



Toekomstbestendig functioneren bedrijventerrein Smokkelhoek

Maatregelen ten aanzien van de riolering voor de toegenomen regenintensiteit en
droogte



Vlissingen

12 juni 2018

Versie 1.0



Toekomstbestendig functioneren bedrijventerrein Smokkelhoek

Maatregelen ten aanzien van de riolering voor de toegenomen regenintensiteit en
droogte

(Google maps, 2018) (B. Brinkman, 2013) (NU-adviesbureau, Basisrioleringsplan Kapelle en Biezeling, 2017)

Plaats:	Vlissingen
Jaar:	2018
Instelling:	HZ University of Applied Sciences
Opdracht:	Afstudeeropdracht: Toekomstbestendig functioneren bedrijventerrein Smokkelhoek
Student:	Christa Steketee
Student nummer:	00068270
E-mail student:	stek0017@hz.nl
Opleiding:	Civil Engineering
Studie jaar:	4
Semester:	8
Datum van publicatie:	12 juni 2018
Versie:	1.0
Begeleider HZ:	Piet Dekker
E-mail begeleider:	dekker.HZ@teachers.org
Bedrijf:	NU-adviesbureau
Begeleider bedrijf:	Ruben Houmes, Simon de Waard
E-mail begeleider:	r.houmes@nu-adviesbureau.nl , s.dewaard@nu-adviesbureau.nl
Bedrijf:	Gemeente Kapelle (2 ^{de} begeleider)
Begeleider bedrijf:	Hans van de Kop, Jacco Verschiere
E-mail begeleider:	h.van.de.kop@kapelle.nl , j.verschiere@kapelle.nl

Voorwoord

Voor u ligt het afstudeerrapport “Toekomstbestendig functioneren bedrijventerrein Smokkelhoek”. Dit afstudeerproject is geschreven als onderdeel van mijn afstuderen van de Bacheloropleiding Civiele Techniek op de Hogeschool Zeeland, Vlissingen. Het onderzoek is voltooid bij Nu-adviesbureau, Vlissingen, in de periode februari 2018 en juni 2018.

Dit onderzoek is uitgevoerd voor de gemeente Kapelle. Het doel van dit onderzoek is om een set van maatregelen te formuleren om het bedrijventerrein Smokkelhoek toekomst- en klimaatbestendig te maken. Het onderzoek bevatte veel verschillende onderdelen die verwerkt moesten worden in een analyse, in een set van knel- en verbeterpunten en in een set van maatregelen. Ook was het onderwerp nieuw voor mij, hierdoor was het onderzoek moeilijk, maar ook zeer uitdagend om hier meer over te leren. Door dit onderzoek is er nu meer bekend over de robuustheid van het rioleringsysteem en oppervlaktewatersysteem van Smokkelhoek en kan hier beter op in gespeeld worden met maatregelen.

Ik wil graag mijn begeleiders bedanken van het adviesbureau, Ruben Houmes en Simon de Waard, van de gemeente Kapelle, Hans van de Kop, Jacco Verschiere en mijn schoolbegeleider Piet Dekker, voor het in mij geloven dat ik het kan, voor de feedback om het onderzoek nog beter te maken en voor het tijd vrij maken om mij te helpen wanneer ik het niet meer wist.

Ik wil graag speciale dank geven aan Ruben en aan Simon, voor het begeleiden, helpen en uitleggen van onderwerpen. Zonder jullie was niet onderzoek niet gelukt.

Ook wil ik de lezer bedanken voor het tonen van interesse bij het lezen van dit document.

Christa Steketee

Middelburg, 12 juni 2018

Samenvatting

De gemeente Kapelle heeft recent haar Basis Riolerings Plan Kapelle (BRP) geactualiseerd. In dit plan wordt beschreven hoe het huidig functioneren is van de riolering en wordt het rioleringsysteem aan diverse maatstaven getoetst. Uit het BRP blijkt dat voor de kern van Biezelinghe en het naastgelegen bedrijventerrein Smokkelhoek veel onbekende factoren zijn die invloed hebben op het functioneren van de riolering, zoals private gemalen en onbekende afvoer, maar ook op de mate waarin het gebied toekomstbestendig gemaakt kan worden en dus welke kansen er liggen voor in de toekomst. De gemeente Kapelle wil inzicht in deze onbekende factoren en potentiële kansen en wil vervolgens het gebied toekomstbestendig maken.

Om het plangebied toekomstbestendig te maken, moet eerst de huidige situatie bekend zijn: gegevens over het gebied zelf, het rioleringsysteem, het oppervlaktewatersysteem, klimaatverandering en actoren.

Als eerste wordt bepaald welke actor grootste invloed heeft op het afvalwatersysteem door te kijken naar het waterverbruik. Deze gegevens zijn verstrekt voor het waterbedrijf Evides per postcode gebied. Uit deze analyse blijkt dat Van Marcke Food Group B.V. de grootste invloed heeft op het afvalwatersysteem. De Sligro heeft de grootste invloed op het hemelwatersysteem omdat de Sligro het grootste percentage verharding heeft. Al het water dat op de verharding valt, stroomt uiteindelijk af naar de gemeentelijke riolering en oppervlaktewater.

Door de huidige situatie te analyseren zijn verschillende knel- en verbeterpunten achterhaald. Dit is gedaan door per gebied de basisgegevens te analyseren in relatie tot het te verwachten functioneren van het rioleringsysteem. Hieruit volgen verschillende knel- en verbeterpunten.

Ter indicatie is een handberekening uitgevoerd over een gedeelte van de riolering. Daarna is een rekenmodel gemaakt en met verschillende neerslagsituaties in het programma Infoworks gekeken of er meer knel- en verbeterpunten zijn bij het uitvoeren van een dynamische berekening. Hier is een set met knel- en verbeterpunten uitgekomen, de knel- en verbeterpunten lopen uiteen van water op straat locaties tot onbekende gegevens.

In Nederland komt steeds vaker wateroverlast voor door hevige neerslag. Deze extreme buien zullen nog vaker in de toekomst optreden dan nu. In de statistieken van extreme regenbuien is de klimaatverandering nu al zichtbaar, dat blijkt uit recente analyses. Uit de verandering in statistieken is te concluderen dat een huidige T=20 neerslagsituatie in de toekomst een bui 10 (T=10 neerslagsituatie) zal zijn. Voor de toekomstverwachting binnen dit onderzoek is er daarom met T=20 gerekend, omdat de T=10 in 2050 bijna evenveel is als de T=20 bui die nu valt.

Met deze voorspelling zijn er uit de modelberekening in Infoworks aanvullende knel- en verbeterpunten gehaald. De set van knel- en verbeterpunten van de gebiedsanalyse wordt samengevoegd met de resultaten van de modelberekening van de toekomstverwachting. Hier wordt gekeken naar meer extreme neerslagsituatie (het regent harder). Doordat het harder regent, ontstaan er meer knelpunten. De knel- en verbeterpunten lopen uiteen van eerder water op straat en capaciteitsproblemen tot de inloop van water uit de waterloop.

Nadat de uiteindelijke set van knel- en verbeterpunten is geformuleerd, kunnen er voor ieder punt maatregelen geformuleerd worden. De maatregelen die worden toegepast zijn ondergronds (in het

systeem) en bovengronds (bv. Sloten, maaiveld). Ondergrondse maatregelen zijn maar beperkt toepasbaar vanwege de kosten en de capaciteit (het regent altijd een keer harder). Bovengrondse maatregelen vergen veel ruimte, maar kan meer water aan (bv. Oppervlaktewater maken, verhang in maaiveld aanpassen, bermen verlagen). Door een combinatie van boven- en ondergrondse maatregel kan ervoor gezorgd worden dat het water goed afstroomt richting het oppervlaktewater en de riolering.

Deze maatregelen bestaan onder meer uit het afkoppelen van verharding, het vergroten van leidingen, het aanpassen van wegprofielen, rooster- of molgoten toepassen, nieuwe verbindingen maken vanuit de riolering naar het oppervlaktewater, pompcapaciteit aanpassen, stoepranden verlagen, drempels verlagen in de riolering, nieuwe aansluitingen maken in de riolering, kleppen toepassen en wateropslag mogelijk maken.

Daarnaast is het belangrijk om op sommige locaties nader onderzoek te doen om tot gerichte en doelmatige maatregelen te komen.

Summary

The municipality of Kapelle recently updated its Basis Riolerings Plan (BRP). This plan describes the current functioning of the sewer system and tests the sewer system to various standards. The BRP shows that for, the core of Biezelinge and adjacent business park Smokkelhoek, there are many unknown factors that influence the functioning of the sewer system, such as private pumping station and unknown drainage, but also to which extent the area can be made future-proof and therefore what opportunities there are in the future. The municipality of Kapelle wants insight into these unknown factors and potential opportunities and then wants to make the area future-proof.

To make the plan area future-proof, the current situation must first be known: data about the area itself, the sewerage system, the surface water system, climate change and actors.

First is determined which actor has the greatest influence on the waste water system by looking at the water consumption. This data was provided by the water company Evides per postal code area. This analysis shows that Van Marcke Food Group B.V. has the biggest impact on the wastewater system. The Sligro has the greatest influence on rainwatersystem because the Sligro has the largest percentage of surfacing. All water that falls on the pavement eventually flows to the municipal sewer system and surface water.

By analysing the current situation, various pinch and improvement points have been identified. This was done by analysing the basic data per area in relation to the expected functioning of the sewerage system. This results in various pinch and improvement points.

As an indication, a manual calculation was carried out on a part of the sewer system. After that, a calculation model was created and, with different precipitation situations, the infoworks program looked at whether there were more pinch and improvement points when performing a dynamic calculation. From this, a set of pinch and improvement points has emerged. The pinch and improvement points vary from street water locations to unknown data.

In the Netherlands there is an increasing risk of flooding due to heavy rainfall. These extreme rainfall events will occur more often in the future than now. Climate change is already visible in the statistics of extreme rain events, according to recent analyses. From the change in statistics it can be concluded that a current T = 20 precipitation situation, in the future will be a T = 10 precipitation situation. For the future expectation within this study, therefore, T = 20 is taken into account, because the T = 10 in 2050 is almost as much as the T = 20 temper that now falls.

With this prediction, additional pinch and improvements points have been achieved from the model calculation in Infoworks. The set of pinch and improvement points of the area analysis is combined with the results of the model calculation of the future forecast. Here is looked at more extreme precipitation situation. Because it rains harder, more pinch points arise. The pinch and improvement points range from earlier water on the street and capacity problems to the running in of water from the watercourse.

After the final set of pinch and improvement points has been formulated, measures can be formulated for each point. The measures that are applied are underground (in the system) and above ground (eg ditch, ground level). Underground measures can only be used to a limited extent because of the costs and capacity (it always rains harder once). Aboveground measures require a lot of space, but can handle more water (eg create surface water, adjust ground clearance, reduce berms). By combining above and

below ground measures, care can be taken that the water drains well towards the surface water and the sewerage.

These measures include disconnecting of surface, increasing pipe diameters, adjusting road profiles, apply grid or molten gutters, make new connections from the sewer to the surface water, adjust pump station capacity, reduce curbs, lowering thresholds in the sewer system, make new connections in the sewer, apply valves and met water storage possible.

In addition, it is important to conduct further research at some locations to achieve targeted and effective measures.

Inhoudsopgave

Voorwoord	2
Samenvatting.....	3
Summary	5
1. Inleiding.....	1
1.1 Aanleiding	1
1.2 Uitdaging.....	1
1.3 Doelstelling	1
1.4 Vragen	1
1.5 Leeswijzer	2
2. Theoretisch kader	3
2.1 Definities.....	3
2.2 Omschrijving Smokkelhoek.....	5
2.2.1 Geschiedenis en locatie	5
2.2.2 Wegen.....	5
2.2.3 Watergangen.....	6
2.2.4 Maaiveldhoogtes.....	7
2.2.5 Bodemprofiel	7
2.2.6 Kabels & leidingen	8
2.2.7 Verhard/onverhard oppervlak	8
2.2.8 Waarnemingen en aandachtspunten	8
2.2.9 Toetsing huidige situatie.....	8
2.3 Rioolsysteem.....	9
2.3.1 Ligging van het riool op het bedrijventerrein	9
2.3.2 Diepte van het riool en stroomrichting	10
2.3.3 Afvalwaterproductie.....	10
2.3.4 Waarnemingen en aandachtspunten	10
2.4 Oppervlaktewater systeem.....	12
2.4.1 Locatie oppervlaktewater en stroomrichting	12
2.4.2 Peil oppervlaktewater.....	12
2.4.4 Beheer.....	12
2.4.5 Kwel	13
2.4.6 Grondwaterstanden	13

2.4.7 Duikers	13
2.4.8 Waarnemingen en aandachtspunten	13
2.5 Klimaatverandering	14
2.5.1 Toetsing rioleringsstelsel op de toekomst	14
2.5.2 Toekomstverwachtingen	14
2.5.3 Gebruikte maatregelen	15
2.6 Actoren	16
2.6.1 Actoren en kadaster	16
3. Methode	17
4. Resultaten	19
4.1 Programma van Eisen	19
4.1.1 Projectgrenzen	19
4.1.2 Eisen vanuit de opdrachtgever	20
4.1.3 Randvoorwaarden	21
4.1.4 Technische eisen	21
4.1.5 Eisen vanuit de omgeving	21
4.2 Actoren	22
4.2.1 Droogweerafvoer	22
4.2.2 Sligro	23
4.2.3 Hemelwaterafvoer	24
4.3 Analyse	25
4.3.1 Overzicht analyse 2 t/m 9	26
4.4 Toekomstverwachting	28
4.4.1 Jaarlijkse regenval	28
4.4.2 Neerslag bij herhalingstijden	29
4.4.3 Verloop T=20	29
4.4.4 Verharding	30
4.4.5 Droogte	30
4.5 Handberekening	31
4.5.1 Resultaten handberekening	31
4.5.2 Bui 08	32
4.6 Resultaten Infoworks	33
4.6.1 Bui 08	33

4.6.2 Bui 10	37
4.6.3 Vergelijking bui 08 met bui 10	39
4.6.4 Vergelijking bui 10 met handberekening.....	40
4.6.5 T=20	40
Robuustheid.....	42
4.7 Maatregelen.....	43
4.8 Uitwerking	45
4.8.1 Uiteindelijke maatregelen set	47
4.9 Tekening	49
5. Discussie	50
6. Conclusie en aanbeveling.....	53
6.1 Conclusie.....	53
6.2 Aanbeveling	56
Bibliografie	57
Bijlagen.....	59
Bijlage 1, Processchema	60
Bijlage 2, Geschiedenis van Smokkelhoek.....	61
Bijlage 3, Algemeen Hoogtebestand Nederland.....	63
Bijlage 4, Bodemprofielen Smokkelhoek.....	64
Bijlage 5, Bodemgesteldheid en Archeologie	69
Bijlage 6, Kabels en leidingen overzichtskaart bedrijventerrein Smokkelhoek	70
Bijlage 7, Verharde en onverharde oppervlaktes Smokkelhoek.....	71
Bijlage 8, Rioleringstypen	72
Bijlage 9, Watertypen.....	75
Bijlage 10, Rioleringstekening Smokkelhoek	77
Bijlage 11, Beschrijving van locaties van rioolonderdelen	78
Bijlage 12, Schematisatie van locaties van rioolonderdelen	81
Bijlage 13, Gemaal specificaties.....	82
Bijlage 14, Riolering op het terrein van de Sligro	83
Bijlage 15, Specificaties Hemelwaterriool	84
Bijlage 16, Specificaties Vuilwaterriool	85
Bijlage 17, Gebruikte maatregelen	86
Bijlage 18, Kadaster actoren.....	90

Bijlage 19, Lijst met actoren specificaties	91
Bijlage 20, Gebied analyse.....	96
Bijlage 21, Oppervlaktewater en duikers	111
Bijlage 22, Specificaties putten	112
Bijlage 23, Maaiveldanalyse BRP	113
Bijlage 24, Toekomstverwachting neerslaghoeveelheden.....	114
Bijlage 25, Schematisatie handberekening	115
Bijlage 26, Resultaten handberekening	116
Bijlage 27, Resultaten Infoworks bui 08.....	123
Bijlage 28, Resultaten Infoworks bui 10.....	128
Bijlage 29, Verschil Infoworks met handberekening	134
Bijlage 30, Resultaten Infoworks T=20.....	135
Bijlage 31, Tijdsverloop T=20	143
Bijlage 32, Maatregelen	144
Bijlage 33, Resultaten uitwerking maatregelen T=20	155
Bijlage 34, Tekening uitwerking maatregelen	162

1. Inleiding

Smokkelhoek is een bedrijventerrein in de gemeente Kapelle in Zeeland. Het bedrijventerrein Smokkelhoek is het onderzoeksgebied. In dit hoofdstuk wordt de achtergrond van het rapport beschreven, de probleemstelling, de doelstelling en de hoofdvraag met bijbehorende sub vragen.

1.1 Aanleiding

De gemeente Kapelle heeft recent haar Basis Riolerings Plan Kapelle (BRP) geactualiseerd. In dit plan wordt beschreven hoe het huidig functioneren is van de riolering en wordt het rioleringsysteem aan diverse maatstaven getoetst. Uit deze toetsing zijn potentiële maatregelen geformuleerd en wordt het toekomstig functioneren van het rioleringsysteem in beeld gebracht.

Uit het BRP blijkt dat voor de kern van Biezeling en het naastgelegen bedrijventerrein Smokkelhoek veel onbekende factoren zijn die invloed hebben op het functioneren van de riolering, zoals private gemalen en onbekende afvoer, maar ook op de mate waarin het gebied toekomstbestendig gemaakt kan worden en dus welke kansen er liggen voor in de toekomst.

De gemeente Kapelle wil inzicht in deze onbekende factoren en potentiële kansen en wil vervolgens het gebied toekomstbestendig maken. Deze opdracht is door de gemeente Kapelle in samenwerking met NU-adviesbureau aangeboden en er wordt gefocussed op het bedrijventerrein Smokkelhoek.

1.2 Uitdaging

Het toekomstbestendig inrichten van het bedrijventerrein Smokkelhoek is een uitdaging op zich. Niet alleen moeten de onbekende factoren in kaart worden gebracht maar ook moeten de juiste maatregelen geformuleerd worden die invulling geven aan het toekomstbestendig inrichten van de openbare ruimte in relatie tot de drie gemeentelijke zorgplichten: grondwater, regenwater en afvalwater. Tevens is het proces om te komen tot werkelijke uitvoering van deze maatregelen een uitdaging doordat er nauw samengewerkt moet worden met meerdere (particuliere) actoren op het bedrijventerrein.

Er wordt rekening gehouden met klimaatverandering, met name de toegenomen regenintensiteit en droogte (in relatie tot hitte). Daarnaast wordt er vanuit droogte gekeken naar bijvoorbeeld de functie dat de hemelwaterafvoer dient als secundaire bluswatervoorziening.

1.3 Doelstelling

Het doel van deze opdracht is om de onbekende factoren en potentiële kansen voor de toekomst in kaart te brengen om het bedrijventerrein Smokkelhoek zo toekomstbestendig mogelijk te laten zijn.

Door uit te zoeken wat er bekend is over het bedrijventerrein, kan achterhaald worden waar welke informatie mist en waar de knel- en verbeterpunten zitten. Hier kan een overzicht van worden gemaakt. Deze knel-/verbeterpunten worden onderzocht of deze aan de toekomstverwachtingen voldoen en daarna toekomstgericht en duurzaam ingericht kunnen worden.

De opdracht is gegeven door de gemeente Kapelle. Dit onderzoek is uitgevoerd van februari 2018 tot en met juni 2018. De uitkomst van deze casus komt wordt voorgedragen aan de gemeente Kapelle.

1.4 Vragen

Om het bedrijventerrein Smokkelhoek toekomstbestendig in te richten, is er een hoofdvraag geformuleerd. Om tot een hoofdvraag en bijbehorende sub vragen te komen is er gebruik gemaakt van een processchema, dit is opgenomen in bijlage 1. Het schema is gebruikt om tot duidelijke en

logische vragen te komen om de hoofdvraag te beantwoorden. Hierbij is eerst gebruik gemaakt van een grove verdeling en is steeds meer fijner/specifieker geworden. De hoofdvraag luidt als volgt:

Met welke set van maatregelen kan het afvalwater- en watersysteem van het bedrijventerrein Smokkelhoek zo toekomstbestendig mogelijk worden ingericht in het kader van een toegenomen regenintensiteit en droogte?

Om de hoofdvraag te beantwoorden zijn er verschillende sub vragen geformuleerd. Om het bedrijventerrein toekomstbestendig te kunnen inrichten, moet het huidig functioneren van het systeem bekend zijn:

1. Hoe functioneert het huidige afvalwater- en watersysteem?
 - a. Welke actor(en) hebben de grootste invloed op het afvalwater- en watersysteem?
 - b. Wat zijn de huidige knel- en verbeterpunten van het afvalwater- en watersysteem?

Wanneer het huidig functioneren van het (afval)watersysteem bekend is, kan achterhaald worden wat er in de toekomst verwacht wordt in het kader van een toegenomen regenintensiteit en droogte. Aan deze maatstaven wordt het huidige systeem getoetst en komen de knel- en verbeterpunten naar boven. Deze knel- en verbeterpunten kunnen veroorzaakt zijn door bijvoorbeeld achterstallig onderhoud of gedateerde ontwerputgangspunten:

2. Wat zijn de toekomstverwachtingen in het kader van een toegenomen regenintensiteit en droogte?
3. Wat zijn de knel- en verbeterpunten in het huidige afvalwater- en watersysteem voor de toekomstverwachting?

Nadat bekend is waar de knel- en verbeterpunten zitten, wordt afgewogen wat een mogelijke duurzame oplossing is om het systeem goed te laten functioneren in de toekomst tot de klimaatverandering (bijvoorbeeld met een Multi Criteria Analyse). Die oplossing(en) wordt verder uitgewerkt tot een gedetailleerd ontwerp.

4. Hoe kan met deze verbeterpunten het afvalwater- en watersysteem toekomstbestendig worden gemaakt??
5. Wat is de uiteindelijke set van mogelijke maatregelen om het afvalwater- en watersysteem goed te laten functioneren in de toekomst?

1.5 Leeswijzer

Na deze inleiding volgt in hoofdstuk 2 het theoretisch kader. Hierin worden definities uitgelegd en wordt alle informatie over het gebied besproken dat van toepassing is voor dit onderzoek. Dit betreffen de hoofdstukken: Definities, omschrijving Smokkelhoek, rioolsysteem, oppervlaktewater systeem, klimaatverandering en actoren.

In hoofdstuk 3 wordt beschreven hoe het onderzoek wordt uitgevoerd en welke stappen worden ondernomen. In hoofdstuk 4 worden alle resultaten van het onderzoek weergegeven. Dit betreft het Programma van Eisen, invloeden van de actoren, analyse van het bedrijventerrein, toekomstverwachting, resultaten uit het modeleringsprogramma Infoworks, maatregelen die bij ieder knelpunt mogelijk zijn, de modellering van de maatregelen en uitkomst en als laatste een technische tekening van enkele maatregelen.

In hoofdstuk 5 wordt de discussie besproken. Hier worden opvallende resultaten besproken en of deze betrouwbaar zijn. In hoofdstuk 6 worden de conclusies en aanbevelingen besproken.

2. Theoretisch kader

In het theoretisch kader wordt besproken wat de definities zijn van begrippen, welke informatie er al bekend is over het gebied en voorbeelden die in de praktijk zijn toegepast. Dit betreft: Definities, omschrijving Smokkelhoek, rioolsysteem, oppervlaktewater systeem, klimaatverandering en actoren.

2.1 Definities

Om het onderzoek goed te kunnen uitvoeren, moeten de definities van begrippen duidelijk worden uitgelegd. Deze kunnen gelijk als grenzen/afbakening worden gezien.

Toekomstbestendig wordt gedefinieerd als *“dat bij ontwikkeling van gebieden rekening wordt gehouden met de toekomstige effecten van klimaatverandering”* (Ruimtemettoekomst.nl, 2014).

Klimaatbestendig is: *“het zodanig inrichten dat de effecten van de klimaatverandering opgevangen kunnen worden”* (Aquo-lex - het waterwoordenboek, 2012).

Door de klimaatverandering worden de weersomstandigheden extremer en worden de gevolgen van overstromingen, droogte, hitte en wateroverlast steeds groter. Deze gevolgen leveren steeds grotere risico's op voor de economie, gezondheid en veiligheid (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Ministerie van Economische Zaken, 2017).

Voor dit onderzoek wordt alleen rekening gehouden met wateroverlast door extreme regenbuien (stortbuien of langdurige neerslag), hitte en langdurige en extreme droogte. Hitte wordt betrokken bij dit onderzoek omdat hitte in een stad sterk toeneemt bij droogte. Droogte en hitte kunnen dus samen aangepakt worden.

In de hoofdvraag worden de termen '**afvalwater**' en '**watersysteem**' gebruikt. Onder watersysteem wordt verstaan: *“het samenhangend geheel van een of meer oppervlaktewaterlichamen en grondwaterlichamen, met bijbehorende bergingsgebieden, waterkeringen en ondersteunende kunstwerken”* (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2018). Flora, fauna en waterkwaliteit worden ook toegerekend als onderdeel van een watersysteem, deze vallen buiten de scope van dit onderzoek en zullen dus niet behandeld worden. Eveneens vallen de onderwerpen waterkeringen en ondersteunende kunstwerken, niet duikers, buiten de scope van dit onderzoek. Onder afvalwater wordt verstaan: *“alle water waarvan de houder zich ontdoet, voornemens is zich te ontdoen of zich moet ontdoen”* (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2018).

Per 2008 wordt er onderscheid gemaakt in verschillende soorten afvalwater:

- Huishoudelijk afvalwater: *“is overwegend afkomstig van de menselijke stofwisseling en huishoudelijke werkzaamheden”*;
- Afvloeiend hemelwater;
- Grondwater;
- Bedrijfsafvalwater: *“water dat vrijkomt bij door de mens bedrijfsmatig of in een omvang alsof zij bedrijfsmatig was”, ondernomen bedrijvigheid”*;
- Stedelijk afvalwater: *“huishoudelijk afvalwater of een mengsel daarvan met bedrijfsafvalwater, afvloeiend hemelwater, grondwater of een ander afvalwater”*;
- Ander afvalwater: *“Datgene wat niet onder een van de voorgaande begrippen is te vatten”* (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2018).

Door deze twee begrippen samen te gebruiken worden alle watersystemen in het gebied Smokkelhoek snel en compact omschreven. De systemen oppervlaktewater, huishoudelijk afvalwater, afvloeiend hemelwater, bedrijfsafvalwater, stedelijk afvalwater en ander afvalwater

worden in dit onderzoek onderzocht. In dit onderzoek zal voornamelijk stedelijk afvalwater voorkomen. Met het grondwatersysteem wordt rekening gehouden maar er wordt niet diep op in gegaan.

Ruimtelijke adaptatie wordt in dit onderzoek toegepast in relatie tot de drie zorgplichten van de gemeente: grondwater, regenwater en afvalwater. Ruimtelijke adaptatie is de laatste jaren steeds belangrijker geworden in relatie tot de klimaatverandering en de meer extremere weersomstandigheden. Met het oog op de klimaatverandering is het Deltaplan Ruimtelijke Adaptatie gemaakt en heeft als doel de leefomgeving water robuust en klimaatbestendig te maken tegen de gevolgen van overstroming, hitte, droogte en wateroverlast. Met ruimtelijke adaptatie wordt dus bedoeld een gebied zodanig aan te passen dat het bestand is tegen de toekomst en klimaatverandering en het gebied in de toekomst nog zo kan worden aangepast zodat het weer verder bestand is tegen de verdere toekomst (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Ministerie van Economische Zaken, 2017).

De beschrijving van ruimtelijke adaptatie past goed bij dit onderzoek om het bedrijventerrein Smokkelhoek toekomstbestendig te laten functioneren omdat er een gebied zodanig wordt ingericht dat het tegen de effecten bestand is van klimaatverandering, dus klimaatbestendig en duurzaam is en dus toekomstbestendig is.

Knel- en verbeterpunten kan met de toekomstverwachting anders worden verstaan dan bedoeld is. Onder knelpunten wordt verstaan dat het systeem niet werkt naar behoren. Onder verbeterpunten wordt verstaan dat het systeem wel werkt maar dat het beter kan, dus voor verbetering vatbaar is. Bij de eerste sub vraag worden knelpunten achterhaald en bij sub vraag 3 worden ook de verbeterpunten achterhaald.

2.2 Omschrijving Smokkelhoek

In dit hoofdstuk wordt informatie verstrekt over het hele bedrijventerrein Smokkelhoek. Dit betreft: geschiedenis, wegen, watergangen, maaiveldhoogte, bodemprofielen, kabels & leidingen, verhard/onverhard oppervlak, waarnemingen en aandachtspunten en toetsing huidige situatie.

2.2.1 Geschiedenis en locatie

Smokkelhoek is een bedrijventerrein naast het dorp Biezelinge gelegen in de gemeente Kapelle aan de oostzijde van Zuid-Beveland, zie figuur 1. De gemeente Kapelle grenst in het oosten aan de gemeente Reimerswaal en in het westen aan de gemeentes Borsele en Goes. In bijlage 2 is de geschiedenis van het bedrijventerrein beschreven.

Biezelinge en Smokkelhoek liggen ten zuiden van Kapelle en worden gescheiden door het spoortraject Vlissingen-Roosendaal. In het noorden wordt het bedrijventerrein begrensd door de spoorlijn Vlissingen-Roosendaal, in het westen door de Smokkelhoekweg en het bedrijf Coroos en in het zuiden door de provinciale weg, N289, zie figuur 1.

In de Provinciale Ruimtelijke verordening Zeeland wordt het bedrijventerrein aangewezen als een 'Grootschalig bedrijventerrein', maar er komen ook enkele woonfuncties voor. Een aantal woningen die aan de rand van het terrein staan hebben geen verband met de bedrijven. Een aantal woningen op het terrein zijn bedrijfswoningen (RBOI adviseurs ruimtelijke ordening, 2013).



Figuur 1, Bedrijventerrein Smokkelhoek (Google maps, 2018)

2.2.2 Wegen

Het bedrijventerrein Smokkelhoek heeft vier externe ontsluitingen:

- Hoofdaansluiting op de Rijksweg;
- Van Middenweg naar Hoekseweg (niet primair);
- Twee ontsluitingen op de Smokkelhoekweg:
 - Middenweg
 - Kloosterweg

De hoofdontsluitingsroute bestaat uit de Middenweg – verlengde Fleerbosseweg – Handelsweg – Nijverheidsweg (RBOI adviseurs ruimtelijke ordening, 2013). Zie figuur 2.

Parkeren vindt hoofdzakelijk plaats op eigen percelen, ook vrachtwagens parkeren op eigen percelen. Langs de Rijksweg en Kloosterpoort zit een leidingenstrook. Hier mag niet op gebouwd

worden. Tegenover de panden langs Kloosterpoort zijn parkeerplaatsen, deze staan gedeeltelijk op de leidingstrook. Hier is door de beheerder ontheffing gegeven om auto's te parkeren, geen vrachtwagens (RBOI adviseurs ruimtelijke ordening, 2013).



Figuur 2, Wegen bedrijventerrein Smokkelhoek (Provincie Zeeland, 2018)

2.2.3 Watergangen

Ook heeft het bedrijventerrein verschillende watergangen die als afwatering dienen en afvoer voor naastgelegen gebieden. Het terrein heeft een primaire watergang en verschillende secundaire en tertiaire watergangen. Deze watergangen hebben een stroomrichting eerst naar het midden van het bedrijventerrein en daarna richting het noorden via de primaire watergang. Vervolgens stroomt de primaire watergang langs het spoor richting het oosten waarna het richting Schore gaat en vervolgens richting de Westerschelde waar het via een gemaal in wordt gepompt (waterschap Scheldestromen, 2018). Zie figuur 3 voor de legenda van de watergangen en figuur 4 voor de watergangen.



Figuur 3, Legenda watergangen (waterschap Scheldestromen, 2018)

Figuur 4 Watergangen bedrijventerrein Smokkelhoek (waterschap Scheldestromen, 2018)

2.2.4 Maaiveldhoogtes

Uit het Algemeen Hoogtebestand Nederland (AHN) is op te maken dat Kapelle en Biezelingse omgeving wordt door lager terrein. Dit komt doordat Kapelle en Biezelingse op een oude kreekkrug liggen. Het bedrijventerrein Smokkelhoek ligt net op de rand van deze kreekkrug in lager gebied. Om de stroomrichtingen te bepalen op het bedrijventerrein, moeten de maaiveldhoogtes bekend zijn. Hiermee kan bepaald worden of het water voldoende over het land kan afstromen (Actueel Hoogtebestand Nederland, 2018). Zie bijlage 3.

De gemiddelde hoogte van het maaiveld is NAP -0,15 m. Het hoogste punt van het maaiveld ligt op de kruising van Ambachtsweg met de watergang die dwars op de weg staat met NAP 0,98 m. Het laagste punt is de koppelput in de Fleeerbosseweg 12 met NAP -0,76 m. De hoogtes zijn te vinden in bijlage 7, deze zijn weergegeven als kleine getallen onder de nummering van de putten (NU-adviesbureau, Basisrioleringsplan Kapelle en Biezelingse, 2017).

2.2.5 Bodemprofiel

Voordat het bedrijventerrein Smokkelhoek toekomstbestendig kan worden gemaakt en er oplossingen zijn voor mogelijke knel- en verbeterpunten, is het van belang om het bodemprofiel te weten. Dit is belangrijk omdat, wanneer er een grote belasting op de ondergrond komt, er zetting kan optreden. Het is ook van belang om de grondsoort te weten in verband met infiltratie en bergingsmogelijkheden van water in de grond. Om te kunnen infiltreren is de grondwaterstand ook van belang. In een slecht doorlatende grondsoort (bijvoorbeeld klei), vind weinig infiltratie plaats. Ook wanneer de grondwaterstand hoog is kan er weinig water infiltreren en ook niet veel geborgen worden. Op de website van DINOloket zijn verschillende doorsneden gemaakt op de wegen en watergangen van het bedrijventerrein Smokkelhoek. Dit is gedaan omdat de riolering meestal onder wegen ligt.

Figuur 5 weergeeft een overzicht van de locaties van de doorsneden. In bijlage 4 staan de doorsneden en legenda. Uit de doorsneden kan gezien worden dat de bodem bovenlaag voornamelijk bestaat uit zandige klei, klei en veen. Vanaf ongeveer 10 meter onder maaiveldhoogte bestaat de bodem voornamelijk uit zand. In bijlage 5 is een beschrijving van de bodemgesteldheid en archeologie te vinden.



Figuur 5, Overzicht locaties doorsneden bodemprofielen

2.2.6 Kabels & leidingen

Langs de zuidrand van het bedrijventerrein, evenwijdig langs de Rijksweg, ligt een leidingstrook. Deze wordt door enkele bedrijven als parkeerruimte gebruikt. Deze leidingstrook bestaat uit een transportwaterleiding, twee aardgasleidingen en een aardolieleiding. Deze leidingstrook kan niet gebruikt worden om op te bouwen en om als waterberging te gebruiken (RBOI adviseurs ruimtelijke ordening, 2013). Via klic.nl is er een klic-melding gedaan om de ligging van kabels en leidingen naar voren te halen, zie bijlage 6.

2.2.7 Verhard/onverhard oppervlak

Omdat Smokkelhoek een bedrijventerrein is bestaat het gebied grotendeels uit verhard oppervlak. Onder verhard oppervlak wordt verstaan daken en wegen, onder onverhard oppervlak wordt verstaan groen en wateroppervlak. Voor de afstroming van hemelwater zijn er watergangen. Het verharde oppervlak is grotendeels aangesloten op de riolering en enkele oppervlakken lozen direct op het oppervlaktewater. Van sommige bedrijven infiltreert het dakoppervlak in de bodem rond de gebouwen. Zie bijlage 7, Verharde en onverharde oppervlaktes Smokkelhoek.

2.2.8 Waarnemingen en aandachtspunten

Uit het BRP Kapelle en Biezeling, blz. 26, blijkt dat de aansluitingen op het gescheiden - en verbeterd gescheiden stelsel (zie figuur 6) van diverse particuliere terreinen niet of slecht inzichtelijk zijn. Het is in veel gevallen niet met zekerheid vast te stellen hoe goed het water kan afstromen en wat de afstroomrichtingen zijn. Er is aanbevolen om nader onderzoek te doen naar de terreinriolering en met zekerheid vast te stellen wat het aangesloten verharde oppervlak op de particuliere terreinen is. Relatief gezien zijn dit grote oppervlakken die van aanzienlijke invloed kunnen zijn op het functioneren van de riolering (NU-adviesbureau, Basisrioleringsplan Kapelle en Biezeling, 2017).

2.2.9 Toetsing huidige situatie

Het huidige rioolstelsel is getoetst aan bui 08 uit de Leidraad Riolering. Deze bui heeft een herhalingsdijk van een keer in de twee jaar (19,8 mm per bui). De gehanteerde eis van gemeente Kapelle is dat er bij deze situatie van bui 08, geen water op straat mag staan en vooral niet binnen mag stromen in woningen en gebouwen. Uit de resultaten is gekomen dat er water-op-straat komt te staan op verschillende plekken in de kernen van Kapelle en Biezeling vanuit het gemengde rioolstelsel (zie figuur 6). Hiermee voldoet het stelsel niet aan de eis van de gemeente (NU-adviesbureau, Basisrioleringsplan Kapelle en Biezeling, 2017).

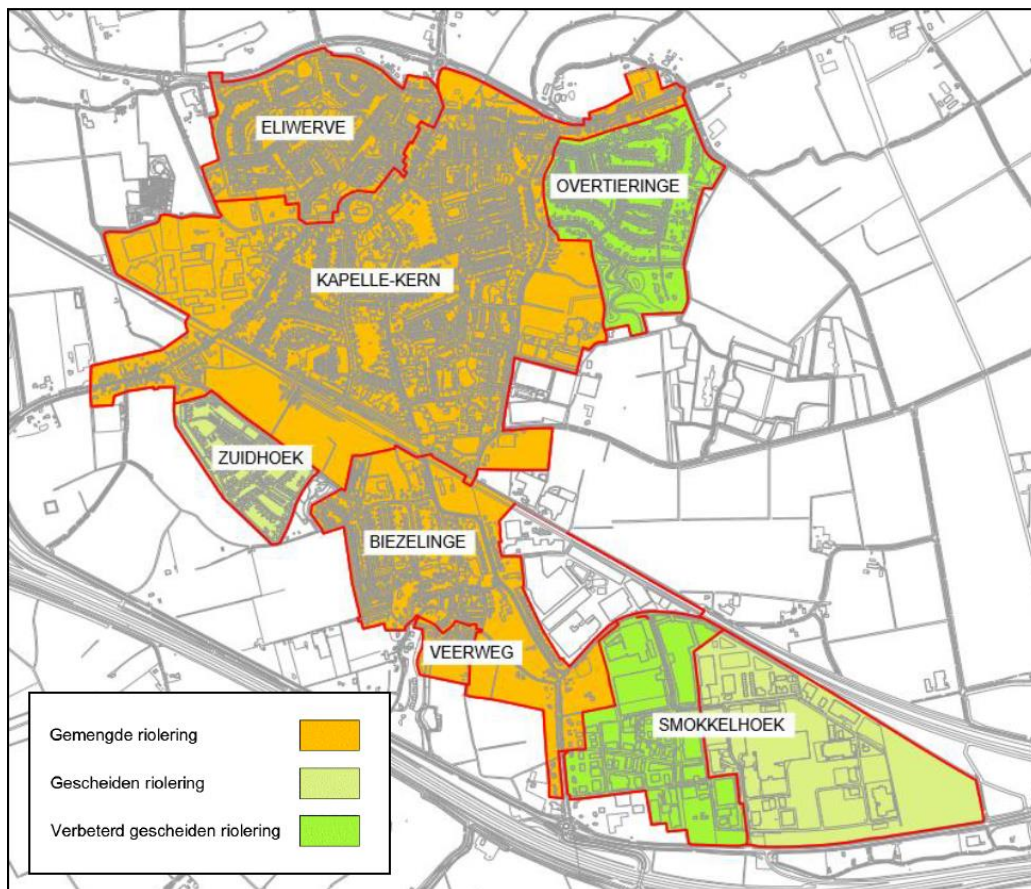
Uit het model komen ook de water-op-straat locaties naar voren, deze komen overeen met de praktijkervaringen van de gemeente Kapelle en meldingen van burgers. Uit de modelberekeningen komen ook enkele locaties voort die nu niet in de praktijk worden ervaren (NU-adviesbureau, Basisrioleringsplan Kapelle en Biezeling, 2017).

Uit het BRP Kapelle en Biezeling blijkt dat er twee locaties op het bedrijventerrein Smokkelhoek zijn waar water op straat komt te staan, uit de praktijk en uit berekeningen. Dit zijn de Middenweg, voor het kantoor van Coroos en het Fleerbossewegje. Bij de Middenweg blijkt dat er veel gesloten verhard oppervlak is en dat omliggende terreinen hoger liggen en bermen niet met een band zijn afgescheiden van de rijbaan. Hierdoor ontstaat ook water op het maaiveld. Het water op straat op de Middenweg wordt in de praktijk ervaren en komt ook uit de berekening naar voren. Bij de Fleerbossewegje is met te veel verhard oppervlak gerekend. Na een veldbezoek blijkt dat het dakoppervlak van twee bedrijven infiltreert in de bodem (NU-adviesbureau, Basisrioleringsplan Kapelle en Biezeling, 2017).

2.3 Riolsysteem

In dit hoofdstuk wordt besproken hoe het riolsysteem van het bedrijventerrein Smokkelhoek eruit ziet. Dit betreft: welke watertypen er zijn, onderdelen van het riolsysteem op het bedrijventerrein Smokkelhoek, diepte en stroomrichting van het riool, de bekende afvalwaterproductie en verdere waarnemingen en aandachtspunten.

Het riolsysteem op het bedrijventerrein Smokkelhoek bestaat uit een gescheiden riolering en een verbeterd gescheiden riolering, zie figuur 6. De riolering langs de Middenweg vanaf Fleerbosseweg richting de kruising met Smokkelhoekweg en Abdijstraat is een gemengd/gecombineerd systeem. Het terrein van Coroos heeft een eigen afvalwatersysteem en loost niet op het rioleringsysteem van de gemeente, maar op de Westerschelde. Dit wordt verder niet behandeld in dit onderzoek. Uitleg over de verschillende riolsystemen is te vinden in bijlage 8. Uitleg over de verschillende watertypen is te vinden in bijlage 9.



Figuur 6, Bemalingsgebieden en stelseltype Kapelle en Biezelinghe (NU-adviesbureau, Basisrioleringsplan Kapelle en Biezelinghe, 2017)

2.3.1 Ligging van het riool op het bedrijventerrein

Zoals eerder gezegd heeft het bedrijventerrein Smokkelhoek twee verschillende systemen: een gescheiden systeem en een verbeterd gescheiden systeem. In het bedrijventerrein bevinden zich drie bemalingsgebieden waarvan er twee van belang zijn, zie figuur 6. De twee bemalingsgebieden die van belang zijn, is het gescheiden rioleringsstelsel en het verbeterd gescheiden systeem. Een gedetailleerde tekening van het riolsysteem is te vinden in bijlage 10.

De riolering op de verschillende percelen zijn eigendom van de ondernemingen. De ondernemingen zelf zijn verantwoordelijk voor het beheer en onderhoud van de riolering. De belasting die de terreinriolering geeft op de gemeentelijke riolering is onbekend.

Het bedrijventerrein heeft verschillende onderdelen in het rioolsysteem zitten: verschillende gemalen, overstort, koppelpotten, persleidingen en spindelschuiven. In bijlage 11 is een korte uitleg wat het onderdeel inhoudt en waar het in het rioolsysteem zit. Bijlage 12 laat zien waar de onderdelen liggen.

2.3.2 Diepte van het riool en stroomrichting

Een riool werkt meestal onder vrij verval (zwaartekracht) maar soms ook met persleidingen. Op het bedrijventerrein Smokkelhoek is een deel persleiding en het overige vrij verval.

De gemiddelde diepte van het hemelwaterriool is NAP -2,32 m. Het hoogste punt van de riolering ligt op de kruising van Kloosterweg met Smokkelhoekweg: NAP -1,37 m. Het laagste punt is die het oosten van het riool richting het oppervlaktewater met NAP -3,73 m. De hoogtes van het hemelwaterriool zijn te vinden in bijlage 10 en 15. Het hemelwaterriool stroomt grotendeels af richting het oppervlaktewater maar het water blijft soms ook staan in het riool (NU-adviesbureau, Basisrioleringsplan Kapelle en Biezeling, 2017).

De gemiddelde diepte van het afvalwaterriool is NAP -2,18 m. Het hoogste punt van de afvalwaterriolering ligt in het verlengde van de Ambachtsweg met NAP -0,69m. Het laagste punt van de riolering ligt op de kruising van Fleebossewegje en Kloosterweg met NAP -3,72m. De hoogtes van het afvalwaterriool zijn te vinden in bijlage 10 en 16. Al het rioolwater stroomt goed af richting de gemalen (NU-adviesbureau, Basisrioleringsplan Kapelle en Biezeling, 2017).

2.3.3 Afvalwaterproductie

Vanuit het Basis Riolerings Plan is bekend dat het bedrijventerrein 43,74 m³/uur afvalwater produceert (NU-adviesbureau, Basisrioleringsplan Kapelle en Biezeling, 2017). Zie tabel 1.

