



**JAFETH
HEINING**

STEDELIJK WATER

Hydraulisch functioneren rioolstelsel 'Schermereiland'

Rapport

**Hydraulisch functioneren rioolstelsel
'Schermereiland'**





Uitgebracht aan

Stadsmerk072
Postbus 9009
1800 GA Alkmaar




Rapport | Hydraulisch functioneren rioolstelsel 'Schermereiland'
Kenmerk | 20200010
Status | Definitief
Datum | 18-03-2020

Uitgebracht aan | Stadswerk072
Ter attentie van | Dhr. [redacted] 
Adres | Postbus 9009
Postcode | 1800 GA
Plaats | Alkmaar

Opgesteld door | [redacted]  Stedelijk Water
Auteur | Dhr. [redacted] 
Paraaf |  
Vrijgave | 18-03-2020

© [redacted] 
Stedelijk Water

De informatie uit dit document mag niet in zijn geheel of deels worden verveelvoudigd, gekopieerd en/of openbaar gemaakt worden zonder voorafgaande toestemming van [redacted]  Stedelijk Water.



Inhoudsopgave

1. Inleiding	5
1.1 Algemeen	5
1.2 Omschrijving huidige situatie	6
1.3 Omschrijving gewenste situatie	7
1.3.1 <i>Maatgevende neerslaggebeurtenis voor toetsing huidig en toekomstig rioolstelsel</i>	7
1.3.2 <i>Neerslaggebeurtenis 9 oktober 2019</i>	8
1.3.3 <i>Maatgevende neerslaggebeurtenis voor analyse maaiveldinrichting</i>	10
1.4 Kennisbank Stedelijk Water/Rioned en software	10
2. Huidige rioolstelsels	11
2.1 Stelsel kenmerken huidige gemengde- en vuilwaterrioolstelsel(s).....	11
2.2 Stelselkenmerken hemelwaterstelsels	14
3. Functioneren huidige rioolstelsels	16
3.1 Functioneren huidige rioolstelsels bij neerslaggebeurtenis 9 oktober 2019	16
3.2 Functioneren huidige rioolstelsels bij BU18	20
3.3 Functioneren huidige rioolstelsels en maaiveldinrichting bij 100 mm neerslag in 1 uur	21
3.3.1 <i>Omvang wateroverlast vanuit openbaar gebied en particulier terrein tezamen</i>	22
3.3.2 <i>Omvang wateroverlast vanuit openbaar gebied</i>	23
3.3.3 <i>Vergelijking wateroverlast in relatie tot gebouwen</i>	24
3.4 Conclusies functioneren huidige rioolstelsels	25
4. Verkenning oplossingsrichtingen	27
4.1 Hemelwaterstelsel Dijkgraafstraat en omgeving, mogelijke toekomstige situatie	27
4.2 Mogelijke aanpassingen ter reductie impact extreme neerslag	30
4.2.1 <i>Omvang wateroverlast vanuit openbaar gebied en particulier terrein tezamen</i>	31
4.2.2 <i>Omvang wateroverlast vanuit openbaar gebied</i>	32
4.2.3 <i>Vergelijking wateroverlast in relatie tot gebouwen</i>	33
5. Conclusies	37
5.1 Functioneren van de huidige rioolstelsels	38
5.2 Functioneren toekomstige rioolstelsels.....	38
5.3 Extreme neerslag	38
5.4 Aanbeveling	38



Bijlagen

1. Bijlage 1 – Huidige gemengde rioolstelsel - overzicht
2. Bijlage 2 – Huidige hemelwaterstelsels - overzicht
3. Bijlage 3 – Huidige stelsels – functioneren neerslag 9 oktober 2019
4. Bijlage 4 - Huidige integrale rioolmodel – functioneren neerslag 9 oktober 2019 - maaiveld
5. Bijlage 5 - Huidige stelsels – functioneren BUI8
6. Bijlage 6 - Huidige integrale rioolmodel – Blokbui 100 mm - wateroverlast
7. Bijlage 7 - Huidige integrale rioolmodel – Blokbui 100 mm – stroomsnelheid en -richting
8. Bijlage 8 - Huidige integrale rioolmodel – Blokbui 100 mm – stroombanen
9. Bijlage 9 - Huidige integrale rioolmodel – Blokbui 100 mm – wateroverlast – openbare ruimte
10. Bijlage 10 – Toekomstige rioolstelsel – functioneren neerslag 9 oktober 2019
11. Bijlage 11 – Toekomstige rioolstelsel – functioneren BUI8
12. Bijlage 12 – - Toekomstige integrale rioolmodel – overzicht aanpassingen
13. Bijlage 13 – - Toekomstige integrale rioolmodel – Blokbui 100 mm - wateroverlast
14. Bijlage 14 – Toekomstige integrale rioolmodel – Blokbui 100 mm – stroomsnelheid en -richting
15. Bijlage 15 – Toekomstige integrale rioolmodel – Blokbui 100 mm – stroombanen
16. Bijlage 16 - Toekomstige integrale rioolmodel – Blokbui 100 mm – wateroverlast – openbare ruimte
17. Bijlage 17 - Toekomstige integrale rioolmodel – Blokbui 100 mm – wateroverlast – panden toekomstige situatie versus huidige situatie

1. Inleiding

1.1 Algemeen

Naar aanleiding van meldingen met betrekking tot het functioneren van het rioolstelsel en wateroverlast na (hevige) neerslag, heeft Stadswerk072, hierna te noemen opdrachtgever, besloten tot een hydraulische analyse van het rioolstelsel te Schermereiland, hierna te noemen: projectgebied. Deze rapportage is het resultaat hiervan. De grenzen van het projectgebied zijn weergegeven in Figuur 1.

De opdrachtgever wil door deze analyse inzicht krijgen in het functioneren van het rioleringsysteem binnen het projectgebied. De analyse van de verwerking van afval- en hemelwater binnen het gebied is geanalyseerd met een werkelijk opgetreden neerslaggebeurtenis, een gestandaardiseerde neerslaggebeurtenis en met een blokbui van 100 mm neerslag in één uur

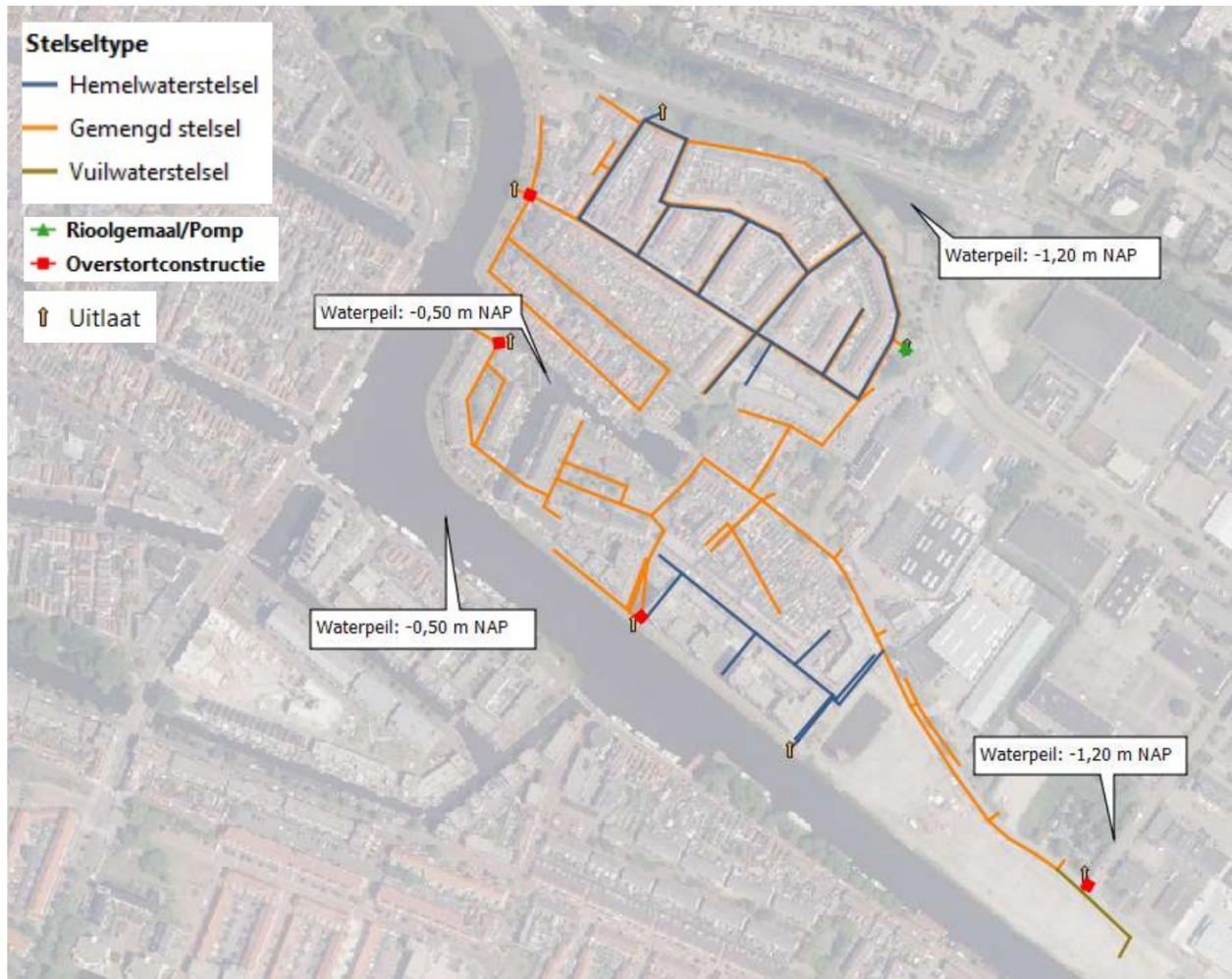
De eerste twee genoemde neerslaggebeurtenissen zijn bedoeld om het rioolstelsel te analyseren. De laatstgenoemde neerslaggebeurtenis is bedoeld om de impact van extreme neerslag op het gebied te analyseren (rioolstelsel en maaiveld).



Figuur 1 Projectgebied 'Schermereiland'

1.2 Omschrijving huidige situatie

Het huidige gemengde rioolstelsel is tussen 1960 en 1980 aangelegd. Begin jaren 2000 is in het noordelijke deel van het projectgebied (door aanleg van een hemelwaterstelsel) een deel van de aangesloten verharding, afgekoppeld. In het zuidelijke deel ter hoogte van de Scheepsjagerstraat en Schermerweg bevinden zich inbreidingslocaties. Hier worden woningen/appartementen gerealiseerd. De inbreidingslocaties worden voorzien van een gescheiden rioolstelsel en wateren niet af op het gemengde rioolstelsel binnen het projectgebied.



Figuur 2 Leidingtypen en oppervlaktewaterpeilen binnen projectgebied

Het maaiveldniveau binnen het projectgebied varieert tussen 2,00 m NAP en -0,10 m NAP. Binnen het projectgebied worden twee verschillende oppervlaktewaterpeilen beheerd. Het Noordhollandsch Kanaal heeft een oppervlaktewaterpeil van -0,50 m NAP en de polder binnen het gebied heeft een oppervlaktewaterpeil van -1,20 m NAP, zie ook Figuur 2.

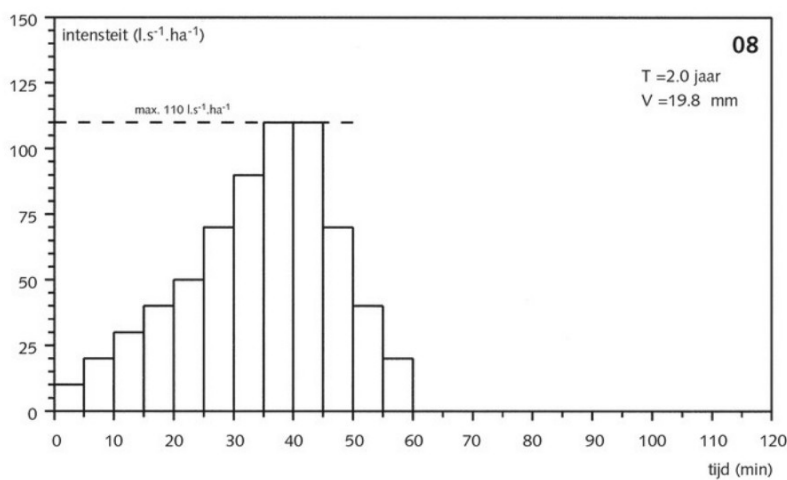
1.3 Omschrijving gewenste situatie

De gewenste situatie: Het rioolstelsel kan de gekozen (theoretische) neerslaggebeurtenis verwerken zonder dat er hemelwater of afvalwater op straat komt te staan. De impact van extreme neerslag is inzichtelijk gemaakt.

1.3.1 Maatgevende neerslaggebeurtenis voor toetsing huidig en toekomstig rioolstelsel

Voor de toetsing van rioolstelsels zijn door Stichting Rioned in 1998 standaard neerslaggebeurtenissen¹ vastgesteld. De opdrachtgever stelt in haar beleid als richtlijn dat rioolstelsels een neerslaggebeurtenis met een theoretische herhalingsperiode van twee jaar moet kunnen verwerken zonder dat er water op straat optreedt. Een rioolstelsel dat aan deze richtlijn voldoet, wordt als voldoende robuust beschouwd.

De gestandaardiseerde neerslaggebeurtenis bij dit toetsingscriteria is BUI8. Het verloop van deze neerslaggebeurtenis is weergegeven in Figuur 3.



Figuur 3 Neerslaggebeurtenis BUI8, grafische weergave verloop neerslaggebeurtenis

Neerslaggebeurtenis	Herhalingsperiode (jaren)	Tijdsduur (min)	Hoeveelheid (mm)	Maximale neerslagintensiteit (mm/h)	Maximale neerslagintensiteit (l.s ⁻¹ .ha ⁻¹)
BUI8	2	60	19.8	40	110

Tabel 1 Neerslaggebeurtenis BUI8, overzicht kenmerken

¹ <https://www.riool.net/neerslaggebeurtenissen-1>

1.3.2 Neerslaggebeurtenis 9 oktober 2019

Naar aanleiding van de neerslag die gevallen is op 9 oktober 2019, kwamen bij de opdrachtgever meldingen binnen van hinder en overlast. Aangezien de openbare ruimte binnen delen van het projectgebied in de afgelopen jaren opnieuw is ingericht, was het niet de verwachting dat hinder ten gevolge van neerslag zou ontstaan. In Figuur 4 zijn de globale locaties weergegeven van de, bij de opdrachtgever, binnengekomen meldingen.

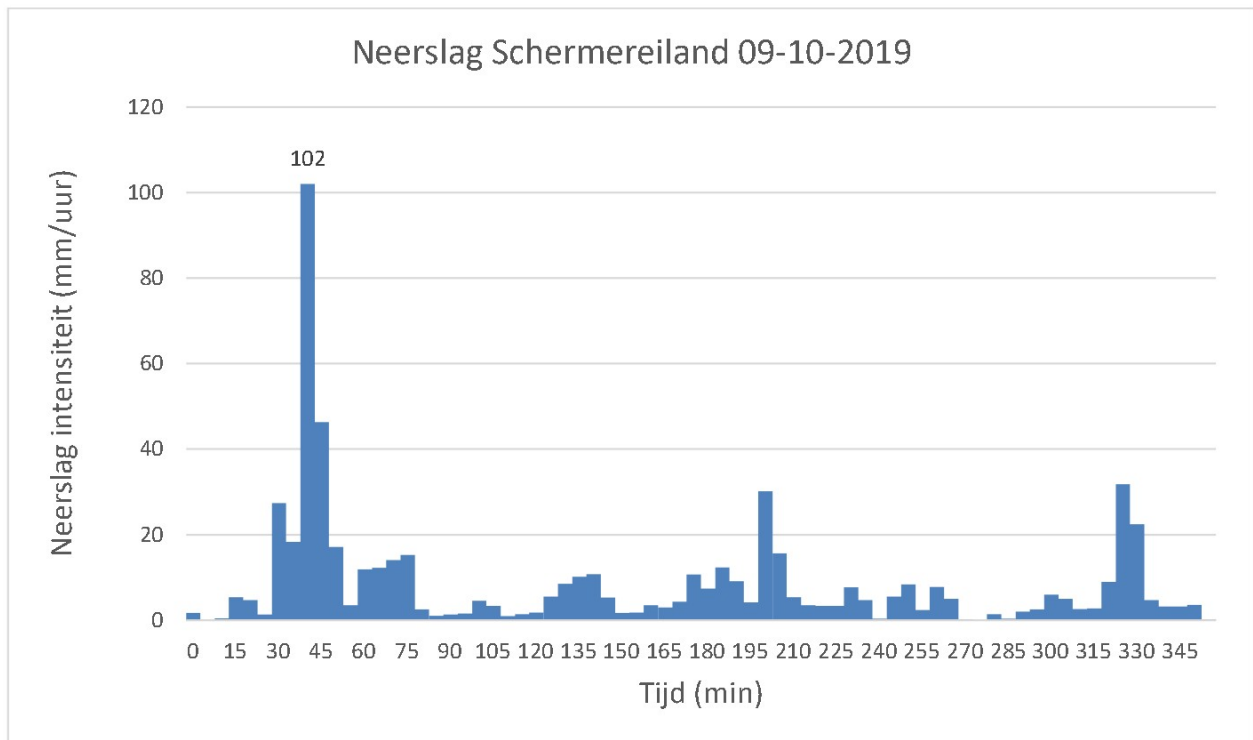
De neerslag van deze dag is gebruikt in de analyse van het rioolmodel en de maaiveldinrichting. De modeluitkomsten zijn gespiegeld aan metingen en waarnemingen van de opdrachtgever.



