

Bijlage 1 Hydrologisch dwarsprofiel Turkaa

meer ruimte beschikbaar is voor de beek, kan nadere invulling gegeven worden aan natuurlijk beheer en onderhoud.

Aan zowel de stroomopwaartse als de stroomafwaartse zijde van het projectgebied worden de waterpeilen niet gewijzigd ten opzichte van de huidige peilen. Hieruit volgt dat er stroomopwaarts en stroomafwaarts geen verdroging of vernatting ontstaat.

Robuustheid watersysteem

- Uit analyse van het toekomstig klimaat blijkt dat toename van inundaties relatief beperkt is en hoofdzakelijk plaatsvindt binnen de bestaande contouren van het waterbergings- en reserveringsgebied. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de situatie van het watersysteem niet verslechterd bij een T100-afvoersituatie bij toekomstig klimaat. Dit betekent dat het watersysteem robuust is.
- Uit analyse van de gevoeligheid van het watersysteem op hoge stuwstanden blijkt dat het watersysteem gevoelig is voor hoge stuwstanden. Het langer handhaven van het zomerpeil om meer water vast te houden, vereist derhalve dat relatief snel geanticipeerd moet worden om stuwstanden tijdig te verlagen vanaf een T1-situatie.
- Uit analyse van de gevoeligheid van het watersysteem op toename van de stromingsweerstand blijkt dat het watersysteem gevoelig is voor een toename van de begroeiingsgraad en dat inundaties hierdoor op diverse locaties toenemen. De toename van inundaties vindt echter voornamelijk langs de Reusel en de zijwatergangen plaats. Er vindt bij een T100 worst case situatie geen inundatie van stedelijk gebied plaats.

Actieplan Leven de Dommel

Het gebied is gevoelig voor droogte, zowel door geringe afvoeren in de Reusel in de zomer als door lage grondwaterstanden in het beekdal.

Het is mogelijk om water langer in het beekstelsysteem vast te houden door de stuwstanden langer hoog te houden. De herinrichting van de beek draagt bij aan de doelstellingen.

Daarnaast is het wenselijk om in de flanken van het beekdal water langer vast te houden door kleine stuwten en door verondieping van greppels en drainage. Deze optimalisatie maakt geen onderdeel uit van de voorliggende studie en wordt binnen het overkoepelende programma Leven de Dommel nader bekeken.

Beheer en onderhoud

De aanpassingen in de onderhoudspaden om het beheer en onderhoud te verbeteren leiden lokaal tot versmalling van de beek. Bij het Definitief Ontwerp is er rekening gehouden met deze versmallingen. Hierdoor treden er geen effecten op als gevolg van de aanpassingen.

Benedenstrooms van stuw 10 wordt in het Definitief Ontwerp stroombaanmaaien toegepast en wordt de aanzanding die in de Reusel plaatsgevonden heeft in standgehouden. Dit heeft een toegevoegde waarde voor de ecologie van de beek. De hydrologische effecten die hierdoor optreden, zoals opstuwning, leiden tot acceptabele effecten. Omdat in het bovenstroomse gedeelte van de beek de inundaties wel toenamen op plaatsen waar dit niet acceptabel was, is ervoor gekozen om tussen voormalig stuw 8 en stuw 10 het oorspronkelijke dwarsprofiel van de beek terug te brengen. Dit betekent dat de aanzanding verwijderd wordt en dat het beheer en onderhoud regulier wordt uitgevoerd in plaats van stroombaanmaaien.

Door de maatregelen verbeteren de mogelijkheden om het watersysteem goed te onderhouden. Hiermee worden effecten op de omgeving voorkomen en dit geeft een positief effect op de hydrologische en ecologische karakteristieken van de beek, zoals stroomsnelheid bij lage afvoeren en doorstroming bij hoge afvoeren. De gemaakte stappen in het Definitief Ontwerp zijn een goede basis voor latere verbetering van het watersysteem. De eerste stap is gezet binnen de nu beschikbare kaders. Bij de herinrichting van het beekstelsysteem op lange termijn wanneer er

voorkomen of te beperken. Deze stuwen worden door middel van een technische vispassage vispasseerbaar gemaakt of zijn via de Turk vispasseerbaar.

De stroomsnelheid in de Reusel en de Turk is verbeterd ten opzichte van de referentie, maar voldoet slechts lokaal aan de gestelde eis vanuit de KRW.

Het lokaal afgraven van grasland en het aanbrengen van bomen leveren een positieve bijdrage aan de ecologische waarde. Vanuit het aspect hydrologie treden door deze maatregelen geen negatieve effecten op.

Werking watersysteem

De oppervlaktewaterpeilen worden in het noordelijke deel van het gebied iets aangepast ten opzichte van de referentiesituatie. Uit berekeningen is gebleken dat hiermee geen verdroging of vernatting ontstaat. Er zijn dus geen negatieve gevolgen voor natuur, bebouwing of landbouw. Buiten het projectgebied zijn effecten geheel uitgesloten.

Door de gekozen maatregelen vinden lokaal wijzigingen in de optredende inundatie op. Het ontwerp is er op aangepast dat er nergens onacceptabele inundaties optreden. Alle toenames vinden plaats boven de gestelde norm en binnen natuurgebied en/of gebied dat aangeduid is als regionale waterberging of reserveringsgebied. Er vindt dus geen verslechtering plaats op basis van de NBW-normen.

Toets aan kritieke peilen

Voor een aantal kritieke objecten in het projectgebied is bepaald of de waterstand bij een T100-afvoer tot het kritieke peil reikt bij de referentiesituatie en het Definitief Ontwerp. Op vijf locaties is de waterstand bij beide situaties bij de T100 hoger dan het kritieke peil. Er is op deze locaties geen sprake van verslechtering. Bij een kade langs de Turk wordt bij het Definitief Ontwerp het kritieke peil overschreden, terwijl dit bij de referentie niet het geval was. Bij de T10-afvoer wordt het kritieke peil niet overschreden. Omdat de kade langs een gebied zonder norm ligt en het peil slechts 3 cm hoger is dan het kritieke peil, is de verwachting dat er in de praktijk geen overlast optreedt als gevolg hiervan.

Effecten op de omgeving

De maatregelen zijn erop gericht om de omstandigheden voor het oppervlaktewater en de ecologie te optimaliseren. De insteek hierbij is dat inundatie van gronden van derden niet toeneemt ten opzichte van de referentiesituatie. Deze toets is voor extremere neerslagsituaties (T1, T10, T25, T50 en T100) uitgevoerd. In natuurgebieden, met name de Turkaa en enkele stroken nieuwe NNB die langs de beek worden ingericht treedt wel vaker en meer inundatie op. Voor de betreffende natuurdoelen is dit niet nadelig. Het water tijdens piekafvoeren wordt in dezelfde mate in het projectgebied geborgen als in de referentiesituatie. Er is dus geen sprake van afwenteling naar benedenstroomse gebieden.

Naast de inundatie is tevens getoetst of de waterpeilen op verschillende locaties in het gebied niet hoger komen dan de daar gestelde kritieke peilen. Dit betreft bijvoorbeeld bebouwing, duikers voor lozing van (hemelwater)riolering, bruggen en wegen. Geconstateerd is dat de situatie niet verslechtert ten opzichte van de referentiesituatie. De stuwstanden zijn in het Definitief Ontwerp zo gekozen dat er geen verslechtering van de droogteschade in de landbouw plaatsvindt. In de winter is er een beperkte afname van de natschade.

7 Conclusies

Met het project 'Beekherstel Reusel Baarschot-Diessen' wil Waterschap De Dommel samen met projectpartners Brabants Landschap, gemeente Hilvarenbeek en de provincie Noord-Brabant invulling geven aan de herinrichtingopgaven voor dit gebied. Met behulp van verschillende scenario's is onderzocht hoe de doelstellingen met betrekking tot ecologie, werking en robuustheid watersysteem en beheer en onderhoud zo goed mogelijk behaald konden worden. Uit de analyse van de scenario's is gebleken dat het toekomstscenario zonder knelpunten (Cii) het beste invulling geeft aan alle gestelde doelen. Gezien de benodigde grondverwerving, zowel in het 'gewone' beektraject als bij de twee knelpunten in Baarschot en Diessen, is geconstateerd dat dit scenario niet binnen enkele jaren te realiseren zal zijn. Voor de langere termijn blijft dit echter wel het streefbeeld, inclusief de doelen voor KRW en N2000. Hierbij is als tijdhorizon een periode van ca. 20 jaar gesteld.

Op de korte termijn is door het bestuur gekozen om de stuwen te behouden, maar binnen de beschikbare grondposities een zo groot mogelijk resultaat voor de ecologie te bereiken.

Dit houdt in dat de volgende voor hydrologie relevante maatregelen worden uitgevoerd:

- W1. Aanpassen (profiel) Reusel
- W2. Volledig profiel maaien
- W3. Beekherstel Reusel (aanbrengen meander)
- W4. Dempen Reusel (zuid)
- W5. Afgraven maaiveld langs Reusel
- W7. Aanbrengen vispassages (stuw 9, 10 en 13)
- W8. Verwijderen stuw (stuw 8)
- W9. Verwijderen duikers
- W10. Aanbrengen duikers
- W11. Dempen C-watgangen en greppels
- W12. Verondiepen visplas in de Turkaa
- W13. Aanleg drainage
- W14. Plaatsen nieuwe stuwput
- O6. Verwijderen brug en aanleggen nieuwe brug
- L1. Wijziging stuwregime

Per doelstelling is onderstaand aangegeven hoe vanuit hydrologie een bijdrage geleverd is aan het behalen van de doelstelling en welke effecten daarbij optreden.

Ecologie

In het Definitief ontwerp zijn meanders in het ontwerp opgenomen en zijn benedenstrooms stuwstanden verlaagd om meer verhang in de waterlijn te creëren ten behoeve van een hogere stroomsnelheid in de zomer. Ook is bij de Turk een grotere duiker en instroomgeleider aangebracht. Hierdoor is op een aantal locaties de stroomsnelheid toegenomen ten opzichte van de referentie:

- Meander Moleneind
- Meander Gijsselstraat
- Turk

Stuw 8 is verwijderd ten behoeve van de vispasseerbaarheid. Van de andere stuwen is gebleken dat deze gehandhaafd moesten blijven om verdroging of wateroverlast in de omgeving te

De inundaties zijn beperkt in omvang, maar desalniettemin ongewenst. Dit betekent dat het watersysteem gevoelig is voor hoge stuwstanden bij een T1-afvoer. Het is daarom gewenst met name stuw 9 en 10 tijdig te laten zakken wanneer hevige neerslag wordt verwacht. Op het landbouwgebied bovenstrooms van stuw 10 vinden namelijk inundaties plaats, die afhankelijk van de teelt schadelijk kunnen zijn voor de gewassen. Bovenstrooms van voormalige stuw 8 en langs de RS300 vinden inundaties plaats, die deels worden veroorzaakt door de opstuwing van stuw 9 en deels door stuw RS300-st2.

Gevoeligheidsanalyse stromingsweerstand

Om de robuustheid van het watersysteem te testen is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd voor de T100. Hierbij is de T100-situatie doorgerekend voor de volgende situaties:

- huidig klimaat en de stromingsweerstand in de winter (conform NBW);
- toekomstig klimaat en de stromingsweerstand in de winter;
- toekomstig klimaat en de stromingsweerstand in de zomer (worst case).

Uit deze berekeningen blijkt dat de verschillen tussen huidig klimaat en toekomstig klimaat relatief klein zijn. Wanneer het beekstelsysteem echter een hoge begroeiingsgraad heeft, neemt de inundatie in het gehele stroomgebied fors toe. Er ontstaan dan inundaties op locaties waar deze tot wateroverlast leiden. Met name boven stuw 9 inundeert een groot deel landbouwgebied waar in het verleden de Reusel liep. Dit gebied ligt weliswaar ook in het reserveringsgebied, maar bij huidig klimaat en de stromingsweerstand in de winter treedt op dit traject zowel in de referentiesituatie als bij het DO geen inundatie op. Dit betekent dat het watersysteem heel gevoelig is voor een toename van de stromingsweerstand. De T100-norm geldt echter voor stedelijk gebied en daar treden ook bij de T100 Toekomstig Klimaat met de zomerstromingsweerstand geen inundaties op.

Gevoeligheidsanalyse Toekomstig klimaat

De NBW-toetsing van het watersysteem is uitgevoerd met het Huidige Klimaat (HK) omdat dit de situatie is waar het watersysteem aan moet voldoen conform het beleid van het waterschap. Om de robuustheid van het watersysteem te bepalen zijn voor de NBW-normen de berekeningen ook uitgevoerd met de neerslagsituaties van het Toekomstig Klimaat (TK). De inundatiekaarten en vergelijkende kaarten met huidig en toekomstig klimaat zijn in bijlage 3 opgenomen.

Uit de berekeningen blijkt dat bij de T1 tussen de Reusel en de Turk inundaties plaatsvinden die bij het huidig klimaat niet voorkomen. Ook bij de T10 en T25 toekomstig klimaat komen deze inundaties niet voor, maar wel bij de T50 en T100. Dit komt doordat bij stuw 12 alleen bij afvoeren boven T1 omlaaggaat. De inundaties vinden plaats binnen het gebied Turkaa waar geen NBW-norm voor geldt. Ook bij de T50 en T100 inundeert alleen gebied zonder norm of de T10-norm. Daarom leiden de extra inundaties niet tot wateroverlast.

De inundaties langs de Van Dijkklaan nemen bij het toekomstig klimaat lokaal toe ten opzichte van de situatie met huidig klimaat. De toenames vinden alleen plaats boven de gestelde normen van de locaties.

Vanaf T25 nemen de inundaties langs de Esbeeksedijk toe. Dit gebied heeft een T25-norm voor het huidige klimaat, maar maakt ook onderdeel uit van het reserveringsgebied. Bij het toekomstige klimaat kan dit lokaal dus tot wateroverlast leiden.

Bij alle scenario's neemt bovenstrooms van Moleneind het geïnundeerde gebied toe in grootte. De toenames vinden plaats aan de randen van het waterbergings- en reserveringsgebied en leidt daardoor niet tot extra wateroverlast.

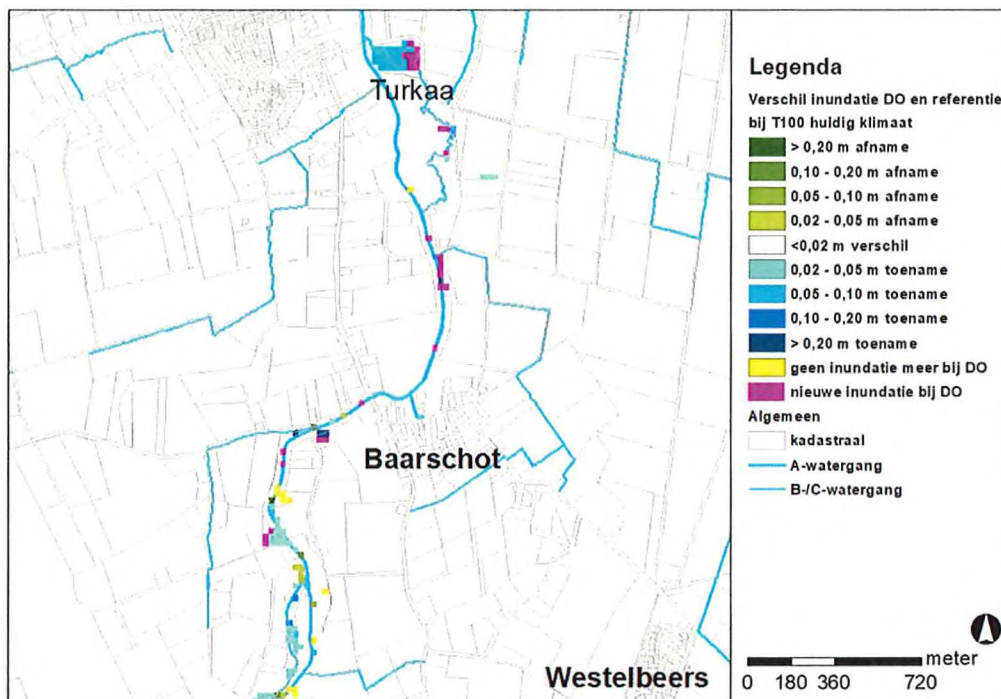
Uit de berekeningen blijkt dat toename van inundaties hoofdzakelijk plaatsvindt binnen de bestaande contouren van het waterbergings- en reserveringsgebied. Door de aanpassingen in dit project verslechtert de bestaande inundatiesituatie niet bij een T100 met Toekomstig Klimaat. Op specifieke locaties wordt de beschikbare waterberging geoptimaliseerd doordat inundaties buiten de waterbergingscontouren afnemen. Hieruit kan geconcludeerd worden dat het watersysteem robuust is.

Gevoeligheidsanalyse stuwstanden

Ook is er een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd met betrekking tot aangepast peilbeheer in de beek. In de eerder berekende T1-situatie is ervan uitgegaan dat de T1-bui bij de winterstuwstanden en begroeiingsgraad voorkomt. Vanwege aanhoudende droogte wordt in het najaar veel langer de hogere stuwstand van de zomer vastgehouden en in het voorjaar wordt het waterpeil ook eerder opgezet om meer water vast te kunnen houden. Als dan de T1-bui plaatsvindt is de begroeiing in de beek wel nog beperkt, maar zijn de peilen hoger dan in de formele toetsing. Daarom is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd om te bepalen of het langer opstuwen van het beekpeil tot problemen leidt.

Uit de berekening blijkt dat vijf locaties langs de beek de inundaties toenemen als gevolg van de zomerstuwstanden tijdens een T1-situatie:

1. Ter hoogte van Diessen langs de Reusel;
2. Aan de benedenstroomse zijde van de Turkaa;
3. Bovenstrooms van stuw 10;
4. Bovenstrooms van stuw 9;
5. Bovenstrooms van Moleneind.



Figuur 6-25: Berekende verschil in inundatie tussen DO en referentie bij een herhalingsijd van 1 maal per 100 jaar bij huidig klimaat (HK)

Kritieke peilen

In het gebied zijn op verschillende plaatsen objecten aanwezig met een kritiek peil. Deze objecten zijn gevoelig voor hoge waterstanden in de beek en kunnen niet of verminderd functioneren als het peil in de beek te hoog wordt.

In bijlage 2 zijn kaarten opgenomen voor de drie deelgebieden met de locaties van de objecten met een kritiek peil en het bijbehorende kritieke peil. Vervolgens is voor het Definitief Ontwerp getoetst aan de waterstanden bij de T100-afvoer of de waterpeilen onder het kritieke peil blijven. Op zes locaties voldoet de waterstand bij de T100-afvoer in de referentie niet aan het kritieke peil. Voor die locaties is getoetst of ze wel aan de waterstanden bij de T10-voldoen. Dat is bij alle zes de locaties het geval. Vijf van de zes locaties voldeden in de referentiesituatie ook niet bij de T100- waterstand. Daarom is hier geen sprake van verslechtering. De zesde locatie is een kade bij de visvijver Turkaa. De waterstand komt bij de T100 hier 3 cm hoger dan het kritieke peil en bij de T10 blijft de waterstand er onder. Met het model is hier geen inundatie berekend. In de praktijk kan mogelijk een geringe hoeveelheid water over de kade stromen. Het achterliggende gebied heeft geen norm dus het effect van de hogere waterstand is beperkt tot de kade.

6.3.4 Robuustheid watersysteem

De robuustheid van het watersysteem is getoetst op basis van drie aanvullende situaties:

1. Toekomstig klimaat
2. Hoge stuwstanden
3. Hoge stromingsweerstand.

Bij de T50 inundeert het gebied ten noorden van de Watermolenweg wel, echter alleen binnen het reserveringsgebied. Bij de T100 (Figuur 6-25) inundeert het gebied ten noorden van de Watermolenweg wel, maar is er in het DO geen toename ten opzichte van de referentie omdat vrijwel het hele reserveringsgebied inundeert.

Vanaf de T10 vindt er een toename van inundatie plaats in het gebied Turkaa. Dit gebied is aangeduid als regionale waterberging en reserveringsgebied. Daarom is de toename van inundatie hier acceptabel.

