek conform de NEN5740 uit te voeren.

Het is mogelijk dat de ontvanger van de grond andere eisen stelt aan de toe te passen dan wel in te nemen grond. In dat geval kan een verkennend bodemonderzoek of een partijkeuring noodzakelijk zijn. Vooralsnog wordt dit niet voorzien.

In het kader van het bestek kan het wenselijk zijn om meer informatie te hebben over de opbouw van de bodem en de kwaliteit van de verschillende grondsoorten (klei, veen, zand). Dit inzicht kan verkregen worden door het uitvoeren van een verkennend bodemonderzoek.

Voormalige stort

Er is een voormalige stort gelegen binnen het projectgebied (zie Afbeelding 34). Uit de beschikbare informatie is niet bekend wat de aard van de stort was, hoe deze is gesaneerd en of er nog een restverontreiniging is achtergebleven in de bodem (al dan niet onder een leeflaag). Aangezien hier geen grondroerende werkzaamheden voorzien zijn, is op deze locatie geen verkennend bodemonderzoek (conform NEN 5740) nodig.



Afbeelding 34. Locatie van voormalige stort in het projectgebied.

Waterbodem

De bodemkwaliteitskaart is niet toepasbaar als bewijsmiddel van de kwaliteit van een waterbodem. Voor het ontgraven en toepassen van de waterbodem is derhalve een verkennend waterbodemonderzoek conform de NEN5720 noodzakelijk, inclusief PFAS.

Asbest

Uit het vooronderzoek zijn geen aanwijzingen naar voren gekomen voor asbestverdachte materialen binnen de onderzoekslocatie. Zowel voor landbodem als waterbodem wordt asbestonderzoek daarom niet noodzakelijk geacht. In het gebied zijn vijf duikers met dammen aanwezig die mogelijk zijn aangelegd met puinhoudende grond. Derhalve zijn dit verdachte locaties, zowel milieuhygiënisch als voor asbest. Deze locatie wordt vergraven waardoor milieuhygiënisch bodemonderzoek en verkennend asbestonderzoek (conform NEN5707) noodzakelijk.

De hierboven genoemde onderzoeken worden in kwartaal 2 van 2022 uitgevoerd.

1.4.4 Flora en fauna

Voor dit project is een verkennend flora en faunaonderzoek en aanvullend soortenonderzoek uitgevoerd, zie Bijlage B9. In Tabel 3 zijn alle soorten opgenomen die uit het verkennend onderzoek naar voren zijn gekomen en waar aanvullend onderzoek en/of aanvullende maatregelen voor getroffen dienen te worden. Op basis van de conclusies van het verkennend onderzoek is een soortenonderzoek uitgevoerd. In Tabel 4 zijn alle soorten opgenomen waarnaar onderzoek is uitgevoerd.

Tabel 3. Samenvattende tabel verkennend flora en fauna onderzoek.

Soortgroep	Effect	Vervolgstappen/maatregelen
Algemeen voorkomende broedvogels	Doden of verwonden van vogels en/of het vernielen van eieren of nesten	Rekening houden met het broedseizoen
Kleine marterachtigen en steenmarter	Deze soorten hebben mogelijk verblijfplaatsen en/of foerageergebied binnen het onderzoeksgebied. De ingreep kan een tijdelijk effect hebben op deze soorten doordat holen en nesten worden vernield.	Aanvragen ontheffing Wet natuurbescherming
Algemeen voorkomende amfibie-, zoogdier- en vissoorten	De werkzaamheden hebben mogelijk een (tijdelijk) negatief effect op aanwezige algemeen voorkomende amfibie-, zoogdier- en vissoorten en leefgebied van deze soorten	Inachtneming van de zorgplicht (artikel 1.11)
Alpenwatersalamander en vinpootsalamander	De ingreep kan leiden tot het doden, verwonden en verstoren van exemplaren van deze soorten, en tot het (tijdelijk) verdwijnen van leefgebied van deze soorten	Soortgericht onderzoek naar het voorkomen van deze soorten
Heikikker, kamsalamander, poelkikker en rugstreeppad	De ingreep kan leiden tot het doden, verwonden en verstoren van exemplaren van deze soorten, en tot het (tijdelijk) verdwijnen van leefgebied van deze soorten	Soortgericht onderzoek naar het voorkomen van deze soorten
Rugstreeppad	Voorkomen vestiging soort	Tijdens de werkzaamheden vorming van plassen en insporing voorkomen Soortgericht onderzoek naar het voorkomen van deze soort
Hazelworm en levendbarende hagedis	De ingreep kan leiden tot het doden, verwonden en verstoren van exemplaren van deze soorten, en tot het (tijdelijk) verdwijnen van leefgebied van deze soorten	Werken volgens de gedragscode van de Unie van Waterschappen Soortgericht onderzoek naar het voorkomen van hazelworm
Gebiedsbescherming	Effect	Vervolg
Natura 2000-gebieden	Geen	-
Natuurnetwerk Brabant	Geen	-
Houtopstanden	Geen (er worden geen bomen gekapt)	-

Tabel 4. Samenvattende tabel soortgerichte onderzoeken fauna.

Soort(groep)	Effect	Vervolgstappen/maatregelen
--------------	--------	----------------------------

Alpenwatersalamander	Aantasting voortplantingswateren en landhabitat	Aanvragen ontheffing Wet natuurbescherming
Poelkikker	Geen	Geen
Heikikker	Geen	Geen
Rugstreeppad	Geen	Geen
Kamsalamander	Aantasting voortplantingswateren en landhabitat	Aanvragen ontheffing Wet natuurbescherming
Vinpootsalamander	Aantasting voortplantingswateren en landhabitat	Aanvragen ontheffing Wet natuurbescherming
Hazelworm	Geen	Geen

Ecologisch werkprotocol

Het ecologisch werkprotocol geeft een beschrijving van alle acties en maatregelen die uitgevoerd moeten worden, zodat voorkomen wordt dat verbodsbepalingen in de Wet Natuurbescherming worden overtreden. Daarbij wordt aangegeven hoe de zorgplicht moet worden nageleefd.

In het ecologisch werkprotocol dient tevens rekening gehouden te worden met maatregelen voor voorkomende soorten binnen het projectgebied die waterschap Brabantse Delta heeft aangewezen als aandachtsoorten.

Ontheffing Wet natuurbescherming kamsalamander

Voor de vinpootsalamander, alpenwatersalamander, kamsalamander en kleine marterachtigen wordt in het tweede kwartaal van 2022 de ontheffing Wet natuurbescherming aangevraagd.

1.4.5 Kabels en leidingen

Uit de KLIC-oriëntatiemelding komt naar voren dat er een gasleiding en een zinker in het projectgebied aanwezig zijn. Bij de nutsbedrijven zijn de voorwaarden aangevraagd en verwerkt in het ontwerp. Er vinden binnen een straal van minimaal 10 meter uit de gasleiding en zinker geen werkzaamheden plaats.

1.5 Effecten van het plan

In dit hoofdstuk wordt aangegeven welke positieve en negatieve effecten te verwachten zijn van dit project na realisatie. Daarbij wordt ook aangegeven of het noodzakelijk is dat mitigerende en/of compenserende maatregelen getroffen worden om negatieve effecten te voorkomen of te compenseren. De mogelijke effecten gedurende de aanlegwerkzaamheden worden in het volgende hoofdstuk beschouwd.

1.5.1 Abiotische kenmerken voor KRW type R19

Door Waterschap Brabantse Delta zijn abiotische kenmerken opgesteld op basis van KRW-type R19 'Doorstroommoeras'. Het beekherstel van de Bijloop moet hieraan zo goed mogelijk gaan voldoen. Deze abiotische kenmerken zijn hieronder weergegeven. In *Tabel 5* wordt vervolgens per traject aangegeven of het DO van de Bijloop hier aan kan voldoen.

Abiotische kenmerken:

- A. Stroomsnelheid:
 - Minimaal tussen 10-70 cm/s;
 - Bij voorkeur tussen 20-50 cm/s;
 - Per afvoertrap:
 - Zomer: > 10 cm/s;
 - Winter/voorjaarsafvoer: 20-50 cm/s;
 - Maatgevend: < 70 cm/s.
- B. Waterdiepte:
 - Winter (vanaf diepste punt dwarsprofiel): minimaal 0,4 m, bij voorkeur 0,5 m;
 - Zomer: 0,3 m.
- C. Bodembreedte:
 - De waterloop heeft een breedte tussen de 0 en 3 meter.

1.5.2 Oppervlaktewater

De berekeningen voor de oppervlaktewater situatie zijn terug te vinden in Bijlage B2. Deze hydrologische modellering en de in het rapport opgenomen resultaten zijn bruikbaar voor het plangebied en de directe omgeving. Het gebied langs de Bijloop benedenstrooms tot aan de A16 is opgenomen in het model. Echter, het model is niet gekalibreerd op de waterstanden gemeten op dat traject. De betrouwbaarheid van de resultaten op dat traject is daarom beperkt. Om deze onbetrouwbaarheid te omzeilen, zal in de nabijheid van de A16 in de Bijloop een meetpunt geplaatst worden dat de oppervlaktewaterstand zal meten. Op basis daarvan zullen de stuw Hellegat en de stuwen Bredaseweg en Het Laag aangestuurd gaan worden (zie paragraaf 1.3.2). Het is een effectieve maatregel omdat stuw Hellegat veel invloed heeft op de afvoer in – en daarmee de waterstanden van – de Bijloop. Hiermee kan dus voorkomen worden dat benedenstrooms van het plangebied door de inrichtingsmaatregelen extra wateroverlast ontstaat. Daarbij is het een systeem dat makkelijk bij te sturen is op het moment dat uit monitoring van de effecten van de maatregelen blijkt dat aanpassen noodzakelijk is.

1.5.2.1 Positief

- De ingrepen aan de beek laten de trajecten 1 tot en met 4 beter voldoen aan de gewenste abiotische kenmerken, zoals vastgesteld door het waterschap, zie daarvoor ook *Tabel 5*. Hoe groot de afvoer is in de zomer is niet bekend. Het toepassen van beekhout zorgt plaatselijk voor stroomsnelheden die aan de abiotische kenmerken voldoen of deze benaderen.
- Uit de theoretische NBW-toetsing (voor een situatie die eens in de tien jaar voorkomt; T10) blijkt dat er sprake is van een afname van inundatie in de Vloeiweide. Dit valt te verklaren omdat door de opstuwung in de Bijloop (als gevolg van beekhout, extensief beheer, profiel versmalling en bodemophoging) bij hoge afvoersituaties meer water richting de Aa of Weerij gaat stromen via Aftakking Bijloop. Deze kleine toename in afvoer leidt bij de Aa of Weerij niet tot extra inundatie (de afvoercapaciteit van de watergang is daar groot genoeg). De ingreep voldoet daarmee aan de NBW-normering van een T10. Zie Afbeelding 35 en Afbeelding 36 voor een verschil kaart (toe- of afname van inundatie ten opzichte van referentiesituatie). Een negatieve waarde betekent dat de mate aan inundatie afneemt. Voor de theoretische NBW-toetsing wordt uitgegaan van een volledig gestreken stuw Hellegat (uniforme aanpak binnen het waterschap, alle stuwen staan bij die rekenkundige toetsing volledig gestreken). Echter, in de praktijk staat in die afvoersituatie stuw Hellegat volledig

opgetrokken. Dit betekent dus dat in de huidige situatie bij hoge afvoeren al het water naar de Aa of Weerijs wordt geleid. Dit zal ook het geval zijn na realisatie van het project. Er is dan ook geen sprake van afwentelen van wateroverlast richting de Aa of Weerijs. Omdat er geen aanpassingen voorzien zijn aan de stuwhoogtes van stuw Hellegat en stuwen Bredaseweg en Het Laag bij deze grote afvoeren, worden er geen effecten verwacht op de benedenstroomse situatie langs de Bijloop.

- Er is ook een T100 berekening uitgevoerd met klimaatopslag (zie Bijlage B2). Uit deze berekeningen blijkt dat net zoals bij de T10 sprake is van een afname in inundatie ter plaatse van de Vloeiweide. De theoretische berekeningen geven aan dat in de nabijheid van Breda op één locatie, die in de legger opgenomen is als waterbergingsgebied en waar dus geen bebouwing staat, de inundatie met 5 centimeter toeneemt ten gevolge van het veranderende verloop (translatie) van de verschillende golven die vanuit verschillende hoeken door het watersysteem stromen. Omdat er in praktijk geen aanpassingen voorzien zijn aan de stuwhoogtes van stuw Hellegat en stuwen Bredaseweg en Het Laag bij deze grote afvoeren en de afvoer door de Bijloop in deze situaties niet toeneemt, worden er in praktijk geen effecten verwacht op de benedenstroomse situatie en vindt er ook geen afwenteling plaats in de richting van de Aa of Weerijs.
- De waterconservering in droge tijden voor natuur en landbouw wordt binnen dit project bevorderd met behulp van beekhoutbeek in en verhoging van de bodem van de Bijloop. Dit betreft een klimaat robuuste maatregel, waardoor ook in droge perioden meer water beschikbaar zal zijn voor landbouw en natuur.

Tabel 5. Toetsing van het DO aan de abiotische kenmerken voor de beek, per traject (groen = voldoet, geel = voldoet deels, blauw=voldoet niet, maar verbetering, grijs = onbekend).

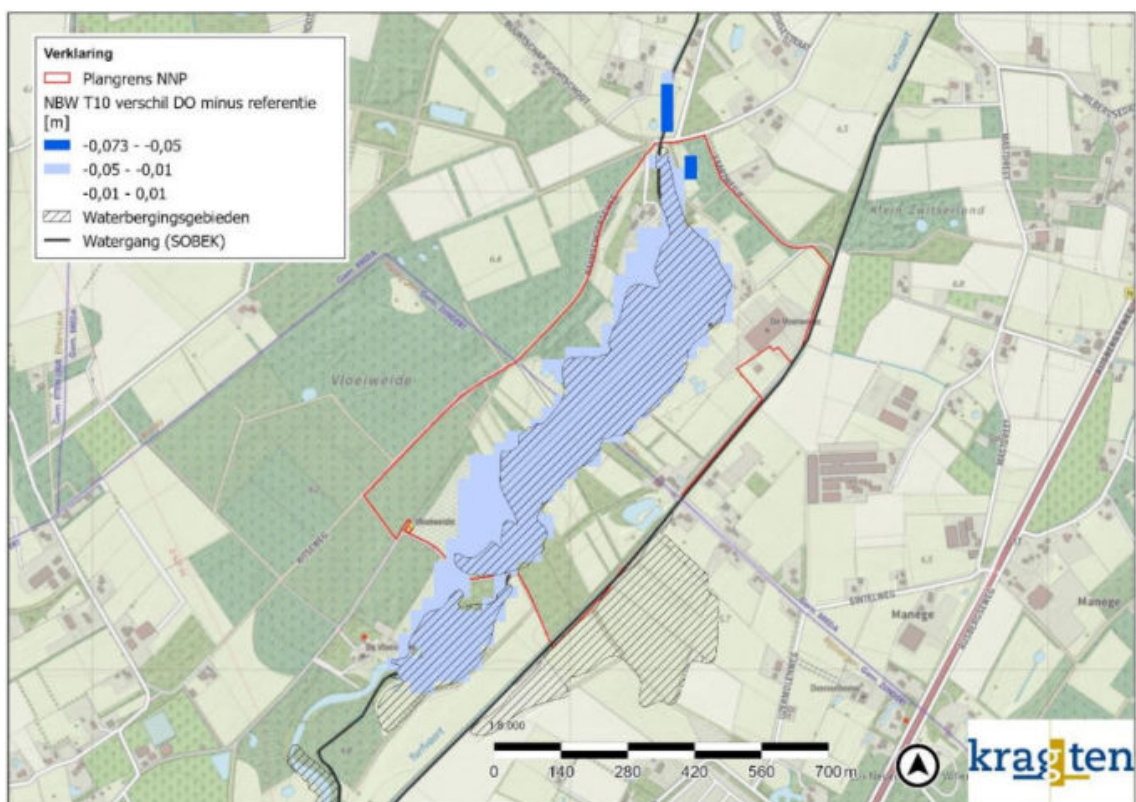
	Traject 1	Traject 2	Traject 3	Traject 4
Stroomsnelheid Minimum: > 0,1 m/s Gewenst: 0,2 – 0,5 m/s Maximaal: 0,7 m/s	Winter: Stroomsnelheid is 0,17 m/s bij beekhout en 0,05 m/s tussen het beekhout. Voldoet alleen bij beekhout aan minimum abiotische kenmerk (>0,1 m/s).	Winter: Stroomsnelheid is 0,17 m/s bij beekhout en 0,06 m/s tussen het beekhout. Voldoet alleen bij beekhout aan minimum abiotische kenmerk (>0,1 m/s).	Winter: Stroomsnelheid is minimaal 0,21 m/s bij het van beekhout en 0,12 m/s tussen het beekhout. Voldoet deels aan gewenste stroomsnelheid (tussen 0,2 en 0,5 m/s) en deels aan het minimum (>0,1 m/s).	Winter: Stroomsnelheid is minimaal 0,21 m/s bij het van beekhout en 0,17 m/s tussen het beekhout. Voldoet deels aan gewenste stroomsnelheid (tussen 0,2 en 0,5 m/s) en deels aan het minimum (>0,1 m/s).
	Zomer: Onbekend*, maar stroomsnelheid lager dan in de winter.	Zomer: Onbekend* maar stroomsnelheid lager dan in de winter.	Zomer: Onbekend*, maar stroomsnelheid lager dan in de winter.	Zomer: Onbekend*, maar stroomsnelheid lager dan in de winter.
Waterdiepte Winter: minimaal 0,4 m en gewenst 0,5 m Zomer: gewenst 0,3 m	Winter: 0,5 meter. Voldoet aan gewenste diepte 0,5 meter.	Winter: 0,4 tot 0,5 meter. Voldoet aan minimale 0,4 meter en gewenste 0,5 meter.	Winter: 0,6 meter. Voldoet aan gewenste 0,5 meter.	Winter: 0,5 meter bij vlakke delen en 0,2 meter bij deel met verhang (verlegde deel Bijloop). Voldoet bij vlakke delen (0,5 meter = gewenste 0,5 meter) en voldoet niet bij verlegde deel met groter verhang (zakt tot een minimum van 0,2 meter).
	Zomer: Onbekend**.	Zomer: Onbekend**.	Zomer: Onbekend**.	Zomer: Onbekend**.
Bodembreedte tussen 0 en 3 m	Bodembreedte is 1,5 tot 2 meter. Voldoet.	Bodembreedte is 2 tot 3 meter. Voldoet.	Bodembreedte zomerbakje is 1,5. Bodembreedte winterbakje is 1,5 tot 2 meter. Voldoet.	Bodembreedte zomerbakje is 1,5. Bodembreedte winterbakje is 1,5 tot 2 meter. Voldoet.

* Rekenvoorbeeld in paragraaf 4.3.3 van Bijlage B2 voor de zomersituatie met beekhout laat zien dat dit een significante verbetering oplevert.

** Hoewel naar verwachting de afvoer in de zomer laag is, zal het extensieve beheer en onderhoud ervoor zorgen dat de ruwheid van de beek hoog is. Door deze ruwheid is de verwachting dat er nog een waterdiepte van 10 à 15 centimeter zal ontstaan.



Afbeelding 35. Verschil kaart van inundatie bij een T10 waarbij de referentiesituatie van de nieuwe situatie (DO) is afgetrokken.



Afbeelding 36. Verschil kaart van inundatie (rondom Natte Natuurparel Vloeiweide) bij een T10 waarbij de referentiesituatie van de nieuwe situatie (DO) is afgetrokken.

1.5.2.2 Negatief

- B3B4De abiotische kernmerken worden voor de Bijloop niet volledig behaald. Om deze wel te kunnen behalen zijn ingrepen buiten het projectgebied noodzakelijk, bijvoorbeeld het uitvoeren van beekherstel benedenstrooms van het projectgebied en het bovenstrooms meer vasthouden van water. Herstel op systeemniveau is noodzakelijk om de KRW doelen voor de Bijloop volledig te kunnen behalen.

1.5.3 Grondwater

De resultaten van het geohydrologisch onderzoek staan in Bijlage B3. In het geohydrologisch onderzoek zijn voor het plangebied puur kwantitatief de veranderingen in grondwaterstanden onderzocht. De consequenties van deze wijzigingen zijn berekend met de Waterwijzer Landbouw en Waterwijzer Natuur. De toelichting op deze berekeningen is opgenomen in Bijlage B4.

De met het oppervlaktewater model berekende resultaten zijn gebruikt om de wijzigingen in grondwaterstanden te berekenen. Omdat de resultaten van de oppervlaktewater berekeningen alleen bruikbaar zijn voor het plangebied, zijn de resultaten van de berekende grondwaterstanden ook alleen bruikbaar voor het plangebied en de directe omgeving daarvan. (Zie ook paragraaf 1.5.2). Dit is geen probleem, omdat in de nabijheid van de A16 een meetpunt geplaatst wordt, op basis waarvan de stuw Hellegat en de stuwen Bredaseweg en Het Laag aangestuurd gaan worden (zie paragraaf 1.3.2). Het is een effectieve maatregel, waarmee voorkomen kan worden dat benedenstrooms van het plangebied door de inrichtingsmaatregelen extra (grond)wateroverlast ontstaat. Daarbij is het een systeem dat makkelijk bij te sturen is op het moment dat uit monitoring van de effecten van de maatregelen blijkt dat aanpassen noodzakelijk is.

1.5.3.1 Positief

- Het dempen van de huidige afwateringssloot van landbouwgebied Hellegat zorgt ervoor dat minder kwel zal worden afgevoerd, wat gunstig is voor de kwelafhankelijke natuur. De aanleg van een vervangende afwateringssloot en het plaatsen van een gemaal zorgt enerzijds ervoor dat het landbouwgebied gewoon kan blijven afwateren en anderzijds dat de impact van de afwateringssloot op de omgeving geminimaliseerd wordt (aangezien deze langs een al bestaande waterloop – de Bijloop – komt te liggen).
- Als gevolg van de peil- en bodemverhoging neemt de drainerende (verdrogende) werking van de Bijloop af. Dit is gunstig voor de omliggende kwelafhankelijke natuur, minder kwel wordt dan namelijk afgevoerd via de Bijloop. In Afbeelding 37 is het verschil te zien in de hoeveelheid uit de bodem tredend grondwater tussen DO en referentiesituatie.
- De Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand (GHG), Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) en Gemiddelde Voorjaarsgrondwaterstand (GVG) in het projectgebied hoger. Voor de natuurontwikkeling is onder andere de GVG van belang. Deze is getoond in Afbeelding 38.
 - GHG: de GHG wordt rondom stuw Hellegat tot circa 0,5 meter hoger. Langs de Bijloop in de Vloeiweide is ook sprake van grondwaterstandsverhoging bij de GHG (circa 0,5 meter). Deze grondwaterstandsverhoging werkt vanaf de beek niet ver door in zijdelingse richting en hoe verder vanaf de beek hoe kleiner het effect. Het effect is tot ca. 30 meter vanaf de beek zichtbaar en verloopt dus van een halve meter stijging bij de beek tot nul stijging op dertig meter afstand van de beek.
 - GVG: de GVG stijgt direct langs de Bijloop met 0,25 tot 0,5 meter (zie ook Afbeelding 38). De grondwaterstandsverhoging werkt in zijdelingse richting verder door in de Vloeiweide (tot circa 30 à 50 meter van de Bijloop af) dan bij de GHG.
 - GLG: de GLG verschillen zijn het kleinste. Ook hier is sprake van een verhoging die zich met name rondom stuw Hellegat en rondom de Natte Natuurparel concentreert. Er is sprake van een verhoging tot 0,25 meter. Ten opzichte van de GVG en GHG werken de effecten van de GLG zich in zijdelingse richting het verst door in de omgeving (straal van 100 tot 300 meter).
- Middels de Waterwijzer Natuur is gekeken wat het effect van de grondwaterverhoging is op de te ontwikkelen natuurdoeltypen (zie paragraaf 1.5.4.1 en Tabel 6). Hoewel in alle bereiken⁷ de situatie voor het grondwater zich verbetert, is het meest uitgesproken effect te zien bij de GVG situatie. Voor alle te ontwikkelen natuurdoeltypen zal het grondwaterregime zich verbeteren. Het afgraven van de

⁷ Met "bereiken" wordt in deze bedoeld: Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand, Gemiddeld Laagste Grondwaterstand, Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstand, kwelflux en droogtestress.

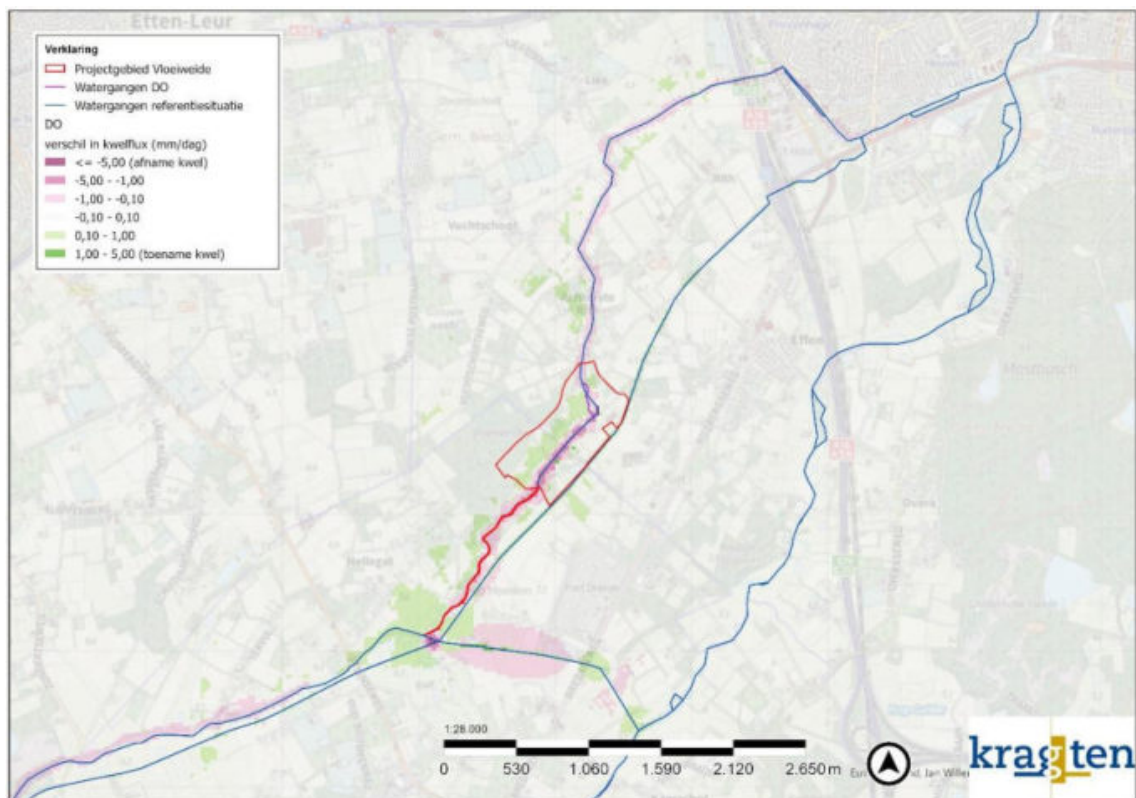
percelen 1, 2 en 3 (zie Tabel 6) vanwege de voedselrijksom van de bovenlaag zal ertoe leiden dat de grondwatersituatie voor het natuurdoeltype N10.01 Nat schraalland goed aansluit bij de voor dit natuurtype gewenste grondwaterstanden. Maaiveldverlaging en grondwaterstandsverhoging sluiten mooi op elkaar aan. Vanwege de hoge ambitie horend bij N10.01 zal dit perceel extra aandacht krijgen bij de monitoring van waterstanden na de uitvoering van het voorliggend plan.

- Na uitvoering van dit plan resteert geen opgave meer voor het hydrologisch herstel van de 45 ha Natte Natuurparel Vloeiweide. De GVG en GLG voldoen voor de van toepassing zijnde natuurbeheertypen. Uit van toepassing zijnde monitoring moet blijken of de berekende grondwaterstanden ook daadwerkelijk bereikt worden.
- Voor de bebouwing in het projectgebied is er geen sprake van significant veranderende drooglegging. Bij de bebouwing ter hoogte van Hellegatsweg 4 is in de huidige situatie een GHG van overwegend 0,50 m-mv of ondieper berekend. Ter plaatse van de beek is de drooglegging maximaal 1 m-mv. Dit verandert na uitvoering van de werkzaamheden niet; de GHG stijgt maximaal 10 cm en dan alleen direct langs de beek. In GLG-situatie ligt de drooglegging om en nabij de beek tussen 1 en 2 m-mv. Direct langs de beek is dit tussen 0,5 en 1 m-mv. Ook dit blijft na uitvoering gelijk, in de GLG-situatie zijn er geen effecten berekend nabij Hellegatsweg 4.

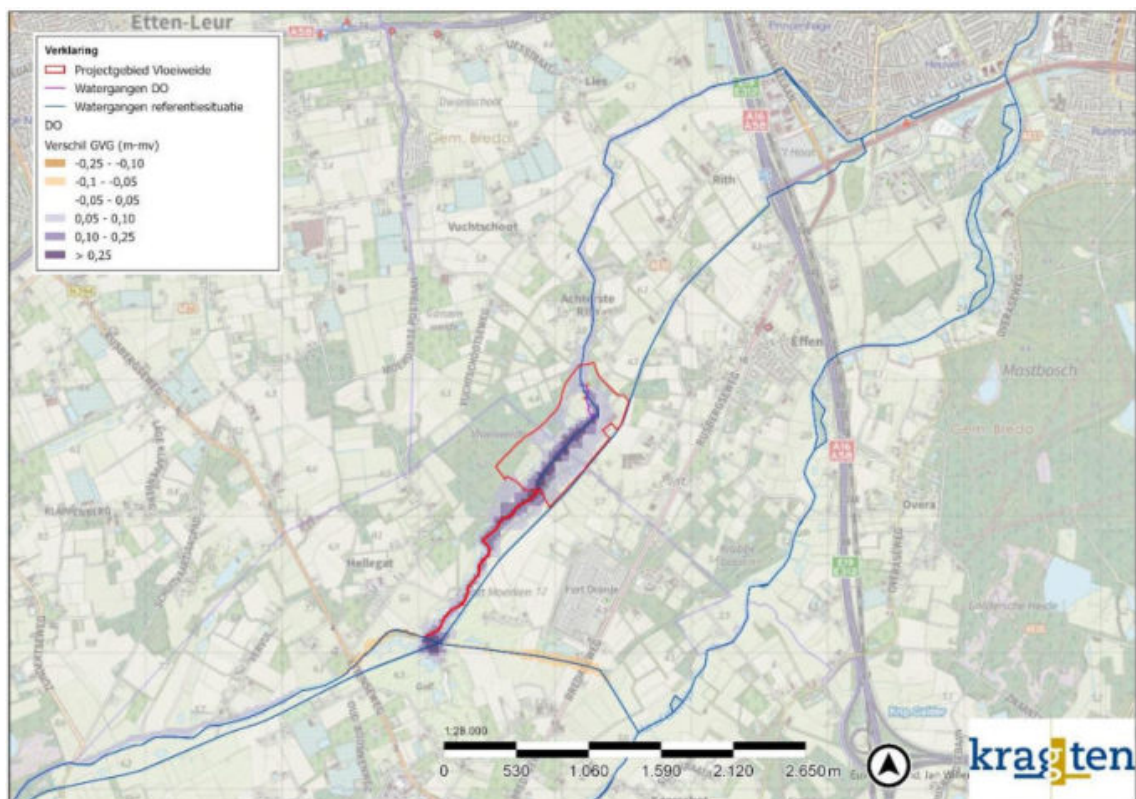
De bebouwing aan de Sintelweg ligt in een gebied waarin de GHG volgens het model in de huidige situatie sterk varieert. Delen van het gebied hebben slechts een drooglegging van 25 cm, op andere delen ligt de GHG tussen 1 en 2 m-mv. Direct langs de beek is de drooglegging 0,5 - 1 mv. In de GHG-situatie treedt er enige vernatting op, direct ter plaatse van de beek kan de GHG 0,25 m stijgen. Direct erlangs dempt het effect snel uit naar een maximale stijging van 0,1 m. Ongeveer halverwege de afstand van de beek tot de Sintelweg is al geen effect meer merkbaar. In de GLG-situatie is de drooglegging ter plaatse minimaal 1 m-mv. Ook al stijgen de grondwaterstanden in de GLG-situatie licht (max 10 cm), de drooglegging blijft in dezelfde klasse.

Ter hoogte van de nieuwe meander (in het noordelijk deel van de Natte Natuurparel) ligt de GHG volgens de berekeningen in de huidige situatie overwegend op 0,5 m-mv of ondieper. Direct langs de beek is de drooglegging iets groter (GHG van 0,5 – 1 m-mv). Daar waar de nieuwe meander komt te liggen dalen de grondwaterstanden iets (gemiddeld 0,25 m) als gevolg van de drainerende werking van de beek. Waar de bestaande watergang wordt gedempt stijgen de grondwaterstanden licht (rond 0,25 m). Grootschalige vernatting zoals op het rechte stuk van de Bijloop optreedt treedt echter ter plaatse van de nieuwe meander niet op, de orde grootte van de drooglegging blijft gelijk.

- In de GLG-situatie ligt de drooglegging tussen 0,5 en 2 m-mv. De nieuwe meander dempt het effect van de hogere waterstanden deels uit, hier verandert de GLG niet. Ter plaatse van de huidige beek stijgt de GLG maximaal 10 cm.



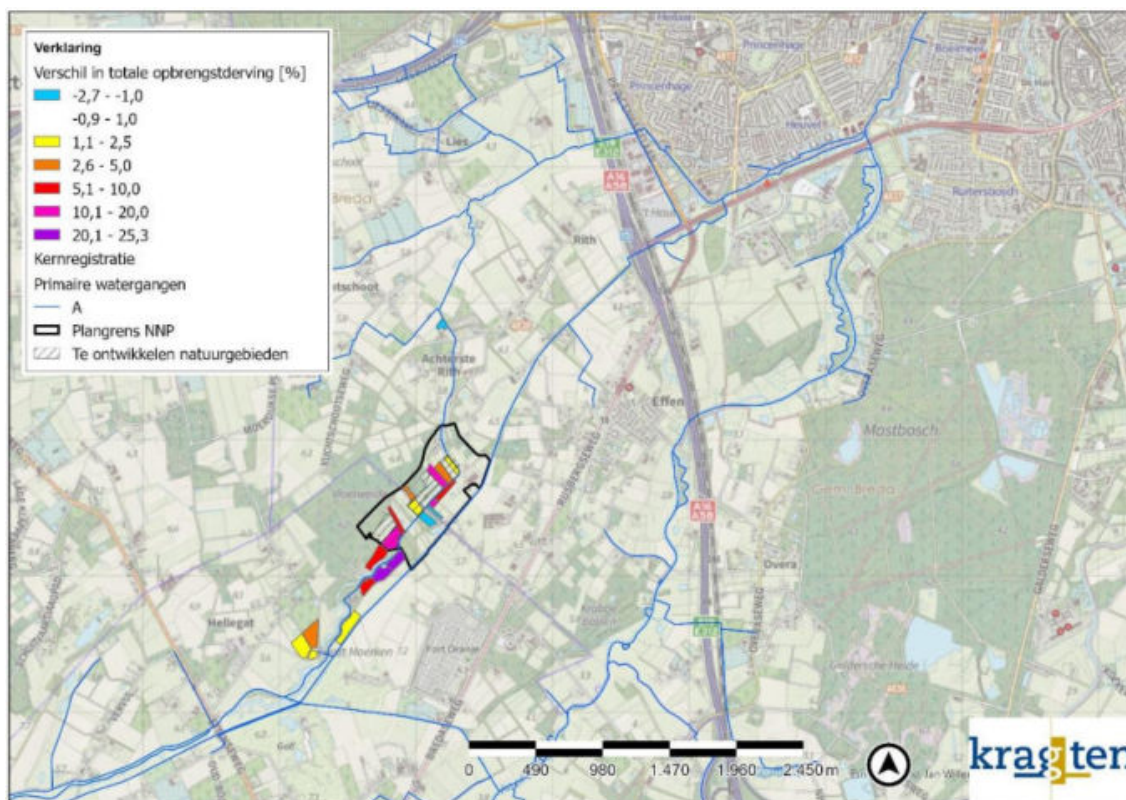
Afbeelding 37. Verschil in kwelflux [mm/dag] als gevolg van het DO.



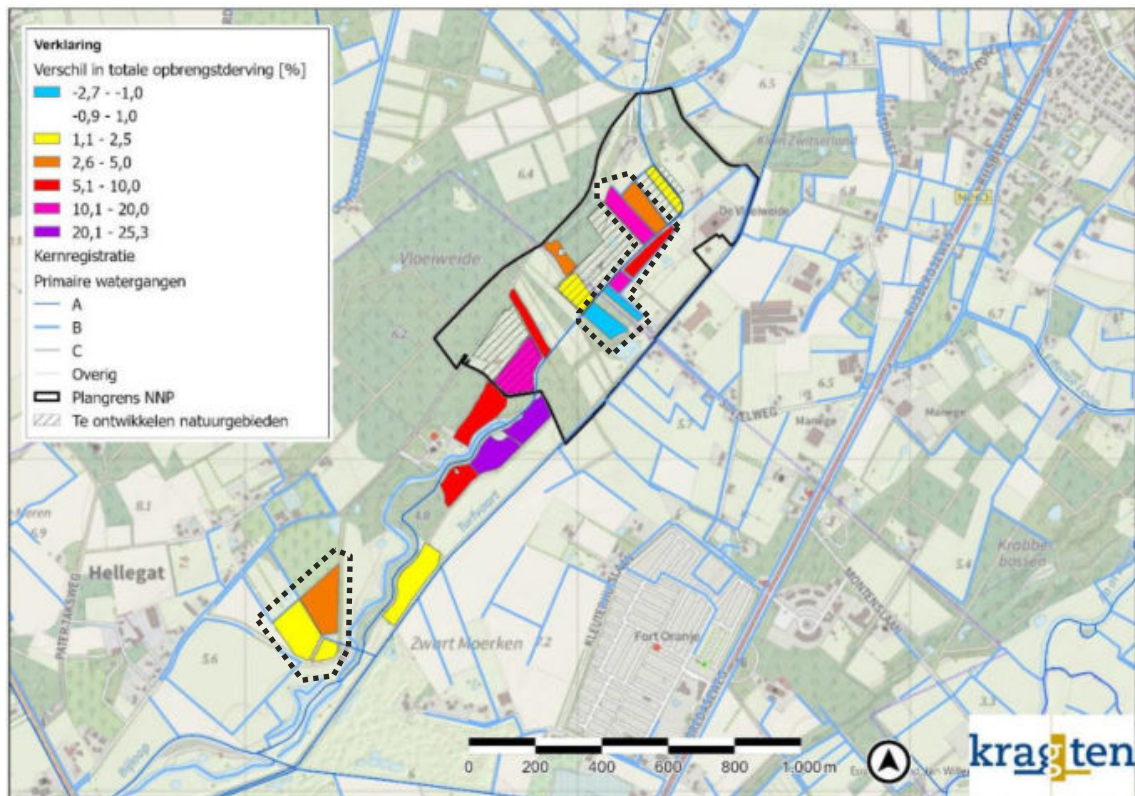
Afbeelding 38. Verschil in GVG [m] als gevolg van het DO.

1.5.3.2 Negatief

- Negatieve gevolgen van de grondwaterverhoging zijn te herleiden uit de Waterwijzer Landbouw (zie Bijlage B4). Als gevolg van de grondwaterstandsverhoging zal de totale opbrengstderving in en rondom het projectgebied toenemen (zie Afbeelding 39 en Afbeelding 40 voor een ingezoomde versie). Blauw betekent in deze afbeeldingen een afname in opbrengstderving (de facto een verbetering van de huidige situatie) en geel tot paars een toename. Voor een deel is de toename in opbrengstderving niet van toepassing, dit zijn namelijk percelen die in bezit zijn van Brabants Landschap. De in Afbeelding 40 met strepen omkaderde percelen zijn niet in bezit van Brabants Landschap. In 1.5.6 worden voor de percelen met toenemende opbrengstderving compensatiemaatregelen voorgesteld.



Afbeelding 39. Verschil in totale opbrengstderving [%] als gevolg van het DO.



Afbeelding 40. Verschil in totale opbrengstderving [%] als gevolg van het DO rondom het projectgebied. De met strepen omkaderde percelen zijn de percelen die niet in bezit zijn van Brabants Landschap.

1.5.4 Ecologie

De berekeningen voor de oppervlaktewater situatie zijn terug te vinden in Bijlage B2 (behalen abiotische kenmerken Bijloop) en B4 (effecten op natuurontwikkeling).

1.5.4.1 Positief

- Een flauwere natuurvriendelijke oever zorgt ervoor dat de beek voor water- en oevergebonden planten- en diersoorten kan fungeren als leefgebied en migratiezone. De ontwikkeling van natuurvriendelijke oevers en het verwijderen van de voedselrijke bovengrond verbeteren de biologische en chemische kwaliteit van de waterloop. Er komen minder nutriënten in het water terecht, waardoor de waterkwaliteit verbetert. Door een flauwer talud of overstromingszone naast de beek kan op de vergraven oevers een diversiteit aan biotopen ontstaan, geschikt voor een verscheidenheid aan planten (water-, moeras- en oeverplanten) en dieren. Gecombineerd met een extensiever beheer van de oevers, waarbij meer vegetatieontwikkeling wordt toegestaan op de oevers, leidt dit tot het ontstaan van een brede zone met geschikt leef- en migratiegebied voor de verschillende doelsoorten; vissen, amfibieën, vlinders, libellen en rietvogels.
- Door het behoud van het huidige struweel en bos wordt het huidige unieke bosbeekkarakter van de beek behouden en blijft tevens de watertemperatuur in warme periodes gereguleerd.
- Door de natuurlijke inrichting van de verschillende terreindelen binnen de Vloeiweide wordt zowel de ecologische als de landschappelijke waarde vergroot. De ambitietypen uit het NNB worden met de voorgestelde maatregelen behaald (zie ook paragraaf 1.5.3). In Tabel 6 zijn de resultaten van de Waterwijzer Natuur getoond (zie ook Bijlage B4). Hierin is te zien dat bijna alle percelen voldoen aan de gestelde eisen. De term 'doelgat' refereert naar hoever de grondwaterstanden, kwel of droogtestress af ligt van het gewenste optimum.
- De ontwikkeling van de voorliggende inrichting met extra poelen, maken het natuurgebied nog beter geschikt als leef- en migratiegebied voor amfibieën, kleine zoogdieren, vogels, vlinders en insecten. Tevens wordt er een meer natuurlijke overgang gecreëerd naar de Bijloop.
- Stroming in het water is essentieel voor planten en diersoorten in de beek. Stroming zorgt bijvoorbeeld voor zuurstof in het water en kan erosie en sedimentatie op gang brengen. Met dit plan

worden de stroomsnelheden vergroot (zie paragraaf 1.5.2) en dat draagt bij aan het ecologisch herstel van de beek.

Tabel 6. De te ontwikkelen ambitietypen (natuurdoeltypen) en de diverse doelgaten die de Waterwijzer Natuur heeft berekend voor het DO. Groen = voldoet (met een marge van 5% van het oppervlak), Geel = voldoet grotendeels (met een marge van 20% van het oppervlak).

Nr. (corresponderen met Afbeelding 33)	Ambitietype (natuurdoeltypen)	Oppervlak [m ²]	Doelgat GLG [cm]	Doelgat GVG [cm]	Doelgat kwel [mm/dag]	Doelgat droogtestress [dagen]
1	N10.01 – Nat Schraalland	13.700	Tussen -1 en 1 centimeter .	Tussen -1 en 1 centimeter .	Tussen -1 en 1 mm/dag.	Minder dan 1 dag
2	N10.01 – Nat Schraalland	10.500	Tussen -1 en 1 centimeter .	Tussen -1 en 1 centimeter .	Tussen -1 en 1 mm/dag.	Minder dan 1 dag
3	N10.01 – Nat Schraalland	11.900	Tussen -1 en 1 centimeter .	Tussen -1 en 1 centimeter (96% van terrein). 4% (<5%) van terrein tussen 1 en 25 centimeter)	Tussen -1 en 1 mm/dag.	Minder dan 1 dag
4	N10.02 – Vochtig hooiland	18.400	Tussen -1 en 1 centimeter .	Tussen -1 en 1 centimeter (89% van terrein). 11% (<20%) van terrein tussen 1 en 25 centimeter)	Tussen -1 en 1 mm/dag.	Minder dan 1 dag
5	N10.02 – Vochtig hooiland	21.000	Tussen -1 en 1 centimeter .	Tussen -1 en 1 centimeter .	Tussen -1 en 1 mm/dag.	Minder dan 1 dag
6	N12.02 – Kruiden- en faunarijk	3.700	Tussen -1 en 1 centimeter .	Tussen -1 en 1 centimeter .	Tussen -1 en 1 mm/dag.	Minder dan 1 dag
7	N12.02 – Kruiden- en faunarijk	1.800	Tussen -1 en 1 centimeter .	Tussen -1 en 1 centimeter .	Tussen -1 en 1 mm/dag.	Minder dan 1 dag

1.5.4.2 Negatief

- Voor de beoogde aanpassing aan de beek zal (met name bij traject 2) lokaal bos afgezet moeten worden om de beek te kunnen bereiken. Het verlies aan ecologische waarde is beperkt en hierdoor ontstaat ook diversiteit in de begroeiing, omdat de stobben blijven staan.

1.5.5 Landbouw

De berekeningen voor effecten op de landbouw situatie zijn terug te vinden in Bijlage B4. De met het oppervlaktewatermodel berekende resultaten zijn gebruikt om de wijzigingen in grondwaterstanden te berekenen. De berekende wijzigingen in grondwaterstanden zijn vervolgens gebruikt om de berekeningen met de Waterwijzer Landbouw en Waterwijzer Natuur te doen. Omdat de resultaten van de oppervlaktewater berekeningen alleen bruikbaar zijn voor het plangebied, zijn de resultaten van de berekende grondwaterstanden en de Waterwijzers ook alleen bruikbaar voor het plangebied en de directe omgeving daarvan. (Zie ook paragraaf 1.5.2).

1.5.5.1 Positief

- De waterconservering in droge tijden voor natuur en landbouw wordt binnen dit project bevorderd door de beekbodemophoging en het inbrengen van beekhout in de beek.

1.5.5.2 Negatief

- Verhoging van de grondwaterstanden zorgen voor een toename in opbrengstderiving binnen en net bovenstrooms van het projectgebied. Zie daarvoor kopje 1.5.3.2 onder de effect beschrijving van grondwater. In paragraaf 1.5.6 worden de compenserende maatregelen beschreven.
- Stroomafwaarts van de Vloeiweide, kort voordat de Bijloop onder de A16 doorgaat, loopt de Bijloop door een natuurlijk dal. Het gebied ligt relatief laag en is behoorlijk nat. Nabij de Bijloop staat het oppervlaktewater in de huidige situatie dicht onder maaiveld. Het gebied wordt agrarisch gebruikt, met name als grasland/hooiland. Om te voorkomen dat er extra wateroverlast ontstaat wordt een oppervlaktewater meetpunt geplaatst (zie paragraaf 1.3.2) op basis waarvan de stuw Hellegat en de stuwen Bredaseweg en Het Laag aangestuurd gaan worden. Mede hierdoor kunnen niet alle natuurdoelen in het projectgebied behaald worden (zie o.a. de beoordeling in Tabel 5). Herstel op systeemniveau is noodzakelijk om de KRW-doelen voor de Bijloop volledig te kunnen behalen.
- Er wordt grond in de beek ingebracht ten behoeve van de ecologie. Deze grond zal mogelijk voor een deel door het stromende water in benedenstroomse richting getransporteerd worden. Om ongewenste beekbodemophogingen agrarische percelen te voorkomen wordt aan de benedenstroomse zijde van het projectgebied een zandvang aangelegd. Deze vangt de grond af en wordt periodiek leeg gemaakt.
- Indien er geen aanpassingen gedaan worden aan het watersysteem van landbouwgebied Hellegat, zal door het verhogen van de waterstanden in de Bijloop de drooglegging van de agrarische percelen in landbouwgebied Hellegat afnemen. Echter, zoals beschreven in paragraaf 1.3.1, wordt in dit project ook het waterafvoersysteem van landbouwgebied Hellegat aangepast. De huidige brede afwateringsgreppel wordt gedempt en in de nieuwe situatie wordt het water door middel van een nieuwe watergang en een gemaal afgevoerd naar de Bijloop, bovenstrooms van de stuw. Hierbij wordt er gekozen voor een pompconfiguratie waarbij er voldoende afvoercapaciteit is zodat de huidige drooglegging onder de landbouwpercelen behouden blijft. Door deze aanpassing blijft dus niet alleen de huidige afvoercapaciteit behouden, maar wordt ook nog extra afvoercapaciteit ingebouwd om de vernatting (door de hogere waterstanden) tegen te gaan. Er zijn hierdoor geen aanvullende mitigerende of compenserende maatregelen nodig om de huidige drooglegging te handhaven.

1.5.6 Mitigatie en compensatie

Ecologie

Bij het afzetten van begroeiing en bosschages blijven de stronken gehandhaafd. Na realisatie van de maatregelen kan het afgezaagde hout weer aangroeien. Mocht dat niet gebeuren, dan wordt opnieuw aangeplant.

Hydrologie - Grondwater

Door het verhogen van het grondwaterpeil treedt er verdere vernatting op van particuliere percelen. De drooglegging neemt daardoor nog verder af. De situatie wordt door de maatregelen volgens dit plan verder verslechterd. Het effect van de grondwaterstanden kan niet gemitigeerd of verzacht worden middels aanpassing van deze grondwaterstanden, omdat dan de natuurdoelen (projectdoelstellingen) niet of onvoldoende behaald worden. De voorkeur gaat uit naar financiële compensatie van de schade, mede omdat een deel van de percelen binnen de grens van de Natte Natuurparel Vloeiweide liggen. Wanneer financiële

schade door de eigenaar niet acceptabel wordt geacht, worden de betreffende eigenaren gecompenseerd door het gedeeltelijk ophogen van hun percelen (zie Afbeelding 41). Hierbij wordt het droogleggingscriterium voor grasland gehanteerd, namelijk dat de bodem dusdanig opgehoogd moet worden dat deze minimaal 0,3 meter boven GHG ligt en 0,6 meter boven GLG (bron: Cultuurtechnisch Vademecum in combinatie met expert judgement). Voor de drie percelen die buiten de Natte Natuurparel liggen en niet van Brabants Landschap zijn zal een monitoringstraject in gang gezet worden (zie Afbeelding 41). Het berekende verschil in opbrengstderving voor deze percelen is beperkt, namelijk lager dan 5%. Dit valt binnen de foutmarge van dergelijke berekeningen, daarom wordt hier eerst onderzocht of de verwachte opbrengstderving ook daadwerkelijk optreedt middels monitoring.

Afbeelding 41. Te monitoren percelen (paars) en te compenseren of op te hogen percelen (oranje).

Daar waar als gevolg van verhoogde waterstanden agrarisch nadelige gevolgen ontstaan voor de opbrengst, zal of financieel gecompenseerd worden, of het maaiveld opgehoogd worden. In de hier bovenstaande alinea wordt er dieper op ingegaan. Als gevolg van het inbrengen van zand bestaat het risico dat deze zich bij hoge afvoeren in benedenstroomse richting gaat verplaatsen. Dit zou als risico hebben dat benedenstrooms bij agrarische percelen ongewenste beekboderverhoging en daarmee waterstandsverhoging plaats vindt. Om dit te voorkomen wordt aan de benedenstroomse zijde van het projectgebied een zandvang aangelegd. In suspensie gekomen zand dat het projectgebied zou kunnen verlaten wordt hiermee afgevangen. Hiermee wordt het risico op ongewenste benedenstroomse bodemverhoging weggenomen.

1.6 Te treffen voorzieningen

Met de uitvoering van de maatregelen voor het herstel van de Bijloop en de Natte Natuurparel Vloeiweide zijn geen direct aanwijsbare nadelige gevolgen op de lange termijn te verwachten.

De werkzaamheden binnen dit project bestaan grotendeels uit grondverzet. Gedurende de uitvoering dient de werkwijze zo goed als mogelijk te worden afgestemd op het terrein en de weersomstandigheden. Nadelige gevolgen voor de omgeving zullen vooral het gevolg zijn van de graafwerkzaamheden en grondtransport.

1.6.1 Verkeersoverlast en beperking bereikbaarheid

De uitvoering van dit werk zal een tijdelijke toename van het aantal lokale verkeersbewegingen tot gevolg hebben. Door het voorschrijven van transportroutes zullen gemeentes Breda en Zundert (bevoegd gezagen) en het waterschap de verkeershinder beperken. Speciale aandacht daarbij verdient het aspect verkeersveiligheid voor langzaam verkeer. Het waterschap of diens aannemer stemt dit af met direct omliggende eigenaren.

1.6.2 Flora en Fauna

Tijdens de uitvoering wordt rekening gehouden met flora en fauna, ook gelet op het tijdelijk droog zetten van de beek. Er is daarom een verkennend flora- en faunaonderzoek uitgevoerd waarbij de aanwezigheid van meerdere beschermde reptielen- en amfibiesoorten niet kon worden uitgesloten. Opvolgend is een soortgericht onderzoek uitgevoerd waarbij de aanwezigheid van de Alpenwatersalamander, vinpootsalamander en kamsalamander is vastgesteld. Voor de Alpenwatersalamander, vinpootsalamander, kamsalamander en kleine marterachtigen wordt een ontheffing aangevraagd bij de Omgevingsdienst Brabant Noord en is een activiteitenplan opgesteld.

Voor de uitvoering van de werkzaamheden wordt een ecologisch werkprotocol opgesteld en wordt het werk volgens dit werkprotocol en de gedragscode Wet natuurbescherming voor Waterschappen uitgevoerd.

1.6.3 Hinder

Voor het waterschap is het van groot belang dat nadelige gevolgen door de uitvoering van het werk tot een minimum beperkt blijven. In eerste plaats ziet het toestemmingsstelsel met uitvoeringsvoorwaarden in zijn vergunningen en ontheffingen daarop toe. Desondanks is het onontkoombaar dat er gedurende de uitvoeringsperiode sprake zal zijn van hinder. De volgende soorten hinder kunnen optreden tijdens de uitvoering.

1.6.4 Wateroverlast en/of watertekort

Het waterschap stelt als uitvoeringsvoorwaarde aan het werk dat de lokale waterhuishouding te allen tijde goed blijft functioneren. Zo zal de aannemer te allen tijde de bestaande afvoer in stand moeten kunnen houden om calamiteiten en wateroverlast te voorkomen.

1.6.5 Geluidsoverlast

Werkzaamheden worden overdag tussen 7.00 en 17.00 uitgevoerd om geluidsoverlast voor natuur en omgeving zoveel als mogelijk te beperken. Deze voorschriften behoeden mens en dier echter maar ten dele voor geluidhinder. Het waterschap ziet er daarom bij de contractvorming op toe dat de aannemer bij de routing van het noodzakelijke grondtransport, zo veel mogelijk rekening houdt met de locatie van woningen, flora en fauna (rust)gebieden en recreatiezones in het gebied.

1.6.6 Stofhinder

Bij grondverzetprojecten is er in droge periodes een kans op stofhinder. Grond die van de banden op rijplaten terecht komt, droogt op en kan vervolgens gaan stuiven. Dit hinderaspect wordt beheerd door transportroutes voldoende nat en schoon te houden.

1.6.7 Schade aan ondergrond

Het voorkomen van schade aan de ondergrond wordt gerealiseerd door het kiezen van geschikte transportroutes, werkzones en het treffen van de juiste voorzorgmaatregelen (bijvoorbeeld rijplaten). Tevens

wordt er zo veel mogelijk gewerkt in de zomermaanden wanneer de ondergrond beter bestand is tegen belasting van materieel.

1.6.8 Nul-situatie

De nul-situatie is op basis van peilbuizen (grondwater meetpunt) in en om het plangebied uitgerekend met een geohydrologische model. De resultaten zijn als huidige situatie beschreven in bijlage B3. In het kader van dit project is een extra meetpunt aangebracht; Grondwaterpeilbuis: Vloeiweide-Rijsbergen.

1.6.9 Uitvoeringsvoorwaarden

De uitvoeringsvoorwaarden die het bevoegd gezag koppelen aan de definitieve vergunning, ontheffing of toestemming, neemt Waterschap Brabantse Delta op in het bestek en zullen bij de uitvoering worden nageleefd.

1.6.10 Juridische grondslag

Voor de Stuw Hellegat geldt geen peilbesluit. In de vigerende Leggeer zijn geen beperkingen opgenomen qua stuwhoogte, stuwlaagte of een maximum debiet. Dat betekent dat het stuw regime van de stuw Hellegat (object KST 00208) bijgesteld kan worden conform dit plan. Ook voor de stuwen Bredaseweg en Het Laag geldt geen peilbesluit.

De Leggeer geeft een diep en smal profiel aan voor de Bijloop ter hoogte van de Vloeiweide. Dit plan voorziet in een ondieper en breder profiel. Het waterschap zal hierop na afronding van het project de Leggeer aanpassen conform dit projectplan waterwet.

1.6.11 Financieel nadeel

Als gevolg van dit projectplan is voor een aantal omliggende landbouwpercelen financiële schade voorzien. Uit de oppervlakte watermodellering en bijbehorende Waterwijzers Landbouw blijkt opbrengstderving op te treden voor een aantal omliggende landbouwpercelen. Indien een belanghebbende ten gevolge van dit besluit schade lijdt of zal lijden, die redelijkerwijs niet of niet geheel te zijnen laste behoort te blijven en ten aanzien waarvan de vergoeding niet of niet voldoende anderszins is verzekerd, kan op grond van artikel 7.14 van de Waterwet een verzoek om schadevergoeding worden ingediend. Voor de wijze van indiening van een dergelijk verzoek en voor de procedure wordt verwezen naar de Verordening schadevergoeding waterschap Brabantse Delta. Voorafgaand aan de uitvoer zal mogelijke financiële schade in beeld gebracht worden. Het waterschap zal met de benadeelde perceeleigenaren in gesprek te gaan over deze financiële schade. Op basis van proportionaliteit kan er dan over gegaan worden op compenserende of mitigerende maatregelen (zoals het ophogen van land, wat nu al op de tekening bij dit projectplan is opgenomen).

1.7 Beheer en onderhoud

Het waterschap blijft het onderhoud aan de Bijloop uitvoeren en Brabants Landschap gaat het onderhoud uitvoeren op alle percelen en poelen naast de beek die in hun eigendom zijn. Poelen worden periodiek geschoond om te voorkomen dat deze te veel verlanden of dichtgroeien met waterplanten.

Het onderhoud aan de Bijloop binnen het projectgebied wordt tot een minimum beperkt. Op basis van monitoring kan er echter wel incidenteel ingegrepen worden. Er wordt een monitoringsplan opgesteld waarin wordt vastgelegd welke ingrepen gedaan worden in het geval van wateroverlast, indien de beek niet gewenste abiotische kenmerken aanneemt of als de ontwikkeling van de Natte Natuurparel niet uitpakt zoals gepland.

Beheer en onderhoud beekprofiel

In de beek zal erosie en sedimentatie plaatsvinden. Uit monitoring van deze morfologische processen zal blijken hoe erosie en sedimentatie verlopen. Met het inbrengen van extra beekhout of juist het verwijderen daarvan zal bijgestuurd worden, totdat de beek de gewenste evenwichtssituatie, met de gewenste abiotische kenmerken, daarin heeft bereikt.

Beheer en onderhoud ten behoeve Natte Natuurparel

Uit monitoring moet blijken in hoeverre de voor de natuurbeheertypen gewenste grondwaterstanden bereikt worden. Het gaat naast monitoring van grondwaterstanden ook om monitoring van de vegetatieontwikkeling. Na evaluatie van de monitoringsresultaten kunnen de maatregelen aan de Bijloop worden bijgesteld, bijvoorbeeld door meer of minder houtpakketten aan te brengen.

Beheer en onderhoud ten behoeve van wateroverlast

Uit monitoring van de morfologische processen en waterstanden zal het beheer en onderhoud aangepast worden om zo wateroverlast voor omliggende percelen te beperken. Waarbij het wijzigen van het stuwbeheer of het leeghalen van de zandvang, benedenstrooms van de Vloeiweide ter hoogte van de Ambachtslaan te Breda) tot mogelijke beheersmaatregelen behoren.

1.8 Legger en leggerwijzigingen

Legger

Een aantal watergangen binnen het projectgebied zijn in de legger van het waterschap opgenomen als categorie A-waterloop en B-waterloop. De aanpassingen staan beschreven in onderstaande paragraaf 1.8.

Naar aanleiding van dit projectplan dient de legger met betrekking tot de categorie A-water en B-water gewijzigd te worden. Het betreft het opnemen / wijzigen van nieuwe profielen van twee watergangen (OVK02781 en OWL29645) op de legger en het (deels) vervallen van een drietal watergangen (OVK02781, OWL44607 en OWL29645):

- Dempen van categorie B-water in landbouwgebied Hellegat (maatregel i; OWL44607, vervallen);
- Graven categorie B-water in landbouwgebied Hellegat en aanleg gemaal (maatregelen ii en iii; opnemen);
- Ophogen en omvormen profiel categorie A-water in traject 1 (maatregelen A en C; wijzigen OVK02781);
- Ophogen en omvormen profiel categorie A-water in traject 3 (maatregelen H, I en J; wijzigen OVK02781);
- Ophogen en omvormen profiel categorie A-water in traject 4 (maatregelen L en N; wijzigen OVK02781);
- Graven van categorie A-water in traject 4 (maatregel M; opnemen);
- Dempen van categorie B-water in traject 4 (maatregelen N en O; vervallen deel OWL29645);
- Verleggen categorie B-water bij traject 4 (maatregel O.1; wijzigen deel OWL29645);
- Aanleggen van zandvang in categorie A-water in traject 4 (maatregel Q; opnemen);
- Profiel van vrije ruimte van A-water (Bijloop) de DO tekening in Bijlage B1 (wijzigen) ten behoeve van natuurontwikkeling in de Bijloop en daarbij behorende veranderingen aan de watergang (geomorfologie).

De nieuwe leggerprofielen worden weergegeven in Bijlage B1. De nieuwe situatie zal na realisatie worden ingemeten en worden aangeboden voor verwerking in het beheerregister van het waterschap. In bijlage 11 is de factsheet voor de leggerwijzigingen opgenomen.

1.9 Planning

Voordat met de uitvoering gestart kan worden, is nog nadere informatie nodig met betrekking tot onder meer de detailplanning en de werkvolgorde. De nadere uitwerking van deze details vindt in de bestekfase plaats op basis van dit projectplan en de vergunningen.

De planning op hoofdlijnen voor dit project ziet er globaal als volgt uit:

- A. Onderzoeken, vergunningen en projectplan waterwet 1^e en 2^e kwartaal 2022.
- B. Voorbereidingsfase contract en aanbesteding 2^e kwartaal 2022.
- C. Uitvoeringsfase 3^e en 4^e kwartaal 2022.

Middels een uitvoeringscontract, verwoord in een RAW-bestek, wordt de resultaatsverplichting voor de uitvoerende partij vastgelegd. Naast een detailbeschrijving van de maatregelen, wordt hierin ook sturing gegeven aan de wijze waarop de uitvoering dient te verlopen. Hierbij moet gedacht worden aan uitvoeringsperioden, aan- en afvoerroutes, werktijden en overige bijkomende werkzaamheden.

Zoals beschreven in paragraaf 1.3.1 wordt gedurende de uitvoeringsfase een gemaal geplaatst voor de ontwatering van landbouwgebied Hellegat. Uit ervaring blijkt echter dat het bestellen en plaatsen van dergelijke pompen en de aansluiting tot het stroomnetwerk mogelijk langer kan duren, in dit geval langer dan de vooraf voorziene uitvoeringstijd van een half jaar. Het plaatsen van het gemaal wordt daarom apart aanbesteed en uitgevoerd, zodat de overige werkzaamheden geen vertraging oplopen. Indien blijkt dat het plaatsen en installeren van het gemaal pas later zal plaats vinden dan de gestelde uitvoeringstermijn, dan zal de huidige afwateringsgreppel niet gedempt worden. In dat geval zal ook de aanpassing aan het beheer van stuw Hellegat (zoals beschreven in paragraaf 1.3.2) uitgesteld worden. Op deze wijze blijft tot het plaatsen van het gemaal de huidige drooglegging onder landbouwpercelen gehandhaafd.

1.10 Eigendomssituatie

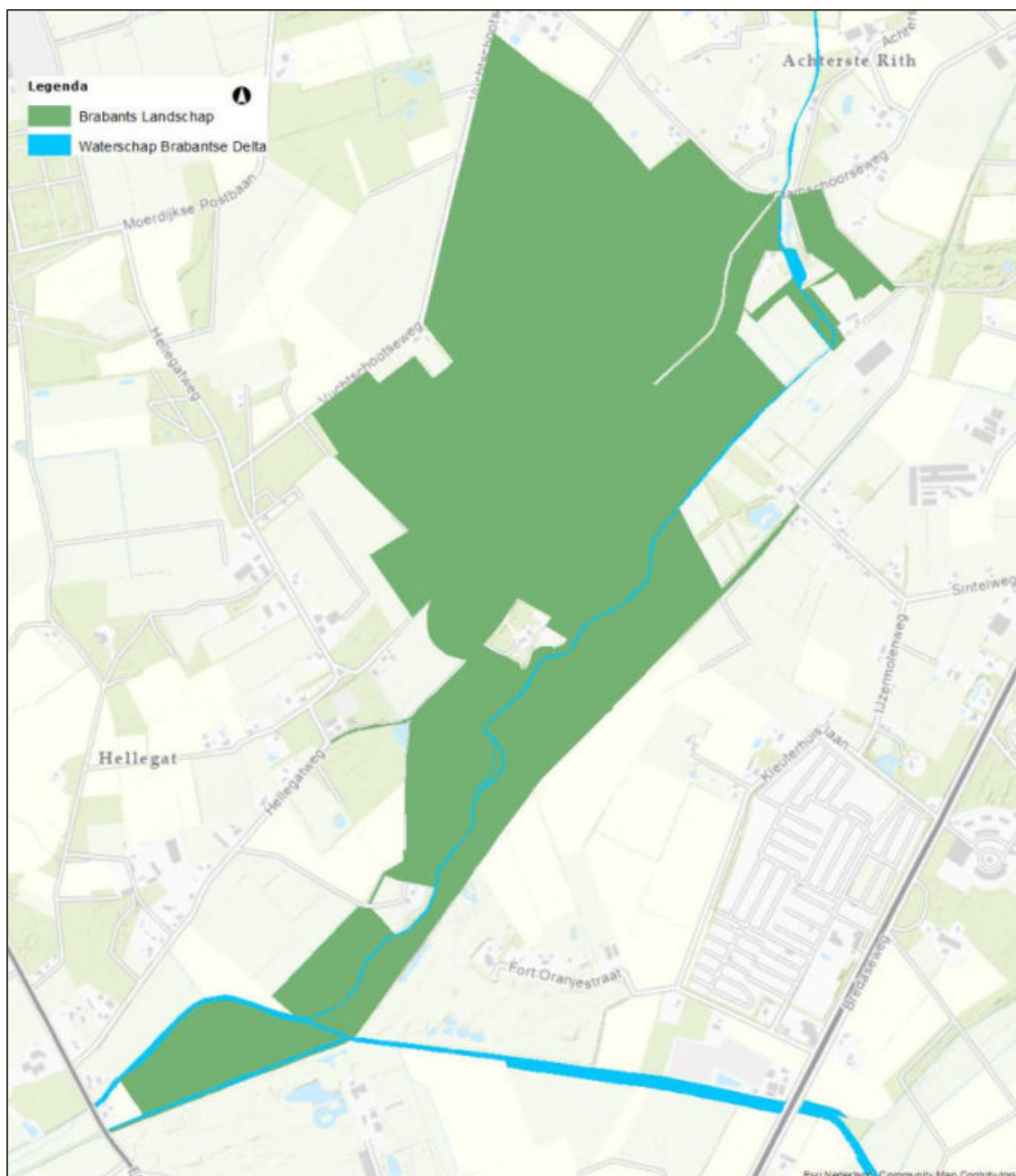
De eigendomssituatie (Afbeelding 40) van dit project is als volgt:

- De beek zelf ligt op gronden die in het bezit zijn van Waterschap Brabantse Delta. Binnen deze percelen en percelen van Brabants Landschap vinden de aanpassingen aan de waterstaatswerken plaats.
- Een groot deel van de omliggende gronden van de beek zijn eigendom van Brabants Landschap. Binnen deze percelen vinden de werkzaamheden aan de landnatuur plaats.
- Op een aantal particuliere percelen vinden compenserende maatregelen plaats door middel van maaiveldophoging. Met deze particuliere eigenaren zijn gesprekken gevoerd en zij zijn akkoord met de in dit Projectplan voorliggende maaiveldophogingen. Voor aanvang van de werkzaamheden worden met de betrokken eigenaren afspraken gemaakt met betrekking tot de wijze van uitvoering van het werk en gebruikmaking van werkstroken en dergelijke.