Figuur 4 Schermereiland, locaties van meldingen naar aanleiding van neerslag op 9 oktober 2019

Het neerslagverloop en de kenmerken van de neerslaggebeurtenis van 9 oktober 2019 zijn weergegeven in Figuur 5 en Tabel 2. De neerslaggebeurtenis duurde 6 uren, van 10:30 tot 16:25 uur. De herhalingsperiode van de neerslaggebeurtenis van 9 oktober 2019 is ongeveer 15 jaar. De piek van de neerslagintensiteit bedroeg $284 \text{ l.s}^{-1}.\text{ha}^{-1}$, meer dan twee keer zo hoog is dan de piek bij BUI8 ($110 \text{ l.s}^{-1}.\text{ha}^{-1}$).

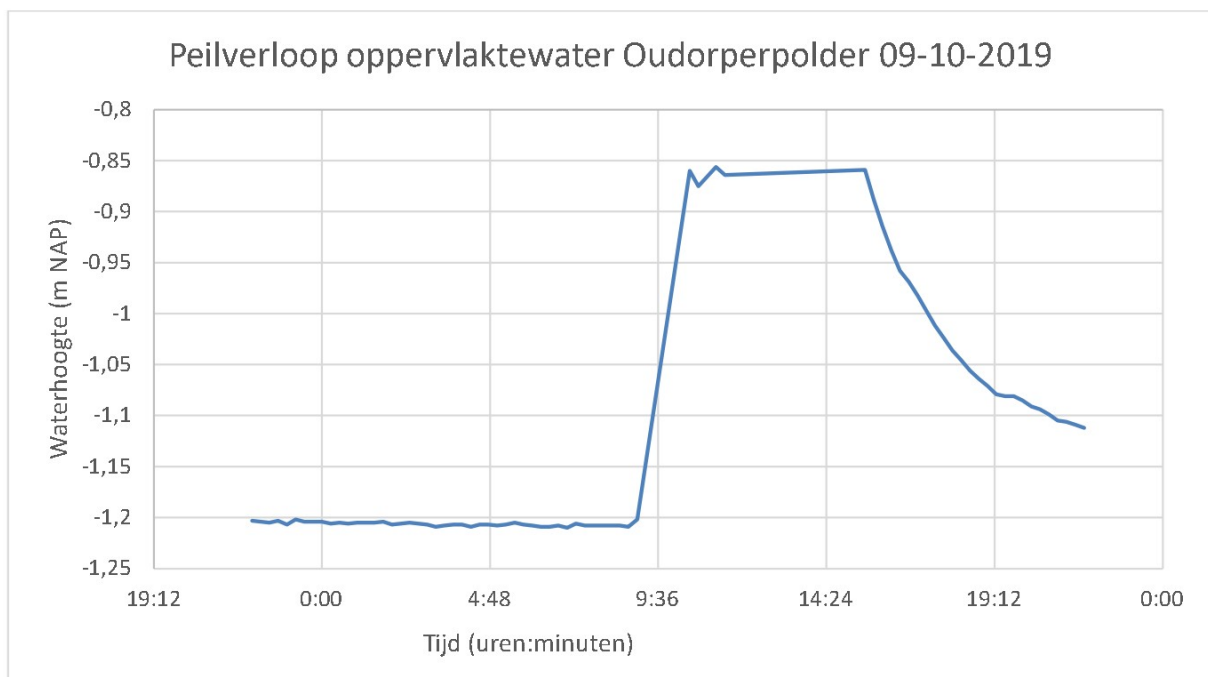
Het verloop van het waterpeil in de polder bij het projectgebied is weergegeven in Figuur 6. Het peilverloop in de figuur is ook als zodanig meegenomen in de modellering. Het waterpeil van het Noordhollandsch Kanaal had geen noemenswaardige peilfluctuaties, voor zover bekend.



Figuur 5 Neerslaggebeurtenis 9 oktober 2019, verloop neerslag

Neerslaggebeurtenis	Herhalings ­ tijd (jaren)	Tijdsduur (min)	Hoeveelheid (mm)	Maximale neerslag ­ intensiteit (mm/h)	Maximale neerslag ­ intensiteit ($l.s^{-1}.ha^{-1}$)
9-okt-19	15 ²	360	50,3	102	284

Tabel 2 Kenmerken neerslaggebeurtenis 9 oktober 2019



Figuur 6 Oppervlaktewaterpeil verloop Oudorperpolder 09-10-2019

² rapport Neerslagstatistiek en -reeksen voor het waterbeheer 2019 (STOWA, 2019), basisstatistiek, jaarstatistiek

1.3.3 Maatgevende neerslaggebeurtenis voor analyse maaiveldinrichting

Anders dan bij het rioolstelsel is er (nog) geen landelijke richtlijn voor de verwerking van extreme neerslag. De focus ligt op het in beeld brengen van de impact van extreme neerslag op het projectgebied; maximale omvang van 'water op straat', maximale waterhoogtes, water tegen gevels en tijdsduur van de overlast.

Om het effect van de verwerking van extreme neerslag te analyseren, gebruikt de opdrachtgever een blokbui van 100 mm neerslag in 1 uur.

1.4 Kennisbank Stedelijk Water/Rioned en software

De rioleringsvraagstukken zijn geanalyseerd met de bij in § 1.3.1, genoemde neerslaggebeurtenis en geschematiseerd in overeenstemming met de Kennisbank Stedelijk Water (voorheen Leidraad Riolerings).

De analyses zijn uitgevoerd met behulp van Infoworks ICM 10.0.6. Binnen dit programma kan het gedrag van vloeistoffen in gesloten en open leidingen, alsook stroming over maaiveld, worden gesimuleerd.

2. Huidige rioolstelsels

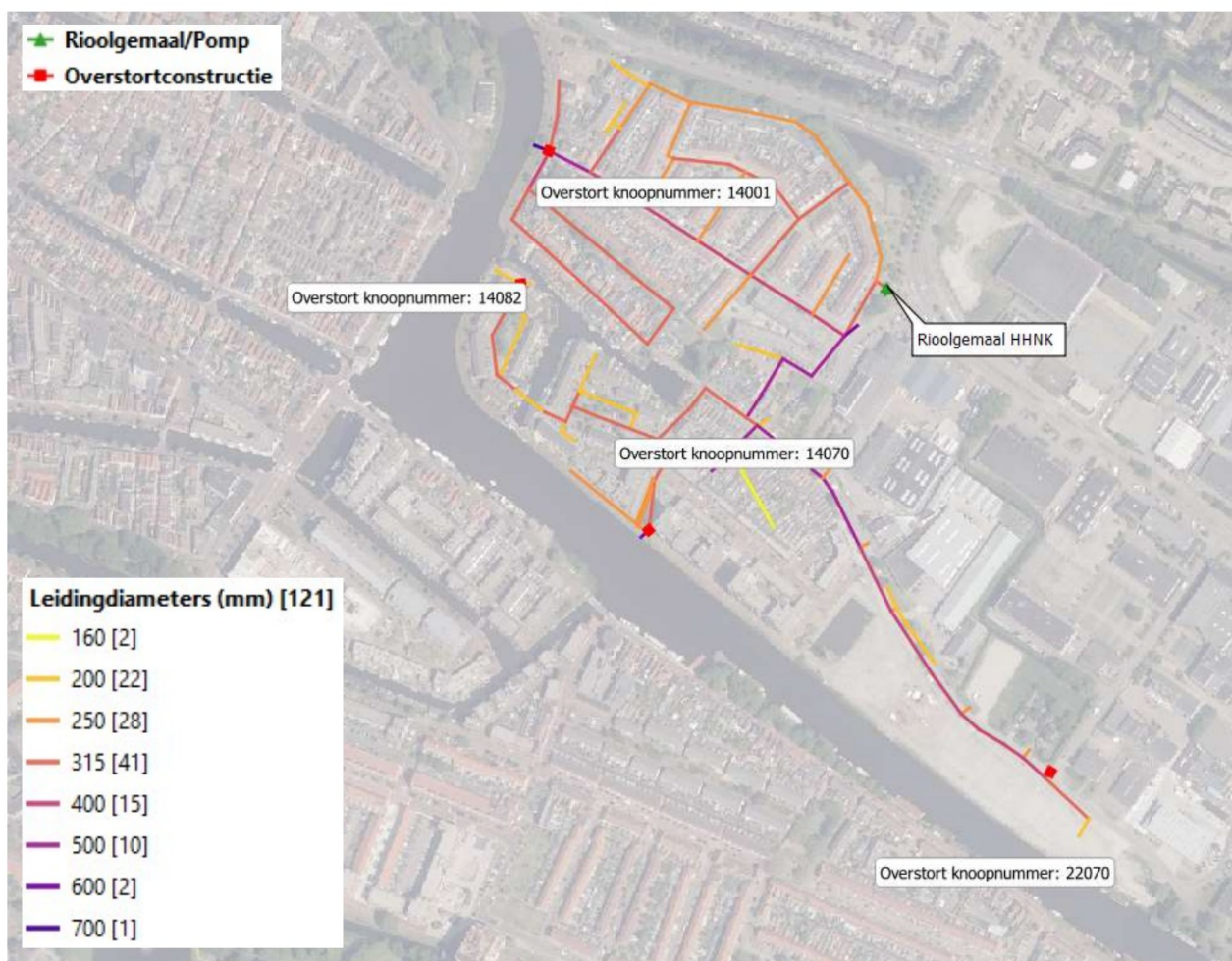
Dit hoofdstuk beschrijft de stelselkenmerken en het functioneren van de binnen het projectgebied aanwezige rioolstelsels.

Het functioneren van de huidige stelsels is geanalyseerd met een gemeten neerslaggebeurtenis en daarnaast ook met BUI8. Het eerste is gedaan om een gevoel bij de kwaliteit van het model krijgen en de mate waarin het aansluit bij de waarnemingen.

Het aangesloten oppervlak is iteratief bepaald aan de hand van een gemeten neerslaggebeurtenis, zie ook § 1.3.2. Het resultaat van dit iteratieve proces is een aangesloten oppervlak waarbij de modelresultaten voldoende goed overeenkomen met metingen binnen het rioolstelsel en waarnemingen uit het veld (Zie ook § 3.1).

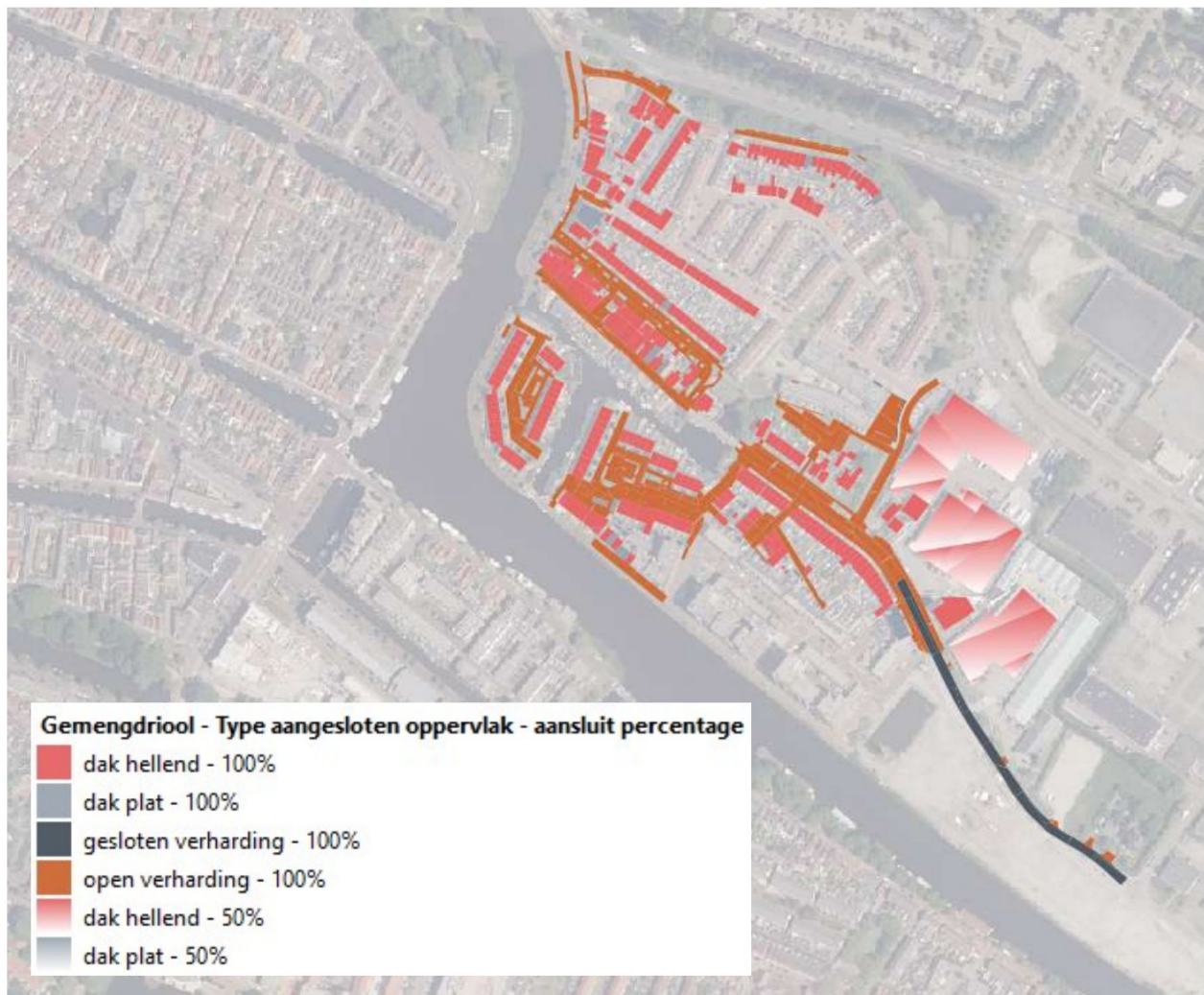
2.1 Stelselkenmerken huidige gemengde- en vuilwaterrioolstelsel(s)

In de volgende paragrafen worden de stelselkenmerken van het gemengde rioolstelsel beschreven. Het stelsel ontvangt alleen afvalwater uit het eigen gebied er zijn geen onderbemalingen aanwezig. Voor diameters van de leidingen, locaties van de overstortconstructies en de locatie van het rioolgemaal, zie Figuur 7 en bijlage 1.



Figuur 7 Overzicht gemengde- en vuilwater rioolstelsels, binnen projectgebied

Het oppervlak dat is aangesloten op een rioolstelsel is bepalend voor het functioneren van het stelsel. Zoals eerder vermeld, is het aangesloten oppervlak iteratief bepaald. Het resultaat is het aangesloten oppervlak zoals weergegeven is in Figuur 8 en Tabel 3. Zie ook bijlage 1.



Figuur 8 Aangesloten verhard oppervlak gemengde rioolstelsel

Type	Hoeveelheid (m ²)	Hoeveelheid (ha)
Hellend dak	21.702	2,17
Plat dak	1.603	0,16
Gesloten verharding	2.058	0,21
Open verharding	16.950	1,69
Totaal	42.312	4,23

Tabel 3 Overzicht aangesloten verhard oppervlak gemengde rioolstelsel

Conform de richtlijnen zou een gemengd rioolstelsel een berging moeten hebben van 7 mm ten opzichte van het aangesloten oppervlak. De beschikbare stelselberging is weergegeven in Tabel 4. Het rioolstelsel in Schermereiland voldoet aan de bergingsrichtlijn.