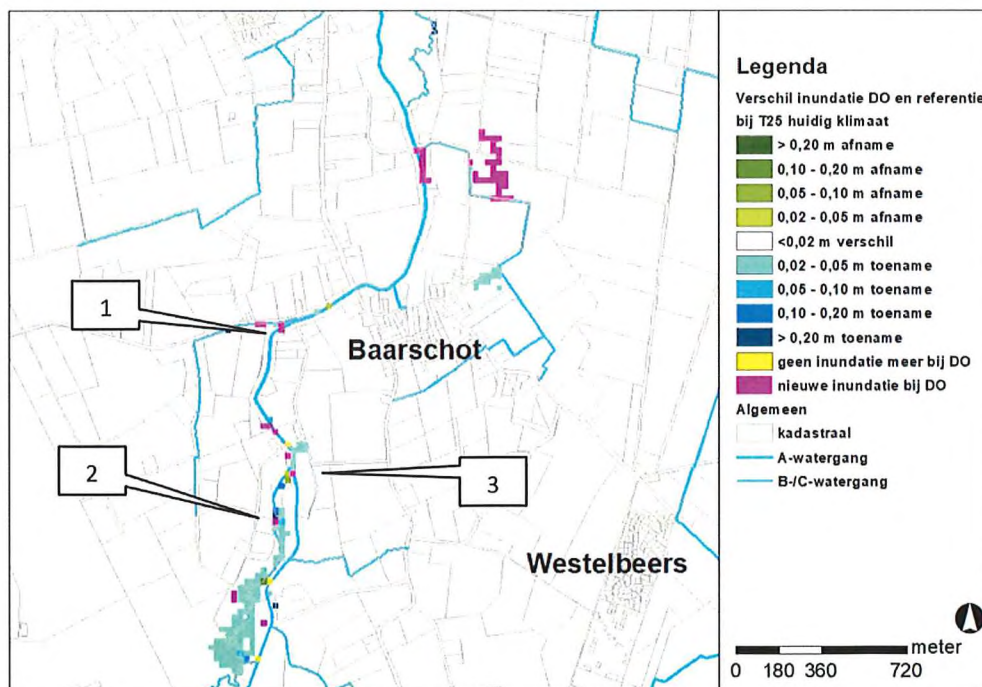
De opstuwing bij Esbeeksedijk en Van Dijkklaan in zijwatergangen niet significant anders dan in referentiesituatie.

Zuid

In het zuidelijke gebied vinden op verschillende plaatsen verschillen in inundatie plaats (Figuur 6-24):

1. Net bovenstrooms van stuw 9 vindt lokaal een toename plaats. Hier stroomt de beek uit de zijtak over maaiveld. Bij de meander ter hoogte van de Gijsselstraat vindt een afname van de inundatie plaatsvindt.
2. Zowel de nieuwe meander bij Moleneind, gelegen bovenstrooms van te verwijderen stuw 8, als de meander bij de Gijsselstraat zorgen voor opstuwing en extra inundaties bovenstrooms bij alle piekafvoeren. Omdat de inundatie voornamelijk plaatsvinden in het natuurgebied dat ook aangeduid is als regionale waterberging en reserveringsgebied is deze inundatie acceptabel.

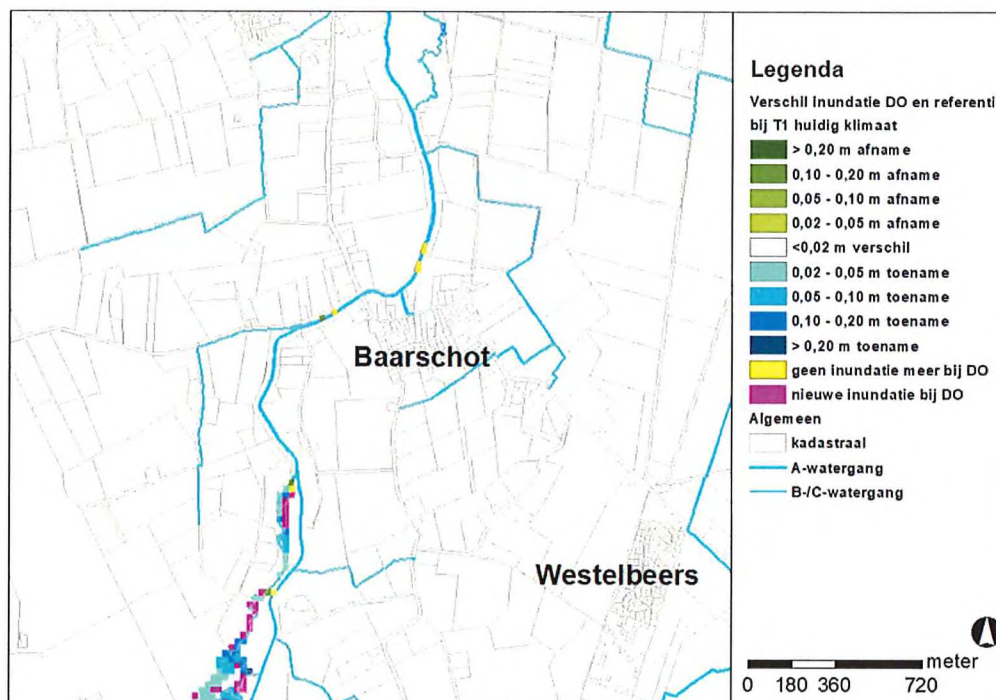
Vanaf de T25 wordt inundatie berekend bij de bebouwing ten westen van de Reusel net benedenstrooms van Moleneind. Doordat hier een grondwal aanwezig is in het maaiveld inundeert het perceel en de bebouwing in de praktijk niet.



Figuur 6-24: Berekende verschil in inundatie tussen DO en referentie bij een herhalingsijd van 1 maal per 25 jaar bij huidig klimaat (HK)

toename van de inundatie. Dit betreft natuurgebied met de functie regionale waterberging. De toename van inundaties is hier dus toelaatbaar. Vanaf de T10 inundeert het afgegraven grasland net bovenstrooms van de Watermolenweg. Dit gebied wordt ingericht als natte natuur, waarbij inundatie mag voorkomen.

Bij de T25 (Figuur 6-24) en T50 vindt in het noordelijke deel van het plangebied geen significant verschil in de inundaties plaats. Bij de T100 (figuur 6-25) vindt in het noordelijke deel een afname van inundaties plaats omdat verder bovenstrooms opstuwing plaatsvindt.



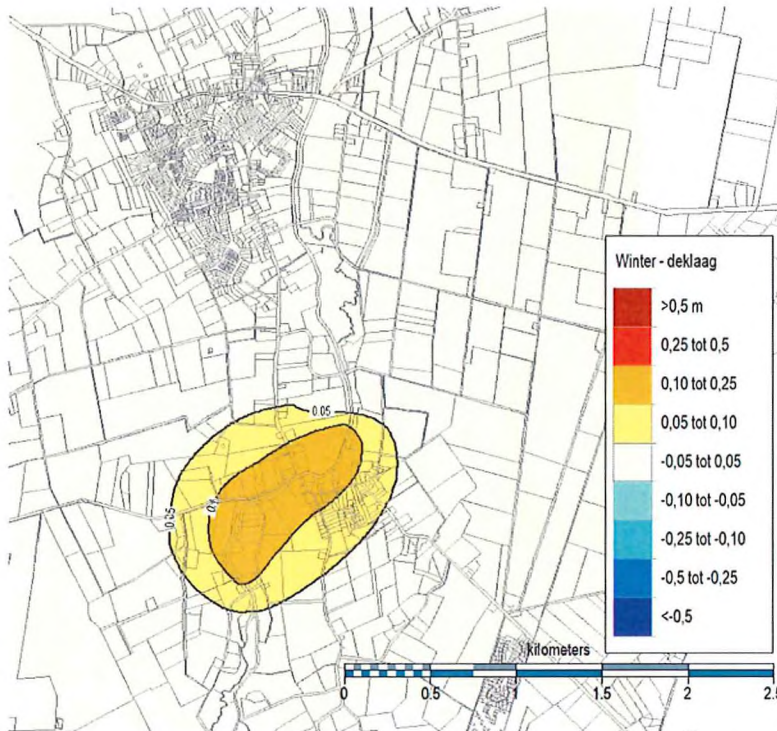
Figuur 6-23: Berekende verschil in inundatie tussen DO en referentie bij een herhalingsstijd van 1 maal per jaar bij huidig klimaat (HK)

Midden

Het eerder genoemde afgegraven grasland inundeert conform ontwerp. Tussen de Van Dijkklaan en de Watermolenweg vindt een toename van inundatie plaats binnen het reserveringsgebied waterberging. Deze toename is een gevolg van een hoger waterpeil in de Reusel door het invoeren van stroombaanmaaien en de beperkte afvoer van deze watergang door de grote hoeveelheid duikers. In de berekening stroomt het water bij de T25 over de Watermolenweg naar het noorden (Figuur 6-24). In werkelijkheid ligt de weg ongeveer 0,3 m hoger dan het maaiveld en is de inundatie maximaal 0,1 m, waardoor de inundatie binnen het reserveringsgebied blijft en de berekende inundaties niet optreden. Bij het kruispunt van de Van Dijkklaan en de Watermolenweg ligt de Watermolenweg op NAP +17,1 m waardoor hier het water vanaf de T50 wel over de weg kan stromen. Omdat de inundaties binnen het reserveringsgebied plaatsvinden zijn ze acceptabel.

De inundatienorm van het agrarische gebied is T10. Bij de T10 vindt geen inundatie van het gebied plaats. De toename van de inundatie bij hogere normen binnen het reserveringsgebied is acceptabel.

Er zijn dus geen negatieve gevolgen voor natuur, bebouwing of landbouw. Buiten het onderzoeksgebied zijn effecten geheel uitgesloten. In bijlage 5 zijn de grondwaterberekeningen nader toegelicht.



Figuur 6-22: Verlaging freatische grondwaterstanden in de winter in de Definitief Ontwerp

Actieplan Leven de Dommel

Het gebied is gevoelig voor droogte, zowel door geringe afvoeren in de Reusel in de zomer als door lage grondwaterstanden in het beekdal.

Het is mogelijk om water langer in het beeksysteem vast te houden door de stuwstanden langer hoog te houden. De herinrichting van de beek draagt bij aan de doelstellingen.

Daarnaast is het wenselijk om in de flanken van het beekdal water langer vast te houden door kleine stuwtjes en door verondieping van greppels en drainage.

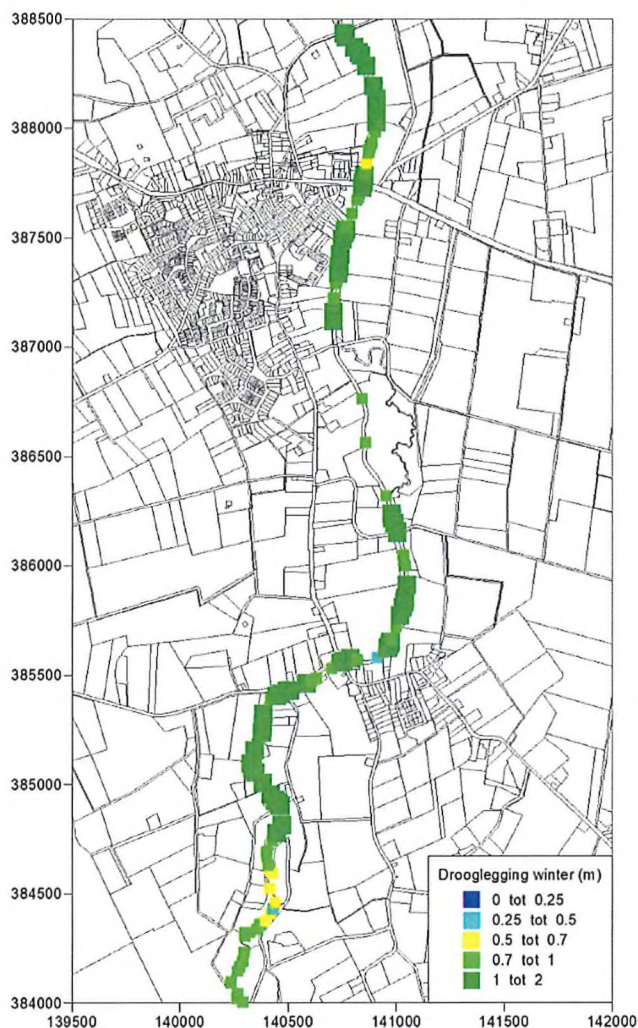
Piekafvoeren

Met het model van het Definitief Ontwerp zijn de maximale waterstanden berekend die optreden in de situatie T=1, T=10, T=25, T=50 en T=100 voor het klimaatscenario huidig klimaat én toekomstig klimaat.

Ter illustratie van de resultaten zijn in figuur 6-23, figuur 6-24 en figuur 6-25 de verschillen in inundaties tussen het Definitief Ontwerp en de referentie bij de T=1, T=25 en T=100 opgenomen. In bijlage 3 zijn alle figuren van de inundatie bij het Definitief Ontwerp en de verschillen met de referentie opgenomen.

Noord

Bij de T1 (Figuur 6-23) en de T10 is er ook bij het DO zowel bij het huidige klimaat als het toekomstige klimaat nauwelijks sprake van inundaties. Bij het meest stroomopwaarts gelegen gebied, Moleneind, zijn er enige inundaties. Hier is als gevolg van de hermeandering een geringe



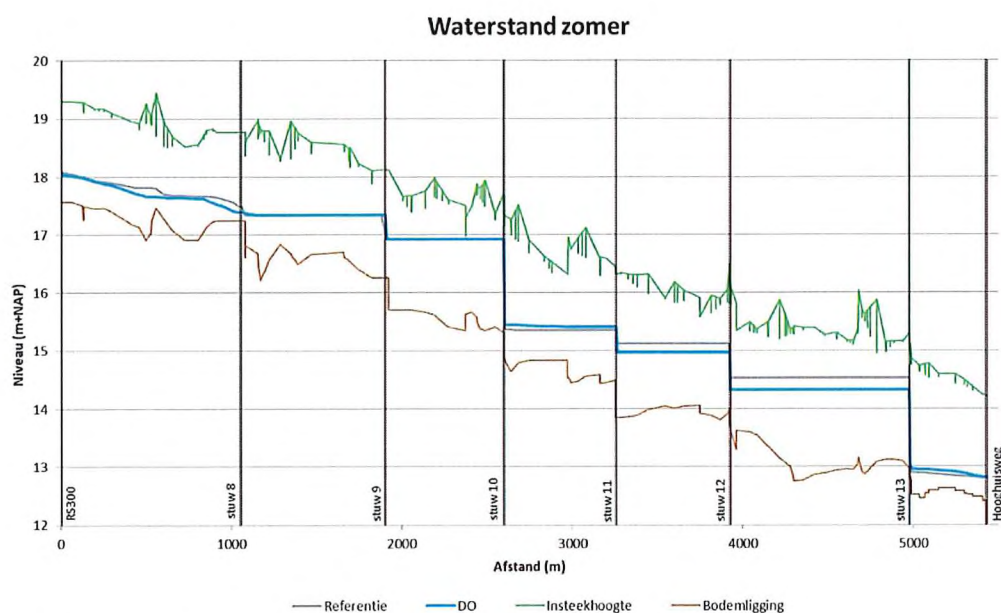
Figuur 6-21: Drooglegging in de winter in de Definitief Ontwerp

Hoewel de waterpeilen in de zomer op sommige locaties hoger liggen dan in de winter, liggen de grondwaterstanden in de zomer lager. Dit komt doordat de grondwaterstanden uitzakken door de grotere verdamping. Er zijn dan geen risico's op wateroverlast.

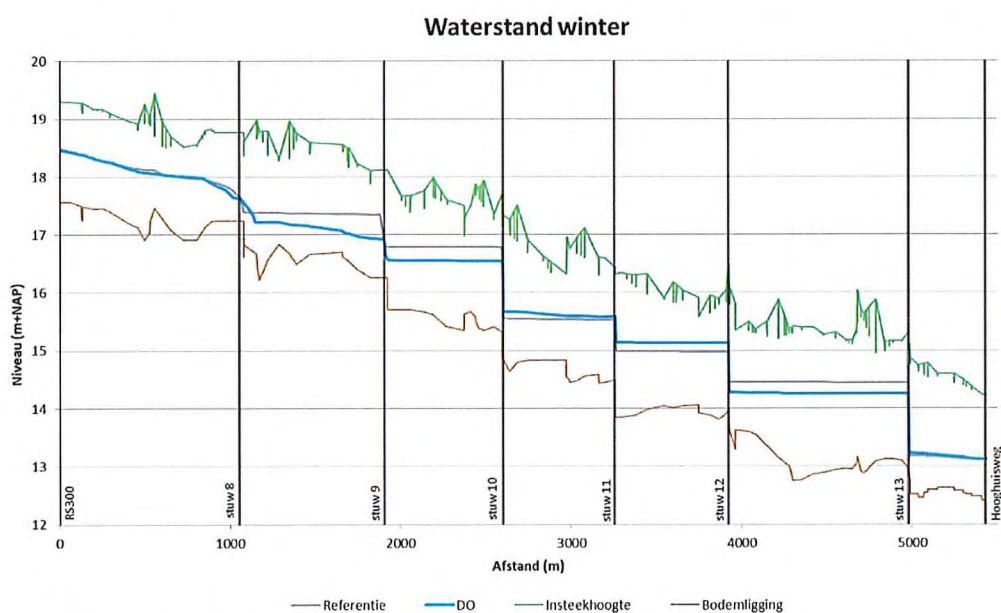
Grondwater

De winterpeilen worden bij stuw 9, 10 en 13 verlaagd ten opzichte van de referentiesituatie. Bij stuw 12 gaat het winterpeil met 0,1 m omhoog. Het winterpeil bij stuw 11 blijft ongewijzigd. Met het grondwatermodel (toelichting in paragraaf 3.2) is de verandering van de grondwaterstand in de deklaag berekend. Deze is weergegeven in figuur 6-22. Zichtbaar is dat de grondwaterstand in de winter in de omgeving van Baarschot met maximaal 0,15 m wordt verlaagd. Deze verlaging heeft een beperkte verkleining van de natschade in de landbouw tot gevolg. Ook de risico's op wateroverlast worden iets kleiner, zoals hiervoor bij 'drooglegging' is beschreven.

De zomerpeilen worden bij stuw 12 en 13 met 0,2 m verlaagd. Bij de overige stuwen blijven de zomerpeilen gelijk aan de referentiesituatie. Door de leem in de deklaag dempen de gevolgen van de stuwpeilverlaging uit. De effecten op de grondwaterstand zijn overal kleiner dan 5 cm.



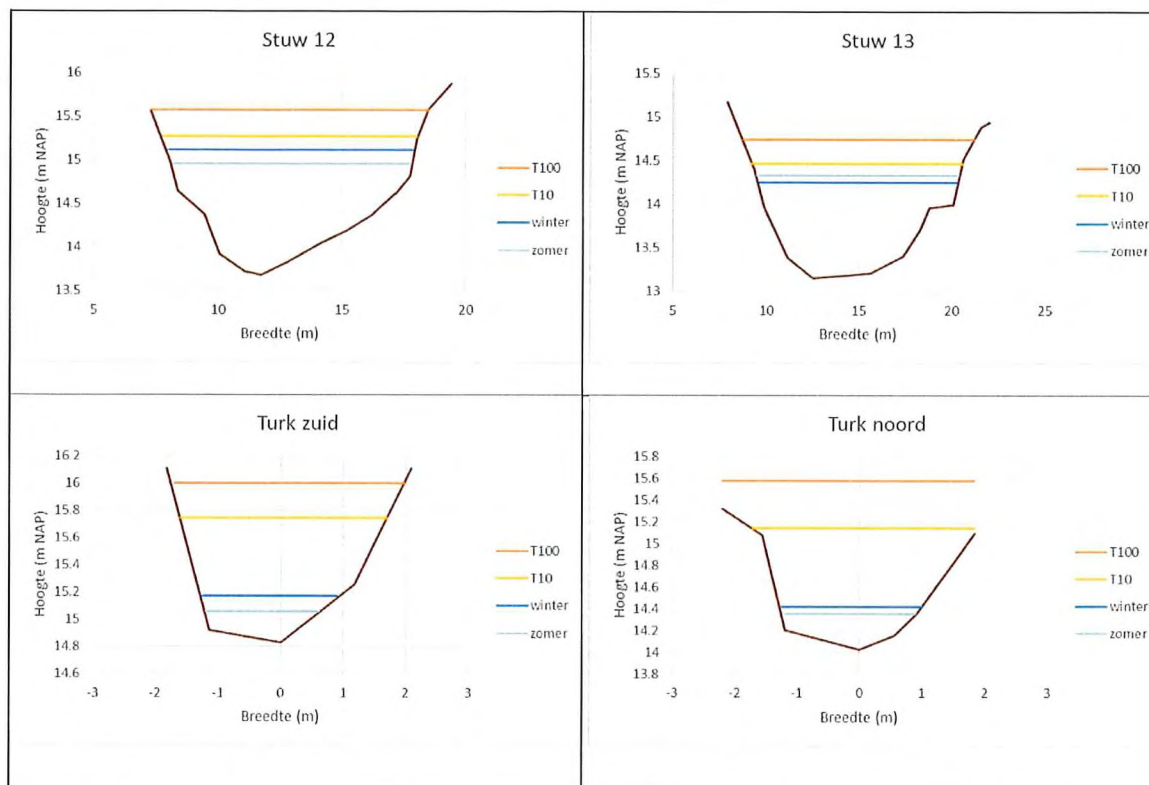
Figuur 6-19: Lengteprofiel referentie en DO met stationaire zomersituatie



Figuur 6-20: Lengteprofiel referentie en DO met stationaire wintersituatie

Drooglegging

Op de vrijwel alle trajecten is de drooglegging in de winter groter dan de landelijke richtlijn van 0,7 m. De gemiddelde drooglegging is ca. 1,0 m. Deze drooglegging is iets groter dan in de referentiesituatie. Dit hangt samen met de lagere stuwstanden in de winter bij stuw 9 en 10. In figuur 6-21 is de drooglegging weergegeven.