1.11 Omgeving

De omgeving is gedurende het proces actief op de hoogte gehouden van de ontwikkelingen middels doorlopend individueel contact met stakeholders uit het gebied. Voor start van de uitvoering wordt nog een informatiebijeenkomst door het waterschap georganiseerd. Gedurende de uitvoering zal een aanspreekpunt van het waterschap en de aannemer beschikbaar zijn voor vragen.

De start van de werkzaamheden wordt vooraf kenbaar gemaakt aan de omgeving. De communicatie wordt onder andere gedaan middels de website van Waterschap Brabantse Delta, lokale media, nieuwsbrieven en de informatiebijeenkomst.



Afbeelding 42. Eigendomssituatie initiatiefnemers omgeving plangebied

2 VERANTWOORDING

2.1 Wet- en regelgeving

In deze paragraaf wordt het project getoetst op basis van de relevante wet- en regelgeving. Hierbij wordt gekeken naar regels op Europees niveau tot en met lokaal (gemeentelijk) niveau.

2.1.1 Kaderrichtlijn Water (Europees)

De Kaderrichtlijn Water (KRW) heeft betrekking op de kwaliteit van het oppervlaktewater. De ecologische doelen en de normen zijn afhankelijk van het type water. Daarbij is van belang of sprake is van een waterlichaam.

KRW-waterlichamen

Waterlichamen zijn wateren zoals kanalen, rivieren, beken en meren. Elk waterlichaam heeft een eigen maatregelenpakket om de gewenste kwaliteit te bereiken. De doelen van de waterlichamen staan in het Provinciaal Waterplan. Voor de sterk veranderde waterlichamen verwijst het Provinciaal Waterplan voor fysisch-chemische normen naar nationaal vastgestelde getalswaarden, die door STOWA zijn ontwikkeld.

Niet-KRW-waterlichamen

Niet al het oppervlaktewater wordt een waterlichaam genoemd. Voor niet-waterlichamen met en zonder provinciale natuurfuncties gelden andere doelen.

Relevantie voor het projectplan

Het waterlichaam Bijloop-Turfvaart is aangemerkt als KRW-waterlichaam. Op basis van een gebiedsanalyse is geconcludeerd dat het doeltypen R19 'Doorstroommoeras' passend is. Dit gezien het moerassige karakter van de omgeving en het geringe verhang van de Bijloop⁸. In het Regionaal Water en Bodem Programma 2022-2027 is dit doeltypen voor Bijloop-Turfvaart vastgelegd (zie paragraaf 2.2.1). Het project voorziet in invulling van dit doeltypen (zie o.a. paragraaf 1.3 en 1.5).

2.1.2 Waterwet (nationaal)

De Waterwet schrijft voor dat de aanleg of wijziging van een waterstaatswerk door of namens het waterschap (een waterstaatswerk is ook een oppervlaktewater) gebeurt volgens een door het waterschap zelf vast te stellen projectplan. Het voorliggende projectplan is hier een uitwerking van. Een projectplan is een waterstaatkundig besluit waartegen rechtsbescherming open staat.

Het waterschap voert dit werk uit om te voldoen aan de doelen van de Waterwet. Deze doelen zijn als volgt (artikel 2.1):

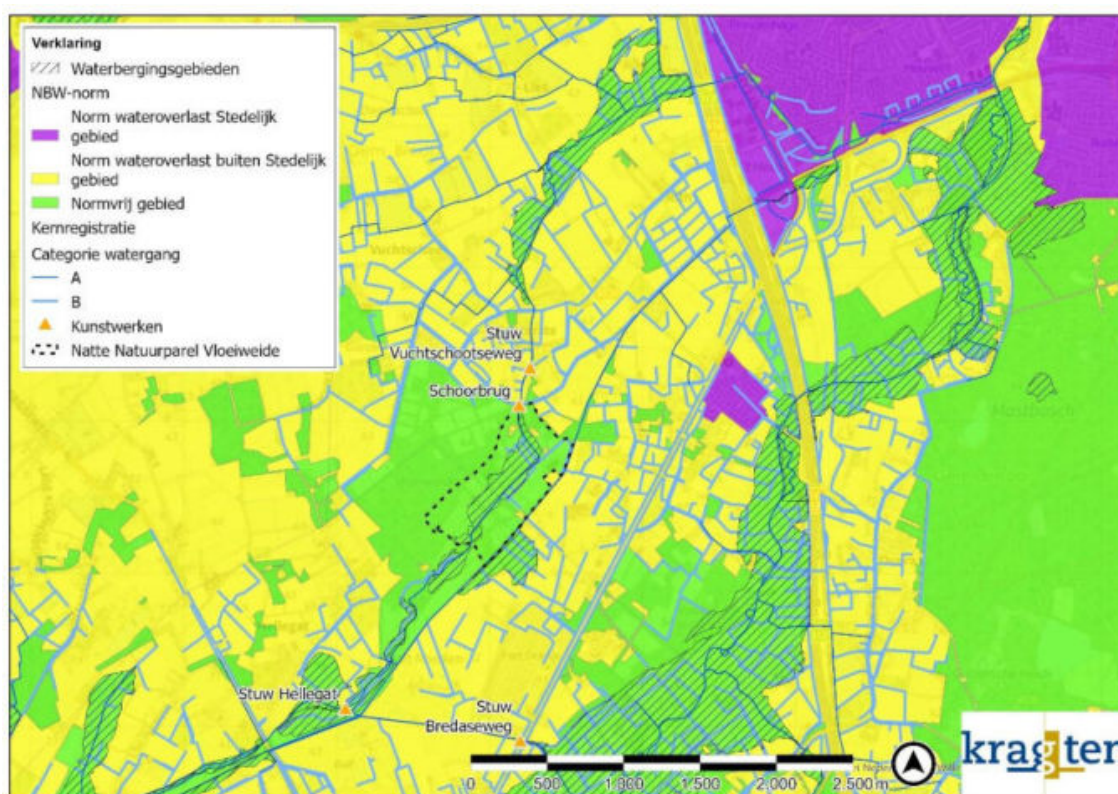
- a) voorkoming en waar nodig beperking van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste, in samenhang met
- b) bescherming en verbetering van de chemische en ecologische kwaliteit van watersystemen en
- c) vervulling van maatschappelijke functies door watersystemen.

De doelen van de Waterwet worden voor het beheersgebied van waterschap Brabantse Delta nader uitgewerkt door middel van de thema's in het Waterbeheerprogramma, zie paragraaf 2.2.2.

2.1.3 Interim Omgevingsverordening (provinciaal)

Alle provinciale regels over de fysieke leefomgeving liggen vast in de omgevingsverordening. Voor dit project zijn de regels van belang omtrent de normering die vastgesteld is in het kader van het Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW). In Afbeelding 43 zijn deze normen getoond voor het projectgebied. Voor de norm 'wateroverlast Stedelijk gebied' geldt een overstromingskans van eens in de honderd jaar (1:100). Voor de gebieden met de norm 'wateroverlast buiten Stedelijk gebied' geldt een overstromingskans van 1:10 (T10) bij grasland en 1:25 bij akkerbouw. Binnen de normvrije gebieden is geen overstromingskans vastgesteld. In deze normvrije gebieden zijn delen aangewezen als waterbergingsgebieden.

⁸ 'Watersysteemanalyse Bijloop-Turfvaart', Waterschap Brabantse Delta, 25 oktober 2019.



Afbeelding 43. Normen wateroverlast zoals vastgesteld binnen de provinciale interim omgevingsverordening.

Relevantie voor het projectplan

Gezien de aanwezigheid van grasland gebieden is een NBW norm van T10 gehanteerd. De hydrologische berekeningen laten zien dat door de ingreep de mate aan inundatie binnen het plangebied afneemt (zie paragraaf 1.5.2 en Bijlage B2). Vanwege benodigde compenserende maatregelen (ophogen) binnen het waterbergingsgebied gaat echter ook ruimte voor waterberging verloren. De daling van de piekwaterstanden (hydrologische winst) en het verlies aan berging door compenserende maatregelen zijn met elkaar in evenwicht. Voorgaande betreft een theoretische vergelijking.

In de praktijk wordt bij hoge afvoeren al het water van de Bijloop naar de Aa of Weerij geleid en voorliggend projectplan Waterwet wijzigt deze situatie niet. Hiermee wordt voldaan aan de provinciale omgevingsverordening.

2.1.4 Bestemmingsplannen Buitengebied Zundert en Buitengebied Zuid (regionaal - gemeentelijk)

Voor dit project is een vergunningenscan uitgevoerd, hiervan is een analyse van de vigerende bestemmingsplannen onderdeel. De vergunningenscan is terug te vinden in Bijlage B5. Voor een uitgebreide toelichting wordt verwezen naar de Bijlage, hieronder zijn alleen de diverse conclusies opgenomen.

Het projectgebied bevindt zich in twee gemeenten en binnen de volgende vigerende *bestemmingsplannen*:

- **'Bestemmingsplan Buitengebied Zundert'** welke door de gemeenteraad van de gemeente Zundert op 24 september 2014 is vastgesteld.
 - **'Correctieve herziening bestemmingsplan Buitengebied'** welke door de gemeenteraad van de gemeente Zundert op 25 februari 2014 is vastgesteld.
 - **'Reparatieplan bestemmingsplan Buitengebied Zundert'** welke door de gemeenteraad van de gemeente Zundert op 24 augustus 2015 is vastgesteld.
 - **'tweede herziening bestemmingsplan Buitengebied Zundert'** welke door de gemeenteraad van de gemeente Zundert op 12 april 2016 is vastgesteld.
 - **'Derde herziening bestemmingsplan Buitengebied Zundert'** welke door de gemeenteraad van de gemeente Zundert op 11 juli 2017 is vastgesteld.

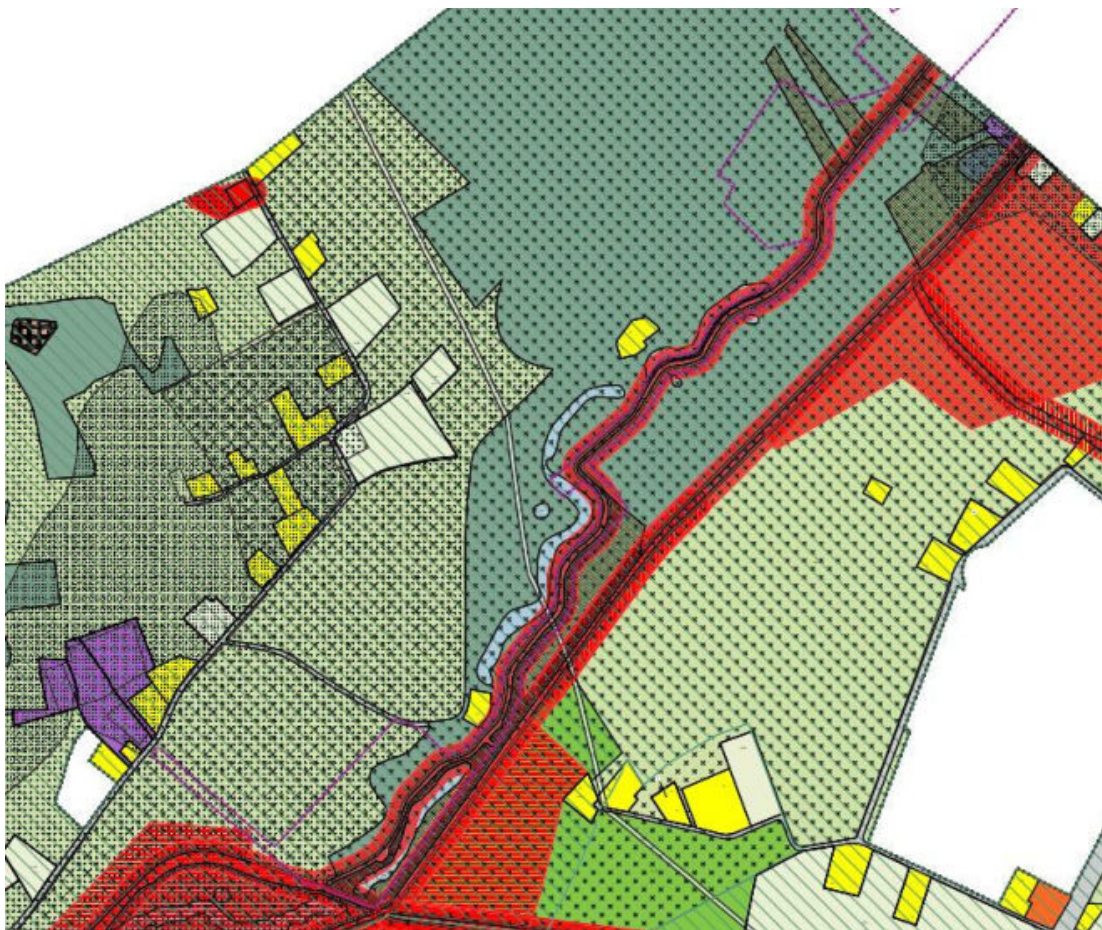
- **'Aanpassingsplan reparatieplan bestemmingsplan Buitengebied Zundert'** welke door de gemeenteraad van de gemeente Zundert op 11 juli 2017 is vastgesteld.
- **'Vierde herziening bestemmingsplan Buitengebied Zundert'** welke door de gemeenteraad van de gemeente Zundert op 2 november 2018 is vastgesteld.
- **'Buitengebied Zuid 2013'** welke door de gemeenteraad van de gemeente Breda op 12 juni 2019 is vastgesteld.
 - **'Herziening bouwregels, Buitengebied Noord, Zuid en Oost'** welke door de gemeenteraad van de gemeente Breda op 3 januari 2020 is vastgesteld.

De verschillende herzieningen zijn niet separaat beschouwd maar meegenomen in de toetsing van het moederplan. In onderstaande paragrafen worden de plannen van beide gemeenten los van elkaar beschouwd.

Gemeente Zundert: 'Bestemmingsplan Buitengebied Zundert'

Ter verduidelijking van de van toepassing zijnde enkel- en dubbelbestemmingen en aanduidingen is een overzichtskaart opgesteld met de verbeelding en de globale contour van onderhavig project. Een uitsnede van deze kaart is opgenomen in Afbeelding 44. Om de kaart in detail te bekijken wordt verwezen naar de bijlagen. Ter plaatse van het projectgebied gelden de volgende enkel- en dubbelbestemmingen, tevens de volgende aanduidingen:

- Agrarisch met waarden – Groenblauwe mantel
- Natuur
- Water
- Waarde – Archeologie - 4
- Waarde – Attentiegebied ehs
- Waarde – Kwetsbare soorten
- Waarde – Natuurontwikkelingsgebied
- Waterstaat – Waterlopen
- Vrijwaringszone – radar
- Reconstructiewetzone – extensiveringsgebied
- Wetgevingzone – zoekgebied beekherstel
- Wetgevingzone – zoekgebied behoud en herstel van watersystemen



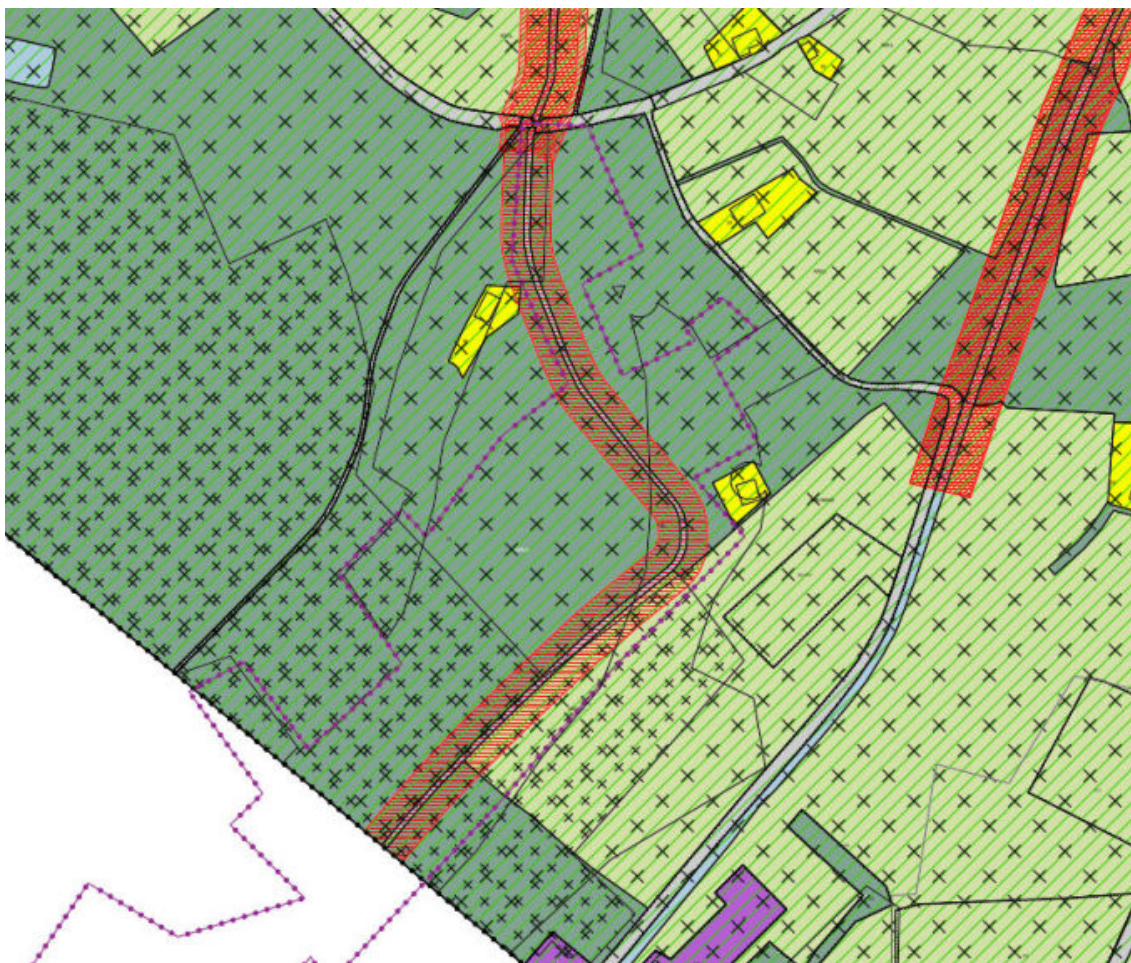
Afbeelding 44. Kaart vigerend bestemmingsplan 'Buitengebied Zundert' met begrenzing project.

Op basis van artikel 5.10 van de Waterwet is een omgevingsvergunning voor een aanlegactiviteit, als bedoeld in artikel 2.1, eerste lid, onder b, van de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht, niet vereist in het gebied dat is inbegrepen in het vastgestelde projectplan. De bij het project behorende ophogingen maken geen onderdeel uit van de ingreep in het watersysteem en vallen daarom niet onder voorgaande vrijstellingsbevoegdheid.. In Bijlage B5 is de onderbouwing per bestemming terug te vinden.

Gemeente Breda: 'Buitengebied Zuid 2013'

Ter verduidelijking van de van toepassing zijnde enkel- en dubbelbestemmingen en aanduidingen is een overzichtskaart opgesteld met de verbeelding en de globale contour van onderhavig project. Een uitsnede van deze kaart is opgenomen als Afbeelding 45. Om de kaart in detail te bekijken wordt verwezen naar de bijlagen. Ter plaatse van het projectgebied gelden de volgende enkel- en dubbelbestemmingen, tevens de volgende aanduidingen:

- Agrarisch met waarden – Natuur- en landschapswaarden
- Natuur
- Water
- Waarde – Archeologie
- Waarde – Attentiegebied ecologische hoofdstructuur
- Waarde – Cultuurhistorie
- Vrijwaringszone – radar
- Wetgevingzone – zoekgebied ecologische verbindingzone
- Wetgevingzone – zoekgebied behoud en herstel van watersystemen



Afbeelding 45. Kaart vigerend bestemmingsplan 'Buitengebied Zuid2013' van de gemeente Breda met begrenzing project.

De voorgenoemen ontwikkeling ter plaatse van de bestemming 'Water' – het dempen van de watergang (maatregel O) – past binnen het bestemmingsplan. Op basis van artikel 5.10 van de Waterwet is een omgevingsvergunning voor een aanlegactiviteit, als bedoeld in artikel 2.1, eerste lid, onder b, van de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht, niet vereist in het gebied dat is inbegrepen in het vastgestelde projectplan. De bij het project behorende ophogingen maken geen onderdeel uit van de ingreep in het watersysteem en vallen daarom niet onder voorgaande vrijstellingsbevoegdheid. In Bijlage B5 is de onderbouwing per bestemming terug te vinden.

Conclusie: geadviseerd wordt om de vrijstelling conform art. 5.10 van de Waterwet af te stemmen met de betrokken gemeenten. Ten behoeve van de voorziene ophogingen is sprake van een vergunningsplicht. Voor wat betreft de te dempen watergang (gemeente Breda) wordt geadviseerd om in overleg te bepalen welke planologische procedure doorlopen moet worden.

2.2 Beleid

2.2.1 Regionaal Water en Bodem Programma (RWP) 2022-2027

De provincie Noord-Brabant heeft in het Regionaal Water en Bodem Programma 2022-2027 vastgelegd hoe omgegaan wordt met de provinciale wateropgave. In dit programma is ook vastgelegd of waterlopen aangemerkt zijn als KRW-waterlichaam en welk type ze dan hebben en welk doel. In het geval van de Bijloop-Turfvaart is dit het type R19 – Doorstroommoeras. Het waterlichaam draagt als code 'NL25_27'. Het project voorziet in de versterking van het type R19 voor de Bijloop door de bijbehorende abiotische kenmerken te realiseren (zie paragraaf 1.5.2). Aanvullend wordt een grotere habitatsdiversiteit nagestreefd door gradiënten te creëren in waterdiepte en stroomsnelheid door beekhout en zand in te brengen (zie paragraaf 1.3.3 tot en met 1.3.6)

Vanuit de Waterwet heeft de provincie als zorgplicht de bescherming van grondwater voor menselijke consumptie. Vanuit de Wet milieubeheer wijst de provincie grondwaterbeschermingsgebieden aan. Het projectgebied ligt niet in een dergelijk grondwaterbeschermingsgebied (of waterwingebied). Daarnaast versterkt het project de lokale grondwaterkwaliteit door meer schoon grondwater vast te houden en minder af te voeren via de Bijloop.

2.2.2 Waterbeheerprogramma 2022-2027 Waterschap Brabantse Delta

In het waterbeheerprogramma heeft Waterschap Brabantse Delta een aantal doelen vastgelegd voor de betreffende planperiode. Voor dit project zijn de doelen geformuleerd voor 'schoon water' en 'voldoende water' relevant:

- I. "In 2027 is de ecologische kwaliteit en daarmee biodiversiteit van het oppervlaktewater sterk toegenomen door de KRW-maatregelen van het waterschap en partners in Vlaanderen en Nederland. De eerste voorbeelden van klimaatbestendige waterlandschappen zijn gerealiseerd."
- II. "In 2027 is de fysische en chemische kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater sterk verbeterd door investeringen van het waterschap en partners in Vlaanderen en Nederland. Er is meer kennis en inzicht in de vervuilingbronnen en mogelijk handelingsperspectief voor het voorkomen en verminderen van vervuiling van het water met medicijnresten, microplastics en 'nieuwe stoffen.'"
- III. "Om uiterlijk in 2050 te komen tot een klimaatrobuuste inrichting van Midden- en West-Brabant worden in elk geval de maatregelen voor hydrologisch herstel van Natura 2000-gebieden en Natte Natuurparels voor 2027 genomen."
- IV. "Om uiterlijk in 2050 te komen tot een klimaatrobuuste inrichting van Midden- en West-Brabant, dienen we wateroverlast in het landelijk en stedelijk gebied te beperken. Met het oog op klimaatverandering en conform het Deltaplan ruimtelijke adaptatie plaatsen wij het bereiken van die klimaatrobuuste inrichting bóven het halen van de toetsnormen."

Dit project voorziet in de versterking van de ecologische kwaliteit en daarmee biodiversiteit door invulling te geven aan het streefbeeld R19 – Doorstroommoeras (punt I. hierboven). Het vasthouden van schoon kwelwater in de Vloeiweide zorgt voor een versterking van de fysische en chemische kwaliteit. Door ervoor te zorgen dat regenwater makkelijk af kan stromen wordt de vermenging van dit anders samengesteld regenwater met grondwater beperkt (II). Het project streeft naar het hydrologisch hertstel van de Natte Natuurparel (III.). Daarbij wordt wateroverlast (IV.) als gevolg van de natuurlijke inrichting bij de theoretische NBW-toetsing verminderd. In de praktijk staat stuw Hellegat al in de maximale stand en wordt al het water via de Aa of Weerij geleid. Dit wijzigt niet als gevolg van dit projectplan.

2.2.3 Beleidsregels voor waterkering, waterkwantiteit en grondwater

Het waterschap is bevoegd om nadere regels te stellen aan activiteiten en handelingen die mogelijk een nadelig effect hebben op het watersysteem. Dit met als doel het voorkomen en waar nodig beperken van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste. Veel voorkomende werkzaamheden die onder voorwaarden kunnen worden toegestaan, reguleert het waterschap zoveel mogelijk via algemene regels. Hiermee worden tijdrovende en onnodige vergunningprocedures voorkomen. Daar waar niet aan de algemene regels kan worden voldaan, bestaat de mogelijkheid een vergunning voor de werkzaamheden aan te vragen. Het waterschap hanteert beleidsregels om op eenduidige wijze te kunnen bepalen of en hoe een activiteit of handeling kan worden vergund. Voor dit project zijn de beleidsregels voor waterkering, waterkwantiteit en grondwater van toepassing. Er is gebruikt gemaakt van de partiële herziening uit 2018 van deze beleidsregels. Hierbij zijn de volgende artikelen relevant:

- Artikel 5 – duikers en bruggen: in het projectplan wordt voorgesteld meerdere duikers aan te leggen, hierbij worden geldende beleidsregels in acht genomen;
- Artikel 6 – dempen en graven oppervlakte waterlichamen: in het project wordt een bestaand traject van de Bijloop gedempt en nieuw traject gegraven, waarbij de geldende beleidsregels in acht genomen worden;
- Artikel 10 – aanpassen maaiveld: ten behoeve van de natuurlontwikkeling wordt op sommige trajecten aanpassingen aan de maaiveldhoogte gedaan;
- Artikel 14A – profiel van vrije ruimte bij oppervlaktewaterlichamen: met dit projectplan wordt de Bijloop (binnen de aangegeven grenzen) als meanderzone opgenomen in het profiel van vrije ruimte in de legger, bij de inrichting hiervan worden de geldende beleidsregels aangehouden.

- Artikel 22 – Grondwater, meer specifiek Natuurbeleid en Kaderrichtlijn Water. Dit betreffen doelstellingen van het project.

In het geval van beleidsregel 3 – werken en objecten in de watergang en beschermingszone - is er in dit projectplan afgeweken van de beleidsregel. Aangezien er gekozen is voor bouwen met natuur, wordt er gekozen om vaste substanties en voorwerpen te laten staan, liggen en drijven in de watergang. Dit is strijdig met artikel 3.1.1. van deze beleidsregel. In het projectplan is echter onderbouwd dat juist gekozen is voor deze oplossing in het kader van natuurbehoud en –ontwikkeling, want in lijn is met het Waterbeheerprogramma (zie paragraaf 2.2.2).

2.3 Keuzes in het project

Bij de situering van de maatregelen beschreven in dit projectplan, zijn als randvoorwaarden gehanteerd:

- De actuele eigendom situatie en bestaande woningen
- (Grond)waterstanden binnen projectgebied, en daarmee samenhangend;
- De hoeveelheid water die bovenstrooms aangevoerd wordt en via de Bijloop afgevoerd moet worden en de huidige afvoerverdeling tussen Bijloop en Aftakking Bijloop bij piekafvoeren;
- Geometrie huidige beek buiten het plangebied;
- Beheer en onderhoud poelen;
- Ecologische kwaliteit bestaande beplanting;
- Huidige bodemkwaliteit.

De maatregelen zijn passend en realistisch ten opzichte van de bestaande situatie. Vervolgens zijn de maatregelen uitgewerkt om een zo reëel mogelijke, hoogst haalbare doelrealisatie en biodiversiteit te behalen binnen de beschikbare afvoer, de gebiedskenmerken (bijvoorbeeld verhang), de beschikbare gronden en het beschikbaar budget. Voor de doelsoorten dient binnen de in te richten percelen en watergang geschikt biotoop te ontstaan, zodat deze daadwerkelijk kunnen fungeren als Natte Natuurparel en NNB natuur (percelen) en gaat voldoen aan de vereiste kenmerken om de KRW-doelen te halen (watergang).

2.4 Benodigde vergunningen

2.4.1 Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo) en Besluit omgevingsrecht (Bor)

Conform artikel 2.1 onder a van de **Wabo** is het verboden zonder een omgevingsvergunning een bouwwerk te bouwen. In het **Bor** zijn uitzonderingen opgenomen van deze bepaling.

In artikel 2 lid 12 van bijlage II van het Bor is bepaald dat erf- en perceelafscheidings, zoals afrasteringen, op onbebouwde percelen niet hoger dan 1 meter vrijgesteld zijn van een vergunningsplicht. Indien hoger dan 1 m is de vergunningsplicht (bouwen) conform art. 2.1 onder a van de Wabo van toepassing.

In artikel 2 lid 18 van bijlage II van het Bor is bepaald dat bouwwerken ten behoeve van de waterhuishouding vrijgesteld zijn, indien niet hoger dan 3 m en een oppervlakte van niet meer dan 15m². Onder deze vrijstelling kan de nieuw aan te leggen duiker geschaard worden.

Conform artikel 2.1 onder b van de Wabo is het verboden zonder een omgevingsvergunning een werk, geen bouwwerk zijnde, of werkzaamheden uit te voeren, in gevallen waarin dit bij een bestemmingsplan is bepaald. Voorgaande vergunningsplicht is uitgewerkt in voorgaande paragraaf (toetsing vigerend bestemmingsplan).

Conclusie: In voorliggend geval zal een erfafscheiding worden verplaatst. Voor het verplaatsen van de erfafscheiding is in voorliggend geval **geen** omgevingsvergunning noodzakelijk.

2.4.2 Wet natuurbescherming (Wnb)

De bescherming van waardevolle gebieden (Natura 2000), beschermde soorten en het kappen van houtopstanden is geregeld in de **Wnb**. Indien een project of handelingen negatieve invloed heeft of hebben op

de instandhoudingsdoeleinden van een Natura 2000-gebied dient een vergunning aangevraagd te worden. Indien een project negatieve effecten heeft op aanwezige soorten dient ontheffing aangevraagd te worden.

Flora en fauna onderzoek is uitgevoerd. Uit dit onderzoek is gebleken dat een vergunning in het kader van de gebiedsbescherming niet noodzakelijk is. Daarnaast is uit soortgericht onderzoek gebleken dat een ontheffing in het kader van de soortbescherming moet worden aangevraagd voor de Alpenwatersalamander, vinpootsalamander, kamsalamander en kleine marterachtigen.

Conclusie: Uit onderzoek is gebleken dat er **wel** een ontheffing van soortenbescherming noodzakelijk is. Een vergunning Wnb gebiedsbescherming is **niet** aan de orde.

Indien buiten de bebouwde kom houtopstanden, bomen of beplanting worden verwijderd en de oppervlakte van de totale houtopstand is meer dan 10 are (1000m²), of bestaat uit meer dan 20 bomen in rijbeplanting, dan moet volgens de Wet natuurbescherming minstens 4 weken voor de kap een melding worden ingediend bij de Omgevingsdienst Brabant Noord (ODBN). De grond waarop gekapte bomen hebben gestaan, moet opnieuw beplant worden (herplantplicht). De ODBN kan als het nodig is een kapverbod opleggen voor bijzondere beplantingen. Het aanplanten van bos of bomen is niet vergunnings- of meldingsplichtig.

Conclusie: In voorliggend plan worden geen houtopstanden gekapt. Er is daarmee **geen** sprake van een kapmelding Wnb.

2.4.3 Ontgrondingenwet

Conform de Ontgrondingenwet is onder artikel 3 verboden om zonder vergunning een terrein te ontgronden. De in de **Ontgrondingenwet** opgenomen vrijstellingen zijn niet van toepassing op voorliggend project. Aanvullend op voorgenoemde vrijstellingen heeft de provincie Noord-Brabant in de **Interim omgevingsverordening Noord-Brabant** een aantal aanvullende vrijstellingen opgenomen, zowel met als zonder meldplicht.

Onder artikel 2.33 onder b is de vrijstelling van de vergunningplicht opgenomen:

- ontgrondings- en herinrichtingsactiviteiten in het kader van ecologische verbindingzones, beek- en kreekherstelprojecten of een overig natuurontwikkelingsproject, die:
 - in overeenstemming zijn met de vigerende gebiedsanalyse PAS of een ter plaatse geldende gebiedsanalyse PAS, het vigerend natuurbeheerplan op het moment van de melding;
 - zijn opgenomen in een plan waarin de betrokken belangen bij de ontgroning zijn afgewogen en dat is voorbereid met toepassing van afdeling 3.4 van de Algemene wet bestuursrecht.

Op basis van bovenstaande regels wordt gesteld dat de voorgenomen ontgrondingswerkzaamheden passen binnen de vrijstelling met meldingsplicht zoals opgenomen onder artikel 2.33, sub b. De ontgroning is onderdeel van het vigerende natuurbeheerplan. Middels het op te stellen projectplan Waterwet wordt voldaan aan de eis dat de betrokken belangen zijn afgewogen.

Conclusie: Voor onderhavig plan dient o.b.v. artikel 2.33 lid b **geen** vergunning ontgroning aangevraagd te worden. Er geldt wel een **meldingsplicht**.

2.4.4 Lokale verordeningen

Algemene plaatselijke verordening Zundert 2020 (APV)

In de gemeente Zundert geldt de APV Zundert 2020. De huidige versie is per 29-12-2020 in werking getreden. In de APV zijn een groot aantal algemene regels gebundeld, waaronder aanvullende vergunningsplichten.

Algemene plaatselijke verordening Breda 2018

In de gemeente Breda geldt de APV Breda 2018. De huidige versie is per 21-08-2021 in werking getreden. In de APV zijn een groot aantal algemene regels gebundeld, waaronder aanvullende vergunningsplichten.

Vanuit de APV van Zundert en Breda gelden geen specifieke vergunningsplichten voor het voorgenomen project.

Conclusie gemeentelijk beleid: Vanuit de gemeentelijke verordeningen is **geen** vergunningplicht opgelegd.

2.4.5 Conclusie

In Tabel 7 is een overzicht te zien van de vergunningenscan. Zie Bijlage B5 voor de bijbehorende notitie.

Tabel 7. Samenvatting van vergunningenscan.

Vergunningen	Bevoegd gezag	Opmerking	Procedure tijd in weken	Wel/niet
Bestemmingsplanwijziging	Gemeente Breda	<i>i.o.m. gemeente</i>		Niet
Bestemmingsplanwijziging	Gemeente Zundert			Niet
Omgevingsvergunning – werk, geen bouwwerk zijnde, of werkzaamheden	Gemeente Breda & Zundert	<i>Uitsluitend ter plaatse van ophogingen.</i>	8 + 6	Niet
Omgevingsvergunning – Erf- en perceelafscheidings	Gemeente Breda & Zundert			Niet
Projectplan waterwet	Waterschap Brabantse Delta		26	Wel
Melding ontgroning	Provincie Noord-Brabant			Wel
Vergunning Wnb gebiedsbescherming	Provincie Noord-Brabant			Niet
Ontheffing Wnb soortenbescherming	Provincie Noord-Brabant	<i>T.b.v. kamsalamander</i>	13 + 7	Wel
Kapmelding op basis van Wnb	Provincie Noord-Brabant			Niet
Omgevingsvergunning Kap	Gemeente Breda & Zundert			Niet

Eventuele uitvoeringsvergunningen, toestemmingen en afspraken (zoals bijvoorbeeld werk in- en uitritten, afspraken met kabels en leidingbeheerders en bouwplaatsinrichting) zijn niet in dit overzicht opgenomen en zijn afhankelijk van de uitvoeringsmethodiek.

3 RECHTSBESCHERMING

Dit plan is tot stand gekomen na zorgvuldig onderzoek naar alle relevante belangen en waarden en in afstemming met de kaders vanuit wetgeving en beleid. Toch kan het zijn dat belanghebbenden opmerkingen hebben op het plan en/of vinden dat hun specifieke belang onvoldoende is meegenomen. Daarvoor voorziet de wet in een inspraak- en rechtsbeschermingsprocedure. Er wordt een openbare voorbereidingsprocedure gevolgd waarbij zienswijzen door belanghebbenden kunnen worden ingebracht. Deze zullen beantwoord worden. Vervolgens wordt een nota van zienswijzen toegevoegd aan dit projectplan waarin de wijzigingen ten aanzien van zienswijze en ambtshalve wijzigingen worden toegevoegd.

3.1 PROCEDURE

3.1.1 Zienswijze

Als een ontwerp-projectplan is vastgesteld, wordt dit bekend gemaakt. Het plan ligt gedurende zes weken ter inzage. Voordat het waterschap een definitieve beslissing neemt, kunnen belanghebbenden en ingezetenen gedurende deze periode hun zienswijze op dit ontwerp-projectplan kenbaar maken. Dat kan schriftelijk of mondeling. Een reactie moet vóór afloop van de termijn bij het waterschap zijn ingediend.

3.1.2 Beroep en hoger beroep

Als het definitieve projectplan is vastgesteld, wordt dit bekend gemaakt. Het plan ligt gedurende zes weken ter inzage. Gedurende zes weken vanaf de dag na die waarop het besluit ter inzage is gelegd kan door belanghebbenden beroep worden ingesteld bij de rechtbank. Voor het indienen van een beroepschrift is griffierecht verschuldigd. Tegen de uitspraak van de rechtbank kan vervolgens hoger beroep worden ingediend bij de Raad van State.

3.1.3 Crisis- en herstelwet

Op de vaststelling van een projectplan is afdeling 2 van hoofdstuk 1 van de Crisis- en herstelwet van toepassing. Dit betekent dat de belanghebbenden in het beroepschrift moeten aangeven welke beroepsgronden zij aanvoeren tegen het besluit. Na afloop van de termijn van zes weken kunnen geen nieuwe beroepsgronden meer worden aangevoerd. Belanghebbenden wordt verzocht in het beroepschrift te vermelden dat de Crisis- en herstelwet van toepassing is.

3.1.4 Verzoek om voorlopige voorziening

Het projectplan treedt na vaststelling in werking, ook al wordt er een bezwaar- of beroepschrift ingediend. Dit betekent dat de maatregelen opgenomen in het projectplan kunnen worden uitgevoerd. Om dit te voorkomen kunnen belanghebbenden gelijktijdig of na het indienen van een beroepschrift een zogenaamd ‘verzoek voor het treffen van een voorlopige voorziening’ aanvragen bij de Voorzieningenrechter van de rechtbank. Ook in dat geval is griffierecht verschuldigd.

BIJLAGEN

B1 DO TEKENINGEN



Verklaring

- Kadastrale grenzen
- Hoogtelijnen AHN-3
- Bestaande begroeiing
- Bestaande poelen
- Talud
- Bijloop Traject 1 Bodemhoogte en profiel aanpassen
Aanvullen met zand
- Bijloop Traject 2 Bodemhoogte en profiel handhaven
Traject door bos
- Bijloop Traject 3 Bodemhoogte en profiel aanpassen
Aanvullen met zand, bodemhoogte op gelijke hoogte
- Bijloop Traject 4 Bodemhoogte en profiel aanpassen
Nieuw te graven traject
- Nieuw te graven waterloop/greppel
- Profiel van vrije ruimte
- Te dempen waterloop/greppel
- Behalen natuurdoeltype N10.02 VOCHTIG HOOLAND
door permanent maaien en afvoeren.
- Behalen natuurdoeltype N10.03 KRUIDEN- EN FAUNARIJK GRASLAND
door permanent maaien en afvoeren.
- Behalen natuurdoeltype N10.01 NAT. SCHRAALLAND
door naareld volgens ontgraven gem. 0.10-0.20m1-MV
en daarna maaien en afvoeren.
- Behalen natuurdoeltype N10.01 NAT. SCHRAALLAND
door naareld volgens ontgraven gem. 0.20-0.30m1-MV
en daarna maaien en afvoeren.
- Vloeiende
Natuurdoeltype, diepte 0,10m1-0,15m1
- Perceelgrenzen met een te geringe drooglegging (<0,60m1 tov. G.L.G.)
Benoemde aanvulhoogte aangegeven per perceeldeel
- Bestaande duiker verwijderen
- Duiker met LDB-stuw handhaven
- Nieuwe duiker
- Verwijderen afwatering
- Aanbrengen nieuwe afwatering
- Aanbrengen poort
- Aanbrengen hoekpalen
- Verhoogd wandelpad, breedte 1,5m1
- Aanbrengen beekhoud/schubhout en stromen
en laatholrizen, vastgezet met palen.
In Traject 2 per object extra 2-3m3 zand aanbrengen.
Zand aanbrengen
- Locatie profielen

3	01-06-2022	Diverse aanpassingen	PBR	BCO	BCO
2	28-04-2022	Diverse aanpassingen	PSA	BCO	GVN
1	07-03-2022	Diverse aanpassingen t/m 07-03-2022	JM	BCO	GVN
0	13-12-2021		PSA	BCO	BCO
Versie Datum Omschrijving			Opsteller	Verificator	Par.

Beekherstel/herstel natte natuurpark Vloeiende

Breda

DO Deelgebied 1

Waterschap Brabantse Delta

088 - 3540333

info@waterschap-bd.nl

www.waterschap-bd.nl

Projectnummer: WBD040-0001

Tekeningnummer: 2021-2788

Betrukkende bij doc. nr.:

Formaat: A0+2

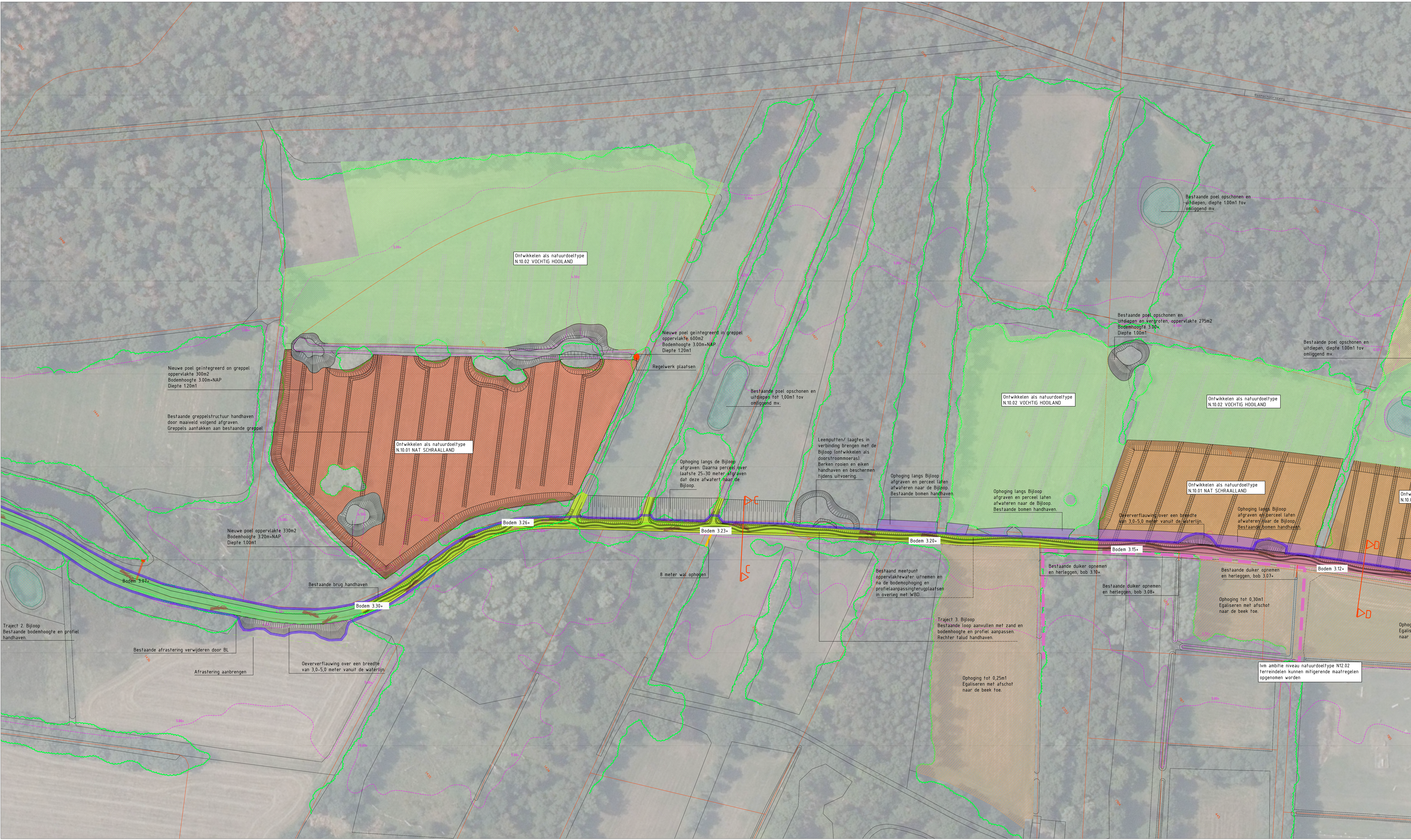
Schaal: 1:500

088 - 3540333

info@waterschap-bd.nl

www.waterschap-bd.nl

krachten



Verklaring

- Kadastrale grenzen
- Hoogtelijnen AHN-3
- Bestaande beplanting
- Bestaande poelen
- Talud
- Bijloop Traject 1 Bodemhoogte en profiel aanpassen
Aanvullen met zand
- Bijloop Traject 2 Bodemhoogte en profiel handhaven
Traject door bos
- Bijloop Traject 3 Bodemhoogte en profiel aanpassen
Aanvullen met zand, bodemhoogte op gelijke hoogte
- Bijloop Traject 4 Bodemhoogte en profiel aanpassen
Nieuw te graven traject
- Nieuw te graven waterloop/greppel
- Profiel van vrije ruimte
- Te dempen waterloop/greppel
- Behalen natuurdoeltype N10.02 VOCHTIG HOOLAND
door permanent maaien en afvoeren
- Behalen natuurdoeltype N12.02 KRUIDEN- EN FAUNARIJK GRASLAND
door permanent maaien en afvoeren
- Behalen natuurdoeltype N10.01 NAT SCHRAALLAND
door naaiveld volgens ontgraven gem. 0.10-0.20m1-mv
en daarna maaien en afvoeren
- Behalen natuurdoeltype N10.01 NAT SCHRAALLAND
door naaiveld volgens ontgraven gem. 0.20-0.30m1-mv
en daarna maaien en afvoeren
- Vloeiende afwateringsgreppels, diepte 0,10m1-0,15m1
- Perceelgrenzen met een te geringe drooglegging (<0,60m1 tov. GLG)
Benodigde aanvulhoogte aangegeven per perceeldeel
- Bestaande duiker verwijderen
- Duker met LDB-stuw handhaven
- Nieuwe duiker
- Verwijderen afwatering
- Aanbrengen nieuwe afwatering
- Aanbrengen poort
- Aanbrengen hoekpalen
- Verhoogd wandelpad, breedte 1,5m1
- Aanbrengen beekhoofd/schermhout en stroken
en takhoutvrije, vastgezet met palen
in traject 2 per object extra 2-3m3 zand aanbrengen.
Ingraven beekstromen in buitenbocht.
Zand aanbrengen
- Locatie profielen

2	06-04-2022	Diverse aanpassingen	PSA	JM	BCO	GVH	+
1	07-03-2022	Diverse aanpassingen t/m 07-03-2022	JM	BCO	GVH		
0	13-12-2021		PSA	JM	BCO	BCO	+
Versie			Opsteller	Par.	Verificatie	Par.	Par.

Beekherstel/herstel natte natuurpark Vloeiende Breda DO Deelgebied 3

Opdrachtgever:
Waterschap Brabantse Delta

Plan:
Definitief ontwerp

Formaat:
A0+2

Schaal:
1:500

Projectnummer:
WB040-0001

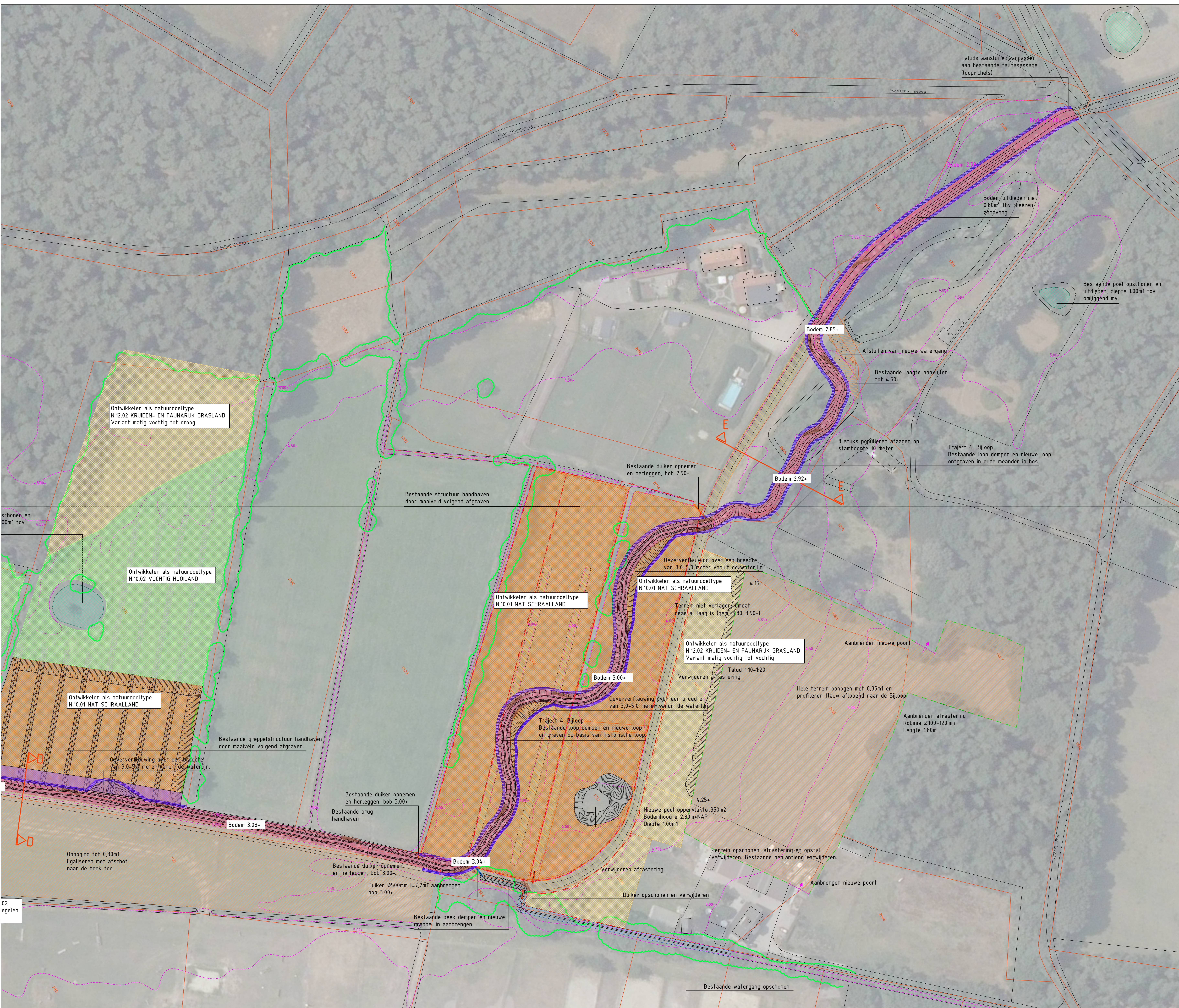
Tekeningnummer:
2021-2790

Betreffende bij. doc. nr.:

Herontwikkelaar & Bestuurder
Project: 2021-2790

088 - 3360333
info@krachten.nl
www.krachten.nl

krachten



Verklaring

- Kadastrale grenzen
- Hoogtelijnen AHN-3
- Bestaande beplanting
- Bestaande poelen
- Talud
- Bijloop traject 1 Bodemhoogte en profiel aanpassen
Aanvullen met zand
- Bijloop traject 2 Bodemhoogte en profiel handhaven
Traject door bos
- Bijloop traject 3 Bodemhoogte en profiel aanpassen
Aanvullen met zand, bodemhoogte op gelijke hoogte
- Bijloop traject 4 Bodemhoogte en profiel aanpassen
Nieuw te graven traject
- Nieuw te graven waterloop/greppel
- Profiel van vrije ruimte
- Te dempen waterloop/greppel
- Behalen natuurdoeltype N10.02 VOCHTIG HOOLAND
door permanent maaien en afvoeren.
- Behalen natuurdoeltype N12.02 KRUIDEN- EN FAUNARIJK GRASLAND
door permanent maaien en afvoeren.
- Behalen natuurdoeltype N.10.01 NAT SCHRAALLAND
door maaienveld volgens ontgraven gen. 0.10-0.20m²-HV
en daarna maaien en afvoeren.
- Behalen natuurdoeltype N.10.01 NAT SCHRAALLAND
door maaienveld volgens ontgraven gen. 0.20-0.30m²-HV
en daarna maaien en afvoeren.
- Vloeiende
Afwaterringsgreppels, diepte 0,10m-0,15m
- Perceeldelen met een te geringe drooglegging (<0,60m² tov GLG).
Benodigde aanvalshoogte aangegeven per perceeldeel
- Bestaande duiker verwijderen
- Duiker met LOB-stuw handhaven
- Nieuwe duiker
- Verwijderen afkrastering
- Aanbrengen nieuwe afkrastering
- Aanbrengen poort
- Aanbrengen hoekpalen
- Verhoogd wandelpad, breedte 1,5m
- Aanbrengen beekhoud/stamhou en stronken
en takhouttrillen, vastgezet met palen.
In traject 2 per object extra 2-3m² zand aanbrengen.
- Ingraven boomstronken in buitenbecht.
Zand aanbrengen
- Locatie profielen

2	26-04-2022	Diverse aanpassingen	PSA	BCO	GVH
1	07-03-2022	Diverse aanpassingen t/m 07-03-2022	JM	BCO	GVH
0	13-12-2021		PSA	BCO	BCO
Versie Datum Omschrijving			Opsteller	Verificatie	Par. Validatie

Beekherstel/herstel natte natuurparel Vloeiweide
Breda
DO Deelgebied 4

Opdrachtgever
Waterschap Brabantse Delta

Fase
Definitief ontwerp

Projectnummer
WBD040-0001

Format
A0

Schaal
1: 500

Takennummer
2021-2791

Behorende bij doc. nr.

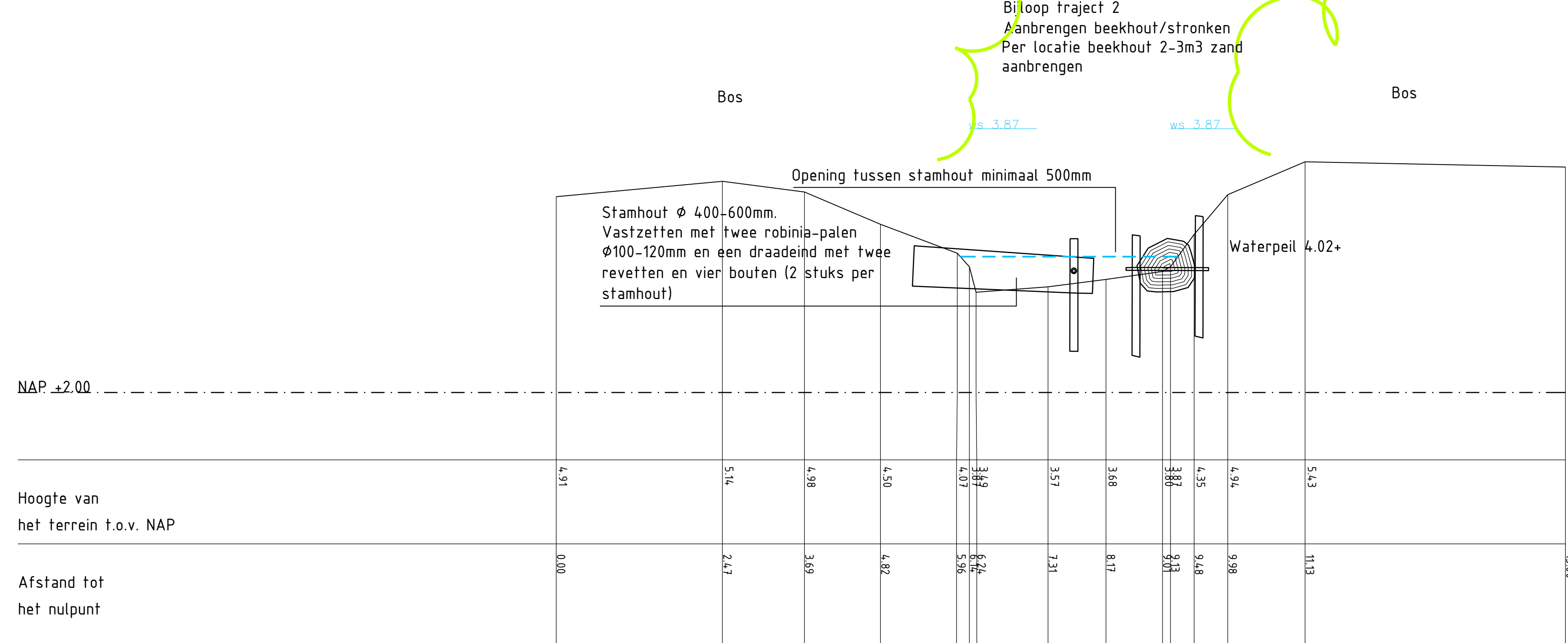
Schouten & Buijs
Postbus 14, 6040 AA Roermond

De Herengraben
Postbus 200, 5200 CH 't Hartogenbosch

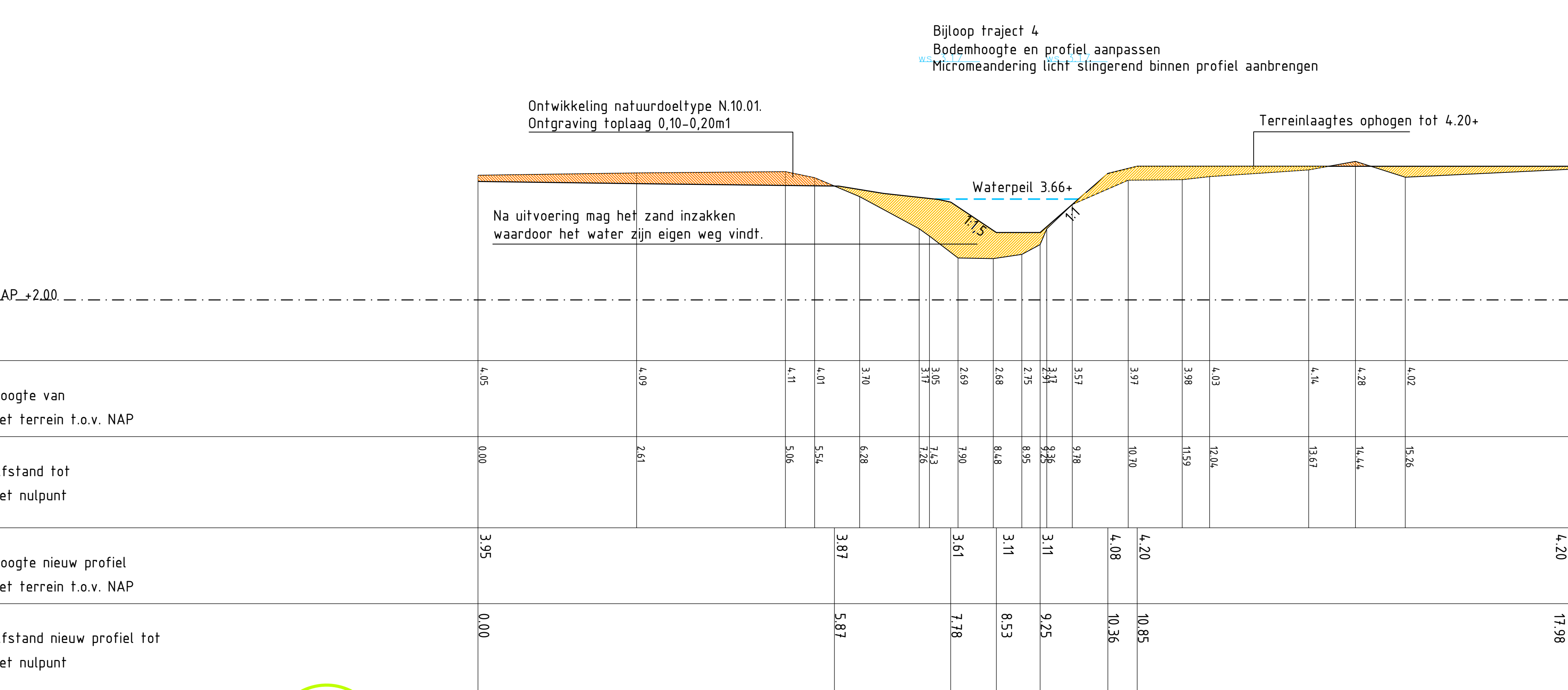
088 - 3366333
info@krachten.nl
www.krachten.nl

krachten

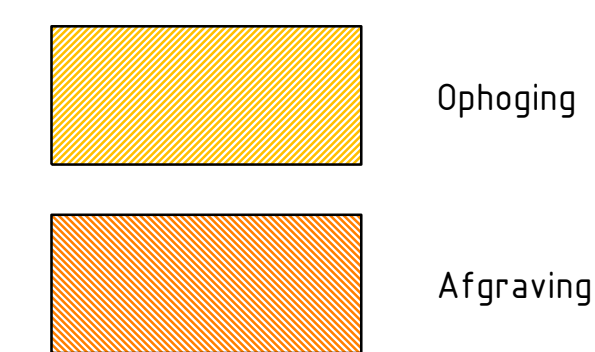




Profielnr A
Schaal 1 : 50



Profielnr D
chaal 1 : 50



Profielnr E
Schaal 1 : 50

kragten

B2 HYDROLOGISCH (OPPERVLAKTEWATER) ONDERZOEK



HYDROLOGISCH ONDERZOEK VLOEIWEIDE

BEEKHERSTEL EN HERSTEL NATTE NATUURPAREL VLOEIWEIDE

Opdrachtgever:	Waterschap Brabantse Delta
Projectnr:	WBD040
Datum:	17 februari 2022

HYDROLOGISCH ONDERZOEK VLOEIWEIDE

BEEKHERSTEL EN HERSTEL NATTE NATUURPAREL VLOEIWEIDE

Opdrachtgever:	Waterschap Brabantse Delta
Projectnr:	WBDO40
Rapportnr:	1
Status:	Definitief
Datum:	17 februari 2022

T 088 - 33 66 333
F 088 - 33 66 099
E info@kragten.nl



Op 20-07-2021
Delta, Lfd. document hieronder te verspreiden en/of
openbaar gemaakt door middel van druk, publicatie, media of
andere wijze, is het auteursrecht van de uitgever van dit document
bescherming van Kragten. Het is eveneens verboden het materiaal
te kopiëren, verspreiden of anderszins openbaar te maken.
De afbeelding op deze wijze
kan leiden tot schade aan het document of de afbeelding
kan verloren gaan.

