

Notitie

Contactpersoon	Johannes Weemstra
Datum	6 januari 2020
Kenmerk	N001-1269944WEJ-V02-rrt-NL

Actualisatie waterhuishoudingsplan Hoog-Dalem

1 Inleiding

De gemeente Gorinchem is bezig met het ontwikkelen van het exploitatiegebied Hoog Dalem. De uitbreidingswijk van de gemeente Gorinchem ligt ten oosten van de wijk Laag Dalem met aan de noordzijde de Griendweg en aan de zuidzijde de N830, de Graaf Reinaldweg (figuur 1).



Figuur 1 Huidige situatie van de woonwijk Hoog Dalem

In 2009 heeft Tauw een ontwerp opgesteld voor het watersysteem en de afvoer van hemel- en afvalwater voor het exploitatiegebied Hoog Dalem te Gorinchem (R002-4410181SDI-mfv-V02-NL). In 2016 heeft er een actualisatie van de waterberging plaatsgevonden (N001-1236271FBF-efm-V01-NL herijking berging 2016).

Op basis van deze actualisatie hebben de gemeente en het waterschap afgesproken dat er een nieuwe berekening wordt uitgevoerd op het moment dat de invulling van het middengebied definitief bekend is. De nieuwe schematische indeling van de wijk is weergegeven in figuur 2. Hierin is te zien dat het zuidelijk deel en een stuk van het noordelijke deel al zijn ontwikkeld.

Nu de laatste fase van de ontwikkeling, de aanleg van het middelste deel van de wijk, van start gaat wordt er een nieuwe controle uitgevoerd op het watersysteem en de waterberging door een hydrodynamische berekening met het softwarepakket Sobek.



Figuur 2 Nieuwe indeling woonwijk Hoog Dalem

2 Uitgangspunten

2.1 Algemeen

- Streefpeil -1 m NAP
- Vloerpeil +0,5 m NAP
- Leeglooptijd wadi 48 - 96 uur

2.2 Verhard oppervlak

- Het verhard oppervlak is bepaald aan de hand van tekening "20190314 HD Totaal SMP-1-2000 A0.pdf", weergegeven in bijlage 1
- Hoog-Dalem is opgedeeld in drie delen: noord, midden en zuid (zie figuur 2)
- Kavels zijn opgedeeld in de klassen: 2-onder-1-kap/vrijstaand en rijtjeswoning
- Een kavel van klasse 2-onder-1-kap/vrijstaand heeft een verhard oppervlak van 70 % (bepaald op basis van steekproef bestaande bebouwing, de verdeling 2-onder-1-kap versus vrijstaande bebouwing is 60 %/40 %)
- Een kavel van klasse rijtjeswoning heeft een verhard oppervlak van 85 % (bepaald op basis van steekproef bestaande bebouwing)
- Het bedrijventerrein ten noorden van Hoog-Dalem wordt als 95 % verhard oppervlak meegenomen (op basis van actualisatie 2016)

2.3 Sobek

Voor de berekeningen is gebruik gemaakt van het bestaande Sobek model (1DFlow Rural) van de Tielerswaard van het waterschap. Dit model is uitgebreid met de wijk Hoog Dalem. Het neerslag-afvoerproces wordt gesimuleerd door de Rainfall-Runoff (RR) module. Hierin zijn de afwaterende gebieden gedefinieerd door middel van een verhard en een onverhard oppervlak.

2.4 Normen waterschap

Om te kunnen beoordelen of het nieuwe watersysteem van Hoog Dalem goed functioneert en het omringende watersysteem niet negatief beïnvloed wordt, zijn zowel hydraulische als bergingsberekeningen uitgevoerd. Voor de berekeningen zijn de uitgangspunten gehanteerd van het waterschap Rivierenland.

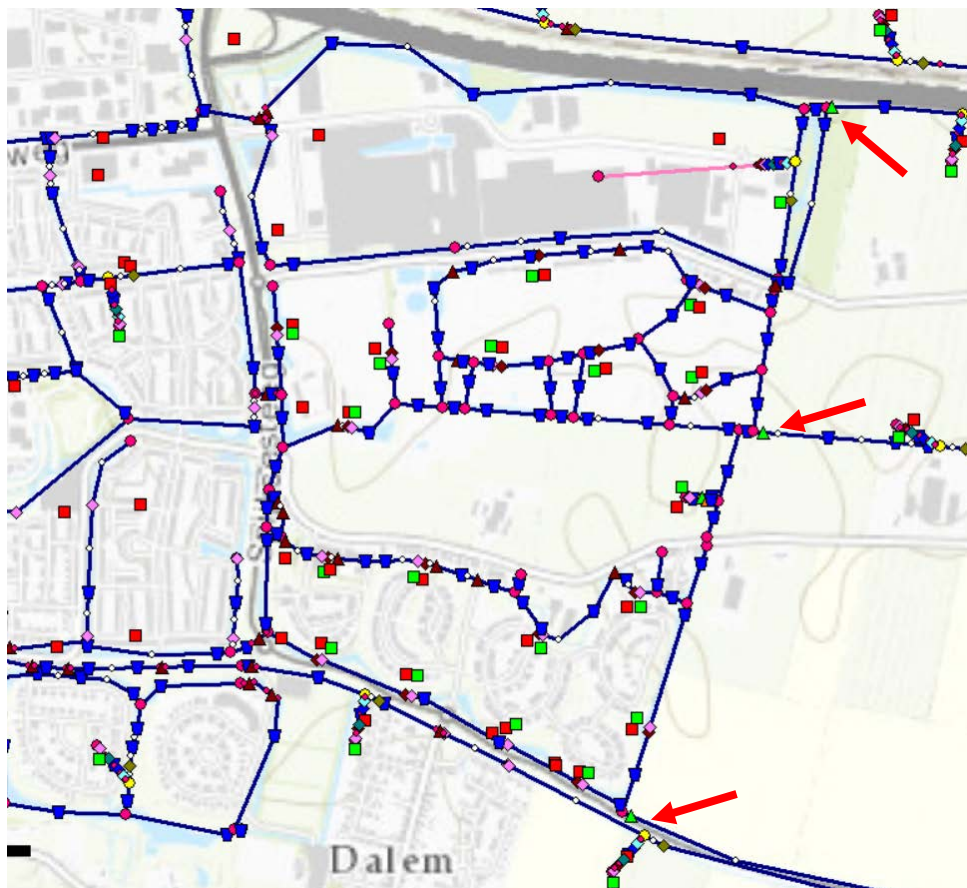
Het waterschap heeft drie buien aangeleverd, de maatgevende afvoer, T10 + 10 % en T100+10 %. Deze zijn hieronder beschreven.

2.4.1 Maatgevende afvoer

De maatgevende afvoer is door het waterschap vastgesteld op 1,5 l/s/ha (13 mm/dag). Met deze bui, worden de opstuwing in duikers, het verhang in watergangen en de totale afvoer getoetst. De maximaal toegestane opstuwing in duikers is 5 mm. Het maximaal toegestane verhang in watergangen is 5 cm/km.

De afvoer van het water uit Hoog Dalem, Gorinchem-oost en het noordelijk aangrenzende bedrijventerrein wordt geregeld met drie stuwen (aangeduid in figuur 3 met rode pijlen). De noordelijke en zuidelijke stuw zijn vaste stuwen met een doorstroomhoogte van -1 m NAP. De middelste stuw is een automatische stuw met een stuwbreedte van 2,5 m (bereik opgenomen in bijlage 3). Het totale afwaterende gebied van Gorinchem-oost en Hoog Dalem (verhard+onverhard) in Sobek is 252,3 ha. De totale afvoer over deze drie stuwen mag dus maximaal 0,38 m³/s¹ bedragen.

¹ In de vorige rapportage is hiervoor 0,51 m³/s aangehouden, het totale oppervlak waarmee dat is bepaald is bij ons onbekend. De nieuwe waarde is bepaald met het actuele Sobek model.