Type	Hoeveelheid	Eenheid
Berging beschikbaar ³	330,8	m ³
Aangesloten oppervlak	42.312	m ²
Berging	7,8	mm

Tabel 4 *Overzicht berging gemengde rioolstelsel*

In Figuur 7 zijn de locaties weergegeven van de overstortconstructies binnen het stelsel, in Tabel 5 zijn de kenmerken van de overstortconstructies weergegeven.

Knoopnummer	Type	Drempelniveau (m NAP)	Breedte (m)
14001	Externe overstortconstructie	-0,50	1,44
14070	Externe overstortconstructie	-0,10	1,44
14082	Externe overstortconstructie	0,10	1,50
22070	Externe overstortconstructie	0,40	0,80

Tabel 5 *Overzicht kenmerken overstortconstructie gemengde rioolstelsel*

Het afvalwateraanbod van het gemengde rioolstelsel is weergegeven in Tabel 6. De droogweerafvoer is bepaald op basis van het aantal adressen, 616 stuks binnen het bemalingsgebied, maal 2,5 inwoners per adres maal 12 l/h.

Bemalingsgebied	Stelseltype	Knoop nummer	DWA (m ³ /h)	POC (m ³ /h)	Totaal aanbod (m ³ /h)	Afvoercapaciteit rioolgemaal (m ³ /h)
Schermereiland	Gemengd	RG HHNK	18,5	29,6	48,1	79

Tabel 6 *Overzicht kenmerken benodigde pompcapaciteit gemengde rioolstelsel*

De afvoercapaciteit van het rioolgemaal van HHNK bedraagt 79 m³/h en is daarmee toereikend. De afvoercapaciteit is afgeleid van de beschikbare meetgegevens, datum 9 oktober 2019, van de pompen in het rioolgemaal. De afgeleide afvoercapaciteiten zijn weergegeven in Tabel 7.

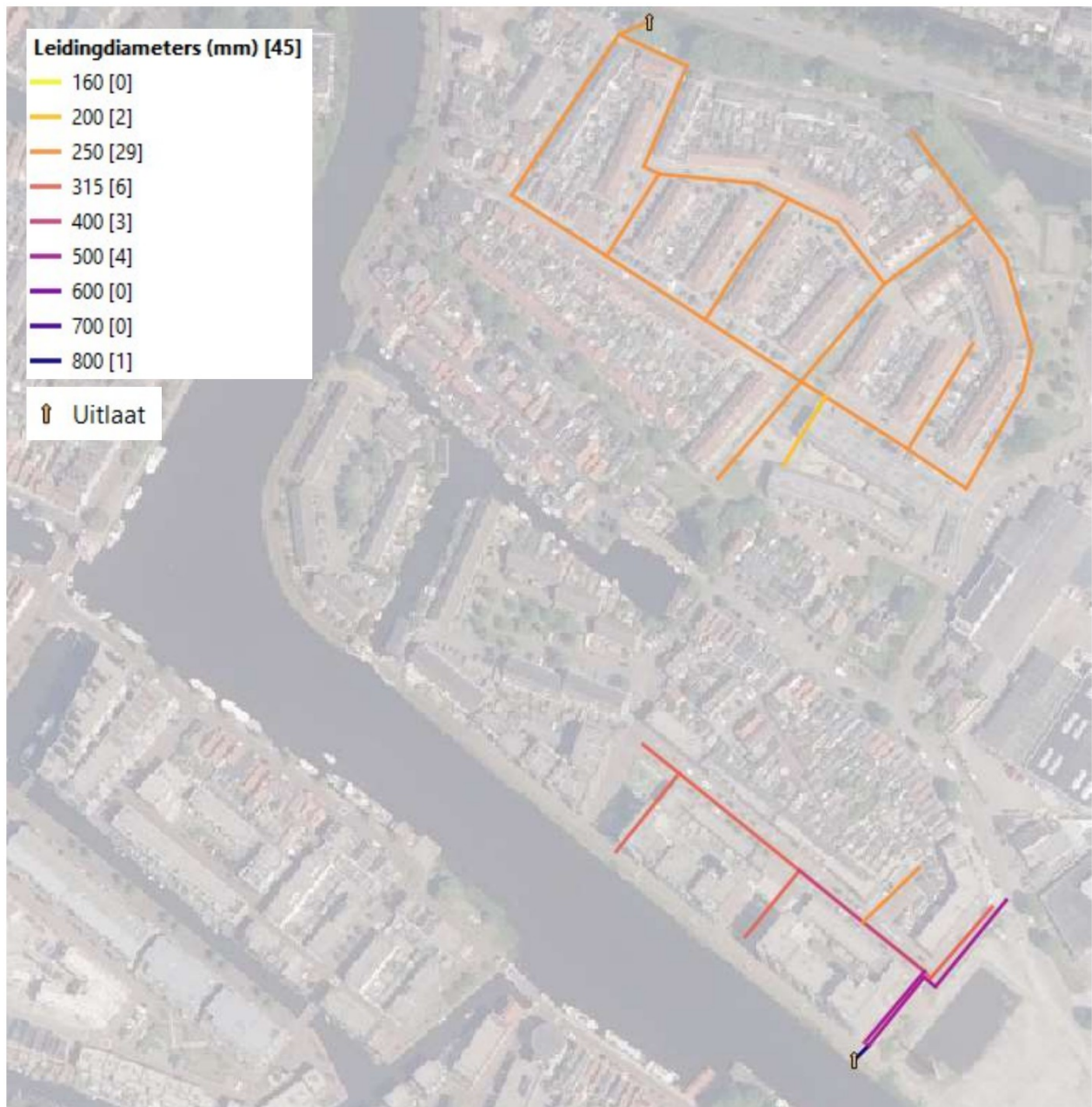
Pompen RG HHNK samenloop	Hoeveelheid	Eenheid
Minimale afvoercapaciteit	37,0	m ³ /h
Gemiddelde afvoercapaciteit	77,8	m ³ /h
Mediaan afvoercapaciteit	79,0	m ³ /h
Maximale afvoercapaciteit	95,0	m ³ /h
Tijdsduur samenloop	796	min
Tijdsduur samenloop	13	h

Tabel 7 *RG HHNK afvoercapaciteit, gemeten op 9 oktober 2019*

³ Beschikbare berging onder laagste overstortingsniveau, leidingen en putten tezamen, exclusief vulling door droogweerafvoer.

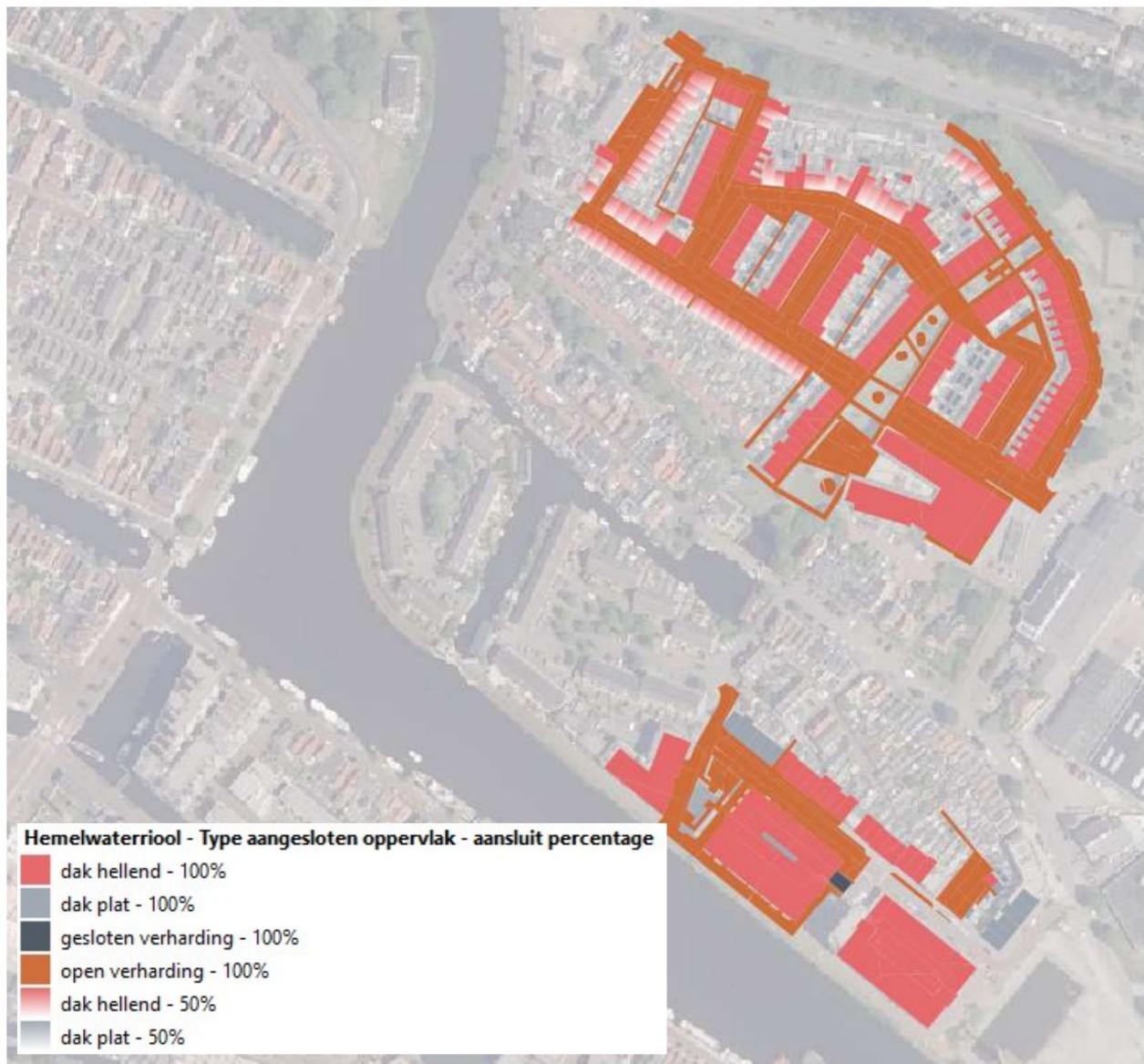
2.2 Stelselkenmerken hemelwaterstelsels

Binnen het projectgebied zijn twee hemelwaterstelsels aanwezig. De ligging en leidingdiameters zijn weergegeven in Figuur 9 en bijlage2.



Figuur 9 Overzicht hemelwaterstelsels, binnen projectgebied

Het aangesloten oppervlak van de stelsels is weergegeven in Figuur 9, Tabel 8 en bijlage2.



Figuur 10 Aangesloten verhard oppervlak hemelwaterrioolstelsels

Type	Hoeveelheid (m ²)	Hoeveelheid (ha)
Hellend dak	15.738	1,57
Plat dak	1.477	0,15
Gesloten verharding	62	0,01
Open verharding	17.061	1,71
Totaal	34.338	3,43

Tabel 8 Overzicht totaal aangesloten verhard oppervlak huidige hemelwaterstelsels

3. Functioneren huidige rioolstelsels

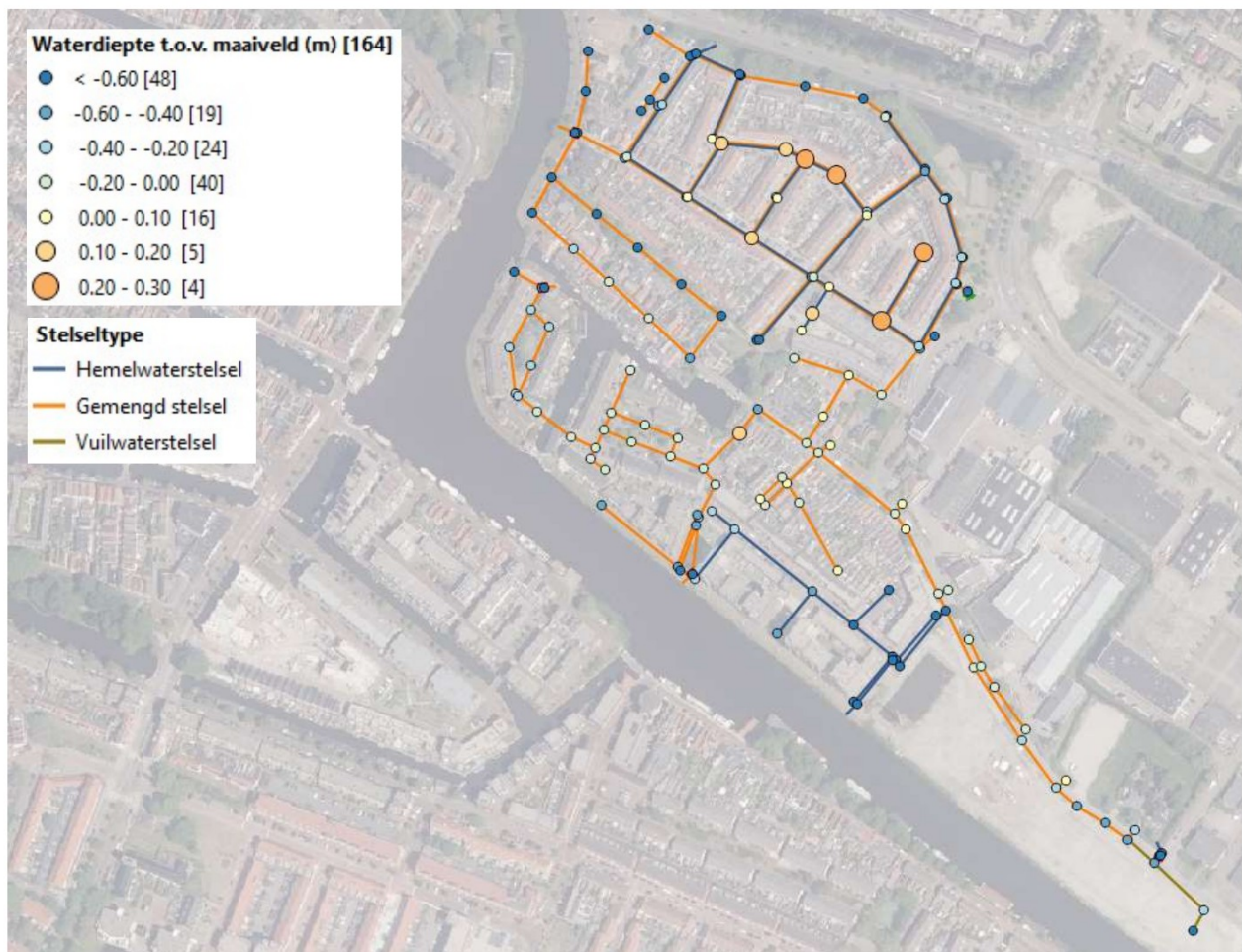
Dit hoofdstuk beschrijft het functioneren van de huidige rioolstelsels. Het functioneren van het huidige stelsels is doorgerekend met de neerslaggebeurtenis van 9 oktober 2019 en met BUI8.

3.1 Functioneren huidige rioolstelsels bij neerslaggebeurtenis 9 oktober 2019

In Figuur 11 en in bijlage 3 is het functioneren van de huidige rioolstelsels bij de neerslaggebeurtenis van 9 oktober 2019 weergegeven. Op 25 locaties wordt water op straat berekend, waarvan 14 locaties in het hemelwaterstelsel en 9 locaties in het gemengde rioolstelsel.

De maximaal berekende waterhoogte op straat, vanuit het gemengde rioolstelsel, is 12 cm met een bijbehorend maximaal volume van 7 m³ en een tijdsduur van 8 minuten. Het totaal berekende overstortingsvolume is 1.434 m³.

De maximaal berekende waterhoogte op straat, vanuit het hemelwaterstelsel, is 28 cm met een bijbehorend maximaal volume van 70 m³ en een tijdsduur van 7 minuten.



Figuur 11 Huidige rioolstelsels – hoogste berekende waterstanden t.o.v. maaiveld bij neerslaggebeurtenis 9 oktober 2019

De waterbalans van het gemengde rioolstelsel bij de neerslagebeurtenis van 9 oktober 2019 is weergegeven in Tabel 9.

