

RAPPORT

Modelstudie EVZ Hultense Leij

Klant: Gemeente Tilburg

Referentie: BI1426-RHD-ZZ-XX-RP-Z-0001

Status: Definitief/0001

Datum: 13-1-2022

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

George Hintzenweg 85
3068 AX Rotterdam
Water & Maritime
Trade register number: 56515154

+31 88 348 90 00 **T**
reception.rtm-gh@nl.rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document: Modelstudie EVZ Hultense Leij

Ondertitel:
Referentie: BI1426-RHD-ZZ-XX-RP-Z-0001
Status: 0001/Definitief
Datum: 13-1-2022
Projectnaam: Hultense Leij
Projectnummer: BI1426
Auteur(s): Emiel Verstegen, Sander van den Tillaart

Opgesteld door: Emiel Verstegen

Gecontroleerd door: Sander van den Tillaart

Datum: 13-01-2022

Goedgekeurd door: Sander van den Tillaart

Datum: 13-01-2022

Classificatie

Projectgerelateerd

Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden verveelvoudigd of openbaar gemaakt of worden gebruikt voor een ander doel dan waarvoor het document is vervaardigd. HaskoningDHV Nederland B.V. aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor dit document, anders dan jegens de Opdrachtgever.

Let op: dit document bevat mogelijk persoonsgegevens van medewerkers van HaskoningDHV Nederland B.V.. Voordat publicatie plaatsvindt (of anderszins openbaarmaking), dient dit document te worden geanonimiseerd of dient toestemming te worden verkregen om dit document met persoonsgegevens te publiceren. Dit hoeft niet als wet- of regelgeving anonimiseren niet toestaat.

Inhoud

1	Inleiding	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	Doel	2
1.3	Leeswijzer	2
2	Beschrijving trajecten	3
2.1	Huidige situatie	3
2.2	Gebiedsontwerp en wensbeelden per traject	3
2.3	Ruimtebeslag	7
2.4	Invloed verbreding A58	7
3	Model, methode, uitgangspunten, randvoorwaarden en criteria	9
3.1	Model	9
3.2	Methode	11
3.3	Uitgangspunten	11
3.4	Randvoorwaarden	12
3.5	Toetscriteria	13
4	Ontwerpslag 1: dimensionering op basis van analytische berekening	14
4.1	Analytische berekeningen	14
4.2	Resultaten analytische berekeningen	20
5	Ontwerpslag 2: dimensionering op basis van model	22
5.1	Verwerking maatregelen in model	22
5.2	Modelresultaten: effecten	25
5.3	Aanpassingen voor optimalisatie: afwenteling en doorstroommoeras	27
6	Ontwerpslag 3: Optimalisatie op basis van model	29
6.1	Aanpassingen	29
6.2	Beschrijving effecten	31
7	Conclusies en aanbevelingen	37
7.1	Uiteindelijke inrichting	37
7.2	Conclusies	38
7.3	Aanbevelingen	39

8 Referenties

40

Bijlagen

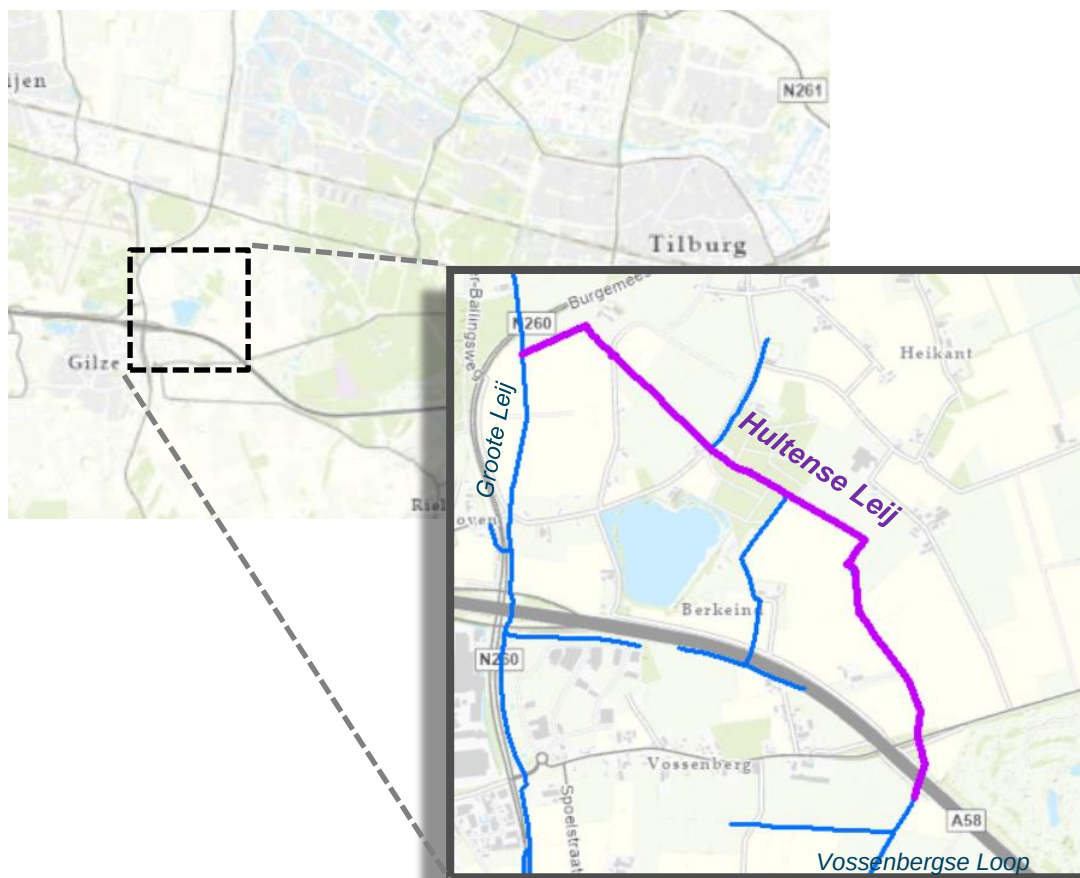
Profielen uiteindelijk ontwerp

Stuwen in uiteindelijke ontwerp

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De gemeente Tilburg is voornemens om samen met waterschap Brabantse Delta de Ecologische VerbindingsZone (EVZ) Hultense Leij aan te leggen. De Hultense Leij wordt gevoed door de Vossenbergsche Loop en is gelegen tussen Tilburg en Gilze en stroomt in (noord)oostelijke richting, waarna het uitmondt in de Grote Leij. Het huidige traject van de Hultense Leij is te zien in figuur 1-1.



Figuur 1-1: ligging Hultense Leij (paarse lijn)

Binnen dit project ligt de ambitie voor de inrichting iets hoger dan het creëren van een natuurlijke oever met stapstenen, mede door ontwikkeling van het naastgelegen industriegebied Wijkevoort. Er wordt o.a. gedacht aan het creëren van moerasgebieden, gedeeltes beek in bos, waterberging en helofytenfilters (zie hiervoor de bijgevoegde globale inrichtingsschetsen). Hiermee zijn er flinke veranderingen aan het watersysteem en dienen afmetingen van de verschillende 'beektypes' (zoals doorstroommoeras en beek in bos) gedimensioneerd te worden. De dimensionering dient aangepast te worden om natschade/droogschade zo veel mogelijk te voorkomen.

Deze notitie beschrijft de studie waarin een hydrologisch oppervlaktewatermodel is opgezet, met het bijbehorende hydrologisch onderzoek. Hiermee is op basis van de wensbeelden van waterschap en gemeente een eerste dimensionering van de maatregelen inzichtelijk gemaakt, alsmede de effecten van deze maatregelen.

1.2 Doel

Het doel van het onderzoek was om middels een modelstudie de hydrologische inpassing van de geplande EVZ te toetsen. Hiervoor is met een bestaand oppervlaktewatermodel in SOBEK de huidige situatie inzichtelijk gemaakt. Vervolgens zijn de gedimensioneerde maatregelen verwerkt in het model, waarna de uitkomsten getoetst worden aan de vastgestelde criteria. Dit proces is in nauwe samenwerking met de gemeente Tilburg, Idverde, waterschap Brabantse Delta en Kruitkok landschapsarchitecten uitgevoerd. Door al deze partijen gedurende het project te blijven betrekken, is het mogelijk gebleken op een aantal punten bij te sturen, aangezien de tussenresultaten niet altijd het gewenste resultaat lieten zien.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 is de beschrijving van de deeltrajecten te zien, zoals deze vanuit de landschapsarchitecten is opgesteld.

De hoofdstukken 3, 4, 5 en 6 zijn vrij technisch van aard en mogelijk niet interessant voor iedere lezer. Hierin is namelijk het ontwerpproces vrij gedetailleerd uitgewerkt. Indien de lezer alleen geïnteresseerd is in de uitkomsten, zijn deze hoofdstukken wellicht niet nuttig om te lezen.

- In hoofdstuk 3 zijn de uitgangspunten, randvoorwaarden en toetscriteria te vinden.
- Hoofdstuk 4 bevat de eerste ontwerpslag: de dimensionering op basis van analytische berekeningen.
- Vervolgens is het ontwerp modelmatig doorgerekend in ontwerpslag 2; dit is te vinden in hoofdstuk 5.
- Ontwerpslag 3 is een optimalisatie, die is gepresenteerd in hoofdstuk 6.

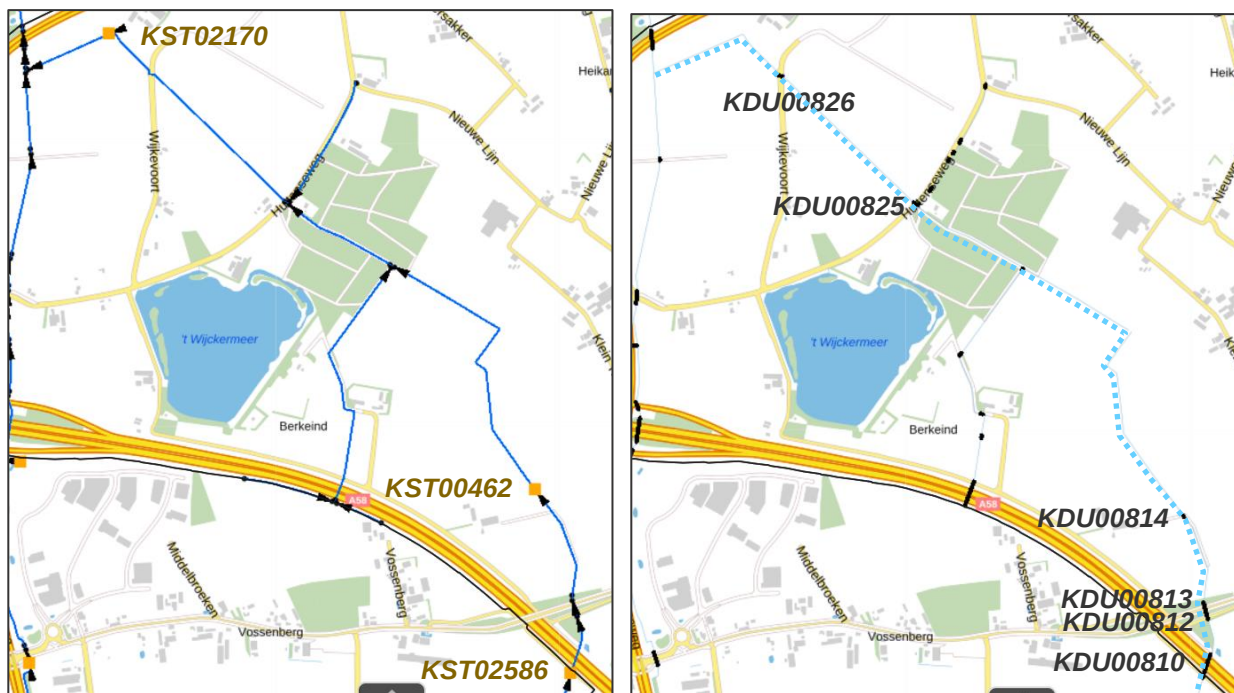
Hoofdstuk 7 bevat de conclusies en aanbevelingen, met daarin ook het uiteindelijke ontwerp en verwijzingen naar de bijlagen. In hoofdstuk 8 zijn de gebruikte bronnen opgesomd in een referentielijst.

2 Beschrijving trajecten

2.1 Huidige situatie

In de huidige situatie is de Hultense Leij een vrij diepe watergang, die als meest belangrijke functie het afvoeren van hemelwater heeft, ten behoeve van de landbouw. In normale afvoersituaties is de drooglegging vrij groot. In perioden met weinig neerslag valt de Hultense Leij droog. De grote diepte van de watergang is vooral bedoeld voor de situaties met extreme neerslag. In dat geval is het relatief grote doorstroomoppervlak nodig om de piekafvoeren zonder overstromingen af te kunnen voeren.

In de huidige situatie is er een aantal stuwen aanwezig in de Hultense Leij. Het betreft hier twee schotbalkstuwen (KST00462 en KST02586), en een handmatig regelbare stuw (KST02170). Deze stuwen zorgen er in de huidige situatie voor dat er wat water wordt vastgehouden. Dit is echter niet voldoende om jaarrond watervoerend te kunnen blijven. In figuur 2-1 zijn de stuwen en duikers in de hoofdloop van de Hultense Leij te zien, inclusief codering.

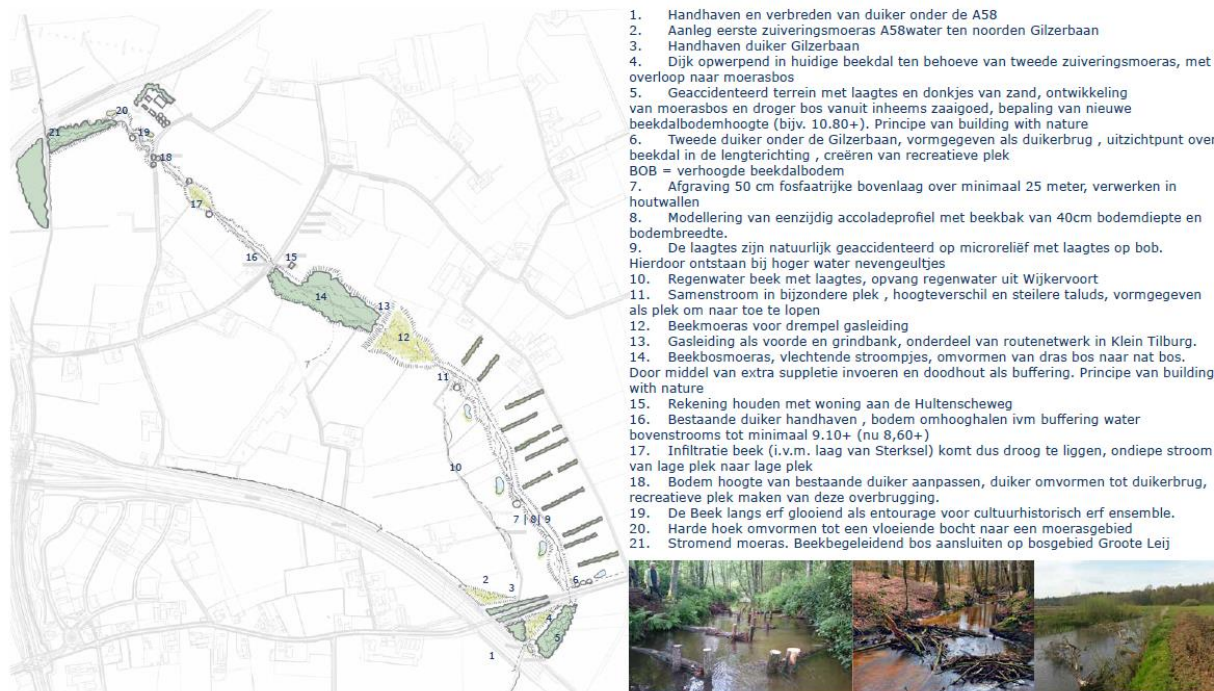


Figuur 2-1: stuwen (links) en duikers (rechts) in de Hultense Leij

2.2 Gebiedsontwerp en wensbeelden per traject

Het doel van de EVZ is om een meer natuurlijk beekstelsel in te richten, waarbij minder risico is op droogval, maar anderzijds het stelsel bij hoge afvoeren geen extra risico op overstromingen heeft. Het gebiedsontwerp is opgesteld door Idverde en KruitKok Landschapsarchitecten (zie referentie [1] uit de referentielijst). Het ontwerp beschrijft de beelden van 6 deeltrajecten: vanaf de onderdoorgang van de A58 tot aan de uitstroom in de Grote Leij. Figuur 2-2 toont de oorspronkelijke impressie uit referentie [1]. Gedurende het project zijn deze beelden her en der wat aangepast. De oorspronkelijke beelden, alsook de aanpassingen worden kort besproken in deze paragraaf.

Buiding with nature maatregelen



57 L2008 R001

Figuur 2-2: oorspronkelijke impressie met maatregelenlijst EVZ Hultense Leij, uit [1]

Hieronder worden de deeltrajecten afzonderlijk toegelicht. Voor sommige deeltrajecten zijn de uitgangspunten gedurende het project wat gewijzigd. Voor het volledige overzicht is in deze paragraaf per deeltraject de volgende beschrijving gegeven:

- Uitgangspunt wensbeeld: het oorspronkelijke wensbeeld. Deze beschrijving is een vertaling uit de referentie [1] en vormt het uitgangspunt voor de eerste inschatting en analytische berekening (zie hoofdstuk 3).
- Aanpassing wensbeeld naar aanleiding van berekeningen: indien uit de analytische of modelberekeningen is gebleken dat het originele ontwerp niet doelmatig of haalbaar is, is het wensbeeld aangepast (zie hoofdstuk 3, 4 en 5).



Figuur 2-3: deeltrajecten EVZ Hultense Leij, uit [1]

Voor de specifieke wensbeelden, impressies en profielen wordt verwezen naar het referentiedocument [1].

Traject 1: Driehoek Gilzerbaan

Uitgangspunt wensbeeld: Dit traject loopt van de duiker onder de A58 tot aan de duiker onder de Gilzerbaan en betreft slechts zo'n 100 meter. De loop van de Hultense Leij komt in traject 1 en 2 verder in het oosten te liggen. De aansluiting van traject 1 op traject 2 verplaatst daarom ook naar het westen. Hierdoor is een nieuwe duiker onder de A2 nodig. Het maaiveld ligt tussen de +11,40 en +11,90 m NAP. De bermsloot langs de A58 watert vanuit het noordoosten af op de Hultense Leij, via een helofytenfilter. Hierdoor watert er geen verontreinigd water af op de EVZ.