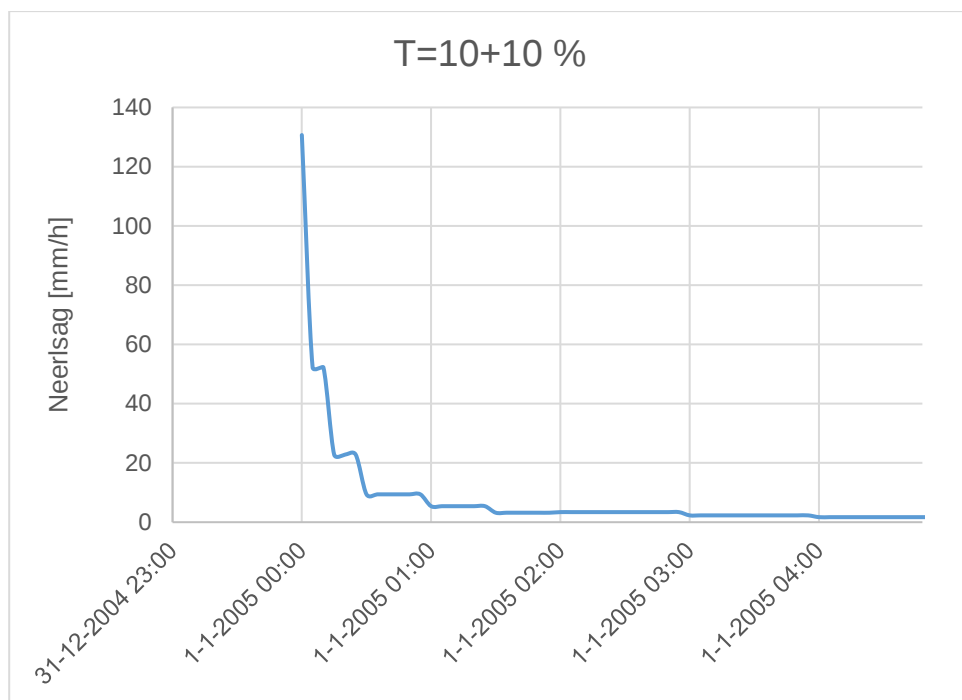


Figuur 3 Schematisatie toekomstige situatie Hoog Dalem in Sobek

De maatgevende afvoer vanuit het gebied is zo goed mogelijk benaderd door meerdere berekeningen uit te voeren met een verschillende stuwstand bij de middelste stuw, de noordelijk en zuidelijk stuw zijn vaste stuwen. Door de stuw stand zo te kiezen dat het debiet over de drie stuwen gelijk is aan de maatgevende afvoer is de stuwstand bij de verschillende buien bepaald.

2.4.2 T10 + 10 %

Bui T10 + 10 % heeft een totale neerslag van 122 mm en een maximum van 11 mm/5 min. De maximaal toegestane peilstijging tijdens deze bui is 0,3 m. Er wordt getoetst of de afvoer de norm van 0,38 m³/s overschrijdt. Daarnaast toetsen we of de peilstijging in Hoog Dalem en Laag Dalem binnen de maximale peilstijging (0,3 m) valt. Figuur 4 geeft het verloop van de neerslaggebeurtenis weer.



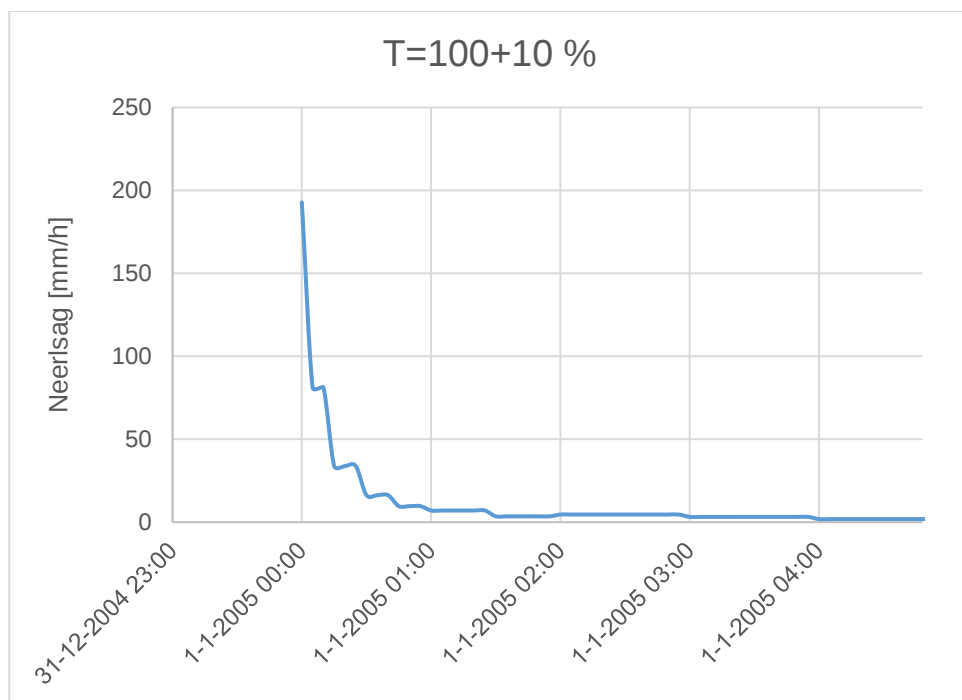
Figuur 4 Verloop T=10 + 10 %

2.4.3 T100 + 10 %

Bui T100 +10 % heeft een totale neerslag van 169 mm en een maximum van 16 mm/5 min.

De maximaal toegestane peilstijging tijdens deze bui is tot aan de insteek van de watergangen (maaiveld). Er wordt getoetst of de afvoer de norm van 0,38 m³/s overschrijdt. Daarnaast toetsen we of het peil in Hoog Dalem en Laag Dalem niet tot boven de insteek uitstijgt (inundatie van het maaiveld).

Figuur 5 geeft het verloop van de neerslaggebeurtenis weer.



Figuur 5 Verloop $T=100 + 10\%$

3 Functioneren oppervlaktewatersysteem

3.1 Beschrijving watersysteem

Het beoogde oppervlaktewatersysteem van Hoog Dalem heeft een gradiënt van droog naar nat. Vanuit het landschap gezien gaat het om de overgang van de oeverwal naar het nattere komgebied in noordelijke richting.

Het oppervlaktewatersysteem van Hoog Dalem staat in directe verbinding met het oppervlaktewatersysteem van Gorinchem oost en het bedrijventerrein aan de noordzijde. De bestaande waterverbindingen tussen Hoog Dalem en deze gebieden kunnen blijven bestaan. De afwatering vindt op dezelfde wijze plaats als nu het geval is. In de nieuwe situatie betekent dit dat Laag Dalem via Hoog Dalem in oostelijke richting afwatert.

Ten opzichte van het vorige stedenbouwkundig plan zijn er enkele wijzigingen opgetreden in de situering van watergangen en de verdeling van kavels en woningen. Het nieuwe plan is te vinden in bijlage 1.

3.2 Peilen en peilbeheer

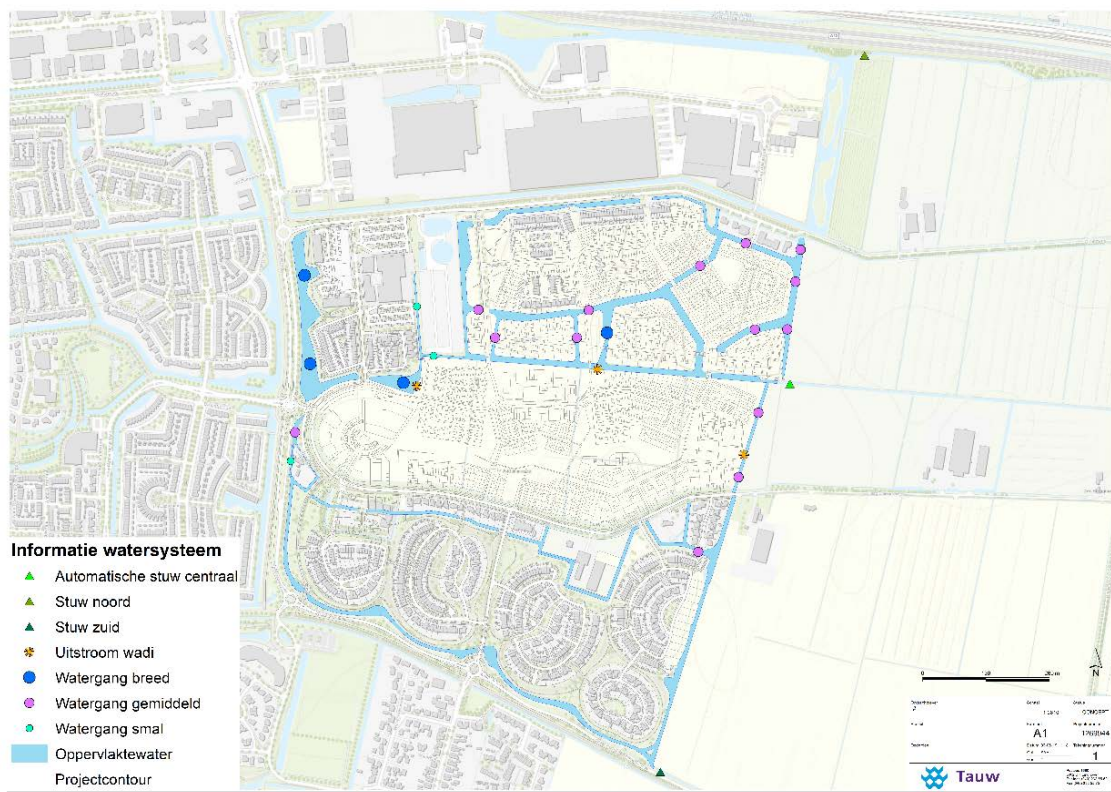
Het watersysteem van Hoog Dalem staat in directe verbinding met dat van het naastgelegen woongebied Laag Dalem. In Laag Dalem wordt momenteel een waterpeil gehanteerd van -1,0 m NAP. Dit waterpeil wordt na de aanleg van de nieuwe wijk ook toegepast in Hoog Dalem. Het waterpeil mag daarbij maximaal 0,1 m uitzakken, tot -1,1 m NAP, alvorens water wordt ingelaten.