Type:	Hoeveelheid (m ³)	Hoeveelheid (%)
Neerslag	2.165	87%
DWA	315	13%
Overstortingsvolume	-1.434	-58%
Verpompt	-649	-26%
Niet tot afstroming gekomen	-165	-7%
Geborgen in stelsel einde berekening	-230	-9%

Tabel 9 Waterbalans gemengde rioolstelsel neerslag 9 oktober 2019

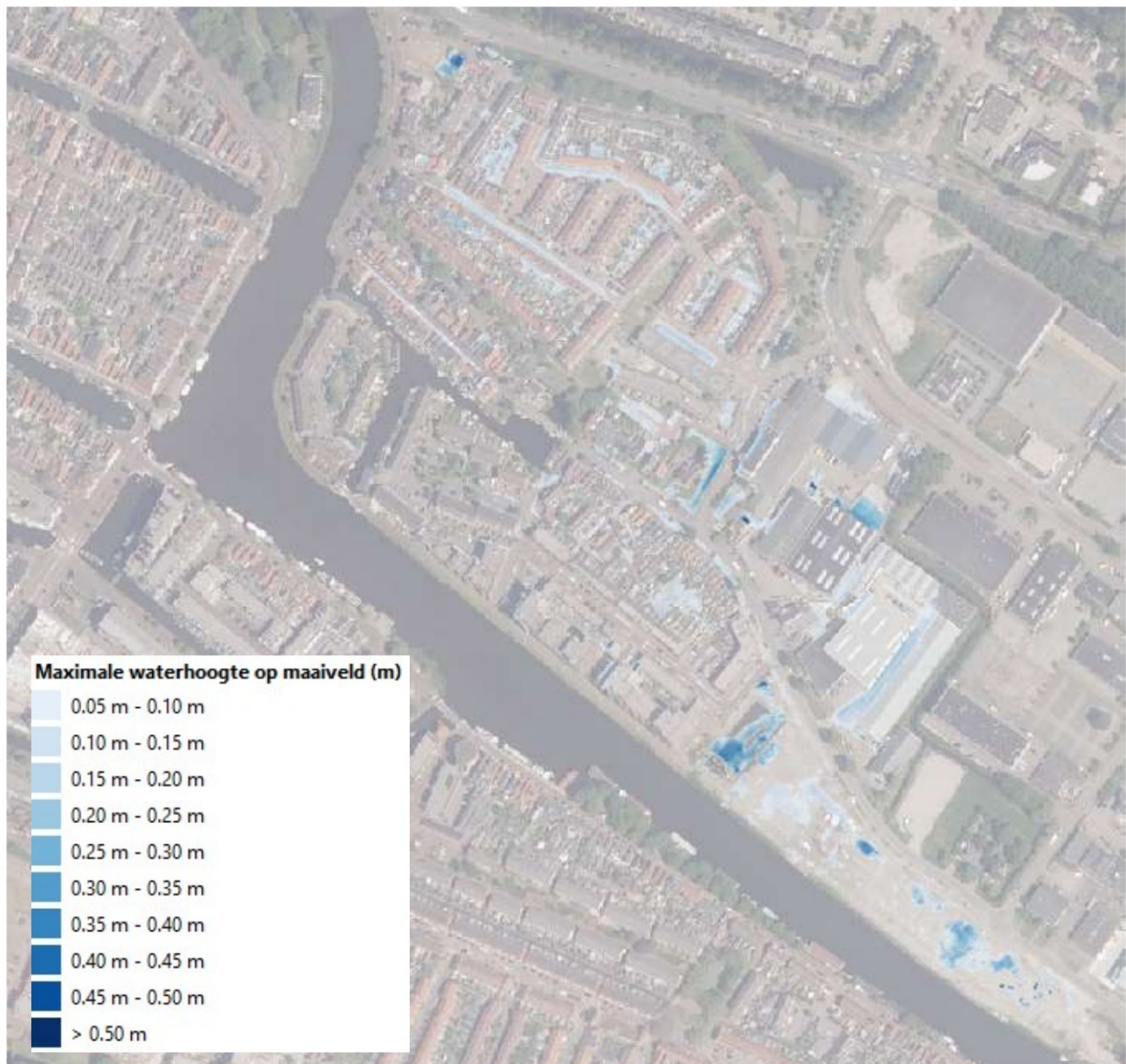
Het rioolmodel is ook doorgerekend in combinatie met het maaiveldmodel. Dit is gedaan om de oppervlakkige afstroming in beeld te brengen. Indien waterstanden in een traditioneel rioolmodel boven maaiveld komen, vindt er geen afstroming plaats maar berging in een fictieve koker. Om meer inzicht te krijgen in de onstane hinder is dus een doorrekening van het rioolsysteem in combinatie met een maaiveldmodel gewenst.

Het maaiveldmodel is een combinatie van de BGT⁴ in combinatie met de AHN3⁵, daarnaast zijn de kolken toegevoegd aan het rioolmodel om een zo getrouw mogelijk beeld te krijgen van de interactie tussen maaiveld en rioolmodel.

Het modelresultaat bij deze modellering is weergegeven in Figuur 12 en bijlage 4.

⁴<https://www.digitaleoverheid.nl/overzicht-van-alle-onderwerpen/basisregistraties-en-afsprakenstelsels/inhoud-basisregistraties/bgt/>

⁵ <https://www.ahn.nl/>



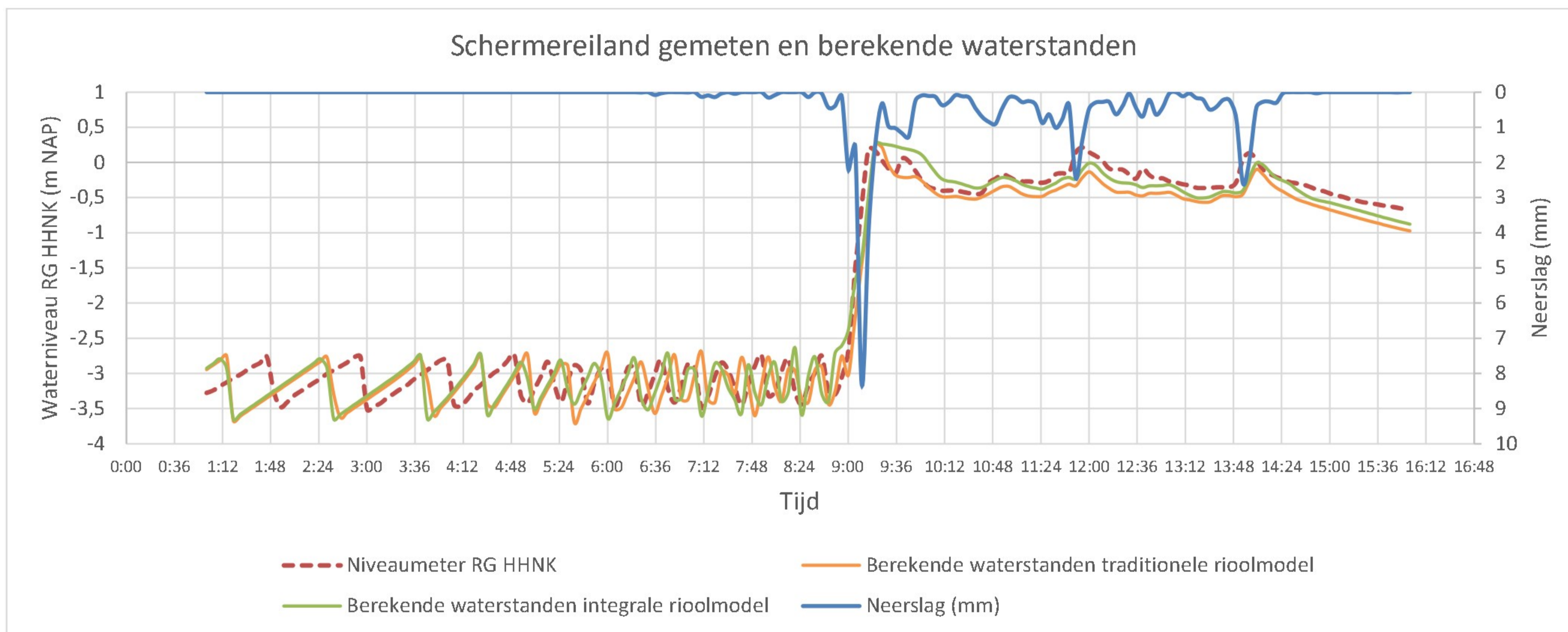
Figuur 12 Huidige rioelstelsels in combinatie met maaiveldmodel, maximaal berekende omvang en waterhoogte van water op maaiveld

Zowel de resultaten van Figuur 11 als van Figuur 12 komen goed overeen met de waarnemingen en meldingen uit het veld.

Het verschil in de resultaten tussen het traditionele rioelmodel en de resultaten uit het integrale rioelmodel (rioelstelsel gecombineerd met maaiveldmodel) komt door de verschillende inloopmodellen die worden gebruikt.

Bij het integrale model stroomt alle neerslag dat op maaiveld valt af over het maaiveld richting het rioelstelsel, het oppervlaktewater of accumuleert in een laagte. Ook hemelwater dat valt buiten het aangesloten oppervlak zoals is weergegeven in Figuur 8 en Figuur 9 komt bij dit integrale model dus tot afstroming. De verschillen in modelopbouw en inloopmodellen zorgen dus voor verschillende resultaten, waarbij de resultaten uit het integrale rioelmodel de opgetreden wateroverlast het beste benaderen. Voor gedetailleerde modelresultaten van het intergale rioelmodel, zie bijlage 4.

Binnen het gemengde rioelstelsel zijn meetgegevens van het rioelgemaal beschikbaar, namelijk de niveaumeter in het rioelgemaal. De berekende niveau's zijn in Figuur 13 vergeleken met het gemeten niveau.



Figuur 13 Schermereiland vergelijking gemeten en berekende waterstanden bij RG HHNK

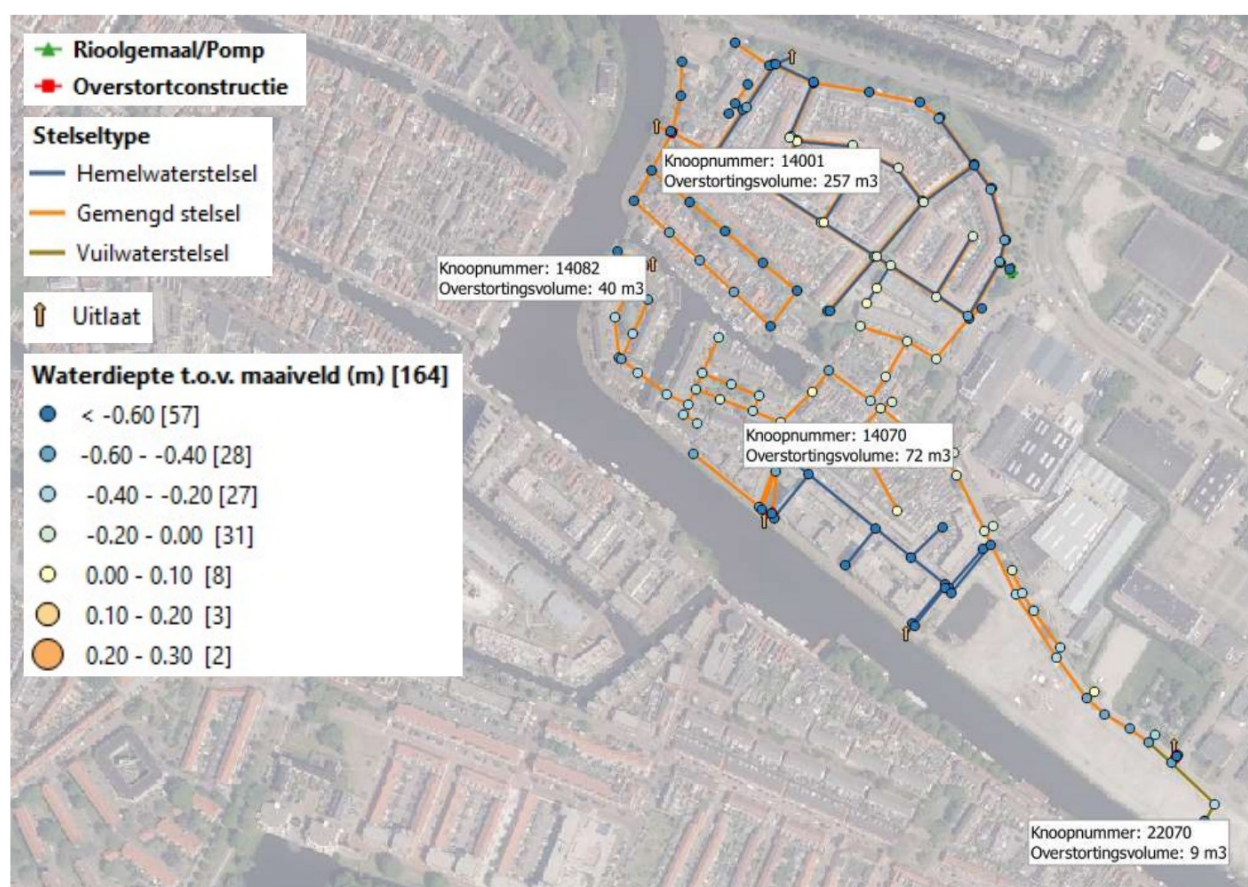
In Figuur 13 is te zien dat de modelresultaten goed overeenkomen met het gemeten niveau in het rioolgemaal. Om deze reden wordt gesteld dat het model geschikt is voor vervolg analyses en eventuele besluitvorming

3.2 Functioneren huidige rioolstelsels bij BUI8

In Figuur 14 en in bijlage 5 is het functioneren van de huidige rioolstelsels bij de neerslaggebeurtenis BUI8 weergegeven. Op 13 locaties in het projectgebied wordt water op straat berekend, waarvan 10 locaties in het hemelwaterstelsel en 3 locaties in het gemengde rioolstelsel.

De maximaal berekende waterhoogte op straat, vanuit het gemengde rioolstelsel, is 4 cm met een bijbehorend maximaal volume van 0,3 m³ en een tijdsduur van 7 minuten. Het totaal berekende overstortingsvolume is 378 m³. De verdeling van het overstortingsvolume is weergegeven in Tabel 10.

De maximaal berekende waterhoogte op straat, vanuit het hemelwaterstelsel, is 25 cm met een bijbehorend maximaal volume van 56 m³ en een tijdsduur van 28 minuten.



Figuur 14 Huidige rioolstelsels – hoogste berekende waterstanden t.o.v. maaiveld bij neerslaggebeurtenis BUI8

Knoop nummer	Type	Drempelniveau (m NAP)	Breedte (m)	Overstortings volume (m ³)	Overstortings volume (%)
14001	Externe overstortconstructie	-0,5	1,44	257	68%
14070	Externe overstortconstructie	-0,1	1,44	72	19%
14082	Externe overstortconstructie	0,1	1,5	40	11%
22070	Externe overstortconstructie	0,4	0,8	9	2%
				378	100%

Tabel 10 Verdeling overstortingsvolumegemengde rioolstelsel bij neerslaggebeurtenis BUI8

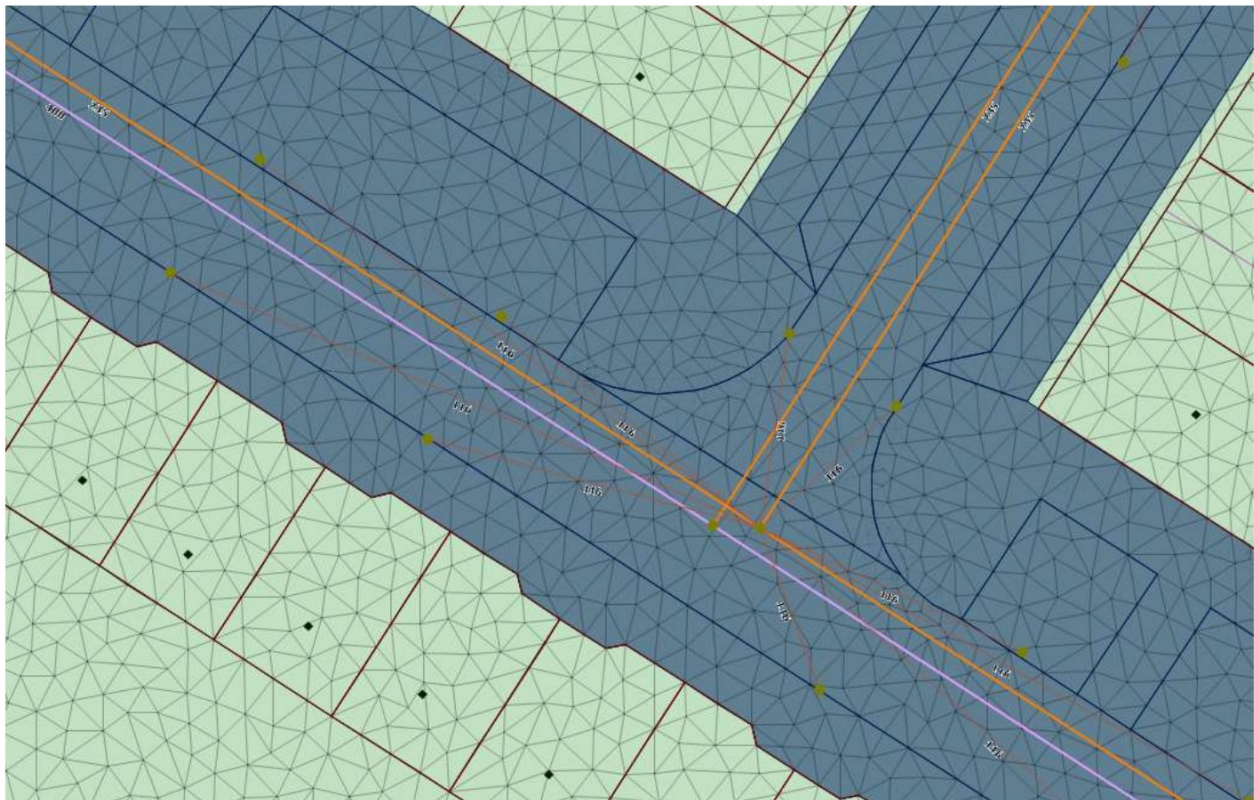
De richtlijn voor een voldoende robuust rioolstelsel, is dat er geen water op straat optreedt bij BUI8. Zowel het gemengde rioolstelsel als het noordelijke hemelwaterstelsel voldoen niet aan deze richtlijn. Het zuidelijk gelegen hemelwaterstelsel voldoet wel aan de richtlijn voor een voldoende robuust rioolstelsel.

