

Hydrologische toets herontwikkeling Leeuwterrein

projectnummer 420360
definitief revisie 02
23 januari 2018

Hydrologische toets herontwikkeling Leeuwterrein Valkenburg

projectnummer 420360



definitief revisie 02
23 Januari 2018

Auteurs

Mirjam Stark
Annelou Hoogerwerf

Opdrachtgever

Waterschap Limburg
Postbus 2207
6040 CC Roermond

datum vrijgave	beschrijving revisie 02	goedkeuring	vrijgave
23/1/18	definitief	R. Wijnhoven 	E. Matla 

Inhoudsopgave

Blz.

1	Inleiding	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	Doel	1
1.3	Leeswijzer	1
2	Uitgangspunten en randvoorwaarden	2
2.1	Ligging plangebied	2
2.1.1	Locatie	2
2.1.2	Watersysteem	3
2.2	Doel van de herontwikkeling	3
2.3	Eisen	4
3	Model huidige situatie	5
3.1	Modelbeschrijving	5
3.1.1	Afmetingen model	5
3.1.2	Settings	6
3.1.3	Kunstwerken	6
3.1.4	Profielen watergangen	7
3.1.5	Wateraanvoer	10
3.1.6	2D-grid	11
3.2	Uitkomsten huidige situatie	12
4	Model toekomstige situatie	17
4.1	Methodiek	17
4.1.1	Aanpak	17
4.1.2	Toetsing	18
4.2	Resultaten	19
5	Conclusies en aanbevelingen	25

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De Gemeente Valkenburg aan de Geul en de Provincie Limburg hebben enkele jaren geleden een samenwerkingsovereenkomst getekend om te komen tot een herontwikkeling van het Leeuwterrein in Valkenburg. Uiteindelijk heeft dit geresulteerd in de overname van de eigendommen van Haacht (eigenaar brouwerij) en is er een raamovereenkomst gesloten tussen gemeente, Provincie en projectontwikkelaar Wyckerveste inzake herontwikkeling van het gebied ten zuiden van de Geul. Het noordelijke deel van het Leeuwterrein blijft vooralsnog eigendom van de gemeente. De gemeente is voornemens om dit terrein te ontwikkelen tot hoogwaardig natuurgebied, waarbij tevens enkele functies vanuit de ontwikkeling in het andere deel van het plangebied worden ingepast (openbare parkeervoorzieningen en visvijver). Daarnaast wordt binnen de ontwikkeling een voorstel uitgewerkt voor het wegwerken van achterstallig onderhoud aan de kademuren.

Voor de herontwikkeling van het noordelijke deel van het plangebied is in samenwerking met het Waterschap nu een ontwerp uitgewerkt, waarbij tevens een hoogwatervoorziening wordt ingepast. Doel hiervan is om de wateroverlast te verminderen in de directe omgeving. Het door Heusschen Copier ontworpen schetsplan is, in opdracht van Waterschap Limburg, door Antea Group getoetst met een oppervlaktewatermodel. De resultaten zijn afgestemd met het Waterschap, waarna tot een aanpassing van het ontwerp is gekomen.

1.2 Doel

Het doel van deze analyse is het toetsen van de nieuwe situatie voor afvoeren van de Geul die met een kans van 1x per 10 jaar, 1x per 25 jaar en 1x per 100 jaar voorkomen. Bij deze toetsing is gekeken naar:

- De afmetingen/capaciteit van het inlaatpunt in relatie tot de gewenste ontlasting van de Geul;
- De afmetingen van de duikers onder de weg door het gebied (bij T=10 door de duiker, bij hogere afvoeren mag er ook water over de weg stromen);
- De vereiste hoogte van de parkeerplaats en visvijver om deze hoogwatervrij te houden;
- Het algemene beeld van het water op het maaiveld en het stromingspatroon bij het vullen en leeglopen van het gebied;
- Het effect op het bovenstroomse traject c.q. wateroverlast in Valkenburg.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 zijn eerst de uitgangspunten en randvoorwaarden van het project uitgelegd. Vervolgens is in hoofdstuk 3 de huidige situatie beschreven, inclusief de nadere informatie over het model. In hoofdstuk 4 is de toekomstige situatie beschreven en de resultaten van deze situatie.

2 Uitgangspunten en randvoorwaarden

2.1 Ligging plangebied

2.1.1 Locatie

Het plangebied bevindt zich in de Gemeente Valkenburg aan de Geul en in het beheersgebied van Waterschap Limburg, ten westen van de kern van Valkenburg (zie figuur 2-1). Het plangebied is aan de zuidkant omsloten door de Geul, die uitstroomt in de Maas (zie figuur 2-2).



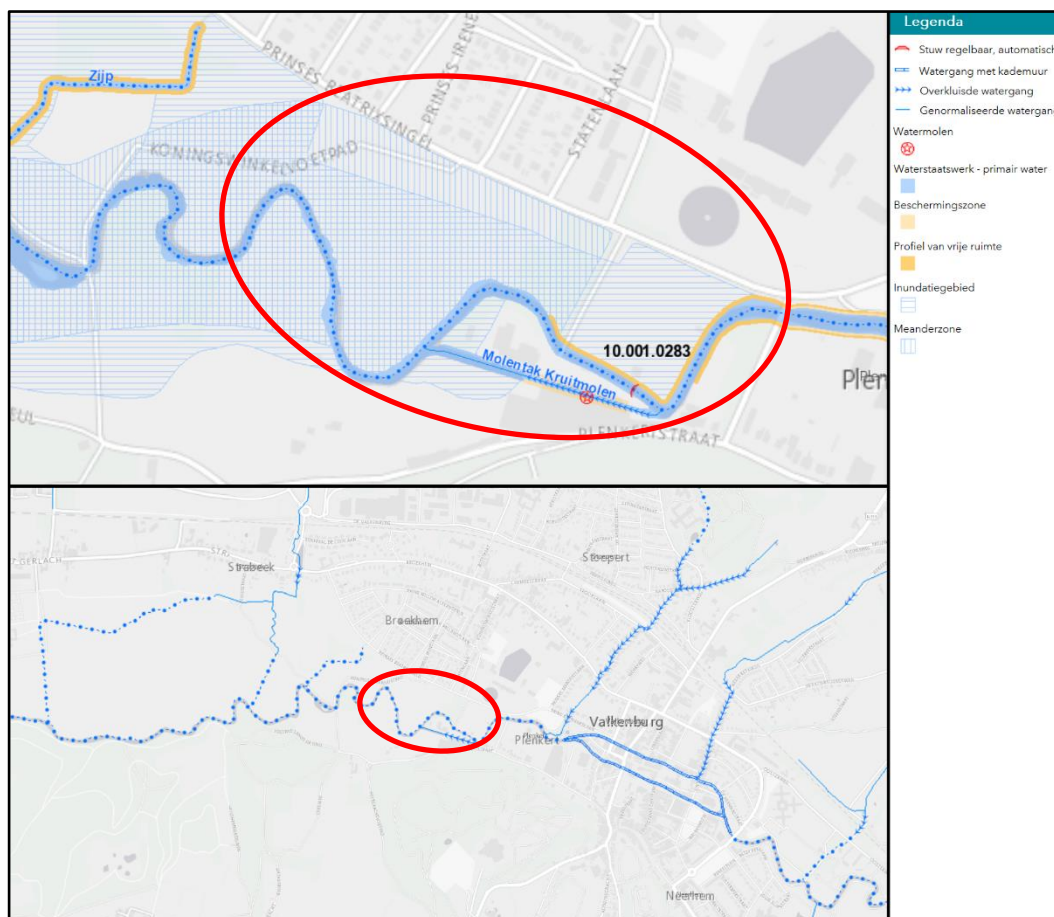
Figuur 2-1: Groot overzicht ligging plangebied (bron: globespotter)



Figuur 2-2: Plangebied met ligging stedelijke ontwikkeling (rood) en hoogwaterbescherming (blauw)

2.1.2 Watersysteem

Het plangebied is aan de zuidzijde omsloten door de primaire watergang de Geul (zie figuur 2-3). De watergang splitst zich ter hoogte van het plangebied naar een overkluisde watergang met een molen (Molentak Kruitmolen), die zich verderop weer bij de Geul voegt. In de Geul bevindt zich, ter hoogte van het plangebied, een stuw. Deze stuw wordt in de praktijk niet gebruikt. Het plangebied zelf is aangewezen als meanderzone en inundatiegebied. Ten oosten van het plangebied heeft de watergang kademuuren.



Figuur 2-3: Overzicht watersysteem rondom het plangebied

2.2 Doel van de herontwikkeling

In de huidige situatie inundeert het gebied bij hoogwater situaties. Het waterschap wil dit gebied herontwikkelen om in hoogwatersituaties het water beter te kunnen sturen, zodat in de toekomst alleen de daarvoor bestemde gebieden inunderen. Deze herontwikkeling omvat het aanleggen van een inlaat vanuit de Geul het plangebied in en het verbeteren van de afvoer door een bypass tijdens grotere afvoeren. In het gebied zijn verder een parkeerplaats en een visvijver voorzien. De visvijver moet bij een T=100 hoogwater vrij blijven, bij de parkeerplaats is nog niet uitgesproken in welke situatie deze hoogwater vrij moet blijven.

2.3 Eisen

Het doel van deze analyse is om de nieuwe situatie te toetsen voor een T=10, T=25 en T=100 situatie. Bij deze toetsing is gekeken naar:

- De afmetingen/capaciteit van het inlaatpunt in relatie tot de gewenste ontlasting van de Geul. De wens van het waterschap is om bij de T=100-situatie ca. 30 m³/s door het hoogwatergebied te leiden;
- De afmetingen van de duikers onder de weg door het gebied. De wens is om bij T=10 alleen water door de duikers te voeren, bij hogere afvoeren mag de weg ook deels inunderen;
- De vereiste hoogte van de parkeerplaats en kade om de visvijver om deze hoogwatervrij te houden;
- Het algemene beeld van het water op het maaiveld en het stromingspatroon bij het vullen en leeglopen van het gebied;
- Het effect op het bovenstroomse traject c.q. wateroverlast in Valkenburg.

3 Model huidige situatie

Door het Waterschap Limburg is in november 2017 een dynamisch oppervlaktewatermodel in Sobek 2.13 aangeleverd, met daarbinnen de volgende maatgevende situaties:

- T=10;
- T=25;
- T=100.

Alle drie de situaties bevatten een 2D-grid met cellen 25x25m.

Het model betreft een uitsnede van het regionale model van het waterschap Limburg. In 2016 is deze uitsnede toegepast om de huidige situatie door te rekenen alsmede een ander ontwerp, dat nu niet meer wordt beschouwd.

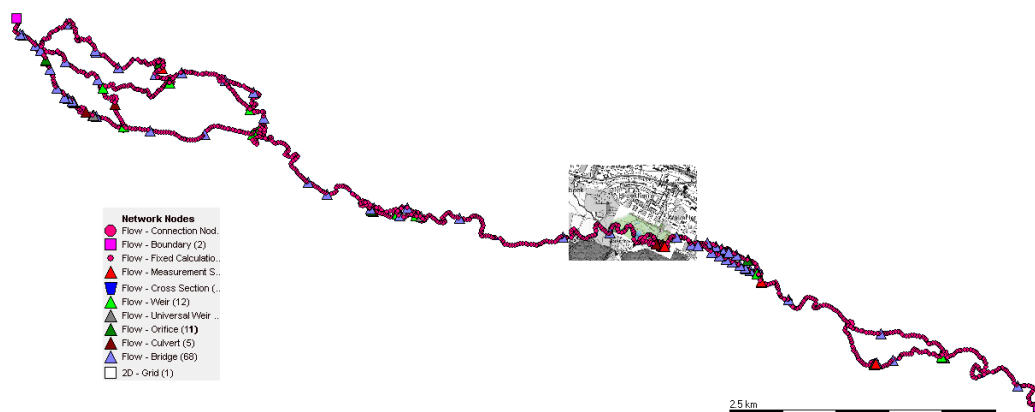
In overleg met het waterschap is vastgesteld dat de huidige situatie voldoende gekalibreerd is voor het bedoelde gebruik van onderhavige toetsing. Het model is onderstaand meer gedetailleerd beschreven. Tevens zijn de waterpeilen van de huidige situatie op enkele maatgevende punten opgenomen.