Aanpassing wensbeeld naar aanleiding van berekeningen: Het helofytenfilter komt te vervallen. Ook blijft de huidige loop van traject 1 intact, waardoor geen nieuwe duiker onder de Gilzerbaan aangelegd wordt. De bestaande onderdoorgang onder de Gilzerbaan zal ook in het nieuwe traject gebruikt worden.

Traject 2: Bovenloop Hultensche Leij

Uitgangspunt wensbeeld: Het tweede traject krijgt een andere loop dan in de huidige situatie. De loop van de Hultense Leij verplaatst namelijk naar het noordoosten: hier is een natuurlijke laagte aanwezig. Via de nieuwe duiker onder de Gilzerbaan stroomt de Hultense Leij in noordwestelijke richting middels een accoladeprofiel en enkele poelen. De lengte van dit traject is circa 1.100 meter, en het omliggende maaiveld varieert tussen de +10,70 en +11,70 m NAP. Het traject sluit aan het einde weer aan op de bestaande ligging van de Hultense Leij.

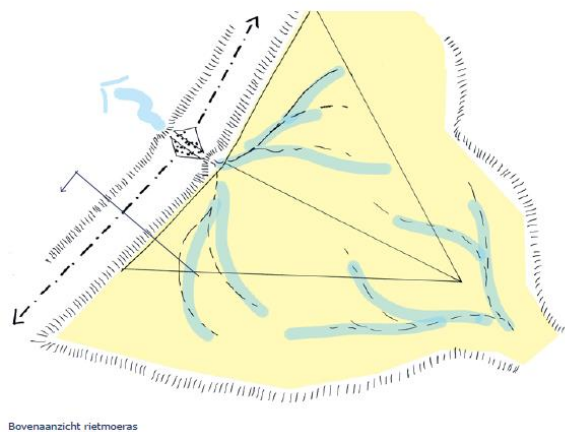
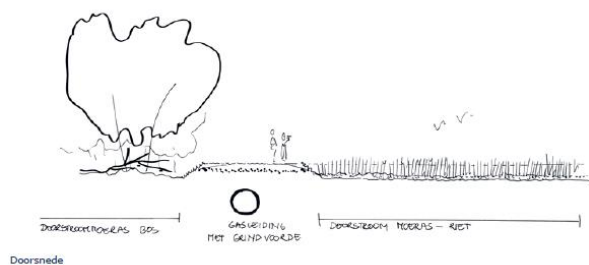
Aanpassing wensbeeld n.a.v. berekeningen: Omdat traject 1 de huidige ligging behoudt en gebruik maakt van de huidige duiker onder de Gilzerbaan, wordt hier een nieuwe sloot gegraven, parallel aan de Gilzerbaan; zie het paarse traject in figuur 2-4.



Figuur 2-4: ligging nieuwe sloot als verbinding tussen traject 1 en 2 (in paars), ref [4]

Traject 3: Moeras en voorde bij de gasleiding

Uitgangspunt wensbeeld: Vlak voordat de Hultense Leij het bosgebied binnenstroomt, is een doorstroommoeras voorzien. Hier kan het water meer dan in de andere trajecten de breedte in. Aan het einde van het traject kruist de Hultense Leij een gasleiding. Ter plekke van de gasleiding komt een voorde te liggen die zorgt voor een voldoende diepte in het moeras, in combinatie met de mogelijkheid om de watergang over te steken. Er zijn in dit gebied enkele laagtes van ongeveer +10,20 m NAP. De rest van het maaiveld ligt overwegend tussen de +10,50 en +10,90 m NAP.



Referentiebeeld voorde op de zandgronden bij laag water in de 16e eeuw (bron: Rijksmuseum)



Referentiebeeld uitstroom over voorde vanuit moeras



Referentiebeeld onderhoudspad op dijk door rietmoeras

Figuur 2-5: impressie van het doorstroommoeras [1]

Aanpassing wensbeeld naar aanleiding van berekeningen: omdat het qua hoogteligging niet mogelijk/doelmatig was om een doorstroommoeras aan te leggen, is dit beeld geschrapt. Traject 3 zal er dus hetzelfde uitzien als traject 2. De voorde blijft wel intact, omdat een verondieping noodzakelijk is dankzij de aanwezige gasleiding (referentie [5]).

Traject 4: Beekbosmoeras

Uitgangspunt wensbeeld: Benedenstrooms van de voorde stroomt de Hultense Leij door bebost gebied, in eigendom van Staatsbosbeheer. De huidige loop van de Hultense Leij door dit gebied is ongeveer 430 meter tot aan de duiker onder de Hultense weg. Het maaiveld rondom dit traject loopt uiteen van +10,00 tot +10,80 m NAP. De Hultense Leij mag hier vlechtend haar weg vinden in de richting van traject 5.

Traject 5: Prinsenakker: water sijpelend van laagte naar laagte

Uitgangspunt wensbeeld: Tussen de Hultenseweg en de Wijkevoort ligt traject 5, ongeveer 560 meter lang. In het ontwerp is voorzien in een overgang van een 2-fase profiel naar een 1-fase profiel en terug. Het maaiveld bevat enkele laagtes van rond de +9,80 m NAP. De rest van het maaiveld bevindt zich rond de +10,10 à +10,20 mNAP.

Traject 6: Instroom in de Grote Leij en rond donk van Prinsenhoef

Uitgangspunt wensbeeld: Dit traject is circa 460 meter, vanaf de Wijkevoort tot aan de uitstroom in de Grote Leij. Het maaiveld bevindt zich hier tussen de +9,40 en +10,10 m NAP. Hier zijn ook een aantal poelen voorzien.

2.3 Ruimtebeslag

Een belangrijk onderdeel van dit onderzoek is het bepalen van het ruimtebeslag van de maatregelen. Er is een zone van pakweg 50 meter breed beschikbaar langs de Hultense Leij. De gemeente heeft een kaart aangeleverd waarop de 50 meter brede zone te zien is, alsmede de eigendommen rondom de Hultense Leij [2].

2.4 Invloed verbreding A58

Op 12 juli 2021 heeft telefonische afstemming plaatsgevonden met Rijkswaterstaat (RWS), in de persoon van Sander Zondervan (ingehuurd projectleider MIRT verkenning A58 Tilburg-Breda). De aanpassingen aan de A58 kunnen namelijk gevolgen hebben voor de inrichting van de Hultense Leij.

2.4.1 Varianten

Momenteel is Rijkswaterstaat bezig met het uitwerken van het Voorkeursalternatief. Er worden drie alternatieve varianten afgewogen:

1. Niets doen.
2. Toevoegen van een derde rijstrook aan beide zijden; aan de binnenkant (huidige middenberm).
3. Toevoegen van een derde rijstrook aan beide zijden; aan de buitenkant van de huidige 2 stroken.

Niets is nog definitief, maar het lijkt er sterk op dat gekozen gaat worden voor alternatief 2. Een keuze voor alternatief 2 zou betekenen dat de aanwezige duiker onder de snelweg (KDU00810) niet aangepast hoeft te worden.

2.4.2 Vervolgonderzoeken en drooglegging

Pas na het uitvoeren van de MIRT-verkenning gaat Rijkswaterstaat het Voorkeursalternatief (VKA) kiezen en worden vervolgonderzoeken ingezet. In de huidige fase is het aspect water nog niet uitvoerig beschouwd, omdat hier geen grote knelpunten verwacht worden. Het huidige zandbed voldoet ruim aan de eisen. Rijkswaterstaat verwacht dan ook geen problemen wat betreft drooglegging.

Ter illustratie: de snelweg heeft de bovenkant op ongeveer +13,20 m NAP (AHN3), terwijl de half maatgevende afvoer in het referentiemodel een waterstand van +11,25 m NAP ter hoogte van de duiker onder Gilzerbaan (KDU00810) heeft. In een T=100 met klimaat (de meest extreme afvoersituatie) bereikt het peil hier een waterstand van maximaal +11,60 m NAP. Zowel in normale als extreme situaties lijkt hier dus geen probleem te ontstaan.

2.4.3 Afwatering en schematisatie model

De waarschijnlijke keuze voor variant 2 (extra rijstroken in huidige middenberm) zorgt ervoor dat duiker KDU00810 en het watersysteem van de Hultense Leij waarschijnlijk niet aangepast hoeven te worden. In het startoverleg is dit besproken. RWS is verantwoordelijk voor de realisatie van extra berging om het toenemende verharde oppervlak te compenseren. Hierdoor zal dit niet zorgen voor extra water op de Hultense Leij, en de door te rekenen maatregelen binnen dit project. Er is een mogelijke meekoppelkans met betrekking tot berging in het bovenstroomse helofytenfilter, en zodoende RWS te betrekken bij het project. De trajecten lopen qua planning uiteen, waardoor deze ontwikkeling op in deze studie niet expliciet is meegenomen.

3 Model, methode, uitgangspunten, randvoorwaarden en criteria

In dit hoofdstuk worden het hydraulische model, methode, uitgangspunten, randvoorwaarden en toetscriteria besproken. Dit hoofdstuk is vrij technisch van aard en voornamelijk bedoeld als achtergrondinformatie voor de inhoudelijk specialisten.

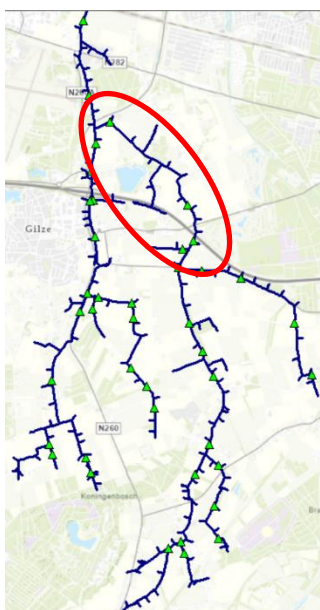
3.1 Model

Voor de hydraulische modelstudie wordt gebruik gemaakt van een SOBEK model. De basis hiervoor is het door Waterschap Brabantse Delta aangeleverde SOBEK model: "HULTLEIJ.lit" (versie 2.13, aangeleverd op 1 juli 2021). Dit model bestaat uit twee cases:

1. 'EVZ Hultense Leij - referentie - NBW - T10'
2. 'EVZ Hultense Leij - referentie - half maatgevende afvoer'

De eerste case dient als basis voor doorrekening van de extreme situaties; de tweede case is bedoeld voor de stationaire situatie.

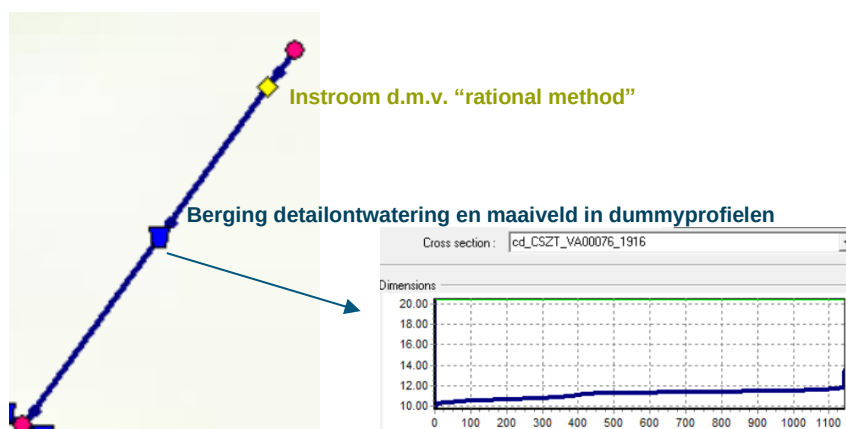
De aangeleverde modellen zijn gebaseerd op een uitsnede uit het NBW-model van waterschap Brabantse Delta (2018). De modellen bevatten de bovenstrooms gelegen stroomgebieden van de Vossenbergsche Loop en de Groote Leij. Figuur 3-1 toont de watergangen en stuwen die zijn opgenomen in het aangeleverde model. Rood omcirkeld is de EVZ Hultense Leij. Dit model is de basis voor de hydrologische modelstudie.



Figuur 3-1: Watergangen en stuwen (groene driehoeken) van het aangeleverde SOBEK-model

Het model bevat de volgende onderdelen:

- Module 1DFlow (Rural).
- Het model is gevalideerd ten behoeve van de NBW-studie (2018). Vervolgens is bovenstaand deelstroomgebied uitgeknipt, geactualiseerd/gecontroleerd en aangeleverd door de hydroloog van waterschap Brabantse Delta.
- Het model bevat de primaire watergangen in het gebied, met de leggerprofielen (trapezium).
- De kleine rechte zijwatergangen die in figuur 3-1 te zien zijn, simuleren de laterale instroompunten en de berging in detailontwatering en op maaiveld, per afwaterende eenheid:
 - Laterale instroom door middel van “rational method”. Hierin is het oppervlak van de afwaterende eenheid gedefinieerd, en wordt verwezen naar de bui-files¹.
 - De extreme situaties bevatten twee “rainfall stations”. In de extreme modellen wordt naar deze twee stations verwezen; en ze schematiseren de deelgebieden “BODO16” en “OOSTWA”.
 - De stationaire situatie verwijst niet naar de bui-file, maar naar een specifieke afvoer (in l/s/ha) die verschilt door het hele gebied heen.
 - Berging secundaire en tertiaire watergangen en het maaiveld (middels een S-curve in het dwarsprofiel). Het model bevat dus geen 2D Overland Flow.



Figuur 3-2: watergang: berging detailontwatering en instroom

- Stuwen zoals te zien in figuur 3-1.
- Het model bevat duikers. In de Hultense Leij zijn dat de duikers met ID: KDU00810, KDU00812, KDU00813, KDU00814, KDU00825 en KDU00826. Er zit geen slib in de duikers.
- Het model bevat geen bruggen.
- Het model is niet verder gevalideerd.
- In overleg met de waterschapshydroloog is besproken om de inrichting van de Groote Leij niet in het model op te nemen. Naar verwachting zal het effect van deze inrichting alleen bij het uitstroompunt van de Hultense Leij orde grootte 1 cm bedragen. Dit valt binnen de onzekerheidsmarge van de modellering en zal daarom niet opgenomen worden in het model voor deze studie.

¹ De volgende bui-files zijn aangeleverd: BDOWT10.bui, BDOWT25.bui, BDOWT50.bui, BDOWT100.bui en BDWT100K.bui

3.2 Methode

Voor het doorrekenen van het ontwerp EVZ Hultense Leij is uitgegaan van de volgende zes/zeven afvoersituaties:

Dynamische situaties:

1. T10.
2. T25.
3. T50.
4. T100.
5. T100 met klimaatopslag.

Stationaire situatie:

6. Halve maatgevende afvoer.
7. *Later toegevoegd: voorjaarssituatie: 40 l/s.*

De eerste vijf afvoersituaties zijn afkomstig uit de NBW-studie uit 2018. Op basis van statistiek zijn de buifiles zo ingericht, dat ze leiden tot de waterstanden die representatief zijn voor de betreffende herhalingstijd. De halve maatgevende afvoersituatie is gebaseerd op de afvoernormen in het gebied. De voorjaarssituatie is gekozen op 40 l/s na afstemming met de waterschapshydroloog.

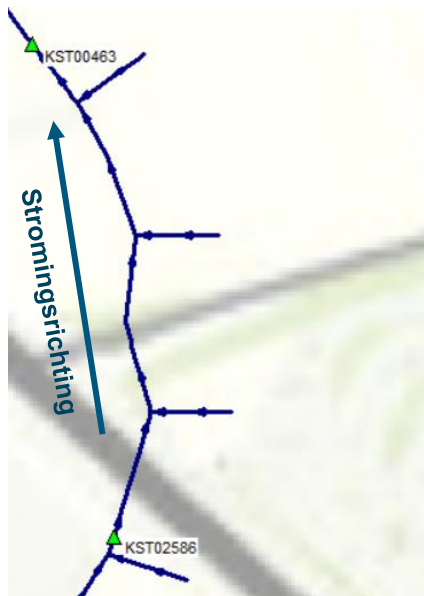
Weerstanden

De volgende weerstanden worden aangenomen:

- Weerstand watergangen: Manning $1/20 \text{ s/m}^{1/3}$ (zowel extreme als half maatgevende afvoersituaties).
- Weerstand duikers: Manning $1/75 \text{ s/m}^{1/3}$.
- Inlet coëfficiënt duikers: 0,6 (-).
- Outlet coëfficiënt duikers: 1,0 (-).
- Stuw coëfficiënt: 1 (-).

3.3 Uitgangspunten

- Er heeft een beperkte modelcontrole plaatsgevonden op basis van de legger:
 - Er zijn twee duikers met afwijkende b.o.b.'s ten opzichte van de legger, namelijk KDU00812 en KDU00813. Deze zijn besproken met de waterschapshydroloog. De afwijking van KDU00812 is te verklaren omdat hiervoor de waarde zoals gemeten voor de kernregistratie is gebruikt. KDU00813 wijkt af van de legger en kernregistratie, en is naar aanleiding hiervan alsnog in het model aangepast naar leggerwaarden.
 - Stuw KST02586 (kruinstand +10,99 m NAP) heeft een lagere kruinstand dan stuw KST00463 (kruinstand +11,10 m NAP), terwijl KST02586 de meest bovenstrooms gelegen stuw is. Deze modelcheck is gecommuniceerd met de waterschapshydroloog, en is wel correct.