3.3 Aanpassingen Sobek model

De wijzigingen in het watersysteem door het realiseren van de wijk Hoog Dalem zijn in het model verwerkt door de toekomstige watergangen en de daarbij behorende kunstwerken (duikers en stuwen) in de wijk in te voeren. Daarbij zijn ook de afwaterende oppervlaktes beoordeeld en gekoppeld aan het watersysteem. Deze wijzigingen zijn gebaseerd op het stedenbouwkundig plan (bijlage 1) en zijn verder uitgewerkt in bijlage 2 tot 4. Het aangepaste netwerk is weergegeven in figuur 3.

De wadi die in het middelste deel van de wijk wordt ontwikkeld, is gemodelleerd met bergingsknopen. De wadi is opgedeeld in drie gelijke delen en takt op drie locaties aan op het watersysteem. De bergingscapaciteit van de wadi is groot genoeg om het afvoerende water van al het verhard oppervlak (in het middelste deel van de wijk) tijdens een bui T100 + 10 % volledig te bergen. De dwarsdoorsnede, een bovenaanzicht en de uitwerking staan in bijlage 5 en 6. De wadi's die in het zuidelijk deel van de woonwijk zijn aangelegd zijn niet verwerkt in het model. Dit betekent dat het resultaat in de praktijk iets positiever uitvalt dan hieronder wordt geschetst.

Om te kunnen rekenen met Sobek zijn enkele aannames gemaakt in de doorsneden van een aantal watergangen. Hiervan ontbrak een inmeting waardoor het exacte profiel niet bekend is. Voor deze situaties zijn een drietal profielen opgesteld op basis van de breedte op insteekniveau. De profielen zijn onder te verdelen in een smal, gemiddeld en breed profiel. De locaties waar deze profielen zijn toegepast staan in figuur 6 en de voorbeeldprofielen zijn te vinden in bijlage 2.



Figuur 6 Locatie van de onbekende dwarsprofielen, stuwen en uitstroompunten van de wadi

4 Resultaten

4.1 Maatgevende afvoer

Deze situatie is getoetst aan de maatgevende afvoer, opstuwing bij kunstwerken en verhang in watergangen. De totale afvoer van Hoog Dalem en Gorinchem-oost mag niet hoger zijn dan $0,38 \text{ m}^3/\text{s}$. De opstuwing bij kunstwerken mag maximaal 5 mm zijn en het verhang in watergangen maximaal 5 cm/km.

Gehanteerde stuwpeilen afvoer oostzijde Hoog Dalem	
Noord	-1,00 m NAP
Midden	-1,20 m NAP
Zuid	-0,72 m NAP (onderkant v-stuw)

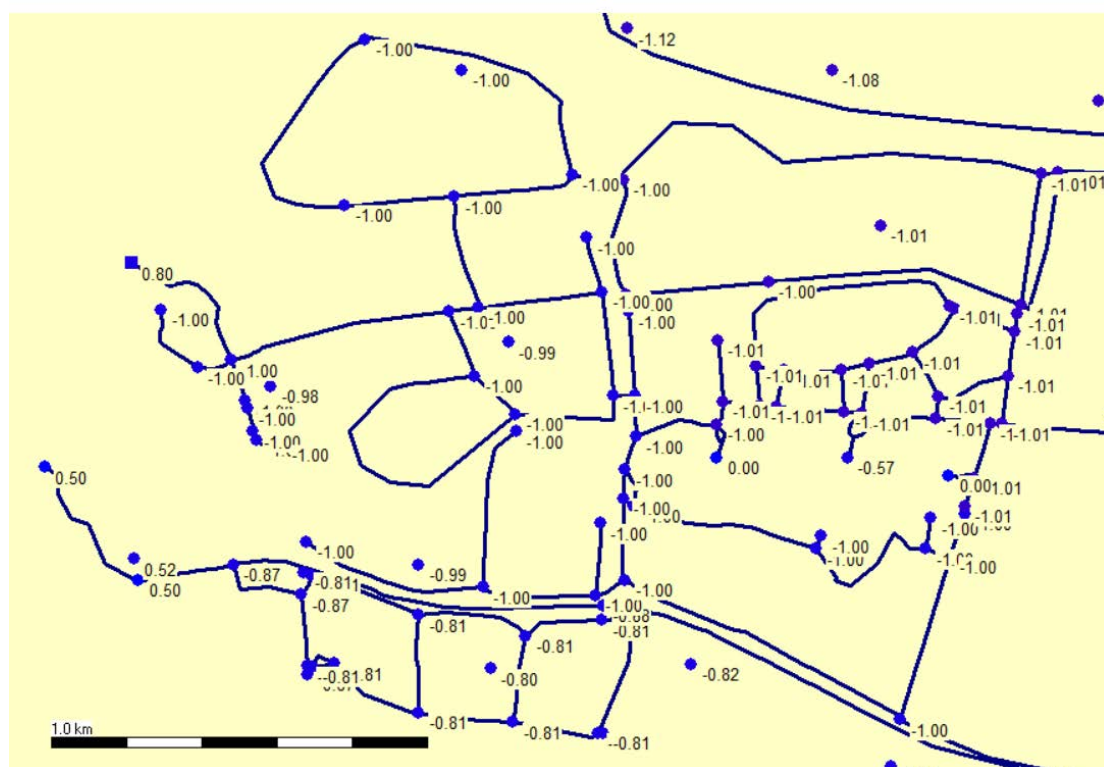
In figuur 7 is het debiet weergegeven tijdens de maatgevende afvoer. De afvoer uit Hoog Dalem is gelijk aan de som van de afvoer over de drie stuwen (rood omcirkeld), $0,34 \text{ m}^3/\text{s}$, en ligt dus iets onder de normafvoer van $0,38 \text{ m}^3/\text{s}$.

De theoretische afvoer ($0,38 \text{ m}^3/\text{s}$) wordt niet bereikt omdat in Gorinchem-oost enkele gemengde rioolstelsels (paved nodes) niet volledig tot afvoer komen.

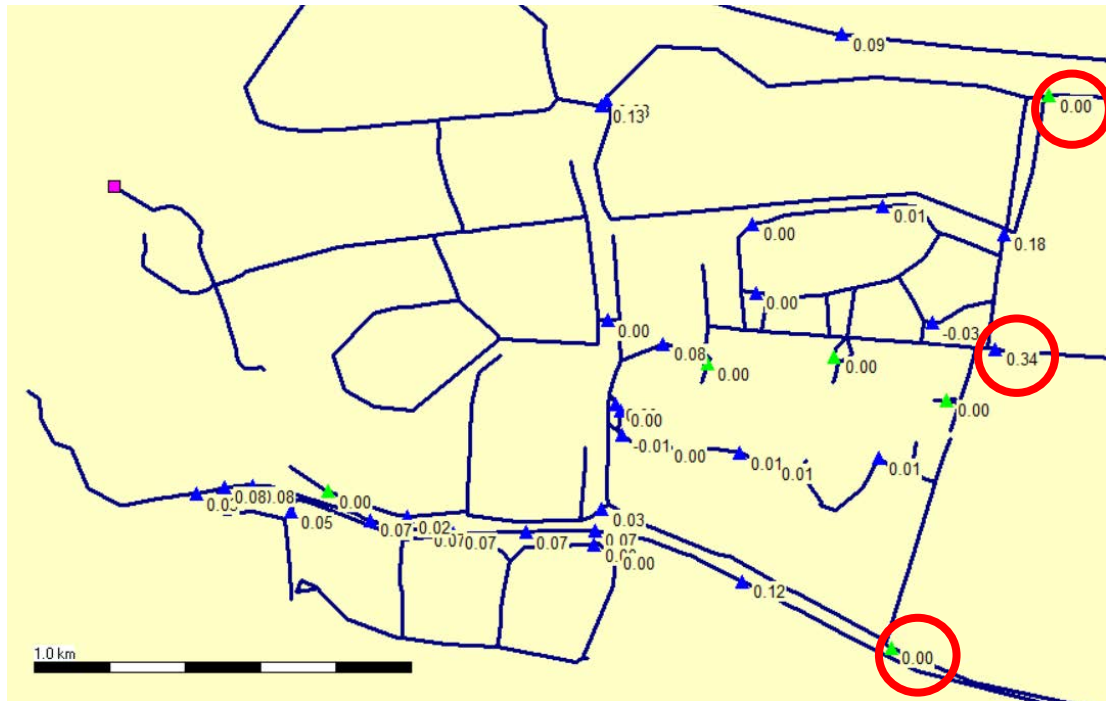


De afvoer wordt deels naar de zuivering verpompt. Het verder detailleren van het model heeft geen toegevoegde waarde omdat daar waar wel voldaan wordt aan de normen, ook ruim voldaan wordt aan deze normen. De resterende 0,04 m³/s heeft een zeer kleine invloed op het hydraulische verhang. Dus de conclusie bij de theoretische afvoer is gelijk aan de conclusie zoals hieronder is beschreven.