Opsteller:
Caspar Cluitmans

Verificatie:
Bart Coppelmans

Validatie:
Gard van Hulzen



INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	9
2	GEBIEDSBESCHRIJVING	11
2.1	Bademopbouw	11
2.2	Oppervlaktewatersysteem	11
2.2.1	Stroomgebied Aa of Weerij, Turfvaart en Bijloop	11
2.2.2	Hydrologische kenmerken Bijloop	13
2.2.3	KRW-type	14
2.2.4	Meetpunt Vloeiweide NoordRijsbergen	14
2.3	NBW-normering en waterbergingsgebieden	15
3	OPZET REFERENTIEMODEL EN RANDVOORWAARDEN	17
3.1	Aangeleverde modellen	17
3.1.1	Afvoerstappen	17
3.1.2	Stuwen	17
3.1.3	Vistrap Hellegat	18
3.2	Aanpassingen aan de modellen	18
3.2.1	Afvoerstappen	18
3.2.2	Stuwen	18
3.2.3	Vistrap Hellegat	19
3.2.4	Invoegen Schoorbrug	20
3.2.5	Aanpassing dwarsprofielen	20
3.3	Resultaten referentiemodel 1D	22
3.3.1	Berekende afvoeren	22
3.3.2	Berekende waterstanden	22
3.3.3	Kanttekening met betrekking tot kwel	24
3.4	Resultaten referentiemodel 2D (NBW)	24
4	DEFINITIEF ONTWERP	27
4.1	Randvoorwaarden	27
4.1.1	Abiotische kenmerken	27
4.1.2	Gehanteerde stuwstanden in het DO	27
4.1.3	De trajecten	28
4.2	Aanpassingen DO per traject	28
4.2.1	Traject 1	28
4.2.2	Traject 2	30
4.2.3	Traject 3	32
4.2.4	Traject 4	34
4.3	Resultaten DO model 1D	36
4.3.1	Berekende afvoeren	36
4.3.2	Berekende waterstanden	37
4.3.3	Berekende stroomsnelheden	37
4.4	Resultaten DO model 2D	42
4.5	Conclusie oppervlakte water hydrologie DO	44

BIJLAGEN

B1	MODELKENMERKEN DOCUMENT
-----------	--------------------------------

B2	HYDROLOGISCHE BEREKENINGEN VOORLOPIG ONTWERP
B2.1	Randvoorwaarden
B2.1.1	Abiotische kenmerken
B2.1.2	Stuwstanden
B2.1.3	De trajecten
B2.2	Eerste iteratie
B2.2.1	Traject: Bovenloop
B2.2.2	Traject: Vloeiweide
B2.2.3	Traject: Vloeiweide (bocht)
B2.2.4	Resultaten VO iteratie 1
B2.3	Tweede iteratie
B2.3.1	Traject: Bovenloop
B2.3.2	Trajecten: Vloeiweide en Vloeiweide (bocht)
B2.3.3	Resultaten VO iteratie 2
B2.4	Definitieve versie Voorlopig Ontwerp
B3	BEPALING AFVOERSTAPPEN WATERSCHAP
B4	FACTSHEET VISPASSAGE HELLEGAT
B5	WATERSTANDENKAARTEN VOOR WINTER- EN VOORJAARSAFVOER (REFERENTIE EN DO)
B6	INUNDATIEKAART NBW T10 – REFERENTIESITUATIE
B7	INUNDATIEKAART NBW T10 – DO
B8	VERSCHIL INUNDATIEKAART DO MINUS REF NBW T10

TABELLEN

Tabel 1. Afvoerverdeling berekend door referentiemodel VloeREF.lit over drietakken (met kleuren gecodeerd).....	22
Tabel 2. Afvoerverdeling berekend door referentiemodel VloeREF.lit en door DO case van VloeIVO.lit over drietakken (met kleuren gecodeerd).....	36
Tabel 3. Toetsing van het DO aan de abiotische kenmerken voor de beek, per traject (groen = voldoet, geel = voldoet deels, oranje = voldoet niet).....	44

AFBEELDINGEN

Afbeelding 1. Locatie natte natuuroppervlakte Vloeiweide en verdeelwerk Hellegat.....	10
Afbeelding 2. Stroomgebied van Aa of Weerij, de rode omkadering weergeeft het projectgebied.....	12
Afbeelding 3. Overzicht van projectgebied met een aantal relevante kunstwerken.....	13
Afbeelding 4. Gemeten waterhoogten in de Bijloop bij meetpunt Vloeiweide Noord-Rijsbergen.....	15
Afbeelding 5. NBW-normering en waterbergingsgebieden.....	16
Afbeelding 6. Locatie Schoorbrug ten opzichte van het projectgebied.....	20
Afbeelding 7. Bodemhoogten van het oude model (groen) en bodemhoogten op basis van de metingen (donker oranje).....	21
Afbeelding 8. Locatie gehanteerde trajecten in lengteprofielen.....	21
Afbeelding 9. Grafiek met gemeten waterstanden bij meetpunt 'Bijloop Vloeiweide Noord Rijsbergen', en de berekende waterstanden ($k_s = 10 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$) bij de verschillende afvoertrappen op die locatie.....	23
Afbeelding 10. Grafiek met gemeten waterstanden bij meetpunt 'Bijloop Vloeiweide Noord Rijsbergen', en de berekende waterstanden ($k_s = 20 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$) bij de verschillende afvoertrappen op die locatie.....	23
Afbeelding 11. Inundatie in de referentiesituatie rondom het projectgebied als gevolg van een NBW T10 situatie.....	24
Afbeelding 12. Inundatie in de referentiesituatie in de omgeving van het projectgebied als gevolg van een NBW T10 situatie.....	25
Afbeelding 13. Locatie gehanteerde trajecten in lengteprofielen voor het DO.....	28
Afbeelding 14. Principeprofiel DO voor Bijloop traject 1.....	29
Afbeelding 15. Foto van het huidige Bijloop traject 1.....	30
Afbeelding 16. Principeprofiel DO voor Bijloop traject 2.....	30

Afbeelding 17. Foto van huidige Bijloop traject 2.....	31
Afbeelding 18. Foto van huidige Bijloop traject 2. Op deze foto is goed de al aanwezige variatie van de bodem te zien.....	32
Afbeelding 19. Principeprofiel DO voor Bijloop traject 3.....	32
Afbeelding 20. Foto van de huidige Bijloop traject 3.....	34
Afbeelding 21. Principeprofiel DO voor Bijloop traject 4 (tot aan locatie waar oude meander hersteld wordt).....	35
Afbeelding 22. Principeprofiel DO voor Bijloop traject 4 (ter plaatse van de te herstellen oude meander).....	35
Afbeelding 23. Foto van huidige Bijloop traject 4 (bovenstrooms van verlegging).....	36
Afbeelding 24. Waterstanden als bij jaarlijks terugkerende afvoeren in geval van het DO.....	37
Afbeelding 25. Gemiddelde stroomsnelheden die in het DO optreden in de vier verschillende trajecten, exclusief effecten van beekhout op de stroomsnelheid.....	38
Afbeelding 26. DO dwarsprofiel op overgang van traject 3 naar traject 4, met mediane waterstand en bijbehorend nat oppervlak.....	39
Afbeelding 27. Doorstroombaar DO dwarsprofiel op overgang van traject 3 naar traject 4, met mediane waterstand en bijbehorend nat oppervlak, in geval van inbreng beekhout.....	40
Afbeelding 28. Doorstroombaar DO dwarsprofiel op overgang van traject 3 naar traject 4, met aangenomen zomerse waterstand en bijbehorend nat oppervlak, in geval van inbreng beekhout.....	40
Afbeelding 29. Dwarsprofiel voor traject 2 (huidige situatie; links) en doorstroombaar dwarsprofiel voor het DO met beekhout met een opening van 0,5 meter.....	41
Afbeelding 30. NBW T10 inundatie als gevolg van het DO.....	42
Afbeelding 31. Verschil in inundatie bij een NBW T10 als gevolg van het DO (DO minus referentie inundatie).....	43
Afbeelding 32. Verschil in inundatie bij een NBW T100k als gevolg van het DO (DO minus referentie inundatie).....	44
Afbeelding 33. Locatie gehanteerde trajecten in lengteprofielen voor het voorlopig ontwerp.....	2-2
Afbeelding 34. Representatief dwarsprofiel iteratie 1 traject: Bovenloop.....	2-3
Afbeelding 35. Representatief dwarsprofiel iteratie 1 traject: Vloeiweide.....	2-3
Afbeelding 36. Tracé herstel meander Bijloop.....	2-4
Afbeelding 37. Representatief dwarsprofiel iteratie 1 traject: Vloeiweide (bocht).....	2-5
Afbeelding 38. Berekende waterstanden voor eerste iteratie van het VO.....	2-5
Afbeelding 39. Berekende stroomsnelheden voor de eerste iteratie van het VO.....	2-6
Afbeelding 40. Representatief dwarsprofiel iteratie 2 trajecten Vloeiweide en Vloeiweide (bocht).....	2-7
Afbeelding 41. Berekende waterstanden voor de tweede iteratie van het VO.....	2-7
Afbeelding 42. Berekende stroomsnelheden voor de tweede iteratie van het VO.....	2-8
Afbeelding 43. Representatief dwarsprofiel definitieve versie VO trajecten Vloeiweide en Vloeiweide (bocht).....	2-9
Afbeelding 44. Berekende waterstanden voor de definitieve versie van het VO.....	2-9
Afbeelding 45. Berekende stroomsnelheden voor de definitieve versie van het VO.....	2-10

1 INLEIDING

ten zuidwesten van Breda stroomt de Bijloop door de natte natuurparel Vloeiweide (zie Afbeelding 1.1). Waterschap Brabantse Delta wil op een deel van de Bijloop beekherstel toepassen. Daarnaast wilt het waterschap een deel van de beek aanpassen om zo ook bij te dragen aan de ontwikkeling van de natte natuurparel. Het deel van de Bijloop dat hiervoor onderzocht is, ligt tussen stuw Hellegat en de benedenstroomse geëgeer Schoorbrug. De eerder genoemde natte natuurparel is zo'n 80 ha groot en maakt onderdeel uit van een veel groter natuurgebied dat ligt langs de Bijloop en turfvaart. Brabants Landschap is eigenaar van de bestaande natuurperceel binnen de natte natuurparel Vloeiweide. Waterschap Brabantse Delta is de beheerder van de Bijloop. Recent zijn nieuwe percelen in de Vloeiweide beschikbaar gekomen voor inrichting. Brabants Landschap heeft daarnaast gesprekken gevoerd met eigenaren die willen meedelen met de plannen voor natuurontwikkeling of niet onwillig zijn tegenover de plannen. De nieuwe eigendomssituatie maakt het mogelijk om weer een deel van het natuurgebied in te richten.

Kort samengevat zijn de doelen als volgt:

- Beekherstel en herstel natte natuurparel Vloeiweide Breda;
- 5 hectare natuurinrichting (N\N);
- 45 hectare aan hydrologisch herstel van natte natuur (inclusief de hierbovenstaande 5 hectare);
- 1 kilometer aan beekherstel;
- 0,5 kilometer aanpassen Bijloop en verdeelwerk (stuw Hellegat) bovenstrooms van de 45 hectare.

In dit rapport wordt gekeken naar het hydrologisch onderzoek dat heeft plaatsgevonden naar het beekherstel van de Bijloop en de aanpassingen die nodig zijn aan de Bijloop om herstel van de natte natuurparel te ondersteunen. Het geohydrologisch onderzoek alsook de resultaten van de Waterwijzers worden beschreven in respectievelijk een apart rapport¹ en een aparte notitie².

In hoofdstuk 2 wordt een beschrijving van het gebied geleverd, waarbij de Bijloop centraal staat. Vervolgens wordt in hoofdstuk 3 ingegaan op het referentiemodel dat voor dit onderzoek is opgesteld. Hoofdstuk 4 bevat de toetsaankomst van het onderdeel oppervlaktewater van het Definitief Ontwerp (de berekeningen omtrent het Voorlopig Ontwerp worden besproken in Bijlage B2).

¹ 123786 Beekherstel en herstel natte natuurparel Vloeiweide Breda 005', Wittevloeden Bos, 21 juni 2021.

² 1237867WBDO40-TOE-Vloeiweide Waterwijzers Landbouw en Natuur', Kragten, 7 juli 2021.



Afbeelding 1. Locatie natte natuurparel Vloeiweide en verdeelwerk Helegat.

2 GEBIEDSBESCHRIJVING

2.1 Bodemopbouw

Om inzicht te krijgen in de bodemopbouw is gebruik gemaakt van de Bodemkaart. De Bodemkaart is onderdeel van de Basisregistratie Ondergrond (BRO). De bodemkaart geeft bodemkundige informatie met betrekking tot de aard en samenstelling van de bovengrond (grondsoort) en is verder onderverdeeld naar bodemvorming, veensoort, afwijkende lagen in het profiel, aanwezigheid van kalk en verstoringen door vergraving en egalisatie. Volgens de bodemkaart komen in het onderzoeksgebied met name zandige beekdalgronden voor. Aan de westzijde kunnen veldpoozegronden aanwezig zijn, ontwikkeld in leemarm en zwak leemig fijn zand. Voor uitgebreidere informatie over de bodemopbouw wordt verwezen naar het door Kragten³ uitgevoerde vooronderzoek (water)bodem, het hydrologisch onderzoek naar de NNP Vloeiweide door het Waterschap⁴ en het onderzoek uitgevoerd door BWARE⁵.

Op 18 juni 2018 is door Waterschap Brabantse Delta een grondboring uitgevoerd in de vloeiweide op circa 0 m afstand van de Bijloop. De grond in de boring bestond voornamelijk uit leemarm zwak leemig fijn zand zoals verwacht wordt op basis van de bodemkaart. Op basis van de grijze kleur van het onderste deel van de boring, wat wijst op reductie, zakt het grondwater in de zomer tot circa 0,5 m onder het maaiveld.

2.2 Oppervlaktewatersysteem

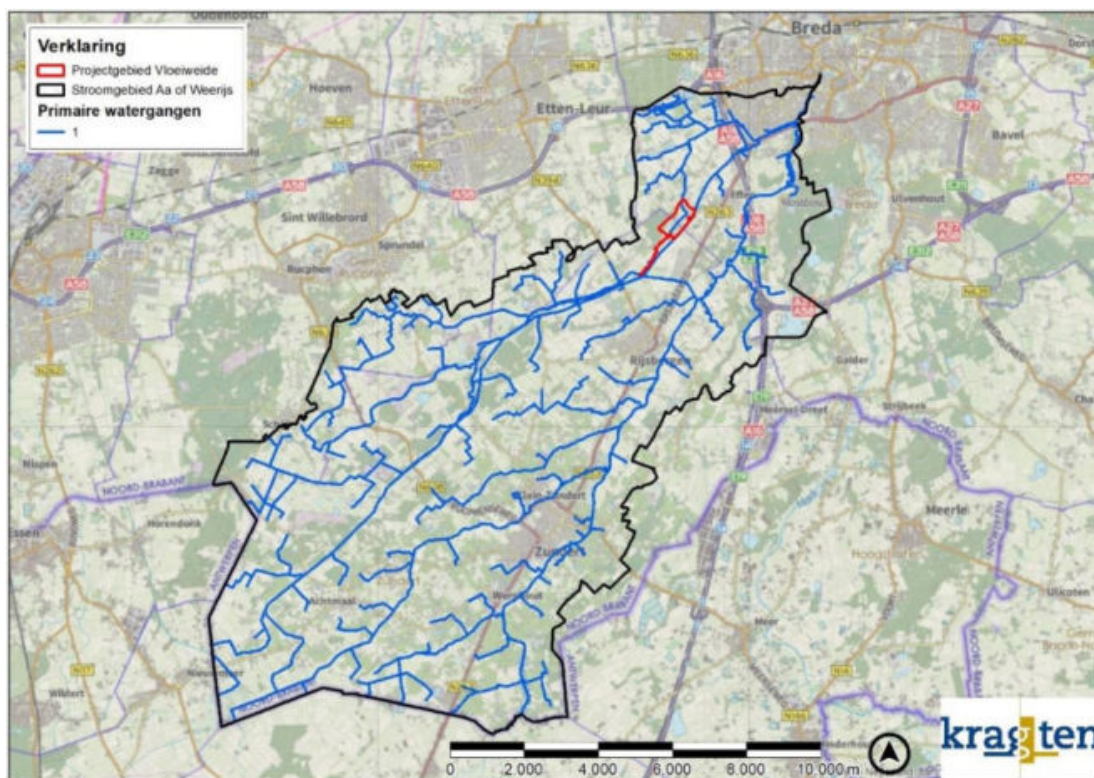
2.2.1 Stroomgebied Aa of Weerij, Turfvaart en Bijloop

In Afbeelding 2 is het stroomgebied van de Aa of Weerij, Turfvaart en Bijloop weergegeven. In deze afbeelding is met een rode omlijning het projectgebied weergegeven.

³ 'Water(bodem) Vooronderzoek – Ontwikkeling natte natuurlijke Vloeiweide en beekherstel Bijloop', Kragten, 25-01-2021.

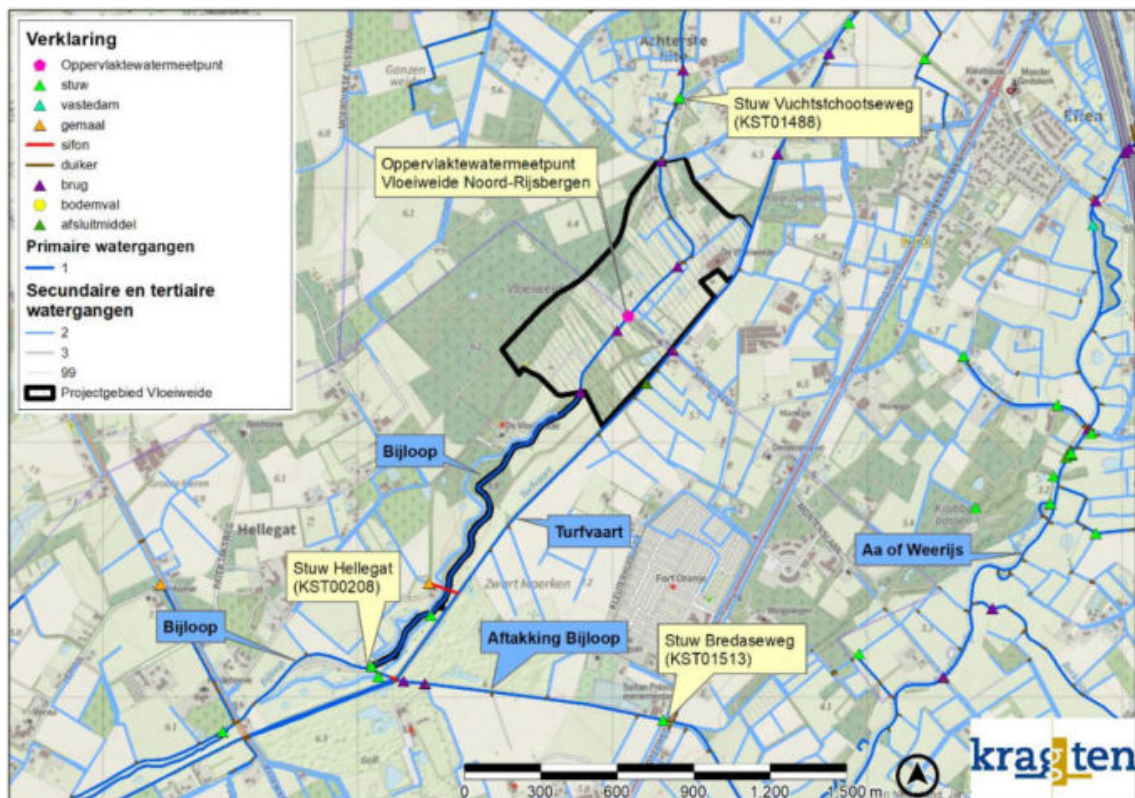
⁴ 'Ontwikkeling NNP Vloeiweide (Noord)', Waterschap Brabantse Delta, 2020.

⁵ 'Bodem- en hydrochemisch onderzoek Natte Natuurlijke Vloeiweide', BWARE, 12-02-2021



Afbeelding 2. Stroomgebied van Aa of Weerijds, de rode omkadering weergeeft het projectgebied.

In Afbeelding 3 is het lokale watersysteem weergegeven. Hierin zijn ook de relevante watergangen genoemd, de kunstwerken die te maken hebben met de waterverdeling van en rondom de Bi'loop en een oppervlaktewatermeetpunt.



Abbeelding 3. Overzicht van projectgebied met een aantal relevante kunstwerken.

2.2.2 Hydrologische kenmerken Bijloop

Hieronder wordt een aantal belangrijke hydrologische kenmerken van de Bijloop opgesomd die relevant zijn voor het projectgebied. Deze informatie is deels gebaseerd op overleg met de hydrologen van het waterschap (dhr. I. Deurloo en mevr. S. Deprez). Daarnaast is de informatie deels gebaseerd op de door het waterschap in 2019 uitgevoerde watersysteemanalyse⁶ en hydrologisch onderzoek⁷.

Morfologie

De relevante kenmerken van het te herstellen traject van de Bijloop worden hieronder opgesomd. Bij een afvoer die 200 dagen in het jaar voorkomt, heeft het traject een gemiddelde waterdiepte van 0,30 meter en een waterspiegelbreedte van 2,6 meter. Het verhang van het traject is circa 0,3 m/km.

In de 'Watersysteemanalyse Bijloop-Turfvaart' is de morfologische toestand beoordeeld. Het traject relevant voor het voorgaand onderzoek heeft als eindoordeel 'goed' mee gekregen. Dit eindoordeel bestaat uit de volgende componenten:

- Loopontwikkeling: matig;
- Beddingstructuur: zeer goed;
- Dwarsprofiel: matig;
- Oeverstructuur: zeer goed;
- Beekomgeving:
 - Links: zeer goed;
 - Rechts: zeer goed.

Begeleidend bos / beschaduwing

⁶ 'Watersysteemanalyse Bijloop-Turfvaart' (Waterschap Brabantse Delta, 2019). Het voor dit onderzoek relevante traject is traject 4 uit deze watersysteemanalyse.

⁷ 'Ontwikkeling NNP Vloeiweide (Noord)' (Waterschap Brabantse Delta, 2020).

Het te onderzoeken traject is in belangrijke mate voorzien van beekbegeleidend bos aan weerszijde (circa 66% van het traject). Langs het overige deel van het traject ligt aan of aan één zijde beekbegeleidend bos of is het traject volledig open.

Peilbeheer

Bij het verdeelwerk Hellegat wordt water af over de Aftakking Bijloop gestuurd, of via de Bijloop. De Aftakking Bijloop gaat met een sifon onder de Turfvaart door. Het verdeelwerk werkt met een automatische klep. Deze staat altijd op maximale stand (NA+ 14,55 meter). Naast het verdeelwerk ligt een De Wivispassage. Deze staat bijna altijd open. Bekend is dat de passage van 2006 tot 2016 het gehele jaar door watervoerend was. In de zomer van 2017 en 2018 was deze kortstondig niet watervoerend⁸. Bekend is dat in juni 2020 de vispassage ook is dichtgegaan vanwege de aanhoudende droogte⁹.

Opstuwing

Voor het te onderzoeken traject is de opstuwing bepaald als percentage van de lengte dat onder invloed van opstuwende kunstwerken staat. Dit is gedaan op basis van de zomersituatie van het desrijds gehanteerde SOB&K model en het bijbehorend lengteprofiel. Op het te onderzoeken traject is geen sprake van opstuwing door benedenstrooms gelegen kunstwerken.

Debietfluctuatie

De debietfluctuatie is berekend met behulp van een langjarige meetreeks benedenstrooms van het te onderzoeken traject in combinatie met een SOB&K model. De debietfluctuatie is de maatgevende afvoer gedeeld door voorjaarsafvoer, en bedraagt voor het te onderzoeken traject 4,7. In het rapport 'Ontwikkeling NNP Vloeiweide (Noord)' wordt aangegeven dat een natuurlijke debietfluctuatie een factor 4 bedraagt¹⁰.

Onderhoud

Het traject waar bomen staan wordt extensief onderhouden. Er vindt daar geen machinaal onderhoud plaats. Het enige wat gedaan wordt is een jaarlijkse controle waarbij bladeren en takken worden verwijderd. Buiten het traject waar geen of aan één zijde bomen staan, vindt wel machinaal onderhoud plaats (beheergroep 2). Hier wordt tot 3 keer per jaar gemaaid met maaiakkoord in de periode mei tot september. Onder de bomen vindt handmatig onderhoud plaats.

Overstorten

In het stroomgebied van de Bijloop Turfvaart ligt een vijftal overstorten dat steedelijk water loost op het oppervlaktewater. Geen van deze liggen in het te onderzoeken traject.

2.2.3 KRW-type

De Bijloop staat volgens het Regionaal Water en Bodem Programma 2022-2027 van de provincie Noord-Brabant aangemerkt als KRW-type R19 Doorstroommoeras. Gedurende het onderzoek en ontwerpproces is er meer op deze locatie toegespitste lijst met abiotische kenmerken opgesteld op basis van R19. Deze wordt behandeld in paragraaf 4.1.1 van dit rapport.

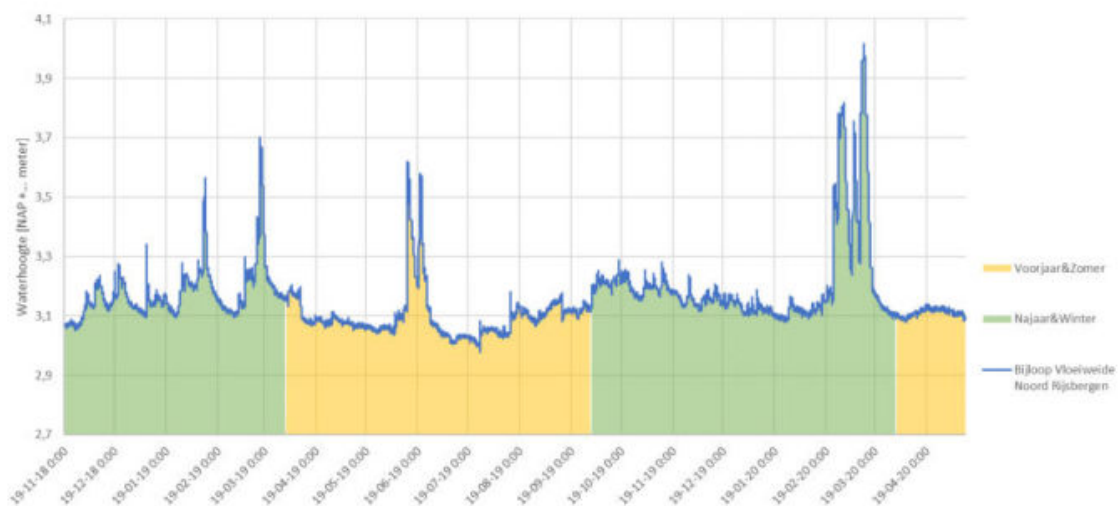
2.2.4 Meetpunt Vloeiweide Noord-Rijsbergen

Door het waterschap zijn metingen beschikbaar gesteld van meetpunt Vloeiweide Noord-Rijsbergen.

⁸ 'Watersysteemanalyse Bijloop-Turfvaart' (Waterschap Brabantse Delta, 2019).

⁹ Email: S. Doorez van Waterschap Brabantse Delta, d.d. 8-10-2020.

¹⁰ 'Ontwikkeling NNP Vloeiweide (Noord)' (Waterschap Brabantse Delta, 2020).

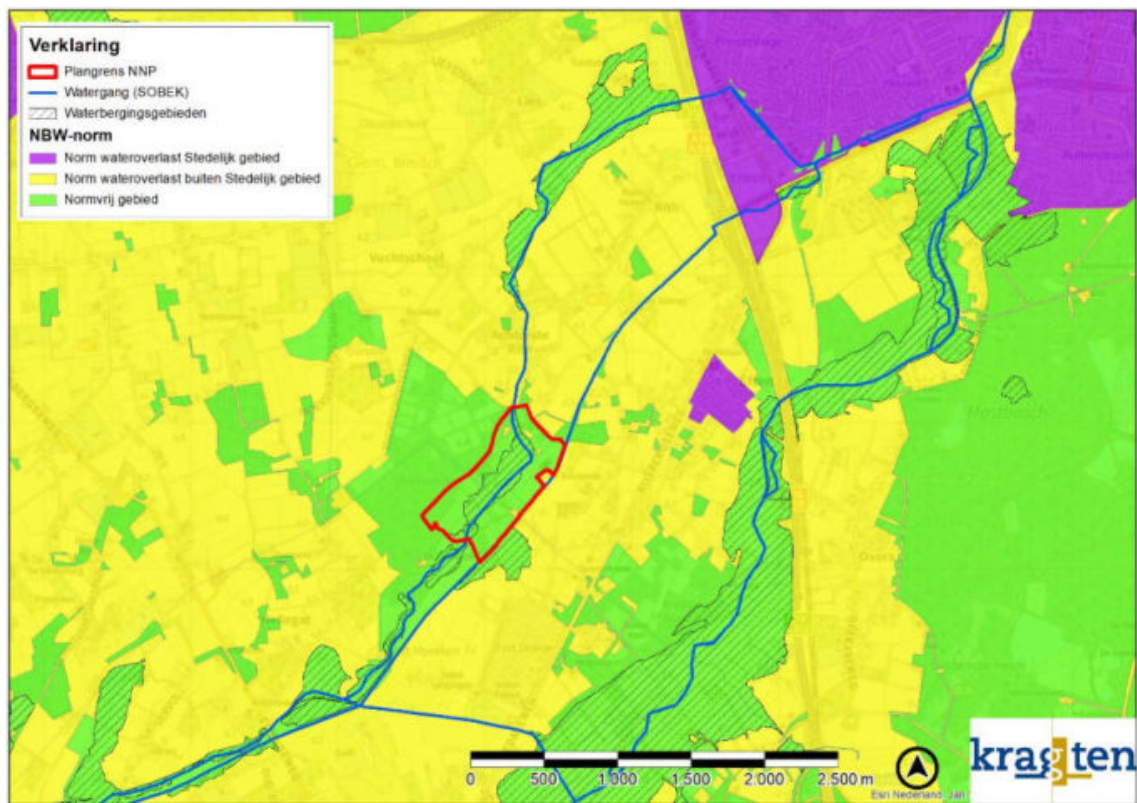


Afbeelding 4. Gemeten waterhoogten in de Bijloop bij meetpunt Vloeiweide Noord Rijsbergen.

De lengte van de tijdsreeks is kort, circa anderhalf jaar. Daarnaast is de meetreeks van een periode die in het algemeen gezien kan worden als een relatief droge periode. De zomers van de jaren 2018, 2019 en 2020 zijn bovengemiddeld droog geweest. Wat vooral opvalt in dit meetpunt zijn de pieken. Deze suggereren toch een bepaalde gevoeligheid voor hoge afvoeren.

2.3 NBW-normering en waterbergingsgebieden

Provincie Noord-Brabant heeft voor zijn gebieden de normering vastgelegd in het kader van het Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW-norm). Deze zijn weergegeven in Afbeelding 5. Voor graslanden geldt datgene wat overwegend aanwezig is, geldt een overschommingsnorm van eens in de tien jaar. Daarnaast zijn waterbergingsgebieden vastgesteld. Ook deze zijn weergegeven in Afbeelding 5.



Afbeelding 5. NBW normering en waterbergingsgebieden.

3 OPZET REFERENTIEMODEL EN RANDVOORWAARDEN

In dit hoofdstuk wordt de opzet van het referentiemodel en de bijbehorende randvoorwaarden besproken en vastgelegd.

3.1 Aangeleverde modellen

In Bijlage B1 is een document opgenomen met daarin de diverse kenmerken van de door het waterschap aangeleverde modellen. Het betreft de volgende twee modellen:

- Watersysteemanalyse model: WSA2AW_B.lit;
- NBW model: AW13_nji.lit.

Het watersysteemanalysemodel is in deze als basis gebruikt voor het opzetten van het referentiemodel voor dit project. Voor gedetailleerde opsomming van de instellingen en invoer van de geleverde modellen, wordt verwezen naar de bijlage. Hieronder wordt een aantal belangrijke punten uit het watersysteemanalyse model benoemd.

3.1.1 Afvoerstappen

Het watersysteemanalyse model betreft een stationair model waarbij de afvoer stapsgewijs wordt verhoogd. Iedere afvoerstap representeert een situatie die jaarlijks kan voorkomen. Het betreffen de volgende afvoerstappen:

- Droogste week: deze afvoer wordt 358 dagen per jaar overschreden;
- Droogste maand: deze afvoer wordt 335 dagen per jaar overschreden;
- Mediane afvoer (winter): deze afvoer wordt 200 dagen per jaar overschreden;
- Voorjaarsafvoer: deze afvoer wordt 100 dagen per jaar overschreden;
- 50% van de maatgevende afvoer: deze afvoer wordt 20 dagen per jaar overschreden;
- Maatgevende afvoer: deze afvoer wordt 2 dagen per jaar overschreden;

In het door het waterschap aangeleverde model bijken de laagste afvoerstappen, 'droogste week' en 'droogste maand', een te korte doorlooptijd te hebben in het model. Het model maakt gebruik van stuwen die zichzelf automatisch instellen. Een aantal stuwen benedenstrooms in de Aa of Weerij is op het einde van de respectievelijke afvoerstappen nog niet klaar met zichzelf in te stellen. Een reden waarom het de stuwen zo veel tijd kost om zich in te stellen, is dat de afvoer bij de droogste week en droogste maand laag is. Het systeem is nog aan het stabiliseren / 'voeren het lopen' aan het eind van de afvoerstap.

In het model is er geen sprake van afvoer in de droogste week of droogste maand in de Bijloop of de Aftakking Bijloop. Waterstanden blijven daardoor in de Bijloop bovenstrooms van stuw Hellegat (KS100208) en in de Aftakking Bijloop bovenstrooms van stuw Bredaseweg (KS101513) voor deze twee afvoerstappen ongewijzigd.

Begin maart 2021 heeft het waterschap de afvoeren van de referentiesituatie opnieuw bepaald op basis van de bij het waterschap beschikbare afvoeren. Deze afvoerstappen vormen de nieuwe basis voor het referentiemodel. In Bijlage B3 is de notitie van het waterschap toegevoegd met daarin de toelichting op de afvoerbepaling.

3.1.2 Stuwen

Zoals hierboven beschreven worden de meeste automatische stuwen in het WSA2AW_B.lit model gemodelleerd als stuwen met automatische sturing. Voor het onderzoek zijn de stuwen Hellegat (KS 00208) en Bredaseweg (KS101513) van belang. Beide hebben namelijk invloed op de afvoerverdeling tussen de Bijloop en de Aftakking

Birloop / Aaf Weer's, zie ook Afbeelding 3. In het WSA2AWIB.lit model hebben beide een automatische sturing ingesteld die uitgeschakeld staat:

- Stuw Hellegat (KS100208): PID controller die stuurt op de waterstanden bovenstrooms van de stuw. In werkelijkheid wordt gestuurd op het berekenstroomse peil, maar staat de stuw in de praktijk de hele tijd op de maximale stand van NAP +4,55 meter. Set point van de PID controller is NAP +4,25 meter. De *Kanalen* staat op nul, waardoor de PID controller niet werkt.
- Stuw Bredaseweg (KS101513): PID controller die stuurt op de waterstanden bovenstrooms van de stuw. Set point van de PID controller is NAP +4,25 meter. De *Kanalen* staat op nul, waardoor de PID controller niet werkt. De stuw staat daarmee continu op de maximale hoogte van NAP +4,53 meter.

Uit de aangeleverde informatie is niet volledig te herleiden waarom bovenstaande keuzes zijn gemaakt.

3.1.3 Vistrap Hellegat

Langs stuw Hellegat ligt een vistrap. Volgens de watersysteemanalyse stroomt hier een groot deel van het jaar water door, ook wanneer er geen water over stuw Hellegat zelf stroomt. In het WSA2AWIB.lit model is echter de vistrap verwijderd. Deze bleken in een voorloper van het model met gemalen gemodelleerd te zijn, wat foutieve resultaten opleverde.

Aangaande de watervoerendheid van vistrap Hellegat is het volgende in de watersysteemrapportage van het waterschap terug te vinden: "Stuw Hellegat is ongeveer de helft van de tijd in de zomer (april – september) niet watervoerend [...]. Er stroomt dan meestal wel water naar de Bijloep door de vispassage. De waterstand zakt maar zelden onder de instroomhoogte van de vispassage. Het komt dan ook zelden voor dat zowel de vispassage als stuw Hellegat beiden niet watervoerend zijn [...]."¹ In de laatste jaren (2017/2020) is de vispassage een paar keer niet watervoerend geweest in de zomermaanden.

3.2 Aanpassingen aan de modellen

Om tot een referentiemodel te komen moet het aangeleverde WSA2AWIB.lit model aangepast worden. In paragraaf 3.1 is een aantal punten benoemd die aangepast moeten worden. Daarnaast kloppen een aantal dwarsprofielen in het bovenstroomse deel van het te onderzoeken traject van de Bijloep niet in het model. Het nieuwe model draagt de naam 'VloeiRE.lit'. In Bijlage B1 staan naast de kenmerken van de aangeleverde modellen, ook de kenmerken van de aangepaste modellen benoemd. Voor een gedetailleerde opsomming wordt daarom dan ook verwezen naar deze bijlage.

3.2.1 Afvoerstappen

Zoals vermeld onder paragraaf 3.1.1, zijn de doorlooptijden van de laagste afvoerstappen te kort voor het model. Er is daarom ervoor gekozen deze doorlooptijd te verlengen met respectievelijk 15 dagen (droogste week) en 10 dagen (droogste maand). Door deze tijdstappen dusdanig te verlengen, hebben de automatische stuwen in de Aaf Weer's voldoende tijd om zich te stabiliseren.

3.2.2 Stuwen

In paragraaf 3.1.2 is vermeld dat de stuwen Hellegat (KS100208) en Bredaseweg (KS101513) van belang zijn voor de afvoerverdeling in het model. De sturing van deze stuwen is daarom dan ook aangepast:

- *Stuw KS100208 (Hellegat)*: deze stuw regelt deels verdeling water over Birloop/Vloeiweide en Aftakking Birloop. De stuw staat in het 'VloeiRE.lit' model standaard op de maximale stand, namelijk NAP +4,55 meter. Dit is mede gebaseerd op stuwstand informatie verkregen per email van L. Deurloo op 14-02-2020.
- *Stuw KS101513 (Bredaseweg)*: deze stuw staat in Aftakking Birloop en leidt het water naar Aaf Weer's. De automatische sturingsinstellingen uit het .MX worden aangehouden. Deze stuw stuurt daardoor voor droogste week tot en met voorjaarsafvoer op het zomerpeil, zijnde NAP +4,3 meter. Voor half maargevend en de maatgevende afvoer stuurt deze op NAP +4,2 meter.

¹ 'Watersysteemanalyse Bijloop-Turfvaart' (Waterschap Brabantse Delta, 2019), Bijlage F, blz. 106.

Voor de overige stuwen geldt het volgende:

- *Stuw KS101488 (Vuchtschootseweg)*: dit is de eerste volgende stuw benedenstrooms van het projectgebied in de Bijloop. Dit is een stuw met bakken. In zowel de praktijk als in het model staan er geen balken in de stuw. De drempelhoogte ligt nabij de bodem en bedraagt NAP +2,69 meter.
- *Overige stuwen*: instellingen aangehouden van WSA2AW13.lit model.

3.2.3 Vistrap Hellegat

In het originele model (WSA2AW1B.lit) is de vistrap rondom stuw Hellegat verwijderd. Zoals vermeld onder paragraaf 3.1.3 blijft deze wel het grootste deel van de tijd watervoerend te zijn, terwijl stuw Hellegat de helft van het jaar niet watervoerend is. Er is daarom besloten om de vistrap terug te zetten in het Vlooiweide model.

Van de vistrap zijn een beperkt aantal gegevens beschikbaar¹². Het betreft een De Wit vispassage. Deze worden gekenmerkt door doorzwemopeningën die zich op de bodem bevinden. Deze openingen lopen in tegenstelling tot een 'vertical slot' vispassage niet volledig tot boven door. Via een aantal compartimenten kunnen vissen het hoogteverschil over de stuw overbruggen. Uit de factsheet horende bij de vispassage (zie Bijlage B4) blijkt dat de 'hoogste bovenstrooms' en 'hoogste benedenstrooms' respectievelijk NAP +4,08 meter en NAP +3,38 meter bedragen. Aangenomen wordt dat het hier gaat over de bodem van de vispassage. De volgende aannamen worden gedaan om te bepalen hoe groot de doorlaatopening moet zijn en wat grofweg de hydrologische karakteristieken van de vispassage zouden kunnen zijn:

- Afmetingen doorzwemopening: 0,2 meter breed en 0,55 meter hoog;
- Onderzijde van de bovenstroomse doorzwemopening: NAP +4,08 meter;
- Onderzijde van de benedenstroomse doorzwemopening: NAP +3,38 meter;
- Maximum stroomsnelheid bij mediane afvoer: niet meer dan 1 m/s;
- Indicatief maximum debiet door vispassage bij mediane afvoer: 0,1 m³/s;
- Bij hogere piekafvoeren in het jaar (50% maatgevende afvoer, maatgevende afvoer), mag debiet door vispassage tijdelijk hoger zijn.

De vistrap is gemodelleerd met behulp van een reach die rondom de stuw is gelegen. Deze reach heeft twee dummy profielen gekregen van circa 1 meter breed en 90 centimeter hoog. Deze representeren de bakken binnen in de vistrap. Zowel aan het begin als aan het einde van de reach ligt een orifice die qua afmetingen overeenkomt met respectievelijk de bovenstroomse en de benedenstroomse doorzwemopening.

De waterstand in de droogste week en droogste maand ligt net onder de NAP +4,08 meter. Deze blijft stabiel omdat er geen afvoer plaats vindt in dit deel van het model, in deze twee laagste afvoertrappen. In het model hoeft de vistrap in theorie dus niet gesloten te worden, omdat vanwege de waterstand geen water door de vistrap kan stromen. Alleen in de eerste tijdstappen van het model komt een klein golfje door de vistrap. Dit is het gevolg van de initiële waterstanden die zich nog moeten stabiliseren.

Vanuit het waterschap is aangegeven dat een goed criterium voor het sluiten van de vistrap, de afvoer is bij het meetpunt in de Aa of Weerjs bij de Graaf Engeloortlaan te Breda¹³. Deze wordt namelijk gehanteerd om onttrekkingsverboden in het gebied op af te stemmen. Wanneer de afvoer hier onder de 0,320 liter per seconde (onderschrijfting voorwaarschuwing) komt zou ervoor gekozen kunnen worden om de vispassage dicht te zetten. In het model treedt dit moment op wanneer de afvoer lager is dan de droogste week. Aangezien in het model zowel in de droogste week als droogste maand geen afvoer door de Bijloop/Afsleking Bijloop stroomt, wordt het niet van toegevoegde waarde geacht om dit criterium door te voeren in het model¹⁴.

Voor de uitvoering is het aan te raden om de vispassage nogmaals in te meten. Voor de modellering maakt dit niet veel uit omdat in het DO stuw Hellegat volledig gestreken wordt bij de jaarlijks voorkomende afvoeren (zie paragraaf 4.1.2).

¹² Factsheet vispassage 'Bijloop – Hellegat (vordoe werf)', Waterschap Brabantse Delta, 07-09-2014

¹³ Email S. Doorez van Waterschap Brabantse Delta, d.d. 9-10-2020

¹⁴ Wanneer de vispassage opgehouden wordt in de droogste week, dan krijgt het model de kans om zijn initiële waterstanden te stabiliseren op de oeverdrompe van de vispassage.

3.2.4 Invoegen Schoorbrug

In het oangeleverde model WSA2AW13.lit blijkt de brug van de Raamschoorweg – de Schoorbrug – te ontbreken. Deze brug bevindt zich direct benedenstrooms van het projectgebied, zie Afbeelding 6. Deze brug kan een opstuwende werking hebben (naar verwachting bij hogere afvoeren), wat een mogelijk effect kan hebben op het project gebied. De brug is daarom alsnog ingevoerd. Hiervoor is een 'bridge' rekenknoop gebruikt met de volgende instellingen:

- 'Bottom level' gelijk aan beekbodemb: NAP +2,68 meter;
- Afmetingen (gebaseerd op inschatting via Google Streetview):
 - o Lengte: 6 meter;
 - o Doorstroombreedte: 1,8 meter;
 - o Doorstroomhoogte: 1,8 meter.
- type: 'rectangle';
- Overige instellingen gelijk aan standaard instellingen van rekenknoop 'bridge'.

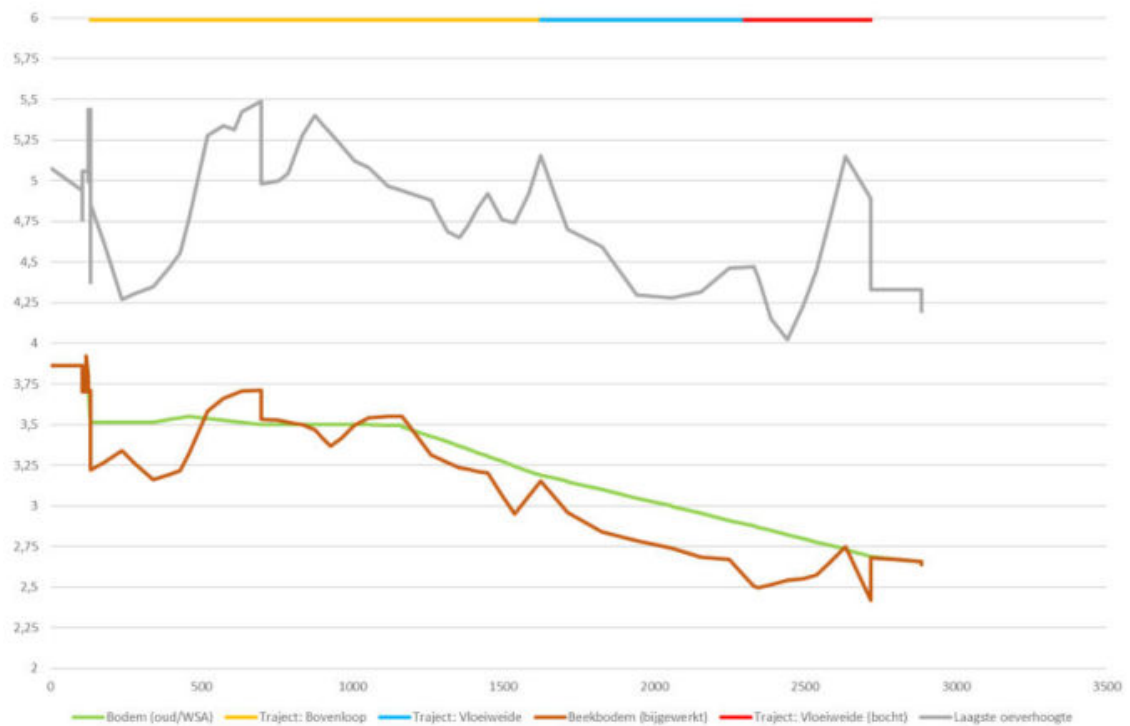


Afbeelding 6. Locatie Schoorbrug ten opzichte van het projectgebied.

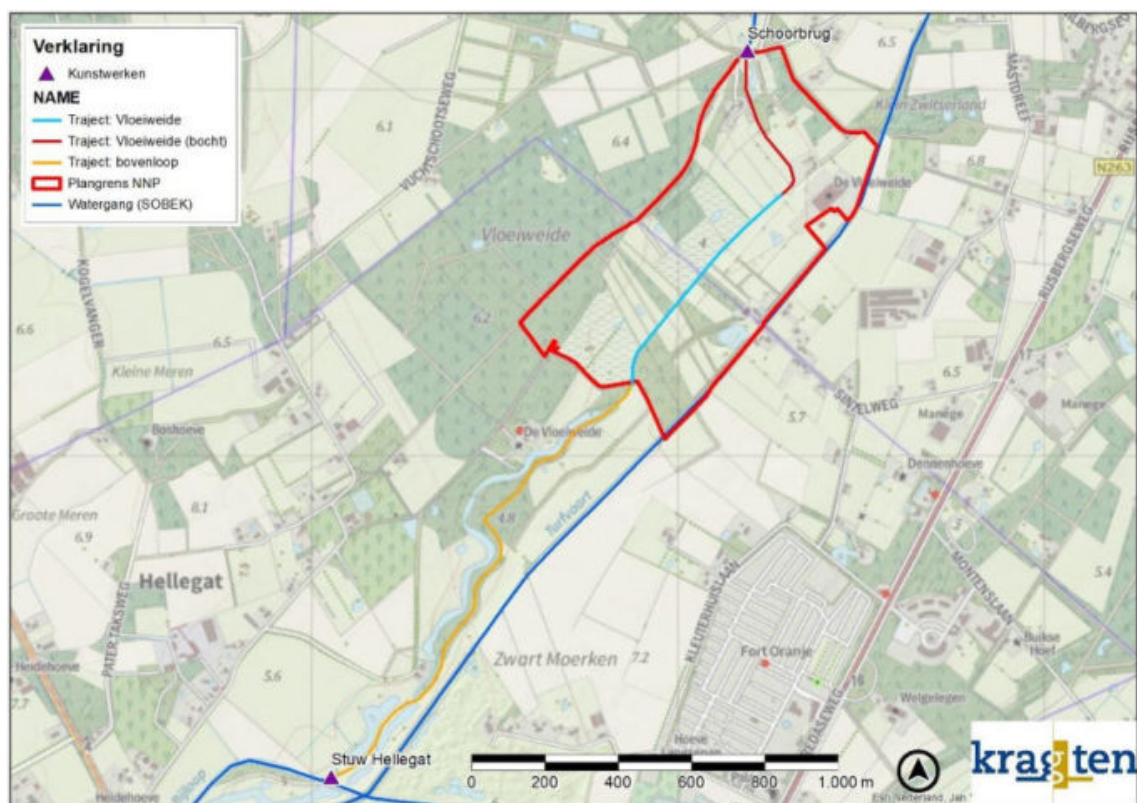
3.2.5 Aanpassing dwarsprofielen

December 2020 zijn de dwarsprofielen van de Bijloop (traject Stuw Hellegat – Schoorbrug) opnieuw ingemeten. De bodemhoogte van deze ingemeten profielen bleek op een aantal locaties met een aantal decimeters af te wijken van de dwarsprofielen die gehanteerd waren in het WSA2AW13.lit model. In Afbeelding 7 zijn beide bodemhoogten geprojecteerd. In Afbeelding 8 is op een kaart weergegeven waar de verschillende trajecten van de lengteprofielen liggen.

Om de referentiesituatie waarheidsgetrouwer na te bootsen zijn deze ingemeten profiel in yz-formaat verwerkt in het model.



Abbeelding 7. Bodemhoogten van het oude model (groen) en bodemhoogten op basis van de inmetingen (donker oranje).



Abbeelding 8. Locatie gehanteerde trajecten in lengteprofielen.

3.3 Resultaten referentiemodel 1D

Mer de in paragraaf 3.2 genoemde aanpassingen is het nieuwe referentiemodel opgesteld en doorgerkend. Hieronder worden de berekende afvoeren en waterstanden besproken, en een kanttekening aangaande kwel. De bijbehorende casenaam in SOBEK is 'Kragten 1_210312_Ref_def.' ('jaarlijkse afvoeren' / WSA2AWIB.1). Nieuw $\kappa_s = 10$.

3.3.1 Berekende afvoeren

In tabel 1 is de afvoerdeling te zien over het deel bovenstrooms van de Bijloop en Aftakking Bijloop (1), de Bijloop (2) en Aftakking Bijloop (3) zelf.

Tabel 1. Afvoerdeling berekend door referentiemodel VloeiEet, lit over drietakken (met kleuren gecodeerd).

Afvoer	1. Bijloop Bovenstrooms Hellegat [m³/s]	2. Aftakking Bijloop [m³/s]	3. Bijloop Benedenstrooms Hellegat [m³/s]
Droogste week	0	0	0
Droogste maand	0	0	0
Mediaan (winter)	0,11	0,06	0,05
Voorjaars	0,24	0,17	0,07
50% Maatgevend	0,81	0,56	0,25
Maatgevend	1,84	1,12	0,72

Droogste week en droogste maand

Wat opvalt aan bovengenoemde resultaten is dat in het deel Bijloop in zowel droogste week en droogste maand geen sprake is van afvoer. Dit heeft te maken met de afvoerbepaling die door het waterschap is opgesteld en meegegeven is als invoer aan het SOBEK model, zie ook Bijlage B3. De latere invoer is voor deze tijdstippen in dit deel van het model gelijk aan nul.

Mediaan afvoer (winter, afvoer die 200 dagen per jaar overschreden wordt)

Vanaf mediaanafvoer is er sprake van werkelijke afvoer in het model. Daarvan gaat circa 45% door de Bijloop, richting de Vloeiweide. Deze 45% gaat alleen door de visopassage. Stuw Hellegat is bij de mediaan afvoer niet watervoerend. Het overige deel gaat richting de Aftakking Bijloop.

Voorjaars afvoer (afvoer die 100 dagen per jaar overschreden wordt)

In het geval van de voorjaarsafvoer gaat circa 30% richting de Vloeiweide, via Hellegat. Ook in dit geval stroomt er geen water via stuw Hellegat, maar al een via visopassage Hellegat.

50% maatgevende afvoer (afvoer die 15 dagen per jaar overschreden wordt)

Bij 50% maatgevende afvoer, is de hoeveelheid afvoer dusdanig hoog dat stuw Hellegat begint mee te stromen. Circa 30 procent van het water afkomstig van het bovenstroomse deel van de Bijloop stroomt dan richting de Vloeiweide.

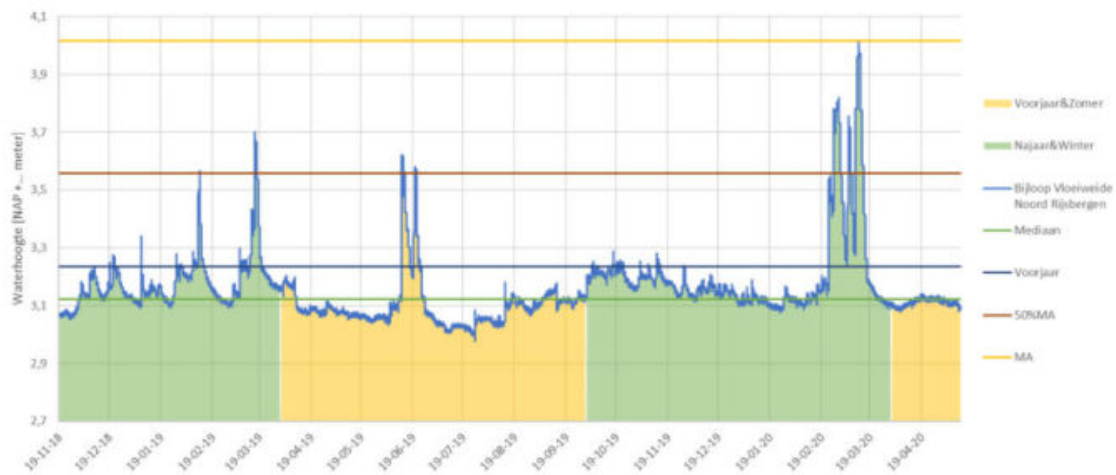
Maatgevende afvoer (afvoer die 1 dag per jaar overschreden wordt)

In het geval van de maatgevende afvoer stroomt circa 40% van het water dat van het bovenstroomse deel van de Bijloop komt richting de Vloeiweide.

3.3.2 Berekende waterstanden

In Afbeelding 9 zijn de stationaire waterstanden ter hoogte van het meetpunt 'Bijloop Vloeiweide Noord Rijsoegen' weergegeven, ter oriëntatie van de berekende waterstanden op die locatie. Onderstaande grafiek moet voortgeïnterpreteerd worden als indicatie of het model de goede richting op wijst, en niet zozeer als objectieve maatstaf waarbij berekend en gemeten exact over elkaar moeten vallen. Enerzijds omdat stationaire

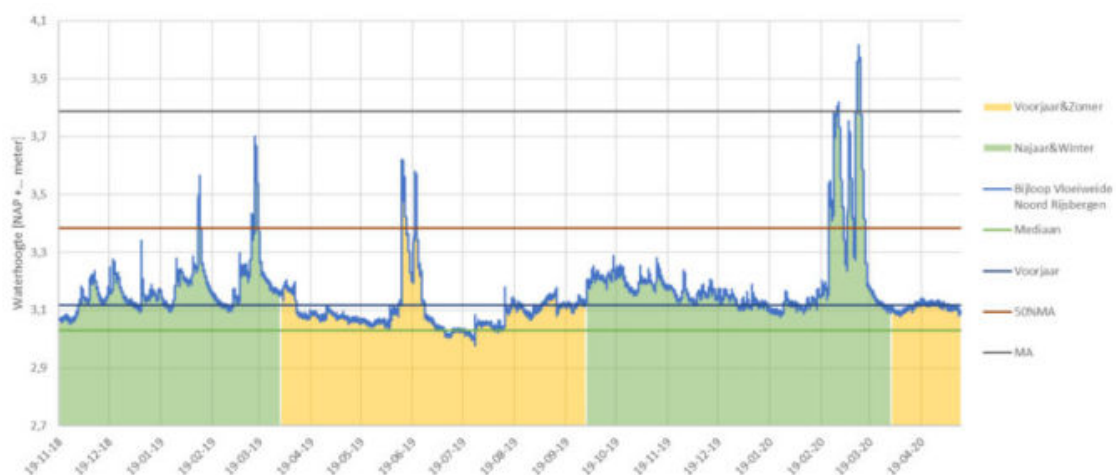
berekeningen met (dynamische) metingen worden vergeleken. Anderzijds omdat het model niet lokaal gekalibreerd is op afvoer, omdat er geen afvoermetingen beschikbaar zijn.



Afbeelding 9. Grafiek met gemeten waterstanden bij meetpunt 'Bijloop Vloeiweide Noord Rijbergen', en de berekende waterstanden ($k_s = 10 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$) bij de verschillende afvoerstappen op die locatie.

Bij de berekeningen waarvan de resultaten in Afbeelding 9 gerond zijn is een weerstandswaarde (Strickler) van $k_s = 10 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ gehanteerd. Dit is een relatief ruwe waarde, die vooral excessief maai-beheer representeren. De mediane afvoer en de voorjaars afvoer lijken de gemeten waarden goed te benaderen. Het beperkte verschil in hoogte van deze twee berekende waarden lijkt te passen bij de beperkte fluctuaties die zichtbaar is in de meetreeks. De waarden van 50% MA lijken in ieder geval in de meetreeks incidenteel voor te komen, wat past bij het beeld van dit type afvoer. Van februari/maart 2020 is bekend dat dit een natte periode was met hoge afvoeren. De maatgevende afvoer ligt hier qua hoogte goed in de buurt.

Er is ook een berekening uitgevoerd met een minder hoge ruwheid, namelijk een Stricklerwaarde van $k_s = 20 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$. De resultaten hiervan zijn weergegeven in Afbeelding 10.



Afbeelding 10. Grafiek met gemeten waterstanden bij meetpunt 'Bijloop Vloeiweide Noord Rijbergen', en de berekende waterstanden ($k_s = 20 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$) bij de verschillende afvoerstappen op die locatie.

Een lagere weerstand leidt zoals te verwachten tot lagere waterstanden. Vergelijken met de metingen lijken de waterstanden onderschat te worden. Dit geldt vooral voor de mediane en de voorjaarsafvoer. Vanwege deze

onderschatting en het belang van deze twee afvoeren in het ontwerpproces omrent de beek, is gekozen om voor het definitieve referentiemodel een weerstandswaarde van $k_s = 10 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ aan te houden.

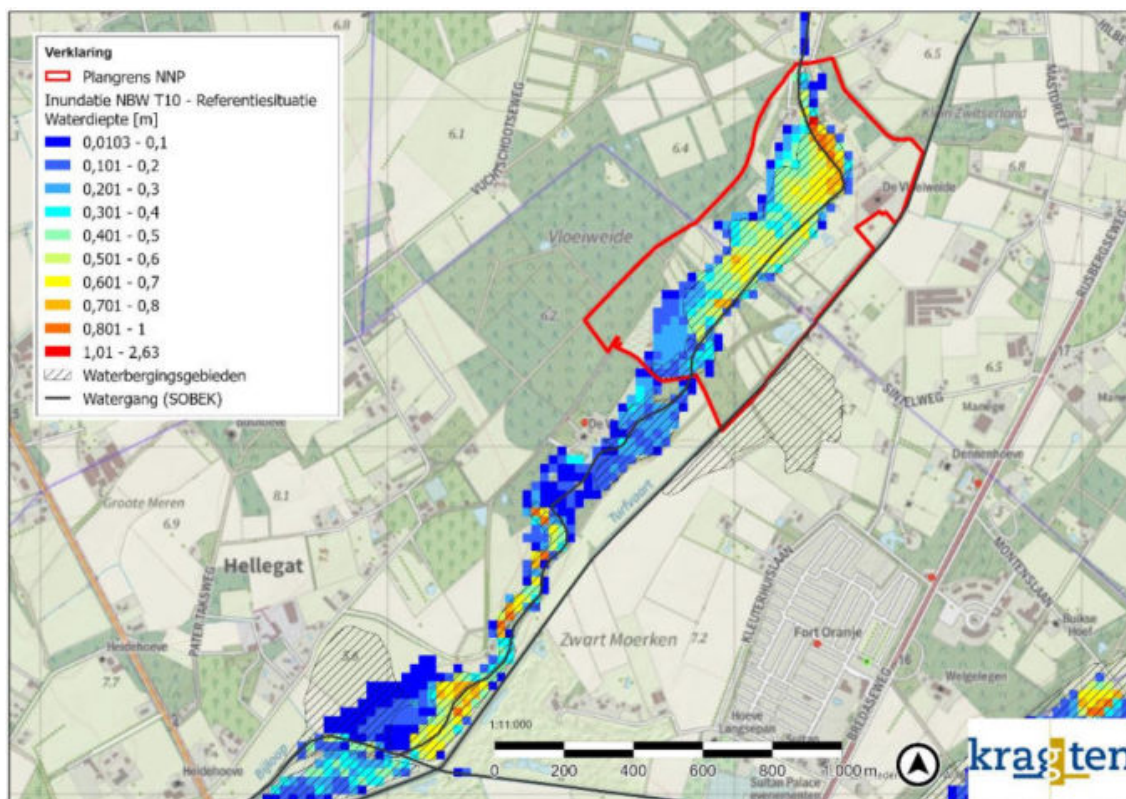
3.3.3 Kanttekening met betrekking tot kwel

Wanneer er weinig water door de vispassage stroomt, kan er nog sprake zijn van beperkte, lokale stroming in het deel van de Billoop dat door de Vloeiweide stroomt. Dit is mede geconstateerd gedurende veldbezoeken. De lokale stroming heeft te maken met de aanwezige kwel. SOBEK modelleert deze lokale kwel niet. Op basis van het oppervlaktewater model kan dan ook geen uitspraak gedaan worden over de lokale uitwerking van kwel.

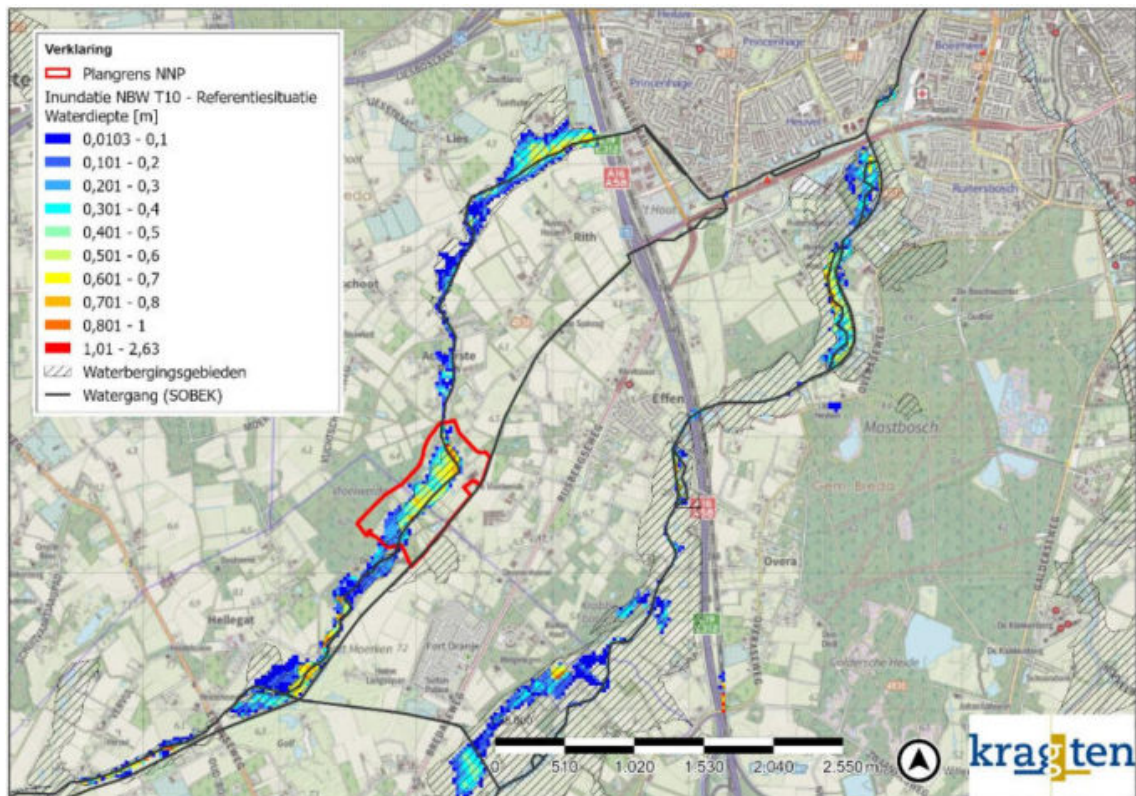
3.4 Resultaten referentiemodel 2D (NBW)

De ingrepen in de Vloeiweide moeten getoetst worden aan de normering uit het Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW). Vanuit het waterschap is hiervoor het model 'AWI_B_hui.lit' voor aangeleverd. Het bijgewerkt referentietraject voor de Vloeiweide zoals beschreven onder paragraaf 3.2 is gebruikt om het NBW model bij te werken. Het 'oude' traject is verwijderd uit het AWI_B_hui.lit model. Vervolgens is deze vervangen met het bijgewerkte traject.

Het gebied wordt getoetst op basis van een T10 situatie (zie ook paragraaf 2.3). Conform NBW toetsingsmethodiek van het waterschap zijn de stuwen Hellegat (ook afgekort als He.) en Bredaseweg gestreken op dat moment. In het model wordt hier dus crempe hoogte aangenomen. De resultaten zijn weergegeven in Afbeelding 11 en Afbeelding 12. Relatief veel inundatie vindt plaats in de waterbergingsgebieden en de normvrije gebieden. Bij Achtersse Rith is in de huidige situatie wel sprake van inundatie boven de norm. In Bijlage B6 is de inundatiekaart op A3 weergegeven met de NBWnormering, dit zowel voor het projectgebied als voor de omgeving.



Afbeelding 11. Inundatie in de referentiesituatie rondom het projectgebied als gevolg van een NBW T10 situatie.



Afbeelding 12. Inundatie in de referentiesituatie in de omgeving van het projectgebied als gevolg van een NBW T10 situatie.

4 DEFINITIEF ONTWERP

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op het Definitief Ontwerp (DO) voor specifiek de *Birloop*. De berekeningen die uitgevoerd zijn voor het Voorlopig Ontwerp zijn terug te vinden onder Bijlage B2. De effecten van het DO van de *Birloop* op de *Natte Natuurparel Vloeiweide* en omgeving wordt beschreven in het geohydrologisch rapport en de notitie over de *Waterwijzer Landbouw en Waterwijzer Natuur*¹⁵.

4.1 Randvoorwaarden

De randvoorwaarden voor het DO zijn hetzelfde als voor het VO, zoals terug te vinden in Bijlage B2. Hieronder worden deze randvoorwaarden voor het overzicht herhaald.

4.1.1 Abiotische kenmerken

Vanuit het waterschap wordt gestreeft naar een beeld van de beek die gebaseerd is op type R19 van de KRW. R19 betreft een doorstroommoeras dat gekenmerkt wordt als een permanente watervoerend beek met lage en gelijkmatige afvoer. In overleg met Waterschap Brabantse Delta zijn de eisen voor R19 geoptimaliseerd voor de omstandigheden in de *Vloeiweide*. Dit heeft geleid tot een set abiotische kenmerken die leidend zijn in het ontwerp van de *Birloop*:

- Stroomsnelheid:
 - Minimaal tussen 0/0 cm/s;
 - Bij voorkeur tussen 20/50 cm/s;
 - Per afvoerstop:
 - Zomer: > 10 cm/s;
 - Winter/voorjaarsafvoer: 20/50 cm/s;
 - Maatgevend: < 10 cm/s.
- Warediepte:
 - Winter (vanaf diepste punt dwarsprofiel): minimaal 0,4 m, bij voorkeur 0,5 m;
 - Zomer: 0,3 m.
- Bodembreedte:
 - De waterloop van R19 heeft een breedte tussen de 0 en 3 meter.
- Weerstand: $k_s = 10 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$. De beek blijft in de toekomst namelijk een extensief beendeerde beek.

Zoals al bleek in Hoofdstuk 3 zijn voor de laagste afvoeren geen gegevens beschikbaar. Deze zullen dan ook niet getoetst worden middels een modellering.

4.1.2 Gehanteerde stuwstanden in het DO

Uit eerdere verkennende berekeningen omtrent het Voorlopig Ontwerp blijkt dat vanwege de beperkte afvoer en het beschikbare verhang het lastig is om overal de gewenste stroomsnelheden ($>0,2 \text{ m/s}$) en winterwaterdiepte ($>0,4 \text{ m}$) te bereiken¹⁶.

In de referentiesituatie staat de stuwstand van Hellegat de hele tijd op de maximale stand. Water stroomt bij mediane afvoer en voorjaarsafvoer alleen door de vistrap. Stuw Bredaseweg stuurt op een waterpeil van $\text{NA}^2 + 4,3/4,2$ meter.

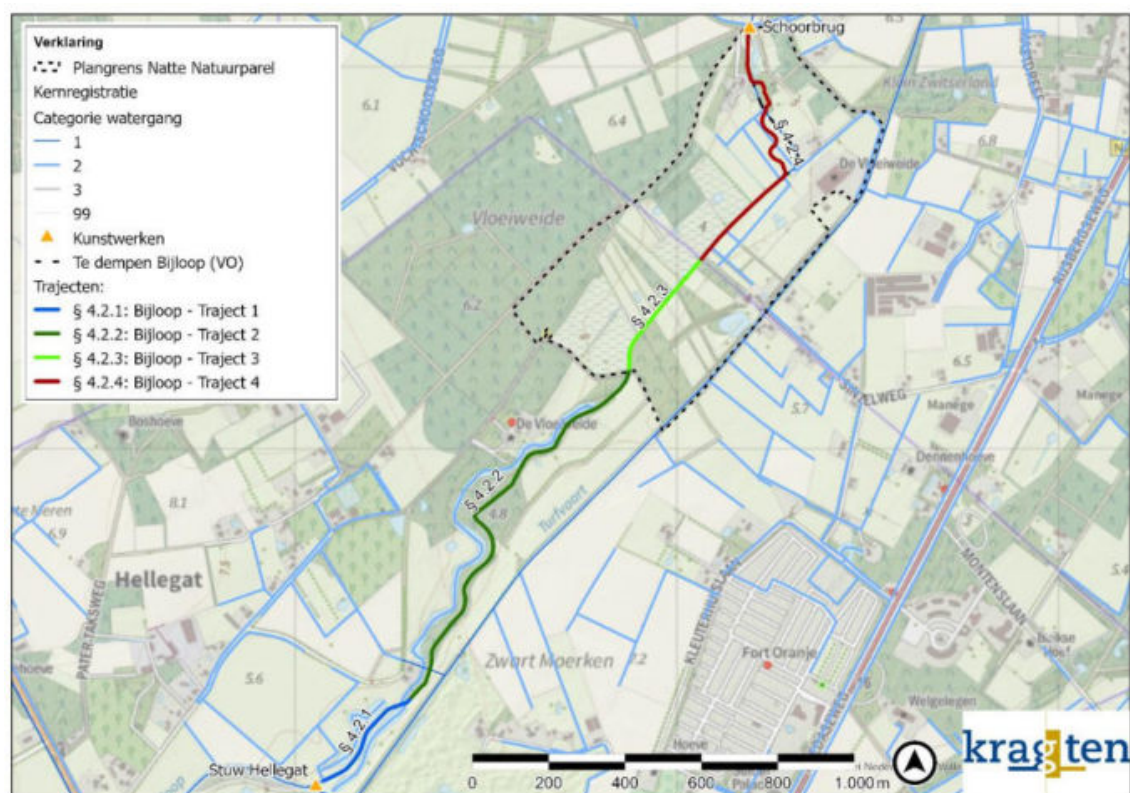
Om voldoende warediepte en stroomsnelheid te behalen is voor het VO besloten om tot en met Maatgevende Afvoer (MA) stuw Hellegat volledig open te zetten, en stuw Bredaseweg in zijn maximale stand te houden ("volledig dicht") tot en met 50% MA. Zo wordt hoofdzakelijk water via de *Birloop* gestuurd. Bij voorjaarsafvoer en 50% MA wordt de waterstand dusdanig hoog dat deze ook over de Bredaseweg gaat stromen. Bij MA zakt stuw Bredaseweg naar drempelniveau.