Locatie	Oppervlak	Afvalwaterproductie [l/uur/eenheid]	Totaal [m ³ /uur]
Onderbemalingsgebied Smokkelhoek (bedrijven)	81 ha bruto oppervlak	0,15 l/sec/ha	43,74

Tabel 1, Afvalwaterproductie Smokkelhoek

Naast afvalwater kent het rioleringsstelsel ook rioolvreemd water. Dit water hoort niet primair in het rioolstelsel thuis en belast het stelsel dat via het rioolgemaal wordt verpompt. Uit gegevens die door het waterschap Scheldestromen zijn toegestuurd, periode 2015-2016, blijkt uit analyse van de pompegevens van het gemaal Biezeling, er gemiddeld 11% rioolvreemd water wordt afgevoerd. Het meeste rioolvreemd water wordt in de winter gemeten. In de winterperiode staat het grondwater op zijn hoogst, en is de kans het grootst op instroming via drainage en lekkage. Tevens is er een beperkte reactie zichtbaar bij neerslag (NU-adviesbureau, Basisrioleringsplan Kapelle en Biezeling, 2017).

2.3.4 Waarnemingen en aandachtspunten

Voor het BRP Kapelle en Biezeling is een veldinventarisatie en systeemanalyse van het rioleringsstelsel uitgevoerd. Uit deze inventarisatie en analyse volgen een aantal specifieke aandachtspunten. Twee van deze punten zijn op het bedrijventerrein Smokkelhoek.

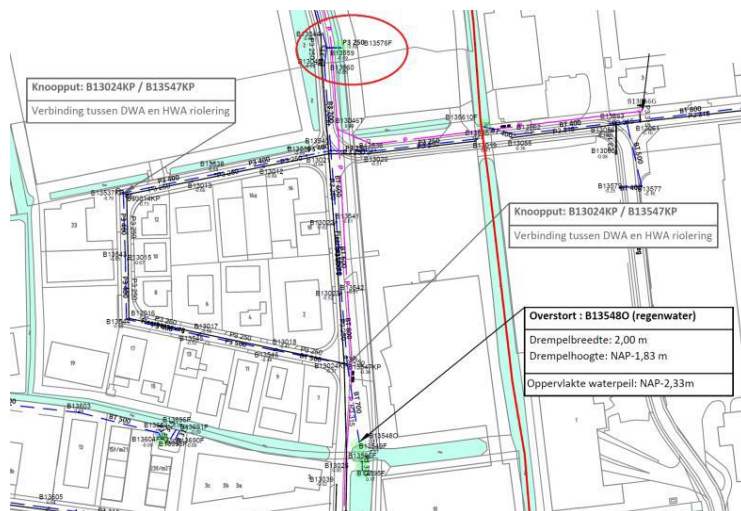
Op het bedrijventerrein zijn twee koppelputten aanwezig. Beide koppelputten hebben een dubbele koppeling van PVCØ250 mm. Het verbeterd gescheiden stelsel van deze putten beschikt niet over een regenwatergemaal.

Uit het BRP Kapelle en Biezeling, bladzijde 24, blijkt dat:

“De terugslagkleppen moeilijk open kunnen gezien de grote hoeveelheid slib in de vuilwaterput. Hierdoor werkt het principe niet om het eerste regenwater via het vuilwatersysteem af te voeren. De hoger gelegen koppeling ligt op een hoogte boven het drempelniveau van overstort B134580 (Fleerbossewegje, NAP-1,83 meter) en boven de hoger gelegen uitstroomleiding PVCØ250 mm op NAP-1,95 meter. Dit betekent dat de hogere verbinding waarschijnlijk niet in werking treedt.

Er zijn geen exacte gegevens bekend van de hoger gelegen uitstroomleiding verder naar het noorden in het Fleerbossewegje. Dit betreft in put B13559 een hoger gelegen PVCØ250 mm leiding op een hoogte van NAP-1,95 meter. Aangezien de drempelhoogte in overstort-put B134580 (NAP-1,83 meter) hoger ligt dan deze leiding speelt deze uitstroomleiding een belangrijke rol en loost naar alle waarschijnlijkheid sneller dan overstortput B134580.”

(NU-adviesbureau, Basisrioleringsplan Kapelle en Biezeling, 2017)



Figuur 7, Fleerbossewegje te Biezeling (NU-adviesbureau, Basisrioleringsplan Kapelle en Biezeling, 2017)

2.4 Oppervlaktewater systeem

In dit hoofdstuk wordt besproken hoe het oppervlaktewatersysteem van het bedrijventerrein Smokkelhoek eruitziet. Dit betreft: locatie van het oppervlaktewater, stroomrichtingen, peilen, het beheer, kwel, grondwaterstanden, locaties van duikers en verdere waarnemingen en aandachtspunten.

2.4.1 Locatie oppervlaktewater en stroomrichting

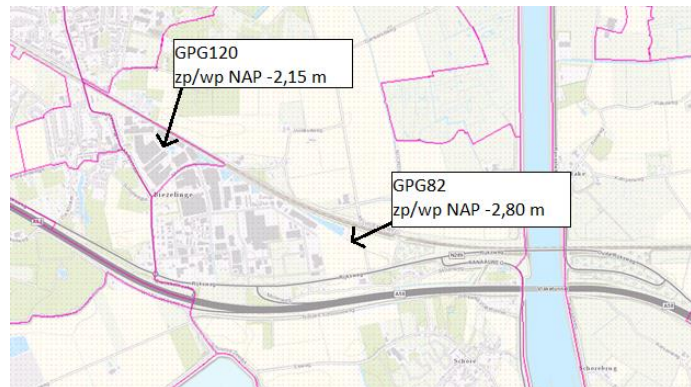
Zoals eerder besproken in paragraaf 2.2.3 heeft het bedrijventerrein verschillende watergangen. Deze dienen als afwatering. Het terrein heeft een primaire watergang en verschillende secundaire en tertiaire watergangen. Deze watergangen hebben een stroomrichting eerst naar het midden van het bedrijventerrein en daarna richting het noorden via de primaire watergang. Vervolgens stroomt de primaire watergang langs het spoor richting het oosten waarna het richting Schore gaat en vervolgens richting de Westerschelde waar het via een gemaal in wordt gepompt (waterschap Scheldestromen, 2018). Zie figuur 8.



Figuur 8, Locatie en stroomrichting oppervlaktewater (waterschap Scheldestromen, 2018)

2.4.2 Peil oppervlaktewater

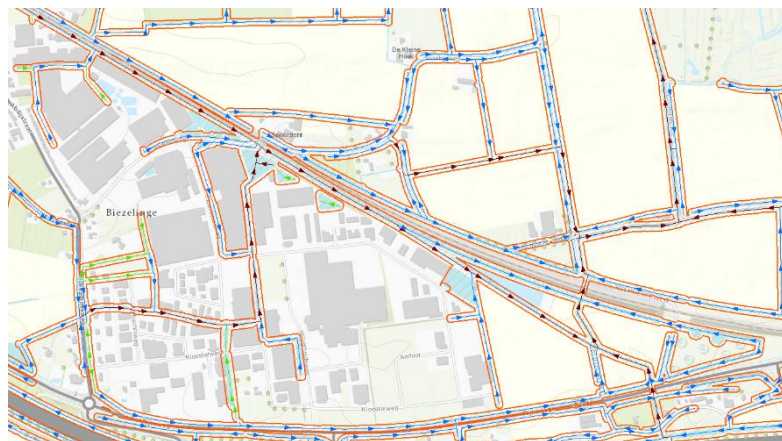
Het bedrijventerrein heeft twee verschillende peilgebieden, zie figuur 9. Het peilgebied GPG82 heeft een streef winter- en zomerpeil van NAP -2,80 m. Het peilgebied GPG120 is Coroos, het streefpeil voor de zomer en winter is NAP -2,15 m (waterschap Scheldestromen, 2018). Het peil in een bemalingsgebied hoeft niet overal hetzelfde te zijn.



Figuur 9, Peilgebieden oppervlaktewater Smokkelhoek (waterschap Scheldestromen, 2018)

2.4.4 Beheer

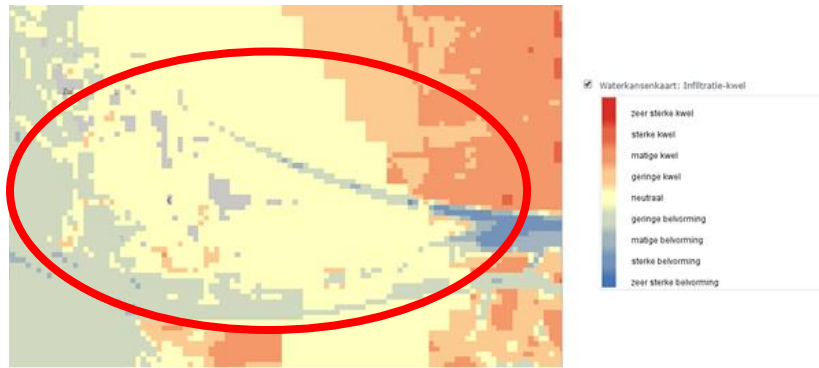
Het oppervlaktewater is in het beheer van waterschap Scheldestromen. In figuur 10 is te zien waar de beschermingszones van de oppervlaktewaterlichamen liggen. Deze zone ligt 7 meter uit de insteek van de leggerwateren (waterschap Scheldestromen, 2018).



Figuur 10, Legger oppervlaktewateren (waterschap Scheldestromen, 2018)

2.4.5 Kwel

Kwelvorming is op het bedrijventerrein gering. Van het Kanaal door Zuid-Beveland komt kwel, maar deze kwel bereikt het bedrijventerrein niet. Verder is er geringe kwel langs de west en zuidkant van het bedrijventerrein, zie figuur 11 (Provincie Zeeland, 2018).



Figuur 11, Kwelkaart bedrijventerrein Smokkelhoek (Provincie Zeeland, 2018)

2.4.6 Grondwaterstanden

Het grondwater is in het beheer van waterschap Scheldestromen. Exacte gegevens over de grondwaterstanden zijn onbekend. Volgens de klimaatatlas zit de grondwaterstand tussen de -2 en -1 meter onder maaiveld (Klimaat-effectatlas, 2018).

2.4.7 Duikers

Duikers zijn meestal betonnen buizen die twee watergangen met elkaar verbinden. In figuur 12 is te zien waar de duikers liggen op het bedrijventerrein Smokkelhoek (waterschap Scheldestromen, 2018).



Figuur 12, Locaties duikers in Smokkelhoek (waterschap Scheldestromen, 2018)

2.4.8 Waarnemingen en aandachtspunten

Uit het BRP Kapelle en Biezelingse blijkt dat er klachten zijn ten aanzien van wateroverlast dat optreedt na hevige neerslag. Op het bedrijventerrein Smokkelhoek is in het geval water-op-straat één locatie gemeld: Middenweg, voor het kantoor van Coroos.

2.5 Klimaatverandering

In dit hoofdstuk wordt besproken aan welke normen het huidige systeem aan de toekomst al is getoetst, wat de toekomstverwachtingen zijn voor regenval, droogte en hitte en maatregelen die op andere plaatsen zijn gebruikt om het rioolsysteem en de openbare ruimte om de gevolgen van klimaatverandering zo goed mogelijk op te vangen betreffende de toegenomen regenintensiteit, droogte en hitte.

2.5.1 Toetsing rioleringsstelsel op de toekomst

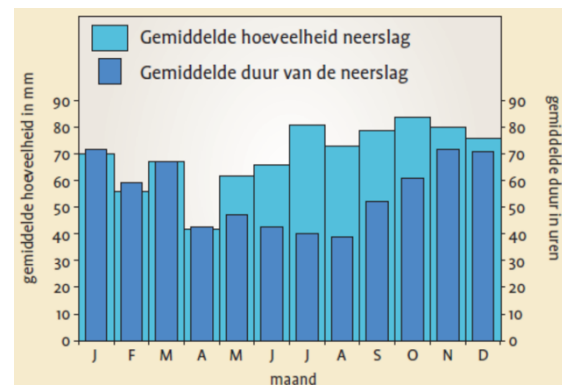
Het rioleringsstelsel is doorgerekend met bui 09 en bui 10 volgens de Leidraad Riolering, dit zijn zwaardere neerslagsituaties en hebben een herhalingstijd van een keer per 5 jaar (29,4 mm per bui) en een keer per 10 jaar (35,7 mm per bui). Deze resultaten geven verder inzicht in de weerstand van het rioolstelsel en locaties waar water op straat verwacht kan worden bij zware regenval. Uit deze resultaten blijkt dat er theoretisch op meer plaatsen water op straat komt te staan bij zwaardere buien. Onder deze plaatsen zit ook de locatie die naar voren kwam bij bui 08: de Middenweg, voor het kantoor van Coroos (NU-adviesbureau, Basisrioleringsplan Kapelle en Biezeling, 2017).

2.5.2 Toekomstverwachtingen

Door de recente klimaatverandering en steeds extremer weer is het belangrijk om te na te gaan wat de effecten kunnen zijn voor het onderzoeksgebied van extreme neerslag, droogte en hitte. Wateroverlast wordt veroorzaakt door stortbuien en langdurige neerslag. Droogteschade kan op andere momenten ontstaan.

Extreme neerslag

Op dit moment valt jaarlijks ongeveer 800 mm neerslag, dit is een gemiddelde van 1981-2010. Deze neerslag valt verspreid over het hele jaar. Toch zijn er verschillen in de seizoenen, in de zomer regent het minder lang dan in de winter maar in de zomer zijn de buien wel heviger dan in de winter. In de winter regent het vaak langdurig, zie figuur 13 (KNMI, 2018).



Figuur 13, Hoeveelheid en duur van de neerslag per maand (KNMI, 2018)

In Nederland komt steeds vaker wateroverlast voor door hevige neerslag. Deze extreme buien zullen nog vaker in de toekomst optreden dan nu. In de statistieken van extreme regenbuien is de klimaatverandering nu al zichtbaar, dat blijkt uit recente analyses. In 2050 wel vijf keer zo vaak en in 2085 wel tien keer zo vaak (op basis van KNMI'14-klimaatsscenario's). Wateroverlast door extreme regenval wordt veroorzaakt door langdurige neerslag, wat meestal in de winter voorkomt, maar wordt ook veroorzaakt door korte hevige neerslag, dit komt meestal in de zomer voor. De twee typen neerslag verschillen van impact en de impact van de neerslag is afhankelijk van de plaats: in de stad of landelijk gebied (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Ministerie van Economische Zaken, 2017).

In de afgelopen vijftien jaar werd al gewerkt aan het beperken van de wateroverlast door regenval. In deze periode lag de nadruk vooral op het voorkomen hiervan volgens het drietal 'vasthouden, bergen, afvoeren'. Gemeenten hebben zich beziggehouden met het ruimer maken van de riolering, het regenwater afkoppelen en meer ruimte voor water gemaakt, zoals in openbaar groen (wadi's) en op straten. De waterschappen hebben zich meer beziggehouden met het creëren van opvangmogelijkheden voor het regenwater en hebben het afvoersysteem geoptimaliseerd (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Ministerie van Economische Zaken, 2017).

In stedelijke gebieden of gebieden met veel verhard oppervlak geven de extreme buien de grootste impact. Het regenwater moet via de riolering en wegen wegstromen en omdat de riolering niet geschikt is in een korte tijd zo veel water af te voeren, stroomt het water richting lage plekken en richt overlast en schade aan (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Ministerie van Economische Zaken, 2017).

Droogte en hittestress

Ook hitte en droogte veroorzaken in Nederland voor grotere problemen en schade. In stedelijke omgevingen is het vaak warmer als in de omgeving. Dit heet het hitte-eiland effect. De zomers worden volgens de klimaatscenario's van het KMNI alleen maar warmer in 2050. Bij hittestress speelt niet alleen temperatuur een rol, maar ook schaduw, ventilatie en luchtvochtigheid. Er leeft weinig urgentie voor het voorkomen van hittestress. Pas in de laatste jaren is er meer informatie beschikbaar gekomen over de gevolgen hiervan. Een aantal partijen hebben al instrumenten ontwikkeld en ingezet, van deze partijen valt veel te leren. Zo hebben deze partijen aanpassingen gemaakt in de openbare ruimte, zoals vergroening en herinrichting. (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Ministerie van Economische Zaken, 2017)

Er wordt pas van droogte gesproken wanneer er te weinig water is in de bodem van voldoende kwaliteit en in het watersysteem beschikbaar is. De gevolgen nemen toe bij een langdurige droogte (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Ministerie van Economische Zaken, 2017).

Droogte heeft vaak pas op de lange termijn impact. Hitte neemt in de stad sterk toe bij droogte, dit blijkt uit een studie van Deltares (Ecosystem services provision: dependence of water quality and quantity, Deltares, 2016). De oorzaak ligt bij dat bomen en planten bij droogte in de stad 50% minder verdampen dan als de omstandigheden normaal zijn. Hierdoor vallen hittestress en droogte samen aan te pakken. Effectieve manieren om verdroging tegen te gaan zijn:

- Minder ondoordringbare verhardingen;
- Het afkoppelen van regenwater;
- Meer oppervlaktewater (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Ministerie van Economische Zaken, 2017).

Het effect hittestress heeft geen effect op het rioleringssysteem. Het effect droogte heeft wel effect op het rioleringssysteem, met name bodemdaling. Hierdoor kan het riool verzakken en kan er water weglopen in de bodem of infiltreren in het riool. Ook kan droogte voor problemen zorgen bij brand. Door de droogte verdampt er veel water, toch heeft de brandweer bij een grote brand veel water nodig. Dit kan uit het riool worden gehaald. Dit is ook het geval bij Smokkelhoek. Hier fungeert de hemelwaterafvoer vanaf het gemaal Handelsweg tot aan de spindelschuif aan de oostkant van het bedrijventerrein als secundaire brandweerleiding.

2.5.3 Gebruikte maatregelen

Door de klimaatverandering en extremere regenval moet het riool steeds meer water verwerken. In bijlage 17 zijn voorbeelden beschreven die gebruikte kunnen worden om wateroverlast te beperken.

2.6 Actoren

Op het bedrijventerrein bevinden zich verschillende bedrijven en bedrijfswoningen. Om erachter te komen welke actor(en) de grootste invloed op het gemeentelijk rioleringsstelsel heeft/hebben, is het nuttig om te weten wie er op het terrein bevinden. Ook is het nuttig om de perceelgrenzen te weten in verband met de mogelijke duurzame oplossing die toegepast kan worden.

2.6.1 Actoren en kadaster

De gemeente Kapelle is de grootste actor op het bedrijventerrein Smokkelhoek. Maar omdat de gemeente het al beheerd wordt deze automatisch al meegenomen. In bijlage 13 is een lijst te vinden met actoren, adres, perceelnummer en oppervlakte van het perceel.

Vanuit de gemeente Kapelle is een lijst versterkt met alle bedrijven op basis van adressen. De betreffende wegen zijn: Middenweg, Fleerbossewegje, Fleerbosseweg, Handelsweg, Jufferswegje, Nijverheidsweg, Veilingweg, Rijksweg, Ambachtsweg, Kloosterweg, Kloosterpoort en Amfoor. Op basis van de adressen en het kadaster van het waterschap Scheldestromen is achterhaald wie op welk perceel zit en wat de oppervlakte van dat perceel is.

De lijst met actoren is niet helemaal accuraat. Een aantal van de gebouwen zijn units die verhuurd worden. Het is moeilijk te achterhalen wie er in deze units zitten en gezien de omvang zijn deze units minder relevant voor het onderzoek. In bijlage 18 wordt het kadaster weergegeven met nummer die overeenkomen met de actor in bijlage 19.

3. Methode

In de methode wordt besproken wat er species gedaan gaat worden en hoe dat wordt gedaan. Dit wordt uitgelegd per sub vraag.

De onderzoeksvraag is een open vraag omdat in tegenstelling tot een gesloten vraag niet bekend is wat er verwacht wordt en omdat het een open vraag is, is het onderzoek een kwalitatief onderzoek. Dit onderzoek is een kwalitatief handelingsonderzoek omdat eerst het probleem wordt onderzocht en vastgesteld en daarna een oplossing wordt bedacht (Baarda, 2014).

Sub vraag 1: Hoe functioneert het huidige afvalwater- en watersysteem?

Om een terrein zo goed mogelijk klimaatbestendig te maken, moet er eerst bekend zijn hoe het huidige systeem eruit ziet en functioneert voordat er veranderingen aangebracht kunnen worden. Dit wordt gedaan door eerst alle informatie over het huidige systeem op te zoeken, dit is gedaan in het theoretisch kader.

Als eerste worden alle systemen en onderdelen over elkaar gelegd zodat er een zo compleet mogelijke kaart ontstaat waarop alles duidelijk is. Deze kaart wordt gemaakt met het programma QGIS. Eventuele berging van regenwater kan gerealiseerd worden in de grond. Hiervoor is informatie nodig over het bodemtype.

Wanneer alle onderdelen bekend zijn van het afwater- en watersysteem en kan achterhaald worden welke informatie mist. Door de afvalwaterproductie van actoren te achterhalen wordt duidelijk hoeveel water het rioolsysteem moet verwerken.

Om te bepalen welke actoren de grootste invloed hebben op het rioolsysteem wordt eerste bepaald wie er op het bedrijventerrein gevestigd zijn. Dit is gedaan in het theoretisch kader. Eerst wordt gekeken of de lijst meer up-to-date gemaakt kan worden. Daarna wordt gekeken wat voor activiteiten de bedrijven uitvoeren en of hier veel water bij nodig is. Hieruit wordt een lijst gemaakt met bedrijven die veel invloed kunnen hebben. Vervolgens wordt achterhaald hoeveel water deze bedrijven werkelijk verbruiken. Dit kan gedaan worden door het drinkwatergebruik op te vragen bij het drinkwaterbedrijf Evides of door naar een bedrijf toe te stappen. Van de lijst worden de drie bedrijven die het meeste water verbruiken meer in kaart gebracht. Verwacht wordt dan de Sligro een van de grootste waterverbruikers is al dan niet de grootste. Omdat het systeem van de Sligro vrij onbekend is voor de gemeente is dit zeer interessant om verder te onderzoeken. Hiervoor zal een veldbezoek nodig zijn om het systeem van de Sligro te achterhalen.

Om te controleren of het afvalwater- en watersysteem ook werkt kan een veldbezoek worden uitgevoerd. Hier kan achterhaald worden of alle onderdelen werken zoals het moet. Waar het systeem niet werkt wordt als knelpunt gemarkeerd. Tijdens het onderzoek kunnen nog onbekende factoren boven water komen. Wanneer deze nieuwe factoren van belang zijn worden deze in het onderzoek meegenomen.

Bij deze sub vraag wordt gebruik gemaakt van data-analyse en beschrijvend onderzoek (veldbezoek en interview indien nodig) (Baarda, 2014).

Sub vraag 2: Wat zijn de toekomstverwachtingen in het kader van een toegenomen regenintensiteit en droogte?

Eerst wordt bepaald voor hoeveel jaar het bedrijventerrein Smokkelhoek toekomstbestendig gemaakt moet worden tegen een toegenomen regenintensiteit en droogte in relatie met hitte. Aan dit jaartal worden verwachtingen bepaald. Wanneer de onzekerheid groot is zal er worden gewerkt

met een minimum en een maximum. Verwachtingen worden gehaald van de KMNI-klimaatscenario's.

In deze sub vraag wordt gebruik gemaakt van beschrijvend onderzoek (Baarda, 2014).

Sub vraag 3: Wat zijn de knel- en verbeterpunten in het huidige afvalwater- en watersysteem voor de toekomstverwachting?

Aan de hand van de toekomstverwachting kan het huidige systeem getoetst worden. Dit zal eerst gedaan worden met een handberekening als een indicatie. Voor de handberekening wordt verwacht de formule van Darcy-Weisbach toe te passen. Deze is als volgt: $\Delta H = \lambda * \frac{L}{D} * \frac{u^2}{2g}$ Met: ΔH = drukverlies [m] en L = leidinglengte [m].

Om te kijken of het afvalwater- en watersysteem voldoet aan de toekomstverwachting wordt de eis gehanteerd van de gemeente. Op de punten waar met de berekening water op straat komt te staan, worden gemarkeerd als knelpunten.

Hierna zal het afvalwater- en watersysteem in Infoworks gemodelleerd worden en worden getoetst aan de toekomstverwachting. Wanneer er water op straat komt te staan wordt deze gemarkeerd als knelpunt. Wanneer het systeem wel werkt maar niet optimaal wordt dit punt gemarkeerd als verbeterpunt.

In deze sub vraag wordt gebruik gemaakt van kwalitatief handelingsonderzoek omdat hier de problemen nog worden vastgesteld (Baarda, 2014).

Sub vraag 4: Hoe kan met deze verbeterpunten het afvalwater- en watersysteem toekomstbestendig worden gemaakt?

Van de knel- en verbeterpunten wordt eerst bepaald welke de belangrijkste zijn en de meest urgent zijn om op te lossen. Hierna worden verschillende maatregelen voor het betreffende punt bedacht. Om te bepalen wat de beste maatregel is, wordt gebruik gemaakt van een geschreven Multi Criteria Analyse (MCA).

In deze sub vraag wordt gebruik gemaakt van kwalitatief handelingsonderzoek omdat hier de oplossingen voor de problemen worden bedacht (Baarda, 2014).

Sub vraag 5: Wat is de uiteindelijke set van mogelijke maatregelen om het afvalwater- en watersysteem goed te laten functioneren in de toekomst?

De gekozen maatregelen worden in Infoworks toegevoegd, waarna deze worden getoetst of de maatregelen ook werkelijk werken. Wanneer dit niet het geval is wordt de betreffende maatregel in het model zodanig aangepast dat de maatregel wel werkt. Verdere specificaties van de maatregelen worden na de test in het model verder uitgewerkt in een tekening (in Autocad).

Hierna kan de hoofdvraag beantwoord worden:

Met welke set van maatregelen kan het afvalwater- en watersysteem van het bedrijventerrein Smokkelhoek zo toekomstbestendig mogelijk worden ingericht in het kader van een toegenomen regenintensiteit en droogte?

De hoofdvraag wordt beantwoord met een opsomming van knel- en verbeterpunten met hun oplossingen.

4. Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten besproken van de sub vragen. Als eerste wordt het Programma van Eisen besproken, daarna de analyse van actoren, dan de analyse van het gebied waar knel- en verbeterpunten uitkomen, de toekomstverwachting, wat de uitkomst is van de handberekening van de riolering, welke stappen zijn ondernomen in Infoworks en wat de knel – en verbeterpunten zijn, een beschrijving van mogelijke oplossingen en de uiteindelijke oplossing voor een knel- en verbeterpunt, hoe de oplossingen in Infoworks eruit ziet en als laatste de uitwerking van de oplossing.

4.1 Programma van Eisen

In het programma van eisen worden de eisen besproken die van toepassing zijn op dit onderzoek. Eisen komen vanuit verschillende invalshoeken en zijn verdeeld in de projectgrenzen, randvoorwaarden, eisen van de opdrachtgever, technische eisen en eisen vanuit de omgeving.

4.1.1 Projectgrenzen

De projectgrenzen zijn grotendeels al besproken in het theoretisch kader. Hier volgt een opsomming van de grenzen en uitbreiding waar nodig:

Dit onderzoek wordt uitgevoerd van februari 2018 tot en met juni 2018. Op 10 juni 2018 moet het eindrapport en het portfolio worden ingeleverd, hierop volgt een go/no go voor de presentatie. In week 26 (2018) wordt er een presentatie gehouden over het onderzoek. De uitkomst van de casus wordt voorgedragen aan de gemeente Kapelle.

Het onderzoeksgebied is het bedrijventerrein Smokkelhoek. De woningen die geen relatie hebben met de bedrijven op het bedrijventerrein (woningen aan de Smokkelhoekweg en Abdijstraat) worden niet meegenomen in het klimaatbestendig maken van het gebied met betrekking tot eventuele maatregelen bovengronds, maar worden wel meegenomen met het bepalen van de totale hoeveelheid afvalwater in het gebied mits deze afstroomt op het rioleringssysteem van Smokkelhoek. Omdat het bedrijf Coroos een eigen afvalwatersysteem heeft en niet loost op het gemeentelijke rioleringssysteem, maar op de Westerschelde, wordt Coroos niet behandeld in dit onderzoek.

Voor dit onderzoek wordt alleen rekening gehouden met wateroverlast door extreme regenbuien (kort hevig nat en lang nat) en langdurige en extreme droogte (in relatie tot hitte). Vanuit droogte wordt er gekeken naar de functie dat de hemelwaterafvoer dient als secundaire bluswatervoorziening en eventuele waterberging. Er wordt pas van droogte gesproken wanneer er te weinig water van voldoende kwaliteit in de bodem en in het watersysteem beschikbaar is. Hitte wordt betrokken bij dit onderzoek, omdat hitte in bebouwd gebied sterk toeneemt bij droogte. Droogte en hitte kunnen dus samen aangepakt worden.

Een watersysteem heeft vele onderdelen, maar niet alle onderdelen worden meegenomen in dit onderzoek. Flora, fauna en waterkwaliteit worden toegerekend als onderdeel van een watersysteem, maar deze vallen buiten de scope van dit onderzoek en zullen dus niet behandeld worden. Eveneens vallen de onderwerpen waterkeringen en ondersteunende kunstwerken, behalve duikers, buiten de scope van dit onderzoek.

In dit onderzoek wordt de nadruk gelegd op het afvalwater- en watersysteem de volgende systemen. Hiertoe behoren de volgende onderdelen: oppervlaktewater, huishoudelijk afvalwater, afvloeiend hemelwater, bedrijfsafvalwater, stedelijk afvalwater en ander afvalwater. In dit onderzoek zal voornamelijk stedelijk afvalwater voorkomen.

Met het grondwatersysteem wordt beperkt rekening gehouden.

Door de geringe kwel wordt dit verder niet behandeld. Ook infiltratie, drainage en rioolvreemd water wordt verder niet uitgewerkt, omdat deze onderdelen niet direct van invloed zijn op het functioneren van het afvalwater- en watersysteem in Smokkelhoek. Infiltratie is minimaal, omdat de grond grotendeels uit klei bestaat. Waterberging in de grond zal daarom ook minimaal zijn. Rioolvreemd water is tevens beperkt, omdat een riool al waterdicht hoort te zijn. Rioolvreemd water is meer dan dat. Het gaat ook over foutieve aansluitingen van drainage op de riolering of het binnenstromen van oppervlaktewater. De gegevens van de gemalen (draaiuren) geven geen aanleiding om hier uitgebreid onderzoek naar te doen.

Omdat het moeilijk is te achterhalen wie gebruik maakt van de bedrijfsunits en gezien de omvang van de afvalwaterlozingen zijn deze units van weinig invloed op het functioneren van het afvalwater- en watersysteem. Deze units zullen daarom niet in detail worden uitgewerkt binnen het onderzoek.

Voor de verharding wordt de verhardingstekening, verstrekt van NU-adviesbureau, aangehouden. Wanneer er bekend is dat er verharding bij is gekomen, wordt deze verharding toegevoegd. Onbekende stukken verharding worden niet meegenomen.

4.1.2 Eisen vanuit de opdrachtgever

Vanuit de opdrachtgever zijn de volgende eisen gegeven:

Er mag niet gebouwd worden (boven- of ondergronds) op en langs de leidingstrook die tussen de Rijksweg en Kloosterpoort ligt. Hier mag geparkeerd worden, maar niet door vrachtwagens.

De maatregelen die worden gekozen moeten invulling geven aan het toekomstbestendig inrichten van de openbare ruimte in relatie tot de drie gemeentelijke zorgplichten: grondwater, regenwater en afvalwater.

De gemeente Kapelle heeft een nieuwe ambitiematrix gemaakt voor planperiode 2017-2021 waarin staat dat *“Wateroverlast kan optreden bij een neerslagsituatie die statistisch gezien eenmaal per 5 jaar voor kan komen, schade wordt actief voorkomen”*, blz. 23 van het Verbreed Gemeentelijk Rioleringsplan Kapelle 2017-2021. De ambities zijn verwerkt in een toetsingskader naar doelen, aan deze doelen zijn eisen, maatstaven en meetmethoden gegeven (bijlage 3 van het Verbreed Gemeentelijk Rioleringsplan Kapelle 2017-2021(VGRP)). Aan de doelen en eisen die geformuleerd zijn in het toetsingskader wil de gemeente Kapelle voldoen. De eisen die van toepassing zijn vanuit bijlage 3 van het VGRP:

- De instroming van het hemelwater in het gemeentelijke rioleringsstelsel mag niet meer dan 75 lit/sec/ha bedragen. Het overige water moet eerst op eigen terrein worden geborgen. Deze eis is geformuleerd om te voorkomen dat het regenwatersysteem overbelast raakt (NU-adviesbureau, Verbreed Gemeentelijk Rioleringsplan Kapelle 2017-2021, 2017).;
- Afvalwaterafvoer mag niet meer dan 15% gevuld zijn;
- Bij bestaande hemelwaterstelsels geldt dat bij bui 08 geen water op straat mag komen te staan en bij nieuwe regenwaterstelsels geldt dat bij bui 09 en bui 10 geen water op straat mag komen te staan.

Het doel voor de gemeente Kapelle is dat er geen hemelwater vanuit de openbare ruimte binnenstroomt in gebouwen.

Vanuit het bestemmingsplan (Smokkelhoek Bestemmingsplan, 2013, blz. 108) geldt dat een perceel voor 80% bebouwd mag zijn. De overige 20% mag niet bebouwd zijn, maar kan wel verhard zijn.

Omdat er niet bekend is wat er met het bedrijventerrein gaat gebeuren in de toekomst, wordt ervan uit gegaan dat de percelen die nu open staan voor verkoop volledig bebouwd gaan worden (RBOI adviseurs ruimtelijke ordening, 2013).

Omdat de toekomst niet te voorspellen valt, is er voor een toekomstverwachting gekozen van 40 jaar. Dit is een overzichtelijke periode qua toekomstverwachtingen. Naarmate er verder in de tijd gekeken wordt, gaan de verwachtingen sterker uiteen lopen. Ook wordt er rond 2060 groot onderhoud in het gebied verwacht, gebaseerd op de (rest)levensduur van de aanwezige voorzieningen.

Het waterschap stelt als eis dat er voor alle nieuwe verharding 75 mm waterberging per m² verharding gerealiseerd wordt ter compensatie. De gemeente Kapelle heeft al aan deze eis voldaan, omdat er voldoende waterberging gerealiseerd is in de vorm van een wateroppervlak aan de noordoostzijde van de Smokkelhoek (Waterschap Scheldestromen, Richtlijnen waterbeheer voor planontwikkeling in bebouwd gebied, 2013).

Vanuit het waterschap geldt ook een eis dat er vanuit de gemeente maximaal 10 mm per etmaal afgevoerd mag worden richting de polder (Waterschap Scheldestromen, Nota vergunningenbeleid waterbeheer Scheldestromen 2012, 2012).

4.1.3 Randvoorwaarden

Randvoorwaarden voor dit onderzoek zijn: een Programma van Eisen maken, varianten opstellen en beoordelen, een handberekening maken en een technische tekening maken.

Eerst moet de huidige situatie bekend zijn en worden uitgezocht. Dan wordt de toekomstverwachting bepaald en worden de eisen opgesteld. Hierna wordt er een handberekening gemaakt en wordt het bedrijventerrein gemodelleerd en getest. Daarna worden er varianten opgesteld en beoordeeld. Als laatste worden de maatregelen verwerkt in het model en uitgewerkt.

Dit onderzoek resulteert in maatregelen die genomen kunnen worden om het bedrijventerrein toekomstbestendig in te richten. Deze maatregelen worden tekstueel beschreven in een lijst.

4.1.4 Technische eisen

Voor eisen aan de riolering wordt van de Leidraad Riolering, module C2100, Rioleringsberekeningen, hydraulisch functioneren uitgegaan en wordt de NEN 3398 'Buitenriolering – Onderzoek en toestandsbeoordeling' aangehouden.

4.1.5 Eisen vanuit de omgeving

Er zijn geen directe eisen uit de omgeving voor dit onderzoek. Wel kan rekening gehouden worden met het algemene principe dat er zo min mogelijk overlast voor de omgeving wordt veroorzaakt en als er werkzaamheden worden uitgevoerd dat deze aansluit op de eisen van het Verbreed Gemeentelijk Rioleringsplan.

4.2 Actoren

In dit hoofdstuk wordt besproken welke actoren de grootste invloed hebben op het afval- en hemelwatersysteem. Eerst wordt er gekeken naar de vuilwaterafvoer aan de hand van gegevens die verstrekt zijn van Evides. Daarna wordt het systeem van de Sligro besproken en of hier veranderingen moeten worden aangebracht. Als laatste wordt de hemelwaterafvoer besproken aan de hand van de grote van het verharde oppervlak per perceel.

4.2.1 Droogweerafvoer

In het theoretisch kader is een lijst opgesteld met actoren, adressen, perceelnummer en oppervlakte van het perceel. Om te bepalen welke actoren de grootste invloed hebben op het gemeentelijke rioolsysteem zijn de activiteiten per actor bepaald en is het waterverbruik gegeven voor bepaalde postcodes door Evides. In het kader van de Wet bescherming persoonsgegevens (Wbp) en Algemene verordening gegevensbescherming (AVG) kunnen er alleen gegevens verstrekt worden per postcode mits de postcode vier of meer aansluiting/verbruikers heeft. Door de Wbp en AVG zijn er geen gegevens voor de postcodes 4421 SE, 4421 JG en 4421 SM beschikbaar. Het waterverbruik geldt voor alle bedrijven samen per postcodegebied. Zie bijlage 19.

De activiteiten zijn verdeeld in 4 categorieën: productie, opslag, units en overig. Onder productie vallen actoren die producten produceren, bewerken en verkopen op de locatie. Onder opslag wordt verstaan het opslaan van materialen voor later gebruik en distributie. Onder units vallen alle gebouwen die aan particulieren worden verhuurd. Onder overig valt alles wat niet te maken heeft met produceren en bewerken van producten, opslag en units. Alle autohandelaren en garages vallen onder overig.

Door het waterbedrijf Evides zijn waterverbruik gegevens verstrekt over het jaar 2017 in m³. Door de activiteiten te koppelen aan het waterverbruik is (gedeeltelijk) te achterhalen welke actoren het meeste water verbruiken en dus lozen op het gemeentelijke rioleringsysteem. Er wordt vanuit gegaan dat er evenveel water geloosd wordt als dat er verbruikt wordt.

Juffertjesweg (4421 JB) heeft meer aansluitingen dan in de tabel beschreven, dit zijn woningen die niet op het bedrijventerrein zitten en dus ook niet worden meegenomen. Omdat de Juffertjesweg aansluit op de riolering die op het gemaal Biezelingse loost, wordt deze niet verder meegenomen in het onderzoek.

Opvallend zijn de postcodes 4421 SJ en 4421 SN. Hier zijn weinig aansluitingen maar er is veel waterverbruik. Bij 4421 SJ (Handelsweg) is waarschijnlijk de grootste verbruiker Van Marcke Food Group B.V. omdat deze fruit- en groentechips produceert en de andere drie bedrijven transportbedrijven en units zijn. Een andere grootverbruiker is vermoedelijk Top Taste (4421 SN, Kloosterpoort) omdat deze uien verwerkt en hier veel water bij verbruikt wordt.

Nog een grootverbruiker is vermoedelijk Farm Pack B.V., 4421 SG, Nijverheidsweg. Onder deze postcode valt ook de Sligro. Uit de informatie die verkregen is van Sligro verbruikte het bedrijf in 2017: 2.750 m³ water, dit is 41% van de 6.659 m³. Farm Pack B.V. verbruikt vermoedelijk het overige deel van het water, ongeveer 3.900 m³/jaar, omdat Maas & Hagoort Lampen B.V. adviseert en ontwerpt en daarvoor geen groot waterverbruik nodig heeft en 2W Logistiek B.V. enkel parkeert achter het terrein van de Sligro.

De drie grootste waterverbruikers zijn:

1. Van Marcke Food Group B.V.	17.871 m ³ /jaar	2,040 m ³ /uur
2. Top Taste	15.615 m ³ /jaar	1,783 m ³ /uur

3. Farm Pack B.V.

3.900 m³/jaar

0,445 m³/uur

Hoeveelheden gaan over de gehele postcode, behalve Farm Pack.

De overige actoren hebben geen grote invloed op het gemeentelijk systeem omdat de hoeveelheden over meer actoren verdeeld zijn. Overige grootverbruikers verbruiken ongeveer 2.000 m³/jaar (Sligro DC Kapelle, Fruit Packing Zeeland B.V., OK Nutripet B.V.). De omvang van de droogweerafvoer zou ook gebruikt kunnen worden voor het bepalen van de hoogte van de rioolheffing.

Het gemaal Biezeling, waar al het vuilwater wordt verpompt van Kapelle, Biezeling en bedrijventerrein Smokkelhoek richting de rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI), heeft een capaciteit van 635 m³/uur. Dit is een gemeten capaciteit (NU-adviesbureau, Basisrioleringsplan Kapelle en Biezeling, 2017). Omdat het gemaal Biezeling al het vuilwater uit het totale gebied verpompt, is dit een goed vergelijkingspunt.

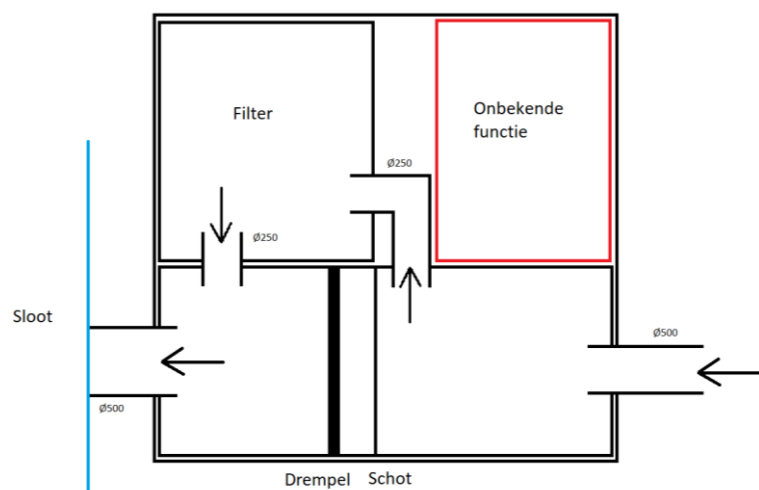
Van Marcke Food Group B.V. loost maar 0,31% van het water dat het gemaal kan verpompen. Top Taste loost maar 0,28% van het water dat het gemaal kan verpompen. Farm Pack B.V. loost maar 0,07% van het water dat het gemaal kan verpompen. Dit zijn kleine hoeveelheden. In totaal loost het bedrijventerrein Smokkelhoek maar 5,8 m³/uur op het gemaal Biezeling. Dit is minder dan in het BRP Kapelle en Biezeling is aangenomen. Het verschil is dat het waterverbruik is opgevraagd en dit gedetailleerdere informatie geeft. Het bedrijventerrein heeft dus qua vuilwaterbelasting maar een kleine invloed op het gemaal.

4.2.2 Sligro

De Sligro heeft één aansluiting op het gemeentelijke afvalwatersysteem en vermoedelijk één aansluiting op de regenwaterriolering. Ook heeft Sligro een lozingspunt op de sloot naast Nijverheidsweg. Dit is een vrij uitstroompunt van het regenwaterstelsel.

Omdat de Sligro niet veel water verbruikt en dus loost, volstaat één aansluiting op het afvalwatersysteem. Het afvalwater wordt samen met het afvalwater van Farm Pack B.V. verpompt naar de Handelsweg (lozingspunt put: B13056).

Omdat de Sligro een groot verhard oppervlak heeft, stroomt er veel regenwater af. Het zuidelijke deel van het terrein stroomt via de regenwaterriolering af naar het zuidelijkste punt van het oppervlaktewater naast de Nijverheidsweg. Of hier al het verharde oppervlak op staat aangesloten is onbekend. Dit lozingspunt bestaat vermoedelijk uit één grote put met vier deksels. Het regenwater komt eerst in de injectieput, vanuit deze put stroomt het water richting een filter, van het



Figuur 14, Filter bij Sligro

filter richting de 'uitstroomput' en dan richting het oppervlaktewater, zie figuur14. Het is de vraag of het filter nog naar behoren werkt. Dit was niet te controleren tijdens het veldbezoek. Hieruit volgt een aanbeveling om het filter te laten controleren.

Hier is geen extra uitstroompunt nodig omdat de sloot voldoende groot is (3564 m^3) om die hoeveelheid water aan te kunnen ($2750 \text{ m}^3/\text{jaar}$). De sloot is een kopsloot, dit betekent dat het eerste water dat in de sloot komt van Sligro is.

In de noordwesthoek van het terrein zit nog een stuk hemelwaterafvoer. Hier zijn inspectiebeelden van gemaakt. Uit deze beelden is niet duidelijk wat er op de riolering zit aangesloten. Op de inspectiebeelden is ook te zien dat het riool chemisch is aangetast onder de waterlijn. Hier is het beton ontkalkt. Het kalk wordt omgezet in gips, wat gemakkelijk wegspoelt. Hierdoor blijft alleen het grind over, dit is goed te zien op de inspectiebeelden. Meestal gebeurt de ontkalking boven de waterlijn door methaangassen.

4.2.3 Hemelwaterafvoer

Voor de hemelwaterafvoer wordt gekeken naar welk perceel de grootste invloed heeft op de riolering. Dit volgt uit de hoeveelheid verharding die afstroomt naar de regenwaterriolering. Hiervoor zijn de actoren die buiten het onderzoeksgebied vallen uit de tabel gehaald. Dit betreft Coroos aan de Middenweg en de straat Juffertjesweg.