Figuur 7 geeft de berekende waterstanden bij de maatgevende afvoer weer. De debieten bij de kunstwerken staan in figuur 8. Al het water stroomt over de middelste stuw. De noordelijke stuw heeft een stuwhoogte van -1,00 m NAP, de zuidelijke stuw is een v-stuw met de onderkant van de v op een niveau van -0,72 m NAP.

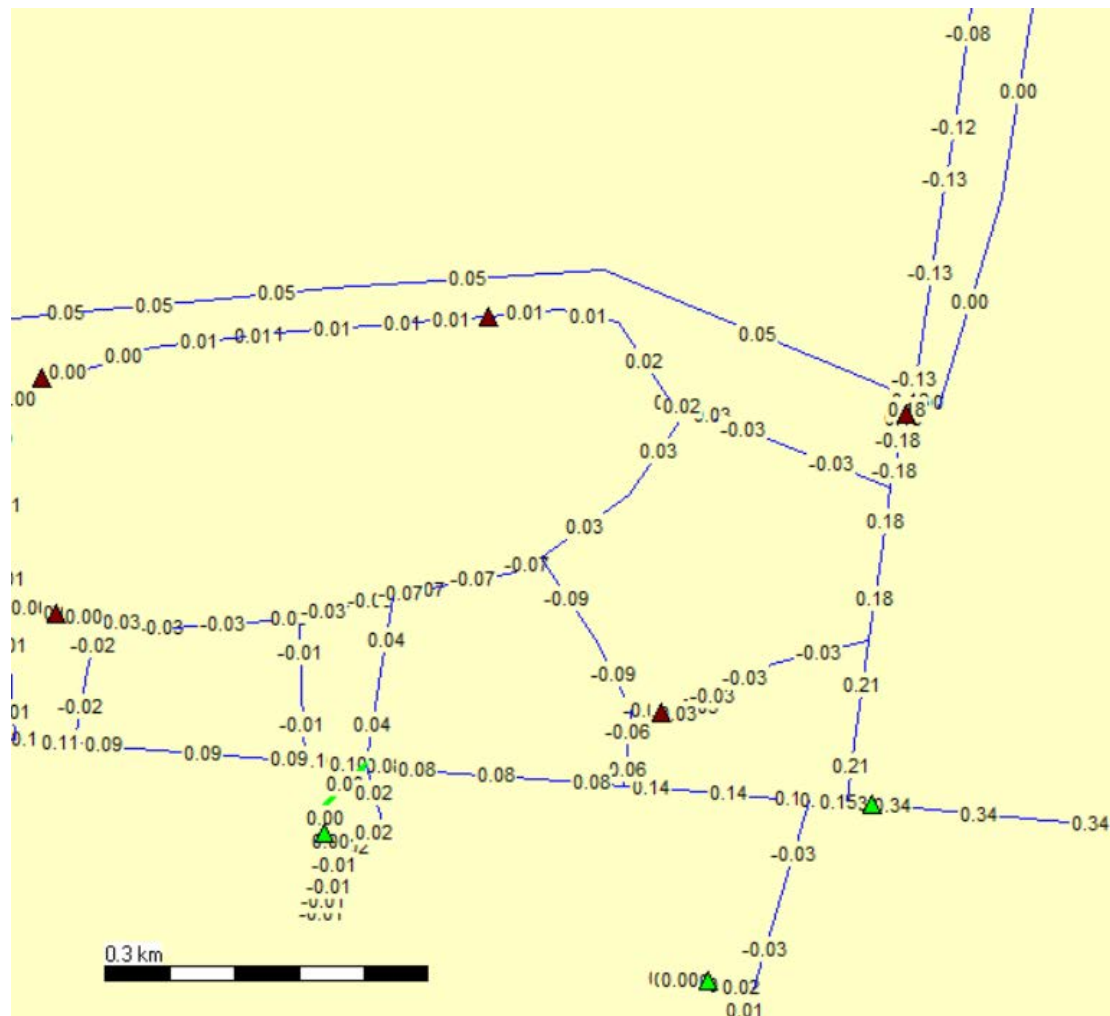


Figuur 7 Waterstanden maatgevende afvoer



Figuur 8 Afvoer over kunstwerken, de stuwen welke de afvoer uit het gebied bepalen zijn rood omcirkeld.

De maximale debieten in de watergangen in de noordoostzijde van Hoog Dalem zijn weergegeven in figuur 9

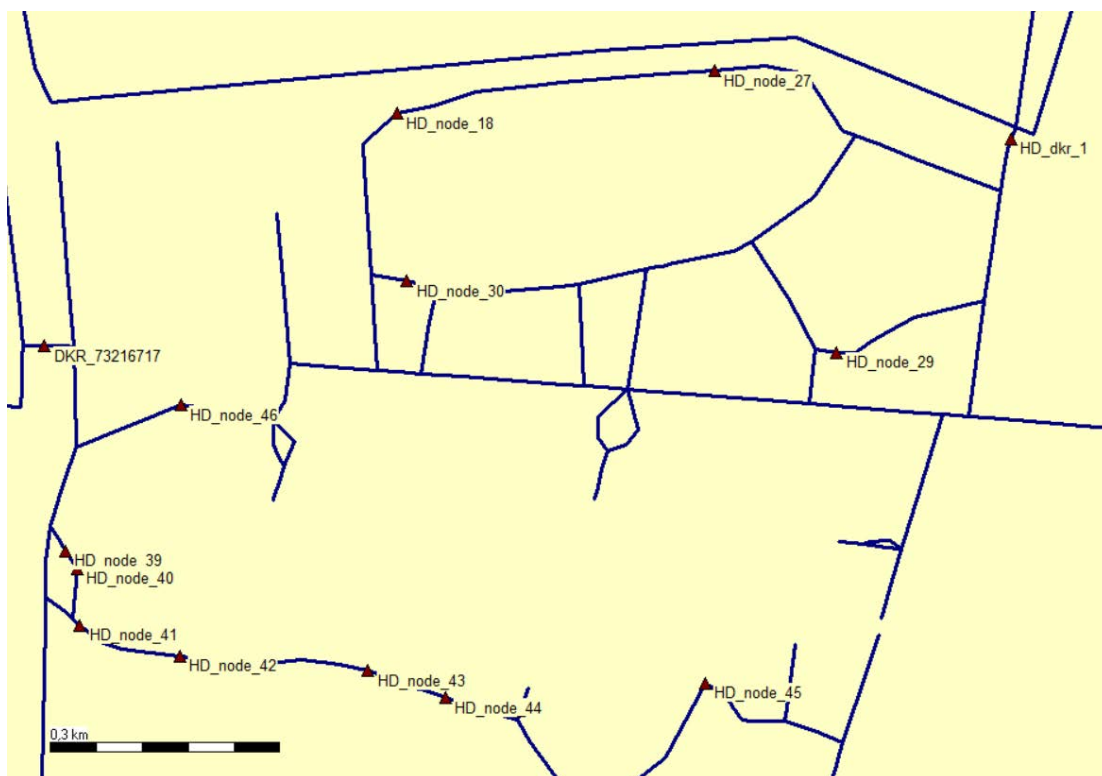


Figuur 9 Maximale debieten in watergangen oostzijde Hoog Dalem.

In figuur 10 zijn de namen van de duikers in Hoog Dalem weergegeven, in de tabel eronder staat opstuwing. De maximum opstuwing in een duiker bedraagt 7 mm en voldoen daarmee niet aan de norm van maximaal 5 mm opstuwing. Alle andere duikers voldoen ruim aan de norm.

De duiker welke niet voldoet aan de norm is de duiker tussen het bedrijventerrein en de middelste stuw. Doordat bij de maatgevende afvoer er geen water over de noordelijke duiker afstroomt moet al het water van het bedrijventerrein en het bovenstroomse gebied via deze duiker stromen.

De duiker heeft een diameter van 1.000mm en een bob van -1.95 naar -1.69 m NAP.



Figuur 10 Locatie van de twee duikers met de grootste opstuwing

Tabel 4.1 Hydraulische opbouw duikers bij maatgevende afvoer

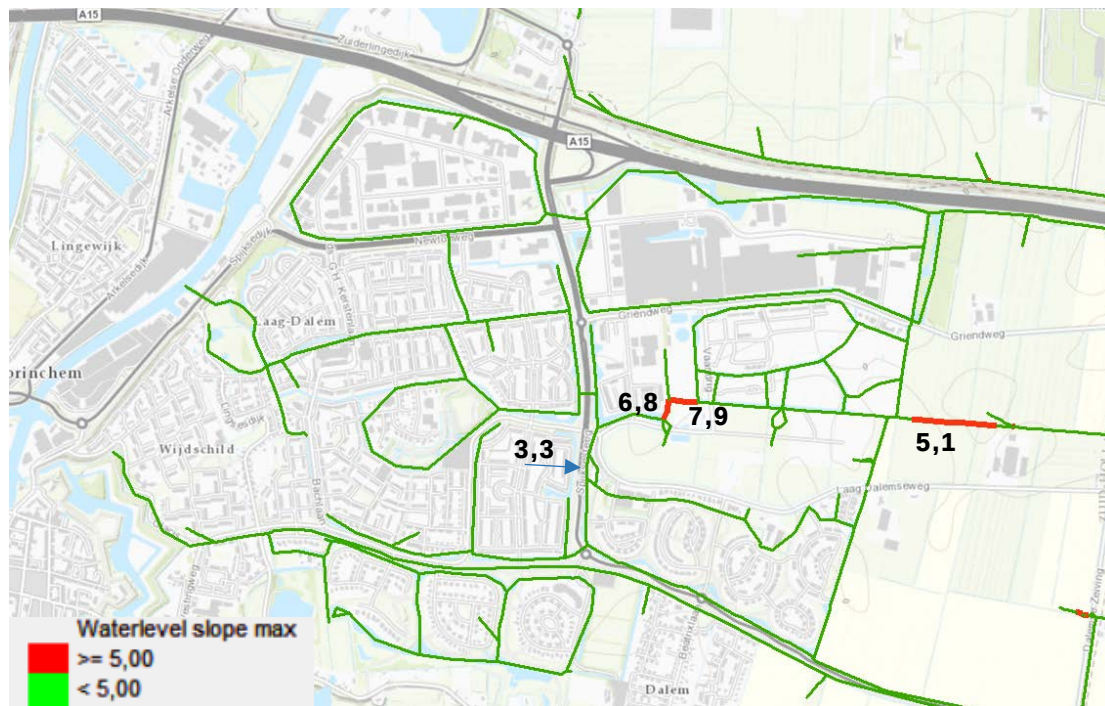
Duiker	WP bovenstrooms [m NAP]	WP benedenstrooms [m NAP]	Opbouw [mm]
HD_dkr_1	-1.007	-1.014	7.0
HD_node_18	-1.014	-1.014	0.1
HD_node_27	-1.014	-1.013	1.0
HD_node_29	-1.014	-1.014	0.5
HD_node_30	-1.014	-1.014	0.1
HD_node_39	-0.999	-0.998	1.1
HD_node_40	-0.998	-0.996	1.5
HD_node_41	-0.996	-0.996	0.1
HD_node_42	-0.996	-0.996	0.0
HD_node_43	-0.996	-0.996	0.0
HD_node_44	-0.996	-0.996	0.0
HD_node_45	-0.996	-0.996	0.0
HD_node_46	-0.999	-1.002	3.2

In figuur 11 is weergegeven of het verhang van de watergangen voldoet aan de eis van maximaal 5 cm/km verhang. Binnen het plangebied voldoen twee watergangen niet aan de norm ten aanzien van de hydraulische opbouw (max 5 cm/km), deze zijn rood weergegeven.

Benedenstrooms van de middelste stuw voldoen de watergangen ook niet aan deze norm.

Dit komt doordat bij de maatgevende afvoer al het water over de middelste stuw afstroomt.

Slechts 1 watergang heeft een verhang van 3,3 cm/km (blauw pijl aangeven).
De andere watergangen hebben een verhang van minder dan 1cm/km,



Figuur 11 Verhang in watergangen tijdens de maatgevende afvoer, daar waar het verhang groter is dan de norm, is deze weergegeven [cm/km]

4.2 T10 + 10 %

De situatie in Hoog Dalem is getoetst aan een maximale peilstijging van 0,3 m ten opzichte van het gewenste peil van -1 m NAP. Het peil mag niet hoger komen dan -0,7 m NAP.

Gehanteerde stuwpeilen afvoer oostzijde Hoog Dalem

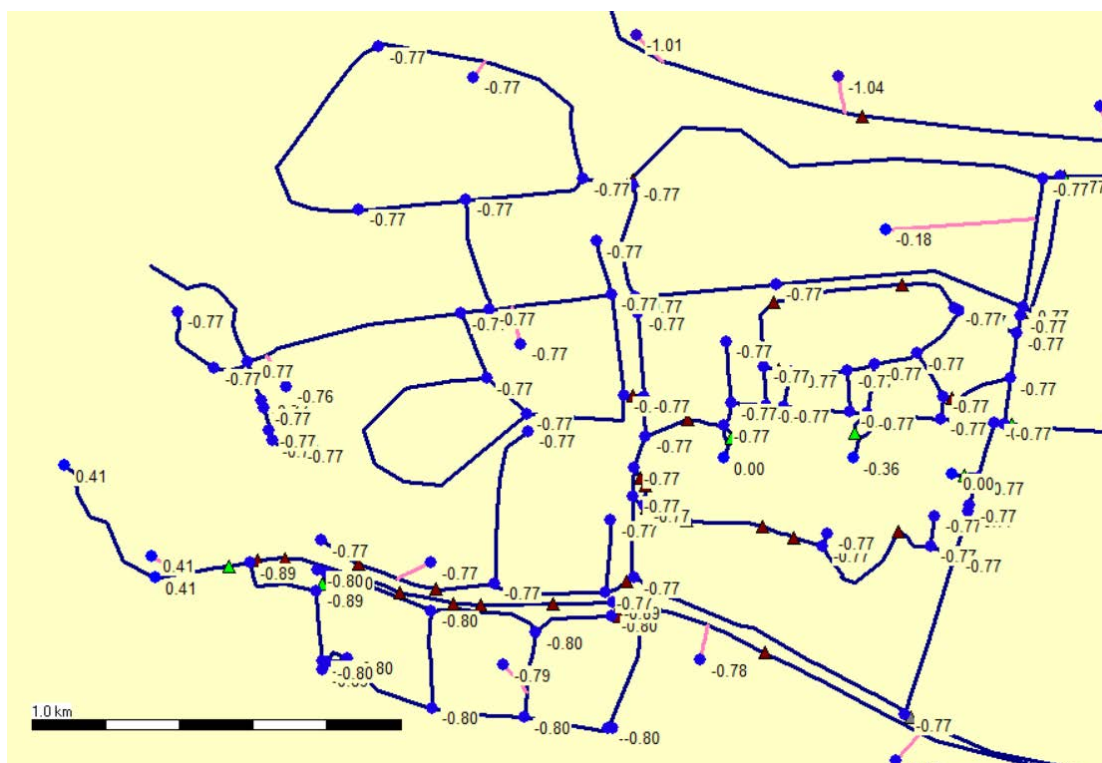
Noord -1,00 m NAP

Midden -0,90 m NAP

Zuid -0,72 m NAP (onderkant v-stuw)

Figuur 12 toont de maximale waterstanden tijdens bui T10 + 10 %.

De berekende peilstijging bedraagt 0,23 m en voldoet daarmee aan de norm. In Gorinchem-oost worden dezelfde waterstanden berekend als in het oostelijke deel van Hoog Dalem, -0,77 m NAP. Dit betekent dat ook de waterstanden in Gorinchem-oost voldoen aan de norm.
De maximale afvoer vanuit Hoog Dalem en Gorinchem oost is 0,39 m³/s, dit nagenoeg gelijk aan de maatgevende afvoer van 0,38 m³/s.



Figuur 12 Maximale waterstanden tijdens bui 10+10 % (automatische stuw -0,9 m NAP)

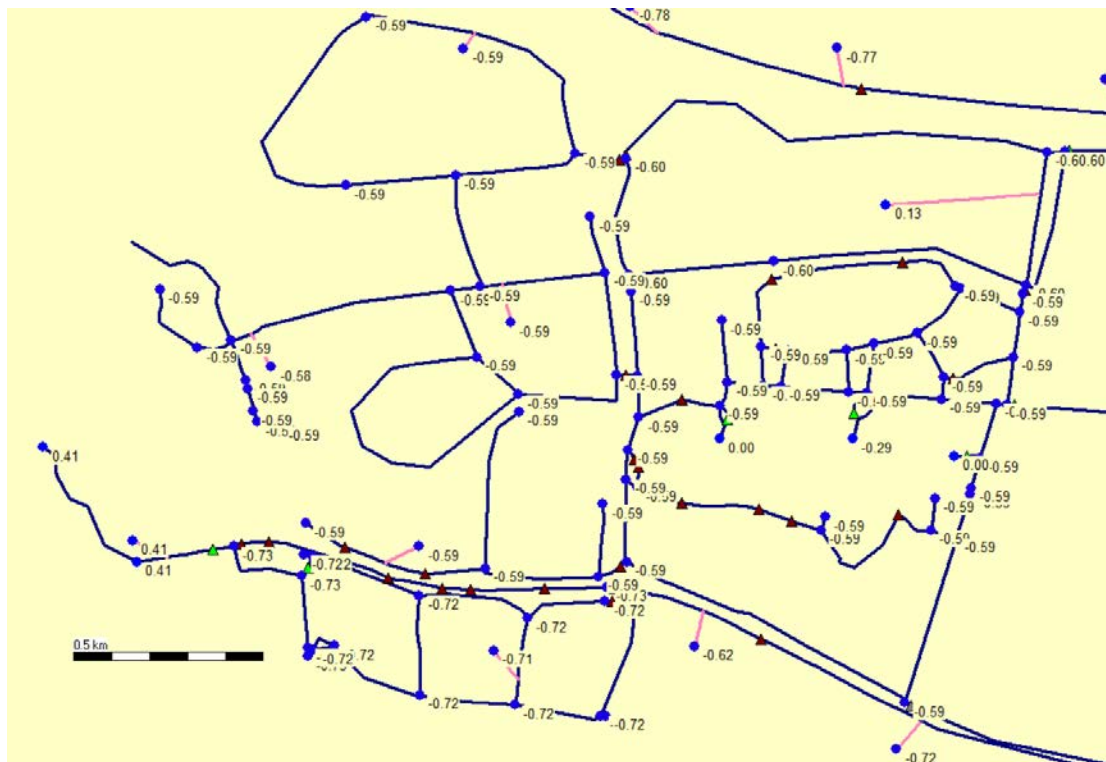
4.3 T100 + 10 %

De situatie in Hoog Dalem is getoetst aan een maximale peilstijging tot aan maaiveld. Op basis van de ingemeten profielen mag het peil maximaal stijgen tot aan -0,2 m NAP (maaiveld). Figuur 13 toont de maximale waterstanden tijdens bui 100+10 %. Het waterpeil stijgt tot maximaal -0,59 m NAP. Dit betekent dat het maaiveld niet inundeert en dat er een peilstijging optreedt van 0,41 m. Hiermee wordt dus voldaan aan de norm.