¹⁵ '21-0707-WBD040-TOE-Vloeiweide Waterwijzers Landbouw en Natuur', Kragten, 7 juli 2021.

¹⁶ '201216-WBD040-Toelichting tussentijdse VO resolutieC', Kragten, 16-12-2020.

4.1.3 De trajecten

Voor de trajectindeling is aangesloten op het Definitief Ontwerp. In onderstaande afbeelding staat tevens aangegeven in welke paragraaf de voor de Bijloop rechte hydrologische DO aanpassingen besproken worden.



Afbeelding 13. Locatie gehanteerde trajecten in lengteprofielen voor het DO.

4.2 Aanpassingen DO per traject

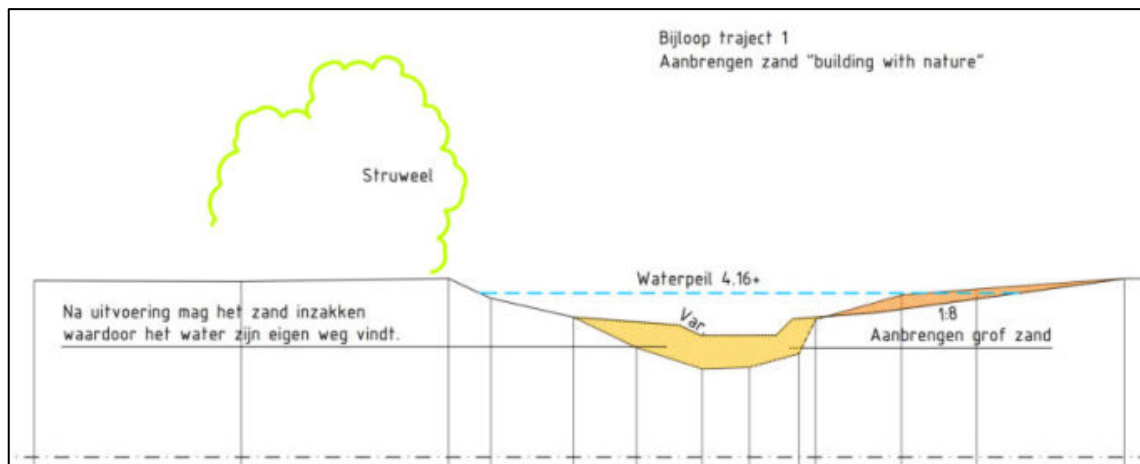
Hieronder worden per traject de voor oppervlaktewaterhydrologie relevante (geometrische) aanpassingen besproken. De indeling van de paragrafen op basis van de trajecten wordt in Afbeelding 13 ruw weergegeven. De onderstaande aanpassingen volgen uit de berekeningen die gedaan zijn in het kader van het Voorlopig Ontwerp (zie onder andere Bijlage B2, maar ook de eerdere Waterwijzer Natuur en Landbouw berekeningen). Deze wijzigingen zijn vastgelegd naar aanleiding van een veldbezoek met het projectteam van opdrachtgever en van opdrachtnemer (het veldbezoek heeft plaats gevonden op donderdag 09-12-2022).

4.2.1 Traject 1

Traject 1 loopt van stuw Hellegat tot aan een momenteel al aanwezige bodemverhoging (bult) in de Bijloop (zie ook Afbeelding 1, net benedenstrooms van lengtemeter 500). De volgende wijzigingen zijn hier voorzien:

- Bodemverhoging van de Bijloop tot circa NAP +3,60 meter;
- Aanbrengen beekhout in de oevers;
- Oeveraanpassingen.

In Afbeelding 14 is een principeprofiel weergegeven van het gewenste dwarsprofiel. Hierin is zowel het bestaande profiel als het nieuwe profiel weergegeven.



Afbeelding 14. Principeprofiel DO voor Bijloop traject 1.

Doel van deze aanpassingen is als volgt:

- De bodemverhoging zal gedurende zeer droge zomerweken ervoor zorgen dat kwel niet meer kan uitreden in de nu nog dieper gelegen Bijloop;
- Zowel het aanbrengen van beekhout als het gebruik van grof zand zullen zorgen voor microvariëties in de stroomsnelheden (beekhout wordt aangebracht zoals weergegeven in Afbeelding 6). Het grof zand zal na aanleg inzakken en het water zal zich, conform het beeld van een doorstrooimoeras, een weg gaan zoeken door het zand.
- De oeververlagingen zorgen voor een meer natuurlijke/fauwe overgang tussen land en water en creëren tevens het beeld van een doorstrooimoeras.

Het beekhout is nodig om lokaal de gewenste stroomsnelheden te realiseren. Uit de VO berekeningen (zie Bijlage B2) is namelijk gebleken dat het niet mogelijk is om de stroomsnelheid dusdanig te verhogen dat deze voldoet aan de abiotische kenmerken zoals beschreven in paragraaf 4.1.1. Dit komt enerzijds vanwege de beperkte toevoer van water en anderzijds vanwege het beperkte verhang in traject 1. Toevoer van water kan niet verhoogd worden omdat deze al gemaximaliseerd is door sluwe telegat voor de jaarlijkse terugkerende afvoeren volledig te strijken en sluwe Bradseweg juist voor een groot deel van het jaar in zijn maximale stand te houden (zie paragraaf 4.1.2). Het verhang kan niet vergroot worden omdat juist bij de trajecten 3 en 4 een bodemverhoging gewenst is om de natte natuurorel verder te verruimen. Uiteraard zou het dwarsprofiel ook versmald kunnen worden om stroomsnelheden hoger te krijgen. Deze moet echter vanwege gebrek aan toevoer van water en gebrek aan verhang, met meer dan 50% versmald worden om in de buurt te komen van de ondergrens van de gewenste stroomsnelheden. De impact op de beek en het gewenste doorstrooimoeras type is dan dusdanig groot dat voor dit traject gekozen is om microvariëties in stroomsnelheden te bewerkstelligen door grof zand en beekhout in te brengen (zie 4.3.3 voor de stroomsnelheidsresultaten).

Modeltechnische verwerking:

- Profiel aanpassing voor traject 1 door op de locaties waar de bodem zich onder NAP +3,6 meter bevindt, te verhogen naar dit niveau;
- Voor de inbreng van hout is de aanname gedaan dat deze verwerkt is in de hoge ruwheid van $k_s = 0,1^{1/3}/s^{1/2}$. Dit betreft een zeer ruwe beek waarop extensief beheer wordt toegepast. Ingeval en hout zou in een dergelijke beek bijvoorbeeld niet verwijderd worden. Effectief wordt in het geval van de Bijloop het erin gevalen hout nu tijdens de aanleg handmatig erin gelegd. Omdat de natuur vervolgens

¹⁷ De ruwheid is ten opzichte van het referentiemodel bewust niet aangepast. Aanpassen van ruwheid ten behoeve van kalibratie wordt als eerste stap gehanteerd in het kalibratieproces. De eerste twee stappen zijn afvoerkalibratie en geometrie aanpassingen. Voor het DO is de geometrie aangepast. Aangezien de impact van de geometrie aanpassing op de waterstanden dusdanig groot is, is voor de ruwheid daarom het uitgangspunt geweest om een voor extensief beheer realistische waarde te kiezen. Anders gezegd: in de referentiesituatie is een ruwheid gekozen die niet overeenkomt met het huidige beeld, om zo modeltechnisch de waterstanden in de referentie te laten kloppen (afvoer en geometrie was al gecalibreerd). Omdat naar absolute waarden wordt gekozen (waterstandshoogten in NAP) is het van belang om deze bewust geïntroduceerde fout niet door te laten vloeien in het DO, door een nog lagere ruwheidswaarde te kiezen voor het DO.

zijn werk gaat doen en het hout daarmee door de tijd gaat veranderen, wordt het modelleren van beekhout middels bijvoorbeeld stuwijes niet realistisch geacht¹⁸.



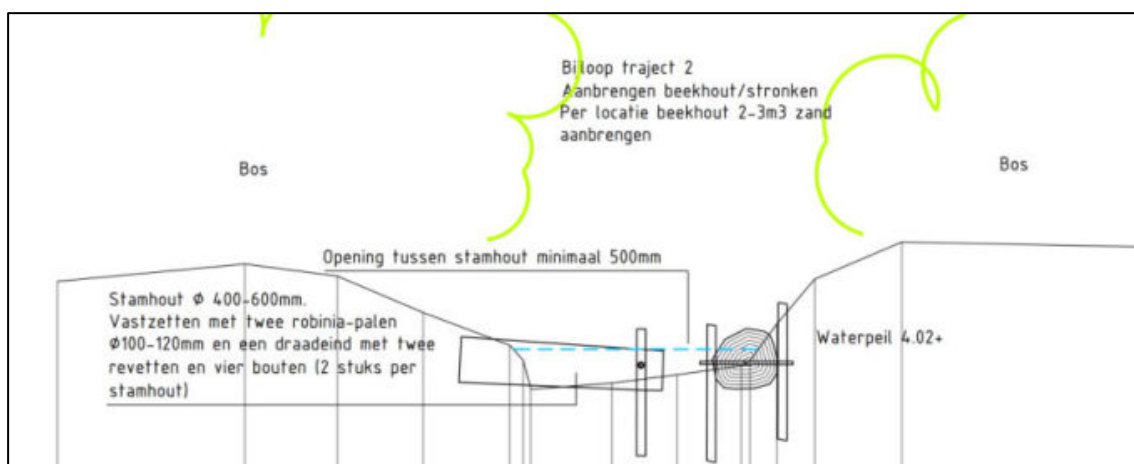
Afbeelding 15. Foto van het huidige Bijloop traject 1.

4.2.2 Traject 2

Traject 2 loopt vanaf de bodemverhoging in de beek tot aan de Nare Natuurparel. Op dit traject zijn de volgende wijzigingen voorzien:

- Inbrengen van beekhout;
- Lokaal inbrengen van zand.

In Afbeelding 16 is een principeprofiel weergegeven voor traject 2 van de Bijloop.



Afbeelding 16. Principeprofiel DO voor Bijloop traject 2.

¹⁸ Daarbij zijn stuwten zoals deze geschematiseerd worden binnen SOBEK niet per se een realistische benadering van beekhout. Dit onder andere omdat beekhout juist in de horizontale ruimte vrij leeg, wat niet goed te schematiseren is met een 'weir', zonder waar een aantal extra aannames hierboven op te doen. Kort samengevat is dus gebruik gemaakt van Ockhams Scheermes en is gekozen voor de schematische methode waarvoor de minste aannames gedaan moeten worden.

Doel van deze aanpassing is als volgt:

- De inbreng van beekhout zorgt voor microvariaties in stroomsnelheid en grotere waterdiepte;
- Het zand dat ingebracht wordt zal deels meegenomen worden door de stroming en lokaal de geomorfologische bodemvariatie versterken. Dit heeft ook microvariaties in stroomsnelheden tot gevolg.

Bodemverhoging in traject 2 zoals in traject 1 is niet aan de orde omdat enerzijds de bodem hier van nature hoger ligt dan in traject 1. Daarnaast wordt traject 2 gekenmerkt door een bosloop karakter waarvan besloten is dat deze grondtoestand moet blijven. Zowel het inbrengen van beekhout als van zand beoogt enerzijds het versterken van de microvariaties in stroomsnelheden die nu al aanwezig zijn in traject 2 en anderzijds het vergroten van de waterdiepte. In Afbeelding 17 en Afbeelding 18 is al een gevarieerd bodemsubstraat en daarmee ook een gevarieerde bodemmorphologie te zien. Het DO voorziet dus in versterking van deze variatie.



Afbeelding 17. Foto van huidige Bijloop traject 2.



Afbeelding 18. Foto van huidige Bijloop traject 2. Op deze foto is goed de al aanwezige variatie van de bodem te zien.

Modeltechnische verwerking:

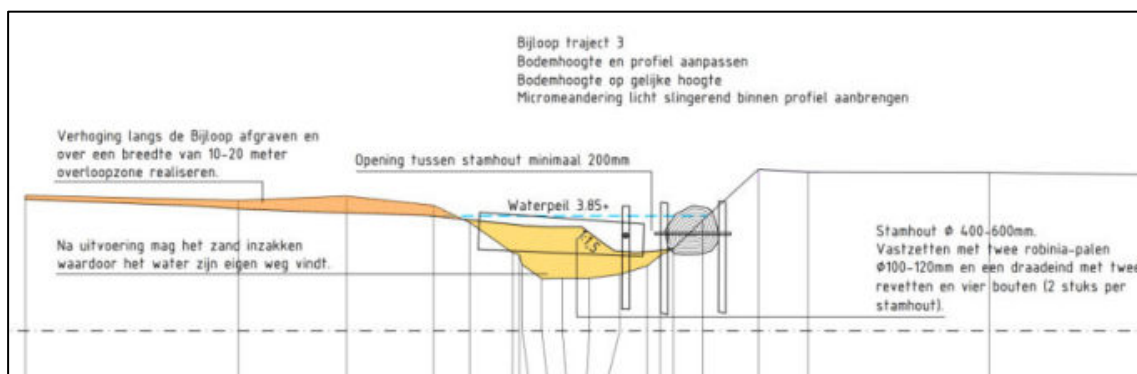
- Het beekhout wordt geschematiseerd middels het normeren van een stricklerwaarde van $10 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$. Zie paragraaf 4.2.1 voor onderbouwing van deze schematisatie keuze.

4.2.3 Traject 3

Traject 3 loopt van begin Natte Natuurparel Vloeiweide tot ongeveer de grens tussen gemeente Breda en gemeente Zundert. Op dit traject zijn de volgende wijzigingen voorzien:

- Verhoging van de beekbodem naar circa NAP +3,30 meter;
- Aanpassen van beekprofiel (deels versmallen);
- Oeveraanpassingen;
- Inbrengen van beekhout.

In Afbeelding 19 is een principeprofiel weergegeven van het gewenste dwarsprofiel. Hierin is zowel het bestaande profiel als het nieuwe profiel weergegeven.



Afbeelding 19. Principeprofiel DO voor Bijloop traject 3.

Doel van deze aanpassingen is als volgt:

- Het verhogen van de stroomsnelheden in Bijloop traject 3. Door het profiel te versmalen zal de gemiddelde stroomsnelheid verhogen. Door beekhout in te brengen zal de variatie in stroomsnelheid op dit traject ook gaan toenemen. In traject 3 en 4 is bewust gekozen voor een opening van 0,2 meter in plaats van 0,5 meter. In deze twee trajecten is het namelijk het doel van het beekhout onder andere het opstuwen van water om zo een hogere (grond)waterstand te krijgen voor de Natte Natuurparel. In traject 1 en 2 is het verkrijgen van hogere grondwaterstanden niet het doel.
- Het vergroten van de waterdiepte in Bijloop traject 3. Versmaling van het profiel zal ook leiden tot een grotere waterdiepte.
- De oeververlagingen zorgen voor een meer natuurlijke/fauwe overgang tussen land en water en creëren tevens het beeld van een doorstroommoeras.
- Het realiseren van de natuurdoeltypen in de natte natuurparel Vloeiweide langs de Bijloop. Het verhogen van de beekbodem, het versmallen van het beekprofiel en het inbrengen van beekhout hebben onder andere een significante oppervlakte waterstandsverhoging ($>0,5$ meter) als gevolg. Geohydrologische berekeningen hebben laten zien dat dit langs de beek zorgt voor een grondwaterstand verhogend effect. Hiermee kunnen de natte natuurdoeltypen gerealiseerd worden die gewenst zijn in de natte natuurparel Vloeiweide.

Bijloop traject 3 biedt in tegenstelling tot trajecten 1 en 2 veel meer potentie om de gewenste abiotische kenmerken zoals beschreven in paragraaf 4.1.1 te benaderen. Dit komt enerzijds door het stroomsnelheidsversterkende effect dat het verhang van traject 4 uitoefent op traject 3. Anderzijds komt dit door de gewenste vernatting van de natte natuurparel. Daarvoor is verhoging van oppervlakte/grondwaterstanden nodig. Aangezien momenteel de Bijloop hier diep ingesneden ligt (zie Afbeelding 20) biedt dit de potentie om het dwarsprofiel van de beek significant aan te passen ten behoeve van de abiotische kenmerken voor stroomsnelheid en waterdiepte. Deze aanpassingen hebben als positief neveneffect de vernatting van de natte natuurparel.

Modeltechnische verwerking:

- Het aanpassen van het dwarsprofiel conform bodemprofiel genoemd in Afbeelding 19.
- Het beekhout wordt geschematiseerd middels het hanteren van een stricklerwaarde van $10 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$. Zie paragraaf 4.2.1 voor onderbouwing van deze schematisatie keuze.



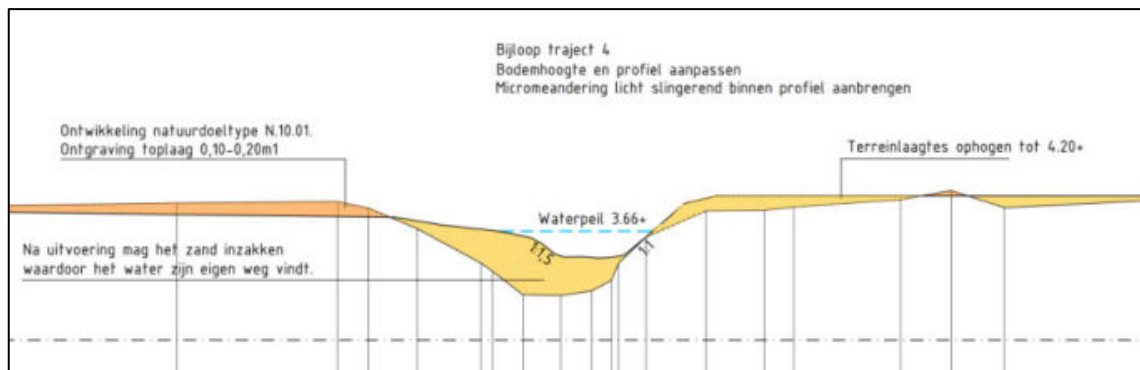
Afbeelding 20. Foto van de huidige Bijloop traject 3.

4.2.4 Traject 4

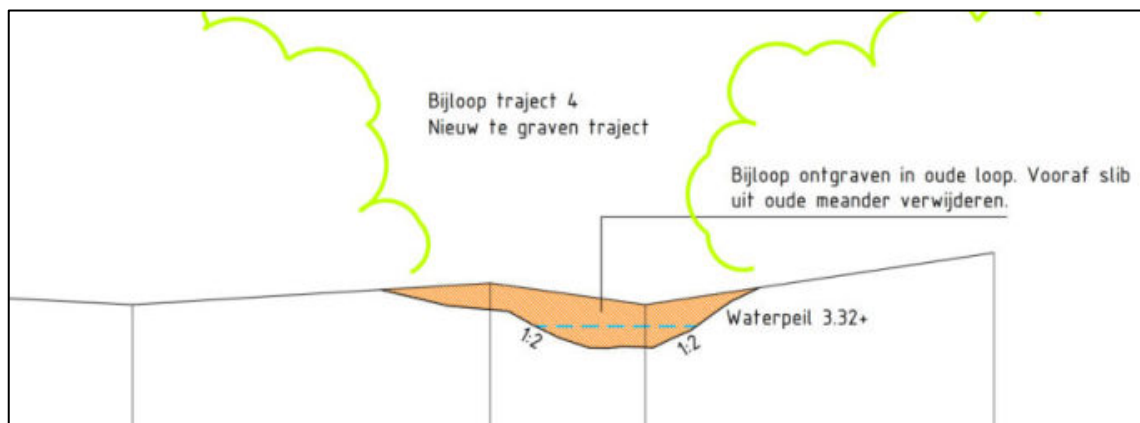
Traject 4 loopt van de gemeenregrens van Breda tot aan de Schoorbrug. Op dit traject zijn de volgende aanpassingen voorzien:

- Aanpassen van het beekprofiel (deels versmalen).
- Oeveraanpassingen.
- Verleggen van de Bijloop ter plaatse van de huidige scherpe bocht richting het noordwesten.
- Vernagen van de beekbodem, beginnende bij NAP +3,30 meter. Ter plaatse van de verlegging zakt de beekbodem verder richting de bestaande beekbodem.
- Herstel van de oude meander aan de noordoostzijde van de Bijloop. Benederstreams van deze oude herstelde meander zal de beekbodem weer aansluiten op de bestaande (huidige) beekbodemhoogte.
- Bij de verlegging wordt de bestaande Bijloop gedempt.
- Inbrengen van beekhout.

In Afbeelding 21 is het principeprofiel te zien van het dwarsprofiel van traject 4 tot aan de oude meander. In Afbeelding 22 is het principeprofiel te zien van het dwarsprofiel van de oude meander.



Afbeelding 21. Principeprofiel DO voor Bijloop traject 4 (tot aan locatie waar oude meander hersteld wordt).



Afbeelding 22. Principeprofiel DO voor Bijloop traject 4 (ter plaatse van de te herstellen oude meander).

Het doel van deze aanpassingen is als volgt:

- Net zoals bij traject 3 is het doel onder andere om stroomsnelheid en waterdiepte te vergroten. Hiervoor wordt het beekprofiel versmald en beekhout ingebracht.
- De oeververlagingen zorgen voor een meer natuurlijke/fauwe overgang tussen land en water en creëren tevens het beeld van een doorstroommoeras.
- Het realiseren van de natuurdoeltypen voor de natte natuurschap langs de Bijloop. Net zoals bij traject 3 moeten hiervoor dus de oppervlakte en daarmee grondwaterstand verhoogd worden.
- Het herstellen van de historische loop (voor 1940) van de beek door het tracé te verleggen en de oude meander te herstellen. De verlegging wordt mede met een meander aangelegd om het traject te verlengen en daarmee de bodem gelijkmatiger te laten dalen.

Het doel van de aanpassingen in traject 4 is dus gelijk aan dat van traject 3. De belangrijkste verschil tussen deze twee trajecten is dat enerzijds in traject 4 de nieuwe (verhoogde) beekbodem weer zal moeten gaan aansluiten op de bestaande benedendroomse beekbodem. Daarnaast is er in traject 4 sprake van een verlegging van de loop. Het grote verhang in traject 4 zorgt ervoor dat vooral de stroomsnelheden de gewenste abiotische kenmerken (zie paragraaf 4.1.1) voor de Bijloop goed zullen benaderen. Lagere stroomsnelheden zullen echter zorgen voor lagere waterdiepten. Dit is ook terug te zien in de hydrologische resultaten (zie paragraaf 4.3).

Modeltechnische verwerking:

- Verleggen van het tracé conform DO tekening;
- Aanpassen van het dwarsprofiel zoals genoemd in Afbeelding 21 en Afbeelding 22.
- Het beekhout wordt geschematiseerd middels het hanteren van een sticklerwaarde van $10 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$. Zie paragraaf 4.2.1 voor onderbouwing van deze schematisatie keuze.



Afbeelding 23. Foto van huidige Bijloop traject 4 (bovenstrooms van verlegging).

4.3 Resultaten DO model 1D

Met behulp van case 'Kragten 1, 220104 DO jaarlijkse afvoeren' (WSA2AWIB) uit het VloeiVO.lit model zijn de jaarlijks voorkomend afvoeren doorerekend. Hieronder worden de afvoeren, waterstanden en stroomsnelheden voor het DO besproken.

4.3.1 Berekende afvoeren

Een belangrijk verschil met de afvoeren in de Bijloop met de referentiesituatie, is het feit dat in de DO situatie stuw Hellegat volledig gestreken is en stuw Bredaseweg tot en met 50% MA opgetrokken staat. In tabel 2 staat zowel de afvoerdeling van de referentiesituatie als van de DO situatie weergegeven.

Tabel 2. Afvoerdeling berekend door referentiemodel VloeiRef.lit en door DO case van VloeiVO.lit over drietakken (met kleuren gecodeerd).

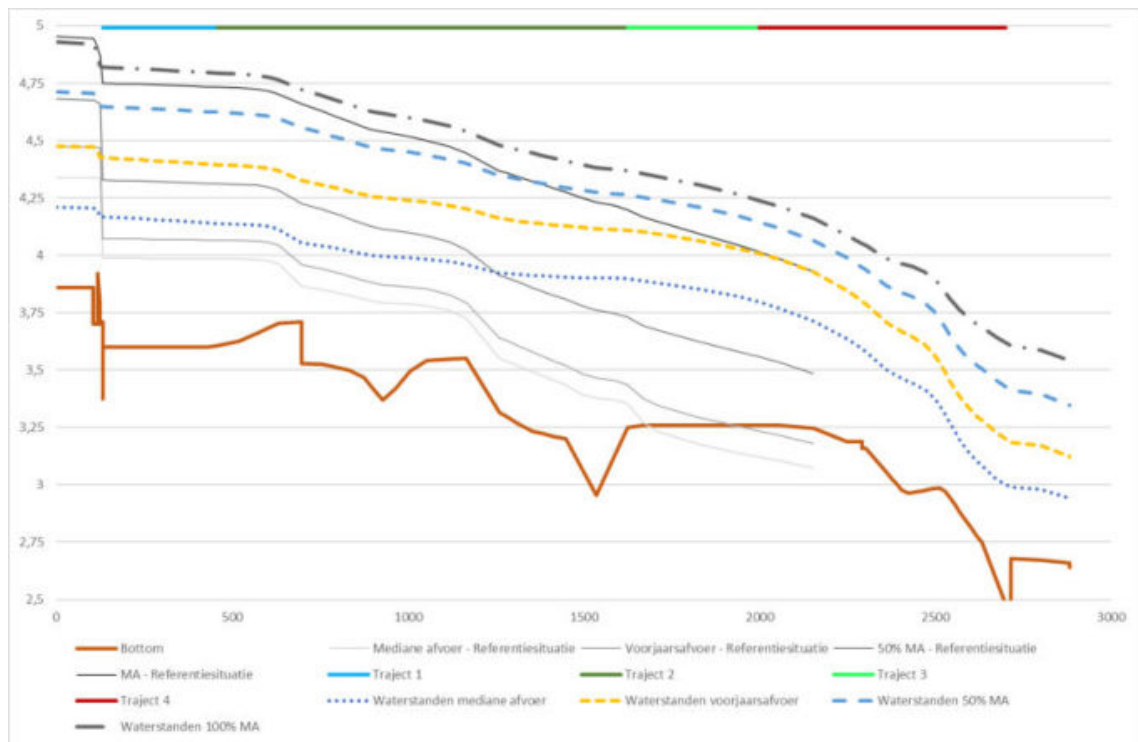
Afvoer	1. Bijloop Bovenstrooms Hellegat [m³/s]		2. Aftakking Bijloop [m³/s]		3. Bijloop Benedenstrooms Hellegat [m³/s]	
	Ref	DO	Ref	DO	Ref	DO
Droogste week	0	0	0	0	0	0
Droogste maand	0	0	0	0	0	0
Mediaan (winter)	0,11	0,11	0,06	0	0,05	0,11
Voorjaars	0,24	0,24	0,17	0	0,07	0,24
50% Maatgevens	0,81	0,81	0,56	0,27	0,25	0,54
Maatgevend	1,84	,84	1,12	,06	0,72	0,78

De toename in afvoer in de Bijloop als gevolg van het striken van stuw Hellegat vindt onder andere plaats bij de mediane afvoer en bij de voorjaarsafvoer. Er is dan sprake van een toename van respectievelijk 20% en circa 240% ten opzichte van de huidige situatie. De stuwinstellingen zorgen dus voor een significante toename aan afvoer door de Bijloop voor een groot deel van het jaar. Ook bij de 50% margevende afvoer (20 dagen per

door overschrijding) is er nog steeds sprake van een toename van bijna 20%. Bij de maatgevende afvoer is de toename niet significant, dit komt doordat stuw Bredaseweg gestreker wordt bij deze afvoer.

4.3.2 Berekende waterstanden

In Afbeelding 24 zijn de waterstanden voor de berekende jaarlijks terugkerende afvoeren te zien voor zowel het DO (niet continue lijnen) en de referentiesituatie (continue ofne grijze lijnen). De waterstanden voor de referentiesituatie zijn gerood tot aan de voorziene verlegging van de Bii'loop in traject 4. Ter plaatse van de verlegging kunnen de waterstanden immers niet 1 op 1 met elkaar vergeleken worden omdat het oude en het nieuwe tracé niet samen vallen.



Afbeelding 24. Waterstanden als bij jaarlijks terugkerende afvoeren in geval van het DO. Referentiewaterstanden zijn weergegeven in het grijs (let op: lagere referentie beekbodem is niet weergegeven).

Afbeelding 24 laat zien dat het DO zorgt voor opstuwing bij de jaarlijkse afvoeren. Dit wordt veroorzaakt door dwarsprofiel en bodemaanpassing in combinatie met de inbreng van beekhout. Bij trajecten 3 en 4 is sprake van een opstuwing bij mediane afvoer van circa 0,4 meter. Ook bij de voorjaarsafvoer is sprake van een dergelijke opstuwing. Bij 50% MA en MA wordt de opstuwing ten opzichte van de referentiesituatie kleiner. Dit komt onder andere doordat de profielversmaling vooraf invloed heeft op de lagere afvoeren (wordt "onder" in profiel gedaan). In de geohydrologische rapportage en in de waterwijzenotities komt aan bod of deze opstuwing voldoende is voor de natte natuurparel.

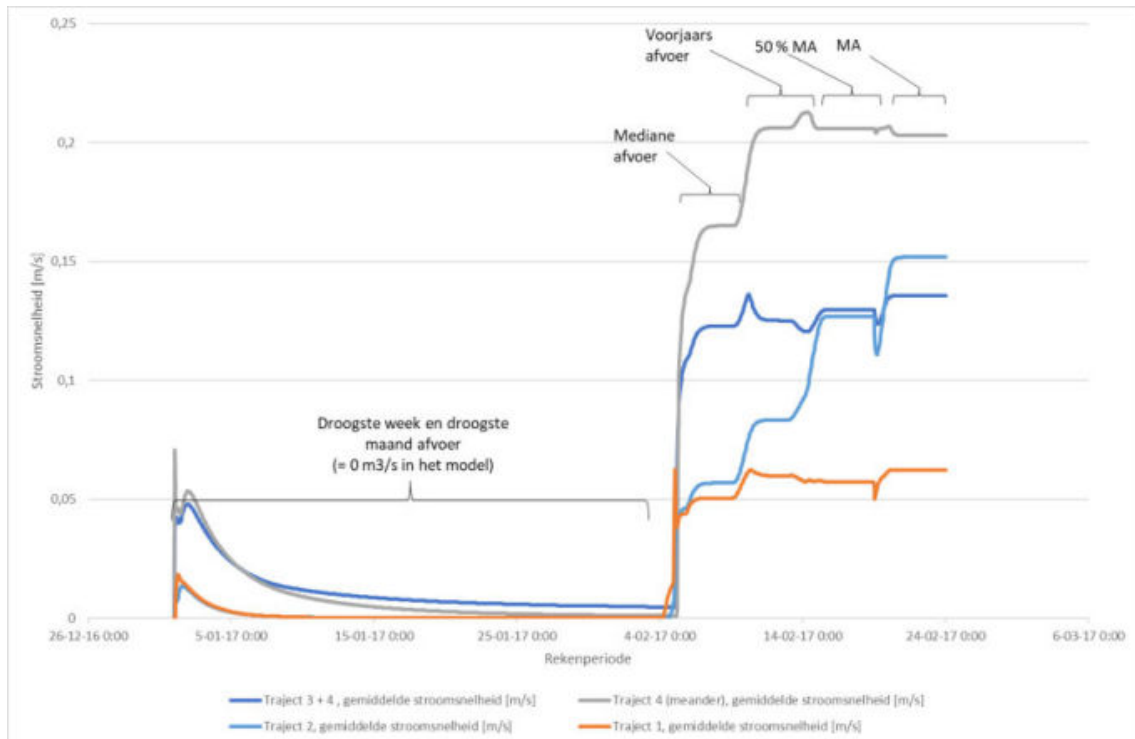
Voor de trajecten 1, 2 en 3 en een deel van 4 liggen de waterdiepten bij de mediane afvoer (ook wel winter afvoer) tussen de 0,4 en 0,6 meter. Bij het verlegde deel van traject 4 is de waterdiepte circa 0,2 meter. Dit komt door het grotere verhang op dat traject.

In Bijlage B5 zijn een tweetal kaarten te vinden met daarop de waterstanden voor zowel de winter als de voorjaarsafvoer rondom het projectgebied tot aan de A16. Dit voor zowel de referentiesituatie als de DO-situatie.

4.3.3 Berekende stroomsnelheden

In Afbeelding 25 zijn de over het volledige dwarsprofiel gemiddelde stroomsnelheden getoond die in het DO optreden. Deze resultaten geven maar een beperkt beeld van de stroomsnelheden die zullen optreden in de

Birloop. Het beekhout is namelijk gemodelleerd als weerstand (zie paragraaf 4.2. voor toelichting). De effecten van de vernieuwing die gecreëerd wordt middels beekhout op de stroomsnelheid worden daarom niet door SOBEC berekend. De stroomsnelheden in Afbeelding 25 kunnen daarom gezien worden als absolute ondergrens. Hieronder wordt vervolgens aangetoond waarom door het beekhout wel de gewenste stroomsnelheden behaald kunnen worden.



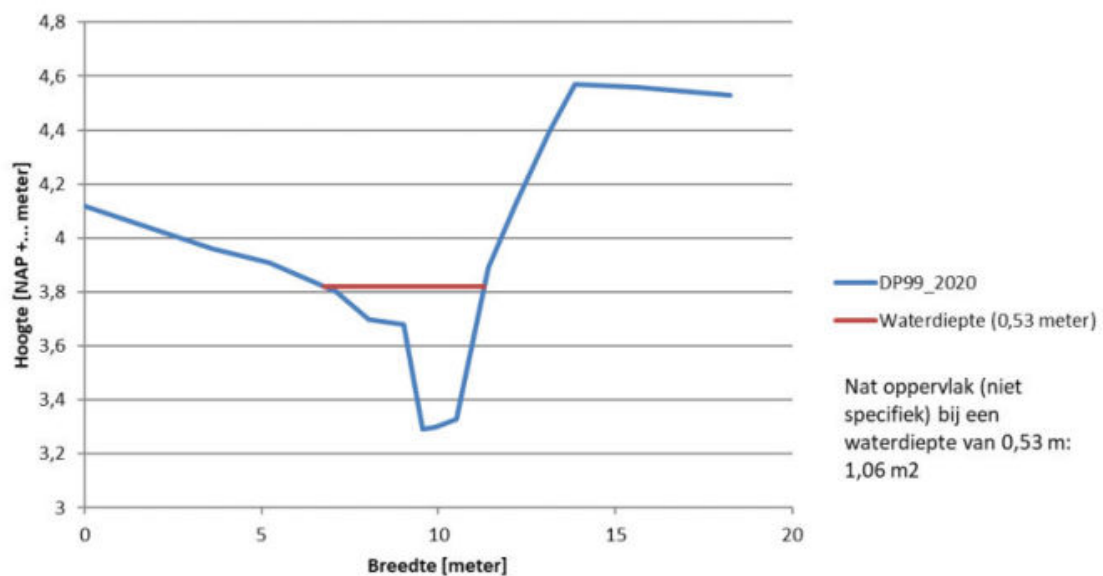
Afbeelding 25. Gemiddelde stroomsnelheden die in het DO optreden in de vier verschillende trajecten, exclusief effecten van beekhout op de stroomsnelheid.

De voor het dwarsprofiel gemiddelde stroomsnelheid¹² in het brede profiel met hoge weerstand ($\kappa = 0 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$) is relatief laag. In de Bijloop wordt in het ontwerp beoogd zo veel mogelijk stroomsnelheid te creëren. Door beekhout aan te brengen met een minimale doorsnootopening van 0,5 meter (trajecten 1 en 2) of 0,2 meter (trajecten 3 en 4), wordt ook de stroomsnelheid significant verhoogd. Om dit te onderbouwen is het hier onderstaande rekenvoorbeeld gehanteerd.

Voor dit rekenvoorbeeld wordt het profiel gebruikt dat op de overgang van traject 3 naar traject 4 ligt²⁰. In Afbeelding 26 is getoond hoe dit profiel eruit ziet. Tevens is in deze afbeelding aangegeven wat de mediane waterstand is en welk nat oppervlak hierbij hoort. Bij een mediane waterdiepte van 0,53 meter (overgenomen uit de SOBEC berekening) is er sprake van een nat oppervlak van 1,06 m² bij dit DO dwarsprofiel.

¹² Dit is voor het dwarsprofiel gemiddeld omdat SOBEC rekent met 1D watergangen waarbij verschillen in stroming alleen berekend worden over de lengterichting en niet in de breedterichting.

²⁰ Ter hoogte van node 33 in het jaarlijkse afvoeren model.



Afbeelding 26. DO dwarsprofiel op overgang van traject 3 naar traject 4, met mediane waterstand en bijbehorend nat oppervlak.

Op basis van de SO3EK berekening is gekeken hoeveel water ter plaatse van dit profiel stroomt, namelijk een afvoer van $0,11 \text{ m}^3/\text{s}$ bij een mediane afvoer situatie. Op basis van een simpele debiet formule kan dan vervolgens de stroomsnelheid berekend worden:

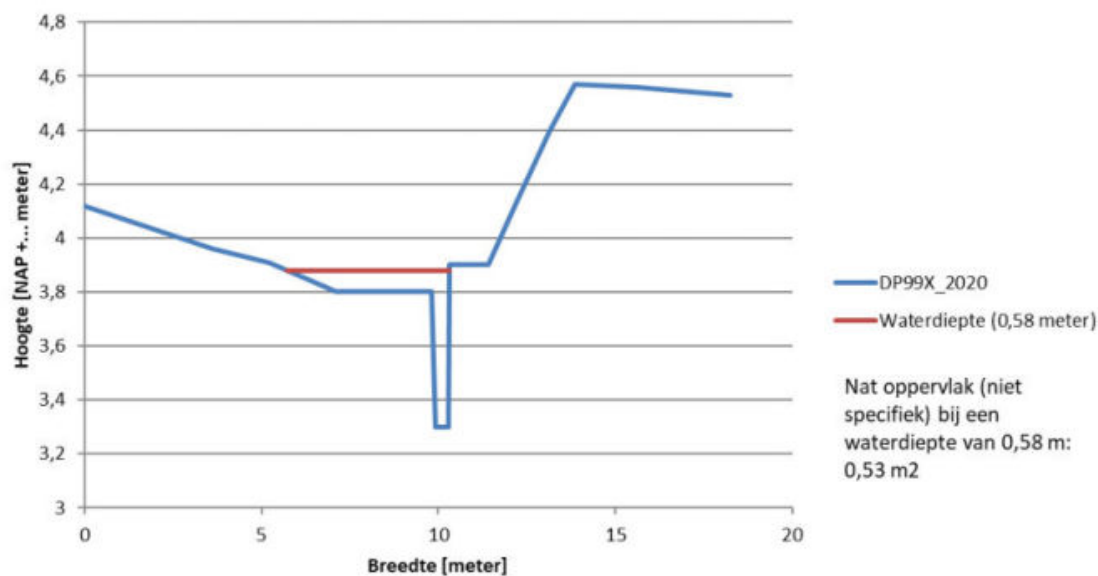
$$\begin{aligned}
 Q &= v * a \\
 Q &= 0,11 \text{ m}^3/\text{s} \\
 a &= 1,06 \text{ m}^2 \\
 v &= \frac{Q}{a} = \frac{0,11}{1,06} = 0,1 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

Gezien vanuit de abiotische kenmerken een minimale stroomsnelheid van $0,2 \text{ m/s}$ is gewenst, is dit te weinig. Mer de inbreng van hout echter wordt op meerdere locaties het profiel significant versmald. Op basis van het DO tekening is het doorstroombare dwarsprofiel opgesteld wanneer beekhout in het bovenstaande profiel ligt. Deze is te zien in Afbeelding 27. De minimale doorstroombreedte is in dit geval circa $0,3 \text{ meter}$ (dus wat groter dan het minimum van $0,2 \text{ meter}^2$). Gezien het lage debiet wordt aangenomen dat deze constructie een maximale opstuwung heeft van circa 5 centimeter . Bij een mediane afvoer wordt de waterstand dan $0,58 \text{ meter}$, en het nat oppervlak $0,53 \text{ m}^2$:

$$\begin{aligned}
 Q &= v * a \\
 Q &= 0,11 \text{ m}^3/\text{s} \\
 a &= 0,53 \text{ m}^2 \\
 v &= \frac{Q}{a} = \frac{0,11}{0,53} = 0,21 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

Het inbrengen van beekhout is dus nodig om de Bijloop te laten voldoen aan de abiotische kenmerken. Ter plaatse van het verhang in traject 4 (bij de veregging), zal de stroomsnelheid bij het beekhout nog hoger zijn vanwege dit verhang. Op traject 4 met verhang en zonder beekhout ligt de stroomsnelheid ongeveer een factor $1,3$ hoger dan bij traject 3 i 4 zonder verhang. Dit betekent dus dat bij winterse/mediane omstandigheden met beekhout hier de stroomsnelheid op kan lopen tot $0,27 \text{ m/s}$.

² Dit is dus een conservatieve benadering. Bij een smallere opening wordt immers de stroomsnelheid hoger.

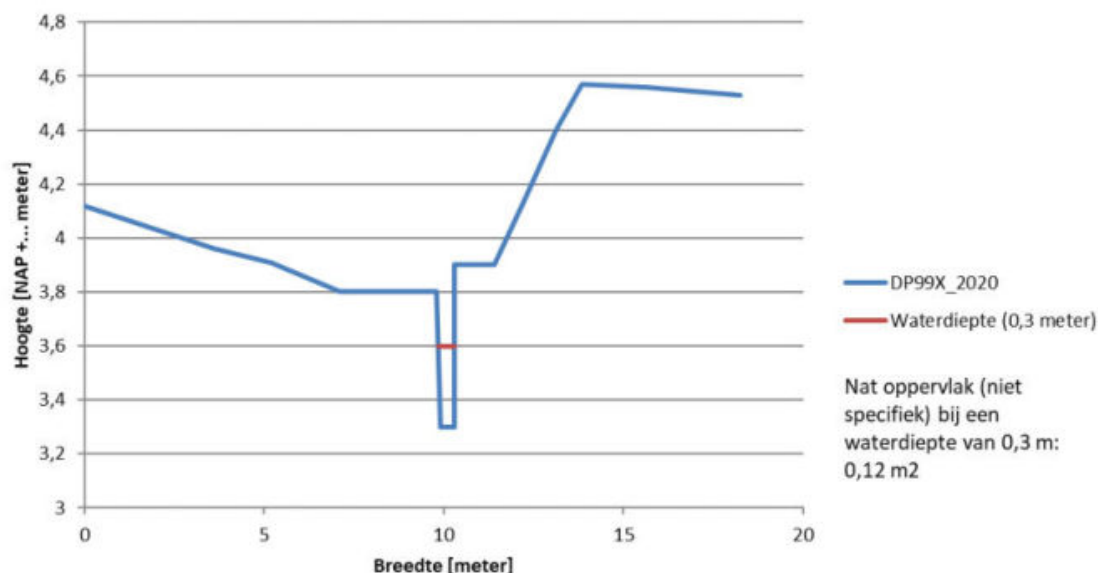


Afbeelding 27. Doorstroombaar DO dwarsprofiel op overgang van traject 3 naar traject 4, met mediane waterstand en bijbehorend nat oppervlak, in geval van inbreng beekhout.

Het beekhout zal ook een gunstige invloed hebben op de zomerse afvoeren. Hoewel deze niet bekend zijn kunnen we voor deze rekenexercitie een aanname doen. We nemen aan dat er nog maar 25 liter per seconde door de Bijloop stroomt in de zomer²² (0,025 m³/s). Ervan uitgaande dat als gevolg van de significante vernauwing er nog steeds aardig wat opstuwing plaats vindt, nemen we een waterdiepte van 0,3 meter aan. Dit leidt tot een nat oppervlak van 0,12 m², zie Afbeelding 28.

$$v = \frac{Q}{a} = \frac{0,025}{0,12} = 0,21 \text{ m/s}$$

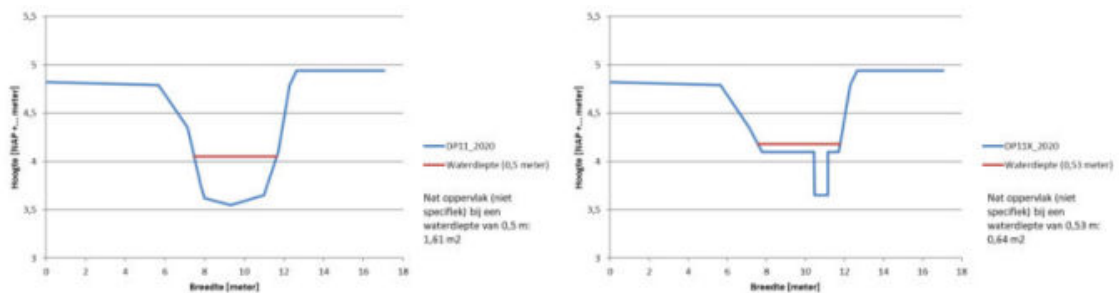
Er treedt dan dankzij het beekhout bij zomerafvoer nog steeds de minimale stroomsnelheid op.



Afbeelding 28. Doorstroombaar DO dwarsprofiel op overgang van traject 3 naar traject 4, met aangenomen zomerse waterstand en bijbehorend nat oppervlak, in geval van inbreng beekhout.

²² Uitgaande van een sterk variërende afvoer is de aanname dat de zomerafvoer een stuk lager moet liggen dan de winterafvoer. Daarom is gekozen voor een zomerafvoer die gelijk is aan circa 25% van de winterafvoer.

Voor traject 1 en 2 is ook beekhout voorzien zoals bij trajecten 3 en 4. Omdat bij traject 2 geen significante verhoging van oppervlaktewaterstanden is voorzien is besloten om de opening groter te maken tussen het beekhout, namelijk een minimale grootte van 0,5 meter. In Afbeelding 29 is het doorstroombare dwarsprofiel getoond met en zonder beekhout pakket, inclusief nat oppervlak. Voor de opstuwing is op basis van expert judgement 3 centimeter aangenomen. Gezien het feit de opening groter is, moet de opstuwing ook kleiner zijn dan bij trajecten 3 en 4.



Afbeelding 29. Dwarsprofiel voor traject 2 (huidige situatie; links) en doorstroombaar dwarsprofiel voor het DO met beekhout met een opening van 0,5 meter.

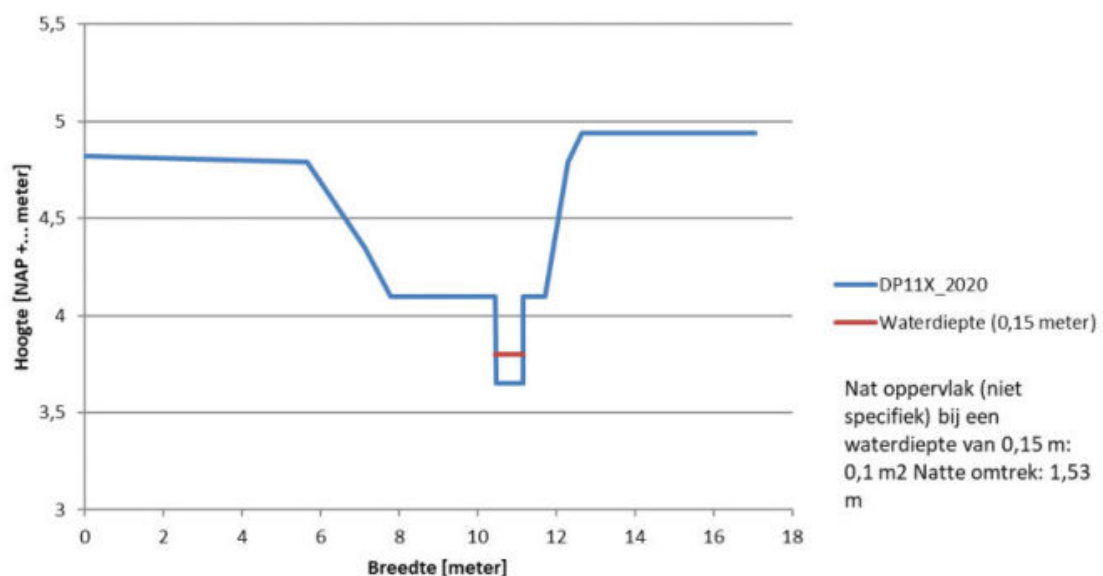
Zonder beekhout treedt een stroomsnelheid op van 0,07 m/s:

$$v = \frac{Q}{a} = \frac{0,11}{1,61} = 0,07 \text{ m/s}$$

Met beekhout treedt duidelijk een hogere stroomsnelheid op:

$$v = \frac{Q}{a} = \frac{0,11}{0,64} = 0,17 \text{ m/s}$$

In geval van zomerafvoeren wordt de hierboven gemaakte aanname overgenomen (0,025 m³/s). Aangezien het gaar breder wordt, dan bij trajecten 3 en 4, wordt een waterdiepte van 0,15 meter aangenomen. In Afbeelding 30 is het doorstroombaar profiel weergegeven voor deze situatie.



Afbeelding 30. Het doorstroombaarprofiel voor traject 2 voor het DO met beekhout met een opening van 0,5 meter.

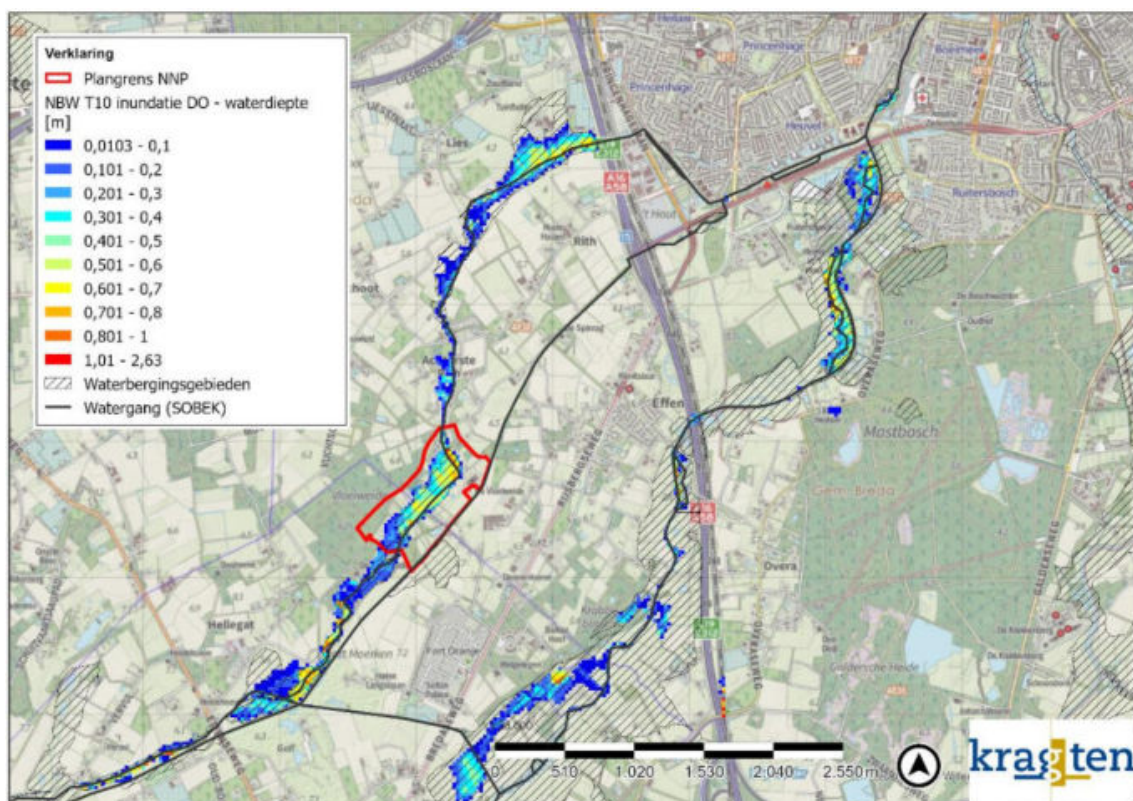
Merbeekhout kan in de zomer de volgende stroomsnelheid voorkomen:

$$v = \frac{Q}{a} = \frac{0,025}{0,1} = 0,25 \text{ m/s}$$

4.4 Resultaten DO model 2D

Niet zoals de referentiesituatie is het DO getoetst aan de NBWnorm T10. Hiervoor is het in paragraaf 3.4 beschreven NBWmodel als basis gebruikt. Het te onderzoeken deel van de Bijloop is uit dit model verwijderd en vervangen met de DO situatie die is opgezet voor de jaarlijkse afvoeren (zie paragraaf 4.3). De stuwen Hellegat en Bredaseweg zijn volledig gestreken.

In Afbeelding 31 is het inundatiebeeld (maximale inundatie) te zien in geval van de DO situatie bij een NBW golf die eenmaal in de tien jaar voorkomt. Op het eerste blik is er niet veel verschil met het inundatiebeeld van de referentiesituatie (zie Afbeelding 32). Wanneer de referentie inundatie van de DO inundatie wordt afgetrokken wordt duidelijk zichtbaar wat het effect is van het DO. Dit is te zien in Afbeelding 32. Het DO zorgt voor maximaal 7 centimeter verlaging van de inundatie rondom de Vloeiweide. De afname van de inundatie bij de Vloeiweide valt te verklaren doordat in principe door het DO water minder makkelijk door de Bijloop / Vloeiweide kan stromen. Door de opstuwung die het beekhout, extensieve oedernoud, profielversmalling en bodemverhoging veroorzaken komt het water bij stuw Hellegat hoger. Hierdoor zal meer water bij een dergelijke NBW golf door de aftakking Bijloop richting de Aa of Weeris stromen, zonder dat dit leidt tot extra inundatie. Bij hoge afvoeren neemt het cumulatieve volume dat door de Aftakking Bijloop stroomt toe ten opzichte van de referentiesituatie en af richting de Bijloop.



Afbeelding 31. NBW T10 inundatie als gevolg van het DO.



Afbeelding 32. Verschil in inundatie bij een NBW T10 als gevolg van het DO (DO minus referentie inundatie).

Volledigheidshalve is ook een berekening uitgevoerd met een NBW golf die eenmaal in de honderd jaar voorkomt, met klimaatopslag een 100k. In Afbeelding 33 zijn hiervan de verschillen in maximale waterstanden weergegeven. Net zoals bij de NBW T10 golf is bij de Voeiweide een afname in inundatie te zien. Deze afname loopt op tot circa 6 centimeter. Benedenstrooms van de Voeiweide, in de buurt van Breda, is een kleine toename te zien in inundatie, tot circa 1 centimeter. De toename vindt echter plaats binnen als waterbergings aangewezen gebied. Er is in dit gebied geen bebouwing aanwezig.

De toename valt te verklaren door het veranderende verloop (translatie) van de verschillende golven die vanuit verschillende hoeken door het watersysteem stromen. Als gevolg van het DO zal de translatie van de golf door de nieuwe zijloop anders zijn dan in de referentiesituatie, er stroomt namelijk meer via Afkicking zijloop in het DO dan in de referentiesituatie. Dat betekent dus ook dat benedenstrooms van de zijloop / Voeiweide de pieken van de afvoeren uit twee verschillende watergangen niet op andere momenten met elkaar zullen gaan botsen dan het geval was in de referentiesituatie. Ter plaatse van de toename van inundatie in het DO is dat andere moment van samen komen van watermassa's ongunstiger, wat een kleine opstuwings tot gevolg heeft.



Afbeelding 33. Verschil in inundatie bij een NBW 1:100k als gevolg van het DO (DO minus referentie inundatie).

4.5 Conclusie oppervlakte water hydrologie DO

In tabel 3 zijn de resultaten van het DO getoetst aan een drietal abiotische kenmerken.

Tabel 3. Toetsing van het DO aan de abiotische kenmerken voor de beek, per traject (groen = voldoet, geel = voldoet deels, oranje = voldoet niet, grijs = onbekend).

	Traject 1	Traject 2	Traject 3	Traject 4
Stroomsnelheid Minimum: > 0,1 m/s Gewenst: 0,2 - 0,5 m/s Maximaal: 0,7 m/s	Winter: Stroomsnelheid is 0,17 m/s bij beekhoud en 0,05 m/s tussen het beekhoud. Voldoet deels aan minimum abiotische kenmerk (>0,1 m/s) als gevolg van beekhoud.	Winter: Stroomsnelheid is 0,17 m/s bij beekhoud en 0,06 m/s tussen het beekhoud. Voldoet deels aan minimum abiotische kenmerk (>0,1 m/s) als gevolg van beekhoud.	Winter: Stroomsnelheid is minimaal 0,2 m/s bij het van beekhoud en 0,2 m/s tussen het beekhoud. Voldoet deels aan gewenste stroom snelheid (tussen 0,2 en 0,5 m/s) en deels aan het minimum (>0,1 m/s).	Winter: Stroomsnelheid is minimaal 0,2 m/s bij het van beekhoud en 0,17 m/s tussen het beekhoud. Voldoet deels aan gewenste stroomsnelheid (tussen 0,2 en 0,5 m/s) en deels aan het minimum (>0,1 m/s).
	Zomer: Onbekend*.	Zomer: Onbekend*.	Zomer: Onbekend*.	Zomer: Onbekend*.
Warediepte Winter: minimaal 0,4	Winter: 0,5 meter. Voldoet aan gewenste diepte 0,5 meter.	Winter: 0,4 tot 0,5 meter. Voldoet aan minimale 0,4	Winter: 0,6 meter. Voldoet aan gewenste 0,5 meter.	Winter: 0,5 meter bij vlakke de en en 0,2 meter bij de met verhang (verlegde deel

mer gewenst 0,5 m Zomer: gewenst 0,3 m		meter en gewenst 0,5 meter.		Bijloop!. Voldoet bij vlakke de en (0,5 meter, bij gewenste 0,5 meter) en voldoet niet bij verlegde de met groter verhoging (zakt tot een minimum van 0,2 meter).
	Zomer: Onbekend**.	Zomer: Onbekend**.	Zomer: Onbekend**.	Zomer: Onbekend**.
Bodemreedte tussen 0 en 3 m	Bodemreedte is ,5 tot 2 meter. Voldoet.	Bodemreedte is 2 tot 3 meter. Voldoet.	Bodemreedte zomerbakje is ,5. Bodemreedte winterbakje is 1,5 tot 2 meter. Voldoet.	Bodemreedte zomer- bakje is ,5. Bodemreedte winterbakje is 1,5 tot 2 meter. Voldoet.

* Rekenvoorbeeld in paragraaf 4.3.3 voor de zomersituatie met beekhout laat zien dat dit een significante verbetering oplevert.

** Hoewel naar verwachting de afvoer in de zomer laag is, zal het extensieve beheer en onderhoud ervoor zorgen dat de ruwheid van de beek hoog is. Door deze ruwheid is de verwachting dat er nog een waterdiepte van 10 à 15 centimeter zal ontstaan.

NBWtoetsing

Wat betreft de toetsing aan de NBW norm van 1:0 kan geconcludeerd worden dat de ingreep leidt tot een afname in inundatie (tot 7 centimeter, hoofdzakelijk rondom de Vloeiweide). Doordat de Bijloop minder goed doorstroombaar wordt (/in het projectgebied meer opstuwt), zal meer water richting de Aa of Weerjs stromen via de Aftakking Bijloop. Dit leidt niet tot een toename in inundatie langs deze waterlopen. Bij een 1:100 met klimaatopslag is ter plekke van de Vloeiweide nog steeds sprake van afname van inundatie. Benedenstrooms van de Vloeiweide is sprake van een kleine toename, echter, deze toename ligt volledig in waterbergingsgebied (waar geen bebouwing aanwezig is).

BIJLAGEN

B1 MODELKENMERKEN DOCUMENT

Taalkod	Modelkenmerken document SOBEK
Omschrijving	WBDO40 - Vloeiweide
Datum	18-09-2020, bijgewerkt op: 27-10-2020
Bereikbaar door	Caspar Cluitmans

Aangeleverd

Algemene kenmerken

- ### Instellingen van het model

- *Initiële waterstanden:* 0,2 meter waterdiepte in de watergangen
- *Rekentijdstappen:* 00:15:00
- *Simulatie periode:* 01-01-2017 tot en met 31-01-2017
- *Output tijdstappen:* 01:00:00
- *Type uitvoer:*
 - *Rekenpunten:* waterdiepte, waterniveau, waking, totale breedte, totale oppervlak;
 - *Rekentrajecten:* afvoer, snelheid;
 - *Kunstwerken:* afvoer, waterniveau boven en beneden; overstorthoogte; pompdata.

Invoer van het model

- *Algemene invoer van het model:*
 - Afvoerreeksen ingevoerd op laterale rekenknopen.
- *Doorgerekende situaties (in vorm van afvoerstappen):*
 - Droogste week afvoer – 1-7 januari;
 - Droogste maand afvoer – 8-12 januari;
 - Mediane afvoer – 13-17 januari;
 - Voorjaarsafvoer – 18-22 januari;
 - Halve maatgevende afvoer – 23-27 januari;

- o Maatgevende afvoer – 28-1 januari/februari.
- *Weerstand:*
 - o Winter: $K_s = 30 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$.
 - o Zomer: $K_s = 20 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$.
- *Stuwstanden voor:* zomer stuwstanden door WBD gebaseerd op TMX en veldbezoeken. Deels ingesteld middels automatische sturing. De instellingen voor het automatische deel lijken niet geheel te kloppen.
- *Herkomst dwarsprofielen:* onbekend.

Verdere opmerkingen:

Model vormt de basis voor het bij te werken referentiemodel. Bijwerken bestaat uit toevoegen vistrap bij stuw Hellegat en het correct instellen van de stuwen.

NBW-model:

Algemene kenmerken

- *Modelnaam:* AWTB_hui.lit
- *Modelversie:* SOBEK 2.13
- *Bijbehorende documentatie:*
 - o Rapport: n.v.t.;
 - o Logboek: Logboek_AWTB.xlsx.
- *Stabiliteit model:* onbekend.
- *Type hydrologisch model:* dynamisch model
- *Geïmplementeerde modules in het model:*
 - o 1DFLOW (Rural);
 - o Overland Flow (2D).

Instellingen van het model

- *Initiële waterstanden:* 0,3 meter waterdiepte in de watergangen;
- *Rekentijdstappen:* 00:05:00
- *Simulatie periode:*
- *Output tijdstappen:* 24:00:00
- *Method of over flowing 1Dchannel (2D-module):* assume no embankments
- *Type uitvoer:*
 - o *Rekenpunten:* waterdiepte;
 - o *Rekentrajecten:* afvoer;
 - o *Kunstwerken:* afvoer, waterniveau boven en beneden; overstort hoogte; pompdata;
 - o *CIS output options:* geen;
 - o *Incremental output options:* waterdiepte.

Invoer van het model

- *Algemene invoer van het model:*
 - o Meteorologische data ingevoerd met behulp van lateraal rekenknopen.
- *Doorgerekende situaties:*
 - o T2: CH_2AW2.BUI (bui vooralsnog niet geleverd door waterschap);
 - o T10: AWTBT10.BUI, circa 25 millimeter (afhankelijk van meteostation) neerslag.
- *Weerstand:* $K_s = 30 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ (her en der: $K_s = 40 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$).
- *Stuwstanden voor:* stuwen gestreken i.v.m. NBW toetsing
- *Herkomst dwarsprofielen:* onbekend.

Verdere opmerkingen

Dit model wordt gebruikt om de invoer uit over te nemen voor het nieuwe project model.

Aangepast ten behoeve van het project

Referentiemodel:

- *Oude modelnaam:* WSA2AWTB.lit
- *Nieuwe modelnaam:* VloeiREF.lit
- *Modelversie:* SOBEK 2.13
- *Stabiliteit model:* stabiel vanwege het significant verlengen van de tijdsduur van de twee laagste afvoerstappen. Hierdoor krijgen de stuwen per afvoerstap de tijd om zich automatisch in te stellen.
- *Bijbehorende documentatie:*
 - Rapport: 200831-WBD040-RAP-Hydrologisch onderzoek Vloeiweide-C1;
 - Logboek: bovenstaand rapport en voorliggend modelkenmerken document.
- *Type hydrologisch model:* stationaire afvoer met meerdere afvoeirappen.
- *Behanteerde modules in het model:*
 - 1DFLOW (Rural).

Instellingen van het model

- *Initiële waterstanden:* 0,2 meter waterdiepte in de watergangen
- *Rekentijdstappen:* 00:15:00
- *Simulatie periode:* 01-01-2017 tot en met 24-02-2017
- *Output tijdstappen:* 01:00:00
- *Type uitvoer:*
 - *Rekenpunten:* waterdiepte, waterniveau, waking, totale breedte, totale oppervlak;
 - *Rekentrajecten:* afvoer, snelheid;
 - *Kunstwerken:* afvoer, waterniveau boven en beneden; overstorthoogte; pompdata.

Invoer van het model

- *Algemene invoer van het model:*
 - Afvoerreeksen ingevoerd op laterale rekenknopen.
- *Doorgerekende situaties (in de vorm van afvoerstappen).* NB. deze zijn verlengd ten opzichte van het originele WSA2AWTB.lit model, om de laagste afvoerstappen (droogste week en droogste maand) stabiel te krijgen. Deze waren instabiel vanwege het automatisch instellen van de stuwen in combinatie met de zeer lage afvoer:
 - Droogste week afvoer – 1-21 januari;
 - Droogste maand afvoer – 22 januari – 4 februari;
 - Mediane afvoer – 5-9 februari;
 - Voorjaarsafvoer – 10-14 februari;
 - Halve maatgevende afvoer – 15-19 februari;
 - Maatgevende afvoer – 20-24 februari.
- *Stuwstanden voor:*
 - *Stuw KST00208 (Hellegat):* deze stuw regelt deels verdeling water over Bijloop/Vloeiweide en Aftakking Blijloop. Standaard op maximale stand, NAP +4,55 meter. Dit mede gebaseerd op stuwstanden informatie verkregen per email van T.Deurloo op 14-10-2020.
 - *Stuw KST01513 (Bredaseweg):* deze stuw staat in Aftakking Bijloop en leidt het water naar Aa of Weerij. Automatische instelling aangehouden uit WSA2AWTB.lit model. Stuur op NAP +4,25 meter.
 - *Stuw KST01488 (Vuchtschootseweg):* stuw met balken, in zowel praktijk als model geen balken in de stuw. Drempelhoogte (nabij bodem) is NAP +2,69 meter.
 - *Overige stuwen:* instellingen aangehouden van WSA2AWTB.lit model.
- *Toe te voegen kunstwerken:*
 - Toevoegen van vistrap Hellegat, zie rapport.

dijogen n.v.t.

B2 HYDROLOGISCHE BEREKENINGEN VOORLOPIG ONTWERP

In deze bijlage wordt ingegaan op het Voorlopig Ontwerp voor specifiek de *Bijloop*. De Definitief Ontwerp effecten (zie Hoofdstuk 4) van de Bijloop op van de Nette Natuurpare Vloeiweide en omgeving die hier literair nauw mee samenhangt, wordt beschreven in het geohydrologisch rapport en de notitie over de Waterwijzer Landbouw en Waterwijzer Natuur²³.

B2.1 Randvoorwaarden

B2.1.1 Abiotische kenmerken

Vanuit het waterschap wordt gestreeft naar een beeld van de beek die gebaseerd is op de R19 van de KRW maatlaten. R19 betreft een doorsnoommeras dat gekenmerkt wordt als een permanente watervoerend beek met lage en gelijkmatige afvoer. In overleg met Waterschap Brabantse Delta is deze R19 maatlat geoptimaliseerd voor de omstandigheden in de Vloeiweide. Dit heeft geleid tot een set abiotische kenmerken die leidend zijn in het ontwerp van de Bijloop:

- Stroomsnelheid:
 - Minimaal tussen 10/0 cm/s;
 - Bij voorkeur tussen 20/50 cm/s;
 - Per afvoerstap:
 - Zomer: > 10 cm/s;
 - Winter/voorjaarsafvoer: 20/50 cm/s;
 - Maatgevend: < 10 cm/s.
- Warediepte:
 - Winter (vanaf diepste punt dwarsprofiel): minimaal 0,4 m, bij voorkeur 0,5 m;
 - Zomer: 0,3 m.
- Bodembreedte:
 - R19 heeft een breedte tussen de 0 en 3 meter.
- Weerstand: $k_b = 10 \text{ m}^2/\text{s}$. De beek blijft in de toekomst namelijk een extensief beheerde beek.
- Gewenste mediaan/voorjaarswaterstand ter hoogte van de Vloeiweide: NAP +4, tot +3,9 meter. Deze waterstanden moeten ervoor zorgen dat de Nette Natuurpare voldoende nat blijft.

Zoals al bleek in Hoofdstuk 3 zijn voor de laagste afvoeren geen gegevens beschikbaar. Deze zullen dan ook niet getoetst worden middels een modellering.