Figuur 6-18: Dwarsprofielen Definitief Ontwerp stroomopwaarts van stuwen en op 2 locaties in de Turk met verschillende afvoersituaties

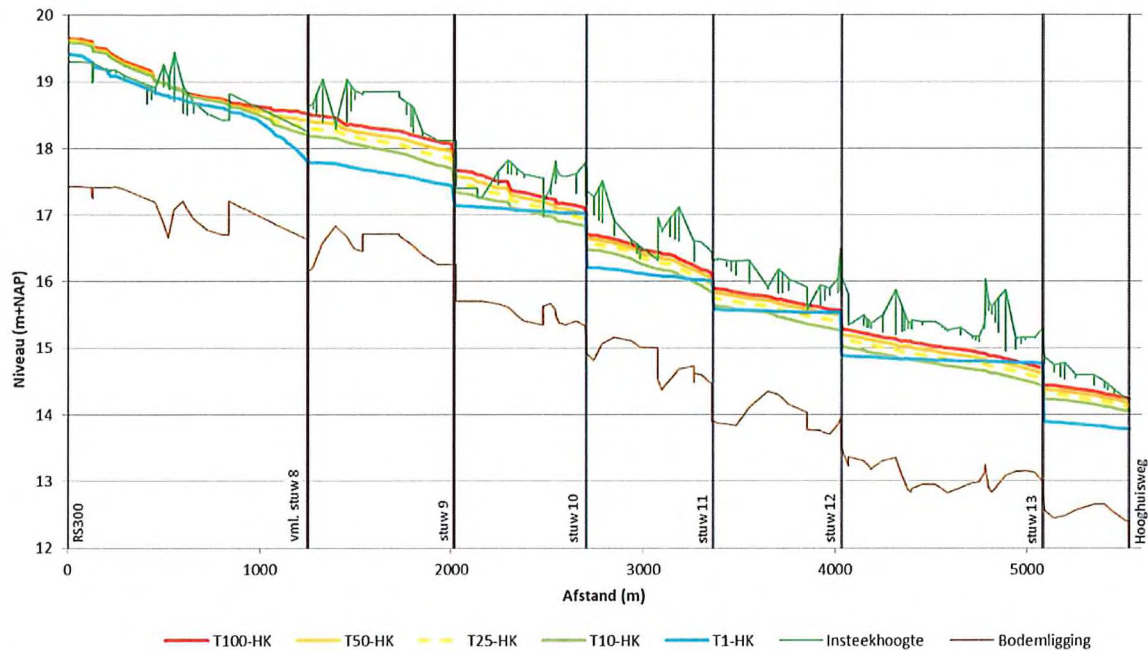
Reguliere afvoeren

Figuur 6-19 geeft de berekende waterstanden in het lengteprofiel weer voor de zomer voor DO en referentiesituatie. In deze figuur is te zien dat er door de hermeandering in de zomer een iets lager waterpeil is in de Reusel dan bij de referentie. Op de trajecten tussen stuw 10 en stuw 11 en benedenstrooms van stuw 13 is de waterstand bij het DO in de zomer juist iets hoger dan bij de referentie. Dit komt doordat op dit traject bij het DO stroombaanmaaien toegepast wordt en in de referentie niet. Tussen stuw 11 en stuw 13 zijn de waterstanden bij het DO lager dan bij de referentie ondanks het stroombaanmaaien. Dit komt doordat de stuwstanden van stuw 12 en stuw 13 zijn verlaagd en dat hier de Turk is weergegeven en niet de Reusel zelf omdat dit bij reguliere afvoeren de stroomrichting is.

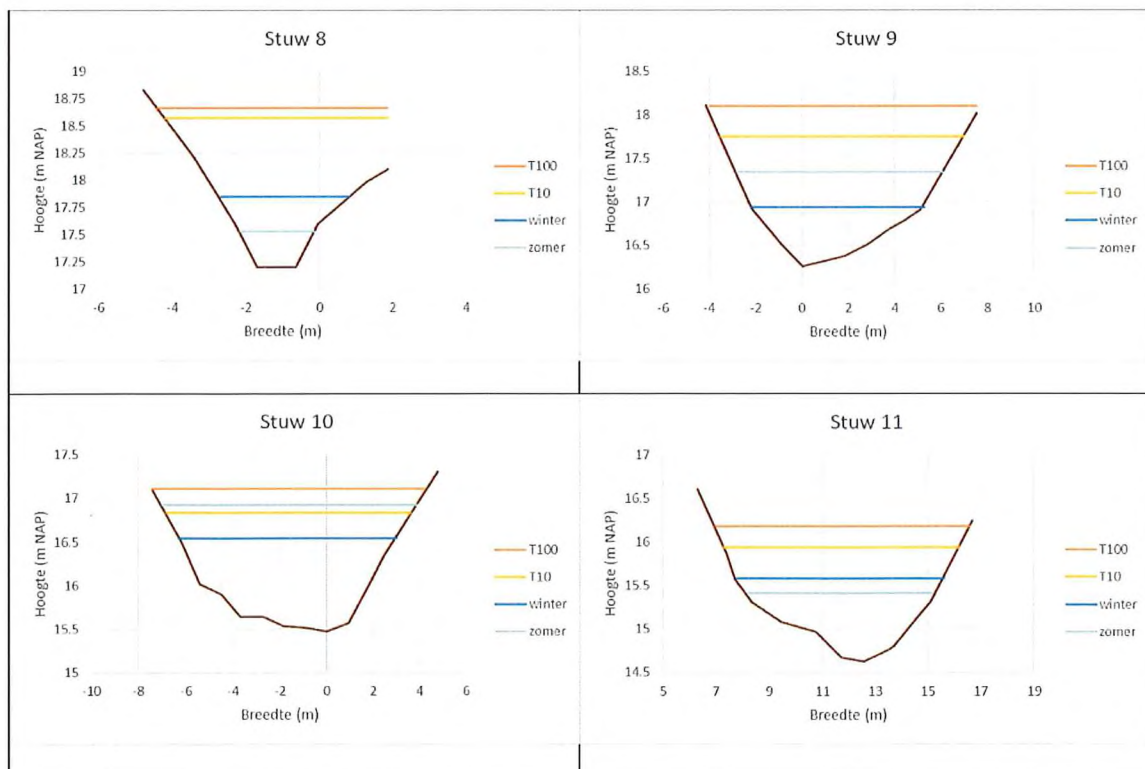
Figuur 6-20 geeft de berekende waterstanden in het lengteprofiel weer voor de winter voor DO en referentiesituatie. In deze figuur is te zien dat er door de hermeandering in de winter lokaal een iets lager waterpeil is in de Reusel dan bij de referentie. Op de trajecten tussen voormalig stuw 8 en stuw 10 en benedenstrooms van stuw 12 is de waterstand bij het DO in de winter lager dan bij de referentie. Dit komt doordat op het traject van de Reusel alle stuwen verlaagd zijn. Tussen stuw 11 en stuw 13 zijn de waterstanden in de Turk weergegeven, waar door het vergroten van de afvoer hogere waterstanden optreden. Ook zorgt het stroombaanmaaien voor enige opstuwing op dit traject.

Op twee trajecten is de Reusel versmald om meer ruimte te creëren voor het onderhoudspad. Op hetzelfde traject zijn ook stuwen 12 en 13 verlaagd. De waterstanden zijn in het DO daardoor lager dan bij de referentie. De versmalling heeft dus geen negatief effect op de omgeving.

Waterstanden DO



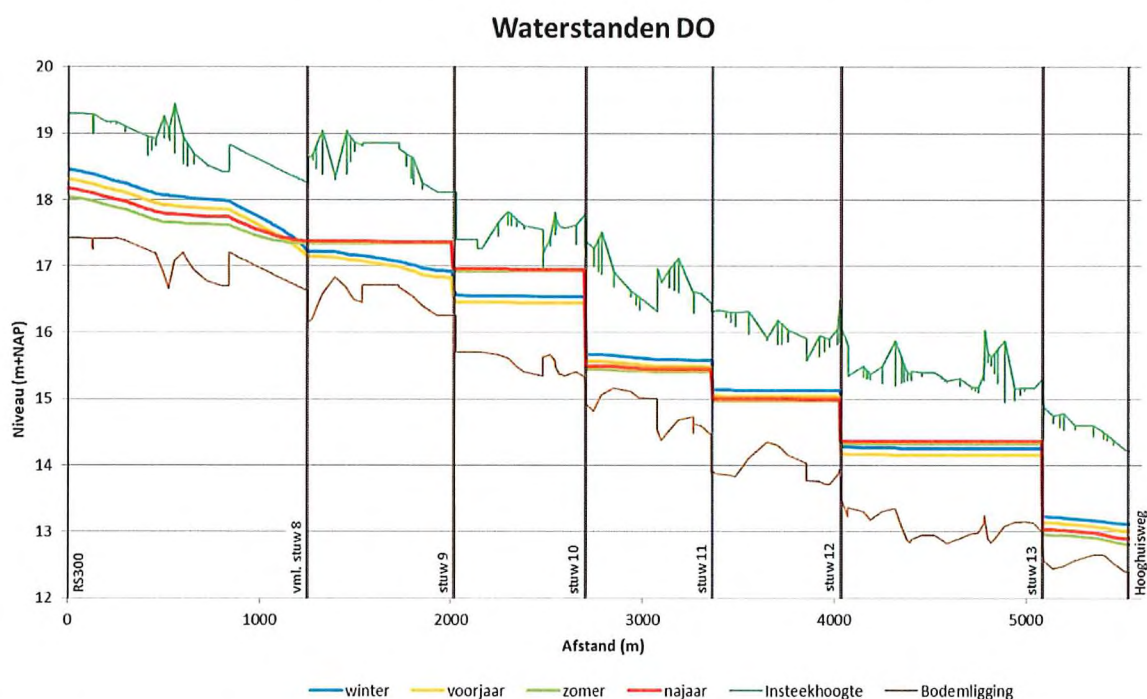
Figuur 6-17: Lengteprofiel DO met piekafvoeren



Hooghuisweg, op de noordelijke grens van het plangebied. De groene lijn betreft het verloop van het maaiveld op de insteek van de beek. De bruine lijn betreft het verloop van de bodemhoogte van de beek. Ter hoogte van de Turk zijn bij de zomer en winter de waterstanden in de Turk weergegeven, en bij het voor- en najaar de waterstanden in de Reusel. In de Turk is er een langzaam dalend verloop, in de Reusel is het gestuwde verloop zichtbaar.

In figuur 6-17 zijn in een lengteprofiel de berekende waterstanden bij de piekafvoeren weergegeven.

Figuur 6-18 geeft de berekende waterstanden voor de zomer, winter, T10 en T100 in verschillende dwarsprofielen weer. Deze dwarsprofielen liggen op korte afstand stroomopwaarts van de aangegeven stuwen. Verder zijn twee dwarsprofielen in de Turk opgenomen.

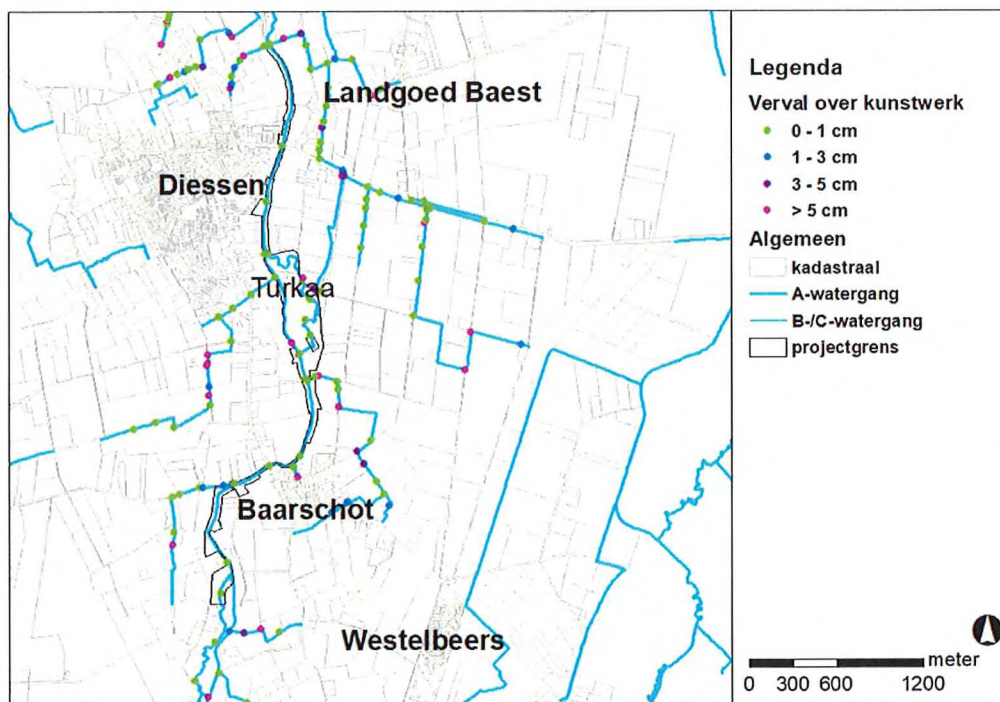


Figuur 6-16: Lengteprofiel DO met stationaire afvoersituaties

6.3.2 Opstuwing

Figuur 6-15 toont het berekende verval over de duikers en bruggen voor een gemiddeld winterseizoen, die voor opstuwing in de beek zorgen. In de Reusel (RS1) zijn er geen veranderingen ten opzichte van de referentiesituatie, behalve bij de twee punten waar in de referentiesituatie een verval van meer dan 3 cm optrad. Dit zijn:

- De brug bij het Moleneind (RS1-KBR15). Deze brug is vervangen voor een brug met een vrije overspanning, waardoor er geen opstuwing meer optreedt als gevolg van deze brug.
- De duiker bij de instroom van de Turk (RS1.2-KDU1). Deze duiker is vervangen door een rechthoekige duiker van 2 m breed en 1 m hoog. Het verval is daardoor afgenomen van 4 cm naar minder dan 1 cm.



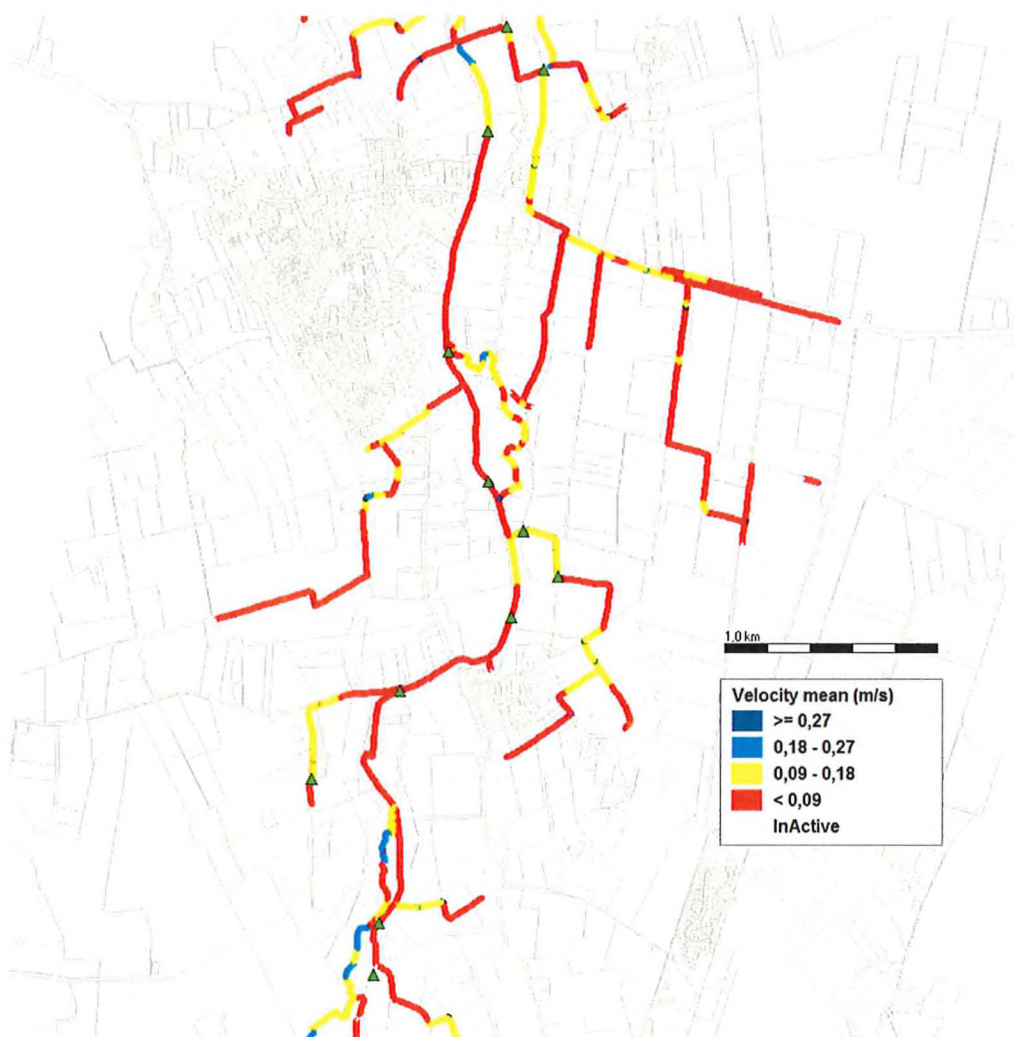
Figuur 6-15: Opstuwing in de winter

6.3.3 Waterstanden

Met het model van het Definitief Ontwerp is het verloop van de waterstanden berekend voor verschillende situaties, zowel stationair (zomer, winter, voor- en najaar) als piekafvoeren (T1, T10, T25, T50 en T100, zowel voor huidig klimaat (HK) als toekomstig klimaat (TK)).

In figuur 6-16 zijn de berekende waterstanden in een lengteprofiel weergegeven voor de zomer, winter, voor- en najaar.⁴ In bijlage 3 zijn de overige waterstanden opgenomen. Weergegeven in het traject vanaf de kruising met de RS300 (gelegen ten zuiden van Moleneind) tot de

⁴ De weergegeven zomerwaterstanden zijn berekend met een afvoer van 0,16 m³/s bij Moleneind. Bij de representatieve zomerafvoer (0,09 m³/s) is de waterstand maximaal 0,15 m lager en op het grootste deel van het traject bovenstrooms van Moleneind 0,05 m.