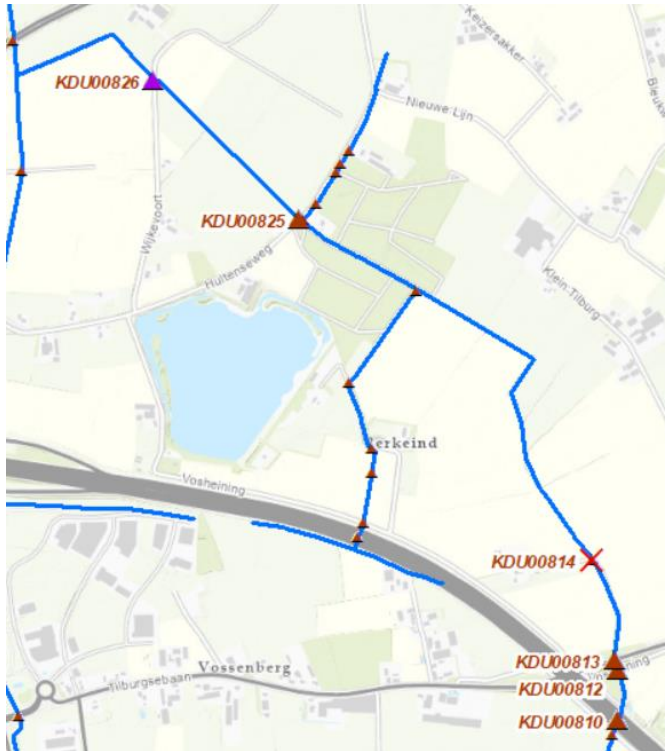
Figuur 3-3: modelcontrole stuwen huidige situatie

- Aangenomen is dat de ontwikkeling van industriegebied Wijkevoort in de toekomst niet leidt tot extra afvoer in de richting van de Hultense Leij; dus dat er voldoende berging in het systeem wordt opgenomen om de eventuele versnelde afvoer van nieuw verhard gebied te bergen en vertraagd af te voeren.
- Centraal gelegen in het gebied is een gasleiding aanwezig. Daarnaast is er een woning aan de Hultenseweg die dicht bij de EVZ gelegen is. Bij het ontwerp en de berekening van de effecten is rekening gehouden met deze objecten.
- Bij de dimensionering worden principeprofielen opgesteld, waarbij wordt aangegeven wat de vrijheidsgraden zijn welke door het landschapsarchitectenbureau kunnen worden gebruikt voor verdere inpassing in het landschap.
- Langs de watergangen dienen onderhoudspaden aanwezig te zijn. Bij twee-fasen profielen kan dit in het winterbed liggen, waarbij het maximale verhang 1:10 is.

3.4 Randvoorwaarden

De volgende randvoorwaarden gelden (uit referentie [3]):

- “Er mag geen vergroting van nat- droogschade of overstromingsfrequentie aan percelen, bebouwing of infrastructuur van derden rondom het plangebied voorkomen”.
- “Zijwaterlopen of lozingspunten moeten kunnen blijven afwateren”. Hiervoor wordt de kaart met vergunde lozingen zoals ontvangen van het waterschap op 21-7-2021 gebruikt.
- De volgende duikers moeten in stand blijven:
 - KDU00810 (duiker onder A58).
 - KDU00812 en KDU00813 (duikers onder de Gilzerbaan).
 - KDU00825 (duiker onder Hultenseweg).
- Duiker KDU00826 moet in stand blijven OF omgevormd worden tot brug (duiker onder Prinsenhoef). Tijdens het veldbezoek bleek hier de ruimte beperkt om aanpassingen te doen, vanwege de aanliggende bomenlaan. Daarom is uitgegaan van behoud van de duiker.
- Duiker KDU00814 wordt verwijderd: de loop van de Hultense Leij komt hier namelijk verder naar het oosten te liggen.



Figuur 3-4: randvoorwaarden duikers (bruin=behouden, rood=verwijderen, paars=behouden of omvormen tot brug)

- Stuw Prinsenhoef en Stuw Klein Tilburg worden verwijderd.

3.5 Toetscriteria

In deze paragraaf is opgesomd op welke (hydrologische) criteria het ontwerp beoordeeld wordt. Gedurende het project is deze lijst definitief gemaakt.

- Waterstanden:
 - Geen toename aan overstromingen op percelen van derden.
 - Lozingspunten en zijwatergangen moeten kunnen blijven afwateren.
 - Geen waterstandsdeling in half maatgevende afvoer.
 - Voldoende drooglegging bij half maatgevende afvoer, aan de hand van landgebruikskaart.
- Ongeveer 50 cm waterdiepte bij voorjaarsafvoer.
- Geen afwenteling van afvoergolven naar de Groote Leij.

Er is geen toetscriterium vastgesteld voor stroomsnelheden.

4 **Ontwerpslag 1: dimensionering op basis van analytische berekening**

Zoals in hoofdstuk 1 al aangegeven: de komende hoofdstukken 4, 5 en 6 beschrijven het ontwerpproces.

- Hoofdstuk 4: ontwerpslag 1, gebaseerd op analytische berekeningen.
- Hoofdstuk 5: ontwerpslag 2, gebaseerd op de eerste modelberekeningen.
- Hoofdstuk 6: ontwerpslag 3, gebaseerd op optimalisatie van de modelberekeningen.

Indien dit voor de lezer te gedetailleerd of technisch is, wordt verwezen naar hoofdstuk 7 (conclusies & aanbevelingen), waar het uiteindelijke ontwerp te vinden is.

4.1 **Analytische berekeningen**

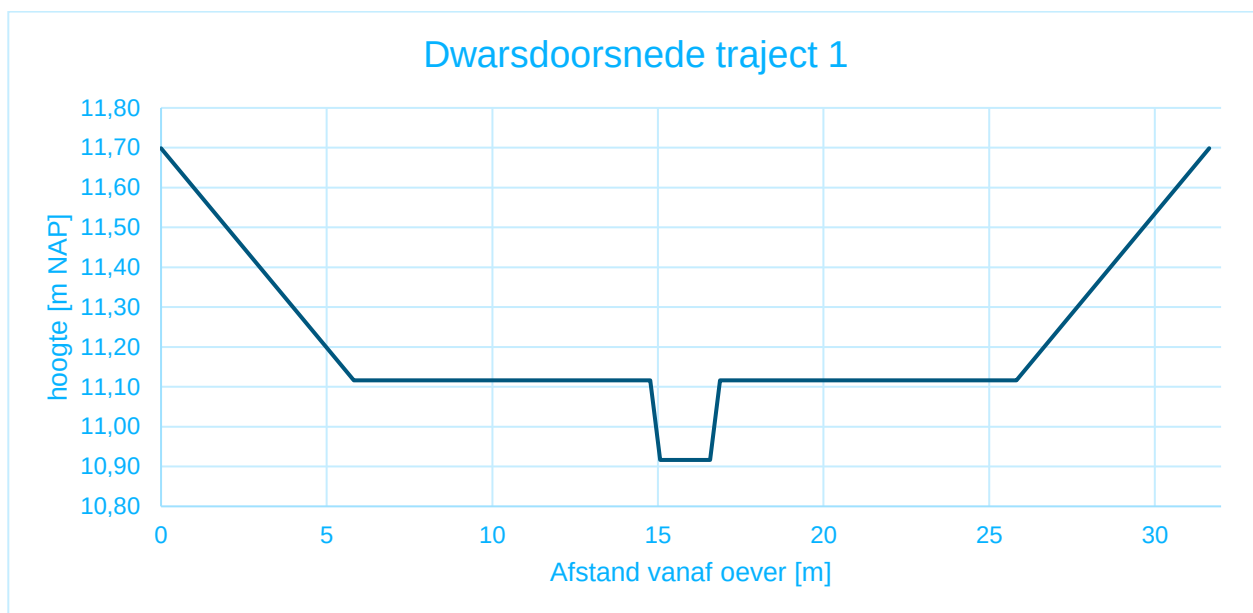
Voor de eerste inschatting van de profielen is uitgegaan van een analytische berekening. Deze berekening gaat uit van een uniforme en stationaire stroming waarbij het bodemverhang en het verhang van de waterspiegel gelijk is. Door middel van de Manning-formule wordt aan de hand van het debiet, een dwarsdoorsnede, de waterdiepte en de frictie het verhang van de bodem en waterspiegel berekend. Met het variëren van de dwarsdoorsnede en de waterdiepte kan per traject het verhang van de waterspiegel en bodem worden bepaald. Door met het meest benedenstroomse traject te beginnen, kan de waterstand voor het volgende traject worden bepaald. Op deze wijze is een lengteprofiel voor de Hultense Leij bepaald, uitgaande van de volgende uitgangspunten:

- Minimale bodembreedte 50 centimeter.
- Profielen zijn een 2 faseprofiel.
- Voorjaarsafvoer (40 l/s) zorgt voor een gevulde eerste fase.
- Natuurlijk verval, geen gebruik van stuwen anders dan de voorde.
- Taluds: in de eerste fase 1:1,5, en in de tweede fase 1:10.
- Bestaande duikers blijven liggen, verhoging van bodem is mogelijk in verband met overdimensionering van de duikers.

Dimensies

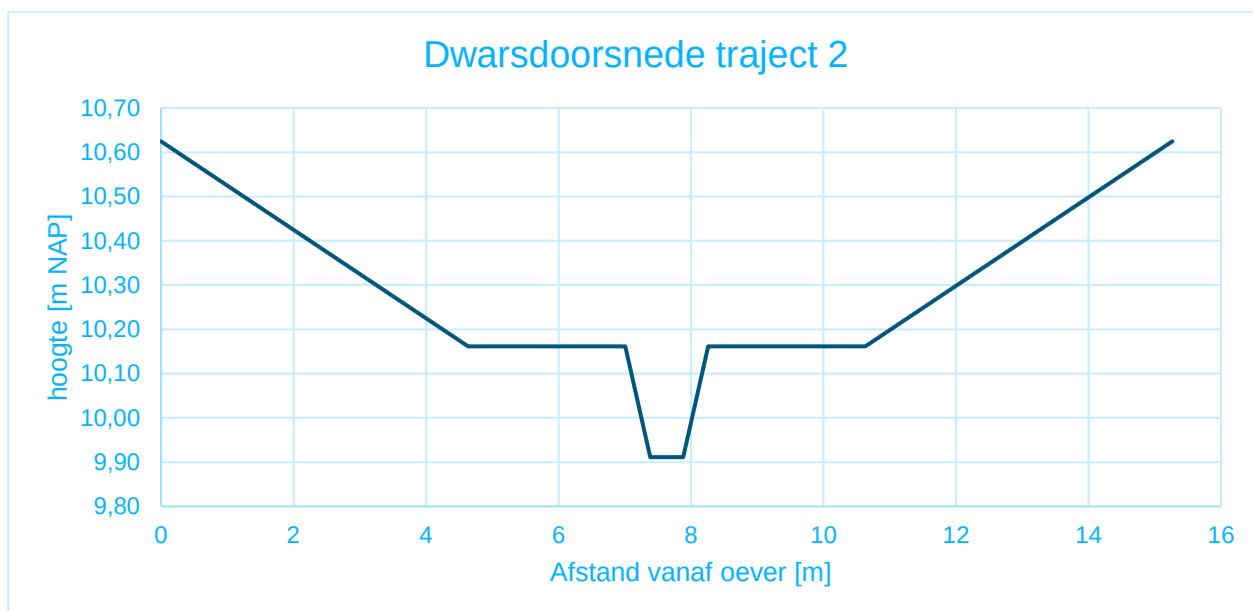
De berekeningen hebben geleid tot de volgende dimensies van de deeltrajecten:

Profielafmetingen traject 1	Breedte (m)	Hoogte (m)	Talud (1:....)
Eerste fase	1,5	0,2	1,5
Tweede fase	20	0,58	10



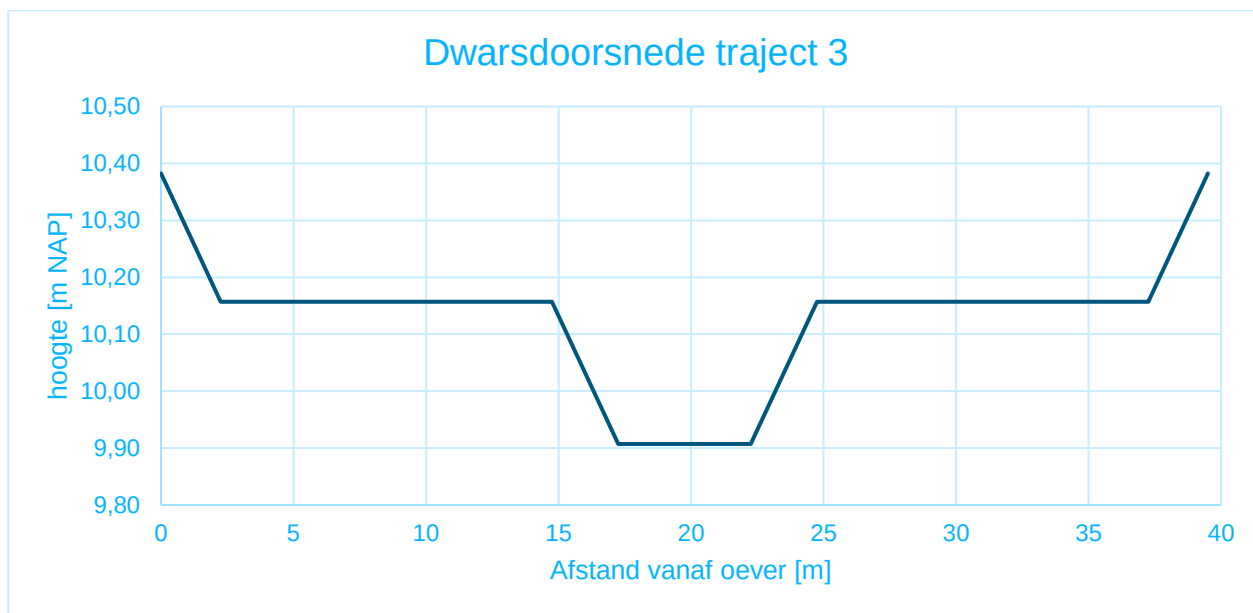
Figuur 4-1: dwarsdoorsnede van traject 1 aan de meest benedenstroomse zijde

Profielafmetingen traject 2	Breedte (m)	Hoogte (m)	Talud (1:...)
Eerste fase	0,5	0,25	1,5
Tweede fase	6	0,46	10



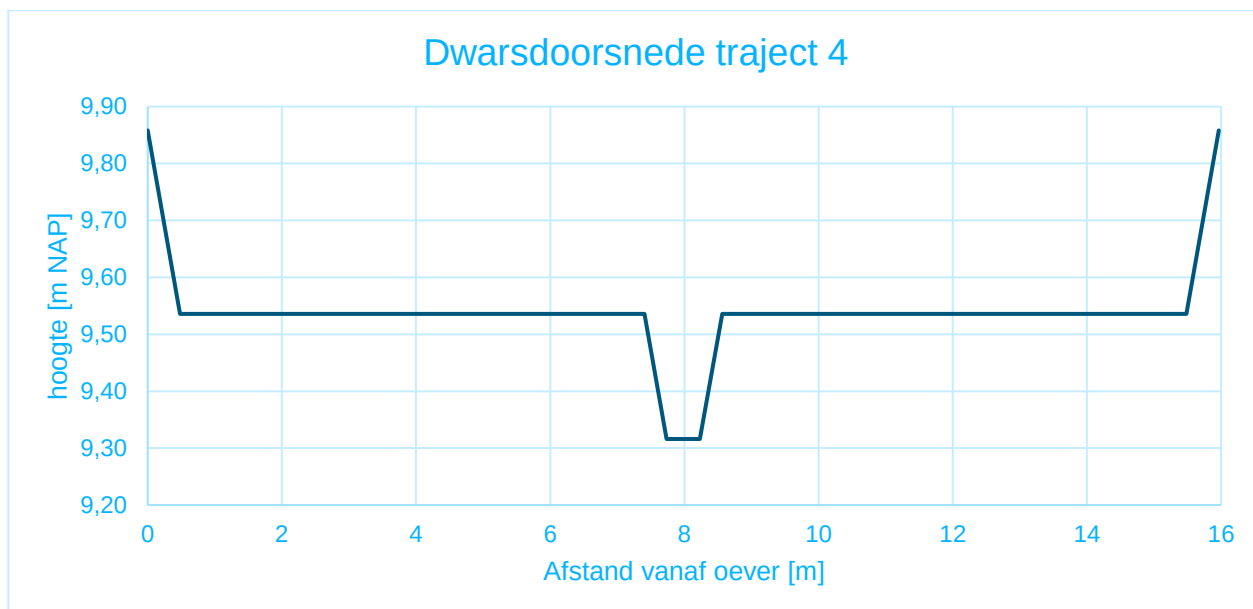
Figuur 4-2: dwarsdoorsnede van traject 2 aan de meest benedenstroomse zijde

Profielafmetingen traject 3	Breedte (m)	Hoogte (m)	Talud (1:...)
Eerste fase	5	0,25	10
Tweede fase	35	0,23	10



Figuur 4-3: de dwarsdoorsnede van traject 3 aan de meest benedenstroomse zijde

Profielafmetingen traject 4	Breedte (m)	Hoogte (m)	Talud (1:...)
Eerste fase	0,5	0,22	1,5
Tweede fase	15	0,32	1,5