B2.1.2 Stuwstanden

Uit eerdere verkennende berekeningen omtrent het Voorlopig Ontwerp blijkt dat vanwege de beperkte afvoer het lastig is om de gewenste stroomsnelheden en warediepte te behalen²⁴.

In de referentiesituatie staat de stuwstand van Hellegat de hele tijd op de maximale stand. Water stroomt bij mediane afvoer en voorjaarsafvoer alleen door de vistrap. Stuw Bredaseweg stuurt op een waterpeil van NAP +4,3/+4,2 meter.

Om voldoende warediepte en stroomsnelheid te behalen is voor het VO besloten om tot en met MA stuw Hellegat volledig open te zetten, en stuw Bredaseweg in zijn maximale stand te houden ("volledig dicht"), tot en met 50% MA. Zo wordt hoofdzakelijk water via de Bijloop gestuurd. Bij voorjaarsafvoer en 50% MA wordt de

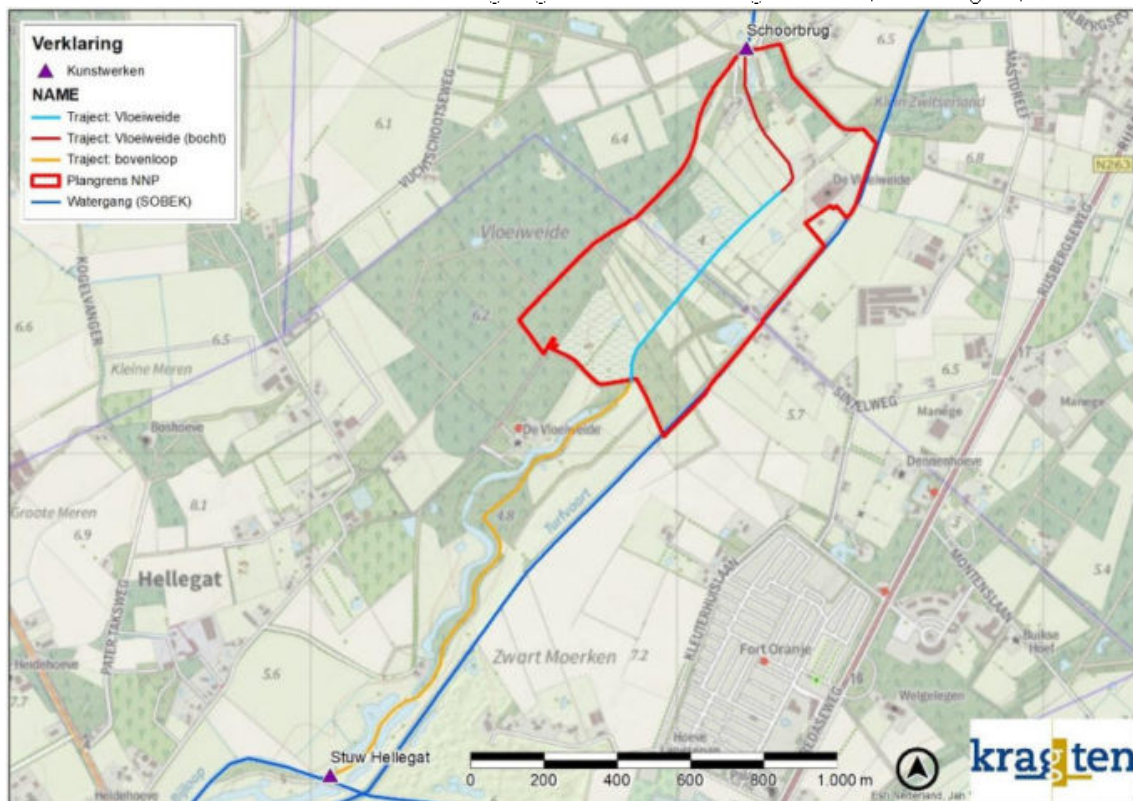
²³ '21-0707-WBD040-TOE-Vloeiweide Waterwijzers Landbouw en Natuur', Kragten, 7 juli 2021.

²⁴ '201216-WBD040-Toelichting tussentijdse VO resultaten', Kragten, 16-12-2020.

watersand duscanig hoog dat deze ook over de Bredaseweg gaat stromen. Bij MA zakt Bredaseweg naar drempelniveau.

B2.1.3 De trajecten

Voor het ontwerp is de zelfde trajectoodeling gehanteerd, zoals weergegeven in Afbeelding 8. Voor de leesbaarheid van dit hoofdstuk is deze afbeelding nogmaals hieronder terug te vinden (Afbeelding 34).



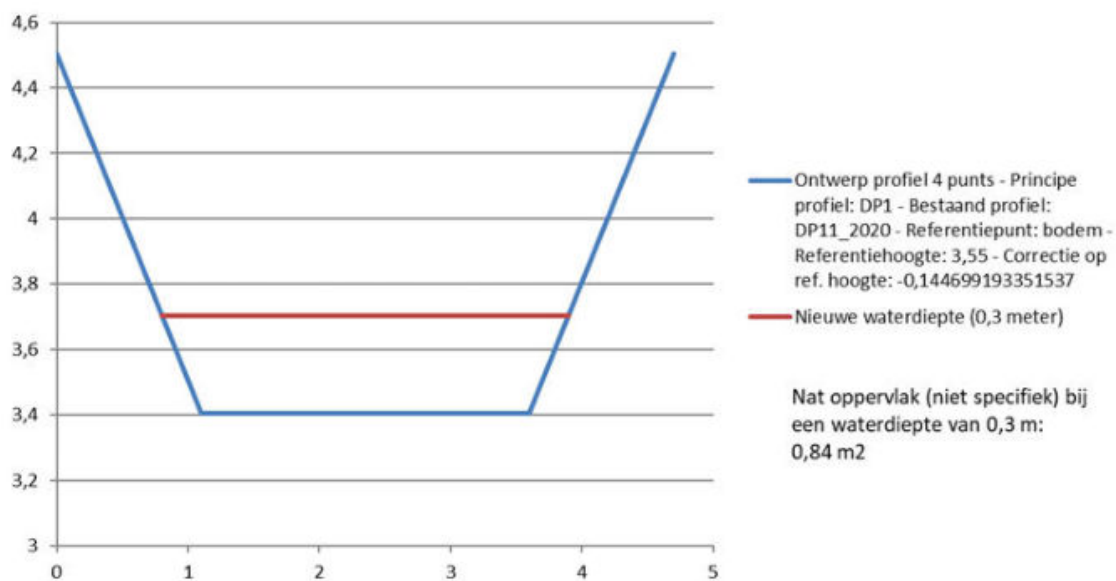
Afbeelding 34. Locatie gehanteerde trajecten in lengteprofielen voor het voorlopig ontwerp.

B2.2 Eerste iteratie

Voor de eerste rekeniteratie zijn de volgende aanpakken gedaan per traject.

B2.2.1 Traject: Bovenloop

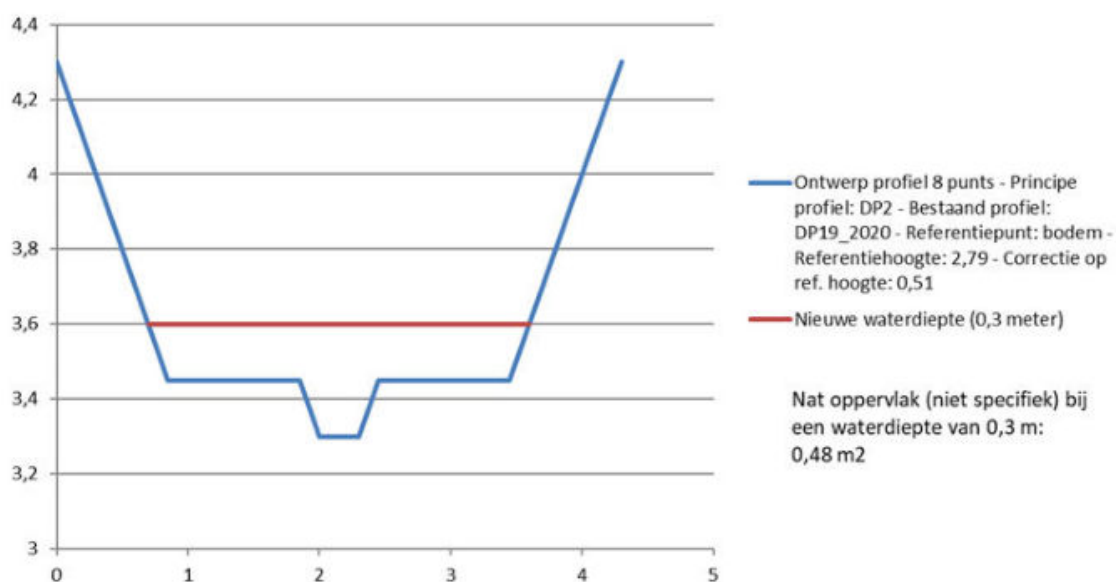
De bodem wordt hier gedeeltelijk opgehoogd zodat over het gehele traject een wat groter verhang ontstaat (er dus niet alleen lokaal). Dit verhang zorgt vervolgens voor een wat hogere stroomsnelheid. In de praktijk zou zich dit vertalen tot een bodemverhoging, met de taluds zou dan niets gedaan worden. Voor de berekeningen is hiervoor een principeprofiel opgesteld dat de huidige situatie benadert wanneer de bodem wordt opgehoogd, zie Afbeelding 35.



Afbeelding 35. Representatief dwarsprofiel iteratie 1 traject: Bovenloop.

B2.2.2 Traject: Vloeiweide

Voor de Vloeiweide is het met name van belang om de bodem dusdanig te verhogen, dat de gewenste waterstanden voor de Natte Natuurparel worden bereikt. Omdat dit leidt tot een lager verhang²⁵, is besloten om een klein 'zomerbakje' in het nieuwe profiel te verwerken. Bij zomerafvoer kunnen dan hogere stroomsnelheden bereikt worden. Dit zomerbakje is in het principedwarsprofiel in het midden geïmplementeerd. In de praktijk moet dit echter een gevarieerd verloop krijgen binnen het volgende dwarsprofiel. Het principe profiel is weergegeven in Afbeelding 36.



Afbeelding 36. Representatief dwarsprofiel iteratie 1 traject: Vloeiweide.

De aangenomen bodemverhoging betekent dat ten opzichte van de referentiesituatie de bodem tussen de (afhankelijk van locatie) 0,2 en 0,6 meter opgehoogd zal moeten worden.

²⁵ Als een groter verhang wordt gehanteerd, worden de stroomsnelheden hoger en daarmee de waterstanden lager. Gezien het feit de aanvoer van water beperkt is, is dit een circa'n balans.

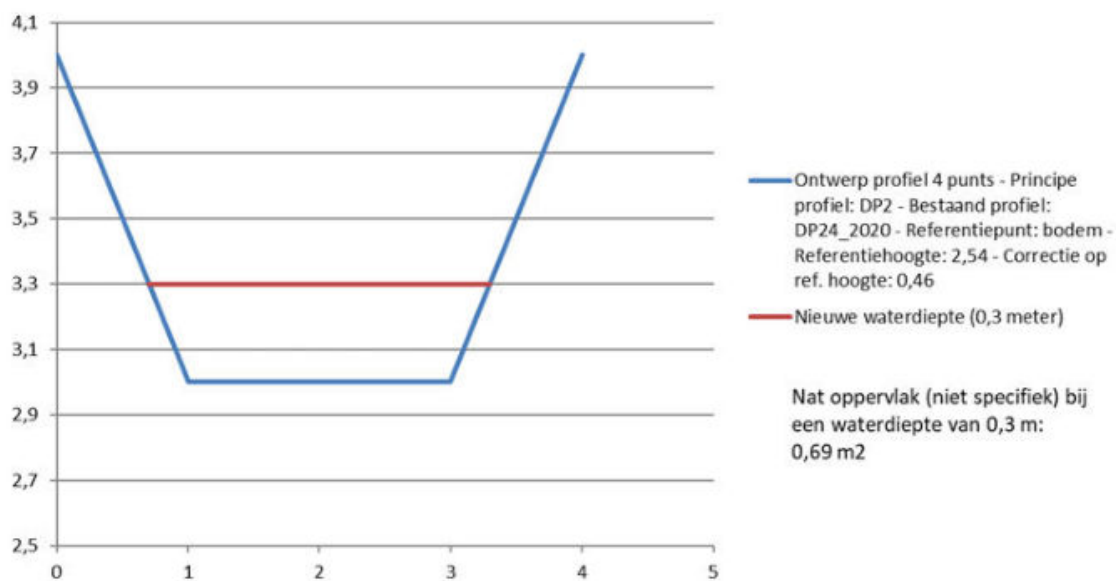
B2.2.3 Traject: Vloeiweide (bocht)

In dit traject wordt de oude meander dees herstelt. In Afbeelding 37 is weergegeven hoe de meander terug gebracht wordt.



Afbeelding 37. Tracé herstel meander Bijloop.

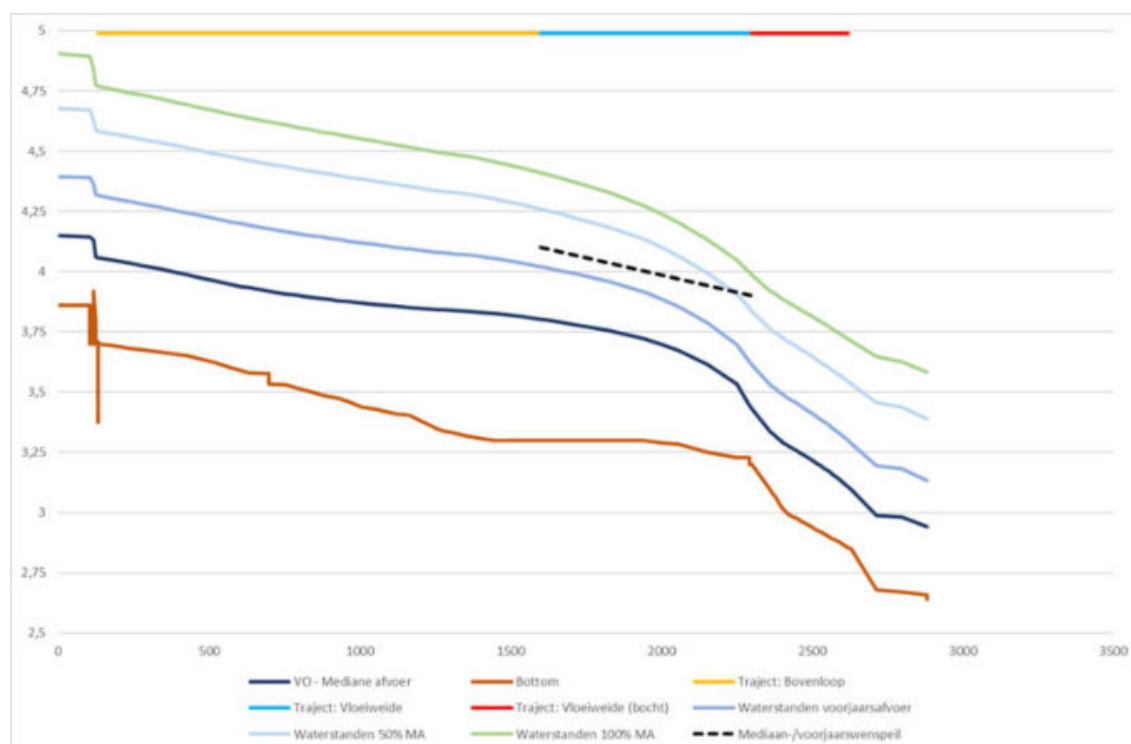
Voor dit traject is een relatief simpel trapeziumprofiel gehanteerd dat qua omvang lijkt op het huidige profiel, zie Afbeelding 38. Er vindt wel enige bodemophoging plaats omdat over dit traject de bodemophoging van Traject Vloeiweide verbonden moet worden met de bestaande bodemhoogte bovenstrooms van de Schoorbrug. Omdat dit leidt tot een sterkere vernong, is bij deze iteratie de redenering geweest dat dit voldoende moet zijn om de gewenste stroomsnelheden te bereiken.



Afbeelding 38. Representatief dwarsprofiel iteratie 1 traject: Vloeiweide (bocht).

B2.2.4 Resultaten VO iteratie 1

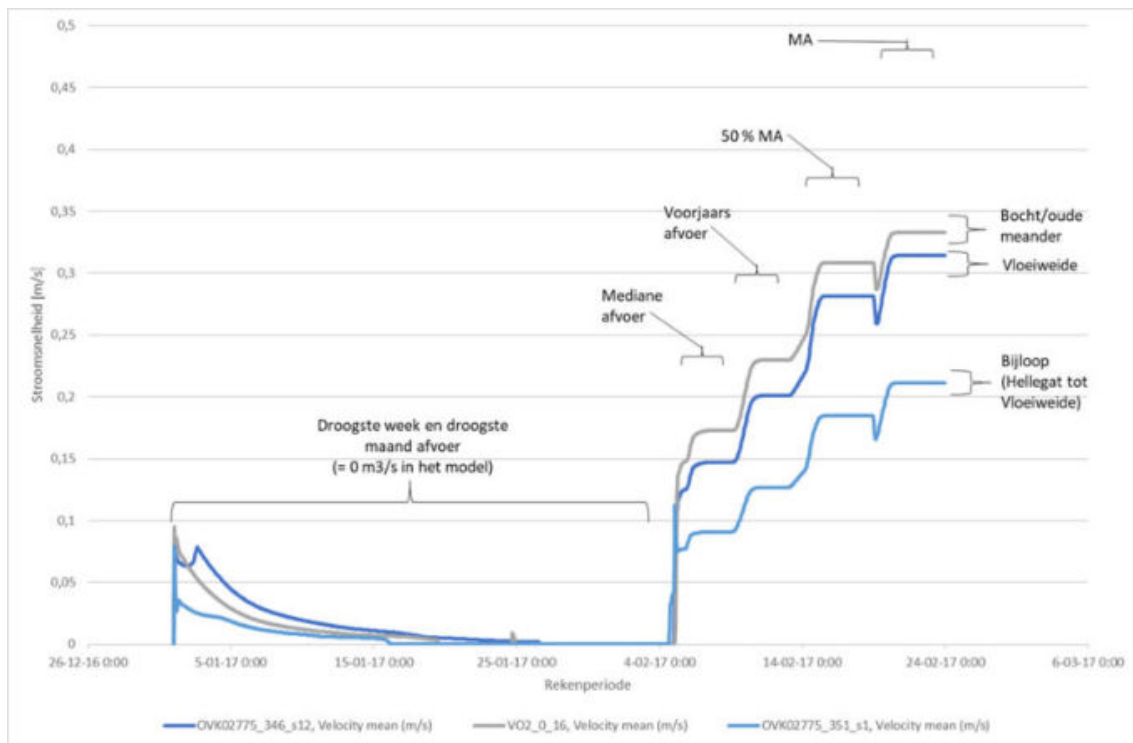
In Afbeelding 39 zijn de berekende waterstanden te zien voor de eerste iteratie van het VO. Aan de bovenzijde van de grafiek zijn de trajecten met kleur weergegeven, deze corresponderen met die van Afbeelding 34. In de grafiek is met een zwarte gestreepte lijn de gewenste mediaan/voorjaarspeil te zien.



Afbeelding 39. Berekende waterstanden voor eerste iteratie van het VO.

De berekeningen van de eerste iteratie laten zien dat de gewenste waterstanden in de Vloeiweide niet worden behaald. Voor de winter lijkt de gewenste waterdiepte wel gerealiseerd te kunnen worden. In Afbeelding 40 zijn de stroomsnelheden weergegeven. In het traject bovenloop (bijloop) blijven de stroomsnelheden in belangrijke mate

onder de 0,2 m/s. Voor traject Vloeiweide en Vloeiweide (bocht) zijn de stroomsnelheden ook aan de lage kant en valde daarmee niet volledig aan de gewenste stroomsnelheden (winter/voorjaar tussen de 0,2 en 0,5 m/s).



Afbeelding 40. Berekende stroomsnelheden voor de eerste iteratie van het VO.

B2.3 Tweede iteratie

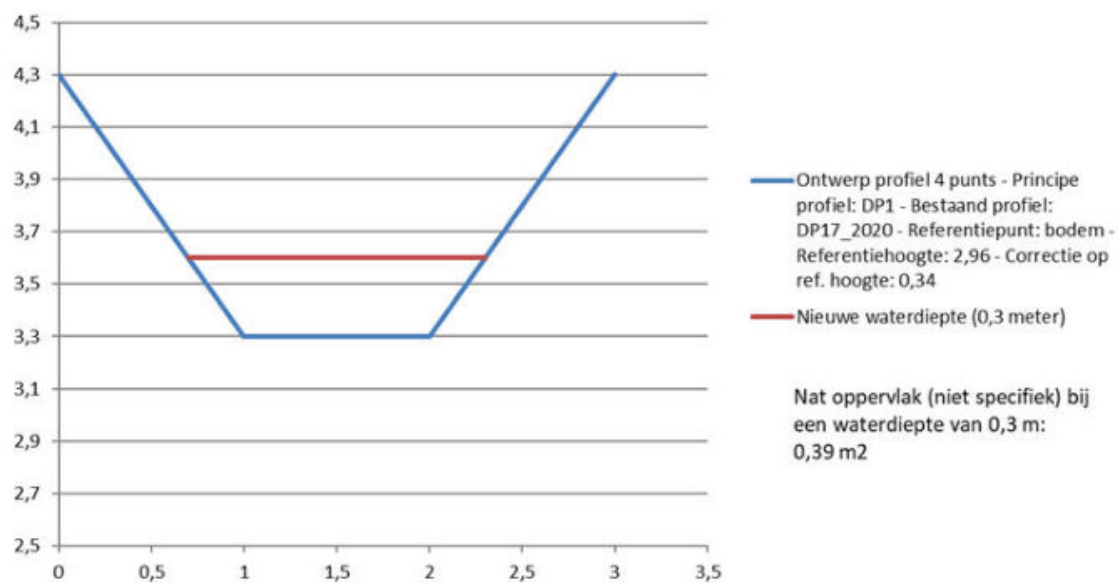
De tweede iteratie bouwt voort op de eerste. Hieronder wordt weer per traject benoemd wat aangepast is.

B2.3.1 Traject: Bovenloop

In de praktijk is het waarschijnlijk lastig om bij traject Bovenloop de bodem te vernagen (meest vanwege de vegetatie). Er is daarom voor de tweede iteratie besloten op dit traject niets te doen. Met andere woorden, ten opzichte van iteratie 1 wordt dit traject teruggezet naar de referentiesituatie.

B2.3.2 Trajecten: Vloeiweide en Vloeiweide (bocht)

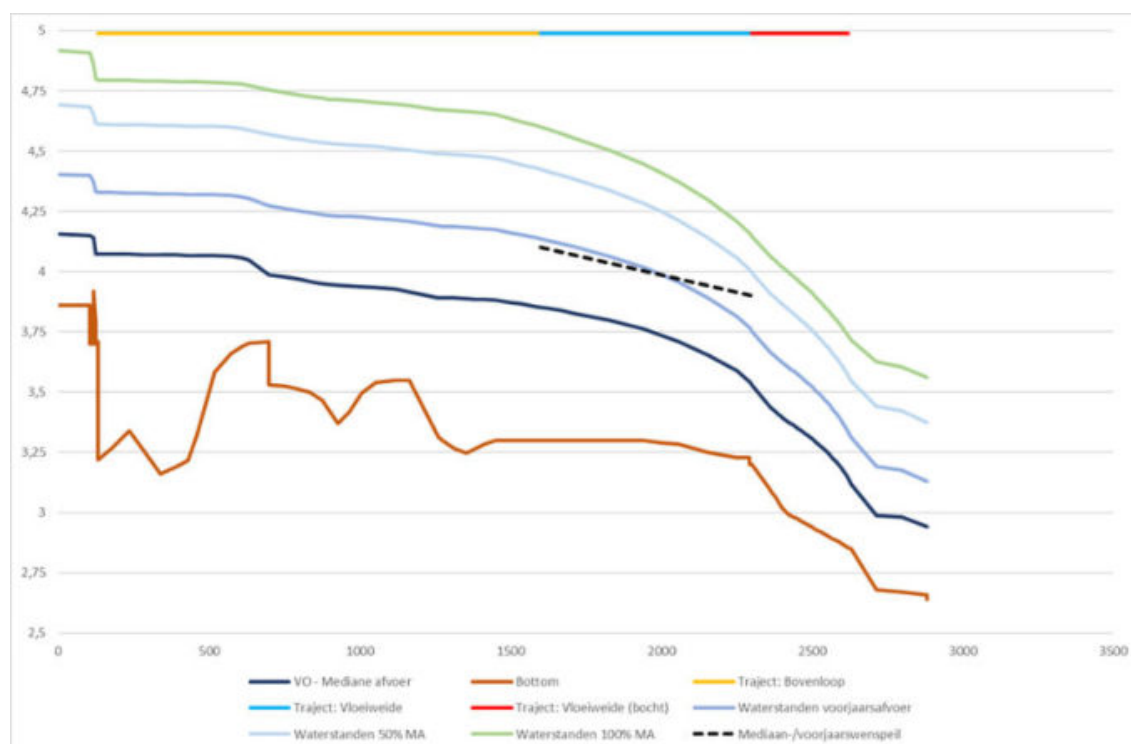
Voor het traject Vloeiweide blijkt bij de eerste iteratie de gewenste waterstand niet behaald te worden. Om enerzijds niet te lage stroomsnelheden te krijgen en anderzijds niet de bodem te ver op te moeten nagen (>0,8 meter), is besloten om in deze iteratie het profiel te versmallen. De bodemhoogte blijft gelijk aan iteratie 1, maar het profiel krijgt een bodembreedte van 1 meter en 1 taluds, zie Afbeelding 41. Gezien de lage stroomsnelheden in traject Vloeiweide (bocht), is dit profiel ook aangenomen voor dit traject.



Abbeelding 41. Representatief dwarsprofiel iteratie 2 trajecten Vloeiweide en Vloeiweide (bocht).

B2.3.3 Resultaten VO iteratie 2

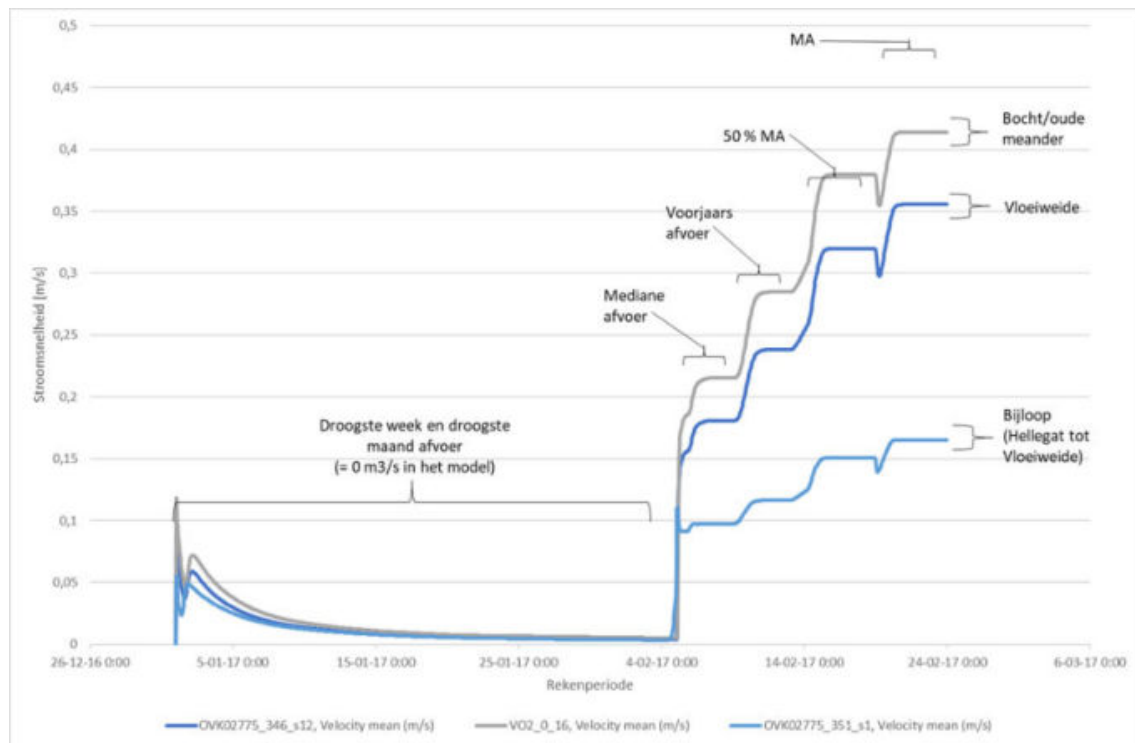
In Abbeelding 42 zijn de berekende waterstanden te zien voor de tweede iteratie van het VO. Aan de bovenzijde van de grafiek zijn de trajecten met kleur weergegeven, deze corresponderen met die van Abbeelding 34. In de grafiek is met een zwarte gestreepte lijn de gewenste mediaan/voorjaarspeil te zien.



Abbeelding 42. Berekende waterstanden voor de tweede iteratie van het VO.

De berekeningen van de tweede iteratie laten zien dat de gewenste waterstanden in de Vloeiweide relatief goed behaald worden. De gewenste waterdiepte lijkt ook geen probleem te zijn. In Abbeelding 40 zijn de stroomsnelheden weergegeven. Een overzicht van de eerste iteratie nemen dus met name toe in de trajecten

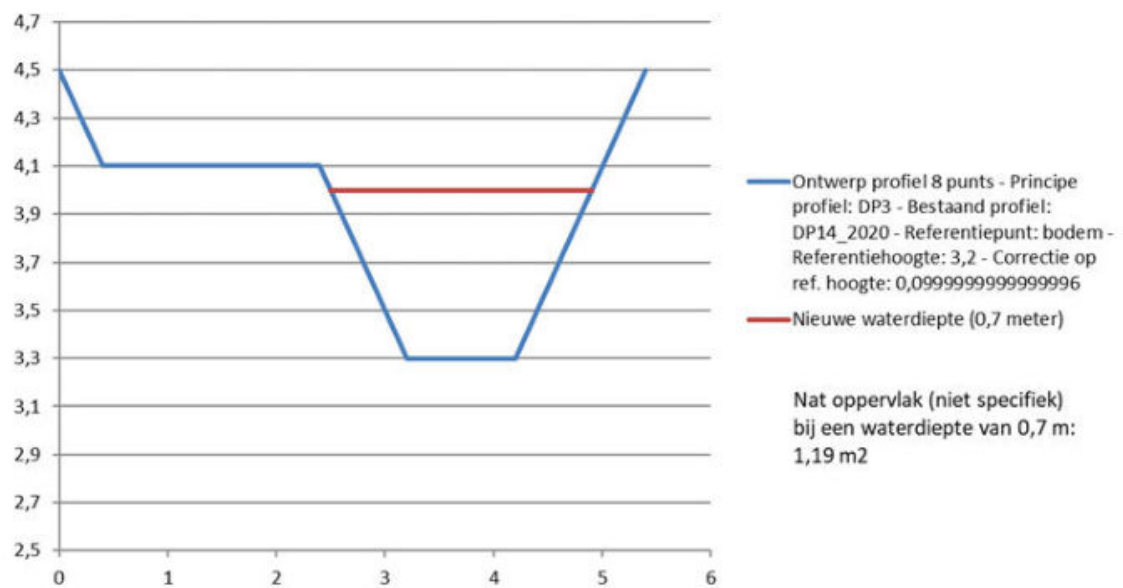
Vloeiweide en Vloeiweide (bocht). In het traject beverloop (Bijloop) blijven de stroomsnelheden in belangrijke mate onder de 0,2 m/s. Ze vallen wat lager uit dan bij iteratie 1. Voor traject Vloeiweide en Vloeiweide (bocht) liggen de stroomsnelheden meer in het gewenste bereik (winter/voorjaar tussen de 0,2 en 0,5 m/s).



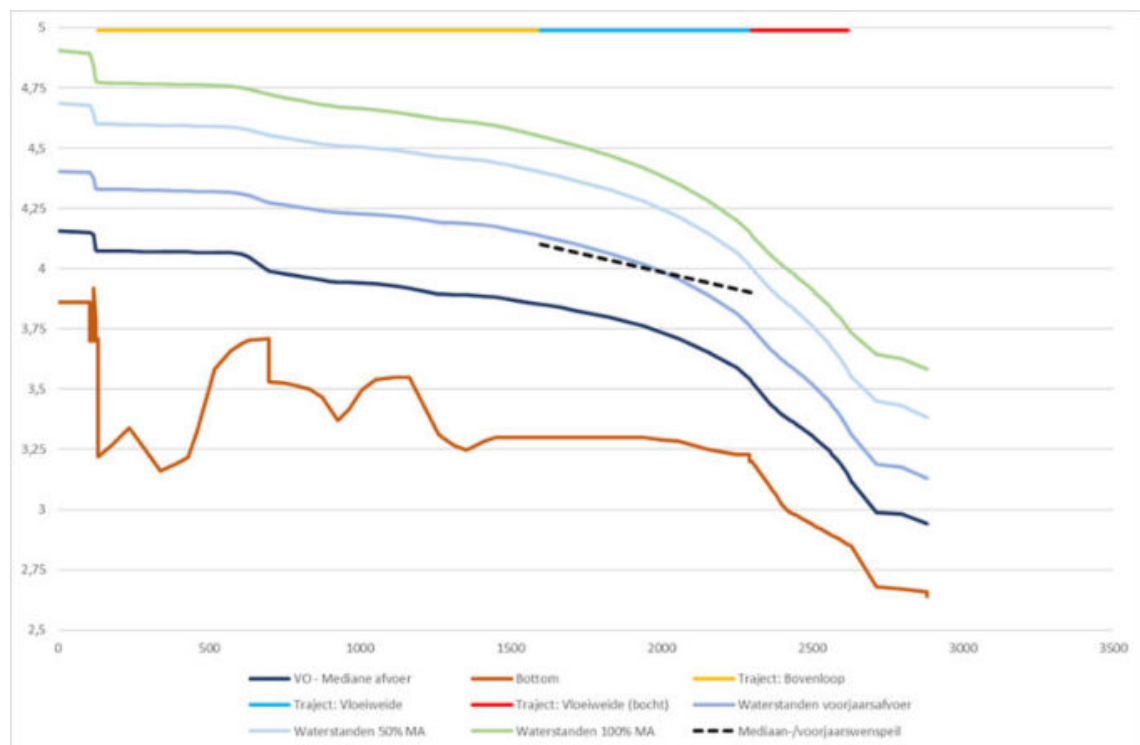
Afbeelding 43. Berekende stroomsnelheden voor de tweede iteratie van het VO.

B2.4 Definitieve versie Voorlopig Ontwerp

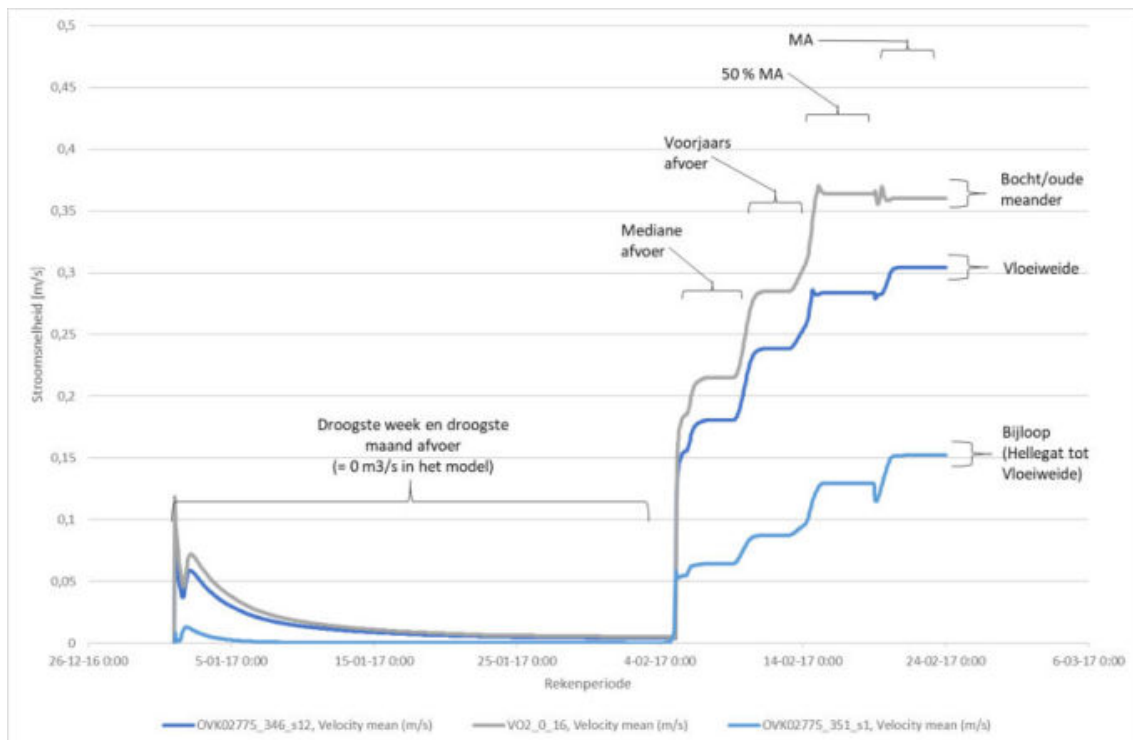
De tweede iteratie van het VO beradert op het gebied van waterdiepte, stroomsnelheden en waterstander de gewenste abiotische kenmerken het beste. Om het moeras/plasdras beeld beter tot ontwikkeling te laten komen, is besloten om ongeveer ter hoogte van voorjaarsafvoer een veraging te realiseren. In Afbeelding 44 is hiervan het principeprofiel weergegeven. De insteken van het principeprofiel zijn gebaseerd op de insteken van het huidige profiel. De pascraszone is bewust op deze hoogte gegeven, om ervoor te zorgen dat de gewenste waterstanden in de peek ten behoeve van de Nare Natuurparel, nog bereikt kunnen worden. De berekende waterstanden zijn weergegeven in Afbeelding 45. Deze zijn grotendeels hetzelfde als die van iteratie 2, al een 50%MA en MA zijn een heel klein beetje lager. Het beeld van de stroomsnelheden van sluit hier bij aan, zie Afbeelding 46. Onder de afbeeldingen met de resultaten wordt een vergelijking gemaakt met de gewenste abiotische kenmerken en de resultaten van het definitieve VO.



Afbeelding 44. Representatief dwarsprofiel definitieve versie VO trajecten Vloeiweide en Vloeiweide (bocht).



Afbeelding 45. Berekende waterstanden voor de definitieve versie van het VO.



Afbeelding 46. Berekende stroomsnelheden voor de definitieve versie van het VO.

Hieronder worden kort de gewenste abiotische kenmerken opgesomd met daarbij de resultaten van de definitieve versie van het VO (dik gedrukt).

- Stroomsnelheid:
 - Minimaal tussen 10/0 cm/s → VO stroomsnelheden tussen 10 en circa 40 cm/s.
 - Per afvoerstop:
 - Zomer: > 10 cm/s → VO stroomsnelheden kunnen voor deze afvoerstop niet modelmatig bepaald worden;
 - Winter/voorjaarsafvoer: 20-50 cm/s → VO stroomsnelheden voor traject bovenloop worden niet bepaald. Voor trajecten Vloeiweide en Vloeiweide Bocht (bij benadering) wel;
 - Maatgevend: < 10 cm/s → hoogste VO stroomsnelheid blijft onder de 40 cm/s. Echter, er treedt dus ook niet zo snel een wat hogere stroomsnelheid op die als (gunstig geziene) doorspoeling van het systeem kan functioneren. Daarnaast zouden de hogere stroomsnelheden kunnen bijdragen aan gewenste erosie en sedimentatie.
- Waterdiepte:
 - Winter (vanaf diepste punt dwarsprofiel): minimaal 0,4 meter, bij voorkeur 0,5 meter → VO waterdiepten voldoen op trajecten bovenloop en Vloeiweide. Hier ligt de waterdiepte grotendeels rond de 0,5 meter. Traject Vloeiweide (bocht) voldoet echter niet als gevolg van het grote verhang. Hier is de waterdiepte ongeveer 0,25 meter;
 - Zomer: 0,3 meter → VO waterdiepten kunnen voor deze afvoerstop niet modelmatig bepaald worden.
- Bodembreedte
 - R19 heeft een breedte tussen de 0 en 3 meter → VO heeft een bodembreedte van circa 2 à 3 meter in traject bovenloop en 1 meter in trajecten Vloeiweide en Vloeiweide (bocht).
- Gewenste mediane/voorjaarswaterstanden ten hoogte van de Vloeiweide: NAP +4, tot +3,9 meter. → met name voorjaarsafvoer ligt op deze waterhoogte. De mediane waterstand ligt lager.

Zoals hierboven valt af te leiden voldoet traject Vloeiweide het beste aan alle eisen (stroomsnelheid, waterdiepte en gewenste waterstand!). Traject Bovenloop voldoet het minst aan de eisen, hier zijn echter ook geen wijzigingen voorzien. Traject Vloeiweide (oocht) voldoet aan de stroomsnelheid, maar niet aan de waterdiepte. Deze locatie heeft als gevolg van de benodigde waterstanden en daarmee bodemverhoging in traject Vloeiweide een relatief groot verhang. De als gunstig geziene hoge stroomsnelheden leiden op deze locatie tot kleinere waterdiepten.

Het is niet mogelijk om de Bijloop (modelmatig gezien) aan alle gewenste abiotische kenmerken te laten voldoen. Beperkte aanvoer van water zorgt ervoor dat er niet veel speelruimte is om waterstanden of stroomsnelheden te verhogen. Het gewenste extensieve oeneer en de daarmee samenhangende hoge weerstand, zorgt op zijn beurt weer voor dat stroomsnelheden dalen. Omdat er geen extra water aangevoerd kan worden om het in dit specifieke geval negatieve effect van weerstand opgedaan te maken, is dus ervoor gekozen om het dwarsprofiel te versmallen.

B3 BEPALING AFVOERSTAPPEN WATERSCHAP

Zaaknr. :
Kenmerk :
Barcode : **

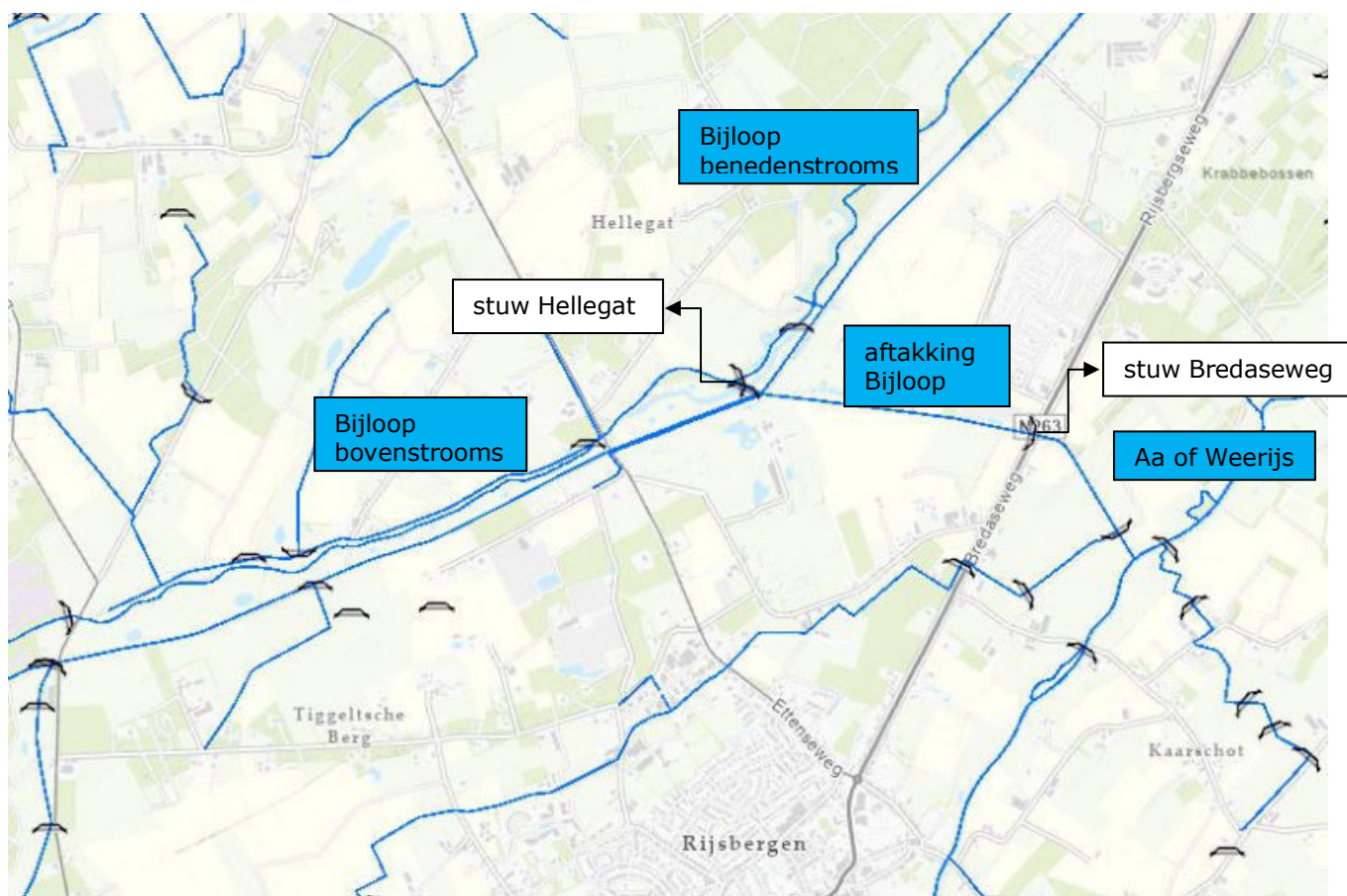
Notitie

Van : Thomas Deurloo
Via : Steffi Deprez, Jaco van Heemskerk
Aan : Marc Treffers
Onderwerp: bepalen/analyseren van afvoeren op de Bijloop, Vloeiweide
Kopie :
Datum : 10-3-2021

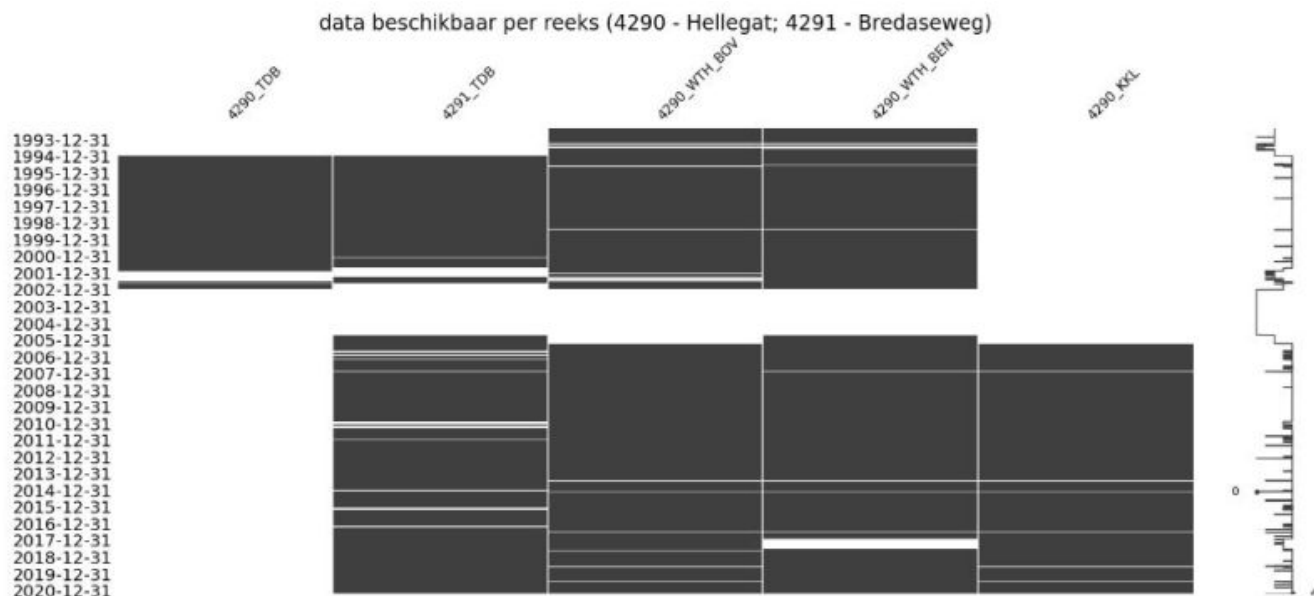
In deze notitie wordt naar de afvoerbepaling voor het project Vloeiweide gekeken. De afvoer zal bepaald worden op basis van de beschikbare metingen in het stroomgebied.

De afvoer van het bovenstroomse stroomgebied van de Bijloop is/werd bemeten bij stuw Hellegat (4290_TDB, 1995 tot 2002) en stuw Bredasweg (4291_TDB, 1995 tot 2002 en 2005 tot nu), zie ook figuur 1 en 2.

Om stuw Hellegat ligt een vispassage (aangelegd 2003), welke bovenstrooms van stuw Hellegat met benedenstrooms stuw Hellegat verbindt. Stuw Hellegat staat in huidig beheer altijd volledig omhoog, alleen bij hogere afvoeren (meer dan half maatgevende) vindt afvoer over de stuw plaatst. Het gedeelte van het water wat niet door de vispassage de Bijloop benedenstrooms van stuw Hellegat bereikt wordt afgevoerd via de aftakking Bijloop en stuw Bredaseweg richting de Aa of Weerij.



Figuur 1 Locatie meetpunten en enkele waterlopen



Figuur 2 Data beschikbaarheid meetpunten Hellegat (4290) en Bredaseweg (4291)

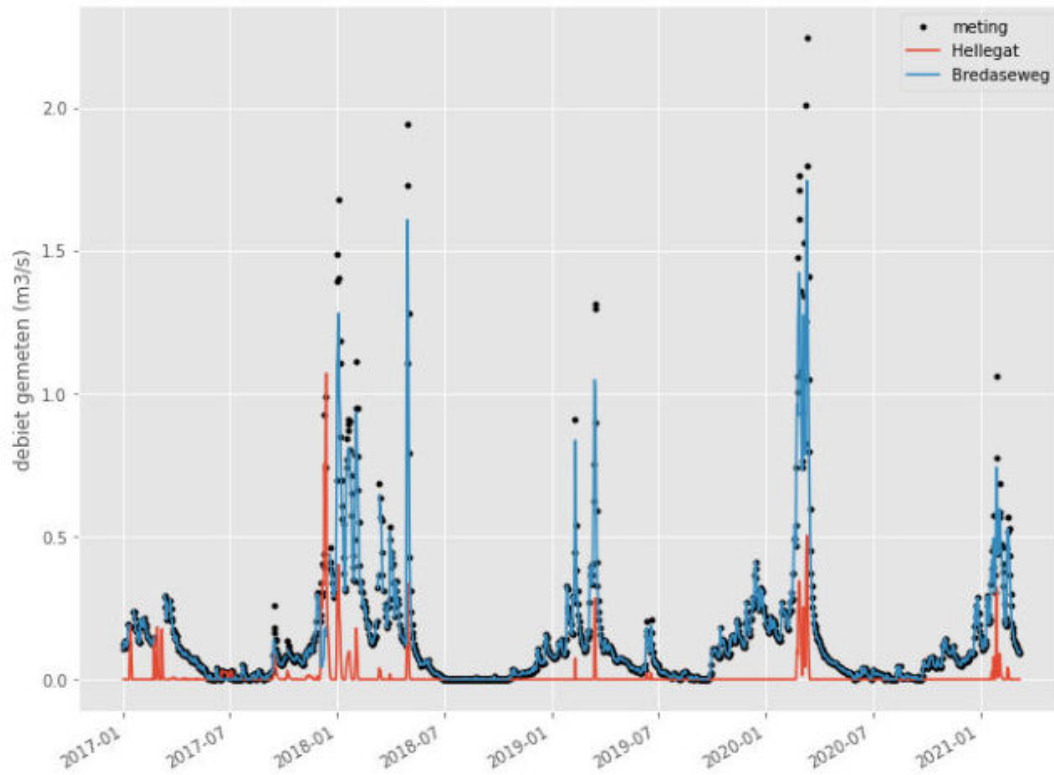
De afvoer over stuw Hellegat is op basis van de beschikbare metingen (waterstanden en klepstand) met algemene stuwconstantes geconstrueerd voor de periode na 2002 (na aanleg vispassage), deze metingen zijn minder betrouwbaar omdat bij debietmetingen normaal elke maand de waterstand wordt gecontroleerd, dit is vanaf 2002 niet meer het geval.

In de afgelopen jaren zijn op meerdere locaties langs de Bijloop agrarische gebieden afgekoppeld van de Bijloop en is de afvoer verplaatst naar de Turfvaart, deze aanpassingen zijn uitgevoerd in de periode voor 2017. Deze afkoppeling heeft uiteraard effect op de afvoeren in de Bijloop. Daarom is er gekozen om de afvoeren na 2017 te analyseren.

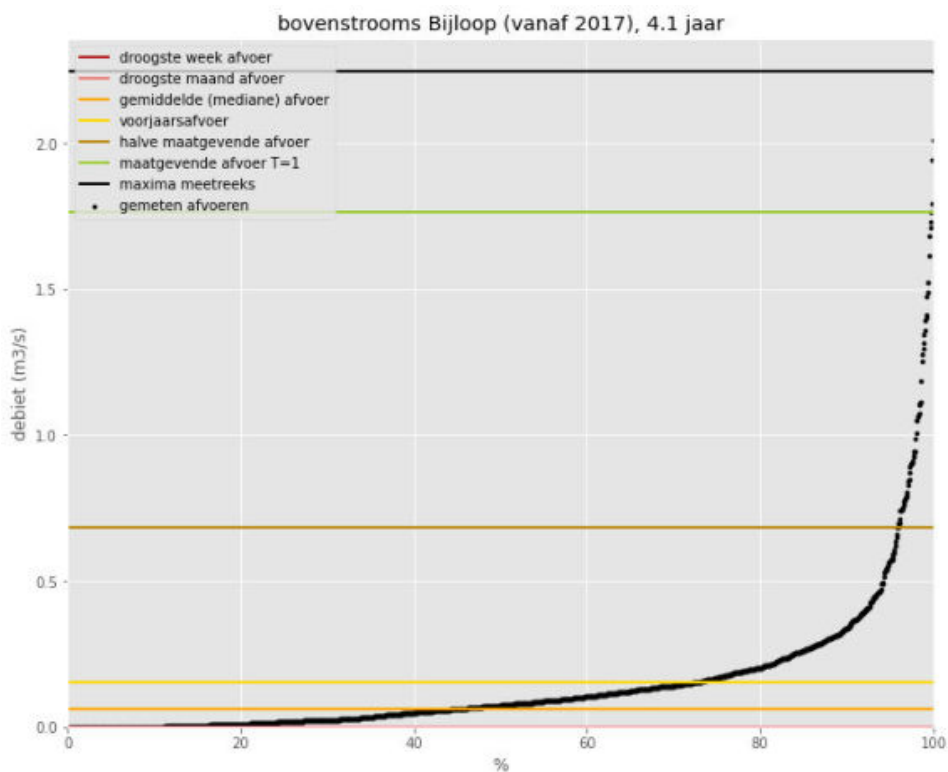
In onderstaande figuur, figuur 3, is de gemeten afvoer bij Bredaseweg (blauw), gecombineerd met de berekende afvoer bij Hellegat (rood) voor de periode 2017 tot nu. Op basis van deze reeks is daarna de duerkromme bepaald en verschillende afvoersituaties, zie tabel 1 en figuur 4, bij deze afvoeren dient de afvoer over de vispassage nog opgeteld te worden.

Tabel 1 Berekende veel voorkomende afvoeren op basis van duerkromme en overschrijding (zie #dagen)

AFVOER	#DAGEN	DEBIET (L/S)
	(NA 2017)	
WEEK	358	0
MAAND	335	0
MEDIAAN	200	60
VOORJAAR	100	150
HALFMAATGEVEND	15	680
MAATGEVEND	1	1770



Figuur 3 Afvoerreeks bovenstrooms Bijloop Hellegat, 2017 tot nu (10-3-2021)



Figuur 4 Duurkromme bovenstrooms Bijloop, met veel voorkomende afvoeren

B4 FACTSHEET VISPASSAGE HELLEGAT

Bijloop – Hellegat (verdeelwerk)

1. Algemene gegevens ter plaatse van vispasseerbare oplossing

1.1 Beleidsmatige functie

- In het provinciaal waterplan Noord-Brabant (2010-2015) heeft de Bijloop de functie waternatuur en een deel van de Bijloop-Turfvaart heeft de functie EVZ.
- KRW-type R4, permanent langzaam stromende bovenloop op zand.

1.2 Overgang

De Bijloop mondt een aantal kilometers verder benedenstrooms uit op de Aa of Weerij (R5).

1.3 Locatie-aanduiding

De vispassage ligt op het punt waar er een aftakking in de Bijloop komt naar de Aa of Weerij. Dit is in Hellegat, ten zuiden van de Hellegatweg.

2. Kaart met locatie vispassage



3. Beschrijving migratiebarrière

Op de locatie van de vispassage bevindt zich een beweegbare klepstuw. De klepstuw regelt de verdeling tussen de Bijloop en de aftakking naar de Aa of Weerijds.

Verdeelwerk Hellegat

Codering kunstwerk:

KST00208

Coördinaten:

X: 107.10

Y: 394.10



De stuw.

Minimale kruinhoogte (m NAP):

+3,73

Doorlaatbreedte (m):

2,15

4. Oplossings-informatie

4.1 Bouwjaar

2003

4.2 Type

De Wit-vispassage.

4.3 Kenmerken/codering

Kenmerk	Waarde	Eenheid	Opmerkingen
Aantal (gewone) kamers:	11	-	<i>maximaal bij monitoring*</i>
Stroomsnelheid:	1,08	m/s	
Hoogte bovenstrooms:	+4,08	m NAP	
Hoogte benedenstrooms:	+3,38	m NAP	

Code beheerregister (nieuwe situatie):

KVP00012

Opmerkingen:

* Bron: Hogenkamp *et al.* (2013).

4.4 Foto/schets oplossing



4.5 Beheer en onderhoud

4.5.1 Beheer

Algemene gegevens

Debietgegevens waterloop:	Maximaal	0,25	m3/s
Debiet door vispassage:		?	m3/s
Streefpeilgebied:	Nee.		
Vispassage in omleiding:	Ja, vispassage als omleiding.		
Vispassage afsluitbaar:	Ja, met een handmatige schuif.		
Debietmeetpunt:	Nee.		
Peilmeetpunt:	Ja, peilmeetpunt bovenstrooms en benedenstrooms van vispassage.		
Meetpunt op TMX:	Ja, peilmeetpunt via telemetrie.		
Onttrekkingsverbodgebied:	B: nr.9 (stroomgebied van de Bijloop, Oude Bijloop en Turfvaart Breda).		

Oude situatie vs. huidige situatie

(Vóór aanleg vispassage vs. na aanleg vispassage)

	Oud	Huidig
Stuwverstellingsmomenten:	?	?
Bovenstrooms zomerpeil:		4,6 m +NAP*
Bovenstrooms winterpeil:		4,4 m +NAP**
Vispassage te sluiten als:		Maatregelen nog niet gereed.
Wanneer weer open:		Maatregelen nog niet gereed

Opmerkingen:

* Bron: ArcGIS 10_Layers: Peilen - Waterstand Zomer (theoretisch).

** Bron: ArcGIS 10_Layers: Peilen - Waterstand Winter (theoretisch).

4.5.2 Onderhoud huidige situatie

Wat	Verantwoordelijken	Wanneer
De constructie nalopen op verstoppingen (verstopte vensters) en de waterstanden in de kamers controleren.	Afd. Bediening & Beheer	Voorafgaand aan de migratieperiode (feb); en in de migratieperiode (feb-jun) maandelijks.
Verwijderen van grof materiaal (zoals balderen en takken) uit de kamers van de vispassage.	Afd. Bediening & Beheer	Voorafgaand aan de migratieperiode (feb).
Controleren op uitspoelingen bij de vispassage, repareren met breuksteen indien nodig.	Afd. Bediening & Beheer	Na hoogwatergolven.

Opmerkingen:

Als de waterstanden in de kamers niet gelijkmatig oplopen is de passage waarschijnlijk ergens (deels) verstopt. Ook kan extra geluid (extra turbulentie) wijzen op een (deels) verstopt venster.

5. Bijzonderheden

- In verband met bebouwing in de lage percelen is de afvoer voor de Bijloop begrensd op 0,25 m³/s.
- Bij veldbezoek in december 2012 bleek dat de twee meest bovenstroomse vensters niet volledig verdronken waren. Waarschijnlijk liggen deze vensters bij zomerpeil wel volledig onder het wateroppervlak.
- Op ca. 25 m stroomafwaarts van de stuw ligt een loopplank die bij winterpeil niet of nauwelijks boven het water uitsteekt, waardoor een drijfslag ontstaat.

6. Achtergronddocumenten/monitoringsdocumenten

Hogenkamp, M.D., Bruijne, W.J.J. de & Heukelum, M.J.D. van (2013). *Monitoring en evaluatie vismigratievoorzieningen voorjaar 2013*. Apeldoorn: Arcadis Nederland bv, in opdracht van Waterschap Aa en Maas, waterschap Brabantse Delta, Waterschap Groot Salland, Waterschap Hollandse Delta, Waterschap Rivierenland en Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden.

7. Resultaten van monitoring van de vispassage

In de periode 27 maart 2013 t/m 15 mei 2013 zijn 83 vissen gevangen en 9 soorten (tabel 1). De ruisvoorn werd met 57 exemplaren het meest gevangen. Van de overige soorten werden in totaal maximaal vijf exemplaren gevangen. De meeste soorten waren eurytoop (ca. 56%). Ca. 22% van de soorten was limnofiel, 11% rheofiel en 11% exoot. Rheofielen en exoten werden beide vertegenwoordigd door slechts één soort, respectievelijk de riviergrondel en de zonnebaars. Het grootste deel van de vissen was kleiner dan 20 cm lang, met uitzondering van twee snoeken (56 en 70 cm) en de palingen (> 40 cm) (tabel 2).

De hoeveelheid gevangen vis is relatief laag en werd waarschijnlijk veroorzaakt door de geringe waterdiepte, dichte begroeiing benedenstrooms van de vispassage en de relatief hoge stroomsnelheden in de vispassage (Hogenkamp et al., 2013). Opvallend is dan ook het relatief grote aantal ruisvoorn (geen sterke zwemmer) die de vispassage zijn gepasseerd.

Tabel 1. Aantallen per vissoort (ingedeeld op gilde) en aandeel (%) per gilde in het totaal aantal vissen (Hogenkamp et al., 2013).

Gilde	Vissoort	Aantallen gevangen vis	Aandeel (%) per gilde in totaal aantal vissen
Eurytoop	Aal	4	24%
	Baars	5	
	Blankvoorn	3	
	Giebel	3	
	Snoek	5	
Limnofiel	Ruisvoorn	57	70%
	Zeelt	1	
Rheofiel	Riviergrondel	3	4%
Exoot	Zonnebaars	2	2%
Totaal	9 soorten	83	100%

Tabel 2. Aantallen gevangen vis ingedeeld op lengte (Hogenkamp et al., 2013).

Lengteklasse	Aantallen gevangen vis
1-10 cm	10
11-20 cm	60
21-30 cm	7
31-40 cm	0
41-50 cm	1
51-60 cm	2
61-70 cm	3
Totaal aantal	83

B5 WATERSTANDENKAARTEN VOOR WINTER- EN VOORJAARSAFVOER (REFERENTIE EN DO)



Beekherstel Bijloop en herstel NNP Vloeiweide

Onderdeel

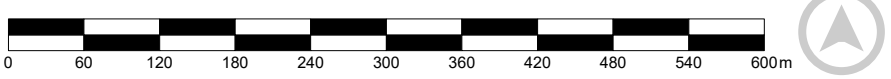
Waterstanden mediaan/winter Ref en DO

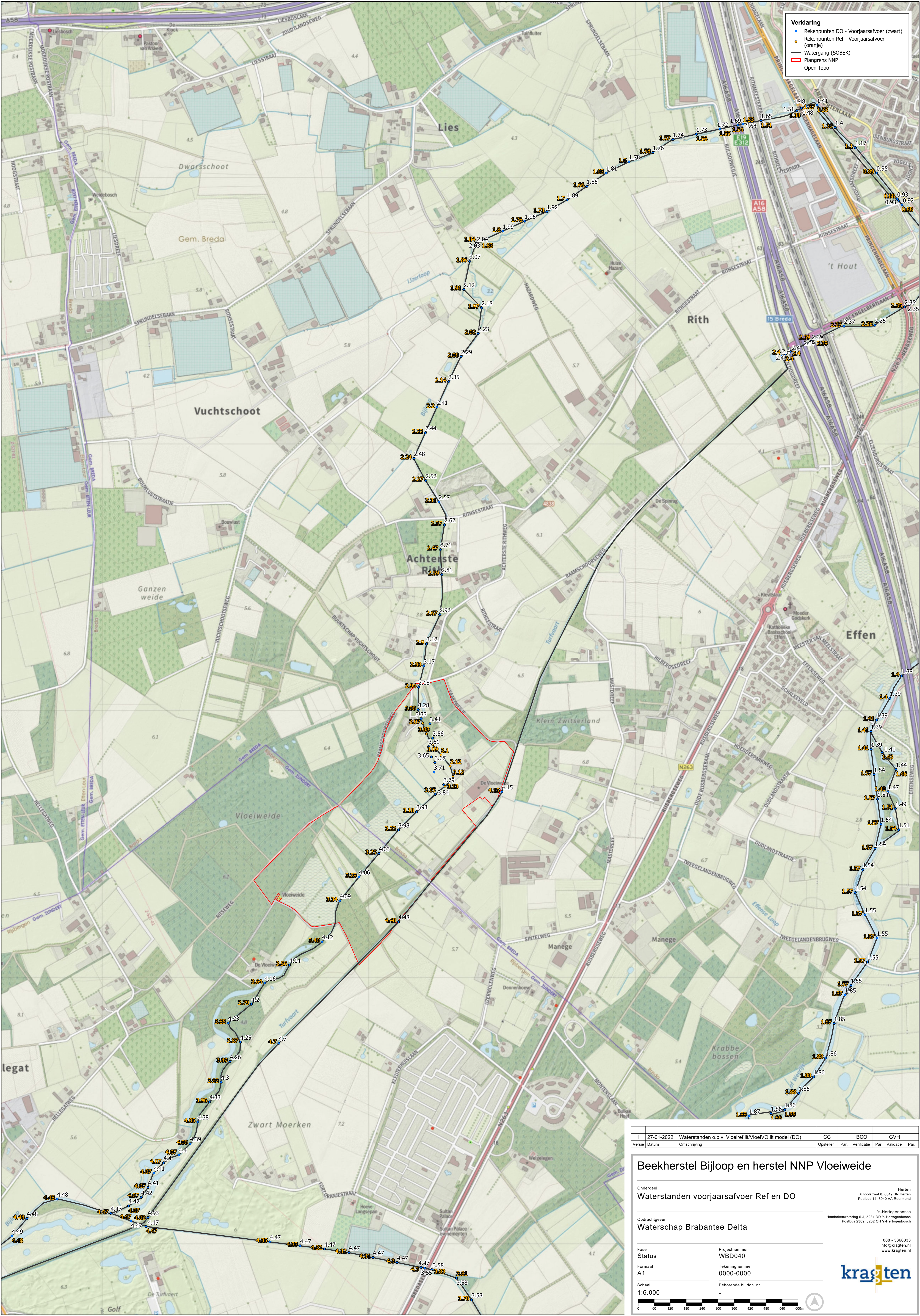
Opdrachtgever
Waterschap Brabantse Delta

Fase	Projectnummer
Status	WBD040

AI	0000-000
Schaal	Behorende bij

kragten



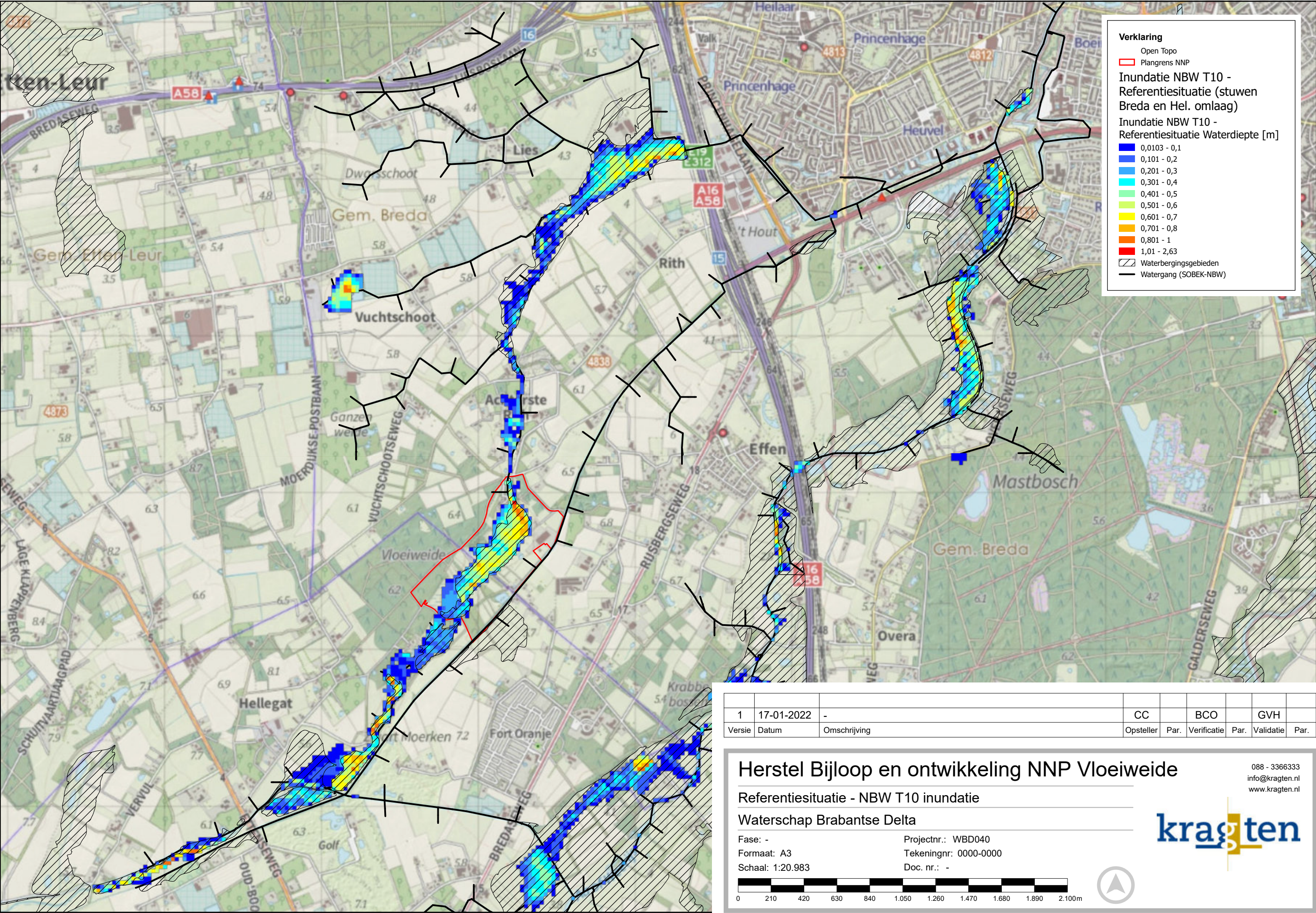


1	27-01-2022	Waterstanden o.b.v. vloeiref.ilit/Vloeivo.ilit model (DO)	CC	BCO	GVH			
Versie	Datum	Omschrijving	Opsteller	Par.	Verificatie	Par.	Validatie	Par.
Beekherstel Bijloop en herstel NNP Vloeiweide								
Onderdeel			Herten					
Waterstanden voorjaarsafvoer Ref en DO			Schoutstraat 8, 6949 BN Herten Postbus 14, 6949 AA Roermond					
Opdrachtgever			's-Hertogenbosch					
Waterschap Brabantse Delta			Hambakenwetering 5-J, 5231 DO 's-Hertogenbosch Postbus 2309, 5202 CH 's-Hertogenbosch					
Fase			Projectnummer			088 - 3366333		
Status			WBD040			info@kragten.nl		
Formaat			Tekeningsnummer			www.kragten.nl		
A1			0000-0000					
Schaal			Behorende bij doc. nr.					
1:6.000			-					





B6 INUNDATIEKAART NBW T10 – REFERENTIESITUATIE



1	17-01-2022	-	CC		BCO		GVH	
Versie	Datum	Omschrijving	Opsteller	Par.	Verificatie	Par.	Validatie	Par.

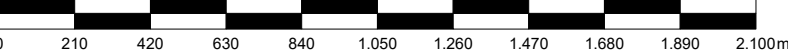
Herstel Bijloop en ontwikkeling NNP Vloeiweide

Referentiesituatie - NBW T10 inundatie

Waterschap Brabantse Delta

Fase: -
Formaat: A3
Schaal: 1:20.983

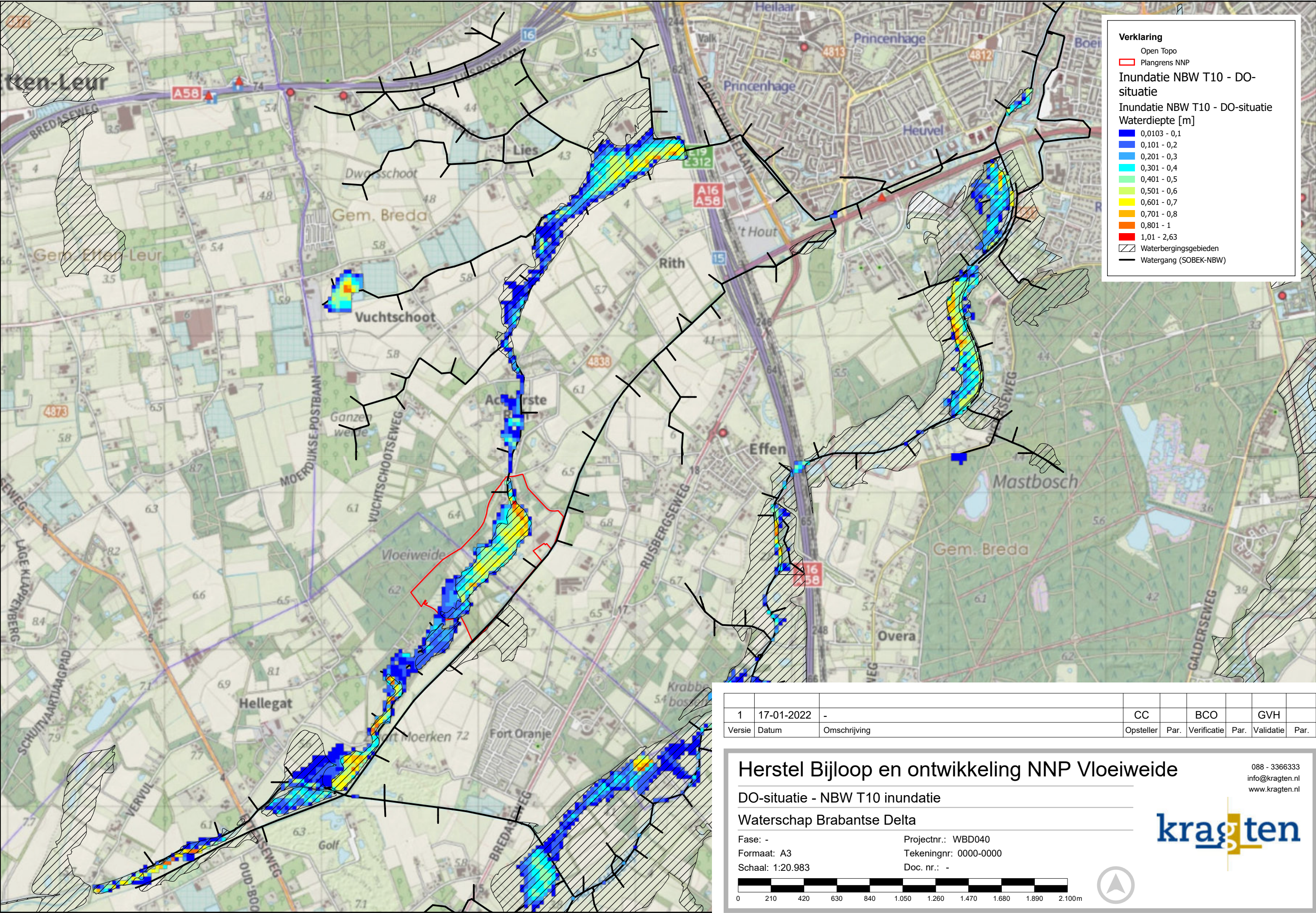
Projectnr.: WBD040
Tekeningnr: 0000-0000
Doc. nr.: -



088 - 3366333
info@kragten.nl
www.kragten.nl



B7 INUNDATIEKAART NBW T10 – DO



1	17-01-2022	-	CC		BCO		GVH	
Versie	Datum	Omschrijving	Opsteller	Par.	Verificatie	Par.	Validatie	Par.

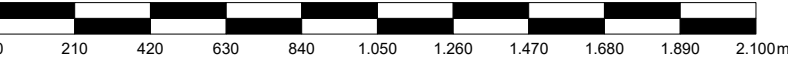
Herstel Bijloop en ontwikkeling NNP Vloeiweide

DO-situatie - NBW T10 inundatie

Waterschap Brabantse Delta

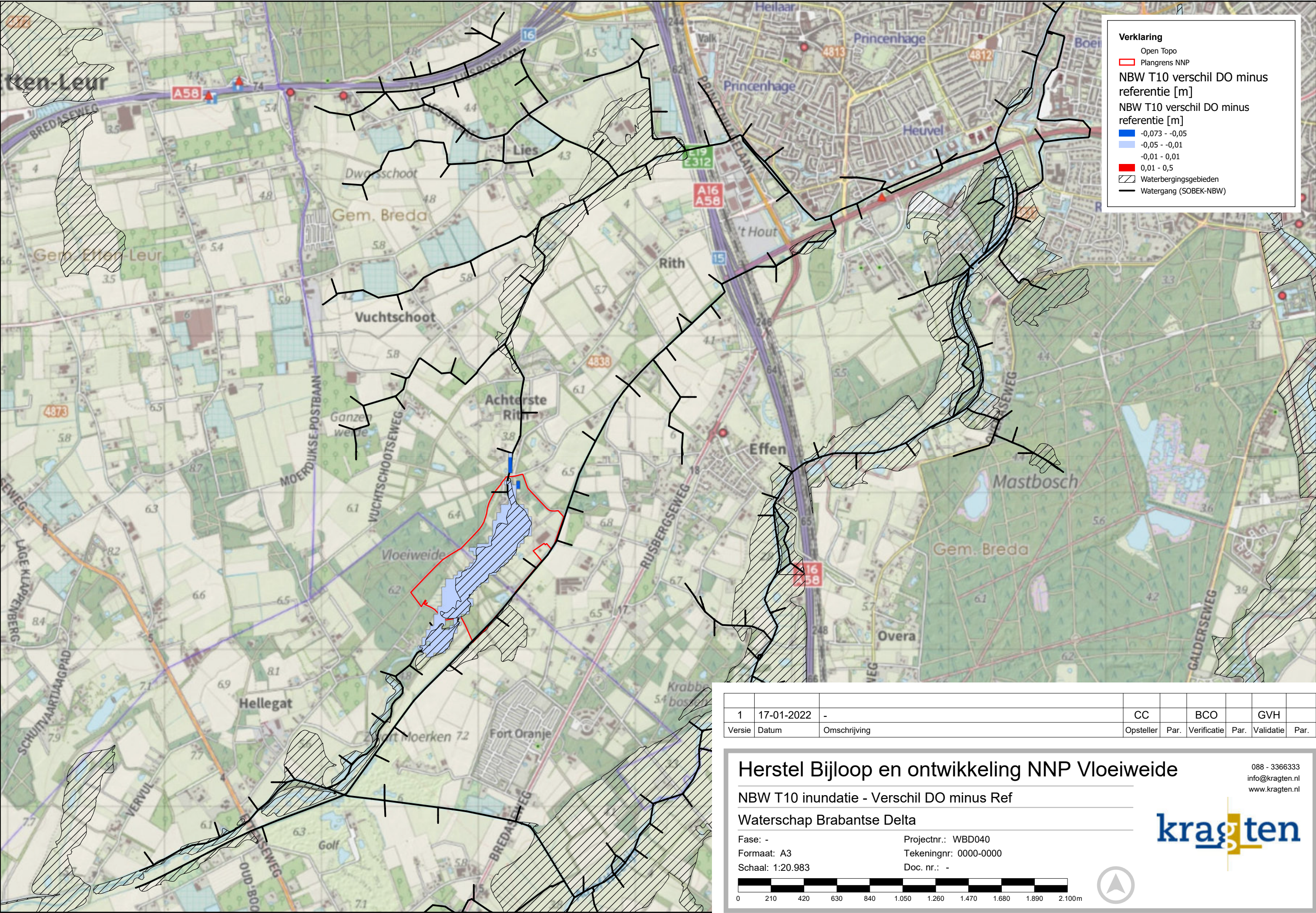
Fase: -
Formaat: A3
Schaal: 1:20.983

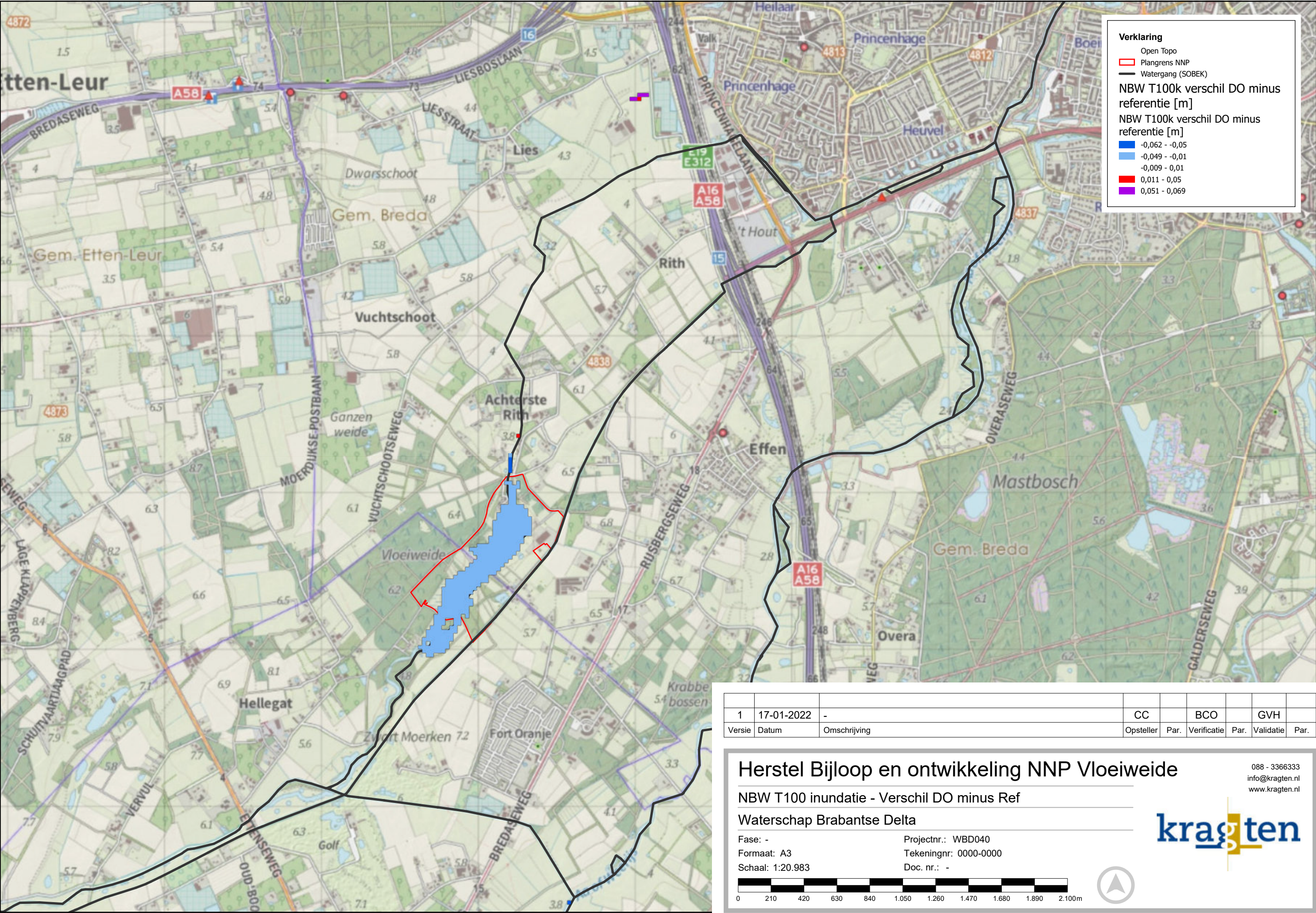
Projectnr.: WBD040
Tekeningnr: 0000-0000
Doc. nr.: -



088 - 3366333
info@kragten.nl
www.kragten.nl

B8 VERSCHIL INUNDATIEKAART DO MINUS REF NBW T10





B3 GEOHYDROLOGISCH ONDERZOEK



ONDERZOEK GRONDWATERKWANTITEIT

BEEKHERSTEL EN HERSTEL NATTE NATUURPAREL VLOEIWEIDE BREDAS

Opdrachtgever: Waterschap Brabantse Delta
Projectnr: WBD040
Datum: 15 februari 2022

ONDERZOEK GRONDWATERKWANTITEIT

BEEKHERSTEL EN HERSTEL NATTE NATUURPAREL VLOEIWEIDE BREDA

Opdrachtgever:	Waterschap Brabantse Delta
Projectnr:	WBD040
Rapportnr:	1
Status:	Definitief
Datum:	15 februari 2022

T 088 - 33 66 333
F 088 - 33 66 099
E info@kragten.nl



© 2019 Kragten
Niets uit dit rapport mag worden veeleenvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van Kragten. Het is tevens verboden informatie en kennis verwerkt in dit rapport ter beschikking te stellen aan derden of op andere wijze toe te passen dan waaraan in de overeenkomst toestemming wordt verleend.

Opsteller:
NSV

Verificatie:
BCO

Validatie:
GVH



INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	7
2	BEREKENINGEN MET HET GRONDWATERMODEL.....	9
2.1	Uitsnede Brabant-model.....	9
2.2	Kalibratie en validatie referentiesituatie.....	9
2.3	Voorlopig Ontwerp (VO)	9
2.4	Definitief Ontwerp (DO)	10
3	HUIDIGE SITUATIE (REFERENTIE)	11
3.1	Uitgangspunten	11
3.2	Rekenslag 1	12
3.3	Rekenslag 2.....	16
4	VALIDATIE	21
4.1	Vergelijking met GxG-kaarten van Alterra	21
4.2	Vergelijking met rapportage B-WARE	25
4.3	Vergelijking met gemeten grondwaterstanden	27
4.4	Conclusie validatie	29
5	DEFINITIEF ONTWERP	30
5.1	Aanpassingen invoer	30
5.2	Resultaten	32
6	CONCLUSIE.....	39
7	REFERENTIES.....	41

BIJLAGEN

B1	GRONDWATERSTANDEN REFERENTIESITUATIE
B2	VOORLOPIG ONTWERP
B2.1	Aanpassingen invoer
B2.2	Resultaten
B3	VERSCHILKAARTEN DO

TABELLEN

Geen gegevens voor lijst met afbeeldingen gevonden.

AFBEELDINGEN

Afbeelding 1	Locatie natte natuurparel Vloeiweide en verdeelwerk Hellegat	7
Afbeelding 3	Projectgebied, waterlopen SOBEK-model en het modelgebied van het grondwatermodel.....	11
Afbeelding 4	Gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) in de referentiesituatie.....	13
Afbeelding 5	Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) in de referentiesituatie	14
Afbeelding 6	Gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) in de referentiesituatie.....	14
Afbeelding 7	Gemiddelde grondwaterstand (GG) in de referentiesituatie.....	15
Afbeelding 8	Kwelflux in de referentiesituatie, negatieve waarden (groen) is kwel en positieve waarden (roze) infiltratie	16
Afbeelding 9	Gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) in de referentiesituatie.....	17

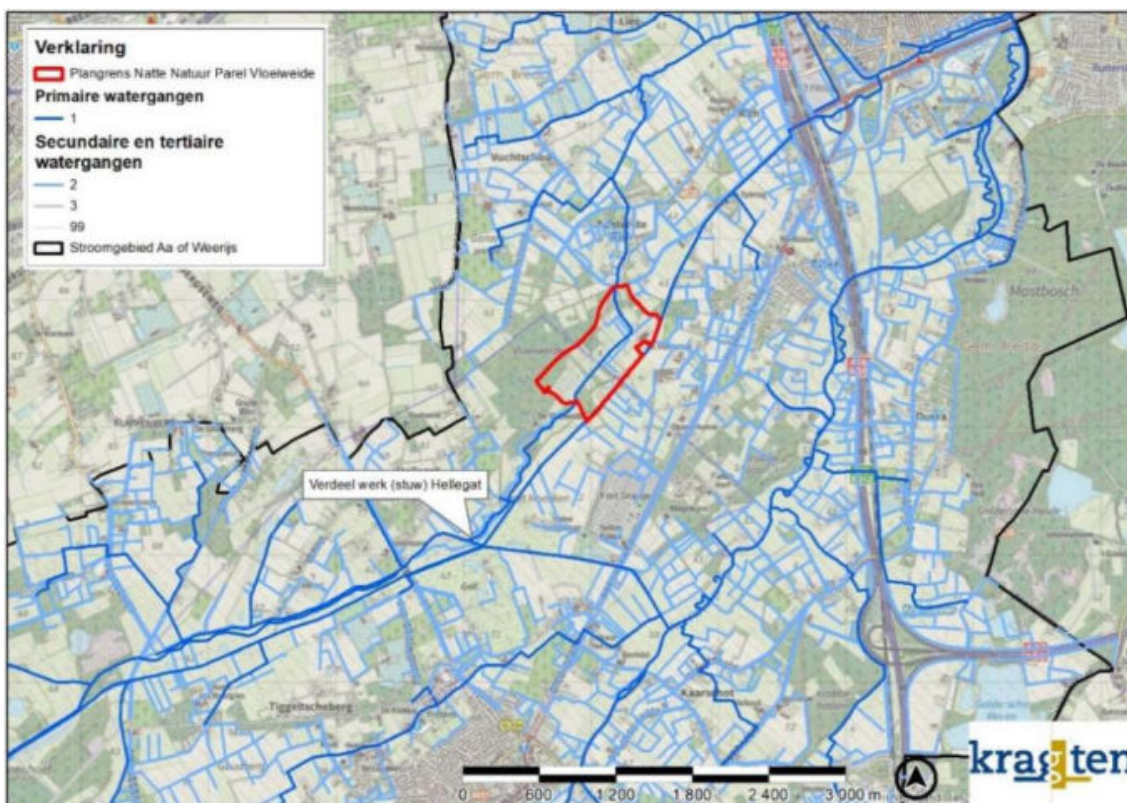
Afbeelding 10 Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) in de referentiesituatie.....	18
Afbeelding 11 Gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) in de referentiesituatie.....	18
Afbeelding 12 Gemiddelde grondwaterstand (GG) in de referentiesituatie.....	19
Afbeelding 13 Kwelflux in de referentiesituatie (rekenlag 2), negatieve waarden (groen) is kwel en positieve waarden (roze) infiltratie.....	20
Afbeelding 14 GHG op basis van bodemkenmerken volgens Alterra.....	21
Afbeelding 15 GLG op basis van bodemkenmerken volgens Alterra.....	22
Afbeelding 16 GVG op basis van bodemkenmerken volgens Alterra.....	22
Afbeelding 17 Verschil berekende GHG met GHG volgens Alterra (bij een positieve waarde is bij Alterra de grondwaterstand dichterbij het maaiveld van in het Vloeiweide-model).....	23
Afbeelding 18 Verschil berekende GLG met GLG volgens Alterra (bij een positieve waarde is bij Alterra de grondwaterstand dichterbij het maaiveld van in het Vloeiweide-model).....	24
Afbeelding 19 Verschil berekende GVG met GVG volgens Alterra (bij een positieve waarde is bij Alterra de grondwaterstand dichterbij het maaiveld van in het Vloeiweide-model).....	24
Afbeelding 20 Grondwaterstanden in het plangebied volgens B-ware (blauwe cijfers = GHG in cm-mv, rode cijfers = GLG in cm-mv).....	25
Afbeelding 21 Gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG) in de referentiesituatie ingezoomd op het plangebied.....	26
Afbeelding 22 Gemiddelde hoogste grondwaterstand (GLG) in de referentiesituatie ingezoomd op het plangebied.....	26
Afbeelding 23 Berekende en gemeten grondwaterstanden peilbuis 5396.....	28
Afbeelding 24 Berekende en gemeten grondwaterstanden peilbuis 5397.....	29
Afbeelding 25 Ligging rekenpunten SOBEK voor het referentiemodel en voor het Voorlopig Ontwerp (gewijzigde ligging waterloop).....	3
Afbeelding 26 Peilaanpassing waterlopen op basis van de SOBEK-modellering.....	4
Afbeelding 27 Gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) in de VO-situatie.....	5
Afbeelding 28 Verschil in gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) in de VO-situatie ten opzichte van de referentiesituatie.....	5
Afbeelding 29 Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) in de VO-situatie.....	6
Afbeelding 30 Verschil in gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) in de VO-situatie ten opzichte van de referentiesituatie.....	7
Afbeelding 31 Gemiddelde voorjaars grondwaterstand (GVG) in de VO-situatie.....	7
Afbeelding 32 Verschil in gemiddelde voorjaars grondwaterstand (GVG) in de VO-situatie ten opzichte van de referentiesituatie.....	8
Afbeelding 33 Gemiddelde grondwaterstand (GG) in de VO-situatie.....	9
Afbeelding 34 Verschil in gemiddelde grondwaterstand (GG) in de VO-situatie ten opzichte van de referentiesituatie.....	9
Afbeelding 35 Kwelflux in de VO-situatie, negatieve waarden (groen) is kwel en positieve waarden (roze) infiltratie.....	10
Afbeelding 36 Verschil kwelflux VO ten opzichte van de referentiesituatie.....	11
Afbeelding 37 Ligging rekenpunten SOBEK voor het referentiemodel en voor het Definitieve Ontwerp (gewijzigde ligging waterloop).....	30
Afbeelding 38 Peilaanpassing waterlopen op basis van de SOBEK-modellering in voorjaar.....	31
Afbeelding 39 Peilaanpassing waterlopen op basis van de SOBEK-modellering in zomer.....	31
Afbeelding 40 Peilaanpassing waterlopen op basis van de SOBEK-modellering in winter.....	32
Afbeelding 41 Gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) in de DO-situatie.....	33
Afbeelding 42 Verschil in gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) in de DO-situatie ten opzichte van de referentiesituatie.....	33
Afbeelding 43 Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) in de DO-situatie.....	34
Afbeelding 44 Verschil in gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) in de DO-situatie ten opzichte van de referentiesituatie.....	34
Afbeelding 45 Gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) in de DO-situatie.....	35
Afbeelding 46 Verschil in gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) in de DO-situatie ten opzichte van de referentiesituatie.....	35
Afbeelding 47 Gemiddelde grondwaterstand (GG) in de DO-situatie.....	36
Afbeelding 48 Verschil in gemiddelde grondwaterstand (GG) in de DO-situatie ten opzichte van de referentiesituatie.....	36
Afbeelding 49 Kwelflux in de VO-situatie, negatieve waarden (groen) is kwel en positieve waarden (roze) infiltratie.....	37
Afbeelding 50 Verschil kwelflux VO ten opzichte van de referentiesituatie.....	38

1 INLEIDING

In het dal van de Bijloop ten zuidwesten van Breda en grenzend aan de Turfvaart ligt de natte natuurparel Vloeiweide (zie Afbeelding 1). Deze natte natuurparel, zo'n 80 ha groot, is onderdeel van een veel groter natuurgebied dat langs de Bijloop en Turfvaart ligt. Brabants Landschap is eigenaar van de bestaande natuurpercelen binnen de natte natuurparel Vloeiweide. Waterschap Brabantse Delta is de beheerder van de Bijloop. Recent zijn nieuwe percelen in de Vloeiweide beschikbaar gekomen voor inrichting. Brabants Landschap heeft daarnaast gesprekken gevoerd met eigenaren die niet willen verkopen, maar wel mee willen doen met de plannen voor natuurontwikkeling of niet onwelwillend staan tegenover de plannen. De nieuwe (eigendom)situatie maakt het mogelijk om weer een deel van het natuurgebied in te richten. Waterschap Brabantse Delta wil op een deel van de Bijloop beekherstel toepassen. Daarnaast wilt het waterschap een deel van de beek aanpassen om zo ook bij te dragen aan de ontwikkeling van de natte natuurparel.

Kort samengevat zijn de doelen als volgt:

- Beekherstel en herstel natte natuurparel Vloeiweide Breda;
- 5 hectare natuurinrichting (NNB);
- 45 hectare aan hydrologisch herstel van natte natuur (inclusief de hier bovenstaande 5 hectare);
- 1,1 kilometer aan beekherstel;
- 1,5 kilometer aanpassen Bijloop en verdeelwerk (stuw Hellegat) bovenstrooms van de 45 hectare.



Afbeelding 1 Locatie natte natuurparel Vloeiweide en verdeelwerk Hellegat

In dit rapport is de geohydrologische modellering beschreven die heeft plaatsgevonden als gevolg van de maatregelen die nodig zijn voor het beekherstel van de Bijloop en het herstel van de natte natuurparel. Dit specifieke onderdeel is middels een samenwerking met Witteveen+Bos tot stand gekomen, waarbij Witteveen+Bos de grondwatermodellering heeft uitgevoerd en Kragten de rapportage heeft opgesteld. Als input voor de geohydrologische modellering dient het DO d.d. dat is beschreven in een apart rapport (220117-

WBD040-RAP-Hydrologisch onderzoek Vloeiweide-D1.pdf). De resultaten van de grondwatermodellering worden verder verwerkt in de Waterwijzer waarvoor ook een separate notitie is opgesteld (220117-WBD040-TOE-Vloeiweide Waterwijzers Landbouw en Natuur-D4.pdf).

In hoofdstuk 2 van dit rapport worden het toegepaste grondwatermodel en de uitgevoerde berekeningen nader toegelicht. Vervolgens wordt in hoofdstuk 3 ingegaan op de referentiesituatie oftewel de huidige situatie van het geohydrologisch systeem. De validatie van het grondwatermodel is opgenomen in hoofdstuk 4. Hoofdstuk 5 beschrijft het VO en de resultaten van de berekeningen van het VO met het grondwatermodel. De berekeningen met het DO worden in hoofdstuk 6 beschreven. Het rapport sluit af de conclusies in hoofdstuk 7.

2 BEREKENINGEN MET HET GRONDWATERMODEL

2.1 Uitsnede Brabant-model

De modelberekeningen zijn uitgevoerd met behulp van het Brabant-model, een grondwatermodel van de Provincie Noord-Brabant. Voor nadere informatie met betrekking tot het Brabant-model (kalibratie, validatie, wijze van schematisering van het oppervlaktewater) wordt verwezen naar de betreffende documentatie van Royal HaskoningDHV.

Het deelmodel voor de Bijloop en Vloeiweide (een uitsnede) is aangeleverd door Royal HaskoningDHV en heeft een resolutie van 25x25 m. De randvoorwaarden op de modelrand zijn overgenomen uit het Brabant-model. De laagschematisatie en de insnijding van de waterlopen zijn 1 op 1 overgenomen in het deelmodel; deze factoren wijken daarom niet af van de schematisatie van het Brabant-model. Voor de waterlopen waar een SOBEK-modellering is uitgevoerd, zijn de peilen in de betreffende watergangen overgenomen uit de SOBEK-modellering welke door Kragten is uitgevoerd (zie hiervoor het rapport 220117-WBD040-RAP-Hydrologisch onderzoek Vloeiweide-D1.pdf).

Op basis van de aangeleverde (pseudo-)MODFLOW-bestanden uit het Brabant-model heeft Witteveen+Bos een stationair model opgebouwd met een grootte van 10x10 km en een resolutie van 25x25 m. De modelperiode loopt van 2007 tot en met 2016.

2.2 Kalibratie en validatie referentiesituatie

Zoals reeds eerder aangegeven is het deelmodel (zijnde een uitsnede uit het reeds gekalibreerde Brabant-model) aangeleverd door Royal HaskoningDHV. Bij oplevering hiervan is de informatie verstrekt dat het niet noodzakelijk is het deelmodel te kalibreren of te verfijnen. Uit een analyse van de resultaten is namelijk gebleken dat, voor zover er meetpunten beschikbaar waren om de verschillen te becijferen, nabij de Vloeiweide de modelafwijkingen gering zijn. Er heeft daarom geen aanvullende kalibratie van de uitsnede van het Brabant-model plaatsgevonden. Het Brabant-model en daarmee ook het deelmodel voor de Bijloop en Vloeiweide is voldoende gekalibreerd om inzicht te geven in mogelijke effecten op grondwaterstanden en kwel van het beoogd ontwerp. Er is ook geen verdere verfijning van het model uitgevoerd, zowel wat betreft de ruimtelijke resolutie als wat betreft de laagschematisatie. Het is echter wel wenselijk de bruikbaarheid van het model te duiden en iets aan te geven over de ordegrootte van nauwkeurigheid. Daarom zijn de resultaten van de referentiesituatie gevalideerd met behulp van de beschikbare gegevens. Dit wordt in hoofdstuk 4 nader toegelicht.

2.3 Voorlopig Ontwerp (VO)

Na validatie van het grondwatermodel is het Voorlopig Ontwerp doorgerekend. Het gaat om het SOBEK-model met kenmerk: Kragten 1. 210326 - VO 2 'jaarlijkse afvoeren' (WSA2AWTB.lit) HEL4_DEFINITIEF en Referentie: Kragten 1. 210312 - Ref. def. 'jaarlijkse afvoeren' (WSA2AWTB.lit) Nieuw ks = 10. In dit model is de ligging van enkele waterlopen aangepast, wijzigingen als gevolg van de inmetingen verwerkt en zijn nieuwe oppervlaktewaterpeilen berekend. Voor een uitvoerige beschrijving van het VO verwijzen we naar het hydrologisch rapport 220117-WBD040-RAP-Hydrologisch onderzoek Vloeiweide-D1.pdf.

Aanpassingen aan het maaiveldniveau zijn niet in de grondwatermodellering meegenomen gezien het geringe effect die deze op de grondwaterstand zullen hebben. Op landbouwbelangen en natuur kunnen deze wel effect hebben, dit is inzichtelijk gemaakt via de Waterwijzer: in de Waterwijzer Natuur is een variant doorgerekend waarbij de maaiveldveranderingen zijn verwerkt in de geohydrologische GxG resultaten t.o.v. maaiveld. Dat wil zeggen, de maaiveldveranderingen zijn afgetrokken van de c.q. opgeteld bij de GxG t.o.v. maaiveld, op de

locaties waar de veranderingen voorzien zijn. Zie hiervoor de notitie 220117-WBD040-TOE-Vloeiweide Waterwijzers Landbouw en Natuur-D4.pdf.

Het SOBEK-model is geconverteerd naar input voor het grondwatermodel. De gewijzigde ligging van de waterlopen en de berekende SOBEK-peilen zijn overgenomen in het grondwatermodel. De overige waterlopen in het grondwatermodel zijn niet gewijzigd, hiervoor wordt uitgegaan van de juistheid van het Brabant-model.

De beschrijving van het VO is minder relevant dan die van het DO (zie volgende paragraaf) maar voor de volledigheid toch in dit rapport opgenomen als Bijlage 2. Hierin wordt ingegaan op de details betreffende de berekeningen met het VO. In beeld gebracht zijn de volgende resultaten, in m NAP en ten opzichte van maaiveld: de gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG), gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG), gemiddelde voorjaars grondwaterstand (GVG) en (jaar)gemiddelde grondwaterstand (GG). Daarnaast is de kwelflux in beeld gebracht. Dit alles is gedaan op basis van de laatste acht jaar van de tienjarige modelperiode.

2.4 Definitief Ontwerp (DO)

Vervolgens is het Definitief Ontwerp doorerekend. In dit ontwerp zijn de peilen van enkele waterlopen aangepast. Het gaat om het SOBEK-model met kenmerk: Kragten 1. 220104 - DO 'jaarlijkse afvoeren' (WSA2AWTB). De gewijzigde peilen zijn overgenomen in het grondwatermodel waarin de gewijzigde ligging van de waterlopen reeds was aangepast. De overige waterlopen in het grondwatermodel zijn niet gewijzigd, hiervoor wordt uitgegaan van de juistheid van het Brabant-model. Voor een gedetailleerde beschrijving van het DO verwijzen we naar het rapport 220117-WBD040-RAP-Hydrologisch onderzoek Vloeiweide-D1.pdf.

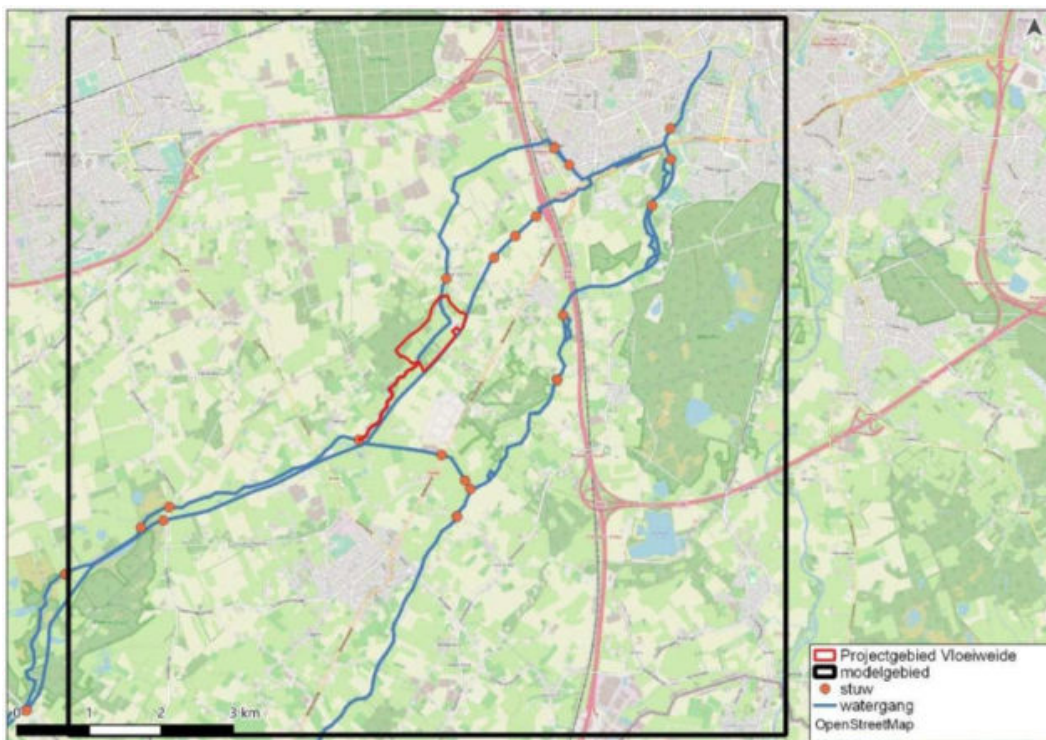
Zoals reeds in paragraaf 2.3 beschreven zijn aanpassingen aan het maaiveldniveau niet meegenomen in de grondwatermodellering.

In hoofdstuk 5 wordt ingegaan op de details betreffende de berekeningen met het DO. In beeld gebracht zijn de volgende resultaten, in m NAP en ten opzichte van maaiveld: de gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG), gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG), gemiddelde voorjaars grondwaterstand (GVG) en (jaar)gemiddelde grondwaterstand (GG). Daarnaast is de kwelflux in beeld gebracht. Dit alles is gedaan op basis van de laatste acht jaar van de tienjarige modelperiode.

3 HUIDIGE SITUATIE (REFERENTIE)

3.1 Uitgangspunten

De referentiesituatie is doorgerekend met behulp van het aangeleverde grondwatermodel. Voor de waterlopen waar een SOBEK-modellering voor de referentiesituatie is uitgevoerd zijn de berekende peilen uit SOBEK overgenomen in het grondwatermodel. Hierbij is in eerste instantie uitgegaan van het mediane peil. De waterlopen waar het om gaat zijn opgenomen in Afbeelding 2. Hierop is het projectgebied, de ligging van de watergangen en de stuwen weergegeven.



Afbeelding 2 Projectgebied, waterlopen SOBEK-model en het modelgebied van het grondwatermodel

Met bovengenoemde uitgangspunten is de eerste rekenslag met het grondwatermodel uitgevoerd. De resultaten van deze berekening zijn gevalideerd met behulp van enkele bronnen:

1. Stowa, 2010, 41: Grondwaterregime op basis van karteerbare kenmerken, ISBN 978.90.5773.501.1, Alterra, in opdracht van STOWA
2. Peilbuisgegevens van Waterschap Brabantse Delta
3. Bodem- en hydrochemisch onderzoek natte natuurparel Vloeiweide, B-Ware, d.d. 12-02-2021

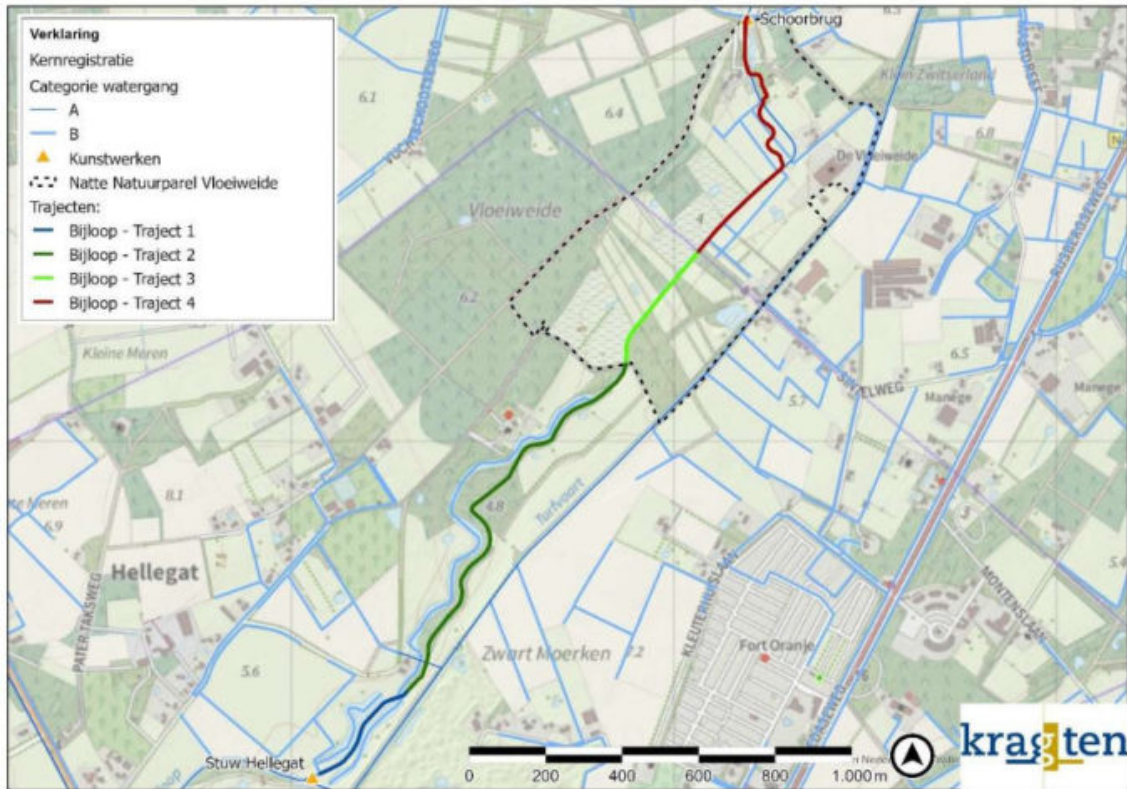
Uit de resultaten van de eerste validatie is geconcludeerd dat het model verbeterd kon worden door middel van het invoeren van een fluctuerend oppervlaktewaterpeil (zie paragraaf 3.2). Uit SOBEK zijn de volgende peilen geëxporteerd en vervolgens in het stationaire grondwatermodel geïmporteerd:

- Zomerwaterstand per 1 mei
- Winterwaterstand per 1 oktober
- Voorjaarswaterstand per 1 april

Het doorrekenen van het grondwatermodel met de variërende oppervlaktewaterpeilen, de resultaten en de bijbehorende validatie zijn beschreven in de volgende paragrafen.

3.2 Rekenslag 1

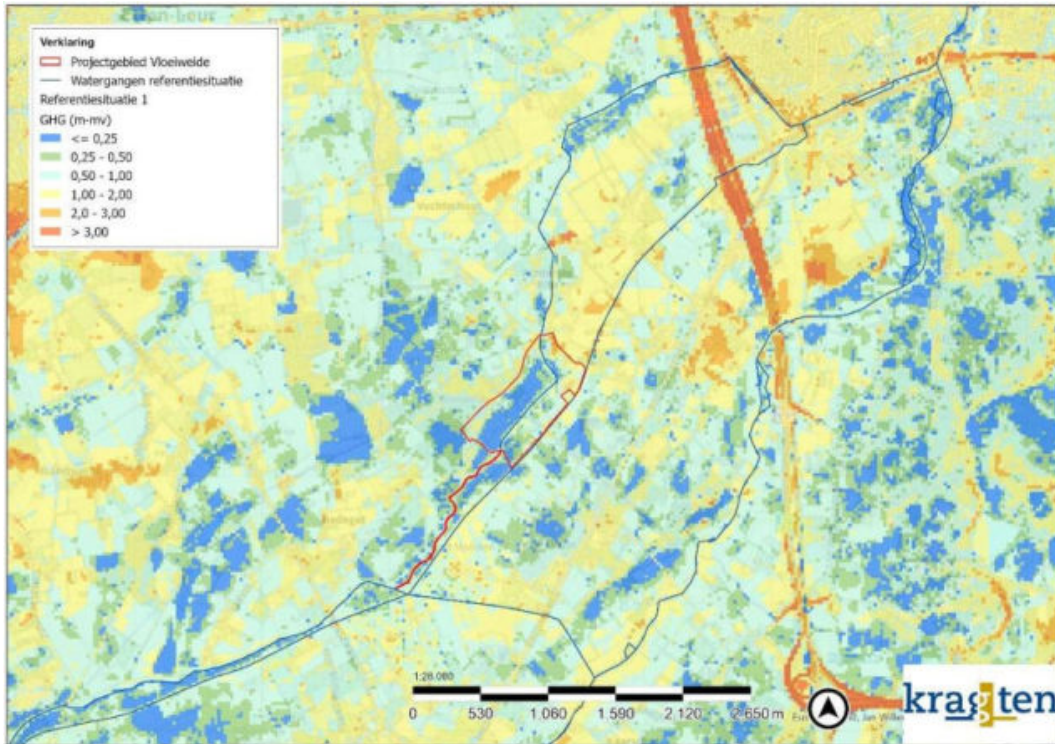
Deze rekenslag (referentiesituatie 1) houdt in dat voor het oppervlaktewaterpeil enkel de mediaan wordt geïmporteerd. De grondwaterstanden worden telkens per traject van de Bijloop omschreven, zie Afbeelding 3. Traject 1 en 2 bevinden zich ten zuidwesten van de natte natuurgebied Vloeiweide, traject 3 en 4 bevinden zich in het natuurgebied zelf.



Afbeelding 3 Trajecten Bijloop

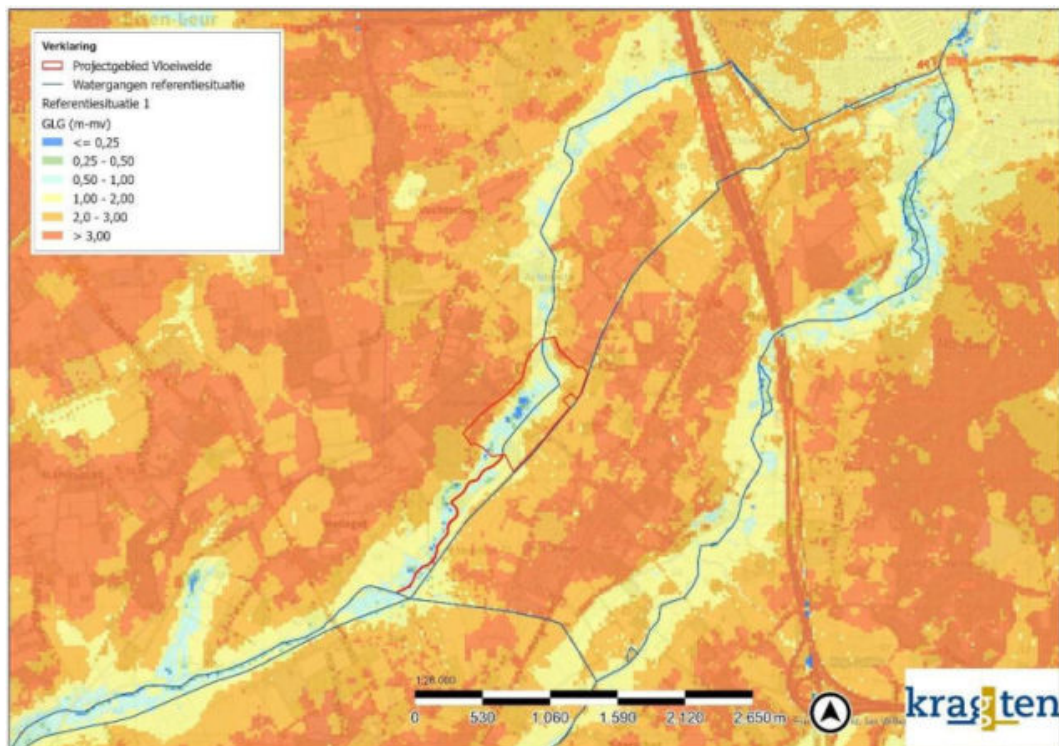
Berekende grondwaterstanden

In Afbeelding 4 is de berekende gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) ten opzichte van maaiveld opgenomen. In de afbeelding is te zien dat het grondwater rondom de Bijloop zich in de GHG-situatie redelijk dicht onder maaiveld bevindt. Ter hoogte van traject 1 en 2 ligt de GHG ter hoogte van de beek tussen 0,5 en 1,0 m onder maaiveld. Hier en daar bevindt de GHG zich op 0,5 m-mv of nog ondieper. Bij traject 3 en 4 welke zich in het natuurgebied bevinden is de drooglegging beduidend kleiner. Met name ten noordwesten van de beek is de drooglegging veelal kleiner dan 0,25 m. Ten zuidoosten van de beek ligt de drooglegging hoofdzakelijk rond 0,5 m.

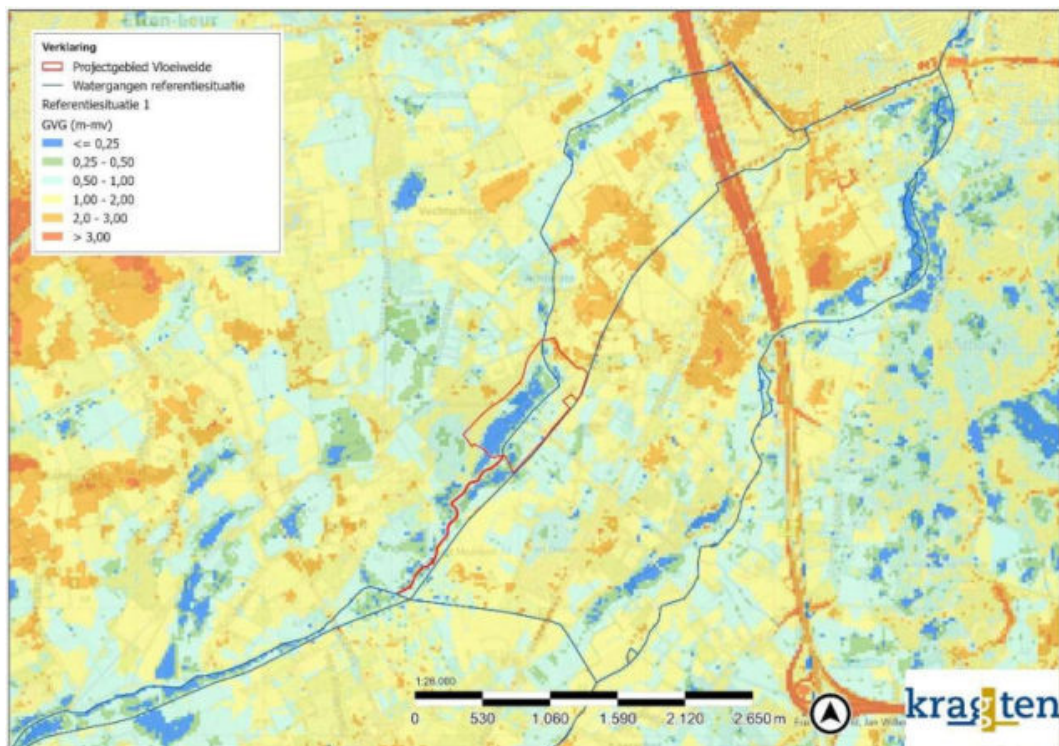


Afbeelding 4 Gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) in referentiesituatie 1

Afbeelding 5 toont de ontwateringsdiepte bij de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG). Het beekdal (direct langs de beek) kan worden beschouwd als een natte zone, de GLG ligt tussen 0,5 en 1,0 m-mv. Dit geldt voor zowel de trajecten 1 en 2 als de trajecten 3 en 4 in het natuurgebied. Zeer lokaal is een GLG van minder dan 0,5 m beneden maaiveld berekend. De drooglegging neemt snel toe tot meer dan 3 m-mv naarmate de afstand tot de beek groter wordt.



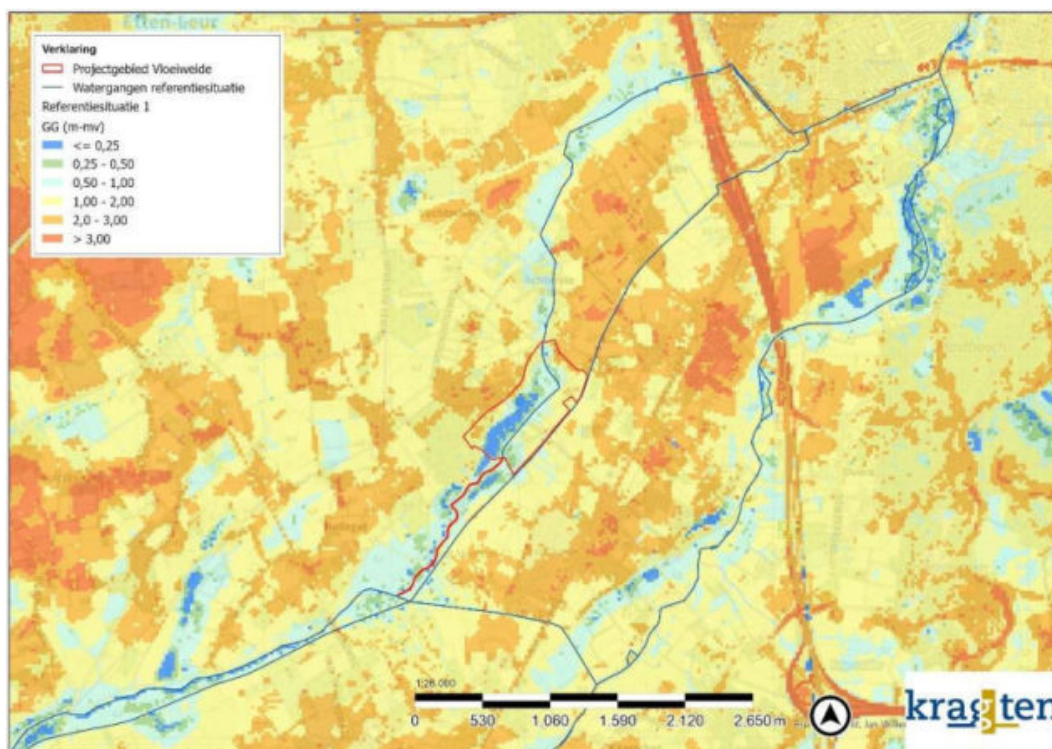
Afbeelding 5 Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) in referentiesituatie 1



Afbeelding 6 Gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) in referentiesituatie 1

Afbeelding 6 toont de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG). Direct langs de beek geldt voor de trajecten 1 t/m 4 dat de grondwaterstand zich 0,5 tot 1 m onder maaiveld bevindt. Ten noordwesten van de Bijloop in het natuurgebied ligt de grondwaterstand ondieper op minder dan 0,25 m-mv. Buiten het beekdal neemt de drooglegging snel toe naar meer dan 1 m onder maaiveld.

In Afbeelding 7 is de gemiddelde grondwaterstand (GG) weergegeven. Het beeld lijkt sterk op het beeld van de GVG alleen is de ontwateringsdiepte buiten de beekdalen nog iets groter.



Afbeelding 7 Gemiddelde grondwaterstand (GG) in referentiesituatie 1

Kwelflux

De kwelflux in de referentiesituatie is opgenomen in Afbeelding 8. De kwelflux is gedefinieerd als de grondwaterstroming van modellaag 1 naar modellaag 2 voor een gemiddelde situatie. Een negatieve flux duidt op kwel, een positieve flux duidt op infiltratie. Op het gehele traject van de Bijloop is te zien dat ter plaatse van de beek sprake is van een kwelsituatie tot maximaal 5 mm/d. Naarmate de afstand tot de beek toeneemt neemt de kwel af en verandert dit in een infiltratiesituatie. De noordwestzijde van het natuurgebied, waar de grondwaterstand met name in de winter dicht onder maaiveld ligt wordt gekenmerkt door een infiltratiewaarde van maximaal 5 mm/d.



Afbeelding 8 Kwelflux in referentiesituatie 1, negatieve waarden (groen) is kwel en positieve waarden (roze) infiltratie

3.3 Rekenslag 2

Deze rekenslag (referentiesituatie 2) houdt in dat voor het oppervlaktewaterpeil de volgende peilen worden geïmporteerd:

- Zomerwaterstand per 1 mei
- Winterwaterstand per 1 oktober
- Voorjaarswaterstand per 1 april

Voor het zomerpeil is een aanname gedaan omdat dit peil niet direct uit het SOBEK-model te herleiden is. Uitgangspunt is dat de waterdiepte ongeveer 10 à 15 cm is. De afvoer in de zomer bedraagt in een dergelijk geval ongeveer 1/5 van de winterafvoer, wat aansluit bij de observaties dat in de droge maanden weinig water door de Bijloop stroomt.

De grondwaterstanden worden telkens per traject van de Bijloop omschreven. Traject 1 en 2 bevinden zich ten zuidwesten van de natte natuurplek Vloeiweide, traject 3 en 4 bevinden zich in het natuurgebied zelf.

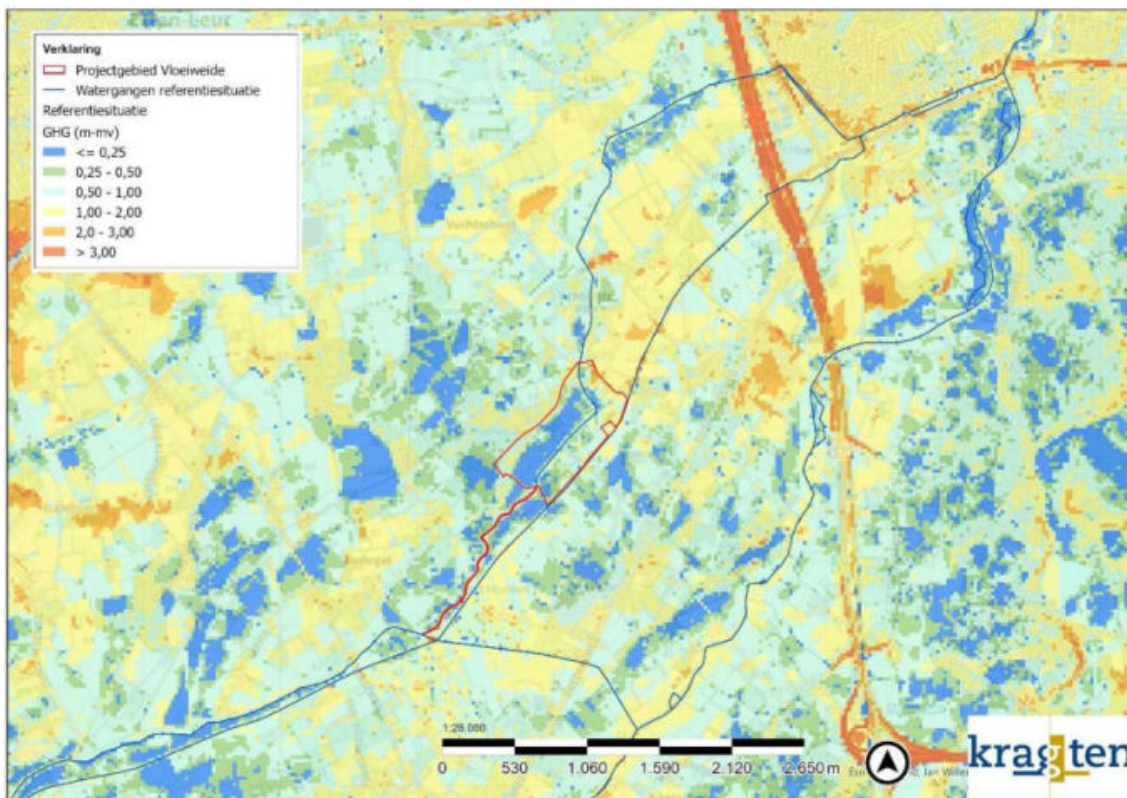
Grondwaterstanden

Onderstaand zijn de grondwaterstanden in de referentiesituatie beschreven aan de hand van de bijbehorende afbeeldingen. Deze afbeelding zijn op groot formaat opgenomen in Bijlage 1.

In Afbeelding 9 is de berekende gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) ten opzichte van maaiveld opgenomen. Het verschil in de GHG-situatie tussen rekenslag 1 en 2 is minimaal (orde grootte enkele centimeters). Dit komt doordat het mediane peil dat bij rekenslag 1 is gebruikt ongeveer overeenkomt met het winterpeil dat in rekenslag 2 is gebruikt. Voor de GHG vormt de tweede rekenslag dan ook geen grote verbetering.

In de afbeelding is te zien dat het grondwater rondom de Bijloop zich in de GHG-situatie redelijk dicht onder maaiveld bevindt. Ter hoogte van traject 1 en 2 ligt de GHG direct rondom de beek tussen 0,5 en 1,0 m onder maaiveld. Hier en daar bevindt de GHG zich op 0,5 m-mv of nog ondieper. Bij traject 3 en 4 welke zich in het

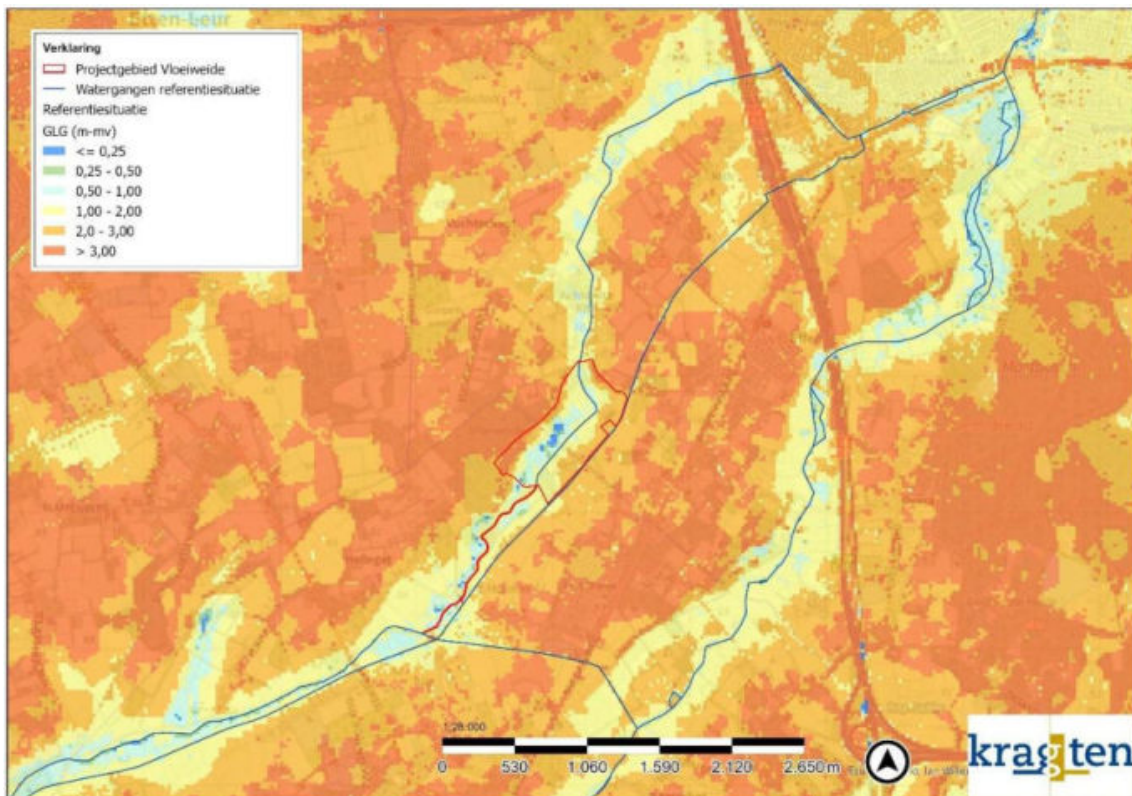
natuurgebied bevinden is de drooglegging beduidend kleiner. Met name ten noordwesten van de beek is de drooglegging veelal kleiner dan 0,25 m. Ten zuidoosten van de beek ligt de drooglegging hoofdzakelijk rond 0,5 m.



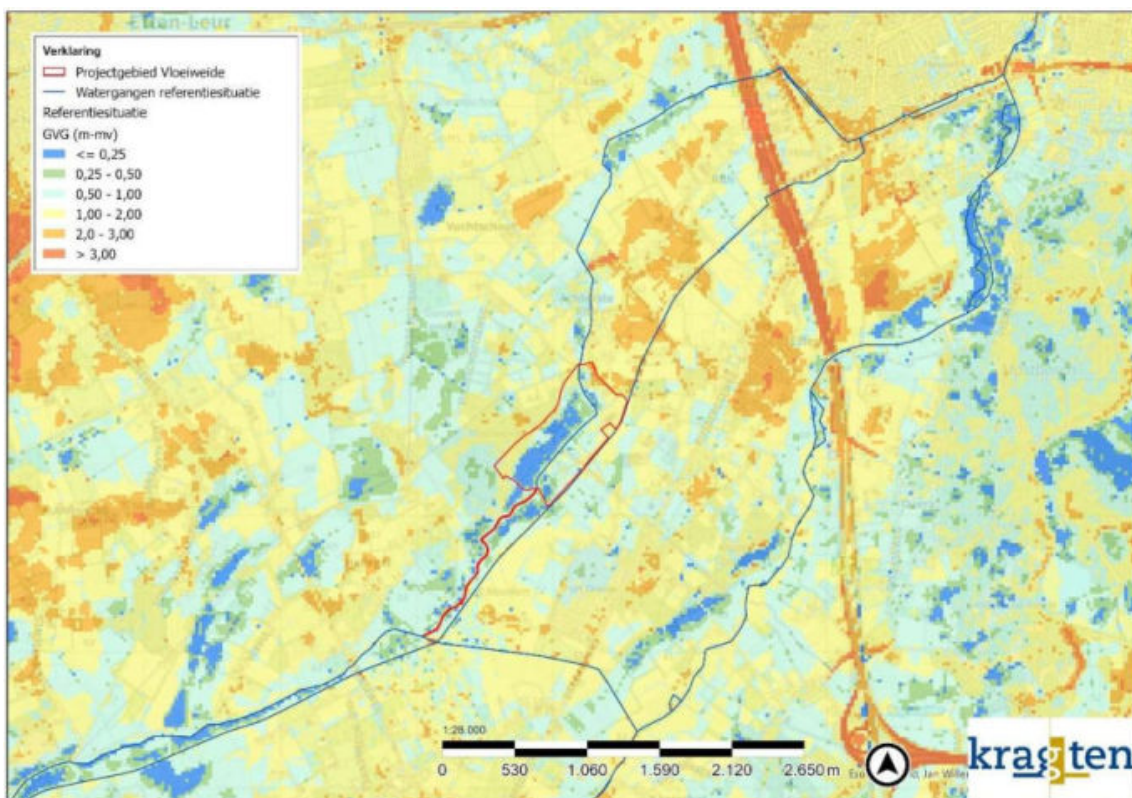
Afbeelding 9 Gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) in referentiesituatie 2

Afbeelding 10 toont de ontwateringsdiepte bij de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG). Voor de GLG in de tweede rekenslag geldt dat deze iets hoger is komen te liggen, met name ter hoogte van traject 1 en 2. Het gaat hier om lokaal enkele centimeters, een dusdanig klein effect dat het algehele kaartbeeld niet beïnvloed. Dat de GLG hoger is komen te liggen komt naar alle waarschijnlijkheid doordat voor het zomerpeil een aanname is gedaan aangezien hiervoor geen werkelijke gegevens beschikbaar waren. Deze aanname geeft in rekenslag 2 andere modelresultaten voor de GLG dan de GLG die voortvloeit uit de eerste rekenslag waarbij alleen de mediaan werd gebruikt en de variatie in grondwaterstanden alleen wordt bepaald op basis van variatie in neerslag gedurende het jaar.

Het beekdal (direct langs de beek) kan worden beschouwd als een natte zone, de GLG ligt tussen 0,5 en 1,0 m-mv. Dit geldt voor zowel de trajecten 1 en 2 als de trajecten 3 en 4 in het natuurgebied. Zeer lokaal is een GLG van minder dan 0,5 m beneden maaiveld berekend. De drooglegging neemt snel toe tot meer dan 3 m-mv naarmate de afstand tot de beek groter wordt.



Afbeelding 10 Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) in referentiesituatie 2

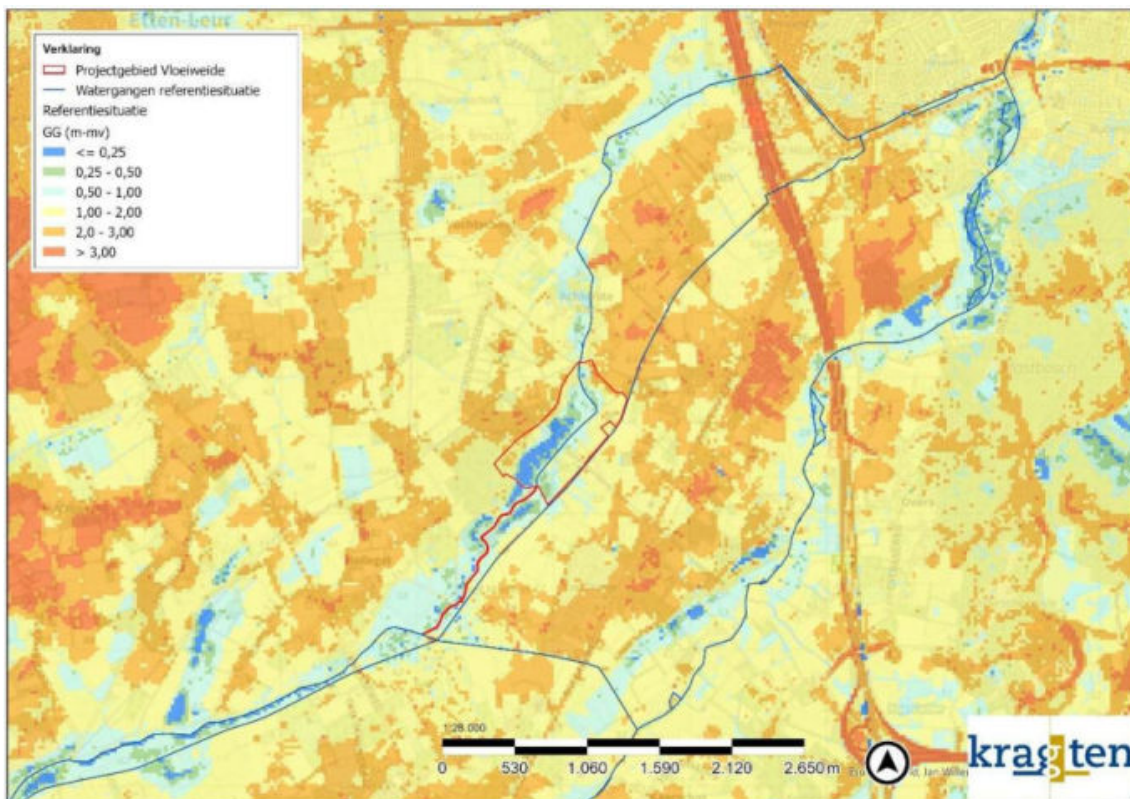


Afbeelding 11 Gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) in referentiesituatie 2

Afbeelding 11 toont de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG). Het resultaat van rekenslag 2 is nagenoeg gelijk aan rekenslag 1. Direct langs de beek geldt voor de trajecten 1 t/m 4 dat de grondwaterstand zich 0,5 tot

1 m onder maaiveld bevindt. Ten noordwesten van de Bijloop in het natuurgebied ligt de grondwaterstand ondieper op minder dan 0,25 m-mv. Buiten het beekdal neemt de drooglegging snel toe naar meer dan 1 m onder maaiveld.

In Afbeelding 12 is de gemiddelde grondwaterstand (GG) weergegeven. Ten opzichte van de GG van rekenslag 1 is het grote beeld gelijk gebleven. Veranderingen liggen in de orde grootte van enkele centimeters.



Afbeelding 12 Gemiddelde grondwaterstand (GG) in referentiesituatie 2

Kwelflux

De kwelflux in de referentiesituatie voor rekenslag 2 is opgenomen in Afbeelding 13. De kwelflux is gedefinieerd als de grondwaterstroming van modellaag 1 naar modellaag 2 voor een gemiddelde situatie. Een negatieve flux duidt op kwel, een positieve flux duidt op infiltratie. Op het gehele traject van de Bijloop is te zien dat ter plaatse van de beek sprake is van een kwelsituatie tot maximaal 5 mm/d. Dit beeld is in beide rekenslagen gelijk gebleven. Naarmate de afstand tot de beek toeneemt neemt de kwel af en verandert dit in een infiltratiesituatie. De noordwestzijde van het natuurgebied, waar de grondwaterstand met name in de winter dicht onder maaiveld ligt wordt gekenmerkt door een infiltratiewaarde van maximaal 5 mm/d.



Afbeelding 13 Kwelflux in referentiesituatie 2, negatieve waarden (groen) is kwel en positieve waarden (roze) infiltratie

Conclusie rekenslag 1 en 2

Aan de hand van de verschillen tussen rekenslag 1 en 2 kan worden geconcludeerd dat het invoeren van een waterstandsvariatie gedurende het kalenderjaar geen grote veranderingen in de grondwaterstand teweeg brengt, behalve in de GLG-situatie waarbij de GLG in rekenslag 2 iets hoger komt te liggen. Dit is verklaarbaar aan de hand van het aangenomen zomerpeil waarvan in rekenslag 2 gebruik is gemaakt.

In het volgende hoofdstuk wordt de validatie van het model besproken. Aangezien rekenslag 2 als meest realistische scenario wordt beschouwd is dat model als uitgangspunt voor de validatie genomen. Eventuele aanpassingen welke tot een verbetering van de modelresultaten kunnen leiden worden in het volgende hoofdstuk besproken.

4 VALIDATIE

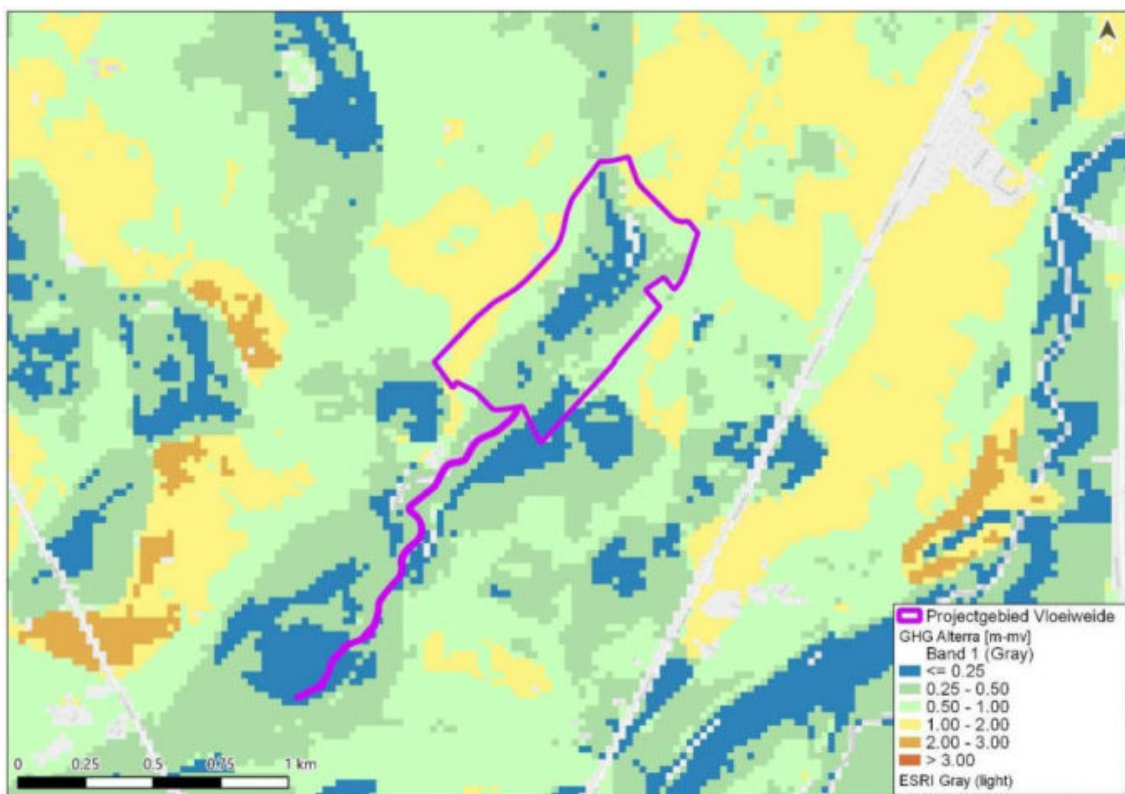
Om inzicht te krijgen in de betrouwbaarheid van het instationaire Brabant-model zijn de berekende grondwaterstanden (GxG's) vergeleken met de grondwatertrappenkaart op basis van bodemkundige gegevens, zoals is ontwikkeld door Alterra, in opdracht van STOWA. Tevens zijn de berekende grondwaterstanden vergeleken met de grondwaterstanden volgens het onderzoek van B-Ware. Daarnaast zijn berekende en gemeten grondwaterstanden voor een aantal peilbuizen vergeleken.

4.1 Vergelijking met GxG-kaarten van Alterra

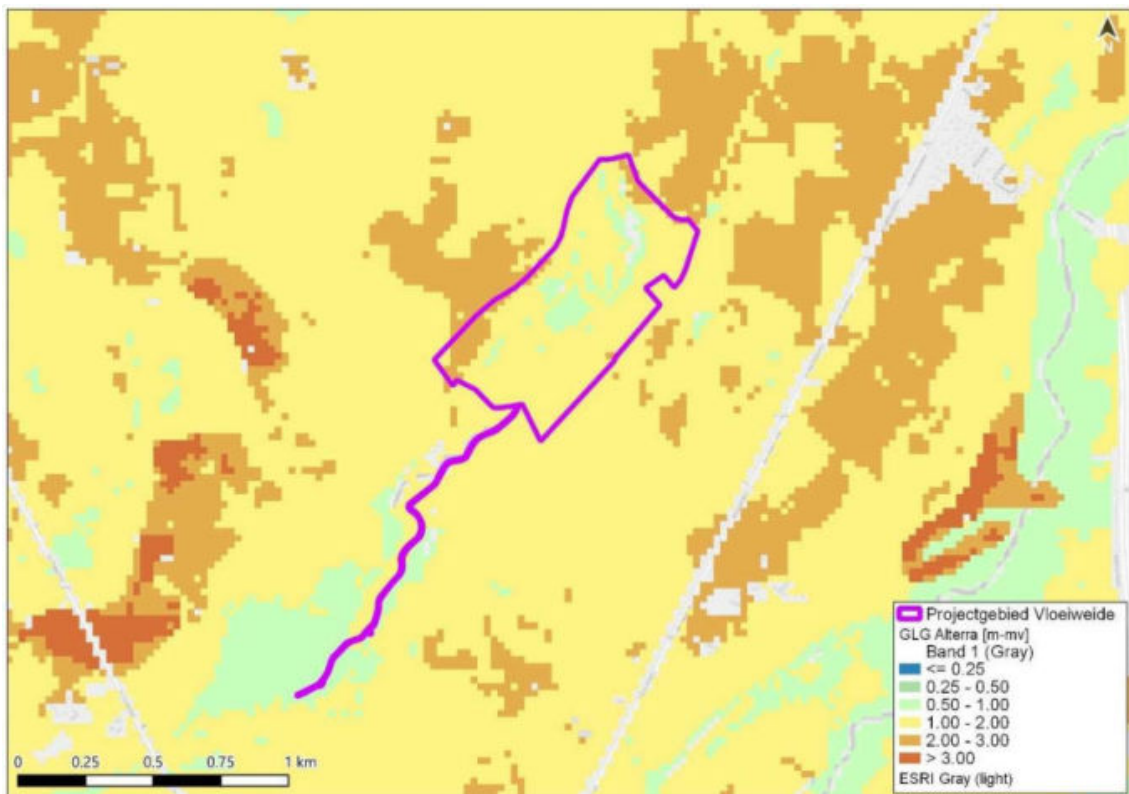
Alterra heeft op basis van karteerbare kenmerken het grondwaterregime in kaart gebracht (Grondwaterregime op basis van karteerbare kenmerken, 2010). Waterschap Brabantse Delta heeft van deze kaarten een uitsnede aangeleverd rondom het Vloeiweide-gebied met de GHG, GLG en GVG. Deze kaarten zijn weergegeven op de volgende afbeeldingen.

Uit de kaarten blijkt het volgende:

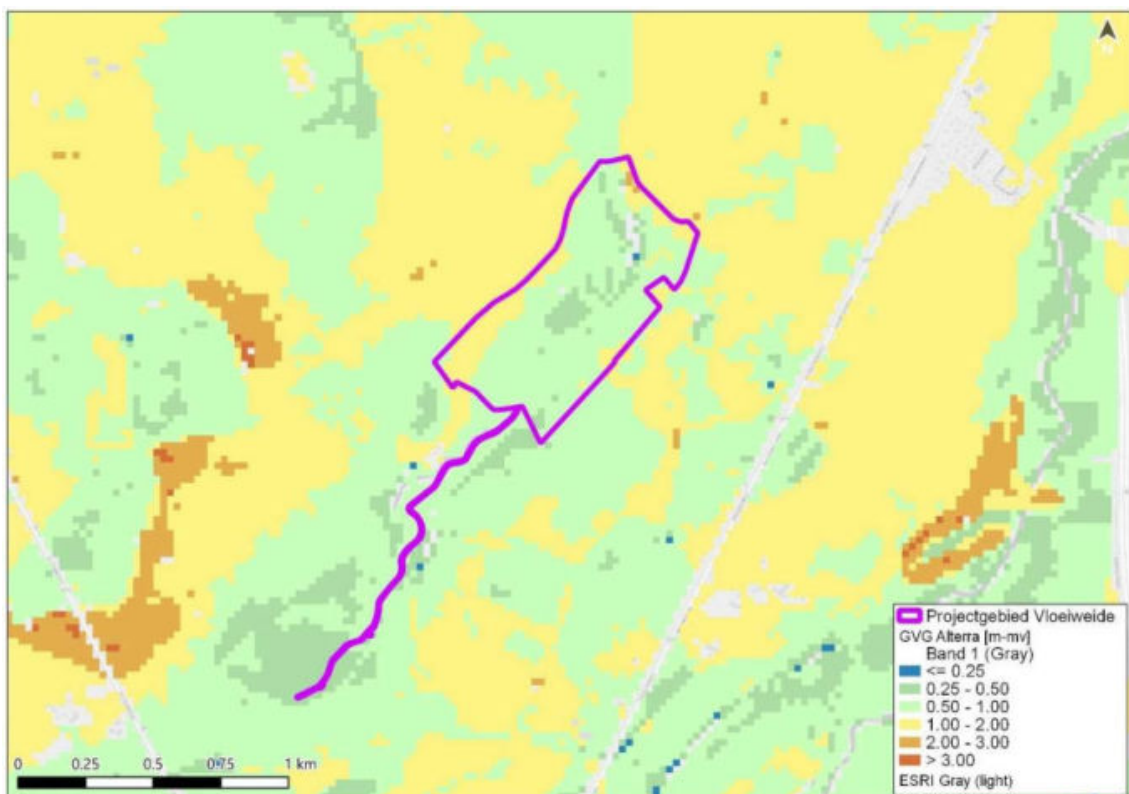
- In het beekdal ligt de GHG relatief ondiep (minder dan 0,25 m -mv). Op de flanken van het beekdal ligt de GHG dieper. Op de hogere delen ligt de GHG dieper dan 1,20 m -mv.
- In de beekdalen ligt de GLG relatief ondiep, tussen 0,5 en 1 m-mv. Op de flanken en hogere delen ligt de GLG op meer dan 1,20 m - mv.
- In de GVG-situatie ligt de grondwaterstand in het beekdal tussen 0,25 en 1 m-mv. Op de flanken en hogere delen loopt de drooglegging op tot 2 m-mv.



Afbeelding 14 GHG op basis van bodemkenmerken volgens Alterra



Afbeelding 15 GLG op basis van bodemkenmerken volgens Alterra

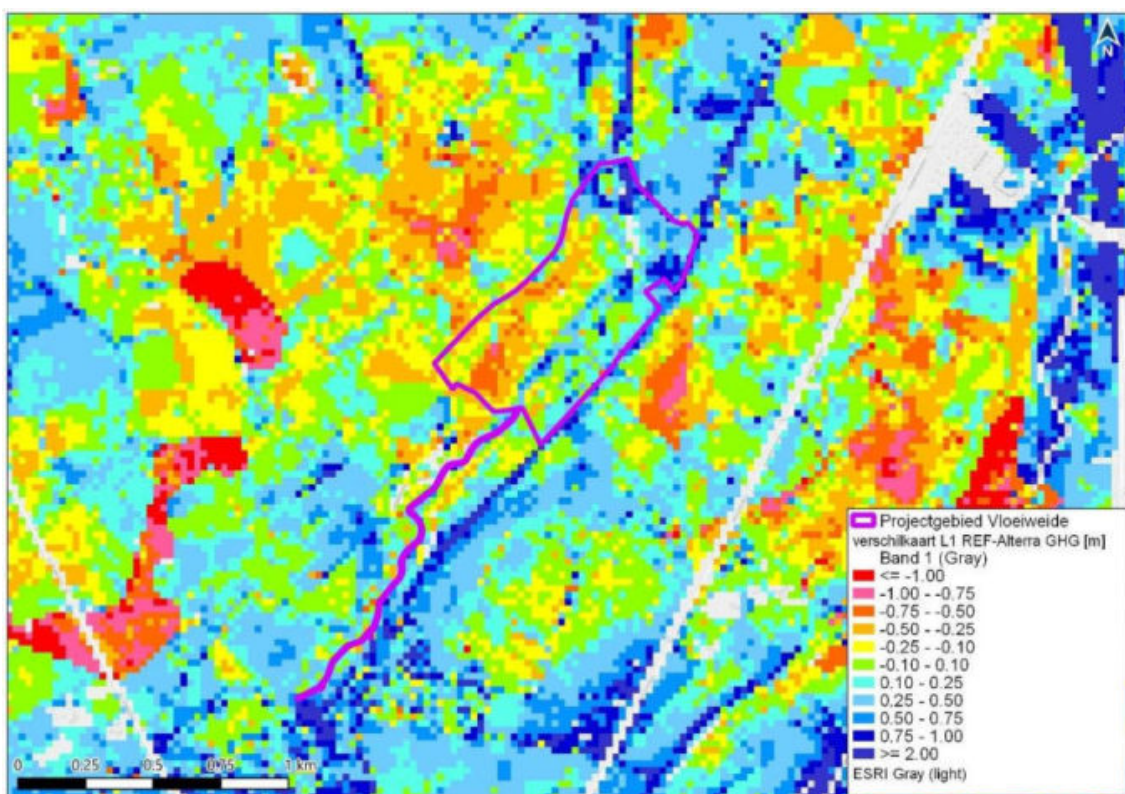


Afbeelding 16 GVG op basis van bodemkenmerken volgens Alterra

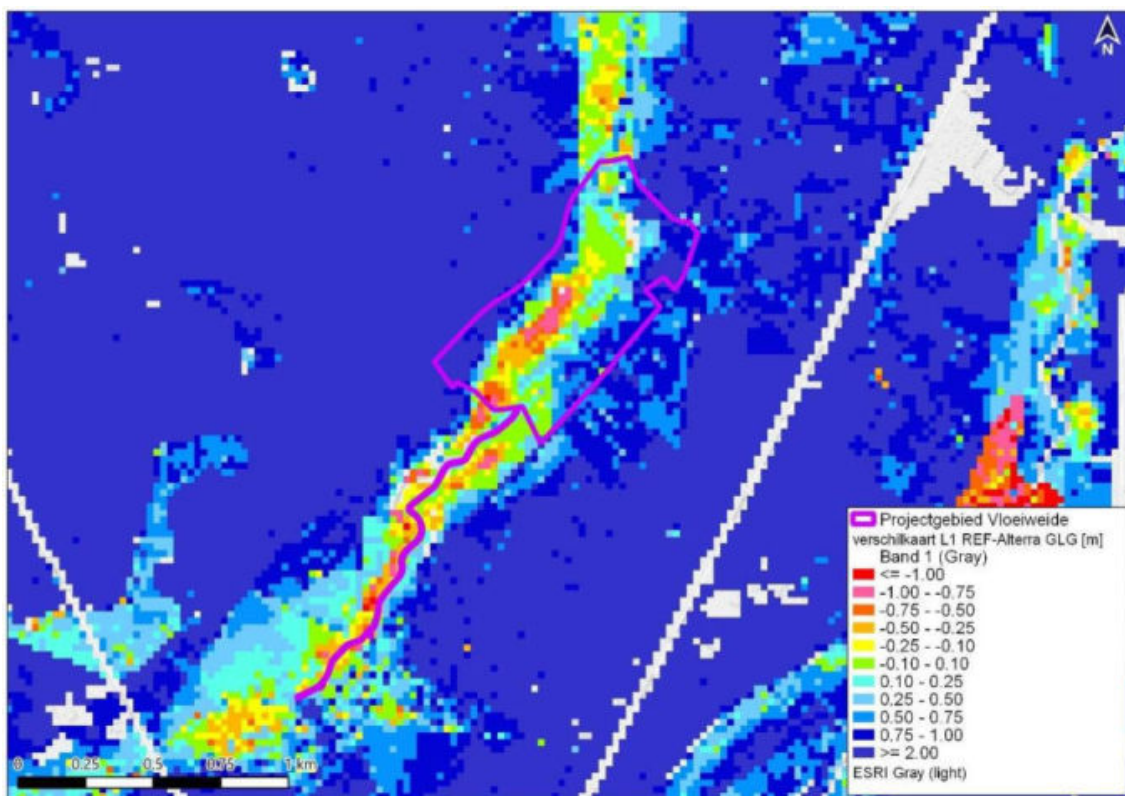
De door het model berekende GHG, GLG en GVG zijn vergeleken met de kaarten van Alterra. Hiervoor zijn verschilkaarten gemaakt welke hieronder zijn opgenomen. Hiervoor geldt dat een positieve waarde betekent dat

de grondwaterstanden van Alterra dicht bij het maaiveld liggen dan het deelmodel voor Vloeiweide. Een negatieve waarde houdt in dat de grondwaterstand van Alterra dieper ligt dan het Vloeiweide-model. Uit de kaarten blijkt het volgende:

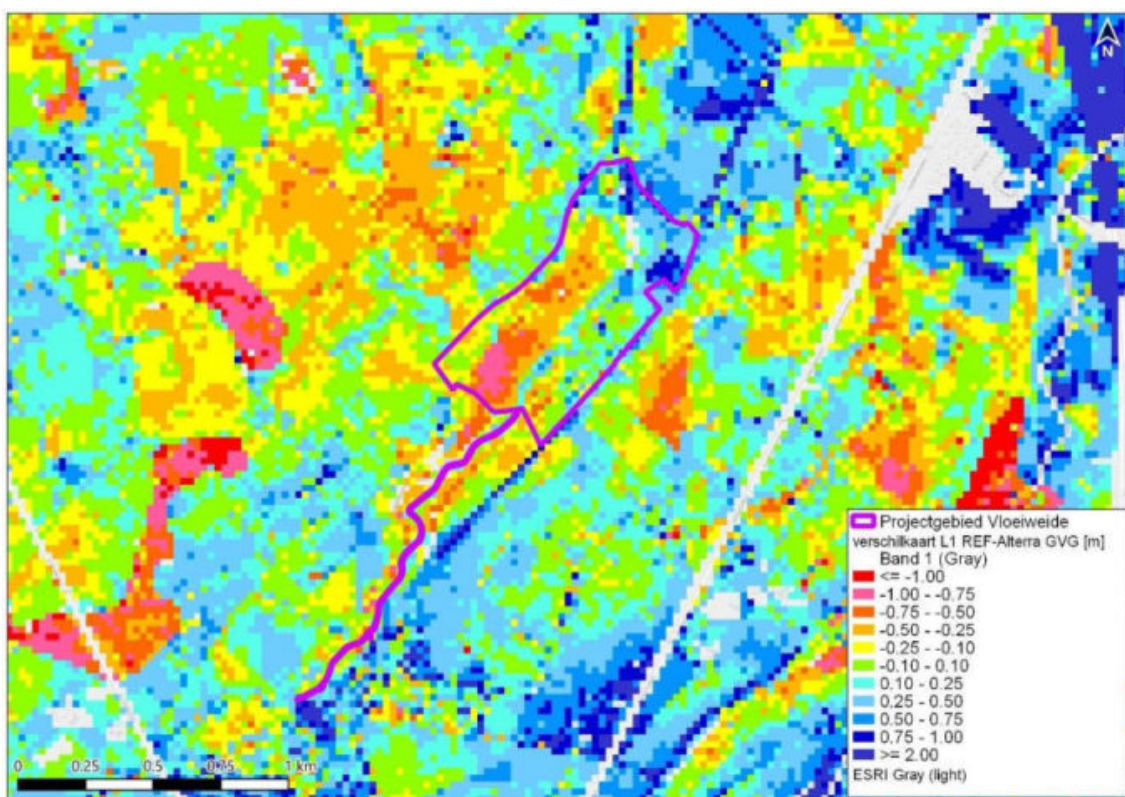
- De GHG volgens Alterra liggen in het beekdal gemiddelde 50 cm dicht bij het maaiveld dan de GHG uit het grondwatermodel voor de Bijloop en Vloeiweide.
- Op de hogere delen, waar diepe GHG optreden, geeft het grondwatermodel een 25 – 50 cm hogere GHG aan dan dat Alterra heeft afgeleid.
- De GLG-kaart laat een iets ander beeld zien dan de GHG. In de hoger gelegen gebieden ligt de GLG in het Vloeiweide-model lager dan de Alterra-waarden. Binnen het natuurgebied berekent het grondwatermodel een iets hogere GLG (orde grootte 15-20 cm) dan Alterra.
- In de GVG-situatie wordt in de beekdalen met het Vloeiweide-model een lagere grondwaterstand dan het Alterra-model berekend, circa 10 – 50 cm. In de hoger gelegen gebieden is de berekende GVG 50 – 75 cm hoger dan de Alterra-waarden.



Afbeelding 17 Verschil berekende GHG met GHG volgens Alterra (bij een positieve waarde is bij Alterra de grondwaterstand dicht bij het maaiveld van in het Vloeiweide-model)



Afbeelding 18 Verschil berekende GLG met GLG volgens Alterra (bij een positieve waarde is bij Alterra de grondwaterstand dichterbij het maaiveld van in het Vloeiweide-model)

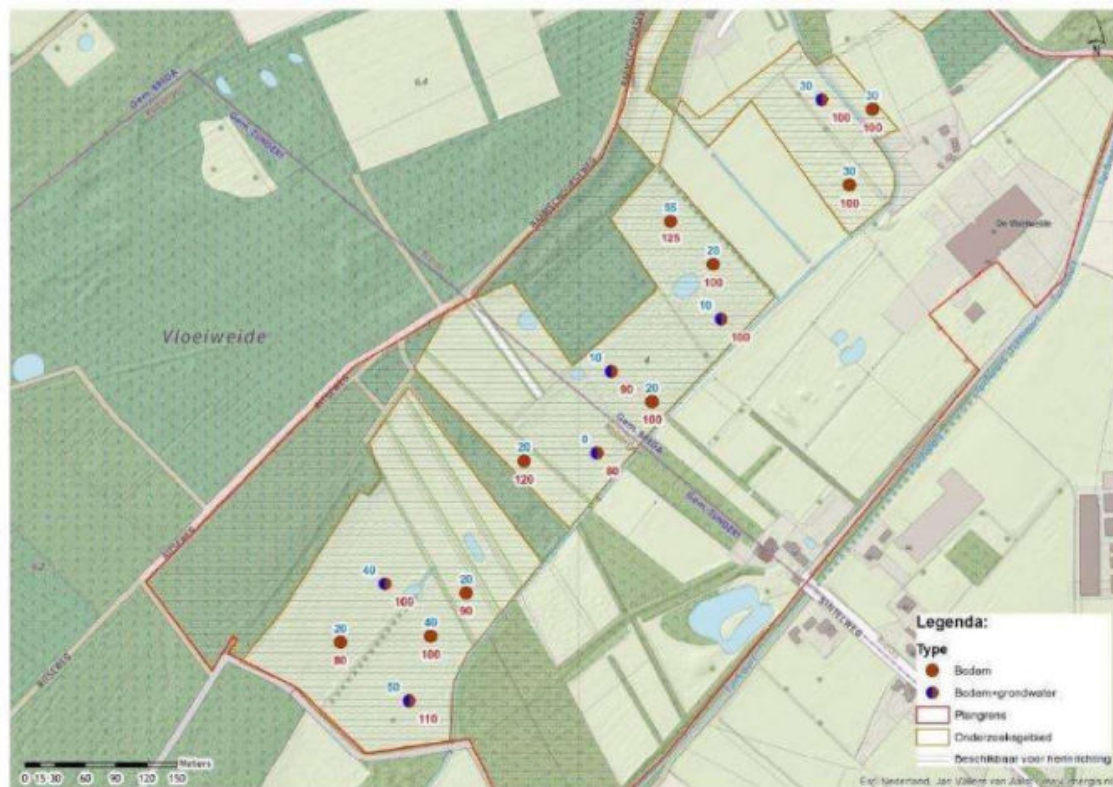


Afbeelding 19 Verschil berekende GVG met GVG volgens Alterra (bij een positieve waarde is bij Alterra de grondwaterstand dichterbij het maaiveld van in het Vloeiweide-model)

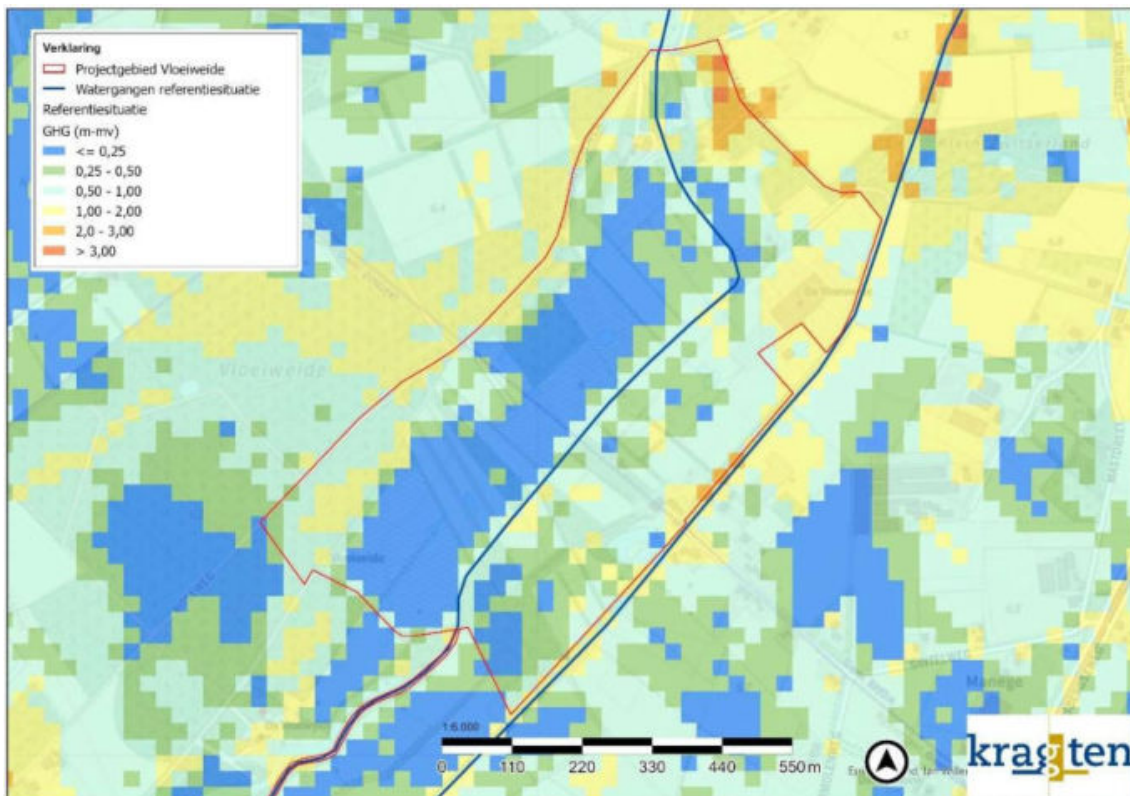
4.2 Vergelijking met rapportage B-WARE

De berekende grondwaterstanden met het Brabant-model zijn ook vergeleken met de grondwaterstanden in het plangebied die door B-WARE bepaald zijn (3. Bodem- en hydrochemisch onderzoek natte natuurgebied Vloeiweide, B-WARE, d.d. 12-02-2021). Volgens de afbeelding van B-WARE varieert de GHG in het plangebied tussen de 0 en 55 cm onder maaiveld. Volgens het model is de GHG in dat betreffende gebied minder dan 25 cm onder maaiveld. De GHG in de beekdalen worden redelijk benaderd door het model, maar het lijkt erop dat de GHG lokaal (ter plaatse van de natuurontwikkeling) wat natter wordt berekend dan de uitkomsten van het B-WARE-onderzoek. Dit is tegenstelling tot de vorige paragraaf, waaruit bleek dat het grondwatermodel in vergelijking met de GHG-waarden volgens Alterra een wat drogere situatie ter hoogte van de beekdalen berekent. De B-WARE-metingen laten daarnaast wat meer variatie op korte afstand zien ten opzichte van de modelberekeningen.

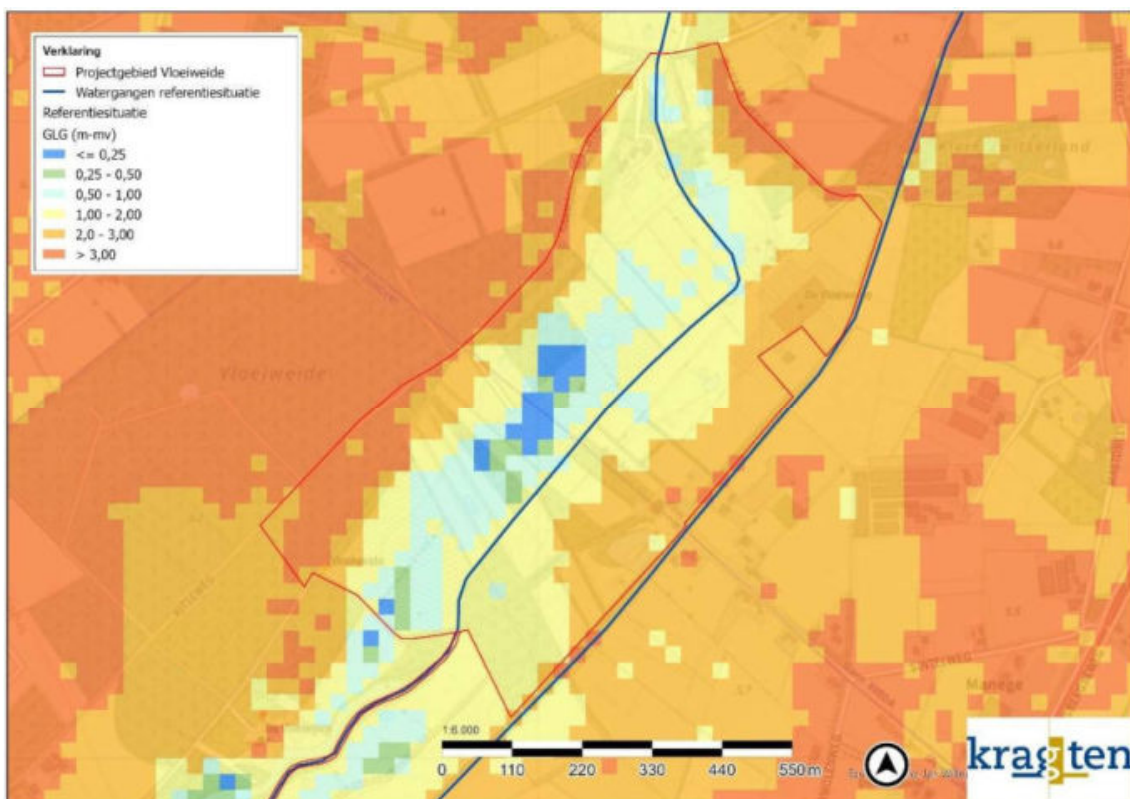
De GLG varieert volgens B-WARE tussen de 80 en 125 cm onder maaiveld. De berekende GLG varieert tussen 50 en 100 cm beneden maaiveld. De GLG wordt daarmee redelijk benaderd, maar de GLG-situatie is in het model wat natter dan volgens B-Ware.



Afbeelding 20 Grondwaterstanden in het plangebied volgens B-ware (blauwe cijfers = GHG in cm-mv, rode cijfers = GLG in cm-mv)



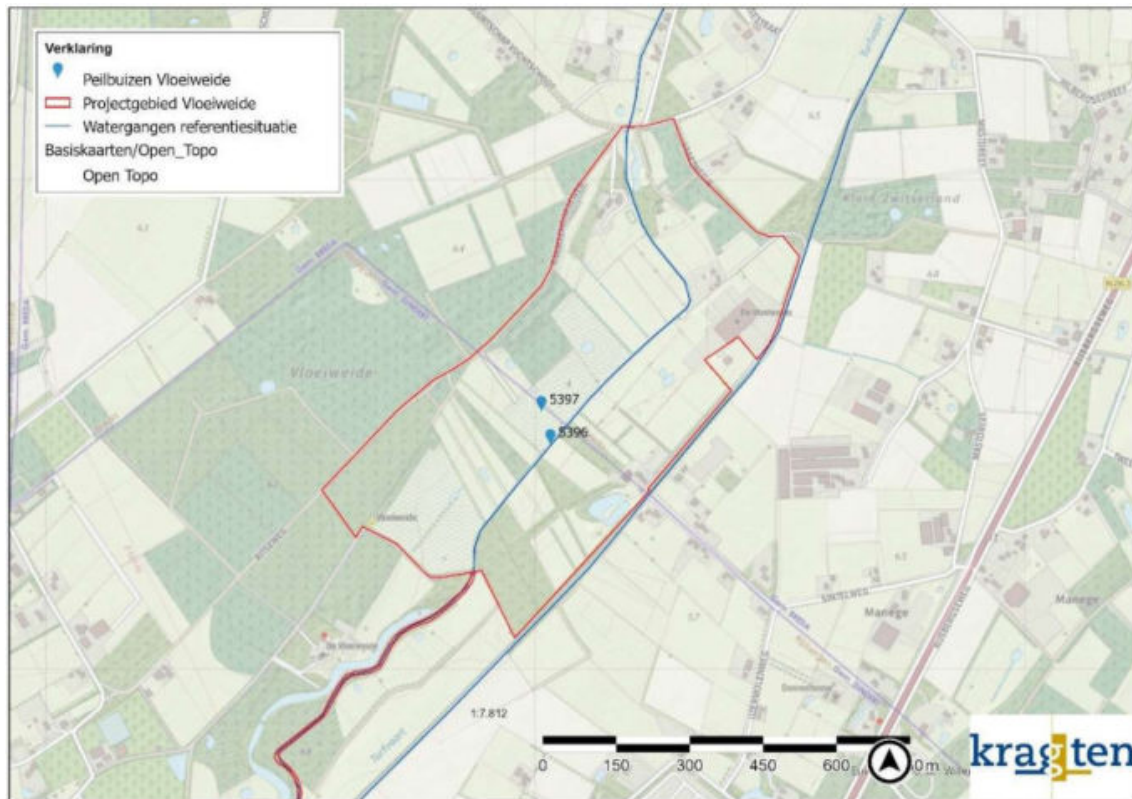
Afbeelding 21 Gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG) in de referentiesituatie ingezoomd op het plangebied



Afbeelding 22 Gemiddelde hoogste grondwaterstand (GLG) in de referentiesituatie ingezoomd op het plangebied

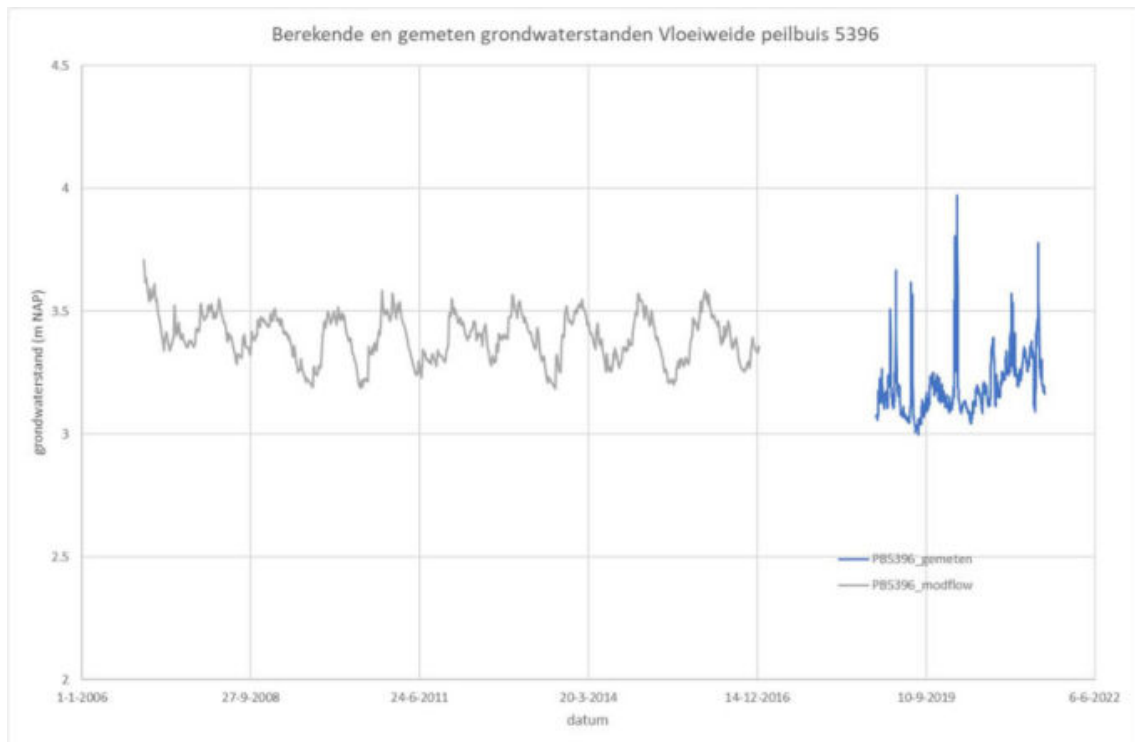
4.3 Vergelijking met gemeten grondwaterstanden

De berekende grondwaterstanden zijn ook vergeleken met de peilbuizen 5396 en 5397 van Waterschap Brabantse Delta in het projectgebied. Op Afbeelding 23 is de locatie van deze peilbuizen weergegeven.



Afbeelding 23 Peilbuizen Vloeiweide Brabantse Delta

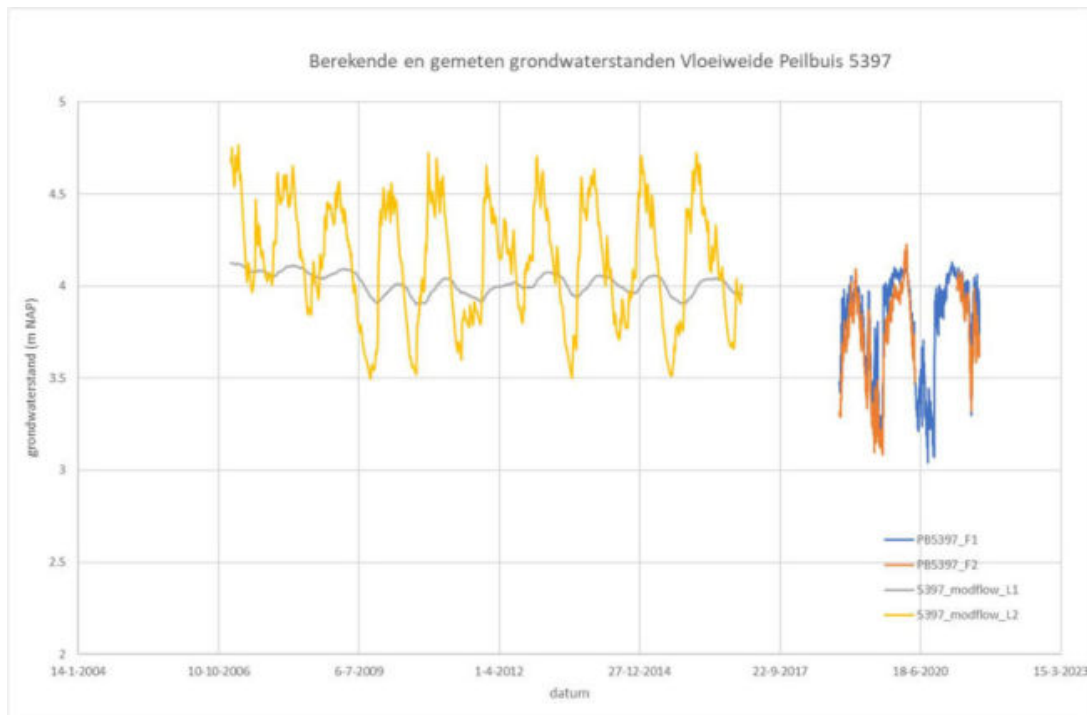
In onderstaande afbeelding is de meetreeks en berekende grondwaterstand van peilbuis 5396 opgenomen. Opgemerkt moet worden dat de grondwaterstandsmeting is aangevangen in november 2018, na een zeer droge zomer, met dalende grondwaterstanden tot in november en december. Ook in 2019 zijn lage grondwaterstanden opgetreden. In 2021 is een stijging zichtbaar. De grondwaterstanden worden elk uur gemeten. In de grafiek is één waarde per dag opgenomen (metingen om 0.00 uur).



Afbeelding 24 Berekende en gemeten grondwaterstanden peilbuis 5396

De berekende grondwaterstanden over de modelperiode 2007-2016 komen wat betreft ordegrootte goed overeen met de metingen. Dit komt overeen met wat blijkt uit de vergelijking met de bevindingen van B-VARE. Het gemiddelde ligt boven de metingen in de (deels droge) jaren 2018 - 2021. De grondwaterstandsfluctuaties in het model zijn minder sterk dan in de metingen. Dit kan te maken hebben met het interval waar het model mee rekt, dit is namelijk 5 dagen. Effect van kortdurende piekneerslagen, worden uitgesmeerd over 5 dagen, waardoor kortdurende hoge grondwaterstanden (zoals de gemeten grondwaterstanden laten zien) niet worden berekend.

Afbeelding 25 laat de grondwaterstanden in peilbuis 5397 zien. Gemiddeld zijn de berekende grondwaterstanden bij peilbuis 5397 hoger dan de metingen over de (droge) periode 2018 - 2021 laten zien. Peilbuis 5397 heeft 2 filters. De grondwaterstanden in de 2 filters laten weinig verschil zien. In deze grafiek is ter vergelijking ook de grondwaterstand zoals deze in modellaag 2 berekend wordt opgenomen. Hieraan is te zien dat de dynamiek in laag 2 groter is dan in laag 1. Dit komt doordat laag 1 in contact staat met het oppervlaktewater en neerslag, grondwater in laag 1 fluctueert daarom sterker dan in laag 2. De absolute waarden (NAP-hoogtes) van de hoge grondwaterstanden passen het best bij de gemeten hoge grondwaterstanden. De laagste grondwaterstanden ten opzichte van NAP vallen in het model echter hoger uit dan volgens de metingen het geval zou moeten zijn.



Afbeelding 25 Berekende en gemeten grondwaterstanden peilbuis 5397

4.4 Conclusie validatie

Uit de vergelijking van de modelresultaten met de andere waarnemingen blijkt dat de modelresultaten qua orde grootte plausibel zijn. De dynamiek van het grondwater wordt redelijk benaderd door het model.

Het variëren van het oppervlaktewaterpeil gedurende het kalenderjaar is in elk geval een realistisch scenario waarmee in absolute zin de meest betrouwbare resultaten worden berekend. Referentiesituatie 2 is daarom het meest geschikt voor de berekening van de effecten op de grondwaterstanden.

De GHG en GLG in de beekdalen en directe omgeving (daar waar de effecten van het DO optreden) worden redelijk benaderd door het model, waarbij het opvallend is dat het model, wat betreft de GHG tussen de waarden van Alterra en B-ware uitkomt. De GHG uit het model ligt ongeveer 25 cm hoger dan de GHG die uit het onderzoek van B-WARE naar voren komt. Dit heeft ook gevolgen voor de verwerking van de GHG in de Waterwijzer, waardoor voor de huidige situatie een iets hogere score dan daadwerkelijk het geval is wordt berekend.

Op de drogere delen, met aanmerkelijk diepere grondwaterstanden, zijn de afwijkingen tussen berekende en gemeten GHG en GLG groter. Hier treden echter geen veranderingen van GHG en GLG op ten opzichte van de huidige situatie door het DO. Wat betreft afgeleide effecten treden hier geen veranderingen op ten opzichte van de referentiesituatie. Het model biedt daarom een gedegen inzicht in de effecten van het DO op de grondwaterstanden.

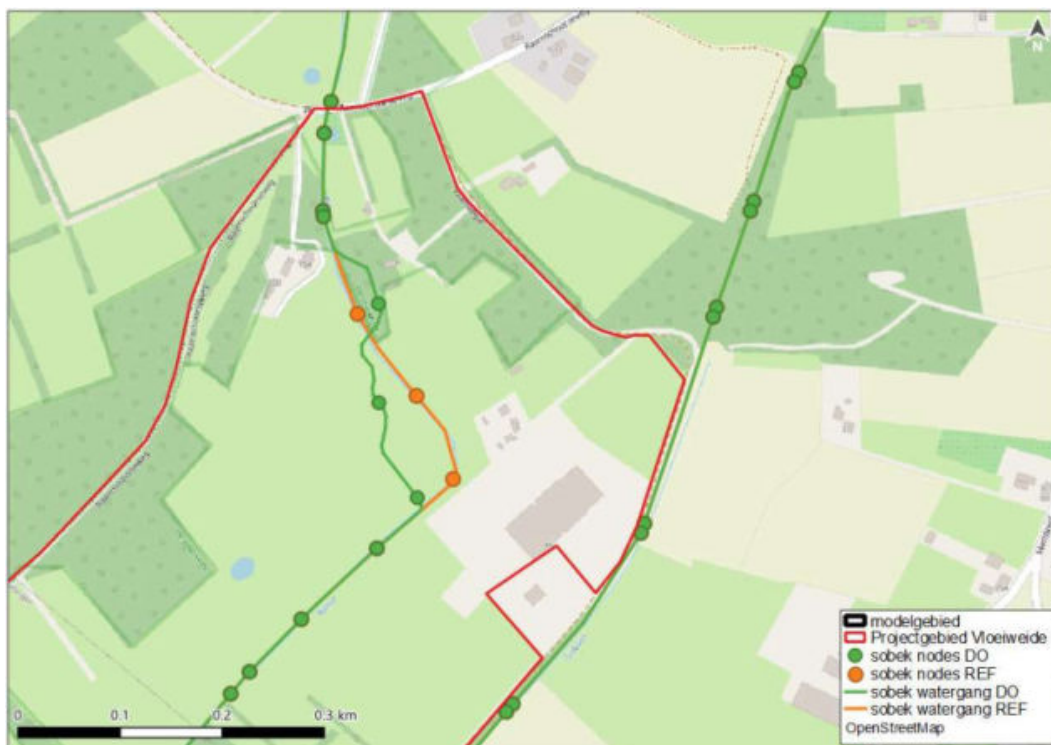
5 DEFINITIEF ONTWERP

5.1 Aanpassingen invoer

Het VO zoals beschreven in hoofdstuk 5 is op enkele punten aangepast waarna het DO is ontstaan. Voor het grondwatermodel relevante aanpassingen hebben met name betrekking op de oppervlaktewaterpeilen. Een gedetailleerde beschrijving is opgenomen in het rapport over het DO met kenmerk 220117-WBDO40-RAP-Hydrologisch onderzoek Vloeiweide-D1 van Kragten d.d. 17-01-2022. De gewijzigde oppervlaktewaterpeilen zijn toegepast op het grondwatermodel. De volgende peilen zijn in het grondwatermodel geïmporteerd:

- Zomerwaterstand per 1 mei
- Winterwaterstand per 1 oktober
- Voorjaarswaterstand per 1 april

In onderstaande afbeelding is de ligging van de rekenpunten voor de referentiesituatie aangegeven, evenals de nieuwe ligging van deze rekenpunten voor het DO. Duidelijk is de gewijzigde ligging van de waterloop zichtbaar.



Afbeelding 26 Ligging rekenpunten SOBEK voor het referentiemodel en voor het Definitieve Ontwerp (gewijzigde ligging waterloop)

De volgende afbeeldingen tonen het verschil in de berekende oppervlaktewaterpeilen op basis van het oppervlaktewatermodel (SOBEK) van het DO ten opzichte van de referentiesituatie voor de drie verschillende oppervlaktewaterpeilsituaties: voorjaar, zomer en winter.

In het voorjaar is het waterpeil in de Bijloop bij het DO hoger dan bij de referentiesituatie, daar waar de Bijloop parallel loopt aan de Turfvaart (blauwe cirkels op Afbeelding 27). In de Aftakking Bijloop is het peil voor het DO in het westelijk deel hoger en verder naar het oosten lager (oranje en rode cirkels op Afbeelding 27). Voor de waterlopen met groene cirkels zijn er geen of nauwelijks verschillen tussen de referentiesituatie en het DO.



Afbeelding 27 Peilaanpassing waterlopen op basis van de SOBEK-modellering in voorjaar

In de zomer (Afbeelding 28) is het peil in het projectgebied en iets stroomopwaarts hoger dan in de zomer-referentiesituatie. In de Aftakking Bijloop en de Bijloop net stroomopwaarts van verdeelwerk Hellegat is het peil voor het DO lager.



Afbeelding 28 Peilaanpassing waterlopen op basis van de SOBEK-modellering in zomer

In de winter (Afbeelding 29) is het waterpeil in de Bijloop bij het DO hoger dan bij de winter-referentiesituatie, daar waar de Bijloop parallel loopt aan de Turfvaart. Alleen net stroomopwaarts van verdeelwerk Hellegat en in de Aftakking Bijloop is het peil voor het DO in het westelijk lager. Nog verder stroomopwaarts in de Bijloop is het peil weer hoger.



Afbeelding 29 Peilaanpassing waterlopen op basis van de SOBEK-modellering in winter

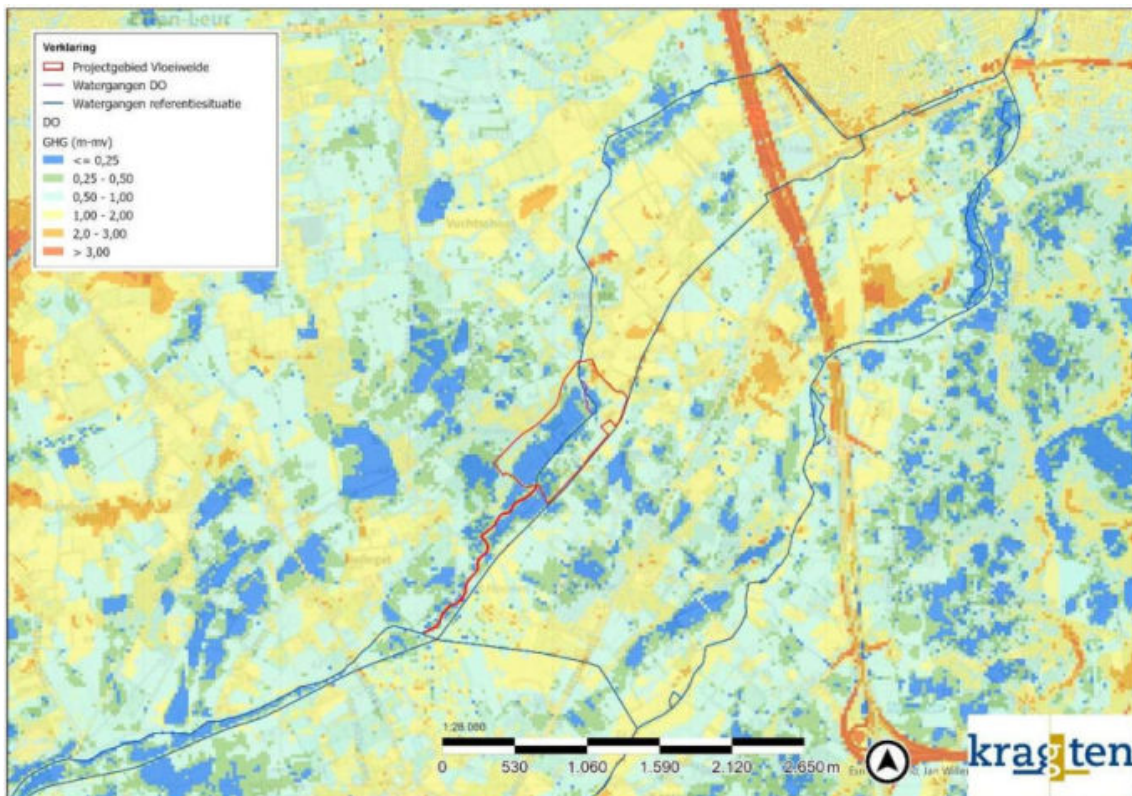
Het grondwatermodel is met deze nieuwe peilen doorerekend waarna de nieuwe grondwaterstanden zijn vergeleken met het referentiemodel.

5.2 Resultaten

Onderstaand zijn de effecten van het DO op de grondwaterstanden beschreven aan de hand van de bijbehorende afbeeldingen. Deze afbeelding zijn op groot formaat opgenomen in Bijlage 2.

Grondwaterstanden

Afbeelding 30 toont de ontwateringsdiepte bij de GHG voor de DO-situatie. Afbeelding 31 toont het verschil ten opzichte van de referentiesituatie. Te zien is dat de freatische grondwaterstanden rondom de Bijloop nabij het projectgebied stijgen en rondom de Aftakking Bijloop dalen (tot maximaal 0,25 m). Bij de stuw stroomopwaarts van het plangebied is een stijging van de grondwaterstanden te zien van meer dan 0,50 m. In het projectgebied is een stijging te zien van de GHG's van iets meer dan 0,25 m.

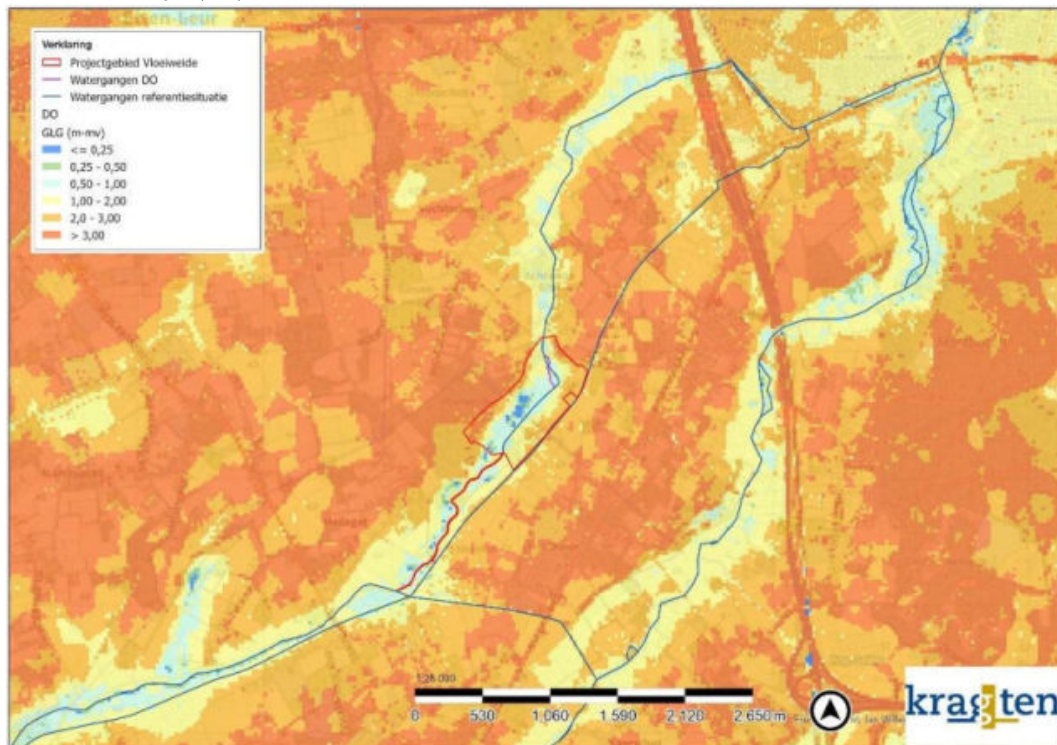


Afbeelding 30 Gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) in de DO-situatie

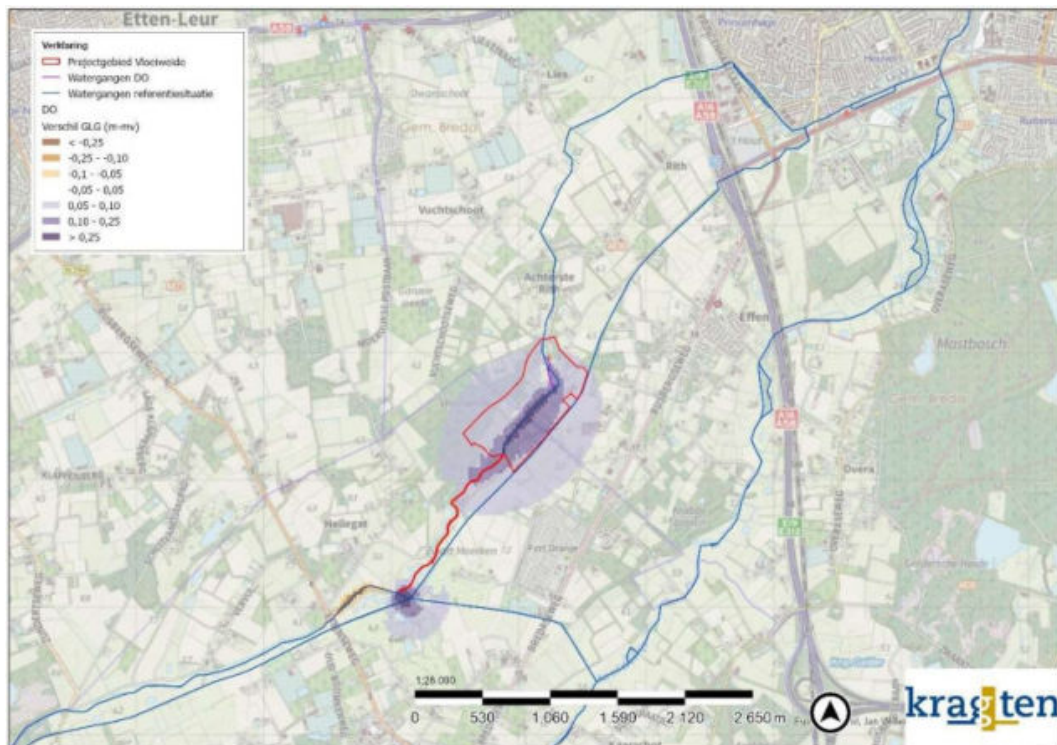


Afbeelding 31 Verschi in gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) in de DO-situatie ten opzichte van de referentiesituatie

Afbeelding 32 toont de ontwateringsdiepte bij de GLG voor de DO-situatie. Afbeelding 33 toont het verschil ten opzichte van de referentiesituatie in een detailkaart. Te zien is dat het effect vergelijkbaar is met de GHG-verschillen, maar dan een wat grotere stijging van de grondwaterstanden rondom het projectgebied en de bovenstroomse stuw (meer uitstralingseffect) en geen daling van de freatische grondwaterstanden bovenstrooms van de Aftakking Bijloop.

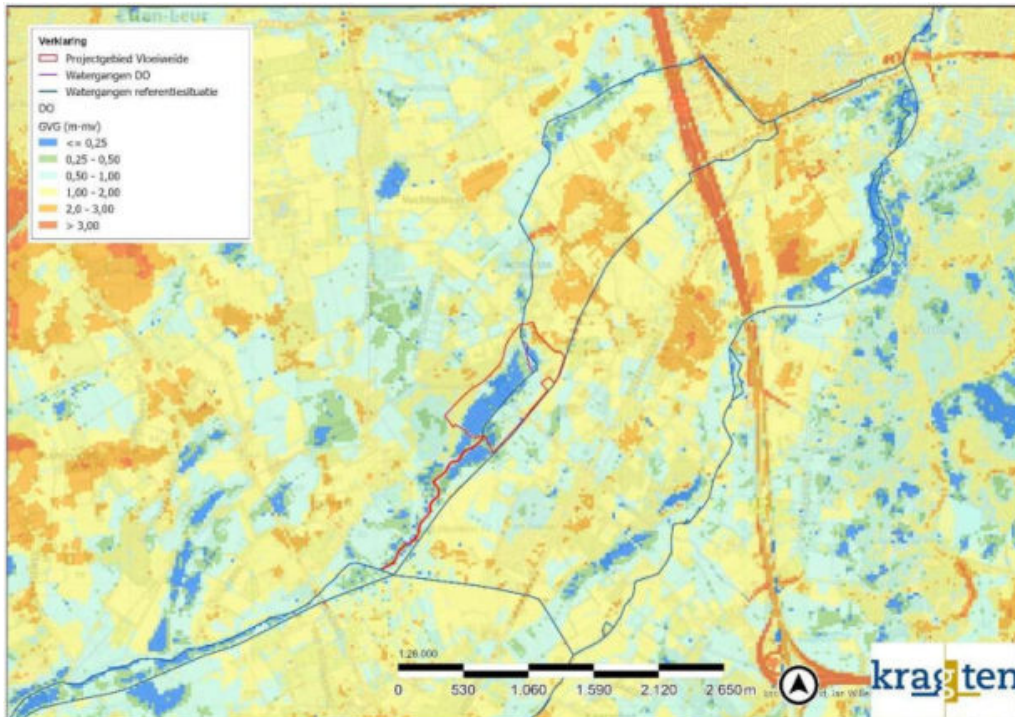


Afbeelding 32 Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) in de DO-situatie

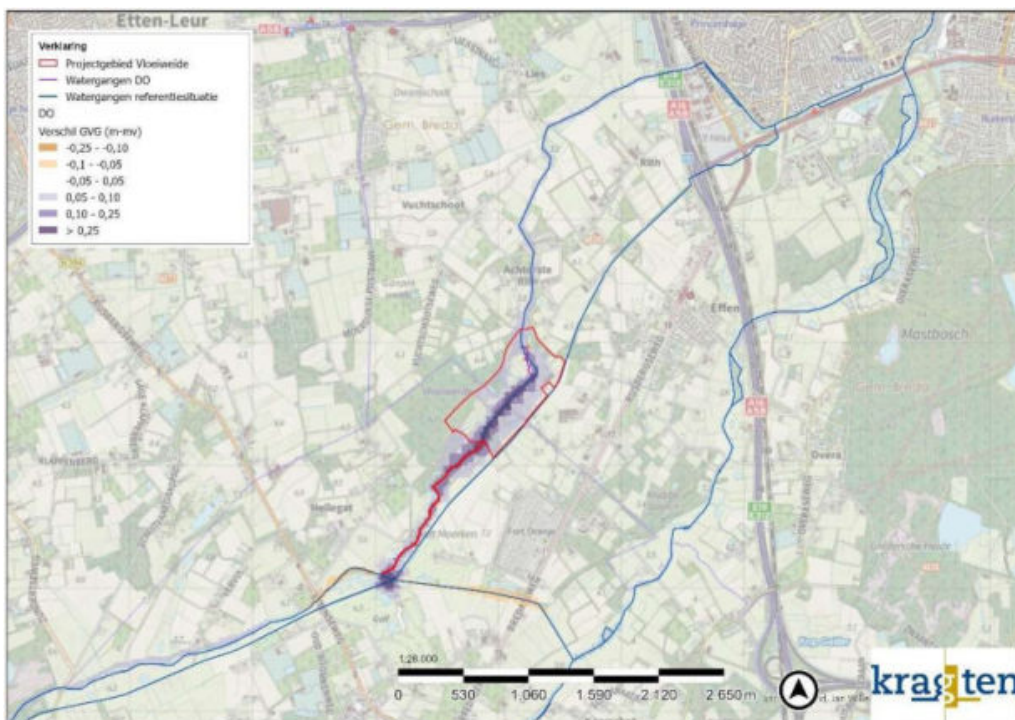


Afbeelding 33 Verskil in gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) in de DO-situatie ten opzichte van de referentiesituatie

Afbeelding 34 toont de ontwateringsdiepte bij de GVG voor de DO-situatie. Afbeelding 35 toont het verschil ten opzichte van de referentiesituatie. Te zien is dat het effect vergelijkbaar is met de GHG-verschillen: een stijging van de freatische grondwaterstanden rondom de Bijloop nabij het projectgebied en een daling rondom de Aftakking Bijloop. Bij de stuw stroomopwaarts van het plangebied is een stijging van de grondwaterstanden te zien.