3.1 Modelbeschrijving

3.1.1 Afmetingen model

Voor de berekeningen met SOBEK wordt gebruik gemaakt van versie 2.13.002. De schematisatie van het SOBEK-model is in figuur 3-1 weergegeven. De schematisatie begint bovenstrooms ten zuiden van Schin op Geul, gaat zuidelijk langs Valkenburg en eindigt in de Maas. In figuur 3-2 is het model bij de projectlocatie weergegeven.

□



Figuur 3-1: Ligging model



Figuur 3-2: Model ingezoomd op de projectlocatie

3.1.2 Settings

Voor de verschillende modelberekeningen moeten er settings aan SOBEK meegegeven worden. Een deel hiervan kan invloed hebben op de berekende uitkomsten. De gehanteerde settings zijn onderstaand opgenomen:

Dynamische model

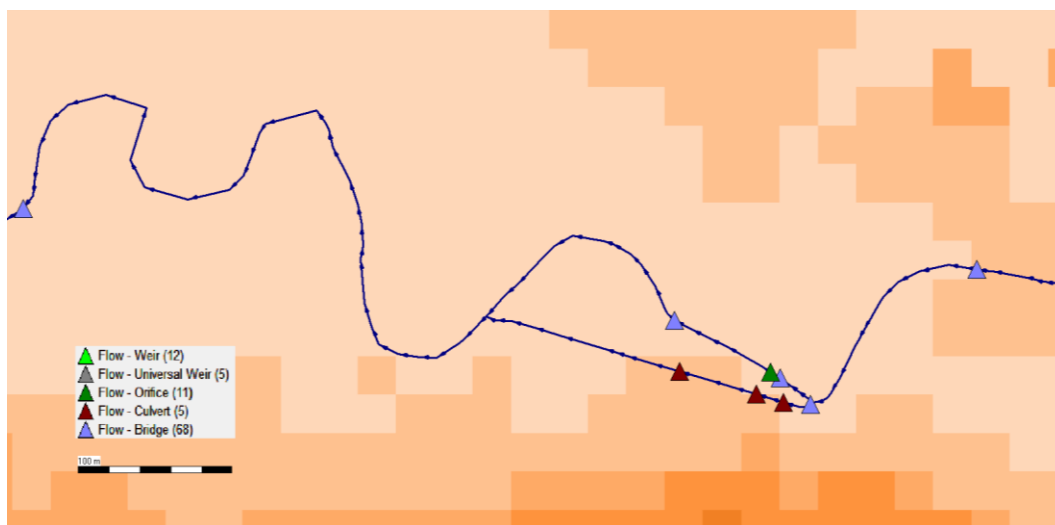
- De 1DFLOW en Overland Flow worden gecombineerd berekend;
- Tijdstap computatie bij definitieve berekeningen 1 minuut, bij tussentijdse berekeningen is een grotere tijdstap (5 tot 10 minuten) aangehouden om de rekentijd te beperken;
- Unsteady calculation;
- Output voor 1DFlow 0,5 uur, maximum waarden;
- Output voor 2DFlow 1 uur;
- Voor de Overland flow module wordt voor de overstrooming gebruik gemaakt van 'Assume no embankments'.

3.1.3 Kunstwerken

Zoals zichtbaar in figuur 3-2 en figuur 3-3 zijn er in het plangebied zelf drie duikers (culvert) aanwezig in de zuidelijke afsplitsing van de Geul (molentak Kruitmolen). Dit betreft feitelijk een overkluizing in een deel van het gebied. Deze molentak komt verder stroomafwaarts weer in de hoofdstroom terecht. Het debiet door de molentak is zeer klein.

Er zijn verschillende stuwen aanwezig over de gehele lengte van de Geul. De belangrijkste stuwen voor het waterpeil in het plangebied zijn de stuwen bij Valkenburg, stroomopwaarts van het plangebied. De stuw stroomopwaarts van het plangebied is de Walramstuw. De Geul splitst stroomopwaarts in tweeën, ongeveer 200 m stroomopwaarts van het plangebied komen beide stromen weer samen. In het plangebied en in het eerste traject van meerdere honderden meters stroomafwaarts zijn geen stuwen aanwezig.

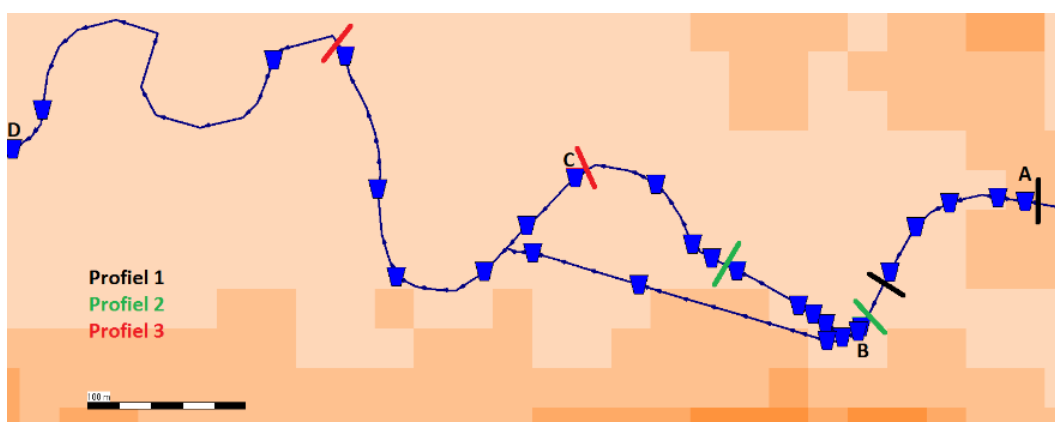
In het plangebied en directe omgeving liggen vijf bruggen. Verder is er een doorlaat. Dit was vroeger een stuw, die werd gebruikt om het water op te stuwen zodat het rad van de Kruitmolen kon draaien. Zowel de bruggen als de doorlaat hebben weinig invloed op de waterstroming.



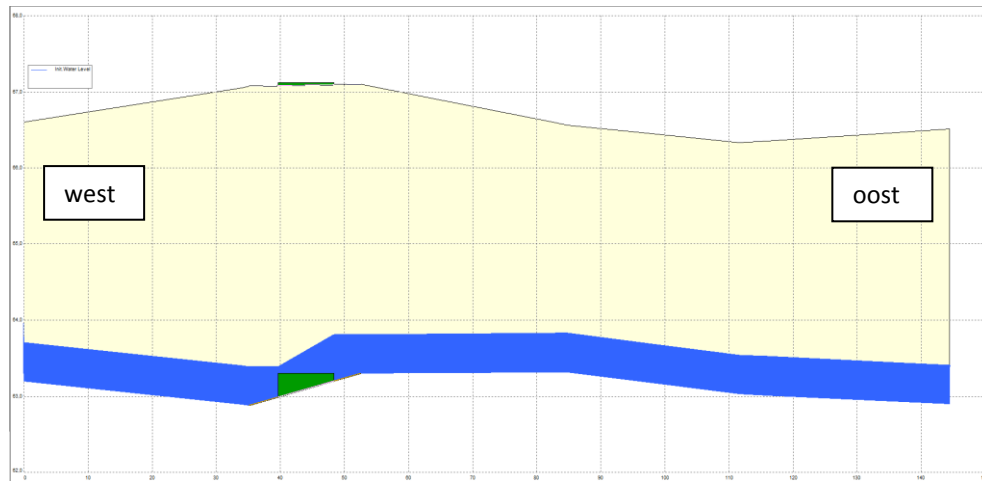
Figuur 3-3: Overzicht kunstwerken in plangebied

3.1.4 Profielen watergangen

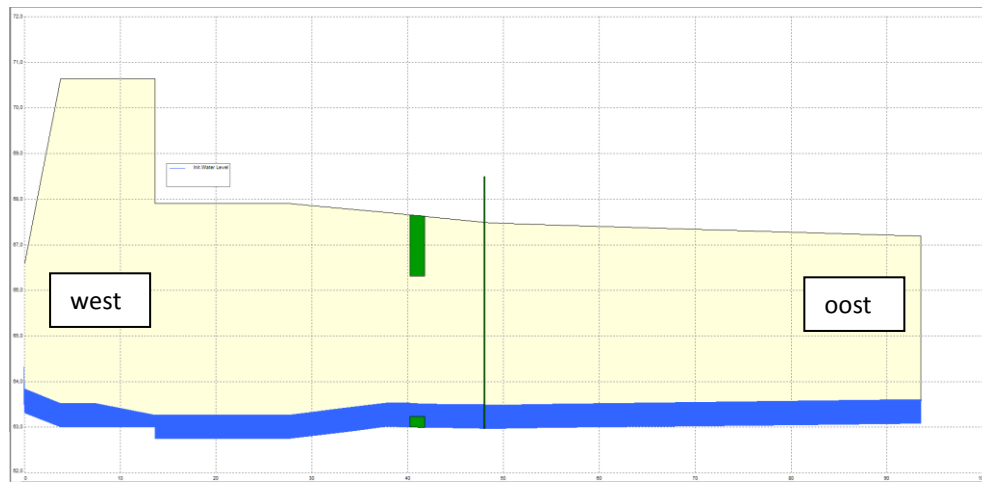
Het Waterschap Limburg heeft aangegeven dat het aantal profielen van het 1D-model is vergroot ten behoeve van de modellering in 2016. In figuur 3-4 is een overzicht gegeven van de ligging van de watergang, van alle beschikbare dwarsprofielen en van de in het volgende weergegeven lengteprofielen. Het weergegeven waterpeil is het beginwaterpeil, 0,5 m boven de waterbodem.



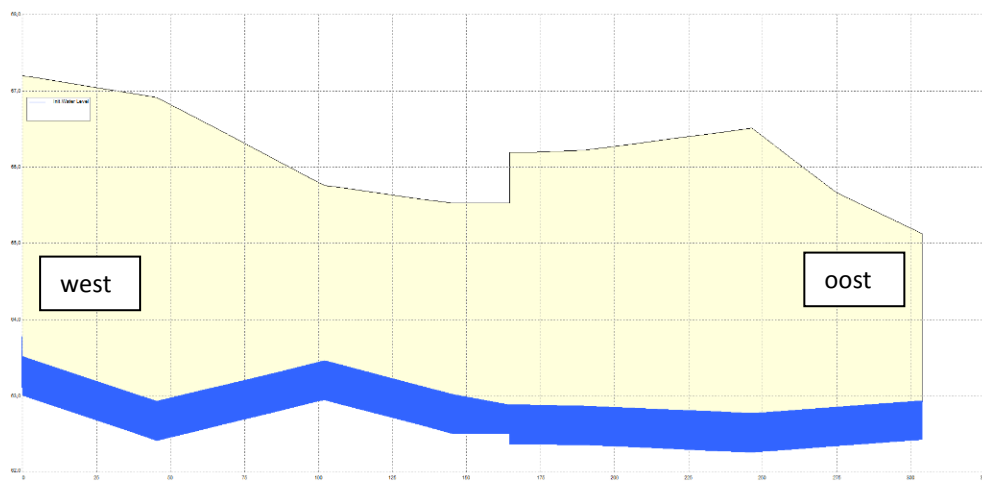
Figuur 3-4: Overzicht watergang in plangebied (donkerblauw), ligging dwarsprofielen (blauwe trapezia) en ligging weergegeven lengteprofielen (1 zwart, 2 groen, 3 rood)