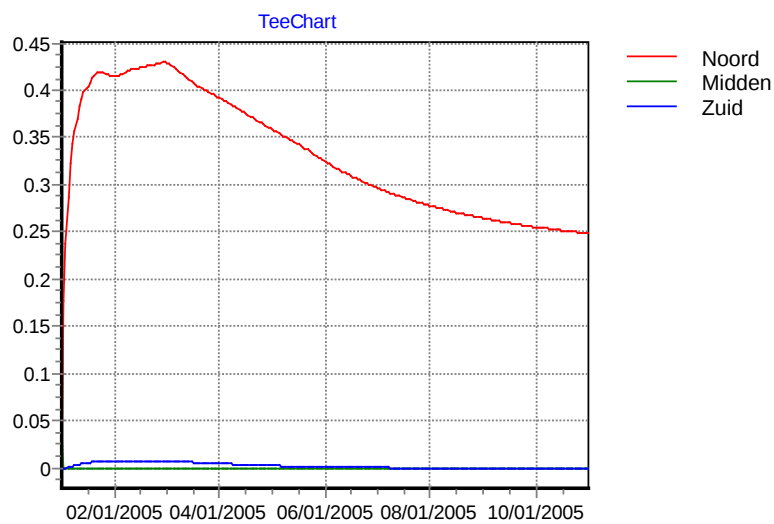
In Gorinchem-oost worden dezelfde waterstanden berekent als in het oostelijke deel van Hoog Dalem, dit betekent dat ook de waterstanden in Gorinchem-oost voldoen aan de norm.

Gehanteerde stuwpeilen afvoer oostzijde Hoog Dalem	
Noord	-1,00 m NAP
Midden	-0,49 m NAP (maximale stuw bereik)
Zuid	-0,72 m NAP (onderkant v-stuw)

De afvoer over de drie stuwen vanuit Hoog Dalem en Gorinchem oost is 0,48 m³/s. Hiermee wordt de norm van 0,38 m³/s overschreden. Echter is het verder stuwen niet mogelijk omdat de maximale hoogte van de automatische stuw als is aangehouden als stuwniveau. Figuur 14 geeft het afvoerdebiet van de stuwen weer bij T=100 +10 %.



Figuur 13 Maximale waterstanden [m NAP] tijdens bui 100+10 % (automatische stuw -0,49 m NAP)



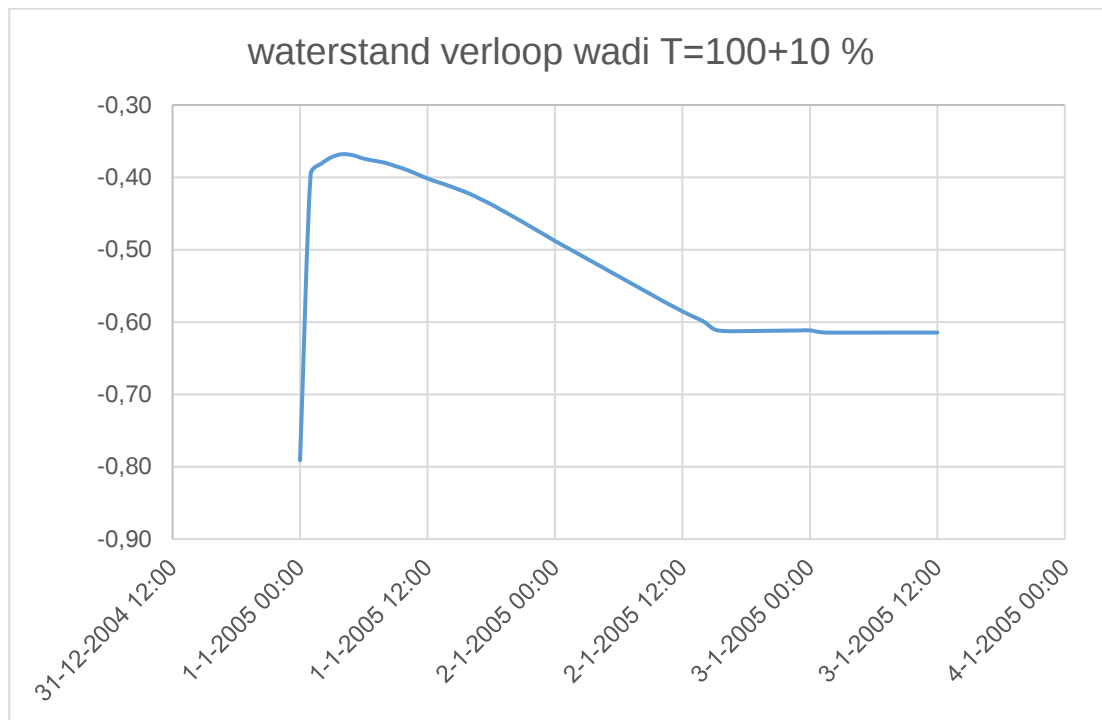
Figuur 14 Afvoer stuwen [m³/s] tijdens bui 100+10 % (automatische stuw -0,49 m NAP)



4.4 Functioneren wadi

In bijlage 5 staat beschreven hoe de wadi vormgegeven is en hoe deze in Sobek is ingevoerd. Afwijkend op het ontwerp in bijlage 6, is aangehouden om de bodem van het verdiepte deel van de wadi 20 cm hoger te leggen. Reden hiervoor is dat de bodem van de wadi, op de ontwerptekening, gelijk is aan het streefpeil in het plangebied. In dit geval kan het water niet afstromen naar het oppervlaktewater. Door de bodem te verhogen kan het water via de drains wel afstromen naar het oppervlaktewater. Geadviseerd wordt om in elk geval onder het verdiepte deel van de wadi een drain aan te leggen welke dan onder vrijverval kan afstromen naar het oppervlaktewater.

Figuur 15 geeft het peilverloop in de wadi weer. Het water in de wadi stijgt ongeveer 40 cm.



Figuur 15 Waterstandsverloop wadi T=100 +10 %

Na ongeveer 1,5 dag wordt het waterpeil in de wadi stabiel, dit komt doordat bij de bui T=100 + 10 % er na de piekbui een constante neerslag plaatsvindt van 0.0333 mm per 5 min (0,4mm/h).

Er is een evenwichtssituatie ontstaan tussen de toevoer naar de wadi (+/- 15 ha en de infiltratie capaciteit van het verdiepte deel (0,3 m/dag).



5 Maatregelen

Bij de maatgevende afvoer voldoen twee watergangen en een duiker niet aan de afvoernormen. Wat het waterschap betreft is de duiker die niet aan de norm voldoet, acceptabel gezien de geringe overschrijding en de plek in het watersysteem.

Ten aanzien van de twee watergangen nabij winkelcentrum/zuivering die niet voldoen, geeft het waterschap aan, dat het profiel aangepast dient te worden. Door de watergangen 0,5 meter breder te maken voldoen deze weer aan de normen. Het verhang wordt dan 4,0 en 3,5 cm/km, hiermee wordt voldaan aan de norm van 5,0 cm/km.

Het profiel dat in de berekening aangehouden is staat in onderstaand figuur.

The screenshot shows the 'Cross sections' and 'Dimensions' panels of the Tauw software. In the 'Cross sections' panel, the 'Type' is set to 'Trapezium' and the 'Cross section' is 'HD_onbekend_smal 0.5m breder'. A 'Define dimensions' button is present. The 'Dimensions' panel contains input fields for 'Slope' (1), 'Bottomwidth B' (0.7 [m]), and 'Maximum flow width' (4.3 [m]). A text box states: 'De bodem ligt op -1,80 m NAP, dus een waterdiepte van 0,8m'. There is an unchecked checkbox for 'Use Ground Layer'. To the right, a diagram of a trapezium shows a top width of 4.3, a bottom width of 0.7, and a height of 1.8. A 1:1 slope is indicated on the left side.