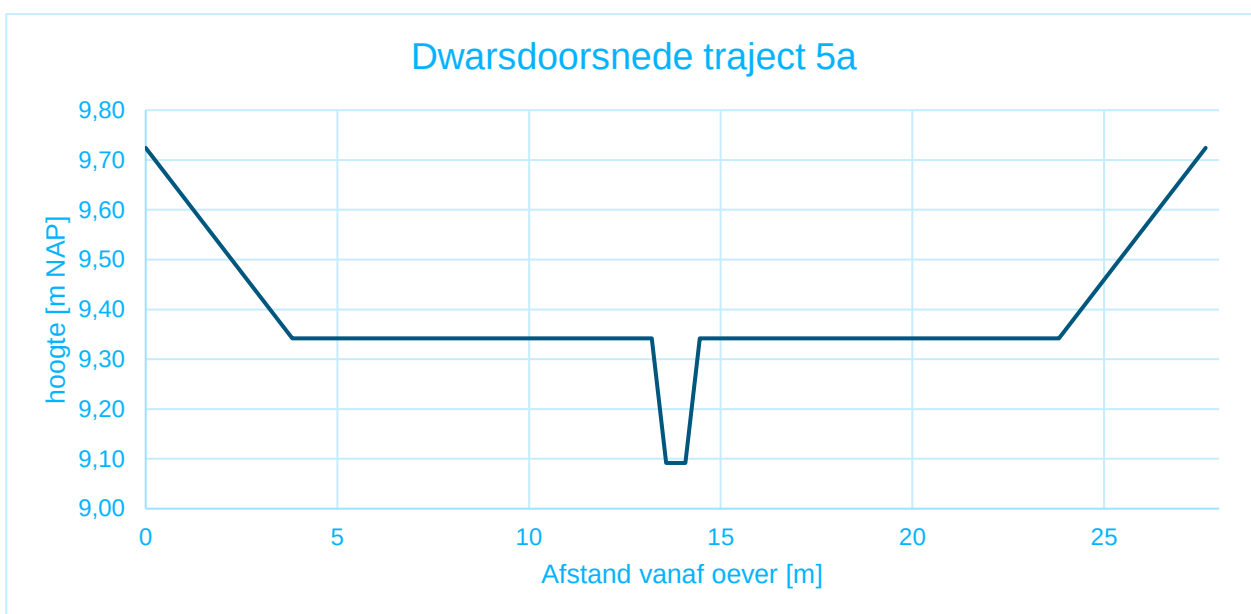


Figuur 4-4: de dwarsdoorsnede van traject 4 aan de meest benedenstroomse zijde

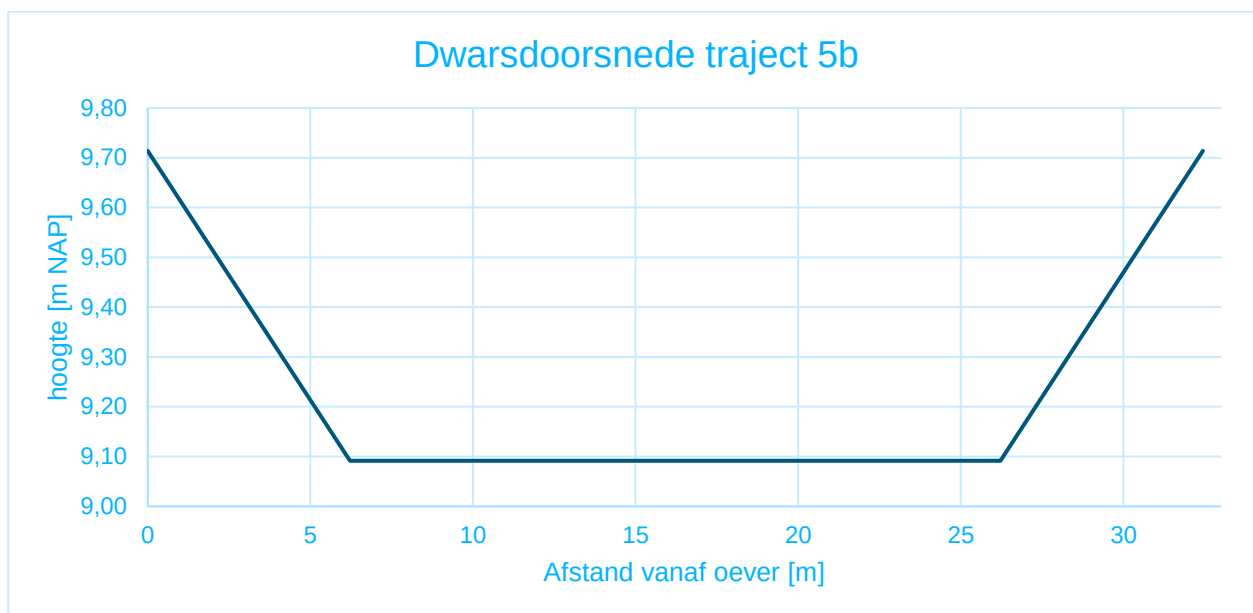
Profielafmetingen traject 5a	Breedte (m)	Hoogte (m)	Talud (1:...)
Eerste fase	0,5	0,25	1,5
Tweede fase	20	0,38	10

Profielafmetingen traject 5b	Breedte (m)	Hoogte (m)	Talud (1:...)
Eerste fase	20	0,52	10

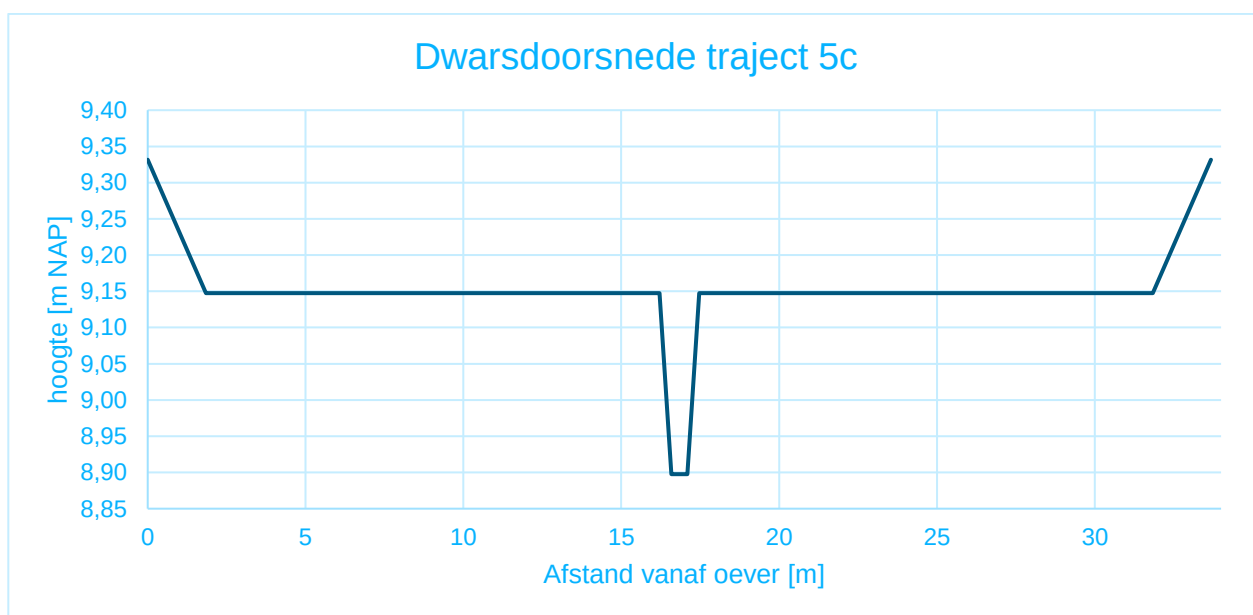
Profielafmetingen traject 5c	Breedte (m)	Hoogte (m)	Talud (1:...)
Eerste fase	0,5	0,25	1,5
Tweede fase	30	0,18	10



Figuur 4-5: de dwarsdoorsnede van traject 5a aan de meest benedenstroomse zijde

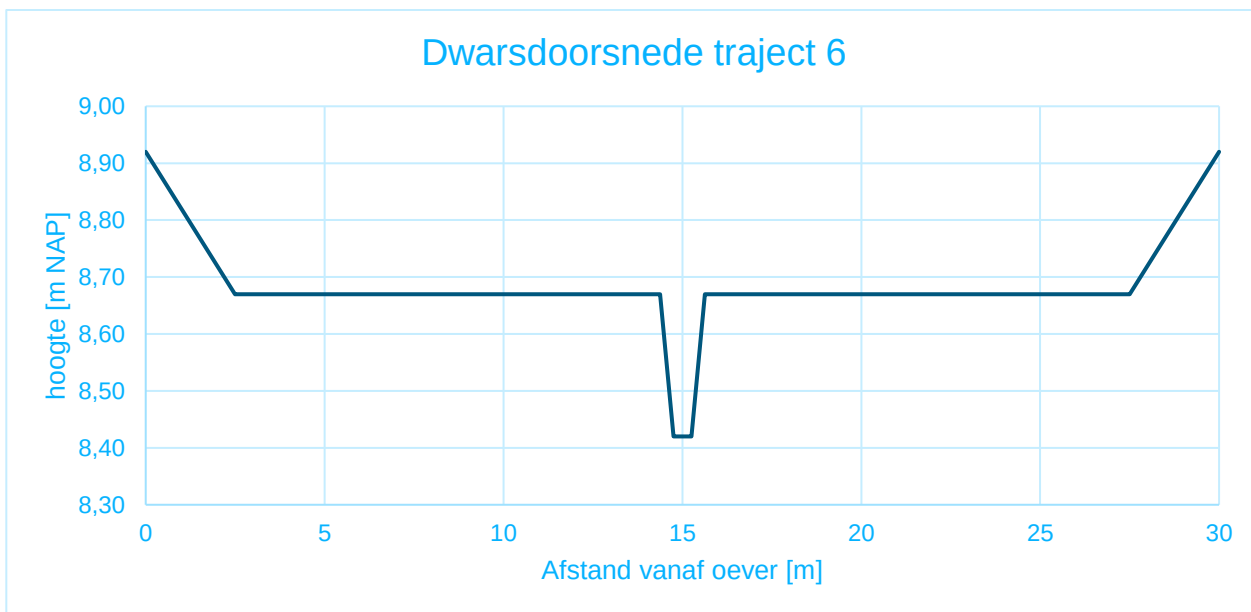


Figuur 4-6: de dwarsdoorsnede van traject 5b aan de meest benedenstroomse zijde



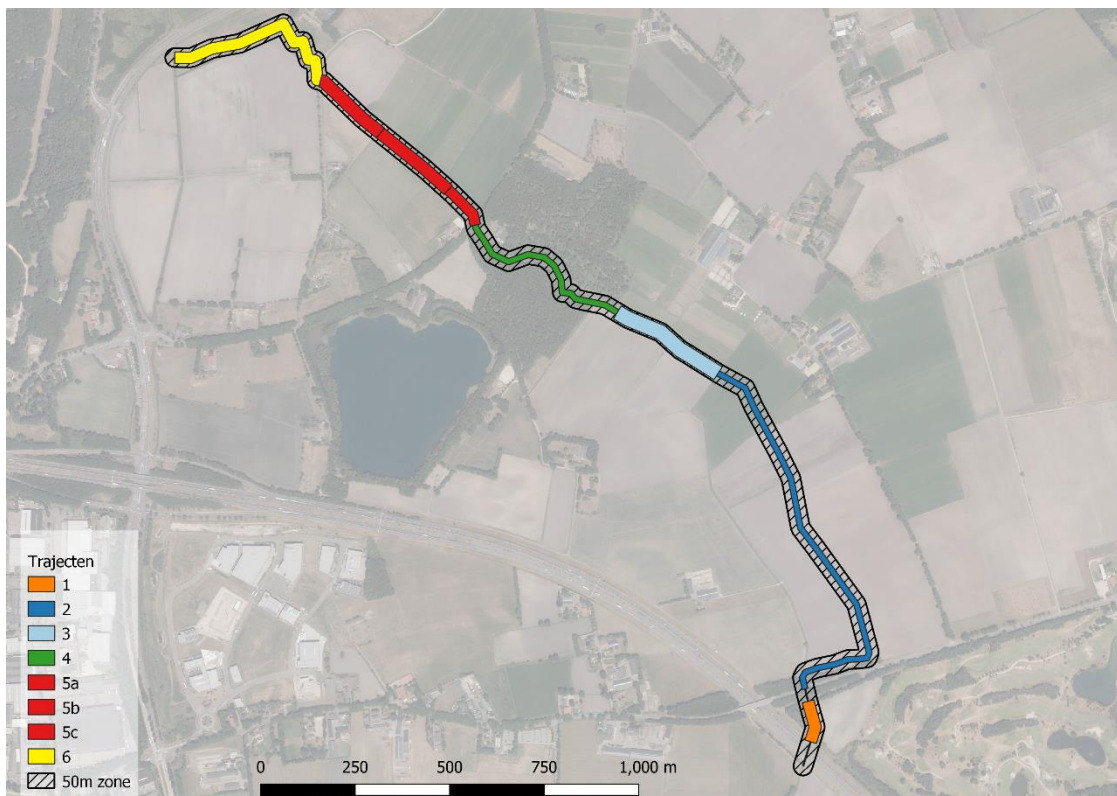
Figuur 4-7: de dwarsdoorsnede van traject 5c aan de meest benedenstroomse zijde

Profielafmetingen traject 6	Breedte (m)	Hoogte (m)	Talud (1:...)
Eerste fase	0,5	0,25	1,5
Tweede fase	25	0,25	10



Figuur 4-8: de dwarsdoorsnede van traject 6 aan de meest benedenstroomse zijde

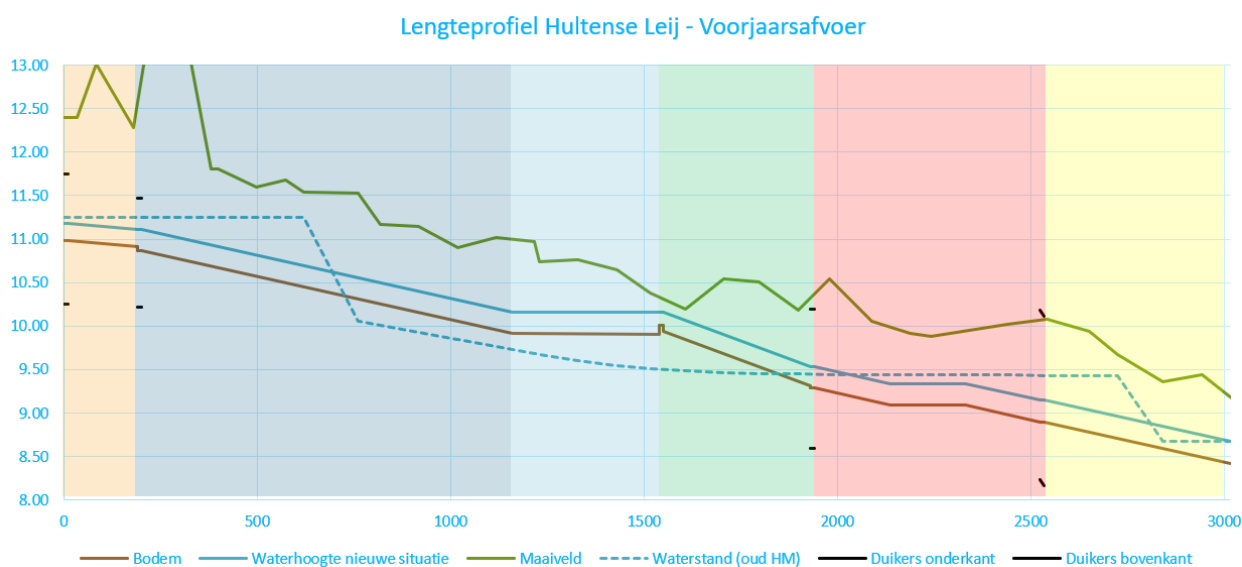
Het globale ruimtebeslag op basis van de analytische berekeningen is te zien in figuur 4-9. De gearceerde zone in dit figuur is 50 meter breed en betreft een indicatie van de ruimtebeschikbaarheid.



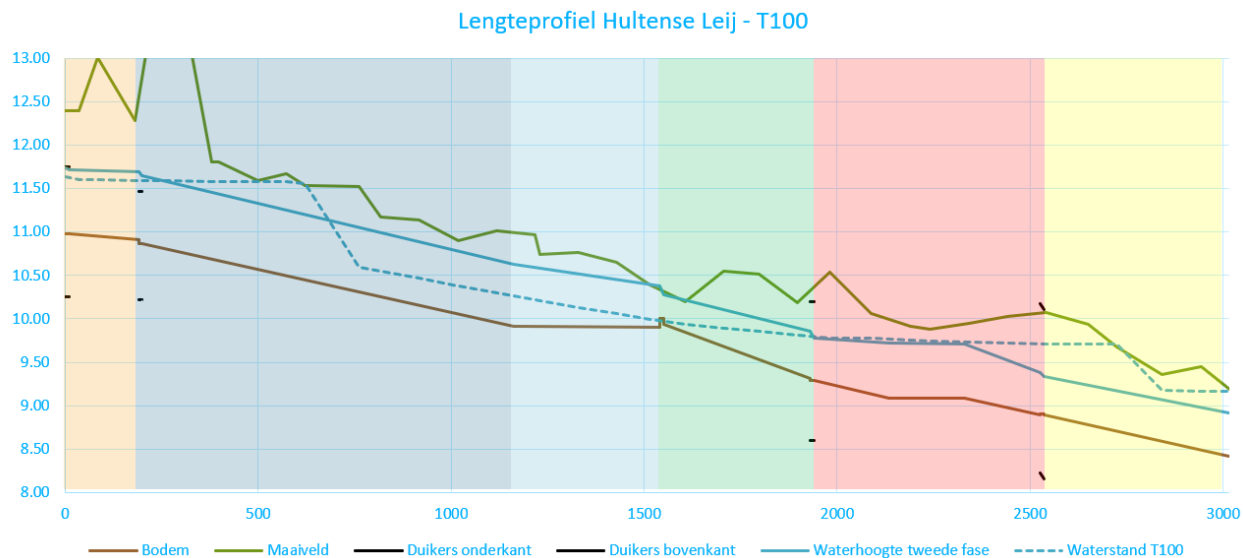
Figuur 4-9: verschillende trajecten met bijbehorend ruimtebeslag inclusief 50 meterzone (gearceerd)

4.2 Resultaten analytische berekeningen

Figuur 4-10 en figuur 4-11 tonen de lengteprofielen van deze analytische berekeningen, van respectievelijk de voorjaarsafvoer en de extreme T=100 afvoer.



Figuur 4-10: bodemhoogte en waterspiegel bij een stationaire voorjaarsafvoer



Figuur 4-11: bodemhoogte en waterspiegel bij een $T=100$ jaar

Deze resultaten zijn tijdens een overleg met de gemeente en het waterschap besproken. Hieruit kwam naar voren dat de diepte van de eerste fase van de profielen (= de waterdiepte bij de voorjaarsafvoer) van circa 25 cm bij een voorjaarsafvoer te klein is. De voorkeur is uitgesproken om de 1^e-fase profielen tot 50 cm uit te diepen, en indien nodig met stuwen de waterdiepte te vergroten. Deze aanbevelingen zijn meegenomen in de verdere bepaling van de profielen die gebruikt zijn in de hydrodynamische modellering (zie hoofdstuk 5 en 6).

5 Ontwerpslag 2: dimensionering op basis van model

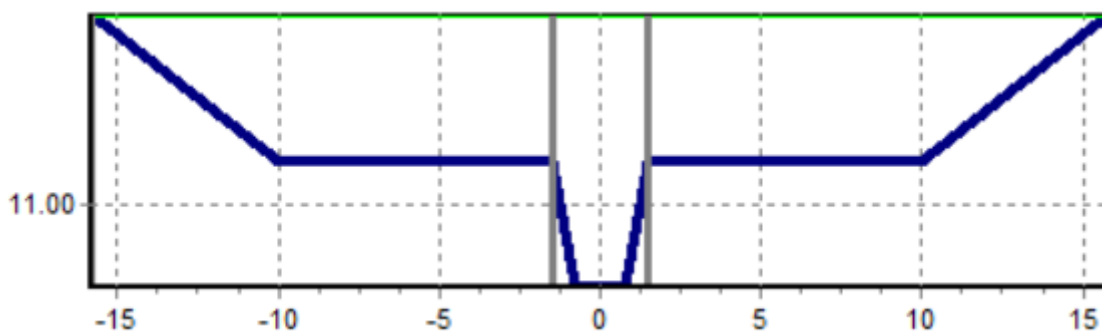
Op basis van de analytische sommen en de aanbevelingen uit het overleg zijn de profielen in het SOBEKmodel gezet en doorgerekend.

5.1 Verwerking maatregelen in model

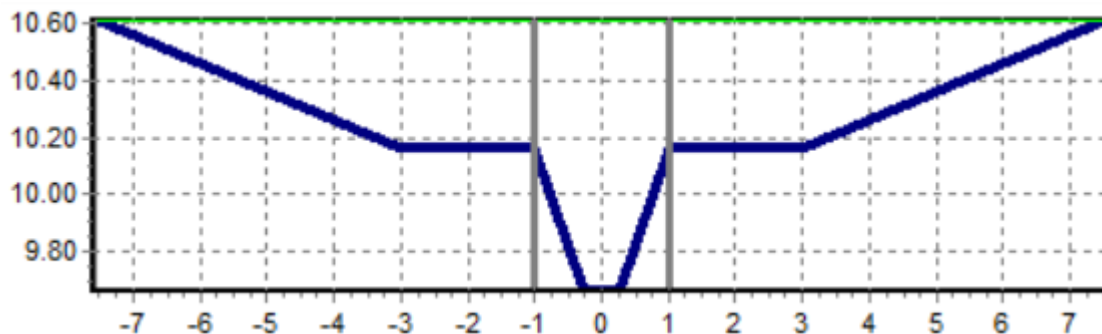
Het referentiemodel is op een aantal punten aangepast, om zo de maatregelen te schematiseren:

- Het oude traject van de Hultense Leij in traject 1 en 2 is verwijderd en het nieuwe traject is toegevoegd.
- De lateraal-takjes zijn aangesloten op het nieuwe profiel, met behoud van lengte (en berging);
- Voor de toekomstige aanleg van industrieterrein Wijkevoort is een watergang verlegd naar een nieuwe locatie.
- De volgende profielen zijn per traject geschematiseerd:

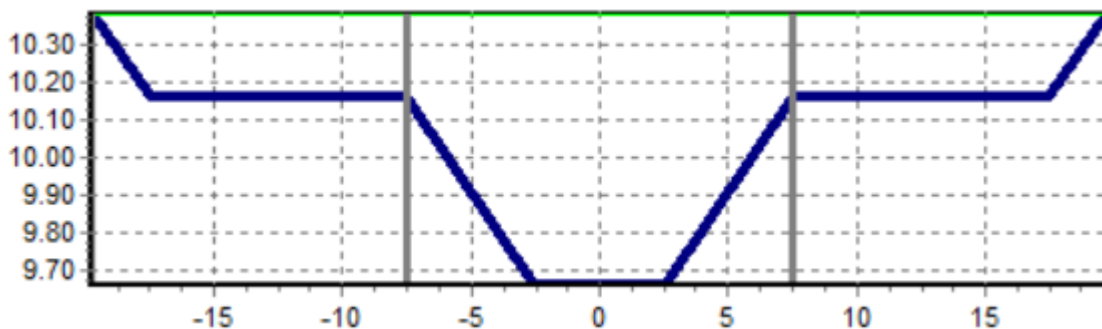
- Traject 1:



- Traject 2:



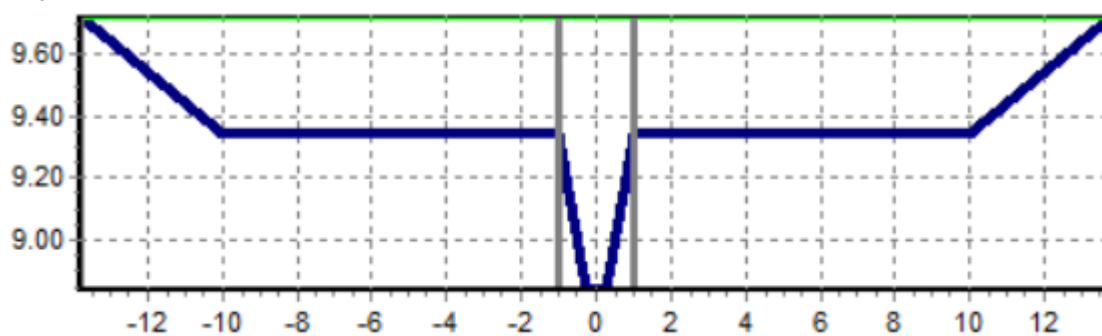
- Traject 3:



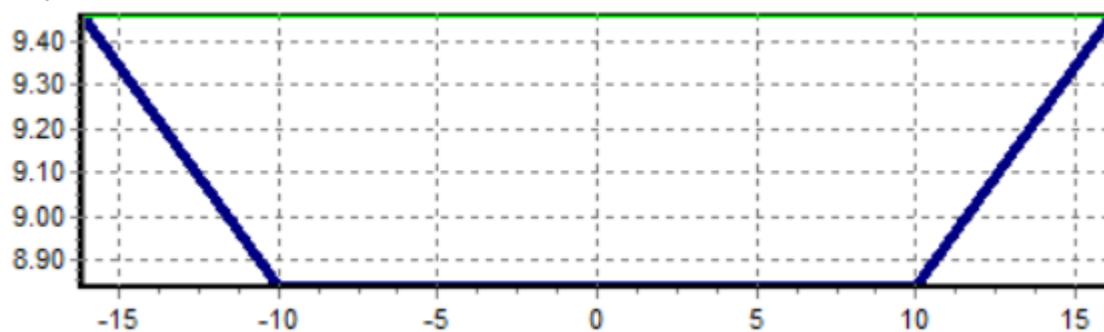
- Traject 4:



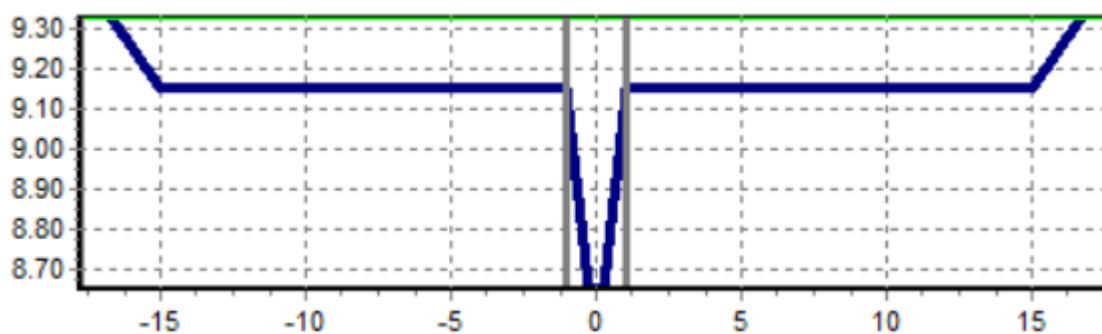
- Traject 5a:



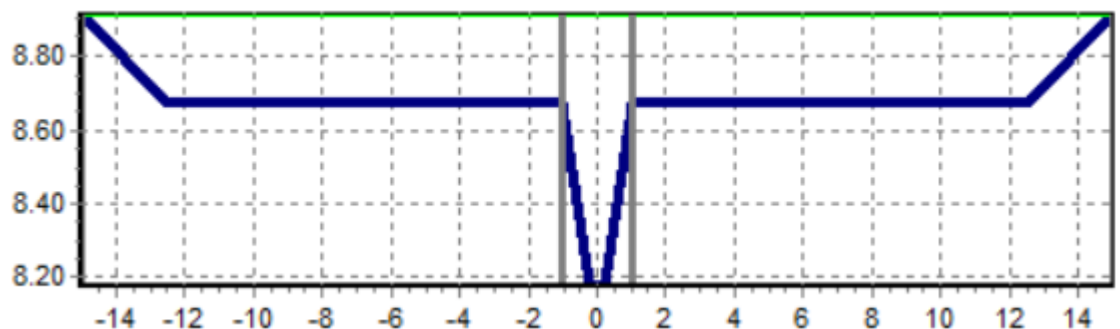
- Traject 5b:



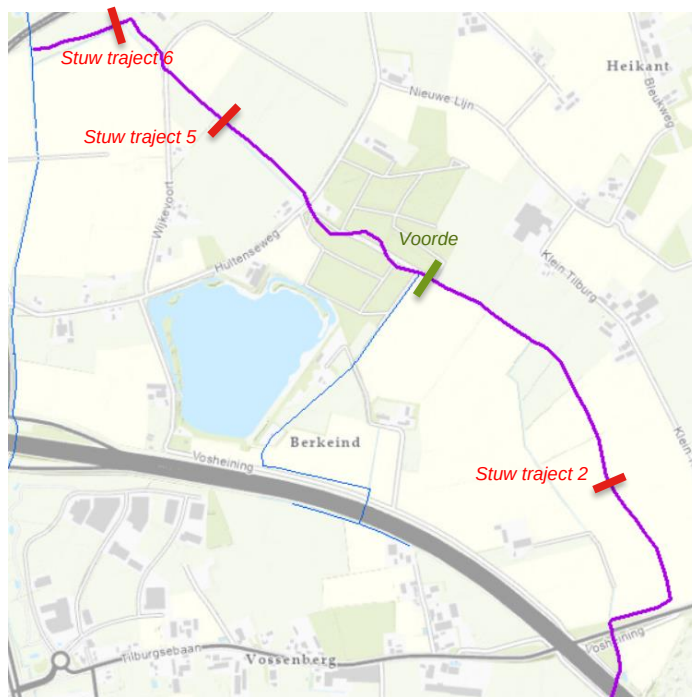
- Traject 5c:



- Traject 6:



- Om de waterdiepte in het eerste faseprofiel te kunnen handhaven, zijn stuwtjes/drempels in de eerste fase opgenomen (zie figuur 5-1).
 - “Stuw traject 2”: alleen in eerste fase, kruinhoogte 5 centimeter onder bodemhoogte tweede fase.
 - “Stuw traject 5”: Stuw tussen traject 5b en 5c: breedte 20 meter, kruinhoogte +9,34 m NAP, gelijk aan bodem 2^e fase benedenstroomse traject.
 - “Stuw traject 6”: alleen in eerste fase, kruinhoogte 5 centimeter onder bodemhoogte tweede fase.



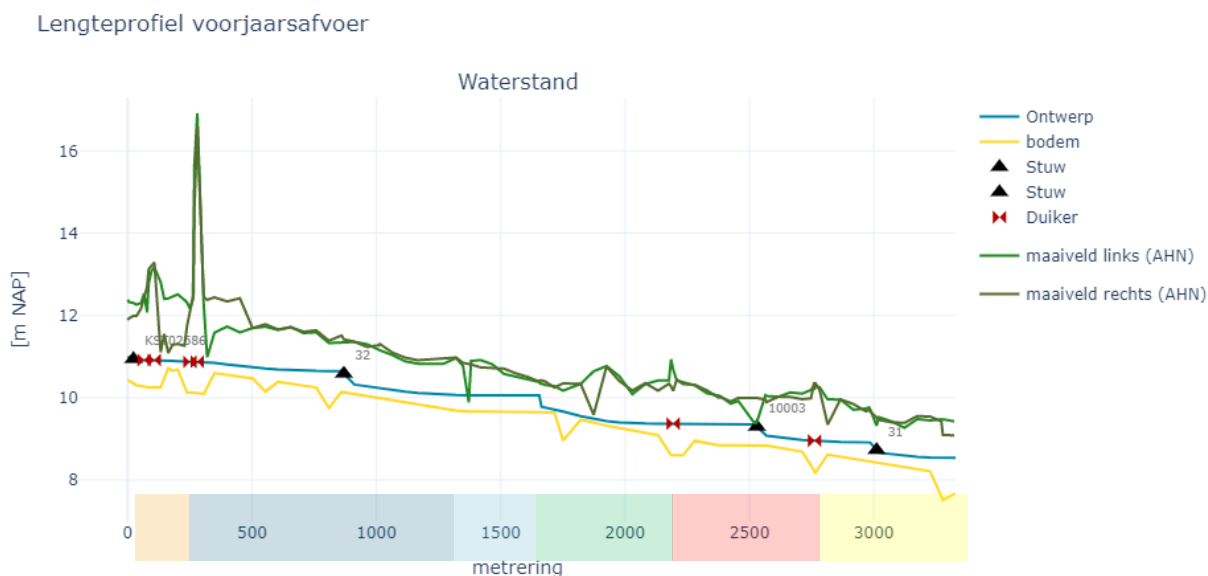
Figuur 5-1: locaties stuwen en voorde in eerste fase

- Bij de gasleiding is een voorde geschematiseerd (zie ook figuur 5-1 voor de ligging). Deze voorde heeft de volgende afmetingen.
 - Bodembreedte: 4 m.
 - Hoogte 0,42 m.
 - Talud 1:7 (dit is het minimale talud van een voorde volgens [6]).



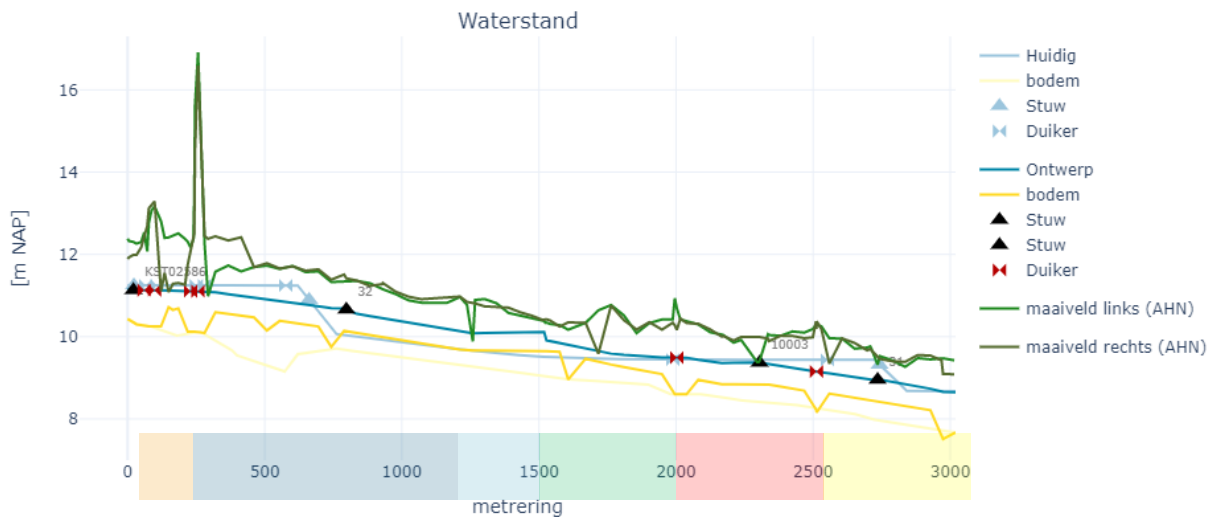
5.2 Modelresultaten: effecten

De modelresultaten zijn geanalyseerd. Allereerst wordt gekeken naar de waterdiepte tijdens een lage afvoersituatie: de voorjaarsafvoer (40 l/s). Hierbij is het belangrijk dat er geen droogval optreedt en het eerste-fase bakje zo goed mogelijk gevuld is. Bij de extreme neerslagsituaties wordt gekeken naar de waterstand en het risico op overstroming. Figuur 5-2, figuur 5-3 en figuur 5-4 tonen de lengteprofielen van de voorjaarssituatie, half maatgevende situatie en T=100 situatie met klimaatopslag. [De hieronder getoonde lengteprofielen zijn genomen vanaf de duiker onder de A58 tot aan de instroom in de Groote Leij.](#) Het maaiveld is geëxporteerd uit de AHN3.



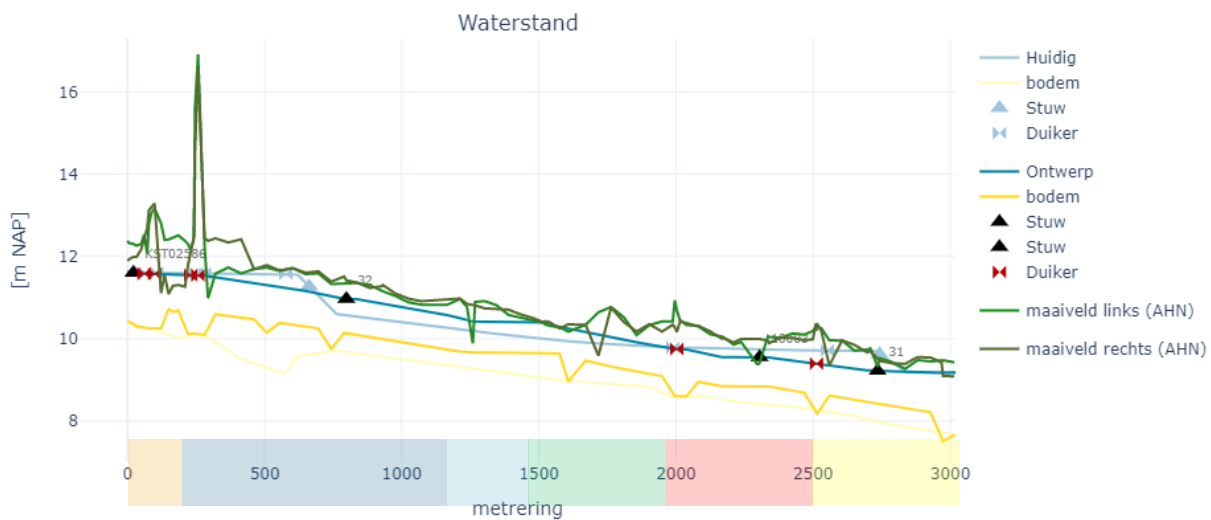
Figuur 5-2: het lengteprofiel bij een voorjaarsafvoer, eerste ontwerpslag

Lengteprofiel vergelijking halfmaatgevende afvoer

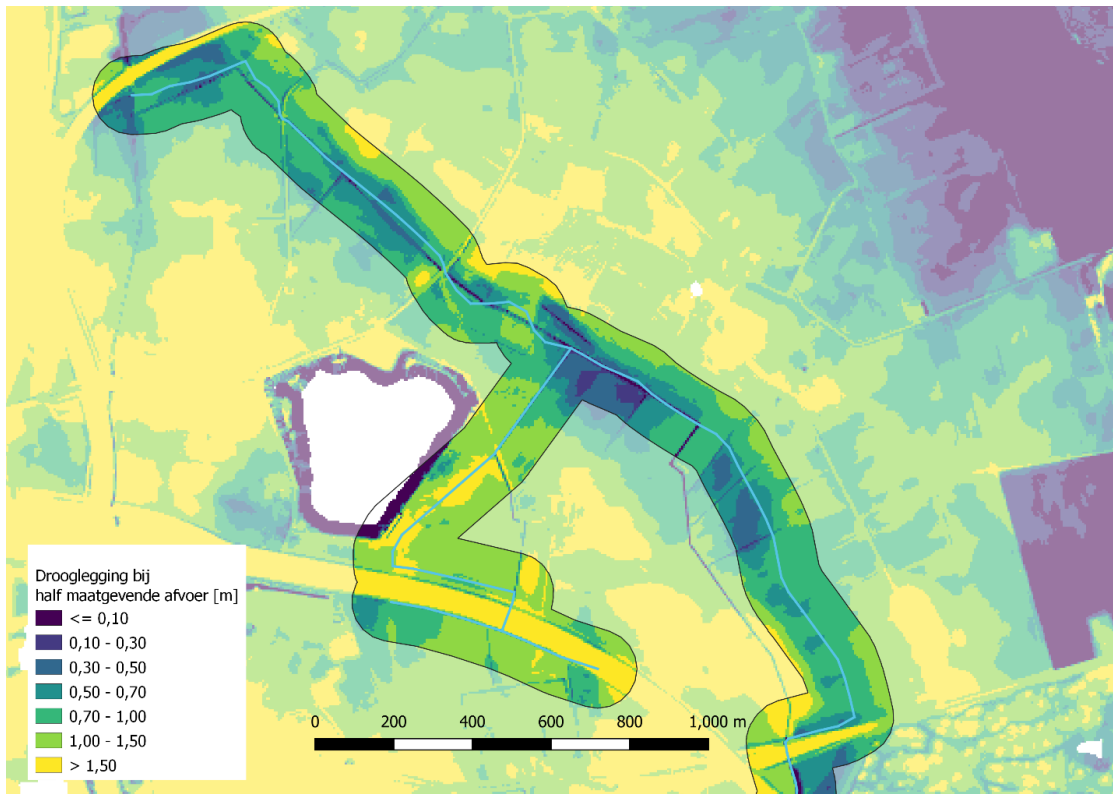


Figuur 5-3: het lengteprofiel bij een half maatgevende afvoer

Lengteprofiel vergelijking T100 klimaatscenario



Figuur 5-4: het lengteprofiel bij een afvoer met een herhalingsperiode van $T=100$ jaar+klimaat



Figuur 5-5: droogleggingskaart half maatgevende afvoer

Bovenstaande resultaten zijn besproken met het projectteam. De volgende zaken bleken nog niet optimaal ingericht:

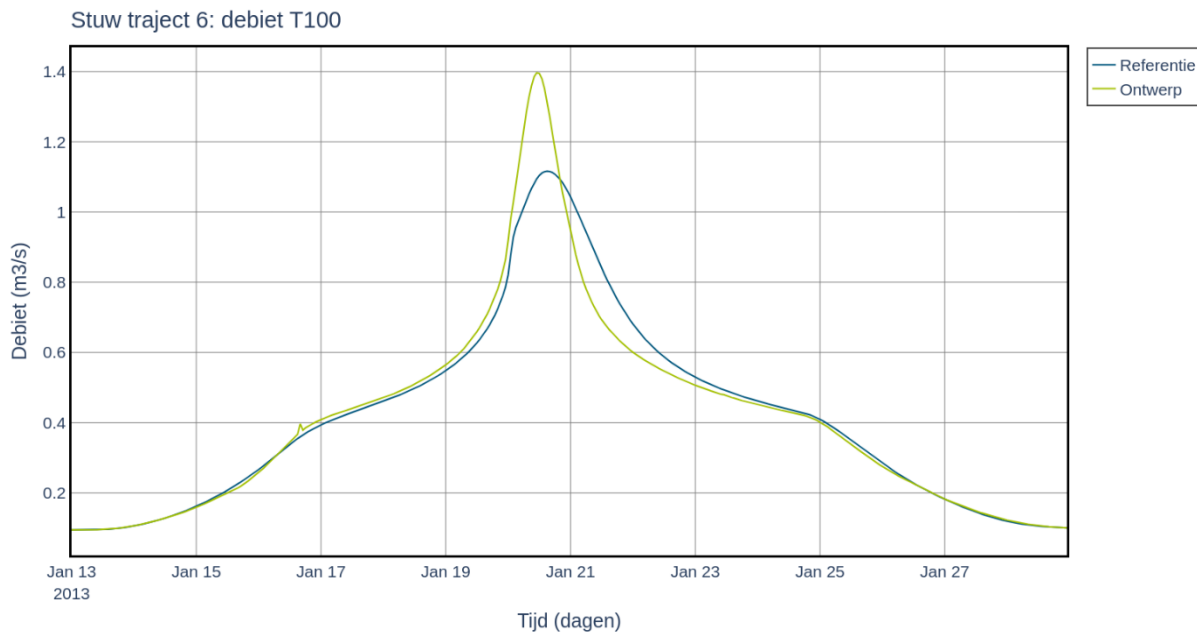
- Het doorstroommoeras blijkt op de manier zoals het nu is ingericht, te weinig (ecologische) meerwaarde te bieden.
- Er vindt afwenteling plaats bij de extreme afvoeren: de golven voeren sneller af dan in de referentiesituatie.

In paragraaf 5.3 zijn deze zaken verder toegelicht.

5.3 Aanpassingen voor optimalisatie: afwenteling en doorstroommoeras

5.3.1 Afwenteling

Figuur 5-6 toont de afvoer in een T=100 situatie, van de referentie en het ontwerp. Hieruit blijkt dat in de ontwerpsituatie het water minder afgeremd wordt, en de piek daardoor hoger, en eerder, uitkomt. Hierdoor wordt feitelijk water afgewenteld op de Groote Leij; iets wat onwenselijk is.



Figuur 5-6: afvoer T=100 referentiesituatie en ontwerp, ter hoogte van de stuw in traject 6 vlak voor de instroom in de Groote Leij

5.3.2 Doorstroommoeras

De hiervoor beschreven profielen en modelresultaten zijn besproken met de gemeente en het waterschap. Uit dit overleg kwam naar voren dat de het doorstroommoeras zoals nu voorzien is weinig meerwaarde biedt aan de gebiedsontwikkeling. Het heeft de voorkeur een veel breder doorstroommoeras te realiseren, maar daar is niet genoeg ruimte voor gezien de toekomstige ontwikkeling van Wijkevoort. Daarom is besloten af te zien van het doorstroommoeras en het profiel van traject 2 door te trekken tot aan de voorde.

6 Ontwerpslag 3: Optimalisatie op basis van model

Zoals in hoofdstuk 5 te zien is, voldeed de eerste maatregelen set niet volledig aan de toetscriteria: er vond namelijk afwenteling plaats naar de Groote Leij. Daarnaast was er ontevredenheid over het doorstroommoeras.

6.1 Aanpassingen

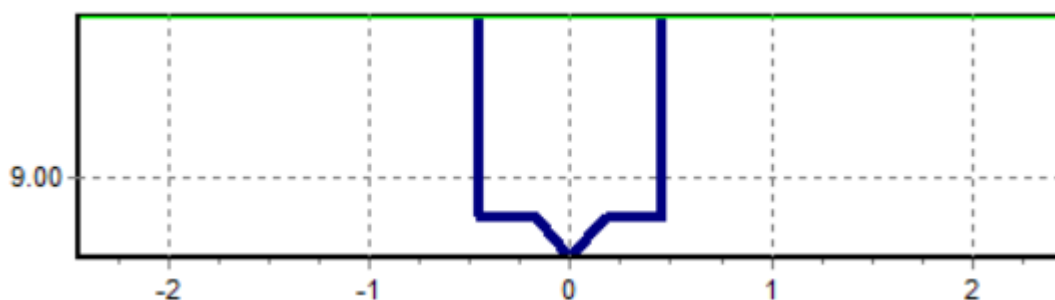
De volgende aanpassingen hebben plaatsgevonden:

- Aanpassing stuwen op 2 locaties:

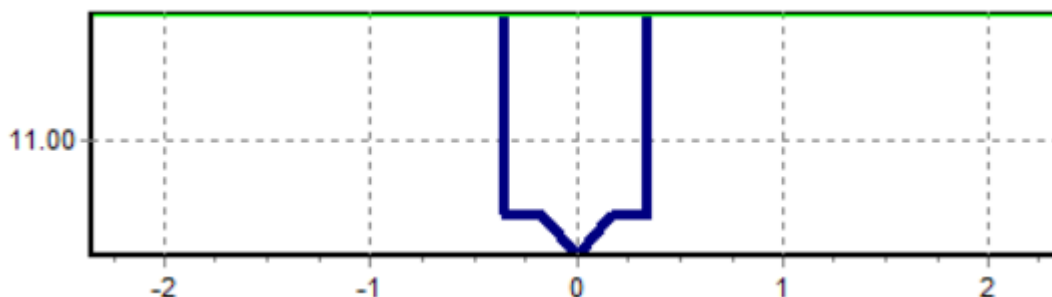


Figuur 6-1: aanwezigheid stuwen in uiteindelijke ontwerp (rood = 1^e fase, grijs = 2^e fase, groen = voorde)

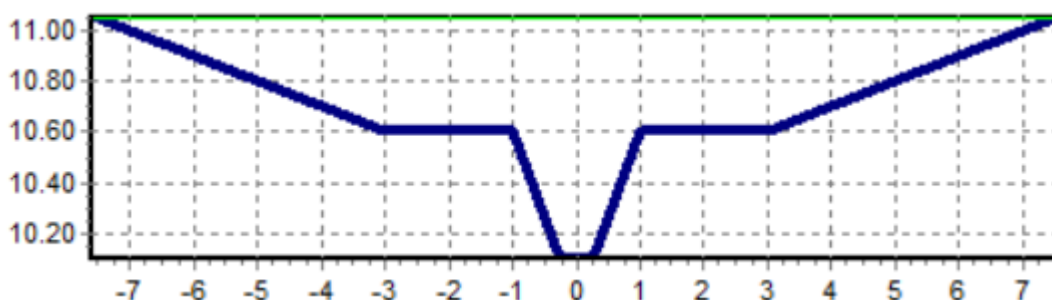
- Stuw A in traject 2. Een rechthoekige stuw met in de kruin een V-vormige inkeping van 17 centimeter diep en een helling van 1:1. De punt van de V-vorm ligt ook op 17 centimeter onder de bodemhoogte van de 2^{de} fase (op NAP + 8,66 m). Hierdoor blijft bij zeer klein debiet de overstortende straal en daarmee de waterdiepte wat groter. Bij een debiet groter dan de voorjaarsafvoer zal de V-vorm volledig gevuld worden waardoor de waterstand niet extreem zal stijgen. Door de beperkte kruinbreedte (90 centimeter) blijft het debiet in een extreme afvoersituatie beperkt.â



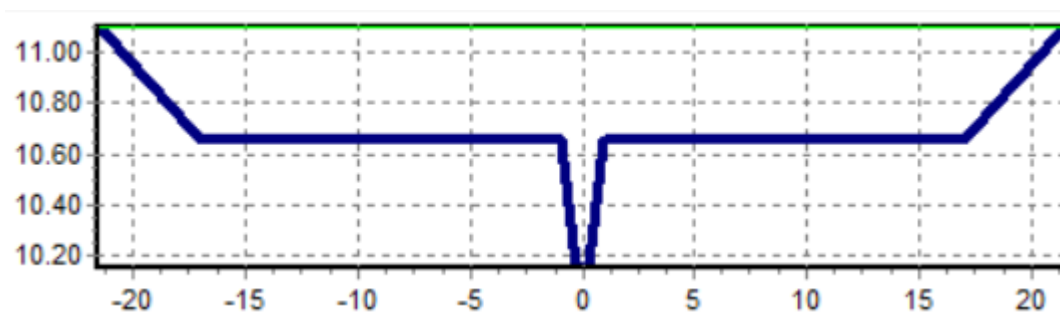
- Stuw B in traject 6. Zelfde concept als bij stuw A, maar met andere afmetingen. De V-vorm is 17 centimeter diep met een helling van 1:1, de punt van de V ligt op NAP + 10,53 m. Het bredere gedeelte is 70 centimeter breed.



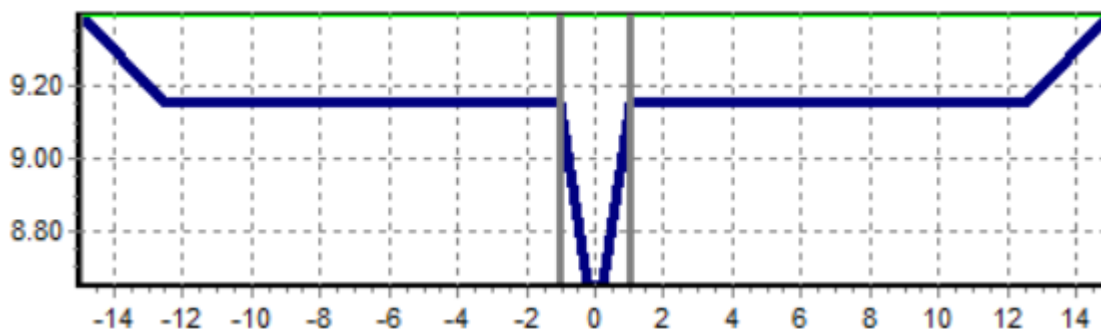
- De stuw in traject 5 blijft hetzelfde als bij ontwerpslag 2. “Stuw traject 5”: Stuw tussen traject 5b en 5c: breedte 20 meter, kruinhoogte +9,34 m NAP, gelijk aan bodem 2^e fase benedenstroomse traject.
- Aanpassing profielen. De knijpende stuwen zorgen ervoor dat er meer water bovenstrooms geborgen moet worden. Om dit te faciliteren is het bovenstroomse deel van traject 2 verbreed en het bovenstroomse gedeelte van traject 6 verbreed en verdiept.



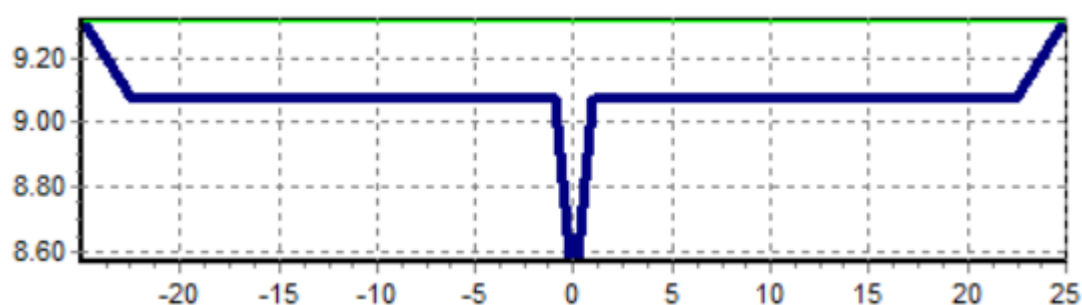
Figuur 6-2: dwarsdoorsnede in traject 2



Figuur 6-3: dwarsdoorsnede in traject 2, verbreed



Figuur 6-4: dwarsdoorsnede in traject 6

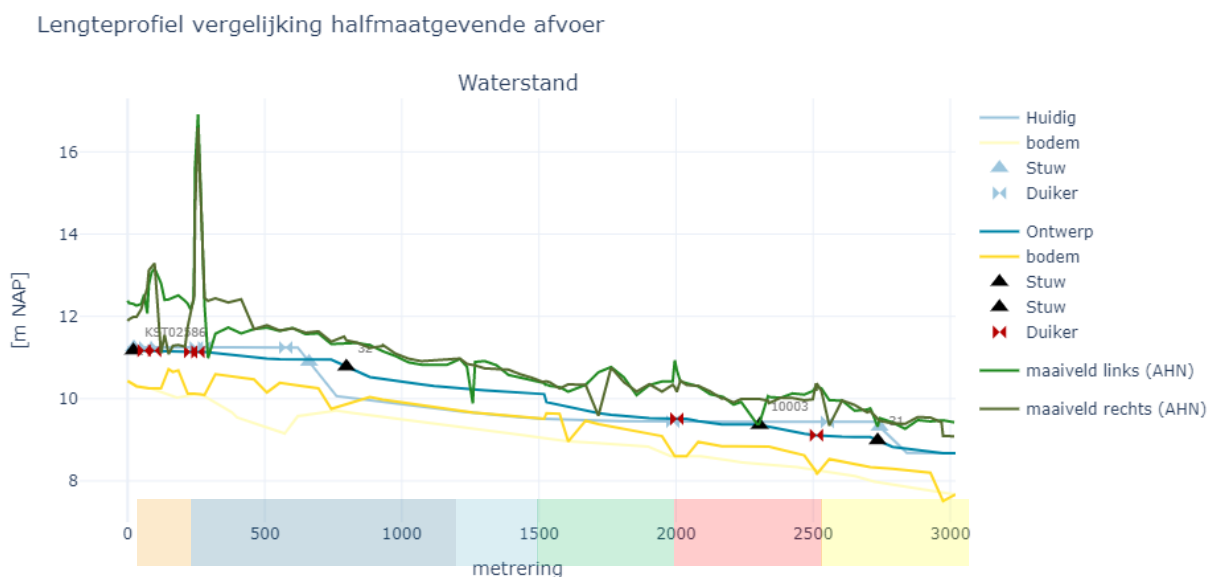


Figuur 6-5: dwarsdoorsnede in traject 6, verbreed en verdiept

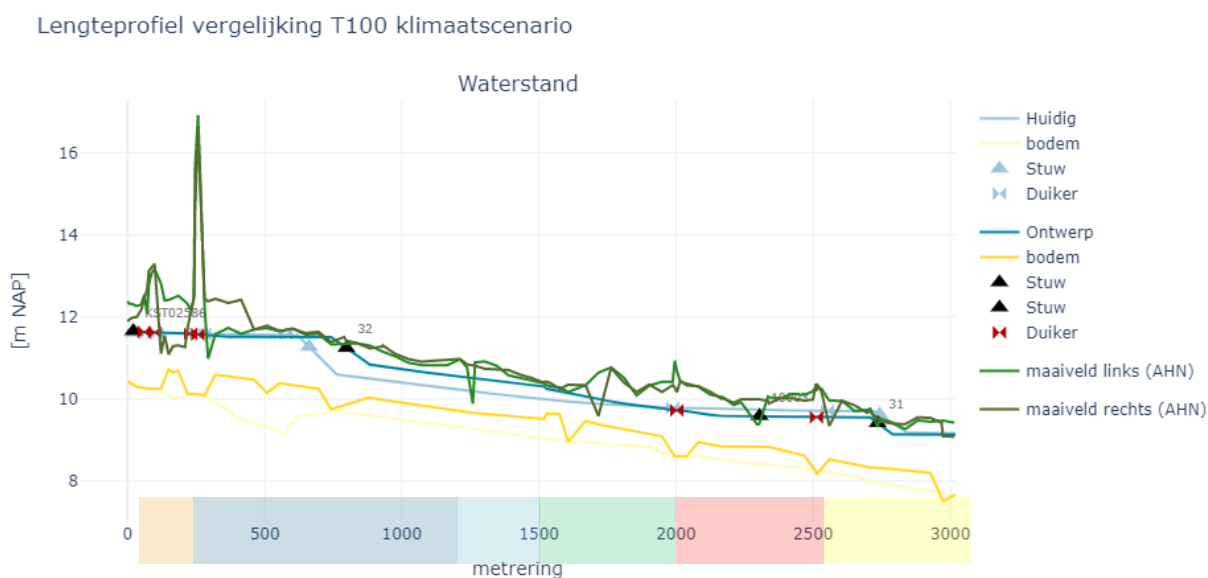
- Doorstroommoeras verwijderd; aansluiting op traject 2.

6.2 Beschrijving effecten

Door het beperken van de doorstroomoppervlaktes ter hoogte van de nieuw aangebrachte stuwen wordt er gedurende de piekafvoer meer water geborgen, waardoor de piek in het debiet lager komt te liggen, zonder dat dit een grote invloed heeft op de waterstand. Figuur 6-6 en figuur 6-7 laten lengteprofielen zien, respectievelijk van de half maatgevende afvoer en de T=100 Klimaatscenario.

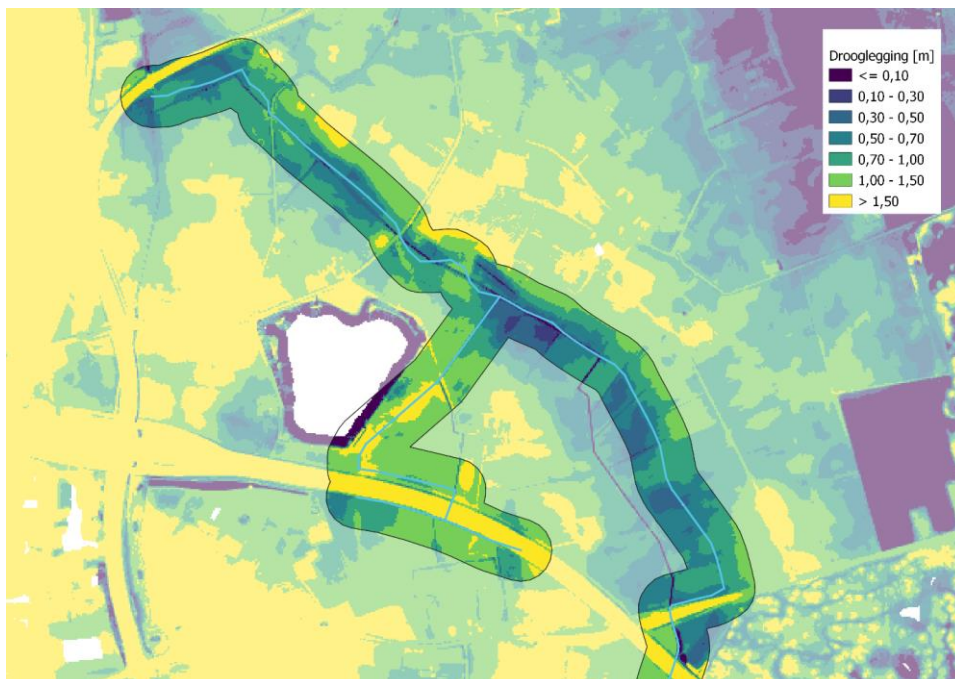


Figuur 6-6: het lengteprofiel bij een half maatgevende afvoer



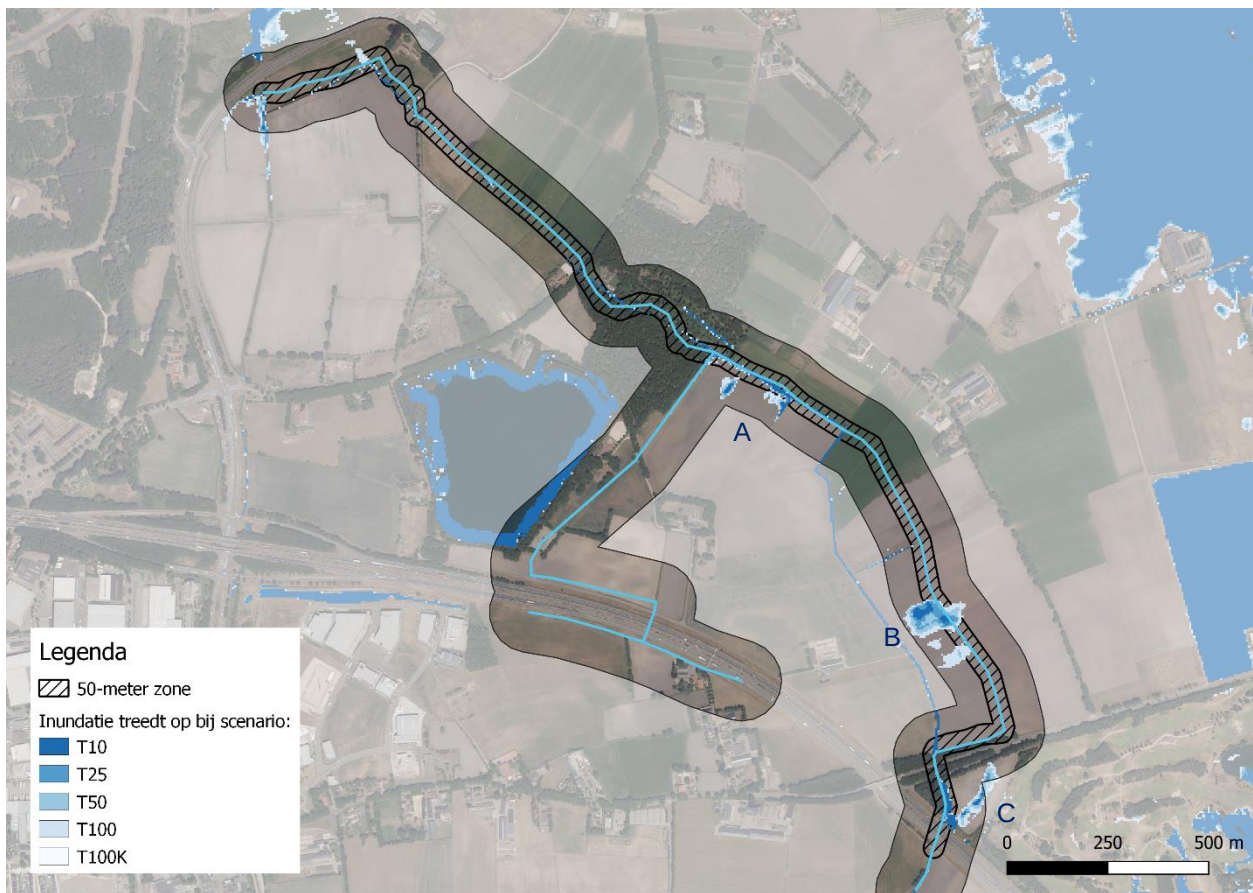
Figuur 6-7: het lengteprofiel bij een afvoer met een herhalingsperiode van $T=100$ jaar+klimaat

Figuur 6-8 laat de droogleggingskaart zien van de half maatgevende afvoer. Hierin is te zien dat de drooglegging direct langs de watergang vrijwel overal >50 cm onder maaiveld is. Alleen nabij de instromende watergang vanaf Wijkevoort (juist bovenstrooms van de voorde: traject 3) is de drooglegging kleiner. Uit het lengteprofiel blijkt ook dat de waterstand hier ongeveer 50 cm toeneemt.



Figuur 6-8: droogleggingskaart half maatgevende afvoer

In figuur 6-9 is een “overstromingskaart” opgenomen van de verschillende herhalingstijden. Deze overstromingen zijn niet berekend met het model, maar met behulp van een GIS-analyse bepaald. De maximale waterstand per herhalingstijd is geëxtrapoleerd over het omliggende maaiveld (AHN3). Indien de waterstand hoger is dan het maaiveld, kleurt de cel blauw. Deze methode heeft beperkingen. Geïsoleerde laagtes die ver van de watergang af liggen kunnen blauw kleuren, terwijl ze in werkelijkheid niet bereikt kunnen worden vanuit de watergang, omdat het tussenliggende maaiveld hoger gelegen is. Toch is het een goede eerste analyse van het risico op overstroming.



Figuur 6-9: indicatie van overstrooming bij verschillende herhalingsstijden

De modellering van het laatste ontwerp vertoont drie locaties waar de waterstanden het lokale maaiveld overschrijden.

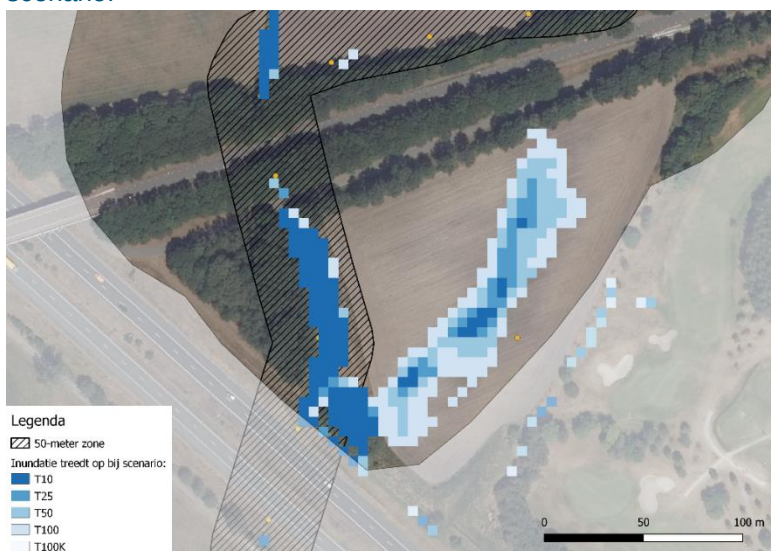
- Locatie A bevindt zich direct bovenstrooms van de voorde/kruising met de gasleiding. In het maaiveld zitten natuurlijke laagtes. De oostelijke laagte staat bij de optredende waterstanden wel in verbinding met de watergang, de westelijke niet.
 - Hoewel het maaiveld van die westelijke depressie lager is dan de waterstand in de watergang zal het water deze depressie niet over maaiveld kunnen bereiken (zie ook detail hieronder).
 - De oostelijke overstrooming is besproken met de projectgroep: hier vindt vanaf een T=10 overstrooming plaats. Vanwege de ontwikkeling van bedrijventerrein Wijkevoort en eventuele ophoging ter plaatse is dit een aandachtspunt.



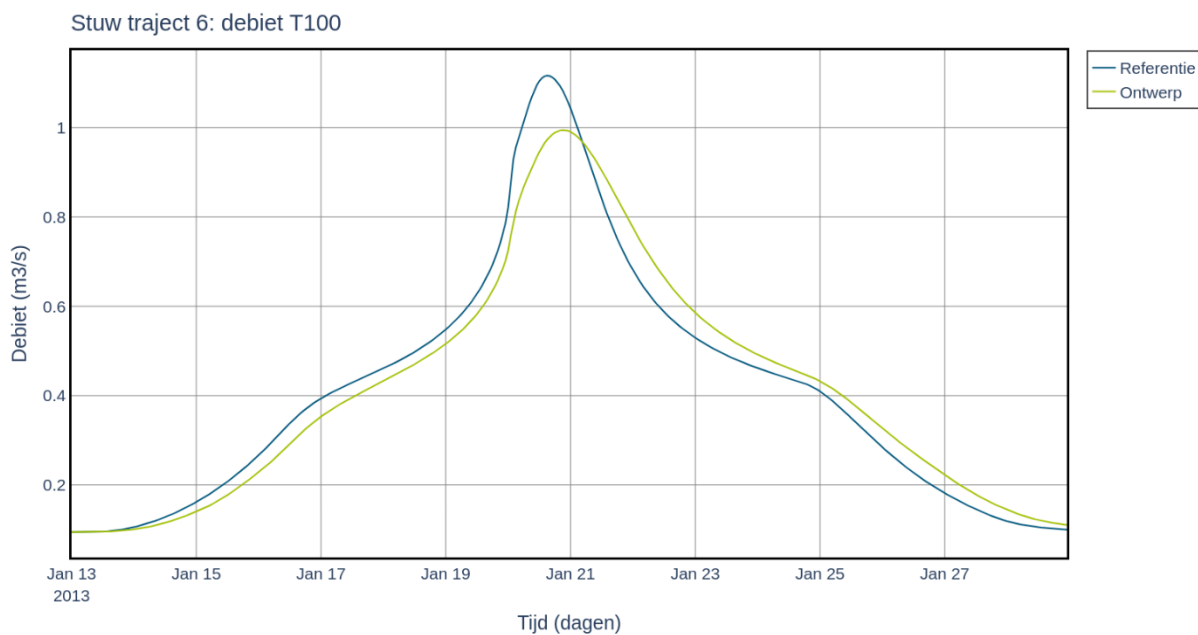
- Locatie B bevindt zich direct bovenstrooms van de stuw in traject 2. De sprong in de waterstand die wordt veroorzaakt door de stuw zorgt voor inundatie in een laag gedeelte van het maaiveld, vanaf een T=10 situatie. De diepte van het water op maaiveld bedraagt ongeveer 5 cm in die T=10 situatie. Indien dit problematisch is, ligt ophoging of het verplaatsen van de stuw met ongeveer 70 meter bovenstrooms voor de hand.



- Locatie C bevindt zich tussen de A58 en de Gilzerbaan. Het grootste gedeelte van de depressie die kwetsbaar is voor inundatie staat alleen in verbinding met de inundatie bij een T100 of T100K scenario.



Figuur 6-10 toont aan dat er in het uiteindelijke ontwerp geen afwenteling naar benedenstrooms plaatsvindt. De piekafvoer is namelijk afgevlakt: zowel lager als later in de tijd.



Figuur 6-10: afvoer $T=100$ referentiesituatie en ontwerp

7 Conclusies en aanbevelingen

Het gebied rondom de Hultense Leij wordt ingericht als ecologische verbindingszone. Voor deze ontwikkeling is een gebiedsontwerp gemaakt door KruitKok Landschapsarchitecten en idverde. In dit rapport is de Hultense Leij gedimensioneerd, gebaseerd op het gebiedsontwerp en enkele randvoorwaarden. Hierdoor is een indruk gekregen van het ruimtebeslag van de Hultense Leij na uitvoering van de maatregelen. De maatregelen zijn getoetst op het voorkomen van droogval en vernatting van het gebied bij specifieke afvoersituaties, maar ook het voorkomen van wateroverlast bij extreme neerslagsituaties.

Aan de hand van analytische berekeningen is een eerste dimensioneringsslag gemaakt. Na overleg met de gemeente en het waterschap zijn hierop enkele aanpassingen gemaakt, waarna een gedetailleerde modelstudie inclusief optimalisatie is uitgevoerd.

7.1 Uiteindelijke inrichting

Profielen en ruimtebeslag

Het gebiedsontwerp gaat uit van 2-faseprofielen voor een groot deel van de loop van de Hultense Leij. Dit profiel heeft op de meeste trajecten een smalle 1^e fase die bij lage afvoersituaties (deels) gevuld is. Zodra het debiet en de waterstanden toenemen zal het water uit de smalle 1^e fase treden en zal het in de brede 2^e fase van het profiel meestromen. Onderdeel van deze studie is het bepalen van het ruimtebeslag van de profielen om zo de haalbaarheid van de inpassing aan te tonen. De profielen die in deze studie zijn bepaald vallen allemaal binnen de 50-meter zone die was voorzien. De uiteindelijke profielen zijn te zien in Bijlage 1.

Stuwen

De huidige loop van de Hultense Leij kent twee grote sprongen in de waterstand door middel van stuwen, en verder een vrij vlakke waterspiegel. In het nieuwe ontwerp zijn de bestaande stuwen vervangen door stuwen (stuwen A en B) met een V-vorm in de eerste fase met de punt van de V op 17 centimeter onder de bodemhoogte van het 2^e fase profiel. In de 2^e fase hebben deze stuwen een vaste, beperkte breedte om te snelle afwenteling te voorkomen en om te zorgen dat de afvoer gebufferd wordt in de tweede fase. Figuur 7-1 toont een voorbeeld ter referentie.



Figuur 7-1: referentiebeeld stuw A en B (aangeleverd door Waterschap Brabantse Delta)

Door het ontwerp van de stuwen, in combinatie met hoogteligging van de watergangen, zorgen de stuwen slechts voor een kleine sprong in de waterstand tijdens lage afvoersituaties, tijdens extreme neerslag

zullen ze volledig verdrongen zijn. In plaats van een vlakke waterspiegel met twee grote sprongen volgt in de ontwerpsituatie de waterspiegel voor een groot deel het maaiveld.