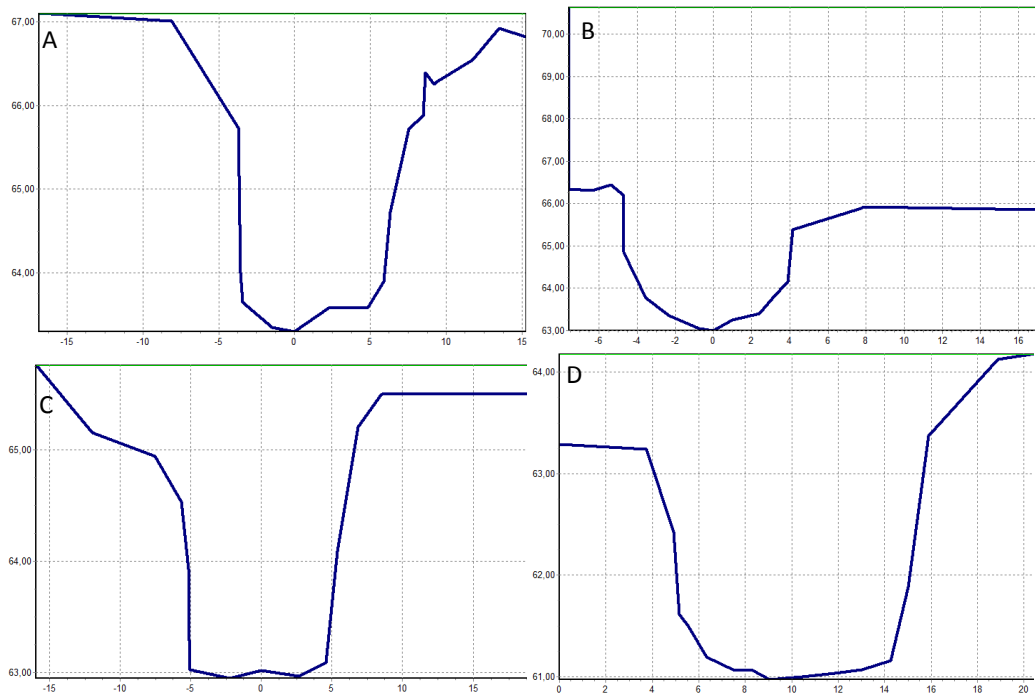
Figuur 3-5: Lengteprofiel 1



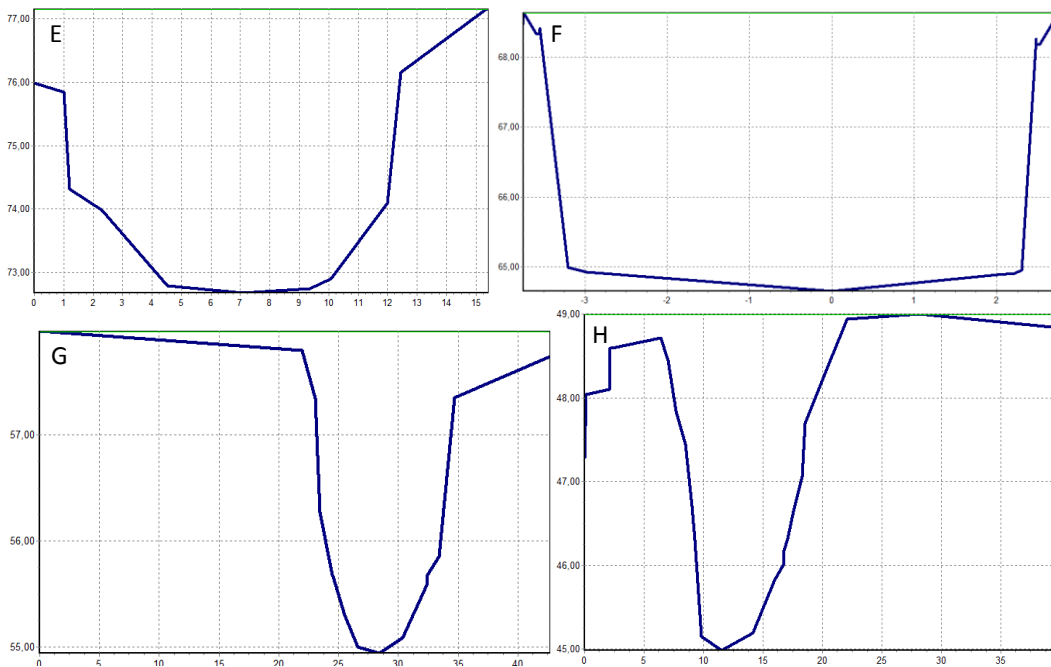
Figuur 3-6: Lengte profiel 2



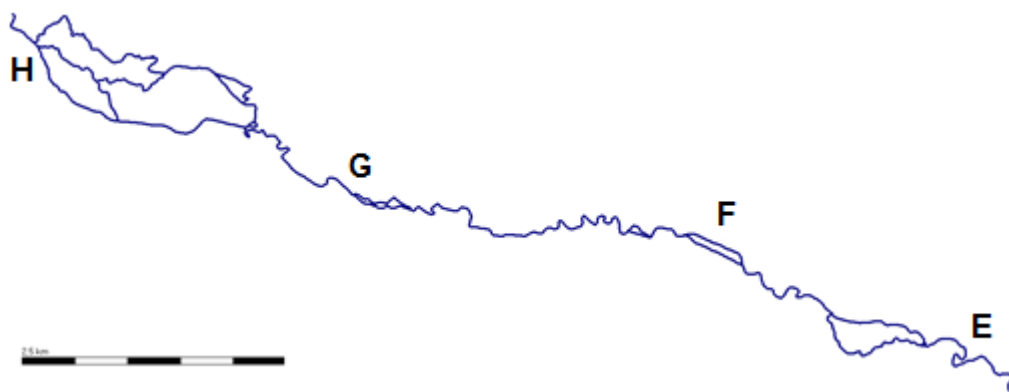
Figuur 3-7: Lengte profiel 3



Figuur 3-8: Dwarsprofielen van de Geul in het plangebied, van bovenstrooms (A) tot benedenstrooms (D);
ligging zie figuur 3-4



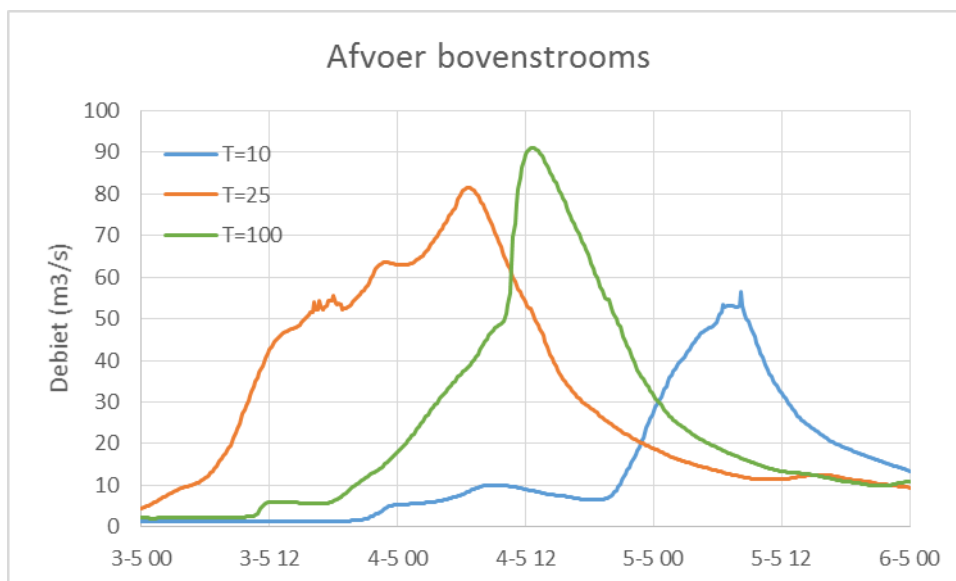
Figuur 3-9: Dwarsprofielen van de Geul van bovenstrooms bij Schin op Geul (E) tot de benedenstroomse
uitstroom bij de Maas (H), ligging zie figuur 3-10



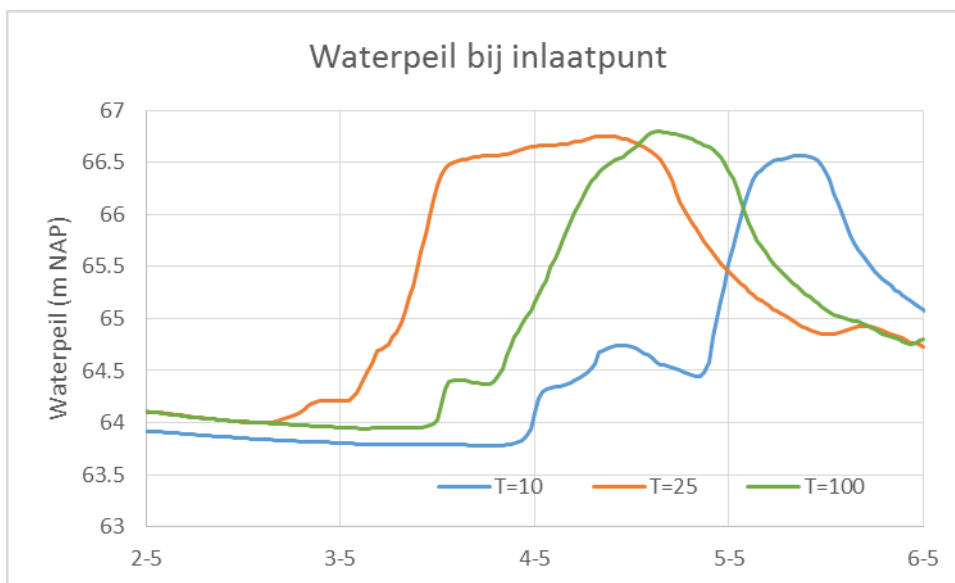
Figuur 3-10: Locaties dwarsprofielen van de Geul

3.1.5 Wateraanvoer

De wateraanvoer van het model komt uit één punt, de boundary bij het beginpunt van de Geul bovenstrooms ter hoogte van Schin op Geul. Deze bovenstroomse randvoorwaarde is afkomstig uit het regionale model. Dit water stroomt door de Geul richting het inlaatpunt bij het plangebied. De afvoer en het waterpeil voor de verschillende situaties (T=10, T=25 en T=100) in dit inlaatpunt is weergegeven in respectievelijk figuur 3-11 en figuur 3-12. De weergegeven datum is fictief, zodat de grafieken in één figuur worden weergegeven.



Figuur 3-11: Waterafvoer bovenstrooms voor situaties T=10, T=25 en T=100 (datum fictief)

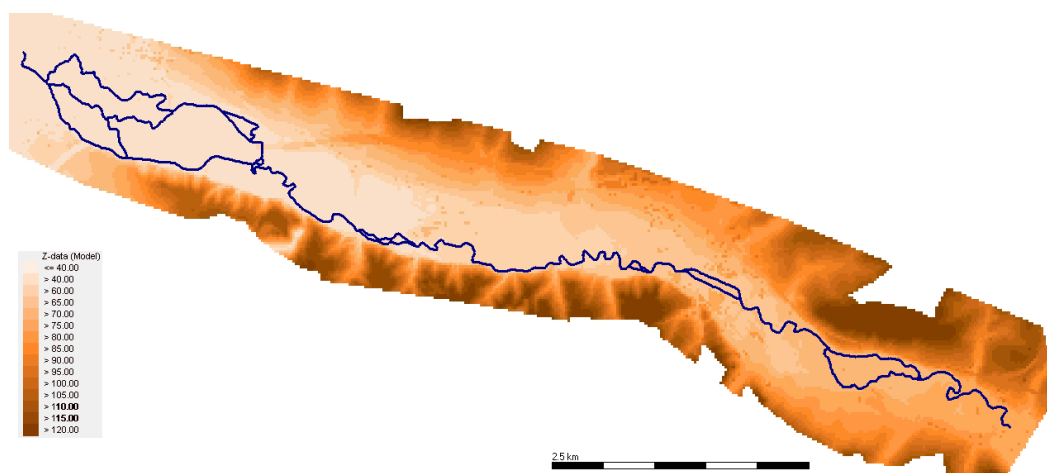


Figuur 3-12: Waterpeilen bij inlaatpunt voor situaties T=10, T=25 en T=100 (datum fictief)

In het model zitten laterale knopen, maar deze bevatten geen afstromend oppervlak of een toevoer van water en hebben dus geen invloed op het model.
De RR-module is niet toegepast.

3.1.6 2D-grid

De ligging en hoogtes van het 2D-grid voor de huidige situatie is weergegeven in figuur 3-13. De nauwkeurigheid van het grid is 25x25 m. Dit grid differentieert in het beekdal zelf tussen ca. NAP +50 m en +80 m. Aan de kanten van het beekdal loopt het maaiveld op tot meer dan NAP +100 m. De weerstand van de ondergrond is toegevoegd in een afzonderlijk grid.