3.3 Functioneren huidige rioolstelsels en maaiveldinrichting bij 100 mm neerslag in 1 uur

Binnen deze rapportage is een analyse gemaakt van het functioneren van de huidige inrichtingssituatie bij een blokbui van 100 mm neerslag in 1 uur. In dit model zijn de rioolstelsels gekoppeld aan het maaiveldmodel. Een model waar rioolstelsels interactie hebben met een maaiveldmodel worden ook wel integrale modellen of integrale rioolmodellen genoemd. *Binnen het model is de huidige maaiveldinrichting gebruikt in combinatie met de huidige rioolstelsels.*

Wateroverlast ten gevolge van wateraccumulatie op particulier terrein, niet afkomstig vanuit openbaar gebied, valt buiten de verantwoordelijkheid van de opdrachtgever. Om deze reden zijn de modelresultaten op twee manieren weergegeven; de totale water op straat situatie (openbaar gebied en particulier terrein tezamen) en de water op straat situatie enkel op en vanuit openbaar gebied.

De basis van het maaiveldmodel is de AHN3. Deze wordt binnen de modelleringssoftware omgezet in vlakjes, waarbij de begrenzingen van de vlakjes worden gevormd door de lijnen uit de Basisregistratie Grootchalige Topografie (BGT). (Zie Figuur 15 voor de beeldvorming.)



Figuur 15 Impressie bovenaanzicht 2D-model

Hieronder volgt, zonder volledig te zijn, een overzicht van de belangrijkste modelkenmerken:

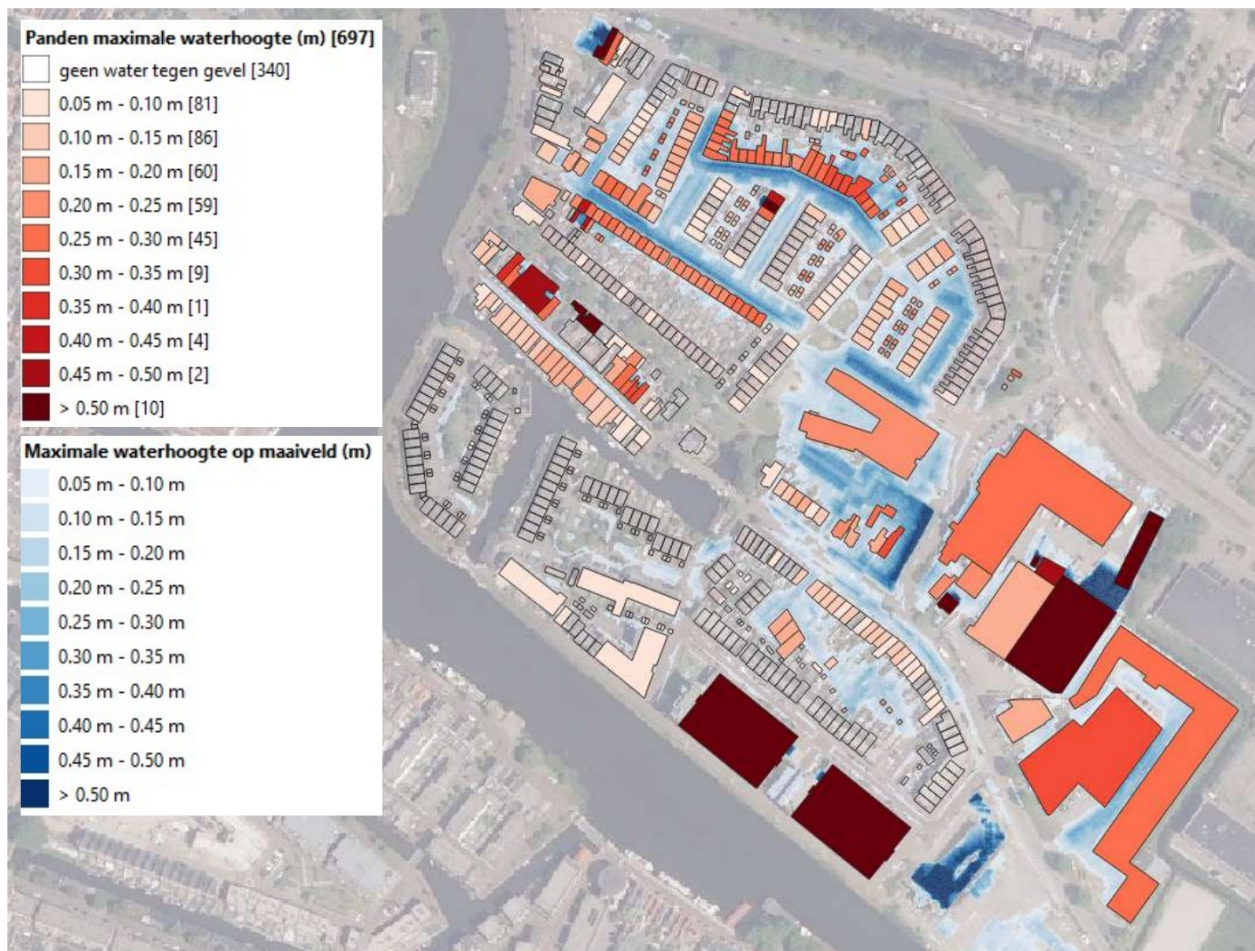
- Ruwheid maaiveld (Manning); $0.0125 \text{ m}^{-1/3\text{s}}$, grofweg de ruwheid van een elementenverharding. Het hele gebied heeft dus dezelfde ruwheid. Dit is een acceptabele aanname bij extreme neerslag. Immers de neerslag is zo hevig dat vrijwel alle neerslag tot afstroming komt;
- Afstromingsvlakken van de daken zijn direct op het gemengde- dan wel op het hemelwaterriool gekoppeld;
- Neerslag dat op het maaiveld valt, buiten het dakvlak, valt direct op het grid (geschematiseerde maaiveldvlakken, zie Figuur 15) en vindt via dit grid de weg naar het rioolstelsel of anderszins. Uitwisseling tussen het rioolstelsel en het maaiveld, vindt plaats via de kolken en inspectieputten. Neerslag dat op de daken valt wordt direct, met inachtneming van de afstromingsvertragingen, in het riool geloosd.

Binnen de simulatie worden vele waarden berekend. Deze worden aan de opdrachtgever geleverd in een shapefile. Deze rapportage beperkt zich echter tot:

1. Omvang maximale wateroverlast (oppervlak en maximale waterdiepte);
2. Wateroverlast in relatie tot de bebouwing, maximale waterhoogte en tijdsduur water tegen gevel.

3.3.1 Omvang wateroverlast vanuit openbaar gebied en particulier terrein tezamen

De maximale omvang van water op straat bij een bui van 100 mm neerslag in één uur bedraagt 32.249 m² oftewel 3,2 ha (Zie ook Figuur 16 en bijlage 6). De maximaal berekende waterhoogte op wegen ligt rond de 0,40 m.

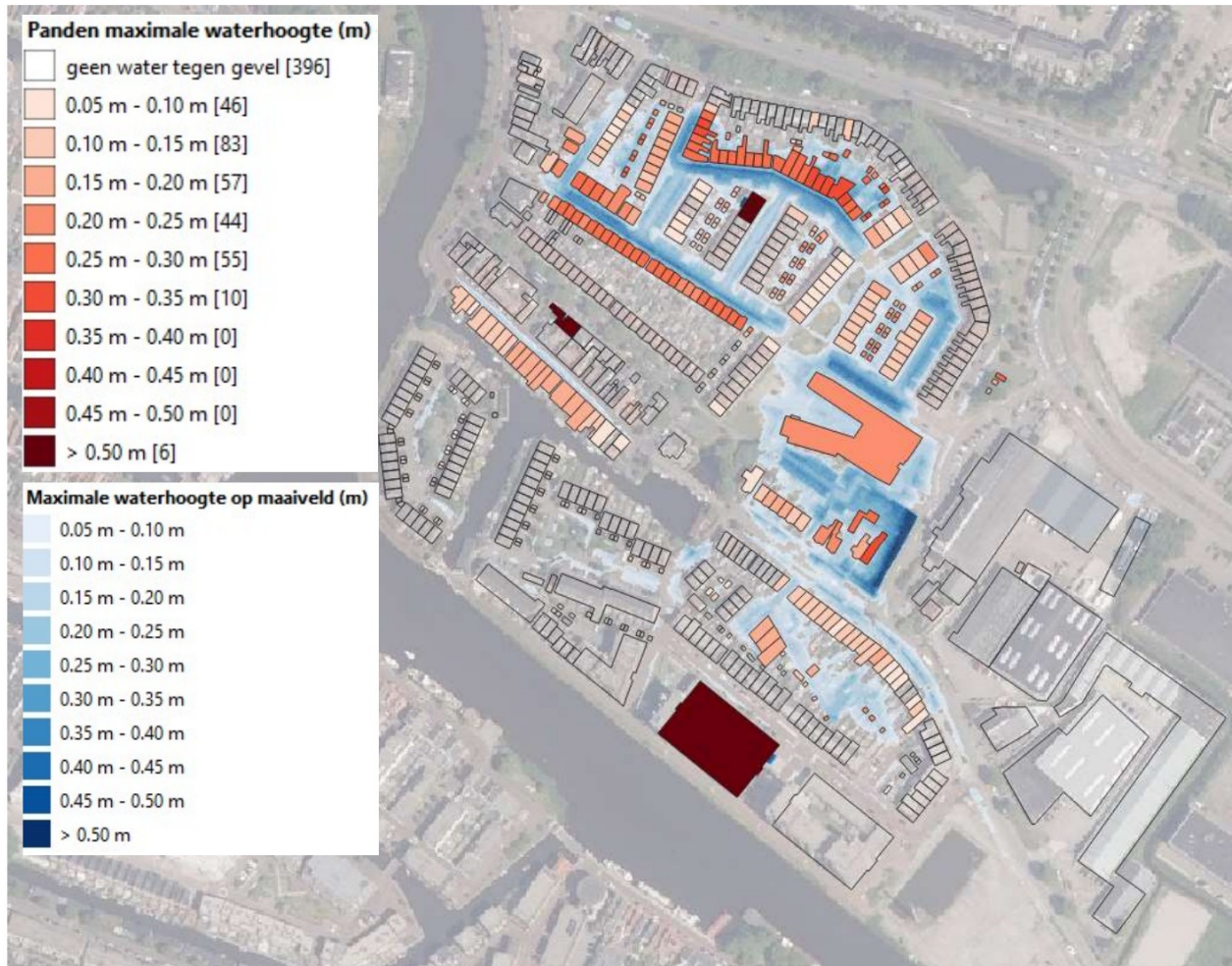


Figuur 16 *Overzicht maximale waterhoogte ten opzichte van maaiveld en tegen gevels – huidige maaiveldinrichting en huidige rioolstelsels – openbaar gebied en particulier terrein tezamen – bij 100 mm neerslag in 1 uur*

Bij de neerslaggebeurtenis wordt bij 357 panden in meer of mindere mate water tegen de gevel berekend.

3.3.2 Omvang wateroverlast vanuit openbaar gebied

De maximale omvang van water op straat vanuit openbaar gebied bij de gebruikte neerslaggebeurtenis bedraagt 24.453 m² oftewel 2,4 ha (Zie ook Figuur 16 en bijlage 9). De maximaal berekende waterhoogte op wegen ligt rond 0,40 m.



Figuur 17 *Overzicht maximale waterhoogte ten opzichte van maaiveld en tegen gevels– huidige maaiveldinrichting en huidige rioolstelsels – openbaar gebied– bij 100 mm neerslag in 1 uur*

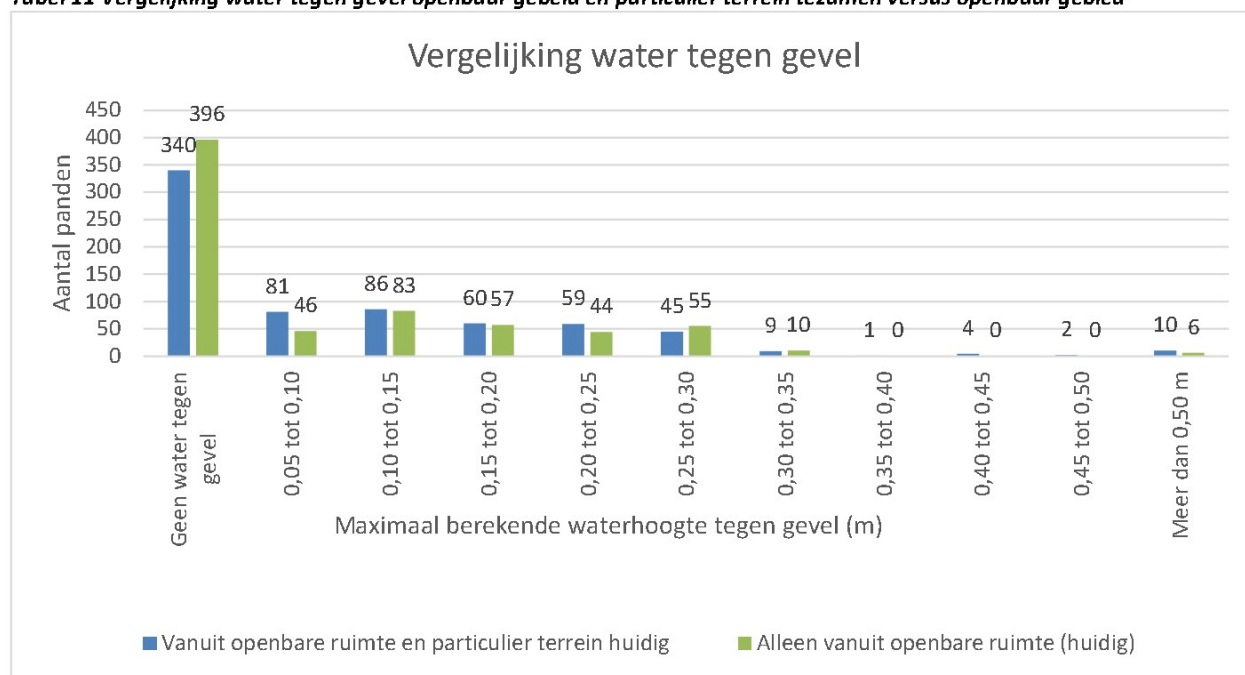
Bij de neerslaggebeurtenis wordt bij 301 panden in meer of mindere mate water tegen de gevel berekend. Een deel betreft wateroverlast vanuit achterpaden of lokale laagtes rondom gebouwen.

3.3.3 Vergelijking wateroverlast in relatie tot gebouwen

Wateroverlast ten gevolge wateraccumulatie op particulier terrein, niet afkomstig van uit openbaar gebied, valt buiten de verantwoordelijkheid van de opdrachtgever. In Tabel 11 is een vergelijk gegeven in het verschil tussen wateroverlast inclusief particulier terrein en exclusief particulier terrein.