De aan te leggen voorde ter hoogte van de gasleiding heeft ook een opstuwende werking: voornamelijk bij lage afvoeren.

Daarnaast wordt er nog een drempel aangelegd in traject 5, die een waterdiepte garandeert bij lage afvoeren.

De dimensies van de stuwen en voorde zijn te vinden in Bijlage 2.



Figuur 7-2: Aanwezigheid stuwen in uiteindelijke ontwerp (rood = 1^e fase, grijs = 2^e fase, groen = voorde)

7.2 Conclusies

De inrichting van de EVZ is getoetst aan de hydrologische randvoorwaarden en criteria. De uitkomst van de toetsing is hieronder te zien.

Wateroverlast extreme situaties

In de extreme situaties (afvoersituaties met herhalingsstijden van 1 tot 100 jaar, gecorrigeerd voor klimaatverandering) blijft de waterstand het overgrote deel van het traject binnen het 2-fase profiel. Op een aantal plekken is dat niet helemaal het geval:

- Juist bovenstrooms van de locatie waar de gasleiding de Hultense Leij kruist, overstijgen de waterstanden het maaiveld in de directe omgeving van de watergang. Momenteel betreft het gebied wat potentieel wateroverlast ervaart een agrarisch gebied. Bij de ontwikkeling van de EVZ kan rekening worden gehouden met de natuurlijke laagtes. Door juist gebruik te maken van de natuurlijke laagtes kan een natte omgeving worden gecreëerd en zal de inundatie buiten het tweefaseprofiel geminimaliseerd worden. Bij toekomstige (industriële) gebiedsontwikkeling van Wijkvoort kan maaiveld worden opgehoogd om inundatie te voorkomen.
- Rondom de stuw in traject 2 wordt de maaiveldhoogte ook overstegen in extreme situaties, vanaf T=10. In die situatie is er ongeveer 5 cm waterdiepte op maaiveld. Deze situatie zou verder kunnen worden beperkt door: 1) het ±70 meter verder bovenstrooms plaatsen van de stuw, de

watersprong vindt dan pas plaats op een locatie waar het maaiveld van nature hoger is 2) de stuw verder te optimaliseren waardoor een lagere waterstand optreedt, met als gevolg dat er minder water bovenstrooms geborgen kan worden en de afvoerpiek hoger zal uitvallen of 3) lokaal hogere oevers aanleggen waardoor het water binnen het profiel blijft, of 4) het verleggen van het traject van de Hultense Leij door deze laagte, waardoor de laagte als onderdeel van de Hultense Leij gaat functioneren.

- Zijwaterlopen en lozingspunten kunnen even goed afwateren als in de huidige situatie.

Functioneren systeem in normale situaties

In normale afvoersituaties functioneert het systeem goed.

- In een voorjaarsafvoer wordt vrijwel overal een waterdiepte van 50 cm gerealiseerd. Ten opzichte van de huidige situatie vindt op veel plaatsen een toename van de waterstand plaats.
- Bij een half maatgevende afvoer vindt in het algemeen bovenstrooms van bestaande stuwen een daling van de waterstand plaats, en benedenstrooms van de bestaande stuwen een stijging. Het waterpeil volgt het maaiveld beter dan in de huidige situatie. Over het algemeen bedraagt de drooglegging overal meer dan 50-70 cm. Alleen juist bovenstrooms van de voorde is de drooglegging kleiner.

7.3 Aanbevelingen

Om een goed vervolg aan deze studie te geven, worden de volgende aanbevelingen gedaan:

- Het inrichten van de EVZ volgens de inrichting in bijlage 1 en 2 zorgt ervoor dat bijna overal aan de hydrologische criteria en randvoorwaarden wordt voldaan. Aanbevolen wordt om een ecologische of landschappelijke toetsing uit te voeren om te beoordelen of deze EVZ inrichting als meerwaarde wordt gezien.
- Juist bovenstrooms van de voorde bij de gasleiding is mogelijk risico op wateroverlast, vanaf een T=10 situatie. Ook is de drooglegging in een half maatgevende afvoer hier relatief klein. Het betreft hier echter een laagte in het maaiveld. Er zijn verschillende oplossingen om deze wateroverlast te voorkomen, namelijk het benutten van de laagte door het traject van de Hultense Leij door deze laagte te leiden, of het ophogen van het te ontwikkelen bedrijventerrein, zodat het aan de toekomstige norm gaat voldoen. Aanbevolen wordt om de ontwikkelingen rondom Wijkevoort nauwlettend te volgen, zodat hier de slimste keuze gemaakt kan worden.
- Bij de stuw in traject 2 ontstaat risico op wateroverlast, vanaf een T=10 situatie. Ook hier zijn verschillende oplossingen om deze wateroverlast te voorkomen, namelijk:
 1. Het verplaatsen van de stuw met ± 70 meter bovenstrooms. De watersprong vindt dan pas plaats op een locatie waar het maaiveld van nature hoger is.
 2. De stuw verder te optimaliseren waardoor een lagere waterstand optreedt, met als gevolg dat er minder water bovenstrooms geborgen kan worden en de afvoerpiek hoger zal uitvallen of
 3. Lokaal hogere oevers aanleggen waardoor het water binnen het profiel blijft.
 4. Het verleggen van het traject van de Hultense Leij door deze laagte, waardoor de laagte als nat gedeelte als onderdeel van de Hultense Leij gaat functioneren.

Aanbevolen wordt om deze mogelijkheden te analyseren en eventueel een kosten-batenanalyse uit te voeren om de beste optie te bepalen.

8 Referenties

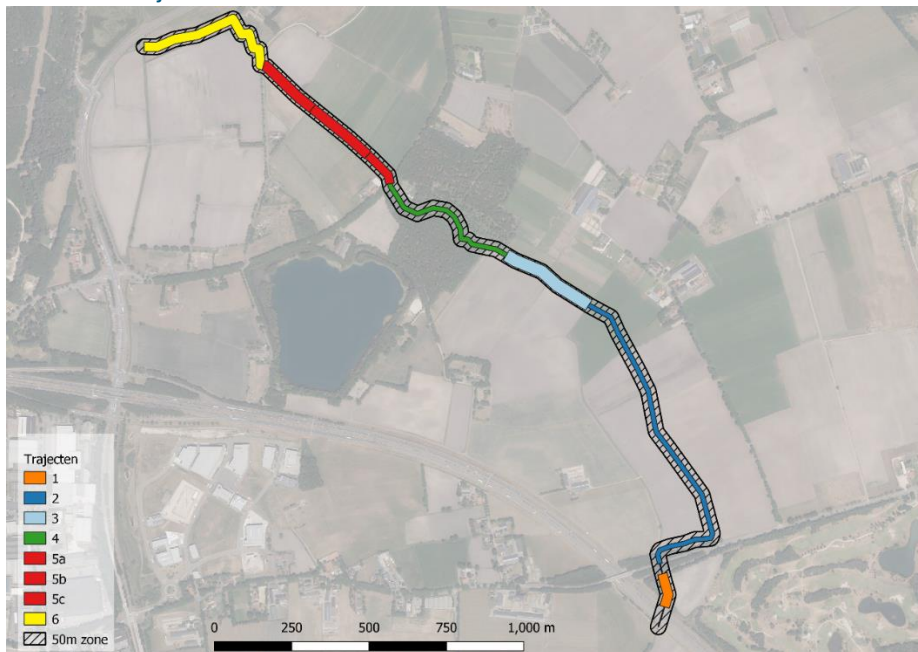
- [1] Rapport: *Ontwerpconcept voor de Hultensche Leij*, Idverde en KruitKok Landschapsarchitecten, documentnummer L2008 R001, datum 27-01-2021
- [2] Tekening: *20201023Eigendommenkaart_Wijkevoort.pdf*, Gemeente Tilburg, aangeleverd op 20-7-2021
- [3] Spreadsheet: *210422_randvoorwaarden hydrologie.xlsx*, Idverde, projectnummer 7222054, Concept, Datum 20/11/2020
- [4] Document: *varianten afwatering Hultensche Leij.pdf*, Waterschap Brabantse Delta, aangeleverd op 10-9-2021
- [5] Tekening: *Hultensche Leij Tilburg, Ontwerp trace en gasleiding*, Waterschap Brabantse Delta, d.d. 16-9-2021
- [6] Document: *Handreikingsoversteekconstructies_voorde.pdf*, Waterschap de Dommel, aangeleverd op 03-09-2021

Bijlage 1

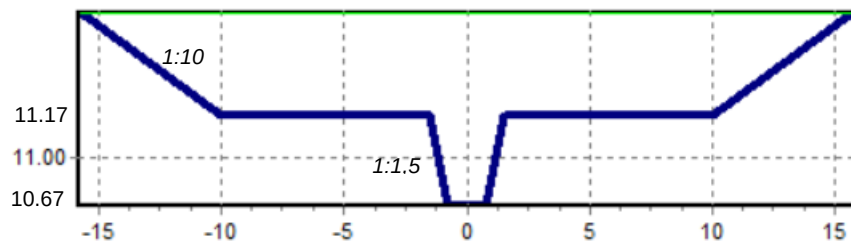
Profielen uiteindelijk ontwerp

Deze bijlage bevat de dwarsprofielen zoals deze in het uiteindelijke SOBEKmodel zijn doorerekend

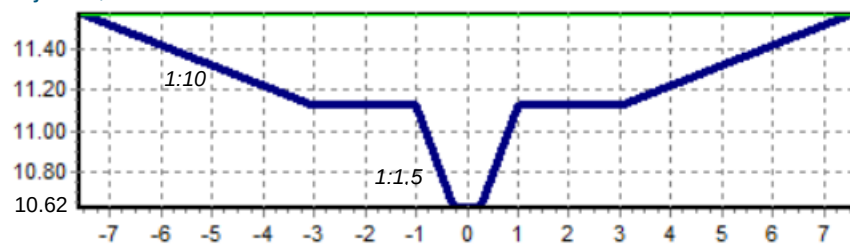
Overzicht trajecten:



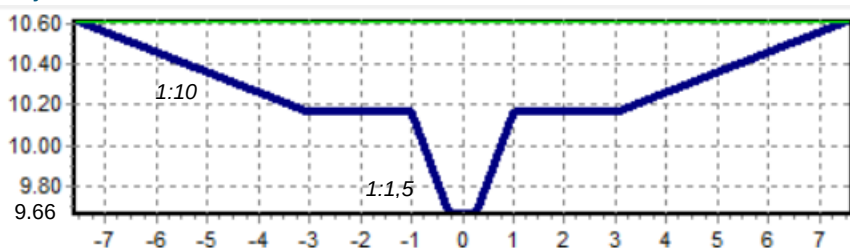
Traject 1



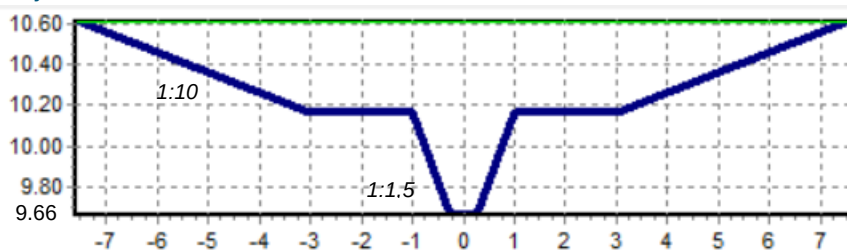
Traject 2, bovenstrooms



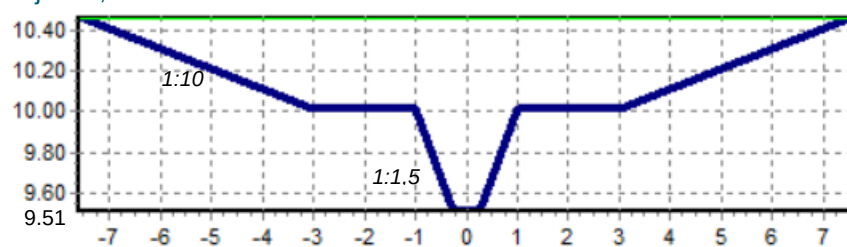
Traject 2, benedenstrooms



Traject 3, bovenstrooms



Traject 3, benedenstrooms



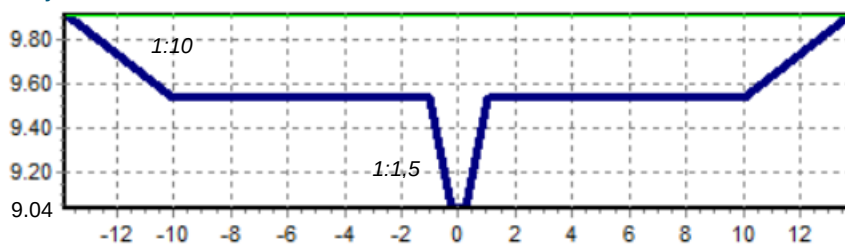
Traject 4, bovenstrooms



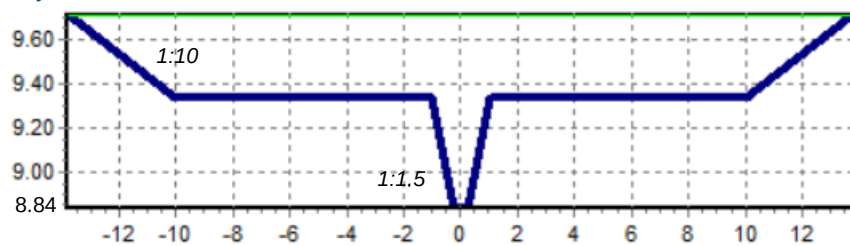
Traject 4, benedenstrooms



Traject 5a, bovenstrooms



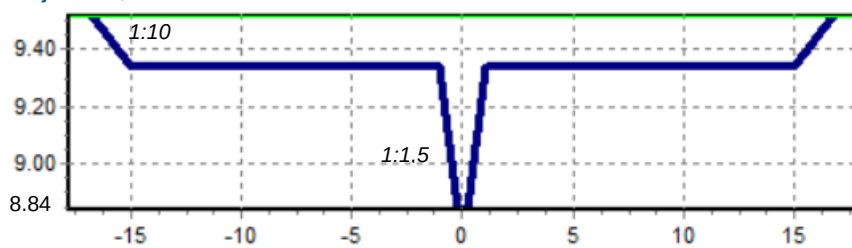
Traject 5a, benedenstrooms



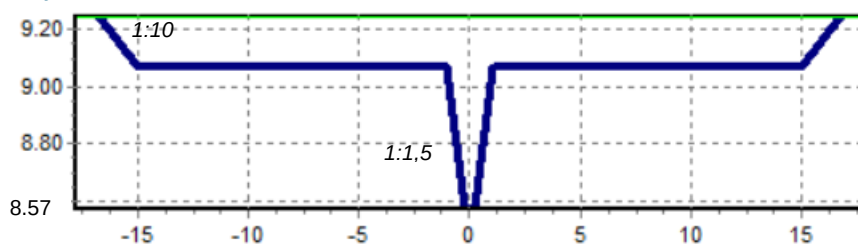
Traject 5b



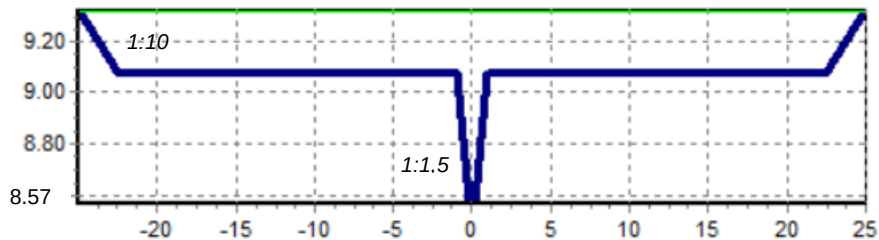
Traject 5c, bovenstrooms



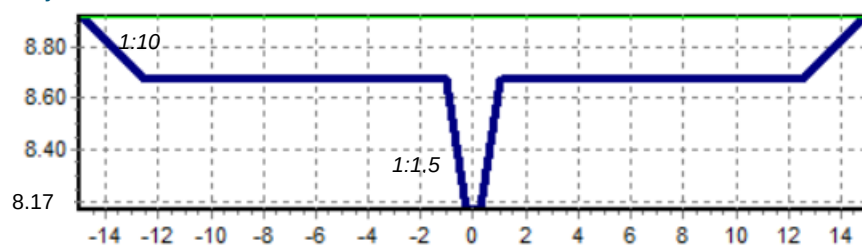
Traject 5c, benedenstrooms



Traject 6, bovenstrooms



Traject 6, benedenstrooms



Bijlage 2

Stuwen in uiteindelijke ontwerp



Aanwezigheid stuwen in uiteindelijke ontwerp (rood = 1^e fase, grijs = 2^e fase, groen = voorde)

Stuw A en stuw B:

Dit zijn beiden stuwen die opstuwing verzorg en in zowel de eerste als tweede fase (bij hoge afvoeren). Het betreft een stuw met een V-vorm in de eerste fase, en een bredere overstort in de tweede fase. De breedte van de overstort is wel erg beperkt, om zo buffering van de afvoer in de tweede fase te bewerkstelligen. Ter referentie hieronder een voorbeeld van een dergelijke stuw (aangeleverd door Waterschap Brabantse Delta).



De dimensies van de V-vorm zijn zo gekozen dat in een voorjaarsafvoer 50 cm waterdiepte optreedt.

	Stuw A	Stuw B
Bodemhoogte bij stuw	+10,15 m NAP	+8,33 m NAP
Onderkant V	+10,53 m NAP	+8,66 m NAP
Hoogte overstortdrempel	+10,70 m NAP	+8,83 m NAP
Breedte overstortdrempel	70 cm	90 cm

Stuw in traject 2

De stuw in traject 5 is een drempel in het eerstefaseprofiel, om diepte te behouden bij een lage afvoer. Deze heeft een kruinhoogte van +9,34 en een breedte van 20 meter.

Voorde

De voorde die is voorzien ter hoogte van de gasleiding heeft het volgende dwarsprofiel:



Deze voorde functioneert ook als een soort drempel. Het talud aan weersijden is 1:7 (minimale talud van een voorde volgens de Handreiking Voordes van Waterschap de Dommel).