Figuur 6-14: Berekende stroomsnelheid voor de zomer DO (bij afvoer van 0,16 m³/s t.p.v. te verwijderen stuw 8)

Tabel 6-5: Stroomsnelheid zomer DO (m/s)

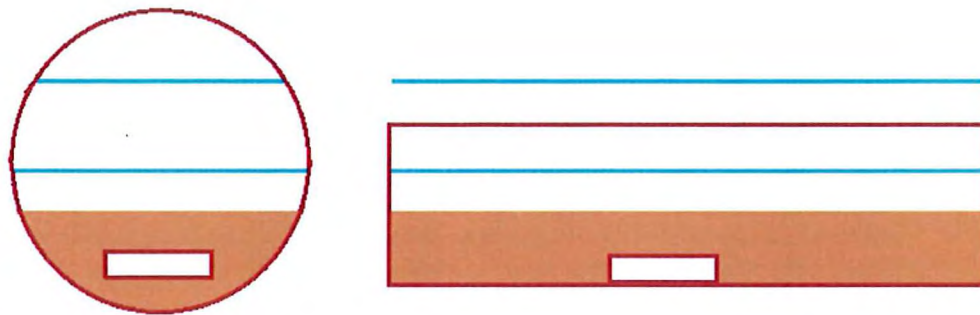
Locatie	Stroomsnelheid (m/s)	Locatie	Stroomsnelheid (m/s)
Stroomopwaarts stuw 8	0,10	Stroomopwaarts stuw 13	0,02
Stroomopwaarts stuw 9	0,03	Stroomafwaarts stuw 13	0,01
Stroomopwaarts stuw 10	0,02	Turk zuid	0,05
Stroomopwaarts stuw 11	0,04	Turk midden	0,13
Tussen stuw 11 en stuw 12	0,03	Turk noord	0,15

De stroomsnelheid in De Turk is in de modelberekening afgenomen in het DO ten opzichte van de referentiesituatie en voldoet in de zomer niet aan de KRW-eis. Uit nadere analyse is gebleken dat in de doorgevoerde maatregelen de ronde duiker vervangen is door een rechthoekige. In de modellering is deze in de referentiesituatie echter zo opgenomen dat er nauwelijks een beperking in het doorstroomoppervlak van de duiker was, terwijl in het DO deze beperking er wel was. Dit betekent dat in de berekende referentiesituatie er meer water door de Turk gaat dan in de praktijk verwacht mocht worden. Hierdoor is de weergegeven stroomsnelheid een overschatting van de praktijk. Het peil in de Reusel wordt wel opgestuwd door de afvoer beperkende omloopduiker langs stuw 11. Hierdoor wordt er in de toekomstige situatie wel meer water naar de Turk gestuurd dan in de referentiesituatie.

Door de verschillen in de modellering lijkt het of de stroomsnelheid bij het DO afgenomen is ten opzichte van de referentiesituatie, terwijl de maatregelen wel degelijk een positief effect op de stroomsnelheid hebben. Door het vergroten van de duiker kan er namelijk meer water door de Turk stromen dan in de referentiesituatie. Ook het verlagen van de kruinhoogte van stuw 13 van NAP +14,45 m naar NAP +14,25 m heeft een groter verhang en dus een grotere stroomsnelheid tot gevolg.

Ook wordt aan de instroomzijde van de duiker een stroomgeleiding aangebracht zodat het water niet haaks de Turk in moet stromen, maar onder een hoek. Dit zorgt ervoor dat zoveel mogelijk water via de Turk gestuurd wordt. Hierdoor worden er in de praktijksituatie hogere stroomsnelheden verwacht dan met het model berekend zijn.

De lage stroomsnelheden (legenda $<0,09$ m/s) zijn een gevolg van de grote dimensies van de watergang, de aanwezigheid van stuwen en de lage afvoer in de zomer. Voor de stuwen is een grote waterdiepte aanwezig waardoor de stroomsnelheid afneemt. In het DO is stuw 8 verwijderd en op dat traject is ook het beekprofiel versmald en benedenstrooms van stuw 10 is het huidige aangezande profiel met stroombaanonderhoud aanwezig. Hierdoor treedt op deze twee locaties en in de Turk een verbetering van de stroomsnelheid op. In de rest van de beek is uit de berekeningen gebleken dat een versmalling in combinatie met de overige maatregelen tot teveel inundaties leidde en is daarom besloten het beekprofiel terug te brengen naar de referentiesituatie.



Figuur 6-13: Kunstwerk naar de Turk in de referentiesituatie (links) en in het DO (rechts). De blauwe lijnen geven het waterpeil in de gemiddelde zomer en de gemiddelde winter weer.

Maatregelen niet in het model opgenomen

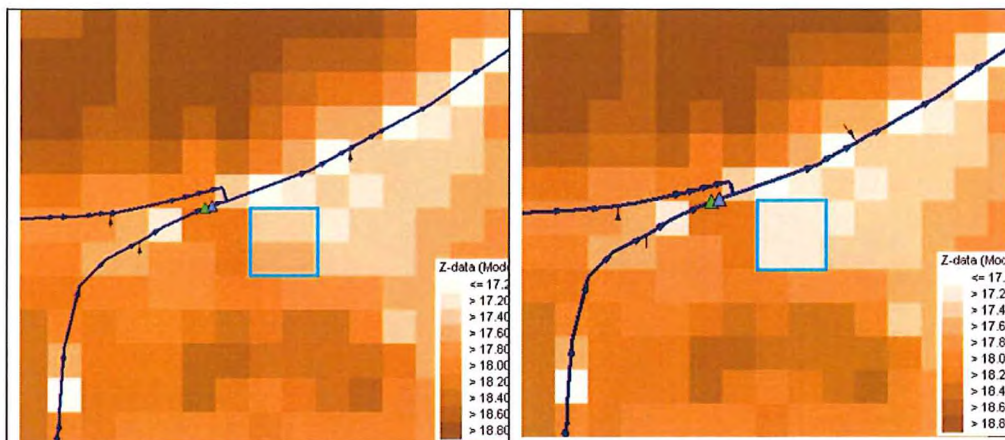
Onderstaande maatregelen zijn in overleg met het waterschap niet in het model opgenomen:

- Aanbrengen technische vispassages bij stuw 9, 10 en 13 (W7).
Het debiet van deze vispassages is gering.
- Verwijderen en plaatsen duikers in B- en C-watgangen en greppels (W9, W10).
B- en C-watgangen en greppels zijn niet in het SOBEK-model opgenomen.
- Dempen C-watgangen en greppels (W11)
C-watgangen en greppels zijn niet in het SOBEK-model opgenomen.
- Verondiepen visplas in de Turkaa (W12)
De visplas is als geïsoleerde waterpartij niet in het model opgenomen.
- Aanleg drainage en stuwput (W13, W14)
Drainage en stuwputten zijn niet in het model opgenomen.

6.3 Resultaten

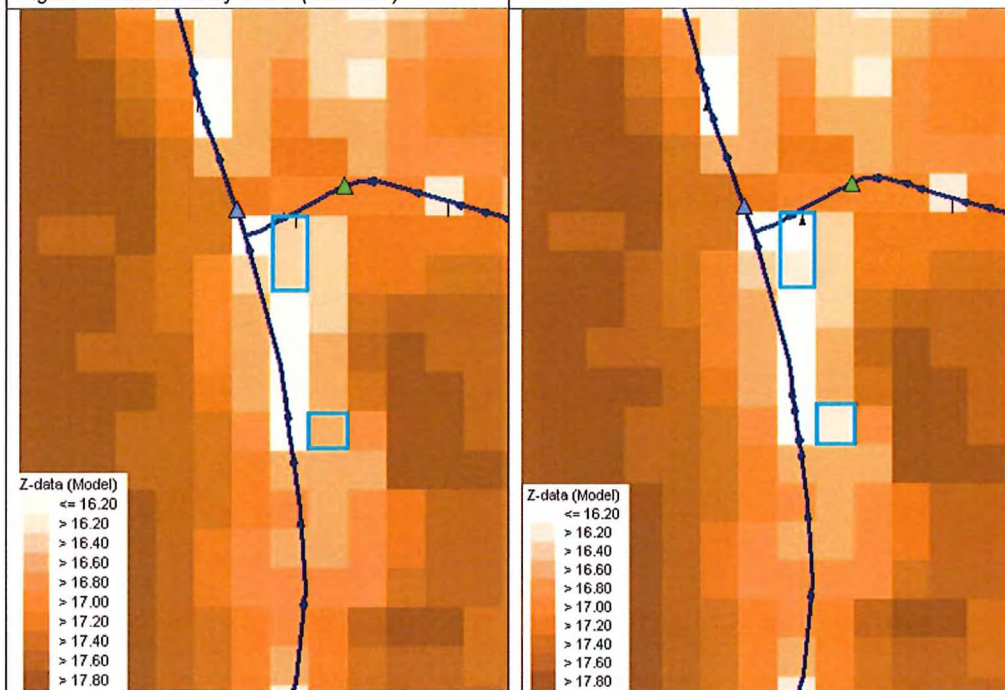
6.3.1 Stroomsnelheid

Met het model van het Definitief Ontwerp is de stroomsnelheid berekend bij een stationaire zomerafvoer. Figuur 6-14 toont de stroomsnelheden op kaart. In tabel 6-5 zijn de stroomsnelheden op enkele specifieke locaties opgenomen. In de Reusel is de gemiddelde stroomsnelheid in de zomer bij het DO op veel trajecten nog steeds lager dan 0,18 m/s (criterium voor KRW-type R5 natuur). In het meanderende traject bovenstrooms van voormalige stuw 8 is de stroomsnelheid door de herinrichting toegenomen en lokaal boven 0,18 m/s, waarmee het voldoet aan de KRW-eis. Uit nadere analyse van de afvoeren, zoals vermeld is in paragraaf 3.1.2 en bijlage 6 is de berekende afvoer in het model hoger dan representatief is voor dit deel van de beek. In het model is een zomerafvoer van 0,16 m³/s opgenomen, terwijl uit de nadere analyse is gebleken dat een afvoer tussen 0,08 en 0,12 m³/s representatief is. Hierdoor wordt de stroomsnelheid en waterdiepte in dit deel van de beek bij de zomerafvoer overschat. Uit de analyse is gebleken dat ter hoogte van de te verwijderen stuw 8 het waterpeil bij een afvoer van 0,09 m³/s ongeveer 0,05 á 0,10 m lager is dan bij een afvoer van 0,16 m³/s. Door de lagere afvoer is het verhang in de beek kleiner. Dit betekent dat de stroomsnelheid eveneens iets lager is dan berekend is met het model. Hierdoor is de stroomsnelheid in het beekstelsel op dit traject net onder de KRW-eis. Op basis van de analyse van het waterschap (bijlage 6) is geconcludeerd dat het niet gewenst en nodig is om het beekprofiel verder te versmallen voor de lagere zomerafvoer.



Figuur 6-9: Maaiveld bij stuw 9 (referentie)

Figuur 6-10: Maaiveld bij stuw 9 (DO)

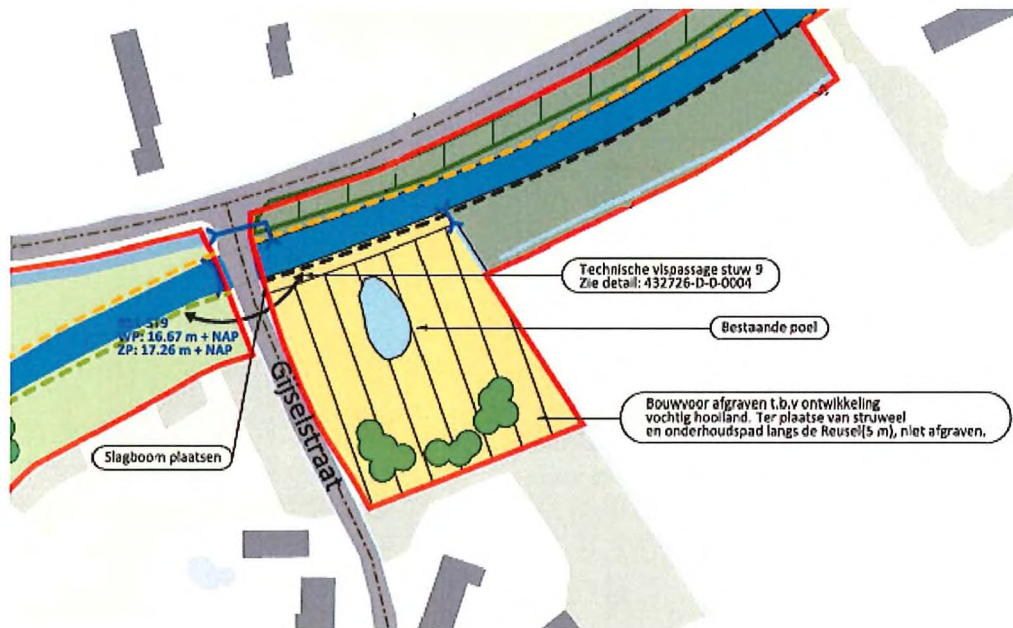


Figuur 6-11: Maaiveld bij Watermolenweg (referentie)

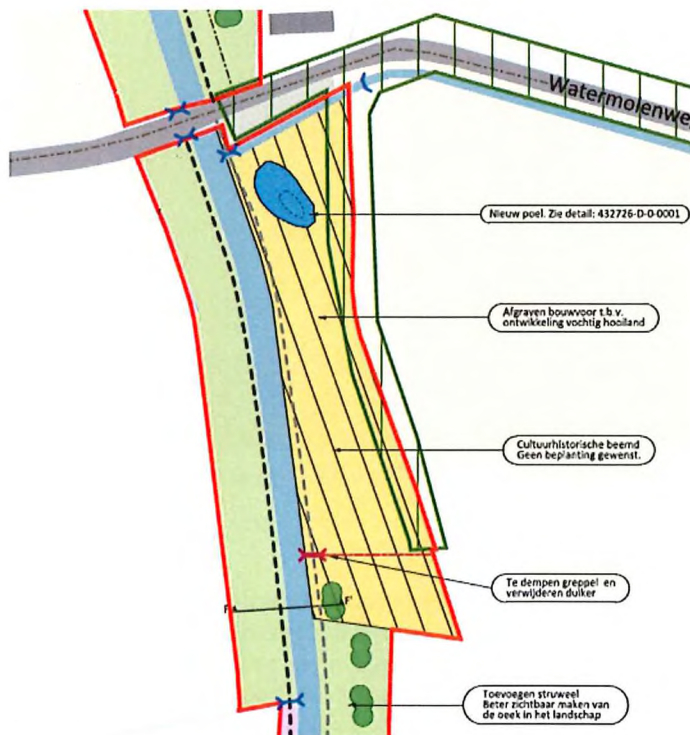
Figuur 6-12: Maaiveld bij Watermolenweg (DO)

Vervangen duiker naar de Turk (W10)

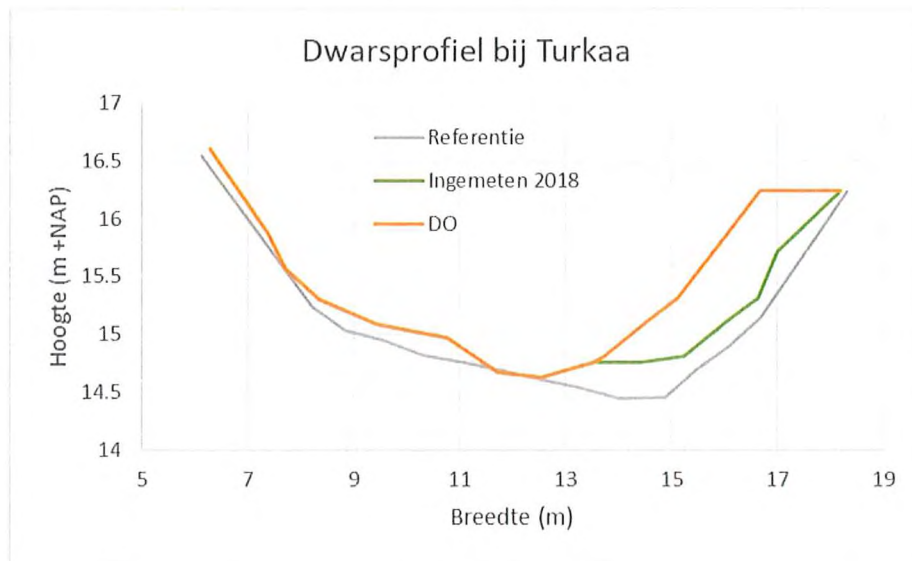
In de referentiesituatie is de duiker vanaf de Reusel naar de Turk een ronde duiker met schotbalken tot een hoogte van NAP +15,2 m. In de balken is een 'brievenbus' uitgespaard voor vispassage. Deze brievenbus heeft een breedte van 27 cm en een hoogte van 10 cm. De onderkant van de gleuf ligt op NAP +14,85 m. In figuur 6-13 (links) is het kunstwerk weergegeven. Rechts in deze figuur staat het nieuwe kunstwerk. De hoogtes en de afmetingen van de brievenbus zijn in de nieuwe situatie gelijk aan de huidige situatie. De breedte van het kunstwerk wordt echter groter, 2 m breed in plaats van een diameter van 1 m.



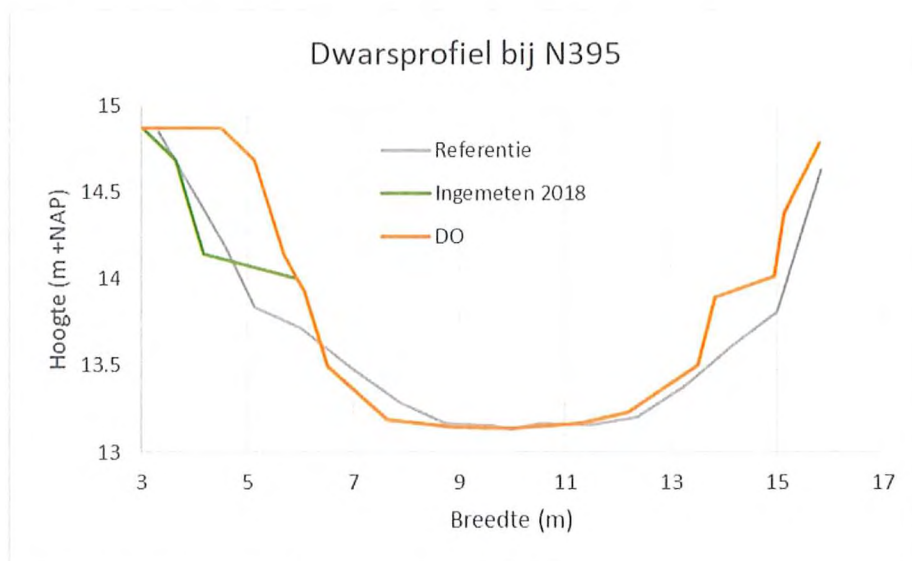
Figuur 6-7: Maaiveldverlaging bij stuw 9



Figuur 6-8: Maaiveldverlaging bij de Watermolenweg



Figuur 6-5: Dwarsprofiel Reusel ter hoogte van de Turkaa



Figuur 6-6: Dwarsprofiel stroomafwaarts van de kruising met de N395

Afgraven maaiveld

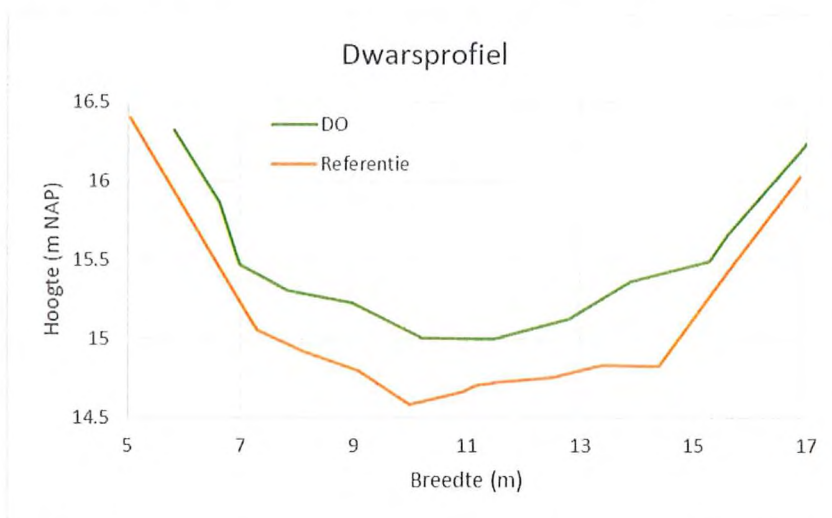
Op een drietal locaties wordt het maaiveld afgegraven. Bij stuw 9 (figuur 6-7) en juist zuidelijk van de Watermolenweg (figuur 6-8). In figuur 6-9 t/m figuur 6-12 is de maaiveldhoogte in het model weergegeven. De aangepaste gridcellen zijn blauw omlijnd.

Meander Gijsselstraat

Bij een eerdere herinrichting is bij de Gijsselstraat een meander aangebracht. Bij de huidige herinrichting wordt deze meander ook formeel vastgelegd. De meander is met een aangepast dwarsprofiel ingebracht. Tevens is de lengte van de Reusel in dit traject iets aangepast. De hoofdloop van de Reusel is met gronddammen afgedamd. Bij piekafvoeren wordt ook de oorspronkelijke loop van de Reusel benut.

Beheer en onderhoud – stroombaanmaaien (W2)

Tussen de brug bij het Moleneinde en stuw 10 wordt de Reusel gemaaid zoals oorspronkelijk het geval was. Vanaf stuw 10 tot de Hooghuisweg wordt stroombaanmaaien toegepast. In het model is dit gesimuleerd door in het eerste traject de oorspronkelijke dwarsprofielen toe te passen. Het traject stroomafwaarts van stuw 10 heeft de dwarsprofielen zoals deze in 2018 zijn ingemeten.

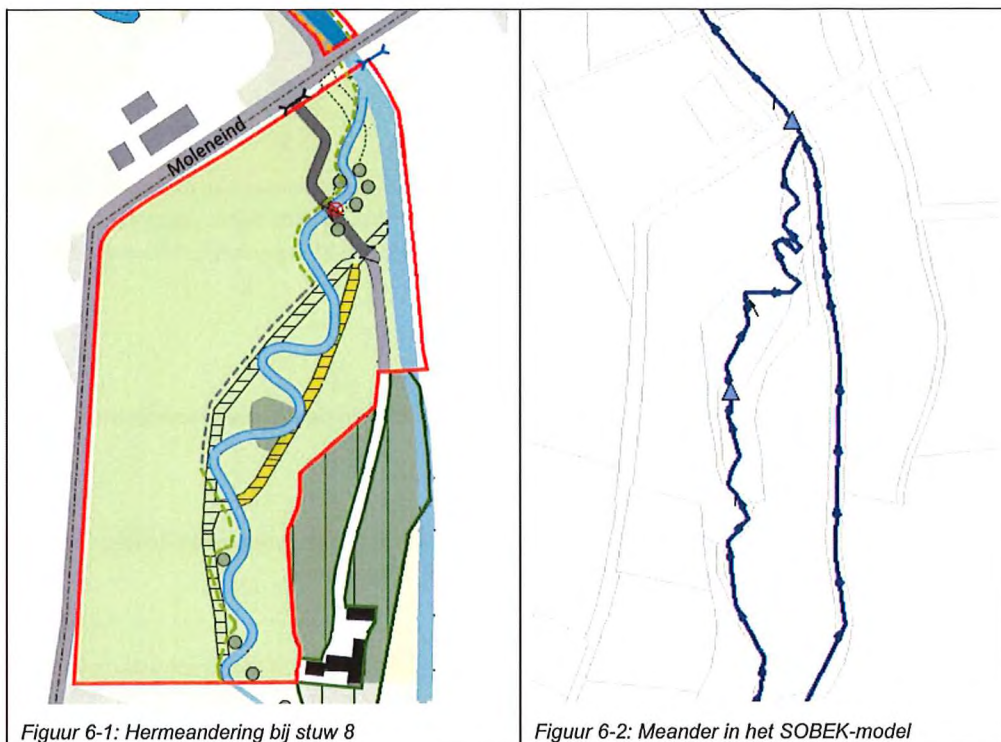


Figuur 6-4: Voorbeeld van een dwarsprofiel in referentiesituatie en bij stroombaanmaaien (DO)

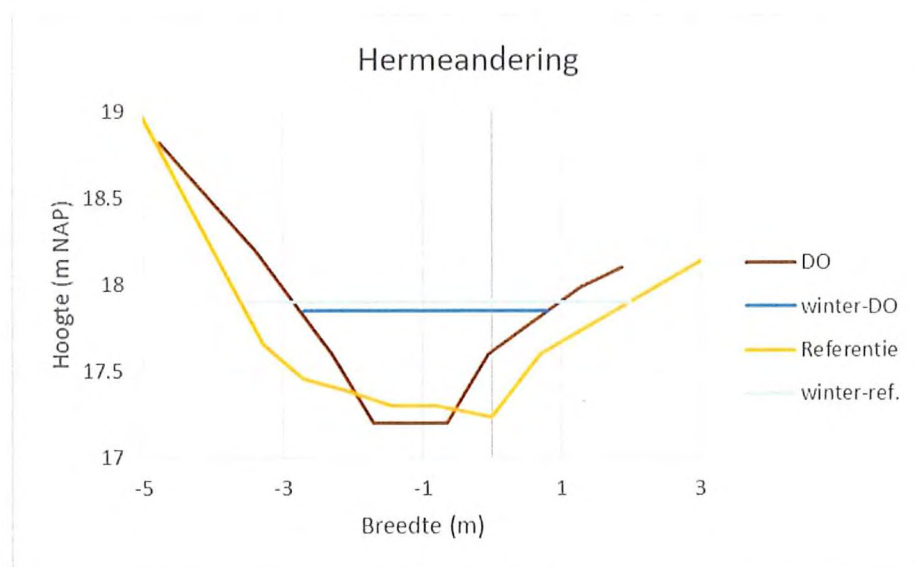
Uit een analyse van de in 2018 ingemeten dwarsprofielen en de leggerprofielen is gebleken dat de natte oppervlakte met gemiddeld 10% is afgenomen. De variatie in afname is groot, deze ligt tussen 1 à 2% en meer dan 25%. In figuur 6-4 is een dwarsprofiel weergegeven waar de afname relatief groot is (22%).

Beheer en onderhoud – verbreding onderhoudspaden (W1)

Ter hoogte van de Turkaa en stroomafwaarts van de kruising met de N395 is het huidige onderhoudspad smaller dan gewenst. Op deze trajecten wordt het onderhoudspad met maximaal 1,5 m verbreed. Dit heeft een versmalling van de Reusel tot gevolg. In figuur 6-5 en figuur 6-6 zijn de dwarsprofielen weergegeven. In de figuren is het dwarsprofiel in de referentiesituatie getoond, het dwarsprofiel zoals dat in 2018 is ingemeten en het resulterende dwarsprofiel met verbreding van het onderhoudspad.



In figuur 6-3 zijn de dwarsprofielen in de referentiesituatie en in het DO weergegeven. Zichtbaar is dat het natte profiel in dit traject sterk afneemt. Omdat inundatie in dit gebied vanwege de natuurwaarden niet tot problemen leidt, is er geen tweede fase aan het profiel toegevoegd.



Figuur 6-3: Dwarsprofiel hermeandering (bruin) en referentiesituatie (geel)

Stuw 8 en de daarbij aanwezige brug zijn uit het model verwijderd. De nieuwe brug naar de woning krijgt een vrije overspanning en is niet in het model opgenomen.

Stuw	winter	zomer	T1	T10 t/m T100
weir_RS306-st2	15,49	15,49	15,40	15,40
weir_RS1.2-st1**	15,20	15,20	15,20	15,20

*) De omleidingsduiker zorgt voor een constante aanvoer. De duiker van rond 300 mm staat normaal voor 1/3 open. Bij een afvoer van minder dan 100 l/s wordt de duiker gesloten.

**) In de stuw zit een rechthoekige doorlaat van breedte 0,27 m en hoogte 0,10 m voor vismigratie.

6.2 Modellerings

In deze paragraaf is per maatregel aangegeven of dit in de oppervlaktewatermodellering is meegenomen en hoe dit is gedaan.

Wijziging stuwpeilen (L1)

Zoals in de vorige paragraaf al is aangegeven, wordt het stuwregime in de Reusel gewijzigd. Tabel 6-4 geeft de klepstanden voor de verschillende situaties aan.

Hermeandering bij stuw 8 (W3, W4, W8, O6)

Een belangrijke maatregel is de hermeandering van de Reusel stroomopwaarts van stuw 8. Deze stuw vervalt. In figuur 6-1 is de ligging van de nieuwe meander weergegeven. Figuur 6-2 toont de ligging in het SOBEK-model. In het model is de precieze ligging van bochten niet van belang, aangezien de stroming in één dimensie doorgerekend wordt. Wel is van belang dat de lengte van de beek is aangepast. Bij de aansluiting op de Reusel aan de zuidkant is de hoogte van de beekbodem ca. NAP +17,2 m. Bij de aansluiting op de verlengde RS300 ligt de beekbodem op NAP +16,65 m.

O6. Verwijderen brug en aanleggen nieuwe brug

Als gevolg van het beekherstel van de Reusel bovenstrooms van Moleneind (W3) worden de brug en stuw 8 verwijderd. Bij de herinrichting wordt dit kunstwerk vervangen door een nieuwe brug met vrije overspanning. De afmetingen van de nieuwe brug zijn exact afgestemd op de hermeanderende Reusel (profiel en bodemligging). De nieuwe brug krijgt een overspanning van 7,5 meter. De bovenkant van het brugdek komt op NAP +19,30 m en de onderkant op NAP +19,00 m. De waterlijn ter plaatse van de brug staat in een T=100 situatie (een situatie die statistisch gezien eens in de 100 jaar voorkomt) op NAP +18,65 m en daarmee nog ruim voldoende onder de onderkant van het brugdek.

L1. Wijziging stuwregime

De huidige praktijkpeilen worden aangepast in de delen waar deze tot verdroging in de landbouw kunnen leiden, zodat er ten opzichte van de referentiesituatie geen verdroging meer optreedt. Stuw 9 tot en met 13 worden in de toekomstige situatie gehandhaafd, maar krijgen ten opzichte van de huidige situatie een andere stuwstand. Het doel van deze wijziging is meer water vast te houden, geen verdroging te veroorzaken en ook geen onacceptabele toename van inundatie. Om dit te bereiken zijn de volgende maatregelen in het plan opgenomen:

- Er is gekozen om de stuwpeilen aan te laten sluiten op de referentiepeilen omdat in die situatie de peilen beter aansloten op de wensen en het landgebruik langs de beek.
- De periode waarin de zomerstand wordt aangehouden is verlengd om zo lang mogelijk water vast te houden.
- In het najaar en voorjaar wordt geen apart stuwregime meer gevoerd.
- In principe gaan de stuwen medio april naar de zomerpeil en eind november naar winterpeil. Bij droogte of extreme afvoeren kan hiervan afgeweken worden door de beheerder. Hiervoor wordt een protocol opgesteld.
- Stuwen worden gestreken bij piekafvoeren boven T1.

De klepstanden die bij de verschillende afvoersituaties worden gehanteerd in het Definitief Ontwerp zijn in tabel 6-4 opgenomen.

Tabel 6-4: Stuwstanden voor Definitief Ontwerp ten opzichte van m+ NAP

Stuw	winter	zomer	T1	T10 t/m T100
weir_RS1-st8 is komen te vervallen				
weir_RS1-st9	16,67	17,26	16,67	16,25
weir_RS1-st10	16,30	16,85	16,55	15,65
weir_RS1-st11*	15,35	15,35	15,35	14,47
weir_RS1-st12	14,90	14,90	14,90	13,79
weir_RS1-st13	14,00	14,25	14,00	13,00
weir_RS300-st1	18,75	18,75	18,75	18,75
weir_RS300-st2	18,40	18,40	18,40	17,40
weir_RS304-st1	18,31	18,46	18,31	18,31
weir_RS306-st1	16,19	16,49	15,80	15,80

Maat-regel	Dommel ID	Watergang	Diameter [mm]	Materiaal	Lengte [m]	B.O.B. bovenstrooms
W10d	Nader toe te kennen	OWL32587	300	beton	22	5 cm onder waterbodembodem
W10e	Nader toe te kennen	OWL32582	300	beton	5	5 cm onder waterbodembodem
W10f	OWL32588-KDU1	OWL32588A	300	beton	27	5 cm onder waterbodembodem
W10g	RS1.2-KDU1	RS1.2	Rechthoekig 2 m breed 1 m hoog	beton	10	NAP + 14,85 m
W10h	Nader toe te kennen	Geen legger object	300	beton	10	5 cm onder waterbodembodem

W11. Dempen B- en C-watergangen en greppels

In het kader van de maatregelen worden enkele B- en C-watergangen en greppels gedempt. C-watergangen en greppels worden in de huidige situatie niet weergegeven op de legger en hebben daarom geen afvoerende functie. De B-watergang OWL32452_HO1 wordt gedempt, omdat deze in de huidige situatie geen afvoerende functie meer heeft. De andere watergangen worden enerzijds gedempt om een aaneengesloten perceel te creëren voor de grondruil en anderzijds zodat deze geen kwel meer afvangen voor de gewenste natuurdoeltypen die op de percelen beoogd zijn. De watergangen worden zo veel als mogelijk gedempt met gebiedseigen grond en bij het aanbrengen hiervan worden geen storende lagen aangebracht in de grond.

Hieronder zijn de verschillende te dempen watergangen opgesomd en is de locatie beschreven:

W11a: watergang ten noorden Emmerseweg

W11b: watergang zuidzijde Turkaaweg

W11c: watergang perceel met drainage ten oosten Turkaa

W11d: watergang perceel vochtig hooiland ten zuiden Watermolenweg (OWL32452_HO1)

De te dempen watergangen zijn ook aangegeven op het definitief ontwerp.

W12. Verondiepen visplas

Het zuidelijkste deel van de visplas gelegen in de Turkaa wordt verondiept met 1 meter tot aan het paaigebied van de plas. Dit geldt voor een oppervlakte van circa 850 m², in het zuiden van de plas. De verontdieping vindt plaats door vrijkomende grond van de te graven poelen en het struweel langs de plas in de plas aan te brengen. Deze maatregel is in overleg met de Hengelsportvereniging 't Turkaa tot stand gekomen.

W13. Aanleg drainage

De watergang ten noorden van de Emmerseweg (W11a) en de watergang ten oosten van de Turkaa (W11c) worden gedempt, om een aaneengesloten perceel te creëren ten behoeve van de grondruil. Om de kwel ter plaatse van de percelen op een andere wijze af te vangen, wordt op deze percelen drainage aangelegd.

W14. Plaatsen nieuwe stuwput

Ten oosten van het Turkaa gebied wordt voor stuw RS306-st1, gelegen in watergang OWL42957A_HO1, een nieuwe stuwput geplaatst. De afmeting van de stuwput is rond 300 mm.

W7. Aanbrengen vispassages

Ter plaatse van stuw 9, 10 en 13 worden vispassages gerealiseerd om vismigratie in de beek verder mogelijk te maken. Voor alle locaties wordt een vislift toegepast. Stuw 11 en 12 zijn via de Turk al passeerbaar voor vis. In tabel 6-2 zijn de te overbruggen peilverschillen en de locatie van de vispassages ten opzichte van de beek weergegeven.

Tabel 6-2 Details vispassages

Stuw	Te overbruggen peilverschil zomer	Te overbruggen peilverschil winter	Zijde van de beek
Stuw 13	1,35 m	0,80 m	Oost
Stuw 10	1,50 m	0,95 m	Oost
Stuw 9	0,41 m	0,37 m	(Zuid)oost

W8. Verwijderen stuw 8

Door het aanbrengen van de meandering (W3), die bovenstrooms van stuw 8 ter plaatse van het Moleneind komt te liggen, wordt het verval van stuw 8 opgevangen en kan deze komen te vervallen. De meandering bevordert de stroomsnelheid en door het verwijderen van de stuw komt een belemmering voor vismigratie te vervallen.

W9. Verwijderen duikers

Ten zuiden van de Watermolenweg en het perceel dat wordt omgevormd tot vochtig hooiland zoals toegelicht bij maatregel W5, wordt duiker OWL32452-KDU1 definitief verwijderd. De duiker wordt verwijderd, omdat de B-watgang (OWL32452_HO1) die in verbinding staat met de Reusel wordt gedempt.

W10. Aan te brengen en te vervangen duikers

In het kader van het project worden verschillende duikers vervangen of nieuw geplaatst, om zo de doorstroming richting de Reusel te verbeteren. Duiker RS1.2-KDU1 verbindt de Reusel met de Turkaa. Deze wordt in een andere hoek gelegd, om de instroom richting de Turk te verbeteren. Daarnaast is het huidige inlaatwerk te smal om goed te passeren met beheer- en onderhoudsmachines. Het vervangen van de duiker verbetert daarom ook de situatie voor beheer en onderhoud. De details van de instroom naar de Turk staan in DO-tekening 432726-D-0-0002. Hieronder zijn de locaties van de duikers per sub-maatregel toelicht. In tabel 6-3 zijn de details van de duikers uiteen gezet.

Tabel 6-3 Nieuwe of te vervangen duikers

Maatregel	Dommel ID	Watgang	Diameter [mm]	Materiaal	Lengte [m]	B.O.B. bovenstrooms
W10a	OWL42919-KDU1	OWL42919	300	beton	10	5 cm onder waterbodembodem
W10b	Nader toe te kennen	Greppel	300	beton	50	5 cm onder waterbodembodem
W10c	OWL32586-KDU1	OWL32586	300	beton	13	5 cm onder waterbodembodem

- Versmalling van Reusel van 0,5 m over traject van maximaal 120 m aan de oostzijde van de Reusel ter plaatse van Turkaa.

W2. Volledig profiel maaien

Waterschap De Dommel maait vanaf 2014 alleen het stroomprofiel van de watergang (maaibreedte 50% van de bodembreedte). Hierdoor wordt de flora en fauna in de beek minder verstoord. Bij dit maaibeheer blijft riet/vegetatie langs oevers staan. Op basis van de modellering is besloten om het stroombaanmaaieren tussen stuw 8 en stuw 10 te vervangen door het oorspronkelijke onderhoud. Hiermee wordt een toename van inundaties ten opzichte van de referentiesituatie voorkomen. De referentiesituatie is de situatie zoals opgenomen in de legger oppervlaktewaterlichamen 2013. De profielen die als basis gediend hebben voor deze legger stammen uit 2007.

Vanaf stuw 10 stroomafwaarts blijven de huidige beekprofielen gehandhaafd, die onderhouden worden door middel van stroombaanmaaieren.

W3. Beekherstel Reusel (aanbrengen meander)

In het meest zuidelijke deel van het projectgebied is een vrij breed gebied gelegen in eigendom van Brabants Landschap. In dit gebied lopen de Reusel en de RS300 min of meer evenwijdig aan elkaar. In dit traject is het mogelijk stuw 8 te verwijderen om de barrière voor vismigratie te verwijderen. Door de grotere lengte, een verhoogde bodemligging en een smaller beekprofiel kan het verval van stuw 8 worden opgevangen, mede doordat de opstuwende werking van stuw 8 beperkt is. De buitenbochten van de meander worden in de uitvoering voorzien van hout of stobben om uitspoeling van de buitenbochten en uitvreten van het onderhoudspad te voorkomen.

Bij de Gijselstraat is bij een eerdere herinrichting een meander aangebracht in de Reusel ter hoogte van de Gijselstraat. De oorspronkelijke loop is door middel van een grond dam afgedamd van de meander. Alleen bij extreem hoge waterpeilen stroomt de oorspronkelijke Reusel mee. De afgedamde loop wordt niet meer op diepte gehouden en zal daarom op termijn dichtgroeien.

W4. Dempen Reusel ter plaatse van meander (RS01)

Door het beekherstel (W3) vervalt de hydrologische functie van de huidige waterloop (RS1) op dit traject. De huidige loop wordt gedempt. De waterloop wordt gedempt met vrijkomende grond van de te graven meander.

W5. Afgraven maaiveld langs Reusel

Direct langs de Reusel en de Turk worden twee percelen afgegraven ten behoeve van de ontwikkeling van het natuurdoeltype vochtig hooiland. Vochtige hooilanden zijn weinig gevoelig voor overstrooming met nutriëntrijk en slibrijk oppervlaktewater, mits slibafzetting beperkt blijft. Hieronder is toegelicht welke percelen het afgraven maaiveld betreft.

Perceel in de Turkaa (Bosgroep)

In het Turkaa-gebied wordt direct langs de Turk het maaiveld afgegraven tot NAP +16,00 m, ten behoeve van de ontwikkeling van natuurdoeltype vochtig hooiland. Dit is een afgraving van circa 20 tot 60 centimeter.

Perceel vochtig hooiland ten zuiden Watermolenweg

Het perceel ten zuiden van de Watermolenweg (HVR00-Q-12520) wordt ingericht als vochtig hooiland. Ten behoeve van dit natuurdoeltype wordt het bouwvoor langs de beek afgegraven tot circa 30 centimeter.

6 Definitief Ontwerp

6.1 Maatregelen in het Definitief Ontwerp

In het projectplan Waterwet is de kaart met het Definitief Ontwerp van de herinrichting Reusel Baarschot-Diessen opgenomen. In deze rapportage zijn alleen de maatregelen genoemd die voor het aspect hydrologie van belang zijn. De uitgebreide beschrijving is in het projectplan opgenomen. Alleen de maatregelen die voor hydrologie van belang zijn, zijn in Tabel 6-1 opgenomen en in deze paragraaf kort benoemd. In de volgende paragraaf is beschreven hoe deze in de oppervlaktewatermodellering zijn verwerkt. In paragraaf 6.3 zijn de resultaten van de berekeningen van het Definitief Ontwerp opgenomen.

Tabel 6-1 Overzicht waterstaatswerken

Nr.	Maatregel
W1.	Aanpassen (profiel) Reusel
W2.	Volledig profiel maaien
W3.	Beekherstel Reusel (aanbrengen meander)
W4.	Dempen Reusel (zuid)
W5.	Afgraven maaiveld langs Reusel
W7.	Aanbrengen vispassages (stuw 9, 10 en 13)
W8.	Verwijderen stuw (stuw 8)
W9.	Verwijderen duikers
W10.	Aanbrengen duikers
W11.	Dempen C-watergangen en greppels
W12.	Verondiepen visplas in de Turkaa
W13.	Aanleg drainage
W14.	Plaatsen nieuwe stuwput
O6.	Verwijderen brug en aanleggen nieuwe brug
L1.	Wijziging stuwregime

W1. Aanpassen (profiel) Reusel

De Reusel dient goed onderhoudbaar te zijn en op een aantal plaatsen is het onderhoudspad te smal om dat te kunnen doen. Op deze plaatsen is geen ruimte om buiten het huidige grondeigendom het onderhoudspad uit te breiden. Daarom wordt de beek op de volgende locaties versmald:

- Versmalling van Reusel van 0,5 m over traject van maximaal 120 m aan de westzijde van de Reusel noord van N395;

Op de korte termijn is door het bestuur gekozen om de stuwen te behouden, maar binnen de beschikbare grondposities een zo groot mogelijk resultaat voor de ecologie te bereiken.

De precieze maatregelen zijn in hoofdstuk 6 opgenomen. Na de oorspronkelijke keuze voor het uit te werken scenario is een aantal punten van het scenario nog nader uitgezocht en aangepast.

- Zoals hiervoor bij de vergelijking van scenario's al was geconstateerd, is in het gebied nabij Baarschot het risico op inundaties relatief groot. Een verkleining van het beekprofiel in dit traject als gevolg van stroombaanmaaien of om het naastgelegen onderhoudspad te verbreden, bleek tot extra inundaties te leiden. In Baarschot blijft het onderhoudspad daarom ongewijzigd. Ook wordt in het traject tussen stuw 9 en stuw 10 geen stroombaanmaaien toegepast.
- Verder is eerder al geconstateerd dat de landbouw in het gebied gevoelig is voor verdroging in de zomer en vernatting in de winter. Op basis van het grondwateronderzoek (zie bijlage 5) is voor een aanpassing van de waterpeilen gekozen. Bij stuw 9 en stuw 10 wordt het winterpeil met respectievelijk 0,43 m en 0,25 m verlaagd ten opzichte van de referentiesituatie. Bij stuw 13 wordt het winterpeil met 0,2 m verlaagd ten opzichte van de referentiesituatie. Hiermee wordt schade in de landbouw door vernatting verminderd. Bij stuw 12 wordt het winterpeil met 0,1 m verhoogd en het zomerpeil met 0,2 m verlaagd. Hiermee wordt een jaarrond vast peil verkregen. De relatief kleine veranderingen in de stuwpeilen hebben in dit gebied, met relatief veel leem in de bodem geen negatieve effecten op de landbouw. De zomerpeilen bij stuw 9, 10 en 11 blijven ongewijzigd ten opzichte van de referentiesituatie. Bij stuw 13 wordt het zomerpeil met 0,2 m verlaagd. Het doorstromend profiel wordt hierdoor groter, waardoor de stroomsnelheid in de beek iets toeneemt. Deze beperkte verlaging heeft geen toename van droogteschade tot gevolg. In bijlage 5 is dit nader toegelicht.
- In het besloten scenario was verder een nevengeul langs stuw 9 voorzien voor de vismigratie. Dit was in eerste instantie mogelijk doordat in de Reusel jaarrond een vast stuwpeil ingesteld werd. Vanuit de wens om de effecten door grondwaterstandsverlaging op de omgeving te beperken, is echter ervoor gekozen een zomer- en winterpeil te hanteren. Hierbij is de werking van de nevengeul niet effectief en is de nevengeul komen te vervallen en vervangen voor een technische vispassage.
- De afvoercapaciteit van stuw 9 zonder nevengeul bleek vervolgens onvoldoende, waardoor bovenstrooms van stuw 9 onacceptabele inundaties optraden. Vervolgens is onderzocht of dit te compenseren was door extra afgraving van maaiveld of het deels weghalen van de aanzanding. Dit bleek echter niet inpasbaar in de beschikbare ruimte. Daarom is ervoor gekozen om ook tussen de te vervallen stuw 8 en stuw 9 het beekprofiel terug te brengen naar het referentieprofiel en geen stroombaanmaaien meer toe te passen. Het totale traject zonder stroombaanmaaien is dus vanaf de te vervallen stuw 8 tot stuw 10.

Geconcludeerd wordt dat de twee locaties, bij Diessen en bij Baarschot, tot een relatief grote reductie van het behalen van de doelen leidt. Op deze locaties zal aanzanding optreden, die regelmatig moet worden verwijderd. Dit heeft negatieve gevolgen voor beheer en onderhoud, maar ook voor de te verwachten ecologische resultaten. Scenario Cii, waarbij de gehele beek opnieuw wordt ingericht, heeft daardoor veruit de voorkeur boven scenario Ci. Voor beide scenario's geldt dat verdroging een risico is, waarvoor maatregelen zoals stuwen in zijwatergangen wenselijk zijn.

5.3.4 Bouwstenen trajecten met twee waterlopen

Naast deze scenario's zijn voor de trajecten waar twee waterlopen evenwijdig aan elkaar lopen nog afwegingen mogelijk. Deze afwegingen zijn min of meer onafhankelijk van het scenario voor de Reusel te maken.

- De RS300 loopt geheel bovenstrooms in het plangebied evenwijdig aan de Reusel. Onderzocht is bij welke inrichting van de RS300 de minste verdroging op de omgeving wordt bereikt, het minste kwel naar de Reusel wordt afgevangen en welke functie de RS300 bij hoge afvoeren moet hebben.
Geconstateerd is dat de RS300 in het plangebied een deel van de kwel opvangt, die anders naar de Reusel zou stromen. Verwacht wordt dat de kwel in de Reusel een grotere waarde voor natuur zal hebben. Een verondieping van de RS300 om het afvangen van kwel te verminderen, is echter niet mogelijk, omdat dit tot extra inundatie zal leiden. Voor een verbreding van de Reusel of de RS300 om extra inundatie te voorkomen is onvoldoende ruimte beschikbaar. Geconcludeerd is dat aanpassing van de RS300 niet mogelijk is. Alleen bij het toekomstscenario kan worden gezocht naar een alternatief waarbij de kwel gunstiger wordt verdeeld en evengoed geen extra inundaties optreden.
- Juist zuidelijk van Diessen ligt het natuurgebied Turkaa. Hierin takt een beekje, de Turk, af van de Reusel, meandert door het natuurgebied en mondt weer uit in de Reusel. Hier is een afweging gemaakt tussen het behouden van de Turk als meanderende beek, met de belangrijkste ecologische waarde, en het vergroten van de ecologische waarde van de Reusel.
Gezien de grote huidige ecologische waarden van de Turk en de Turkaa, de risico's voor deze bestaande waarden bij een herinrichting van de Turk en de beperkte meerwaarde voor ecologie bij een herinrichting van het systeem, is ervoor gekozen om de Turk te behouden zoals deze nu is. De Reusel wordt in dit traject dus niet ingericht als een meanderende beek, maar blijft zijn functie voor hogere afvoeren behouden. In de zomer wordt zo veel mogelijk van de afvoer door de Turk geleid, in situaties met iets hogere afvoeren ontstaat een verdeling over de Reusel en de Turk.

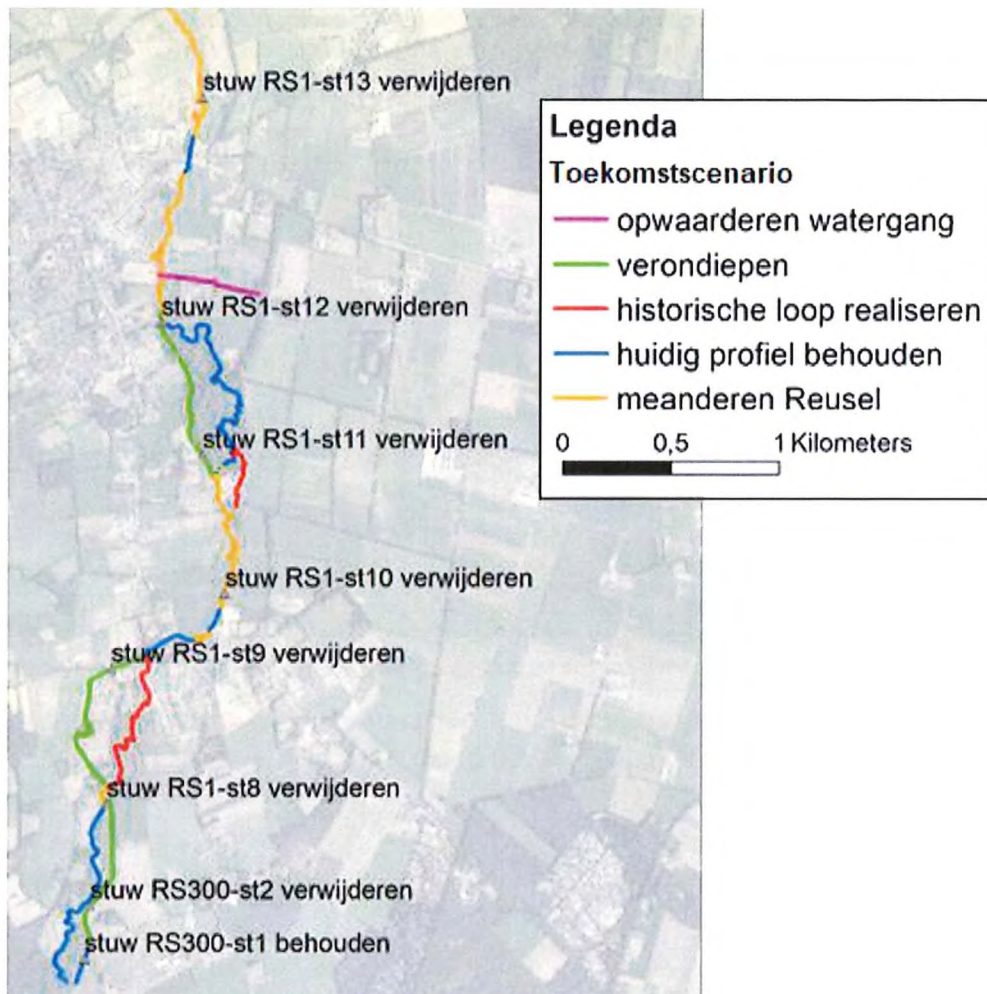
5.4 Besluit uit te werken scenario

Uit de analyse van de scenario's is gebleken dat het toekomstscenario zonder knelpunten (Cii) het beste invulling geeft aan alle gestelde doelen. Gezien de benodigde grondverwerving, zowel in het 'gewone' beektraject als bij de twee knelpunten in Baarschot en Diessen, is geconstateerd dat dit scenario niet binnen enkele jaren te realiseren zal zijn. Voor de langere termijn blijft dit echter wel het streefbeeld, inclusief de doelen voor KRW en N2000. Hierbij is als tijdshorizon een periode van ca. 20 jaar gesteld.

Tabel 5-4: Toets toekomstscenario's aan criteria t.o.v. de referentiesituatie

Criterium	Ci Toekomstscenario met nog twee knelpunten	Cii Toekomstscenario
KRW - Stroomsnelheden - Beschaduwing - Morfologie - Vispasseerbaarheid	- Stroomsnelheden worden vrijwel overal verbeterd, op de 2 knelpunten na (+). - Beschaduwing kan worden geoptimaliseerd (++). - Op de 2 niet-ingerichte locaties zal aanzanding optreden, wat vaak baggeren vereist (-). - Vispasseerbaarheid zeer positief (++)	- Stroomsnelheden overal verbeterd (++) - Als Ci (++) - Volledig gebruik historische meanders, geen knelpunten bij niet-ingerichte locaties (++) - Vispasseerbaarheid zeer positief (++)
N2000 Instandhouding doelen	- Uitbreiding habitat DWW en waterranonkels (++) - Toename kwel bij RS300 en Turkaa (++)	- Als Ci (++) - Als Ci (++)
NNB Inrichting ecologische zone	Volledige inrichting van de NNB (++)	Als Ci (++)
Natte Natuurparels - RS300 - Turkaa	Verhoging grondwaterstand en (nog) meer kweltoestroom Reusel voor beide locaties (++)	Als Ci (++)
Watersysteem, inundaties en wateroverlast	Inundaties worden opgevangen in het twee-fasenprofiel (+) Het systeem blijft gevoelig voor droogte, maatregelen in zijwatergangen zijn nodig (-)	- Als Ci (+) - Als Ci (-)
Effecten landbouw	Maatregelen voor droogte zijn noodzakelijk (-)	Als Ci (-)
Klimaatadaptatie	Bestaande NBW-knelpunten worden opgelost (+) Het systeem blijft gevoelig voor droogte (-)	- Als Ci (+) - Als Ci (-)
Actieplan Leven de Dommel	Maatregelen uit Leven de Dommel om neerslag langer vast te houden en minder snel af te voeren moeten hoofdzakelijk buiten het projectgebied worden uitgevoerd, op de hogere gronden (0)	Als Ci (0)
Beheer en onderhoud	Betere inrichting voor onderhoud, meer uniforme onderhoudswijze (++) Bij niet-ingerichte locaties treedt aanzanding op, die frequent moet worden verwijderd (-)	Betere inrichting voor onderhoud, meer uniforme onderhoudswijze (++)

* DWW = Drijvende WaterWeegbree



Figuur 5-7: Toekomstscenario



Figuur 5-8: Globaal dwarsprofiel met vlakke zone voor 2^e fase, weergegeven waterlijn is T100

De meerwaarde voor de natuur van de gehele herinrichting wordt door deze twee knelpunten sterk verminderd. Bij het 2^e scenario zijn (op langere termijn) deze twee knelpunten daarom wel opgelost.



Figuur 5-5: Reusel en bomenrij gezien vanaf de brug in stroomopwaartse richting



Figuur 5-6: Brug Beerseweg (N395) bij Diessen gezien vanuit het noorden

Om dit scenario te kunnen realiseren moet er circa 6,5 hectare verworven worden van ca. 10 verschillende eigenaren, naast de genoemde knelpunten bij Baarschot en Diessen. Gezien de knelpunten en de resultaten van de eerdere grondverwervingsrondes valt niet te verwachten dat deze binnen afzienbare termijn op vrijwillige basis verkregen zullen worden.

Criterium	Bi Stuwen verwijderen, herinrichting zeker beschikbare gronden	Bii Stuwen verwijderen, herinrichting op te verwachten gronden
	moeten hoofdzakelijk buiten het projectgebied worden uitgevoerd, op de hogere gronden (0)	
Beheer en onderhoud	Onderhoudspad in een 2-fasen profiel is minder toegankelijk. Maatregelen tegen inundatie vergen extra onderhoud. Op niet-ingerichte delen blijft maaisel hangen ■	Als Bi, bovendien versnippering beheer en onderhoud door afwisselend wel en niet ingerichte delen ■

* DWW = Drijvende WaterWeegbree

Geconcludeerd wordt dat dit scenario grote risico's heeft voor zowel inundaties als voor vernatting of verdroging van landbouwgronden. De natuur wordt ten opzichte van de referentiesituatie verbeterd, maar is nog niet ideaal.

5.3.3 Toekomstscenario's

Bij deze scenario's is geanalyseerd welke maatregelen en gronden minimaal nodig zijn om in de toekomst de ecologische doelen voor de Reusel wel te verwezenlijken en welke instrumenten nodig zijn voor de grondverwerving. Onder minimaal benodigde gronden wordt verstaan de ruimte voor een doorgaande inrichting inclusief onderhoudstrook en ruimte voor het opvangen van de grootste effecten bij T = 100-toekomstig klimaat. Minimaal wil ook zeggen dat alle gronden nodig zijn. Wanneer er één perceel of strook van dit minimum niet wordt verkregen dan leidt dit tot compromissen. Dit scenario resulteert in een 2-fasen profiel van 50/60 meter breed en het benutten van oude meanders om extra afvoercapaciteit te creëren (figuur 5-7). Dit scenario leidt tot het bereiken van de KRW- en Natura 2000-doelstellingen. Dit scenario leidt ook tot het bereiken van de doelstellingen voor het Natuurnetwerk Brabant. Wel geldt dat hiervoor een herbegrenzingsprocedure moet worden doorlopen, omdat het netwerk in dit scenario niet op de nu aangewezen plaats (langs de huidige beek) ligt. Voor de natte omstandigheden (inundaties) wordt een duidelijke verbetering gerealiseerd. Wel blijft het systeem gevoelig voor droogteschade voor landbouw in de directe omgeving. Het scenario scoort voor klimaatadaptatie neutraal.

Op twee locaties, in de bebouwde kom van Baarschot en in de bebouwde kom van Diessen, worden extra knelpunten voorzien. Bij Baarschot betreft dit het gebied stroomopwaarts van de brug, waar aan de éne kant historische bomen staan en aan de andere kant een huiskavel ligt (Figuur 5-5). Voor het aanleggen van een 2-fasenprofiel is hier onvoldoende ruimte beschikbaar. Bij Diessen is dit het traject juist stroomafwaarts van de brug (Figuur 5-6). Hier ligt aan de éne kant een rioolpersleiding en aan de andere kant een huiskavel (boerderij). Ook hier is onvoldoende ruimte voor een 2-fasenprofiel. Op deze twee punten moet dus vooralsnog het huidige beekprofiel gehandhaafd blijven. Dit heeft tot gevolg dat de bodem op deze trajecten dieper ligt, waardoor onder normale omstandigheden de stroomsnelheid hier sterk afneemt. Dit heeft sedimentatie tot gevolg, terwijl juist aan het eind van het diepe deel de stroomsnelheid weer toeneemt met erosierisico's. Verwacht wordt dat deze delen regelmatig gebaggerd moeten worden. Dit is niet alleen ongunstig voor beheer en onderhoud, maar vaak baggeren heeft ook negatieve gevolgen voor de ecologie.