		Maximale waterhoogte		
Van (m)	Tot (m)	Vanuit openbare ruimte en particulier terrein	Alleen vanuit openbare ruimte	Vershil
Geen water tegen gevel		340	396	-56
0,05	0,10	81	46	35
0,10	0,15	86	83	3
0,15	0,20	60	57	3
0,20	0,25	59	44	15
0,25	0,30	45	55	-10
0,30	0,35	9	10	-1
0,35	0,40	1	0	1
0,40	0,45	4	0	4
0,45	0,50	2	0	2
Meer dan 0,50 m		10	6	4
Totaal panden in model:		697	697	

Tabel 11 Vergelijking water tegen gevel openbaar gebied en particulier terrein tezamen versus openbaar gebied



Figuur 18 Vergelijking water tegen gevel openbaar gebied en particulier terrein tezamen versus openbaar gebied⁶

⁶ In Figuur 18 is bij twee categorieën te zien dat het aantal panden met wateroverlast vanuit openbaar gebied toeneemt ten opzichte van openbaar gebied en particulier terrein tezamen. Dit komt doordat resultaatanalyse die zich richt op wateroverlast vanuit openbaar gebied buiten Infoworks wordt gedaan. Met andere woorden; het is een nabewerking op de resultaten uit het modelleringspakket.

Tabel 11 en Figuur 18 laten zien dat als water dat zich volledig op particulier terrein bevindt, buiten beschouwing wordt gelaten, er 57 % van de gebouwen geen water tegen de gevel heeft, ten opzichte van 49 % als water tegen de gevel volledig op particulier terrein wel wordt meegenomen.

3.4 Conclusies functioneren huidige rioolstelsels

De huidige rioolstelsels zijn doorgerekend met drie verschillende neerslaggebeurtenissen, zie Tabel 12.

Neerslaggebeurtenis	Doel
9 oktober 2019	Analyse aangesloten oppervlak
BUI8	Richtlijn opdrachtgever
Blokbuï 100 mm in 1 uur	Analyse impact water op straat

Tabel 12 Neerslaggebeurtenis en doel

Neerslaggebeurtenis 9 oktober 2019; Uit de analyse van de modelresultaten, blijkt dat zowel de resultaten van het 'traditionele' rioolmodel als die van het integrale rioolmodel goed overeenkomen met de beschikbare metingen van het rioolgemaal bij de neerslaggebeurtenis. De gebieden waar hinder/overlast is gemeld bij de opdrachtgever naar aanleiding van de neerslaggebeurtenis komen ook goed uit beide modellen naar voren.

BUI8; Het gemengde rioolstelsel en één van de twee hemelwaterstelsels (het noordelijk gelegen hemelwaterstelsel) binnen het projectgebied kunnen BUI8 niet verwerken zonder dat er water op straat wordt berekend. Deze stelsels voldoen daarmee niet aan de richtlijn van de opdrachtgever ten aanzien van een voldoende robuust rioolstelsel.

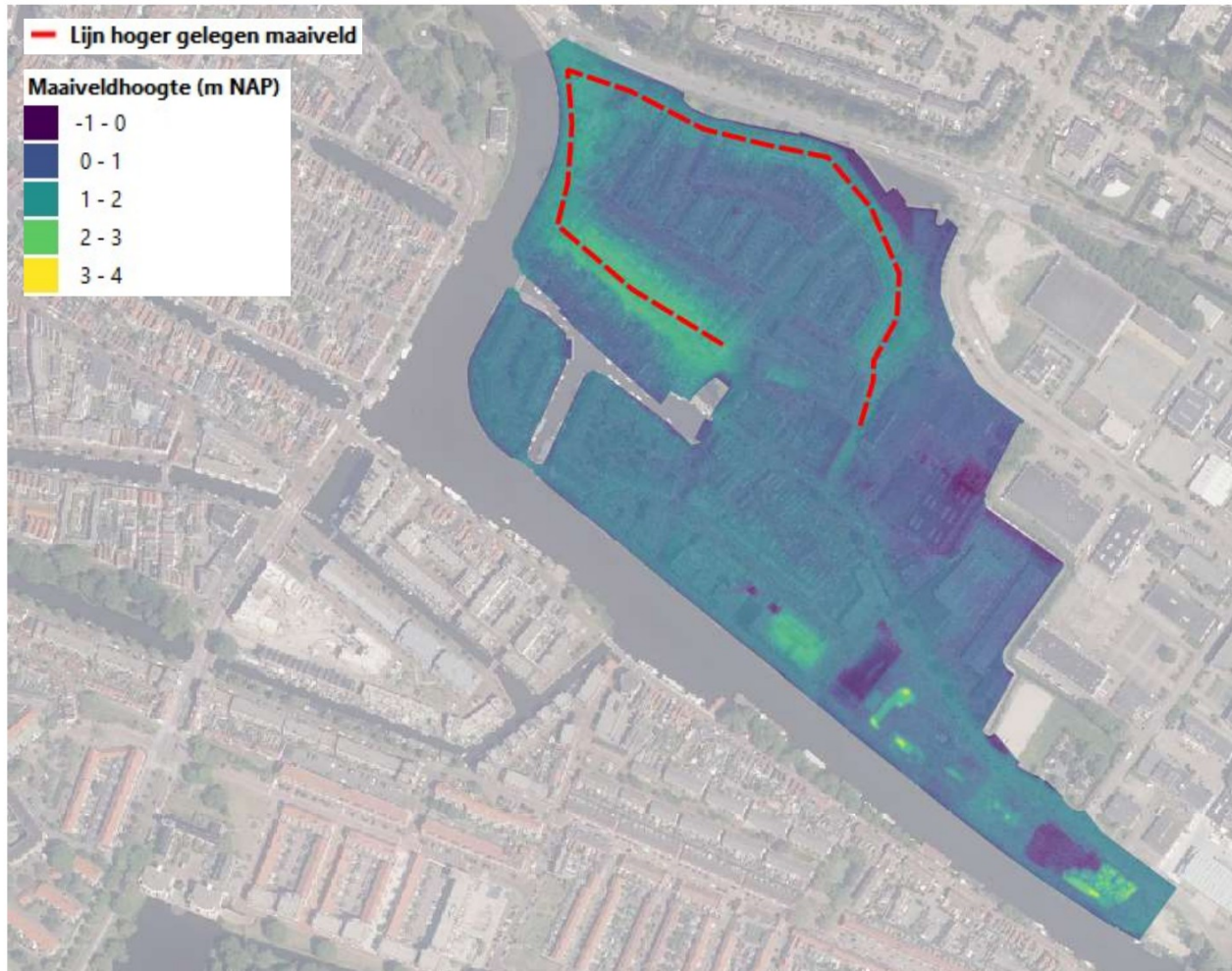
Binnen het gemengde rioolstelsel wordt op 3 locaties water op straat berekend. De maximaal berekende waterhoogte op straat, vanuit het gemengde rioolstelsel, is 4 cm met een bijbehorend maximaal volume van 0,3 m³ en een tijdsduur van 7 minuten. Het stelsel voldoet doet bijna aan de richtlijn, de maximaal berekende waterhoogte op straat en bijbehorende maximale volume zijn laag.

Binnen het noordelijke hemelwaterstelsel wordt op 10 locaties water op straat berekend. De maximaal berekende waterhoogte op straat, vanuit het hemelwaterstelsel, is 25 cm met een bijbehorend maximaal volume van 56 m³ en een tijdsduur van 28 minuten.

De richtlijn voor een voldoende robuust rioolstelsel, is dat er geen water op straat optreedt bij BUI8. Zowel het gemengde rioolstelsel als het noordelijke hemelwaterstelsel voldoen niet aan deze richtlijn. Het zuidelijk gelegen hemelwaterstelsel voldoet wel aan de richtlijn voor een voldoende robuust rioolstelsel.

Blokbuï 100 mm neerslag in 1 uur; Bij de blokbuï ligt de hoogst berekende waterstand op de wegen rond de 40 cm. Daarnaast wordt er bij 301 panden, 43 % van de panden, in meer of mindere mate water tegen de gevel berekend.

Het reduceren van water op straat bij extreme neerslag vraagt binnen het projectgebied om redelijk ingrijpende maatregelen. Dit omdat de gebieden waar de grootste hinder/overlast wordt berekend, in een kom liggen waardoor de oppervlakkige afvoer wordt belemmerd en het water accumuleert, zie ook Figuur 19.



Figuur 19 Overzicht maaiveldhoogtes binnen projectgebied

4. Verkenning oplossingsrichtingen

De opdrachtgever heeft zowel op korte termijn als op lange termijn geen werkzaamheden binnen het projectgebied gepland, met uitzondering van de inbreidingslocaties aan de Schermerweg. Dit rapport is opgesteld naar aanleiding van meldingen ten aanzien van water op straat, in een gebied dat begin jaren 2000 opnieuw is ingericht.

Binnen deze rapportage is gezocht naar maatregelen die genomen zouden kunnen worden ter reductie van de kans op water op straat.

De volgende situaties zijn gemodelleerd en geanalyseerd:

- Aanpassingen aan het noordelijke hemelwaterstelsel, Dijkgraafstraat en omgeving;
- Verkennende maatregel ter reductie impact extreme neerslag.

Aan het gemengde stelsel zijn in overleg met de opdrachtgever geen aanpassingen doorgevoerd. Op drie locaties wordt in de huidige situatie bij BUI8 een geringe hoeveelheid en voor een zeer beperkte tijdsduur water op straat berekend. Deze hoeveelheden zijn geen reden tot aanpassing van het stelsel. In de toekomst is het bij herinrichting reduceren van het aangesloten oppervlak een effectievere maatregel.

4.1 Hemelwaterstelsel Dijkgraafstraat en omgeving, mogelijke toekomstige situatie

Het huidige hemelwaterstelsel voldoet niet aan de richtlijn voor een voldoende robuust rioolstelsel. Om deze reden zijn ingrepen aan het stelsel doorgevoerd welke een beperkte impact hebben op de bestaande assets van de opdrachtgever. In Figuur 20 zijn de aanpassingen aan het stelsel weergegeven. Er is binnen het stelsel één nieuwe leiding toegevoegd en één diametervergroting doorgevoerd.



Figuur 20 Hemelwaterstelsel - mogelijke aanpassingen toekomstige situatie

De doorgevoerde wijzigingen hebben als doel om de maximaal optredende waterstanden te verlagen, waardoor er bij BUI8 geen water op straat meer wordt berekend.

Het op het rioolstelsel aangesloten oppervlak blijft gelijk aan de huidige situatie.

In Figuur 21 en in bijlage 11 zijn de minimale waterstanden ten opzichte van maaiveld voor het toekomstige hemelstelsel bij BUI8 weergegeven. De maximaal berekende waterstand is 3 cm onder maaiveldniveau. Het aangepaste rioolstelsel voldoet hiermee aan de richtlijn voor een voldoende robuust rioolstelsel.



Figuur 21 Mogelijke toekomstige hemelwaterstelsel functioneren bij BUI8

In Figuur 22 en in bijlage 10 zijn de minimale waterstanden ten opzichte van maaiveld voor het toekomstige hemelstelsel bij de neerslaggebeurtenis van 9 oktober 2019 weergegeven. De maximaal berekende waterstand is 19 cm boven maaiveldniveau. Met een maximaal berekend volume van 25 m³ en een berekende tijdsduur van 17 minuten. Bij het aangepaste rioolstelsel wordt, net als in de huidige situatie, bij de neerslag van 9 oktober 2019 water op straat berekend. De maximaal berekende waterhoogte op straat daalt echter wel van 25 cm naar 19 cm.

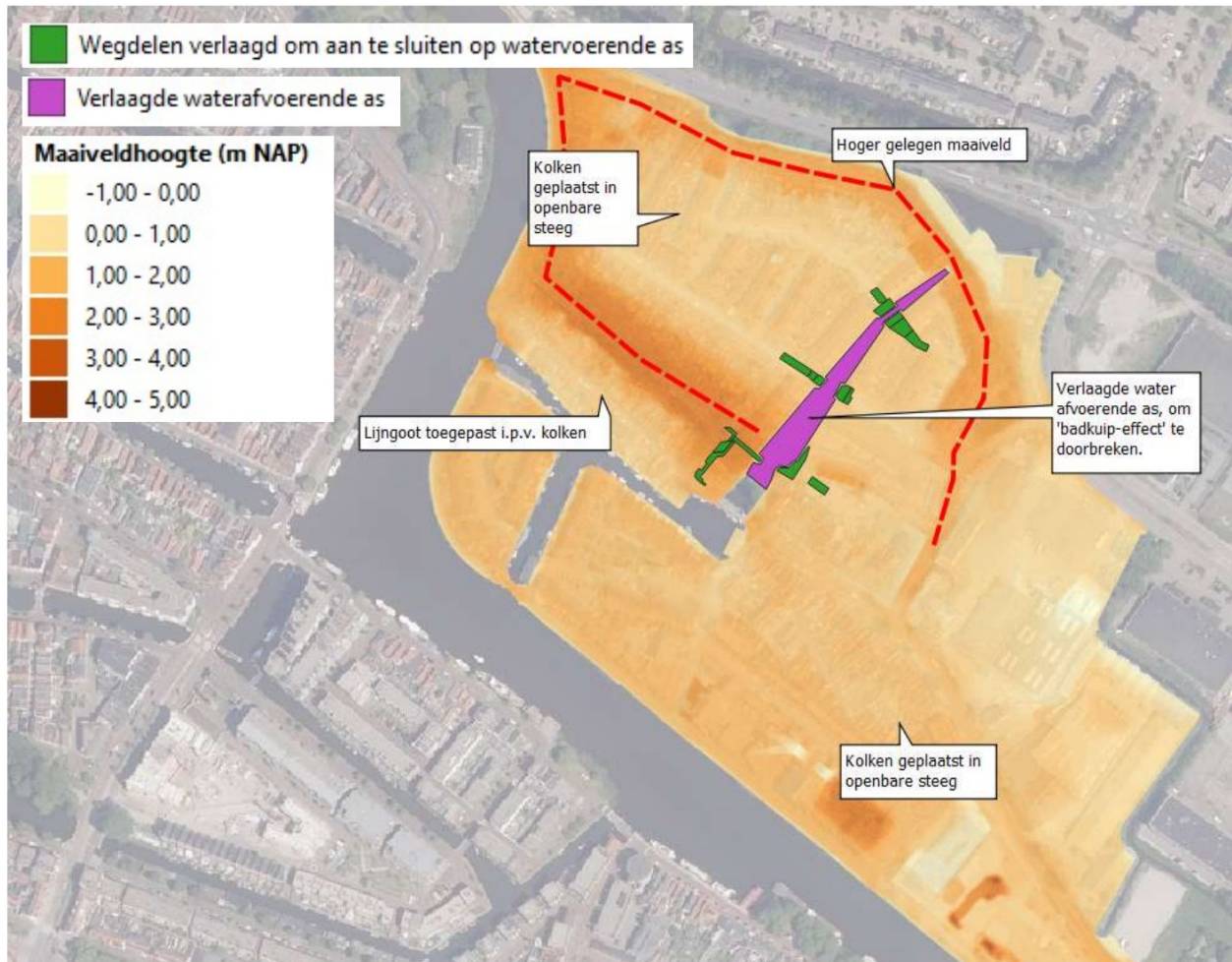


Figuur 22 Mogelijke toekomstige hemelwaterstelsel functioneren bij neerslag 9 oktober 2019

Conclusie: Door doorgevoerde aanpassingen aan het hemelwaterstelsel, voldoet het stelsel aan de richtlijn voor een voldoende robuust rioolstelsel. De maximaal optredende waterstand binnen het stelsel verandert hierdoor van 25 cm boven maaiveld naar 3 cm onder maaiveld. De neerslag van 9 oktober 2019 zou ook met doorvoering van de aanpassingen leiden tot water op straat, de maximaal berekende waterhoogte op straat daalt echter wel met 6 cm.

4.2 Mogelijke aanpassingen ter reductie impact extreme neerslag

Met betrekking tot water op straat bij extreme neerslag zijn ingrepen gedaan in het maaiveldmodel om maximaal berekende waterhoogtes tegen gevels en op wegen te reduceren. In dit model zijn het toekomstige hemelwaterstelsel van de Dijkgraafstraat en omgeving gebruikt (zie § 4.1), het huidige gemengde rioolstelsel en het bestaande hemelwaterstelsel van de Scheepsjagerstraat, in combinatie met een aangepast maaiveldmodel. De doorgevoerde aanpassingen zijn weergegeven in Figuur 23 en in bijlage 12. Het model is doorgekend met een blokbui van 100 mm neerslag in 1 uur.

