



WATERSCHAP LIMBURG

NNP BROEKHUIZERBROEK

HYDROLOGIE BROEKHUIZERBROEK

SEPTEMBER 2022



WSP NEDERLAND B.V.
RINGWADE 41
3439 LM NIEUWEGEIN

+31 (0)88 910 20 00
wsp.com/nl

PROJECTNUMMER
WAB017369

DOCUMENTNUMMER
001, versie v1



COLOFON

RAPPORTHISTORIE

v1	6 september 2022	Concept versie
v1	06 oktober 2022	Definitieve versie

CONTACTGEGEVENS

██████████
██████████
██████████@wsp.com

AUTORISATIE

PROJECTNUMMER	DOCUMENTNUMMER	VERSIE	STATUS
WAB017369	001	v1	Concept

OPGESTELD DOOR	FUNCTIE	DATUM	PARAAF
██████████ ██████████	██████████ ██████████	September 2022	█ █

GEVERIFIEERD DOOR	FUNCTIE	DATUM	PARAAF
██████████	██████████	September 2022	█

GOEDGEKEURD DOOR	FUNCTIE	DATUM	PARAAF
██████████	██████████	September 2022	█

INHOUDS- OPGAVE

1	INLEIDING	4
2	UITGANGSPUNTEN	5
3	PROJECTGEBIED	6
4	MODELSCHEMATISATIE	7
5	NBW-TOETSING	9
6	DROOGLEGGING	15
7	CONCLUSIE	18
	REFERENTIELIJST	20
	BIJLAGE A. INSTELLINGEN MODEL	21
	BIJLAGE B. CASE-CODERING	22
	BIJLAGE C. DEFINITIEF ONTWERP	23
	BIJLAGE D. WATEROVERLASTKAARTEN	26
	BIJLAGE E. UITGANGSPUNTEN DROOGLEGGING	34
	BIJLAGE F. DROOGLEGGINGSKAARTEN	37
	BIJLAGE G. ACTUALISATIE HUIDIGE SITUATIE	43

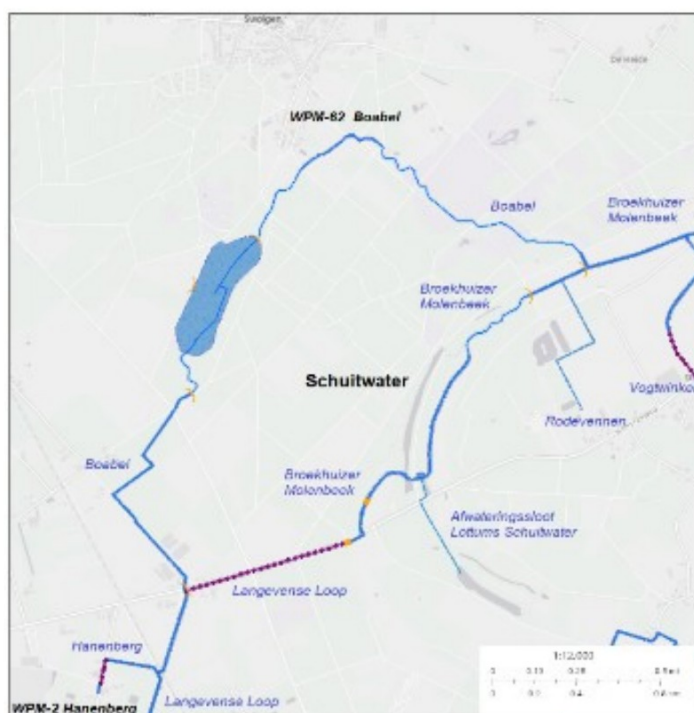
1 INLEIDING

De Natte Natuurparel Broekhuizerbroek bestaat uit het natuurgebied het Schuitwater, gelegen in de oude, afgesneden Maasmeander. Hier stroomt water via de Langevense Loop (via de Boabel) richting de Broekhuizer Molenbeek om uiteindelijk terug in de Maas te stromen. Ter verbetering van de ecologische waarden van het Schuitwater wordt al het landelijk water niet langer deels via de Langevense Loop richting het oosten geleid, maar alleen nog in noordelijke richting via de Boabel om het Schuitwater heen.

Om dit mogelijk te maken wordt de Boabel heringericht. De herinrichting bestaat uit het creëren van een robuuster doorstroomprofiel. Dit betreft onder andere het waar mogelijk creëren van een tweefase-profiel met ruimte voor ecologische ontwikkeling, en het aanpassen van duikers om de doorstroomcapaciteit te vergroten. Daarnaast wordt een ecologische moeraszone ingericht in het bestaande en het nieuwe retentiebekken langs de Boabel. Deze maatregelen zorgen voor een verhoogde afvoercapaciteit van de Boabel zonder verdere wateroverlast te creëren. Verder wordt een tweetal bestaande wateroverlastknelpunten (WB21) op dit traject opgelost. Dit betreft WPM-2 Hanenberg en WPM-62 Boabel.

De herinrichting van het gebied wordt hydrologisch getoetst op wateroverlast tijdens hoge afvoeren en op drooglegging, voor zomer en wintercondities. Het projectgebied bij de beek de Boabel is weergegeven in Figuur 1. De afvoer van dit stroomgebied komt deels uit de Noordervaart. De Boabel ligt bijna helemaal benedenstrooms in het watersysteem van waterverdeling in dit afstroomgebied.

In het voortraject zijn hydraulische berekeningen uitgevoerd [1]. Vervolgens is door WSP in het vervolgetraject het beeld van de huidige situatie geactualiseerd met actuele meetgegevens. Deze actualisatie is de basis voor het model van het concept Definitief Ontwerp (hierna DO). Hiermee is het concept DO getoetst op basis van de actuele situatie, en geoptimaliseerd waar nodig om wateroverlast en effecten op drooglegging op te lossen. Dat heeft geleid tot het uiteindelijke DO, welke in voorliggende ontwerpnotitie wordt beschouwd. Voorliggende ontwerpnotitie bevat de uitgangspunten en resultaten van de hydrologische berekeningen van het definitieve DO, met als basis de ontwerptekeningen [2].



Figuur 1: Projectgebied

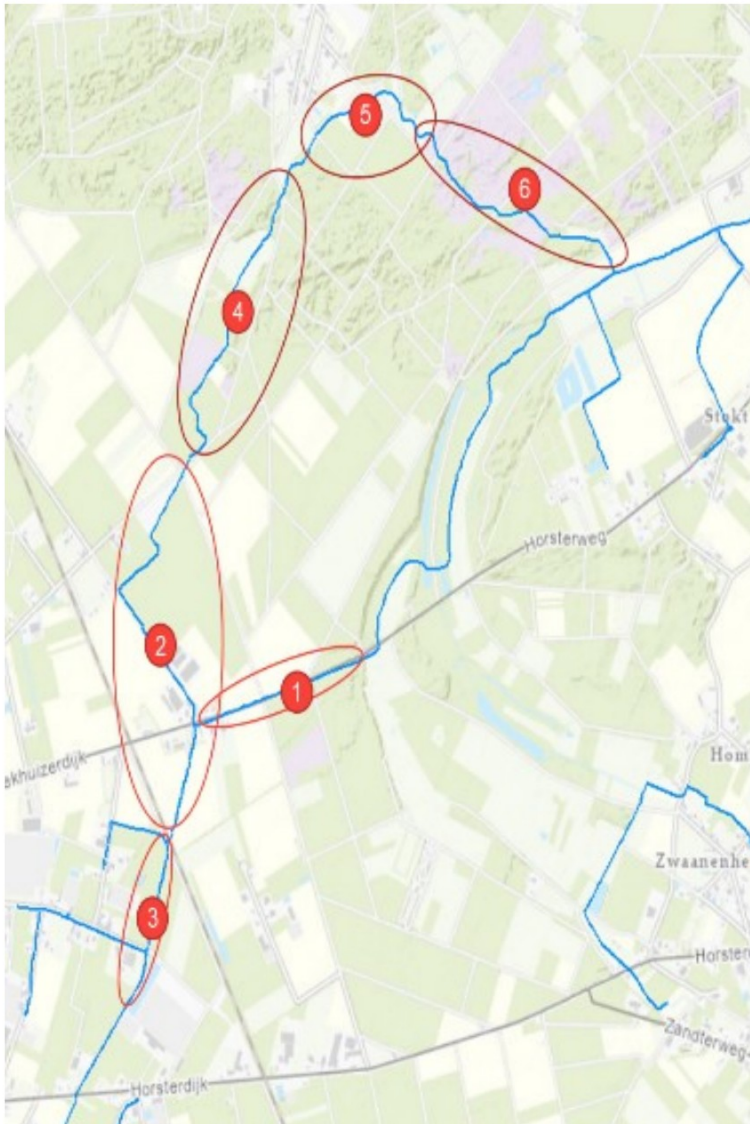
2 UITGANGSPUNTEN

Bij de hydrologische doorrekening zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Voor de berekeningen is gebruik gemaakt van SOBEK 2.16.002.
- Twee modellen voor het stroomgebied van de Boabel worden gebruikt voor de berekeningen:
 - stationair – zomer en winter – afvoer t/m jaarlijkse piekafvoer.
 - hoogwatermodel – T25 en T50
- In het stationair model wordt gebruik gemaakt van de 1DFlow-module. Voor het hoogwatermodel wordt ook Overlandflow (2D) meegenomen.
- Voor de afvoerinstellingen is de afvoer t/m jaarlijks piekdebiet, T25 en T50 overgenomen uit eerdere fase van het project [1]. Specificaties van deze instellingen zijn opgenomen in Bijlage A.
- Het stationaire model wordt gebruikt voor toetsing van de drooglegging. Het hoogwatermodel wordt gebruikt voor de NBW-toetsing - de wateroverlasttoetsing.
 - De drooglegging wordt voor de zomer getoetst bij 20% MA, voor de winter bij 50% MA. Hierbij wordt de werkwijze hydrologie van het waterschap aangehouden [3].
 - De NBW-toetsing wordt gedaan bij T25 en T50. Hiervoor geldt dat het per deelgebied verschilt welke toetsing wordt gedaan. Dit is toegelicht in hoofdstuk 5.
- De geactualiseerde situatie is de “Huidige situatie – HS”; het uiteindelijke ontwerp is het “DO”.
 - Voor de huidige situatie wordt zowel het aangeleverde stationaire als hoogwatermodel geactualiseerd met nieuwe inmetingen [4], en alle benodigde cases (Bijlage B) opgesteld. De modelschematisatie, en tevens verschillenverklaring is opgenomen in Bijlage G.
 - Het DO in het model is gebaseerd op de ontwerptekeningen. Dit ontwerp en de modelschematisatie wordt toegelicht in hoofdstuk 3, en is geoptimaliseerd om wateroverlast te beperken.
- De modelopzet verschilt voor de zomer- en de wintersituatie bij het stationaire model. Het verschil tussen winter en zomer in de schematisering is de ruwheid van de bodem, door andere vegetatieweerstand. De toegepaste waarde is ook afhankelijk van de bodembreedte. De tabel in Bijlage A is hiervoor aangehouden.

3 PROJECTGEBIED

Het projectgebied kan worden opgedeeld in 6 trajecten, zie ook Figuur 2. Het projectgebied wordt hieronder wordt aan de hand van deze trajecten toegelicht.



LEGENDA
 ● duikers en stuwen
 — Waterloop HS

Figuur 2: Trajecten voor toelichting projectgebied

Traject 1 – de Langevense Loop (via de Boabel) loopt via het natuurgebied het Schuitwater richting de Broekhuizer Molenbeek. Op de kruising tussen traject 1 en 2, bij de Broekhuizerdijk bevindt zich een overkluizing. Traject 1 wordt voor 90-100% overkluist in het DO.

Traject 2 – dit traject loopt van het spoor tot aan de Nieuwe baan. De beek loopt hier door landelijk gebied, en langs vleesproductiebedrijf ManStal benedenstrooms van de kruising met traject 1.

Traject 3 – de beek loopt hier net ten zuiden van de Blaktweg tot aan het spoor. De beek loopt hier langs het terrein van [REDACTED]

Traject 4 – Nieuwe baan tot Boabelweg. Dit is een bosgebied, deels in eigendom van Staatsbosbeheer. In dit gebied bevindt zich het bestaande retentiebekken. Daarnaast is een stuw aanwezig en een knijpconstructie aan de uitstroomzijde van het retentiebekken.

Traject 5 – Boabelweg tot Vlasweg. Bovenstrooms van de Vlasweg loopt de beek door zowel landelijk- als bosgebied. Benedenstrooms eindigt dit stuk van de beek in een natuurgebied, waar het een meanderende vorm aanneemt.

Traject 6 – Vlasweg tot Broekhuizer Molenbeek. Dit is een landelijk-, bosrijk- en heidegebied. De Boabel vloeit hier uit op de Broekhuizer Molenbeek. Op dit traject zijn meerdere duikers aanwezig.

4 MODELSCHEMATISATIE

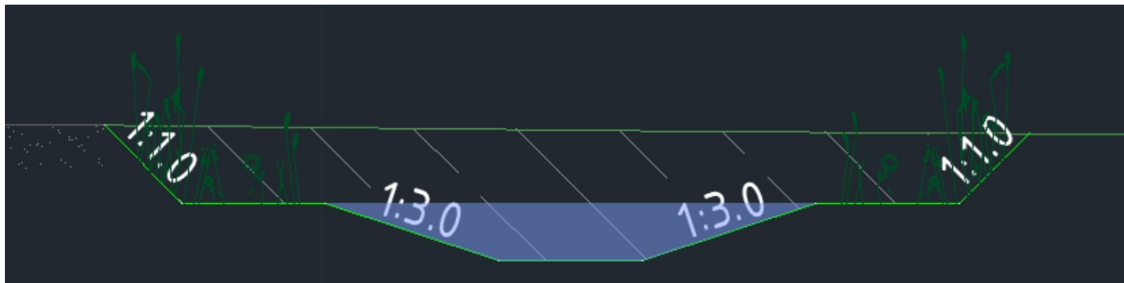
Voor de uitwerking van het DO is de huidige situatie het uitgangspunt (Bijlage G), en is het ontwerp opgenomen op basis van de ontwerptekeningen [2]ⁱ. Hieronder wordt de modelschematisatie toegelicht, waarbij gebruik wordt gemaakt van de trajecten, toegelicht in hoofdstuk 3.