Figuur 16 Aangepaste profiel watergang winkelcentrum/zuivering.

6 Conclusie

Het watersysteem van Hoog Dalem voldoet op drie punten niet aan de normen van het waterschap:

- Twee watergangen bij de maatgevende afvoer
- Eén duiker bij de maatgevende afvoer

Bij $T=10 + 10\%$ stijgt het water 23 cm, hiermee wordt voldaan aan de maximale peilstijging van 30cm.



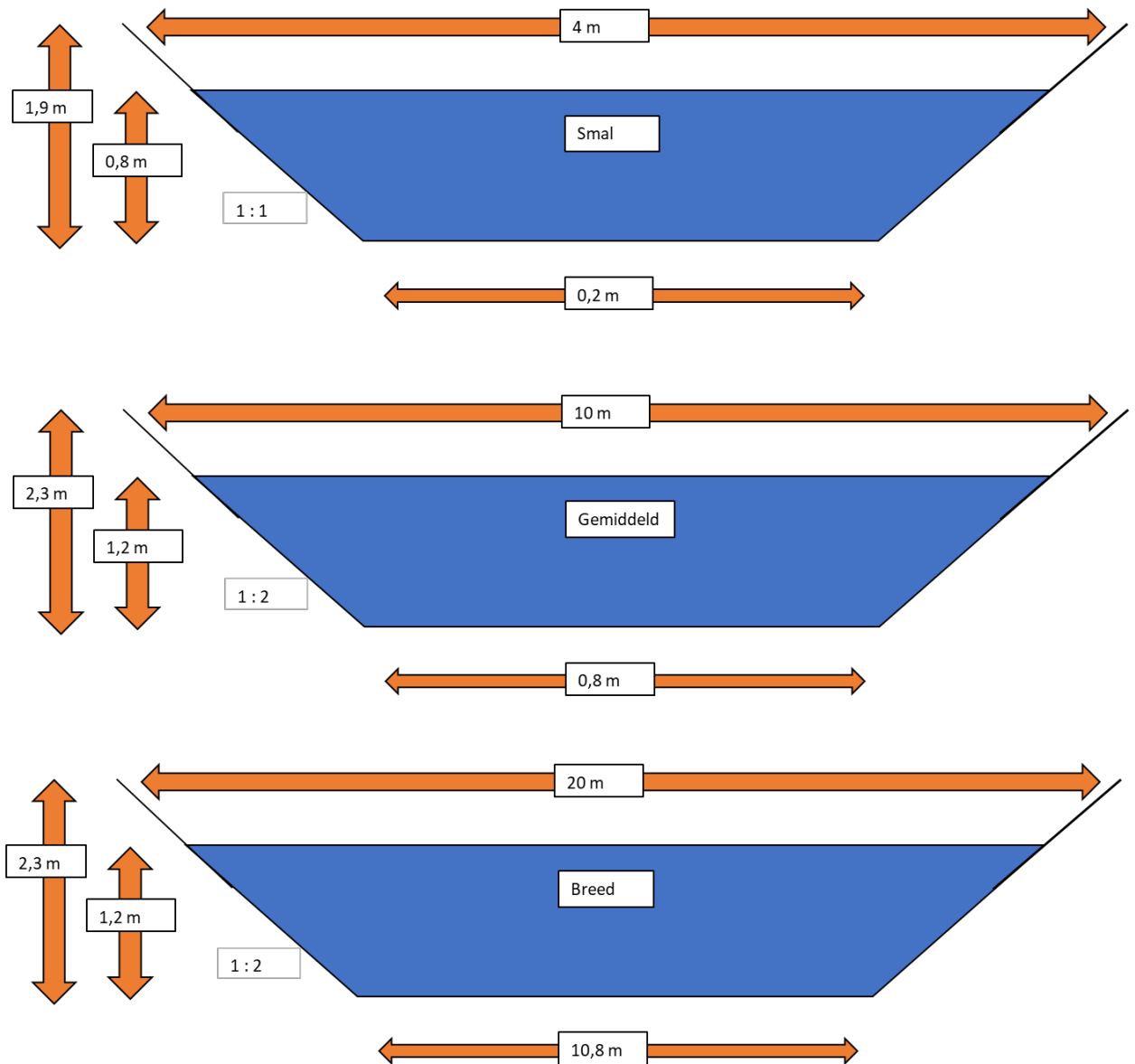
Bij $T=100 + 10 \%$ wordt een peilstijging van 41 cm berekend, tot -0,59 m NAP. Hiermee blijft het water ruim onder de insteken van de watergangen, waarmee aan de norm voor $T=100$ wordt voldaan. De hydraulische opbouw in het watersysteem van Hoog Dalem en Laag Dalem is zeer klein.

De duiker die niet aan de norm voldoet wordt geaccepteerd door het waterschap. De twee watergangen dienen 0,5 m verbreed te worden om te voldoen aan de normen.

Bijlage 1**Overzichtstekening “20190314 HD
Totaal SMP-1-2000 A0.pdf”**



Bijlage 2 Onbekende dwarsprofielen





Node:	Profiel:
HD_node_161	Gemiddeld
HD_node_162	Gemiddeld
HD_node_163	TW-DWP_3A0309-060
HD_node_164	Gemiddeld
HD_node_165	Gemiddeld
HD_node_166	Gemiddeld
HD_node_167	Gemiddeld
HD_node_168	Gemiddeld
HD_node_169	Gemiddeld
HD_node_170	Gemiddeld
HD_node_171	Breed
HD_node_172	DWP_20190524_1.1
HD_node_173	Gemiddeld
HD_node_174	Gemiddeld
HD_node_175	Gemiddeld
HD_node_176	DWP_20190524_8
HD_node_177	Gemiddeld
HD_node_178	Smal
HD_node_179	Smal
HD_node_180	Breed
HD_node_181	Breed
HD_node_182	Breed
HD_node_183	Gemiddeld
HD_node_184	Smal
HD_node_200	Gemiddeld



Bijlage 3 Aanpassingen model

6.1.1 Kunstwerken en watergangen

In de gegevens ontbraken enkele dwarsprofielen, duikers en stuwen. Hieronder is beschreven hoe met deze situaties is omgegaan.

Dwarsprofielen

In de wijk Hoog Dalem zijn verschillende dwarsprofielen ingemeten, deze zijn gebruikt als basis voor de opbouw van het Sobek model.

In het noordelijke gebied van de wijk ontbreken enkele dwarsprofielen. Hier zijn geen inmetingen van bekend. Voor deze watergangen zijn drie typen dwarsprofielen opgesteld, een smalle, gemiddelde en brede versie. Deze dwarsprofielen zijn te vinden in bijlage 2. In deze bijlage zit ook een tabel waarin te vinden is (op basis van de codering in Sobek) welke versie (smal, gemiddeld, breed) is toegekend aan de onbekende dwarsprofielen.

Duikers

De afmetingen van vijf duikers in het noordelijk deel van Hoog Dalem zijn nog niet (officieel) bekend bij het waterschap, hiervoor zijn in overleg met de gemeente de volgende afmetingen aangehouden:

- Ø 1000
- BOB -1,75 m NAP (25 cm lucht)
- Lengte conform stedenbouwkundig plan

Stuwen

De noordelijke stuw (nabij de A15) is een vlakke stuw. Stuwniveau bedraagt -1,0 m NAP en stuwbreedte 1,0 m.

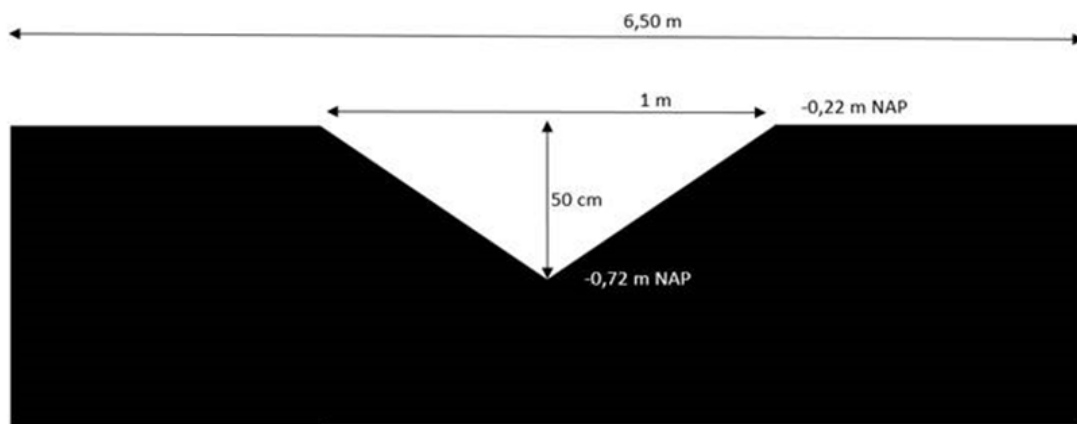
De middelste stuw is een automatische stuw met een stuwbereik tussen de -0,49 m NAP en -1,84 m NAP. Deze stuw heeft een breedte van 2,5 meter.

Bij de maatgevende afvoer is deze zo ingesteld dat het streefpeil van -1,0 m NAP bovenstrooms van de stuw wordt behaald.

Bij $T=10+10\%$ is de stuw verhoogd zodat de normafvoer van $0,38 \text{ m}^3/\text{s}$ niet overschreden wordt.

Bij $T=100+10\%$ is de stuw op maximale hoogte gezet om de afvoer vanuit Hoog Dalem zo veel mogelijk te beperken, de maximale norm van $0,38 \text{ m}^3/\text{s}$ wordt niet gehaald.

De zuidelijke stuw (nabij de Graaf Reinaldweg, N830) is een V-stuw. Onderstaand figuur geeft het profiel van de stuw weer.



Bijlage 4 Verhard oppervlak

Om het toekomstig verhard oppervlak toe te kunnen kennen aan de RR module in Sobek zijn drie stappen doorlopen. Eerst is het aangeleverde lijnenbestand (stedenbouwkundig plan) omgezet in een vlakkenbestand. Daarna zijn de vlakken toegekend aan een type oppervlak. Ten slotte is er bepaald hoeveel van elk type oppervlak aanwezig is in de verschillende delen van de wijk (noord, midden, zuid).

Hierbij zijn de volgende type oppervlakken onderscheiden:

- Dakoppervlak (Pand)
- Kavels van vrijstaande of 2-onder-1 kap woningen (Kavel1)
- Kavels van rijtjeswoningen (KavelRij)
- Wegen, fietspaden, trottoir en parkeerplaatsen (Infra)
- Groenstroken (Groen)
- Oppervlaktewater
- Onbekend

Het onderdeel 'onbekend' is toegevoegd omdat bij het omzetten van het lijnenbestand naar het vlakkenbestand een groot aantal 'kleine' polygonen ontstond. In tabel 3.1 is te zien dat het percentage 'onbekend' oppervlak klein is. Om een eventuele afwijking te voorkomen wordt het oppervlak van dit 'onbekende' terreindeel voor 50 % meegenomen in de berekening van het verhard oppervlak. Het totaal verhard oppervlak is als volgt bepaald conform de bepaalde uitgangspunten:

$$Daken + 0,85 * Kavel Rij + 0,7 * Kavel overig + Infra + 0,5 * Onbekend$$

Het totaal onverhard oppervlak is gelijk aan het oppervlak 'groen', oppervlaktewater is hierin niet meegenomen.

De verharde en onverharde oppervlaktes zijn toegevoegd als 'paved en unpaved areas' en lozen op verschillende punten in het nieuwe watersysteem. In het aangeleverde model was dit geregeld door één bergingstakje dat het hele gebied noord/zuid vertegenwoordigde. Voor het noordelijk en zuidelijk deel zijn de totale oppervlakten voor verhard en onverhard genomen en respectievelijk gelijk verdeeld over 8 en 9 lozingspunten. Het middengebied wordt ontwaterd door een wadi. In bijlage 5 is te vinden hoe de wadi in het Sobek model is ingepast.

Tabel 6.1 Verdeling type oppervlaktes per gebied in de nieuwe woonwijk Hoog Dalem

Gebied	Daken	Wegen	Perceel rijtjes	Perceel overige kavels	Oppervlakte water	Onbekend	Bruto oppervlak	Totaal verhard
	[ha]	[ha]	[ha]	[ha]	[ha]	[ha] / [% bruto]	[ha]	[ha]
Noord	4.65	8.34	3.24	3.88	4.95	0.96 (2,8%)	34.56	18.56
Midden	3.42	5.51	1.86	5.90	-	0.67 (2,8%)	24.18	14.38
Zuid	3.89	4.35	2.50	5.17	2.40	1.23 (3,8%)	32.54	14.09



Als er wordt uitgegaan van 80 % verhard in plaats van 60 % verhard voor de overige kavels neemt het verhard oppervlak met 1,5 ha toe in totaal.

Dit is een toename van verhard oppervlak van 3 % in Hoog Dalem. Ten opzichte van het totale verhard oppervlak van Gorinchem Oost en Hoog Dalem betreft het een toename van 1 %.

Bedrijventerrein

Het bedrijventerrein, dat als 95 % verhard oppervlak wordt meegenomen, is als volgt gemodelleerd. De oude waardes van 'Paved' en 'Unpaved' zijn gesommeerd en daarvan is 95% op de "Paved node" gezet en 5% op de "Unpaved node". Het bergingstakje is, in overleg met WSRL, verplaatst van de zuidelijke watergang (WTG_002410_9) naar de oostelijke watergang (WTG_024165_2). Daarna is deze watergang (WTG_024165) zodanig vergroot dat het de toename in verhard oppervlak compenseert. Deze aanname is gedaan op basis van het overleg met het waterschap (18-06-19), hieruit blijkt dat er voldoende oppervlaktewater aanwezig is.

Bijlage 5 Opbouw 'wadi'

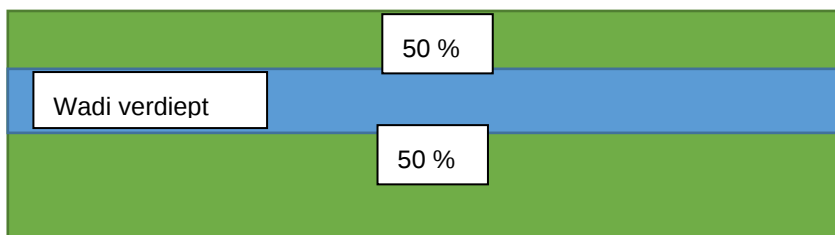
Opzet wadi Hoog-Dalem

De opzet van de wadi in het middengebied van de woonwijk Hoog-Dalem is hieronder beschreven.

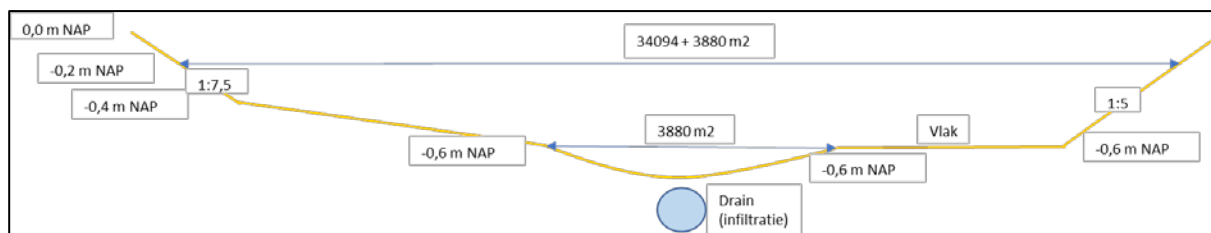
In bijlage 6 staat een tekening van de toekomstige wadi. Deze is opgedeeld in twee delen, een verdiept deel (wadi-verdiept) en een deel dat dienstdoet als park (wadi-park).

De volgende twee aannames zijn gedaan:

- Profiel 1 is representatief voor de hele wadi
- Het oppervlak van wadi-park is ten aanzien van de oppervlakten gelijk verdeeld over beide kanten van wadi verdiept (hieronder staat de schematisatie weergegeven)
- Het niveau van wadi-park heeft een niveau van -0,2 m NAP, 0,2 m onder insteek, dit correspondeert met de oppervlakte die lichtblauw is gearceerd
- Omtrek wadi-park is 2.500 m¹



Onderstaand figuur geeft de geschematiseerde doorsnede van de wadi



Op de tekening ligt de bodem van de wadi op -1,0 m NAP. Om de afvoer naar het oppervlaktewater mogelijk te maken, dient de bodem verhoogd te worden. In de berekeningen is aangehouden dat het diepste deel van de wadi op -0,80 m NAP komt te liggen. Alle andere maten van de wadi zijn in de berekening gelijk gehouden.



Niveau [m NAP]	Oppervlak [m2]	rekenmethode
-0.8	500	
-0.6	18426	Oppervlak wadi-verdiept + 50 % wadi-park – talud tussen -0.2 en -0.6 m NAP 1:5 (1250m) $3880 + 50 \% 34093 - 1250 * 0.4 * 5$
-0.4	34848	Oppervlak wadi-verdiept + wadi-park – talud tussen -0.2 en -0.4 m NAP 1250m 1:7.5 en 1250m 1:5 $3880 + 34093 - (1250*0.2*7.5) - (1250*.2*5)$
-0.2	37973	Oppervlak wadi-verdiept + oppervlak wadi-park
0.0	41098	Oppervlak wadi-verdiept + wadi-park + talud tussen -0.2 en 0 m NAP 1250m 1:7.5 en 1250m 1:5 $3880 + 34093 + (1250*0.2*7.5) + (1250*.2*5)$

Voor het leeglopen van de wadi is gerekend met een doorlatendheid van 0,3m/dag. Het totale debiet van de infiltratie is dus afhankelijk van het oppervlak dat onder water staat.

Bijlage 6

Bovenaanzicht 'wadi'