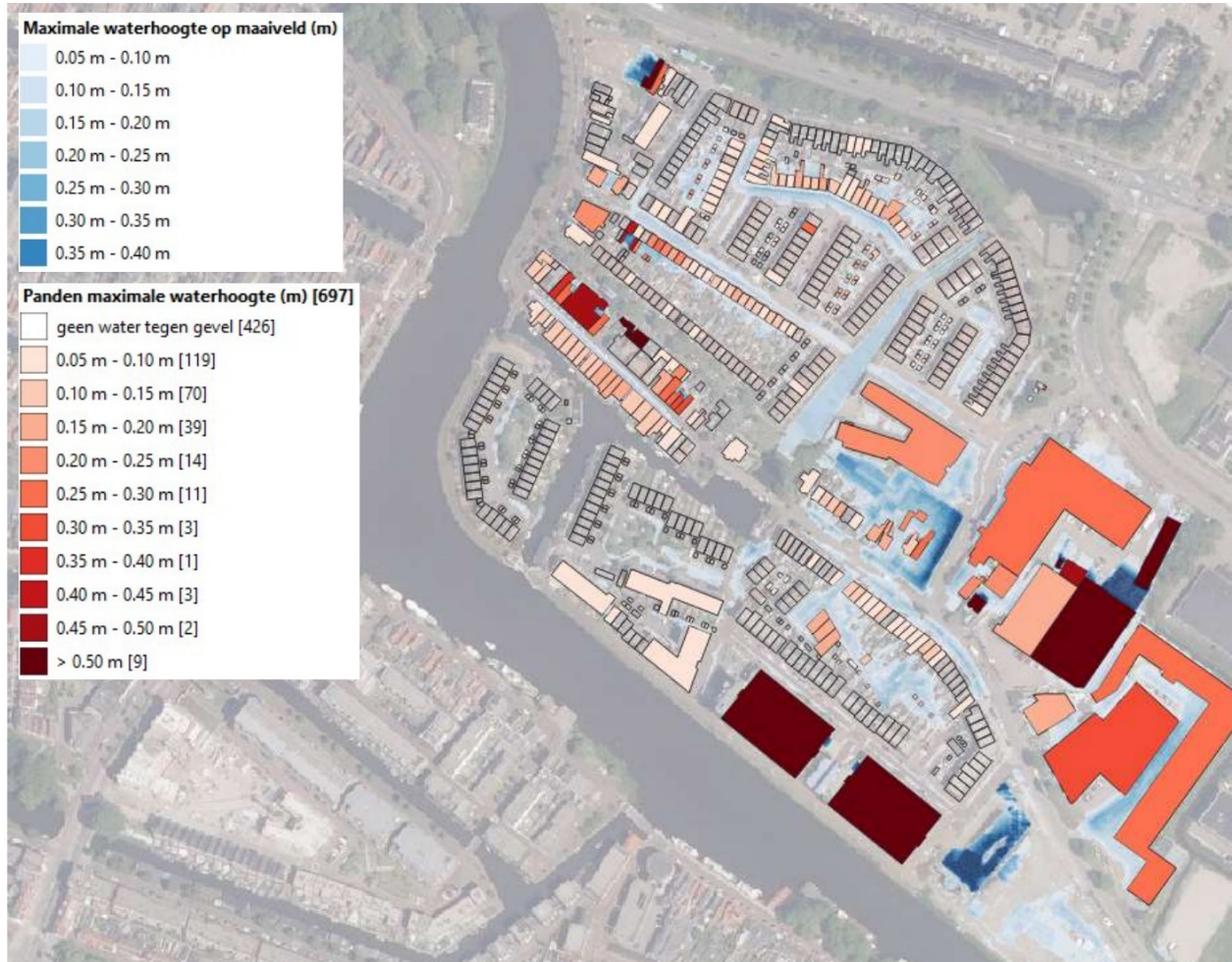


Figuur 23 Maaiveldmodel, overzicht doorgevoerde aanpassingen

Wateroverlast ten gevolge wateraccumulatie op particulier terrein, niet afkomstig van uit openbaar gebied, valt buiten de verantwoordelijkheid van de opdrachtgever. Om deze reden zijn de modelresultaten op twee manieren weergegeven; de totale water op straat situatie (openbaar gebied en particulier terrein tezamen) en de water op straat situatie enkel vanuit openbaar gebied.

4.2.1 Omvang wateroverlast vanuit openbaar gebied en particulier terrein tezamen

De maximale omvang van water op straat bij het toekomstige integrale rioolmodel en de gebruikte neerslaggebeurtenis bedraagt 23.496 m² oftewel 2,3 ha. Zie ook Figuur 24 en bijlage 13. De maximaal berekende waterhoogte op wegen ligt rond de 0,25 m.

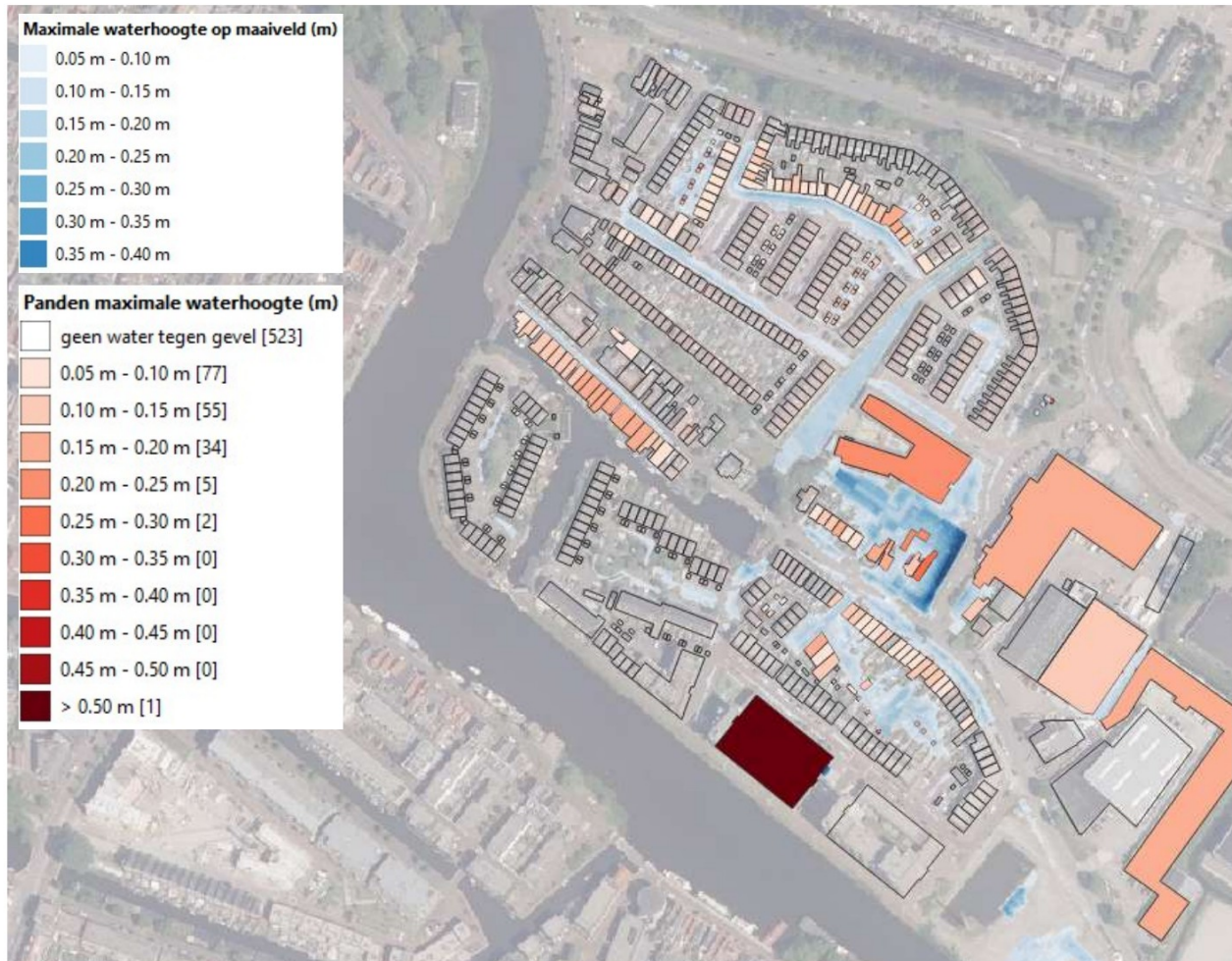


Figuur 24 Overzicht maximale waterhoogte ten opzichte van maaiveld en tegen gevels – toekomstige integrale rioolmodel – openbaar gebied en particulier terrein tezamen – bij 100 mm neerslag in 1 uur

Bij de neerslaggebeurtenis wordt bij 271 panden in meer of mindere mate water tegen de gevel berekend.

4.2.2 Omvang wateroverlast vanuit openbaar gebied

De maximale omvang van water op straat, in de openbare ruimte, bij het nieuwe maaiveldmodel en de gebruikte neerslaggebeurtenis bedraagt 15.740 m² oftewel 1,6 ha. Zie ook Figuur 25 en bijlage 16. De maximaal berekende waterhoogte op wegen ligt rond de 0,25 m.



Figuur 25 Overzicht maximale waterhoogte ten opzichte van maaiveld en tegen gevels – toekomstige maaiveldinrichting en huidige rioolstelsels – openbaar gebied – bij 100 mm neerslag in 1 uur

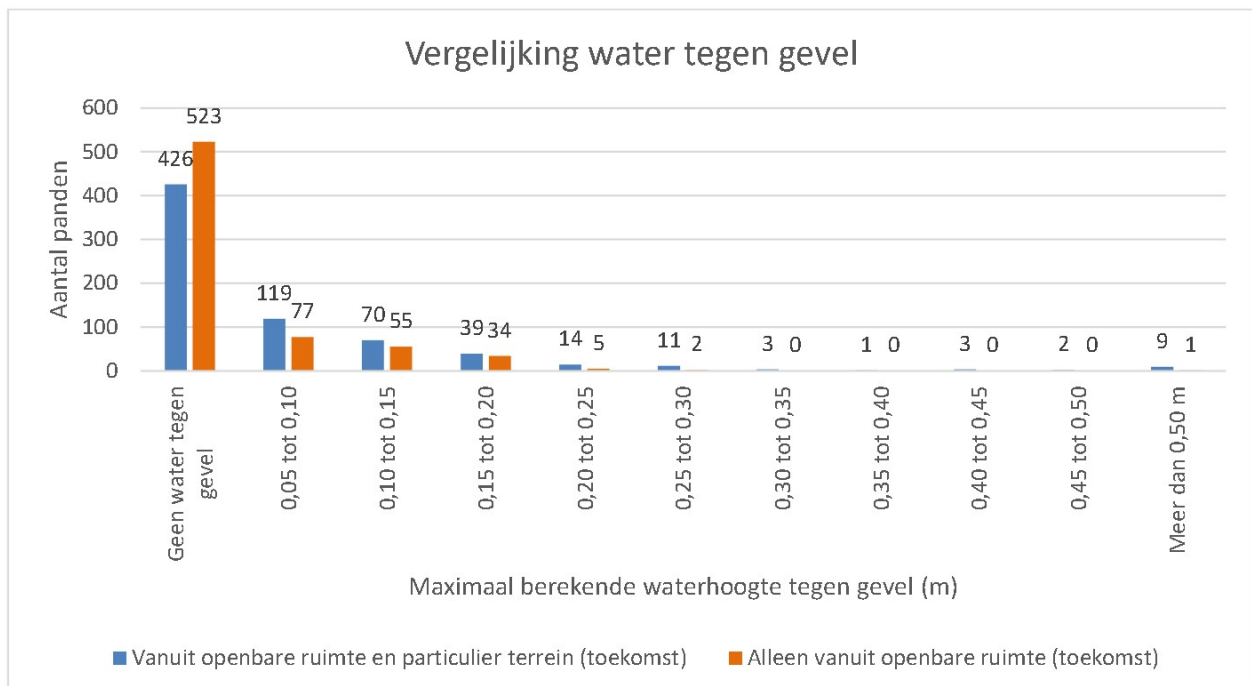
Bij de neerslaggebeurtenis wordt bij 174 panden in meer of mindere mate water tegen de gevel berekend. Een deel betreft wateroverlast vanuit achterpaden of lokale laagtes rondom gebouwen.

4.2.3 Vergelijking wateroverlast in relatie tot gebouwen

Wateroverlast ten gevolge wateraccumulatie op particulier terrein, niet afkomstig van uit openbaar gebied, valt buiten de verantwoordelijkheid van de opdrachtgever. In Tabel 13 een vergelijking gegeven in het verschil tussen wateroverlast inclusief particulier terrein en exclusief particulier terrein.

Van (m)	Tot (m)	Maximale waterhoogte		Verschil
		Vanuit openbare ruimte en particulier terrein	Alleen vanuit openbare ruimte	
Geen water tegen gevel		426	523	-97
0,05	0,10	119	77	42
0,10	0,15	70	55	15
0,15	0,20	39	34	5
0,20	0,25	14	5	9
0,25	0,30	11	2	9
0,30	0,35	3	0	3
0,35	0,40	1	0	1
0,40	0,45	3	0	3
0,45	0,50	2	0	2
Meer dan 0,50 m		9	1	8
Totaal panden in model:		697	697	

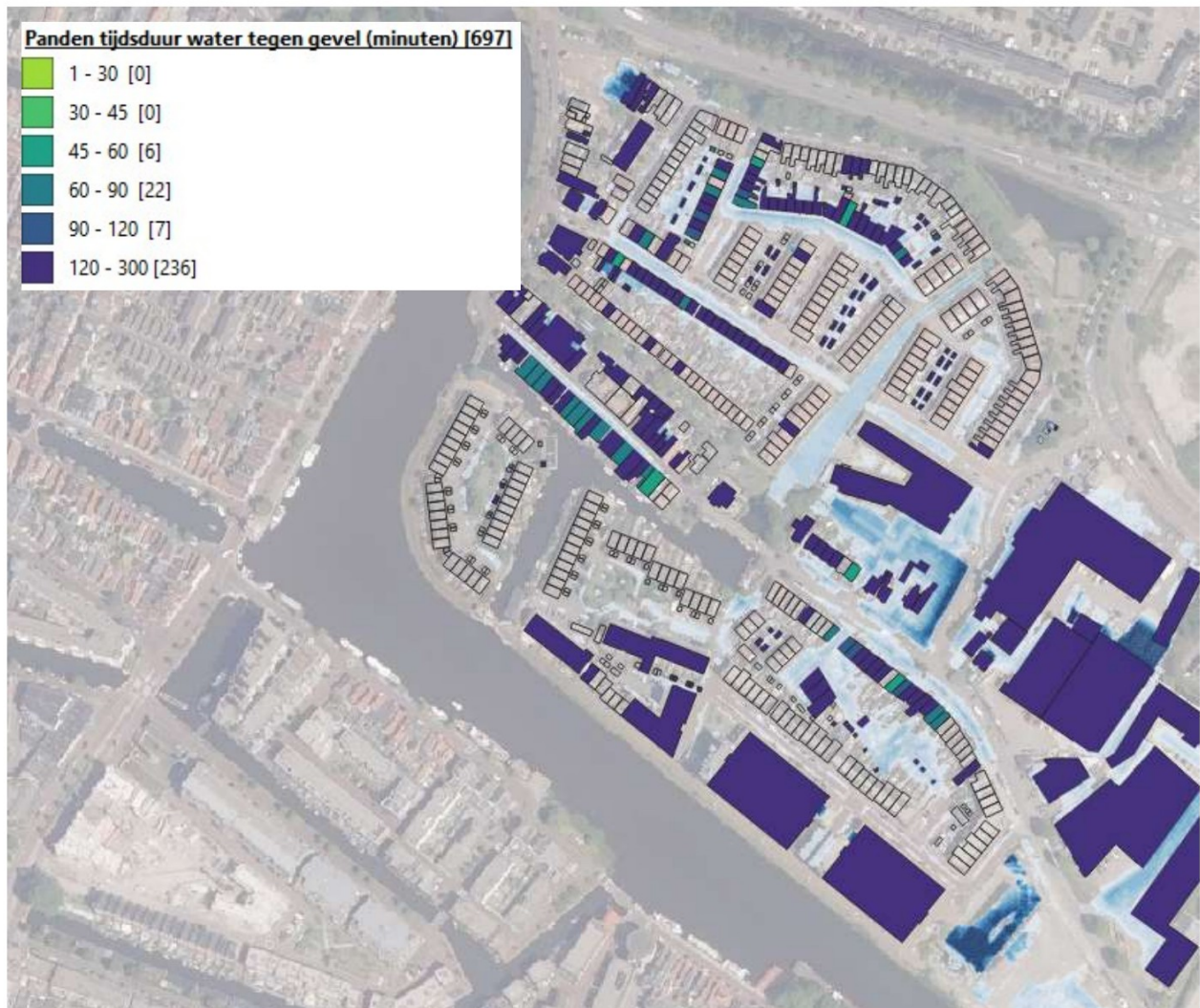
Tabel 13 Toekomstig integraal model: Vergelijking water tegen gevel openbaar gebied en particulier terrein tezamen versus openbaar gebied



Figuur 26 Toekomstige integrale model: Vergelijking water tegen gevel, openbaar gebied en particulier terrein tezamen versus openbaar gebied

Tabel 13 en Figuur 26 laten zien dat als water dat zich volledig op particulier terrein bevindt, buiten beschouwing wordt gelaten, er 77 % van de gebouwen geen water tegen de gevel heeft, ten opzichte van 61 % als water tegen de gevel volledig op particulier terrein wel wordt meegenomen.