Figuur 3-13: Ligging en hoogtes 2D-grid huidige situatie

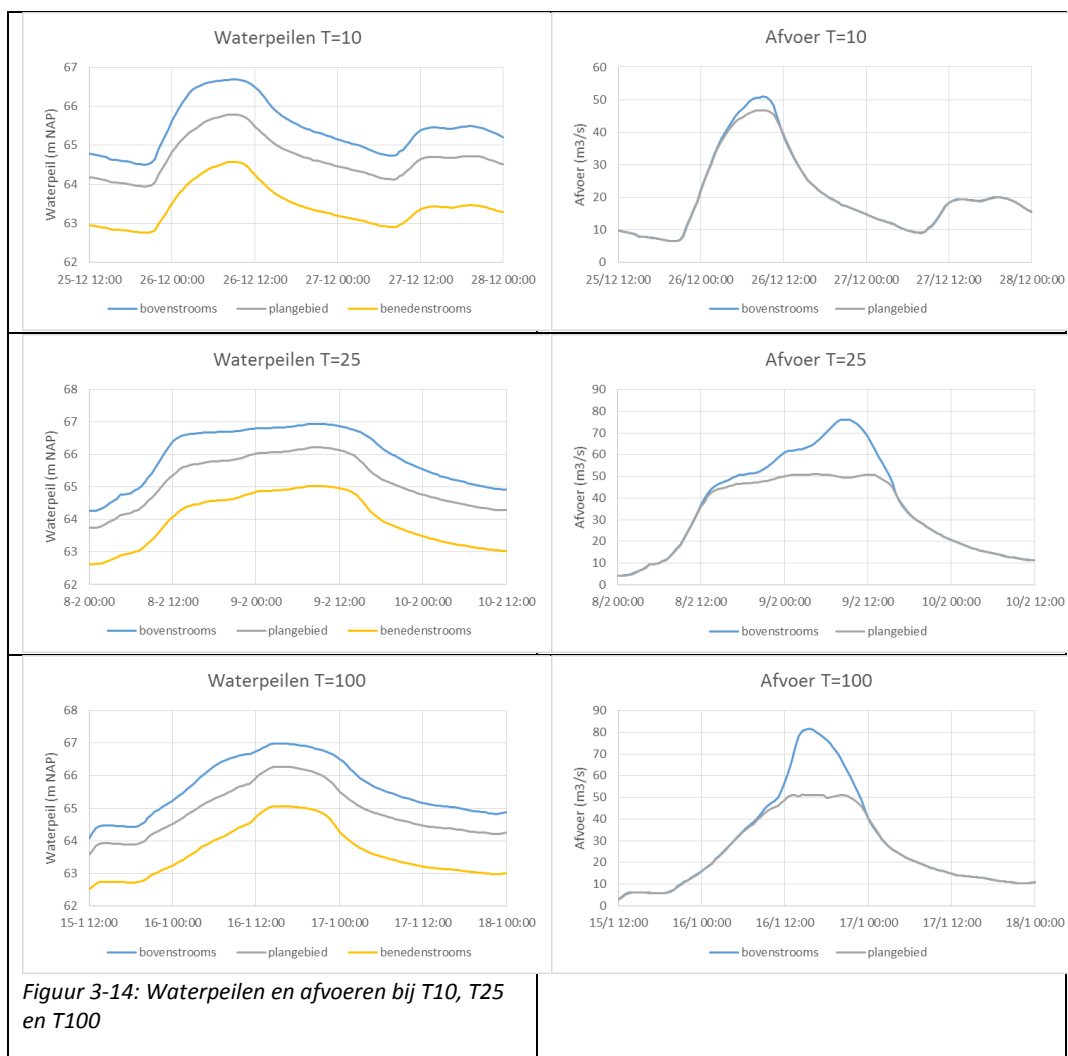
3.2 Uitkomsten huidige situatie

In tabel 3-1 zijn de waterhoogtes en afvoer direct bovenstrooms van het plangebied opgenomen. Zichtbaar is dat het verschil tussen de T=25 en T=100 beperkt is (verschil van 0,05 m en 6 m³/s).

Tabel 3-1: Overzicht maximale waterhoogtes en afvoer bij plangebied

Situatie	Maximale waterhoogte bij inlaat (m +NAP)	Maximale afvoer bij inlaat (m ³ /s)
T=10	66,68	51
T=25	66,94	76
T=100	66,99	82

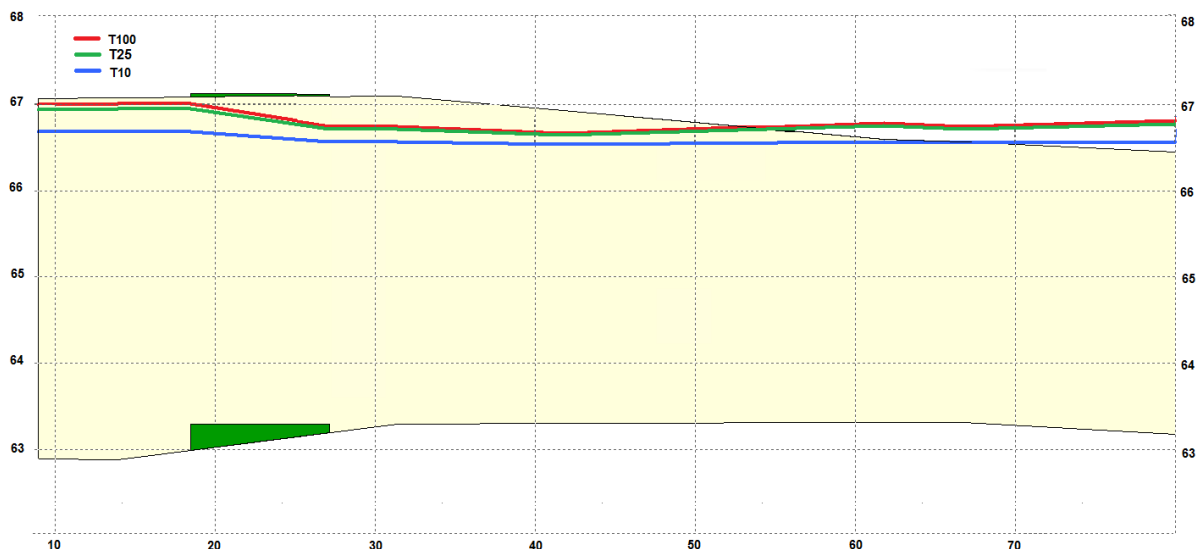
Het verhang in dit gebied is relatief groot, enerzijds doordat er plaatselijk sprake is van een 'flessenhals' waardoor opstuwung plaatsvindt, maar anderzijds doordat ook in de huidige situatie er al afvoer over het maaiveld optreedt waardoor de waterloop benedenstrooms ontlast wordt.



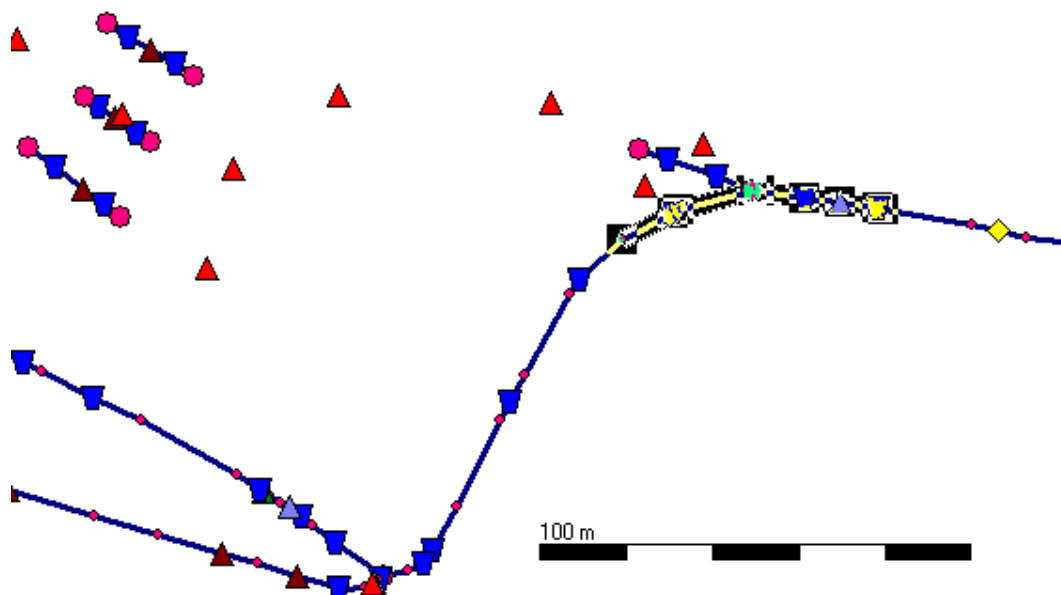
In de voorgaande figuren zijn de waterpeilen en afvoeren bij de T=10, T=25 en T=100 weergegeven. De locatie bovenstrooms (blauwe lijn) is bij de brug onder de Poldermolen, de locatie 'plangebied' (grijze lijn) is ter hoogte van de Prins Bernhardlaan. De locatie

'benedenstrooms' (gele lijn) is waar het water weer vanaf het maaiveld de Geul instroomt. In figuur 4-3 is de ligging van de locaties weergegeven.

In figuur 3-15 is een lengteprofiel opgenomen bij de inlaat met de maximale waterpeilen bij respectievelijk T=10, T=25 en T=100. Het opgenomen traject is weergegeven in figuur 3-16. Zichtbaar is dat in de huidige situatie bij T=10 al een beperkte inundatie optreedt. Bij T=100 is er duidelijk sprake van overstroming. De T=25 is vrijwel gelijk aan de T=100. Op basis van het verschil in berekende afvoer bovenstrooms en benedenstrooms wordt geconcludeerd dat bij een T=10 tijdens de piekafvoer ongeveer 4 m³/s over het maaiveld stroomt. Bij een T=100 is dat ongeveer 30 m³/s.

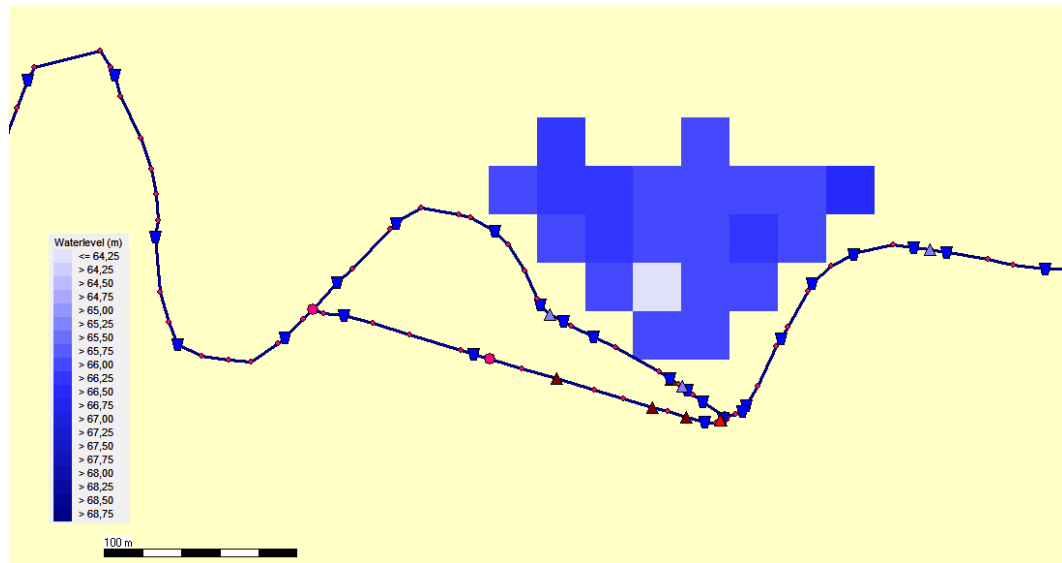


Figuur 3-15: Lengteprofiel bij de inlaat van de maximale waterstand bij T=10 (blauw), T=25 (groen) en T=100 (rood), stroomopwaarts is links

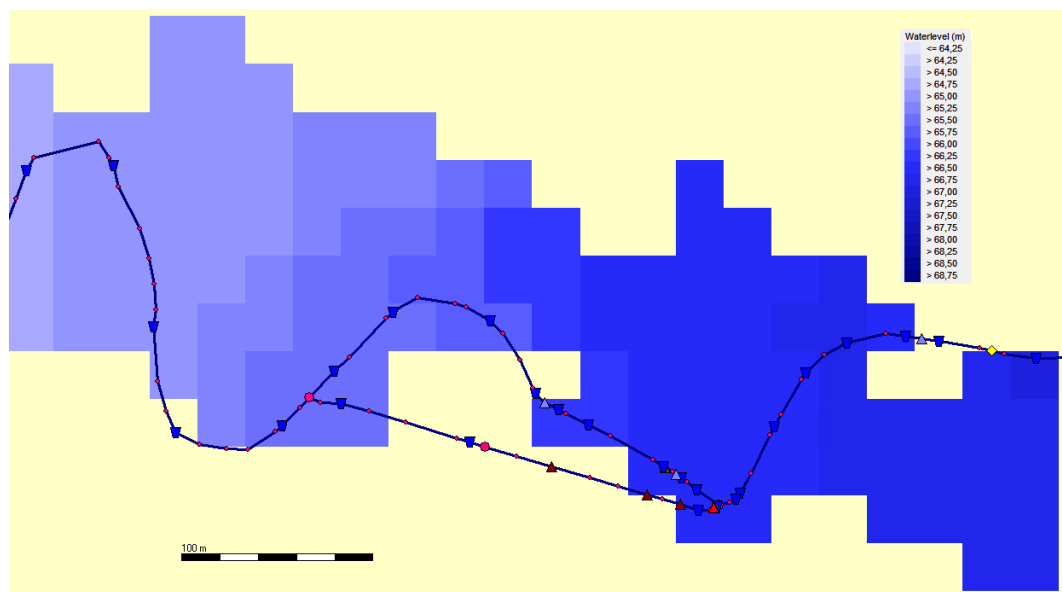


Figuur 3-16: Traject met weergegeven lengteprofiel

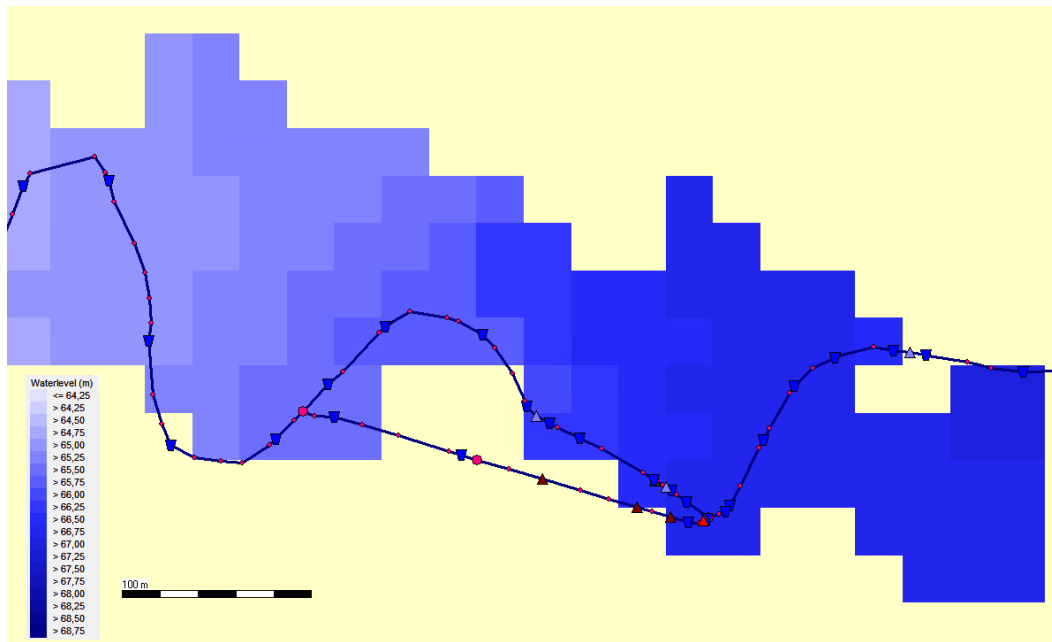
In de volgende figuren is het geïnundeerd gebied weergegeven tijdens een T=10, T=25 en T=100 situatie.



Figuur 3-17: Geïndeerd gebied bij T=10 (maximaal waterpeil)

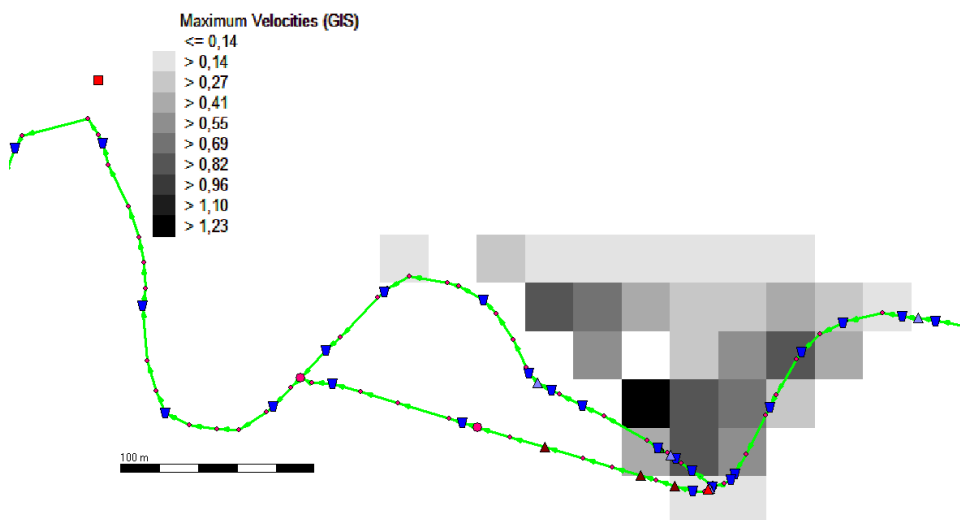


Figuur 3-18: Geïndeerd gebied bij T=25 (maximaal waterpeil)

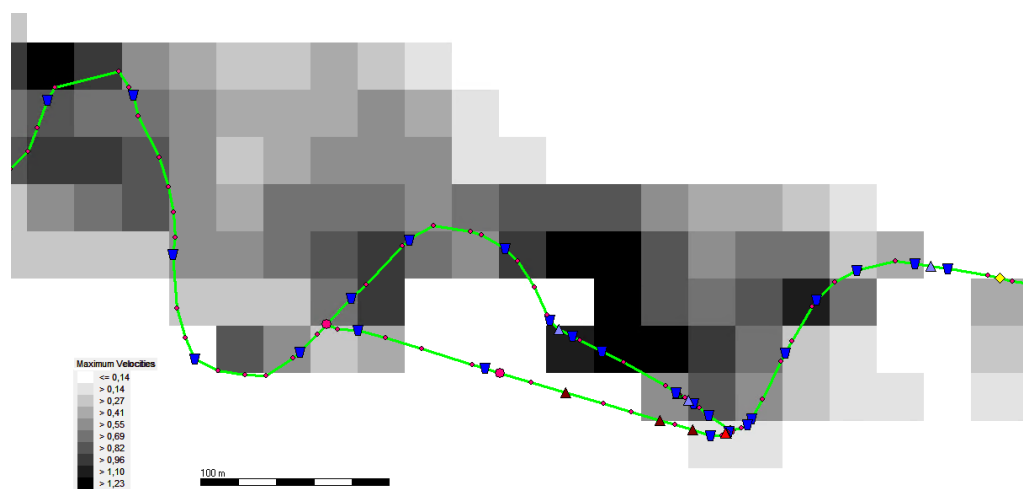


Figuur 3-19: Geïndeerd gebied bij T=100 (maximaal waterpeil)

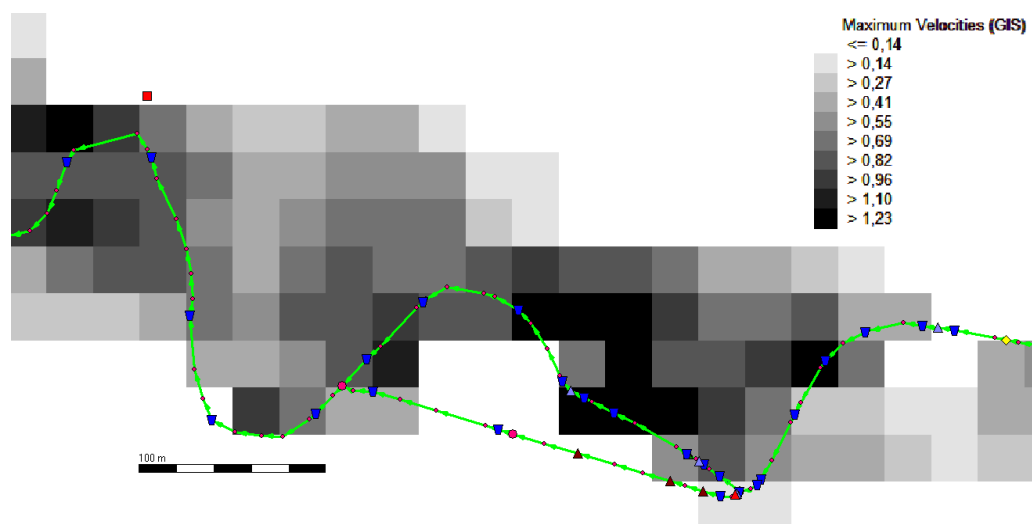
In de volgende drie figuren zijn de stroomsnelheden over het maaiveld weergegeven in een T=10, T=25 en T=100 situatie in het plangebied.



Figuur 3-20: Stroomsnelheid (m/s) in het plangebied bij T=10



Figuur 3-21: Stroomsnelheid (m/s) in het plangebied bij T=25



Figuur 3-22: Stroomsnelheid (m/s) in het plangebied bij T=100

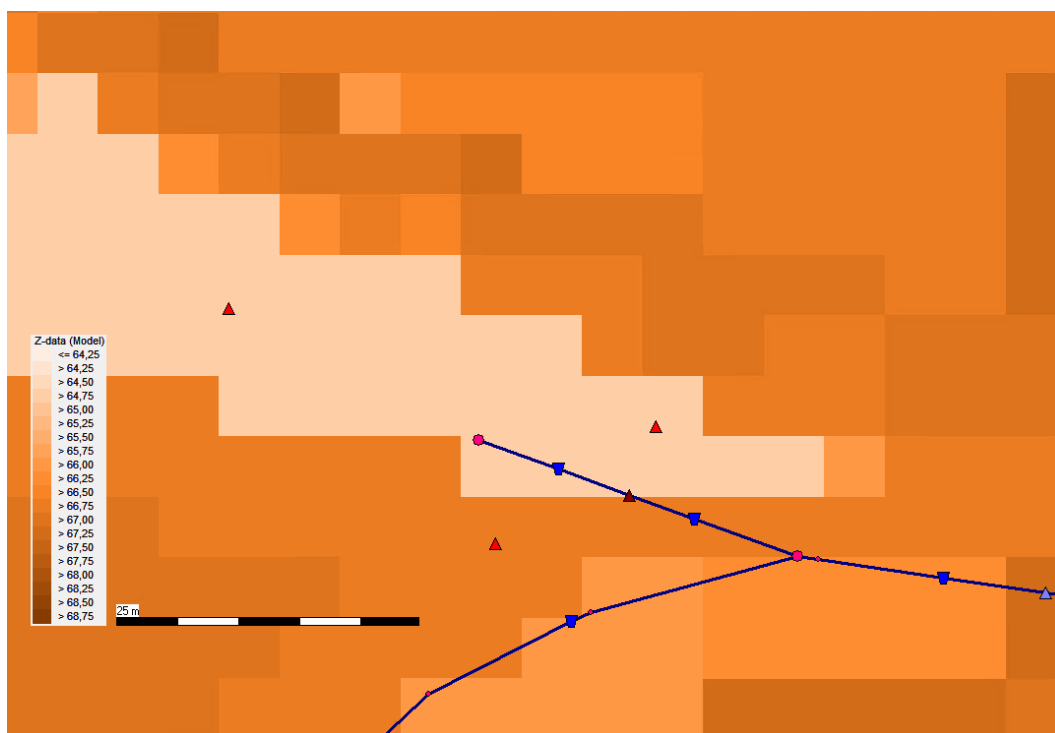
4 Model toekomstige situatie

4.1 Methodiek

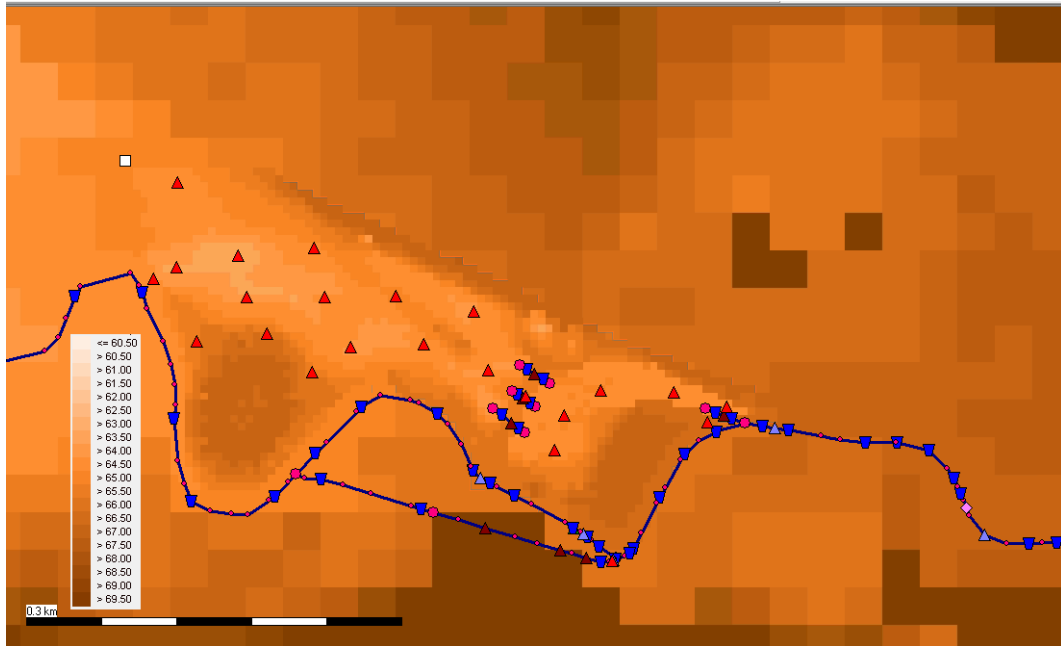
4.1.1 Aanpak

Voor de toetsing van het plangebied is het model op de volgende punten aangepast:

- Toepassen genest 2D-grid met nauwkeurigheid 5x5 m, waarin de hoogtes van het ontwerp opgenomen zijn. De delen in het plangebied die hoogwatervrij moeten blijven (parkeerterrein, visvijver), hebben een hoogte gekregen die gegarandeerd hoogwatervrij blijft (zie figuur 4-2). Vanaf de inlaat tot de weg binnen het plangebied ligt een 'geul' met een maaiveldhoogte van niet meer dan NAP +65 m. Ook stroomafwaarts (westelijk) van de weg ligt een zone waar het maaiveld niet hoger is dan NAP +65 m. Hiermee wordt voorkomen dat ingelaten water bij de weg stagneert.
- De inlaat naar het plangebied is toegevoegd middels een flow-channel met een duiker of brug onder de weg naar het parkeerterrein door. Bij de uiteindelijke berekening is geen duiker opgenomen maar alleen een flow-channel. De resultaten zijn gelijk aan een berekening met een even brede duiker. De flow-channel heeft een 1D-watergang afmeting meegekregen (zie figuur 4-1 voor de opbouw). De duiker heeft een onderkant op NAP +65 m en een hoogte van 1,6 m. Uitgaande van een dikte van het brugdek van 0,4 m komt de bovenkant van de weg op NAP +67 m te liggen. Na optimalisatie van de inlaat is de breedte van de duiker vastgesteld op 10 m.



Figuur 4-1: Ligging inlaatconstructie



Figuur 4-2: 2D-grid van het plangebied en aanpassingen inlaat en duikers

- De weg door het plangebied heeft overal een gelijke hoogte van ca. NAP +66,0 m. Onder de weg liggen drie duikers van ieder 7 m breed en 0,7 m hoog, tussen NAP +65 m en +65,7 m. Dit mag ook een lange brug zijn. De definitieve hoogte van de weg is afhankelijk van de dikte van de bovenkant van de duikers c.q. het brugdek en is nu aangenomen op 0,3 m.

Wanneer in het definitieve ontwerp de ligging van duikers wordt aangepast, bijvoorbeeld als gevolg van kabels en leidingen, dient een nieuwe toetsing plaats te vinden.

4.1.2 Toetsing

Voor de toetsing is in eerste instantie de situatie T=100 doorgerekend. De situatie is getoetst aan de volgende eisen:

- Is de instroom in het gebied voldoende groot (ca. 30 m³/s)?;
- Zijn de duikers onder de weg door het plangebied voldoende groot? (er treedt geen stagnatie / opstuwung in het eerste deel van het plangebied op).

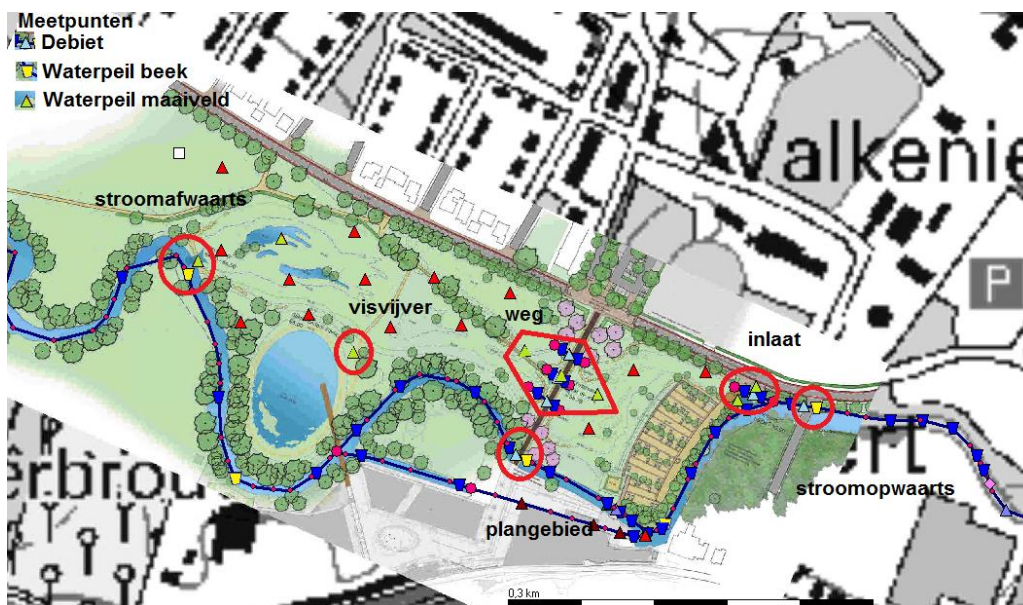
Aan de hand van deze eisen is in afstemming met het Waterschap de dimensionering van duikers en de inlaat aangepast tot wordt voldaan aan de eisen.

Wanneer aan alle eisen wordt voldaan, zijn de volgende gegevens bepaald:

- Benodigde hoogte hoogwatervrij (parkeerplaatsen, kade visvijver) bij situaties: T=10, T=100, gewenste waakhogte door projectontwikkelaar te bepalen;
- De afvoer door het plangebied over maaiveld bij T=10, T=25 en T=100;
- De inundatie van het maaiveld bij T=10, T=25 en T=100;
- De inundatie over de weg bij T=10, T=25 en T=100 (hoogte + tijdsduur);
- Waterpeilen en afvoeren in de Geul.

4.2 Resultaten

In tabel 4-2 is een overzicht gegeven van de maximale waterpeilen in de huidige situatie en bij het plan. Tabel 4-1 bevat de debieten in deze situaties. Tenslotte zijn in tabel 4-3 de waterpeilen in het Geuldal opgenomen. De locaties zijn zichtbaar in figuur 4-3. Het verloop van de waterpeilen in de tijd is weergegeven in figuur 4-6. Het lengteprofiel bij de inlaat is opgenomen in figuur 4-5.



Figuur 4-3: Locaties controlepunten waterpeilen en afvoeren (model huidige situatie)

Tabel 4-1: Maximale afvoeren op verschillende locaties langs het plangebied

	Bovenstrooms		Plangebied		Duikers weg	
	huidig	plan	huidig	plan	huidig	plan
T=10	51	51	47	31	4	20
T=25	76	78	51	38	25	34
T=100	82	81	51	45	30	35

Tabel 4-2: Maximale waterpeilen op verschillende locaties langs het plangebied (m +NAP)

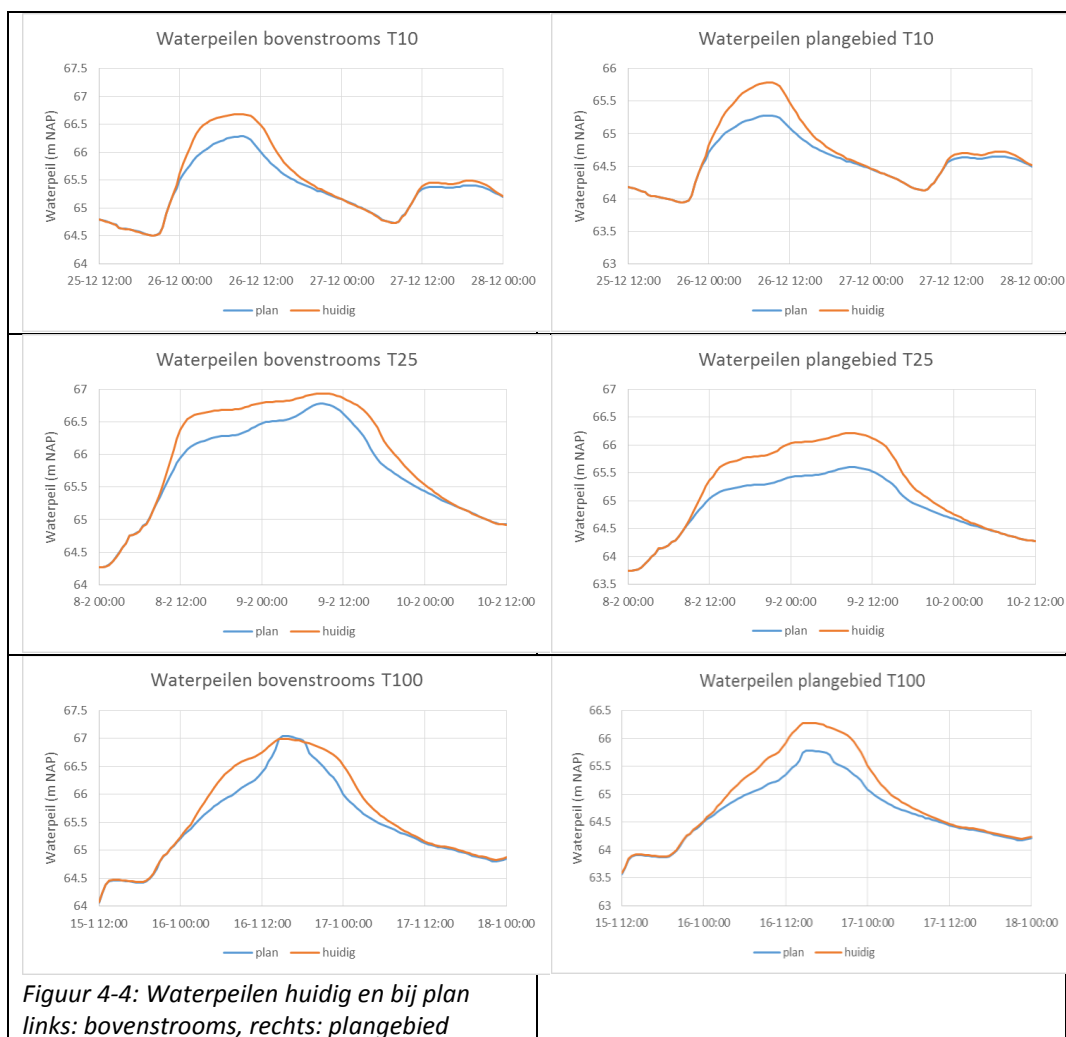
	Bovenstrooms		Plangebied		Benedenstrooms	
	huidig	plan	huidig	plan	huidig	plan
T=10	66,67	66,28	65,79	65,28	64,58	64,57
T=25	66,94	66,78	66,21	65,60	65,03	65,00
T=100	66,99	67,04	66,28	65,78	65,06	65,05

Uit de tabellen blijkt dat het gestelde doel om bij de T=100 ca. 30 m³/s af te leiden door het plangebied, ongeveer wordt bereikt met de opgenomen dimensies.

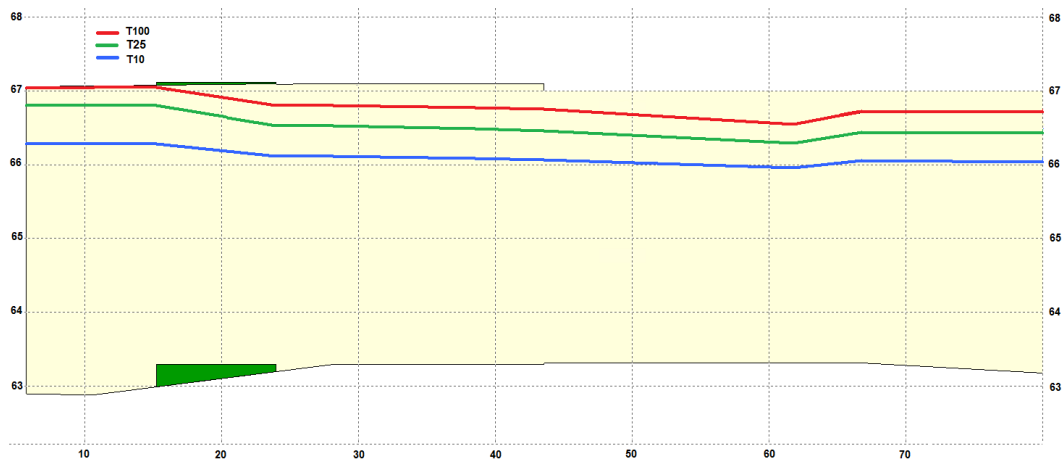
Hoewel de maximale waterpeilen bovenstrooms bij de T=100 nauwelijks ontlast lijken te worden, blijkt vooral de periode waarin de hogere waterstanden optreden korter te worden. In *figuur 4-4* is het verloop van de waterpeilen bij het stroomopwaartse punt (links) en het punt ter hoogte van het plangebied (rechts) weergegeven. Bij een T=100 halveert bijvoorbeeld de periode waarin het waterpeil hoger ligt dan NAP +66,5 m af van 16 uur tot 8 uur. Ter hoogte van het plangebied daalt ook het hoogste waterpeil ten opzichte van de huidige situatie.

Bij de T=10 en de T=25 is er zowel bovenstrooms als ter hoogte van het plangebied ook een substantiële afname van de hoogste waterpeilen ter grootte van ca. 15 cm (T=25) tot 40 cm (T=10).

Verder stroomafwaarts, waar de bypass weer (grotendeels) in de Kleine Geul terug komt, is er nauwelijks verschil met de huidige situatie.



Stroomafwaarts van het inlaatpunt dalen de maximale waterpeilen snel. In *figuur 4-5* zijn de waterpeilen bij de T=10, T=25 en T=100 in hetzelfde lengteprofiel als van *figuur 3-15* weergegeven. De ligging van dit traject is weergegeven in *figuur 3-16*.



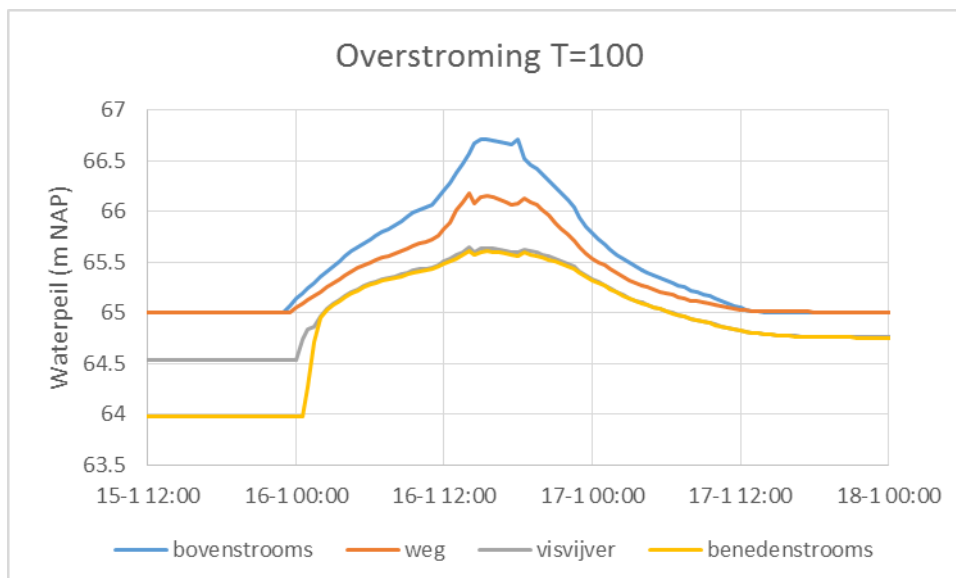
Figuur 4-5: Lengteprofiel nabij inlaat met maximale waterpeilen T=10, T=25 en T=100 (bovenstrooms is links)

Inundatie

Door de aanleg van de inlaatvoorzieningen komt er eerder en meer water in het plangebied. In tabel 4-3 zijn de waterpeilen op enkele locaties in het plangebied weergegeven. In figuur 4-6 is het verloop van de waterpeilen bij de T=100 weergegeven.

Tabel 4-3: Maximale waterpeilen op maaiveld in het plangebied (m +NAP)

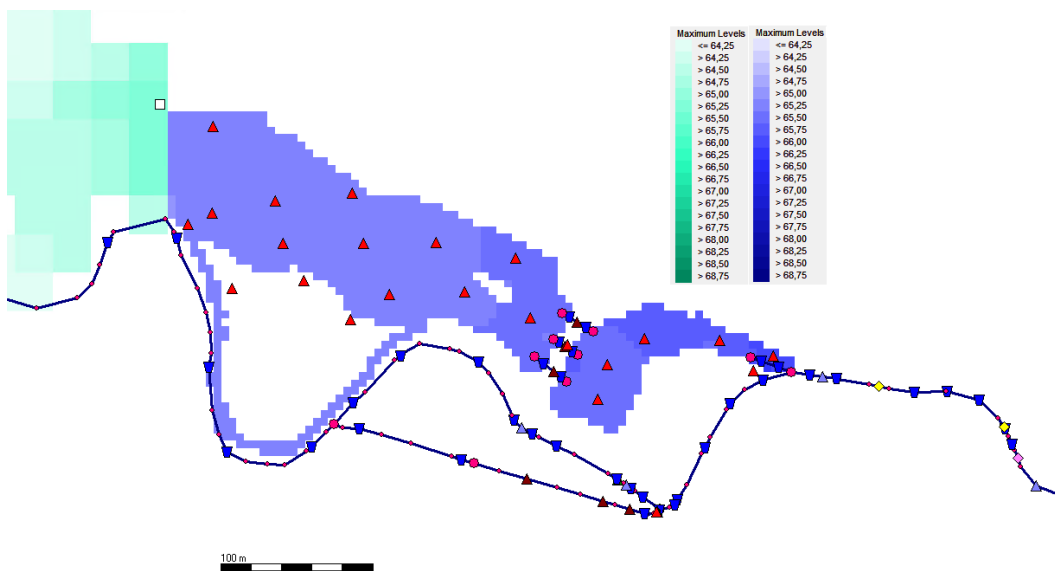
	Inlaat		Weg		Visvijver		Benedenstrooms	
	huidig	plan	huidig	plan	huidig	plan	huidig	plan
T=10	66,57	66,10	66,49	65,74	n.v.t.	65,47	n.v.t.	65,45
T=25	66,71	66,56	66,72	66,16	65,30	65,64	65,20	65,61
T=100	66,79	66,71	66,76	66,17	65,33	65,64	65,24	65,61



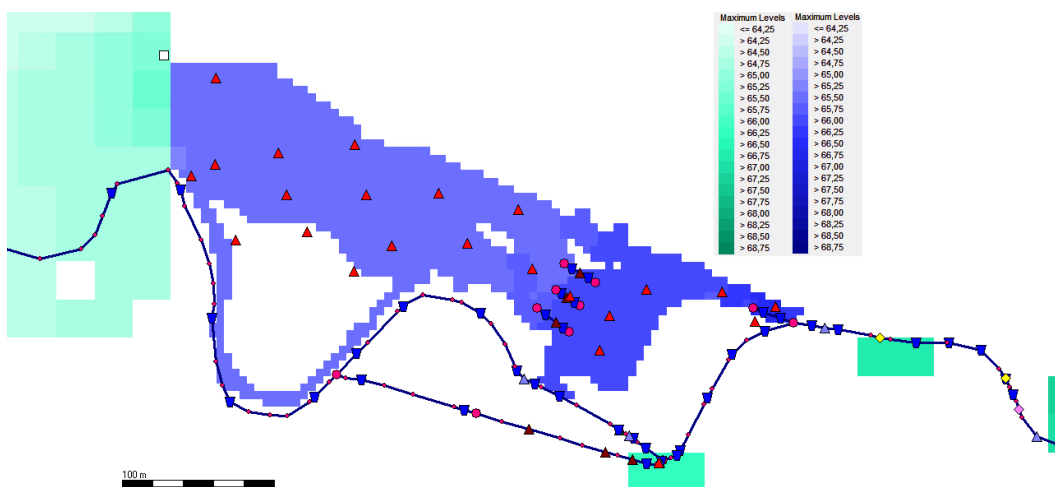
Figuur 4-6: Waterpeilen op enkele punten in het plangebied (T=100)

Inundatie vlakdekkend

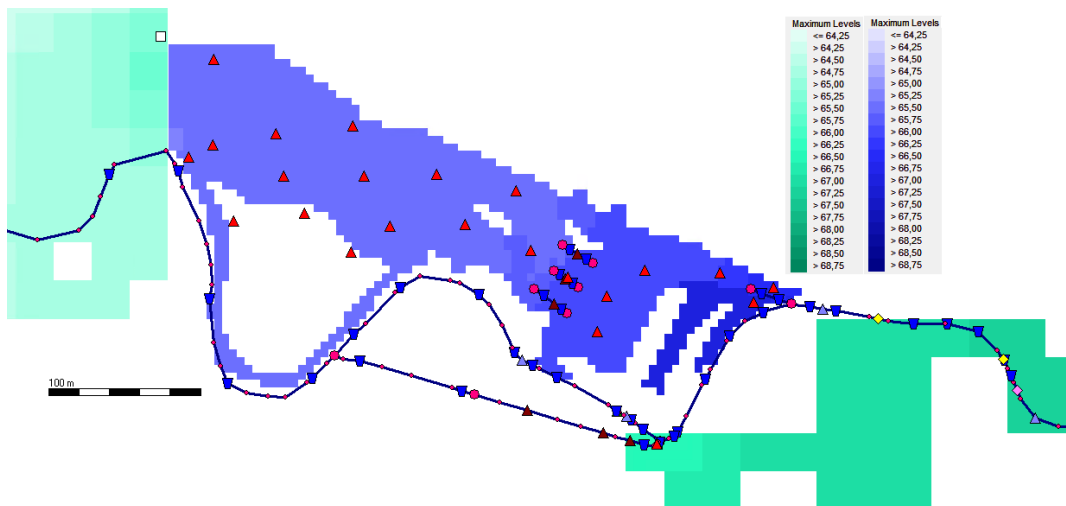
De maximale inundatie bij het plan de T=10, T=25 en T=100 is in blauw weergegeven in figuur 4-7, figuur 4-8 en figuur 4-9. De groen weergegeven vlakken is de maximale inundatie die nog buiten het plangebied optreedt. Om aan te duiden dat het grid grover is, is een andere kleur gehanteerd. Ter vergelijking is in figuur 4-10 t/m figuur 4-12 de huidige inundatie (met het grovere grid) weergegeven.



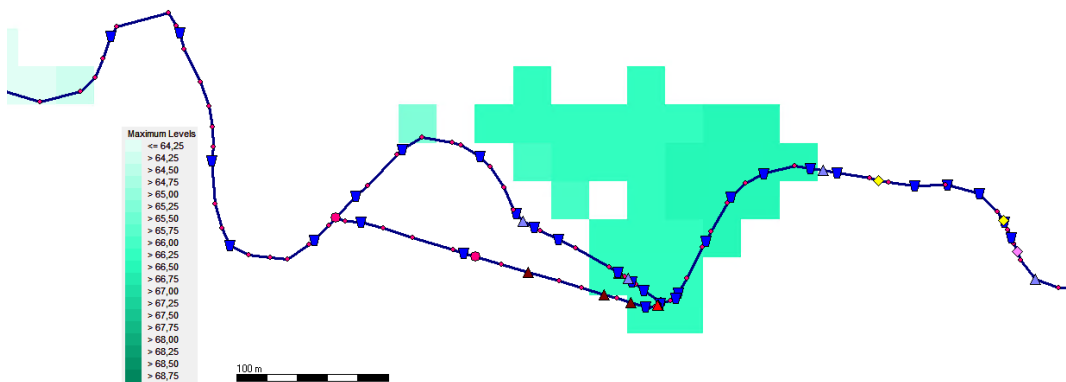
Figuur 4-7: Inundatie met plan (maximaal) bij T=10; blauw plangebied, groen daarbuiten



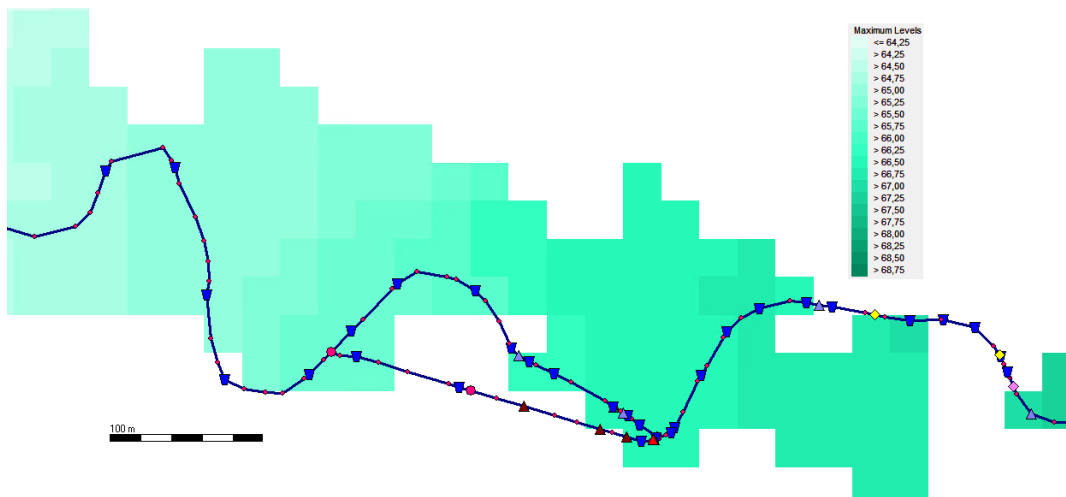
Figuur 4-8: Inundatie met plan (maximaal) bij T=25; blauw plangebied, groen daarbuiten



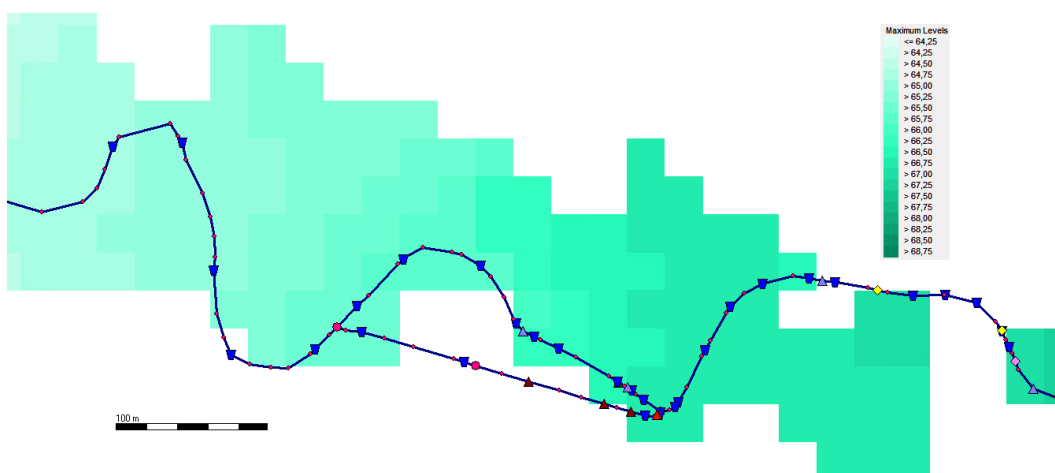
Figuur 4-9: Inundatie met plan (maximaal) bij $T=100$; blauw plangebied, groen daarbuiten



Figuur 4-10: Inundatie huidige situatie (maximaal) bij $T=10$



Figuur 4-11: Inundatie huidige situatie (maximaal) bij $T=25$



Figuur 4-12: Inundatie huidige situatie (maximaal) bij $T=100$

Uit deze figuren blijkt duidelijk dat in de woonwijk stroomopwaarts van het plangebied vooral bij de $T=25$ maar ook bij de $T=100$ de te verwachten inundatie sterk afneemt door het plan.

Hoogte parkeerterrein

In het plangebied zelf blijkt dat bij de $T=100$ het parkeerterrein in beperkte mate overstroomt. Het parkeerterrein is in het model op NAP +67,0 m gelegd. Uit de berekende waterstanden blijkt dat kortdurend de waterstand enkele centimeters hoger komt. Dit betreft mogelijk een beperkte instabiliteit van het model. Bij de twee andere punten nabij het parkeerterrein komt het waterpeil niet hoger dan ca. NAP +66,5 m. In het model wordt de binnenkomende stroomgeul door het parkeerterrein relatief lang en smal, hetgeen een opstuwung kan veroorzaken.

Overwogen kan worden om de noordoostelijke parkeerplaatsen, direct langs de stroomgeul, iets lager te leggen dan het overige deel, bijvoorbeeld op NAP +66 m. Bij hoge afvoeren kan een klein deel van de parkeerplaats inunderen, waardoor de opstuwung kleiner wordt en het overige deel van de parkeerplaats in ieder geval droog blijft.

Visvijver

Bij de visvijver is rondom een hoge kade in het model opgenomen. Uit de berekeningen volgt daar dus geen inundatie. Het waterpeil van NAP +65,0 m nabij de visvijver wordt volgens de berekening gedurende ca. 10 uur overschreden. De hoogste waterstand die in dit gebied is berekend, bedraagt NAP +65,65 m.

Wanneer het essentieel is dat de visvijver nooit overstroomt, kan een waking van 0,5 m worden aangehouden. De hoogte van de kade komt dan op NAP +66,15 m. Hiermee wordt eventuele overloop door scheefstand van het waterpeil als gevolg van wind opgevangen.

5 Conclusies en aanbevelingen

De Gemeente Valkenburg aan de Geul en de Provincie Limburg hebben enkele jaren geleden een samenwerkingsovereenkomst getekend om te komen tot een herontwikkeling van het Leeuwterrein in Valkenburg. De gemeente is voornemens om het noordelijke deel van het Leeuwterrein te ontwikkelen tot hoogwaardig natuurgebied, waarbij tevens enkele functies vanuit de ontwikkeling in het andere deel van het plangebied worden ingepast (openbare parkeervoorzieningen en visvijver).

Voor de herontwikkeling van het noordelijke deel van het plangebied is in samenwerking met het Waterschap nu een ontwerp uitgewerkt, waarbij tevens een hoogwatervoorziening wordt ingepast. Doel hiervan is om de wateroverlast te verminderen in de directe omgeving. Het door Heusschen Copier ontworpen schetsplan is in opdracht van Waterschap Limburg door Antea Group getoetst met een oppervlaktewatermodel. De resultaten zijn afgestemd met het Waterschap, waarna tot een aanpassing van het ontwerp is gekomen.

De toets van het voorgenomen ontwerp is uitgevoerd met het oppervlaktewatermodel van Waterschap Limburg. Dit Sobek-model is in 2016 door het waterschap verfijnd door het toevoegen van extra dwarsprofielen. Dit model betreft een uitsnede van het regionale model van het waterschap.

De voorgenomen hoogwaterbestrijding betreft het inlaten van water bij piekafvoeren in het Geuldal. Hiervoor wordt een inlaatduiker of een soortgelijke constructie toegepast. Het maaiveld in het plangebied wordt verlaagd, zodat meer water kan worden geborgen en afgevoerd. Door het plangebied loopt een weg. Om opstuwung binnen het plangebied door de weg te voorkomen, worden onder de weg eveneens enkele duikers aangelegd of wordt de weg middels een lange brug gerealiseerd.

Het ontwerp is in enkele rekenslagen geoptimaliseerd, zodat de afvoer van de Geul voldoende wordt ontlast. De inlaatconstructie heeft een breedte van 10 m en een bodemligging op NAP +65,0 m. Bij toepassing van rechthoekige duikers of een brug kan de onderkant van het brugdek op ca. NAP +66,7 à 66,8 m worden aangebracht zonder dat dit de afvoer naar het Geuldal belemmerd. Voor de weg door het plangebied zijn drie duikers of een brugdek op palen voorzien. De open ruimte moet ca. 21 m breed zijn (3x 7 m). De binnenkant onderkant van de duikers ligt op NAP +65 m, de bovenkant op NAP +65,7 m.

Met dit ontwerp wordt bij de T=10 ca. 20 m³/s door het Geuldal afgevoerd. Bij de T=25 en T=100 is dit respectievelijk 34 en 35 m³/s. Bij de T=10 treedt in de Geul een verlaging van de hoogste waterpeilen van ca. 40 cm op ten opzichte van de huidige situatie. Bij de T=25 is de verlaging van de hoogste waterstand ca. 15 cm. Bij de T=100 is er vrijwel geen verandering van de hoogste waterpeilen, maar de duur waarin de pieken optreden, neemt wel sterk af. De periode waarin het waterpeil hoger ligt dan NAP +66,5 m halveert bijvoorbeeld van 16 uur naar 8 uur.

Verder blijkt de inundatie in de woonwijk bovenstrooms sterk te verminderen. Met name bij de T=25 neemt de oppervlakte waar inundatie optreedt af, maar ook bij de T=100 is er een vermindering van de oppervlakte met inundatie. Geconcludeerd wordt dat het voorliggende ontwerp voldoet aan de gestelde eisen.

Aanbevolen wordt het ontwerp door de landschapsarchitect nader uit te laten werken in een Definitief Ontwerp. Indien er significante verschillen tussen het geoptimaliseerde ontwerp en het Definitief Ontwerp zijn, wordt aanbevolen het laatste ontwerp nogmaals te toetsen. Indien in een

later stadium door de aannemer alternatieven worden voorgedragen voor de constructies dienen deze ook getoetst te worden. Daarnaast wordt aanbevolen om na aanleg de hoogtes van de constructies te meten en deze revisiemetingen te toetsen aan het ontwerp.

Over Antea Group

Van stad tot land, van water tot lucht; de adviseurs en ingenieurs van Antea Group dragen in Nederland sinds jaar en dag bij aan onze leefomgeving. We ontwerpen bruggen en wegen, realiseren woonwijken en waterwerken. Maar we zijn ook betrokken bij thema's zoals milieu, veiligheid, assetmanagement en energie. Onder de naam Oranjewoud groeiden we uit tot een allround en onafhankelijk partner voor bedrijfsleven en overheden. Als Antea Group zetten we deze expertise ook mondiaal in. Door hoogwaardige kennis te combineren met een pragmatische aanpak maken we oplossingen haalbaar én uitvoerbaar. Doelgericht, met oog voor duurzaamheid. Op deze manier anticiperen we op de vragen van vandaag en de oplossingen van de toekomst. Al meer dan 60 jaar.

Contactgegevens

Beneluxweg 125
4904 SJ OOSTERHOUT
Postbus 40
4900 AA OOSTERHOUT

www.anteagroup.nl

Copyright © 2017

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, elektronisch of op welke wijze dan ook, zonder schriftelijke toestemming van de auteurs.