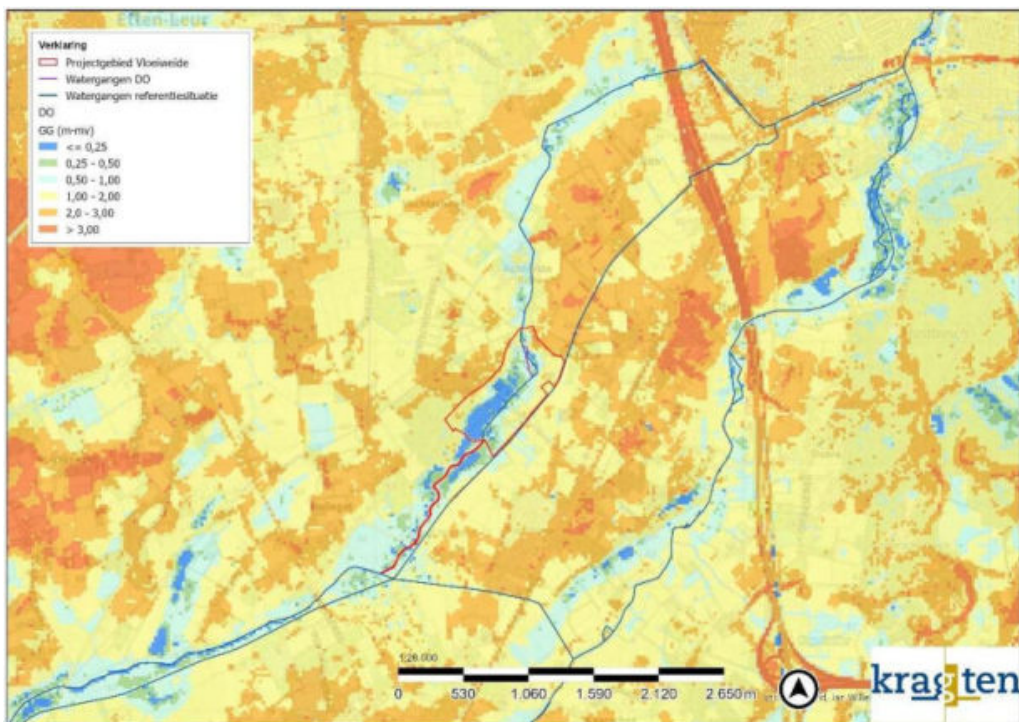


Afbeelding 34 Gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) in de DO-situatie

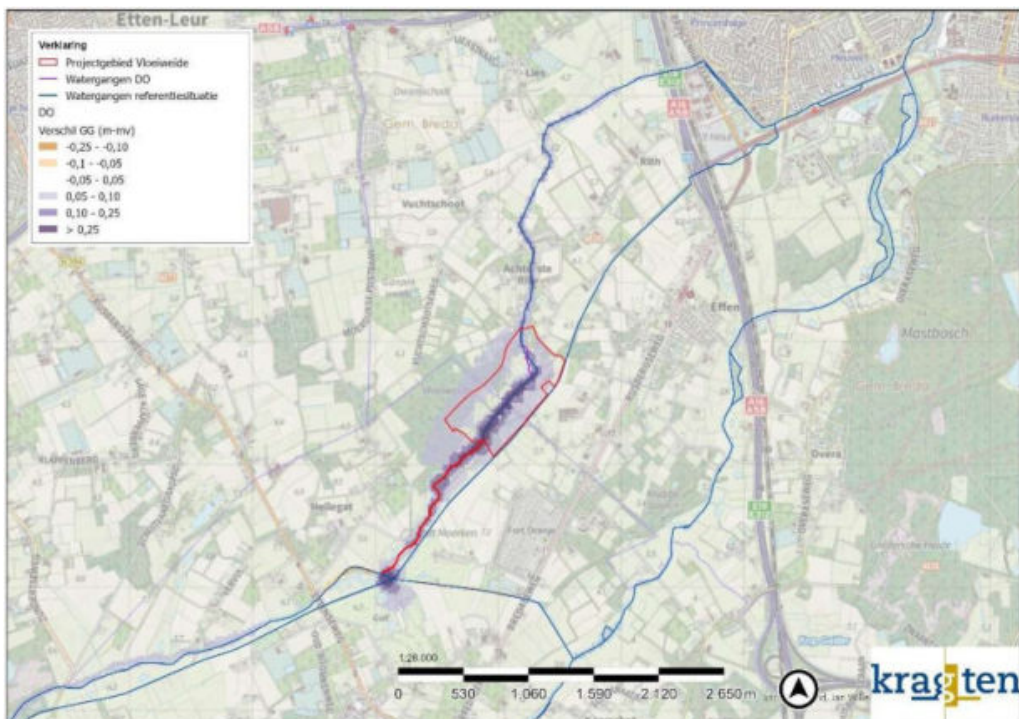


Afbeelding 35 Verskil in gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) in de DO-situatie ten opzichte van de referentiesituatie

Afbeelding 36 toont de ontwateringsdiepte bij de GG voor de DO-situatie. Afbeelding 37 toont het verschil ten opzichte van de referentiesituatie. Te zien is dat het effect vergelijkbaar is met de berekende verschillen voor de GHG-situatie. Dit betekent dus een stijging van de grondwaterstanden rondom de Bijloop nabij het projectgebied en de bovenstroomse stuw en een daling van de grondwaterstanden rondom de Aftakking Bijloop.



Afbeelding 36 Gemiddelde grondwaterstand (GG) in de DO-situatie



Afbeelding 37 Verskil in gemiddelde grondwaterstand (GG) in de DO-situatie ten opzichte van de referentiesituatie

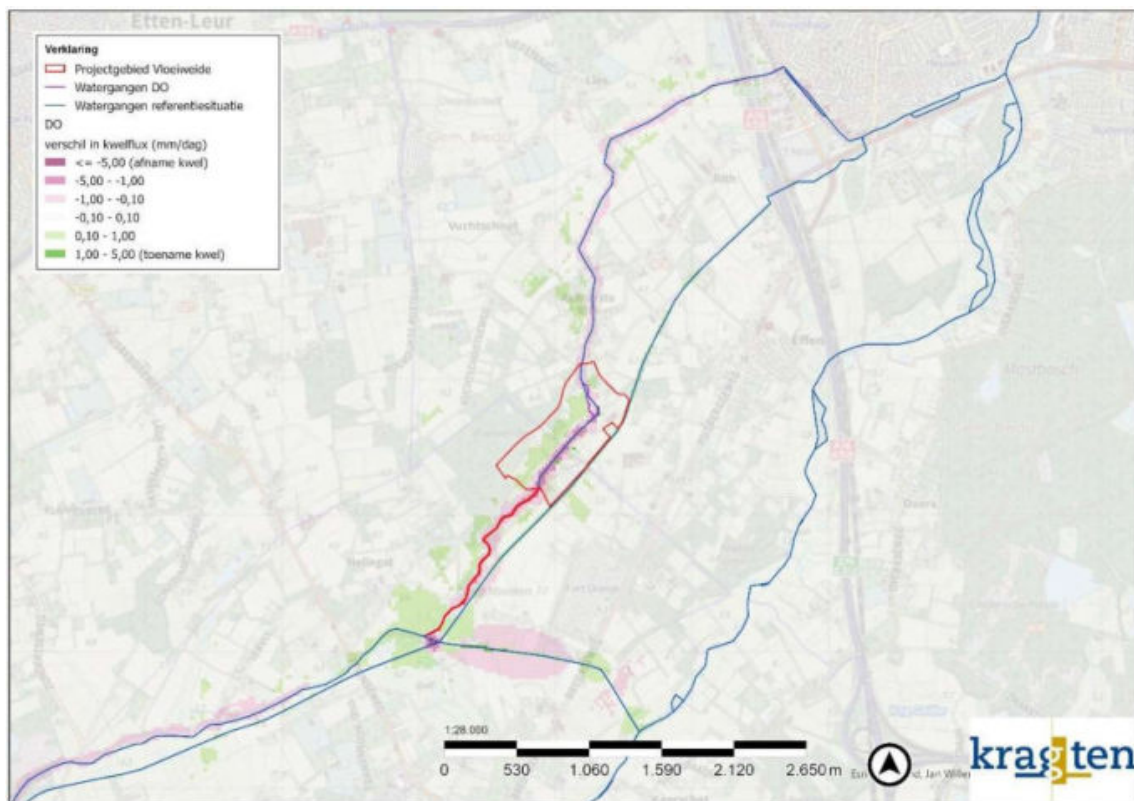
Kwelflux

De kwel is gedefinieerd als de grondwaterstroming tussen modellaag 1 en 2. Dit betreft het ondiepe watervoerende pakket en geeft daarom hoofdzakelijk de lokale kwel weer. Een negatieve waarde (groene kleuren) duiden op kwel en positieve waarden (roze kleuren) duiden op infiltratie. Afbeelding 38 toont de kwelflux bij de DO-situatie. Duidelijk is de kwel in het beekdal binnen het projectgebied te zien, met een ordegrootte van 1 tot 5 mm/d.

Afbeelding 39 toont het verschil in kwel en infiltratie ten opzichte van de referentiesituatie in een detailkaart. Duidelijk is te zien dat bij peilverhoging (rondom projectgebied) de kwel in de waterloop afneemt (roze), terwijl op enige afstand van de waterloop de kwel toeneemt (groene tinten). Bij peilverlaging (rondom de Aftakking Bijloop) neemt de kwel juist toe. Dit komt doordat een lagere waterstand een groter drainerend effect heeft op de omliggende grondwaterstanden.



Afbeelding 38 Kwelflux in de VO-situatie, negatieve waarden (groen) is kwel en positieve waarden (roze) infiltratie



Afbeelding 39 Verschil kwelflux VO ten opzichte van de referentiesituatie

6 CONCLUSIE

Met behulp van het Brabant-model is de referentiesituatie en het Definitief Ontwerp doorgerekend, waarbij SOBEK-peilen voor winter, voorjaar en zomer zijn ingevoerd. Het DO bestaat uit peilaanpassingen in de Bijloop, en een omlegging van een deel van de Bijloop binnen het projectgebied. Het waterpeil in de Bijloop is bij het DO hoger dan bij de referentiesituatie, daar waar de Bijloop parallel loopt aan de Turfvaart. Bij de Aftakking Bijloop is het peil voor het DO lager.

Op basis van een uitsnede uit het Brabant-model is het effect van het DO doorgerekend en is het verschil met de huidige referentiesituatie in beeld gebracht. De DO-ingrepen hebben lokaal effect op grondwaterstanden en kwel.

Gevolgen voor de GxG's en kwel

De freatische GHG's rondom de Bijloop nabij het projectgebied en bovenstroomse stuw stijgen als gevolg van de ingrepen met maximaal 0,50 m. Rondom de Aftakking Bijloop daalt de GHG, met maximaal 0,25 m.

Het effect op de GLG is vergelijkbaar met het effect op de GHG, maar dan met een wat grotere stijging van de grondwaterstanden binnen en rondom het projectgebied (meer uitstralingseffect) en een mindere daling van de freatische grondwaterstanden bovenstrooms van de Aftakking Bijloop.

De effecten van de DO-ingreep op de GVG is vergelijkbaar met de GHG-verschillen.

Ten aanzien van de kwel kan worden geconcludeerd dat binnen het projectgebied de kwel naar de waterloop toe afneemt. Dit komt door de peilverhoging als onderdeel van het DO. Bij de peilverlaging (rondom de Aftakking Bijloop) neemt de kwel toe, doordat een lagere waterstand een groter drainerend effect heeft op het omliggend grondwater.

Nauwkeurigheid van het model

De berekende grondwaterstanden nabij het beekdal zijn vergeleken met metingen (in de droge periode 2018 - 2019), waarbij de berekende grondwaterstanden gedurende de modelperiode 2006 - 2016 wat hoger zijn dan de metingen. De dynamiek van het grondwater wordt redelijk benaderd door het model. De GHG en GLG in de beekdalen en directe omgeving (daar waar de effecten van het DO optreden) worden redelijk benaderd door het model, waarbij het opvallend is dat het model, wat betreft de GHG tussen de waarden van Alterra en B-ware uitkomt.

Op de drogere delen, met aanmerkelijk diepere grondwaterstanden, zijn de afwijkingen tussen berekende en gemeten GHG en GLG groter. Hier treden echter geen veranderingen van GHG en GLG op ten opzichte van de huidige situatie door het DO. Wat betreft afgeleide effecten treden hier geen veranderingen op ten opzichte van de referentiesituatie. Het model biedt daarom een gedegen inzicht in de effecten van het DO op de grondwaterstanden.

Afgeleide effecten en mitigerende maatregelen

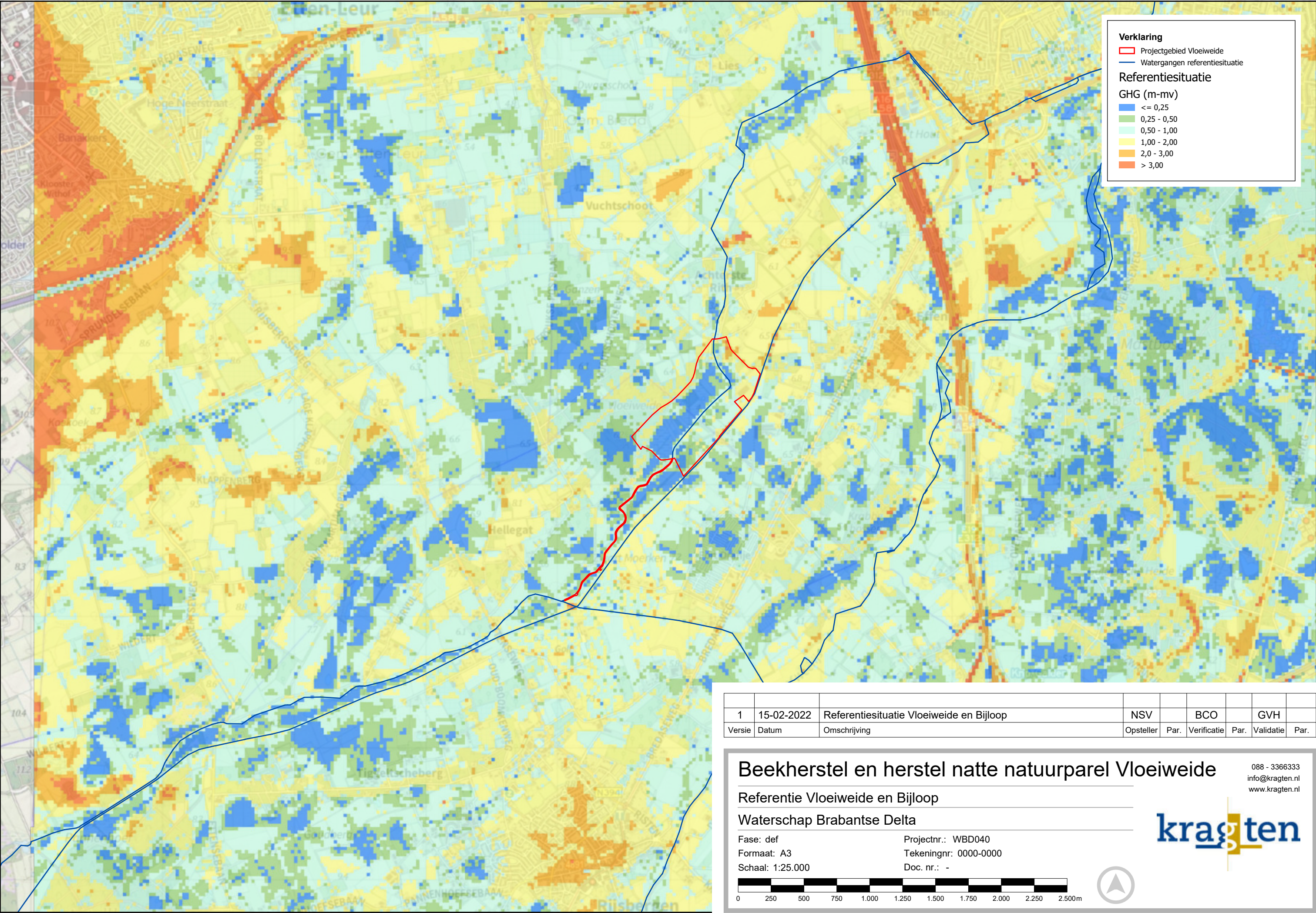
Welke effecten de gewijzigde grondwaterstanden voor de projectdoelstellingen hebben en welke mitigerende maatregelen noodzakelijk zijn wordt verder beschreven met behulp van de Waterwijzer. Hiervoor verwijzen we naar de notitie 220117-WBD040-TOE-Vloeiweide Waterwijzers Landbouw en Natuur-D4 van Kragten d.d. 17-01-2022.

7 REFERENTIES

1. Kragten, Rapportages beekherstel en herstel van de natte natuurparel Vloeiweide Breda.
2. Royal HaskoningDHV (6 februari 2019). Update Hydrologische Gereedschapskist Noord-Brabant. BF3823WATRP1902061020WM.
3. Stowa, 2010, 41: Grondwaterregime op basis van karteerbare kenmerken, ISBN 978.90.5773.501.1, Alterra, in opdracht van STOWA
4. Peilbuisgegevens van Waterschap Brabantse Delta
5. Bodem- en hydrochemisch onderzoek natte natuurparel Vloeiweide, B-Ware, d.d. 12-02-2021

BIJLAGEN

B1 GRONDWATERSTANDEN REFERENTIESITUATIE



Verklaring

Projectgebied Vloeiweide

Watergangen referentiesituatie

Referentiesituatie

GHG (m-mv)

<= 0,25

0,25 - 0,50

0,50 - 1,00

1,00 - 2,00

2,0 - 3,00

> 3,00

1	15-02-2022	Referentiesituatie Vloeiweide en Bijloop	NSV		BCO		GVH	
Versie	Datum	Omschrijving	Opsteller	Par.	Verificatie	Par.	Validatie	Par.

Beekherstel en herstel natte natuurgebied Vloeiweide

088 - 3366333
info@kragten.nl
www.kragten.nl

Referentie Vloeiweide en Bijloop

Waterschap Brabantse Delta

Fase: def

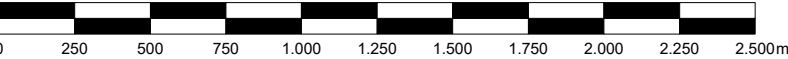
Formaat: A3

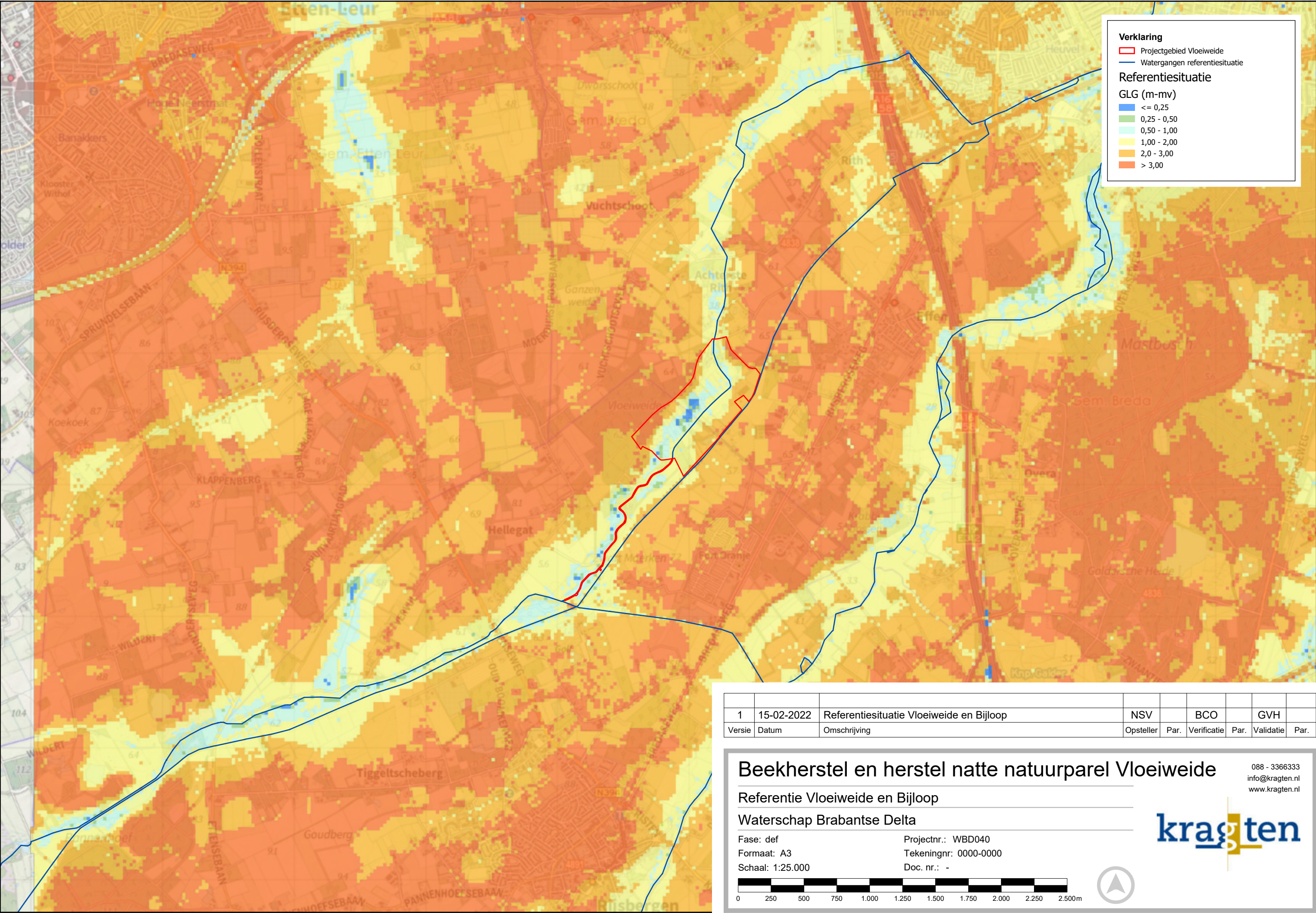
Schaal: 1:25.000

Projectnr.: WBD040

Tekeningnr: 0000-0000

Doc. nr.: -





1	15-02-2022	Referentiesituatie Vloeiweide en Bijloop	NSV		BCO		GVH	
Versie	Datum	Omschrijving	Opsteller	Par.	Verificatie	Par.	Validatie	Par.

Beekherstel en herstel natte natuurschap Vloeiweide

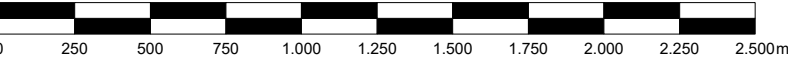
088 - 3366333
info@kragten.nl
www.kragten.nl

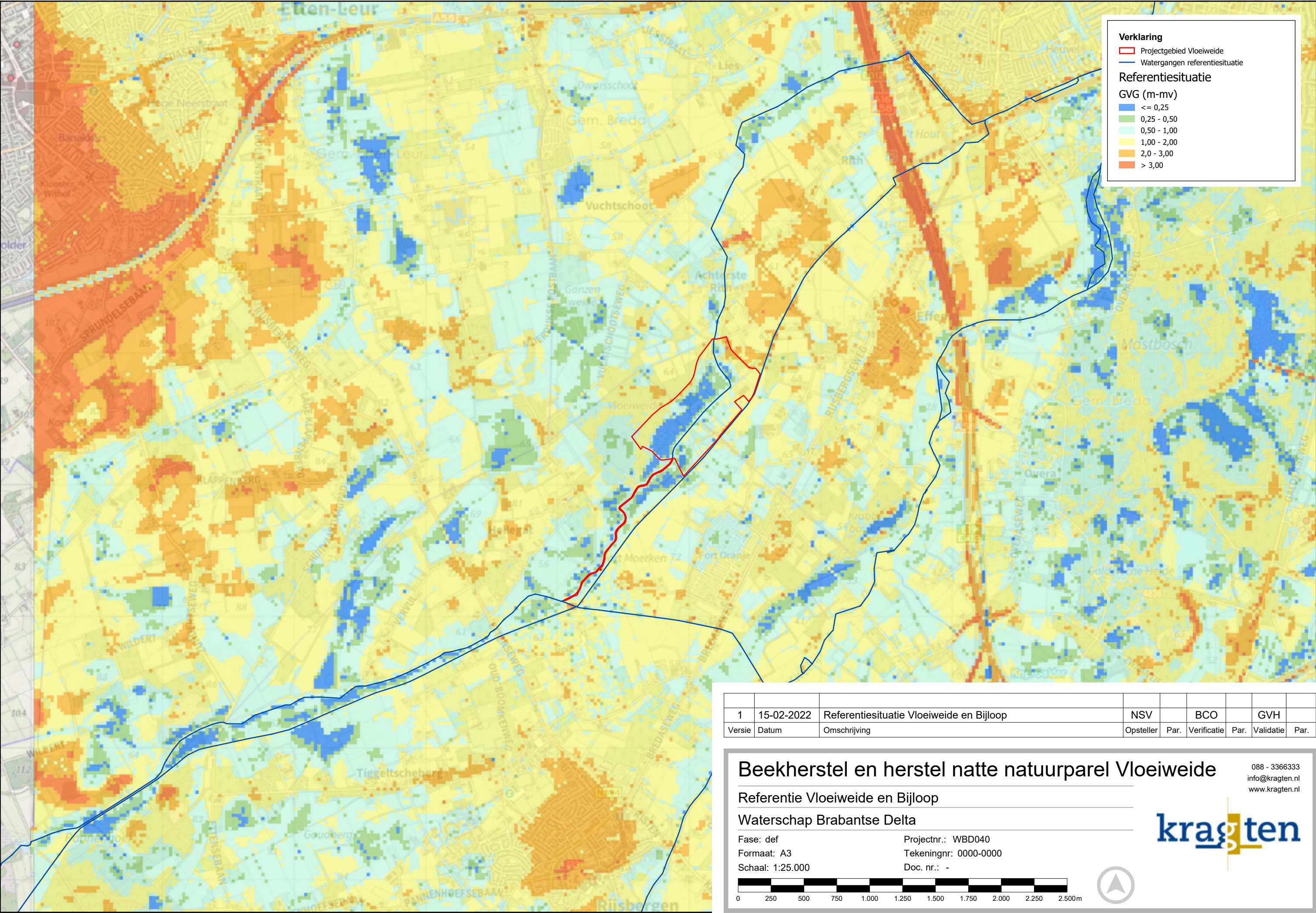
Referentie Vloeiweide en Bijloop

Waterschap Brabantse Delta

Fase: def
Formaat: A3
Schaal: 1:25.000

Projectnr.: WBD040
Tekeningnr: 0000-0000
Doc. nr.: -





1	15-02-2022	Referentiesituatie Vloeiweide en Bijloop	NSV		BCO		GVH	
Versie	Datum	Omschrijving	Opsteller	Par.	Verificatie	Par.	Validatie	Par.

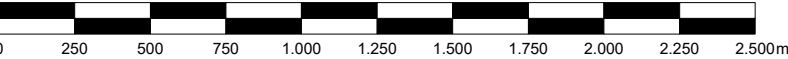
Beekherstel en herstel natte natuurschap Vloeiweide

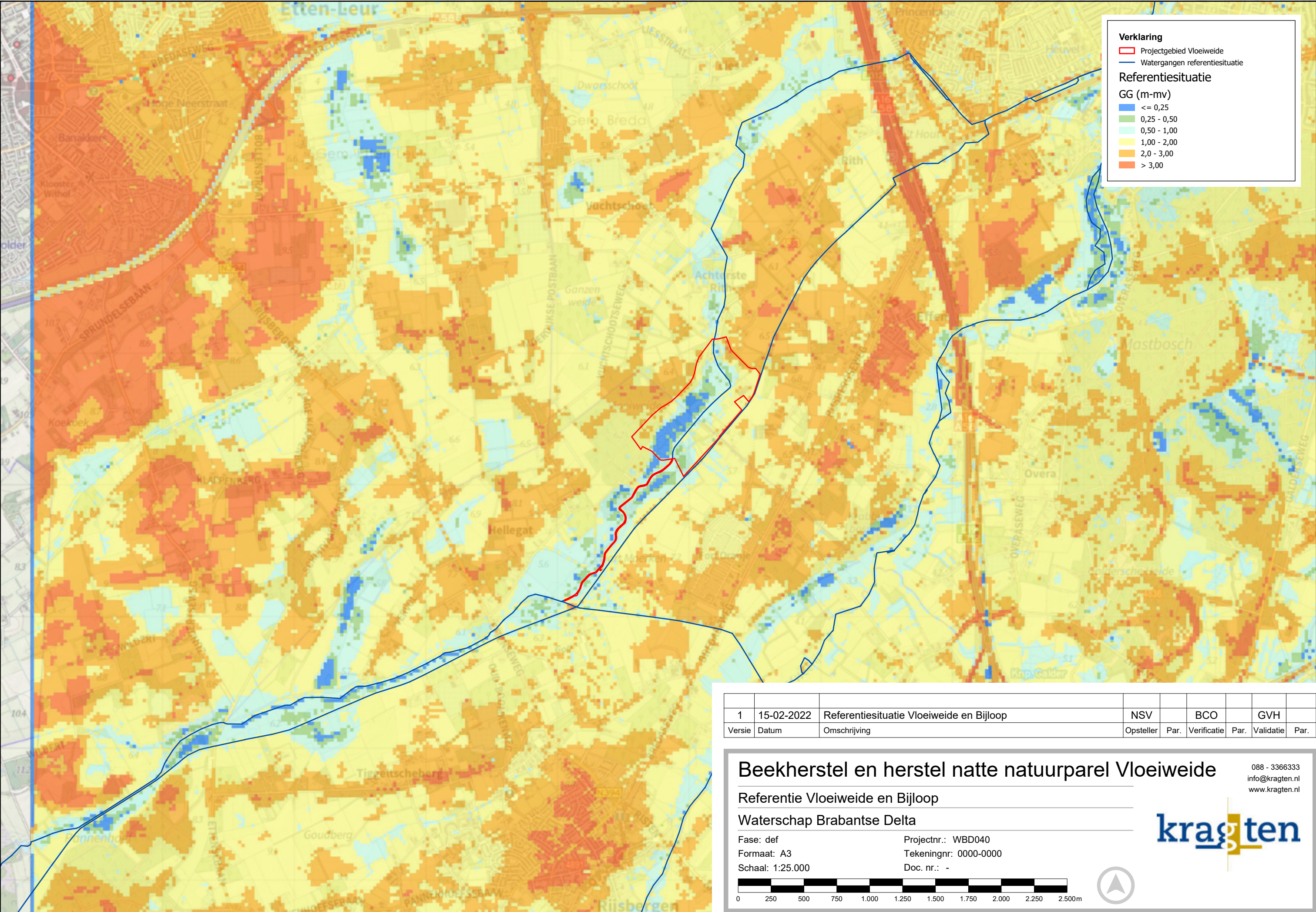
088 - 3366333
info@kragten.nl
www.kragten.nl

Referentie Vloeiweide en Bijloop

Waterschap Brabantse Delta

Fase: def
Formaat: A3
Schaal: 1:25.000
Projectnr.: WBD040
Tekeningnr: 0000-0000
Doc. nr.: -





1	15-02-2022	Referentiesituatie Vloeiweide en Bijloop	NSV		BCO		GVH	
Versie	Datum	Omschrijving	Opsteller	Par.	Verificatie	Par.	Validatie	Par.

Beekherstel en herstel natte natuurparel Vloeiweide

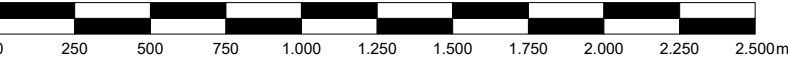
088 - 3366333
info@kragten.nl
www.kragten.nl

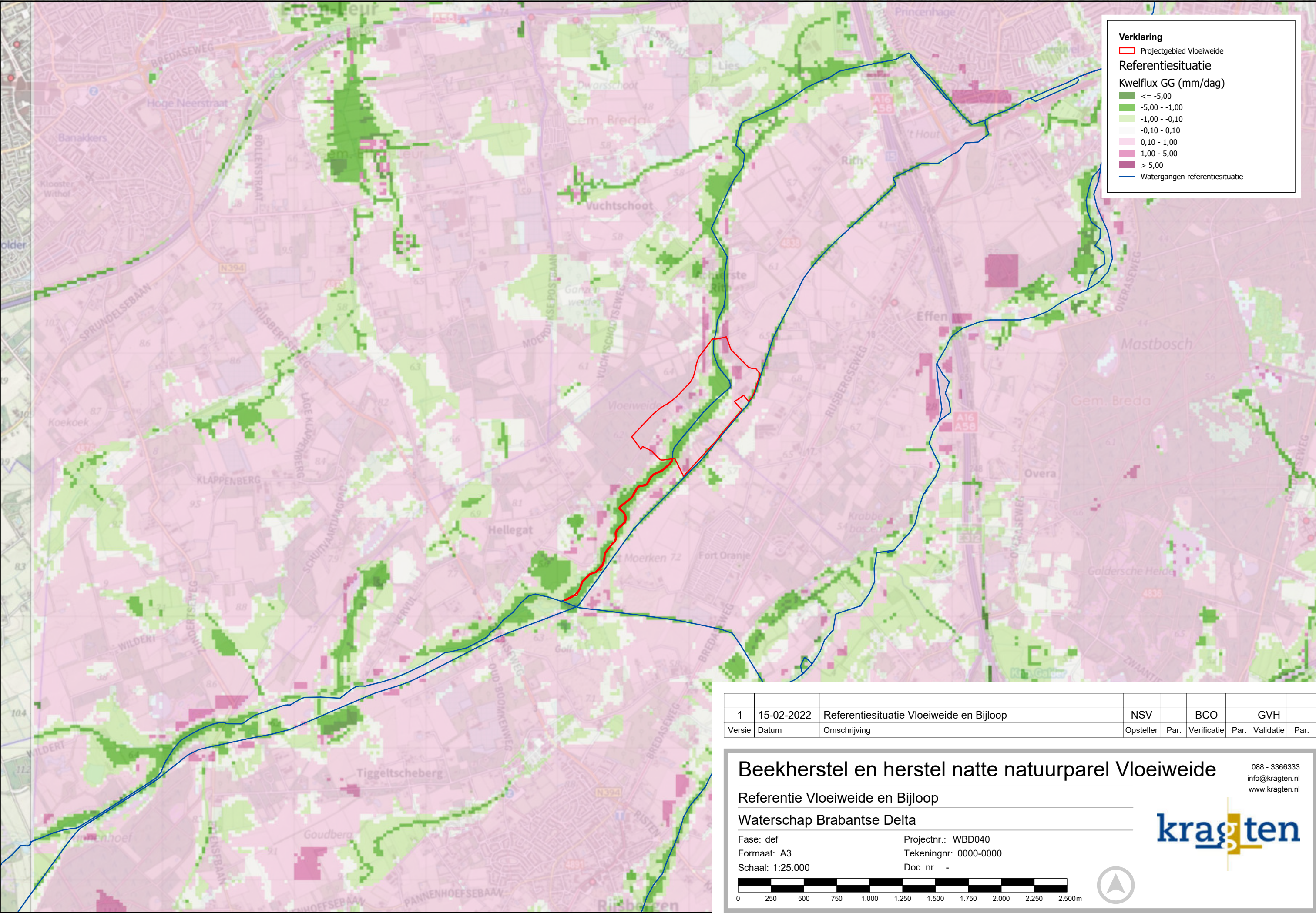
Referentie Vloeiweide en Bijloop

Waterschap Brabantse Delta

Fase: def
Formaat: A3
Schaal: 1:25.000

Projectnr.: WBD040
Tekeningnr: 0000-0000
Doc. nr.: -





1	15-02-2022	Referentiesituatie Vloeiweide en Bijloop	NSV		BCO		GVH	
Versie	Datum	Omschrijving	Opsteller	Par.	Verificatie	Par.	Validatie	Par.

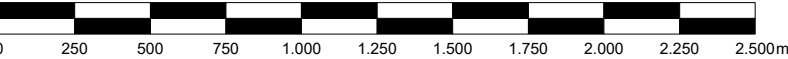
Beekherstel en herstel natte natuurgebied Vloeiweide

Referentie Vloeiweide en Bijloop

Waterschap Brabantse Delta

Fase: def
Formaat: A3
Schaal: 1:25.000

Projectnr.: WBD040
Tekeningnr: 0000-0000
Doc. nr.: -



088 - 3366333
info@kragten.nl
www.kragten.nl

B2 VOORLOPIG ONTWERP

B2.1 Aanpassingen invoer

Het VO bestaat onder andere uit peilaanpassingen in de Bijloop en een omlegging van een deel van de Bijloop binnen het projectgebied. Een uitgebreide toelichting van wat het VO inhoudt is opgenomen in de VO-notitie (220117-WBD040-RAP-Hydrologisch onderzoek Vloeiweide-D1).

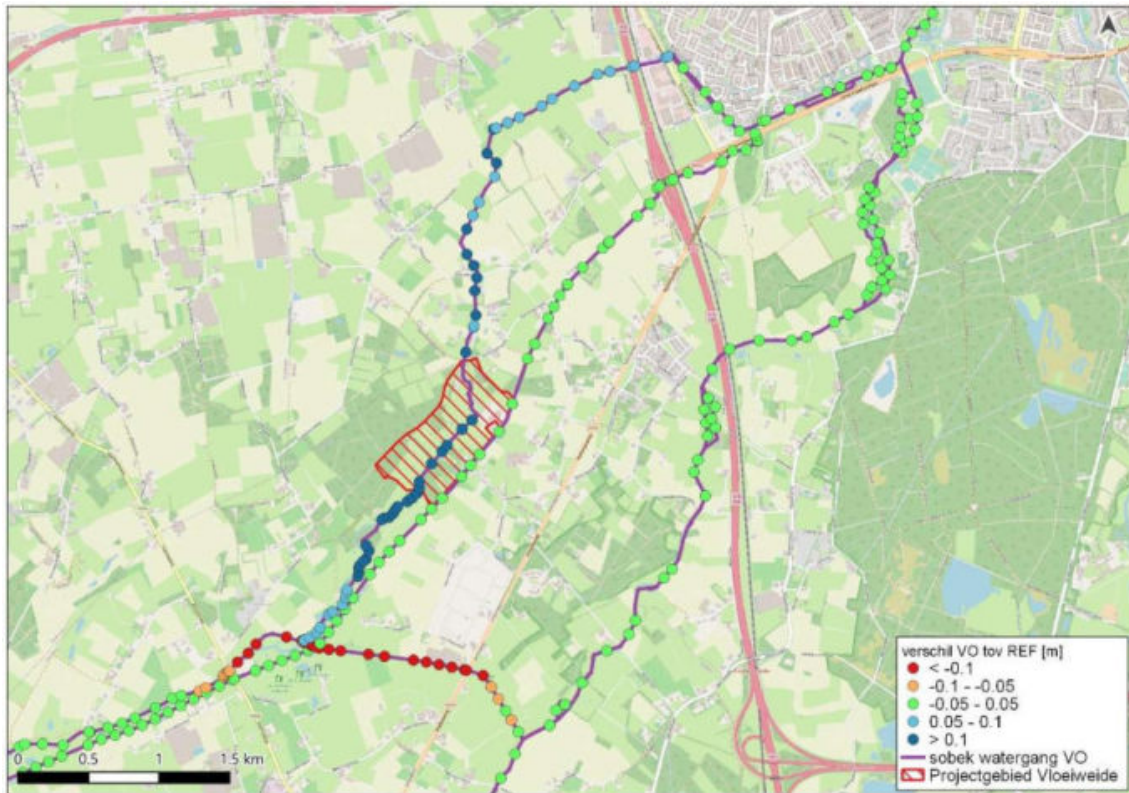
Het VO is doorerekend met het oppervlaktewatermodel SOBEK. Vervolgens zijn de peilaanpassingen en de aanpassing van de ligging van een waterloop zijn doorgevoerd in het grondwatermodel (MODFLOW). Het peil dat op de watergang wordt toegepast is de mediaan, vergelijkbaar met het winterpeil. In Afbeelding 40 is de ligging van de rekenpunten voor de referentiesituatie aangegeven, evenals de nieuwe ligging van deze rekenpunten voor het VO. Duidelijk is de gewijzigde ligging van de waterloop zichtbaar.



Afbeelding 40 Ligging rekenpunten SOBEK voor het referentiemodel en voor het Voorlopig Ontwerp (gewijzigde ligging waterloop)

Afbeelding 41 toont het verschil in de berekende oppervlaktewaterpeilen op basis van het oppervlaktewatermodel (SOBEK) van het VO ten opzichte van de referentiesituatie. Hierbij dient te worden opgemerkt dat de referentiesituatie het model is waarin alleen de mediaan is opgenomen (rekenslag 1, zoals beschreven in paragraaf 3.3).

Het waterpeil in de Bijloop is bij het VO hoger dan bij de referentiesituatie, daar waar de Bijloop parallel loopt aan de Turfvaart (blauwe cirkels op Afbeelding 41). Ter plaatse van de Aftakking Bijloop en bij het deel bovenstrooms van stuw Hellegat is het peil voor het VO lager (oranje en rode cirkels op Afbeelding 41). Voor de waterlopen met groene cirkels is er geen verschil tussen de referentiesituatie en het VO.

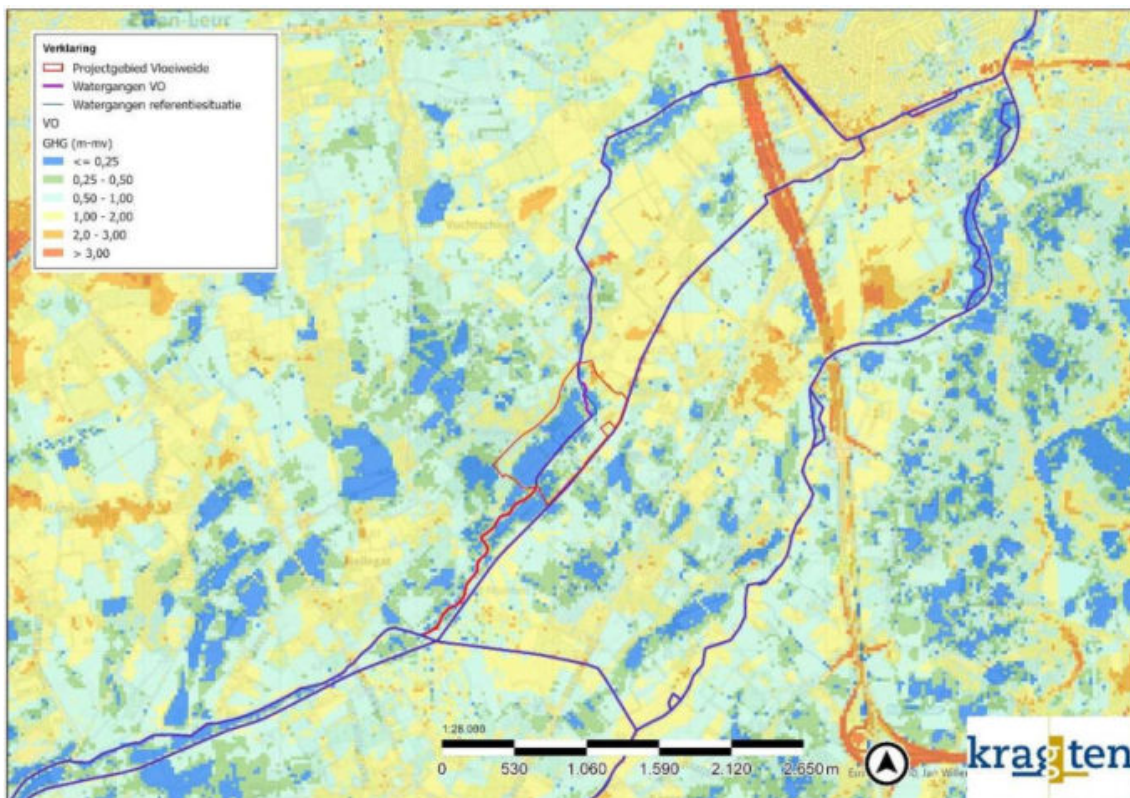


Afbeelding 41 Peilaanpassing waterlopen op basis van de SOBEK-modellering

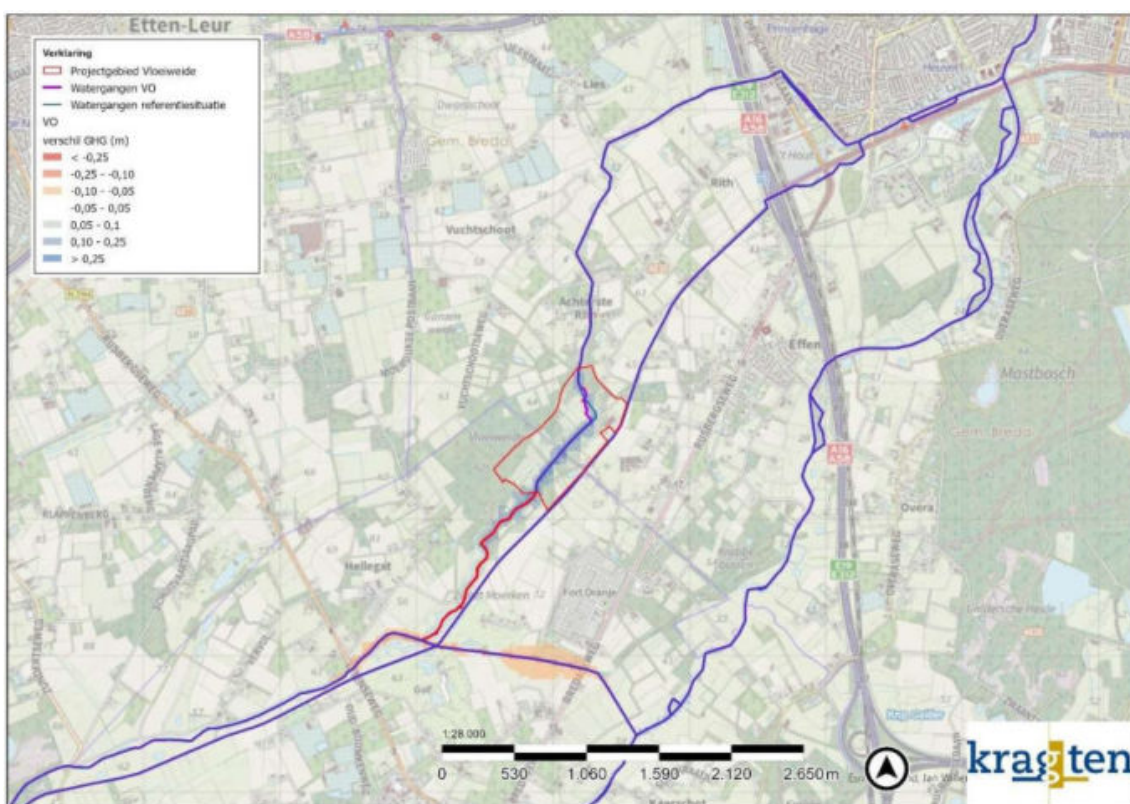
B2.2 Resultaten

Grondwaterstanden

Afbeelding 42 toont de ontwateringsdiepte bij de GHG voor de VO-situatie. Afbeelding 43 toont het verschil ten opzichte van de referentiesituatie in een detailkaart. Te zien is dat de freatische grondwaterstanden rondom de Bijloop nabij het projectgebied stijgen en rondom de Aftakking Bijloop (tot maximaal 0,25 m). Dit komt overeen met de berekende oppervlaktewaterpeilen en de uitstralingseffecten rondom de beek zijn vooral binnen het projectgebied goed te zien. In het projectgebied is een stijging te zien van de GHG-grondwaterstanden van iets meer dan 0,25 m..

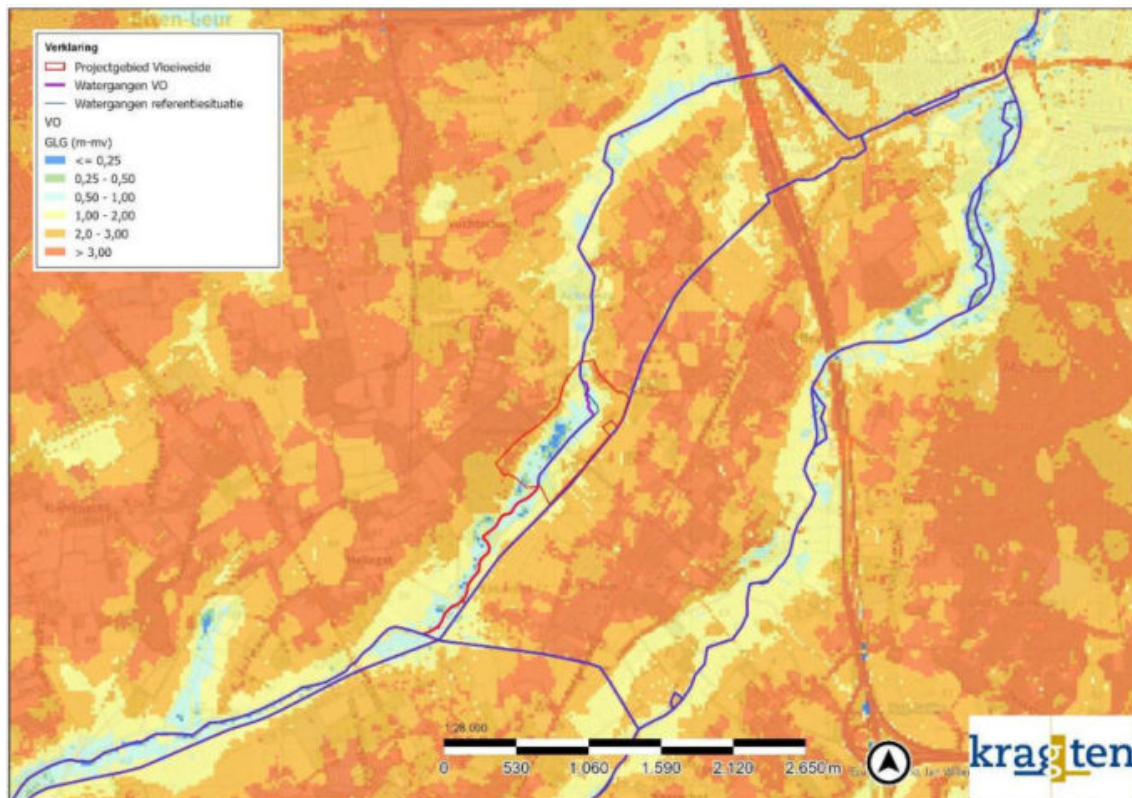


Afbeelding 42 Gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) in de VO-situatie



Afbeelding 43 Verschil in gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) in de VO-situatie ten opzichte van de referentiesituatie

Afbeelding 44 toont de ontwateringsdiepte bij de GLG voor de VO-situatie. Afbeelding 45 toont het verschil ten opzichte van de referentiesituatie in een detailkaart. Te zien is dat het effect vergelijkbaar is met de GHG-verschillen, maar dan een wat grotere stijging van de grondwaterstanden rondom het projectgebied (meer uitstralingseffect) en een mindere daling van de freatische grondwaterstanden bovenstrooms van de Aftakking Bijloop.

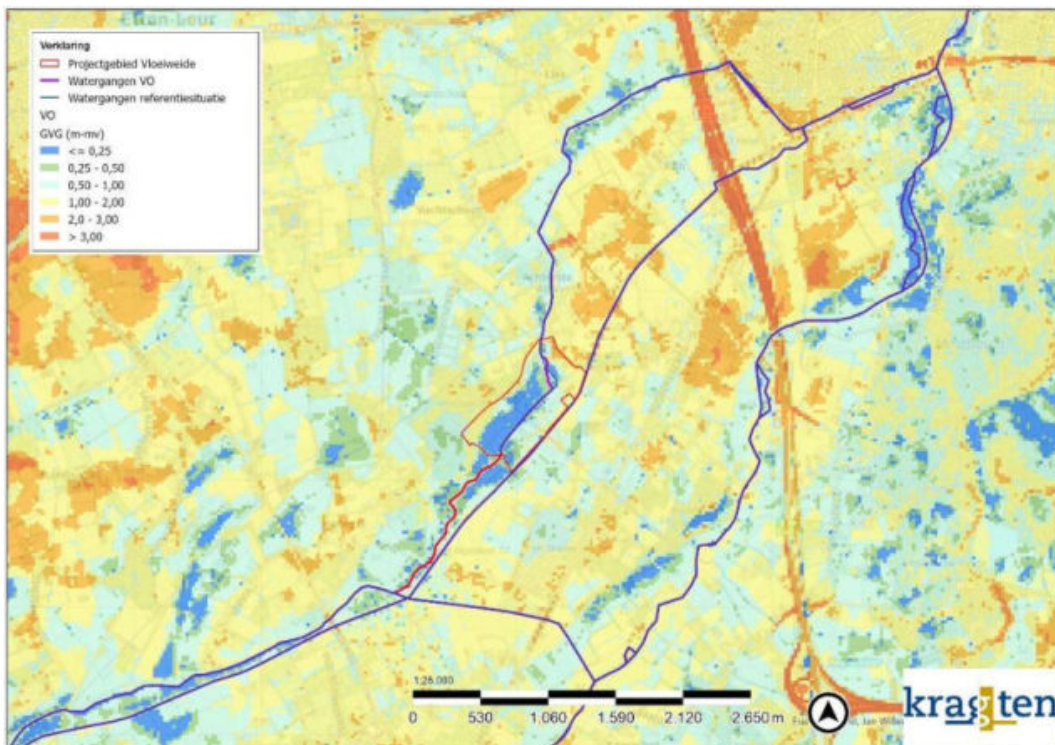


Afbeelding 44 Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) in de VO-situatie

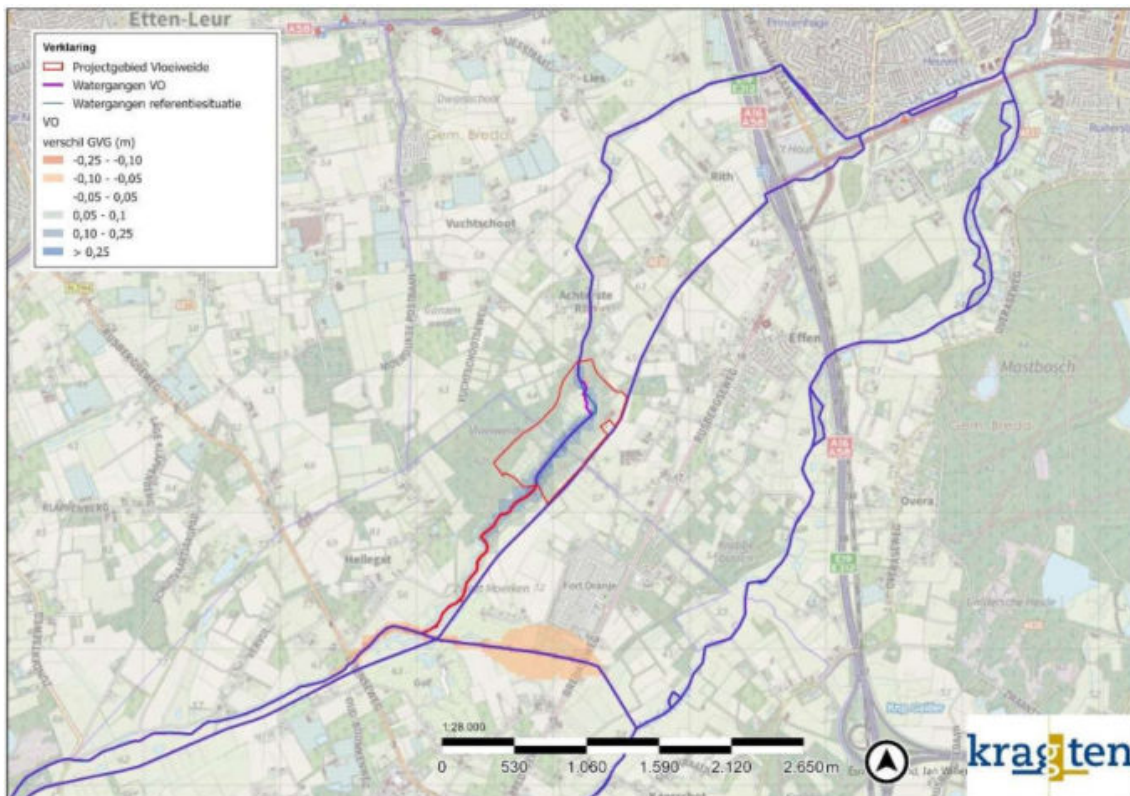


Afbeelding 45 Verskil in gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) in de VO-situatie ten opzichte van de referentiesituatie

Afbeelding 46 toont de ontwateringsdiepte bij de GVG voor de VO-situatie. Afbeelding 47 toont het verschil ten opzichte van de referentiesituatie. Te zien is dat het effect vergelijkbaar is met de GHG-verschillen.

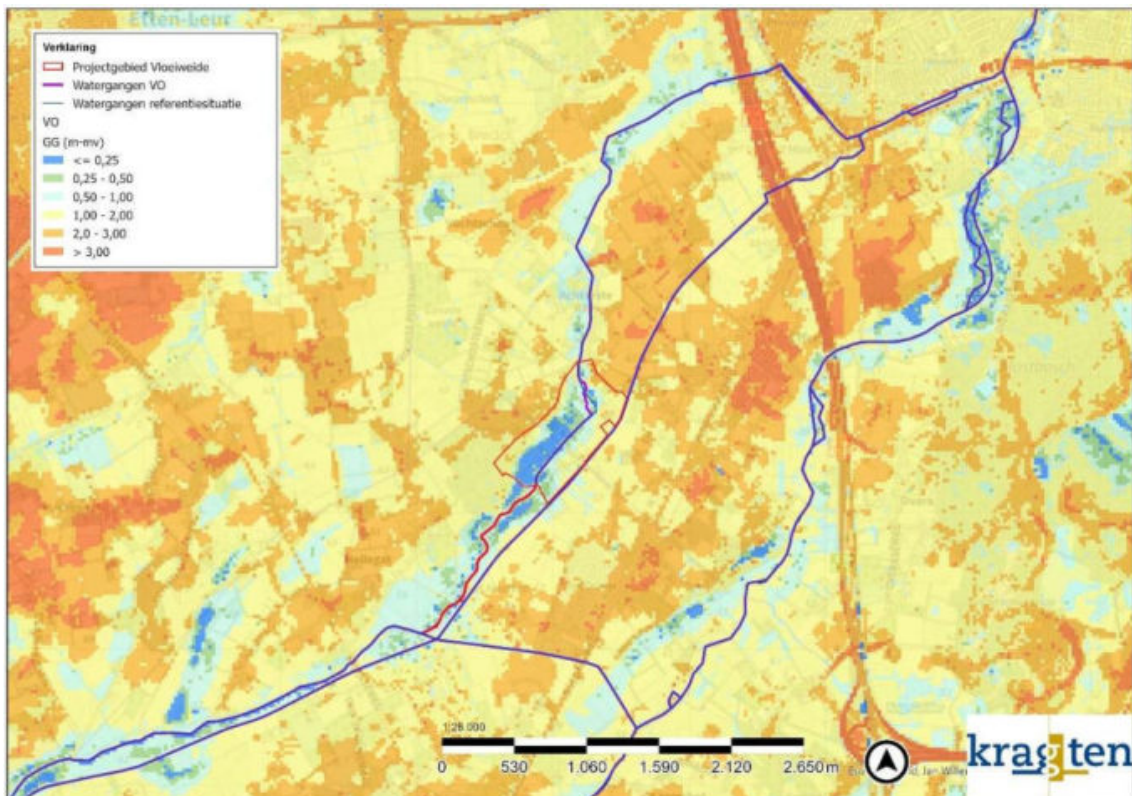


Afbeelding 46 Gemiddelde voorjaars grondwaterstand (GVG) in de VO-situatie

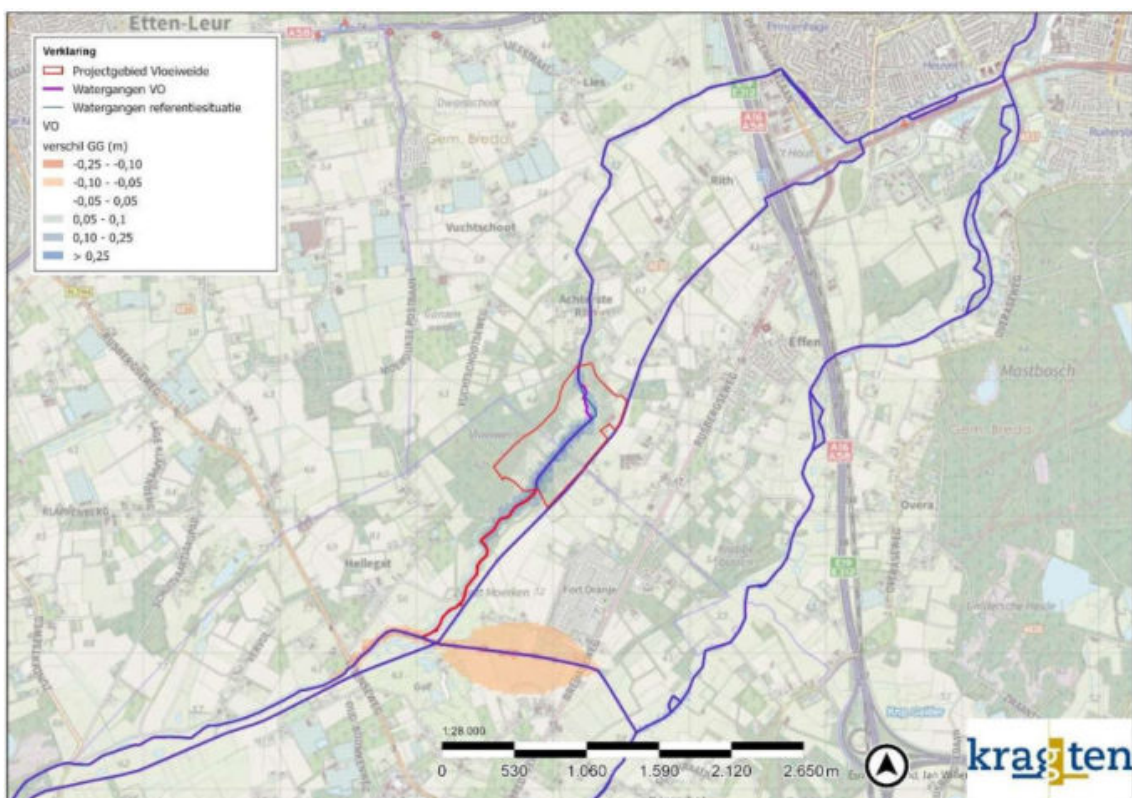


Afbeelding 47 Verschil in gemiddelde voorjaars grondwaterstand (GVG) in de VO-situatie ten opzichte van de referentiesituatie

Afbeelding 48 toont de ontwateringsdiepte bij de GG voor de VO-situatie. Afbeelding 49 toont het verschil ten opzichte van de referentiesituatie. Te zien is dat het effect vergelijkbaar is met de berekende verschillen voor de GHG-situatie. Dit betekent dus een stijging van de grondwaterstanden rondom de Bijloop nabij het projectgebied en een daling van de grondwaterstanden rondom de Aftakking Bijloop. De daling van de grondwaterstanden in de Aftakking Bijloop heeft een wat groter uitstralingseffect, de grondwaterstanden dalen over een groter gebied.



Afbeelding 48 Gemiddelde grondwaterstand (GG) in de VO-situatie



Afbeelding 49 Verschil in gemiddelde grondwaterstand (GG) in de VO-situatie ten opzichte van de referentiesituatie

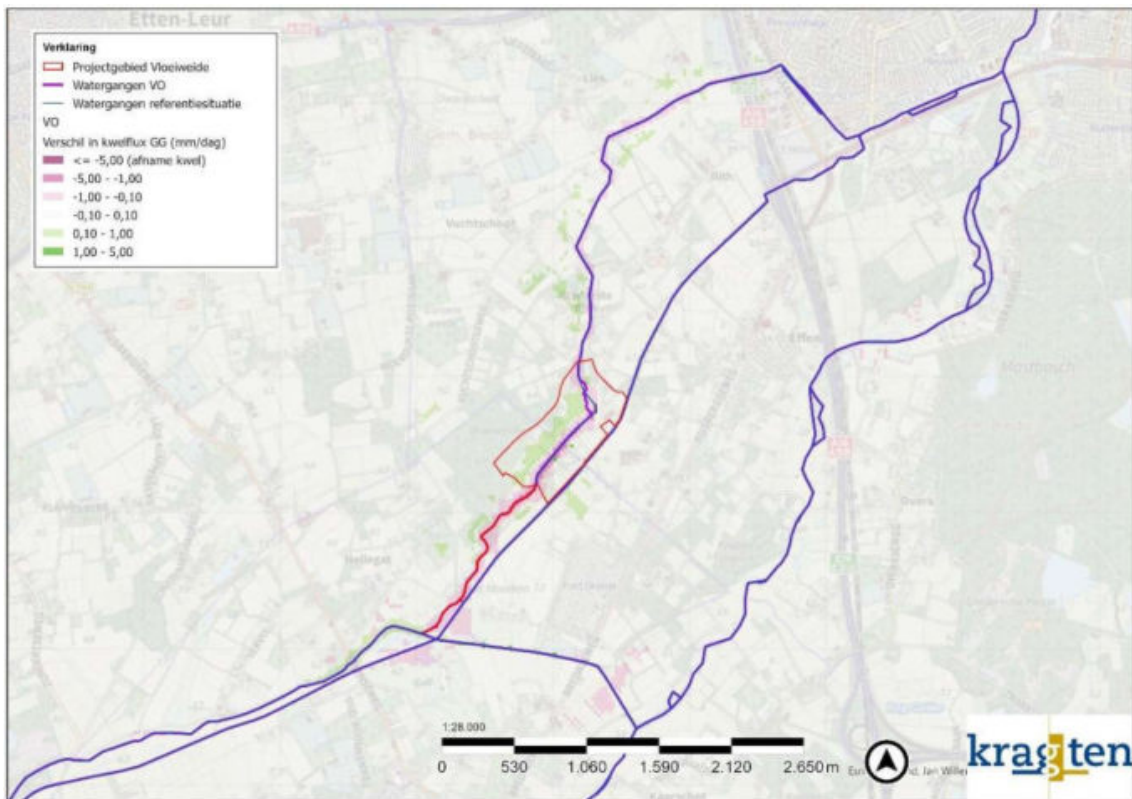
Kwelflux

Afbeelding 50 toont de kwelflux bij de VO-situatie. Duidelijk is de kwel in het beekdal binnen het projectgebied te zien, met een ordegrootte van 1 tot 5 mm/d.



Afbeelding 50 Kwelflux in de VO-situatie, negatieve waarden (groen) is kwel en positieve waarden (roze) infiltratie

Afbeelding 51 toont het verschil in kwel en infiltratie ten opzichte van de referentiesituatie in een detailkaart. Duidelijk is te zien dat bij peilverhoging (rondom projectgebied) de kwel in de waterloop afneemt (roze in Afbeelding 51), terwijl op enige afstand van de waterloop de kwel toeneemt (groene tinten in Afbeelding 51). Bij peilverlaging (rondom de Aftakking Bijloop) neemt de kwel juist toe. Dit komt doordat een lagere waterstand een groter drainerend effect heeft op de omliggende grondwaterstanden.



Afbeelding 51 Verskil kwelflux VO ten opzichte van de referentiesituatie