- Op de kruising van traject 1 en 2 wordt de overkluizing richting de Langevense Loop afgesloten.
- Op vier locaties is de beekloop omgelegd in het ontwerp, en in de schematisatie overgenomen. Een kaartje van de verleggingen is opgenomen in Bijlage C.
- Meerdere duikers en stuwen zijn vergroot, verwijderd en/of toegevoegd. Op de ontwerptekeningen [2] is dit zichtbaar, en in Bijlage C is een verschildtabel opgenomen. Enkele specifieke aspecten zijn:
 - Bij de duikers waarvan de diameter aangepast is, is tevens de bodemhoogte van de duiker aangepast zoals in de ontwerptekeningen aangegeven.
 - Op traject 6 worden in het ontwerp twee duikers verwijderd, twee duikers vergroot en drie stuwen geplaatst. De stuwen kunnen in de zomer worden toegepast om water vast te houden in de beek. De hoogte van een stuw is variabel. Om het effect mee te nemen in de drooglegging is in het stationaire model uitgegaan van een stuw 45 cm t.o.v. de beekbodem. De droogtestuwen zijn alleen opgenomen in het stationaire model en niet in het hoogwatermodel, aangezien de stuw dan geen effect heeft.
- Op een groot deel van het traject wordt de beek verbreed en een tweefase-profiel toegepast, zie ook Figuur 3. Dit gebeurt op traject 4 en 5, en deels op traject 2, benedenstrooms van de Broekhuizerdijk. Hiervoor zijn in het model dwarsprofielen gedefinieerd met notatie “BHB_DO_XX” (met xx = getal).
 - De breedte van de beek in het DO wordt overal tenminste 3 meter, en nooit meer dan 10 m breed. Het aangepaste deel van de beek valt dus onder de categorie 3-10 m breed. Hierom is een ruwheid (*Ks stricklers coëfficiënt*) van $20 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ in de winter en $10 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ in de zomer toegepast (Bijlage A). In de rest van het model is de huidige situatie aangehouden.
 - Traject 6 loopt door een natuurgebied. Hiervan is door de opdrachtgever aangegeven dat wordt verwacht dat hier weinig vegetatie groeit in de beek door de schaduwwerking van de vele bomen langs de beek. In de modellen is de ruwheid op traject 6 in de winter $15 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ en in de zomer $7 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$. Dit is aangepast naar $20 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ in de winter en $10 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ in de zomer.
- In het dynamisch model is het 2D-grid aangepast op basis van het ontwerp:
 - Op traject 3, bij Den Mulder bovenstrooms van het spoor ontstaat wateroverlast door de opstuwende werking van de duiker onder de Broekhuizerdijk en afsluiten van Langevense loop. Ondanks de inzet van het tweefase-profiel in de beek bleek hier nog een restopgave t.o.v. eerdere fase van het project [1].
 - Dit is opgelost door aan de westzijde van de beek te verhogen met daarnaast een afwateringsgreppel. Deze verhoging varieert van 21,55 tot 21,75 m NAP, resp. van noord naar zuid. Bovenstrooms gaat het hierbij om een ophoging van 20-25 cm, terwijl het benedenstrooms gaat om 0-10 cm, wat neerkomt op het meer egaliseren van het maaiveld. Aan de oostzijde van de beek vindt dezelfde verhoging plaats, maar daar wordt het gehele

ⁱ Na opstellen van dit rapport zijn enkele duikers aangepast of verlaagd in de ontwerptekeningen. Hierbij is op de gevoelige locaties (benedenstrooms van retentie Vlasweg) het doorstroomoppervlak behouden door van ronde naar rechthoekige duiker te gaan. Met nieuwe modelresultaten is geanalyseerd dat deze aanpassingen geen significante effecten hebben op de inundatie of drooglegging. Hierom zijn de analyses en conclusies in dit rapport onveranderd, en is een update van de tekst en figuren niet uitgevoerd.

perceel opgehoogd, waardoor de ontwatering van het perceel in stand blijft en geen greppel benodigd is.

- Na deze maatregel bleek bovenstrooms van het perceel ook wateroverlast te ontstaan. Het AHN4 is hier hoger dan het hoogtemodel in het model van de huidige situatie. Langs de beek ligt het maaiveld rond de 21,85-22,00 m NAP. Dit is voldoende om inundatie te voorkomen. Op basis hiervan is het 2D-grid aangepast.
- Op traject 4 is aan het retentiebekken geen aanpassing gedaan. Wel zijn enkele aanpassingen gedaan voor de bever in dit gebied, zoals bijvoorbeeld de aanleg van een poel. Deze is opgenomen in het model.
- Op traject 5 is langs de retentie aan de noordoostzijde een grondrug toegepast. Hierdoor kan noordwaarts geen inundatie optreden. Aan de zuidwestzijde van het reservoir bevindt zich over het algemeen hoge grond.

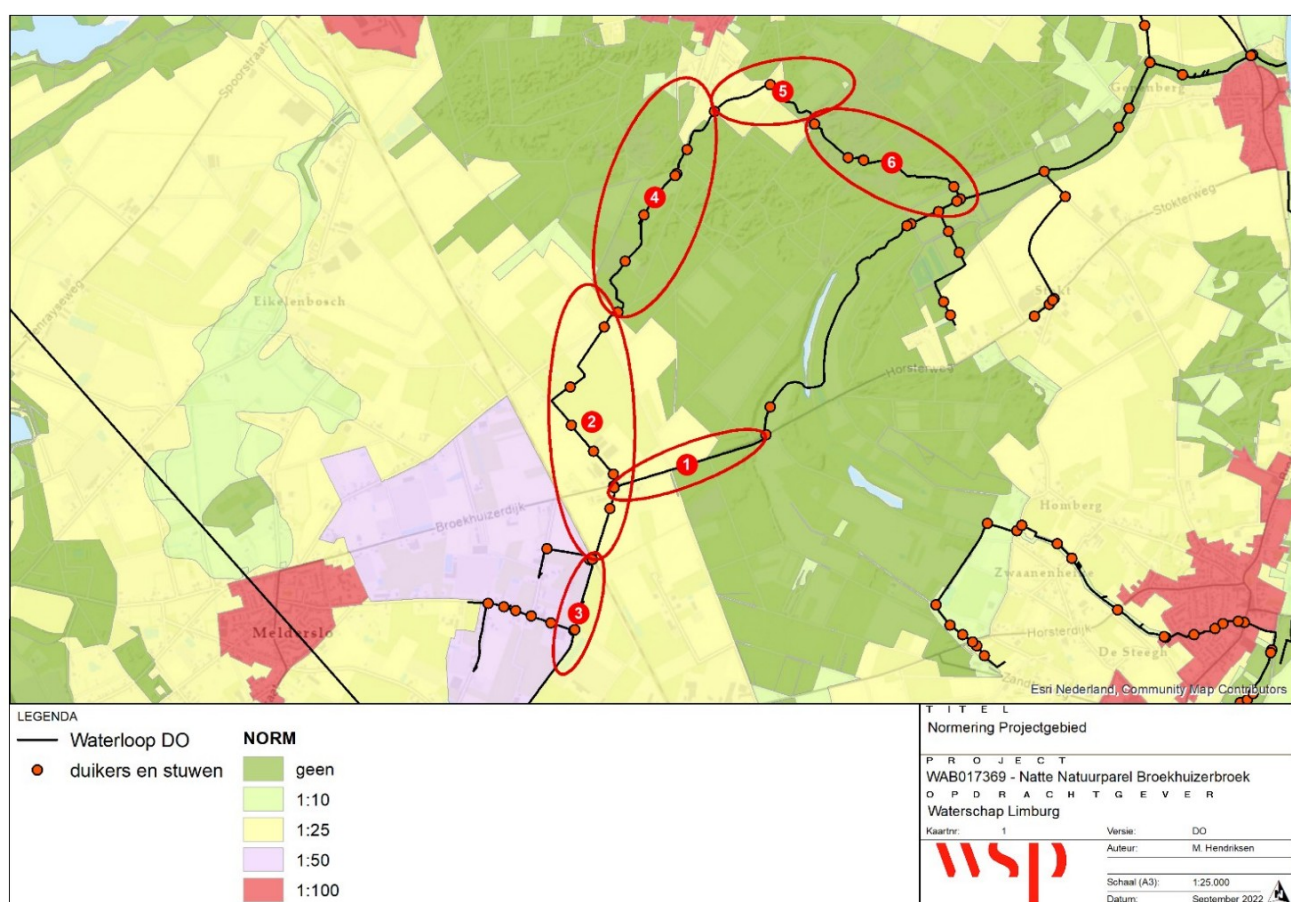


Figuur 3: Principeschets tweefase-profiel

5 NBW-TOETSING

De norm-afvoer per traject is af te lezen uit Figuur 4. Traject 3 heeft de hoogste normering van T50 in dit gebied. Traject 2 en 5 hebben een normering van T25. Traject 4 en 6 hebben geen normering. Traject 1 is deels T25 en deels geen normering. Op de locaties zonder normering bevindt zich in het projectgebied natuurgebied.

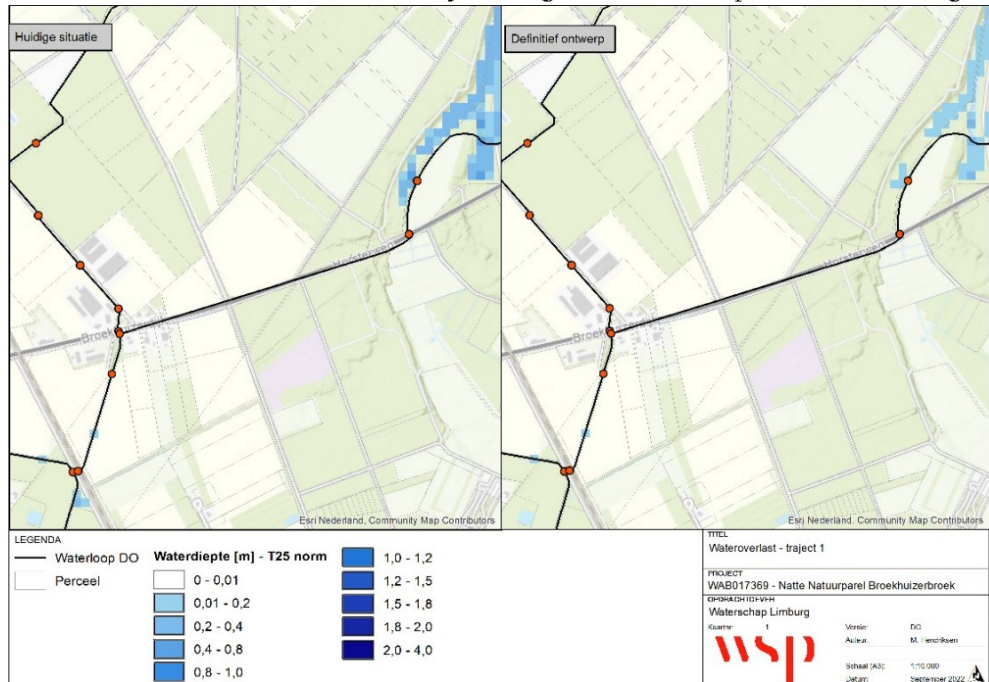
In dit hoofdstuk worden per traject de resultaten van het hoogwatermodel gepresenteerd bij de norm-afvoer. Alle kaarten zijn groot opgenomen in Bijlage D.



Figuur 4: Norm-afvoer in het projectgebied, per traject [6]

TRAJECT 1

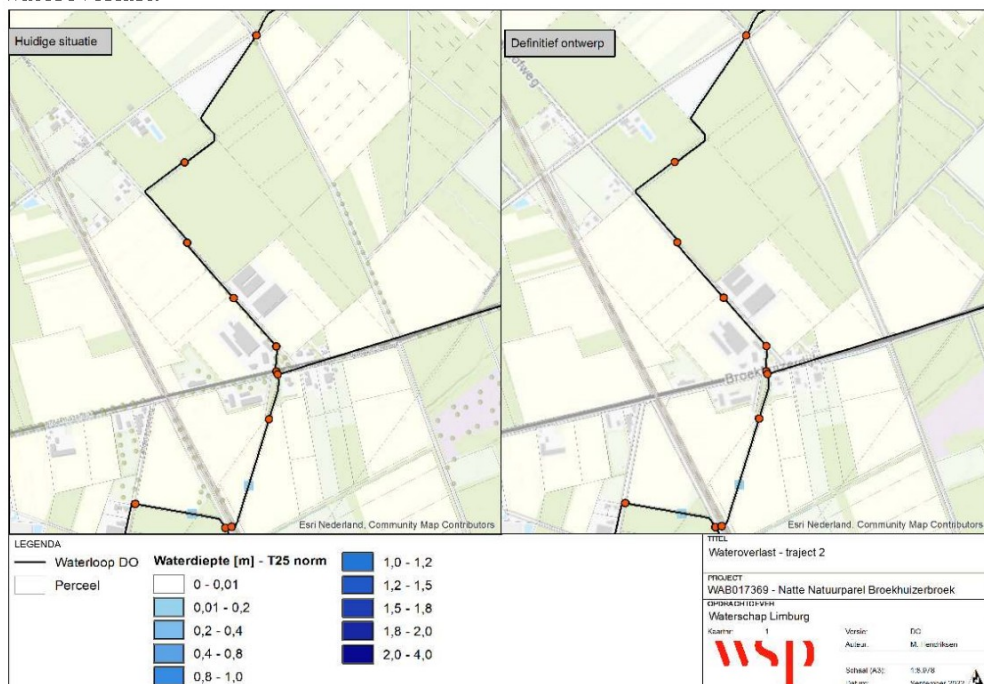
De waterafvoer op dit traject is beperkt door afsluiting van de overkluizing richting de Langevense loop. Deze locatie voldoet daardoor aan een T25 afvoer, want daarbij treden geen inundaties op, zoals te zien in Figuur 5.



Figuur 5: NBW-toetsing Traject 1, links huidige situatie en rechte DO

TRAJECT 2

Dit traject wordt beoordeeld bij een T25 afvoer. Zoals hieronder getoond treedt langs de beek geen inundatie op, behalve net benedenstrooms van het spoor. Dit is echt zeer klein en kan worden beschouwd als geen significante wateroverlast.

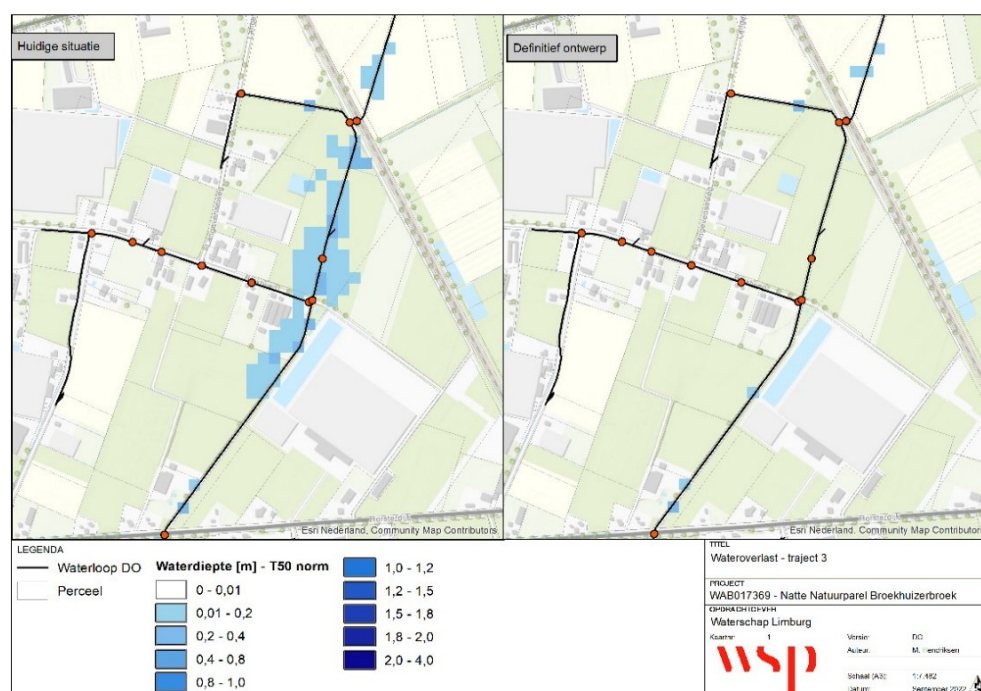


Figuur 6: NBW-toetsing Traject 2, links huidige situatie en rechte DO

TRAJECT 3

Dit traject wordt beoordeeld bij een T50 afvoer. Op deze locatie ontstaat in eerste instantie wateroverlast door afsluiting van de overkluizing. Ondanks de inzet van het tweefase-profiel in de beek blijkt na de eerste simulaties dat hier een restopgave is ten opzichte van de eerdere fase van het project [1].

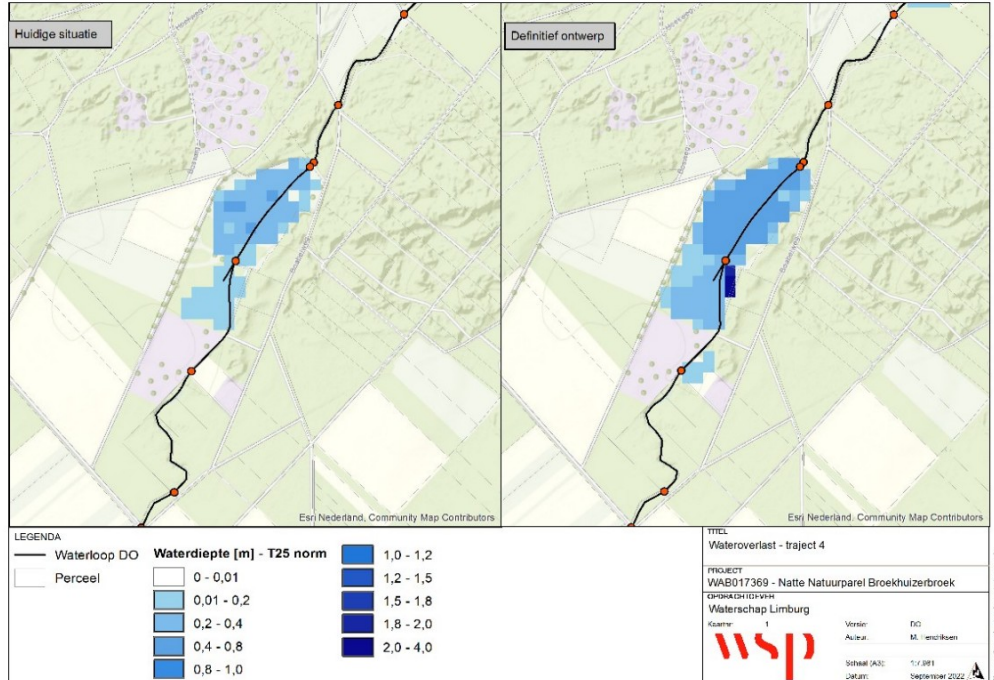
De restopgave is opgelost door beide zijdes van de beek te verhogen. Langs de westzijde van de beek wordt tussen 0-25 cm opgehoogd, waarbij bovenstrooms veelal een ophoging van 20-25 cm benodigd is en het benedenstrooms meer gaat om egaliseren van het maaiveld (0-5 cm). Aan de binnenzijde van de verhoging komt een afwateringsgreppel. Aan de oostzijde van de beek wordt het maaiveld geëgaliseerd.



Figuur 7: NBW-toetsing Traject 3, links huidige situatie en rechte DO

TRAJECT 4

Dit traject heeft geen normering. In het figuur hieronder wordt een T25 afvoer getoond en kort toegelicht. In het figuur is te zien dat de retentiebekken voller staat dan in de huidige situatie. Dit is inherent aan de toename van afvoer over de Boabel door afsluiting van de overkluizing. De inundatie valt binnen het retentie- en natuurgebied.

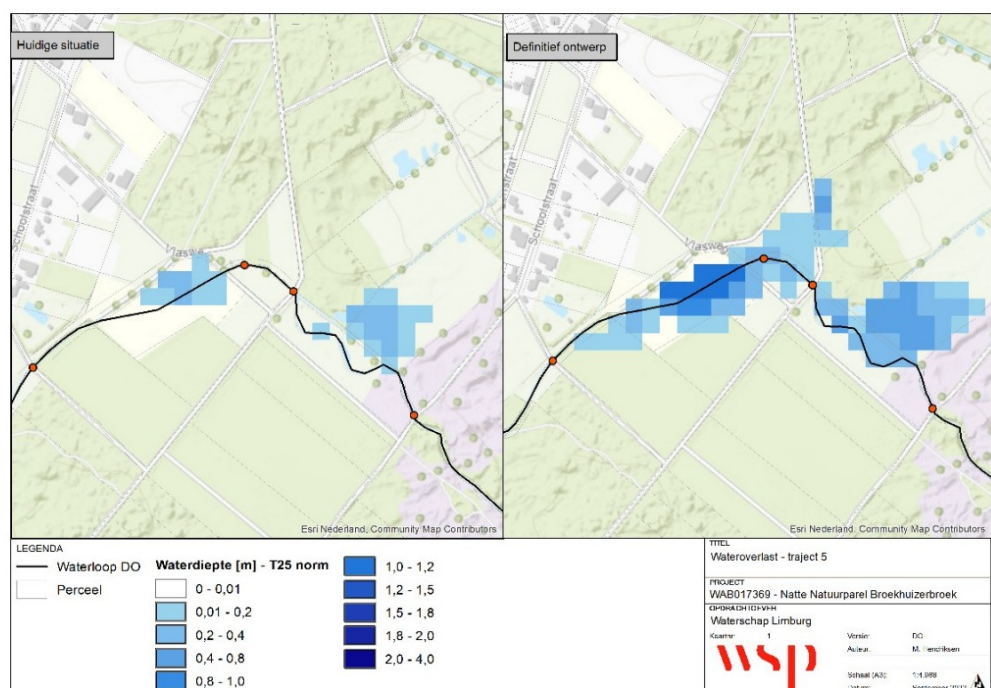


Figuur 8: NBW-toetsing Traject 4, links huidige situatie en rechte DO

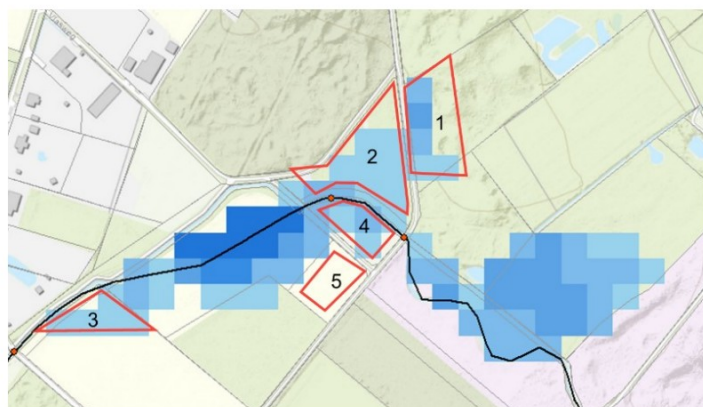
TRAJECT 5

Dit traject wordt beoordeeld bij een T25 afvoer. In Figuur 9 is te zien dat aan de noordoostzijde van het reservoir de inundatie binnen de perceelgrens blijft door de toegepaste grondrug. Op overige percelen rondom het reservoir is inundatie te zien. Dit wordt besproken aan de hand van de locaties in Figuur 10:

- Perceel 1 ligt precies buiten de normering, in een gebied waar geen normering meer geldt. Dit is ook te zien in Figuur 4.
- Voor perceel 2, 3 en 4 wordt een groen/blauwe voorziening (compensatiemaatregel) vanuit het waterschap toegepast.
- De vlakken waar inundatie de perceelgrens net kruist, ontstaat dit door de resolutie van het rekgid, en komen in werkelijkheid niet voor door verhogingen langs de perceelgrens. Dit geldt voor perceel 5.



Figuur 9: NBW-toetsing Traject 5, inks huidige situatie en rechte DO



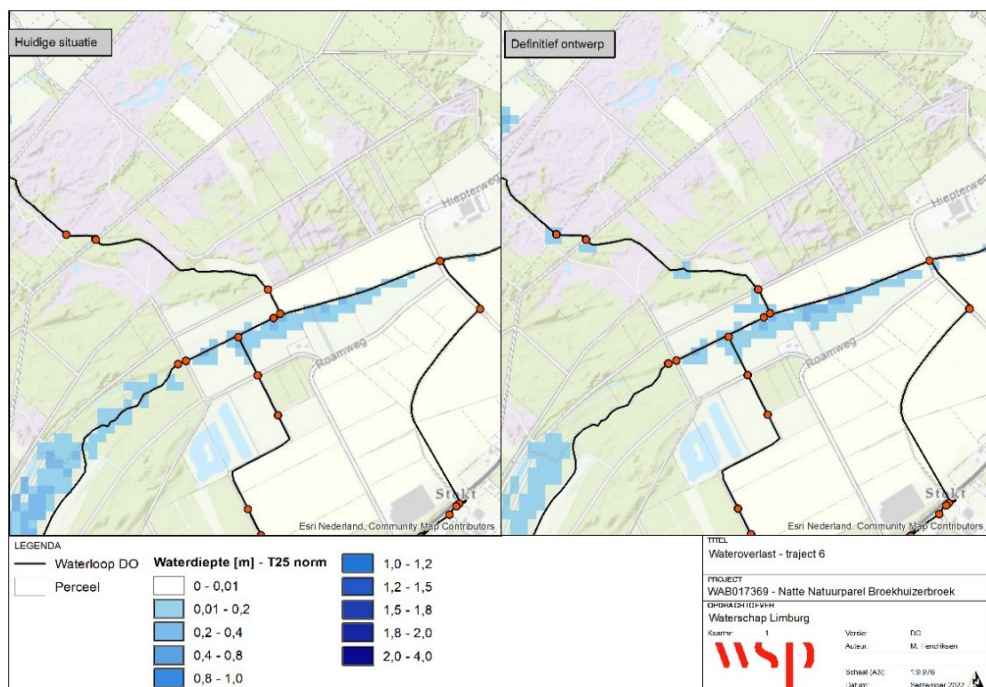
Figuur 10: Locaties binnen traject 5

TRAJECT 6

Dit traject heeft geen normering. In het figuur hieronder wordt een T25 afvoer getoond en kort toegelicht. Door het verwijderen van de duikers in de beek in dit traject stroomt het water sneller af. Hierdoor neemt de waterstand bij benedenstroomse duikers en lage delen van het maaiveld iets toe. Dit leidt tot inundatie langs de beek t.o.v. de huidige situatie. Het betreft hier een natuurgebied waardoor dit geen problemen geeft.

Net bovenstrooms van de kruising van de Boabel met de Broekhuizer Molenbeek van de neemt inundatie toe ten opzichte van de huidige situatie. Ook dit is geen probleem, aangezien hier geen normering is.

Benedenstrooms van de kruising is zowel in de huidige als in de nieuwe situatie inundatie zichtbaar. Dit is buiten het projectgebied, heeft tevens ook geen normering en de inundatie verandert niet significant door de nieuwe situatie.



Figuur 11: NBW-toetsing Traject 6, links huidige situatie en rechte DO

6 DROOGLEGGING

Naast geen wateroverlast bij hoge afvoeren is het belangrijk dat de grondwaterstanden onder normale omstandigheden niet verslechteren. Hiermee wordt bedoeld dat het in de winter niet te nat mag worden maar in de zomerperiode ook zeker niet te droog. Vanuit Waterschap Limburg zijn hiervoor normen t.b.v. de drooglegging voor de verschillende gebruiksfuncties opgenomen, zie Bijlage E. Hierin is onderscheid gemaakt tussen de winter- en zomersituatie.

In Bijlage E is eveneens de methodiek opgenomen. De drooglegging is bepaald door de waterstand zoals berekend voor elk rekenpunt uit het model te gebruiken. Het verschil tussen de maaiveldhoogte en het waterpeil wordt getoetst aan de normen conform tabel 2 in Bijlage E. Wanneer de maaiveldhoogte groter is dan het waterpeil is er drooglegging welke getoetst wordt aan de norm. Als het maaiveld lager is dan het waterpeil vindt er inundatie plaats en voldoet de drooglegging niet.

Voor de analyse van de drooglegging worden de trajecten gebruikt zoals aangegeven in Figuur 2. Bijlage F bevat de kaarten die de drooglegging, het verschil tussen maaiveld en drooglegging, de verandering in toetsingsoordeel en lengteprofielen met waterstanden tonen.

Voor zowel de zomer- als de wintersituatie geldt dat het toetsingsoordeel slechts zeer beperkt wijzigt ten opzichte van de huidige situatie, zie ook Figuur 12 (of groter in Bijlage F, kaart 3). Voor de zomersituatie verandert de beoordeling niet of nauwelijks. Voor de wintersituatie is op traject 2, 3, en 5 een wijziging in het toetsingsoordeel te zien. Op traject 1, 4 en 6 is dit niet het geval.



Figuur 12: Verandering in toetsingsoordeel Drooglegging; rechts zomer (20MA) en links winter (50MA)

Traject 1:

- De waterafvoer door dit traject is afgesloten door afsluiting van de overkluizing richting de Langevense loop. Het beoordelen van het effect van de vergroting van de drooglegging in dit gebied op de natuurtypen valt buiten de doelstellingen van dit project.

Traject 2:

- In het bovenstroomse deel van het projectgebied is bij de 50% MA winter situatie een verbetering van het toetsingsoordeel geconstateerd op percelen die aangemerkt zijn als Bouwland en Tuinbouw. In de huidige situatie voldoet een gedeelte van deze percelen niet aan de droogleggingsnorm (Bijlage F, kaart 2). De drooglegging is in het ontwerp op deze locaties vergroot met circa 30 centimeter, waarmee de drooglegging bij deze percelen na de maatregelen wel voldoet aan de norm.

Traject 3:

- In de huidige situatie voldoet een gedeelte van de percelen op dit traject niet aan de droogleggingsnorm (Bijlage F, kaart 2). Net als bij traject 2 is een verbetering van de drooglegging te zien. Hierbij gaat het echter wel om een versnipperd beeld (vaak enkele pixels).

Traject 4:

- Langs traject 4 is geen verslechtering of verbetering van het toetsingsoordeel geconstateerd.

Traject 5:

- Bij de wintersituatie ligt op dit traject de wijziging met name op de locatie waar een verdieping van het maaiveld is aangebracht, voor de aanleg van het reservoir bij de Vlasweg. Daarmee is het negatieve oordeel nabij de watergang irrelevant, doordat dit inherent aan de aanleg van het reservoir.

Traject 6:

- Langs traject 6 is geen verslechtering of verbetering van het toetsingsoordeel geconstateerd.

Om een beter beeld van de effecten te geven worden in Tabel 1 de waterstanden weergegeven voor de wintersituatie bij 50% maatgevende afvoer (50MA), welke circa 20 dagen per jaar overschreden wordt. Voor de zomersituatie worden de waterstanden van 20% maatgevende afvoer (20MA) weergegeven, welke circa 200 dagen per jaar overschreden wordt. Tevens zijn lengteprofielen met waterstanden van beide situaties toegevoegd in de Bijlage F, kaart 4 en 5.

Tabel 1: Waterstanden bij 20% en 50% MA in respectievelijk de zomer- en wintersituatie. Blauw gearceerd: het ontwerp heeft een lagere waterstand; in rood gearceerd: het ontwerp heeft een hogere waterstand.

	A: Knelpunt Hanenberg (traject 3)	B: Voor splitsing (traject 2)	C: Voor retentie- bekken (traject 2)	D: Retentie- bekken (traject 4)	E: Na knelpunt Vlasweg (traject 5)	F: Droogte- stuwten (traject 6)
Zomer 20% MA						
Huidige Situatie	20,90	20,88	20,32	18,60	17,95	17,18
Ontwerp	20,71	20,32	20,04	18,36	18,03	17,23
Winter 50% MA						
Huidige Situatie	21,16	21,06	20,50	18,90	18,20	17,38
Ontwerp	21,04	20,72	20,36	18,79	18,35	17,47



Gekeken naar het gehele projectgebied wordt bovenstrooms een vergroting van de drooglegging geconstateerd, en benedenstrooms voor de 50%MA situatie een vermindering, en voor de 20%MA situatie verandert benedenstrooms weinig. In zowel de zomer- als de wintersituatie nemen de waterstanden af bovenstrooms, op traject 2, 3 en 4 met +/-10 tot +/-50 cm. De grootste verschillen ontstaan bij traject 2. Benedenstrooms, bij traject 5 en 6 neemt de waterstand juist toe met 5 tot 15 cm.

Een daling van de waterstand is te zien door het ontwerp op de locaties bij traject 2, 3 en 4. Het afsluiten van de overkluizing zorgt dat meer afvoer door de Boabel stroomt. Het verschil in de waterstanden is te verklaren doordat de doorstroom van het gebied is verbeterd met het aanbrengen van een tweefase-profiel en doordat de diameters van duikers op verschillende plaatsen in het traject zijn vergroot of verwijderd.

Benedenstrooms van de Vlasweg (traject 5) neemt de waterstand juist toe in het ontwerp. Op traject 6 stijgt de waterstand op de gekozen punten met 5 cm (zomer) en 14 cm (winter). De reden voor deze stijging is de plaatsing van stuwen in dit traject, de betere doorstroom van water bovenstrooms en de verwijdering van duikers in dit gebied.

Met bovenstaande analyse kan gesteld worden dat zowel voor de zomer- als de wintersituatie de drooglegging niet verslechtert. Gesteld kan worden dat het ontwerp over het algemeen een vergroting van de drooglegging bovenstrooms in het gebied heeft, en verlaging van de drooglegging in het benedenstroomse gebied.

7 CONCLUSIE

WATEROVERLASTⁱⁱ

Door afsluiting van de overkluizing richting de Langevense Loop neemt de afvoer richting de Boabel toe. Vooral voor hoogwaterafvoer moet hierom de afvoercapaciteit van de Boabel vergroot worden. Dit is gedaan door

- 1) het beekprofiel te verbreden, met een tweefase-profiel;
- 2) een reservoir aan te leggen bij de Vlasweg, met aan de noordoostzijde maaiveldverhoging;
- 3) verscheidene duikers te vergroten of verwijderen;
- 4) en door bij Den Mulder, op traject 3, het maaiveld aan beide zijden langs de beek te verhogen.

Door deze set aan maatregelen, opgenomen in de ontwerptekeningen [2], voldoet de beek aan de normering t.o.v. hoogwaterafvoer.

DROOGLEGGINGⁱⁱ

Gekeken naar het gehele projectgebied wordt bovenstrooms (Traject 1, 2, 3 en 4) een vergroting van de drooglegging geconstateerd, en benedenstrooms (Traject 5 en 6) een vermindering. Het kan gesteld worden dat zowel voor de zomer- als de wintersituatie de drooglegging in relatie tot de toetsingsnorm niet tot nauwelijks wijzigt. Deze wijzigingen zijn over het algemeen positief of slechts licht negatief. Gesteld kan worden dat het ontwerp over het algemeen een vergroting van de drooglegging tot gevolg heeft.

MODELTOEPASSING

De volgende punten zijn van toepassing op de kwaliteit van het model:

- Inundatie in zandgronden benedenstrooms van het reservoir bij de Vlasweg, in het natuurgebied worden niet meegenomen opgenomen in model. Dit heeft wel effect op de waterstand en wateroverlast in dit deel van de beek, en bovenstrooms hiervan.
- Retentiewerking
 - Zoals in de vorige fase van het project ook al benoemd door RHDHV [1]: Het hoogwater model gaat uit van een waterstand representatief voor 2x of 2.2x MA en in de winter vindt een overstort uit verhard gebied plaats. De waterstand in het model wordt bereikt door een 'stationaire' landelijke afvoer op het model te zetten, passend bij een waterstand met een bepaalde herhalingstijd. De waterberging blijft daarom continu vullen tot een evenwicht is bereikt tussen de waterstand en het uitstroomdebiet. Dit is niet hoe een waterberging in werkelijkheid functioneert. Een aftopping van de piekafvoer wordt hierbij niet meegenomen. Omdat de berging zich kan blijven vullen tot een maximum wordt bereikt zou het model een overschatting geven van de waterstand in het retentiebekken, en een overschatting van het debiet en de waterstand benedenstrooms hiervan.
 - Zowel het stationaire als het hoogwatermodel kan wel gebruikt worden om een toename of afname te bepalen, maar absolute waterstanden en debieten in de waterberging en benedenstrooms van de waterberging kunnen niet geïnterpreteerd worden als realistische waarden.
 - De waterstand in- en benedenstrooms van het retentiebekken wordt waarschijnlijk overschat, tenzij in de praktijk de duikers en retentie bij een winterafvoer al vol zitten, voordat de piekafvoer

ⁱⁱ Na opstellen van dit rapport zijn enkele duikers aangepast of verlaagd in de ontwerptekeningen. Hierbij is op de gevoelige locaties (benedenstrooms van retentie Vlasweg) het doorstroomoppervlak behouden door van ronde naar rechthoekige duiker te gaan. Met nieuwe modelresultaten is geanalyseerd dat deze aanpassingen geen significante effecten hebben op de inundatie of drooglegging. Hierom zijn de analyses en conclusies in dit rapport onveranderd, en is een update van de tekst en figuren niet uitgevoerd.

optreedt. De kans hierop is klein. Dit heeft geen invloed op de berekende waterstanden bovenstrooms van het retentiebekken.

- Deze wijzigingen met betrekking tot de drooglegging zijn over het algemeen positief of slechts licht negatief. De kanttekening is dat de drooglegging bovenstrooms in het gebied op een aantal locaties met een aantal decimeters groter wordt en benedenstrooms op een aantal locaties juist met een aantal decimeters verminderd, lokaal zelfs tot boven het maaiveld. Echter moet dit ook in perspectief gezien worden met de onzekerheden van de gebruikte methodiek. Zoals hierboven genoemd overschat het 1D-model de waterstanden rond het retentiegebied, terwijl de toegepaste interpolatie (IDW) om de drooglegging te berekenen minder betrouwbaar wordt zodra de afstand tot de beek groter wordt, bijvoorbeeld door de aanwezigheid van grondlagen, bodemtypen, hoogteverschillen, grondwaterstromen.

REFERENTIELIJST

- [1] Hydrologische rapportage Boabel - Broekhuizerbroek, Waterschap Limburg – RHDHV, 19 april 2021
- [2] Ontwerptekeningen
 - WAB017369-DO-TEK-200, WSP, Augustus 2022
 - WAB017369-DO-TEK-201, WSP, Augustus 2022
 - WAB017369-DO-TEK-202, WSP, Augustus 2022
- [3] Werkwijzen hydrologie binnen projecten, Waterschap Limburg, juni 2019
- [4] Terrein inmetingen, aangeleverd 10 feb 2022
- [5] Waterbeheerplan 2016-2021, Waterschap Limburg, 2019
- [6] Kaartlagen Waterschap Limburg – download 5 september 2022

BIJLAGE A. INSTELLINGEN MODEL

Hogwatermodel

T25 – “T25W_WPM.BUI” – RR period 26-01-1996 tot 4-02-1996, restart 1D.

T50 – “T50W_WPM.BUI” – RR period 4-02-1996 tot 13-02-1996, restart 1D.

Stationair

van 1-6-1996 tot 16-6-1996 (einde bui T100).

Dag start afvoersituatie	Uur start afvoersituatie	% van maatgevende situatie
1-6-1996	1:00	0,05
6-6-1996	1:00	0,10
7-6-1996	1:00	0,20
8-6-1996	1:00	0,30
9-6-1996	1:00	0,40
10-6-1996	1:00	0,50
13-6-1996	1:00	0,75
14-6-1996	1:00	1,00
16-6-1996	1:00	1,25

Situatie	Manning zomer	Kstrickler zomer	Manning winter	Kstrickler winter
Natuurlijke beek; Klein (bodembreedte <1 m)	0,2	5	0,07	15
Natuurlijke beek; Middel (bodembreedte 1-3 m)	0,143	7	0,07	15
Natuurlijke beek; Groot (bodembreedte >3 m)	0,1	10	0,05	20
Natuurlijke beek; Zeer groot (bodembreedte >10 m)	0,05	20	0,033	30
Genormaliseerde waterloop	0,067	15	0,04	25
Betegelde waterloop	0,033	30	0,03	30

BIJLAGE B. CASE-CODERING

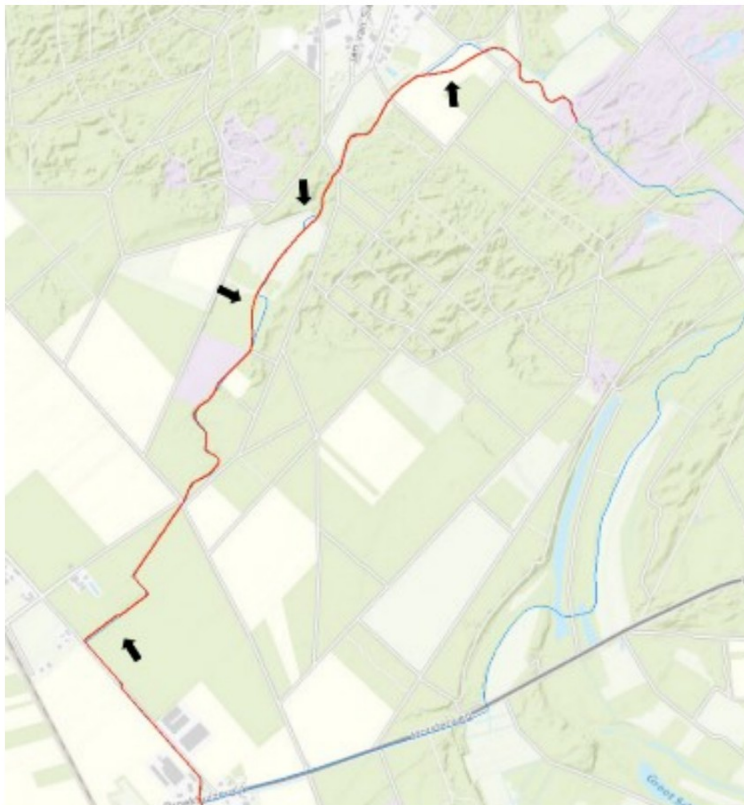
TYPE MODEL	BESCHRIJVING	NAAM MODEL	SOBEK VERSIE	TE GEBRUIKEN MODULES	SITUATIES
STATIONAIR	Stationaire afvoeren van 5% tot 100% MA	NNP_BR_S.lit	2.16	1D	Zomer, 5% tot 100% MA
HOOGWATER MODEL	Watertoetsmodel voor WB-21 beoordeling 2015	NNP_BR_D.lit	2.16	1D gecombineerd met overlandflow	Winter T25 (2MA) en T50 (2.2 MA)

CASES	REFERENTIEMODEL (AANGELEVERD)	HUIDIGE SITUATIE (GEACTUALISEERD)	DO (SEPT 2022 - RAPPORT)	DO (SEPT 2022 - DEFINITIEF)	
STATIONAIR	Zomer 20% MA	LW_HUIDIG_v0.2_w eerstand15	LW_HUIDIG_v0.2_w eerstand_zomer - HS-juli22	LW_HUIDIG_v0.2_w eerstand_zomer-DO-v6-sept22	LW_HUIDIG_v0.2_w eerstand_zomer-DO-def-sept22
STATIONAIR	Winter 50% MA	LW_HUIDIG_v0.2_w eerstand15	LW_HUIDIG_v0.2_w eerstand15 - HS-juli22	LW_HUIDIG_v0.2_w eerstand15- DO-v6-sept22	LW_HUIDIG_v0.2_w eerstand15- DO-def-sept22
STATIONAIR	Jaarlijkse piekafvoer 100% MA	LW_HUIDIG_v0.2_w eerstand15	LW_HUIDIG_v0.2_w eerstand15 - HS-juli22	LW_HUIDIG_v0.2_w eerstand15- DO-v6-sept22	LW_HUIDIG_v0.2_w eerstand15- DO-def-sept22
HOOGWATER MODEL	T25	KLA Qh Winter MyGr 150908 RR2D T100 2.5 MA (T50 2019)	RR2D T50 2.2MA (T25 2019) - HS_v4-jul2022	RR2D T50 2.2MA (T25 2019) - DO_v6_sept22	RR2D T50 2.2MA (T25 2019) - DO_def_sept22
HOOGWATER MODEL	T50	KLA Qh Winter MyGr 150908 RR2D T100 2.5 MA (T25 2019)	RR2D T100 2.5MA (T50 2019) - HS_v4_jul2022	RR2D T100 2.2MA (T50 2019) - DO_v6_sept22	RR2D T100 2.2MA (T50 2019) - DO_def_sept22

BIJLAGE C. DEFINITIEF ONTWERP

Als aanvulling op de ontwerptekeningen [1]:

- Op vier locaties is de beekloop omgelegd in het ontwerp. Dit is zo ook in de schematisatie overgenomen. Een kaartje van de locaties waar de beek is omgelegd is opgenomen in Figuur 13.
- Meerdere duikers en stuwen zijn vergroot, verwijderd en/of toegevoegd. Hiervan is een overzicht opgenomen in Tabel 2 en Tabel 3.



Figuur 13: Locaties waar beekloop wordt verlegd

Tabel 2: Informatie duikers DO en Huidige situatie - geel is aangepaste waardes; oraj is verw jderde/toegevoegde duiker

DO					HS				
ID -culvert	Length [m]	Left Bed Level [m AD]	Right Bed Level [m AD]	Cross Section	ID -culvert	Length [m]	Left Bed Level [m AD]	Right Bed Level [m AD]	Cross Section
D_BRM-2208	9,52	20,55	20,4	round 1.20m (cd_D_BRM-2208)	D_BRM-2208	9,52	20,55	20,4	round 1.20m (cd_D_BRM-2208)
D_BRM-2207	5,27	20,39	20,46	round 1.20m (cd_D_BRM-2207)	D_BRM-2207	5,27	20,39	20,46	round 1.20m (cd_D_BRM-2207)
D_BRM-2314	23,68	20,31	20,27	round 1.25m (cd_D_BRM-2314)	D_BRM-2314	23,68	20,31	20,27	round 1.25m (cd_D_BRM-2314)
D_BRM-2318	8,33	20,071	20,067	rectangular width = 1.40m; height = 1.30m	D_BRM-2318	8,33	20,071	20,067	rectangular width = 1.40m; height = 1.30m
D_BRM-2419	16,76	20	20	rectangular width = 2.00m; height = 1.25m	D_BRM-2419	16,76	20,639	20,689	rectangular width = 2.00m; height = 1.25m
D_BRM-2420	7,34	19,995	19,995	rectangular width = 1.40m; height = 1.15m	D_BRM-2420	7,34	20,15	20,19	round 1.25m (cd_D_BRM-2420)
D_BRM-2422	9,86	20,13	20,17	round 1.25m (cd_D_BRM-2422)	D_BRM-2422	9,86	20,13	20,17	round 1.25m (cd_D_BRM-2422)
D_BRM-2377	9,96	19,85	19,85	round 1.25m (cd_D_BRM-2249)	D_BRM-2377	9,96	20,1	20,18	round 1.24m (cd_D_BRM-2377)
D_BRM-2379	7,62	19,8	19,8	round 1.25m (cd_D_BRM-2318)	D_BRM-2379	7,62	19,95	20	round 1.24m (cd_D_BRM-2379)
D_BRM-2423	14,72	19,7	19,7	round 1.25m (cd_D_BRM-2422)	D_BRM-2423	14,72	19,946	20,001	round 0.70m (cd_D_MVL-2911)
					D_BRM-2426	7,39	19,788	19,792	round 0.70m (cd_D_MVL-2608)
					DuikerA	7,5	19,454	19,169	round 0.80m (cd_D_DOR-2005)
2242/duiker_F	7	19	19	round 1.25m (cd_D_BRM-2260)					
D_BRM-2485	7,35	17,98	18,01	round 0.80m (cd_D_BRM-2485)	D_BRM-2485	7,35	17,98	18,01	round 0.80m (cd_D_BRM-2485)
					D_BRM-2486	7,38	17,966	18,014	round 0.80m (cd_D_BRM-2486)
D_BRM-2491	12,38	17,96	18,02	round 0.80m (cd_D_BRM-2476)	D_BRM-2491	12,38	17,96	18,02	round 0.50m (cd_D_BRM-2491)
D_BRM-2479	8,39	17,9	17,9	round 1.25m (cd_D_BRM-2260)	D_BRM-2479	8,39	17,71	17,73	round 0.80m (cd_D_BRM-2479)
D_BRM-2477	9,99	17,85	17,85	round 1.25m (cd_D_BRM-2318)	D_BRM-2477	9,99	17,75	17,79	round 0.80m (cd_D_BRM-2477)
					D_BRM-2476	7,44	17,67	17,65	round 0.80m (cd_D_BRM-2476)
					D_BRM-2492	5,36	17,54	17,57	round 0.80m (cd_D_BRM-2492)
Duiker_E	7	17,7	17,7	round 0.80m (cd_D_BRM-3000)					
D_BRM-3000	7,48	17,6	17,6	round 1.25m (cd_D_BRM-2318)	D_BRM-3000	7,48	17,43	17,43	round 0.80m (cd_D_BRM-3000)
D_BRM-2467	7,64	17,45	17,45	round 1.25m (cd_D_BRM-2249)	D_BRM-2467	7,64	17,38	17,36	round 0.80m (cd_D_BRM-2467)
					D_BRM-2445	7,52	17,29	17,31	round 0.80m (cd_D_BRM-2445)
D_BRM-2443	7,53	16,99	17	round 1.00m (cd_D_MVL-2753)	D_BRM-2443	7,53	16,99	17	round 0.80m (cd_D_BRM-2443)
D_BRM-2442	6,5	16,9	16,85	round 1.00m (cd_D_MVL-2410)	D_BRM-2442	6,5	16,9	16,85	round 0.80m (cd_D_BRM-2442)
					D_BRM-2440	7,41	16,686	16,43	round 0.80m (cd_D_BRM-2440)
D_BRM-2436	12,39	15,239	15,351	round 0.70m (cd_D_BRM-2436)	D_BRM-2436	12,39	15,239	15,351	round 0.70m (cd_D_BRM-2436)
D_BRM-2006	2,17	15,15	15,15	Round 0.70 m	D_BRM-2006	2,17	15,15	15,17	Round 0.65 m
D_BRM-2012	11,46	14,721	14,729	rectangular width = 1.00m; height = 2.00m	D_BRM-2012	11,46	14,721	14,729	rectangular width = 1.00m; height = 2.00m

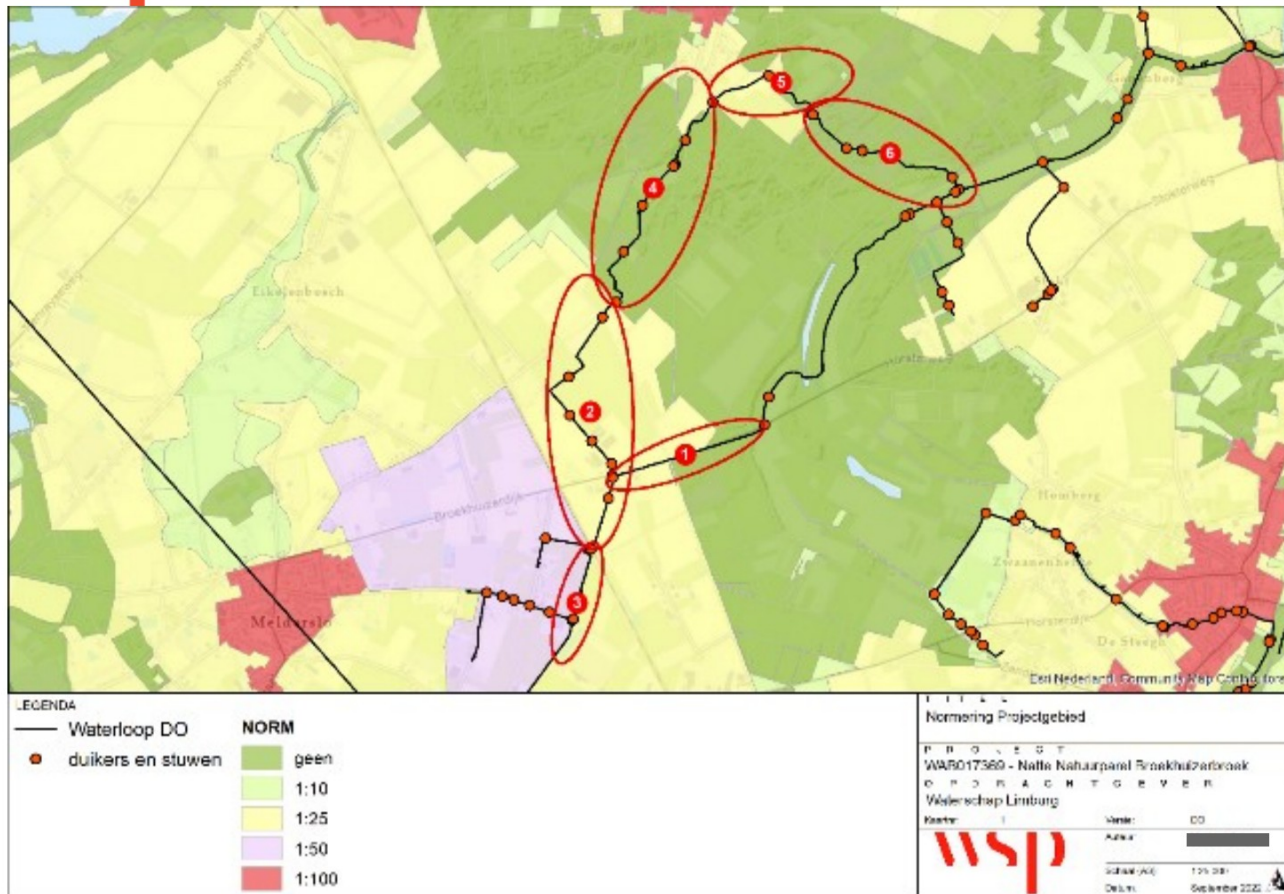
Tabel 3: Informatie stuwen DO (links) en Huidige Situatie (rechts) - geel is aangepaste waarde

ID-weirs	Crest Level [m AD]	Crest Width [m]	Flow directions [-]	ID-weirs	Crest Level [m AD]	Crest Width [m]	Flow directions [-]
S_BRM_LAL_0005	20,85	1,3	None	S_BRM_LAL_0005	20,85	1,3	Both
S_BRM_BOA_0002	19,9	1,2	Both	S_BRM_BOA_0002	19,95	1,2	Both
S_BRM_BOA_0001	18,1	2	Both	S_BRM_BOA_0001	18,1	2	Both
stuw_bhb_1	17,45	2,2	Both				
stuw_bhb_2	16,4	2	Both				
stuw_bhb_3	15,786	2	Both				

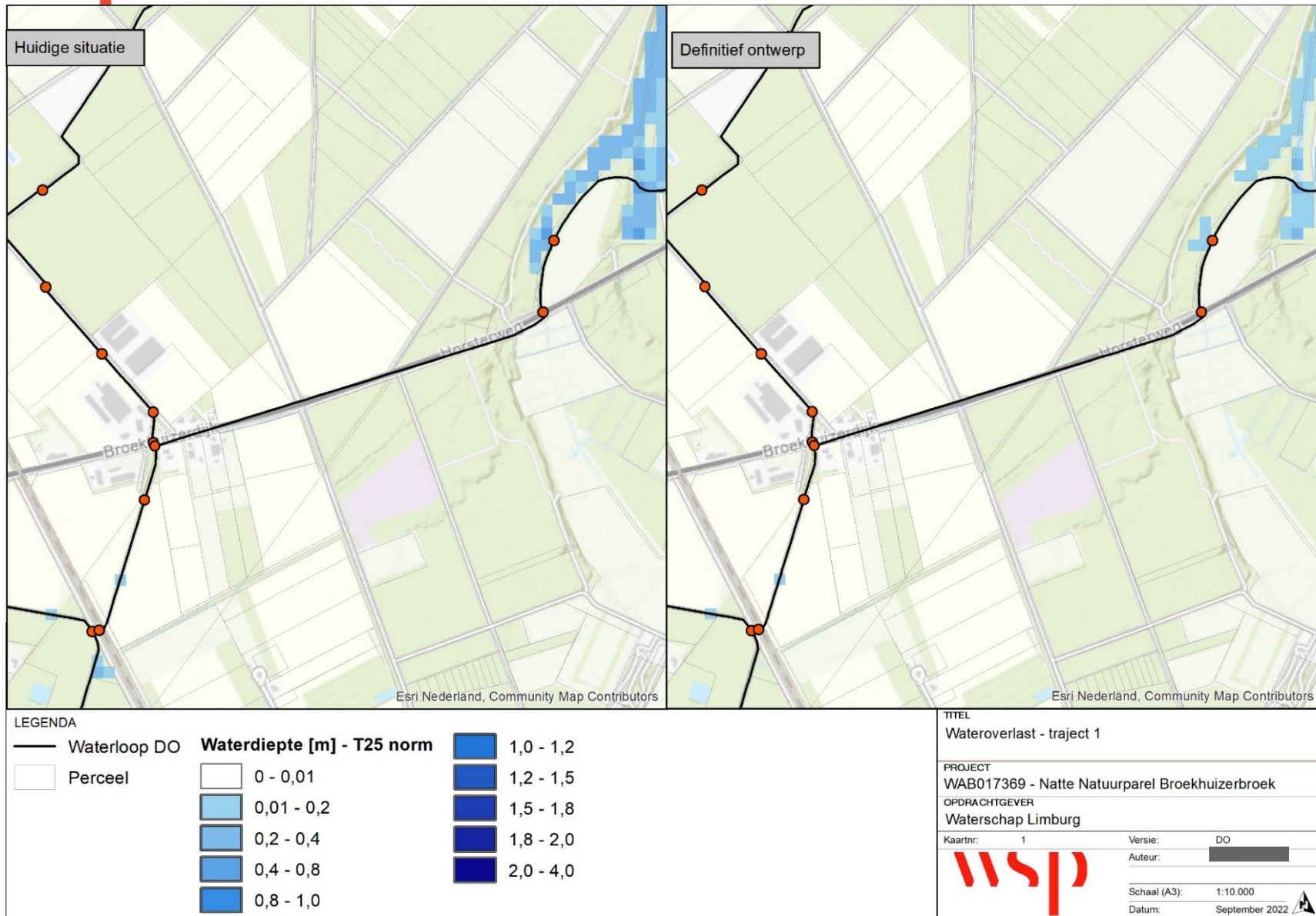


BIJLAGE D. WATEROVERLASTKAARTEN

1. Kaart overzicht normering projectgebied
2. Kaart traject 1
3. Kaart traject 2
4. Kaart traject 3
5. Kaart traject 4
6. Kaart traject 5
7. Kaart traject 6



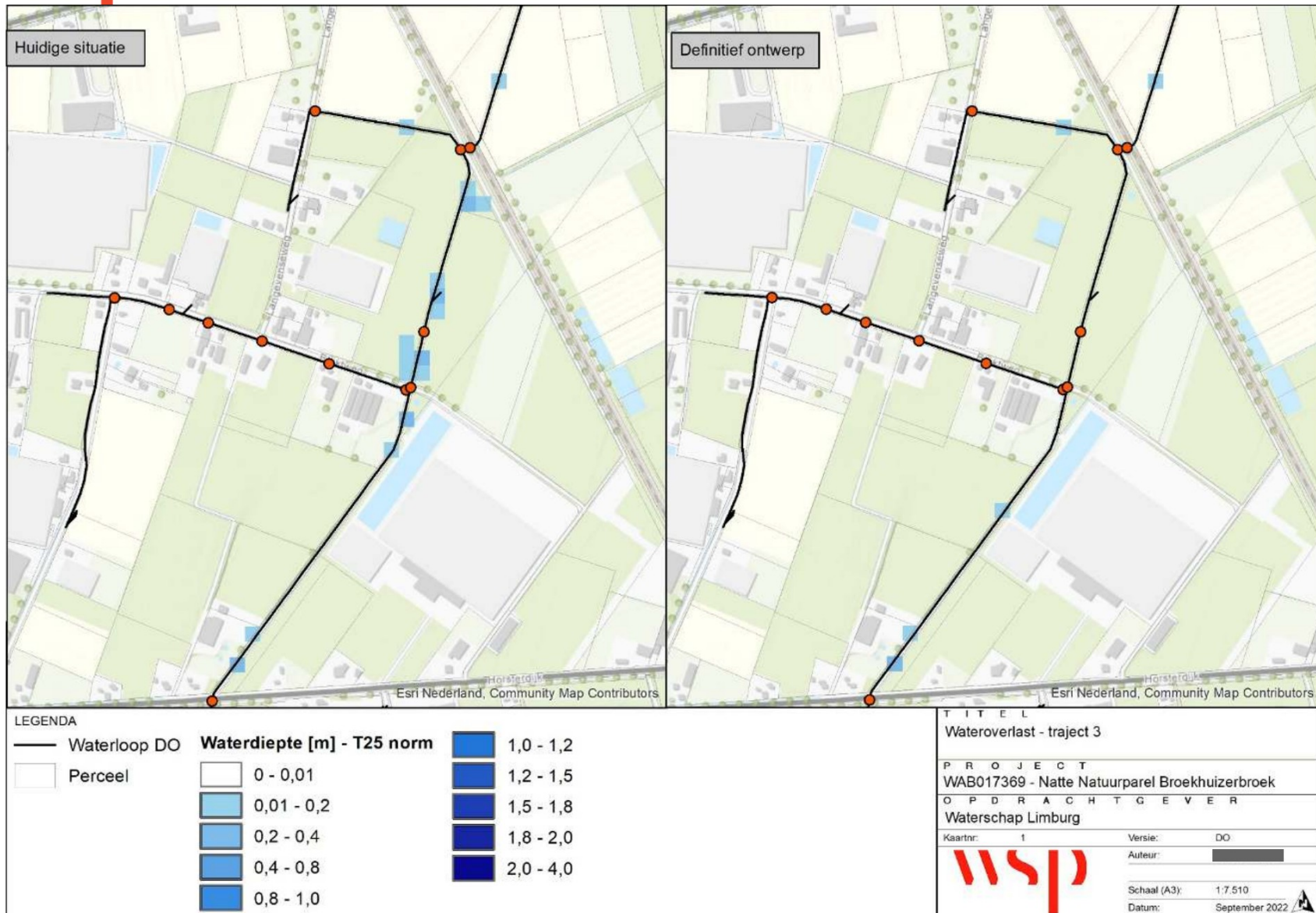
Figuur 14: Kaart 1 – overzicht normering projectgebied



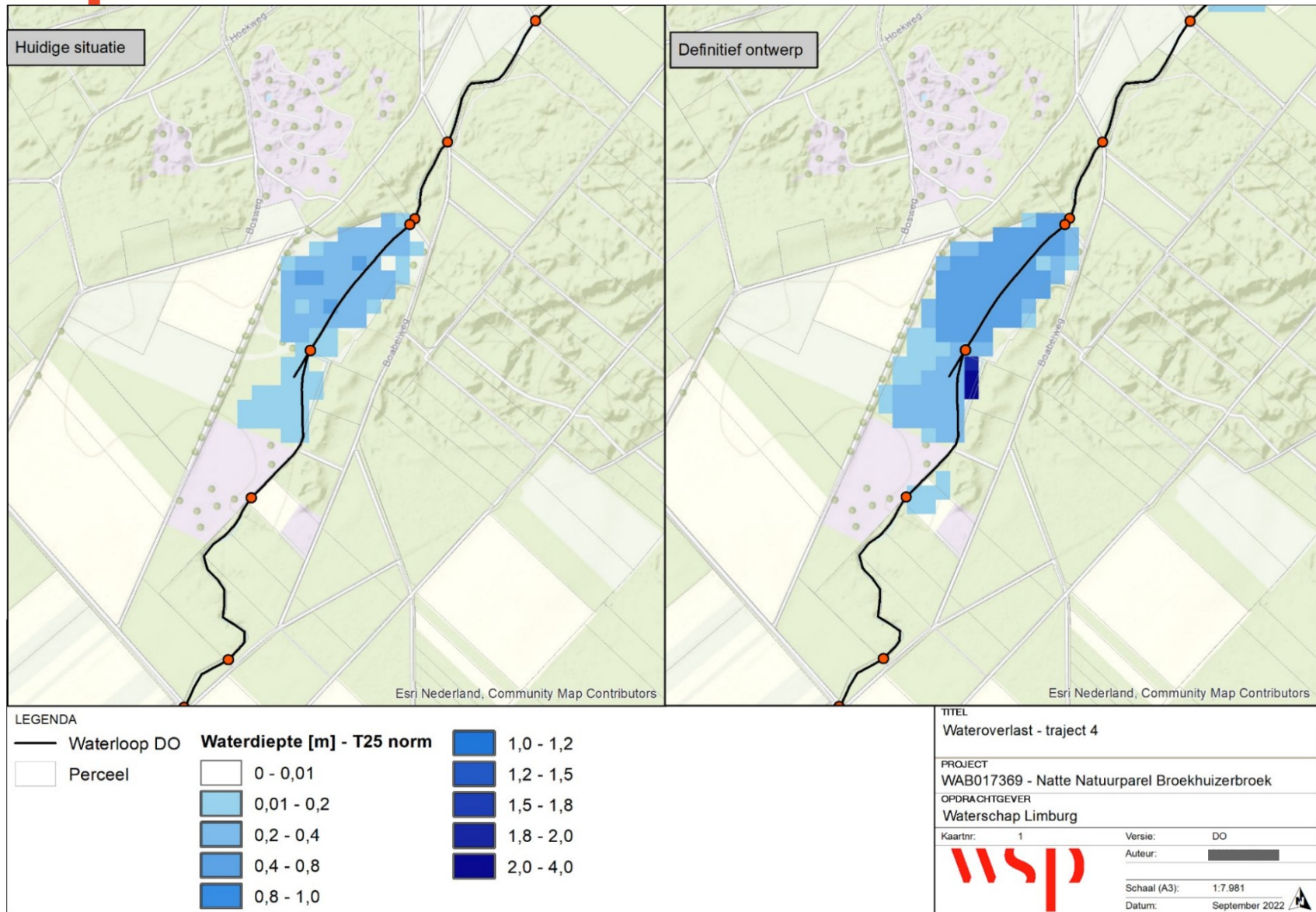
Figuur 15: traject 1



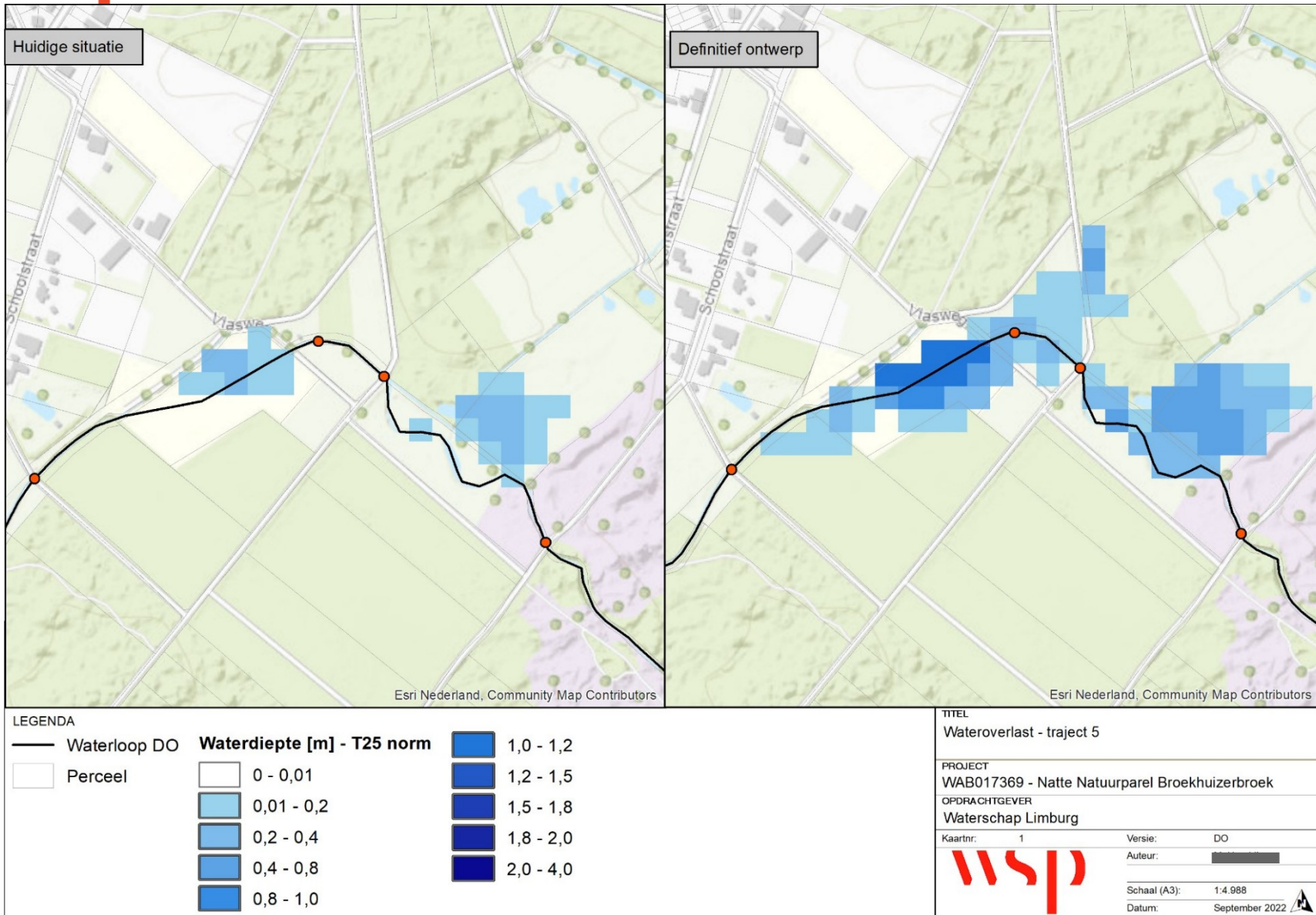
Figuur 16: traject 2



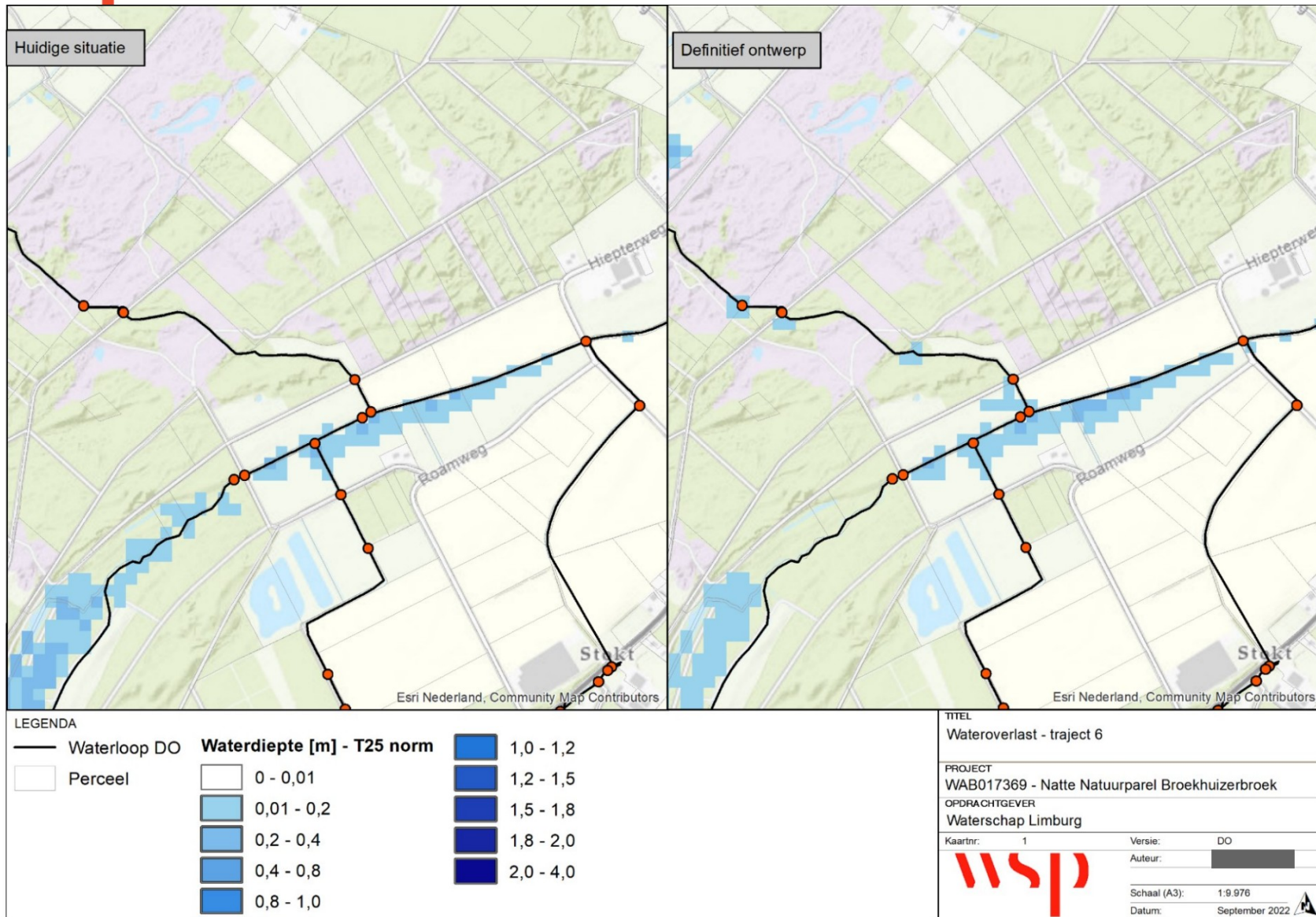
Figuur 17: traject 3



Figuur 18: traject 4



Figuur 19: traject 5



Figuur 20: traject 6

BIJLAGE E. UITGANGSPUNTEN DROOGLEGGING

Naast de waterstanden in extreme situaties is het belangrijk dat de grondwaterstanden onder normale omstandigheden niet verslechteren. Hiermee wordt bedoeld dat het in de winter niet natter mag worden dan in de huidige situatie tenzij er voldoende drooglegging was en overblijft maar in de zomerperiode ook zeker niet te droog. In het waterbeheerplan van Waterschap Limburg [5] zijn hiervoor droogleggingsnormen voor de verschillende gebruiksfuncties opgenomen. Hierin is onderscheid gemaakt tussen de winter- en zomersituatie. Deze normen zijn gegeven in Tabel 4.

METHODE BEOORDELING DROOGLEGGING

Welk type landgebruik op de verschillende percelen wordt toegepast wordt gebaseerd op de landgebruikskaart (LGN7). Deze is door het waterschap ter beschikking gesteld. Er is door het waterschap aangegeven dat er geen standaard vertaling beschikbaar is van het LGN7 naar de klassen zoals gebruikt in het waterbeheerplan. Daarom is zelf een vertaling gemaakt, zoals ook weergegeven is in de bovenstaande tabel. In het gebied rondom het projectgebied (zoekradius 50 meter) komen alle grondgebruik typen voor zoals genoemd in Tabel 4 plus de natuur klassen natuurgraslanden, heide, matig vergrast heide, sterk vergrast heide, open stuifzand en /of rivierzand, loofbos, naaldbos, bos in moerasgebied, en overige moerasvegetatie.

De drooglegging is bepaald door de waterstand zoals berekend voor elk rekenpunt uit het model te gebruiken. Om vanuit 1D naar een 2D peil te komen wordt geëxtrapoleerd middels IDW (*inverse distance weighting*) tot een afstand van 100 meter van de watergang. Het resultaat van deze extrapolatie is een raster wat het waterpeil beschrijft. Dit wordt vervolgens geconfronteerd met een actueel hoogtemodel (AHN4). Op deze wijze wordt het verschil uitgerekend tussen de maaiveldhoogte en het grondwaterpeil. Dit verschil wordt vervolgens vermenigvuldigd met -1 zodat de drooglegging positief wordt en inundatie negatief.

Op basis van Tabel 4 is er eveneens een raster gemaakt waarbij de droogleggingsnorm per type landgebruik aan het LGN7 is gekoppeld. Deze norm voor de zomer- en wintersituatie wordt vervolgens van de droogleggingskaart afgetrokken. Wanneer hier een positieve waarde uit komt voldoet de drooglegging aan de norm, bij een negatief resultaat voldoet de drooglegging niet. De kaarten die deze analyses beschrijven worden weergegeven in Bijlage F. In deze bijlage zijn ook kaarten opgenomen die het verschil in drooglegging en de verandering in toetsingsoordeel van het ontwerp beschrijven ten opzichte van de bestaande situatie. Voor de analyse van het toetsingsoordeel worden de trajecten gebruikt zoals aangegeven in Figuur 2.

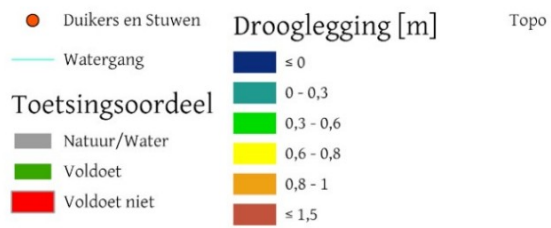
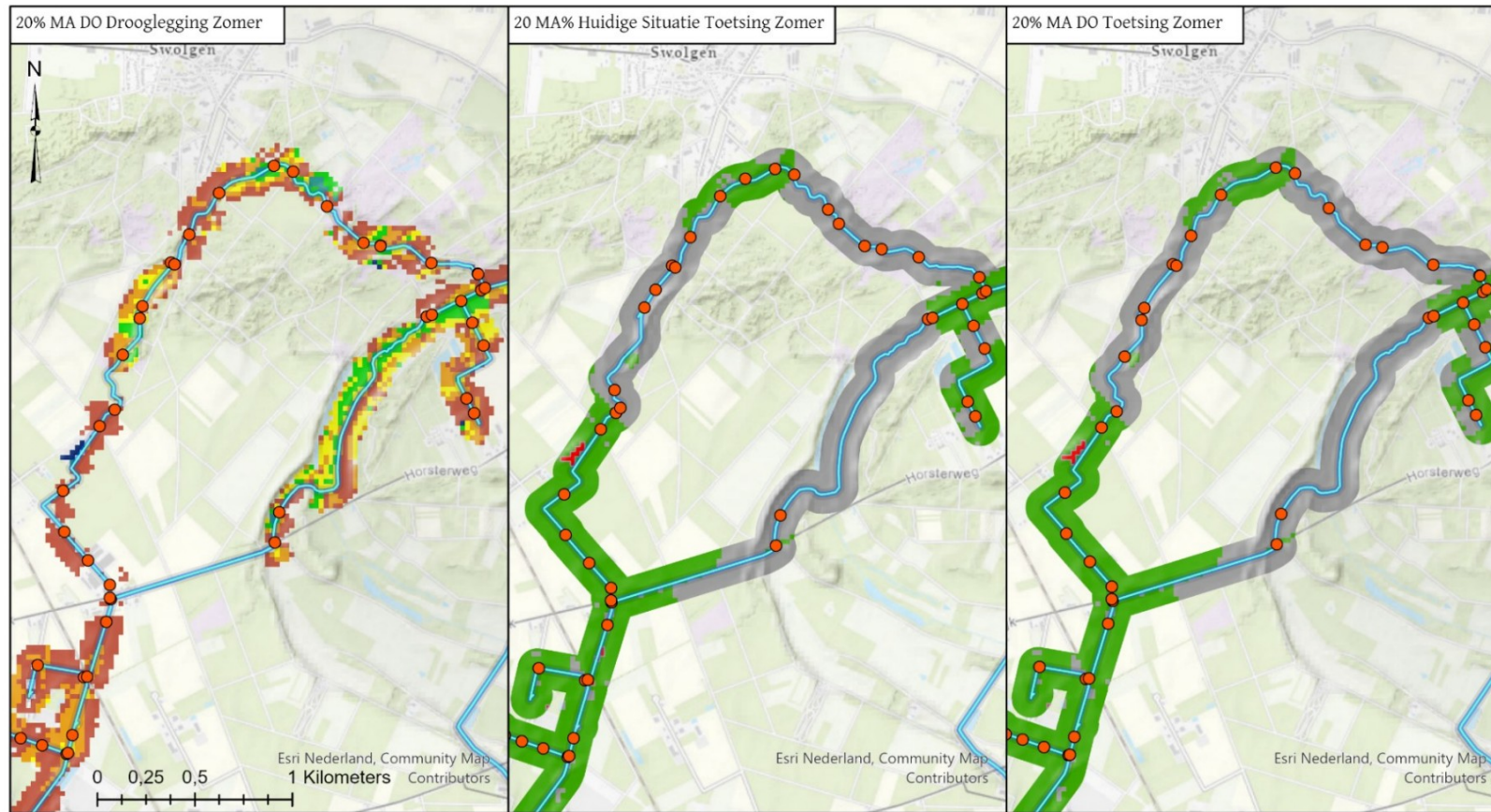
Tabel 4: toetsingswaarden drooglegging

GRONDGEBRUIK	DROOGLEGGING WINTERSITUATIE	DROOGLEGGING ZOMERSITUATIE	LGN7 KLASSEN
GRASLAND	60 cm – maaiveld	30 cm – maaiveld	Agrarisch gras
BOUWLAND	80 cm – maaiveld	50 cm – maaiveld	Aardappelen Overige gewassen Mais Bieten Granen
TUINBOUW	80 cm – maaiveld	50 cm – maaiveld	Bloembollen Sla Bloemkool
DIEP WORTELENDE GEWASSEN	100 cm – maaiveld	80 cm – maaiveld	Boomkwekerijen Fruïtkwekerijen Boomgaarden Asperges
GLASTUINBOUW	100 cm – maaiveld	80 cm – maaiveld	Glastuinbouw
BEBOUWINGSKERNEN (VLOER- OF BOUWPEIL)	100 cm – maaiveld	100 cm – maaiveld	Bebouwing in primair bebouwd gebied Bebouwing in secundair bebouwd natuurgebied Bos in primair bebouwd gebied Bos in secundair bebouwd gebied Gras in primair bebouwd gebied Kale grond in primair bebouwd gebied Hoofdwegen en spoorwegen Gras in secundair bebouwd gebied
BEBOUWING IN BUITENGEBIED	Gelijk aan omgeving	Gelijk aan omgeving	Bebouwing in buitengebied

GRONDGEBRUIK	DROOGLEGGING WINTERSITUATIE	DROOGLEGGING ZOMERSITUATIE	LGN7 KLASSEN
NATUUR	Afhankelijk van natuurdoeltype	Afhankelijk van natuurdoeltype	Loofbos Naaldbos Open stuifzand en/ of rivierzand Heide Matig vergraste heide Sterk vergraste heide Overige moerasvegetatie Rietvegetatie Bos in moerasgebied Natuurgraslanden

BIJLAGE F. DROOGLEGGINGSKAARTEN

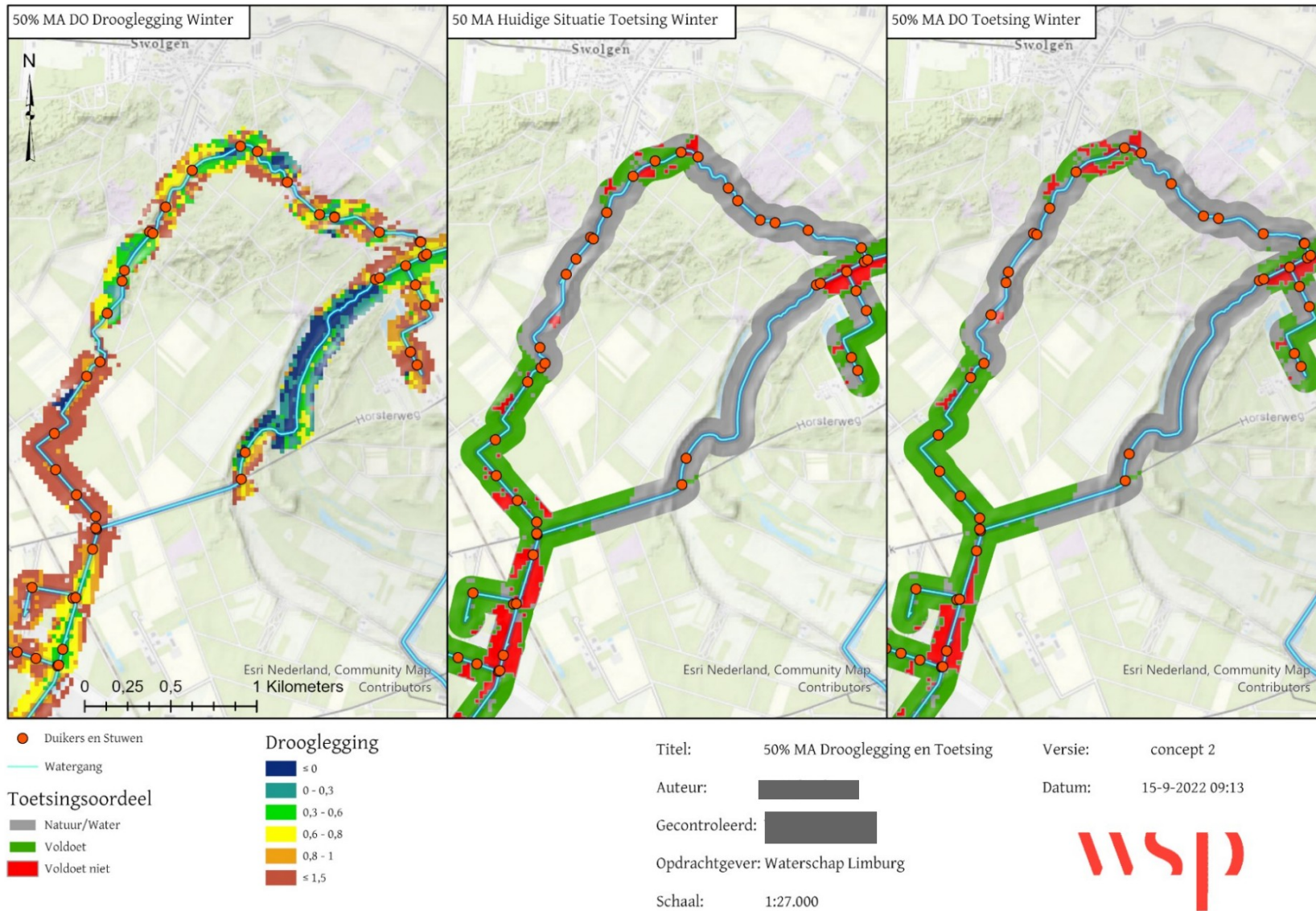
1. Kaart drooglegging, en toetsing 20%MA zomer
2. Kaart drooglegging, en toetsing 50%MA winter
3. Kaart verschil in drooglegging, 20%MA en 50%MA
4. Lengteprofiel 20%MA zomer
5. Lengteprofiel 50%MA winter



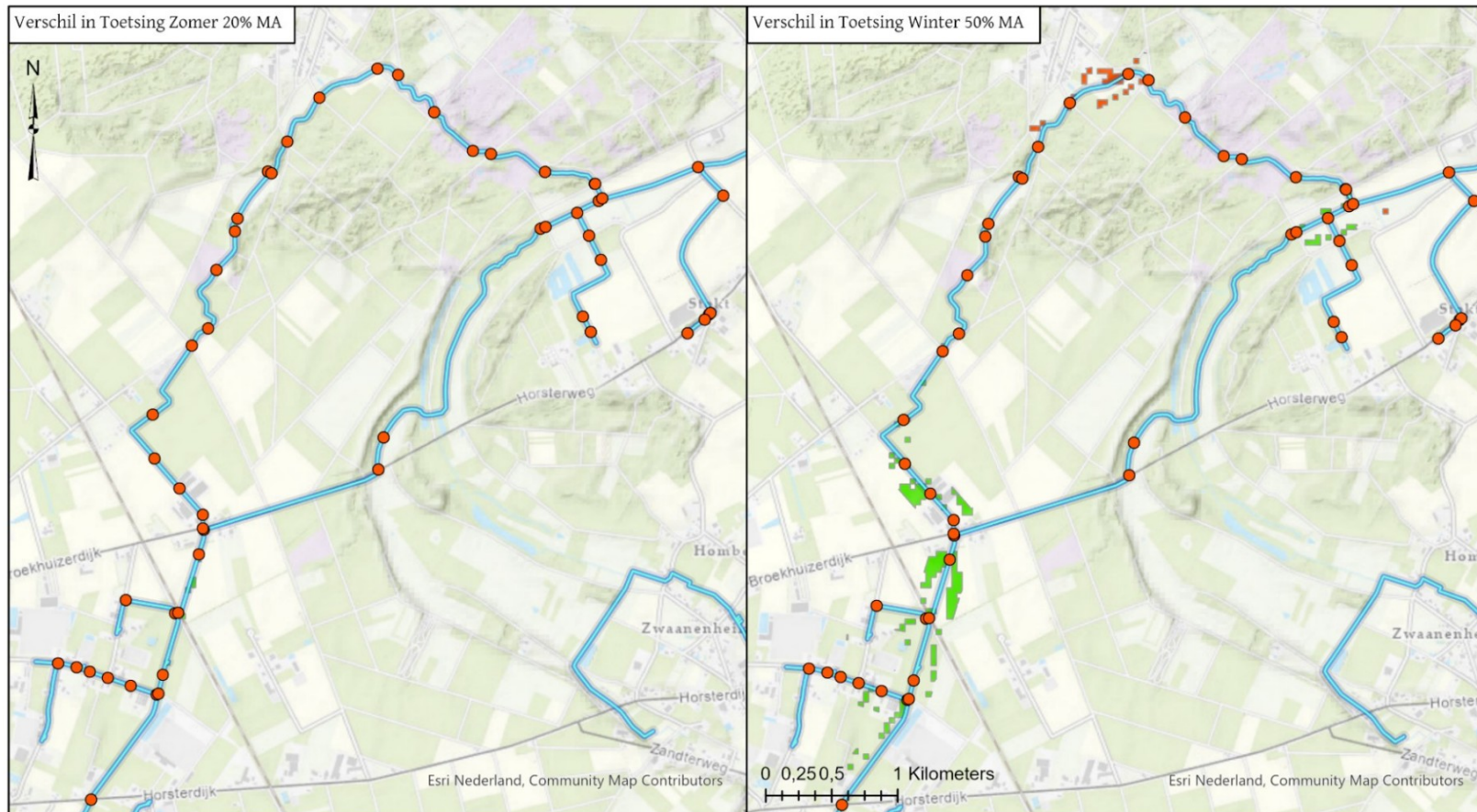
Titel: 20% MA Drooglegging en Toetsing
 Auteur: [REDACTED]
 Gecontroleerd: [REDACTED]
 Opdrachtgever: Waterschap Limburg
 Schaal: 1:27.000

Versie: concept 2
 Datum: 15-9-2022 09:20

Figuur 21: Kaart drooglegging, en toetsing 20%MA zomer



Figuur 22: Kaart drooglegging, en toetsing 50%MA winter



- Duikers en Stuwen
 - Watergang
- Verskil DO t.o.v. HS**
- Verandert naar 'Voldoet'
 - Verandert naar 'Voldoet Niet'
- Topo

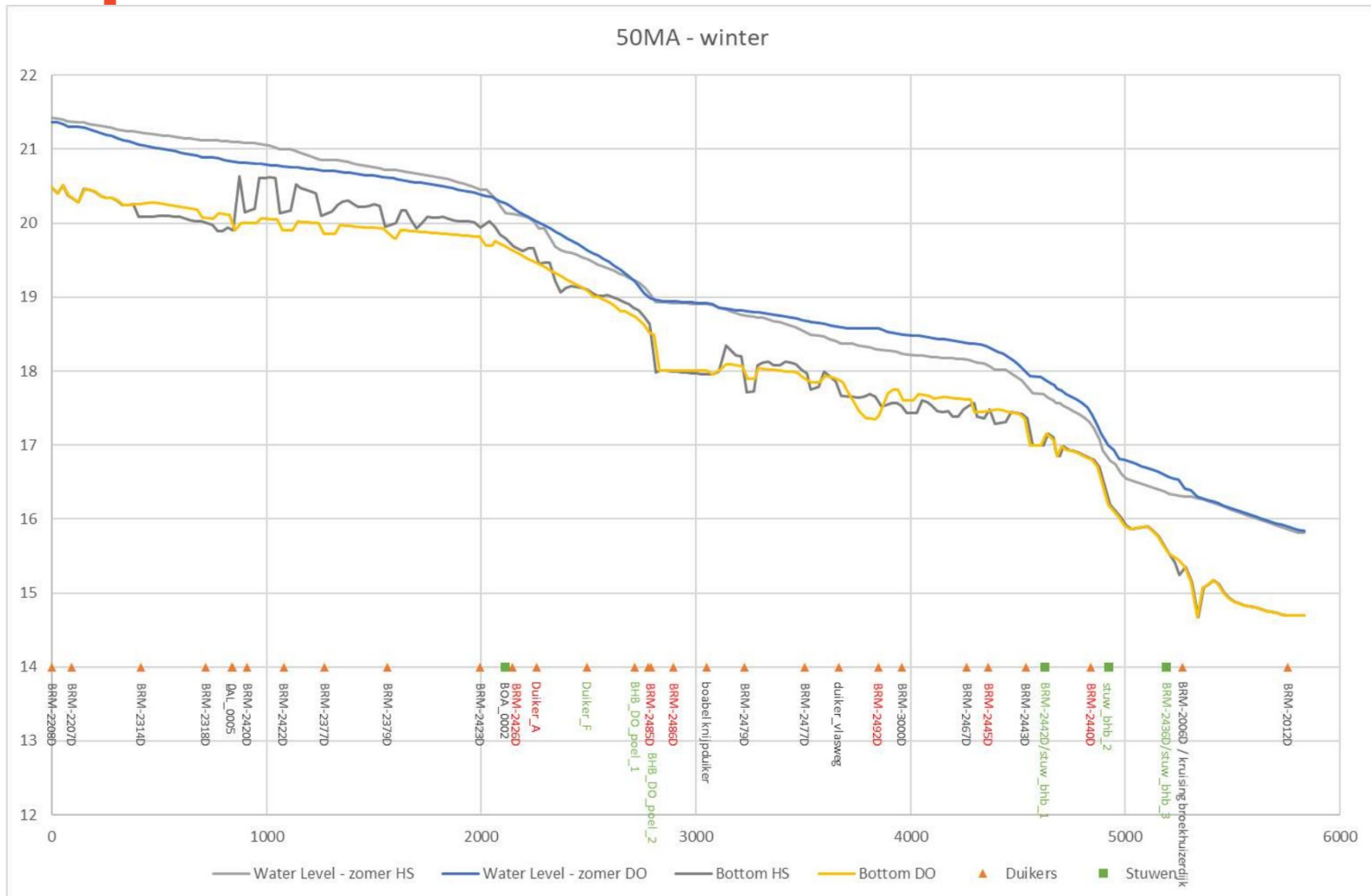
Titel: Verandering in Toetsingsoordeel
 Versie: concept 2
 Auteur: [REDACTED]
 Gecontroleerd: [REDACTED]
 Datum: 15-9-2022 09:41

Opdrachtgever: Waterschap Limburg
 Schaal: 1:25.000

Figuur 23: Kaart verschil in droclegging, 20%MA en 50%MA



Figuur 24: Lengteprofiel van waterstanden en bodem in zomersituatie (20MA), voor zowel HS als DO. Stuwen en duikers - groen is nieuw toegevoegd in DO t.o.v. HS, rood is verwijderd in DO t.o.v. HS



Figuur 25: Lengteprofiel van waterstanden en bodem in zomersituatie (20MA), voor zowel HS als DO. Stuwens en duikers - groen is nieuw toegevoegd in DO t.o.v. HS, rood is veranderd in DO t.o.v. HS

BIJLAGE G. ACTUALISATIE HUIDIGE SITUATIE

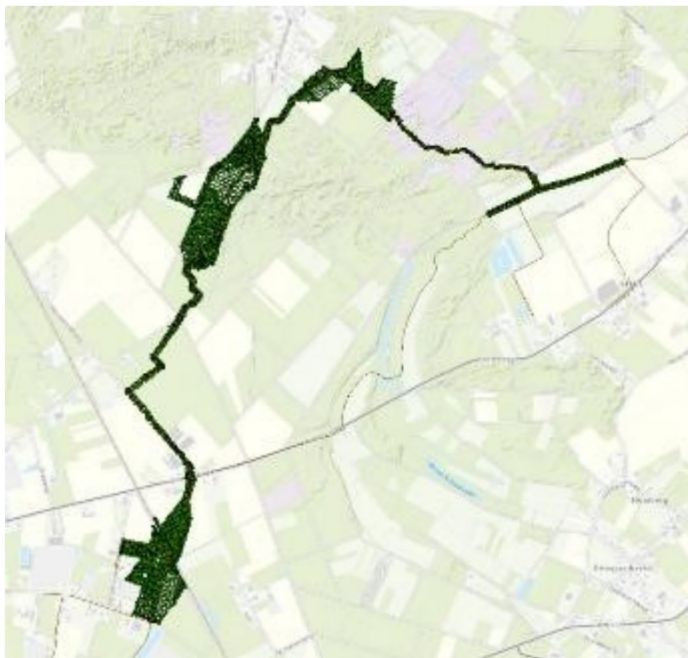
Het model van de huidige situatie wordt geactualiseerd op basis van recente terreininmetingen. Het gebied van de inmetingen is in Figuur 26 weergegeven. Met de inmetingen zijn de volgende aspecten aangepast:

- Profielen zijn opgenomen conform inmetingen.
 - o Hiervoor zijn de oude profielen verwijderd en nieuwe profielen toegevoegd met notatie “BHB_XX” (xx- getal).
 - o Dit lijkt op de profielen in het aangeleverde model. Op enkele locaties is beekbodem wat hoger gelegen. Tussen de retentie bij de Vlasweg en de Broekhuizer Molenbeek, door het natuurgebied, is de geul breder. Hierdoor ontstaan lagere waterstanden in Huidige Situatie (HS) dan in de referentie benedenstrooms van Boabel. Daarentegen is het maaiveld op enkele locaties in het natuurgebied wat lager, waardoor inundatie in het dynamisch model optreedt.
 - o De profielen van de retentiebekken van de Boabel is lastig uit de inmetingen te halen. De profielen uit de aangeleverde referentie lijken juist en zijn daarom overgenomen. Hierdoor zit de berging ook in het stationaire model.
- De inmetingen bevatten ook constructies, zoals duikers en stuwen. Duikers en stuwen die zijn vergroot, verwijderd en/of toegevoegd zijn in een overzicht opgenomen in Tabel 5 en Tabel 6. Hieronder enkele specifieke punten:
 - o 2 duikers bij de retentiebekken hebben een kleinere diameter (0,7 i.p.v. 0,8 m), daardoor is de waterstand wat lager in het retentiegebied (gaat om 10-15 cm).
 - o Duiker onder de Broekhuizerdijk door, bij de overkluizing, is 2x zo lang. Heeft geen effect, waterstand komt niet tot bovenkant duiker.
 - o Aanpassing van stuw BOA_2 - breedte was 3,1m wordt 1,2 m en drempel wordt 19,95 (inmetingen) en was 20,1 m. Geen aantoonbaar effect.
 - o duiker op de kruising Boabel met Broekhuizer Molendijk, aangepast van 0,8 m diameter naar 0,65 m diameter³.
 - o duiker A bij de retentiebekken zit niet in de referentie, veroorzaakt minder doorlaat en dus lagere waterstand in retentiegebied.
 - o Daarnaast zitten duiker BRM-2317 en stuw 2481 in het dynamisch model niet in de inmetingen. Deze zijn niet opgenomen in de update.
 - o De stuw bij de overkluizing ligt in de referentie van het dynamisch model op een hoogte 21,2. Dit moet 20,85 zijn, conform stationair en rhdhv model [1].
- In het stationaire model is alleen een winter-schematisatie aangeleverd. Ook een zomer-schematisatie worden opgesteld. Het verschil tussen winter en zomer in de schematisering is de ruwheid van de bodem, door andere vegetatie in de zomer dan in de winter. De waarde die moet worden toegepast voor de ruwheid is ook afhankelijk van de bodembreedte. In Bijlage A is hiervoor een tabel opgenomen.
 - o De breedte van de beek is in het geactualiseerde deel van in de huidige situatie overal tussen de 1-3 m breed. Hierom is een ruwheid (*Ks stricklers coëfficiënt*) van 15 m^{1/3}/s in de winter en 7 m^{1/3}/s in de zomer

³ 0,55 m ingemeten, maar nog nagemeten door waterschap en blijkt 0,65 m te zijn. De 0,55 m is gemeten doordat de uitstroom van de duiker stuk is en moeilijk inmeetbaar aan ene zijde. Andere zijde beter meetbaar, en blijkt 10 cm groter

toegepast. In de rest van het model is het grootste deel ook tussen de 1-3 m breed, maar op enkele branches ook <1 m breed, en dan is een andere ruwheidswaarde toegepast: $15 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ in de winter en $5 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ in de zomer.

- In het dynamisch model is de frictie van de beek aangepast, zoals ook in het stationaire wintermodel.
- De frictie van de Langevense loop, benedenstrooms van de overkluizing, is in het stationair model 75 en in het dynamisch model 20. Dit moet 75 zijn en is aangepast in het model.
- Update van het terrein in het dynamisch model:
 - Naar het AHN4. Alleen bij het terrein van Den Mulder (Figuur 2, traject 3) zijn de inmetingen gebruikt.
 - Daarnaast is de hoogte langs de retentiebekken opgehoogd. Dit is aan de westzijde overal +21 mNAP hoog. Dit zat nog niet in het terrein, waardoor ten onrechte inundatie ontstond in het model aan de westzijde van deze verhoging.



Figuur 26: Terrein inmetingen

DUIKERS

Tabel 5: Informatie duikers Referentie en Huidige situatie - geel is aangepaste waardes; oranje is verwijderde/toegevoegde duiker

HS					Ref				
ID -culvert	Length [m]	Left Bed Level [m AD]	Right Bed Level [m AD]	Cross Section	ID -culvert	Length [m]	Left Bed Level [m AD]	Right Bed Level [m AD]	Cross Section
D_BRM-2208	9,52	20,55	20,4	round 1.20m (cd_D_BRM-2208)	D_BRM-2208	9,52	20,55	20,4	round 1.20m (cd_D_BRM-2208)
D_BRM-2207	5,27	20,39	20,46	round 1.20m (cd_D_BRM-2207)	D_BRM-2207	5,27	20,39	20,46	round 1.20m (cd_D_BRM-2207)
D_BRM-2314	23,68	20,31	20,27	round 1.25m (cd_D_BRM-2314)	D_BRM-2314	23,68	20,31	20,27	round 1.25m (cd_D_BRM-2314)
					D_BRM-2317	4,2	20,15	20,06	round 1.00m (cd_D_BRM-2317)
D_BRM-2318	8,33	20,071	20,067	rectangular width = 1.40m; height = 1.30m	D_BRM-2318	7,88	20,11	20,1	round 1.25m (cd_D_BRM-2318)
D_BRM-2419	16,76	20,639	20,689	rectangular width = 2.00m; height = 1.25m	D_BRM-2419	8,43	20,63	20,64	rectangular width = 1.40m; height = 1.15m
D_BRM-2420	7,34	20,15	20,19	round 1.25m (cd_D_BRM-2420)	D_BRM-2420	7,34	20,15	20,19	round 1.25m (cd_D_BRM-2420)
D_BRM-2422	9,86	20,13	20,17	round 1.25m (cd_D_BRM-2422)	D_BRM-2422	9,86	20,13	20,17	round 1.25m (cd_D_BRM-2422)
D_BRM-2377	9,96	20,1	20,18	round 1.24m (cd_D_BRM-2377)	D_BRM-2377	9,96	20,1	20,18	round 1.24m (cd_D_BRM-2377)
D_BRM-2379	7,62	19,95	20	round 1.24m (cd_D_BRM-2379)	D_BRM-2379	7,62	19,95	20	round 1.24m (cd_D_BRM-2379)
D_BRM-2423	14,72	19,946	20,001	round 0.70m (cd_D_MVL-2911)	D_BRM-2423	14,55	19,8	19,83	round 0.80m (cd_D_BRM-2423)
D_BRM-2426	7,39	19,788	19,792	round 0.70m (cd_D_MVL-2608)	D_BRM-2426	7,42	19,63	19,65	round 0.80m (cd_D_BRM-2426)
DuikerA	7,5	19,454	19,169	round 0.80m (cd_D_DOR-2005)					
D_BRM-2485	7,35	17,98	18,01	round 0.80m (cd_D_BRM-2485)	D_BRM-2485	7,35	17,98	18,01	round 0.80m (cd_D_BRM-2485)
D_BRM-2486	7,38	17,966	18,014	round 0.80m (cd_D_BRM-2486)	D_BRM-2486	7,4	17,96	17,99	round 0.80m (cd_D_BRM-2486)
D_BRM-2491	12,38	17,96	18,02	round 0.50m (cd_D_BRM-2491)	D_BRM-2491	12,38	17,96	18,02	round 0.50m (cd_D_BRM-2491)
D_BRM-2479	8,39	17,71	17,73	round 0.80m (cd_D_BRM-2479)	D_BRM-2479	8,39	17,71	17,73	round 0.80m (cd_D_BRM-2479)
D_BRM-2477	9,99	17,75	17,79	round 0.80m (cd_D_BRM-2477)	D_BRM-2477	9,99	17,75	17,79	round 0.80m (cd_D_BRM-2477)
D_BRM-2476	7,44	17,67	17,65	round 0.80m (cd_D_BRM-2476)	D_BRM-2476	7,44	17,67	17,65	round 0.80m (cd_D_BRM-2476)
D_BRM-2492	5,36	17,54	17,57	round 0.80m (cd_D_BRM-2492)	D_BRM-2492	5,36	17,54	17,57	round 0.80m (cd_D_BRM-2492)
D_BRM-3000	7,48	17,43	17,43	round 0.80m (cd_D_BRM-3000)	D_BRM-3000	7,48	17,43	17,43	round 0.80m (cd_D_BRM-3000)
D_BRM-2467	7,64	17,38	17,36	round 0.80m (cd_D_BRM-2467)	D_BRM-2467	7,64	17,38	17,36	round 0.80m (cd_D_BRM-2467)
D_BRM-2445	7,52	17,29	17,31	round 0.80m (cd_D_BRM-2445)	D_BRM-2445	7,52	17,29	17,31	round 0.80m (cd_D_BRM-2445)
D_BRM-2443	7,53	16,99	17	round 0.80m (cd_D_BRM-2443)	D_BRM-2443	7,53	16,99	17	round 0.80m (cd_D_BRM-2443)
D_BRM-2442	6,5	16,9	16,85	round 0.80m (cd_D_BRM-2442)	D_BRM-2442	6,5	16,9	16,85	round 0.80m (cd_D_BRM-2442)
D_BRM-2440	7,41	16,686	16,43	round 0.80m (cd_D_BRM-2440)	D_BRM-2440	7,41	16,68	16,69	round 0.80m (cd_D_BRM-2440)
D_BRM-2436	12,39	15,239	15,351	round 0.70m (cd_D_BRM-2436)	D_BRM-2436	12,7	15,27	15,27	round 0.70m (cd_D_BRM-2436)
D_BRM-2006	2,17	15,15	15,17	Round 0.65 m	D_BRM-2006	2,17	15,27	15,29	round 0.80m (cd_D_DOR-2005)
D_BRM-2012	11,46	14,721	14,729	rectangular width = 1.00m; height = 2.00m	D_BRM-2012	11,55	14,78	14,78	rectangular width = 2.00m; height = 1.00m (cd_D_BRM-2012)

Tabel 6: Informatie stuwen Huidige Situatie (links) en Aangeleverde Referentie (rechts) - geel is aangepaste waarde

ID-weirs	Crest Level [m AD]	Crest Width [m]	Flow directions [-]		ID-weirs	Crest Level [m AD]	Crest Width [m]	Flow directions [-]
S_BRM_LAL_0005	20,85	1,3	Both		S_BRM_LAL_0005	21,2	1,3	Both
S_BRM_BOA_0002	19,95	1,2	Both		S_BRM_BOA_0002	18,1	1,2	Both
					BV_BRM-2481	19,21	1,25	Both
S_BRM_BOA_0001	18,1	2	Both		S_BRM_BOA_0001	18,1	2	Both