De berekende tijdsduur waarover water tegen gevels is berekend, is weergegeven in Figuur 27. Hierbij is op te merken dat de berekening drie uur duurde. Ook is te zien dat er bij 236 panden langer dan 2 uur water tegen de gevel wordt berekend. Bij een deel van deze panden betreft het plasmvorming waarbij het water niet verder tot afstroming komt. Verdamping en infiltratie is in het model niet meegenomen. Water dat zich aan het eind van de berekening in laagtes heeft geborgen blijft dus oneindig lang staan.



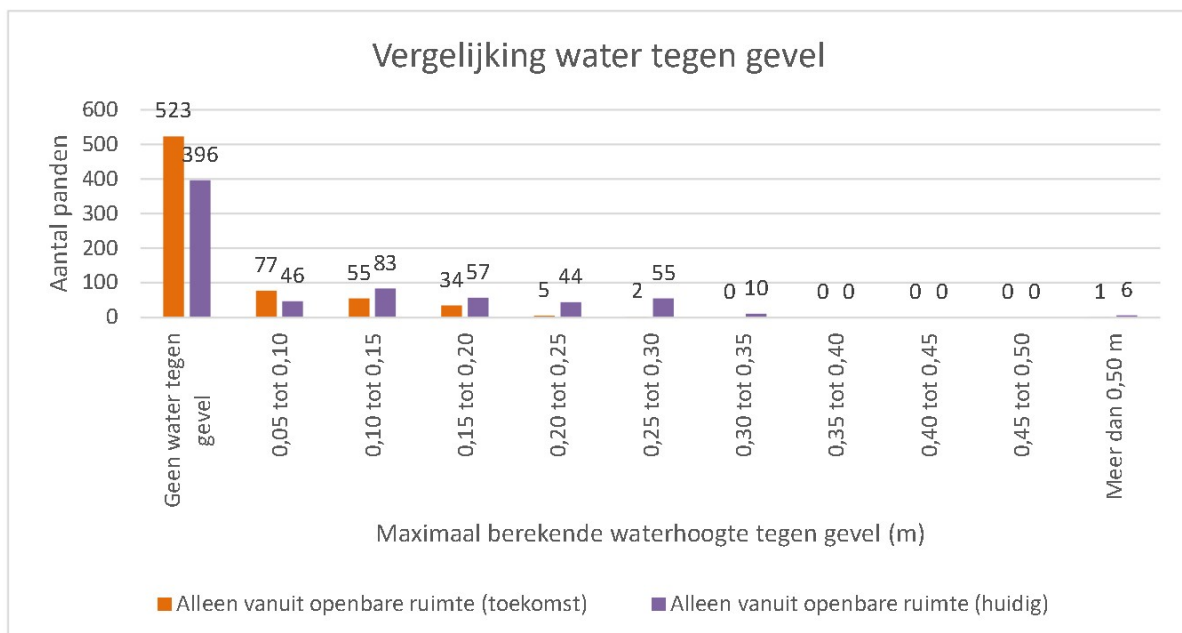
Figuur 27 Overzicht tijdsduur water tegen gevels – toekomstige integrale model – openbaar gebied en particulier terrein tezamen – bij 100 mm neerslag in 1 uur

De doorgevoerde aanpassingen in het maaiveldmodel om wateraccumulatie te voorkomen dan wel te beperken, zijn effectief. De extra toegevoegde kolken leveren slechts een beperkte verbetering, maar de toevoeging van de watervoerende as is zeer effectief in de reductie van de omvang van water op straat en maximaal berekende waterhoogtes tegen gevels. Het zorgt er voor dat oppervlakkige waterafvoer mogelijk is voor het gebied dat in de huidige situatie een laagte vormt waar het accumuleert in woonstraten (ter verduidelijking, zie Figuur 23). De stroombanen van de huidige situatie zijn ook als bijlage toegevoegd, zie bijlage 8. De stroombanen bij de toekomstige situatie zijn terug te zien in bijlage 15.



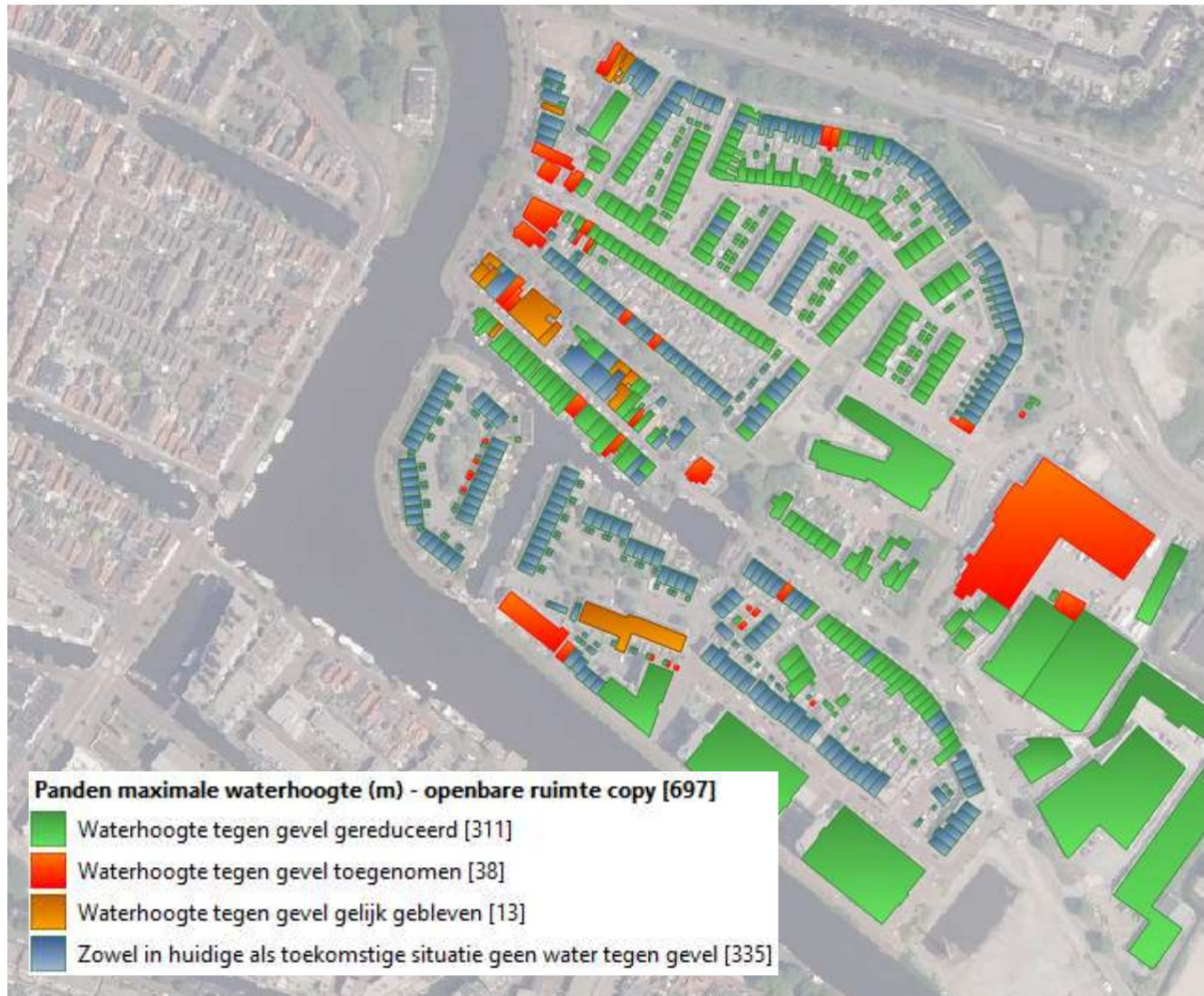
Figuur 28 Vergelijking maximaal optredende stroombanen, link: huidige integrale rioolmodel, rechts: toekomstige integrale rioolmodel

In Figuur 29 is een vergelijking gegeven tussen het huidige integrale rioolmodel en het toekomstige integrale rioolmodel met betrekking tot berekende waterhoogtes tegen gevels vanuit openbaar gebied.



Figuur 29 Vergelijking maximale waterhoogte tegen gevels van uit openbaar gebied – heden versus toekomstige integrale rioolmodel

In Figuur 30 en bijlage 17 is weergegeven bij welke panden de berekende waterhoogtes tegen gevels zijn gereduceerd, gelijk gebleven of zijn toegenomen. Bij 0,4 % (drie panden) zijn de maximaal berekende waterhoogtes tussen de 2 en 5 centimeter toegenomen. Bij 45 % van de panden waar water tegen de gevel wordt berekend zijn de maximale waterhoogtes gereduceerd. Bij 48 % van de panden worden zowel in het huidige integrale rioolmodel als het toekomstige rioolmodel geen water tegen de gevel berekend.



Figuur 30 Vergelijk maximaal berekende waterhoogtes tegen gevel tussen huidige en toekomstige integrale rioolmodel

5. Conclusies

Stadswerk072 heeft opdracht gegeven om het functioneren van de riolering binnen het projectgebied in beeld te brengen en, waar nodig, verkennende maatregelen te bedenken om het functioneren van het rioolstelsel te verbeteren.



Figuur 31 Projectgebied 'Schermereiland'

Binnen deze rapportage is eerst de belasting op de rioolstelsels bepaald aan de hand van een iteratief proces in combinatie met een gemeten neerslaggebeurtenis. Vervolgens zijn de huidige rioolstelsels getoetst aan de richtlijnen voor een voldoende robuust rioolstelsel en is de impact van extreme neerslag geanalyseerd.

Na het in beeld brengen van de huidige situatie is het hemelwaterstelsel in de Dijkgraafstraat en omgeving geoptimaliseerd om in de toekomstige situatie te voldoen aan de richtlijn voor een voldoende robuust rioolstelsel. Daarnaast zijn voorstellen gedaan ter reductie van de impact van extreme neerslag.

5.1 Functioneren van de huidige rioolstelsels

In § 3.2 is het functioneren van de huidige rioolstelsels getoetst aan de richtlijnen voor een voldoende robuust rioolstelsel, zoals gesteld in § 1.3.1. De richtlijn zoals gesteld: een rioolstelsel dient neerslaggebeurtenis BUI8 te kunnen verwerken zonder dat er water op straat wordt berekend. Het hemelwaterstelsel in de Dijkgraafstraat en omgeving voldoet niet aan de richtlijn, het huidige gemengde rioolstelsel voldoet ook niet aan de richtlijn. Het aantal locaties, de berekende maximale waterhoogte op straat, maximaal volume en optredende tijdsduur, bij de verwerking van BUI8 door het gemengde rioolstelsel is echter beperkt (zie ook § 3.4).

5.2 Functioneren toekomstige rioolstelsels

Voor een toekomstige situatie voor het hemelwaterstelsel in de Dijkgraafstraat en omgeving, zijn aanpassingen doorgevoerd. Er is een extra uitlaat toegevoegd en één diametervergroting doorgevoerd bij de bestaande uitlaat. Door deze wijzigingen aan het rioolstelsel, kan het stelsel wel voldoen aan de richtlijn voor een voldoende robuust rioolstelsel. De maximaal optredende waterstand binnen het stelsel verandert hierdoor van 25 cm boven maaiveld naar 3 cm onder maaiveld.

Aan het gemengde stelsel zijn geen aanpassingen doorgevoerd. Op drie locaties wordt in de huidige situatie bij BUI8 een geringe hoeveelheid en voor een zeer beperkte tijdsduur water op straat berekend. Deze hoeveelheden zijn geen reden tot aanpassing van het stelsel. In de toekomst is het bij herinrichting reduceren van het aangesloten oppervlak een effectieve maatregel.

5.3 Extreme neerslag

Het effect van extreme neerslag op het projectgebied is in beeld gebracht. Deze analyse is te vinden in § 3.3. Voor het functioneren van de oppervlakkige waterafvoer/-berging van de maaiveldinrichting bij extreme neerslag bestaat (nog) geen richtlijn. Bij herinrichting van gebieden neemt de opdrachtgever (mits doelmatig) maatregelen ter reductie van de impact van extreme neerslag op het projectgebied.

De resultaten van de analyse bieden de opdrachtgever de mogelijkheid om te bepalen of de resultaten op de diverse locaties kunnen worden beschouwd als hinder, overlast of schade. Deze bevindingen kunnen in de toekomstige maaiveldinrichting worden meegenomen om deze knelpunten op te lossen. Een voorstel voor mogelijke ingrepen in de maaiveldinrichting zijn beschreven in § 4.2. De ingrepen zorgen voor reducties van de maximaal berekende waterhoogtes tegen gevels en een betere oppervlakkige waterafvoer. Door de aanpassingen in het maaiveld wordt een groot deel van water gestuurd naar plekken waar het niet tot hinder, overlast of schade leidt.

5.4 Aanbeveling

De in § 4.2 beschreven ingrepen in de maaiveldinrichting, ter reductie van de impact van extreme neerslag, zijn zeer effectief in de reductie van berekende waterhoogtes tegen gevels. Echter kan de maatregel voor het realiseren van een watervoerende as binnen het projectgebied vooral worden gezien als een verkennende maatregel. Immers de openbare ruimte op de plek waar de watervoerende as is geprojecteerd, wordt de komende jaren niet heringericht. Mogelijk kan het idee van de watervoerende of waterbergende as wel als oplossingsrichting bij andere projecten van de opdrachtgever worden meegenomen.

1. Bijlage 1 – Huidige gemengde rioolstelsel - overzicht

2. Bijlage 2 – Huidige hemelwaterstelsels - overzicht

3. Bijlage 3 – Huidige stelsels – functioneren neerslag 9 oktober 2019

4. Bijlage 4 - Huidige integrale rioolmodel – functioneren neerslag 9 oktober 2019 - maaiveld

5. Bijlage 5 - Huidige stelsels – functioneren BUI8

6. Bijlage 6 - Huidige integrale rioolmodel – Blokbui 100 mm - wateroverlast

7. Bijlage 7 - Huidige integrale rioolmodel – Blokbui 100 mm – stroomsnelheid en -richting

8. Bijlage 8 - Huidige integrale rioolmodel – Blokbui 100 mm – stroombanen

9. Bijlage 9 - Huidige integrale rioolmodel – Blokbui 100 mm – wateroverlast – openbare ruimte

10. Bijlage 10 – Toekomstige rioolstelsel – functioneren neerslag 9 oktober 2019

11. Bijlage 11 – Toekomstige rioolstelsel – functioneren BUI8

12. Bijlage 12 – - Toekomstige integrale rioolmodel – overzicht aanpassingen

13. Bijlage 13 – - Toekomstige integrale rioolmodel – Blokbui 100 mm - wateroverlast

14. Bijlage 14 – Toekomstige integrale rioolmodel – Blokbui 100 mm – stroomsnelheid en -richting

15. Bijlage 15 – Toekomstige integrale rioolmodel – Blokbui 100 mm – stroombanen

16. Bijlage 16 - Toekomstige integrale rioolmodel – Blokbui 100 mm – wateroverlast – openbare ruimte

**17. Bijlage 17 - Toekomstige integrale rioolmodel – Blokbui 100 mm – wateroverlast –
panden toekomstige situatie versus huidige situatie**

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen