



DEFINITIEF ONTWERP GROOTE MOLENBEEK – WITTE BRUGWEG

ONTWERPNOTA

Opdrachtgever:	Ontwikkelbedrijf Greenport Venlo, Waterschap Limburg, Gemeente Horst aan de Maas
Projectnr:	WSL145-0001
Datum:	30 april 2026

DEFINITIEF ONTWERP GROOTE MOLENBEEK – WITTE BRUGWEG

ONTWERPNOTA

Opdrachtgever:	Ontwikkelbedrijf Greenport Venlo, Waterschap Limburg, Gemeente Horst aan de Maas
Projectnr:	WSL145-0001
Rapportnr:	6.0
Status:	Definitief
Datum:	30 april 2026

Opsteller:

Verificatie:

Validatie:

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

© 2026 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	INLEIDING.....	6
1.1	Achtergrond en huidige situatie	6
1.2	Leeswijzer	7
2	SCOPE	8
2.1	Doelstelling	8
2.2	Uitgangspunten	8
2.3	Streefbeeldwaarden.....	8
2.4	Raakvlakken	9
3	ONDERZOEKEN DO-FASE.....	10
3.1	Niet gesprongen explosieven	10
3.2	Archeologie.....	11
3.3	Bodemkwaliteit	11
3.4	Advies toepassing verontreinigde grond.....	12
3.5	Flora en fauna	13
3.5.1	Situatiewijziging	15
3.6	Inmeting terrein.....	15
3.7	Stikstof.....	16
3.8	Vergunningen.....	16
4	ONTWERP	17
4.1	Uitwerking Definitief Ontwerp	17
4.2	Beschrijving DO.....	22
4.2.1	Waterstaatskundige werken	22
4.2.2	KRW-buffers t.b.v. overstorten	26
4.2.3	Inrichting (broek)bossen en hooilanden.....	28
4.2.4	Struin- en onderhoudspaden	29
4.2.5	Natuurlijk spelen	30
4.2.6	Verkeersbrug.....	30
4.3	Beheer en onderhoud.....	31
4.4	Duurzaamheid	32
4.5	Veiligheid	32
4.6	SSK-raming.....	32
5	TOETSING DO	33
5.1	Hydrologische analyse ontwerp	33
5.1.1	Waterstanden.....	33
5.1.2	Drooglegging.....	35
5.1.3	Stroomsnelheden	41
5.1.4	Inundaties	44
5.1.5	Waterstanden ter plaatse van bruggen.....	49
5.1.6	Beoordeling door Waterschap Limburg.....	50
5.1.7	Conclusie.....	50
5.2	Geohydrologische analyse ontwerp	50
5.2.1	GHG – Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand	51
5.2.2	GLG – Gemiddeld Laagste Grondwaterstand	52
5.2.3	Effecten DO	53
5.3	Ecologische analyse ontwerp	55
5.3.1	Streefbeeld	55
5.3.2	Algemene hydrologische, morfologische en landschappelijke kenmerken	56

5.3.3	Standplaatscondities broekbossen.....	59
5.3.4	Inundatie aanliggende graslanden	66
5.3.5	Conclusies.....	67
6	AANBEVELINGEN EN VERVOLG	68
6.1	Aandachtspunten.....	68
6.2	Risicodossier	68

BIJLAGEN

B1	OOO ONDERZOEK
B2	BODEMONDERZOEKEN
B3	ADVIES GRONDSTROMEN EN ONTWERPVOORSTELLEN
B4	QUICKSCAN FLORA EN FAUNA
B5	INMETINGEN EN EIGENDOMMEN
B6	AERIUS-BEREKENING
B7	DEFINITIEF ONTWERP
B8	RI&E EN V&G- PLAN
B9	KEUZES ECOLOGIE ONTWERP

TABELLEN

Tabel 1	Locatie specifiek streefbeeld Hersteltraject Groote Molenbeek - Meldersloseweg en Wittebrugweg.....	9
Tabel 2	Conclusies flora en fauna.....	14
Tabel 3	Beheer en onderhoud.....	31
Tabel 4	Toetsingswaarden drooglegging Waterschap Limburg.....	36
Tabel 5	Ontwateringsnormen Waterschap Limburg.....	36
Tabel 6	Locatie specifiek streefbeeld Hersteltraject Groote Molenbeek - Meldersloseweg en Wittebrugweg.....	55
Tabel 7	Inschatting ontwikkelingskansen broekbossen o.b.v. uitgangspunten.....	65

AFBEELDINGEN

Figuur 1	Projectlocatie.....	7
Figuur 2	Bodembelastingkaart OO van het onderzoeksgebied Groote Molenbeek Noord te Horst aan de Maas. Bron: Vooronderzoek Conflictperiode Groote Molenbeek Noord te Horst aan de Maas, Bombs Away (2024).....	10
Figuur 3	Zone waar bomen van het populierenbosje zijn gekapt.....	15
Figuur 4	DO blad 1.....	18
Figuur 5	DO blad 2.....	19
Figuur 6	DO blad 3.....	20
Figuur 7	DO blad 4.....	21
Figuur 8	Streefbeeld KRW R5.....	22
Figuur 9	Hydrologisch principe R20-type beek.....	23
Figuur 10	Streefbeeld KRW R20.....	24
Figuur 11	Alternatief DO blad 4.....	26

Figuur 12 Waterstanden (m +NAP) zomerafvoer in het zomermodel voor de referentiesituatie (blauw) en het DO (groen)	34
Figuur 13 Waterstanden (m +NAP) winterafvoer in het wintermodel voor de referentiesituatie (blauw) en het DO (groen)	35
Figuur 14 Referentiegrondgebruik van 2015 t/m 2019 (Waterschap Limburg)	37
Figuur 15 Drooglegging (in m) voor waterstanden tijdens een zomerafvoer in het zomermodel voor het DO	38
Figuur 16 Droogleggingseis o.b.v. eisen waterschap en referentiegrondgebruikskaart voor de drooglegging tijdens een zomerafvoer in het zomermodel voor het DO.	39
Figuur 17 Drooglegging (in m) voor waterstanden tijdens een winterafvoer in het wintermodel voor het DO	40
Figuur 18 Droogleggingseis o.b.v. eisen waterschap en referentiegrondgebruikskaart voor de drooglegging tijdens een winterafvoer in het wintermodel voor het DO	41
Figuur 19 Stroomsnelheden (m/s) bij een zomerafvoer in het zomermodel voor de referentiesituatie (blauw) en het DO (groen)	42
Figuur 20 Stroomsnelheden (m/s) bij een winterafvoer in het wintermodel voor de referentiesituatie (blauw) en het DO (groen)	43
Figuur 21 Inundatiediepte (m) bij een T10-afvoer inclusief klimaatopslag in het zomermodel voor het DO met de Normering Regionale Wateroverlast als achtergrondkaart	45
Figuur 22 Inundatiediepte (m) bij een T10-afvoer inclusief klimaatopslag in het zomermodel voor de referentiesituatie met de Normering Regionale Wateroverlast als achtergrondkaart	45
Figuur 23 Inundatiediepte (m) bij een T25-afvoer inclusief klimaatopslag in het zomermodel voor het DO met de Normering Regionale Wateroverlast als achtergrondkaart	46
Figuur 24 Inundatiediepte (m) bij een T25-afvoer inclusief klimaatopslag in het zomermodel voor de referentiesituatie met de Normering Regionale Wateroverlast als achtergrondkaart	47
Figuur 25 Inundatiediepte (m) bij een T100-afvoer inclusief klimaatopslag in het zomermodel voor het DO met de Normering Regionale Wateroverlast als achtergrondkaart	48
Figuur 26 Inundatiediepte (m) bij een T100-afvoer inclusief klimaatopslag in het zomermodel voor de referentiesituatie met de Normering Regionale Wateroverlast als achtergrondkaart	48
Figuur 27 Inundatiediepte (m) bij een T100-afvoer inclusief klimaatopslag in het zomermodel voor het DO met de Normering Regionale Wateroverlast als achtergrondkaart bij woning 'de Songert'	49
Figuur 28 Verschil in GHG (in m) tussen de referentiesituatie en het DO	52
Figuur 29 GLG Verschilkaartje incl. buffers.	53
Figuur 30 Uitsnede ontwerptekening Zuidzijde met nummering broekbossen	59
Figuur 31 Uitsnede ontwerptekening Noordzijde met nummering broekbossen	60
Figuur 32 Standplaatscondities doelbereik ontwikkeling Elzenbroekbos (bron Waternood 3)	60
Figuur 33 GHG o.b.v. nieuwe loop Groote Molenbeek in VO (cm — huidig maaiveld)	61
Figuur 34 GLG o.b.v. nieuwe loop Groote Molenbeek in VO (cm — huidig maaiveld)	61
Figuur 35 Waterstanden bij winterafvoer (wintermodel) o.b.v. DO	62
Figuur 36 Waterstanden bij T1-afvoersituatie (zomermodel) o.b.v. DO	63
Figuur 37 Sfeerimpressie dwarsdoorsnede ter hoogte van maaiveldverlaging en voorde	66

1 INLEIDING

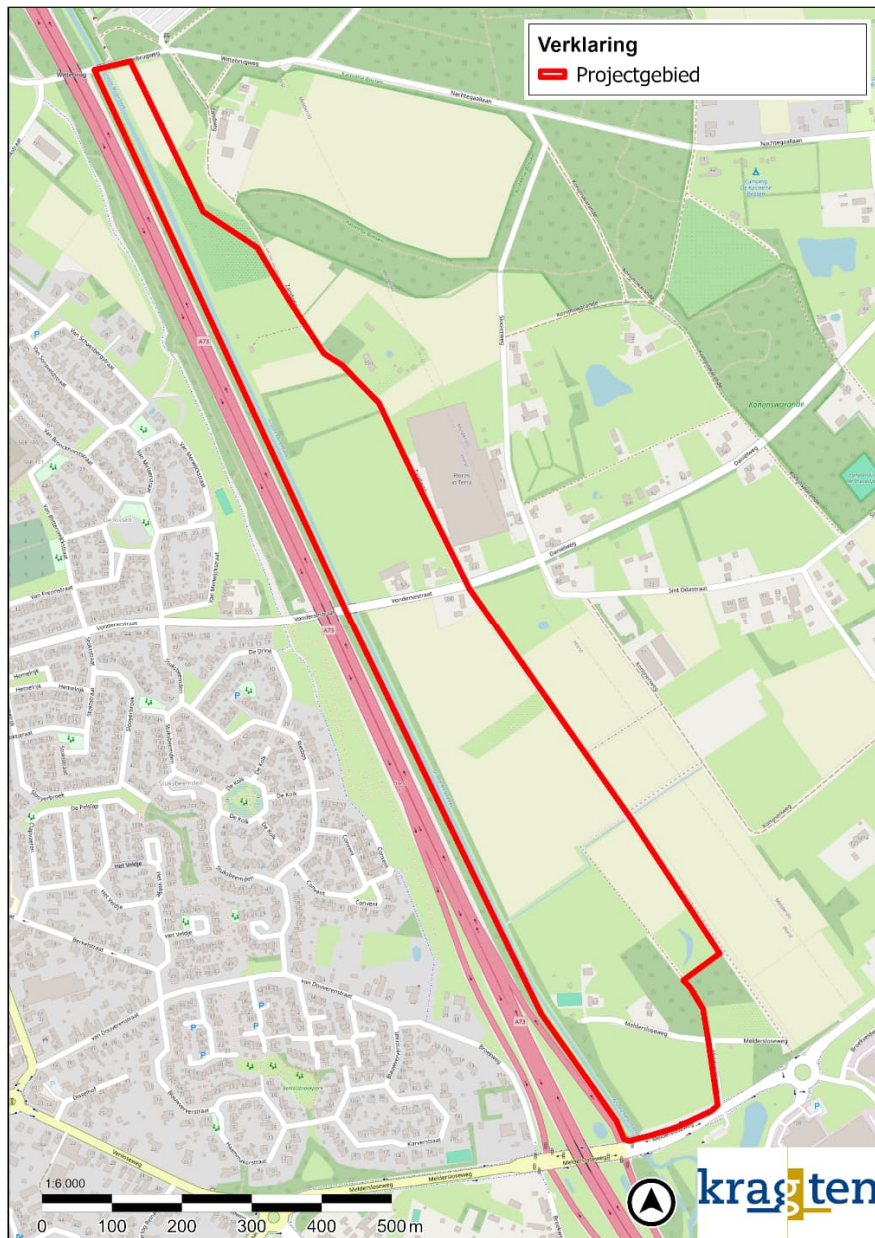
Voor u ligt de ontwerpnota voor het Definitief Ontwerp Groote Molenbeek – Wittebrugweg. Het gebied dat wordt ingericht vormt o.a. het beekherstel van de Groote Molenbeek en inrichting van de percelen. Dit betreft een gezamenlijke opgave voor Waterschap Limburg, Gemeente Horst aan de Maas en Ontwikkelbedrijf Greenport Venlo. De opgave betreft het inrichten van het gebied tot een groen robuust klimaat adaptief beekdal met daarin een goed functionerende Groote Molenbeek, waar ruimte is voor waterberging (Waterschap Limburg), natuur (Ontwikkelbedrijf Greenport Venlo) en groene bergingen ten behoeve van de KRW-opgave (gemeente Horst aan de Maas).

In deze ontwerpnota wordt beschreven hoe het ontwerp tot stand is gekomen (ontwerpkeuzes) en welke onderzoeken ten grondslag liggen aan het ontwerp. Dit ontwerp is het eindresultaat van het ontwerpproces dat in afstemming met de omgeving heeft plaatsgevonden en is afgestemd op de resultaten van diverse onderzoeken.

1.1 Achtergrond en huidige situatie

In 2024 is reeds een schetsontwerp opgesteld en een eco-hydrologische analyse gemaakt. Hierbij is gekeken naar de ecologie, bodemgesteldheid, oppervlakte- en grondwater en de inpasbaarheid in de omgeving.

De huidige situatie betreft een agrarisch gebied, met hier en daar een bos. Tevens zijn er huiskavels met woningen aanwezig. Deze percelen worden niet omgevormd naar natuur. Ontwikkelbedrijf Greenport Venlo heeft in de afgelopen jaren de meeste percelen kunnen verwerven. Het gebied ligt langs de A73 in Horst. Zie ook Figuur 1. Het projectgebied loopt van de Melderloseweg tot aan de Wittebrugweg. Tussen deze wegen wordt de Groote Molenbeek wat naar het oosten verplaatst en gaat daar meanderen. De bestaande waterloop zal deels gedempt en deels verondiept worden.



Figuur 1. Projectlocatie.

1.2 Leeswijzer

In dit rapport wordt in hoofdstuk 2 de scope beschreven. Deze scope bevat de doelstelling van het project, de uitgangspunten en de raakvlakken met andere projecten. Vervolgens worden in hoofdstuk 3 de diverse uitgevoerde onderzoeken ten behoeve van de werkzaamheden beschreven, inclusief bijbehorende conclusies.

In hoofdstuk 4 wordt het ontwerp beschreven. Ook wordt hier een toelichting gegeven op de hydrologische analyse, het toekomstige beheer en onderhoud en de duurzaamheidsaspecten van het ontwerp. Vervolgens worden in hoofdstuk 5 de toetsingsonderzoeken van het DO beschreven, inclusief bijbehorende conclusies.

Tenslotte wordt in hoofdstuk 6 de planning beschreven en de vervolgactiviteiten die voortkomen uit de verrichte onderzoeken.

2 SCOPE

2.1 Doelstelling

De doelstelling van het project is:

- Voldoen aan de KRW-opgave voor de Groote Molenbeek (beekherstel) (opgave Waterschap Limburg);
- Voldoen aan de KRW-opgave, d.m.v. aanleg groene buffers (opgave gemeente Horst aan de Maas);
- Realisatie landschapsplan (opgave Ontwikkelbedrijf Greenport Venlo).

2.2 Uitgangspunten

Bij het maken van het ontwerp zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Het door Ontwikkelbedrijf Greenport Venlo aangeleverd schetsontwerp;
- Klimaat adaptief inrichten van het watersysteem. Dit houdt in een evenwichtigere (minder fluctuerende) oppervlaktewater- en grondwaterstanden;
- Uitvoeren van beheer en onderhoud op een efficiënte wijze;
- Realiseren van een robuust en duurzaam watersysteem;
- Wensen vanuit de omgeving opgehaald door Opdrachtgever bij twee informatiebijeenkomsten;
- Ecologische randvoorwaarden uit ecologisch onderzoek;
- Kabels en leidingen;
- Richtlijnen gemeente m.b.t. verkeersbrug, wordt nader uitgewerkt;
- (geo)hydrologische toetsing;
- Ecologische toetsing;
- Advies grondstromen;
- Afstemming en keuzes o.b.v. onderzoeken en afstemming met de opdrachtgever.

2.3 Streefbeeldwaarden

Op basis van expert judgement is een ecologisch streefbeeld opgesteld voor de Groote Molenbeek tussen de Meldersloseweg en Wittebrugweg, waarbij de ecologische/biologische doelen (vis, macrofauna, waterflora) vanuit de KRW en de bijbehorende doelstellingen (o.a. hydromorfologie), als uitgangspunt dienen.

Onderstaande tabel geeft de KRW karakterisering weer van de watertype R5 en R20. Het DO is getoetst op deze waarden d.m.v. een (geo)hydrologische modelering en een ecologische toetsing, zie paragrafen 3.7, 3.8 en 3.9.

Tabel 1 Locatie specifiek streefbeeld Hersteltraject Groote Molenbeek - Meldersloseweg en Wittebrugweg.

Parameter	Omschrijving
Landschapstypering	Beekdal afgewisseld met halfopen cultuurlandschap
KRW-aanduiding	Overwegend R20, plaatselijk afgewisseld met R5 bij ruimtegebrek
Verhang	0,31 m/km (0,62 m over een lengte van 2,1 km)
Afvoer (gemodelleerd) Gebaseerd op R20-delen	Afvoersituatie
	Basisafvoer
	Zomerafvoer
	Voorjaarsafvoer
	Winterafvoer
	Jaarlijkse piekafvoer
	%MA
	Overschrijding (d/j)
	5
	20
	30
	50
	100
	330
	200
	100
	15
	1
Stroomsnelheid (gemodelleerd)	Langzaam stromend door grotendeels R20 inrichting. - Bij zomerafvoer: max. 15 cm/s, gem. 10 cm/s in de loop - Bij winterafvoer: max. 25 cm/s, gem. 15 cm/s in de loop
Breedte loop	3-8 meter, exacte breedte variabel, met een overwegend asymmetrisch profiel
Breedte volledig profiel	Variërend ongeveer 30 tot 60 meter (Bij R20 inrichting, incl. overstromingszone)
Taluds	Variërend van ongeveer 1:8 tot 1:20 (bij R20 inrichting).
Diepte loop (gemodelleerd) Gebaseerd op R20-delen	- Bij zomerafvoer: 0,62 m (beekloop en beekmoeras watervoerend) - Bij winterafvoer: 0,96 m (beekloop, beekmoeras en deel overstromingszone watervoerend)
Inundatiefrequentie Gebaseerd op R20-delen	Beekloop en beekmoeras permanent (jaarrond) watervoerend Overstromingszone jaarlijks deels inonderend. Exacte inundatieduur en inundatiefrequentie onbekend).
Substraat	Mozaïek van zand, dood organisch materiaal (hout & blad), slib
Beschaduwing	grootweg 40% (afwisselend ten minste 1 van beide oevers begroeid met houtige vegetatie, plaatselijk ook beide oevers begroeid). Gestreefd wordt naar percentage van 50% indien mogelijk.

2.4 Raakvlakken

De volgende raakvlakken zijn geïdentificeerd:

- Afwatering in de omgeving van gemeentelijke sloten. Dit wordt separaat van de herinrichting opgepakt.
- Afwatering van de kassen boven de Vondersestraat; deze afwatering gebeurt uiteindelijk via perceelssloten op de nieuwe Groote Molenbeek. Uitgangpunten zijn nader door de gemeente Horst aan de Maas aangeleverd en meegenomen in het DO.

3 ONDERZOEKEN DO-FASE

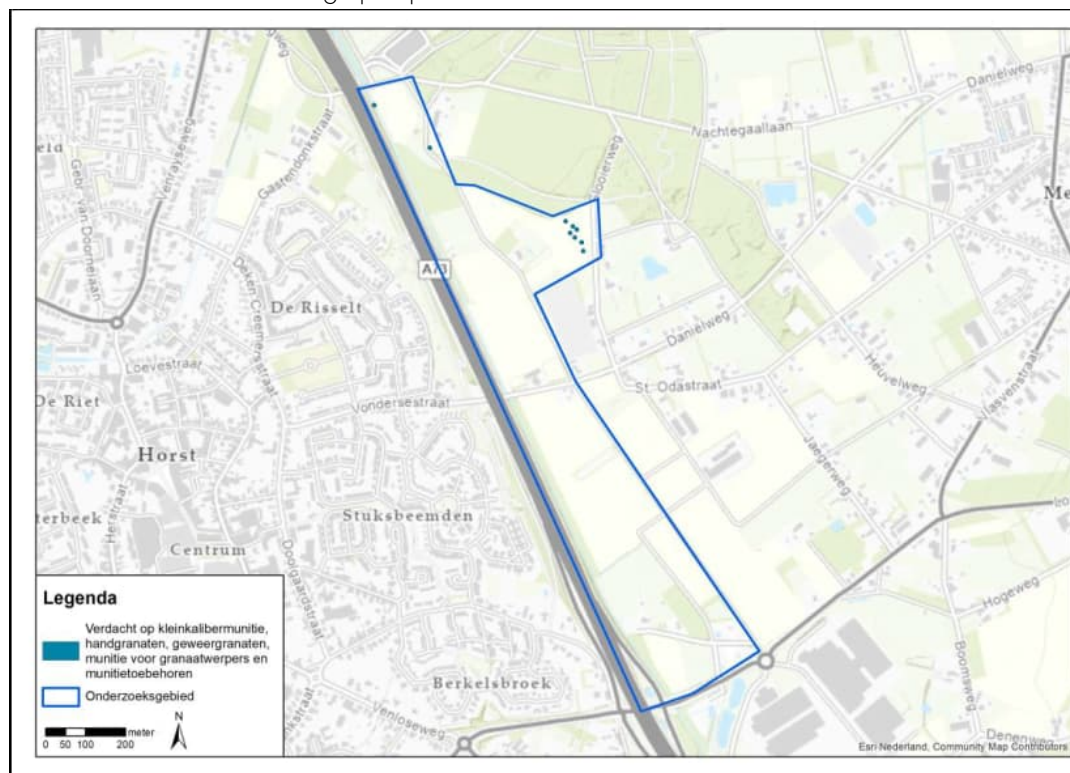
3.1 Niet gesprongen explosieven

Op basis van de resultaten van het vooronderzoek (Bijlage B1) naar de conflictperiode is vastgesteld dat er aanwijzingen zijn dat als gevolg van oorlogshandelingen tijdens de Tweede Wereldoorlog Ontploffbare Oorlogsresten (OO) aanwezig kunnen zijn in of op de (water)bodem binnen het onderzoeksgebied. Een deel van dit gebied wordt als verdacht beschouwd (zie Figuur 2).

Dit houdt in dat er tijdens de uitvoering van de geplande bodemingrepen een reële kans bestaat op het aantreffen van OO, met daarbij het risico van een ongecontroleerde werking. De typen OO die mogelijk binnen het onderzoeksgebied voorkomen, zijn onder andere kleinkalibermunitie, handgranaten, geweergrenaten, munitie voor granaatwerpers en bijbehorende munitietoebereiden.

Daarnaast is een horizontale en verticale afbakening vastgesteld die het risicogebied en de diepteligging van mogelijke OO weergeeft. De genoemde OO kunnen zich bevinden tot een maximale diepte van circa 1,5 meter onder het maaiveld zoals dat bestond tijdens de Tweede Wereldoorlog, wat overeenkomt met ongeveer +23,4 NAP. Echter ligt een deel buiten de ingreepzones. Nabij waar de beek de Witte Brugweg kruist, worden wel werkzaamheden uitgevoerd.

Wanneer er de werkzaamheden niet verplaatst kunnen worden, is het advies detectie uit te laten voeren alvorens de bodemingrepen plaatsvinden.



Figuur 2 Bodembelastingkaart OO van het onderzoeksgebied Groote Molenbeek Noord te Horst aan de Maas. Bron: Vooronderzoek Conflictperiode Groote Molenbeek Noord te Horst aan de Maas, Bombs Away (2024).

3.2 Archeologie

Op basis van het goedgekeurde archeologisch bureauonderzoek is een plan van aanpak opgesteld. In week 16 van 2026 wordt het veldwerk uitgevoerd conform het plan van aanpak. Op basis van de resultaten wordt een uitvoeringsplan opgesteld.

3.3 Bodemkwaliteit

Door de opdrachtgever is een verkennend (water)bodemonderzoek en nader bodemonderzoek uitgevoerd.

Ter plaatse van boring C5 is verontreiniging met koper aangetroffen. Dit is in het zuidelijke deel van het projectgebied. Daarnaast is een verontreiniging aangetroffen met PAK. Beide spots worden op voorhand van de realisatie ontgraven en afgevoerd. Tevens wordt geadviseerd om ook het slib in Het Vondere te verwijderen.

Verder moet rekening worden gehouden met enkele gebruiksbeperkingen voor het (freatisch) grondwater. Door de verhoogde gehalten aan metalen is dit grondwater minder geschikt om op te pompen en te gebruiken voor het besproeien van consumptiegewassen, het drinken van vee of voor menselijke consumptie. Het wordt daarom aanbevolen om het (freatisch) grondwater niet zelf op te pompen voor deze of vergelijkbare doeleinden.

Indien graafwerkzaamheden plaatsvinden, dienen de verschillende verwachte grondkwaliteiten gescheiden te worden ontgraven en, indien nodig, apart opgeslagen en/of afgevoerd. Er is een vlekkenkaart opgesteld met de verschillen bodemkwaliteiten en verontreinigingsklassen. Uit deze kaarten blijkt dat op verschillende percelen de klasse ondergrond wonen en bovengrond industrie. Uit beoordeling van de resultaten van Kragten is aangegeven dat er nog een derde klasse te onderscheiden is: klasse matig. Dit geeft beperkte toepassingsmogelijkheden.

Nader bodemonderzoek

Uit de resultaten van het uitgevoerde bodemonderzoek blijkt dat de sterke koperverontreiniging in de grond zich uitstrekt over een oppervlakte van circa 1,5 tot 20 m². Verticaal bevindt deze verontreiniging zich in het traject van 0,8 tot 1,0 meter onder maaiveld. De omvang van de sterke verontreiniging (gehalten boven de interventiewaarde) met koper wordt geschat op 3 tot 4 m³. De totale omvang van de verontreiniging (gehalten boven de normwaarden voor landbouw/natuur) is niet vastgesteld. De PAK-verontreiniging heeft een omvang van ongeveer 5 m³.

Op basis van de onderzoeksresultaten mag worden aangenomen dat de (sterke) koperverontreiniging is ontstaan door bouw- en sloopactiviteiten die in de vorige eeuw op deze locatie hebben plaatsgevonden. Het is daarom aannemelijk dat de verontreiniging vóór 1987 is veroorzaakt. Dergelijke gevallen worden aangeduid als "historische verontreinigingen" of "oude gevallen".

Hiermee is de verontreiniging met koper voldoende in beeld. Geadviseerd wordt om de spot te saneren. Deze sanering zal de opdrachtgever voorafgaand aan de werkzaamheden laten uitvoeren en maakt geen onderdeel uit van deze opdracht.

Zie Bijlage B2 voor het overkoepelend onderzoek, inclusief de vlekkenkaarten.

3.4 Advies toepassing verontreinigde grond

Naar aanleiding van het uitgevoerde bodemonderzoek is een advies opgesteld van de toepassingsmogelijkheden en de kostenindicatie van de verontreinigde bodemklassen. Daarnaast is geadviseerd om een nadere analyse te nemen om verdere afbakening van de verontreiniging in beeld te brengen en eventueel toepassingsmogelijkheden te vergroten evenals de kosten. Deze nadere analyse van de verontreiniging heeft geleid tot aanvullende vlekkenkaarten die naast de eerdere vlekkenkaarten zijn opgenomen in Bijlage B2.

Op basis van indicatieve volumeberekeningen kan gesteld worden dat er binnen het plangebied circa 93.000 m³ aan grondstromen vrijkomen en circa 25.000 m³ benodigd wordt.

Het vrijkomende bodemmateriaal bestaat uit nutriëntrijke teelaarde en een nutriëntarme ondergrond en slib. Binnen het plangebied zijn ook toepassingen voorzien (zoals dempen en verondiepen bestaande beeklopen) die veelal milieukundig schoon en nutriëntarm moeten zijn. Dit zal dus veelal vrijkomend ondergrond materiaal zijn.

(Water)bodemonderzoek:

- Voor het overgrote deel van het plangebied (daar waar klasse landbouw/natuur is aangetoond), kan de BKK Limburg Noord (in combinatie met het verkennend bodemonderzoek) als milieuverklaring bodemkwaliteit dienen voor toepassingen binnen deze regio.
- Voor de delen die verontreinigd zijn dient een alternatieve milieuverklaring bodemkwaliteit (bijvoorbeeld partijkuring) verzorgd te worden om het elders toe te passen of af te voeren naar een erkende verwerker.
- Het mogelijk inperken van de omvang van de aangetoonde bodemkwaliteit matig verontreinigd en eventueel de klasse wonen. Dit aanvullend bodemonderzoek is een nadere detaillering van het verkennend bodemonderzoek en deze prevaleren boven het verkennend bodemonderzoek. Afstemming met bevoegd gezag (gemeente Horst aan de Maas) is wenselijk.
- Daar waar ingrepen in de gedempte Groote Molenbeek zijn voorzien is een vervolgonderzoek naar de bodemopbouw en milieukundige bodemkwaliteit noodzakelijk. Naast de mogelijkheid van een onverwachte bodemkwaliteit, kan de mogelijk (oude) waterbodemonverontreinigingen (chemisch/nutriënten) bevatten die dan in contact staan met het nieuw te realiseren oppervlaktewater. Dit kan de KRW-doelstelling van het project belemmeren.

Toepassingsmogelijkheden

o.b.v. de verschillende bodemklassen is een voorstel voor het ontwerp gemaakt en doorgesproken met de opdrachtgever.

De volgende wijzigingen zijn in afstemming met de opdrachtgever in het ontwerp zijn doorgevoerd:

- Meest noordelijke verlaging in het zuidelijke deel (direct ten zuiden van de Vondersestraat), is verwijderd zodat er geen verontreinigde grond afgegraven dient te worden.
- Zuidelijke verlaging en poel in zijn wat aangepast (ook met ecologische doelen), zodat geen bodemklasse matig en industrie afgegraven hoeft te worden.
- Het broekbos ten noorden van de zuidelijke buffer is behouden, ondanks nadere analyses van de ondergrond.

Zie voor het volledige advies en uitwerking van ontwerpvoorstellen Bijlage B3.

3.5 Flora en fauna

Op basis van de resultaten uit het verkennend natuuronderzoek blijkt dat de voorgenomen werkzaamheden aan de Groote Molenbeek mogelijk negatieve effecten kan veroorzaken op beschermde planten- en diersoorten, beschermde gebieden en/of bomen/houtopstanden. Voor de verschillende soort(groep)en wordt beschreven of en zo ja, van welke schadelijke handelingen die mogelijk leiden tot een vergunningplicht onder de omgevingswet sprake is en in hoeverre dit de voorliggende activiteit in de fysieke leefomgeving in gevaar kan brengen.

Naar aanleiding van overleg met de Provincie Limburg is de Quicksan geactualiseerd met de nieuwe lijst jaarrond beschermde soorten. Hieruit zijn geen wijzigingen voortgekomen.

Onderstaande tabel geeft de conclusies per categorie weer en de eventuele vervolgstappen. Zie ook Bijlage B4 voor de uitgevoerde Quicksan.

Tabel 2. Conclusies flora en fauna.

Categorie	Onderwerp	Vervolgonderzoek/Acties
Broedvogels	Vogels (jaarrond beschermde nesten)	Vervolgonderzoek naar torenvalk en boerenzwaluw tijdens het broedseizoen
	Algemene broedvogels	Rekening houden met broedseizoen (half maart tot half juli)
Vleermuizen	Verblijfplaatsen	Vervolgonderzoek naar verblijfplaatsen in bomen en bebouwing (mei t/m september)
	Verlichting	De verlichting neemt niet toe; vervolgonderzoek naar vliegroutes indien nodig.
Grondgebonden zoogdieren	Bever	Nader onderzoek en vergunningaanvraag
	Eekhoorn	Werken buiten de vrijgestelde periode (maart-april en juli t/m november); vervolgonderzoek indien nodig
	Waterspitsmuis	Nader onderzoek middels habitatbeoordeling en eDNA
	Overige algemene zoogdieren	Rekening houden met de algemene zorgplicht; ecologisch werkprotocol opstellen
Amfibieën	Poelkikker en Alpenwatersalamander	Nader onderzoek naar voortplantingswateren
	Rugstreeppad	Vervolgonderzoek en voorkomen vestiging tijdens de uitvoering
	Algemene amfibieën	Rekening houden met de algemene zorgplicht
	Vissen	Algemene vissen
Vlinders	Grote vos	Nader onderzoek naar waardplanten en bomen met holtes
Kevers	Vermiljoenkever	Mogelijke vergunningaanvraag; werken met ecologisch werkprotocol volgens Plan van Aanpak met maatregelen.
Beschermd gebied	Natura 2000-gebieden	Nader stikstofdepositieonderzoek en effectanalyse
	Natuurnetwerk Nederland en groenblauwe Mantel	Geen effect; werkzaamheden vallen binnen beleid groenblauwe mantel
Houtopstanden	Bomenkap	Herbeoordeling kap bij definitief ontwerp; kapmelding bij provincie Limburg; kapvergunning bij gemeente Horst aan de Maas indien nodig

Parallel aan het uitwerken van het ontwerp is het soortgericht onderzoek uitgevoerd voor verschillende soorten als:

- Vleermuizen; paarverblijf ruige dwergvleermuis aangetroffen.
- Boerenzwaluw;
- Amfibieën; Poelkikker aangetroffen in de wateren in het projectgebied
- Waterspitsmuis, uit het eDNA onderzoek blijkt deze soort niet aanwezig in het projectgebied.

- Grote vos; niet aangetroffen in het projectgebied.
- Vermiljoenkever. Hiervoor wordt een plan van aanpak met mitigerende maatregelen voor opgesteld i.p.v. nader soortenonderzoek.

Op basis van het actuele DO zijn hiervoor de benodigde vergunningen en ontheffingen aangevraagd.

3.5.1 Situatiewijziging

Op 7-11-2025 is door een van de opdrachtgevers aan de opdrachtnemer medegedeeld dat er bomen gekapt zijn in het populierenbos. Dit is gebeurd vanuit veiligheidsoverwegingen, en er kon niet langer worden gewacht op de resultaten uit het soortgericht onderzoek en vergunning aanvragen voor de aanwezige soorten. De kap is onder ecologische begeleiding uitgevoerd en bomen met mogelijke bewoonbare holtes zijn behouden.

Op 4-12-2025 is aan opdrachtnemer gevraagd om de situatie buiten op te nemen. Hieruit blijkt dat bomen zijn verwijderd, waarbij mogelijk het broedbiotoop boomvalk, het winterhabitat van de poelkikker, leefhabitat van de Vermiljoenkever, en broedbiotoop van de mogelijk aanwezige boomvalk zijn aangetast.



Figuur 3 Zone waar bomen van het populierenbosje zijn gekapt.

3.6 Inmeting terrein

Inmetingen zijn door de opdrachtgever aangeleverd alvorens het opstellen van het Definitief ontwerp. Deze zijn gebruikt voor het ontwerp. De inmetingen zijn opgenomen in Bijlage B5.

3.7 Stikstof

Voorafgaand aan het opstellen van de ontwerpnota is er een analyse gemaakt van de stikstofdepositie op basis van het schetsontwerp. Hieruit blijkt dat er geen overschrijding op de norm is. Hierdoor is een vergunning niet aan de orde. De berekening is vervolgens geactualiseerd op basis van het DO. Deze berekening is toegevoegd in bijlage B6.

3.8 Vergunningen

Op basis van het DO zijn de benodigde vergunningen en meldingen door de opdrachtgever aangevraagd.

4 ONTWERP

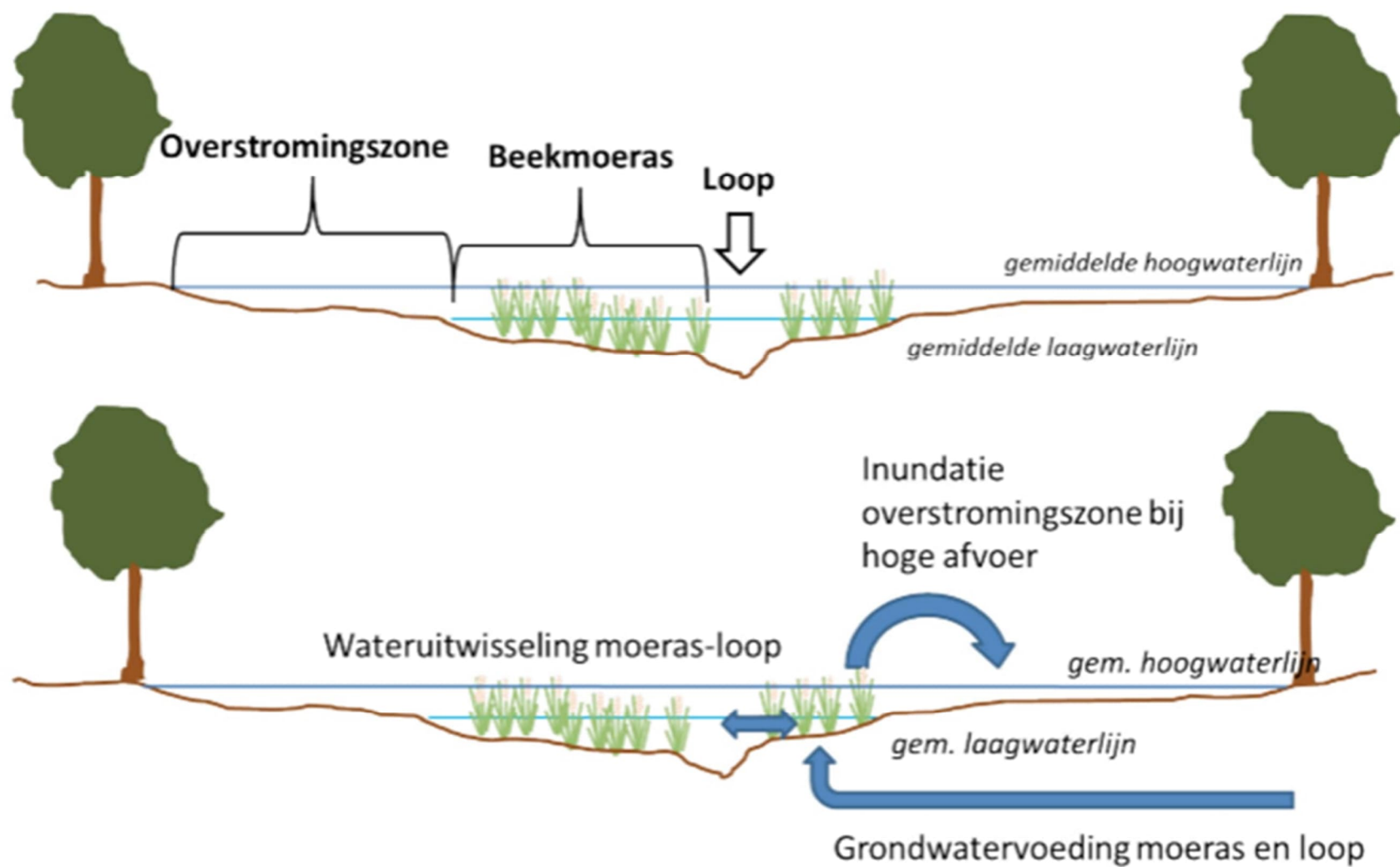
4.1 Uitwerking Definitief Ontwerp

Op basis van het aangeleverde schetsontwerp, voorlopig ontwerp, de uitgangspunten en doelstellingen en een tweetal informatieavonden, is het Definitief ontwerp tot stand gekomen.

Om het voorgenomen ontwerp te kunnen realiseren worden de volgende werkzaamheden uitgevoerd:

- Aanleggen van 3 KRW-buffers (die bestaan uit twee compartimenten) ter plaatse van drie riooloverstorten. De KRW-buffers zijn uitgevoerd met een 4mm buffercompartiment met pomp om dit water weer terug in het stelsel te pompen, en een groen kwantitatief buffercompartiment.
- Aanleggen van een nieuw tweefasen-beekprofiel ten oosten van de huidige beekloop en de nieuw te realiseren KRW-buffers.
- Aanleggen van broekbos als onderdeel van (langs) het tweefasenprofiel en in de kwantitatieve compartimenten van de KRW-buffers.
- Het ontgraven van laagtes in de agrarische percelen t.b.v. ontwikkeling natuurtypen.
- Toevoegen van poelen.
- Deels dempen en grotendeels (verondiept) behouden van de huidige beekloop.
- Aanpassen van Het Vondere, zodat deze beek goed aansluit op de nieuwe ligging van de Grote Molenbeek.
- Toevoegen van een verkeersbrug ter plaatse van de Meldersloseweg.
- Terugbrengen van houtwallen als cultuurhistorisch karakter aan het gebied.

Het Definitief ontwerp is bijgevoegd in Bijlage B7. onderstaande paragrafen beschrijven de elementen uit het ontwerp.



Figuur 9. Hydrologisch principe R20-type beek.

Voor de Groote Molenbeek wordt ingezet op een moerasbeek, waarbij de overstromingszone over het algemeen breder is dan het zomerbakje inclusief het beekmoeras. Dit betekent specifiek voor het ontwerp dat het zomerbakje en het beekmoeras bij reguliere afvoeren watervoerend zijn, en dat de broekbossen (gedefinieerd als de overstromingszone in Figuur 9) meestromen bij hoogwater. De zomerafvoer beperkt zich tot het zomerbakje inclusief het beekmoeras. Het zomerbakje heeft als functie dat stroomsnelheden ook bij lage afvoeren groot genoeg blijven. De hoogte van de overstromingszone ligt tussen de insteek van het zomerprofiel en het waterpeil bij $T=1$. De hoogte van de moeraszones wordt gevarieerd in hoogte gerealiseerd om een zo groot mogelijke natte-vochtige gradiënt te ontwikkelen. Er is gekozen om door de beperkte waterdiepte, de beek niet primair bevaarbaar te maken voor kanoërs. De beek is daardoor bij zeer lage afvoeren niet bevaarbaar.

De huidige loop van Het Vondere blijft in de basis bestaan. Doordat de Groote Molenbeek wat naar het oosten verplaatst, komt een deel van Het Vondere aan de westkant van de Groote Molenbeek te liggen. Dit deel van Het Vondere wordt gedempt en wat naar het noorden verlegd, zodat een onderhoudspad gerealiseerd kan worden tussen de eigendomsgrens en Het Vondere. Dit deel van Het Vondere zal in oostelijke richting gaan afwateren. Het Vondere wordt ontwikkeld tot een R20-type beek. Een belangrijke reden voor het behouden van deze watergang is de drainerende functie op plekken waar dit mogelijk is. De bestaande Groote Molenbeek sluit namelijk ter drainage aan op het westelijke uiteinde van Het Vondere. Daar waar de KRW-buffers zijn voorzien, zal de bestaande Groote Molenbeek worden gedempt.

Poelen

In het herinrichtingsgebied worden 4 aanvullende poelen gerealiseerd, zodat deze een robuust geheel kunnen vormen met de bestaande poelen in de nabijheid. De poelen zijn van een voldoende grootte om zich tot een op zichzelf staand systeem te ontwikkelen. Deze worden in noord zuid richting aangelegd. Het intreden van beekwater wordt voor zover mogelijk voorkomen, omdat vissen in de poel niet wenselijk zijn. De poelen mogen alleen zeer sporadisch inunderen vanuit de beek (ordegrootte T100). De bodemhoogte van de poelen ligt ongeveer 0,40 à 0,60 m lager dan GLG (Gemiddeld Laagste Grondwaterstand). Zo kunnen ze zeer sporadisch in de zomer droogvallen.

Mitigatiemaatregel geohydrologie

In het schetsontwerp is de bestaande watergang waar mogelijk behouden. Hierbij wordt een wat kleiner en ondieper profiel toegepast dan in de huidige situatie. Uit het (geo)hydrologisch onderzoek ten behoeve van het schetsontwerp is namelijk gebleken dat de ingreep grondwaterstandsverhoging als gevolg heeft in Horst, onder andere ter plaatse van de wijk Stuksbeemden/De Risselt. De beek draineert namelijk grondwater. Door het meanderen van de beek en het verder naar het oosten verschuiven van de beek, wordt dit drainerende effect kleiner aan de westzijde van het projectgebied. Dit is ook gebleken uit de (geo)hydrologische doorrekening van het VO. Hierop is besloten in het zuidelijke gedeelte de beekbodem 50 à 60 cm minder te verondiepen. Dit blijkt de gewenste modelresultaten te leveren.

Om voldoende drainerend effect te houden aan de westzijde van het projectgebied, wordt bestaande beekloop gedeeltelijk behouden en in verbinding gezet met de nieuwe beek. De bestaande beekloop kan niet over de volledige lengte behouden worden, omdat de KRW-buffers ter plaatse van de huidige beekloop komen te liggen. Daarnaast wordt het oppervlak van het dwarsprofiel van de huidige beek wat verkleind. Zowel bij GHG als GLG zal deze grondwater draineren. Over de tijd mag deze huidige beekloop verder verlanden. De drainerende functie moet echter behouden blijven.

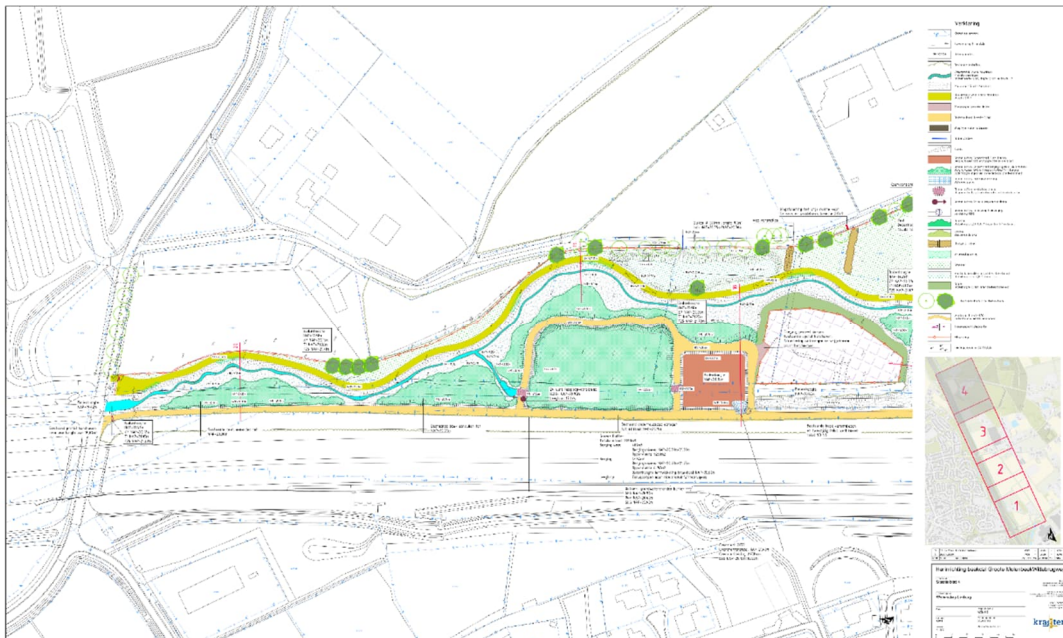
Ter plaatse van de buffer middelste KRW-buffer (2678) is de mitigatiegeul voor zover mogelijk achter de buffer behouden, omdat ter hoogte van deze buffer de grondwatereffecten van het project op De Risselt relatief groot zijn.

Ligging beek door populierenbos

Ter hoogte van het populierenbos is de ligging van de beek (hier KRW-type R5) en het naastgelegen onderhoudspad dusdanig gekozen dat geen bomenkap benodigd is. Als gevolg staan enkele bomen tussen de beek en het onderhoudspad. Deze bomen vormen voor onderhoud geen belemmering.

Opsplitsing noordelijk perceel

Het meest noordelijk gelegen perceel binnen het projectgebied is niet verworven. Daarom volgt de beek hier het bestaande tracé. Voor het geval dat dit perceel wel nog verworven wordt, is daarom een alternatief DO opgesteld ter plaatse van dit perceel. In dit alternatief is de ruimte beschikbaar voor een aanvullende meandering en een aanvullend broekbos. Dit alternatief is weergegeven in Figuur 11.



Figuur 11 Alternatief DO blad 4.

4.2.2 KRW-buffers t.b.v. overstorten

De KRW-buffers worden ingericht met een 4mm buffercompartiment voor het kwalitatieve gedeelte en een bergingscompartiment voor het kwantitatieve gedeelte. De bodem van het 4mm buffercompartiment ligt boven de GHG. Via een overstortleiding onder de A-73 door wordt de overstortput verbonden met de KRW-buffer. De huidige b.o.b.'s van de overstortleidingen worden niet aangepast. Middels een instroomvoorziening wordt de verbinding met de KRW-buffer gemaakt. De instroomvoorzieningen worden uitgevoerd in beton. Dit ter voorkoming van uitspoeling, en omdat de b.o.b.'s beneden het grondwaterniveau liggen. Voor de lediging van het 4mm compartiment wordt nabij de instroomvoorziening een pompvoorziening aangebracht. Het 4mm buffercompartiment wordt vrijgehouden van begroeiing. Wanneer een waterschijf groter dan 4mm wordt afgevoerd kan dit aanvullende water vanuit het 4mm buffercompartiment overstorten naar het kwantitatieve compartiment, dat wordt ingericht als broekbos. Gezien de overstortvolumes zijn deze kwantitatieve compartimenten bij alle drie de overstorten benodigd. Vanuit het kwantitatieve compartiment kan het

water infiltreren of overstorten op de Groote Molenbeek. De kwantitatieve compartimenten worden als broekbos ingericht en mogen bij grote afvoeren vanuit de Groote Molenbeek inunderen. Echter, bij een T25-afvoer komt de waterstand al tot boven het niveau van de overstortdrempels (in de overstortputten aan de westzijde van de A73). Dit betekent dat de volledige KRW-buffer (ook de 4mm-compartimenten) inunderen en water het rioleringsstelsel instroomt. Afgestemd met de gemeente is dat huidige deze situatie ook bestaat, en er geen sprake is van verslechtering van de situatie.

Buffer overstort 3050

Nabij de buffer van overstort 3050 heeft de overstortleiding in de huidige situatie een b.o.b. van NAP + 20,34 m/NAP + 20,25 m. De bodem van het 4mm buffercompartiment komt op een hoogte van NAP + 21,40 m te liggen (gelijk aan de GHG). De hoogte van de overstortdrempel bedraagt NAP + 21,70 m. Het maximale peil van de buffer is altijd 0,10 m lager i.v.m. de veiligheid. Het bergingsniveau ligt tussen de GHG en de hoogte van de overstortdrempel. In dit geval ligt deze tussen NAP + 21,40 m en NAP + 21,60 m. voor een inhoud van 250 m³ voor het 4mm buffercompartiment, is een oppervlak van ongeveer 1.250 m² nodig. De noodoverlaat naar het kwantitatieve compartiment ligt op NAP + 21,60 m.

Voor het kwantitatieve compartiment is een inhoud van 780 m³ nodig en bij een bergingsniveau tussen NAP + 21,40 en NAP + 21,60 m is een oppervlakte van minimaal 4.000 m² nodig. Om een optimale landschappelijke inpassing in het dal van de Molenbeek te verkrijgen wordt dit compartiment ingericht als broekbos. Om aan de eisen van een broekbos te voldoen is de bodem verlaagd tot aan de Gemiddelde Grondwaterstand. Deze bedraagt hier ongeveer NAP + 21.00 m. De kade van het compartiment ligt 0,2 m boven de T25-waterstand, op NAP + 22,00 m. De noodoverlaat naar de Groote Molenbeek ligt op NAP + 21,60 m. In het geval van een waterstand bij T=25 zal de KRW-buffer via de noodoverlaat volstromen. Er wordt een 24-uurs leegloopvoorziening aangebracht met een b.o.b. op NAP + 21,40 m (gelijk aan de GHG), om de langdurige belasting van hoge waterstanden voor de broekbossen te voorkomen.

Buffer overstort 2678

Nabij de buffer van overstort 2678 heeft de overstortleiding in de huidige situatie een b.o.b. van NAP + 20,62 m/NAP + 20,55 m en komt de bodem van het 4mm buffercompartiment op een hoogte van NAP + 21,10 m te liggen (gelijk aan de GHG). De hoogte van de overstortdrempel bedraagt NAP + 21,30 m. Het maximale peil van de buffer is altijd 0,10 m lager i.v.m. de veiligheid. Het bergingsniveau ligt tussen de GHG en de hoogte van de overstortdrempel. In dit geval ligt deze tussen NAP + 21,10 m tot NAP + 21,25 m. Bij een inhoud van 750 m³ voor het 4mm buffercompartiment is een oppervlak van ongeveer 3.750 m² nodig. De noodoverlaat naar het kwantitatieve compartiment ligt op NAP + 21,30 m.

Het kwantitatieve compartiment heeft een inhoud van 2.250 m³ nodig en bij een bergingsniveau tussen NAP + 21,10 m en NAP + 21,25 m is een oppervlakte van minimaal 15.000 m² nodig. Om een optimale landschappelijke inpassing in het dal van de Molenbeek te verkrijgen wordt dit compartiment ingericht als broekbos. Om aan de eisen van een broekbos te voldoen is de bodem verlaagd tot aan de Gemiddelde Grondwaterstand. Deze bedraagt hier ongeveer NAP + 20.75 m. De kade van het compartiment ligt 0,2 m boven de T25-waterstand, op NAP + 21,80 m. De noodoverlaat naar de Groote Molenbeek ligt op NAP + 21,25 m. In het geval van een waterstand bij T=25 zal de KRW-buffer via de noodoverlaat volstromen. Er wordt een 24-uurs leegloopvoorziening aangebracht met een b.o.b. van NAP + 21,10 m (gelijk aan de GHG), om de langdurige belasting van hoge waterstanden voor de broekbossen te voorkomen.

Buffer overstort 2679

Nabij de buffer van overstort 2679 heeft de overstortleiding in de huidige situatie een b.o.b. van NAP + 20,16 m/NAP + 18,83 m en komt de bodem van het 4mm buffercompartiment op een hoogte van NAP + 20,90 m te liggen (gelijk aan de GHG). De hoogte van de overstortdrempel bedraagt NAP + 21,40 m. Het maximale peil van de buffer is altijd 0,10 m lager i.v.m. de veiligheid. Het bergingsniveau ligt tussen de GHG en de hoogte van de overstortdrempel, in dit geval ligt deze tussen NAP + 20,90 m en NAP + 21,25 m. Bij een inhoud van 480 m³ voor het 4mm buffercompartiment, is een oppervlak van ongeveer 1.450 m² nodig. De noodoverlaat naar het kwantitatieve compartiment ligt op NAP + 21,30 m.

Het kwantitatieve compartiment heeft een inhoud van 1.450 m³ nodig en bij een bergingsniveau tussen NAP + 20,90 m en NAP + 21,25 m is een oppervlakte van minimaal 4.150 m² nodig. Om een optimale landschappelijke inpassing in het dal van de Molenbeek te verkrijgen wordt dit compartiment ingericht als broekbos. Om aan de eisen van een broekbos te voldoen is de bodem verlaagd tot aan de Gemiddelde Grondwaterstand. Deze bedraagt hier ongeveer NAP + 20,60 m. De kade van het compartiment ligt 0,2 m boven de T25-waterstand, op NAP + 21,70 m. De noodoverlaat naar de Groote Molenbeek ligt op NAP + 21,25 m. In het geval van een waterstand bij T=25 zal de KRWV-buffer via de noodoverlaat volstromen. Er wordt een 24-uurs leegloopvoorziening aangebracht met een b.o.b. van NAP + 20,90 m (gelijk aan de GHG), om de langdurige belasting van hoge waterstanden voor de broekbossen te voorkomen.

4.2.3 Inrichting (broek)bossen en hooilanden

Bossen

Voor de realisatie van broekbossen is een bodemhoogte nabij de Gemiddelde Grondwaterstand nodig. De broekbossen liggen grotendeels langs de Groote Molenbeek en in de grote (kwantitatieve) compartimenten van de KRWV-buffers. Overige hoger gelegen bossen ontwikkelen tot gevarieerde loofbossen. Ter plaatse van bestaande waterloop in het zuidelijke deel wordt gekozen voor het verbinden van het bestaande bos met de beplanting op het talud van de A73 met gevarieerd loofbos. Daarbij wordt de oude loop deels gedempt, maar blijft een ondiepe watergang als mitigatiemaatregel bestaan. Dit vormt dan tevens een natuurlijke barrière tussen de woningen en het talud van de A73.

De bodemhoogte van de broekbossen aan de beek ligt 0,10 à 0,12 m boven de insteek van het zomerbakje en loopt van de beek af flauw en lineair op naar een peil gebaseerd op de DO wintervariant. Over het algemeen zijn de broekbossen buiten het directe invloedgebied van de beek, zoals in de kwantitatieve buffercompartimenten, meer afgestemd op de gemiddelde grondwaterstand. Een wat afwijkend gebied ligt ten westen van de gerealiseerde dassenheuvel en bij de Melderloseweg. Deze staat via twee voorden in de obstakelvrije zone in verbinding met de beek. Het peil van de voorden ligt net boven het waterpeil bij een winterafvoer en de bodemligging van dit broekbos is afgestemd op de gemiddelde grondwaterstand.

Ten behoeve van de optimale bodemhoogten en daarmee de ontwikkelpotentie van de broekbossen te bepalen is een ecologische toetsing gedaan, zie paragraaf 3.9.3. Deze zijn aangegeven in het DO als DO wintervariant. Hier is met name naar de GHG en GVG gekeken, omdat de GLG zeer waarschijnlijk niet wordt behaald of te diep gelegen is. Ook is bekeken of ontwerptechnisch dit wel behaald kan worden. Dit betekent echter wel dat er op sommigen plaatsen (met name langs de beek) meer dan een meter extra grond afgegraven moet worden.

Houtsingels

Naast de bestaande houtsingels/-wallen wordt in het gebied een aantal nieuwe houtsingels/-wallen aangebracht voor het herstel van de cultuurhistorische waarde, en ter herinnering aan de structuur die

in het gehele beekdal aanwezig was. Daarnaast bieden de houtsingels/-wallen ook een ecologische verbetering voor zowel flora als fauna. Deze lijnvormige elementen bieden bescherming en voedsel voor de das.

Laagtes

Ten oosten van de Groote Molenbeek (tussen de beek en het zandpad) worden lokaal percelen afgegraven om deze gronden te verschrallen en inundaties vanuit de beek mogelijk te maken. Deze laagtes worden ontwikkeld als nat tot vochtig kruiden- en faunarijk grasland. Tevens wordt op deze manier meer ruimte gecreëerd voor waterberging en ontstaat er de beleving van een beekdal. De laagtes mogen via twee voordenen inunderen, één aan de bovenstroomse zijde en één aan de benedenstroomse zijde van de laagtes. Hier wordt het onderhoudspad verlaagd tot ongeveer een de waterstand bij een winterafvoer. Op deze manier kunnen de laagtes geregeld meestromen.

Ter hoogte van de kas Flores in Terra is eveneens een laagte aangebracht, die niet aan de hand van voordenen in verbinding staat met de beek. De noordzijde van deze laagte gaat over in een sloot. Deze sloot zorgt voor de afwatering vanuit de bergingsvoorziening van Terra via een duiker onder de zandweg door. De duiker watert af van westelijke naar oostelijke richting, naar de beek via een duiker onder het onderhoudspad door.

4.2.4 Struin- en onderhoudspaden

In het herinrichtingsgebied bevinden zich twee objecten die regelmatig bereikbaar moeten zijn, namelijk de beekloop en de buffers. Voor de beekloop wordt een obstakelvrije zone langs de beek gereserveerd (onderhoudspad). Deze ligt vrijwel overal aan de oostzijde van de Groote Molenbeek, wat de tegenovergestelde oever is van de oever met de moeraszones. Uitzondering is het tracé nabij de Melderloseweg. Hier ligt het onderhoudspad aan de westzijde van de beek en het broekbos aan de oostzijde.

De breedte van de obstakelvrije zone bedraagt gemiddeld 5 m. Ter hoogte van het broekbos gelegen buiten het stroomprofiel van de beek, worden in de obstakelvrije zone twee voordenen gerealiseerd. De hoogte van de voorde ligt hier 0,3 m boven de GHG. Hierdoor wordt het grondwater niet continu afgevoerd en is de inundatie van de beek minder frequent. Hierdoor ontwikkelt zich een broekbos gericht op het grondwater. Ter hoogte van de laagtes in de graslanden worden in totaal vier voordenen gerealiseerd. Per laagte één voor de instroom en één voor de uitstroom. De hoogte van de voordenen ligt hier ongeveer op beekstand bij winterafvoer, wat grofweg gelijk is aan de GLG. Hierdoor vinden frequenter inundaties vanuit de beek plaats.

Voor het onderhoud van de buffers wordt het huidige onderhoudspad langs de Groote Molenbeek gebruikt. Recreatief medegebruik van het onderhoudspad is niet gewenst. Daarom worden deze aan de staatzijden afgesloten met een hek. Daarnaast is een onderhouds-/toegangspad aangebracht voor de bereikbaarheid van de particuliere terreinen, omdat het huidige toegangspad is komen te vervallen door de verlegging van de Groote Molenbeek. Hierdoor blijft onder andere de paardenweide bereikbaar.

Het deel van het Vondere dat in de toekomstige situatie aan de westkant van de Groote Molenbeek ligt, wordt enkele meters naar het noorden verplaatst. Hierdoor ontstaat er ruimte om tussen Het Vondere en het aan de zuidkant gelegen particulier eigendom een obstakelvrije zone aan te leggen. Deze obstakelvrije zone kan tevens door de gebruikers van het particulier eigendom gebruikt worden als toegangspad.

Tevens worden struinpaden aangelegd voor recreatief gebruik, die een andere route volgen dan de obstakelvrije zones. Ter plaatse van de voorden wijken deze struinpaden af richting het zandpad. Het zandpad wordt aan de noordelijke grens van het projectgebied afgesloten, waartoe een keerlus wordt aangelegd.

Het zandpad dat de oostgrens van het projectgebied vormt, wordt afgesloten ter hoogte van De Songert aan de hand van een poort. Het perceel van Terra blijft nog bereikbaar. Hier is in het ontwerp tevens een keermogelijkheid opgenomen. Achter de afsluiting wordt het zandpad versmald.

Ter plaatse van het meest noordelijke perceel kan het onderhoudspad de beek niet langer volgen, omdat het perceel niet verworven is en er daardoor onvoldoende ruimte is voor een onderhoudspad. Hier is dan ook een keervoorziening aangebracht. Indien het perceel wel nog verworven wordt, kan het onderhoudspad doorgetrokken worden en is de keervoorziening niet benodigd (zie Figuur 11).

4.2.5 Natuurlijk spelen

Vanuit de gemeente Horst a/d Maas is een wens geuit om ruimte te reserveren voor een ontmoetingsplaats in de natuur. Hier is ruimte voor natuurlijk spelen, zitgelegenheden, een picknicklocatie, met in de nabijheid klein fruit. Hierlangs is een wandelpad voorzien, aan de hand van halfverharding ook voor mindervaliden begaanbaar is. Dit alles staat in relatie te staan met de Groote Molenbeek. De locatie is bewust op de oostzijde van de Groote Molenbeek gekozen om de belangen met de overige natuur niet teniet te doen.

4.2.6 Verkeersbrug

Waar de Groote Molenbeek onder de Meldersloseweg door komt te stromen, is met het oog op de ecologie en passeerbaarheid voor fauna een verkeersbrug voorzien. De beek is ter hoogte van deze brug uitgevoerd als een R5-type beek. Uitwerking van deze brug gebeurt door de opdrachtgever. Er zijn sonderingen gezet, verzorgd door de opdrachtgever. De nadere uitwerking van de verkeersbrug wordt aan de aannemer overgelaten.

4.3 Beheer en onderhoud

Onderstaande tabel geeft de objectverdeling voor het beoogde beheer en onderhoud weer. Er wordt na vaststellen van het DO een beheer- onderhoud- en monitoringsplan opgesteld.

Tabel 3. Beheer en onderhoud.

Locatie/ profiel	Type werk	Toelichting	Eigendom	Beheer	Onderhoud
Waterstaatswerken					
	Watergang primair	Nieuwe waterloop	WL	WL	WL
	Watergang secundair	Bestaande waterloop (deels gedempt)	WL	WL	WL
	Poelen	Gedurende de eerste 5 jaar	Greenport	Greenport	Greenport
	voorden		WL	WL	WL
	Obstakelvrije zones		WL	WL	WL
	Onderhoudspad beek		WL	WL	WL
	Onderhoudspad buffers		Gemeente	Gemeente	Gemeente
	Secundiar Sloten	t.b.v. afvoer kassen/ 1 tbv van nat achterliggend gebied	Gemeente	Gemeente	Gemeente
	Primarie sloten		WL	WL	WL
	KRW Buffers		Gemeente	Gemeente	Gemeente
	Onderhoudspaden om buffers		gemeente	gemeente	gemeente
	Duiker 500mm		gemeente	gemeente	gemeente
	Duikers op primaire sloten		gemeente	gemeente	gemeente
Voorzieningen					
	Instroom- en terugpompvoorzieningen	Instroomvoorziening t.b.v. KRW-buffers	Gemeente	Gemeente	Gemeente
	Noodoverstorten		Gemeente	Gemeente	Gemeente
	Natuurlijk speelvoorziening	Picknickbank, natuurlijke speelvoorzieningen.	Gemeente	Gemeente	Gemeente

	Rolstoelpad		Gemeente	Gemeente	Gemeente
	Verkeersbrug		Gemeente	Gemeente	Gemeente
Natuurbeheereenheden					
	Moeraszones		WL	WL	WL
	Broekbossen (niet KRW buffers)		WL	WL	WL
	Broekbossen (KRW-buffers)		Gemeente	Gemeente	Gemeente
	Loofbossen	Gedurende de eerste 5 jaar	Greenport	Greenport	Greenport
	Hooiland (kruidenrijk grasland/laagtes)	Gedurende de eerste 5 jaar	Greenport	Greenport	Greenport
	Houtsingels/houtwallen	Gedurende de eerste 5 jaar	Greenport	Greenport	Greenport

4.4 Duurzaamheid

Er wordt binnen het project tijdens de volgende fase een duurzaamheidstoets uitgevoerd, waarbij met name gekeken wordt naar het verduurzamen van de grondstromen en materialen.

4.5 Veiligheid

Op basis van het VO en DO is risicoanalyse gemaakt voor de arbo gerelateerd risico's. Hiervoor is een RI&E opgesteld. Hieruit is gebleken dat deze risico's te ondervangen zijn in het bestek.

Tevens wordt er een V&G plan ontwerpfase opgesteld. Deze wordt binnen de DO fase geactualiseerd. De aannemer stelt een V&G plan realisatiefase op.

Zie Bijlage B8 voor het RI&E en de verbetervoorstellen.

4.6 SSK-raming

Om een beeld te krijgen van de kosten is tijdens het DO de liggende SSK-raming geactualiseerd.

5 TOETSING DO

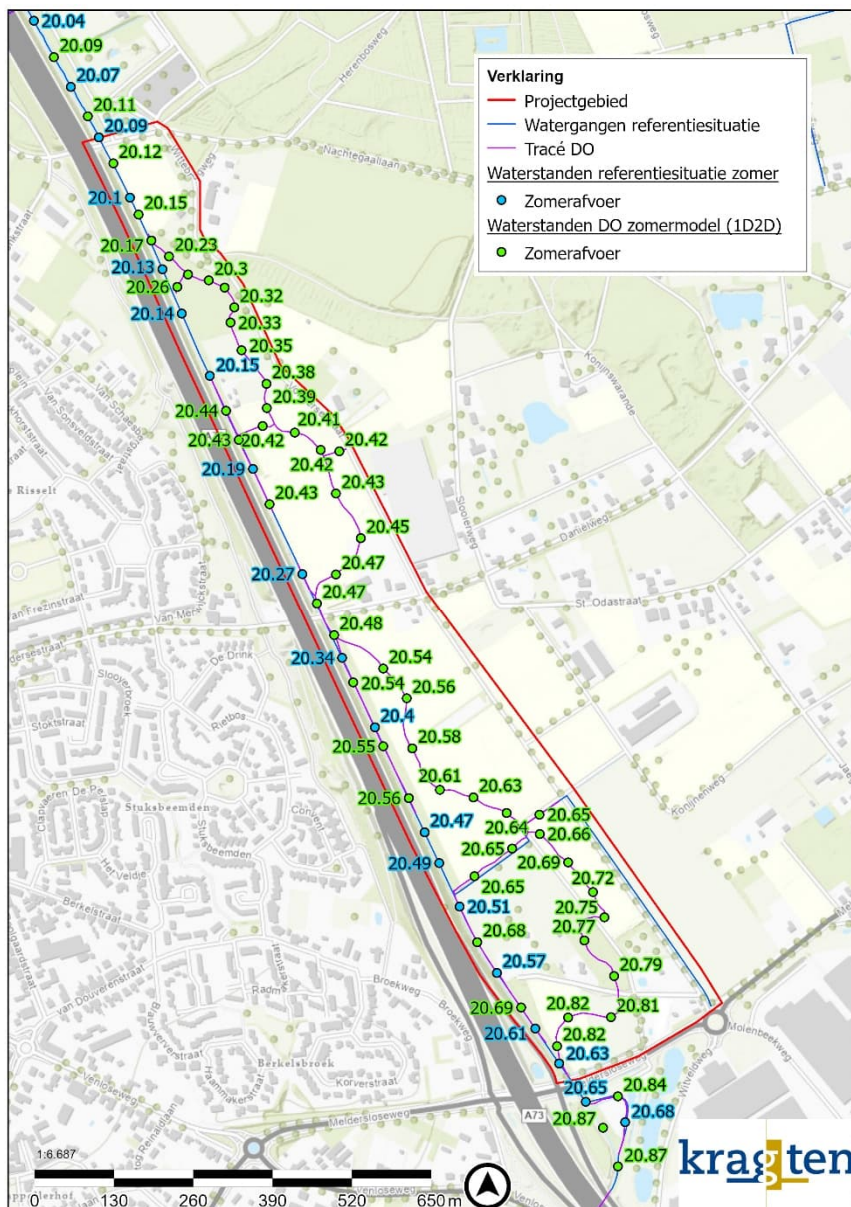
5.1 Hydrologische analyse ontwerp

Het DO is getoetst op hydrologische aspecten. Waterstanden, drooglegging, stroomsnelheden en inundaties hiertoe onderzocht. De resultaten zijn onderstaand beschreven.

5.1.1 Waterstanden

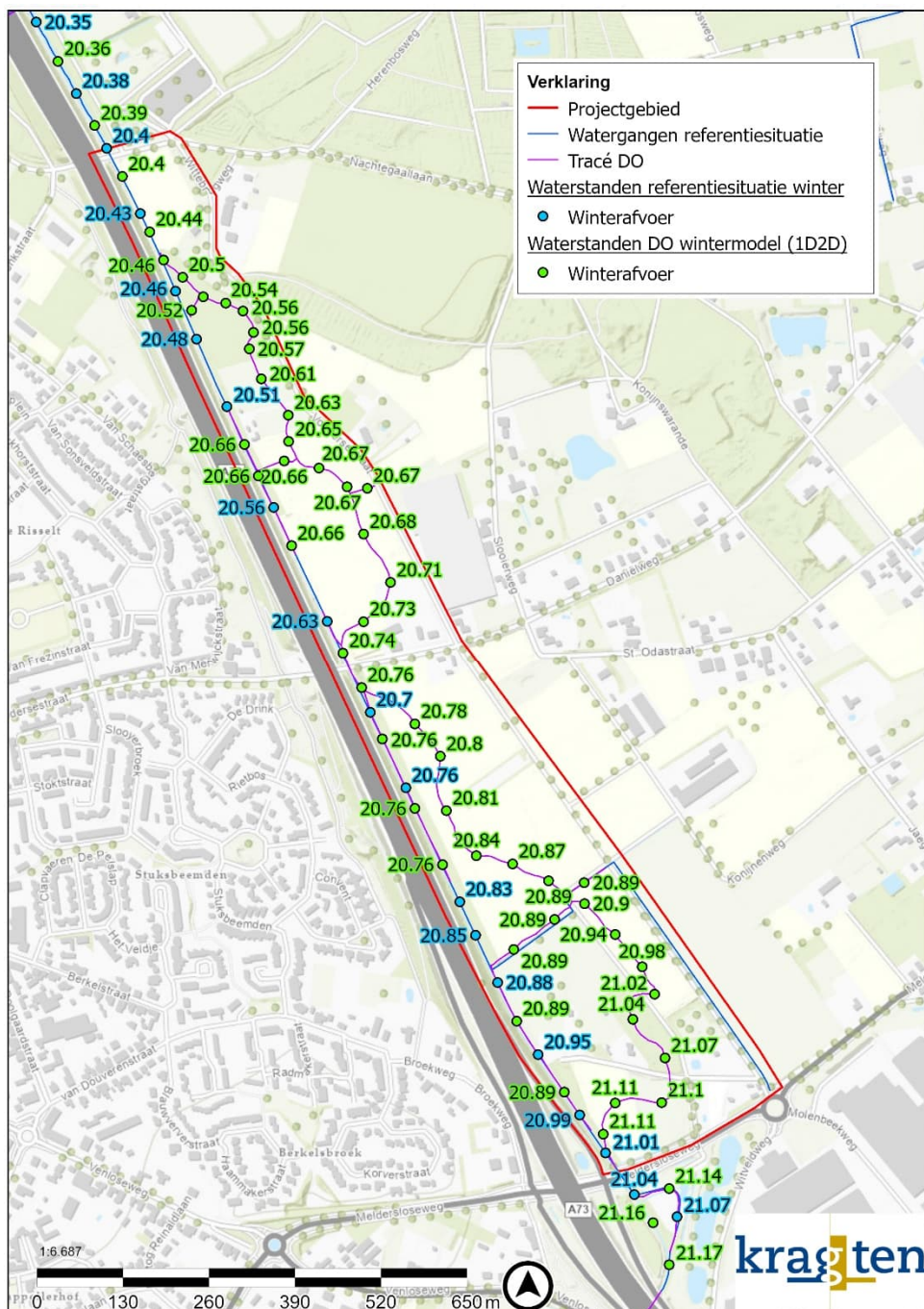
In Figuur 12 zijn de waterstanden bij een zomerafvoer in het zomermodel weergegeven voor de referentiesituatie (blauw) en voor de ontwerpsituatie (groen). De waterstanden in het DO zijn over het algemeen 15 cm tot 20 cm hoger in vergelijking met de waterstanden in de referentiesituatie van de parallel gelegen huidige watergang. Deze verschillen worden voornamelijk veroorzaakt door de grotere ruwheid in het DO. Ook het 'zomerbakje' uit het DO draagt bij aan verhoogde waterstanden, omdat het zomerbakje smal is vergeleken met het brede profiel uit de referentiesituatie. Dit tweede effect is met name van belang voor lage afvoeren.

De bodemhoogte van de mitigatiegeulen in het DO varieert tussen NAP +20,3 m naar NAP +20,6 m. In de referentiesituatie is de bodemhoogte bovenstrooms ongeveer NAP +20,15 m en benedenstrooms ongeveer NAP +19,6 m. Hierom is de waterstand in de mitigatiegeulen hoger dan de waterstand in de hoofdgeul van de referentiesituatie, gelegen op dezelfde locaties.



Figuur 12 Waterstanden (m +NAP) zomerafvoer in het zomermodel voor de referentiesituatie (blauw) en het DO (groen).

In Figuur 13 zijn de waterstanden bij een winterafvoer in het wintermodel weergegeven voor de referentiesituatie (blauw) en voor de ontwerpsituatie (groen). De waterstanden in het DO zijn over het algemeen 5 cm tot 10 cm hoger in vergelijking met de waterstanden in de referentiesituatie van de parallel gelegen huidige watergang. Deze verschillen worden voornamelijk veroorzaakt door de grotere ruwheid in de ontwerpsituatie. Ook het 'zomerbakje' uit het DO draagt bij aan verhoogde waterstanden, omdat het zomerbakje smal is vergeleken met het brede profiel uit de referentiesituatie. Dit tweede effect is met name van belang voor lage afvoeren, en heeft daarom wat minder effect op de winterafvoer in Figuur 13 dan op de zomerafvoer in Figuur 12. De verschillen in de waterstanden tussen de mitigatiegeulen van het DO en de huidige loop zijn voor de winterafvoer in het wintermodel dan ook kleiner dan voor een zomerafvoer in het zomermodel.



Figuur 13 Waterstanden (m +NAP) winterafvoer in het wintermodel voor de referentiesituatie (blauw) en het DO (groen).

De toename in waterstanden heeft geen onacceptabele effecten op de inundaties binnen het projectgebied en geen negatieve effecten op de inundaties buiten het projectgebied (zie paragraaf 5.1). Daarnaast zijn er ondanks de toename in waterstanden geen negatieve effecten op de grondwaterstanden (zie paragraaf 5.2).

5.1.2 Drooglegging

In het Waterbeheerprogramma 2022-2027 van Waterschap Limburg is beschreven dat in beekdalen en natuurbeken geldt dat gestreefd wordt naar herstel, en dus een droogleggingseis tot maximaal de graslandnorm en een natuurlijk peilverloop. De droogleggingsnormen (maaiveld minus oppervlaktewaterpeil) die Waterschap Limburg heeft vastgesteld in het Waterbeheerprogramma

2022-2027 is opgenomen in Tabel 4. De ontwateringsnormen (maaiveld minus grondwaterpeil) zijn weergegeven in Tabel 5.

Tabel 4 Toetsingswaarden drooglegging Waterschap Limburg.

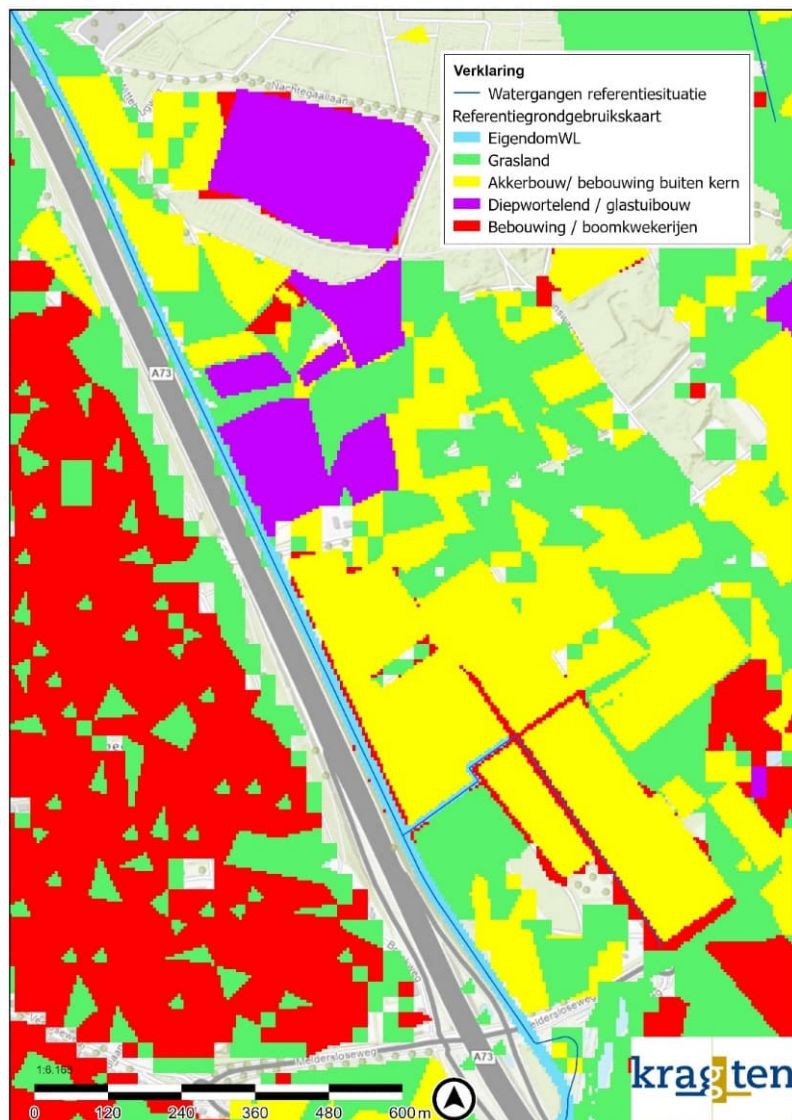
Grondgebruik	Drooglegging natte situatie (fase 1 & onder marge)	Drooglegging droge situatie (fase 3 & streefpeil)
Grasland	60 cm – maaiveld	30 cm – maaiveld
Akkerbouw	80 cm – maaiveld	50 cm – maaiveld
Diep wortelende gewassen	100 cm – maaiveld	80 cm – maaiveld
Bebouwingskernen (vloer- of bouwpeil) (uitgangspunt, kruipruimte)	100 cm – maaiveld	100 cm – maaiveld
Bebouwing in buitengebied (uitgangspunt, geen kruipruimte)	Gelijk aan omgeving	Gelijk aan omgeving
Natuurterreinen	Afhankelijk van natuurdoeltype	Afhankelijk van natuurdoeltype

Tabel 5 Ontwateringsnormen Waterschap Limburg.

Bodemgebruik	Maximale grondwaterstand onder normale omstandigheden* in cm t.o.v. maaiveld**
Grasland	30 - 40
Akkerbouw	50 - 60
Diep wortelende gewassen	tot 100
Bebouwd gebied zonder kruipruimte	50 - 60
Bebouwd gebied met kruipruimte	100
Natuurterreinen	Variabel
* hierop sturen we volgens het principe 'hoog als het kan, laag als het moet'	
** in de laagste delen van een beïnvloedbaar gebied	

Waterschap Limburg heeft in 2025 een Referentiegrondgebruikskaart gemaakt met het grondgebruikstype per perceel (grasland, akkerbouw, diep wortelende gewassen, bebouwd gebied, natuurterreinen), zie Figuur 14. Elk type grondgebruik vraagt om een andere ontwateringsdiepte. Dit grondgebruik is niet elk jaar hetzelfde en verschilt per jaar voornamelijk voor de landbouw omdat deze te maken heeft met gewasrotatie.

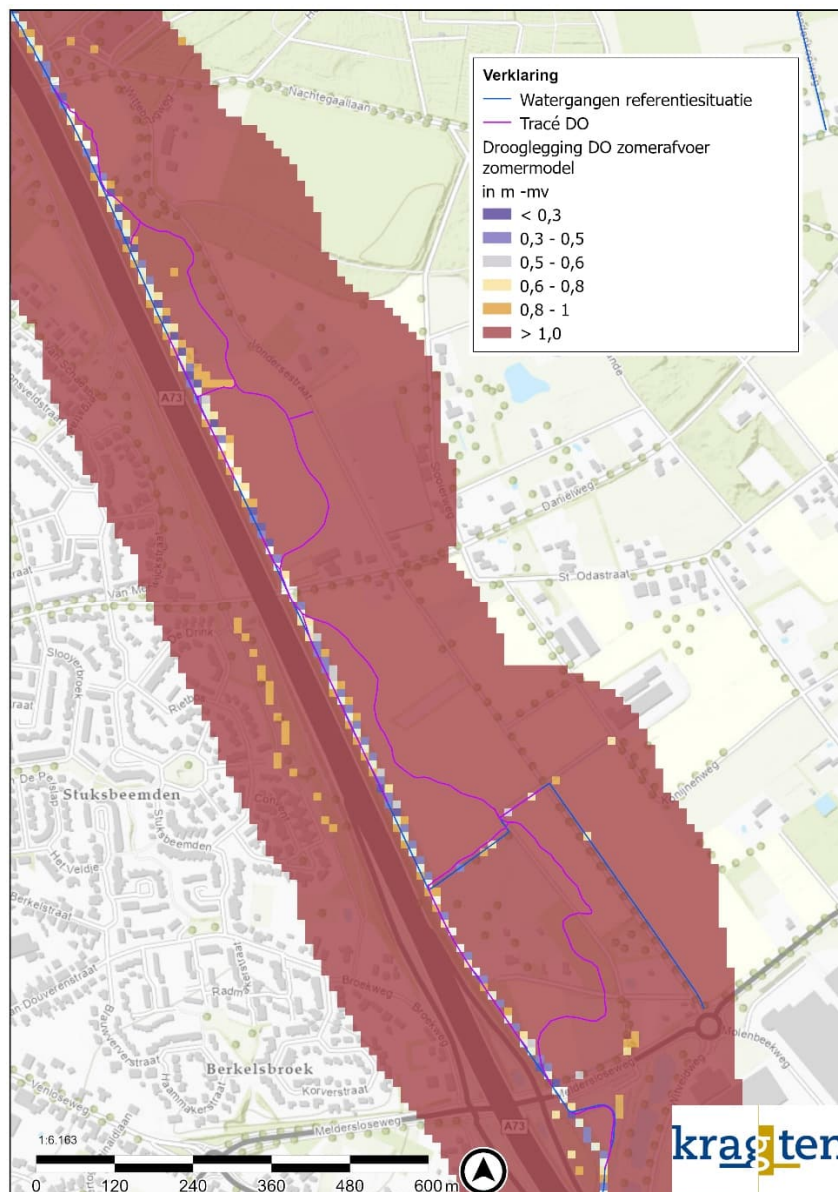
Om rekening te houden met deze gewasrotatie is het referentiegrondgebruik voor landbouwgebieden bepaald op basis van een periode van 5 jaar, van 2015 t/m 2019. Van deze periode is in het BRP gekeken wat het meest kritische gewas (qua vereiste ontwateringsdiepte) in die periode is geweest. Dit meest kritische gewas is als referentie voor het bestaand grondgebruik beschouwd. Voor locaties buiten landbouwgebieden is het LGN7 geraadpleegd, waardoor de kaart gebiedsdekkend is.



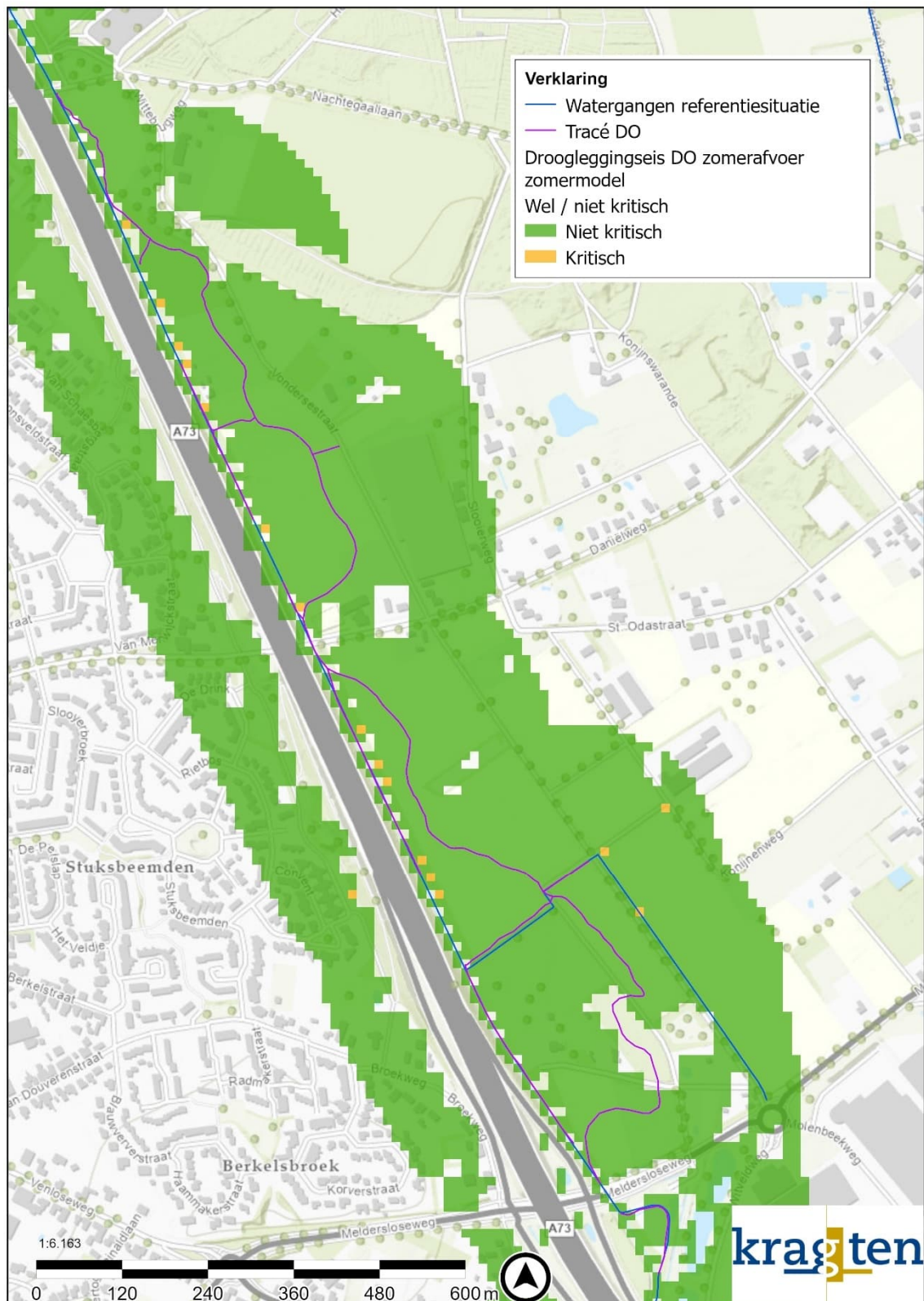
Figuur 14 Referentiegrondgebruik van 2015 t/m 2019 (Waterschap Limburg).

In Figuur 15 is de drooglegging bij een waterstand van een zomerafvoer in het zomermodel weergegeven voor het DO. De drooglegging is bepaald aan de hand van de huidige maaiveldhoogte. Nabij de huidige beekloop is de drooglegging het kleinst.

Figuur 16 toont op welke locaties aan de droogleggingseis van het waterschap wordt voldaan en op welke locaties de drooglegging kritisch is. Voor het DO geldt dat vrijwel het gehele gebied rondom de beek voldoet aan de droogleggingseis.



Figuur 15 Drooglegging (in m) voor waterstanden tijdens een zomerafvoer in het zomermodel voor het DO.

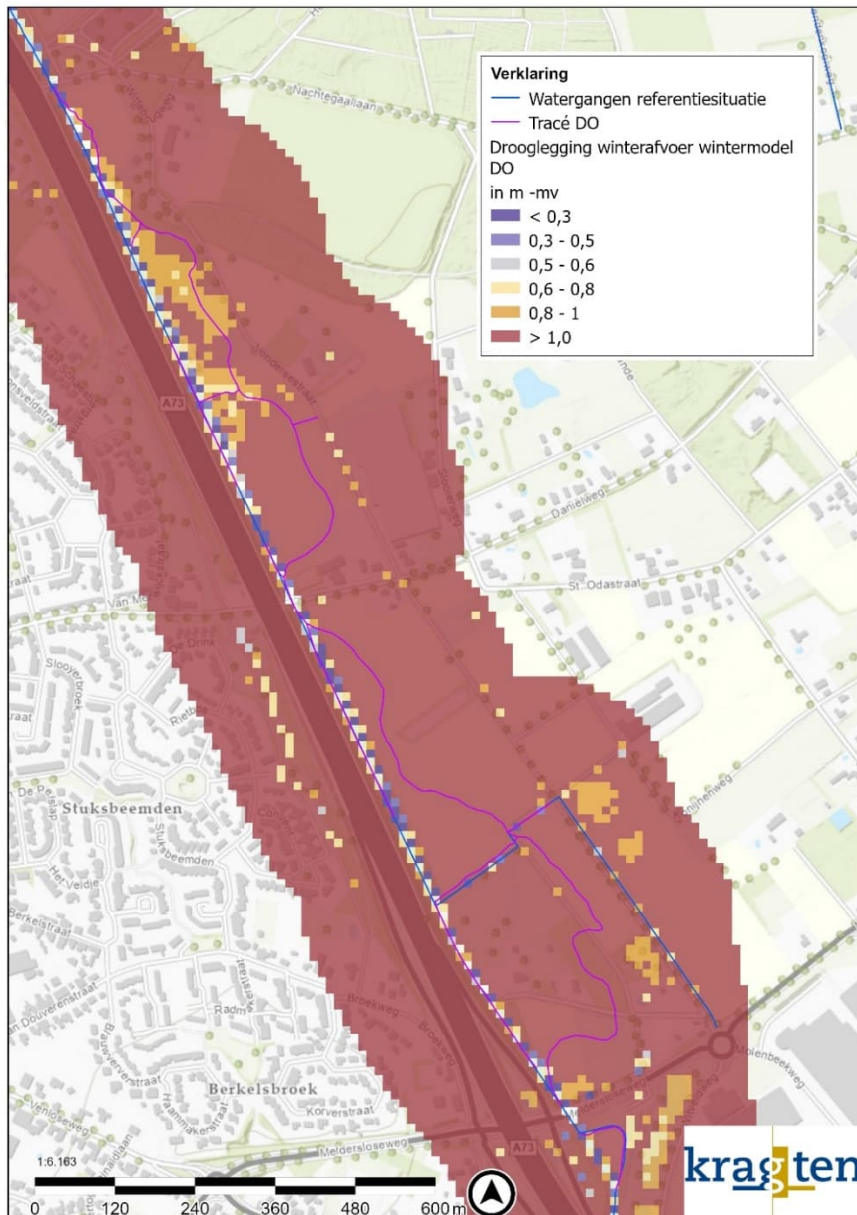


Figuur 16 Droogleggingseis o.b.v. eisen waterschap en referentiegrondgebruiksaan voor de drooglegging tijdens een zomerafvoer in het zomermodel voor het DO.

In Figuur 17 is de drooglegging bij een waterstand van een winterafvoer in het wintermodel weergegeven. De drooglegging is bepaald aan de hand van de huidige maaiveldhoogte.

Nabij de huidige beekloop is de drooglegging het kleinst. In het noorden van het projectgebied is een wat groter gebied aanwezig met een drooglegging van ongeveer 0,8 – 1,0 m -mv. Dit gebied is voor het DO iets groter dan voor het VO.

Figuur 18 toont op welke locaties aan de droogleggingseis van het waterschap wordt voldaan en op welke locaties de drooglegging kritisch is. Vrijwel het gehele gebied rondom de beek voldoet aan de droogleggingseis. Echter, een klein gebiedje tegenover woning "de Songer" is heeft een kritische drooglegging. Dit gebiedje is op de referentiegrondgebruikkaart van het waterschap gekarteerd als akker en als diepgewortelde gewassen. Het grootste deel van het kritische gebiedje wordt onderdeel van het DO. Dus, percelen van derden hebben geen kritische drooglegging in het DO.



Figuur 17 Drooglegging (in m) voor waterstanden tijdens een winterafvoer in het wintermodel voor het DO.

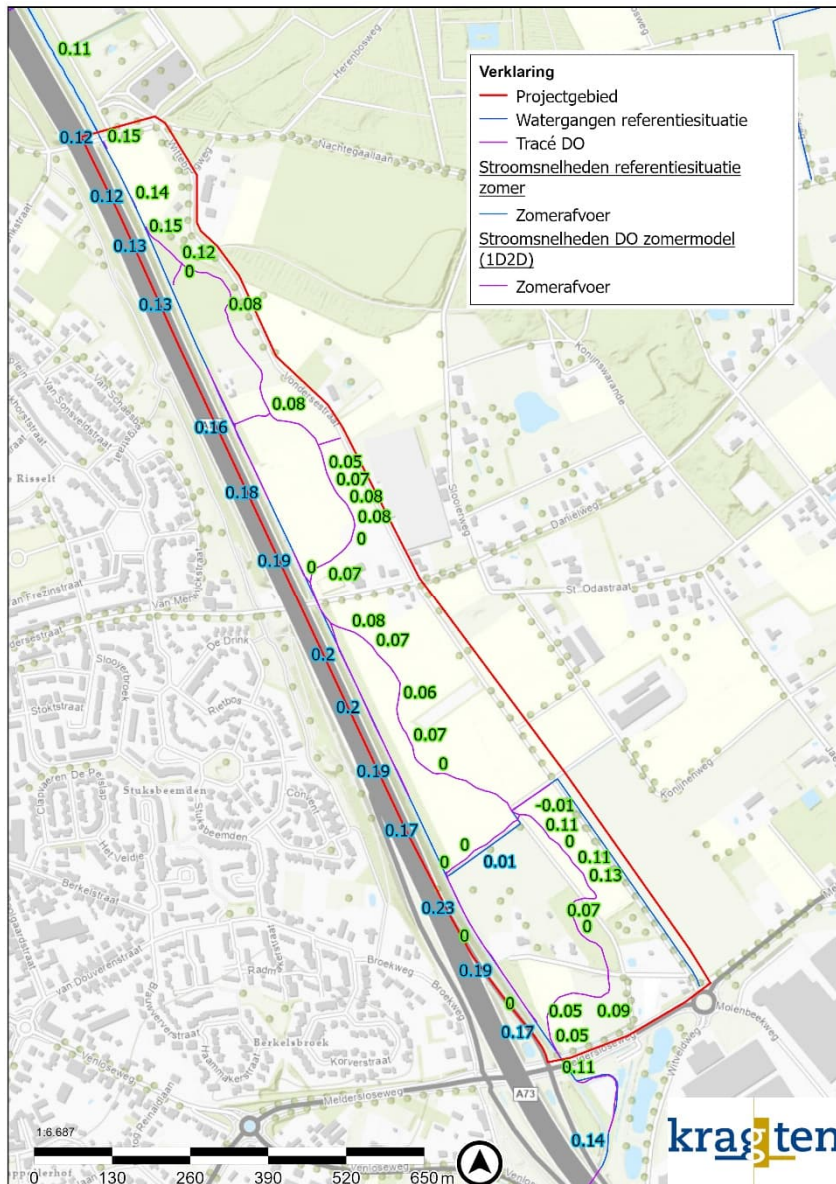


Figuur 18 Droogleggingseis o.b.v. eisen waterschap en referentiegrondgebruiksaan voor de drooglegging tijdens een winterafvoer in het wintermodel voor het DO.

5.1.3 Stroomsnelheden

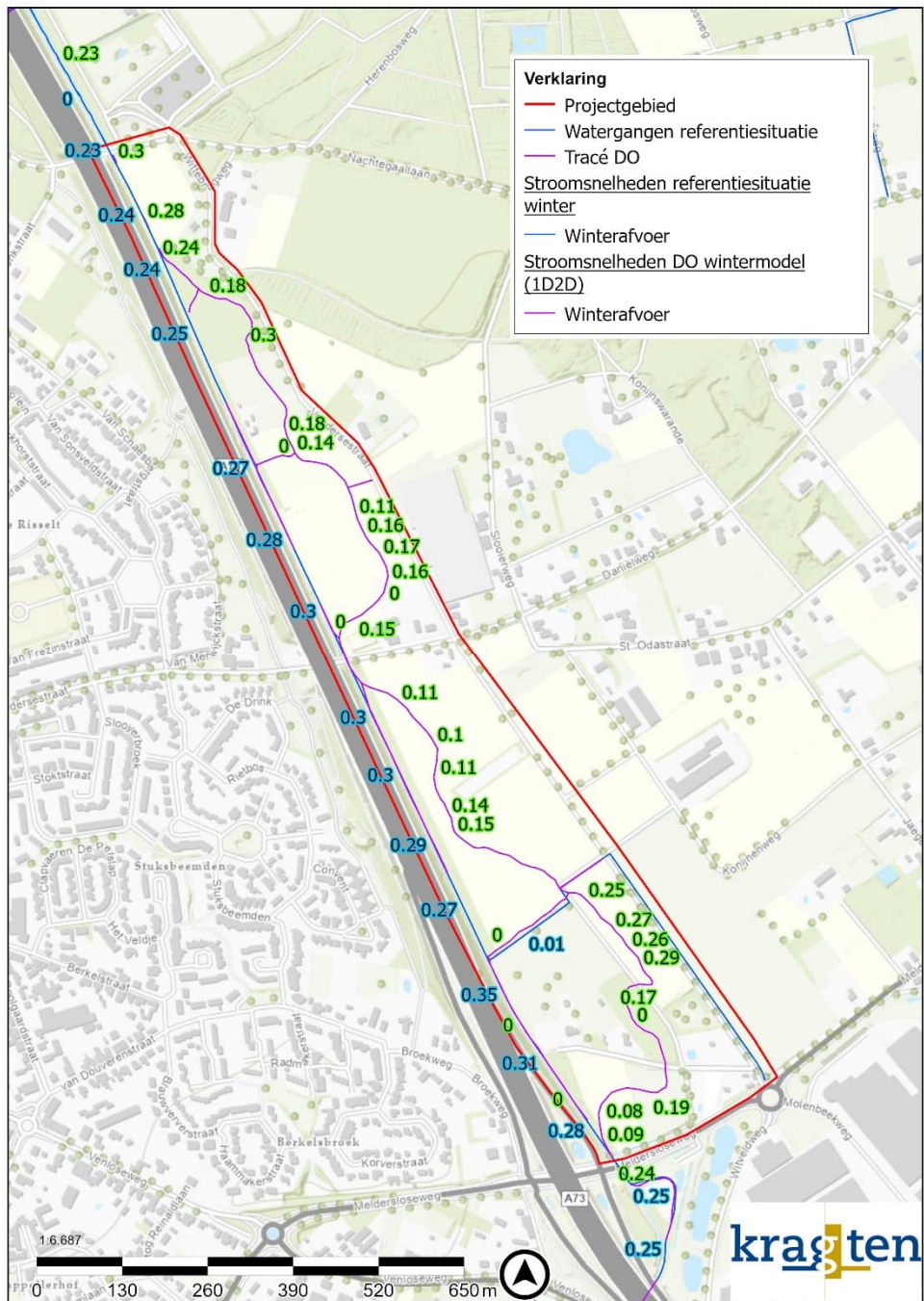
In Figuur 19 zijn de stroomsnelheden bij een zomerafvoer in het zomermodel weergegeven voor de referentiesituatie (blauw) en voor de ontwerpsituatie (groen). De stroomsnelheden bij een zomerafvoer

in de referentiesituatie variëren tussen 0,12 m/s en 0,23 m/s. In het DO zijn de stroomsnelheden lager met snelheden variërend tussen 0,05 m/s en 0,13 m/s. Deze verkleining van de stroomsnelheden is te verklaren door de grotere ruwheid en het kleiner verhang in de ontwerpsituatie. Het profiel in het DO heeft een smal 'zomerbakje' in tegenstelling tot het brede profiel van de referentiesituatie. Dit zou moeten bijdragen aan een verhoging van de stroomsnelheid. Echter, dit effect weegt niet op tegen de effecten van de ruwheid en het kleinere verhang. Tussen het VO en DO is nauwelijks verschil in stroomsnelheden zichtbaar.



Figuur 19 Stroomsnelheden (m/s) bij een zomerafvoer in het zomermodel voor de referentiesituatie (blauw) en het DO (groen).

In Figuur 20 zijn de stroomsnelheden bij een winterafvoer in het wintermodel weergegeven voor de referentiesituatie (blauw) en voor de ontwerpsituatie (groen). De stroomsnelheden bij een winterafvoer in de referentiesituatie variëren tussen 0,24 m/s en 0,35 m/s. Voor het DO zijn de stroomsnelheden lager met snelheden variërend tussen 0,08 m/s en 0,29 m/s. Deze verkleining van de stroomsnelheden is te verklaren door de grotere ruwheid en het kleiner verhang in de ontwerpsituatie. Tussen het DO en VO zijn weinig verschillen te zien in stroomsnelheid.



Figuur 20 Stroomsnelheden (m/s) bij een winterafvoer in het wintermodel voor de referentiesituatie (blauw) en het DO (groen).

5.1.4 Inundaties

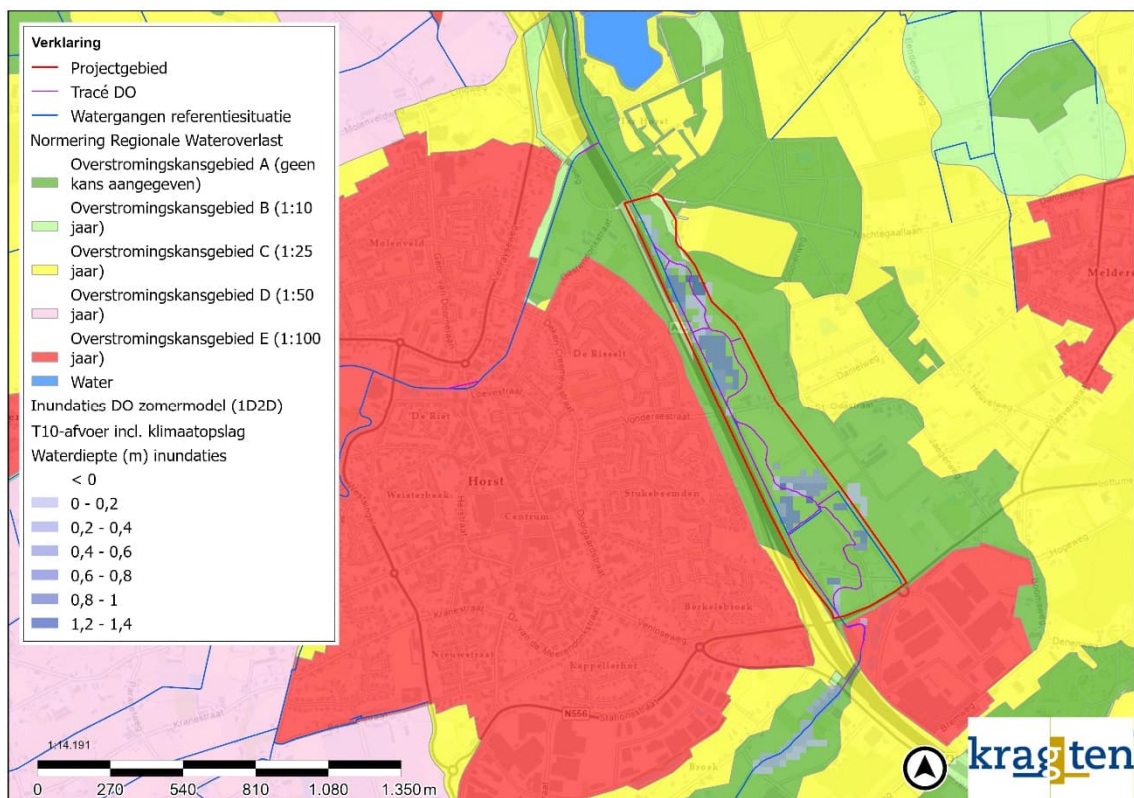
Onderstaand zijn voor een T10-afvoer, T25-afvoer en T100-afvoer (allen inclusief klimaatopslag) de optredende inundaties inzichtelijk gemaakt. Deze inundaties zijn vergeleken met de geldende inundatienormen (Normering Regionale Wateroverlast). Deze zijn weergegeven voor het zomermodel, omdat deze maatgevend is, omdat deze een grotere ruwheid heeft dan het wintermodel.

De inundatiedieptes bij een T10-afvoer inclusief klimaatopslag zijn weergegeven in Figuur 21. De inundaties die binnen het projectgebied te zien zijn, zijn het gevolg van de verlagingen van het terrein, bestaande uit buffers, broekbossen en overstroombare laagtes uit het DO. Deze inundaties blijven binnen het gebied zonder normering en treden nauwelijks buiten de aangebrachte verlagingen in het terrein. De inundatiediepte in de laagtes en buffers varieert tussen 0,2 m en 1,2 m.

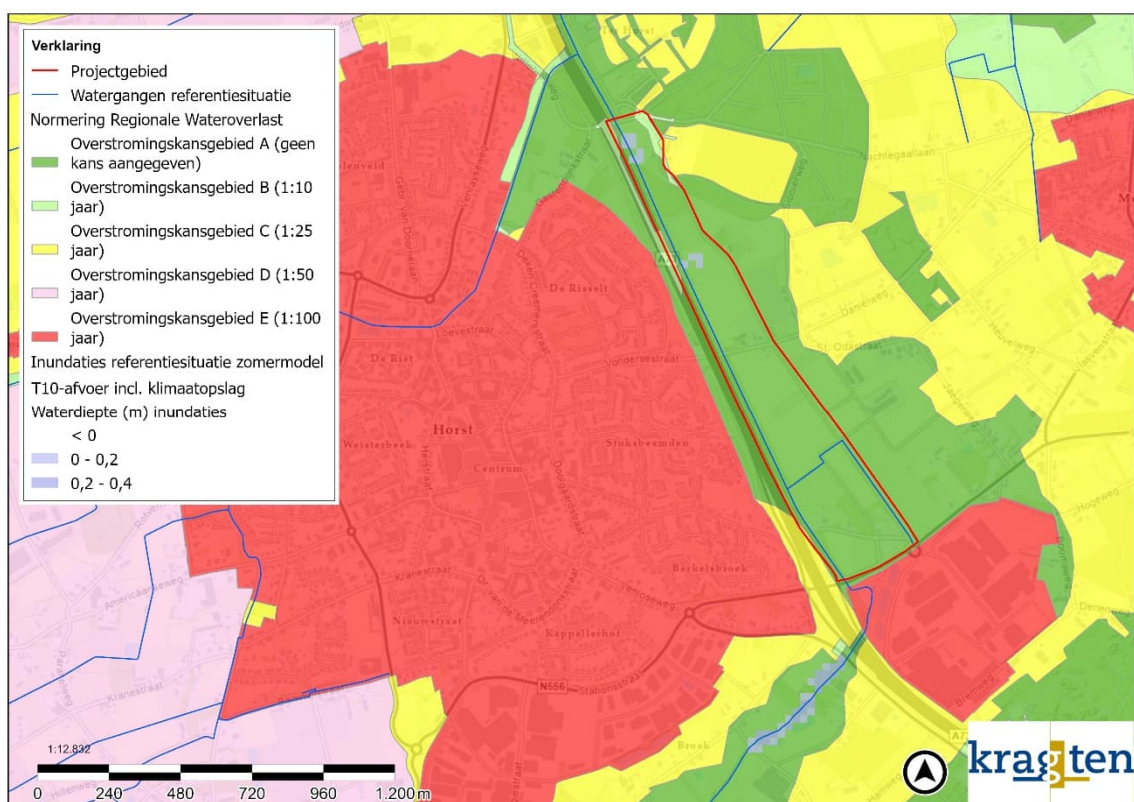
In de referentiesituatie zijn vrijwel geen inundaties aanwezig binnen het projectgebied bij een T10-afvoer inclusief klimaatopslag in het zomermodel (zie Figuur 22). Dit is een logisch resultaat, aangezien de maaiveldhoogte aangrenzend aan de beek in de referentiesituatie aanzienlijk hoger ligt dan de ontworpen hoogte van de broekbossen en de drempelhoogtes van de buffers en overstroombare laagtes in het DO. Naast de ontworpen verlagingen dragen de verhoogde waterstanden in het DO ook bij aan de verhoogde inundaties in het DO ten opzichte van de referentiesituatie. Bij een T10-afvoer incl. klimaatopslag zijn de waterstanden in het DO 20 tot 40 cm hoger dan in de referentiesituatie. Deze hogere waterstanden in het DO worden veroorzaakt door de grotere ruwheden in het DO.

De inundaties in de buffers zullen in werkelijkheid minder snel 'volstromen' dan dat de modelresultaten laten zien. De cellen uit het 2D-grid hebben een grootte van 25 m bij 25 m, terwijl de overstordrempels in werkelijkheid slechts een breedte van ongeveer 6 m hebben. Laagtes met inlaten die breder zijn dan 25 m zullen in werkelijkheid sneller 'volstromen' en laagtes met inlaten die smaller zijn zullen in werkelijkheid langzamer volstromen.

Eén klein gebied inundeert buiten het projectgebied, gelegen ten noordoosten van watergang Slooierbroek. Ook dit gebied heeft geen inundatienorm. Dit gebied is volgens de referentiegrondgebruikkaart van Waterschap Limburg gekarteerd als akkerbouw



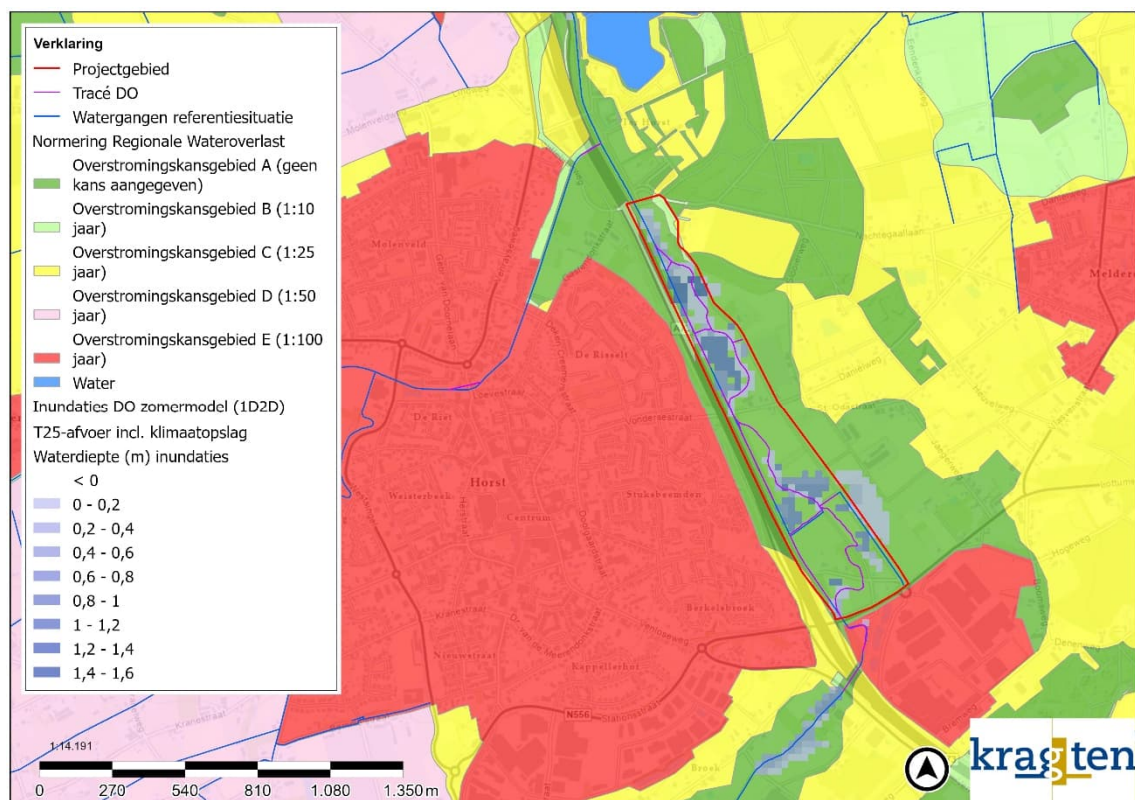
Figuur 21 Inundatiediepte (m) bij een T10-afvoer inclusief klimaatopslag in het zomermodel voor het DO met de Normering Regionale Wateroverlast als achtergrondkaart.



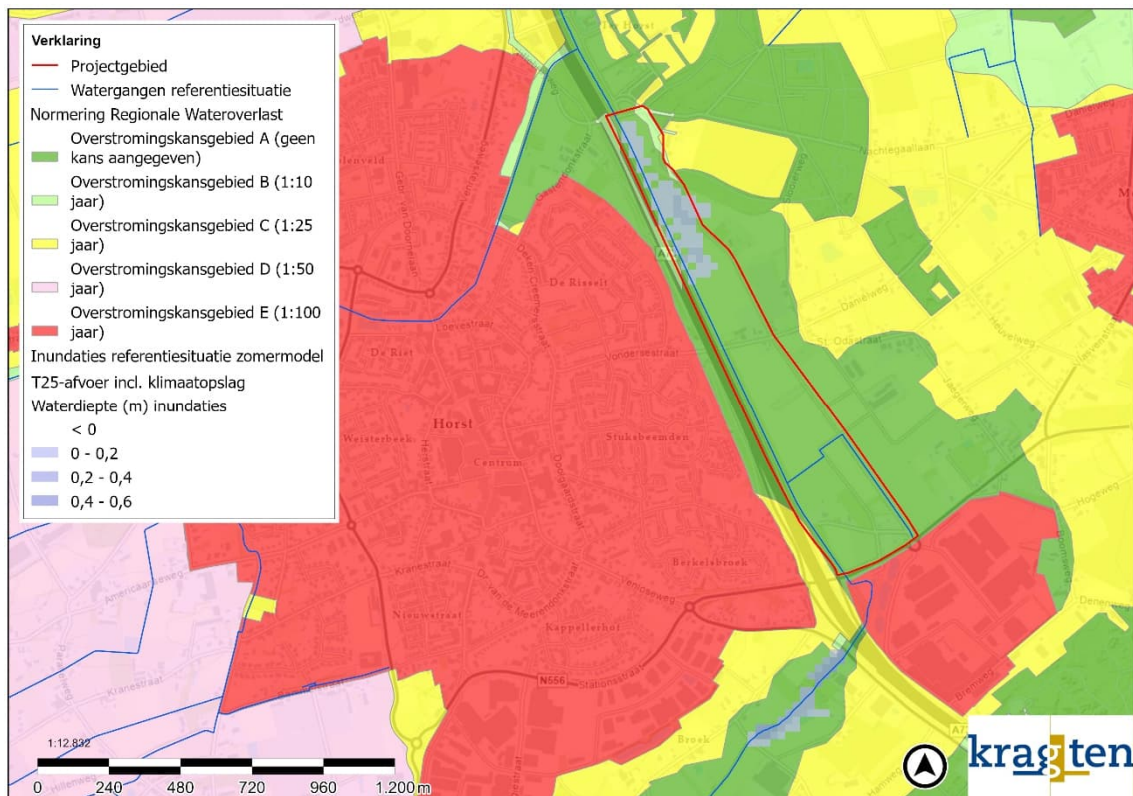
Figuur 22 Inundatiediepte (m) bij een T10-afvoer inclusief klimaatopslag in het zomermodel voor de referentiesituatie met de Normering Regionale Wateroverlast als achtergrondkaart.

Figuur 23 toont de inundatiedieptes bij een T25-afvoer inclusief klimaatopslag in het zomermodel voor het DO. Bij een T25-afvoer inclusief klimaatopslag zijn de inundaties verder verspreid in vergelijking met de T10-afvoer inclusief klimaatopslag, maar blijven ze binnen het gebied zonder normering. De dieptes zijn enkele decimeters toegenomen. De grootste inundaties vinden logischerwijs plaats in de laagtes en buffers. De maximale inundatiediepte voor een T25-afvoer inclusief klimaatopslag is 1,50 m. Het geïnundeerde gebied ten oosten van watergang Slooierbroek is toegenomen, maar bevindt zich nog in hetzelfde perceel. Op ongeveer 100 m ten noorden van woning 'de Songert' vinden inundaties plaats die niet tot de verworven percelen behoren. Dit perceel is in de referentiegrondgebruikkaart van Waterschap Limburg gekarteerd als akkerbouw, maar heeft geen inundatienorm.

Ook bij deze afvoer zijn de inundaties groter dan in de referentiesituatie (zie Figuur 24). Dit is het gevolg van de verlagingen van het terrein, bestaande uit buffers, broekbossen en overstroombare laagtes uit het DO in combinatie met de verhoogde waterstanden in het DO. De waterstanden in het DO zijn tussen 20 en 45 cm hoger dan in de referentiesituatie voor een T25-afvoer incl. klimaatopslag.



Figuur 23 Inundatiediepte (m) bij een T25-afvoer inclusief klimaatopslag in het zomermodel voor het DO met de Normering Regionale Wateroverlast als achtergrondkaart.



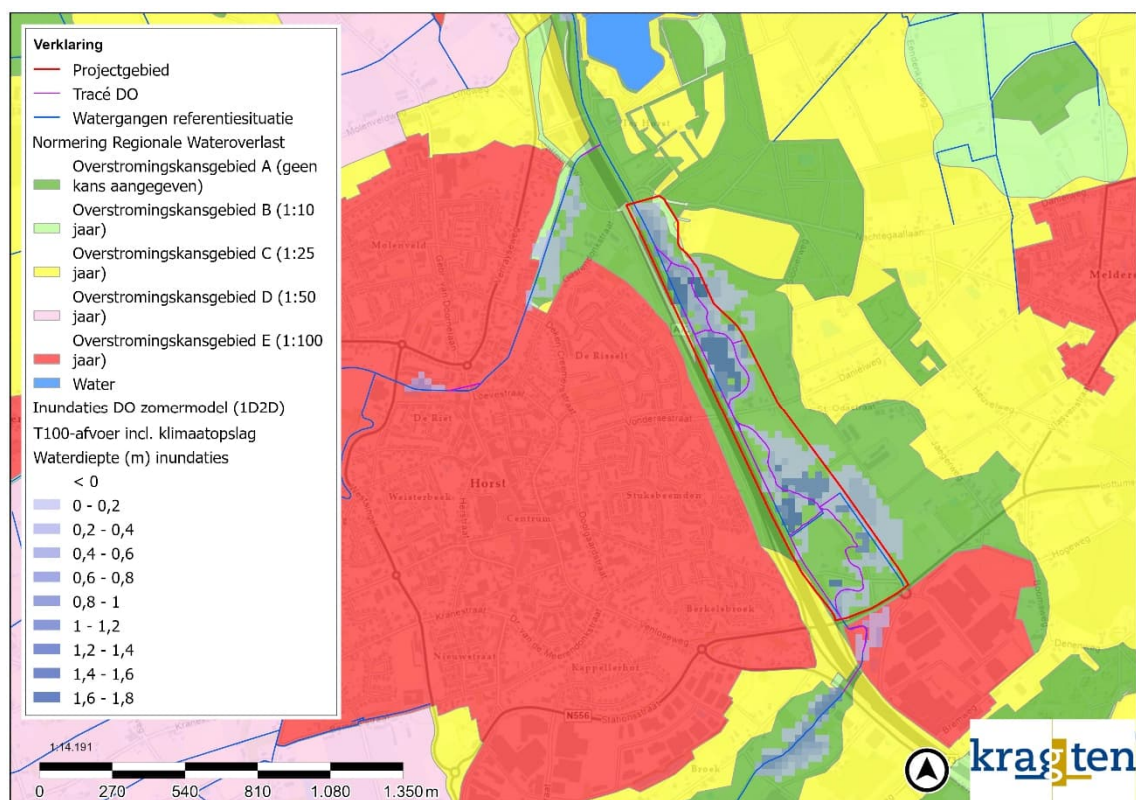
Figuur 24 Inundatiediepte (m) bij een T25-afvoer inclusief klimaatopslag in het zomermodel voor de referentiesituatie met de Normering Regionale Wateroverlast als achtergrondkaart.

Bij een T100-afvoer inclusief klimaatopslag in het zomermodel voor het DO (Figuur 25) is de verspreiding van de inundaties toegenomen ten opzichte van de T10- en T25-afvoer inclusief klimaatopslag. Ook voor de percelen gelegen buiten het projectgebied (ten oosten). Bij woning 'de Songert' ligt het geïnundeerd gebied op enkele meters afstand, zie Figuur 27. De woning ligt ongeveer 50 cm hoger dan de maaiveldhoogte in de tuin, waar de inundaties plaatsvinden. Hierdoor zal de kans op inundatie bij de woning klein zijn. Deze locaties hebben allen geen inundatienorm.

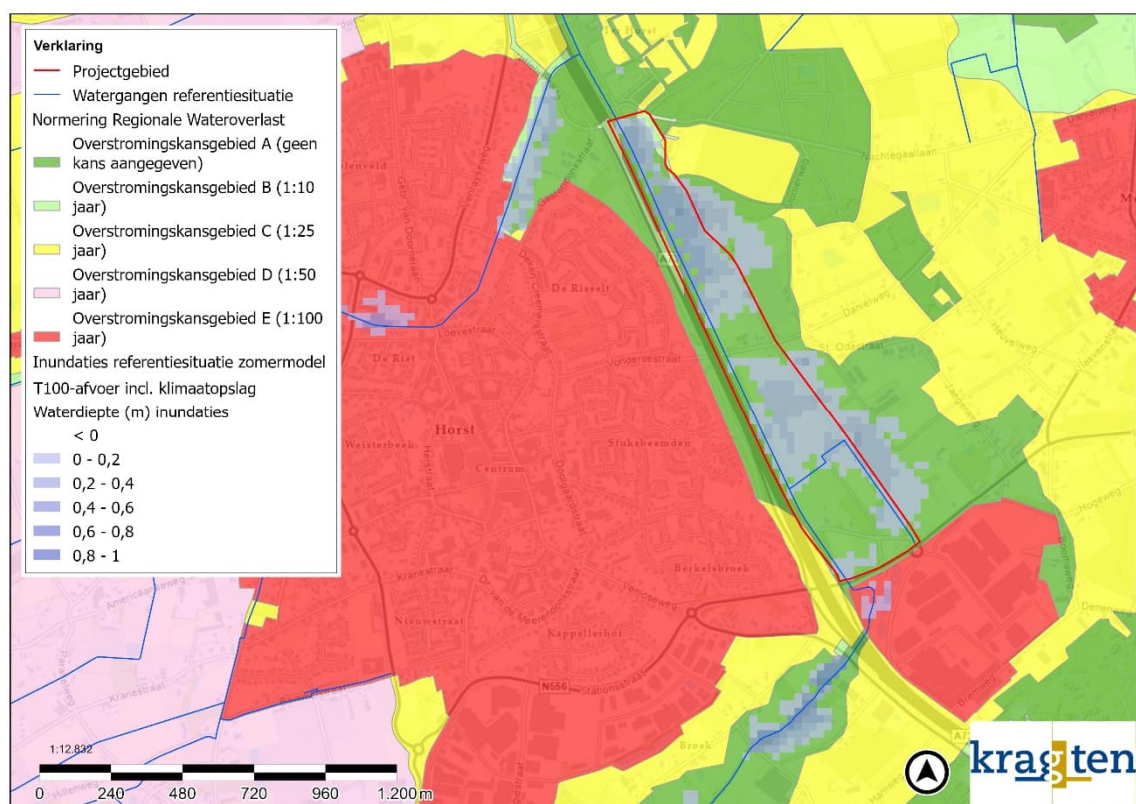
De grootste inundaties vinden plaats in de buffers en de laagtes. De maximale inundatiediepte is 1,7 m voor deze afvoersituatie.

De inundaties net bovenstrooms van het projectgebied (ten zuiden van de Meldersloseweg en ten westen van de Witveldweg) hebben dan wel een T100-normering, maar deze locatie is groen ingericht met drie plassen erin. De inundaties op deze locatie zullen niet voor problemen zorgen.

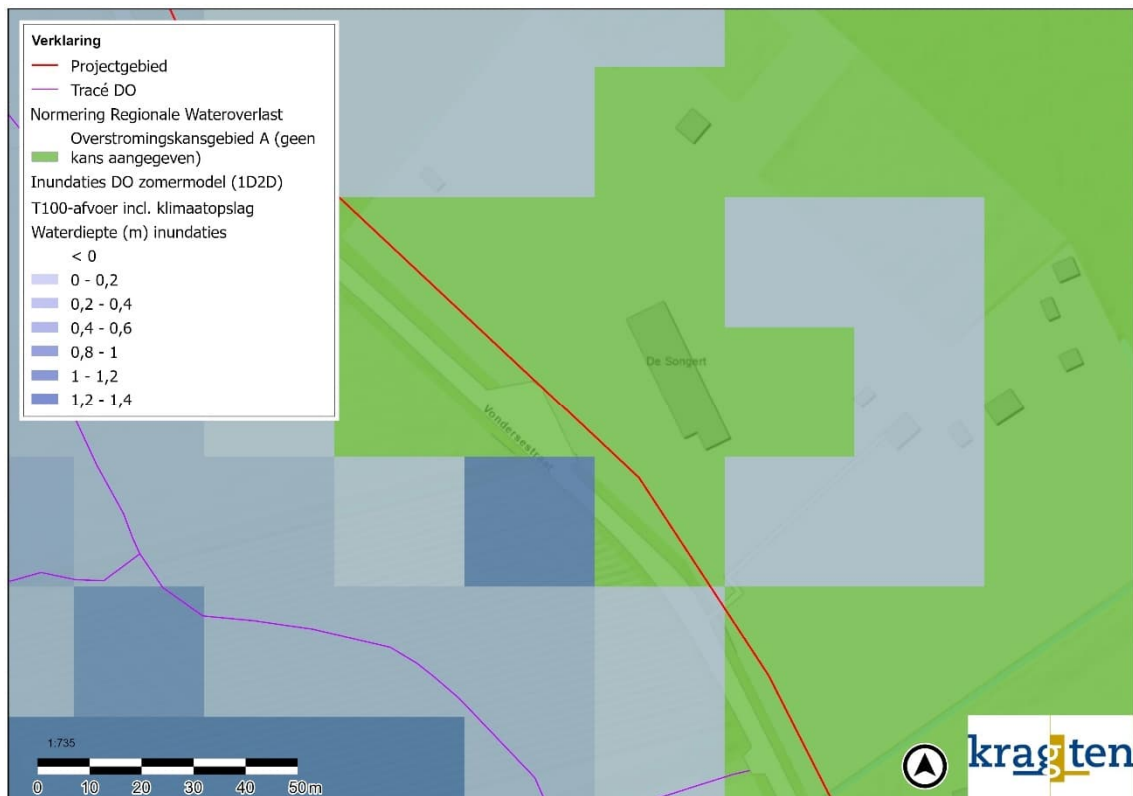
Voor een T100-afvoer inclusief klimaatopslag zijn de inundaties in het DO minder uitgestrekt dan in de referentiesituatie (zie Figuur 26). Daarentegen zijn de inundatiedieptes in het DO wel groter dan in de referentiesituatie. Dit is het gevolg van de verlagingen van het terrein, bestaande uit buffers, broekbossen en overstroombare laagtes uit het DO. Hierdoor concentreert het geïnundeerde water zich vooral in deze ontworpen laagtes, waardoor de inundaties zich minder ver uitstrekken. De laagtes hebben namelijk een grotere bergingscapaciteit dan het huidige maaiveld.



Figuur 25 Inundatiediepte (m) bij een T100-afvoer inclusief klimaatopslag in het zomermodel voor het DO met de Normering Regionale Wateroverlast als achtergrondkaart.



Figuur 26 Inundatiediepte (m) bij een T100-afvoer inclusief klimaatopslag in het zomermodel voor de referentiesituatie met de Normering Regionale Wateroverlast als achtergrondkaart.



Figuur 27 Inundatiediepte (m) bij een T100-afvoer inclusief klimaatopslag in het zomermodel voor het DO met de Normering Regionale Wateroverlast als achtergrondkaart bij woning 'de Songert'.

Over het algemeen kan geconcludeerd worden dat het inundatiebeeld buiten het projectgebied in het DO vergelijkbaar is met de referentiesituatie. Zoals bovenstaand al is aangegeven is bij een T100-afvoer inclusief klimaatopslag de inundatie direct bovenstrooms van het projectgebied (net ten zuiden van de Meldersloseweg) kleiner in het DO dan in de referentiesituatie. Maar verder zijn de inundaties buiten het projectgebied ook voor deze afvoersituatie vergelijkbaar met de referentiesituatie.

5.1.5 Waterstanden ter plaatse van bruggen

Onderstaand is beschreven hoe de berekende waterstanden zich verhouden tot de doorstroomhoogtes onder de verschillende bruggen binnen het projectgebied. Deze conclusies zijn gebaseerd op het wintermodel, omdat deze wat conservatievere waarden geven dan het zomermodel.

Brug Meldersloseweg:

- De waterstanden in de ontwerpsituatie zijn ordegrootte 10 cm hoger dan in de referentiesituatie.
- In de referentiesituatie bevinden de waterstanden tot aan een T25-afvoer zich onder het brugdek. Vanaf T25 staat het water tegen het brugdek aan.
- In de ontwerpsituatie bevinden de waterstanden tot aan een T10-afvoer zich onder het brugdek. Vanaf T10 staat het water tegen het brugdek aan.
- Brug Vondersestraat:
 - De waterstanden in de ontwerpsituatie zijn ordegrootte 10 cm hoger dan in de referentiesituatie.
 - In beide gevallen blijven de waterstanden voor alle afvoersituaties onder het brugdek.
- Brug Wittebrugweg:
 - De waterstanden zijn in beide gevallen vrijwel gelijk.

- Waterstanden tot aan een T10-afvoer bevinden zich onder het brugdek. Vanaf T10 staat het water tegen het brugdek aan.
- Als gevolg van de grotere ruwheid in de ontwerpsituatie vindt er een zekere opstuwing plaats. Deze opstuwing vindt plaats bij de brug Vondersestraat en de brug Meldersloseweg, die respectievelijk halverwege het projectgebied liggen en op de bovenstroomse grens van het projectgebied liggen. Bij de brug Wittebrugweg vindt geen opstuwing plaats omdat deze op de benedenstroomse grens van het projectgebied ligt.
- Bij extreme afvoeren kunnen de brug Meldersloseweg en de brug Wittebrugweg een knelpunt vormen voor de doorstroming. Dit is in de referentiesituatie al het geval en is niet een gevolg van de ontwerpsituatie. Bij de Wittebrugweg is er geen invloed van het ontwerp. Wel valt op dat bij de Meldersloseweg in de ontwerpsituatie het brugdek al bij een T10 bereikt wordt in plaats van een T25. Al met al wordt de invloed van het ontwerp op de knelpunten bij de bruggen als beperkt gezien.
- Nieuwe brug Wittebrugweg
 - Net als bij de bestaande brug in de Wittebrugweg komt water vanaf T10 tegen het brugdek te staan, hoewel de waterstanden relatief tot aan het brugdek wat hoger zijn. Bij T100-klimaat staat het water ook nog tegen de brug aan en stroomt er geen water over de brug heen. Het verder verbreden van het doorstroombrofiel door een flauwer talud te kiezen heeft hier nauwelijks effect op. Daarbij komt dat hierdoor de brug langer zal worden en dat hierbij een dikker brugdek zal horen.

5.1.6 Beoordeling door Waterschap Limburg

Het waterschap heeft de resultaten bekeken en geconcludeerd dat het resultaat overeenkomt met de verwachting. Het ontwerp van de mitigatiegeul heeft als primair doel een mogelijke grondwaterstandstijging in de woonwijken ten westen van de A73 te compenseren. Het ontwerp van de mitigatiegeul (de locaties van de aantakking) is dusdanig dat het peil in de mitigatiegeul zo laag mogelijk is, en het drainageniveau in dit gebied zo laag mogelijk ligt. Hierdoor wordt verwacht dat in de aangrenzende woonwijk geen of slechts een zeer beperkte stijging van de grondwaterstanden zal optreden. Dit uitgangspunt is van wezenlijk belang binnen het ontwerp.

De modelresultaten bevestigen dat de waterpeilen in deze geul lager uitkomen dan in het eerdere ontwerp en ook lager zijn dan in de referentiesituatie. De beoordeling is hierbij met name gebaseerd op de resultaten bij winterafvoer, aangezien deze bepalend zijn voor de Gemiddeld Hoogste Grondwaterstanden (GHG), die nadrukkelijk niet mogen toenemen.

Op basis van de nieuw berekende peilen wordt verwacht dat de GHG in de aangrenzende woonwijk niet significant zal toenemen en vermoedelijk gelijk zal blijven aan de huidige situatie. Zie ook paragraaf 5.2.

5.1.7 Conclusie

Op basis van het DO is een 1D doorrekening gemaakt, en deze voldoet aan de vastgestelde streefwaarden.

5.2 Geohydrologische analyse ontwerp

Na het vaststellen van het DO is het ontwerp getoetst op hydrologische aspecten. Vervolgens is de geohydrologische toetsing van het DO uitgevoerd.

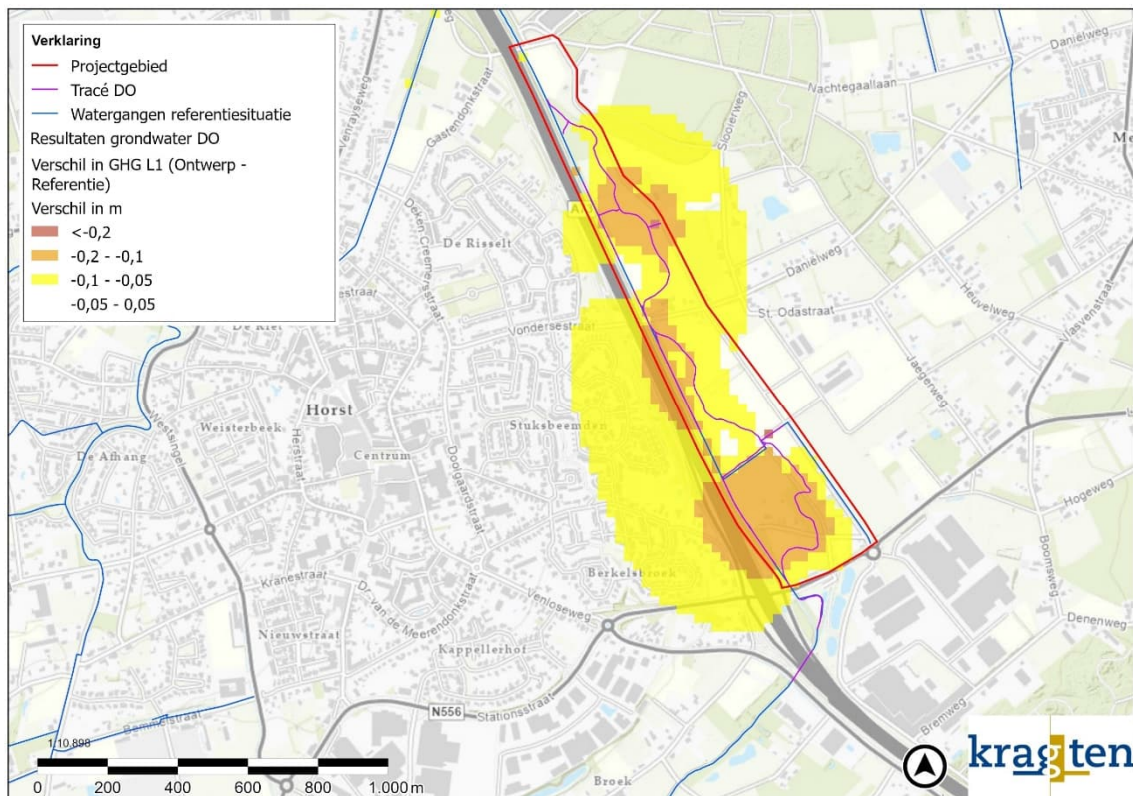
Deze technische toetsing beoordeelt de grondwaterontwikkeling binnen het projectgebied op basis van de berekende Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG) en Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) uit het hydrologisch model voor het Definitief Ontwerp (DO). De toetsing richt zich op de ruimtelijke verdeling van GHG en GLG in absolute waarden (m +NAP) en ten opzichte van maaiveld, de veranderingen ten opzichte van de referentiesituatie en de effectbeoordeling in relatie tot verdroging en vernatting binnen het gebied.

5.2.1 GHG – Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand

De GHG daalt in een groot deel projectgebied in het DO ten opzichte van de referentiesituatie. Er zijn drie locaties waar de GHG verder daalt dan 10 cm. Dit zijn locaties waar zowel de nieuwe loop als een mitigatiegeul aanwezig is. Op de locaties waar geen mitigatiegeul aanwezig is, is lokaal geen effect te zien op de GHG. De meest benedenstroomse 170 m van het projectgebied volgt de beek weer zijn oude tracé. Hierdoor is er logischerwijs geen effect te zien in dit deel van het projectgebied.

De daling van de GHG in wordt veroorzaakt door de drainerende werking van de nieuwe beekloop en de mitigatiegeulen, waarvan de bodems dieper liggen dan de GHG in de huidige situatie. Dus, in het DO zijn meer watergangen aanwezig met een drainerende werking dan in de referentiesituatie. Hierdoor neemt de afvoer van ondiep grondwater toe wat een daling in de GHG veroorzaakt. De oppervlaktewaterstanden in het DO zijn enkele centimeters hoger dan in de referentiesituatie voor een winterafvoer. Echter leidt dit niet tot een verhoging van de grondwaterstanden. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de aanwezigheid van een drainerende beekloop in combinatie met een drainerende mitigatiegeul een groter effect heeft op de GHG dan de hogere waterstanden van enkele centimeters tijdens een winterafvoer in het DO.

De wijken de Risselt en Stuksbeemden in Horst hebben in vergelijking met de rest van het centrum een relatief kleine ontwateringsdiepte. In de referentiesituatie komt de GHG tot maximaal 0,35 m -mv. Voor het DO komt de GHG tot maximaal 0,4 m -mv. Dus, de ontwateringsdiepte in deze wijken wordt vergroot voor een GHG-situatie



Figuur 28 Verskil in GHG (in m) tussen de referentiesituatie en het DO.

5.2.2 GLG – Gemiddeld Laagste Grondwaterstand

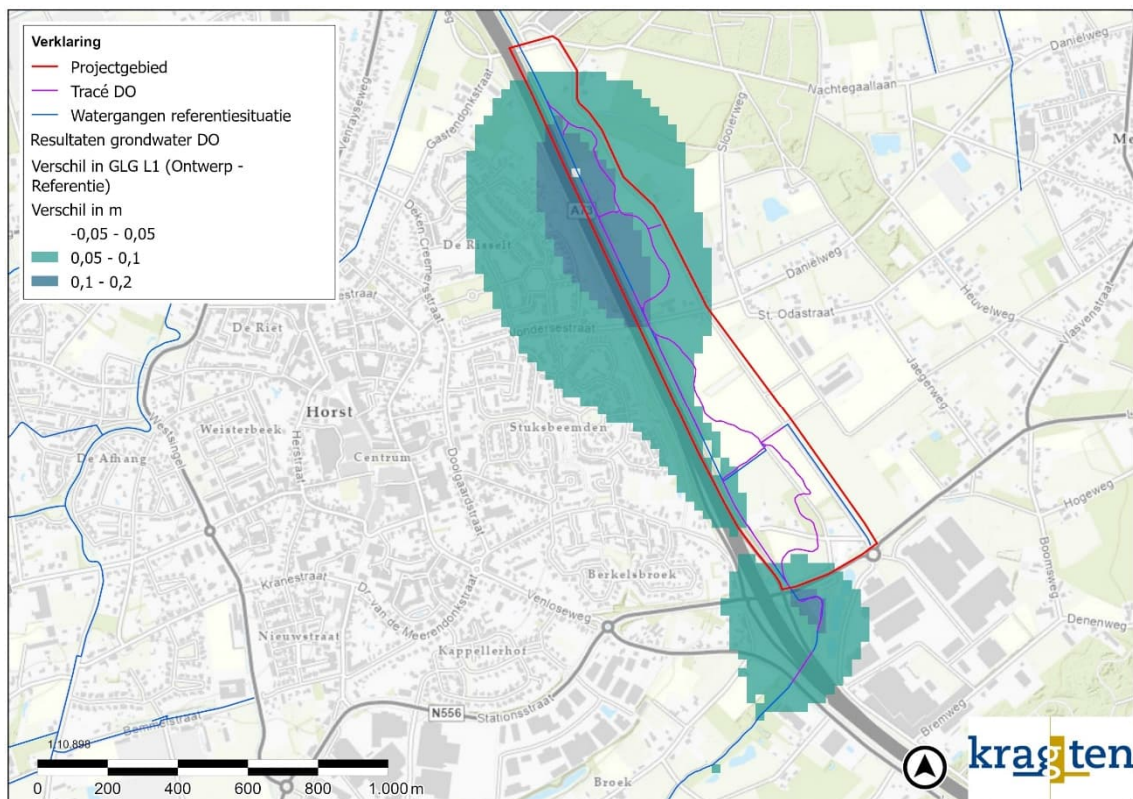
Tijdens een GLG-situatie ontstaat een stijging van de GLG in het DO ten opzichte van de referentiesituatie. De GLG ligt tijdens de referentiesituatie tussen NAP +20,7 m (bovenstrooms projectgebied) en NAP +20,2 m (benedenstrooms projectgebied). De bodemhoogte in de referentiesituatie ligt tussen NAP +20,15 m bovenstrooms en op NAP +19,50 m benedenstrooms in het projectgebied. De bodemhoogte van de nieuwe beekloop ligt ook tussen deze hoogtes. De bodemhoogtes van de mitigatiegeulen variëren tussen NAP +20,60 m en NAP +20,3 m. Deze bodemhoogtes liggen op ongeveer 10 cm beneden de GLG. Hierdoor hebben de mitigatiegeulen een drainerende werking tijdens de GLG-situatie. Echter, in de referentiesituatie ligt de bodem aanzienlijk dieper waardoor de GLG stijgt in het DO ten opzichte van de referentiesituatie.

Op de locaties van de drie buffers is deels geen mitigatiegeul aanwezig in het DO. Hier valt de drainerende werking van de huidige beekloop volledig weg. Daarom is de stijging van de GLG het grootst rondom de twee noordelijke buffers.

De oppervlaktewaterstanden bij een zomerafvoer in het DO liggen ongeveer 15-20 cm hoger dan in de referentiesituatie (zie 20260313-WSL145-Groote Molenbeek-Hydrologische analyse-1.0). Dit zorgt voor een extra effect op de verhoging van de GLG.

Bovenstrooms van het projectgebied, rondom de reeds gerealiseerde meander, is een verhoging van ongeveer 11 cm van de GLG ten opzichte van de referentiesituatie. Op deze locatie was het effect ongeveer 9 cm voor het VO. Dit verschil wordt veroorzaakt doordat de oppervlaktewaterstanden enkele centimeters hoger zijn in het DO.

De wijken de Risselt en Stuksbeemden in Horst hebben in de referentiesituatie de GLG tot maximaal 1,0 m -mv in beide wijken. In het DO neemt de GLG toe, waardoor de GLG tot maximaal 0,9 m -mv komt. Dus, de ontwateringsdiepte is in deze wijken nog steeds voldoende tijdens een GLG-situatie.



Figuur 29 GLG Verschilkaartje incl. buffers.

5.2.3 Effecten DO

In het DO zijn twee extra mitigatiegeulen aangelegd ten opzichte van het VO. Deze mitigatiegeulen liggen aan de westkant van de middelste buffer. Dit is een van de locaties waar in het VO nog een stijging van de GHG zichtbaar was. Daarnaast zijn de bodemhoogtes van alle mitigatiegeulen verlaagd tot beneden het niveau van de GLG in de referentiesituatie.

De resultaten van de doorrekening van het DO tonen aan dat de GHG verlaagd wordt tot maximaal 20 cm op grofweg drie locaties. Dit zijn de gebieden waar zowel de nieuwe loop aanwezig is als een mitigatiegeul. Dit leidt tot extra drainage ten opzichte van de referentiesituatie, waardoor de GHG daalt. De verlaging van 5 cm reikt tot ongeveer 170 m buiten het projectgebied. In tegenstelling tot het VO zijn er in het DO geen verhogingen van de GHG aanwezig. Het verdiepen van de mitigatiegeulen en het creëren van een extra mitigatiegeul bij de middelste buffer hebben dit effect veroorzaakt. De verlaging van de GHG in en rondom het projectgebied wordt geaccepteerd om de verhoging van de GHG in het stedelijk gebied in Horst, zoals aangetoond bij de berekeningen van het SO en VO, te voorkomen. Dus, er kan geconcludeerd worden dat de mitigerende maatregelen het gewenste effect hebben bereikt.

De aanpassingen in het DO ten opzichte van het VO hadden als hoofddoel het voorkomen van de stijging van de GHG in Horst. Doordat de bodemhoogte van de mitigatiegeulen op ongeveer 10 cm beneden het niveau van de GLG van de referentiesituatie ligt, hebben de mitigerende maatregelen ook een effect op de GLG-situatie. Toch stijgt de GLG ook in het DO ten opzichte van de referentiesituatie. Dit wordt veroorzaakt doordat de hoofdloop van de beek naar het oosten wordt

verplaatst in combinatie met verhoogde oppervlaktewaterstanden in de nieuwe beekloop. Daarnaast ligt de bodemhoogte van de huidige beekloop aanzienlijk lager dan de bodemhoogte van de mitigatiegeulen. Dit resulteert in een minder grote verhoging van de GLG in het DO ten opzichte van het VO. Het drainerende effect van de huidige beekloop vermindert in het DO ten opzichte van de referentiesituatie, waardoor de GLG stijgt. De GLG ligt in en rondom het projectgebied grotendeels op meer dan 1,5 m -mv. In het stedelijk gebied in Horst ligt de GLG op minimaal 0,9 m -mv. Hierom wordt de stijging van de GLG niet als problematisch beschouwd. Bovendien helpt de stijging van de GLG voor sponswerking in het gebied, zodat verdroging tijdens droge periodes wordt tegengegaan.

Dus, tijdens natte periodes wordt de GHG verlaagd wat vooral een positief effect heeft op het centrum van Horst en tijdens droge periodes wordt de GLG verhoogd, wat helpt om verdroging tegen te gaan.

5.3 Ecologische analyse ontwerp

Na het vaststellen van het DO is het ontwerp getoetst op ecologische aspecten. Daarbij is gekeken in hoeverre met het DO de condities geschapen worden die nodig zijn voor het bereiken van de streefbeelden.

5.3.1 Streefbeeld

Het streefbeeld van de Groote Molenbeek tussen Meldersloseweg en Wittebrugweg is samengevat in onderstaande tabel. Het DO is aan de hand van dit streefbeeld geanalyseerd.

Tabel 6 Locatie specifiek streefbeeld Hersteltraject Groote Molenbeek - Meldersloseweg en Wittebrugweg

Parameter	Omschrijving		
Landschapstypering	Beekdal afgewisseld met halfopen cultuurlandschap		
KRW-aanduiding	Overwegend R20, plaatselijk afgewisseld met R5 bij ruimtegebrek		
Verhang	0,31 m/km (0,62 m over een lengte van 2,1 km)		
Afvoer (gemodelleerd) Gebaseerd op R20-delen	Afvoersituatie	%MA	Overschrijding (d/j)
	Basisafvoer	5	330
	Zomerafvoer	20	200
	Voorjaarsafvoer	30	100
	Winterafvoer	50	15
	Jaarlijkse piekafvoer	100	1
Stroomsnelheid (gemodelleerd)	langzaam stromend door grotendeels R20 inrichting. - Bij zomerafvoer: max. 15 cm/s, gem. 10 cm/s in de loop - Bij winterafvoer: max. 25 cm/s, gem. 15 cm/s in de loop		
Breedte loop	3-8 meter, exacte breedte variabel, met een overwegend asymmetrisch profiel		
Breedte volledig profiel	Variërend ongeveer 30 tot 60 meter (Bij R20 inrichting, incl. overstromingszone)		
Taluds	Variërend van ongeveer 1:8 tot 1:20 (bij R20 inrichting).		
Diepte loop (gemodelleerd) Gebaseerd op R20-delen	- Bij zomerafvoer: 0,62 m (beekloop en beekmoeras watervoerend) - Bij winterafvoer: 0,96 m (beekloop, beekmoeras en deel overstromingszone watervoerend)		
Inundatiefrequentie Gebaseerd op R20-delen	Beekloop en beekmoeras permanent (jaarrond) watervoerend Overstromingszone jaarlijks deels inonderend. Exacte inundatieduur en inundatiefrequentie onbekend).		
Substraat	Mozaïek van zand, dood organisch materiaal (hout & blad), slib		
Beschaduwing	grofweg 40% (afwisselend ten minste 1 van beide oevers begroeid met houtige vegetatie, plaatselijk ook beide oevers begroeid). Gestreefd wordt naar percentage van 50% indien mogelijk.		
Doelsoorten KRW Macrofyten	Soort	Beekloop	Beekmoeras
(Positief scorende soorten)	Zwarte els		x
	Stijve zegge		x
	Elzenzegge		x
	Blaaszegge		x
	Holpijp		x
	Waterviolier	x	x
	Drijvende waterweegbree	x	x
	Moeraskartelblad		x
	Moerasbeemdgras		x
	Zwarte bes		x
	Geoorde wilg		x
	Bosbies		x
	Lange ereprijs		x
Doelsoorten KRW Macrofauna	Soortgroep	Beekloop	Beekmoeras
(Soortgroepen positief scorende en kenmerkende soorten, zie tabel 6 voor uitgebreide soortenlijst)	Watermijten		x
	Muggen		x
	Kevers		x
	Haften	x	x
	Wantsen		x
	Kokerjuffers	x	x
	Slakken		x
Doelsoorten KRW Vis	Soort	Beekloop	Beekmoeras
(Positief scorende soorten)	Beekprik	x	x
	Serpeling	x	
	Winde	x	
	Kwabaal	x	x
	Kroeskarper		x
	Grote modderkruiper		x
	Kopvoorn	Hersteltraject hoofdzakelijk migratiefunctie, stroomsnelheden te laag	
	Rivierprik	Hersteltraject hoofdzakelijk migratiefunctie, stroomsnelheden te laag	
	Rivierdonderpad	Hersteltraject hoofdzakelijk migratiefunctie, stroomsnelheden te laag	

Parameter	Omschrijving
Beoogde beekbegeleidende plantengemeenschappen	Diverse zeggenvegetaties, wilgenstruwelen en broekbossen (deels grondwaterafhankelijk, deels regenwaterafhankelijk), positionering plantengemeenschappen in gradiënt afhankelijk van lokale omstandigheden • 08BC02 Associate van Scherpe zegge • 08BC03 Blaszegge-associatie • 08BD02 Pluimzegge-associatie • 08BD03 Associatie van Stijve zegge • 36AA01 Associatie van Geoorde wilg • 36AA02 Associatie van Grauwe wilg • 39AA02 Elzenzegge-Elzenbroek
Beoogde natuurtypen en landschapselementen in bredere plangebied	• N05.04 Dynamisch moeras • N10.01 Nat schraalland • N10.02 Vochtig hooiland • N12.02 Kruiden- en faunarijck grasland • N14.01 Rivier- en beekbegeleidend bos • L01.01 Poel en klein historisch water • L01.02 Houtwal en houtsingel
Beoogde doelsoorten in bredere plangebied	Zoogdieren: Bever, Das Vogels: IJsvogel, Grote gele kwikstaart, Matkop, Roodborsttapuit Amfibieën: Alpenwatersalamander Ongewervelden: Kleine IJsvogelvlinder
Onderhoud	Onderhoudsfrequentie minimaal. Natuurlijke dynamiek gewenst. Onderhoud hoofdzakelijk gericht op het vrij houden van beekloop. Beekmoeras en overstromingszone mogen begroeien.
Beverbeheer	Beveractiviteit toegestaan binnen hersteltraject, afdamming van de hoofdloop uitgezonderd

5.3.2 Algemene hydrologische, morfologische en landschappelijke kenmerken

Met het oog op de ecologische kwaliteit van het ontwerp zijn enkele algemene hydrologische, morfologische en landschappelijke kenmerken van het ontwerp beschouwd.

De beek heeft in ontwerp een slingerend karakter hetgeen leidt tot stromingsvariatie in de beek (o.a. verschillen in stroomsnelheden in binnen- en buitenbochten). Dit leidt via erosie en sedimentatie tot verschillende oeverprofielen (flauwe binnenbochten waar aanzanding plaatsvindt en steile oevers die uitgesleten worden door erosie). Dit zorgt voor de benodigde habitatvariatie voor de beoogde doelsoorten.

De gemodelleerde waterdiepten o.b.v. het ontwerp zijn nagenoeg gelijk aan de streefwaarden (licht verhoogd), zie ook paragraaf 5.1. De gemodelleerde stroomsnelheden o.b.v. het ontwerp wijken zeer licht af van de streefwaarden (lichte verlaging), zie ook paragraaf 5.1.

In het ontwerp is een afwisseling van elementen van KRW-watertypen R5 en R20 is opgenomen (zowel bos als moeras), hetgeen leidt tot substraatvariatie en stromingsvariatie. De aanwezigheid van bos en houtige opslag langs de beek leidt tot inbreng van hout en blad. De aanwezigheid van moeras leidt tot hoger aanbod organisch materiaal. In delen met R5 profiel zijn stroomsnelheden hoger en in de delen met R20 profiel zijn breder en daar zijn stroomsnelheden lager. Op de volgende pagina is een impressie van deze variatie weergegeven middels 2 dwarsprofielen (1 o.b.v. R5 en 1 o.b.v. R20).

Daarmee is de beek in het ontwerp geschikt voor diverse stromingsminnende, generalistische en plantminnende vissoorten. Voor vissoorten met een voorkeur voor hogere stroomsnelheden of zeer specifiek bodemsubstraat (stenen of grind) vormt de beek geen geschikt leefgebied en fungeert deze hoofdzakelijk als migratiecorridor.

In het DO is de westoever van de beek (tussen beekloop en A73) nagenoeg geheel voorzien met houtige beplanting in de vorm van broekbos. Plaatselijk zijn beide oevers begroeid met houtige beplanting. Ingeschat wordt dat de beschaduwing op de beek daarmee gemiddeld rond de 40%

bedraagt. Een hoger percentage aan beschaduwning is niet mogelijk, in verband met de cultuurhistorische inrichting van het beekdal.

In het DO zijn vrijwel alle natuurbeheertypen uit het streefbeeld opgenomen (uitgezonderd vochtig hooiland en nat schraalland). Daarmee is ook voor alle beekbegeleidende doelsoorten leefgebied voorzien.

In algemene zin kan gesteld worden dat het huidig DO op bovenstaande punten voldoet aan de principes vanuit het streefbeeld.

GROTE MOLENBEEK doorsnede van de beek (KRW-type R5)



Zwarte els



Kleine ijsvogelvinder



Matkop



Bever



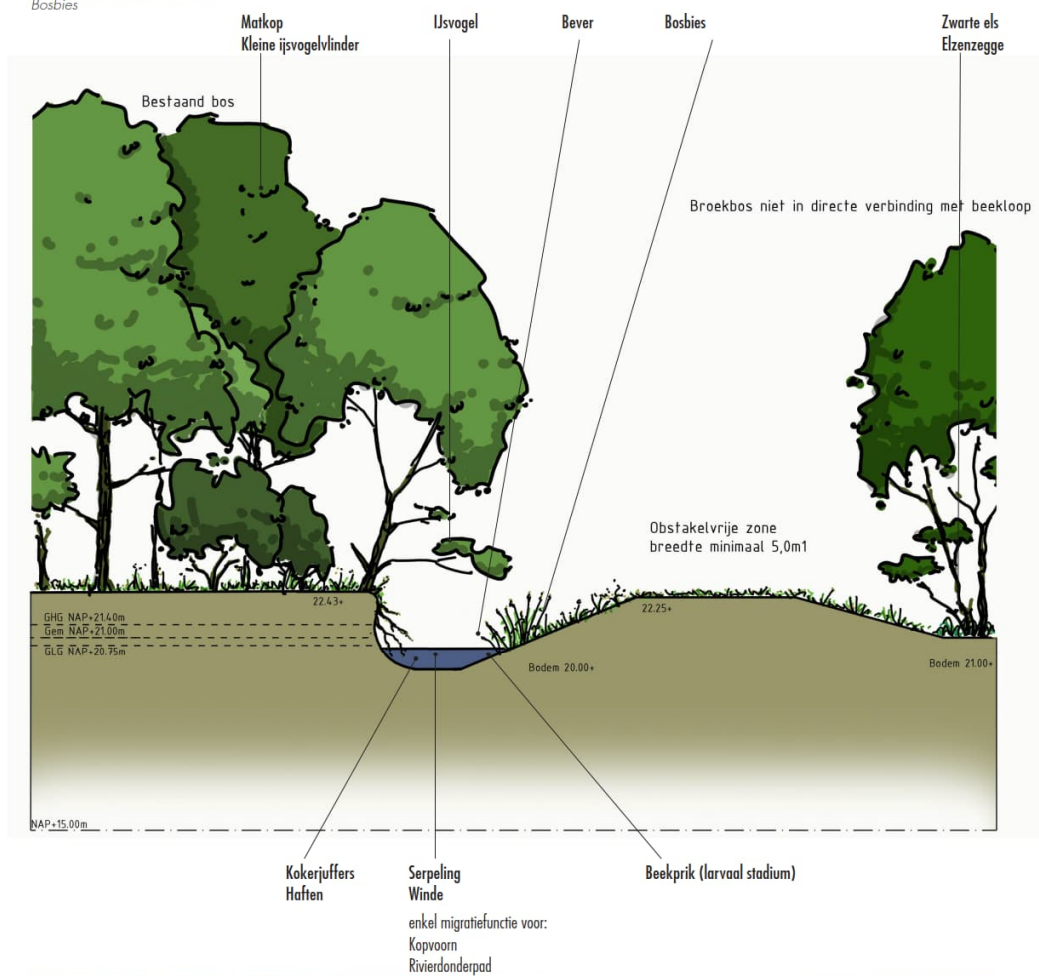
Elzenzegge



Ijsvogel



Bosbies



Serpeling



Winde



Beekprik larve



Kopvoorn



Rivierdonderpad



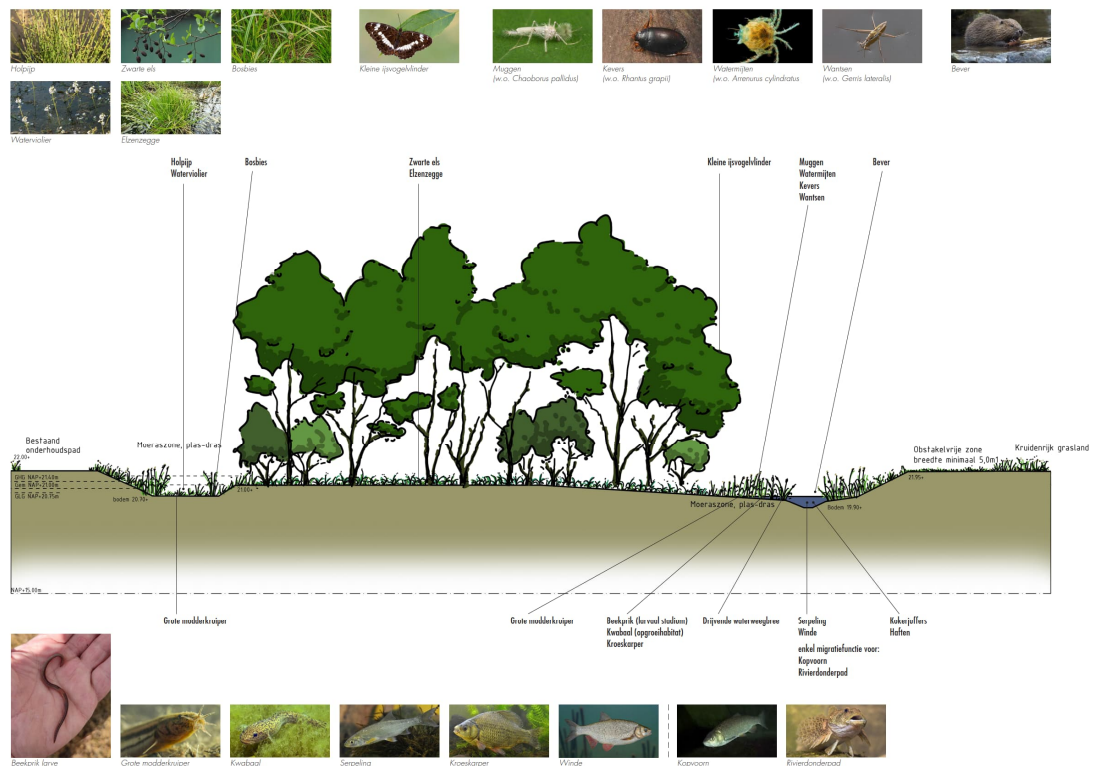
Haften (w.o. Baetis fuscatus)



Kokerjuffers
lw.o. Plectrocnemia consorsal

Figuur 8 Sfeerimpressie dwarsdoorsnede Grote Molenbeek ter hoogte van R5 profiel

GROTE MOLENBEEK doorsnede ter hoogte van de oude beekloop en moerasbeek (KRW-type R20)



Figuur 9 Sfeerimpressie dwarsdoorsnede Grote Molenbeek ter hoogte van R20 profiel

5.3.3 Standplaatscondities broekbossen

Een belangrijk element in het ontwerp is de ontwikkeling van broekbossen op verschillende locaties in het ontwerp. In deze paragraaf is een inschatting gemaakt of met voorliggend ontwerp de ontwikkeling van de broekbossen op de beoogde locaties haalbaar is. Allereerst zijn de broekbossen in het ontwerp gegroepeerd en genummerd op ontwerptekeningen van zuid naar noord (hierna broekbossen 1 t/m 11).



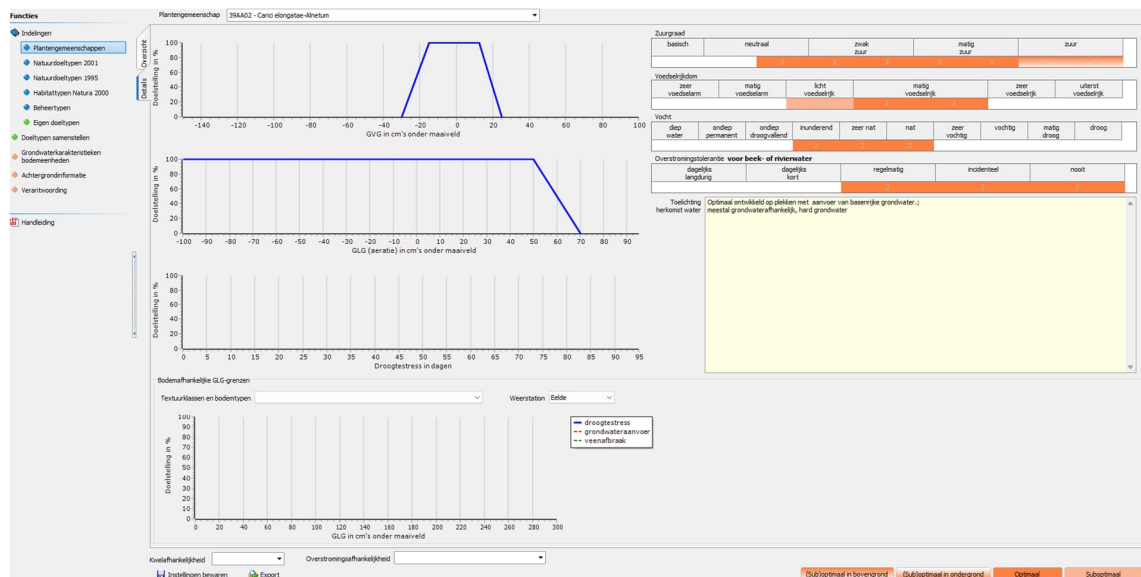
Figuur 30 Uitsnede ontwerptekening Zuidzijde met nummering broekbossen



Figuur 31 Uitsnede ontwerptekening Noordzijde met nummering broekbossen

Broekbossen stellen hoge eisen aan standplaatscondities, met name t.a.v. waterbeschikbaarheid en nutriëntgehalten. In onderstaande afbeelding zijn de verschillende eisen t.a.v. grondwaterbeschikbaarheid van verschillende elzenbroekbos-typen weergegeven.

Voor toetsing van het ontwerp aan de gewenste standplaatscondities t.a.v. waterbeschikbaarheid zijn de habitatvoorkeuren van verschillende typen elzenbroekbos beschouwd. In onderstaande figuur en bijbehorende tabel zijn de grenswaarden voor gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) t.o.v. maaiveld weergegeven.

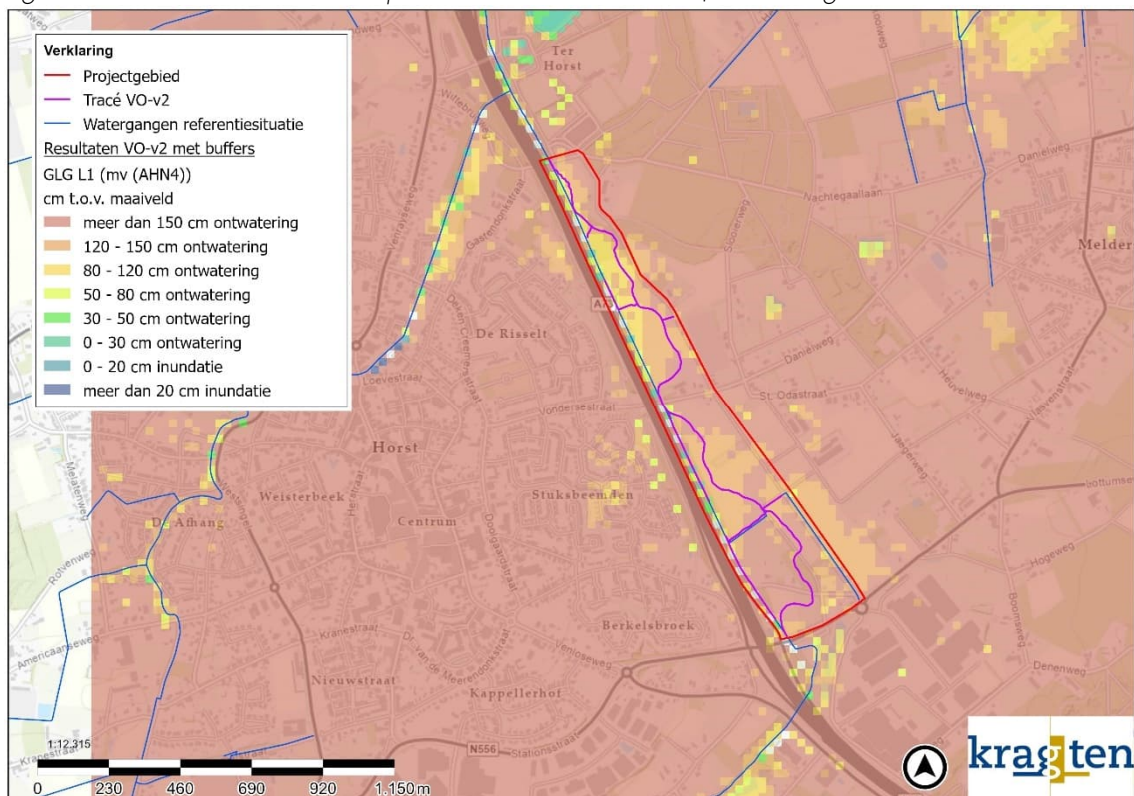


Figuur 32 Standplaatscondities doelbereik ontwikkeling Elzenbroekbos (bron Waternood 3).

De resultaten van de meest recent grondwaterstandberekening binnen het projectgebied zijn weergegeven in onderstaande afbeelding. Dit betreffen resultaten van de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG), zie ook paragraaf 5.2 voor toelichting op de geohydrologische modellering.



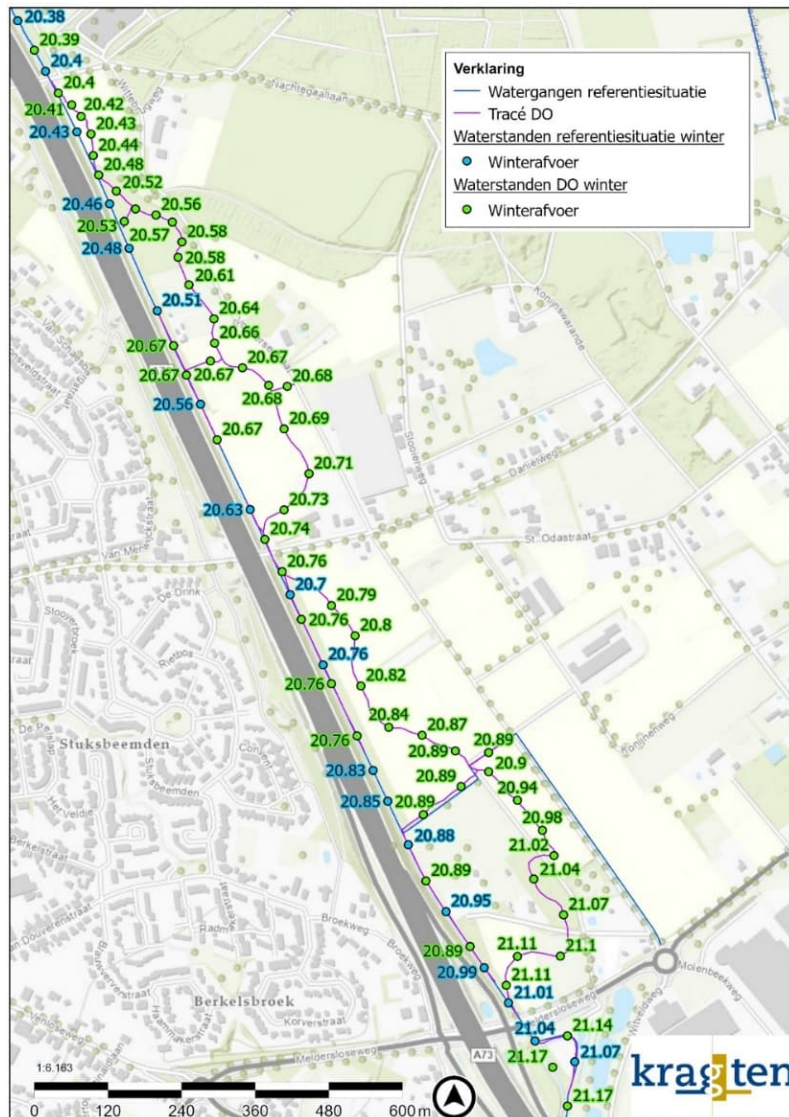
Figuur 33 GHG o.b.v. nieuwe loop Groote Molenbeek in VO (cm – huidig maaiveld)



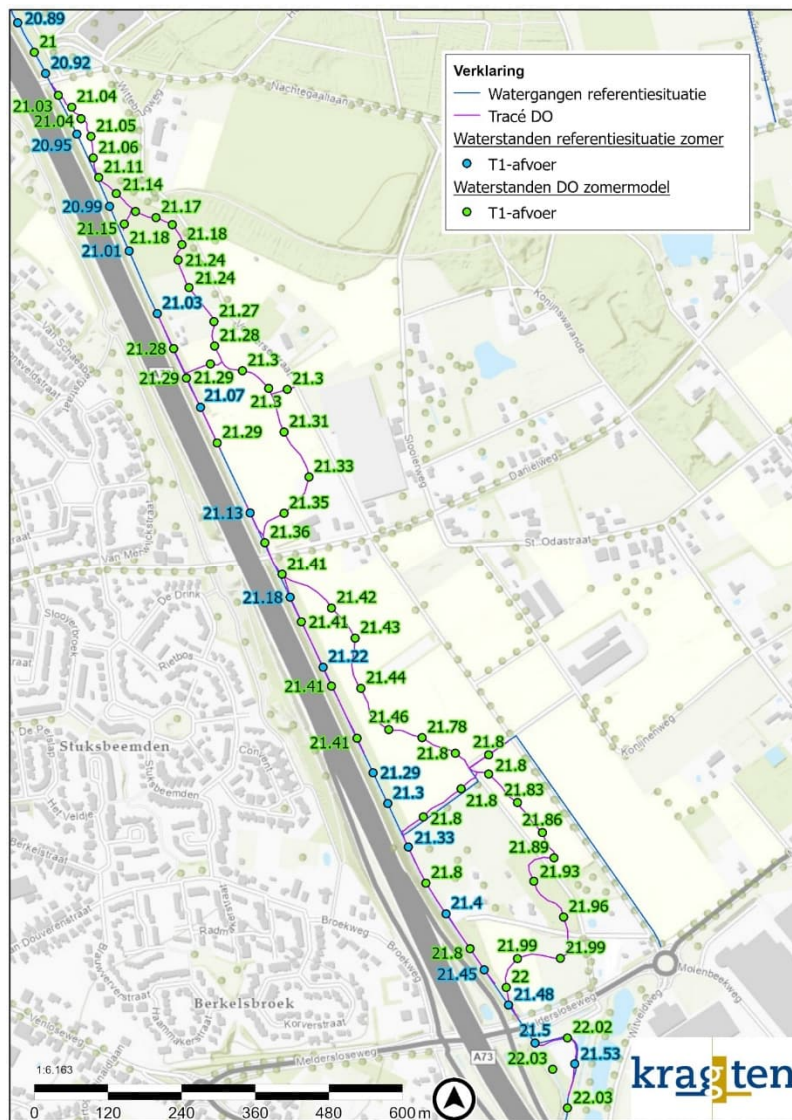
Figuur 34 GLG o.b.v. nieuwe loop Groote Molenbeek in VO (cm – huidig maaiveld)

Elzenbroekbos verdraagt periodieke inundatie door beekwater. Rondom een natuurlijk functionerend beekstelsysteem treden deze inundatie vooral op tijdens perioden met verhoogde afvoeren, met name in de winter. Inundatie met beekwater leidt via afzetting van nutriëntrijk beekslib tot een toename van nutriënten (stikstof en fosfor) in de broekbossen. De mate waarin nutriënten worden afgezet hangt sterk af van de frequentie en overstromingsduur.

Een overmaat aan nutriënten in de broekbossen kan leiden tot ongewenste ontwikkeling van o.a. de vegetatie (verruiging) richting rompgemeenschappen zoals het voedselrijke brandnetel-elzenbroek (RG *Urtica dioica*-*Alnion glutinosae*). Er is daarom gekozen om zowel de beekwaterstanden bij de winterafvoer (20 dagen per jaar overschreden) als bij de jaarlijkse piekafvoer (1 dag per jaar overschreden) te visualiseren om inzicht te verkrijgen in de verwachte inundatiefrequentie van de broekbossen in het DO. Er zijn in het ontwerp geen broekbossen opgenomen met een lagere aanleghoogte dan de beekwaterstand bij winterafvoer. In onderstaande 2 afbeeldingen zijn de beekwaterstanden bij winterafvoer en T1-afvoer gevisualiseerd.



Figuur 35 Waterstanden bij winterafvoer (wintermodel) o.b.v. DO



Figuur 36 Waterstanden bij T1-afvoersituatie (zomermodel) o.b.v. DO

Onderstaande tabel geeft een inschatting van de haalbaarheid van de broekbossen op de in het ontwerp weergegeven locaties, gebaseerd op grondwaterstanden en inundatie met beekwater. Hieronder is per weergegeven waarde aanduiding kort toegelicht hoe deze bepaald is.

- Hoogteaanduiding huidige maaiveld is o.b.v. AHN4 - (steekproefsgewijze waardebepaling).
- GHG – en GLG –bepaling t.o.v. huidige maaiveld is o.b.v. geohydrologische modellering, zie ook paragraaf 5.2.
- Indicatieve GVG-bepaling huidige situatie o.b.v. ASCII-bestanden Tijdreeks 2003-2011 (oude grondwatermodellering) middels een steekproefsgewijze waardebepaling.
- Beekwaterstanden bij winterafvoer en T1-afvoer o.b.v. hydrologische modellering, zie ook paragraaf 5.1.

Voor de haalbaarheidsinschatting zijn de voorkomende grondwaterstanden op de aanleghoogte van de broekbossen in DO vergeleken met de grenswaarden voor GVG en GLG van Elzenzegge-elzenbroekbos (100% doelbereik GVG = 15 cm boven maaiveld t/m 12 cm onder maaiveld, 100% doelbereik GLG = <50 cm onder maaiveld).

Aanvullend zijn de beoogde aanleghoogten van de broekbossen in DO vergeleken met de gemodelleerde beekwaterstanden bij winterafvoer en T1 afvoer om inzicht in de inundatie van broekbossen met beekwater te krijgen.

Geconcludeerd wordt dat 9 van de 11 clusters broekbossen zich binnen de bandbreedte van optimale ontwikkeling van Elzenzegge-elzenbroekbos bevinden.

De broekbossen van clusters 4 en 7 bevinden zich waarschijnlijk wel op de juiste hoogte voor ontwikkeling broekbos. Voor clusters 4 en 7 (gelegen in de buffers) is echter onduidelijk wat precies de effecten van overstortend water op het broekbos zullen zijn. Dit hangt af van de overstortfrequentie en nutriëntbelasting van het overstortend water. Indien dit frequent gebeurt en nutriëntbelasting hoog is, is te verwachten dat het broekbos zich richting een rompgemeenschap zoals het voedselrijke brandnetel-elzenbroek zal ontwikkelen. Eenzelfde ontwikkeling is ook te verwachten bij broekbos op cluster 2, al is dit ingegeven door inundatie door nutriëntrijk beekwater.

Voor de clusters 5 en 6 geldt dat deze zich, gelet op de hoogte in het ontwerp, in suboptimale bandbreedte (aan de lage kant) voor ontwikkeling van Elzenzegge-elzenbroekbos bevinden. Hierdoor dient men rekening te houden met drogere omstandigheden, die waarschijnlijk de verwachte kwaliteit van het broekbos beïnvloeden. Hier is bewust gekozen voor een wisselende gradiënt van droge naar natte omstandigheden in plaats van een volwaardig broekbos.

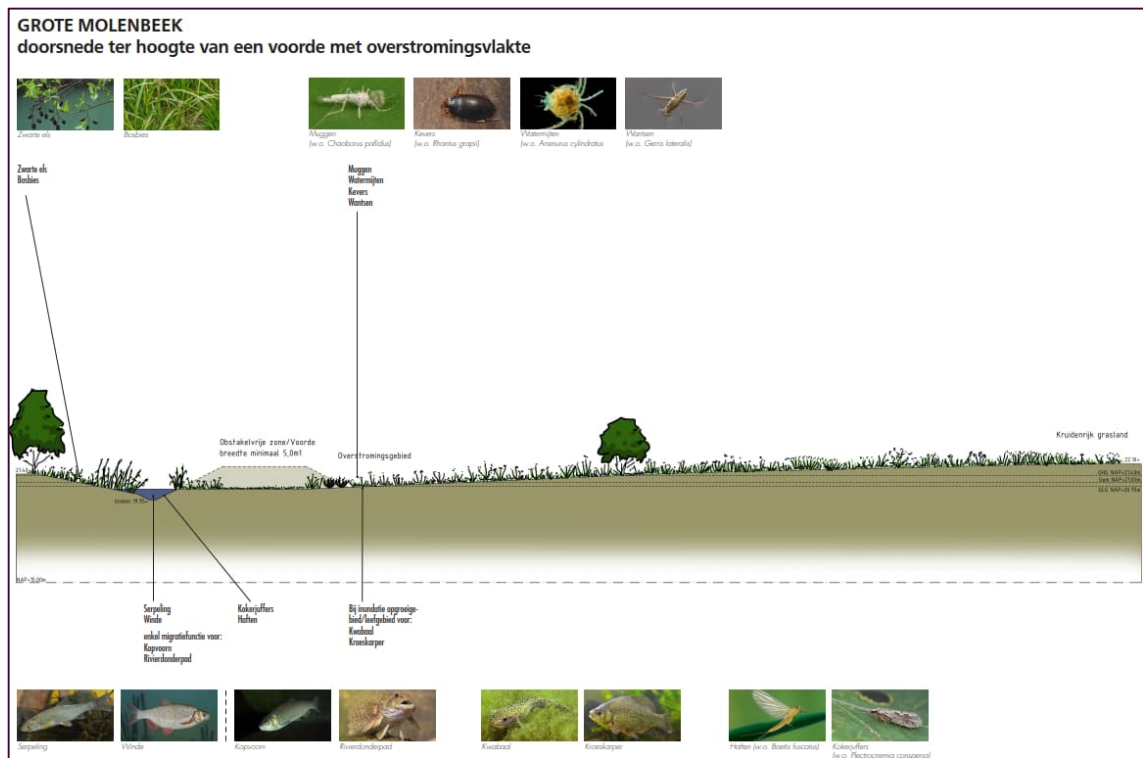
Tabel 7 Inschatting ontwikkelingskansen broekbossen o.b.v. uitgangspunten.

Nr.	Indicatieve hoogteligging huidige maai veld (m+NAP)	Indicatieve GHG berekening (m - huidige maai veld)	Indicatieve GLG berekening (m - huidige maai veld)	Indicatieve hoogteligging beoogd broekbos in DO (m+NAP)	Indicatieve GVG (m+NAP) - huidige situatie	Indicatieve waterstand beek bij winterpeil (m+NAP)	Indicatieve waterstand beek bij T1 situatie (m+NAP)	Conditie haalbaarheid broekbos bij beoogde hoogteligging DO	Adres
1	22,15 – 22,50	80-120	>150	21,20	21,20 – 21,40	21,05	21,74	Binnen bandbreedte voor optimale doelrealisatie. GVG binnen bereik (boven maaiveld), GLG binnen bereik. Geen inundatie bij winterpeil, wel bij T1.	Handhaven
2	22,40 – 22,70	120 -150	>150	21,00	21,20 – 21,40	20,97	21,69	Binnen bandbreedte voor suboptimale doelrealisatie. GVG binnen bereik (boven maaiveld), GLG binnen bereik. Nabijheid beek zal grondwaterstand naar verwachting verder verlagen (drainerende werking) waardoor deze in optimale range kan uitkomen. Inundatie vanuit beek treed op vanaf winterpeil. Nutrientrijk beekwater (en beekslib) leidt waarschijnlijk tot ontwikkeling ruigtekruiden in ondergroei.	Handhaven
3	22,00 – 22,20	80-120	120 -150	21,20	21,10 – 21,15	20,87	21,58	Binnen bandbreedte voor optimale doelrealisatie. GVG binnen bereik (onder maaiveld), GLG binnen bereik. Geen inundatie bij winterpeil, wel bij T1.	Handhaven
4	22,00 – 22,10	80-120	120 -150	21,00	21,10 – 21,15	20,85	21,56	Binnen bandbreedte voor optimale doelrealisatie. GVG binnen bereik (boven maaiveld), GLG binnen bereik. Geen inundatie bij winterpeil, wel bij T1. Nabijheid beek zal grondwaterstand naar verwachting verder verlagen (drainerende werking) waardoor deze in optimale range kan uitkomen. Effecten overstort op kwaliteit niet bekend. leidt mogelijk tot ontwikkeling ruigtekruiden in ondergroei.	Handhaven, maar bijstellen verwachting kwaliteit broekbos, waarschijnlijk ontwikkeling richting rompgemeenschap.
5	21,95 – 22,05	80-120	120 -150	21,25	21,05 – 21,10	20,79	21,50	Tegen ondergrens bandbreedte voor optimale doelrealisatie. GVG tegen ondergrens bereik (onder maaiveld), GLG tegen ondergrens bereik. Geen inundatie bij winterpeil, wel bij T1.	Handhaven, maar bijstellen verwachting kwaliteit broekbos, waarschijnlijk ontwikkeling richting rompgemeenschap vanwege drogere omstandigheden.
6	22,00 – 22,15	80-120	120 -150	21,25	21,05 – 21,10	20,73	21,40	Tegen ondergrens bandbreedte voor optimale doelrealisatie. GVG tegen ondergrens bereik (onder maaiveld), GLG tegen ondergrens bereik. Geen inundatie bij winterpeil, wel bij T1.	Handhaven, maar bijstellen verwachting kwaliteit broekbos, waarschijnlijk ontwikkeling richting rompgemeenschap vanwege drogere omstandigheden.
7	21,40 – 21,80	Overwegend 80- 120, plaatselijk ondieper	Overwegend 120- 150, plaatselijk ondieper	20,75	20,85 – 21,00	20,61	21,27	Binnen bandbreedte voor optimale doelrealisatie. GVG binnen bereik (boven maaiveld), GLG binnen bereik. Geen inundatie bij winterpeil, wel bij T1. Nabijheid beek zal grondwaterstand naar verwachting verder verlagen (drainerende werking) waardoor deze in optimale range kan uitkomen. Effecten overstort op kwaliteit niet bekend. leidt mogelijk tot ontwikkeling ruigtekruiden in ondergroei.	Handhaven, maar bijstellen verwachting kwaliteit broekbos, waarschijnlijk ontwikkeling richting rompgemeenschap.
8	21,35 – 21,60	50-80	Overwegend 80- 120, plaatselijk ondieper	20,60	20,80 – 20,90	20,50	21,15	Binnen bandbreedte voor suboptimale doelrealisatie. GVG binnen bereik (boven maaiveld), GLG binnen bereik. Geen inundatie bij winterpeil, wel bij T1. Nabijheid beek zal grondwaterstand naar verwachting verder verlagen (drainerende werking) waardoor deze in optimale range kan uitkomen.	Handhaven
9	21,35 – 21,40	overwegend 30-50, plaatselijk ondieper	Overwegend 50-80, plaatselijk ondieper	20,80	20,80 – 20,85	20,43	21,09	Binnen bandbreedte voor optimale doelrealisatie. GVG binnen bereik (rond maaiveld), GLG binnen bereik. Geen inundatie bij winterpeil, wel bij T1.	Handhaven
10	21,55 – 21,65	overwegend 30-50, plaatselijk ondieper	Overwegend 80- 120, plaatselijk ondieper	20,90	20,80 – 20,90	20,40-20,48	21,05-21,14	Binnen bandbreedte voor optimale doelrealisatie. GVG binnen bereik (rond maaiveld), GLG binnen bereik. Geen inundatie bij winterpeil, wel bij T1.	Handhaven
11	21,40 – 21,80	Overwegend 80- 120, plaatselijk ondieper	Overwegend 120- 150, plaatselijk ondieper	20,90	20,85 – 21,00	20,60-20,71	21,27-21,37	Binnen bandbreedte voor optimale doelrealisatie. GVG binnen bereik (rond maaiveld), GLG binnen bereik. Geen inundatie bij winterpeil, wel bij T1.	Handhaven

5.3.4 Inundatie aanliggende graslanden

Een ander belangrijk element in delen van het ontwerp die gestoeld zijn op het principe van een moerasbeek (KRW-type R20) is de wateruitwisseling tussen de beek, moeraszone en aangrenzende overstromingszone. Deze overstromingszone dient jaarlijks te inunderen. Zie figuur 4 voor het hydrologisch principe achter de moerasbeek. Soorten als Kwabaal, Kroeskarper en Grote modderkruiper gebruiken deze overstromingszone als belangrijk habitat (opgroeigebied, paaihabitat) in hun levenscyclus. Ook diverse soorten macrofauna gebruiken deze graslanden als tijdelijk leefgebied. In het ontwerp ligt er aan de oostzijde van de beek een verhoogd onderhoudspad. Dit onderhoudspad zorgt door de verhoogde ligging ervoor dat de naast de beek gelegen graslanden niet kunnen inunderen. Het ontbreken van deze inunderende graslanden vermindert voor bovengenoemde soorten de kwaliteit van het leefgebied in het hersteltraject.

Om inundatie van de graslanden toch mogelijk te maken zijn op een aantal plekken in het ontwerp verlagingen van het onderhoudspad opgenomen, zodanig dat de achtergelegen graslanden toch kunnen inunderen. In onderstaande figuur is een sfeerimpressie van een dergelijke verlaging in het onderhoudspad en overstromingszone in het ontwerp weergegeven, met beoogde doelsoorten.



Figuur 37 Sfeerimpressie dwarsdoorsnede ter hoogte van maaiveldverlaging en voorde

5.3.5

Conclusies

Geconcludeerd wordt dat in huidig DO:

- De beoogde waterdiepten en stroomsnelheden grotendeels gehaald worden. Stroomsnelheden wijken zeer licht af, zie ook paragraaf 5.1.
- De beek een slingerend karakter heeft, hetgeen leidt tot stromingsvariatie in de beek.
- Een afwisseling van elementen van KRW-watertypen R5 en R20 is opgenomen (zowel bos als moeras, hetgeen leidt tot substraat- en stromingsvariatie).
- De beschaduwing op de beek geschat wordt op grofweg 40%.
- Vrijwel alle beoogde beekbegeleidende natuurbeheertypen zijn opgenomen en daarmee ook voor alle beoogde beekbegeleidende doelsoorten in leefgebied is voorzien.
- Door plaatselijke verlaging van het onderhoudspad, kan ook grasland naast de beek inunderen. Dit vormt een belangrijk habitat voor verschillende vissoorten en macrofaunasoorten.
- Een groot deel van de beoogde broekbossen (9 van 11) is op de juiste hoogte t.o.v. grondwaterstand of t.o.v. beek zijn gesitueerd.

Op bovenstaande punten sluit het DO aan bij het streefbeeld.

Geconcludeerd wordt echter ook dat in het ontwerp:

- Door de kwaliteit van het beekwater en overstorten wordt waarschijnlijk niet overal de kwaliteit van de broekbossen bereikt.
- Voor 2 van de 11 clusters broekbossen de bodemhoogte waarschijnlijk leidt tot beperkte ontwikkeling van Elzenbroekbos of een ontwikkeling van een rompgemeenschap daarvan of een droger bostype.

Op bovenstaande punten sluit het ontwerp niet aan bij het streefbeeld.

Zie Bijlage B9 voor de aangegeven keuzes vanuit ecologie en de ecologische dwarsdoorsnedes.

6 AANBEVELINGEN EN VERVOLG

Na het opleveren van het DO, moet er zorg gedragen worden voor het vervolg. Tijdens de DO-fase zijn aandachtspunten of informatie naar voren gekomen waar rekening mee gehouden moet worden. De directe vervolgstappen is het opstellen van het BOM.

6.1 Aandachtspunten

- In het terrein zijn er meerdere schuurtjes gebouwd. Deze dienen later in de besteksfase opgenomen te worden in de opruimtekeningen.
- Aandachtspunten vanuit Explosieven onderzoek: detectie uitvoeren voorafgaand werkzaamheden.
- Archeologische verwachtingen worden geanalyseerd t.o.v. het DO, dit is uitgezet door de opdrachtgever.
- Vergunningen zijn aangevraagd o.b.v. DO.

6.2 Risicodossier

Er zijn voor de projectrisico's op 12 juni 2025 en op 18 maart 2026 risicosessies gehouden. Het dossier is toegevoegd in Bijlage B8.

BIJLAGEN

B1 000 ONDERZOEK

B2 BODEMONDERZOEKEN

**B3 ADVIES GRONDSTROMEN EN
ONTWERPVOORSTELLEN**

B4 QUICKSCAN FLORA EN FAUNA

B5 INMETINGEN EN EIGENDOMMEN

B6 AERIUS-BEREKENING

B7 DEFINITIEF ONTWERP

B8 RI&E EN V&G- PLAN

B9 KEUZES ECOLOGIE ONTWERP