Tabel 5-3: Toets scenario's met stuwen verwijderen aan criteria t.o.v. de referentiesituatie

Criterium	Bi Stuwen verwijderen, herinrichting zeker beschikbare gronden	Bii Stuwen verwijderen, herinrichting op te verwachten gronden
KRW - Stroomsnelheden - Beschaduwning - Morfologie - Vispasseerbaarheid	- T.o.v. de referentiesituatie is er een vergroting van de stroomsnelheden. In de zomersituatie liggen de stroomsnelheden echter overwegend lager dan het criterium (+). - Op beschikbare grond worden bomen aangeplant, dus de verbetering beschaduwning (+). - Verbetering van erosie- en sedimentatieproces (+). - Vispasseerbaarheid zeer positief (++)	- Als Bi (+). - Beschaduwning nog iets beter dan Bi (+). - Verbetering van erosie- en sedimentatieproces (+). - Vispasseerbaarheid zeer positief (++)
N2000 Instandhouding doelen	- T.o.v. referentie liggen waterpeilen veelal lager en is de kwel naar de beek groter. Dit is positief voor de DWV (+). - Door het stroombaanmaaien en de oeverbanketten vergroting van ruimte voor ecologie (+).	- Als Bi (+). - Als Bi (+).
NNB Inrichting ecologische zone	De beschikbare gronden worden ingericht (+)	Als Bi (+)
Natte Natuurparels - RS300 - Turkaa	Verhoging grondwaterstand en meer kweltoestroom Reusel voor beide locaties (+)	Als Bi (+)
Watersysteem, inundaties en wateroverlast	Forse inundaties buiten grondposities en bij bebouwing, maatregelen als kades vereist (-)	Als Bi (-)
Effecten landbouw	Natschade in de landbouw-gebieden (ca. 12 ha) (-)	Droogteschade in de landbouw (ca. 10 ha) (-)
Klimaatadaptatie	Minder robuust beekdal door kleiner winterprofiel. Forse toename inundaties en vernatting te verwachten. Het systeem wordt kwetsbaarder voor drogere en nattere situaties, er is meer ruimte nodig om beiden het hoofd te bieden (-)	Minder robuust beekdal door kleiner winterprofiel. Forse inundaties te verwachten, in de zomer toename verdroging. Het systeem wordt kwetsbaarder voor drogere en nattere situaties, er is meer ruimte nodig om beiden het hoofd te bieden (-)
Actieplan Leven de Dommel	Maatregelen uit Leven de Dommel om neerslag langer vast te houden en minder snel af te voeren	Als Bi (0)

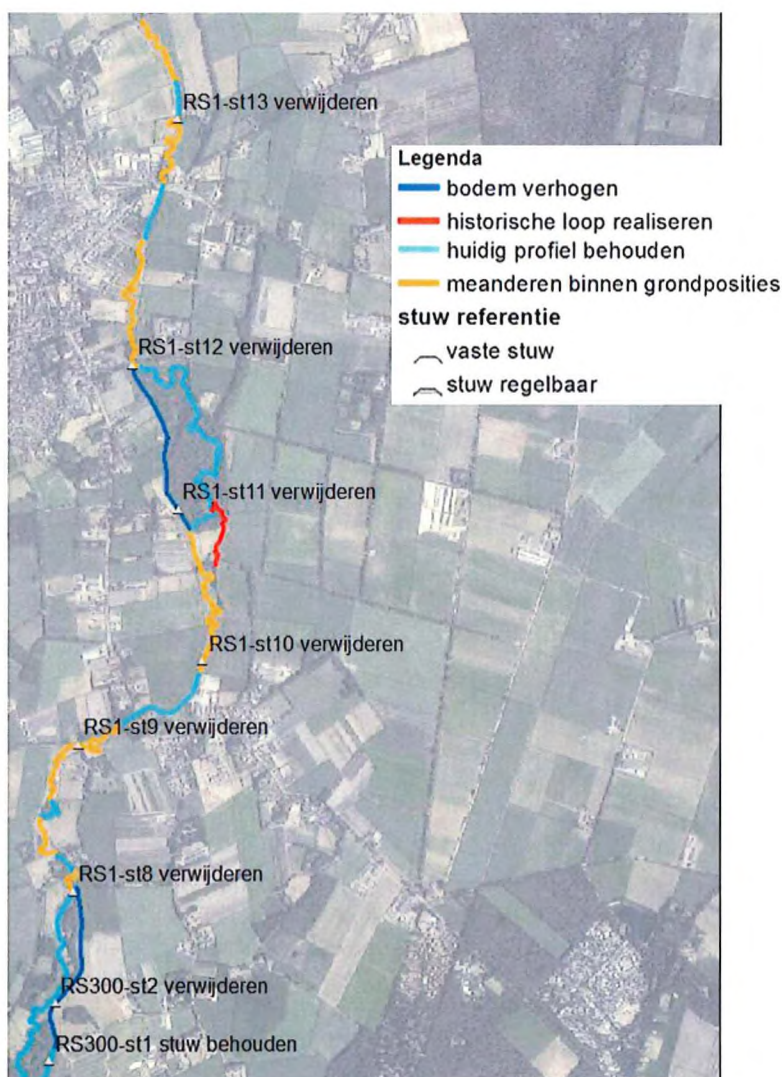
5.3.2 Stuwen verwijderen, herinrichting op basis van grondposities

In deze scenario's wordt de Reusel heringericht in de beschikbare grondposities. Bij de éne variant zijn dit de grondposities die op 1 maart 2019 met zekerheid beschikbaar waren. De andere variant betreft de verwachting van de in afzienbare termijn te verkrijgen grondposities (verwachting op 1 september 2018). De eerste variant geeft een grotere versnippering van wel en niet heringerichte gebieden.

Bij deze scenario's worden de stuwen verwijderd. Om zeer grote verdroging te voorkomen, wordt de beekbodem opgehoogd en versmald. Door het toepassen van een 2-fasenprofiel wordt het waterbergende en -afvoerende vermogen van de beek zoveel mogelijk gehandhaafd.

Bij deze scenario's ontstaat er echter een toename in inundaties, vernatting van landbouwgronden en, bij de variant van maart 2019, ook droogteschade in de landbouw.

Deze scenario's hebben een groter doelbereik op de KRW- en Natura 2000-doelstellingen. De afwisseling van wel en niet heringerichte gebieden hebben negatieve gevolgen voor morfologie en beheer en onderhoud.



Figuur 5-4: Scenario's met verwijderen stuwen en herinrichting op beschikbare grondposities

Criterium	Ai Stuwen behouden	Aii Stuwen behouden en inrichting optimaliseren
N2000 - Instandhouding doelen - Uitbreiding habitatype	- T.o.v. referentie liggen waterpeilen veelal lager en is de kwel naar de beek groter. Dit is positief voor de DWW* (+). - Door het stroombaanmaaien en de oeverbanketten vergroting van ruimte voor ecologie (+).	- Als Ai (+). - Als Ai (+).
NNB Inrichting ecologische zone	Geen inrichting van NNB ambitiedoeltypen (0).	Beschikbare gronden worden ingericht (+)
Natte Natuurparels - RS300 - Turkaa	- Verdrogende werking van RS300 t.o.v. referentie (-) - Beperkt verdrogende werking van de Reusel op de Turkaa (-)	- Als Ai (-) - Als Ai (-)
Watersysteem, inundaties en wateroverlast	Risico op toename inundaties door kleinere dwarsprofielen door stroombaanbeheer (-)	Als Ai (-)
Effecten landbouw	Verdrogende effecten door lagere stuwpeilen (-)	Als Ai (-)
Klimaatadaptatie	Bij lagere afvoeren iets grotere stroomsnelheden (+) In zomer grotere verdrogende werking (-) In winter meer risico op inundaties (-) Geen maatregelen om dit te voorkomen.	Beperkt maatregelen om negatieve effecten (zie Ai) te voorkomen, waarschijnlijk onvoldoende (-/0)
Actieplan Leven de Dommel	Maatregelen uit Leven de Dommel om neerslag langer vast te houden en minder snel af te voeren moeten hoofdzakelijk buiten het projectgebied worden uitgevoerd, op de hogere gronden (0)	Als Ai (0)
Beheer en onderhoud	B&O is qua tijd en kosten overeenkomstig de referentiesituatie. Er wordt minder biomassa afgevoerd. Stuwbeheer is minder intensief dan in de referentiesituatie (+)	Als Ai (+)

* DWW = Drijvende WaterWeegbree

Geconcludeerd wordt dat dit scenario risico's kent betreffende inundaties en verdroging. Er is een beperkte verbetering van de ecologische situatie. Bij Aii is deze verbetering groter, met name door de plaatsing van vispassages en de inrichting van de beschikbare gronden. De kosten hiervan liggen daardoor ook hoger.

Tabel 5-1: Verandering van de stuwstand bij de praktijkpeilen ten opzichte van de referentiesituatie (m)

Stuw	winter	voorjaar	zomer	najaar
weir_RS1-st8	+0,11	+0,11	+0,11	-0,31
weir_RS1-st9	-0,43	-0,49	-0,51	-0,52
weir_RS1-st10	-0,25	-0,25	-0,55	-0,40
weir_RS1-st11	0,00	0,00	0,00	0,00
weir_RS1-st12	+0,10	+0,10	-0,20	-0,20
weir_RS1-st13	-0,20	-0,20	-0,45	-0,10

Binnen dit hoofdsценario A zijn twee varianten onderzocht.

Bij variant Ai uit de hiervoor opgenomen opsomming zijn vrijwel geen aanvullende maatregelen getroffen. De enige aanpassing is dat op gronden die beschikbaar komen voor een toekomstige herinrichting, het beheer wordt aangepast zodat dit beter bij de toekomstige situatie past. Hierbij kan gedacht worden aan maaien en afvoeren om een eerste verschraling te bereiken. De gedachte bij deze variant is dat binnen afzienbare termijn (orde 5 à 10 jaar) voldoende gronden beschikbaar zijn om tot een optimale inrichting van de beek te komen. Voor een dergelijk korte periode is het niet zinvol om veel kosten te spenderen aan een overgangssituatie.

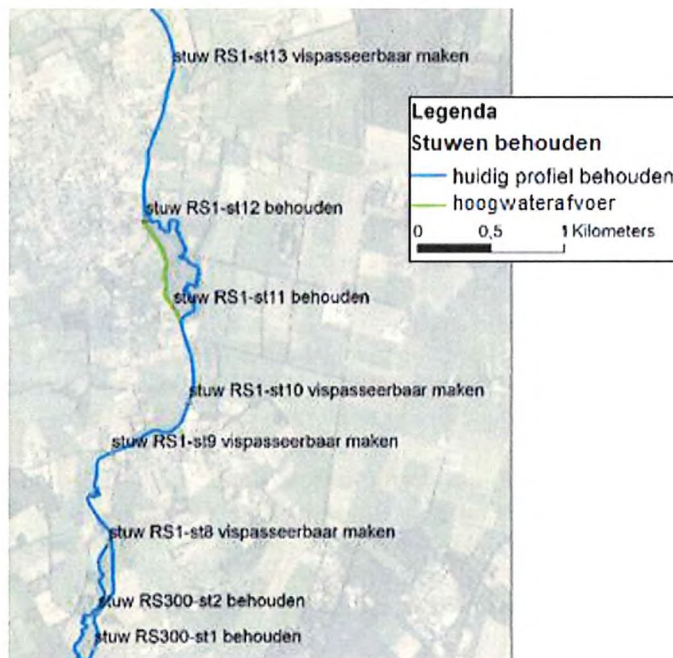
Variant Aii bevat verschillende optimalisaties waarbij in grotere mate aan de doelen invulling wordt gegeven. Dit betreft met name het vispasseerbaar maken van de stuwen middels technische vispassages. Op specifieke locaties kan dood hout in de beek worden gebracht voor een verbetering van de dynamiek. Daarnaast worden de gronden die bij aanvang van de uitvoering beschikbaar zijn ingericht voor de NNB en/of om invulling te geven aan klimaatadaptatie.

In tabel 5-2 is de toetsing van dit scenario aan de referentiesituatie opgenomen.

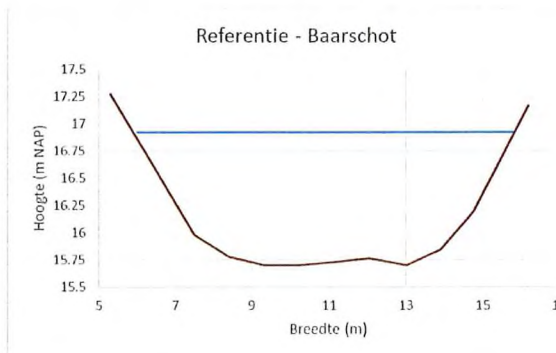
Tabel 5-2: Toets scenario's met stuwen behouden aan criteria t.o.v. de referentiesituatie

Criterium	Ai Stuwen behouden	Aii Stuwen behouden en inrichting optimaliseren
KRW - Stroomsnelheden - Beschaduwing - Morfologie - Vispasseerbaarheid	- T.o.v. de referentiesituatie is er een vergroting van de stroomsnelheden. In de zomersituatie liggen de stroomsnelheden echter overwegend lager dan het criterium (+). - Er worden geen bomen aangeplant, dus de beschaduwing wijzigt niet (0) - Het systeem blijft gestuurd, erosie- en sedimentatieproces blijven ongewijzigd (0). - Er worden geen maatregelen getroffen voor vispasseerbaarheid (0).	- Als Ai (+). - Gedeeltelijk aanplant bomen voor extra beschaduwing (+). - Als Ai (0). - Stuwen worden vispasseerbaar gemaakt (+).

De stuwpeilen zijn bij deze wijziging eveneens aangepast. Dit is deels om te voorkomen dat onder reguliere omstandigheden een opstuwing van de waterpeilen plaatsvindt. Met deze aanpassing wordt ook een jaarrond peil verkregen. Tenslotte neemt ook door deze wijziging de stroomsnelheid toe. In figuur 5-2 en figuur 5-3 zijn op één locatie in Baarschot als voorbeeld de situatie bij de referentiesituatie en met de praktijkpeilen en stroombaanmaaien weergegeven. Zichtbaar is dat het natte profiel sterk is afgenomen, hetgeen gunstig is voor de stroomsnelheden en dus de KRW-doelen. De praktijkpeilen zijn opgenomen in tabel 2-1. Uit vergelijking met de klepstanden in de referentiesituatie (tabel 3-1) blijkt verandering van de stuwpeilen sterk varieert. In tabel 5-1 zijn de veranderingen van de stuwstanden opgenomen.



Figuur 5-1: Scenario's met behoud van stuwen



Figuur 5-2: Dwarsprofiel en zomerwaterpeil in referentiesituatie bij Baarschot



Figuur 5-3: Dwarsprofiel en zomerwaterpeil bij praktijkpeilen en stroombaanmaaien op dezelfde locatie

- Verandering nat- of droogteschade in de landbouw.
- Robuustheid watersysteem.
 - Invloed van toekomstig klimaat op effecten, m.n. inundaties en wateroverlast.
 - Toets actieplan Leven de Dommel.
- Beheer en onderhoud.

5.3 Onderzochte scenario's

In essentie zijn drie verschillende typen scenario's onderzocht:

- A. Stuwen behouden³.
 - i. Praktijkpeilen en stroombaanmaaien toepassen.
 - ii. Idem en optimalisaties toepassen:
 - Stuwen vispasseerbaar maken.
 - Inrichten beschikbare gronden voor NNB.
- B. Stuwen verwijderen en waar mogelijk herinrichten met 2-fasenprofiel, inrichten t.b.v. NNB.
 - i. Op gronden die zeker beschikbaar zijn (stand: maart 2019)
 - ii. Op gronden die op afzienbare termijn beschikbaar worden geacht.
- C. Toekomstscenario's met stuwen verwijderen, beek inrichten met 2-fasenprofiel (50-60 m breed), bypasses realiseren om inundaties te verminderen.
 - i. Bij Baarschot en Diessen zijn nog 2 knelpunten i.v.m. historische bomen en rioolpersleiding.
 - ii. Geheel optimaliseren.

Naast deze scenario's zijn voor de trajecten waar twee waterlopen evenwijdig aan elkaar lopen nog afwegingen mogelijk.

- De RS300 loopt geheel bovenstrooms in het plangebied evenwijdig aan de Reusel. Onderzocht is bij welke inrichting van de RS300 de minste verdroging op de omgeving wordt bereikt, het minste kwel naar de Reusel wordt afgevangen en welke functie de RS300 bij hoge afvoeren moet hebben.
- Juist zuidelijk van Diessen ligt het natuurgebied Turkaa. Hierin takt een beekje, de Turk, af van de Reusel, meandert door het natuurgebied en mondt weer uit in de Reusel. Hier is een afweging gemaakt tussen het behouden van de Turk als meanderende beek, met de belangrijkste ecologische waarde, en het vergroten van de ecologische waarde van de Reusel.

In de onderstaande paragrafen zijn de verkregen inzichten beschreven. Hiermee is de invulling van het voorkeursscenario onderbouwd. Bij het doorrekenen van het voorkeursscenario zijn nog enkele aanpassingen doorgevoerd in verband met voortschrijdende inzichten.

5.3.1 Scenario's stuwen behouden

Deze scenario's hebben een grote overeenkomst met de referentiesituatie. In figuur 5-1 is de ligging van de beek weergegeven. Een belangrijk verschil is dat voor het onderhoud het zogenaamde stroombaanmaaien wordt toegepast, zoals in de praktijk sinds enkele jaren het geval is. Hierbij wordt niet het volledige dwarsprofiel van de beek gemaaid, maar slechts een deel ervan. Het resultaat hiervan is dat het dwarsprofiel hierdoor verkleind wordt. Bij lage afvoeren wordt dus slechts een deel van het oorspronkelijke dwarsprofiel benut, waardoor de stroomsnelheden hoger komen te liggen. Voor de KRW is dit gunstig.

³ De nummering van de scenario's is aangepast, om verwarring met eerdere rapportages te voorkomen.

5 Scenario's

5.1 Inleiding

De herinrichting van de Reusel heeft, zoals genoemd in de inleiding van dit rapport, drie doelen:

- Ecologie voor zowel water- als landnatuur verbeteren. Specifiek zijn dat:
 - KRW, o.m. stroomsnelheid, morfologie en vismigratie.
 - N2000, met name het habitatype beek met waterplanten (Waterranonkels, Drijvende Waterweegbree) en de Kleine Modderkruiper.
 - NNB, invulling ecologische zone langs de beek.
 - Natte Natuurparels bij RS300 en de Turkaa.
- Werking watersysteem (NBW, situatie voor overige belangen) niet verslechteren en zo mogelijk verbeteren in verband met klimaatadaptatie.
- Robuustheid watersysteem.

Een hiermee samenhangend doel is het beheer en onderhoud, dat niet mag verslechteren.

Om te onderzoeken op welke wijze optimaal invulling wordt gegeven aan deze doelen, zijn verschillende scenario's gedefinieerd en onderzocht. Een deel van de scenario's is modelmatig (alleen oppervlaktewater of zowel oppervlaktewater als grondwater) doorgerekend. Daarnaast zijn scenario's getoetst door de experts van zowel Antea Group als het waterschap. In de loop van het onderzoek is gebleken dat de beschikbare grond die voor herinrichting beschikbaar is, een belangrijke parameter voor de mogelijke scenario's is. Verschillende scenario's betreffen daardoor varianten van een scenario, waarbij alleen de beschikbare grond wijzigt.

Het doel van dit hoofdstuk is om de invloed van verschillen in scenario's doorwerken in de mate waarin doelen worden bereikt. Met name de keuzes die hierbij zijn gemaakt om tot het uiteindelijke voorkeursscenario (VO) te komen, worden hierbij toegelicht.

5.2 Criteria

De scenario's zijn beoordeeld ten opzichte van de referentiesituatie, die in het voorgaande hoofdstuk is beschreven. Dit is de situatie zoals die opgenomen is in de legger oppervlaktewater, d.d. 2013, en de oorspronkelijke stuwinstellingen c.q. klepstanden zoals die jarenlang zijn aangehouden. De profielen die als basis gediend hebben voor deze legger stammen uit 2007. Daarnaast zijn de scenario's getoetst voor het huidige klimaat.

De scenario's zijn getoetst met behulp van verschillende criteria, zoals onderstaand benoemd.

- Ecologie:
 - KRW: stroomsnelheden, beschaduwing, morfologie (aanslibbing en erosie), vispasseerbaarheid.
 - N2000, met name te verwachten instandhouding Drijvende Waterweegbree (DWW). Hiervoor is kwel naar de beek benodigd.
 - NNB, invulling ecologische zone langs de beek.
 - Natte Natuurparels, m.n. eventuele wijziging door uitstralingseffecten via het grondwater bij de RS300 en de Turkaa.
- Werking watersysteem.
 - Verandering inundaties en wateroverlast. Toets aan kritieke peilen, toets aan NBW-normen.

In figuur 4-13 is een lengteprofiel voor deze zijwatergang weergegeven met de waterpeilen voor de T10, T25 en T100. In de gehele watergang komen 10 duikers voor. De duikers zijn overwegend rond 500 mm, een enkele duiker is iets groter. Het totale verval over de duikers in deze watergang is 1,35 m bij een T10 en 1,6 m bij de T25. Bij de T100 stroomt een relatief groot deel van het water over maaiveld, waardoor het verval weer iets kleiner (1,5 m) is.

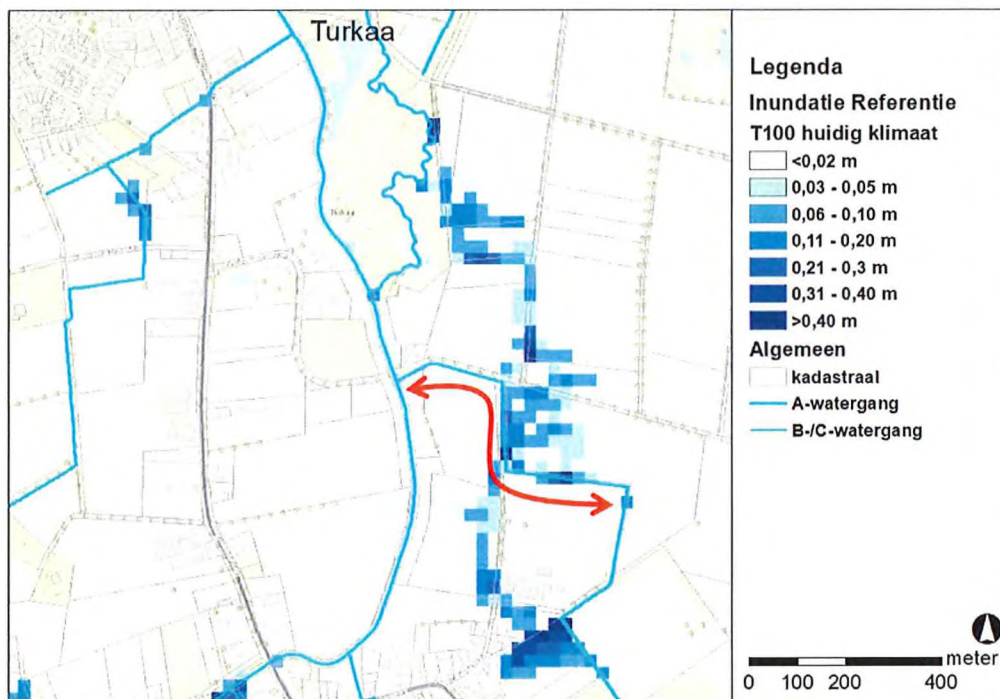
Kritieke peilen

In het gebied zijn op verschillende plaatsen objecten aanwezig met een kritiek peil. Deze objecten zijn gevoelig voor hoge waterstanden in de beek en kunnen niet of verminderd functioneren als het peil in de beek te hoog wordt. Voor de volgende functies zijn kritieke peilen bepaald:

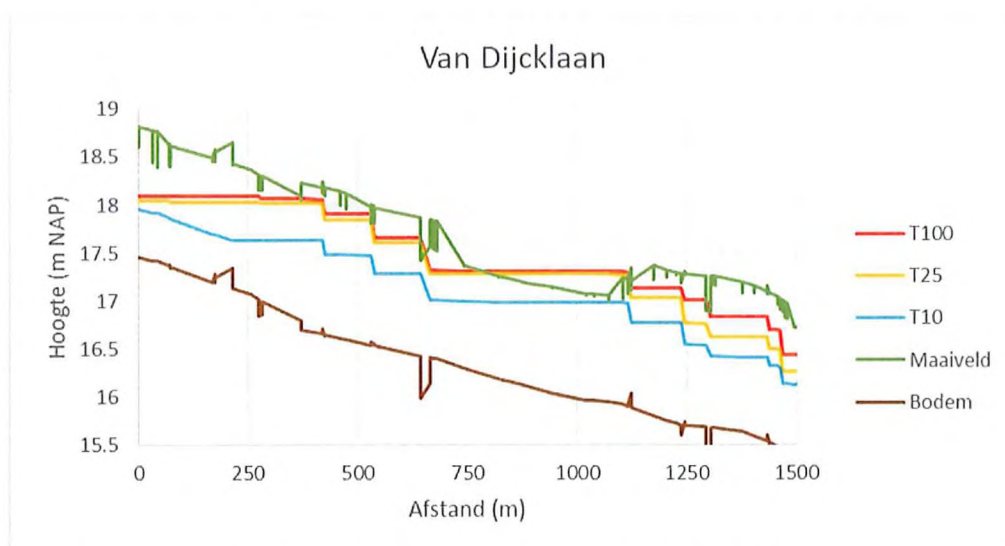
- Bruggen
- Overstorten van het gemeentelijk rioolstelsel
- Kades
- Gebouw in de nabijheid van de Reusel
- Een camping
- Laaggelegen percelen
- Wegen
- Paden

In bijlage 2 zijn kaarten opgenomen voor de drie deelgebieden met de locaties van de objecten met een kritiek peil en het bijbehorende kritieke peil. Vervolgens is voor de referentiesituatie getoetst aan de waterstanden bij de T100-afvoer of de waterpeilen onder het kritieke peil blijven. Op vijf locaties voldoet de waterstand bij de T100-afvoer in de referentie niet aan het kritieke peil. Voor die locaties is getoetst of ze wel aan de waterstanden bij de T10-voldoen. Dat is bij alle vijf de locaties het geval.

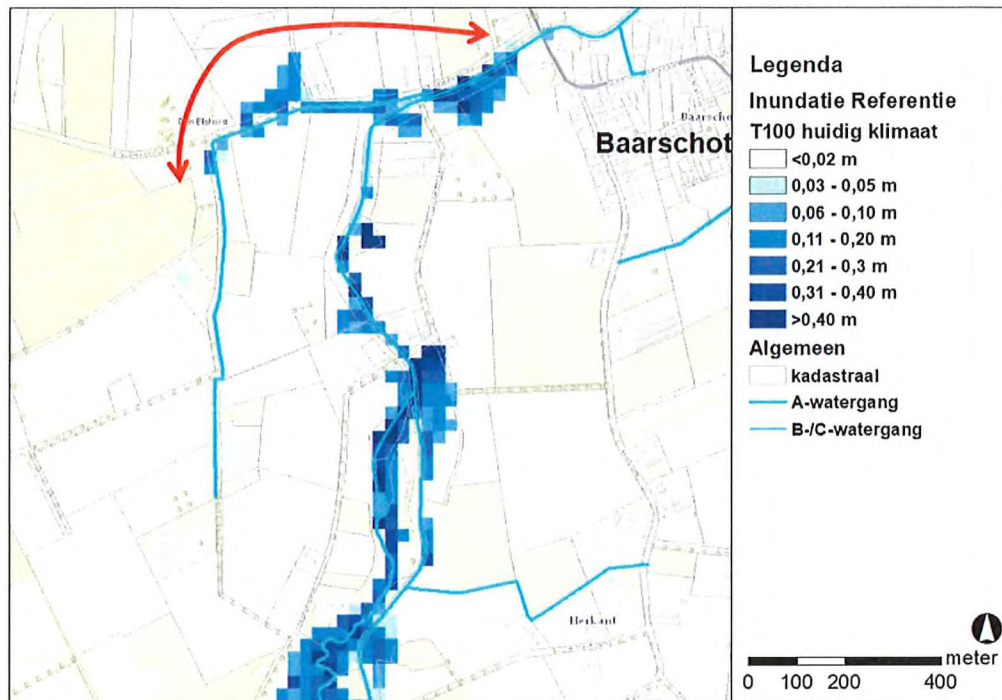
Ook treden vanaf de T25 inundaties op bij de Watermolenweg / Van Dijkklaan. Deze inundaties zijn in figuur 4-12 voor de T100 in meer detail weergegeven. Dit betreft een zijwatergang, de RS306. Zichtbaar is dat op 2 trajecten de watergang niet gevolgd wordt. Dit is eerst in het traject tussen duiker RS306-KDU-3 tot KDU-8, waar een meer westelijk gelegen laagte in het maaiveld wordt gevolgd. Vervolgens stroomt het water vanaf KDU-11 over het maaiveld naar de Turkaa.



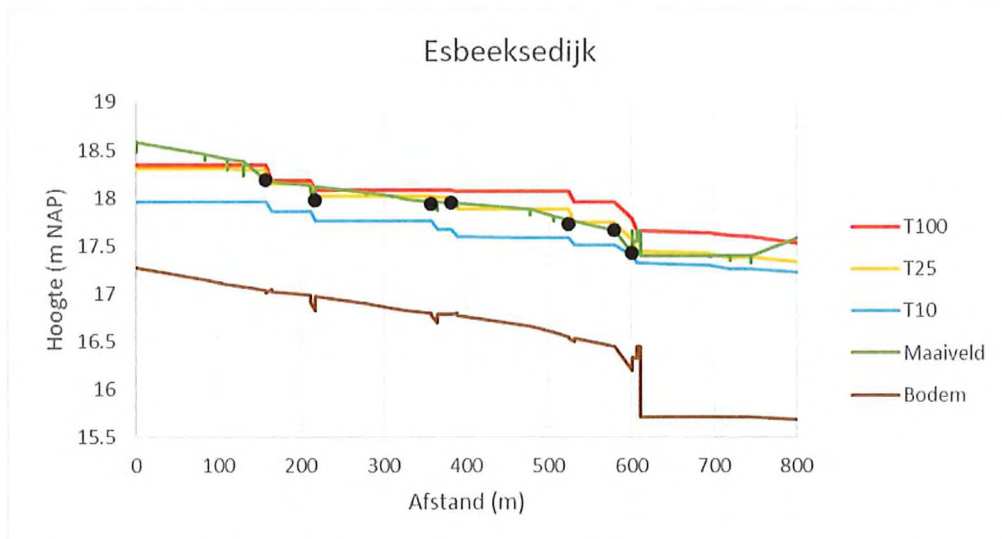
Figuur 4-12: Berekende inundatie bij een herhalingsijd van 1 maal per 100 jaar bij huidig klimaat (HK) voor het middendeel van het projectgebied, met de rode pijl is de ligging van het lengteprofiel van figuur 4-13 aangeduid



Figuur 4-13: Lengteprofiel langs de Van Dijkklaan met waterstanden voor de T=10, T=25 en T=100.

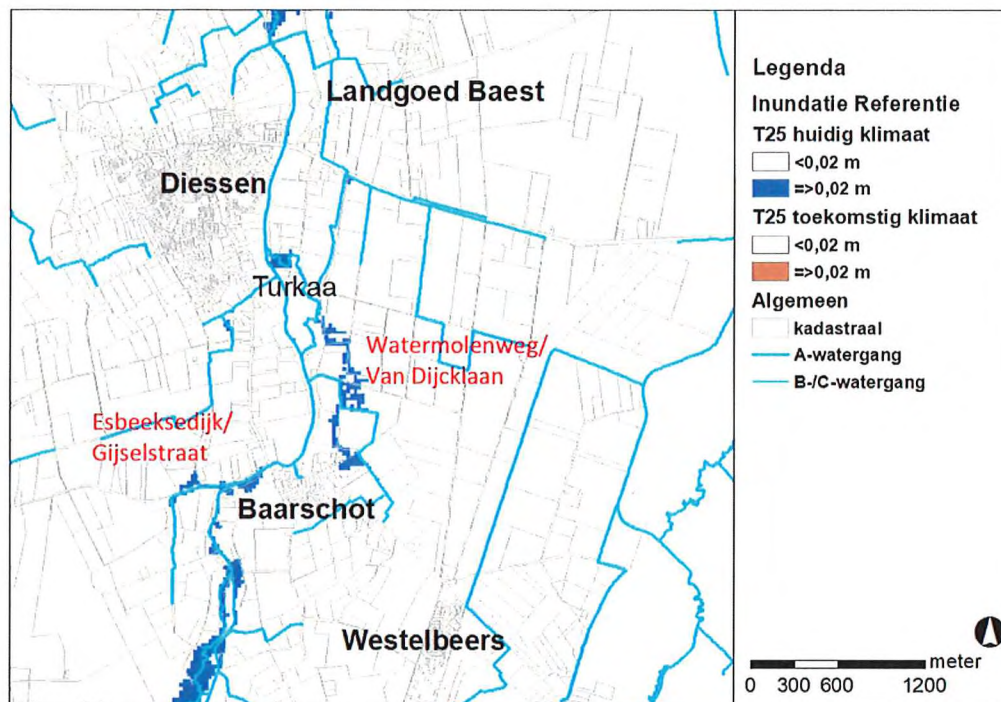


Figuur 4-10: Berekende inundatie bij een herhalingsijd van 1 maal per 100 jaar bij huidig klimaat (HK) voor het zuidelijke deel van het projectgebied, met de rode pijl is de ligging van het lengteprofiel in figuur 4-11 aangeduid

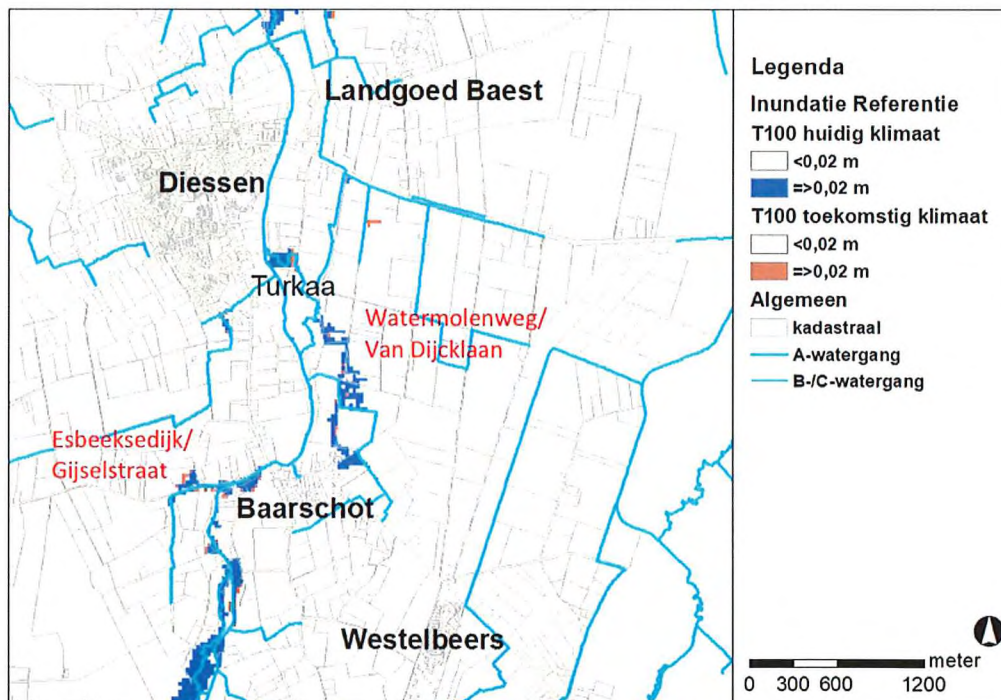


Figuur 4-11: Lengteprofiel RS304 op het traject van Moleneind langs de Esbeeksedijk tot stuw 9 in de Reusel met waterstanden voor de T=10, T=25 en T=100. Zwarte stippen zijn duikers.

Vanaf de T25 treden ook inundaties op langs de Esbeeksedijk, in het traject tussen de Gijzelstraat en de Baarschotsestraat aan de zuidkant van de Reusel. Deze inundaties hangen samen met de maaiveldhoogte, die hier relatief laag is.

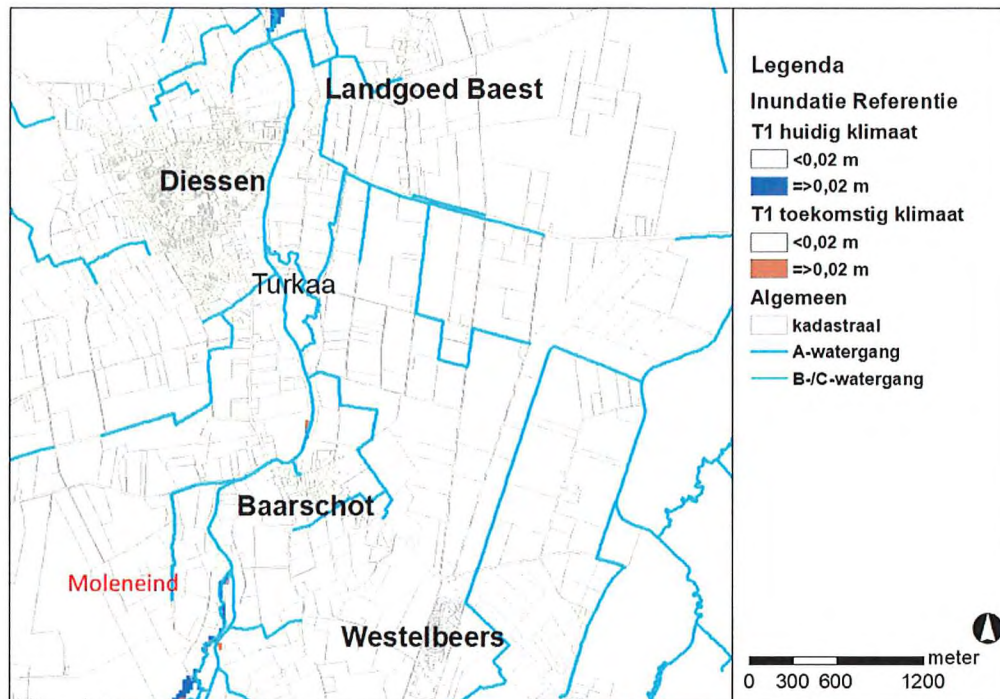


Figuur 4-8: Berekende inundatie bij een herhalingsijd van 1 maal per 25 jaar bij huidig klimaat (HK) en toekomstig klimaat (TK)



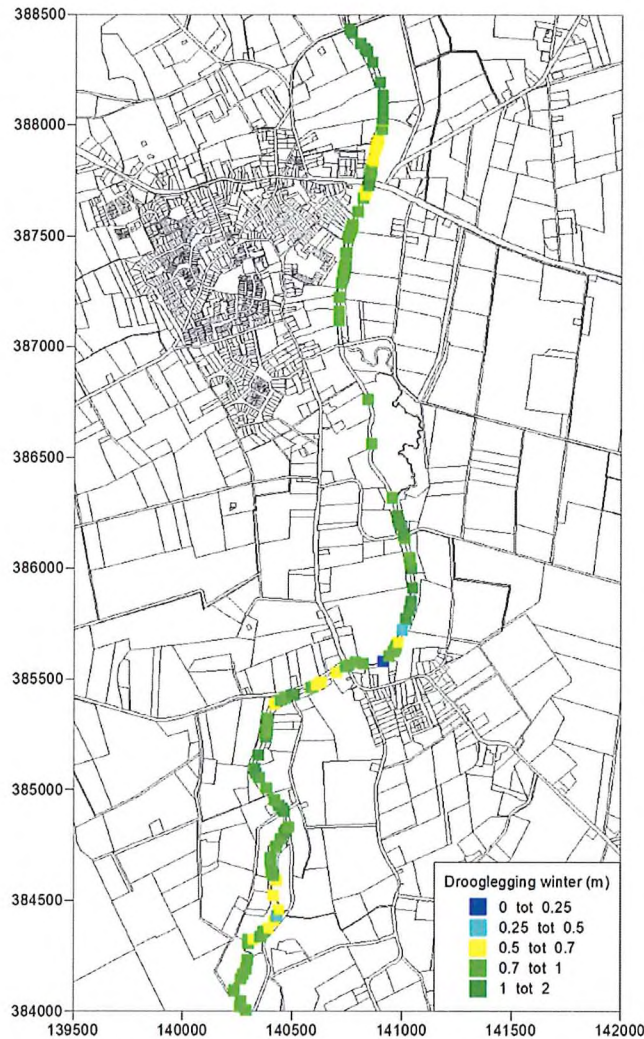
Figuur 4-9: Berekende inundatie bij een herhalingsijd van 1 maal per 100 jaar bij huidig klimaat (HK) en toekomstig klimaat (TK)

Bij de T1 (figuur 4-7) en de T10 is er zowel bij het huidige klimaat als het toekomstige klimaat nauwelijks sprake van inundaties. Bij het meest stroomopwaartse gebied, Moleneind, zijn er enige inundaties. Dit betreft natuurgebied, inundaties zijn hier dus toelaatbaar.



Figuur 4-7: Berekende inundatie bij een herhalingsijd van 1 maal per jaar bij huidig klimaat (HK) en toekomstig klimaat (TK)

In figuur 4-8 en figuur 4-9 zijn de inundaties bij de T25 en T100 weergegeven. Vanaf de T25 treden ook inundaties op bij de Esbeeksestraat / Gijselstraat bij Baarschot. Deze zijn voor de T100 meer in detail weergegeven in figuur 4-10 op het traject van het Moleneind over de Esbeeksedijk tot stuw 9. De inundatie van de RS304 bij de Esbeeksedijk, die bovenstrooms van stuw 9 op de Reusel aansluit, is in een lengteprofiel weergegeven in figuur 4-11. Zichtbaar is dat in dit traject in de zijwatergang een reeks van 7 duikers ligt. (RS304-KDU-14, KDU-16, KDU-18, KDU-19, KDU21, KDU22, KDU24). Deze hebben allen een diameter van 500 mm. Bij grotere afvoeren zorgt dit voor een groot verval over de duikers. Bij de T10 is een totaal verval over de duikers van 0,6 m berekend. De waterstanden blijven dan nog in het profiel van de watergang. Bij een T25 is het verval 0,85 m. In deze situatie treedt inundatie op. Het verval bij de T100 is weer iets kleiner (0,7 m), doordat in verhouding een groter deel van het water over het maaiveld stroomt.



Figuur 4-6: Drooglegging in de winter in de referentiesituatie

Hoewel de waterpeilen in de zomer op sommige locaties hoger liggen dan in de winter, liggen de grondwaterstanden in de zomer lager. Dit komt doordat de grondwaterstanden uitzakken door de grotere verdamping. Er zijn dan geen risico's op wateroverlast.

Grondwater

De referentiesituatie is de situatie die gedurende een groot aantal jaren is voorgenomen in het projectgebied. De grondwatersituatie in de referentiesituatie is dus de situatie zoals is toegelicht in paragraaf 2.4.

Piekafvoeren

Met het referentiemodel zijn de maximale waterstanden berekend die optreden in de situatie $T=1$, $T=10$, $T=25$, $T=50$ en $T=100$ voor het klimaatscenario huidig klimaat én toekomstig klimaat. Ter illustratie van de resultaten zijn in figuur 4-7, figuur 4-8 en figuur 4-9 de inundaties bij de $T=1$, $T=25$ en $T=100$ opgenomen. In bijlage 3 zijn alle figuren opgenomen.