De actoren met de grootste oppervlaktes zijn:

1. Sligro DC Kapelle	77742 m ²	11,2 %
2. Coroos	62030 m ²	9,0 % Loost direct op oppervlaktewater
3. Sikotrans B.V.	23737 m ²	3,4 %
4. Hoondert Staalbouw B.V.	17410 m ²	2,5 %
5. Fruit Packing Zeeland B.V.	15530 m ²	2,2 %
6. Ok Nutripet B.V.	15150 m ²	2,2 %
7. Woonhuis, is privaat	14230 m ²	2,1 %
8. Loodsen van Hapro	12984 m ²	1,9 %
9. Top Taste B.V.	11715 m ²	1,7 % Nummer 2 in waterverbruik
10. Van Marcke Food Group B.V.	9915 m ²	1,4 % Nummer 1 in waterverbruik

In deze lijst valt op, dat ook de grootste waterverbruikers terugkomen, al hebben deze niet de grootste oppervlaktes. Deze oppervlaktes steken ver boven het gemiddelde verhard oppervlak uit van 5600 m^2 per perceel. Uitgangspunt is dat 80% bebouwd is per perceel en dus dakoppervlak is en dat de overige 20% verhard oppervlak is (volgens het bestemmingsplan). Alleen bij transportbedrijven is dit niet het geval. Hier is het terreinoppervlak groter dan het dakoppervlak. Farm Pack B.V. (nummer 3 in waterverbruik) staat op de 12^{de} plaats van oppervlakte. Het totale oppervlak van het plangebied waarmee in QGIS wordt gewerkt is 691.057 m^2 (is 69,1 ha). Coroos loost echter direct op het oppervlaktewater. Zonder Coroos hebben de 9 grootste oppervlaktes samen de grootste invloed op het regenwaterstelsel, omdat het samen 29% van het totale oppervlak is.

In vergelijking met de kernen Kapelle en Biezelinge heeft het bedrijventerrein Smokkelhoek de grootste verharde oppervlaktes en dus de grootste invloed op het regenwaterstelsel, mits deze is aangesloten op het regenwaterstelsel. Maar omdat het regenwaterstelsel van Smokkelhoek niet in verbinding staat met het regenwaterstelsel van Kapelle en Biezelinge heeft het stelsel van Smokkelhoek geen directe invloed op het regenwaterstelsel van Kapelle en Biezelinge.

4.3 Analyse

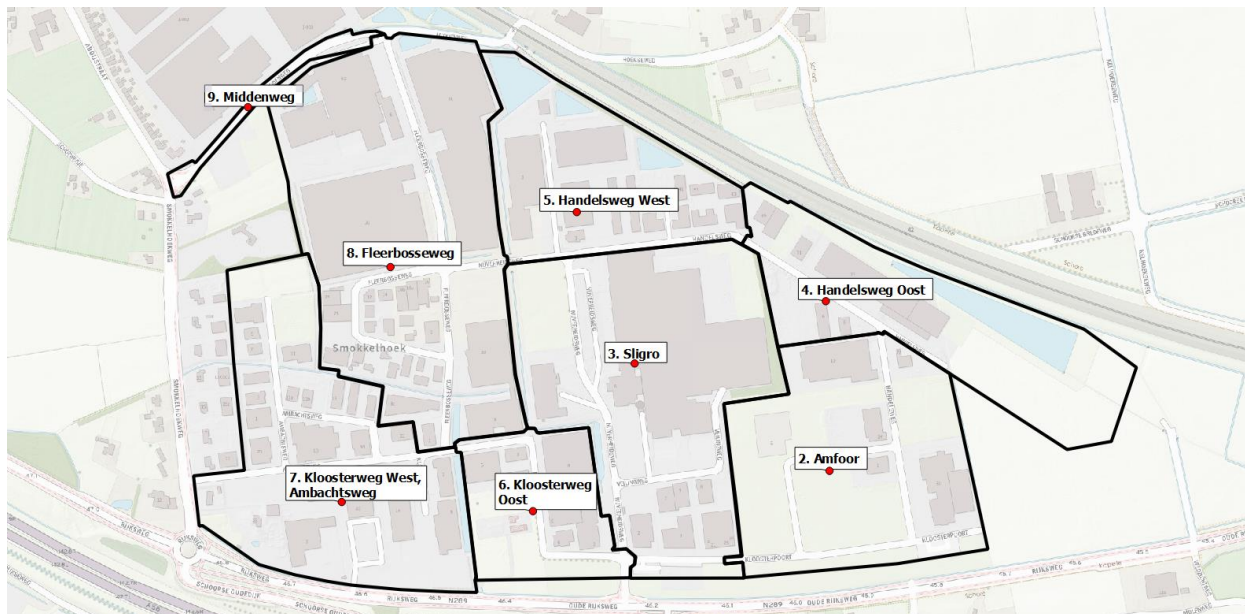
In de analyse wordt besproken wat er opvallend is aan het gebied en of dit knel- en verbeterpunten betreffen.

Het bedrijventerrein Smokkelhoek is eerst opgedeeld in kleinere gebieden om het makkelijker en overzichtelijker te beoordelen. De nummers corresponderen aan de nummers die QGIS aan de gebieden heeft gegeven (beginnend vanaf nummer 2), zie figuur 15.

Bij het analyseren van de gebieden wordt er gekeken naar:

- Het verharde en onverharde oppervlak;
- Maaiveldhoogtes;
- HWA-riolering: stroomrichting;
- Oppervlaktewater: plaats, richting, veel/weinig, obstakels, kwalitatief;
- DWA-riolering;
- Bodemabsorptie/infiltratie;
- Kabels en leidingen (wordt besproken bij kopje Overzicht);
- Perspectief in regen en droogte.

Aandachtspunten: oppervlaktes zijn op hele getallen afgerond. In de verhardingstekening is onderscheid gemaakt tussen dak en de straat. Het dak kan hellend of vlak zijn en de straat kan open verhard zijn of gesloten verhard. In de riolering is onderscheid gemaakt tussen hobbel en dal: een hobbel is wanneer een stuk riolering of maaiveld hoger ligt dan de 2 naastgelegen punten, een dal is wanneer een stuk riolering of maaiveld lager ligt dan de 2 naastgelegen punten.



Figuur 15, Overzicht gebieden

Om een goed beeld te krijgen van de ligging van de riolering is er een veldbezoek uitgevoerd op 3 april 2018, 6 april 2018 en 10 april 2018. Tijdens dit veldbezoek is de ligging van de riolering op het terrein van Sligro achterhaald en zijn op andere stukken aandachtspunten gevonden. De punten worden beschreven in de analyse van het betreffende gebied.

De analyse per gebied is te vinden in bijlage 20. Voor de analyse zijn de bijlagen 3, 4, 6, 7, 15, 16, 21, 22 en 23 nodig.

4.3.1 Overzicht analyse 2 t/m 9

In tabel 2 is een overzicht weergegeven van de knel- en verbeterpunten. In de tabel is beschreven wat de urgentie van het betreffende punt is en wat eventuele maatregelen kunnen zijn. In figuur 16 zijn de knel- en verbeterpunten aangegeven op een overzichtskaart.

Totaal is het gebied 691.057 m² groot (69,1 ha), waarvan 60,3% verhard oppervlak en 5,3% water oppervlak. Er is een aantal grote dakoppervlakken. Het grootste gedeelte van het oppervlaktewater bevindt zich aan de westkant van het bedrijventerrein. De primaire watergang langs de bedrijven VLD Hapro en Farm Pack scheidt het bedrijventerrein in tweeën. Dit is de hoofdafvoer-route van het oppervlaktewater.

Het bedrijventerrein heeft aflopende maaiveldhoogtes in oostelijke richting. De hoogste kant ligt aan de Smokkelhoekweg en het laagste punt is de oostkant bij TOP Taste. Het centrale deel van het terrein stroomt af richting de primaire watergang die in het midden ligt en stroomt daarna parallel aan het spoor naar de nieuwe waterberging die langs het spoor is aangelegd. De waterberging en de sloot langs het spoor zijn verbonden met een duiker. Alle sloten in Smokkelhoek hebben de classificatie watervoerend. Er zijn geen ecologische waarden (Waterschap Scheldestromen, /interactieve-kaarten, 2018).

De twee gesignaleerde punten, Amfoor het regenwaterstelsel en Handelsweg oost vuilwaterstelsel, kunnen al op korte termijn opgelost worden. Door de bouw van het bedrijf Lionfoods is er een knelpunt ontstaan bij de hemelwaterriolering onder de Kloosterpoort. Er zijn plannen voor gemaakt om de regenwaterriolering van Kloosterpoort (put B13623) door te trekken naar de filtervoorziening en aan te laten sluiten op put B13629 of B13700 in een L-vorm. Door het hoogteverschil kan het regenwater wel goed afstromen.

Waarom het vuilwaterstelsel zo is aangelegd is onbekend, maar hier zijn soortgelijke plannen voor in de maak als voor het regenwaterstelsel. De streng van put B13094 is al verlengd voor de bouw van Lionfoods. Het is mogelijk om het vuilwaterstelsel te verlengen parallel aan het regenwaterstelsel en dezelfde weg te laten volgen. De vraag is hier of het hoogteverschil groot genoeg is om het goed af te laten stromen. Een andere mogelijkheid is om put B13088 recht naar beneden richting put B13094 te verbinden. De aanleg van de vuilwaterriolering hangt ook af van de verkoop van percelen. Door deze onzekerheid is nog geen verder actie ondernomen om het probleem op te lossen.

Het gehele hemelwaterstelsel onder Handelsweg, Kloosterpoort en Amfoor is een bluswatervoorziening. Dit stelsel staat daarom grotendeels vol met water. Door de hoge overstort van NAP -1,50 meter wordt het water vastgehouden in dit stelsel.

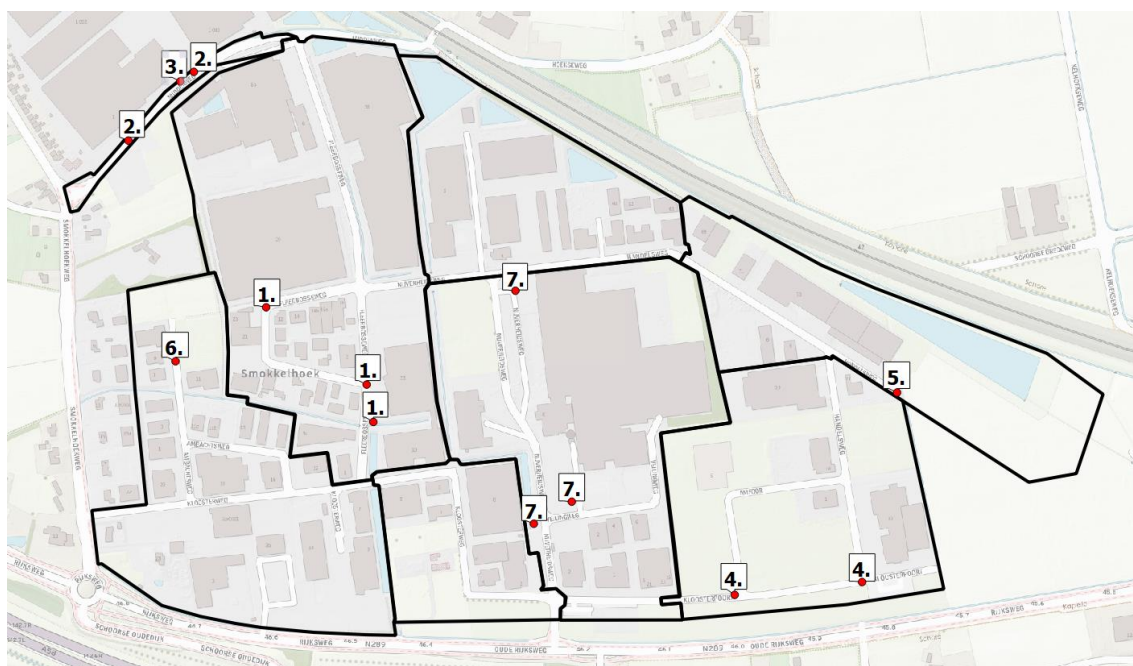
De overige ondergrondse infrastructuur die het meest van invloed is op de riolering, zijn de water- en gasleidingen. Omdat deze naast de weg liggen en er dus ruimte tussen het riool en de leidingen zit, zijn de kabels en leidingen echter niet direct van invloed op de uitkomsten van dit onderzoek. Uitzondering is de leidingenstrook tussen Kloosterpoort en Rijksweg. Deze leidingstrook valt echter buiten het onderzoeksgebied en wordt daarom buiten beschouwing gelaten. Langs de sloot naast de Fleeerbosweg ligt nog een persleiding die van Coroos loopt. Vermoed wordt dat deze privaat is en van Coroos is, volgens tekening. De persleiding sluit aan op een andere persleiding aan de Rijksweg van de gemeente Kapelle.

Over het algemeen is het bedrijventerrein goed voorbereid op extreme regenbuien. De sloten en regenwaterriolering zijn voldoende ruim gedimensioneerd. Hierdoor is duidelijk dat er al is nagedacht over de toekomst: dat er meer verharding bij gaat komen. Wanneer het bedrijventerrein vol wordt gebouwd, is het belangrijk om te overwegen om meer oppervlaktewater rond Amfoor te

realiseren. Bij Amfoor zitten nu weinig bedrijven, maar wanneer het volgebouwd wordt, treedt hier hittestress op. Oppervlaktewater kan dit tegengaan.

Urgentie	Knel- en verbeterpunten	Mogelijke maatregelen
1.	De koppelputten en overstort	- Verbinding buiten werking stellen - Knevelen - Beugel toepassen
2.	Middenweg water op straat door opstuwning in het stelsel	- Klep toepassen tegen instroming van water van Biezelingse - Minder toevoer van gemalen Kloosterweg en Handelsweg - Stoepranden toepassen - Kolken aan beide kanten van de weg toepassen - Greppel dieper maken
3.	Middenweg, werkt de drain onder greppel nog goed?	- Drain doorspuiten
4.	Amfoor/Kloosterpoort regenwaterriolering kan niet wegstromen door hoogteverschil	- Nieuw verbinding maken - Leidingen groter maken
5.	Handelsweg oost vuilwaterriolering kan niet wegstromen	- Nieuwe verbinding maken
6.	Ambachtsweg regenwater- en vuilwaterriolering putten met onbekende aansluiting	- Inspectie met camera maken
7.	Sligro is nog veel onbekend, hier is verdere inspectie met camera voor nodig	- Inspectie met camera maken

Tabel 2, Overzicht knel- en verbeterpunten

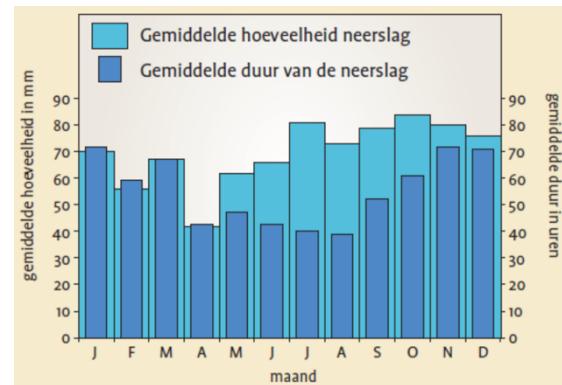


Figuur 16, Overzicht locaties knel- en verbeterpunten

4.4 Toekomstverwachting

Voorspellingen over de klimaatveranderingen lopen sterk uiteen. Hoe verder er in de toekomst wordt gekeken, hoe onzekerder de voorspelling wordt. Op dit moment valt jaarlijks ongeveer 800 mm neerslag, dit is een gemiddelde van 1981-2010. Deze neerslag valt verspreid over het hele jaar. Zie figuur 17 (KNMI, 2018).

Wateroverlast door hevige neerslag komt in Nederland steeds vaker voor. Extreme buien zullen nog vaker optreden dan nu. Op basis van de KNMI'14-klimaatsscenario's komen extreme buien in 2050 vijf keer zo vaak voor en in 2085 wel tien keer zo vaak (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Ministerie van Economische Zaken, 2017).



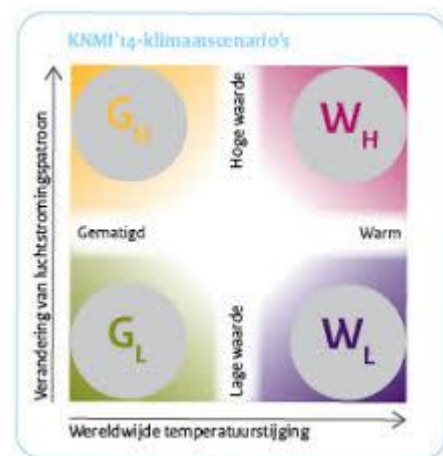
Figuur 17, Hoeveelheid en duur van de neerslag per maand (KNMI, 2018)

4.4.1 Jaarlijkse regenval

Door de onzekerheid van maatschappelijke ontwikkelingen, het uiteenlopen van voorspellingen en verandering van gebruik van het bedrijventerrein kan er niet te ver in de toekomst worden gekeken. Om een realistische voorspelling te maken, wordt dan ook niet te ver vooruitgekeken. Dit is ook de wens van de gemeente Kapelle. Aan de hand van deze redenen is 2050 een goede indicatie. Dit geldt, ook volgens de KNMI'14-klimaatsscenario's, omdat de verwachting voor 2050 een breedte heeft van 30 jaar (2036-2065). Ook is dit een goede indicatie, omdat volgens het VGRP de riolering gemiddeld ongeveer 60 jaar mee moet gaan en er rond 2066 een grote vervangingsronde voor de riolering gepland staat (blz. 43 Verbreed Gemeentelijk Rioleringsplan Kapelle). Op deze manier kan er nu gekeken worden naar klimaatbestendigheid en in 2050 (of later) weer verder aan de hand van nieuwe voorspellingen (Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut, 2015) (Nu-adviesbureau, 2017).

In de KNMI'14-klimaatsscenario's wordt over vier scenario's gesproken, zie figuur 18. De vier combinaties zijn van twee uiteenlopende waarden: wereldwijde temperatuurstijging, Gematigd en Warm, en veranderingen van het luchtstromingspatroon, Lage waarde en Hoge waarde. Deze twee waarden beschrijven samen de hoekpunten voor de klimaatverandering die in Nederland waarschijnlijk zal voltrekken, volgens de laatste inzichten (Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut, 2015).

In de tabel van de KNMI'14-klimaatsscenario's op blz. 4 en 5 wordt er voor de rij 'Jaar, Neerslag, gemiddelde hoeveelheid' gekeken naar de grootste toename voor de scenario veranderingen voor het klimaat rond 2050. Hieruit komt voort dat voor W_L de grootste toename heeft: **5,5%**. De jaarlijkse hoeveelheid regen komt dan op ongeveer **900 mm** uit. Volgens de KNMI'14-klimaatsscenario's worden de winters in 2050 zachter, maar natter en in de zomer wordt het warmer en droger (Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut, 2015).



Figuur 18, KNMI'14 Klimaatscenario's

4.4.2 Neerslag bij herhalingstijden

In het rapport “Actualisatie meteogegevens voor waterbeheer 2015” van de STOWA zijn de KNMI’14-klimaatscenario’s vertaald naar neerslagstatistieken bij verschillende herhalingstijden en verschillende neerslagduren. Omdat de eis van de gemeente Kapelle is dat bij bestaande hemelwaterstelsels bij bui 08 geen water op straat mag komen te staan en bij nieuwe regenwaterstelsels geldt dat bij bui 09 en bui 10 geen water op straat mag komen te staan, wordt er met minimaal bui 10 gerekend in de basissituatie.

Wanneer de tabellen in het STOWA-rapport, 3.1 (huidig) en 4.1 (2050) op bladzijde 58 en 63, vanaf T=10 met tijdsduur 24 uur en W_L ‘centr’, met elkaar worden vergeleken, is te zien dat vanaf T=10 de herhalingstijden in 2050 steeds bijna verdubbelen in vergelijking met wat er nu valt. De hoeveelheid die in 2050 valt, is gelijk aan een stap meer van herhalingstijd die nu valt. Dus een T=25 in 2050 staat gelijk aan wat nu een T=50 bui is (STOWA, KNMI, & HKV lijn in water, 2015). Zie bijlage 24.

De neerslag duur van 24 uur is vergeleken omdat daar in het rapport een voorspelling is voor gemaakt.

Voor de basissituatie voor de toekomstverwachting wordt er met **T=20** gerekend omdat de T=10 in 2050 bijna evenveel is als de T=20 bui die nu valt. Bij een T=20 bui valt er 66,1 mm in 24 uur en 41,1 mm in 2 uur.

4.4.3 Verloop T=20

Omdat er zeer weinig met buien groter dan T=10 wordt gerekend, zijn de statistieken voor T=20 ook zeer moeilijk te vinden. Omdat dit tijdrovend is worden de buien verhoudingsgewijs doorgezet, gezien van de Leidraad Riolering C2100. Voor het verloop van T=20, wordt bui 10 aangehouden. Het procentuele verschil tussen bui 10 en T=20 wordt bovenop bui 10 geteld. Zie tabel 3.

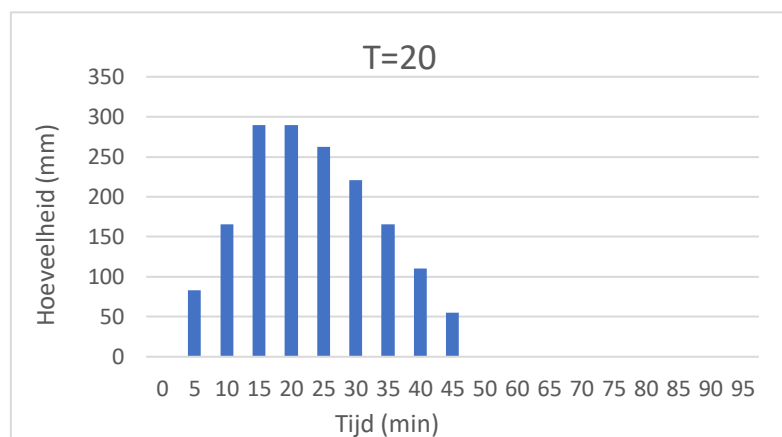
Herhalingstijd	Totale hoeveelheid	Tijdsduur	max. intensiteit [l/s/ha]
0,25	10,5	75	50
0,5	14,4	75	70
1	16,8	75	90
2	19,8	60	110
5	29,4	60	160
10	35,7	45	210
20	41,1	45	290

Tabel 3, Verschillende buien met neerslaghoeveelheden (Leidraad Riolerings C2100, 2004)

Het verloop van T=20 zal zijn:

Omdat het apart is dat er in 2 uur, 41,1 mm valt terwijl bij bui 8 in 45 minuten al 35,7 mm valt, is de 41,1 mm aangehouden voor het verhoudingsgewijs doortrekken van de buien.

Omdat T=20 een extreme bui is, is te verwachten dat er op veel plekken water op straat komt te staan.



Grafiek 1, Verloop T=20

4.4.4 Verharding

Het bedrijventerrein is nog niet volledig bebouwd. Verwacht wordt dat dit in de toekomst wel gaat gebeuren. Daarom is er een situatie doorgerekend waarin het hele terrein is bebouwd. Op dit moment infiltreert water nog in de bodem (onverhard terrein). Wanneer het terrein helemaal bebouwd is, is dit niet meer het geval. Meer water stroomt af richting het regenwaterstelsel en vervolgens het oppervlaktewatersysteem, waardoor dit zwaarder wordt belast.

4.4.5 Droogte

In de klimaatscenario's wordt kort gesproken over droogte. Er wordt gezegd dat over het optreden van droogte sinds 1950 weinig zekerheid is over de wereldwijde veranderingen. In Nederland komt droogte iets vaker voor sinds 1950. Waarschijnlijk zet deze trend door. Neerslagtekort tijdens het groeiseizoen, neerslagtekort is een indicator voor droogte, nemen in de scenario's met hoge waarden meer toe dan in de scenario's met lage waarden. De veranderingen in neerslag en verdamping, die ten grondslag liggen van de droogteberekening, stemmen hiermee in overeen. De droogte wordt dus erger in de hoge waarde scenario's, waarin de invloed van het luchtstromingspatroon groter wordt. In de scenario's voor 2050 betekent dit een hogere temperatuurstijging (gemiddelde temperatuurstijging in 2050: +2,3 °C, is 10,3 °C) en meer verdamping (potentiele verdamping (Makkink): +7%, is 598 mm) (Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut, 2015).

Dit betekent voor het bedrijventerrein dat hittestress meer zal optreden en er minder verkoeling zal zijn door het oppervlaktewater, omdat het water sneller verdampt en meer effect door de toegenomen verharding. Dit is ook terug te vinden in de klimaat effectatlas:

<http://www.klimaat-effectatlas.nl/nl/>.

4.5 Handberekening

Het doel van de handberekening is om een indicatie te krijgen van knelpunten en de uitkomst te vergelijken met de uitkomst van Infoworks. De berekening wordt gedaan over het stuk hemelwaterriolering onder de Handelsweg/Amfoor/Kloosterpoort.

Als eerste wordt het regenwaterstelsel versimpeld getekend, hiermee wordt ook gerekend. Aan de strengen worden putten toegevoegd. De putten en strengen worden genummerd. Dan wordt gekeken hoeveel verharding naar welke streng afstroomt. Alleen het water dat afstroomt vanaf de verharding wordt meegenomen, al het water dat op braak liggend terrein valt, infiltreert in de grond. Omdat onbekend is hoeveel regenwater van het terrein van Sligro komt, wordt deze niet meegenomen. Vanuit is gegaan dat Sligro al het regenwater al loost op het oppervlaktewater. Van de strengen wordt de diameter, binnenonderkantbuis (BOB) en lengte vastgesteld en worden de maaiveldhoogtes bepaald van de putten, zie bijlage 25.

Er wordt met bui 10 gerekend omdat deze gebruikt wordt voor het bepalen van de klimaatbestendigheid van het systeem en de robuustheid van het systeem. Er wordt daarbij gerekend met de piek van bui 10, te weten 210 liter/seconde/hectare.

Voor de berekening wordt uitgegaan van een worst-case scenario. Hiermee wordt bedoeld dat het water direct afstroomt, zonder vertraging, naar het hemelwaterstelsel. De volledige verharding stroomt dus af naar het regenwaterstelsel. Al het water vanaf de bovenstroomse leidingen (afkomstig van verharding) wordt afgevoerd door de leidingen verderop in het systeem. Om het debiet door de leidingen te krijgen, moet de regenintensiteit vermenigvuldigd worden met de oppervlakte.

Vanuit hier kan de druklijn over de leidingen worden berekend met de Darcy-Weisbach formule:

$$\Delta H = \lambda * \frac{L}{D} * \frac{u^2}{2g}$$

Met: ΔH = drukverlies [m] λ = frictie factor [-] L = leidinglengte [m]
 D = leidingdiameter [m] u = snelheid [m/s] g = gravitatie [m/s^2]

Als eerste wordt de snelheid berekend door het debiet te delen door de oppervlakte van de buis:

$$u = \frac{Q}{A}$$

Met: u = snelheid [m/s] A = oppervlakte buisdiameter [m^2] Q = debiet [m^3/s]

De frictie factor wordt berekend aan de hand van de White-Colebrook formule:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2 \log \left(\frac{3.71 * D}{k} \right)$$

Met: k = wandruwheid [m]

Volgens het boek Toegepaste vloeistofmechanica, hydraulica voor waterbouwkundigen van ir. I. W. Nortier en ir. P. de Koning, ligt de wandruwheid voor beton tussen de 2 en de 5 mm (Nortier & de Koning, 2000). Omdat er met een standaardwaarde in Infoworks wordt gewerkt, wordt deze waarde ook in de handberekening aangehouden: 3 mm.

Met deze informatie wordt de drukhoogte berekend. De drukhoogte wordt boven het waterpeil opgeteld. Omdat de laagste overstort op NAP -1,50 meter zit, staat het regenwaterstelsel tot NAP -1,50 meter vol. Dit is het waterpeil waar de drukhoogte bovenop wordt geteld.

4.5.1 Resultaten handberekening

Om de drukhoogte te laten zien worden vier verschillende strengen in de tabel gezet en doorgerekend. Dit betreft de volgende strengen tussen de onderstaande putten. Zie bijlage 26.

- 9 t/m 1;
- 9 t/m 17;
- 9 t/m 15 via 12;
- 9 t/m 15 via 16.

Bij de putten 1 t/m 4 komt water op straat te staan. Dit kan komen doordat er een overstort bij put 3 zit. Het water wat op straat komt te staan, blijft in de goten langs de weg liggen. Wanneer de goten de hoeveelheid water niet aan kunnen, blijft het water op de weg liggen en kan het naar de berm lopen. Dit hangt af van de maaiveldhoogtes van de bermen. De weg ligt onder een klein verhang, met het laagste punt bij de kruising van Handelsweg met de primaire sloot. Hier zal het water dan ook naar toe stromen over de weg. De overstort bij put 1 heeft een diameter van 0,4 meter. De hoeveelheid water wat via deze kant weg moet stromen kan niet allemaal door de leiding heen, waardoor de druk oploopt en water op straat komt te staan.

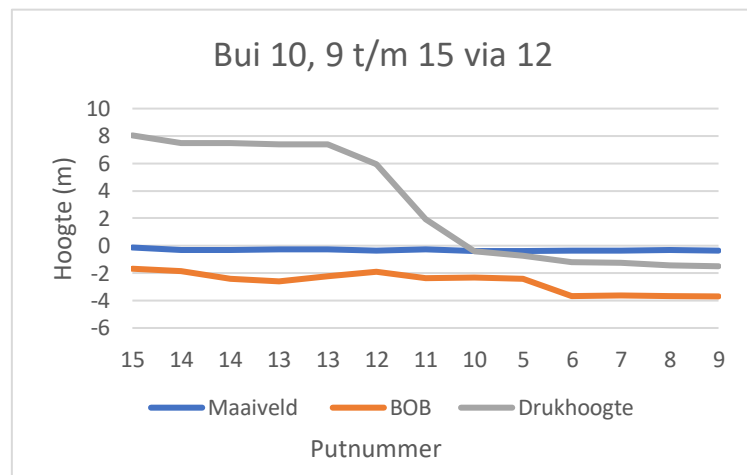
Bij de putten 11 t/m 17 komt water op straat te staan. Dit komt waarschijnlijk doordat de overstort bij put 17 nu weg is. Hierdoor zit het water bij Kloosterpoort vast. Het water kan nergens heen stromen en loopt de druk op. Ook zitten er vrij kleine leidingen in de grond in vergelijking met het overige van het regenwaterstelsel voor deze handberekening. De strengen L en K zijn waarschijnlijk niet berekend voordat deze zijn aangebracht. Door de kleine diameter komt er water op straat te staan. Het water op straat kan via de weg, bermen en het maaiveld wegllopen richting de sloot naast de Rijksweg.

In de grafiek 2 is te zien hoe de druklijn verloopt van de putten 9 t/m 15 via 12, in vergelijking met de BOB en maaiveld. In dit tracé is de grootste drukhoogte waargenomen. Hier is te zien dat de druk sterk oploopt tussen de punten 10, 11, 12 en 13. Dit zijn leidingen met een diameter van Ø500 en Ø400. De omliggende leidingen zijn minimaal een Ø600. Door deze "kleinere" leidingen loopt de druk snel op. Ook zit er op dit stuk redelijk veel verharding waardoor er veel water afgevoerd wordt naar de riolering.

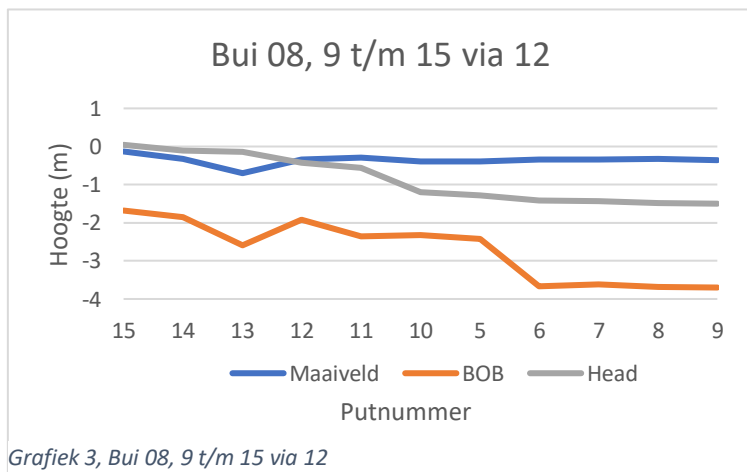
4.5.2 Bui 08

Bij bui 08 is de piek 110 liter/seconde/hectare. Wanneer dit wordt ingevuld in de berekening is te zien dat er veel minder water op straat staat. Zie bijlage 26. In grafiek 3 is te zien hoeveel water er op straat komt te staan bij hetzelfde tracé als bij bui 10. Hier is te zien dat de druklijn hetzelfde verloopt alleen met veel minder water op straat.

Water op straat treedt ook later in het rioleringssysteem op.



Grafiek 2, Bui 10, 9 t/m 15 via 12



Grafiek 3, Bui 08, 9 t/m 15 via 12

4.6 Resultaten Infoworks

Infoworks ICM, Integrated Catchment Modeling, is het eerste geïntegreerde modeleringsplatform dat zowel stedelijke als rivierstroomgebieden omvat. Met de volledige integratie van het 1D- en 2D-hydrodynamische simulatietechnieken kunnen zowel de bovengrondse als de ondergrondse structuur van stroomgebieden gemodelleerd worden. Alle stroompaden worden nauwkeurig weergegeven. Met Infoworks ICM kunnen natuurlijke en door de mens gemaakte omgevingen, hydraulica en hydrologie, in één enkel model geïntegreerd worden (Innovyze, 2018).

Voor de modellering van Smokkelhoek wordt het bestaande model als basis gebruikt dat gemaakt is voor het BRP Kapelle en Biezelingse verbeterd. Vervolgens zijn hierin verbeteringen aangebracht. Dit betreft onder andere de riolering, die tijdens het veldbezoek is achterhaald, in getekend met de juiste waarden: BOB, maaiveldhoogte en richting. Ook wordt het oppervlaktewater toegevoegd met de juiste waarden: maaiveldhoogte, profiel en richting. Zie figuur 19.



Figuur 19, Overzicht model Infoworks (Infoworks, 2018)

De kernen van Kapelle, Biezelingse en Wemeldinge sluiten aan op gemaal Biezelingse.

4.6.1 Bui 08

Bij bestaande hemelwaterstelsels geldt dat bij bui 08 geen water op straat mag komen te staan. Daarom wordt eerst gekeken of de uitkomsten van het model bij bui 08 overeenkomen met het BRP Kapelle en Biezelingse.

In het BRP Kapelle en Biezelingse komen weinig punten naar voren met water op straat: Middenweg, Fleebosseweg, Kloosterweg en Nijverheidsweg. Zie figuur 20.



Figuur 20, Knelpunten BRP (NU-adviesbureau, Basisrioleringsplan Kapelle en Biezelingse, 2017)

In het aangepaste model komen dezelfde punten naar voren, maar ook nog enkele nieuwe locaties:

Middenweg,

Fleerbosseweg,

Ambachtsweg,

Kloosterweg, Sligro

terrein, Kloosterpoort en

Amfoor. Zie figuur 21. In

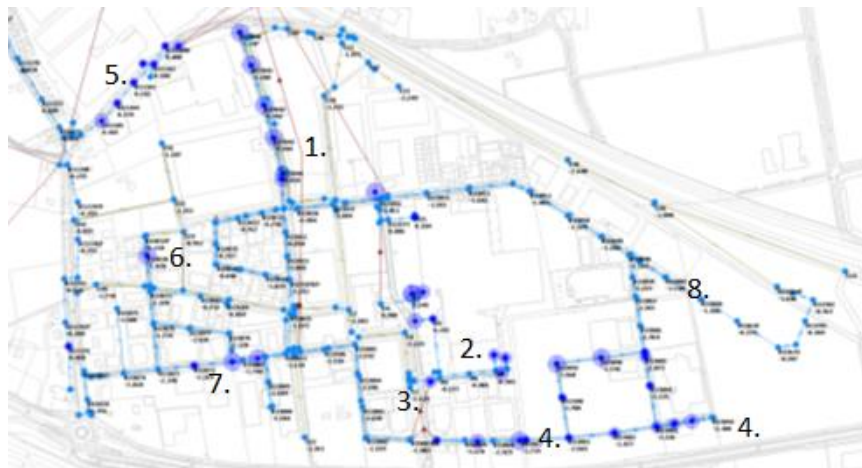
dit figuur is de maximale

waakhoogte te zien. De

blauwe punten zijn de

punten waar water op

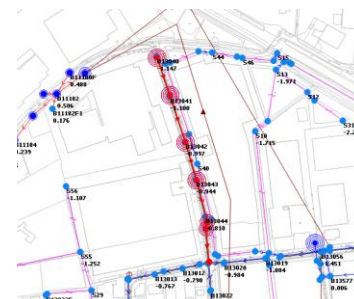
straat staat. Hoe meer kringen, hoe meer volume in water er op straat staat. Het nummer ernaast is het putnummer en het nummer onder het putnummer is de waakhoogte. De waakhoogte is het verschil tussen de druklijn en het maaiveld.



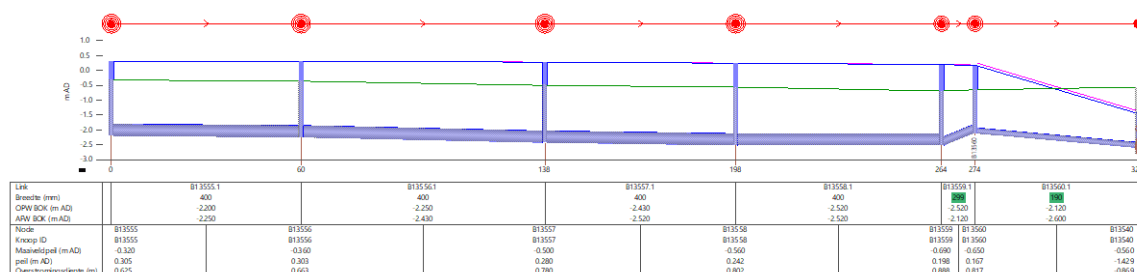
Figuur 21, Knelpunten Infoworks (Infoworks, 2018)

Alle punten die naar voren komen uit het verbeterde model komen ook terug in het BRP. Daarnaast zijn er enkele nieuwe locaties bijgekomen. Dit is te verklaren doordat er in het verbeterde model meer gedetailleerde informatie is gebruikt en de meest recente situatie weergeeft: de overstort langs de Fleerbosseweg is niet aanwezig, op het terrein van de Sligro is riolering opgenomen en het regenwaterstelsel bij de Handelsweg/Amfoor/Kloosterpoort is aangepast (overstort aan het einde van Kloosterpoort en halverwege Handelsweg is verwijderd, hier is de filtervoorziening voor terug gekomen). Zie bijlage 27 voor resultaten van de modelberekening van bui 08.

Het water op straat bij Fleerbosseweg (nummer 1 in figuur 21) is te verklaren doordat de overstort, aanliggend aan put B13559, afgedopt is volgens inspectiebeelden. Hierdoor moet het water via een Ø190 mm leiding richting de koppelputten afstromen, terwijl het voor de overstort via een Ø400 mm leiding afvoerde. Hierdoor loopt de drukhoogte snel op en komt er water op straat te staan. Zie figuren 22 en 23.

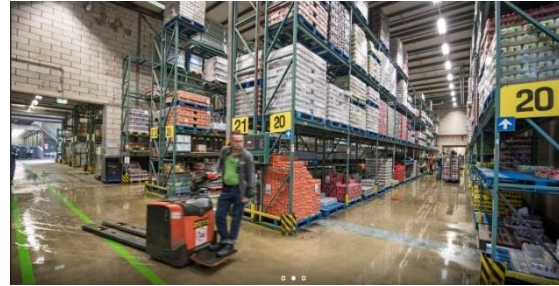


Figuur 22, Plaats doorsnede Fleerbosseweg (Infoworks, 2018)



Figuur 23, Doorsnede Fleerbosseweg (Infoworks, 2018)

Op het terrein van de Sligro (nummer 2 in figuur 21) komt ook veel water op straat te staan. Omdat er te weinig informatie bekend is over de riolering op het terrein, is het niet mogelijk dit volledig op te nemen in het model. Er zijn wel meldingen bekend waar water in de laadputten blijft staan. Het water dat in de laadputten stroomt, wordt weggepompt richting de vuilwaterriolering. De laadputten sluiten beide dus aan op de pompen die het vuilwater richting gemaal Handelsweg en Kloosterpoort pompen. De pompen hebben een te kleine capaciteit om deze hoeveelheden water aan te kunnen.



Figuur 24, Wateroverlast in gebouw van Sligro (Jansen, 2018)

Het hemelwater dat van de Sligro komt en via een filter (nummer 3 in figuur 21) overstort naar de sloot, maakt gebruik van een $\varnothing 500$ mm leiding. In de put voor het filter wordt het regenwater echter via een $\varnothing 250$ mm leiding aangevoerd en vervolgens moet het nog door een filter lopen, waardoor het water sterk wordt afgeremd. Hierdoor hoopt het water zich op in de leidingen en loopt de druk ook sterk op. Dit leidt tot water op straat. Maar hiertegenover staat dat er een drijfschot en drempel in de put staat. Het schot is vanonder open, waardoor het water tussen het schot en de drempel omhoog gaat. Uiteindelijk stroomt het water over de drempel richting de sloot zonder eerst door het filter te moeten passeren. Doordat er een extra bypass is, zou er weinig tot geen water op straat moeten komen staan. In het model is te zien dat aan het einde van de Veilingweg toch water op straat komt te staan.

Doordat de overstort bij put B13623F is weggehaald kan het regenwater bij Kloosterpoort en Amfoor (nummer 4 in figuur 21) nergens meer heen behalve richting de filtervoorziening aan het einde van de Handelsweg. Maar omdat er een verschil in hoogte zit tussen Amfoor en Kloosterpoort, blijft het water ter plaatse van Kloosterpoort staan en loopt de druk snel op. Hierdoor komt er water op straat te staan. De druk loopt ook snel op door een aantal kleine leidingen van $\varnothing 400$ mm, terwijl de omliggende leidingen minimaal $\varnothing 600$ mm zijn. Dus deze leidingen hebben te weinig capaciteit voor de hoeveelheid water die wordt aangevoerd.

Het vuilwaterstelsel onder Handelsweg (nummer 8 in figuur 21) dat niet weg kan stromen, leidt volgens het model niet tot problemen. Wel is de aanbeveling om een verbinding te maken met het vuilwaterstelsel bij Handelsweg om het water te laten wegstromen.

In het model komt op de Middenweg (nummer 5 in figuur 21) water op straat te staan. Dit komt overeen met de werkelijkheid. Er zijn ook meldingen geweest van water op straat. De Middenweg maakt deel uit van het gemengde rioolstelsel en zit, via gemaal Biezellinge, rechtstreeks verbonden met de gemengde riolering in de kern Biezellinge. Deze riolering (kern, Biezellingestraat) staat volledig gevuld bij hevige neerslag en zorgt er daarmee voor dat de Middenweg en het achterliggende gebied hun water niet goed kwijt kunnen. De drukhoogte bouwt zich zo verder op en leidt in de Middenweg tot water op straat. Oplossingen liggen hier vooral lokaal in het zorgen dat het overtollige water niet binnenstroomt. In het model is het terrein van Coroos niet meegerekend als afstromend verhard oppervlak, omdat voor zover bekend is Coroos het water zelf opvangt en afvoert. Als dit in de praktijk niet het geval is, stroomt er heel veel regenwater af richting de Middenweg, waardoor het rioolstelsel met nog meer water te maken heeft dan eerst is berekend.

Bij de Ambachtsweg (nummer 6 in figuur 21) komt er op één locatie water op straat te staan. Dit is niet eerder aangemerkt als een knel- of verbeterpunt en wordt ook niet ervaren in de praktijk. Overstroming vindt waarschijnlijk plaats, omdat er in het model relatief veel verharding op een klein

deel van de riolering zit aangesloten. De Ø200 mm leidingen kunnen het water niet snel afvoeren, waardoor de druk oploopt en er water op straat blijft staan.

Ook bij Kloosterweg (nummer 7 in figuur 21) komt water op straat te staan in het model. Dit is niet eerder aangemerkt als een knel- of verbeterpunt en is ook niet ervaren in de praktijk. De drukopbouw komt waarschijnlijk door te kleine leidingen en een grote afvoer van hemelwater, omdat er heel veel verharding aangesloten is op de betreffende riolering.

De sloten (het oppervlaktewatersysteem) kunnen de hoeveelheid water die geloosd wordt volgens het model goed aan, nergens is overstroming. Dit komt overeen met de praktijk. Een punt van aandacht hierbij is wel de onderhoudstoestand van de waterlopen. Als deze sterk begroeid zijn, hebben ze minder afvoercapaciteit.

Uit deze modelberekening komt een aantal dezelfde knelpunten naar voren als in de analyse, maar ook een aantal nieuwe punten. De volgende punten zijn nieuw:

- Fleerbosseweg waar de overstort is afgedopt;
- Water in de laadputten van de Sligro blijft staan;
- Veilingweg water op straat, de filter bij de hemelwater overstort van de Sligro werkt als een vernauwing;
- Kloosterweg water op straat door kleine leidingen en groot aanbod van water.

In de onderstaande tabel (tabel 4) zijn alle knel- en verbeterpunten met urgentie weergegeven en tevens met mogelijke maatregelen.

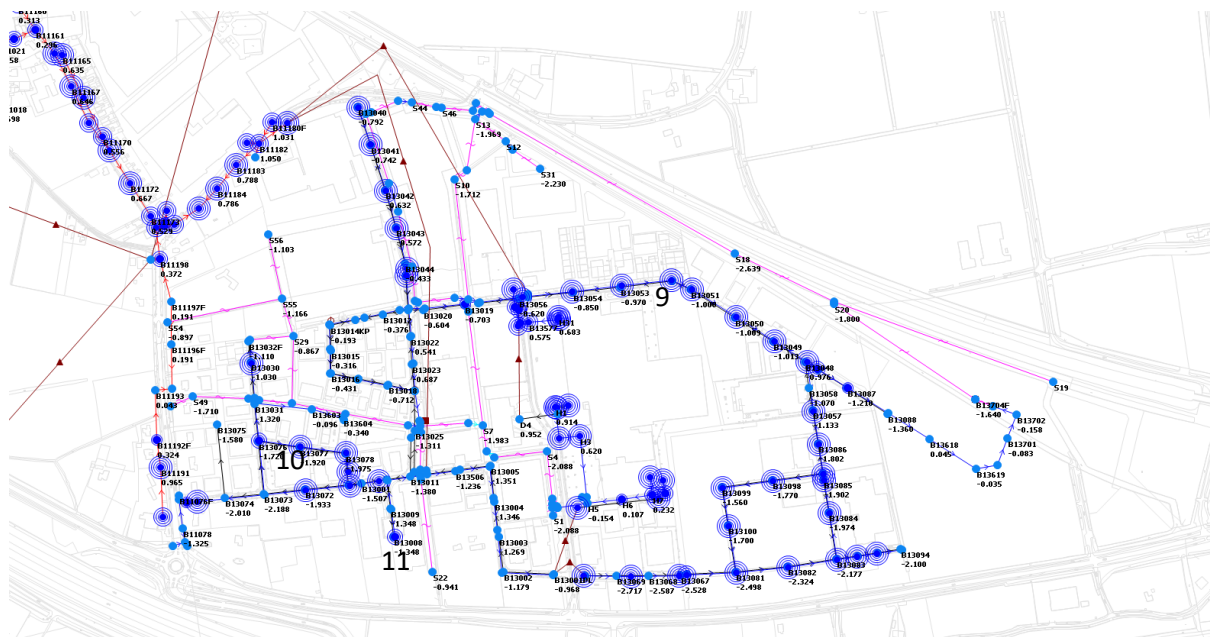
Urgentie	Knel- en verbeterpunten	Mogelijke maatregelen
1.	Middenweg water op straat door opstuwing in het stelsel	- Klep toepassen tegen instroming van water van Biezelingse - Minder toevoer van gemalen Kloosterweg en Handelsweg - Stoepranden toepassen - Kolken aan beide kanten van de weg toepassen - Greppel dieper maken
2.	Middenweg, werkt de drain onder greppel nog goed?	- Drain doorspuiten
3.	Fleerbosseweg waar de overstort is afgedopt	- Overstort weer openzetten - Grotere leiding plaatsen richting koppelpunten
4.	De koppelpunten en overstort werken niet zoals het moet	- Verbinding buiten werking stellen - Knevelen - Beugel toepassen
5.	Amfoor/Kloosterpoort regenwaterriolering kan niet wegstromen door hoogteverschil	- Nieuw verbinding maken - Leidingen groter maken
6.	Kloosterweg water op straat door kleine leidingen en groot aanbod van water	- Leidingen vergroten - Minder laten afstromen naar hemelwaterriool - Regenwaterzuiveringssysteem weghalen (is de overstort naar de sloot)

7.	Handelsweg oost vuilwaterriolering kan niet wegstromen	- Nieuwe verbinding maken
8.	Ambachtsweg regenwater- en vuilwaterriolering putten met onbekende aansluiting	- Inspectie met camera maken
9.	Sligro is nog veel onbekend, hier is verdere inspectie met camera voor nodig	- Inspectie met camera maken
10.	Sligro laadputten vol met water (DWA riolering)	- Capaciteit pompen vergroten - Wateropslag maken
11.	Veilingweg water op straat, de filter bij de hemelwater overstort van de Sligro werkt als een vernauwing	- Filter controleren op werking - Inspectiebeelden maken hoe het systeem in elkaar zit -

Tabel 4, Overzicht knel- en verbeterpunten bui 08

4.6.2 Bui 10

Bij nieuwe regenwaterstelsels geldt dat er bij bui 09 en bui 10 geen water op straat mag komen te staan. Door met bui 10 te rekenen, wordt de gevoeligheid van het regenwaterstelsel voor hevige neerslag zichtbaar. Omdat bui 10 een vrij extreme bui, is te verwachten dat er veel water op straat komt te staan. In figuur 25 zijn de punten weergegeven waar water op straat komt te staan. In bijlage 28 zijn de resultaten van de modelberekening weergegeven.



Figuur 25, Locaties water op straat bij bui 10 (Infoworks, 2018)

Alle punten waar bij bui 08 water op straat komt te staan, komen ook terug bij bui 10. Bij bui 10 komt meer water op straat te staan en treedt dat ook eerder op. Op drie plekken is water op straat nieuw: Handelsweg hemelwaterriolering, einde van Kloosterweg en Ambachtsweg en in de zijstraat van Kloosterweg.

Het water op straat bij Handelsweg (nummer 9 in figuur 25) komt waarschijnlijk doordat er veel verharding op de riolering staat aangesloten. Het hemelwatersysteem is één gesloten stuk. Al het regenwater van Amfoor en Kloosterweg stroomt al richting de filtervoorziening aan het einde van

Handelsweg. Wanneer het regenwater van Handelweg erbij komt, is dit te veel voor de riolering en loopt de druk snel op. Omdat de overstort nabij Nijverheidsweg op een hoger punt ligt en er een drempel op NAP -1.40 meter in put B13564 zit, stroomt het pas over wanneer het water boven de NAP -1.40 meter komt te staan.

Het water op straat bij Kloosterweg en Ambachtsweg (nummer 10 in figuur 25) komt waarschijnlijk doordat er kleine leidingen zitten aan de eindstukken waar alsnog veel verharding op zit aangesloten. Hierdoor loopt het water slecht weg en loopt de druk alsnog op, waardoor er water op straat komt te staan. De twee linker putten (put B13601 en B13601F) liggen ook veel lager in het maaiveld.

In de zijstraat van Kloosterweg (nummer 11 in figuur 26) komt een beetje water op straat te staan. Dit komt waarschijnlijk doordat er veel verharding op de riolering zit aangesloten en omdat dat stuk regenwaterriolering direct aangesloten zit op de sloten. Omdat het water in de sloten hoog staat, loopt het water terug de riolering in en kan het water niet wegstromen.

De sloten (het oppervlaktewatersysteem) kunnen de hoeveelheid water die geloosd wordt volgens het model goed aan, nergens is overstroming. Dit komt overeen met de praktijk. Een punt van aandacht hierbij is wel de onderhoudstoestand van de waterlopen. Als deze sterk begroeid zijn, hebben ze minder afvoercapaciteit.

Samenvattend komen de volgende nieuwe punten naar voren:

- Handelsweg hemelwaterriolering water op straat door hoge drempels;
- Kloosterweg en Ambachtsweg staat meer water op straat en op nieuwe uiteindes van de hemelwaterriolering die er eerst niet waren;
- Zijstraat Kloosterweg water op straat;

In de onderstaande tabel (tabel 5) zijn alle knel- en verbeterpunten met urgentie weergegeven en tevens met mogelijke maatregelen. Betekenis symbolen: = (gelijk), + (meer urgentie), - (minder urgent).

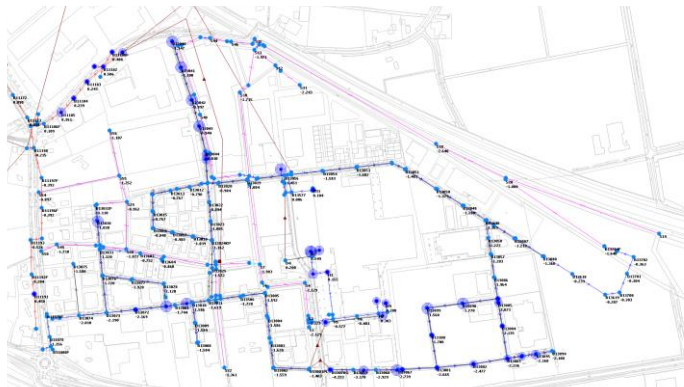
Urgentie	Knel- en verbeterpunten	Mogelijke maatregelen
1. =	Middenweg water op straat door opstuwing in het stelsel	- Klep toepassen tegen instroming van water van Biezelingse - Minder toevoer van gemalen Kloosterweg en Handelsweg - Stoepranden toepassen - Kolken aan beide kanten van de weg toepassen - Greppel dieper maken
2. =	Middenweg, werkt de drain onder greppel nog goed?	- Drain doorspuiten
3. +	De koppelputten en overstort werken niet zoals het moet	- Verbinding buiten werking stellen - Knevelen - Beugel toepassen
4. -	Fleerbosseweg waar de overstort is afgedopt	- Overstort weer openzetten - Grotere leiding plaatsen richting koppelputten
5. =	Amfoor/Kloosterpoort regenwaterriolering kan niet wegstromen door hoogteverschil	- Nieuw verbinding maken (van Kloosterpoort naar Handelsweg) - Leidingen groter maken

6. nieuw	Handelsweg hemelwaterriolering water op straat door hoge drempels	- Drempels verlagen - Schuif bij filtervoorziening (einde Handelsweg) bij grote regenval, openzetten - Nieuwe verbinding maken (van Kloosterpoort naar Handelsweg)
7. =	Kloosterweg water op straat door kleine leidingen en groot aanbod van water	- Leidingen vergroten - Minder laten afstromen naar hemelwaterriool - Regenwaterzuiveringssysteem weghalen (is de overstort naar de sloot)
8. nieuw	Zijstaat Kloosterweg water op straat door inloop van sloot water	- Klep plaatsen - Minder laten afstromen naar de riolering
9. =	Handelsweg oost vuilwaterriolering kan niet wegstromen	- Nieuwe verbinding maken
10. =	Ambachtsweg regenwater- en vuilwaterriolering putten met onbekende aansluiting	- Inspectie met camera maken
11. =	Sligro is nog veel onbekend, hier is verdere inspectie met camera voor nodig	- Inspectie met camera maken
12. =	Sligro laadputten vol met water (DWA-riolering)	- Capaciteit pompen vergroten - Wateropslag maken
13. =	Veilingweg water op straat, de filter bij de hemelwater overstort van de Sligro werkt als een vernauwing	- Filter controleren op werking - Inspectiebeelden maken hoe het systeem in elkaar zit -

Tabel 5, Overzicht knel- en verbeterpunten bui 10

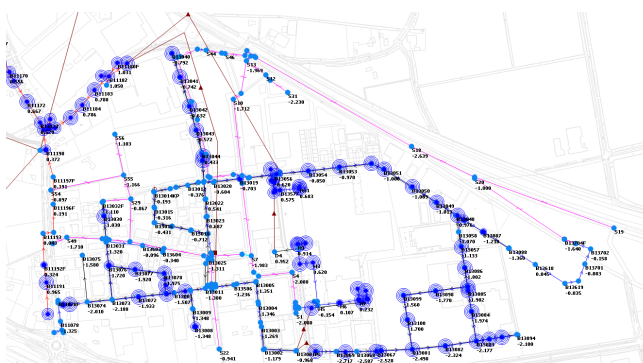
4.6.3 Vergelijking bui 08 met bui 10

Omdat bui 10 (35,7 mm in 45 minuten) een veel zwaardere bui is dan bui 08 (19,8 mm in 1 uur), bijna een verdubbeling in hoeveelheid, is te verwachten dat er op veel meer plekken water op straat komt te staan. Dit is ook het geval gezien de uitkomst van de modelberekeningen. Uit de berekening is te zien dat water op straat eerder optreedt en zelfs op nieuwe plaatsen komt te staan. Het verloop van



Figuur 26, Resultaten Infoworks bui 08 (Infoworks, 2018)

de druklijnen is hetzelfde bij alle twee de buien, alleen treedt stijging in de druklijn eerder op. Ook staat er veel meer water op straat dan bij bui 08. Zie figuur 26 en 27.



Figuur 27, Resultaten Infoworks bui 10 (Infoworks, 2018)

4.6.4 Vergelijking bui 10 met handberekening

De handberekening komt overeen met de modelberekening van bui 10 in Infoworks. Het verloop van de druklijnen lopen redelijk gelijk en de plaatsen waar water op straat is berekend zijn hetzelfde. Maar er zit wel veel verschil in drukhoogte tussen de berekeningen. Waar in de handberekening bij leiding K, 4 meter drukhoogte is berekend, is bij het model maar 20 centimeter berekend.

Het grote verschil is te verklaren doordat er met de handberekening alleen met de piek van bui 10 wordt gerekend: 210 liter/seconde/hectare, een stationaire bui. Infoworks rekent daarentegen met een piek van 210 l/s/ha voor 10 minuten en met een dynamische bui. Dit levert bij de handberekening echt een worst-case scenario op. Bij de handberekening wordt meer gerekend met een puntbelasting op de leidingen terwijl Infoworks de regenval meer verspreid. Hierdoor is er veel minder drukopbouw. Ook rekent Infoworks met veel meer variabelen en putten waardoor de berekening nog nauwkeuriger is.

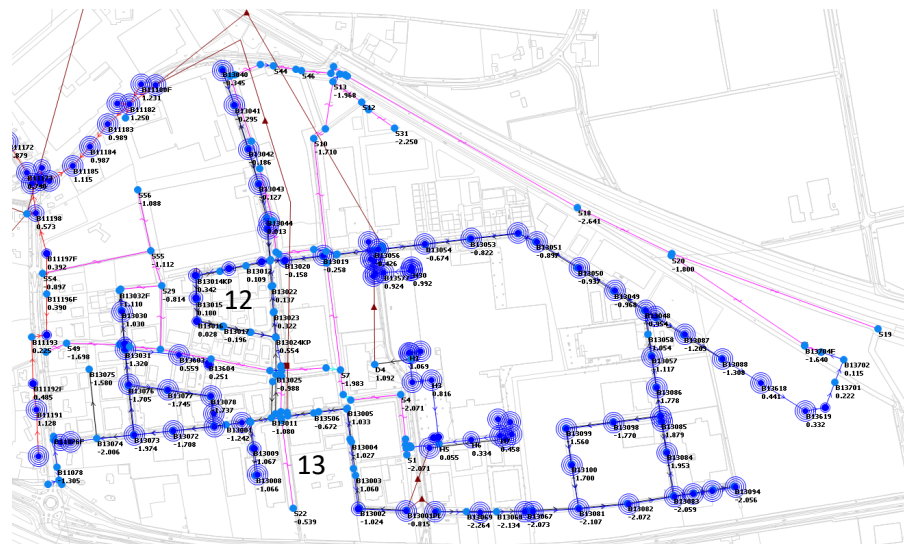
De berekeningen blijven echter ten alle tijden een theoretische benadering. In bijlage 29 is het verschil te zien met de handberekening en Infoworks in waakhoogte.

Wanneer er met de piek van bui 8 wordt gerekend in de handberekening, is er veel minder water op straat. De handberekening komt nu veel meer overeen met de modelberekening. Hier wordt met de handberekening zelfs minder water op straat berekend dan met de modelberekening, hoogstens ongeveer 25 cm verschil maximaal. Zie bijlage 29 voor het verschil in drukhoogte.

4.6.5 T=20

Voor de toekomstverwachting wordt er met een bui gerekend die één keer in de 20 jaar voorkomt. Deze bui is uit de toekomstverwachting gekomen en gemodelleerd. Omdat deze bui weer extremer is dan bui 10, wordt verwacht dat er bijna overal op het bedrijventerrein water op straat komt te staan. Dit blijkt ook uit de modelberekening, zie figuur 28.

Alle punten waar bij bui 10 water op straat komt te staan, komen ook terug bij T=20. Bij T=20 komt meer water op straat te staan, treedt dit ook eerder op en is op weer een aantal nieuwe plekken water op straat ontstaan. Deze nieuwe plekken zijn: Fleerbosseweg de koppelputten en Kloosterweg bij gemeaal Kloosterpoort. Zie bijlage 30 voor resultaten in Infoworks.



Figuur 28, Locaties water op straat bij T=20 (Infoworks, 2018)

Water op straat bij Fleerbosseweg (nummer 12 in figuur 28) wordt veroorzaakt door de hoeveelheid regen. De riolering kan de grote hoeveelheid niet aan. Hierdoor loopt de druk op en komt er water op straat te staan. Beide koppelputten treden in werking, er stroomt alsnog veel meer regenwater richting het vuilwaterstelsel dan de bedoeling is. Echter, als er niet zoveel wegstroomt via het

vuilwaterstelsel als nu het geval is, komt er nog meer water op straat te staan. Ook de overstort richting de sloot treedt in werking. Omdat het aanbod van water zo groot is kan de riolering het alsnog niet aan en komt er water op straat te staan.

Op de Kloosterweg (nummer 13 in figuur 28) komt water te staan omdat er terugstroom is in de regenwaterriolering vanuit de sloten. Het peil in de sloot (en dus in de put) komt zo hoog te staan dat het water niet meer weg kan stromen. Hierdoor loopt de druk op en komt er water op straat te staan. Wanneer het peil in de sloot zakt, kan het water ook weer langzaam wegstromen.

De sloten (het oppervlaktewatersysteem) kunnen de hoeveelheid water die geloosd wordt volgens het model goed aan, nergens is overstroming. Dit komt overeen met de praktijk. Een punt van aandacht hierbij is wel de onderhoudstoestand van de waterlopen. Als deze sterk begroeid zijn, hebben ze minder afvoercapaciteit. Echter komen de sloten toch dermate vol te staan dat het de werking van de riolering beïnvloed.

Uit de berekening kan ook geconcludeerd worden dat de ondergrondse infrastructuur in het algemeen niet toereikend is voor het afvoeren van een dergelijke intensieve regenbui. Hiervoor zullen ook andere middelen voor moeten worden ingezet.

Samenvattend komen de volgende nieuwe punten naar voren:

- Fleerbosseweg HWA-riolering water op straat door groot aanbod van water;
- Kloosterweg water op straat door terugloop van slootwater.

In de onderstaande tabel (tabel 6) zijn alle knel- en verbeterpunten met urgentie weergegeven en tevens met mogelijke maatregelen. Betekenis symbolen: = (gelijk), + (meer urgentie), - (minder urgent).

Urgentie	Knel- en verbeterpunten	Mogelijke maatregelen
1. =	Middenweg water op straat door opstuwing in het stelsel	- Klep toepassen tegen instroming van water van Biezelingse - Minder toevoer van gemalen Kloosterweg en Handelsweg - Stoepranden toepassen - Kolken aan beide kanten van de weg toepassen - Greppel dieper maken
2. =	Middenweg, werkt de drain onder greppel nog goed?	- Drain doorspuiten
3. =	De koppelputten en overstort werken niet zoals het moet	- Verbinding buiten werking stellen - Knevelen - Beugel toepassen - Drempel verlagen
4. nieuw	Fleerbosseweg koppelputten water op straat door groot aanbod water	- Afkoppelen - Koppelputverbinding beugel toepassen - Knevelen - Drempel verlagen
5. =	Fleerbosseweg waar de overstort is afgedopt	- Overstort weer openzetten - Grotere leiding plaatsen richting koppelputten
6. =	Amfoor/Kloosterpoort regenwaterriolering kan niet	- Nieuw verbinding maken (van Kloosterpoort naar Handelsweg) - Leidingen groter maken

	wegstromen door hoogteverschil	
7. =	Handelsweg hemelwaterriolering water op straat door hoge drempels	- Drempels verlagen - Schuif bij filtervoorziening (einde Handelsweg) bij grote regenval, openzetten - Nieuwe verbinding maken (van Kloosterpoort naar Handelsweg)
8. =	Kloosterweg water op straat door kleine leidingen en groot aanbod van water	- Leidingen vergroten - Minder laten afstromen naar hemelwaterriool - Regenwaterzuiveringssysteem weghalen (is de overstort naar de sloot)
9. nieuw	Kloosterweg water op straat door inloop van sloot water	- Klep plaatsen - Minder laten afstromen naar de riolering
10. =	Handelsweg oost vuilwaterriolering kan niet wegstromen	- Nieuwe verbinding maken
11. =	Ambachtsweg regenwater- en vuilwaterriolering putten met onbekende aansluiting	- Inspectie met camera maken
12. =	Sligro is nog veel onbekend, hier is verdere inspectie met camera voor nodig	- Inspectie met camera maken
13. =	Sligro laadputten vol met water (DWA-riolering)	- Capaciteit pompen vergroten - Wateropslag maken
14. =	Veilingweg water op straat, de filter bij de hemelwater overstort van de Sligro werkt als een vernauwing	- Filter controleren op werking - Inspectiebeelden maken hoe het systeem in elkaar zit -

Tabel 6, Overzicht knel- en verbeterpunten T=20

Robuustheid

Met de buien 08, 10 en T=20, is te zien dat het bedrijventerrein niet optimaal robuust is voor de effecten van klimaatverandering. Op veel plekken komt al bij bui 10 water op straat te staan en op sommige plaatsen al bij de huidige norm, bui 08. Aan de andere kant echter stroomt het water na een neerslagsituatie ook weer snel weg richting het oppervlaktewater. Zie bijlage 31 voor tijdsverloop van T=20.

Hier is te zien dat het water ter plaatse van de Handelsweg en de Kloosterweg/Ambachtsweg snel verdwijnt. Na 1,5 uur vanaf het begin van de bui volgt Middenweg en begint het water op het terrein van de Sligro langzaam weg te stromen. Na 3 uur begint Amfoor te dalen en staat er na 3,5 uur geen water meer op straat bij Kloosterweg. Na 3 uur en 45 min staat er ook geen water meer op Kloosterpoort en Amfoor. Pas na 7 uur begint het water op straat bij Fleeerbossegweg van de afgedopte overstort langzaam te zakken. In werkelijkheid is dit water al afgelopen naar de sloten die naast de weg liggen. Pas na ruim 10 uur staat er geen water meer op straat op het terrein van de Sligro.

Om weinig tot geen water meer op straat te krijgen, zullen er nog diverse maatregelen moeten worden uitgevoerd.

4.7 Maatregelen

In dit hoofdstuk wordt beschreven wat de beste maatregelen, of combinatie van, zijn om de knel- en verbeterpunten zo goed mogelijk op te lossen. Per punt wordt besproken wat een passende maatregel is. Omdat het bedrijventerrein één systeem is, heeft iedere aanvullende maatregel die wordt genomen een steeds groter effect op het totale systeem.

Omdat de riolering niet oneindig groot gemaakt kan worden voor de steeds toenemende hoeveelheid regen, worden maatregelen zowel bovengronds als ondergronds gezocht. De focus ligt niet primair op ondergrondse maatregelen, omdat dit gezien de toenemende hoeveelheid neerslag ontoereikend en kostentechnisch niet rendabel is.

In bijlage 32 zijn alle maatregelen beoordeeld en gekozen. In de onderstaande tabel (tabel 7) staan waar welke maatregel toegepast kan worden.

Plaats	Maatregel
In Middenweg (1)	(a) Greppel, grindbed en drain verlengen tot hele lengte van Middenweg
	(b) Grindbed en drain doorspoelen
Rondom Middenweg (2)	(c) Huizen en daken afkoppelen in het verbeterd gescheiden stelsel in Fleerbosseweg
	(d) Gemalen Kloosterweg en Handelsweg om en om aan zetten of periodes
	(e) Smokkelhoek loskoppelen van Biezelingse en direct met een pomp laten aansluiten op gemaal Biezelingse
Fleerbosseweg (3)	(f) Afgedopte overstort weer openzetten
	(g) Onderzoek of koppelputten nog wel nodig zijn, is het terrein vervuild genoeg?
	(h) Een beugel toepassen op de klep van de koppelputten
	(i) Drempel bij primaire sloot en overstort verlagen
	(j) Afkoppelen van verharding
	(k) Nieuw uitstroompunt maken bij put B13535
	(l) Lage stoepanden toepassen
	(m) Roostergoten toepassen
	(n) Weg onder ligt verhang leggen (op één oor)
Amfoor, Kloosterpoort en Handelsweg regenwaterstelsel (4)	(o) Leidingen vergroten bij Amfoor
	(p) Drempels beperkt verlagen
	(q) Nieuwe aansluiting regenwaterstelsel tussen Kloosterpoort en filtervoorziening
	(r) Nieuwe overstort en drempel in regenwaterriolering in Kloosterpoort richting de Rijksweg
	(s) Nieuwe sloot en/of greppel langs Amfoor en/of Kloosterpoort
Kloosterweg, Ambachtsweg (5)	(t) Leidingen vergroten in Kloosterweg en uitstroompunt
	(u) Afkoppelen van verharding
	(v) Goten toepassen langs Kloosterweg en Ambachtsweg
Kloosterweg (6)	(w) Klep plaatsen in put B13508
	(x) Leidingen vergroten in Kloosterweg
	(y) Stoeprand en goot gebruik als afvoer in Kloosterweg
	(z) Molgoot of roostergoot toepassen
Handelsweg DWA (7)	(aa) Nieuwe verbinding maken tussen Handelsweg en Kloosterpoort

Ambachtsweg (8)	(ab) Inspectiebeelden met camera maken
Sligro terrein (9)	(ac) Inspectiebeelden met camera maken
	(ad) Pompcapaciteit in DWA-stelsel vergroten
	(ae) Wateropslag maken onder laadputten
	(af) Filter controleren op werking
	(ag) Leidingen vergroten in HWA-riolering
	(ah) Goten en weg als afvoer gebruiken in Veilingweg
	(ai) Stoepranden weghalen op punten langs Nijverheidsweg

Tabel 7, Maatregelen

4.8 Uitwerking

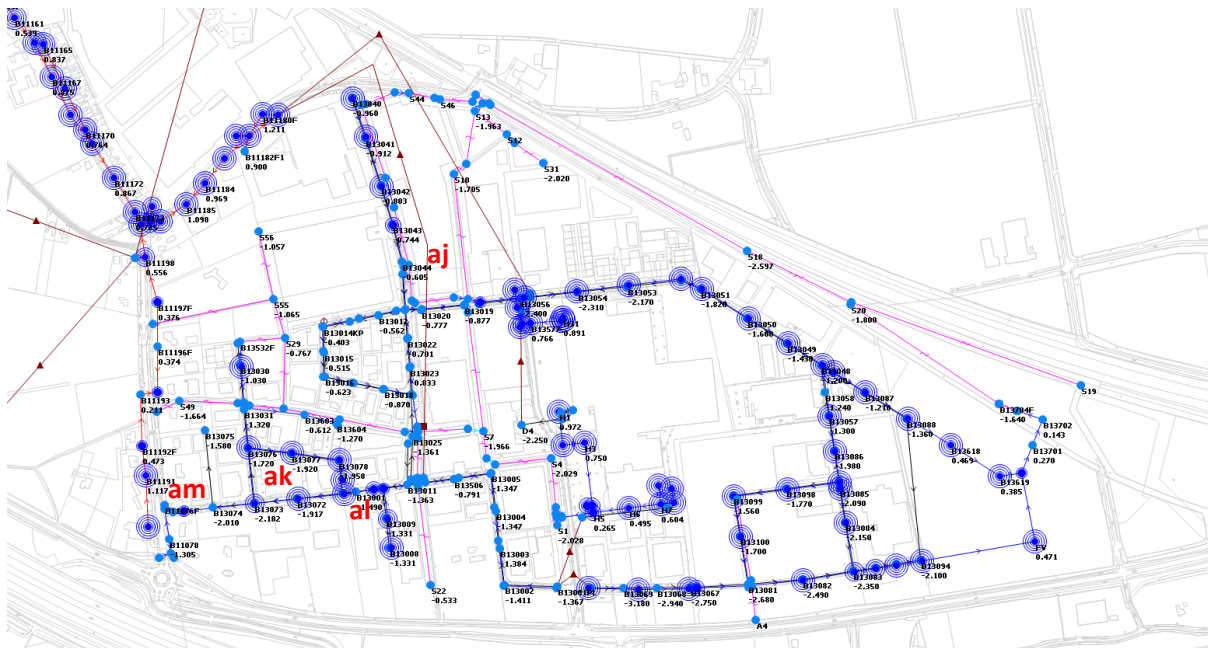
Van alle maatregelen die geformuleerd zijn, kan niet alles in Infoworks gemodelleerd worden. Dit is niet mogelijk, omdat de maatregelen te omvangrijk zijn en de uitwerking gedetailleerd moet zijn. Wanneer er één gedetailleerde maatregel wordt gemodelleerd, moeten de andere ook gemodelleerd worden omdat het één systeem is.

Maatregelen die gemodelleerd zijn in Infoworks staan in de onderstaande tabel (tabel 8).

Plaats	Maatregel
Rondom Middenweg (2)	(c) Huizen en daken afkoppelen in het verbeterd gescheiden stelsel in de Fleerbosseweg
	(d) Gemalen Kloosterweg en Handelsweg om en om aan zetten of periodes
Fleerbosseweg (3)	(f) Afgedopte overstort weer openzetten
	(h) Een beugel toepassen op de klep van de koppelpotten
	(i) Drempel bij primaire sloot en overstort verlagen
	(j) Afkoppelen van verharding
	(k) Nieuw uitstroompunt maken bij put B13535
Amfoor, Kloosterpoort en Handelsweg regenwaterstelsel (4)	(o) Leidingen vergroten bij Amfoor
	(p) Drempels beperkt verlagen
	(q) Nieuwe aansluiting regenwaterstelsel tussen Kloosterpoort en filtervoorziening
	(r) Nieuwe overstort en drempel in regenwaterriolering aanbrengen in Kloosterpoort richting de Rijksweg
	(s) Nieuwe sloot en/of greppel langs Amfoor en/of Kloosterpoort
Kloosterweg, Ambachtsweg (5)	(t) Leidingen vergroten in Kloosterweg en uitstroompunt
	(u) Afkoppelen van verharding
Kloosterweg (6)	(w) Kleppen plaatsen in put B13508
	(x) Leidingen vergroten in Kloosterweg
Handelsweg DWA (7)	(aa) Nieuwe verbinding maken tussen Handelsweg en Kloosterpoort
Sligro terrein (9)	(ad) Pompcapaciteit in DWA-stelsel vergroten
	(ag) Leidingen vergroten in HWA-riolering

Tabel 8, Uitgewerkte maatregelen

Nadat deze maatregelen zijn gemodelleerd, levert de berekening de volgende resultaten op bij T=20, zie figuur 29.



Plaats	Toevoeging
Fleerbosseweg (3)	(aj) Leiding bij overstort vergroten
Kloosterweg, Ambachtsweg (5)	(ak) Leidingen vergroten
Kloosterweg (6)	(al) Nieuwe verbinding met ander stuk Kloosterweg
	(am) Nieuwe verbinding naar sloot aan Smokkelhoekweg

[illegible]

maaiveld ligt, is het systeem geschikt voor toepassing bij hoge grondwaterstanden. Eerst wordt een stuk grond afgegraven, dan wordt er een filterdoek geplaatst, hier bovenop wordt een laag vulling (meng granulaat, lavasteen) geplaatst met een groot percentage holle ruimtes, tot wel 40%. Bovenop de vulling kan meteen de wegfundering geplaatst worden (Aquaflow, 2017).

Omdat het water bij Kloosterweg opgesloten zit en niet alles even snel naar de riolering en naar de overstort kan stromen, zijn er twee nieuwe verbindingen gemaakt. Een naar de Smokkelhoekweg en een aansluiting naar de zijstraat van de Kloosterweg. Door deze verbinding kan het water, dat volledig afstroomt naar de riolering door het grote percentage verharding, sneller weglopen en komt er minder water op straat te staan. De hoeveelheid water is volgens de berekening gehalveerd, van op het hoogste punt theoretisch 1,2 meter naar theoretisch 0,6 meter water op straat.

Deze voorbeelden van extra maatregelen die onder- en bovengronds toegepast kunnen worden, kunnen ook op andere plekken op het bedrijventerrein toegepast worden. Enkele suggesties zijn: weg als afvoer gebruiken, goten en stoepranden toepassen om het water te sturen, bermen verlagen, meer open water en berging creëren.

Samen met deze bovengrondse maatregelen kan er ervoor gezorgd worden dat het water goed afstroomt richting het oppervlaktewater en de riolering.

4.8.1 Uiteindelijke maatregelen set

In de onderstaande tabel is de uiteindelijke set van maatregelen te vinden die toegepast kunnen worden, zie tabel 10.

Plaats	Maatregel
In Middenweg (1)	(a) Greppel, grindbed en drain verlengen tot hele lengte van Middenweg
	(b) Grindbed en drain doorspoelen
Rondom Middenweg (2)	(c) Huizen en daken afkoppelen in het verbeterd gescheiden stelsel in Fleerbosseweg
	(d) Gemalen Kloosterweg en Handelsweg om en om aan zetten of periodes
	(e) Smokkelhoek loskoppelen van Biezeling en direct met een pomp laten aansluiten op gemaal Biezeling
Fleerbosseweg (3)	(f) Afgedopte overstort weer openzetten
	(g) Onderzoek of koppelputten nog wel nodig zijn, is het terrein vervuild genoeg?
	(h) Een beugel toepassen op de klep van de koppelputten
	(i) Drempel bij primaire sloot en overstort verlagen
	(j) Afkoppelen van verharding
	(k) Nieuw uitstroompunt maken bij put B13535
	(l) Lage stoepranden toepassen
	(m) Roostergoten toepassen
	(n) Weg onder ligt verhang leggen (op één oor)
Amfoor, Kloosterpoort en Handelsweg regenwaterstelsel (4)	(o) Leidingen vergroten bij Amfoor
	(p) Drempels beperkt verlagen
	(q) Nieuwe aansluiting regenwaterstelsel tussen Kloosterpoort en filtervoorziening
	(r) Nieuwe overstort en drempel in regenwaterriolering in Kloosterpoort richting de Rijksweg

	(s) Nieuwe sloot en/of greppel langs Amfoor en/of Kloosterpoort
Kloosterweg, Ambachtsweg (5)	(t) Leidingen vergroten in Kloosterweg en uitstroompunt
	(u) Afkoppelen van verharding
	(v) Goten toepassen langs Kloosterweg en Ambachtsweg
Kloosterweg (6)	(w) Klep plaatsen in put B13508
	(x) Leidingen vergroten in Kloosterweg
	(y) Stoeprand en goot gebruik als afvoer in Kloosterweg
	(z) Molgoot of roostergoot toepassen
Handelsweg DWA (7)	(aa) Nieuwe verbinding maken tussen Handelsweg en Kloosterpoort
Ambachtsweg (8)	(ab) Inspectiebeelden met camera maken
Sligro terrein (9)	(ac) Inspectiebeelden met camera maken
	(ad) Pompcapaciteit in DWA-stelsel vergroten
	(ae) Wateropslag maken onder laadputten
	(af) Filter controleren op werking
	(ag) Leidingen vergroten in HWA-riolering
	(ah) Goten en weg als afvoer gebruiken in Veilingweg
	(ai) Stoepranden weghalen op punten langs Nijverheidsweg
Fleerbosseweg (3)	(aj) Leiding bij overstort vergroten
Kloosterweg, Ambachtsweg (5)	(ak) Leidingen vergroten
Kloosterweg (6)	(al) Nieuwe verbinding met ander stuk Kloosterweg
	(am) Nieuwe verbinding naar sloot aan Smokkelhoekweg

Tabel 10, Uiteindelijke set van maatregelen

4.9 Tekening

Alle maatregelen die getekend kunnen worden in Autocad, worden uitgewerkt. Dit betreft alle technische aanpassingen en toevoegingen aan het riool. De tekening bestaat uit een bovenaanzicht en enkele doorsneden van maatregelen. De doorsneden zijn:

- Hemelwaterriool nieuwe aansluiting tussen Kloosterpoort en filtervoorziening (Handelsweg);
- Dwarsdoorsnede van het nieuwe hemelwaterriool;
- Dwarsprofiel bij Amfoor, weg en sloot;
- Dwarsprofiel nieuwe drempel en sloot bij Kloosterpoort.

Zie bijlage 34 voor de tekening.

5. Discussie

In de discussie worden de resultaten geïnterpreteerd, worden beperkingen besproken en wordt het onderzoek gevalideerd. Dit wordt gedaan door de resultaten en bronnen kritisch te bekijken en te beschrijven of deze betrouwbaar genoeg zijn om te gebruiken.

Opvallend aan de resultaten van de actorenanalyse is dat Sligro vooraf als een van de grootste waterverbruikers verwacht werd, maar dit blijkt niet het geval te zijn. De bedrijven Van Marcke Food Group B.V., Top Taste en Farm Pack B.V. zijn de grootste waterverbruikers volgens de gegevens van het waterbedrijf Evides. De gegevens die verstrekt zijn door Evides gaan over hele postcodes en niet over enkele bedrijven, in verband met de Wet bescherming persoonsgegevens (Wbp) en Algemene verordening gegevensbescherming (AVG). Hierdoor kunnen de exacte gegevens per bedrijf niet achterhaald worden, alleen een indicatie hiervan. Toch worden deze gegevens als betrouwbaar genoeg beschouwd, omdat er meestal slechts weinig bedrijven per postcodegebied aanwezig zijn en de gegevens daarmee redelijk goed te wijzen zijn.

De Sligro zit niet in de lijst van grootste waterverbruikers, maar is wel het grootste bedrijf als het gaat om het afvoeren van hemelwater. Dit komt omdat de Sligro de grootste perceeloppervlakte heeft. Opvallend is dat de grootste waterverbruikers niet in het lijstje staan van grootste hemelwaterafvoer (perceeloppervlakte). Dit komt doordat deze bedrijven produceren en hun product niet opslaan zoals wel het geval is bij de Sligro. Voor het opslaan van producten is namelijk meer ruimte en dus perceeloppervlakte nodig.

Er is een verschil tussen de gebiedsanalyse en de modelberekening (Infoworks). In de gebiedsanalyse komen praktijkervaringen naar boven en wordt er nauwkeurig naar het functioneren van het systeem gekeken zonder te berekenen. Het rekenmodel is vervolgens een theoretische weergave van de praktijk, waarin door het uitvoeren van berekeningen mogelijke knelpunten naar voren komen. Een aantal van die knelpunten wordt ook werkelijk ervaren in de praktijk.

Vanuit de basisgegevens die zijn gebruikt voor de gebiedsanalyse, komt een aantal nieuwe/onbekende aandachtspunten naar voren die eerder niet in beeld waren. Dit betreft bijvoorbeeld de afgedopte overstort Fleeerbosseweg en/of wat de gevolgen zijn wanneer er een punt in het systeem is weggehaald (overstort bij Handelsweg van oude waterpartij en overstort bij Kloosterpoort). Het is belangrijk om nauwkeurig te kijken naar de bekende basisgegevens voordat er gemodelleerd gaat worden. Dat komt de betrouwbaarheid van het rekenmodel ten goede, omdat het beter aansluit bij de werkelijkheid.

Voorspellingen over de klimaatveranderingen lopen sterk uiteen. Hoe verder er in de toekomst wordt gekeken, hoe onzekerder de voorspelling wordt. Bij een voorspelling van 40 jaar wat hier het geval is, kan de voorspelling dus nog zeer uiteenlopen. Ook blijft de voorspelling een theoretisch benadering. Hoe de klimaatverandering zich zal doorzetten, moet de toekomst uitwijzen. Daarom is het verstandig om na een bepaalde tijd de voorspellingen te controleren en de effecten daarvan op het bedrijventerrein. Op die manier kan het bedrijventerrein klimaatbestendig blijven en wordt duidelijk of er eventueel extra maatregelen genomen moeten worden of niet.

Voor de neerslagsituaties bui 08 en bui 10 wordt de Leidraad Riolerings C2100 aangehouden. Hierin staan verschillende neerslaggebeurtenissen beschreven. Omdat het document uit 2004 komt, zijn de gebeurtenissen inmiddels achterhaald, omdat de klimaatverandering steeds meer zichtbaar wordt in veranderingen in de statistieken van extreme regenbuien, blijkt uit recente analyses. Maar door het grote verschil in neerslagtijd tussen de Leidraad Riolerings en tussen de voorspelling die gemaakt is met behulp van gegevens uit het STOWA-rapport, is niet duidelijk wat de uiteindelijke

neerslaggebeurtenis moet zijn. Daarom is er een aanname gedaan die uitgaat van een zo slecht mogelijke situatie.

Bij de handberekening is er sprake van een moment opname, terwijl het rekenmodel (Infoworks) met een dynamische regenbui rekent. Hierdoor is er een verschil zichtbaar tussen beide berekeningen. Aan de hand van de handberekening is voorspeld waar water op straat komt te staan. Bij de modelberekening zijn de locaties verder gespecificeerd. Dat er bij de handberekening meer water op straat komt te staan dan bij de modelberekening is te verklaren doordat Infoworks met veel meer variabelen rekent. Bij de handberekening wordt er alleen met de piek van een regenbui (bui 10) gerekend en Infoworks rekent daarentegen met een dynamische bui (variabele intensiteit over de tijd). De handberekening levert dus een worst-case scenario op. Bij de handberekening wordt ook meer gerekend met een puntbelasting op de leidingen, terwijl Infoworks de regenval meer verspreid over het systeem. Hierdoor is er minder drukopbouw in de modelberekening. Ook rekent Infoworks met veel meer variabelen en putten, waardoor de berekening nog nauwkeuriger is.

Opvallend is dat niet alle gevonden aandachtspunten uit de gebiedsanalyse terugkomen in het rekenmodel. Dit komt waarschijnlijk doordat er in de praktijk nog geen extreme bui gevallen is waarop probleempunten zichtbaar worden. In het model worden deze wel zichtbaar gemaakt en kan hierop voorbereid worden.

Het rekenmodel dat voor dit onderzoek gemaakt is, is veel nauwkeuriger dan het vorige model voor het Basis Riolerings Plan Kapelle en Biezeling. In dit model zijn de resultaten van de inventarisatie verwerkt (rioolputten verwijderd of toegevoegd), waardoor het beter overeenkomt met de praktijk. Ook is het oppervlaktewater toegevoegd, waardoor het rekenmodel nog meer de werkelijkheid representeert. Hierdoor zijn de uitkomsten uit de modelberekening betrouwbaar, ook al blijft de modelberekening een theoretische benadering van de praktijk.

Een van de verrassende conclusies uit de gebiedsanalyse is dat de overstort bij de Fleebosseweg dichtgezet blijkt te zijn. Dit was bij niemand bekend. Omdat op dit stuk riolering niet veel verharding is aangesloten, was de verwachting dat er geen water op straat zou komen te staan. Nog opvallender is, nadat de overstort bij de uitwerking van de maatregelen weer is opengezet, dat er toch water op straat blijft staan. Het blijft onduidelijk wat de reden voor het dichtzetten van de overstort is geweest.

Dat er bij de Handelsweg water op straat komt te staan bij bui 10 en T=20 was eveneens niet verwacht. Ondanks dat het rioolwater twee richting op kan uitstromen, richting de filtervoorziening en primaire sloot, komt er toch water op straat te staan. Dit is te verklaren, doordat het systeem een bluswatervoorziening is en dus altijd vol staat met water. Hierdoor heeft de riolering bijna geen buffer meer om nieuw regenwater op te vangen en komt er snel water op straat te staan, omdat de druk in het stelsel snel toeneemt.

Door de ontbrekende gegevens van de riolering op het terrein van de Sligro, komt er in het rekenmodel veel water op straat te staan. Het systeem is niet goed te modelleren naar de praktijk, Het formuleren van een geschikte set van maatregelen kan pas nadat er een goede inventarisatie is gedaan van de riolering op het terrein. Omdat het terrein van de Sligro privaat is, kan de gemeente hier geen aanpassingen in maken. De voorstellen uit dit onderzoek kunnen worden voorgedragen aan de Sligro zelf.

Een aandachtspunt voor de modellering is dat de afmetingen van het oppervlaktewatersysteem gedeeltelijk zijn ingeschat. Het waterschap Scheldestromen heeft deze gegevens in beheer, maar er zijn alleen maar exacte afmetingen en hoogtes bekend van de primaire watergangen. Van de

secundaire en tertiaire watergangen zijn alleen begin- en eindhoogtes bekend en bij sommige waterlopen de maaiveldhoogte en het verhang. Omdat het oppervlaktewater in het rekenmodel ook secundaire en tertiaire watergangen bevat, zijn de profielen en hoogtes van de waterlopen ingeschat aan de hand van een veldbezoek en de AHN-kaart.

Het water op straat bij de Middenweg is niet volledig opgelost na het toepassen van de voorgestelde maatregelen. Een van de oorzaken is dat er instroom van rioolwater naar de Middenweg plaatsvindt vanuit de kern Biezelingse. Omdat de kern Biezelingse buiten het onderzoeksgebied valt, is hier verder geen onderzoek naar gedaan. Er zijn alleen maatregelen geformuleerd die direct op het bedrijventerrein genomen kunnen worden. Om het water op straat voor de Middenweg volledig op te lossen, is er vervolgonderzoek nodig.

Met de grote set van maatregelen die in het rekenmodel is doorgerekend, was de verwachting dat er op meerdere plekken geen water meer op straat kwam te staan. Dit was echter niet het geval. Alleen bij de Fleeerbosseweg (koppelputten) stond geen water meer op straat. De verklaring hiervoor is dat er met extreme neerslagsituaties is gerekend, terwijl het rioolstelsel in Smokkelhoek oorspronkelijk is ontworpen op bui 08 (of kleiner). Of de maatregelen het gewenste effect hebben, moet uit de praktijk blijken wanneer deze zijn gerealiseerd.

Alle bronnen die in dit onderzoek gebruikt zijn, zijn gecontroleerd op betrouwbaarheid. Onbetrouwbaar is wanneer er geen verwijzingen staan en de bron er niet geloofwaardig uitziet. Deze bronnen zijn niet gebruikt in dit onderzoek. Hierdoor kan het onderzoek als betrouwbaar worden beschouwd met correcte en actuele waarden en gegevens.

6. Conclusie en aanbeveling

In dit hoofdstuk wordt er antwoord gegeven op de hoofdvraag en de bijbehorende sub vragen. Ook worden er aanbevelingen gedaan die volgend uit het onderzoek.

6.1 Conclusie

De conclusie wordt gevormd door het beantwoorden van de hoofdvraag en de sub vragen.

1. Hoe functioneert het huidige afvalwater- en watersysteem?

a. Welke actor(en) hebben de grootste invloed op het afvalwater- en watersysteem?

Door waterverbruik-gegevens van het waterbedrijf Evides te vergelijken met de productie van een bedrijf en de omvang van het perceel, is achterhaald welke actor de meeste invloed heeft op het afvalwatersysteem en op het hemelwatersysteem.

De drie grootste waterverbruikers zijn:

1. Van Marcke Food Group B.V.	17.871 m ³ /jaar	2,040 m ³ /uur
2. Top Taste	15.615 m ³ /jaar	1,783 m ³ /uur
3. Farm Pack B.V.	3.900 m ³ /jaar	0,445 m ³ /uur

Van Marcke Food Group B.V. heeft de grootste invloed op het afvalwatersysteem omdat dit bedrijf het meeste water verbruikt en dit vervolgens moet lozen op de (gemeentelijke) riolering.

De actor die de meeste invloed heeft op het hemelwatersysteem is Sligro DC Kapelle, omdat deze actor het grootste verharde oppervlak heeft. Al het regenwater dat op de verharding valt, stroomt uiteindelijk af naar de gemeentelijke hemelwaterriolering. De hemelwaterriolering loost vervolgens weer op het oppervlaktewater. Omdat de Sligro het grootste verharde oppervlak heeft en dus het meeste regenwater afvoert, heeft de Sligro de meeste invloed op het hemelwatersysteem.

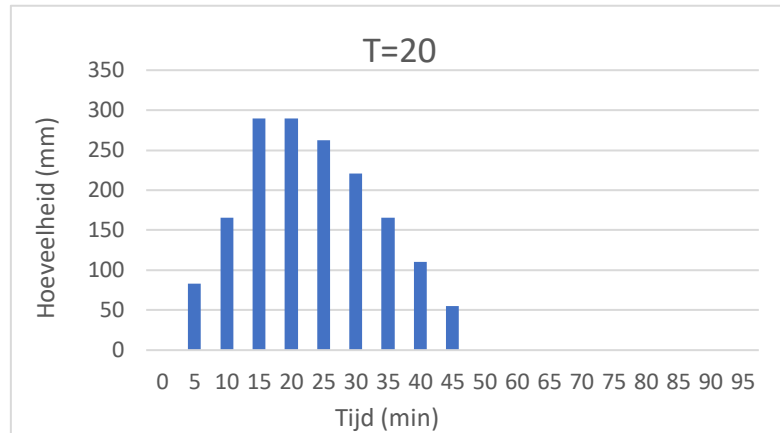
b. Wat zijn de huidige knel- en verbeterpunten van het afvalwater- en watersysteem?

Door de huidige situatie te analyseren zijn verschillende knel- en verbeterpunten achterhaald. Dit is gedaan door per gebied de basisgegevens te analyseren in relatie tot het te verwachten functioneren van het rioleringssysteem. Hieruit volgen verschillende knel- en verbeterpunten. Daarna is een rekenmodel gemaakt en met verschillende neerslagsituaties in het programma Infoworks gekeken of er meer knel- en verbeterpunten zijn bij het uitvoeren van een dynamische berekening. Hier is een set met knel- en verbeterpunten uitgekomen, zie tabel 5 in paragraaf 4.6.2. De knel- en verbeterpunten lopen uiteen van water op straat locaties tot onbekende gegevens.

2. Wat zijn de toekomstverwachtingen in het kader van een toegenomen regenintensiteit en droogte?

In paragraaf 4.4 zijn alle toekomstverwachtingen besproken. Hieruit kan de conclusie worden getrokken dat buien heviger worden in de toekomst. Verandering in de statistieken voor extreme regenbuien is nu al te zien volgens recente analyses (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Ministerie van Economische Zaken, 2017). Uit de verandering in statistieken is te concluderen dat een huidige T=20 neerslagsituatie in de toekomst een bui 10 (T=10 neerslagsituatie) zal zijn. Voor de toekomstverwachting binnen dit onderzoek is er daarom met **T=20** gerekend, omdat de T=10 in 2050 bijna evenveel is als de T=20 bui die nu valt. Bij een huidige T=20 bui valt er 66,1 mm in 24 uur en 41,1 mm in 2 uur.

Omdat er een groot verschil zit tussen de statistieken van de Leidraad Riolering en het STOWA-rapport, “Actualisatie meteorologische gegevens voor waterbeheer 2015”, is er een voorspelling gedaan die uitgaat van een zo negatief mogelijke situatie. Hierin is dezelfde opbouw van de neerslagsituatie genomen als in bui 10, maar de hoeveelheid regen is verhoudingsgewijs vergroot naar een piek van uiteindelijk 290 l/s/ha.



Grafiek 4, Verloop T=20

3. Wat zijn de knel- en verbeterpunten in het huidige afvalwater- en watersysteem voor de toekomstverwachting?

Nadat de set van knel- en verbeterpunten van de gebiedsanalyse is samengevoegd met resultaten van de modelberekening van de toekomstverwachting, is de set van knel- en verbeterpunten uitgebreid. Hier wordt gekeken naar meer extreme neerslagsituatie (het regent harder). Doordat het harder regent, ontstaan er meer knelpunten. De knel- en verbeterpunten lopen uiteen van eerder water op straat en capaciteitsproblemen tot de inloop van water uit de waterloop. Zie tabel 6 in paragraaf 4.6.5.

4. Hoe kan met deze verbeterpunten het rioolstelsel toekomstbestendig worden gemaakt?

In paragraaf 4.7 zijn de maatregelen beschreven die toegepast kunnen worden om de knel- en verbeterpunten weg te nemen of te verminderen. De maatregelen die worden toegepast zijn ondergronds (in het systeem) en bovengronds (bv. Sloten, maaiveld). Ondergrondse maatregelen zijn maar beperkt toepasbaar vanwege de kosten en de capaciteit (het regent altijd een keer harder). Bovengrondse maatregelen vergen veel ruimte, maar kan meer water aan (bv. Oppervlaktewater maken, verhang in maaiveld aanpassen, bermen verlagen). Door een combinatie van boven- en ondergrondse maatregel kan ervoor gezorgd worden dat het water goed afstroomt richting het oppervlaktewater en de riolering.

5. Wat is de uiteindelijke set van mogelijke maatregelen om het afvalwater- en watersysteem goed te laten functioneren in de toekomst?

De uiteindelijke maatregelen set is te vinden in paragraaf 4.8.1. Deze maatregelen bestaan onder meer uit het afkoppelen van verharding, het vergroten van leidingen, het aanpassen van wegprofielen, rooster- of molgoten toepassen, nieuwe verbindingen maken vanuit de riolering naar het oppervlaktewater, pompcapaciteit aanpassen, stoepranden verlagen, drempels verlagen in de riolering, nieuwe aansluitingen maken in de riolering, kleppen toepassen en wateropslag mogelijk maken.

Daarnaast is het belangrijk om op sommige locaties nader onderzoek te doen om tot gerichte en doelmatige maatregelen te komen.

Hoofdvraag:

Met welke set van maatregelen kan het afvalwater- en watersysteem van het bedrijventerrein Smokkelhoek zo toekomstbestendig mogelijk worden ingericht in het kader van een toegenomen regenintensiteit en droogte?

De uiteindelijke set van maatregelen is weergegeven in tabel 10 in paragraaf 4.8.1. De maatregelen bestaan uit ondergrondse en bovengrondse maatregelen. Ondergrondse maatregelen zijn beperkt toepasbaar omdat het riool niet oneindig groot gemaakt kan worden om de hoeveelheid neerslag aan te kunnen. Dit is ook niet mogelijk vanwege de kosten. Op een aantal plekken wordt de riolering wel aanbevolen om te vergoten omdat het de capaciteit vergroot en er aanzienlijk minder water op straat komt te staan. Andere voorbeelden van maatregelen zijn: drempels verlagen, pompcapaciteit aanpassen en klep toepassen.

Wanneer er veel verharding in een gebied is, en de riolering niet veel groter gemaakt kan worden, moeten er bovengrondse maatregelen genomen worden. Maar omdat bovengrondse maatregelen veel ruimte vergen, maar wel meer water aankunnen, kunnen sloten toegepast worden. Wanneer dit niet mogelijk is, kan het wegprofiel gebruikt worden om het water te laten afstromen richting het oppervlaktewater. Ook kunnen er goten gebruikt worden voor het afvoeren van water, verhang van het maaiveld aanpassen en stoepranden en bermen verlagen.

Door een combinatie van boven- en ondergrondse maatregel kan ervoor gezorgd worden dat het water goed afstroomt richting het oppervlaktewater en de riolering.

Door oppervlaktewater toevoegen als maatregel op te nemen wordt er ingespeeld op het aspect droogte en hittestress. Doordat er meer oppervlaktewater is treedt hittestress minder snel op en kan het oppervlaktewater vol blijven staan met water wanneer er een droge periode verwacht wordt.

6.2 Aanbeveling

Hier worden aanbevelingen geformuleerd die volgen uit dit onderzoek.

Door onbekende aansluitingen en ontbrekende gegevens, kan er geen volledige set van maatregelen geformuleerd worden voor alle gebieden. Dit kan pas nadat er een aanvullende inventarisatie is gedaan, met name van enkele ondergrondse situaties en situatie op particulier terrein. Dit betreft de locaties Ambachtsweg en de riolering van de Sligro. Hier wordt aanbevolen inspectiebeelden met camera te maken.

Bij de Fleerbosseweg wordt aanbevolen om te controleren of de aangesloten verharding werkelijk nog zo vervuild is dat de koppelputten en daarmee de aansluiting met de vuilwaterriolering nog nodig zijn. Van deze uitkomst hangen alle maatregelen af die geformuleerd zijn voor de Middenweg en de Fleerbosseweg.

Op het terrein van de Sligro zorgt de hemelwater overstort met filter voor veel weerstand in het systeem, waardoor er water op straat komt te staan. Om dit te voorkomen kan het filter weggehaald worden. Maar voordat dit kan moet eerst de werking van het filter gecontroleerd worden in relatie tot de kwaliteit van het afgevoerde regenwater en de eisen aan het oppervlaktewater. Daarom wordt aanbevolen nader onderzoek te doen naar de werking van het filter bij de hemelwater overstort op het terrein van de Sligro en de kwaliteitseisen aan het afgevoerde regenwater.

Om het bedrijventerrein klimaatbestendig te houden, wordt aanbevolen de klimaatveranderingen en statistieken hiervoor bij te houden. Hierdoor kan snel ingegrepen worden wanneer er afwijkingen op gaan treden ten opzichte van de nu gehanteerde klimaatverwachtingen.

Bibliografie

- Actueel Hoogtebestand Nederland. (2018). */common-nlm/over-ahn.html*. Opgehaald van <http://www.ahn.nl>: <http://www.ahn.nl/common-nlm/over-ahn.html>
- Aquaflow. (2017). *Aquaflow, zuiver water bering in wegen*. Aquaflow.
- Aquo-lex - het waterwoordenboek. (2012). */begrip/klimaatbestendig*. Opgehaald van <http://www.encyclo.nl>: <http://www.encyclo.nl/begrip/klimaatbestendig>
- B. Brinkman. (2013). */2013/07/24/straat-nodig-om-hevige-regenbuien-op-te-vangen/*. Opgehaald van <https://rtveen.nl>: <https://rtveen.nl/2013/07/24/straat-nodig-om-hevige-regenbuien-op-te-vangen/>
- Baarda, B. (2014). *Dit is onderzoek!* Groningen/Houten: Noordhof Uitgevers.
- Google maps. (2018). Opgehaald van <https://www.google.nl/maps>: <https://www.google.nl/maps/>
- Infoworks. (2018).
- Innovyze. (2018). */products/infoworks_icm/*. Opgehaald van <http://www.innovyze.com>: http://www.innovyze.com/products/infoworks_icm/
- Jansen, M. (2018, 5 28). */bevelanden/s-gravenpolder-houdt-zijn-hart-vast-na-waterballet~ac24523d/*. Opgehaald van <https://www.pzc.nl>: <https://www.pzc.nl/bevelanden/s-gravenpolder-houdt-zijn-hart-vast-na-waterballet~ac24523d/>
- Klimaat-effectatlas. (2018). Opgehaald van <http://www.klimaat-effectatlas.nl/nl/>: <http://www.klimaat-effectatlas.nl/nl/>.
- KNMI. (2018). */kennis-en-datacentrum/uitleg/zware-neerslag*. Opgehaald van <https://www.knmi.nl>: <https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/uitleg/zware-neerslag>
- KNMI. (2018). */kennis-en-datacentrum/uitleg/zware-neerslag*. Opgehaald van <https://www.knmi.nl>: <https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/uitleg/zware-neerslag>
- Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut. (2015). *KNMI'14 klimaatscenario's voor Nederland*. De Bilt: KNMI.
- (2004). *Leidraad Riolerings C2100*.
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu. (2018, Januari 1). */BWBR0025458/2018-01-01*. Opgehaald van <http://wetten.overheid.nl>: <http://wetten.overheid.nl/BWBR0025458/2018-01-01>
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Ministerie van Economische Zaken. (2017). *Deltaprogramma 2018: Doorwerken aan een duurzame en veilige delta*. Den Haag: Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Ministerie van Economische Zaken.
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Ministerie van Economische Zaken. (2017). *Deltaprogramma 2018: Doorwerken aan een duurzame en veilige delta*. Den Haag: Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Ministerie van Economische Zaken.
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2018). */onderwerpen/lucht-water/handboek-water/wetgeving/wet-milieubeheer/begrippen/*. Opgehaald van <https://www.infomil.nl>:

<https://www.infomil.nl/onderwerpen/lucht-water/handboek-water/wetgeving/wet-milieubeheer/begrippen/>

Nortier, I., & de Koning, P. (2000). *Toegepaste vloeistofmechanica, hydraulica voor waterbouwkundigen*. Halsteren: Educatieve Partners Nederland BV.

NU-adviesbureau. (2017). *Basisrioleringsplan Kapelle en Biezelinge*. Kapelle: Gemeente Kapelle.

Nu-adviesbureau. (2017). *Verbreed Gemeentelijk Rioleringsplan Kapelle 2017-2021*. Kapelle: Gemeente Kapelle.

NU-adviesbureau. (2017). *Verbreed Gemeentelijk Rioleringsplan Kapelle 2017-2021*. Kapelle: Gemeente Kapelle.

Provincie Zeeland. (2018). */kaarten-en-cijfers/kaarten*. Opgehaald van <https://www.zeeland.nl:https://www.zeeland.nl/kaarten-en-cijfers/kaarten>

RBOI adviseurs ruimtelijke ordening. (2013). *Kapelle Smokkelhoek Bestemmingsplan*. Kapelle: Gemeente Kapelle.

RBOI adviseurs ruimtelijke ordening. (2013). *Kapelle Smokkelhoek Bestemmingsplan*. Kapelle: Gemeente Kapelle.

Ruimtemet toekomst.nl. (2014, september). */wiki/thema-s/klimaatbestendig*. Opgehaald van <http://www.ruimtexmilieu.nl: http://www.ruimtexmilieu.nl/wiki/thema-s/klimaatbestendig>

STOWA, KNMI, & HKV lijn in water. (2015). *Actualisatie meteogegevens voor waterbeheer 2015*. Amersfoort: STOWA.

Waterschap Scheldestromen. (2012). *Nota vergunningenbeleid waterbeheer Scheldestromen 2012*. Middelburg: Waterschap Scheldestromen.

Waterschap Scheldestromen. (2013). *Richtlijnen waterbeheer voor planontwikkeling in bebouwd gebied*. Middelburg: Waterschap Scheldestromen.

waterschap Scheldestromen. (2018). */interactieve-kaarten*. Opgehaald van <https://scheldestromen.nl: https://scheldestromen.nl/interactieve-kaarten>

Waterschap Scheldestromen. (2018). */interactieve-kaarten*. Opgehaald van <https://scheldestromen.nl: https://scheldestromen.nl/interactieve-kaarten>

Bijlagen

Bijlage 1, Processchema



Bijlage 2, Geschiedenis van Smokkelhoek

Biezeling is ontstaan als nederzetting aan de rand van een kreek die in de 11^{de} eeuw is afgedamd. Ook kende Biezeling een haven die in de 15^{de} en vroege 16^{de} veel voorspoed gaf aan het dorp. Rond de 18^{de} eeuw is de haven dichtgeslibd. Later zijn hiervan restanten teruggevonden in de Hoofdstraat en in het Marktplaats (Gemeente Kapelle, 2018).

Het woord Smokkelhoek komt van de vroegere streeknaam. In deze hoek, ten zuidoosten van Biezeling en aan de Westerschelde, werd tot vrij recente tijd gesmokkeld met onder andere boter (Beenhakker, de Bruin, & Koninklijk Zeeuwsch Genootschap der Wetenschappen, 1984).

Een van de grootste en eerste bedrijven is Coroos. Coroos is een familiebedrijf dat zich sinds 1957 bezighoudt met het inblikken van fruit, groenten en peulvruchten (Coroos, 2018). Een ander groot bedrijf is Sligro. Sligro is onderdeel van de Sligro Food Group en is opgericht in 1935. De Sligro op Smokkelhoek is een distributiecentrum (Sligro Food Group, 2018). Uit het archief van gemeente Kapelle¹ is achterhaald dat het gebouw van de Sligro eerst van de Coöperatieve Groenten- en Fruitveiling/Coöperatieve Tuinbouwveiling Zeeland was en gebouwd is in 1986/7. Daarna is het pand gekocht door Greenery Vastgoed B.V. rond 1998 en zat samen met Fruit Packing Company in het pand gevestigd tot 2002. In 2002 heeft Greenery het pand gedeeltelijk verhuurd aan Bison International B.V. tot januari 2003. Daarna is Sligro in het pand gekomen en zit sinds mei 2003 helemaal in het pand. In twee kleine fustloodsen heeft Greenery nog tot juni 2004 gezeten en is toen verhuisd naar Barendrecht. In de fustloodsen zit nu Fruit Packing Company.

Uit een brief in het archief van de gemeente Kapelle op 8 april 2003 van F.W. Leijnse is een kleine verduidelijking gehaald:

“Tijdens het gesprek gaf u aan dat de Greenery een gedeelte van zijn terrein heeft verhuurd aan de Sligro. Verder zal Greenery operationeel (Fruit Packing Zeeland) de open fustloods en de gesloten loods (voormalig opslag van Bison) gaan huren. Greenery fruit zal de koelcel gaan huren die naast de locatie van de Sligro staat.”

Uit een artikel in het Reformatorisch Dagblad van 1987 is ook duidelijk geworden dat de gemeente Kapelle toen al het bedrijventerrein wilde uitbreiden voor meer bedrijvigheid: *“De gemeente Kapelle gaat volgend jaar een nieuw bedrijfsterrein ontwikkelen in de directe omgeving van de Centrale Tuinbouwveiling Zeeland”* (Dagblad, 1987).

¹ Gezocht op: Nijverheidsweg 6, milieuvergunningen en vervallen milieuvergunningen.

Bibliografie

Beenhakker, A., de Bruin, M., & Koninklijk Zeeuwsch Genootschap der Wetenschappen. (1984). *Encyclopedie van Zeeland, deel III*. Middelburg: Koninklijk Zeeuwsch Genootschap der Wetenschappen.

Coroos. (2018). */overcoroos*. Opgehaald van <https://www.coroos.nl>:
<https://www.coroos.nl/overcoroos>

Dagblad, R. (1987, December 23). Nieuw bedrijfsterrein in gemeente Kapelle . *Reformatorisch Dagblad*.

Gemeente Kapelle. (2018). */home/geschiedenis_44231/item/biezeling_129433.html*. Opgehaald van <https://www.kapelle.nl>:
https://www.kapelle.nl/home/geschiedenis_44231/item/biezeling_129433.html

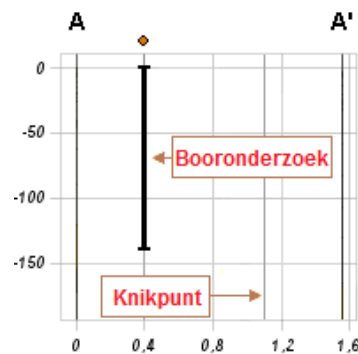
Sligro Food Group. (2018). */over-ons/historie.htm*. Opgehaald van <http://www.sligrofoodgroup.nl>:
<http://www.sligrofoodgroup.nl/over-ons/historie.htm>

Bijlage 3, Algemeen Hoogtebestand Nederland

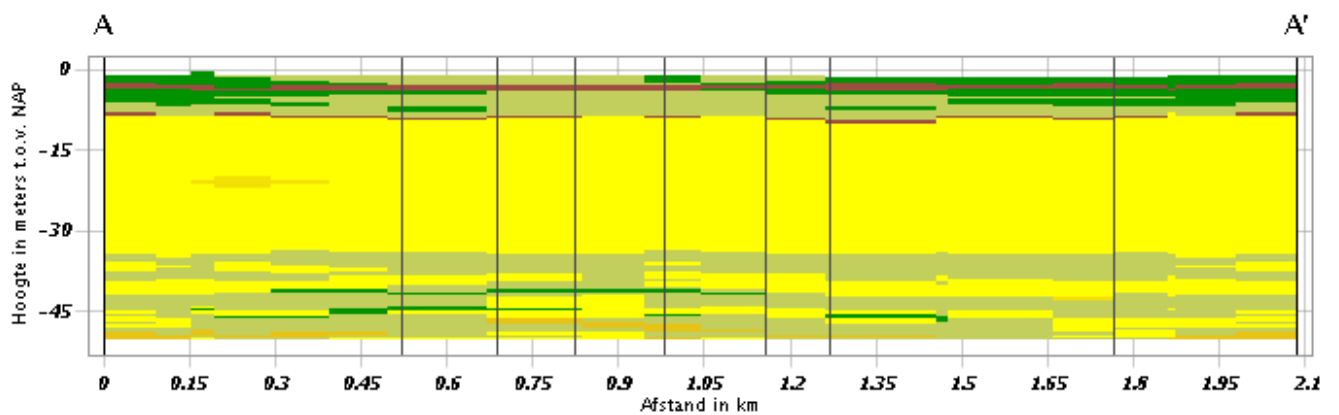


Bijlage 4, Bodemprofielen Smokkelhoek

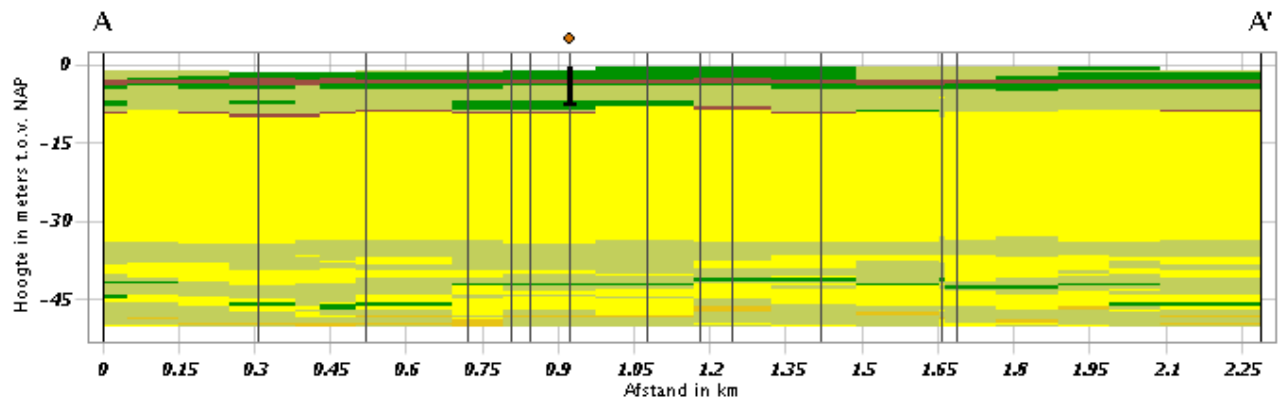
Legenda:



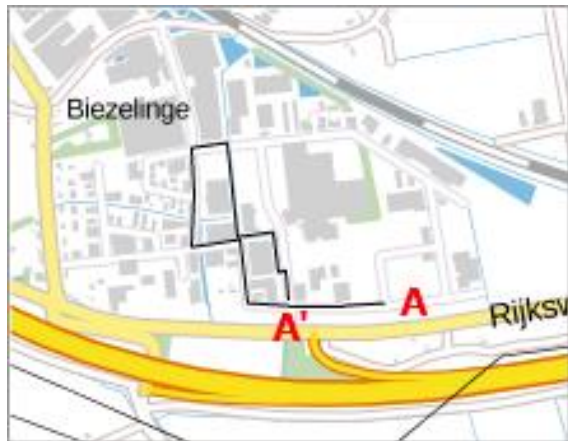
Doorsnede 1:

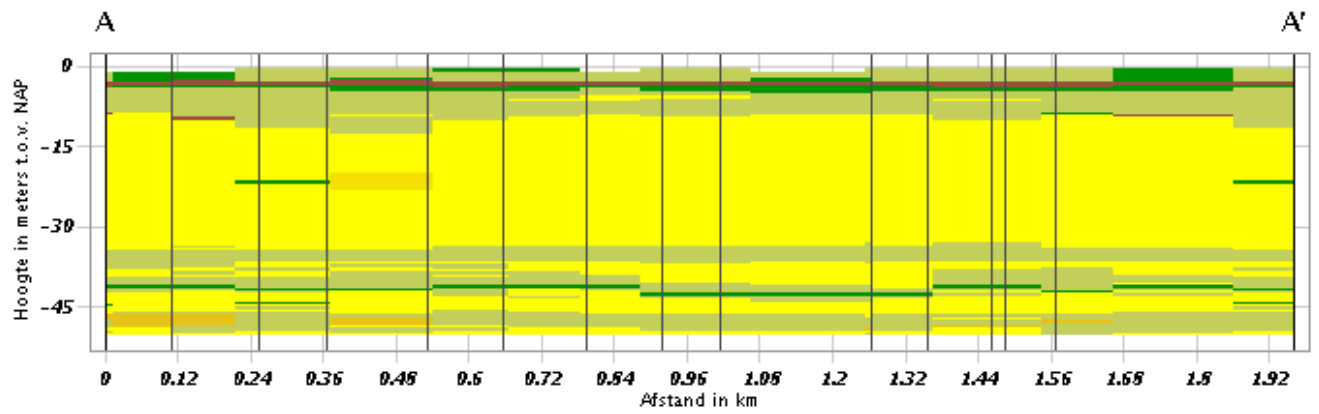


Doorsnede 2:

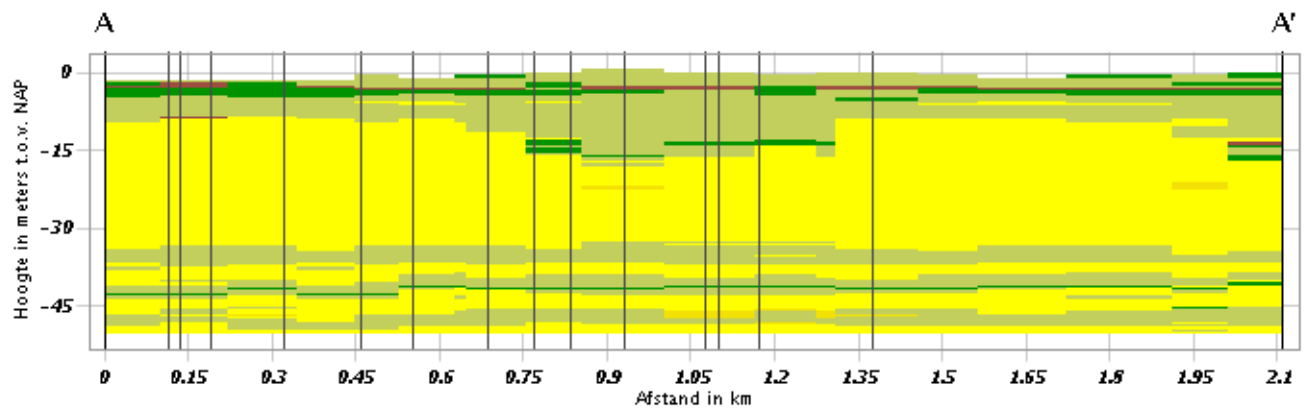


Doorsnede 3:

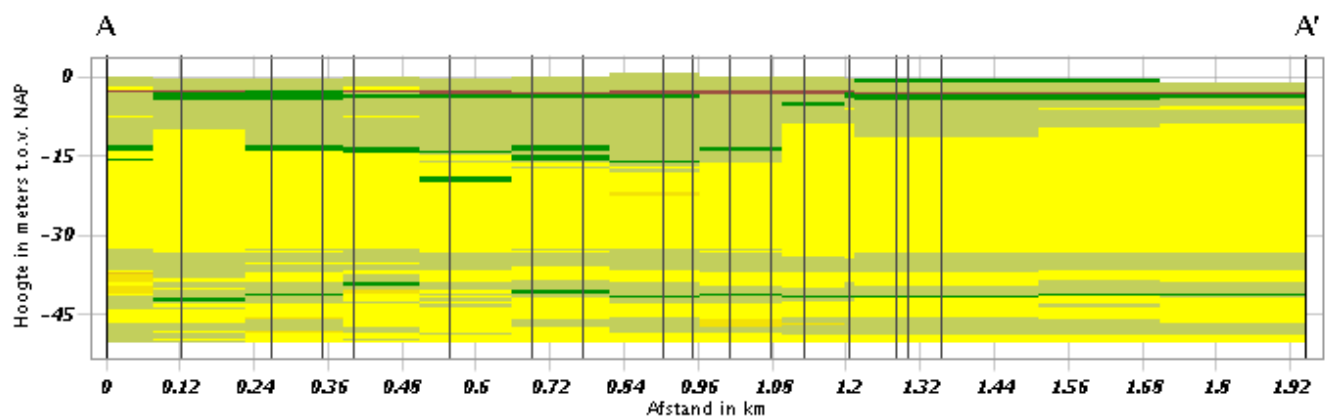




Doorsnede 4:

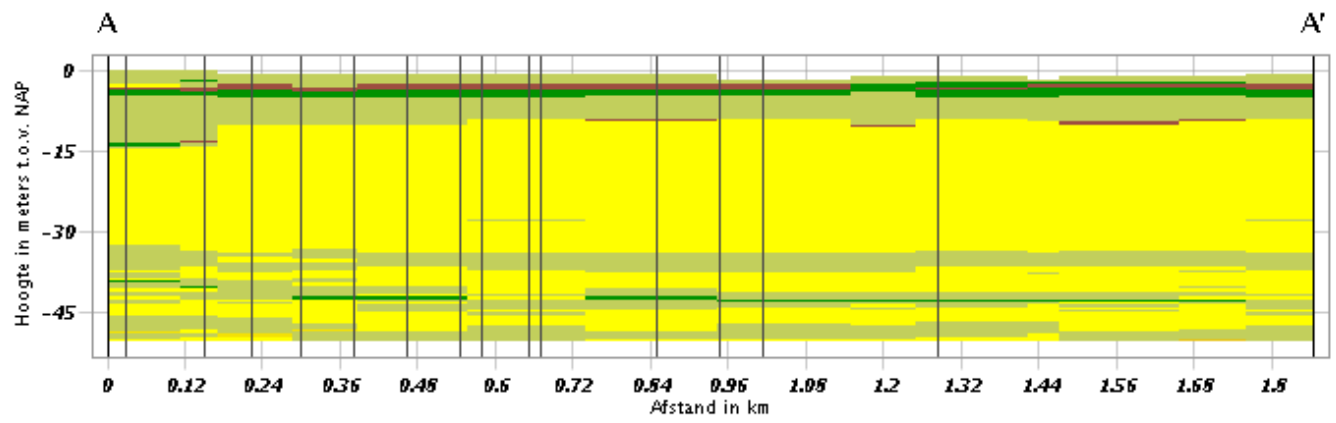


Doorsnede 5:



Doorsnede 6:





Bijlage 5, Bodemgesteldheid en Archeologie

Bodemgesteldheid

Op bedrijventerreinen kunnen bodem verontreinigende activiteiten voorkomen of hebben in het verleden plaatsgevonden. Het risico is aanwezig dat in het verleden op het bedrijventerrein Smokkelhoek verontreinigende activiteiten hebben plaatsgevonden. Vermoedelijk is de grond eerst gebruikt voor de fruitteelt. Hier kunnen gewasbestrijdingsmiddelen gebruikt zijn. Uit het bestemmingsplan Smokkelhoek Kapelle, pagina 59, en uit informatie van bodemloket (www.bodemloket.nl) blijkt dat er op verschillende locaties onderzoek is gedaan naar de bodemgesteldheid en dat er geen vervolgonderzoek nodig is (RBOI adviseurs ruimtelijke ordening, 2013).

Archeologie

Uit eerdere archeologische onderzoeken is gebleken dat er in het gebied sporen voorkomen uit de Romeinse tijd en de Middeleeuwen. In het verleden is de bodem vaak verstoord door overstromingen en later in de Middeleeuwen door de grootschalige moernering. Moernering is het winnen van zout uit veen. Hierdoor is het gebied niet meer het behouden waard voor de archeologie en is het gebied vrijgegeven voor ontwikkelingen (RBOI adviseurs ruimtelijke ordening, 2013).

Bibliografie

RBOI adviseurs ruimtelijke ordening. (2013). *Kapelle Smokkelhoek Bestemmingsplan*. Kapelle: Gemeente Kapelle.

Bijlage 6, Kabels en leidingen overzichtskaart bedrijventerrein Smokkelhoek

Bijlage 7, Verharde en onverharde oppervlaktes Smokkelhoek

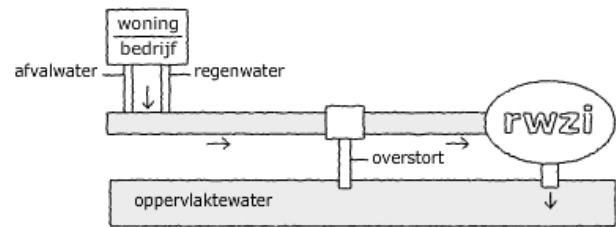
Bijlage 8, Rioleringstypen

Welke riolen zijn er en wat zijn de verschillen tussen deze riolen?

Over het algemeen zijn er twee soorten riolering: een gecombineerd systeem en een gescheiden systeem.

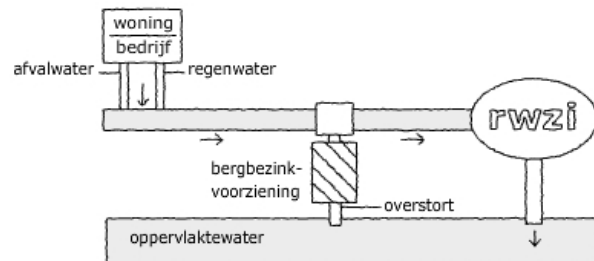
Gecombineerd rioleringssysteem

Een gecombineerd rioleringssysteem bestaat uit een enkele buis met afvalwater en regenwater wat samen naar de rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) gaat, zie figuur 1. Bij een gecombineerd systeem hoeft de gemeente maar één buis aan te leggen en hoeft de gemeente niet te controleren of het regenwater en afvalwater gescheiden blijft. De aanleg van één buis is het goedkoopst. In Nederland is driekwart van het rioolstelsel een gemengd stelstel (Stichting Rioned, 2009).



Figuur 30, Gecombineerd rioleringssysteem (Stichting Rioned, 2009)

Wanneer het hevig regent, kan het riool overlopen in sloten en vijvers. Meestal hebben gemengde riolen een zogenaamde bergbezinkvoorziening (zie 'Randvoorziening'). Een bergbezinkvoorziening vangt het rioolwater tijdelijk op voordat het overloopt in de sloot of vijver, zie figuur 2. Hierdoor wordt er schoner water geloosd omdat het vuil naar de bodem zakt voordat het water overloopt en wordt de waterkwaliteit verbeterd (Stichting Rioned, 2009).



Figuur 31, Bergbezinkvoorziening (Stichting Rioned, 2009)

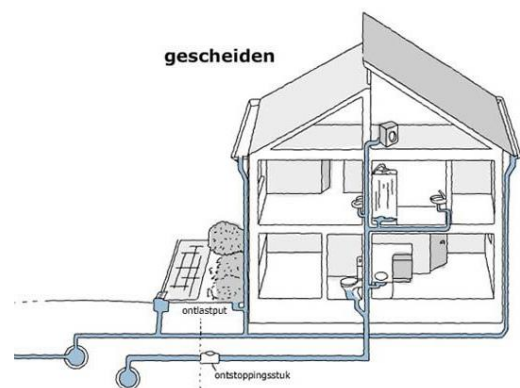
Voor- en nadelen van een gemengd rioolsysteem

Een gemengd rioolsysteem is makkelijk en goed aan te leggen omdat het maar één buis is. Er kunnen dus geen foutaansluitingen voorkomen, bijvoorbeeld een afvalbuis op het regenwaterriool. Het systeem is, doordat het één buis is, makkelijk te onderhouden.

Een van de nadelen is dat veel schoon regenwater naar de RWZI gaat en dat wanneer het hard regent, er een deel van het afvalwater in het oppervlaktewater terecht komt. Dit brengt gezondheidsrisico's met zich mee. Maar het water zou bij hevige regen op straat blijven staan als die overstorten er niet waren (Stichting Rioned, 2009).

Gescheiden rioolsysteem

Een gescheiden rioolsysteem bestaat uit twee buizen: een voor het afvalwater en een voor het regenwater, zie figuur 3. Bij een gescheiden systeem gaat al het regenwater via een overstort naar het oppervlaktewater in plaats van naar de RWZI. Al het afvalwater gaat via een gemaal richting de RWZI (Stichting Rioned, 2009). De gedachte achter een gescheiden rioolsysteem is dat regenwater schoon genoeg is om direct te lozen op het oppervlaktewater. Uit recent onderzoek blijkt dat water uit het regenwaterstelsel, zonder



foutaansluitingen, vaak 'vrij schoon' is in vergelijking met de kwaliteit van het ontvangende oppervlaktewater (Stichting Rioned, 2018).

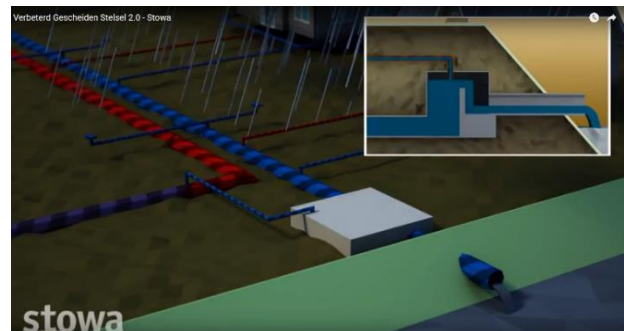
Voor- en nadelen van een gescheiden rioolsysteem

Vergeleken met een gecombineerd systeem hoeft de RWZI veel minder hard te werken. Ook is het water dat geloosd wordt in het oppervlaktewater veel schoner omdat het afvalwater hier niet in zit. Dit neemt grotendeels de gezondheidsrisico's weg (Stichting Rioned, 2009).

Een gescheiden systeem kan toch tot vervuiling leiden omdat niet al het regenwater schoon is, dit heet 'the first flush'. Al het regenwater neemt het vuil mee van de daken en straat voordat het in het oppervlaktewater geloosd wordt. Ook kan het oppervlakte vervuild raken door foutieve aansluitingen van het afvalwatersysteem op het regenwatersysteem. Verder is een gescheiden systeem duurder om aan te leggen omdat er twee buizen in de grond moeten en dit geeft ook meer onderhoud (Stichting Rioned, 2009).

Verbeterd gescheiden rioolsysteem

Om de nadelen van een gescheiden systeem tegen te gaan is het verbeterd gescheiden systeem ontwikkeld. Om foutaansluitingen te voorkomen zijn in de afgelopen jaren veel verbeterd gescheiden stelsels (VGS) aangelegd. Bij een VGS gaat het hemelwaterafvoer naar een gemaal. De pomp in het gemaal stuurt het vuilwater van kleine buien en foutieve aansluitingen naar de RWZI en pas bij grote buien wordt het water geloosd op het oppervlaktewater via een overstort, zie figuur 4 (Stichting Rioned, 2018).



Figuur 33, Verbeterd gescheiden rioolstelsel (Stichting Rioned, 2018)

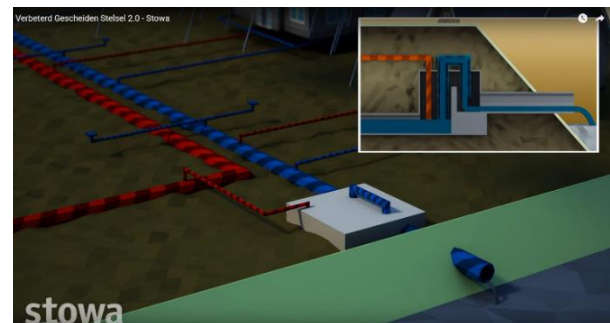
Voor- en nadelen van een verbeterd gescheiden rioolstelsel

Het voordeel van een VGS is dat afvalwater uit foutaansluitingen naar de RWZI gaat en niet richting het oppervlaktewater. Met dit systeem wordt het vuil van de daken en straat naar de RWZI afgevoerd en komt met grotere regenbuien, schoon water in het oppervlaktewater terecht (Stichting Rioned, 2009).

Een nadeel van een VGS is dat veel relatief schoon regenwater alsnog richting de RWZI gaat. Pas wanneer de randvoorziening (zie 2.3.2 Randvoorziening) vol is met water treedt de overstort pas in werking (Stichting Rioned, 2009).

Verbeterd gescheiden stelsel 2.0

VGS 2.0 is geïntroduceerd om de foutieve aansluitingen en de grote hoeveelheden water richting de RWZI tegen te gaan. Hier heeft het stelsel twee pompen: één voor de afvoer richting de RWZI en één richting het oppervlaktewater. Bij de first flush gaat de pomp richting de RWZI aan en wanneer het water schoon genoeg is gaat de pomp richting het oppervlaktewater aan, zie figuur 5. Voor de bepaling van of het water schoon genoeg is, kunnen



Figuur 34, VGS 2.0 (Stichting Rioned, 2018)

sensoren gebruikt worden. Vaak is een sturing op basis van debiet of waterniveau al genoeg (Stichting Rioned, 2018).

Voor- en nadelen van een Verbeterd gescheiden stelsel 2.0

Een voordeel van VGS 2.0 is dat de RWZI minder wordt belast en er meer water lokaal beschikbaar is voor gebruik. Doordat de RWZI minder belast is, kunnen ook gemalen, leidingen en de RWZI kleiner gedimensioneerd worden. Bovendien levert het RWZI, dat minder belast wordt, betere zuiveringsredementen. De VGS 2.0 levert een schoner oppervlaktewater op en een betere waterkwaliteit. Ook levert de VGS 2.0 een kostenbesparing voor de waterschappen op zonder een grote investering voor de waterschappen en gemeenten (Stichting Rioned, 2018).

Om een goed werkend systeem te hebben, verschilt de aanpak en detaillering per locatie (Schilperoort, Rémy ; Langeveld, Jeroen;, 2017).

Bibliografie

Schilperoort, Rémy ; Langeveld, Jeroen;. (2017). *Anders omgaan met VGS: goed voor rwzi, oppervlaktewater én portemonnee*. Stichting Rioned ; STOWA.

Stichting Rioned. (2009). Opgehaald van <https://www.riool.info>: <https://www.riool.info>

Stichting Rioned. (2018). */anders-omgaan-met-verbeterd-gescheiden-rioolstelsels*. Opgehaald van <https://www.riool.net>: <https://www.riool.net/anders-omgaan-met-verbeterd-gescheiden-rioolstelsels>

Bijlage 9, Watertypen

Watertypen

Water is overal om ons heen. Er zijn verschillende soorten water waar een persoon dagelijks mee te maken heeft.

Oppervlaktewater

Het water in vijvers, sloten, beken, rivieren en meren zijn in totaal een vijfde van de oppervlakte in Nederland. Vijvers vangen grote hoeveelheden regenwater op. Het waterschap zorgt in sloten, plassen en meren voor een goede waterkwaliteit en water kwantiteit. Veel zeldzame soorten leven in beken en sprengen (oorsprong van een beek). Veel beken hebben plaats moeten maken voor groei van steden maar de waterschappen werken nu op veel plaatsen aan het herstel van dit watersysteem. De grote rivieren en kanalen voeren het regenwater en smeltwater richting de zee en het IJsselmeer. Rijkswaterstaat is beheerder van de rivieren en kanalen, het waterschap heeft kleine rivieren in beheer. De zee en de kust worden samen beheerd door de rijksoverheid, provincies, gemeenten en waterschappen (Stichting Rioned, 2009).

Regenwater

Het regenwater wordt voor het merendeel afgevoerd door het riool. Een groot deel van Nederland heeft nog een gecombineerd rioolsysteem en kan bij een hevige regenbui overlopen in het oppervlaktewater. Dit leidt tot milieuvervuiling. Door een bergbezinkbassin toe te voegen wordt voorkomen dat vervuild water in het oppervlaktewater terecht komt. Ook kan er gebruikt worden gemaakt van een gescheiden rioolsysteem. Hierbij wordt het regenwater en afvalwater apart afgevoerd. Het regenwater gaat direct naar het oppervlaktewater en is schoner. Ook kan een wadi, een verlaagde groenstrook, gebruikt worden om regenwater af te voeren richting sloten en om regenwater langzaam in de bodem te laten infiltreren (Stichting Rioned, 2009).

Grondwater

Grondwater bevindt zich in de bodem en is via sloten, meren en rivieren in de bodem gezakt. Het water zakt totdat het een ondoordringbare grondlaag tegenkomt. De bodem boven deze grond raakt verzadigd en kan geen water meer opnemen. Deze stand heet de grondwaterstand. De grondwaterstand wordt door vele factoren beïnvloed:

- De hoeveelheid regen
- Het bodemtype
- De afstand van het grondwater tot het oppervlaktewater
- De waterdruk uit verschillende ondoordringbare bodemlagen
- Ondergrondse constructies
- Waterwinning uit de grond
- Kwel
- Zetting en bodemdaling

(Stichting Rioned, 2009)

Drinkwater

In Nederland wordt gemiddeld 125 liter water gebruikt per persoon per dag. Het water dat gebruikt wordt om drinkwater van te maken komt meestal uit de grond, rivier of meer. Na zuivering door de zuiveringsinstallatie kan het drinkwater gebruikt worden. Omdat water langzaam in de bodem terecht komt zit het water daar vaak al honderden jaren. Dit water neemt allerlei stoffen op zoals

kalk en ijzer maar ook schadelijke stoffen die worden gebruikt bij de landbouw zoals bestrijdingsmiddelen. Het water uit de rivieren en meren is van betere kwaliteit maar bevatten ook verontreinigingen. Hierdoor moet het water eerst zorgvuldig gezuiverd worden voordat het als drinkwater gebruikt kan worden. Via een uitgebreid waterleidingennet komt het drinkwater uit de kraan (Stichting Rioned, 2009).

Bibliografie

Stichting Rioned. (2009). Opgehaald van <https://www.riool.info>: <https://www.riool.info>

Bijlage 10, Rioleringstekening Smokkelhoek

Bijlage 11, Beschrijving van locaties van rioolonderdelen

Gemalen

Op het laagste punt in het systeem staat een rioolgemaal om het water naar een hoger gebied te verpompen. Ook wordt een gemaal gebruikt om polders leeg te pompen. Een rioolgemaal bestaat algemeen uit een ontvangtbassin/put, een besturingskast en een of meerdere pompen. Eerst wordt het water verzameld in het bassin, wanneer het water een bepaald peil bereikt gaat de pomp aan en pompt het water weg in een persleiding of naar een hoger gebied. Wanneer het water onder een bepaald peil komt in het bassin gaat de pomp weer uit. Gemalen kunnen enkele tientallen tot duizenden m³/uur water verpompen afhankelijk van de grootte (Gemeente Rotterdam, 2018) (Stichting Rioned, 2009).

Op het bedrijventerrein staan drie gemalen: gemaal Handelsweg, gemaal Kloosterweg en gemaal Kloosterpoort. Ook staat er een gemaal naast de Smokkelhoekweg, gemaal Biezeling, en staat er een gemaal aan de Veilingsweg, voor zover het bekend is, op het terrein van de Sligro (locatie en specificaties onbekend), zie bijlage 13. Het gemaal Biezeling is in het beheer en eigendom van het waterschap Scheldestromen. Voor specificaties van de gemalen Biezeling, Handelsweg, Kloosterweg en Kloosterpoort, zie bijlage 10 (NU-adviesbureau, 2017).

Overstorten

Een overstort is een noodafvoer van het rioolsysteem. Overstorten zijn meestal een onderdeel van het gemengde rioelstelsel maar ook regenwateruitlaten van een gescheiden riolering worden soms overstorten genoemd. Overstorten treden meestal pas inwerking wanneer de buizen vol zijn bij een hevige bui. Het water loopt dan via de overstort het oppervlaktewater in. Hiermee komt ook afvalwater in het oppervlaktewater terecht (Stichting Rioned, 2009).

Overstorten zijn niet verplicht maar zijn wel handig om toe te passen omdat het volgens de wetstechnische informatie van het gemeentelijk rioleringsplan Waalwijk 2016-2020: *“het economisch en technisch niet haalbaar is het gemengde rioelstelsel zo groot te maken dat, bij hevige neerslag, al het regenwater gemengd met afvalwater naar de afvalwaterzuiveringsinstallatie (awzi) af te voeren, worden in het gemengde stelsel overstorten toegepast”* (Werkgroep GRP Gemeente Waalwijk & Snaterse Civiele Techniek & Management, 2016).



Figuur 35, Regenwater overstort (Stichting Rioned, 2009)

Overstorten werken maar een aantal keer per jaar en kunnen veel water verwerken. Wanneer het lang en hard regent kan het water even op straat blijven staan maar verdwijnt binnen een paar uur in de riolering of via de overstorten. Om het aantal overstorten per jaar zoveel mogelijk te beperken, koppelen gemeenten het regenwater af (Stichting Rioned, 2009).

Op het bedrijventerrein Smokkelhoek is één overstort aanwezig. Deze ligt aan de Fleerbossewegje naast VDL Weweler Parts, zie bijlage 12. De specificaties zijn te vinden in tabel 1.

Overstort Fleerbossewegje	
Overstort:	B135480 (regenwater)

Tabel 11, Specificaties overstort Fleerbossewegje (NU-adviesbureau, 2017)

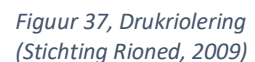
Een koppelput is een koppeling tussen het hemelwaterafvoer en het afvalwaterriool, zie figuur 3. De koppelput treedt in werking bij de first flush en wanneer de koppelput het niet aan kan treedt de overstort in werking. Om te voorkomen dat het afvalwater in de hemelwaterafvoer stroomt, is er een terugslagklep geplaatst. Ook is er een extra noodoverlaat in de koppelput om bij extreme regenval extra regenwater af te voeren in het afvalwaterriool.



Locatie	Putnummer HWA	Putnummer DWA	Hoogte klep [m NAP]
Fleerbosseweg	B13537KP	B13014KP	-1,84 m
Fleerbossewegje	B13547KP	B13024KP	-2,22 m

Drukriolering en persleiding

Een drukriolering wordt vaak toegepast in een buitengebied, bijvoorbeeld afgelegen woningen. Bij een drukriolering komt eerst al het afvalwater in een pompput terecht. Vanuit deze put wordt het afvalwater onder druk in een leiding gepompt. Dit is de persleiding. De persleiding duwt het afvalwater door de buis heen. Persleidingen worden vaak gebruikt wanneer er onder de grond weinig ruimte is of wanneer het afvalwater een grote afstand moet afleggen zonder dat er veel nieuw afvalwater bijkomt (Stichting Rioned, 2009).



Op het bedrijventerrein Smokkelhoek liggen verschillende stukken persleiding. In bijlage 12 zijn deze in het roze aangegeven: van gemaal Kloosterpoort tot aan de andere kant van de weg, van gemaal Kloosterweg tot de Middenweg, op deze persleiding sluit de persleiding vanaf gemaal Handelsweg aan. Vanaf de Middenweg ligt er een vrij verval riolering naar het gemaal Biezeling. Vanaf het gemaal Biezeling gaat de persleiding richting de RWZI Willem Annapolder (NU-adviesbureau, 2017). Op het terrein van de Sligro zitten een aantal stukken drukriolering. Locaties van die persleidingen en pompen zijn niet geheel bekend. Zie bijlage 14 voor een overzicht van de riolering op het terrein van de Sligro (Gemeente Kapelle, 2018).

Spindelschuiven worden gebruikt om het riool tijdelijke af te sluiten om bijvoorbeeld gemaalputten droog te zetten of om een leiding vol met water te laten staan om te gebruiken als bluswater. De

schuif kan makkelijk naar beneden worden gelaten door middel van een spindel (Stichting Rioned, 2009).

Op het bedrijventerrein Smokkelhoek zijn op vier plekken spindelschuiven toegepast: B13027G, B13070G, B13056G en B13703O, zie bijlage 12. B13703O is toegepast om de leiding vol te laten met water als secundaire blusvoorziening (Gemeente Kapelle, 2018).

Randvoorziening

Een randvoorziening wordt meestal toegepast bij een gemengd rioleringsstelsel omdat wanneer het hard regent er minder vervuild water in het oppervlaktewater komt. Een randvoorziening is een opvangbak waarin het water tijdelijk wordt opgevangen, het vuil kan bezinken waardoor er schoner water in het oppervlaktewater komt via een overstort. Wanneer er in het riool meer ruimte is wordt het vuil teruggepompt in de riolering (Stichting Rioned, 2009).

Een bergbezinkbassin komt het meeste voor. Dit zijn grote betonnen bakken. Ook bergbezinkleidingen komen voor. Hierin bezinkt het vuil in een grote leiding (Stichting Rioned, 2009).

Op het bedrijventerrein Smokkelhoek komen geen randvoorzieningen voor.

Bibliografie

Gemeente Kapelle. (2018).

Gemeente Rotterdam. (2018). */wonen-leven/rioolgemalen/*. Opgehaald van <https://www.rotterdam.nl>: <https://www.rotterdam.nl/wonen-leven/rioolgemalen/>

NU-adviesbureau. (2017). *Basisrioleringsplan Kapelle en Biezelinge*. Kapelle: Gemeente Kapelle.

Stichting Rioned. (2009). Opgehaald van <https://www.riool.info>: <https://www.riool.info>

Werkgroep GRP Gemeente Waalwijk, & Snaterse Civiele Techniek & Management. (2016, maart). */cvdr/xhtmloutput/Historie/Waalwijk/CVDR401385/CVDR401385_1.html*. Opgehaald van <http://decentrale.regelgeving.overheid.nl>: http://decentrale.regelgeving.overheid.nl/cvdr/xhtmloutput/Historie/Waalwijk/CVDR401385/CVDR401385_1.html

Bijlage 12, Schematisatie van locaties van rioolonderdelen

Bijlage 13, Gemaal specificaties

Gemaal Kloosterweg	
Putnummer:	B13027G
Capaciteit:	31 m3/uur (gemeten p.c.)
Inslagpeil:	NAP - 3,80 m
Uitslagpeil:	NAP - 4,50 m
Injecties:	0.0 m3/uur
Afvoerlocatie:	B13047PL
Putafmetingen:	1,33 x 1,33 x 4,78 m
Pompregime:	Enkelvoudig
Beheer:	Gemeente Kapelle

Gemaal Kloosterpoort	
Putnummer:	B13070G
Capaciteit:	38/ 35 m3/uur (gemeten p.c.)
Inslagpeil:	NAP - 3,85/ - 3,40 m
Uitslagpeil:	NAP - 4,60/ - 4,60 m
Injecties:	0,0 m3/uur
Afvoerlocatie:	B13001PL
Putafmetingen:	1,33 x 1,33 x 4,78 m
Pompregime:	Samenloop
Beheer:	Gemeente Kapelle

Gemaal Handelsweg	
Putnummer:	B13056G
Capaciteit:	24/ 24 m3/uur (gemeten p.c.)
Inslagpeil:	NAP - 2,70/ - 2,50 m
Uitslagpeil:	NAP - 3,00/ - 3,00 m
Injecties:	0,0 m3/uur
Afvoerlocatie:	B13046T
Putafmetingen:	1,33 x 1,33 x 3,10 m
Pompregime:	Alternerend
Beheer:	Gemeente Kapelle

Gemaal Biezellinge	
Putnummer:	B11199PL
Capaciteit:	635 m3/uur (gemeten p.c.)
Inslagpeil:	NAP - 3,15 m
Uitslagpeil:	NAP - 3,90 m
Injecties:	14 m3/uur (gemaal Veerweg)
Afvoerlocatie:	RWZI
Putafmetingen:	28,2 m2 x 4,91 m
Pompregime:	Alternerend
Beheer:	Waterschap Scheldestromen

Bijlage 14, Riolering op het terrein van de Sligro

Bijlage 15, Specificaties Hemelwaterriool

Bijlage 16, Specificaties Vuilwaterriool

Bijlage 17, Gebruikte maatregelen

Het regenwater van het dak en terras stroomt bij veel huishoudens naar het riool. Dit is zonde omdat het regenwater veel voor andere doeleinden in de tuin gebruikt kan worden. Hierdoor wordt niet alleen wateroverlast voorkomen maar wordt er ook water bespaard en wordt er minder schoon regenwater afgevoerd richting de RWZI.

Zoals eerder gezegd moet het riool steeds vaker meer regenwater verwerken. Dit komt niet alleen door de klimaatverandering maar ook doordat veel tuinen van particulieren bestraat zijn. Zo stroomt het regenwater snel af richting het riool (Stichting Rioned, 2009).

Om wateroverlast zoveel mogelijk te voorkomen in bebouwd gebied, kan bijvoorbeeld waterberging op daken en in tuinen worden aangebracht. Ook kan water geborgen worden in straten en in parken. Dit is een kosteneffectieve aanpak voor extreme regenval in plaats van de riolering te vergroten (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Ministerie van Economische Zaken, 2017).

Hieronder volgen voorbeelden over hoe water geborgen kan worden in de openbare ruimte zodat het riool minder belast is en de kans op wateroverlast te verkleinen. Deze voorbeelden komen uit het werkveld. Koplopers van het klimaatbestendig inrichten van de openbare ruimte zijn: Amsterdam, Breda, Dordrecht, Rotterdam en Zwolle (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Ministerie van Economische Zaken, 2017).

In Amsterdam is een sterk netwerk ontstaan van diverse organisaties die zich inzetten voor het regenbestendig inrichten van de stad. Dit zijn organisaties als: overheidsinstellingen, groensector, buurtinitiatieven, netwerkorganisaties, kennisinstituten, ondernemers, vastgoedeigenaren, ontwerpers en adviesbureaus. Het doel van dit netwerk, Amsterdam Rainproof, is het regenbestendig maken van de stad, het regenwater beter benutten wat nu afgevoerd wordt (Amsterdam Rainproof, 2018).

Amsterdam is een grote stad met veel bebouwing, verharding, asfalt en betegelde tuinen, hierdoor veroorzaken hoosbuien veel schade omdat de verharding weinig tot geen water doorlaat. Er zijn veel oplossingen op die schade te voorkomen. De oplossingen zijn onder te verdelen in: water vasthouden en bergen, water afvoeren, water infiltreren, water gebruiken en waterrobuust bouwen. Deze oplossingen zijn ook in verschillende plaatsen te gebruiken: bij gebouwen, daken, tuinen, straten, pleinen, parken en in de buurt (Amsterdam Rainproof, 2018).

Water vasthouden en bergen

Het beleid in Nederland is 'vasthouden, bergen, afvoeren'. Hier wordt het regenwater eerst lokaal zoveel mogelijk vastgehouden. Dan wordt het regenwater geborgen in het oppervlaktewater of bergvoorzieningen. Pas wanneer het niet mogelijk is om het regenwater vast te houden of te bergen wordt het regenwater pas afgevoerd. Door het regenwater vast te houden wordt de piek van de afvoer verschoven, hierdoor stroomt het regenwater pas het riool in wanneer deze weer grotendeels leeg is. Om het regenwater vast te houden en te bergen zijn er een aantal oplossingen bedacht:

- Wadi's;
- Greppels;
- Groene daken;
- Ondergrondse opslagvoorzieningen;
- Bovengrondse waterbuffers;
- Regenwatergebruikinstallaties;
- Waterpleinen (Amsterdam Rainproof, 2018).

Water afvoeren

Water moet ook afgevoerd worden. Meestal gaat het regenwater het riool in maar wanneer het stelsel overbelast is gaat dit niet. Via wadi's, greppels, (bedekte of open) goten, waterpleinen, holle wegen, kanalen en waterlopen kan het water afgevoerd worden naar de gewenste plek. Door hoge stoepen en verkeersdrempels slim te plaatsen kan je het water sturen (Amsterdam Rainproof, 2018).

Water infiltreren

Water kan in sterk bebouwde gebieden slecht de grond infiltreren omdat hier veel verharding is. Doordat stoepen, gebouwen, straten en parkeerplaatsen vaak geen regenwater doorlaten, wordt het regenwater afgevoerd richting de RWZI. Het riool kan de hoeveelheid regenwater niet aan wanneer het hard regent maar het kan ook zo zijn dat de RWZI de hoeveelheid water niet aankan en het water loost, met het rioolwater, op het oppervlaktewater.

Door de verharding te verminderen kan meer regenwater de grond infiltreren en het grondwater aanvullen. Het infiltreren heeft slechte beperkte invloed op de grondwaterstand. Doordat er soms veel in een korte tijd valt of lang met weinig regen, kan het zijn dat de grond al vol zit met water en er dus geen water meer bij kan of dat de grondwaterstand daalt doordat de grond uitdroogt. Bij oude gebouwen met een houten paalfundering kan dit resulteren in paalrot. In deze droge periodes is het dus belangrijk om zoveel mogelijke regenwater vast te houden in de stad. Ook beïnvloed de grondsoort de infiltratie van water. Zand is heel doorlaatbaar terwijl klei dat niet is (zeer gering). Een aantal voorbeelden om meer water in de grond te infiltreren zijn:

- Regenwatervijvers;
- Infiltratiestroken, -kratten, -velden, -putten;
- Wadi's;
- Grasbetonstenen;
- Beplanting, groene bermen, groen tussen tramrails;
- Regenpijp afkoppelen;
- Reliëf in de tuin;
- Harde en zachte half-verharding;
- Water passerende verharding;
- Geventuintje (Amsterdam Rainproof, 2018).

Water gebruiken

Regenwater valt op vele manieren ook in het huishouden te gebruiken. Het regenwater kan opgeslagen worden voor later gebruik. Het water valt te gebruiken voor de wasmachine, wc en tuin besproeien. Op deze manier wordt ook drinkwater bespaard. Het regenwater is makkelijk op te vangen in een regenton. Andere voorbeelden zijn:

- Als waterelementen gebruiken;
- Helofytenfilter;
- Regenwaterschutting;
- Gebruik in utiliteitsgebouwen;
- Gebruik bij woningen (Amsterdam Rainproof, 2018).

Waterrobuust bouwen

Door de klimaatverandering en extremere regenbuien kan het rioolsysteem en watersysteem de hoeveelheid water niet aan. Hierdoor ontstaat wateroverlast en worden huizen en steden waterrobuust ingericht. Hierdoor zijn regenwaterbestendige constructies, materiaal, installaties en infrastructuur noodzakelijk. Een andere oplossing om gebouwen hoger te plaatsen en afsluitbaar te maken met schotten en luiken. Andere mogelijkheden zijn:

- Holle wegen;
- Drempels en stoepen strategisch plaatsen voor watersturing (de weg gebruiken als afvoer en sturing);
- Maaiveldverhoging;
- Verhoogde randen;
- Rainproof nutsvoorzieningen;
- Kelders waterrobuust inrichten;
- Regenbestendige materialen en constructie kiezen;
- Tijdelijke waterkeringen (bijvoorbeeld voor deuren met schotten of zandzakken)

(Amsterdam Rainproof, 2018)

Hitte en droogte

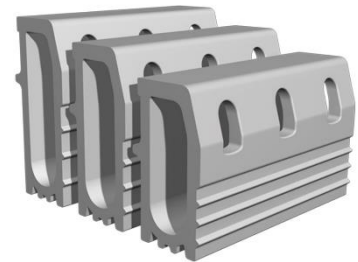
Door meer groen en water in de stad te brengen, helpt dit het effect van hitte-stress te verminderen. Op warme dagen kan het oppervlaktewater gebruikt worden voor verkoeling, kinderen kunnen er bijvoorbeeld in spelen. En door water te bergen is er een voorraad water in een lange droge periode.

De hierboven genoemde oplossingen zijn maar een handjevol oplossingen, meer oplossingen zijn te vinden op www.rainproof.nl en internet.

Afwatering

De Innovative Drainage Solutions BV (IDS group) is geïnspireerd door vernieuwende, innovatieve, door de natuur geïnspireerde, klimaatbestendige, bewezen, onderhoudsvriendelijke en duurzame afwateringsoplossingen. Het doel van de IDS group is het versnellen van het herstel van de natuurlijke waterkringloop. Door de verstedelijking en de klimaatverandering wordt het water niet meer op natuurlijke wijze verwerkt, komt het regenwater met vervuilde oppervlakten in aanraking en komt het vervuilde regenwater in het oppervlaktewater terecht. De IDS group heeft verschillende oplossingen voor zuivering en afwatering van hemelwater:

- EnviroKerb, een stoeprand met afwatering. Dit is een ideale oplossing voor locaties met weinig bouwruimte, wegen en parkeerplaatsen/garages, zie figuur 1;
- EnviroChannel, roostergoot;
- Beany Block, een geïntegreerde afwatering in een trottoirband;
- EnviroDeck, afvoerwatersysteem voor bruggen, wordt veel gebruikt in Verenigd Koninkrijk en Ierland;
- Mini Beany, een stoeprand met middelmatige afvoercapaciteit;
- Drexus XL, lijnafwateringssysteem met een hoge capaciteit, geschikt voor locaties met een zware en drukke belasting;
- Polystorm Modular Cell, infiltratiesysteem op verschillende dieptes
- Reinigingssystemen (IDS group, 2018).



Figuur 38, EnviroKerb (IDS group, 2018)

De oplossingen van de IDS group dragen dus bij aan een het herstel van de natuurlijke waterkringloop (IDS group, 2018).

Bibliografie

Amsterdam Rainproof. (2018). Opgehaald van <https://www.rainproof.nl>: <https://www.rainproof.nl>

IDS group. (2018). */nl*. Opgehaald van <http://www.ids-group.nl>: <http://www.ids-group.nl/nl>

Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Ministerie van Economische Zaken. (2017). *Deltaprogramma 2018: Doorwerken aan een duurzame en veilige delta*. Den Haag: Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Ministerie van Economische Zaken.

Stichting Rioned. (2009). Opgehaald van <https://www.riool.info>: <https://www.riool.info>

Bijlage 18, Kadaster actoren



Bijlage 19, Lijst met actoren specificaties

Lijst met actoren op bedrijventerrein Smokkelhoek														
Peildatum 13 april 2018														
		Actor	Adres	Postcode	Perceelnummer	Oppervlakte [m2]	Opmerking	Activiteit Productie	Opslag	Units	Overig	Contacten	Waterverbruik m3 in 2017	Waterverbruik [m3/h] 2017
A	1	Timmerbedrijf de Jong	Ambachtsweg 3	4421 SK	656	1109		x				-	1.043	0,119
	3	PSIH carpenters	Ambachtsweg 9	4421 SK	685	1115		x				-	1.043	0,119
	5	Tidal Technology Center Grevelingendam	Ambachtsweg 9 L	4421 SK							x	-	1.043	0,119
	6	De Kleding-Express	Ambachtsweg 11	4421 SK	687	1966		x				-	1.043	0,119
	7	Korne transport	Ambachtsweg 11A	4421 SK	837	1560		x				-	1.043	0,119
	8	Duine techniek	Ambachtsweg 11B	4421 SK	869	2286		x				-	1.043	0,119
	9	Raintec B.V.	Ambachtsweg 13	4421 SK	658	1478		x				-	1.043	0,119
	10	PROkeuken	Ambachtsweg 23	4421 SK			15-21 en 23-27 zijn units			x		-	1.043	0,119
	11	PNS Project ontwikkeling B.V.	Ambachtsweg	4421 SK	860	5108					x	-	1.043	0,119
	12	Hoogenboom Industriële Producten	Amfoor 1	4421 SE	845	2500		x				-	0	0,000
	13	KG fruit	Amfoor 6	4421 SE	946	7288		x(fruit)				-	0	0,000
	15	Van der Jagt Groep	Fleerbosseweg 2	4421 RR	540	1979		x				-	2.653	0,303
	16	Cobeena, en huis	Fleerbosseweg 3	4421 RR	558	3470					x	-	2.653	0,303
	17	J. Bouwens Handelonderneming	Fleerbosseweg 3	4421 RR							x	-	2.653	0,303
	18	McCabe car service	Fleerbosseweg 3	4421 RR							x	-	2.653	0,303
	19	Paauwer Solutions	Fleerbosseweg 3	4421 RR							x	-	2.653	0,303
	20	Paauwerkartracing	Fleerbosseweg 3	4421 RR							x	-	2.653	0,303
	21	A. Schrier	Fleerbosseweg 4	4421 RR	541	1351					x	-	2.653	0,303
	22	Mol (weg en waterbouw bedrijf)	Fleerbosseweg 6	4421 RR	542	1108					x	-	2.653	0,303
	23	Transport bedrijf de koster	Fleerbosseweg 7	4421 RR	556	937					x	-	2.653	0,303
	24	Probaat	Fleerbosseweg 8 A	4421 RR	543	509					x	-	2.653	0,303

	25	Autobedrijf J.H. den Dekker	Fleerbosseweg 9	4421 RR	555	1186					x	-	2.653	0,303
	26	Autohandel Ruitinga	Fleerbosseweg 10	4421 RR	544	506					x	-	2.653	0,303
	27	Autobedrijf Kapelle	Fleerbosseweg 11	4421 RR	554	1014					x	-	2.653	0,303
	28	Bouwbedrijf Booij V.O.F.	Fleerbosseweg 12	4421 RR	545	525		x				-	2.653	0,303
	29	?	Fleerbosseweg 13	4421 RR	552+553	300+1210					x	-	2.653	0,303
	30	Slabbekoorn	Fleerbosseweg 14	4421 RR	546	1243		x (fruit)				-	2.653	0,303
	31	Zandee	Fleerbosseweg 15	4421 RR	551	1597		x(machine)				-	2.653	0,303
	32	Autohandel De Cock	Fleerbosseweg 16	4421 RR	798	1315					x	-	2.653	0,303
	33	Duinhouwer lastechniek V.O.F.	Fleerbosseweg 16 A	4421 RR	797	748		x(metaal/lussen)				-	2.653	0,303
	34	V.O.F. Daniel	Fleerbosseweg 16 B	4421 RR	651	856					x	-	2.653	0,303
	35	Machinehandel Zandee	Fleerbosseweg 17	4421 RR			Zelfde perceel als Fleerbosseweg 15	x(machine)				-	2.653	0,303
	36	cock (huis)	Fleerbosseweg 18	4421 RR	799	483					x	-	2.653	0,303
	37	Van Dooren Transport Zeeland B.V.	Fleerbosseweg 19	4421 RR	550	2690					x(transport)	-	2.653	0,303
	38	DT5 B.V.	Fleerbosseweg 19	4421 RR	550	2690		x				-	2.653	0,303
	39	P.M. de Koster Transport- en Loonbedrijf	Fleerbosseweg 23	4421 RR	548	1530					x	-	2.653	0,303
	40	VDL Hapro B.V.	Fleerbosseweg 33	4421 RR	663	1150		x	x			-	2.653	0,303
	41	Coroos	Fleerbosseweg 29+31	4421 RR	547, 3698, 708, 711	8700+23000+26965+3365		x	x			-	2.653	0,303
H	42	Fruit Packing Zeeland B.V.	Handelsweg 1	4421 SH	605	15530		x	x			42	4.890	0,558
	43	Hoondert Staalbouw B.V.	Handelsweg 3	4421 SH	603	17410		x				42	4.890	0,558
	44	RIMI Parts	Handelsweg 5	4421 SH			5-19 en 21-35 zijn units			x		42	4.890	0,558
	45	Units	Handelsweg 6	4421 SJ	830	1765				x		-	17.871	2,040
	46	transportbedrijf?	Handelsweg 8	4421 SJ	801	2005				x		-	17.871	2,040
	47	Van Marcke Food Group B.V.	Handelsweg 10	4421 SJ	724+723	9845+70		x				-	17.871	2,040
	48	Korstanje Transport B.V.	Handelsweg 14	4421 SJ	823	4785					x(transport)	-	17.871	2,040
	49	van Wendel de Joode Autotechniek	Handelsweg 19	4421 SH			5-19 en 21-35 zijn units			x		42	4.890	0,558
	50	Bromfietsreparatiebedrijf Jacco Witte	Handelsweg 21	4421 SH			5-19 en 21-35 zijn units			x		42	4.890	0,558

	51	Kort	Handelsweg 37 D	4421 SH	607	2035	+open terrein erachter en zijn units			x		42	4.890	0,558
	52	Het Zeeuwsche Handelshuys	Handelsweg 37 B	4421 SH			Zit in unit			x		42	4.890	0,558
	53	Koster Autoschade	Handelsweg 41	4421 SH	608	1545	41-41D zijn units			x		42	4.890	0,558
	54	AutoService Fox-Car	Handelsweg 49	4421 SH	632+633	457+1013	43-49 zijn units			x		42	4.890	0,558
	55	Schildersbedrijf Noom B.V.	Handelsweg 51 B	4421 SH			51-51G zijn units			x		42	4.890	0,558
	56	Distilleerderij Eeuwige oproep	Handelsweg 51 F	4421 SH						x		42	4.890	0,558
	57	Handelsonderneming P. Huiskes	Handelsweg 53	4421 SH	713	1275		x(metaal)				42	4.890	0,558
	58	Sturm Supports	Handelsweg 59	4421 SH			55-67 en 61-63 zijn units			x		42	4.890	0,558
	59	Makkina heftrucks B.V.	Handelsweg 67	4421 SH			55-67 en 61-63 zijn units			x		42	4.890	0,558
	60	Actitec B.V.	Handelsweg 69	4421 SH	746	4715					x	42	4.890	0,558
	61	Jabo B.V.	Handelsweg 71	4421 SH	747	1500					x	42	4.890	0,558
	62	Ok Nutripet B.V.	Handelsweg 73	4421 SH	748+916	8000+7150		x(dieren eten)				42	4.890	0,558
	63	Service in Separation B.V.	Handelsweg 77	4421 SH	800	2715	machines voor schoonmaken waterzuiveringsinstallaties	x			x	42	4.890	0,558
J	64	Jeremiasse	Jufferswegje 12	4421 JB	3294	3615					x(verkoop fietsen)	21	3.166	0,361
	65	weyer materiaal C.V.	Jufferswegje 12 B	4421 JB	3494	62	12B-12F en 12P/001-12P/012 zijn units			x		21	3.166	0,361
	66	VDL/Hapro	Jufferswegje 12 K	4421 JB	2955	4435			x			21	3.166	0,361
	67	VDL/Hapro	Juffertwegje 12 L	4421 JB	3295	10550			x			21	3.166	0,361
K	68	Biermans Bouw en Industrie	Kloosterpoort 7	4421 SN			5-23 is één gebouw			x		-	15.615	1,783
	69	EmergoPlus B.V.	Kloosterpoort 13	4421 SN			5-23 is één gebouw			x		-	15.615	1,783
	70	Aazet Kozijnen/Zonwering B.V.	Kloosterpoort 19	4421 SN			5-23 is één gebouw			x		-	15.615	1,783
	71	MEGAbed 2 B.V.	Kloosterpoort 21	4421 SN	646	4080	5-23 is één gebouw			x		-	15.615	1,783
	72	Top Taste B.V.	Kloosterpoort 33	4421 SN	736	11715		x(uien)				-	15.615	1,783
	73	Lion foods		4421 SN		ruim 3 ha	achter top taste, wordt niet meegenomen	x				-	-	-
	74	Bouwense	Kloosterweg 1	4421 PV	415	1008					x	-	1.897	0,217
	75	Intra Kapelle B.V.	Kloosterweg 2	4421 PV	580	2771		x(verkoop)				-	1.897	0,217
	76	Aannemersbedrijf Van Eekelen B.V.	Kloosterweg 3	4421 PV	450	1370		x				-	1.897	0,217

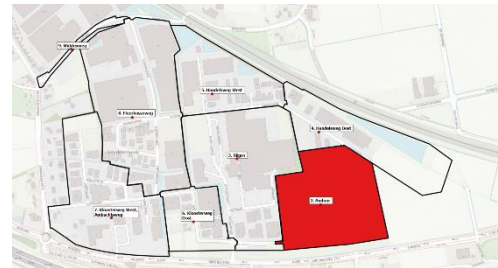
	77	CAZ-Car Audio Zeeland	Kloosterweg 4	4421 PV	439	1395					x	-	1.897	0,217
	78	Moerverhuur	Kloosterweg 4 A	4421 PV							x(verhuur)	-	1.897	0,217
	79	?	Kloosterweg 5	4421 PV	437	3310					x	-	1.897	0,217
	80	SSK-Keukenstudio B.V.	Kloosterweg 6	4421 PV	440	1590					x (verkoop keukens)	-	1.897	0,217
	81	Montagebedrijf Beuvel B.V.	Kloosterweg 7	4421 PV	508	2360		x(bouwtimmeren)				-	1.897	0,217
	82	Loodsen van Hapro	Kloosterweg 8+10	4421 PV	510+511	8020+4964			x			-	1.897	0,217
	83	AVH	Kloosterweg 9/11	4421 PV	435	6770					x	-	1.897	0,217
	84	De Visser Fruit B.V.	Kloosterweg 12	4421 PV	679	2222		x(fruitverkoop)				-	1.897	0,217
	85	Total express	Kloosterweg 13	4421 PV	861	555		x(tanken)				-	1.897	0,217
	86	Topcasco B.V.	Kloosterweg 14	4421 PV	862	9285		x(hout)				-	1.897	0,217
	87	Intec Installatietechniek B.V.	Kloosterweg 16	4421 PV	668	2276					x (installatie)	-	1.897	0,217
	88	Smulderstextiel.nl B.V.	Kloosterweg 18	4421 PV	728	4479					x(verkoop)	-	1.897	0,217
	89	Applus Rtd	Kloosterweg 20	4421 PV	665	2477					x	-	1.897	0,217
	90	Dominicus Gordijnenatelier B.V.	Kloosterweg 22 A	4421 PV	689	1296		x (maken)			x(verkoop)	-	1.897	0,217
M	91	COROOS Conserven B.V.	Middenweg 1	4421 JG	3737, 3736, 3735, 3734	67920+4510+36795+3910		x	x			-	0	0,000
	92	Coroos	Middenweg 6, 6A	4421 JG	3697	28300		x	x			-	0	0,000
N	93	Farm Pack B.V.	Nijverheidsweg 1	4421 SG	614	7855		x(verwerken)				-	6.659	0,760
	94	Maas & Hagoort Lampen B.V.	Nijverheidsweg 2	4421 SG	644	3090					x	-	6.659	0,760
	95	2W Logistiek B.V.	Nijverheidsweg 6	4421 SG			Parkeerd vrachtwagens achter de Sligro, rijdt voor Sligro				x	-	6.659	0,760
	96	Sligro DC Kapelle	Nijverheidsweg 6	4421 SG	638	77742	DWA: 2017: 2750 m3, 2016: 2187 m3		x(distributie)			-	6.659	0,760
R	97	Nutswerk bv	Rijksweg 3	4421 JJ	927	6010					x	-	381	0,043
	98	Sikotrans B.V.	Rijksweg 3A	4421 JJ	669	23737					x(transport)	-	381	0,043
	99	Deba	Rijksweg 3A	4421 JJ							x	-	381	0,043

	10 0	Woonhuis, is privaat	Rijksweg 5	4421 JJ	377	14230	later misschien loodsen				x	-	381	0,043
V	10 1	VKP Onroerend Goed B.V.	Veilingweg 2	4421 SM	938+919	1718+1695		x				-	0	0,000
	10 2	Mechanisatiebedrijf De Koster	Veilingweg 6	4421 SM	739	1333					x	-	0	0,000

Bijlage 20, Gebied analyse

Amfoor (2)

Zie figuur 1 en bijlagen 3, 4, 6, 7, 15, 16, 21, 22 en 23. Het bedrijf Lionfoods dat achter Top Taste aan het bouwen is, wordt niet meegenomen in het project, omdat er te veel onbekende gegevens zijn van de toekomstige situatie na de bouw.



Figuur 39, Amfoor

Verhard en onverhard oppervlak

Het gebied is 10 ha groot, waarvan 42,7% verhard oppervlak.

De verharding bestaat uit (in relatie tot het totale oppervlak van het gebied): 24,6% gesloten verharding, 2,5% open verharding, 15,2% vlak dak en 0,4% hellend dak, allemaal aangesloten op het regenwaterstelsel. Van het overige oppervlakte kan worden aangenomen dat het onverhard en groen is. Het grootste gedeelte van dit gebied is dus onverhard. Dit komt doordat er veel percelen nog niet verkocht zijn en dus niet bebouwd zijn. De verwachting is dat heel het bedrijventerrein volgebouwd gaat worden.

Maaiveldhoogtes

Van de weg die er ligt stroomt het water af richting de berm naast de weg. Gemiddeld ligt het maaiveld op NAP -0,50 meter met variatie tussen ongeveer NAP -0,40 en NAP -0,60 meter. Op de maaiveldanalyse is te zien dat het water bij extreme neerslag op het maaiveld blijft staan. Dit zijn lokale laagtes. Het water stroomt dus goed af van de weg en kan in principe infiltreren in de berm waar het water terechtkomt.

HWA-riolering

Al de verharding (inclusief wegen) is aangesloten op het regenwaterstelsel. Al het regenwater wat dus op verharding valt, stroomt af richting het hemelwaterstelsel. In theorie zou het regenwater moeten afstromen richting de filtervoorziening en vervolgens naar het oppervlaktewater. Dit is echter niet de praktijk. Hier stroomt alleen het bovenste stukje streng af richting de filtervoorziening. Het onderste gedeelte van het regenwaterstelsel blijft continu gevuld, omdat het hoogteverschil meer dan 50 cm is voordat het water richting het filter kan stromen. Vroeger heeft er een overstort en sloot bij put B13623 gezeten, maar deze is weggehaald voor de bouw van het bedrijf Lionfoods. Dit betreffende stuk regenwaterriolering is een knelpunt, omdat het stelsel altijd vol staat met water er geen weinig tot geen berging mogelijk is en omdat het regenwater snel afstroomt richting de filtervoorziening. De filtervoorziening krijgt dus veel water in één keer.

Oppervlaktewater

In dit gebied is geen oppervlaktewater aanwezig. Voor de door het waterschap vereiste 75 mm waterberging is de filtervoorziening en oppervlaktewaterberging aan het einde van de Handelsweg gerealiseerd. Hier kan het regenwater naar toe worden afgevoerd.

DWA-riolering

Het vuilwaterstelsel werkt naar behoren. Er zit een kleine bobbel tussen de putten B13097 en B13085, hier stroomt het vuilwater richting put B13097. Dit vormt geen probleem, omdat het verschil in de putten maar 1 cm is. Verder stroomt het vuilwater af richting gemaal Kloosterpoort.

Bodemabsorptie/infiltratie

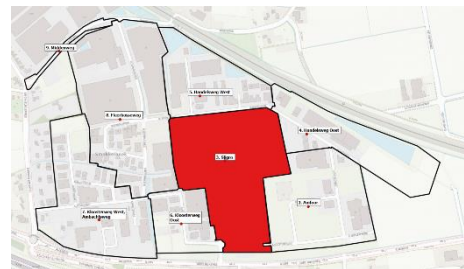
De bodem bestaat voor de eerste 10 meter uit klei, zandige klei en veen. Hierdoor kan water moeilijk dieper in de grond infiltreren. Ook door de hoge grondwaterstand die varieert tussen 1 en 2 meter onder maaiveld (Klimaat-effectatlas, 2018). Waterberging in de grond is hier dus niet mogelijk en zeer beperkt.

Perspectief in regen en droogte

Omdat er in dit gebied veel groen zit, is het goed bestand tegen extreme regenbuien en tegen droogte. Uitdroging van dit gebied zal dus niet veel plaatsvinden. De toekomstverwachting voor dit gebied is minder goed, omdat de percelen die nu groen zijn nog bebouwd zullen worden. Hierdoor is er minder groen en meer verharding en is het gebied minder bestand tegen extreme regenbuien en droogte.

Sligro (3)

Zie figuur 2 en bijlagen 3, 4, 6, 7, 15, 16, 21, 22 en 23. De riolering op het terrein van de Sligro is bekend aan de hand van oude tekeningen. Door aanpassingen aan de riolering in het verleden en de leeftijd van de tekeningen is dit echter niet meer actueel. Tijdens het veldbezoek is de ligging van de riolering achterhaald.



Figuur 40, Sligro

Verhard en onverhard oppervlak

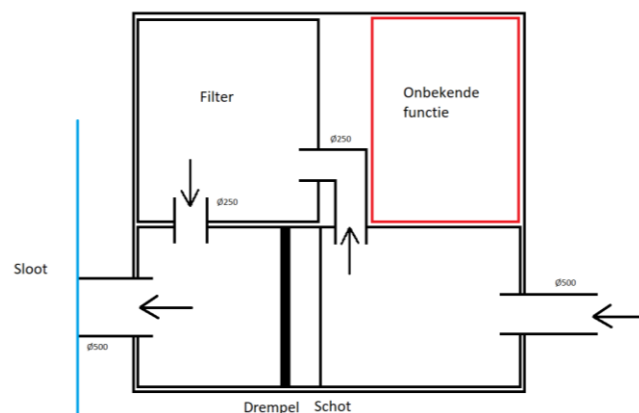
Het gebied is 13 ha groot, waarvan 70,3% verhard oppervlak en 3,3% water oppervlak. De verharding bestaat uit (in relatie tot het totale oppervlak van het gebied): 19,2% gesloten verharding, 7,7% open verharding, 29,5% vlak dak, 7,9% hellend dak allemaal aangesloten op het gescheiden stelsel en 6,0% gesloten verharding aangesloten op de gemengde riolering. Van het overige oppervlakte kan worden aangenomen dat het onverhard en groen is, dit is vastgesteld tijdens het veldbezoek. Het overgrote deel is dus verhard oppervlak. Dit is ook te verwachten, omdat Sligro als bedrijf het grootste oppervlak beslaat. Naast Farm Pack B.V. en tegenover de Sligro is nog een stuk perceel over. Dit is al opgekocht, maar wordt door dat bedrijf achter de hand gehouden voor eventuele uitbreidingen in de toekomst.

Maaiveldhoogtes

Gemiddeld ligt het maaiveld op NAP-0,2 meter. Over het algemeen stroom het water in dit gebied richting het westen naar de sloot toe door lichte verhang van het maaiveld. Op het terrein van de Sligro blijft echter veel water staan. Dit komt voornamelijk door de laadputten en lokale laagtes.

HWA-riolering

Al de verharding is aangesloten op het regenwaterstelsel, alleen de laadputten zijn aangesloten op de vuilwaterriolering via een pomp. Er is vanuit de gemeente Kapelle weinig bekend over de riolering op het terrein van de Sligro en het omliggende gebied. Er zijn losse kaarten verstrekt vanuit de gemeente en samen met een veldbezoek is achterhaald hoe de riolering ongeveer loopt. De riolering is vervolgens in QGIS ingetekend. Hierop is te zien dat het zuidelijke deel van de Sligro samenkomt bij de regenwater overstort naar de sloot en daar loost op het oppervlaktewater via een filter en drempel. Zie figuur 3. Het noordelijke deel van de Sligro loost op de gemeentelijke



Figuur 41, Filter Sligro

regenwaterriolering. Er zitten ook stukken riolering bij waarvan niet bekend is van welke richting een streng komt en gaat. Aan de uiteindes van deze onbekende stukken zitten geen putten. Er is nog veel onbekend over de riolering op het terrein van de Sligro. Met het veldbezoek is alleen een visuele inspectie gedaan. Door de beperkte tijd voor dit onderzoek is verdere inwendige inspectie met een camera niet mogelijk. Bij de aanbeveling wordt daarom opgenomen om verdere camera inspectie en onderzoek uit te voeren naar dit stuk riolering.

Oppervlaktewater

Er zijn twee grote watergangen in het gebied, een primaire en een secundaire watergang. Het regenwater van de Sligro wordt in de secundaire watergang geloosd en stroomt dan richting de primaire watergang. De primaire watergang brengt het water richting het spoor toe (noordelijke richting).

DWA-riolering

Het vuilwaterstelsel werkt naar behoren. Vanuit de Sligro loopt er een streng richting Farm Pack. Daarvandaan loopt een persleiding richting de gemeentelijke injectieput in de Handelsweg en loopt het water richting gemaal Handelsweg, waarna het verpompt wordt richting de Middenweg. Onder de Veilingweg loopt een stuk riolering onder vrij verval, waarna het met een pomp richting de injectieput verpompt wordt waar ook het gemaal Kloosterpoort in komt. Er is echter grote onzekerheid of de ligging van de riolering juist is en wat waarnaartoe stroomt. Dit is vastgesteld door mondelinge uitleg, tekeningen en het veldbezoek. Tijdens het veldbezoek is alleen visuele inspectie gedaan. Door de beperkte tijd voor dit onderzoek is verdere inwendige inspectie met een camera niet mogelijk. Bij de aanbeveling wordt daarom opgenomen om verdere camera inspectie en onderzoek uit te voeren naar dit stuk riolering.

Bodemabsorptie/infiltratie

De bodem bestaat voor de eerste 10 meter uit klei, zandige klei en veen. Hierdoor kan water moeilijk dieper in de grond infiltreren. Ook door de hoge grondwaterstand die varieert tussen 1 en 2 meter onder maaiveld (Klimaat-effectatlas, 2018). Waterberging in de grond is hier dus niet mogelijk en zeer beperkt, ook door het grote percentage verharding.

Perspectief in regen en droogte

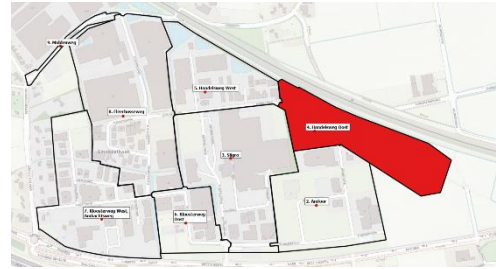
Omdat het gebied grotendeels verhard is, moet het regenwater bij een extreme bui grotendeels afstromen naar het regenwaterstelsel. Omdat er geen meldingen zijn geweest van wateroverlast, kan het regenwaterstelsel de hoeveelheid water tot nu toe aan. Omdat er weinig groen en oppervlaktewater in dit gebied is, kan hittestress optreden, ook door het grote dakoppervlak.

Handelsweg Oost (4)

Zie figuur 4 en bijlagen 3, 4, 6, 7, 15, 16, 21, 22 en 23.

Verhard en onverhard oppervlak

Het gebied is 8,1 ha groot, waarvan 29,4% verhard oppervlak en 13,5% water oppervlak. De verharding bestaat uit (in relatie tot het totale oppervlak van het gebied): 14,4% gesloten verharding, 0,7% open verharding, 11,2% vlak dak en 3,1% hellend dak, allemaal aangesloten op het gescheiden stelsel. Van het overige oppervlakte kan worden aangenomen dat het onverhard en groen is. Het grootste gedeelte van dit gebied is dus onverhard, dit komt doordat een groot stuk land is meegenomen, omdat daar de riolering zit. Ook staan er een aantal percelen open voor verkoop. Het grote percentage water komt door de waterberging die gerealiseerd is voor de 75 mm berging.



Figuur 42, Handelsweg Oost

Maaiveldhoogtes

De gemiddelde hoogte van het maaiveld is ongeveer NAP -0,8 m. Er blijft weinig tot geen water staan op de weg en maaiveld. Over het algemeen stroomt het water in dit gebied richting de sloot langs het spoor, daarna richting het zuidoosten en in de nieuwe waterberging. Het water stroomt dus goed af van de weg en kan infiltreren in de grond waar het water blijft staan.

HWA-riolering

Al de verharding is aangesloten op het regenwaterstelsel. Het regenwater stroomt af richting de overstort bij de waterberging. Hier komt het water eerst in de filtervoorziening, waarna het naar de waterberging stroomt. Put B13568 zit iets lager dan zijn naastgelegen putten. Hierdoor blijft het water staan in deze put. Dit zal geen groot probleem zijn omdat het verschil maar 2 cm is.

Oppervlaktewater

Het oppervlaktewater is groot in dit gebied omdat er een groot stuk waterberging is aangelegd met filtervoorziening. Wanneer het filter de hoeveelheid water niet aankan, is er een dijkje waar het water overheen kan stromen richting het oppervlaktewater van de waterberging. Aan de andere kant van de waterberging zit een duiker die uitstroomt naar de sloot langs het spoor. Deze waterberging is gerealiseerd zodat particulieren geen 75 mm water hoeven te bergen op eigen terrein maar gelijk kunnen afstromen.

DWA-riolering

Het vuilwaterstelsel werkt niet optimaal. Alles links van de kruising wanneer de Handelsweg richting Amfoor loopt, loopt goed af. Alles rechts van dat kruispunt loopt naar rechts toe. Hier zit geen uitstroompunt, pomp of iets dergelijks. Het vuilwater blijft hier in het riool staan en kan ook niet wegstromen. Het vuilwater van de linkerkant kan niet in het rechter gedeelte stromen omdat er 24 cm verschil in hoogte in zit. De buis zal vol blijven staan met water, omdat het verschil tussen het hoogste en laagste punt 35 cm is en de buis een pvc 315 is. Dit is een verbeterpunt omdat het tot nu toe geen probleem oplevert.

Bodemabsorptie/infiltratie

De bodem bestaat voor de eerste 10 meter uit klei, zandige klei en veen. Hierdoor kan water moeilijk dieper in de grond infiltreren. Ook door de hoge grondwaterstand die varieert tussen 1 en 2 meter onder maaiveld (Klimaat-effectatlas, 2018). Waterberging in de grond is hier dus niet mogelijk en zeer beperkt.

Perspectief in regen en droogte

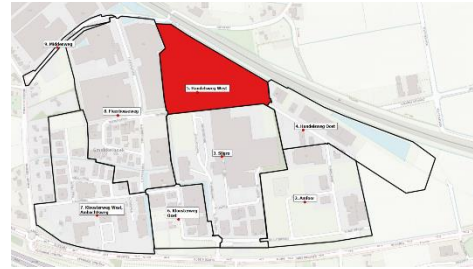
Bij extreme regenbuien kan het regenwater goed afstromen richting het regenwaterstelsel. Dit zorgt verder voor geen problemen. Er zijn nog geen meldingen geweest van wateroverlast. Hittestress kan hier optreden omdat er geen groen tussen de gebouwen zit. Enige verkoeling komt van de sloot langs het spoor en de waterberging.

Handelsweg West (5)

Zie figuur 5 en bijlagen 3, 4, 6, 7, 15, 16, 21, 22 en 23.

Verhard en onverhard oppervlak

Het gebied is 6,9 ha groot, waarvan 70,1% verhard oppervlak en 13,2% water oppervlak. De verharding bestaat uit (in relatie tot het totale oppervlak van het gebied): 38,9% gesloten verharding, 0,8% open verharding, 6,1% vlak dak en 23,4% hellend dak, allemaal aangesloten op het gescheiden stelsel en 0,9% gesloten verharding aangesloten op de hemelwaterafvoer. Van het overige oppervlakte kan worden aangenomen dat het onverhard en groen is. Het overgrote deel is dus verharding, dit is ook te verwachten omdat een groot deel van de gebouwen units zijn. Het enige onverharde oppervlak komt van oppervlak naast de sloten achter het gebied.



Figuur 43, Handelsweg West

Maaiveldhoogtes

Gemiddeld ligt het maaiveld op NAP -0,2 m. Het gebied is redelijk vlak en het water stroomt of richting de weg en naar het westen of het water stroomt richting het noorden de watervlakken in. Doordat het terrein redelijk vlak is blijft er water staan op het wegdek. Dit water zal wegstromen via kolken richting het hemelwaterstelsel.

HWA-riolering

Alle verharding is aangesloten op het regenwaterstelsel. Het regenwater stroomt af richting de overstort bij de waterberging. Ook is er een overstort bij de primaire watergang aan de linkerkant van het gebied. Deze zal alleen in nood overstorten, omdat dat het hoogste punt van de hemelwaterriolering is van de Handelsweg. In put B13564 (Handelsweg, recht boven het gebouw van de Sligro) is een drempel aangebracht op NAP -1,40 meter om het stelsel te laten werken als bluswatervoorziening.

Oppervlaktewater

Een redelijk groot deel van het gebied is water. Dit water is een primaire watergang en dient ook als opslag van water voordat het water doorstroomt richting de watergang langs het spoor. Er zijn ook twee tertiaire watergangen, deze dienen als waterberging.

DWA-riolering

Het vuilwater stroomt af naar behoren. Vanuit de Handelsweg loopt het vuilwater richting het gemaal Handelsweg en wordt daar in de persleiding afgevoerd richting de Middenweg. De persleiding die van Farm Pack B.V. komt, stroomt in put B13563 uit. Het is onbekend waar de vuilwaterriolering van de Sligro uitkomt, aangenomen is dat al het vuilwater via de persleiding gaat.

Bodemabsorptie/infiltratie

De bodem bestaat voor de eerste 10 meter uit klei, zandige klei en veen. Hierdoor kan water moeilijk dieper in de grond infiltreren. Ook door de hoge grondwaterstand die varieert tussen 1 en 2 meter onder maaiveld (Klimaat-effectatlas, 2018). Waterberging in de grond is hier dus niet mogelijk en zeer beperkt.

Perspectief in regen en droogte

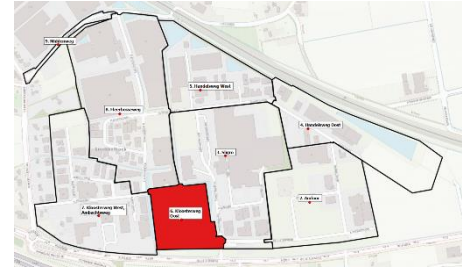
Het gebied is waar gebouwen staan volledig verhard, bij een extreme regenbui stroomt al het water af richting de regenwaterriolering en het oppervlaktewater. Hittestress kan hier snel optreden omdat er geen groen tussen de gebouwen zit. De tertiaire watergangen zorgen voor beperkte verkoeling.

Kloosterweg Oost (6)

Zie figuur 6 en bijlagen 3, 4, 6, 7, 15, 16, 21, 22 en 23.

Verhard en onverhard oppervlak

Het gebied is 4,1 ha groot, waarvan 49% verhard oppervlak. De verharding bestaat uit (in relatie tot het totale oppervlak van het gebied): 16,7% gesloten verharding, 1,7% open verharding en 30,6% hellend dak allemaal aangesloten op het gescheiden stelsel. Van het overige oppervlakte kan worden aangenomen dat het onverhard en groen is. Het grootste gedeelte van het onverharde deel is privaat en hoort bij de woningen die middenin het gebied zitten. Wat er met dit gebied gaat gebeuren is onbekend. Wanneer het private terrein weggelaten wordt is duidelijk dat het gehele gebied wat overblijft verhard is. Al te regenwater zal dus afstroming richting de hemelwaterriolering.



Figuur 44, Kloosterweg Oost

Maaiveldhoogtes

Gemiddeld ligt het maaiveld op NAP -0,15m. Het gebied kan gezien worden als een hobbelig terrein. Waar groen is wordt verwacht dat het water daar blijft staan, maar bij de gebouwen aan de kloosterweg stroomt het water richting de weg. Langs de Kloosterweg blijft een beetje water staan en vlak bij het kruispunt met Nijverheidsweg blijft het water op straat staan. Dit zal wegstromen via de kolken in de weg.

HWA-riolering

Al de riolering is aangesloten op het regenwaterstelsel. Het regenwater stroomt af naar behoren. In dit gebied zit een klein stuk regenwaterriolering. De streng begint ter hoogte van het punt waar gemaal Kloosterpoort uitkomt en stroomt dan richting de put B13508. Vanuit deze put kan het water richting de twee watergangen stromen.

DWA-riolering

Het vuilwaterstelsel werkt naar behoren. Vanuit de persleiding van gemaal Kloosterpoort stroomt het vuilwater richting gemaal Kloosterweg, waarna het richting de Middenweg stroomt in de persleiding.

Bodemabsorptie/infiltratie

De bodem bestaat voor de eerste 10 meter uit klei, zandige klei en veen. Hierdoor kan water moeilijk dieper in de grond infiltreren. Ook door de hoge grondwaterstand die varieert tussen 1 en 2 meter onder maaiveld (Klimaat-effectatlas, 2018). Waterberging in de grond is hier dus niet mogelijk en zeer beperkt.

Perspectief in regen en droogte

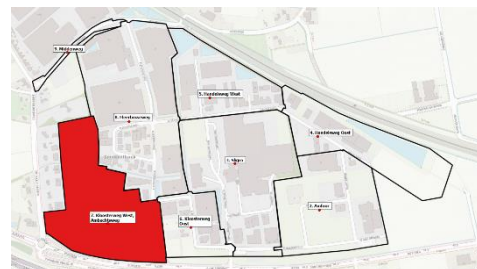
Bij een extreme regenbui kan dit gebied de hoeveelheid regen goed aan. Het regenwater kan goed wegstromen in de regenwaterriolering en richting de sloten omdat het gebied omringt is door sloten. Omdat het gebied omringt is door sloten, dus oppervlaktewater, geeft dit gebied minder last van hittestress.

Kloosterweg West, Ambachtsweg (7)

Zie figuur 7 en bijlagen 3, 4, 6, 7, 15, 16, 21, 22 en 23.

Verhard en onverhard oppervlak

Het gebied is 11 ha groot, waarvan 70,3% verhard oppervlak en 4,4% water oppervlak. De verharding bestaat uit (in relatie tot het totale oppervlak van het gebied): 29,6% gesloten verharding, 3,1% open verharding en 16,4% hellend dak allemaal aangesloten op het gescheiden stelsel. 15,4% gesloten verharding en 5,8% hellend dak zijn niet aangesloten op de riolering of stromen direct af richting het oppervlaktewater. Van het overige oppervlakte kan worden aangenomen dat het onverhard en groen is. Het grootste gedeelte is dus verhard. Het onverharde deel links onderin het gebied is privaat, onbekend is wat hier mee in de toekomst gaat gebeuren. Het rechtse stuk gras aan het einde en naast de Ambachtsweg is van een projectontwikkelaar. Onbekend is wat hier mee in de toekomst gaat gebeuren.



Figuur 45, Kloosterweg West, Ambachtsweg

Maaiveldhoogtes

Gemiddeld ligt het maaiveld op NAP -0,6 m. Ter hoogte van Dominicus Gordijnenatelier BV is er een bult in het terrein van NAP 0,9 m in Kloosterweg. Vanuit daar loopt het langzaam af: richting de Smokkelhoekweg NAP 0,2 m, het terrein onder Kloosterweg loopt af richting het oosten, hier is wel de mogelijkheid dat er water op het terrein kan blijven staan door vlakke stukken. De eerste meters van Ambachtsweg lopen af richting Kloosterweg, daarna volgt het water de Ambachtsweg richting het noorden. Het veldje aan het einde van de Ambachtsweg stroomt af richting het oosten richting de watergang. Het gebied is dus hobbelig, dit komt door de kreekrug.

HWA-riolering

De meeste verharding is aangesloten op het scheiden stelsel, een deel, het terrein onder de Kloosterweg, is niet aangesloten of direct afstromend naar oppervlaktewater. Er zitten drie aparte hemelwater systemen in dit gebied, een vierde systeem komt sluit van de zijstraat Kloosterweg en sluit aan op put B13508 en stroomt richting de sloten uit. Zie figuur 8.

Het eerste systeem loopt onder Kloosterweg door richting de Ambachtsweg en stroomt dan langs de sloot (de primaire watergang) naar een filter. Vanuit het filter kan het water uitstromen op de sloot. Het filter heeft minimaal twee uitstroompunten, tijdens het veldbezoek zijn drie uitstroompunten gezien. Dit systeem stroomt af naar behoren, bij de Kloosterweg zit een bobbel in het systeem (B13599). Dit is te verwaarlozen omdat het verschil met de rechts gelegen put (B13598) maar 2 cm is.



Figuur 46, Regenwaterriolering Kloosterweg en Ambachtsweg

Het tweede systeem ligt verderop onder de Ambachtsweg, pas na de kruising met de sloot (de primaire watergang). De streng begint bij PSIH Carpenters en loopt in de primaire sloot uit. De put B13530 heeft twee inkomende leidingen, onbekend is waar deze vandaan komen. Het systeem stroomt naar behoren.

Het derde systeem ligt boven het tweede systeem en stroomt uit in de tertiaire sloot aan het einde van de Ambachtsweg. Put B13532 is een eind put en tijdens het veldbezoek is bevonden dat deze vol stond met water. Het water stroomt naar behoren uit in de tertiaire sloot. Het stuk tussen het tweede en derde systeem is een aandachtspunt omdat niet bekend is waar het water vandaan komt en naar welk systeem het stroomt.

Oppervlaktewater

Er zit veel oppervlaktewater in dit gebied, maar omdat het een groot gebied is, is dit maar een klein percentage. Bij de Ambachtsweg is een kruising met een primaire watergang, aan de rechterkant boven de primaire watergang sluit een secundaire watergang hierop aan. Aan de secundaire watergang zitten twee tertiaire watergangen. Aan het einde van de Ambachtsweg zit het begin van een tertiaire sloot, volgens de tekening zou deze helemaal door moeten lopen. Maar tijdens het veldbezoek is bevonden dat er een berg grond tussen zit en dat de sloot niet doorstroomt. Bij Kloosterweg bevindt zich ook een grote tertiaire sloot, deze is over gedimensioneerd voor waterberging. Deze stroomt door richting de Fleebosseweg.

DWA-riolering

Het vuilwaterstelsel werkt naar behoren. Vanuit Ambachtsweg loopt het vuilwater richting Kloosterweg en dan richting het gemaal Kloosterweg. Echter aan het einde van de Ambachtsweg (huisnummer 9) zit een apart stuk vuilwaterriolering. Tijdens het veldbezoek is bevonden dat deze vol stond met schoon water. Onbekend is wat de bedoeling is van dit stuk riolering.

Bodemabsorptie/infiltratie

De bodem bestaat voor de eerste 10 meter uit klei, zandige klei en veen. Hierdoor kan water moeilijk dieper in de grond infiltreren. Ook door de hoge grondwaterstand die varieert tussen 1 en 2 meter onder maaiveld (Klimaat-effectatlas, 2018). Waterberging in de grond is hier dus niet mogelijk en zeer beperkt. Op de doorsnedes op de Ambachtsweg is goed te zien dat hier een de kreekrug ligt, deze reikt tot ongeveer 15 meter diepte. Hier is nog minder infiltratie mogelijk omdat het uit zandige klei bestaan.

Perspectief in regen en droogte

Bij extreme regenbuien kan het regenwater goed afstromen richting het regenwaterstelsel en sloten, dit zal ook geen probleem vormen. Er zijn nog geen meldingen geweest van wateroverlast. Hittestress kan hier optreden, omdat er weinig groen zit tussen de gebouwen. Enige verkoeling komt van de sloten midden in het gebied.

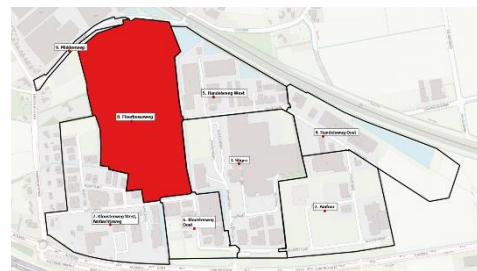
Fleerbosseweg (8)

Zie figuur 9 en bijlagen 3, 4, 6, 7, 15, 16, 21, 22 en 23.

Verhard en onverhard oppervlak

Het gebied is 15 ha groot, waarvan 75,1% verhard oppervlak en 4,5% water oppervlak. De verharding bestaat uit (in relatie tot het totale oppervlak van het gebied): 1,1% open verharding en 0,9% hellend dak aangesloten op het gescheiden stelsel.

28,7% vlak dak niet op de riolering aangesloten of stroomt direct af richting het oppervlaktewater. 19% gesloten verharding, 4,3% open verharding, 6,1% vlak dak en 15,0% hellend dak aangesloten op het verbeterd gescheiden stelsel. Van het overige oppervlakte kan worden aangenomen dat het onverhard en groen is. Dit gebied heeft het grootste percentage verharding. Een klein gedeelte zit nog aangesloten op het gescheiden stelsel. Het overige gedeelte zit aangesloten op het verbeterd gescheiden stelsel. Twee gebouwen zijn niet aangesloten op het hemelwaterstelsel. Het water van de daken stroomt via stroomprofielen op de muren in een grindbed en van het grindbed stroomt het water langzaam richting de sloten die naast de gebouwen liggen.



Figuur 47, Fleerbosseweg

Maaiveldhoogtes

Gemiddeld ligt het maaiveld op NAP -0,4 m. De koppelput B13537KP/B13014KP is het laagste punt in dit gebied. Alles tussen de kruising met Kloosterweg en van de overstort B13576F (in de sloot boven de kruising met Handelsweg) stroomt af richting deze koppelput. Alles boven de overstort B13576F stroomt richting deze put af. Er blijft weinig of geen water staan op de weg, waar water blijft staan, volgens de maaiveldanalyse uit het BRP, is in de laadputten. Dit wordt eruit gepompt.

HWA-riolering

De stroomrichting van het regenwaterstelsel werkt naar behoren. Van het kruispunt van Fleerbosseweg/Middenweg loopt het water richting de koppelput B13024KP. Hier zit een verbinding naar het vuilwaterstelsel.

De vraag is of de koppelputten in de praktijk werken en de first flush ook daadwerkelijk afvoeren. De koppelput B13537KP/B13014KP ligt op het laagste punt in het maaiveld maar ook op een van de hoogste punten van de riolering, hierdoor stroomt het water snel af in het regenwaterstelsel en waarschijnlijk niet het vuilwaterstelsel in stroomt.

Dan komt al het regenwater terecht in de volgende koppelput, B13024KP/B13547KP. Omdat dit het laagste punt is in de regenwaterriolering, loopt het regenwater nooit verder het stelsel in. Het regenwater kan ook niet verder lopen omdat de overstort voor het uitstroompunt richting de sloot ruim een meter moet stijgen voordat het in de sloot kan lopen. In theorie zou het water bij een heftige bui, zoals bij klimaatverandering, moeten opstuwten en over de overstort lopen. Maar het regenwater stijgt nooit zover omdat de koppeling van Ø250 meer water kan afvoeren en de klep helemaal open kan. Omdat het regenwater in de koppelput blijft staan en volledig wegstroomt richting het vuilwater, wordt de volledige functie van koppelput niet benut. Theoretisch gezien functioneert koppelput B13537KP/B13014KP niet en laat koppelput B13024KP/B13547KP te veel regenwater door. Hierdoor is er geen sprake meer van een first flush en zijn de koppelputten een knelpunt.

DWA-riolering

Het vuilwaterstelsel werkt naar behoren. Vanuit de Fleerbosseweg (kruising met Middenweg) stroomt het vuilwater richting gemaal Kloosterweg. Het stuk Fleerbosseweg met de koppelpotten stroomt goed af richting de “doorgaande” Fleerbosseweg. De persleidingen komen samen bij het knooppunt Fleerbosseweg/Handelsweg.

Oppervlaktewater

Er zit veel oppervlaktewater in dit gebied, maar omdat het een groot gebied is, is dit maar een klein percentage. De tertiaire watergang bij de kruising Fleerbosseweg en Kloosterweg is over gedimensioneerd voor meer waterberging. Deze sloot is verbonden met de primaire watergang die door het gebied van links naar rechts loopt. Deze primaire watergang sluit weer aan op de volgende primaire watergang die het water richting het spoor brengt. Langs de loodsen van Coroos liggen kleine watergangen. Deze vangen het water op dat door het grindbed stroomt. De secundaire watergang die langs het rechter gedeelte van de Fleerbosseweg loopt is ook watervoerend en voert het water af richting de primaire watergang.

Bodemabsorptie/infiltratie

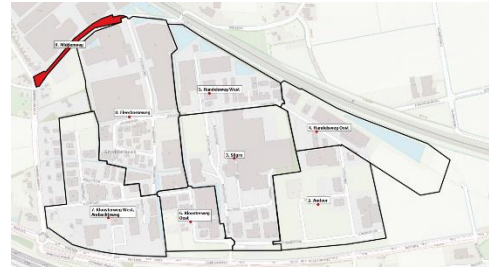
De bodem bestaat voor de eerste 10 meter uit klei, zandige klei en veen. Hierdoor kan water moeilijk dieper in de grond infiltreren. Ook door de hoge grondwaterstand die varieert tussen 1 en 2 meter onder maaiveld (Klimaat-effectatlas, 2018). Waterberging in de grond is hier dus niet mogelijk en zeer beperkt.

Perspectief in regen en droogte

Bij extreme regenbuien kan het regenwater goed afstromen richting het regenwaterstelsel en zal dit ook geen probleem vormen. Er zijn nog geen meldingen geweest van wateroverlast. Hittestress kan hier snel optreden omdat er weinig groen tussen de gebouwen zit en er grote dakoppervlaktes zijn. Enige verkoeling komt van de sloten tussen en naast de gebouwen.

Middenweg (9)

Zie figuur 10 en bijlagen 3, 4, 6, 7, 15, 16, 21, 22 en 23. Dit gebied is meegenomen omdat hier meldingen zijn van water op straat. Het water op straat bestaat uit water dat uit de putten naar boven stroomt uit het gemengde stelsel en regenwater dat afstroomt richting de Middenweg.



Figuur 48, Middenweg

Verhard en onverhard oppervlak

Het gebied is 0,6 ha groot, waarvan 49,5% verhard oppervlak en 5,8% water oppervlak. De verharding bestaat uit (in relatie tot het totale oppervlak van het gebied): 1,0% gesloten verharding aangesloten op het gescheiden stelsel. 45,6% gesloten verharding en 2,9% open verharding aangesloten op de gemengde riolering. Van het overige oppervlakte kan worden aangenomen dat het onverhard en groen is. Het percentage verharding en onverhard oppervlak komt doordat het omliggende terrein buiten dit onderzoek valt. De percentages zijn de weg en het groen naast de weg.

Maaiveldhoogtes

Gemiddeld ligt het maaiveld op NAP -0,45 m. Het diepste punt ligt in het midden van de Middenweg. De weg ligt schuin ('op één oor') met het laagste punt aan de kant van Coroos. Het water kan dus niet wegstroomen naar beide einden van de Middenweg en het water kan vanuit de greppel die naast de weg ligt zo de weg opstroomen door missende trottoirbanden.

Oppervlaktewater

Het oppervlaktewater in dit gebied zit in een greppel langs de weg vlak bij het kruispunt met Fleerbosseweg. Deze moet het water afvoeren richting de sloten naast het spoor. Langs de hele Middenweg zit een greppel met grindbed naast de weg. Onder het grindbed zit een drain, of deze nog werkt is niet bekend. Hierdoor zou het water snel richting de sloot moeten stromen, maar door het verschil in hoogte blijft het water staan in het midden van de Middenweg.

Gemengde riolering

De persleiding die van Fleerbosseweg komt stroomt uit in put B13047PL. Vanaf deze put is het een gemengd stelsel. In de put B11182 komen verschillende aansluiting van gebouwen in uit. Vanuit deze put stroomt het water richting de kruising Middenweg/Abdijstraat/Smokkelhoekweg en dan naar het gemaal Biezeling waar het verpompt wordt richting de RWZI.

Bodemabsorptie/infiltratie

De bodem bestaat voor de eerste 10 meter uit klei, zandige klei en veen. Hierdoor kan water moeilijk dieper in de grond infiltreren. Ook door de hoge grondwaterstand die varieert tussen 1 en 2 meter onder maaiveld (Klimaat-effectatlas, 2018). Waterberging in de grond is hier dus niet mogelijk en zeer beperkt.

Perspectief in regen en droogte

Bij extreme regenbuien komt er water op straat te staan. Dit water komt omhoog uit de gemengde riolering en komt van de gebouwen afstromen. Volgens het BRP is de opstuwing de belangrijkste oorzaak, de interne overstort van de randvoorziening aan de Nieuwe Kerkstraat, waardoor er water op

straat komt te staan bij de Juffertjesweg en Middenweg. Mogelijke oplossingen kunnen zijn: minder afvalwater van de gemalen Handelsweg en Kloosterweg, grotere buisdiameters, gecontroleerd waterafvoeren door middel van een regelaar, capaciteit van gemaal Biezelingse vergroten, afkoppelen van verharding in Smokkelhoek (de koppelpotten weghalen). Hittestress treedt hier niet snel op omdat de weg omringd is door bomen en gras.

Bibliografie

Klimaat-effectatlas. (2018). *nl/*. Opgehaald van <http://www.klimaat-effectatlas.nl>:
<http://www.klimaat-effectatlas.nl/nl/>

Bijlage 21, Oppervlaktewater en duikers

Bijlage 22, Specificaties putten

Bijlage 23, Maaiveldanalyse BRP

Bijlage 24, Toekomstverwachting neerslaghoeveelheden

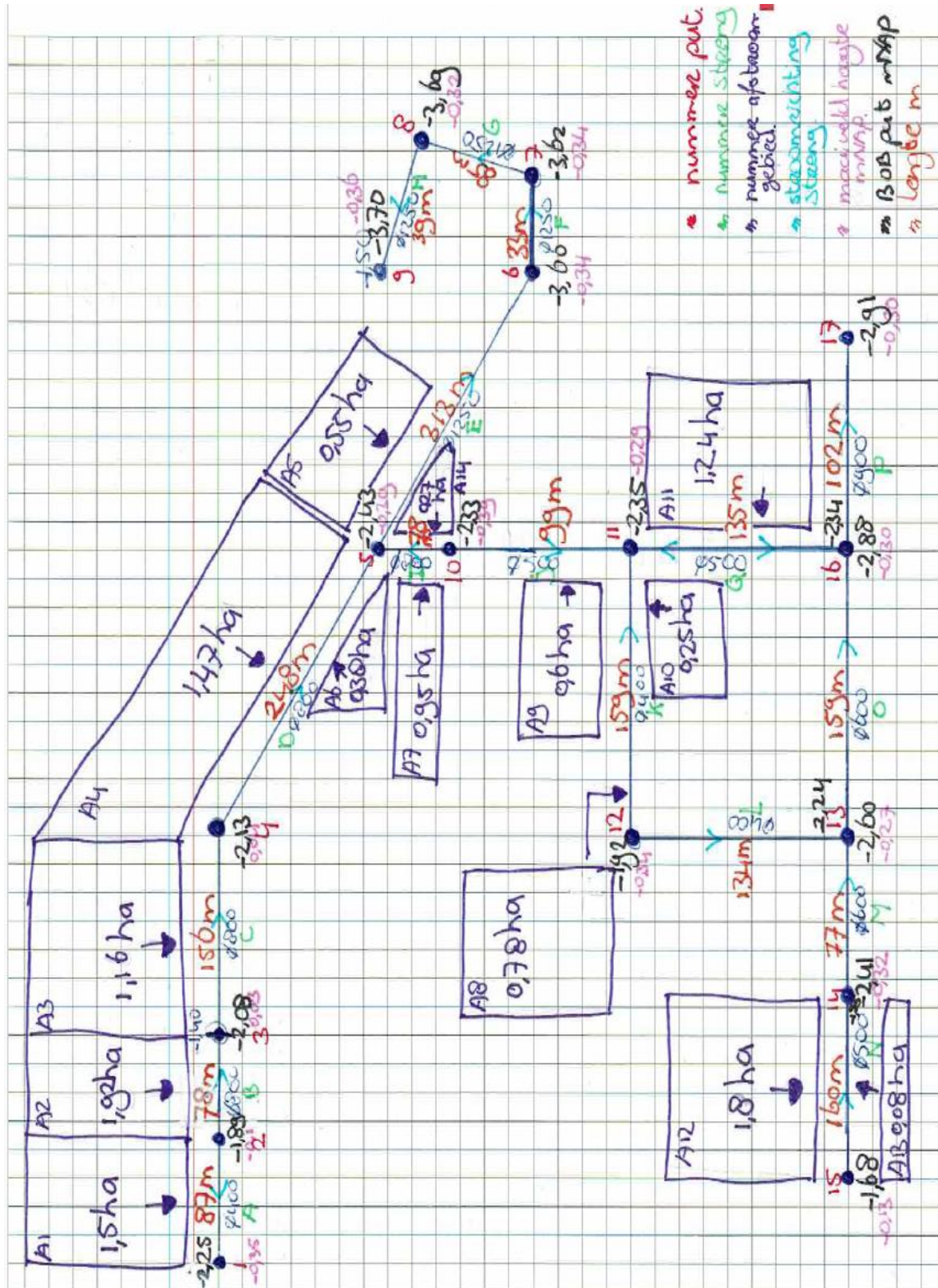
TABEL 3.1 NEERSLAGHOEVEELHEDEN BIJ VERSCHILLENDE HERHALINGSTIJDEN VAN DE NEERSLAG TE DE BILT (IN MM) OP JAARBASIS VOOR HET KLIMAAT ROND 2014 VOOR NEERSLAGDUREN TUSSEN 2 UUR EN 8 DAGEN

Herhalingstijd (jaar)	Neerslagduur							
	2 uur	4 uur	8 uur	12 uur	24 uur	2 dagen	4 dagen	8 dagen
0.5	14.6	17.6	21.4	24.2	30.0	37.9	49.1	65.6
1	19.0	22.2	26.4	29.5	36.0	45.1	58.2	77.9
2	23.6	27.1	31.7	35.1	42.4	52.6	67.4	89.7
5	30.1	34.1	39.2	43.0	51.4	63.0	79.8	104.8
10	35.5	39.7	45.3	49.5	58.5	71.2	89.3	115.9
20	41.1	45.7	51.8	56.2	66.1	79.7	99.0	126.5
25	43.0	47.7	53.9	58.5	68.6	82.5	102.1	129.9
50	49.2	54.2	60.9	65.8	76.7	91.5	112.0	140.1
100	55.7	61.1	68.3	73.6	85.1	100.9	122.0	150.0
200	62.6	68.4	76.1	81.8	94.1	110.6	132.2	159.6
500	72.5	78.8	87.1	93.3	106.6	124.0	145.9	171.9
1000	80.5	87.2	96.1	102.6	116.6	134.6	156.5	180.8

TABEL 4.1 NEERSLAGHOEVEELHEDEN BIJ VERSCHILLENDE HERHALINGSTIJDEN VAN DE 24-UUR NEERSLAG TE DE BILT (IN MM) OP JAARBASIS VOOR DE 4 KNMI'14 KLIMAATSCENARIO'S VOOR HET KLIMAAT ROND 2050

Herhalingstijd (jaar)	klimaatscenario											
	G _L			G _H			W _L			W _H		
	lower	centr	upper	lower	centr	upper	lower	centr	upper	lower	centr	upper
0.5	30.4	30.9	31.4	30.1	31.1	31.9	30.5	32.4	33.6	30.4	31.7	33.2
1	36.5	37.2	38.0	36.2	37.4	38.6	36.7	39.1	40.9	36.4	38.2	40.3
2	42.9	43.9	44.9	42.5	44.1	45.6	43.1	46.2	48.5	42.6	45.1	47.8
5	51.9	53.2	54.6	51.4	53.5	55.5	52.2	56.1	59.2	51.4	54.6	58.3
10	59.1	60.7	62.3	58.5	61.0	63.4	59.4	64.1	67.8	58.5	62.3	66.7
20	66.6	68.6	70.5	66.0	68.9	71.7	67.1	72.5	76.9	65.9	70.4	75.6
25	69.2	71.2	73.2	68.5	71.5	74.5	69.6	75.3	79.9	68.4	73.1	78.6
50	77.3	79.6	82.0	76.5	79.9	83.4	77.8	84.2	89.5	76.3	81.7	88.0
100	85.8	88.4	91.2	85.0	88.8	92.7	86.4	93.7	99.7	84.7	90.8	98.0
200	94.8	97.7	100.8	93.8	98.2	102.6	95.4	103.6	110.4	93.4	100.4	108.5
500	107.3	110.8	114.4	106.3	111.3	116.4	108.0	117.5	125.4	105.8	113.8	123.2
1000	117.4	121.3	125.3	116.3	121.8	127.5	118.2	128.6	137.4	115.6	124.5	135.0

Bijlage 25, Schematisatie handberekening



Bijlage 26, Resultaten handberekening

Verharding per Area:

Area	[ha]
A1	1,5
A2	1,92
A3	1,16
A4	1,47
A5	0,55
A6	0,38
A7	0,95
A8	0,78
A9	0,6
A10	0,25
A11	1,24
A12	1,8
A13	0,08
A14	0,27
Geen	0

Totaal berekening:

Sectie			Oppervlakte		Regen intensiteit i [l/s/ha]	Debiet Qr = ΣΨAi [l/s]	Helling				Lengte leiding [m]	Diameter [m]	Piezometric level								Waakhoogte		Overstroming [Ja/Nee]	Overstroming [Ja/Nee]	
Buis	Van put	Naar put	Toegevoegd ΨA [ha]	Cummulatief ΣΨA [ha]			Maaiveld		BOB				Snelheid Vt [m/s]	Wandruwheid k [m]	Frictie factor λ [-]	Gravitatie g [m/s²]	Head loss Δh [m]	Druk		Verschil					
							Boven [mNAP]	Onder [mNAP]	Boven [mNAP]	Onder [mNAP]								Boven [mNAP]	Onder [mNAP]	Boven [m]	Onder [m]				
[-]	[-]	[-]	[ha]	[ha]																					
A	1	2	1,5	1,5	210	315	-0,35	-0,1	-2,25	-1,89	87	0,4	2,506690354	0,002	0,009217664	9,81	0,642070204	1,215121172	0,57305097	1,565121	0,673051			1	1
B	2	3	1,92	3,42	210	718,2	-0,1	0,03	-1,89	-2,08	78	0,8	1,428813502	0,002	0,009387864	9,81	0,095240901	0,573050968	0,47781007	0,673051	0,44781			1	1
C	3	4	1,16	4,58	210	961,8	0,03	0,04	-2,08	-2,13	156	0,8	1,913440303	0,002	0,008381488	9,81	0,304990691	0,477810067	0,17281938	0,44781	0,132819			1	1
D	4	5	1,85	6,43	210	1350,3	0,04	-0,39	-2,13	-2,43	248	0,8	2,686336496	0,002	0,007796115	9,81	0,888918108	0,172819376	-0,7160987	0,132819	-0,3261			1	0
N	15	14	1,88	1,88	210	394,8	-0,13	-0,32	-1,68	-1,85	160	0,5	2,010699889	0,002	0,008347842	9,81	0,550452289	4,128844	3,57839171	4,258844	3,898392			1	1
M	14	13	0	1,88	210	394,8	-0,32	-0,27	-2,41	-2,6	77	0,6	1,396319367	0,002	0,009408286	9,81	0,119983224	3,578391711	3,45840849	3,898392	3,728408			1	1
L	12	13	0	0	210	0	-0,34	-0,27	-1,92	-2,24	134	0,4	0	0,002	0,008587858	9,81	0	2,42556408	2,42556408	2,765564	2,695564			1	1
O	13	16	0	1,88	210	394,8	-0,27	-0,3	-2,6	-2,88	159	0,6	1,396319367	0,002	0,008356155	9,81	0,22005076	3,458408487	3,23835773	3,728408	3,538358			1	1
Q	16	11	1,24	3,12	210	655,2	-0,3	-0,29	-2,34	-2,35	135	0,5	3,336906199	0,002	0,008577589	9,81	1,314370999	3,238357727	1,92398673	3,538358	2,213987			1	1
P	17	16	0	0	210	0	-0,3	-0,3	-2,91	-2,88	102	0,9	0	0,002	0,008977905	9,81	0	3,238357727	3,23835773	3,538358	3,538358			1	1
K	12	11	1,03	1,03	210	216,3	-0,34	-0,29	-1,92	-2,35	159	0,4	1,72126071	0,002	0,008356155	9,81	0,501577352	2,42556408	1,92398673	2,765564	2,213987			1	1
J	11	10	0,6	4,75	210	997,5	-0,29	-0,39	-2,35	-2,33	99	0,5	5,080225783	0,002	0,009022184	9,81	2,349870399	1,923986728	-0,4258837	2,213987	-0,03588			1	0
I	10	5	1,22	5,97	210	1253,7	-0,39	-0,39	-2,33	-2,43	78	0,8	2,494156902	0,002	0,009387864	9,81	0,290215061	-0,425883671	-0,7160987	-0,03588	-0,3261			0	0
E	5	6	0,55	12,95	210	2719,5	-0,39	-0,34	-2,43	-3,66	313	1,25	2,216047963	0,002	0,007525042	9,81	0,471631211	-0,716098732	-1,1877299	-0,3261	-0,84773			0	0
F	6	7	0	12,95	210	2719,5	-0,34	-0,34	-3,66	-3,62	33	1,25	2,216047963	0,002	0,010910357	9,81	0,072094508	-1,187729942	-1,2598245	-0,84773	-0,91982			0	0
G	7	8	0	12,95	210	2719,5	-0,34	-0,32	-3,62	-3,69	85	1,25	2,216047963	0,002	0,009253523	9,81	0,157498097	-1,25982445	-1,4173225	-0,91982	-1,09732			0	0
H	8	9	0	12,95	210	2719,5	-0,32	-0,36	-3,69	-3,7	39	1,25	2,216047963	0,002	0,010587007	9,81	0,082677453	-1,417322547	-1,5	-1,09732	-1,14			0	0

Berekening putten 9 t/m 1:

Sectie			Oppervlakte		Regen intensiteit i	Debiet Qr = ΣΨAi [l/s]	Helling				Lengte leiding [m]	Diameter [m]	Piezometric level								Verschil		Overstroming [Ja/Nee]	Overstroming [Ja/Nee]		
Buis	Van put	Naar put	Toegevoegd ΨA [ha]	Cumulatief ΣΨA [ha]			Maaiveld		BOB				Snelheid Vt [m/s]	Wandruwheid k [m]	Frictie factor λ [-]	Gravitatie g [m/s²]	Head loss Δh [m]	Druk Boven [mNAP]	Druk Onder [mNAP]							
[-]	[-]	[-]	[ha]	[ha]			[l/s/ha]	[mNAP]	[mNAP]	[mNAP]			[mNAP]													
A	1	2	1,5	1,5	210	315	-0,35	-0,1	-2,25	-1,89	87	0,4	2,506690354	0,002	0,009217664	9,81	0,642070204	1,215121172	0,57305097	1,565121	0,673051			1	1	
B	2	3	1,92	3,42	210	718,2	-0,1	0,03	-1,89	-2,08	78	0,8	1,428813502	0,002	0,009387864	9,81	0,095240901	0,573050968	0,47781007	0,673051	0,44781			1	1	
C	3	4	1,16	4,58	210	961,8	0,03	0,04	-2,08	-2,13	156	0,8	1,913440303	0,002	0,008381488	9,81	0,304990691	0,477810067	0,17281938	0,44781	0,132819			1	1	
D	4	5	1,85	6,43	210	1350,3	0,04	-0,39	-2,13	-2,43	248	0,8	2,686336496	0,002	0,007796115	9,81	0,888918108	0,172819376	-0,7160987	0,132819	-0,3261			1	0	
I t/m Q				5,97																						
E	5	6	0,55	12,95	210	2719,5	-0,39	-0,34	-2,43	-3,66	313	1,25	2,216047963	0,002	0,007525042	9,81	0,471631211	-0,716098732	-1,1877299	-0,3261	-0,84773			0	0	
F	6	7	0	12,95	210	2719,5	-0,34	-0,34	-3,66	-3,62	33	1,25	2,216047963	0,002	0,010910357	9,81	0,072094508	-1,187729942	-1,2598245	-0,84773	-0,91982			0	0	
G	7	8	0	12,95	210	2719,5	-0,34	-0,32	-3,62	-3,69	85	1,25	2,216047963	0,002	0,009253523	9,81	0,157498097	-1,25982445	-1,4173225	-0,91982	-1,09732			0	0	
H	8	9	0	12,95	210	2719,5	-0,32	-0,36	-3,69	-3,7	39	1,25	2,216047963	0,002	0,010587007	9,81	0,082677453	-1,417322547	-1,5	-1,09732	-1,14			0	0	

Berekening putten 9 t/m 17:

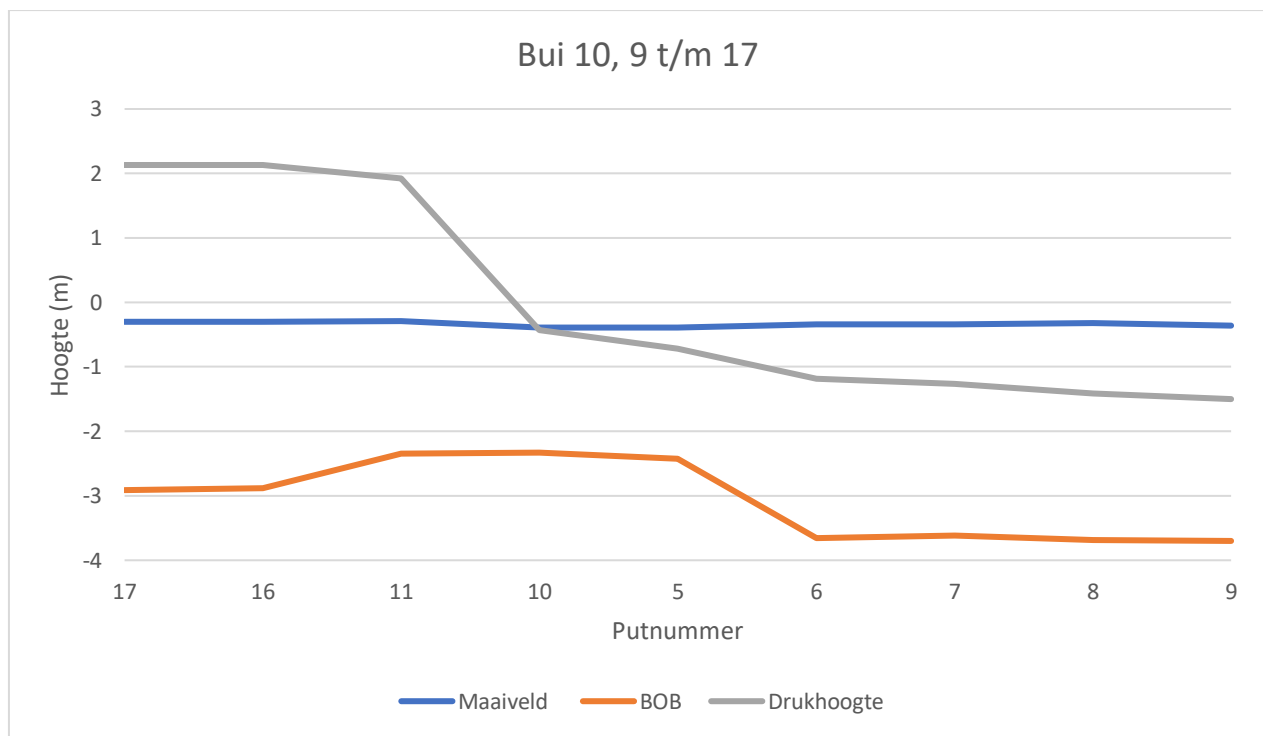
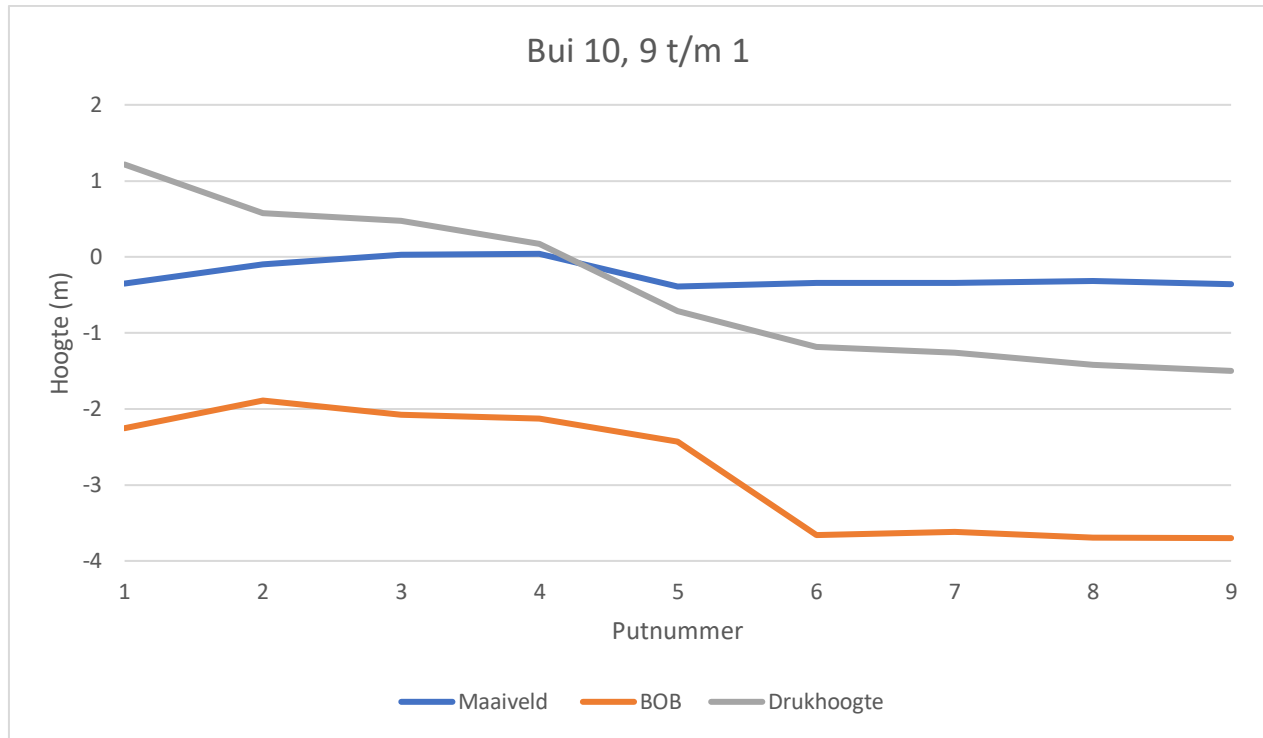
Sectie			Oppervlakte		Regen intensiteit i [l/s/ha]	Debiet Qr = ΣΨAi [l/s]	Helling				Lengte leiding [m]	Diameter [m]	Piezometric level								Verschil		Overstroming [Ja/Nee]	Overstroming [Ja/Nee]	
Buis	Van put	Naar put	Toegevoegd				Cumulatief		Maaiveld				BOB		Snelheid Vt [m/s]	Wandruwheid k [m]	Frictie factor λ [-]	Gravitatie g [m/s²]	Head loss Δh [m]	Druk					Verschil
			ΨA [ha]	ΣΨA [ha]			Boven [mNAP]	Onder [mNAP]	Boven [mNAP]	Onder [mNAP]			Boven [mNAP]	Onder [mNAP]						Boven [m]	Onder [m]	Boven [m]	Onder [m]		
P	[-]	[-]	[ha]	[ha]																					
-	17	16	0	0	210	0	-0,3	-0,3	-2,91	-2,88	102	0,9	0	0,002	0,008977905	9,81	0	2,131598584	2,13159858	2,431599	2,431599			1	1
Q	16	11	1,24	1,24	210	260,4	-0,3	-0,29	-2,34	-2,35	135	0,5	1,32620631	0,002	0,008577589	9,81	0,207611856	2,131598584	1,92398673	2,431599	2,213987			1	1
J	11	10	0,6	4,75	210	997,5	-0,29	-0,39	-2,35	-2,33	99	0,5	5,080225783	0,002	0,009022184	9,81	2,349870399	1,923986728	-0,4258837	2,213987	-0,03588			1	0
I	10	5	1,22	5,97	210	1253,7	-0,39	-0,39	-2,33	-2,43	78	0,8	2,494156902	0,002	0,009387864	9,81	0,290215061	-0,425883671	-0,7160987	-0,03588	-0,3261			0	0
N, M, O, L, K A t/m D				2,91 6,43																					
E	5	6	0,55	12,95	210	2719,5	-0,39	-0,34	-2,43	-3,66	313	1,25	2,216047963	0,002	0,007525042	9,81	0,471631211	-0,716098732	-1,1877299	-0,3261	-0,84773			0	0
F	6	7	0	12,95	210	2719,5	-0,34	-0,34	-3,66	-3,62	33	1,25	2,216047963	0,002	0,010910357	9,81	0,072094508	-1,187729942	-1,2598245	-0,84773	-0,91982			0	0
G	7	8	0	12,95	210	2719,5	-0,34	-0,32	-3,62	-3,69	85	1,25	2,216047963	0,002	0,009253523	9,81	0,157498097	-1,25982445	-1,4173225	-0,91982	-1,09732			0	0
H	8	9	0	12,95	210	2719,5	-0,32	-0,36	-3,69	-3,7	39	1,25	2,216047963	0,002	0,010587007	9,81	0,082677453	-1,417322547	-1,5	-1,09732	-1,14			0	0

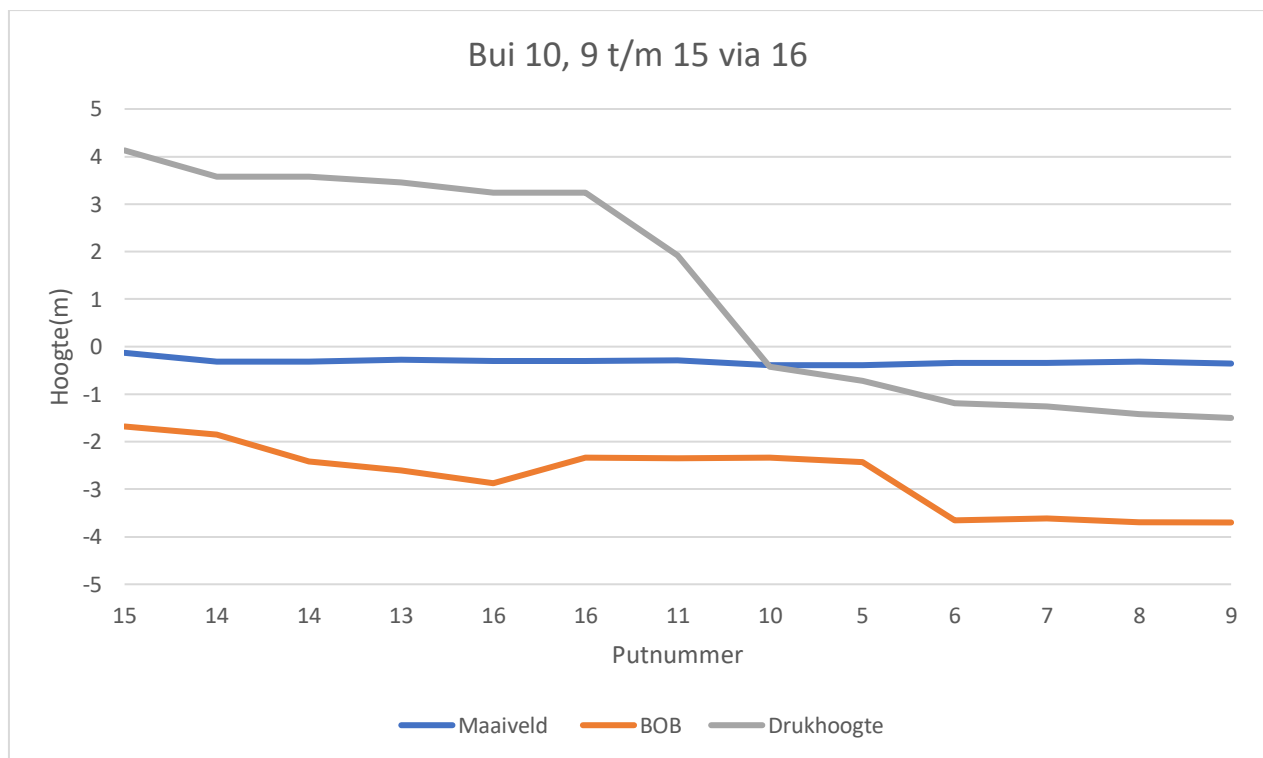
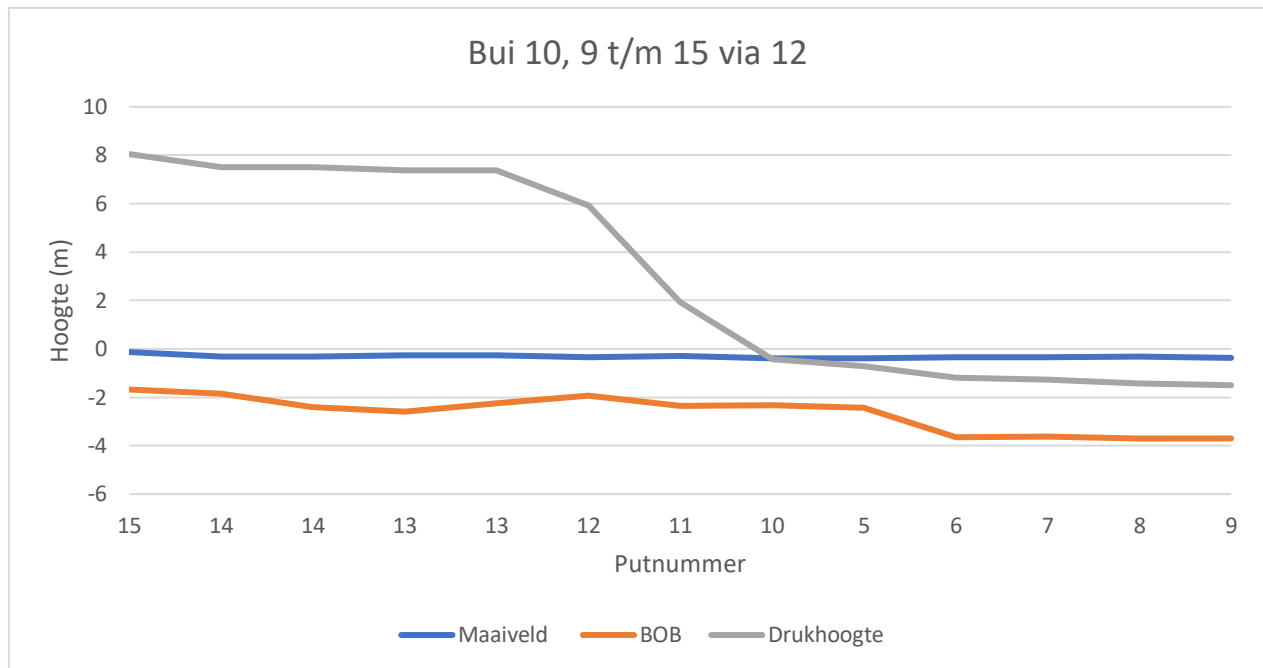
Berekening putten 9 t/m 15 via 12:

Sectie			Oppervlakte		Regen intensiteit i	Debiet $Q_r = \sum \Psi A i$	Helling				Lengte leiding	Diameter	Piezometric level										Verschil		Overstroming [Ja/Nee]	Overstroming [Ja/Nee]	
Buis	Van put	Naar put	ΨA [ha]	$\sum \Psi A$ [ha]			Maaiveld		BOB				Snelheid v _t	Wandruwheid k	Frictie factor λ	Gravitatie g	Head loss Δh	Druk		Boven [mNAP]	Onder [mNAP]	Boven [m]	Onder [m]				
							Boven [mNAP]	Onder [mNAP]	Boven [mNAP]	Onder [mNAP]								Boven [mNAP]	Onder [mNAP]								
[-]	[-]	[-]	[ha]	[ha]	[l/s/ha]	[l/s]	[mNAP]	[mNAP]	[mNAP]	[mNAP]	[m]	[m]	[m/s]	[m]	[-]	[m/s ²]	[m]	[mNAP]	[mNAP]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
N	15	14	1,88	1,88	210	394,8	-0,13	-0,32	-1,68	-1,85	160	0,5	2,010699889	0,002	0,008347842	9,81	0,550452289	8,04533311	7,49488082	8,1753331	7,814881			1	1		
M	14	13	0	1,88	210	394,8	-0,32	-0,27	-2,41	-2,6	77	0,6	1,396319367	0,002	0,009408286	9,81	0,119983224	7,494880821	7,3748976	7,814881	7,644898			1	1		
L	12	13	0	1,88	210	394,8	-0,34	-0,27	-1,92	-2,24	134	0,4	3,141718577	0,002	0,008587858	9,81	1,447322239	7,374897597	5,92757536	7,714898	6,197575			1	1		
K	12	11	1,03	2,91	210	611,1	-0,34	-0,29	-1,92	-2,35	159	0,4	4,862979286	0,002	0,008356155	9,81	4,00358863	5,927575358	1,92398673	6,267575	2,213987			1	1		
J	11	10	0,6	4,75	210	997,5	-0,29	-0,39	-2,35	-2,33	99	0,5	5,080225783	0,002	0,009022184	9,81	2,349870399	1,923986728	-0,4258837	2,213987	-0,03588			1	0		
I	10	5	1,22	5,97	210	1253,7	-0,39	-0,39	-2,33	-2,43	78	0,8	2,494156902	0,002	0,009387864	9,81	0,290215061	-0,425883671	-0,7160987	-0,03588	-0,3261			0	0		
O, P, Q A t/m D																											
						1,24 6,43																					
E	5	6	0,55	12,95	210	2719,5	-0,39	-0,34	-2,43	-3,66	313	1,25	2,216047963	0,002	0,007525042	9,81	0,471631211	-0,716098732	-1,1877299	-0,3261	-0,84773			0	0		
F	6	7	0	12,95	210	2719,5	-0,34	-0,34	-3,66	-3,62	33	1,25	2,216047963	0,002	0,010910357	9,81	0,072094508	-1,187729942	-1,2598245	-0,84773	-0,91982			0	0		
G	7	8	0	12,95	210	2719,5	-0,34	-0,32	-3,62	-3,69	85	1,25	2,216047963	0,002	0,009253523	9,81	0,157498097	-1,25982445	-1,4173225	-0,91982	-1,09732			0	0		
H	8	9	0	12,95	210	2719,5	-0,32	-0,36	-3,69	-3,7	39	1,25	2,216047963	0,002	0,010587007	9,81	0,082677453	-1,417322547	-1,5	-1,09732	-1,14			0	0		

Berekening putten 9 t/m 15 via 16:

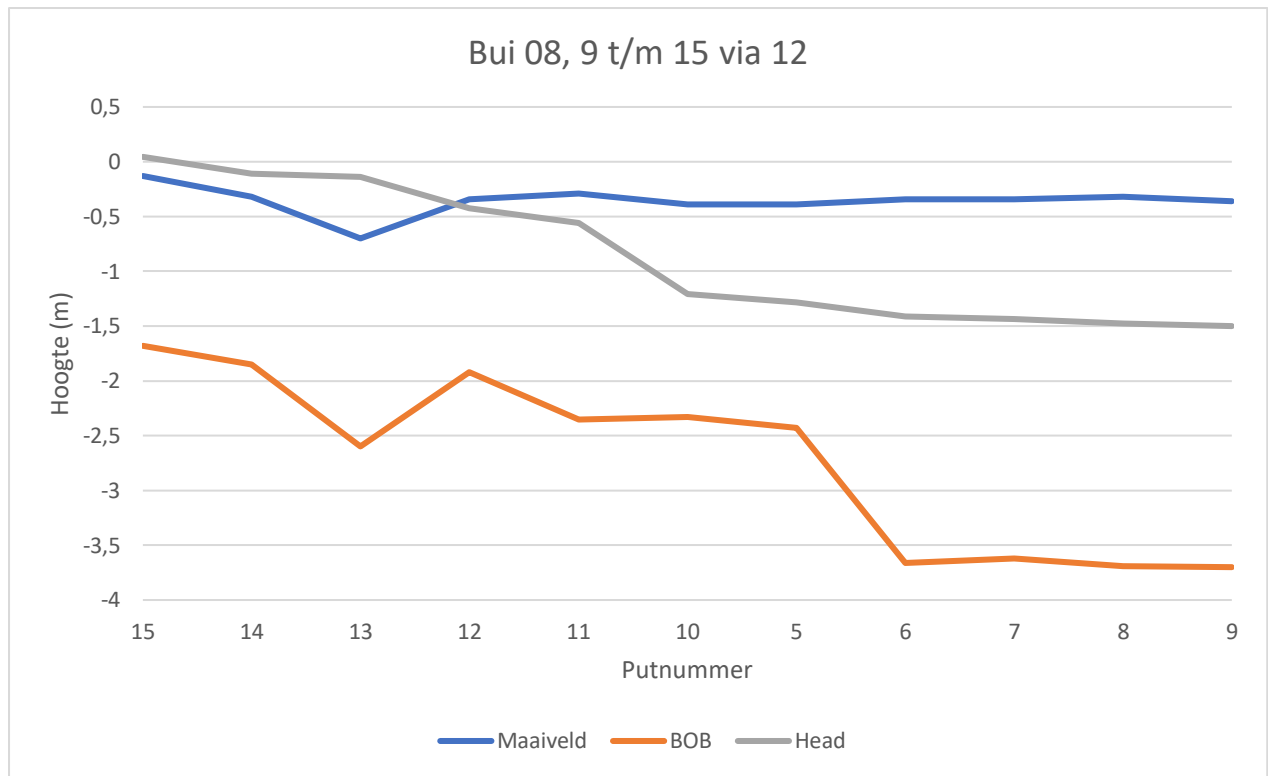
Sectie			Oppervlakte		Regen intensiteit I	Debiet Qr=ΣΨAi	Helling				Lengte leiding	Diameter	Piezometric level										Verschil		Overstroming [Ja/Nee]	Overstroming [Ja/Nee]	
Buis	Van put	Naar put	Toegevoegd ΨA	Cumulatief ΣΨA			Maaiveld		BOB				Snelheid vt	Wandruwheid k	Frictie factor λ	Gravitatie g	Head loss Δh	Druk		Druk		Boven	Onder	Boven			Onder
							Boven [mNAP]	Onder [mNAP]	Boven [mNAP]	Onder [mNAP]								Boven [mNAP]	Onder [mNAP]	Boven [m]	Onder [m]						
[-]	[-]	[-]	[ha]	[ha]	[l/s/ha]	[l/s]				[m]	[m]	[m/s]	[m]	[-]	[m/s²]	[m]	[mNAP]	[mNAP]	[m]	[m]	[m]	[m]	[Ja/Nee]	[Ja/Nee]			
N	15	14	1,88	1,88	210	394,8	-0,13	-0,32	-1,68	-1,85	160	0,5	2,010699889	0,002	0,008347842	9,81	0,550452289	4,128844	3,578391711	4,258844	3,898392	3,898392	1	1			
M	14	13	0	1,88	210	394,8	-0,32	-0,27	-2,41	-2,6	77	0,6	1,396319367	0,002	0,009408286	9,81	0,119983224	3,578391711	3,45840849	3,898392	3,728408	1	1				
O	13	16	0	1,88	210	394,8	-0,27	-0,3	-2,6	-2,88	159	0,6	1,396319367	0,002	0,008356155	9,81	0,22005076	3,458408487	3,23835773	3,728408	3,538358	1	1				
Q	16	11	1,24	3,12	210	655,2	-0,3	-0,29	-2,34	-2,35	135	0,5	3,336906199	0,002	0,008577589	9,81	1,314370999	3,238357727	1,92398673	3,538358	2,213987	1	1				
J	11	10	0,6	4,75	210	997,5	-0,29	-0,39	-2,35	-2,33	99	0,5	5,080225783	0,002	0,009022184	9,81	2,349870399	1,923986728	-0,4258837	2,213987	-0,03588	1	0				
I	10	5	1,22	5,97	210	1253,7	-0,39	-0,39	-2,33	-2,43	78	0,8	2,494156902	0,002	0,009387864	9,81	0,290215061	-0,425883671	-0,7160987	-0,03588	-0,3261	0	0				
L				0																							
K				1,03																							
A t/m D				6,43																							
E	5	6	0,55	12,95	210	2719,5	-0,39	-0,34	-2,43	-3,66	313	1,25	2,216047963	0,002	0,007525042	9,81	0,471631211	-0,716098732	-1,1877299	-0,3261	-0,84773	0	0				
F	6	7	0	12,95	210	2719,5	-0,34	-0,34	-3,66	-3,62	33	1,25	2,216047963	0,002	0,010910357	9,81	0,072094508	-1,187729942	-1,2598245	-0,84773	-0,91982	0	0				
G	7	8	0	12,95	210	2719,5	-0,34	-0,32	-3,62	-3,69	85	1,25	2,216047963	0,002	0,009253523	9,81	0,157498097	-1,25982445	-1,4173225	-0,91982	-1,09732	0	0				
H	8	9	0	12,95	210	2719,5	-0,32	-0,36	-3,69	-3,7	39	1,25	2,216047963	0,002	0,010587007	9,81	0,082677453	-1,417322547	-1,5	-1,09732	-1,14	0	0				

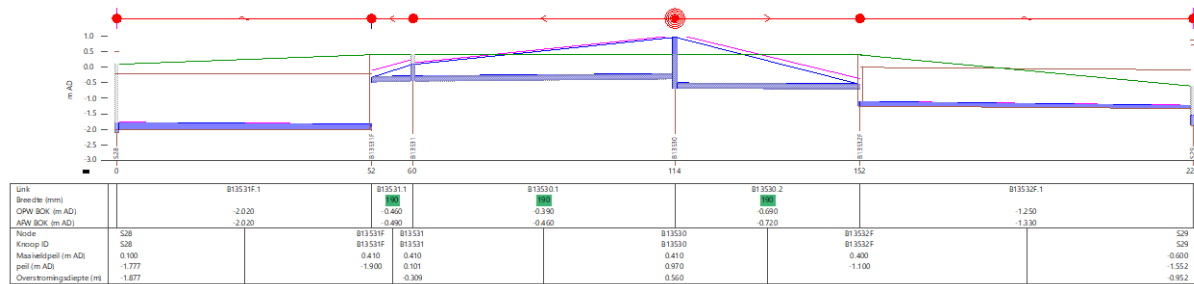




Bui 08

Sectie			Oppervlakte		Regen intensiteit	Debiet	Helling				Lengte leiding	Diameter	Piezometric level								Waakhooigte		Overstro ming	Overstro ming
Buis	Van put	Naar put	Toegevoegd	Cummulatief			Maaiveld		BOB				Snelheid	Wandruw	Frictie fact	Gravitatie	Head loss	Druk		Verschil				
			ΨA	ΣΨA			Boven	Onder	Boven	Onder								Boven	Onder	Boven	Onder	Boven		
[-]	[-]	[-]	[ha]	[ha]	[l/s/ha]	[l/s]	[mNAP]	[mNAP]	[mNAP]	[mNAP]	[m]	[m]	[m/s]	[m]	[-]	[m/s²]	[m]	[mNAP]	[mNAP]	[m]	[m]	[Ja/Nee]	[Ja/Nee]	
A	1	2	1,5	1,5	110	165	-0,35	-0,1	-2,25	-1,89	87	0,4	1,313028	0,002	0,009218	9,81	0,176169	-0,75503	-0,9312	-0,40503	-0,8312	0	0	
B	2	3	1,92	3,42	110	376,2	-0,1	0,03	-1,89	-2,08	78	0,8	0,748426	0,002	0,009388	9,81	0,026132	-0,9312	-0,95734	-0,8312	-0,98734	0	0	
C	3	4	1,16	4,58	110	503,8	0,03	0,04	-2,08	-2,13	156	0,8	1,002278	0,002	0,008381	9,81	0,083682	-0,95734	-1,04102	-0,98734	-1,08102	0	0	
D	4	5	1,85	6,43	110	707,3	0,04	-0,39	-2,13	-2,43	248	0,8	1,407129	0,002	0,007796	9,81	0,243898	-1,04102	-1,28492	-1,08102	-0,89492	0	0	
N	15	14	1,88	1,88	110	206,8	-0,13	-0,32	-1,68	-1,85	160	0,5	1,053224	0,002	0,008348	9,81	0,151031	0,044422	-0,10661	0,174422	0,213391	1	1	
M	14	13	0	1,88	110	206,8	-0,32	-0,27	-2,41	-2,6	77	0,6	0,731405	0,002	0,009408	9,81	0,032921	-0,10661	-0,13953	0,213391	0,13047	1	1	
L	12	13	0	0	110	0	-0,34	-0,27	-1,92	-2,24	134	0,4	0	0,002	0,008588	9,81	0	-0,42292	-0,42292	-0,08292	-0,15292	0	0	
O	13	16	0	1,88	110	206,8	-0,27	-0,3	-2,6	-2,88	159	0,6	0,731405	0,002	0,008356	9,81	0,060377	-0,13953	-0,19991	0,13047	0,100094	1	1	
Q	16	11	1,24	3,12	110	343,2	-0,3	-0,29	-2,34	-2,35	135	0,5	1,747903	0,002	0,008578	9,81	0,360632	-0,19991	-0,56054	0,100094	-0,27054	1	0	
P	17	16	0	0	110	0	-0,3	-0,3	-2,91	-2,88	102	0,9	0	0,002	0,008978	9,81	0	-0,19991	-0,19991	0,100094	0,100094	1	1	
K	12	11	1,03	1,03	110	113,3	-0,34	-0,29	-1,92	-2,35	159	0,4	0,901613	0,002	0,008356	9,81	0,137621	-0,42292	-0,56054	-0,08292	-0,27054	0	0	
J	11	10	0,6	4,75	110	522,5	-0,29	-0,39	-2,35	-2,33	99	0,5	2,661071	0,002	0,009022	9,81	0,644749	-0,56054	-1,20529	-0,27054	-0,81529	0	0	
I	10	5	1,22	5,97	110	656,7	-0,39	-0,39	-2,33	-2,43	78	0,8	1,306463	0,002	0,009388	9,81	0,079628	-1,20529	-1,28492	-0,81529	-0,89492	0	0	
E	5	6	0,55	12,95	110	1424,5	-0,39	-0,34	-2,43	-3,66	313	1,25	1,160787	0,002	0,007525	9,81	0,129404	-1,28492	-1,41432	-0,89492	-1,07432	0	0	
F	6	7	0	12,95	110	1424,5	-0,34	-0,34	-3,66	-3,62	33	1,25	1,160787	0,002	0,01091	9,81	0,019781	-1,41432	-1,4341	-1,07432	-1,0941	0	0	
G	7	8	0	12,95	110	1424,5	-0,34	-0,32	-3,62	-3,69	85	1,25	1,160787	0,002	0,009254	9,81	0,043214	-1,4341	-1,47732	-1,0941	-1,15732	0	0	
H	8	9	0	12,95	110	1424,5	-0,32	-0,36	-3,69	-3,7	39	1,25	1,160787	0,002	0,010587	9,81	0,022685	-1,47732	-1,5	-1,15732	-1,14	0	0	

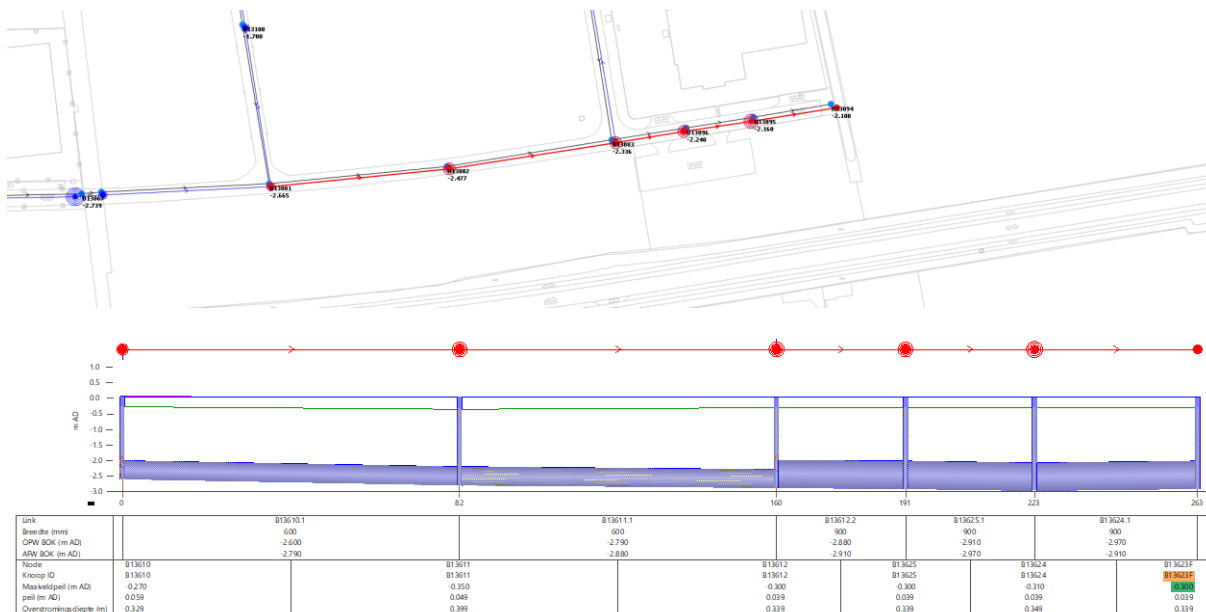




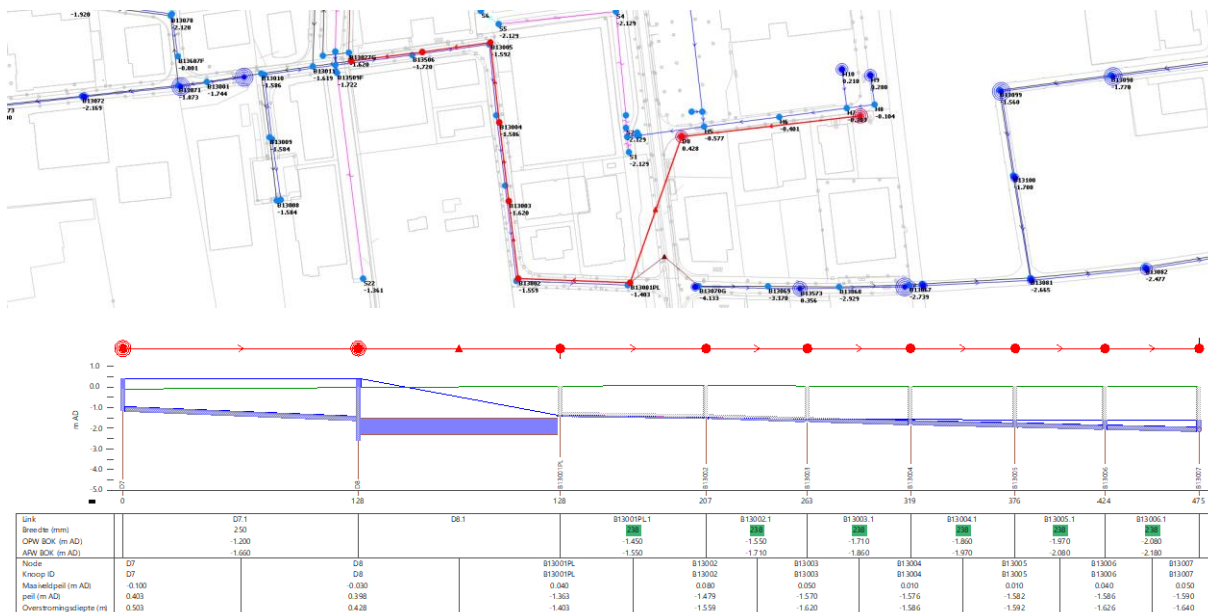
Kloosterweg



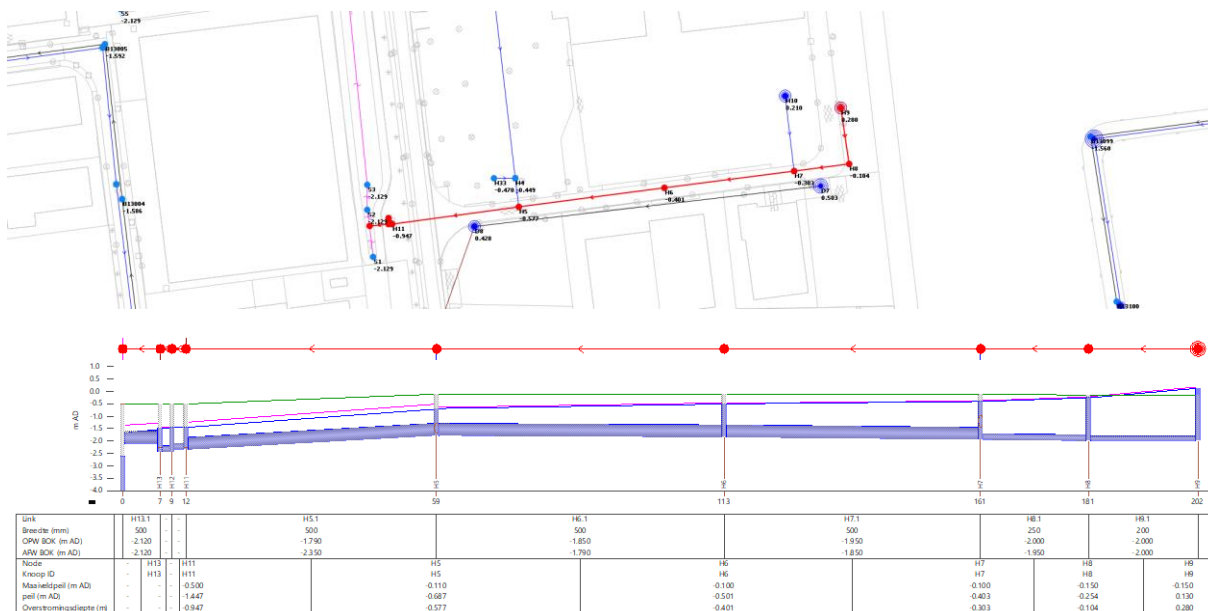
Kloosterpoort



Sligro/Veilingweg DWA:

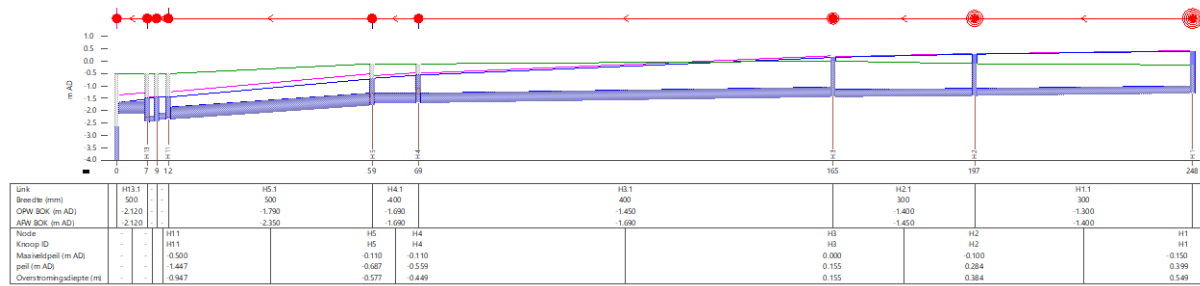


Sligro/veilingweg HWA:

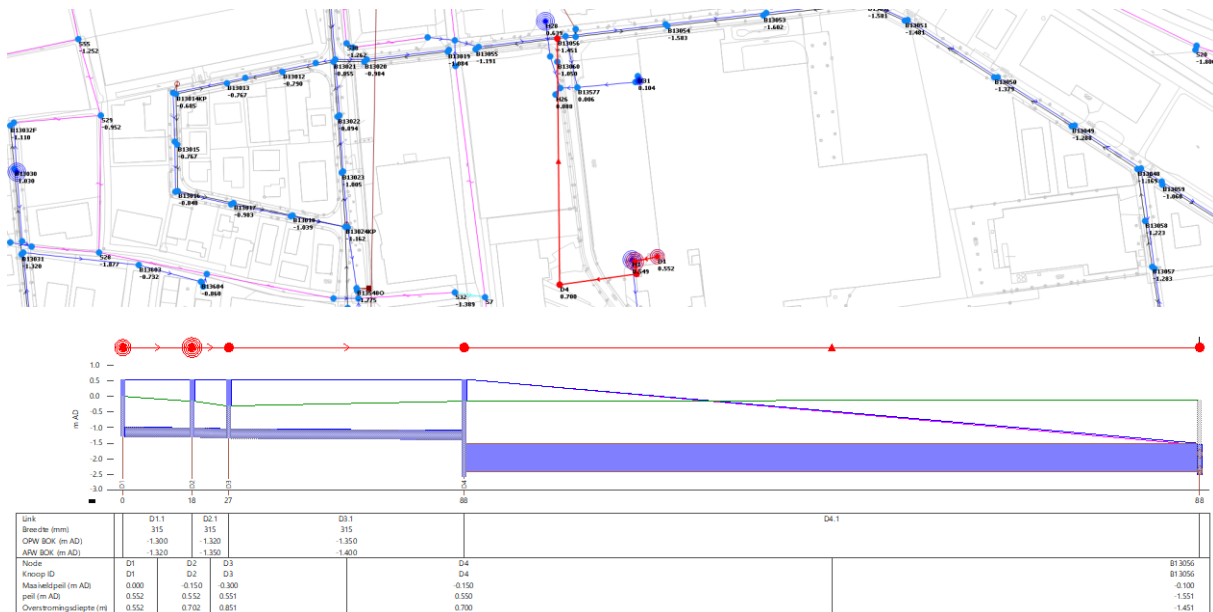


Sligro HWA/ Filter:

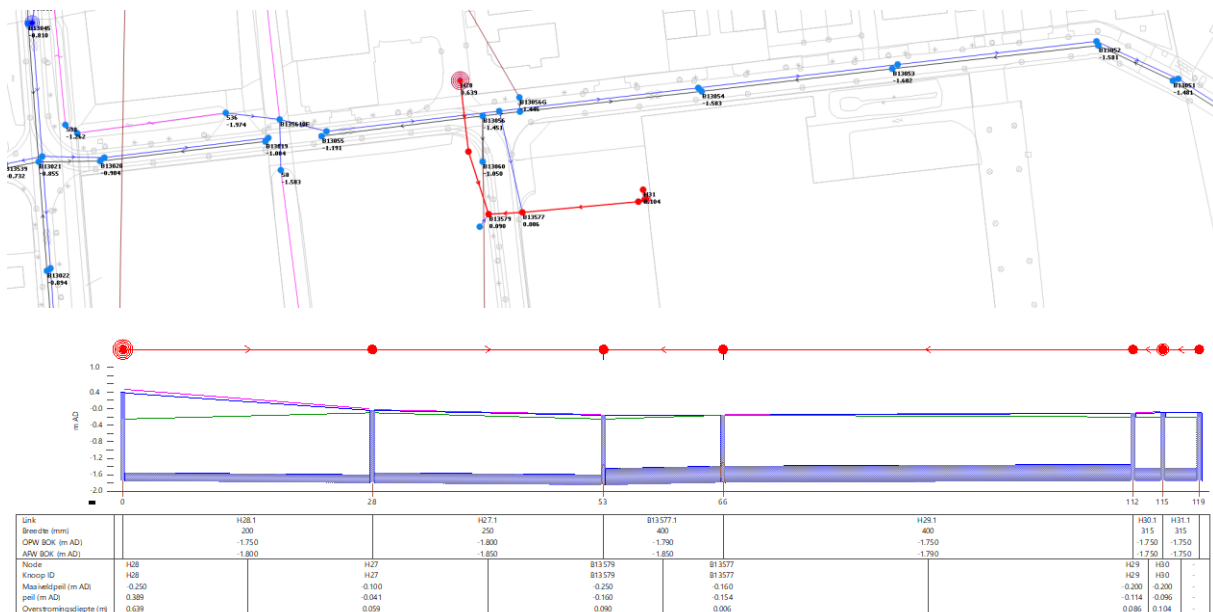




Sligro/Farm pack DWA:

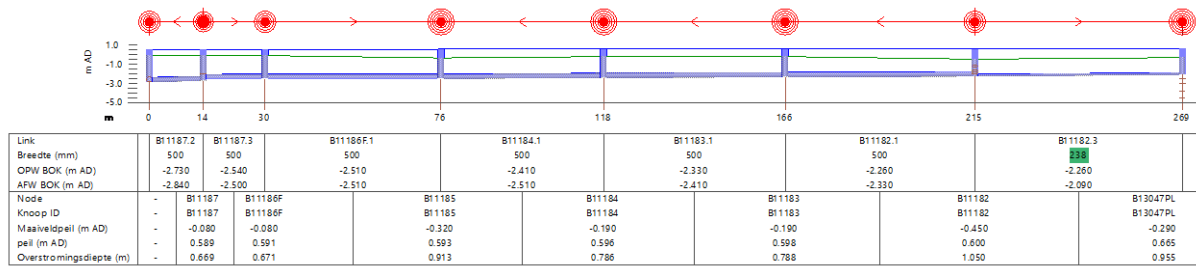


Sligro HWA:

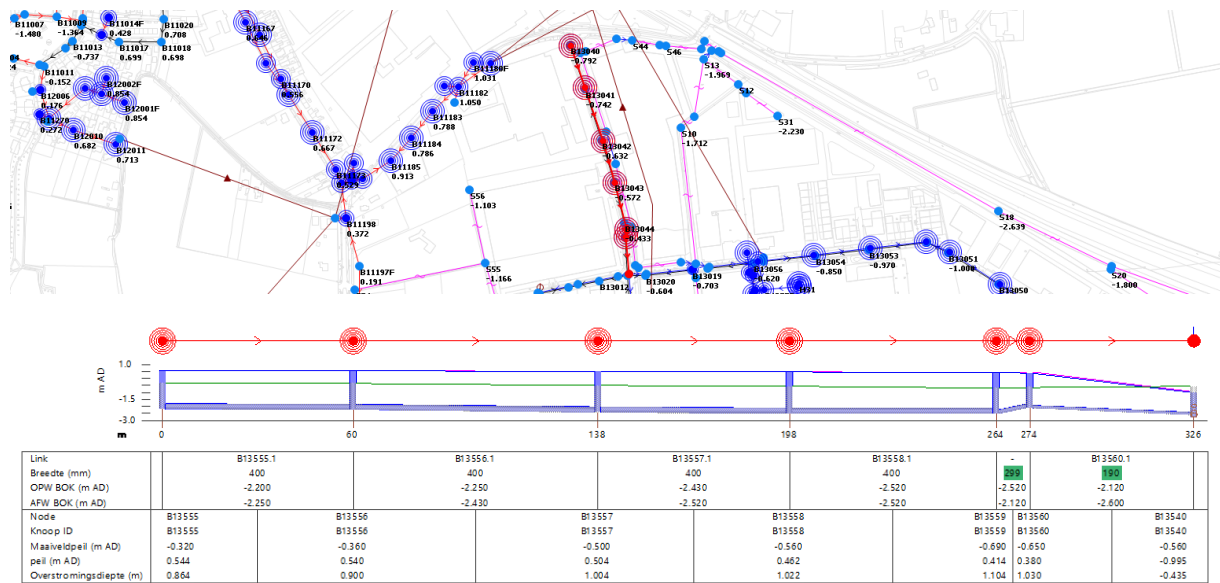


Koppelputten:

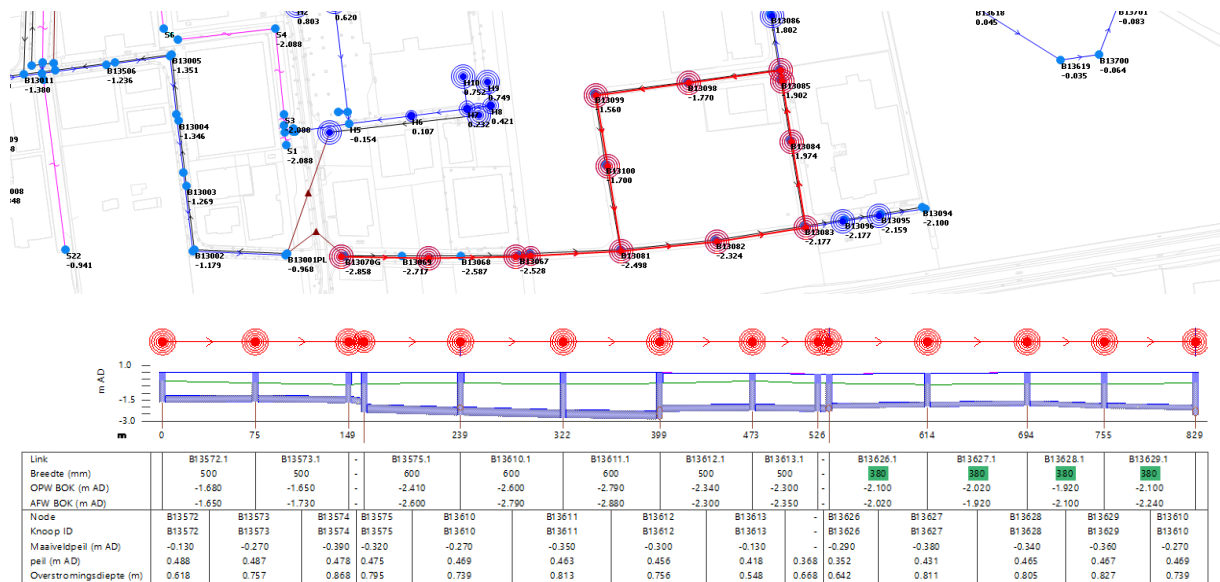


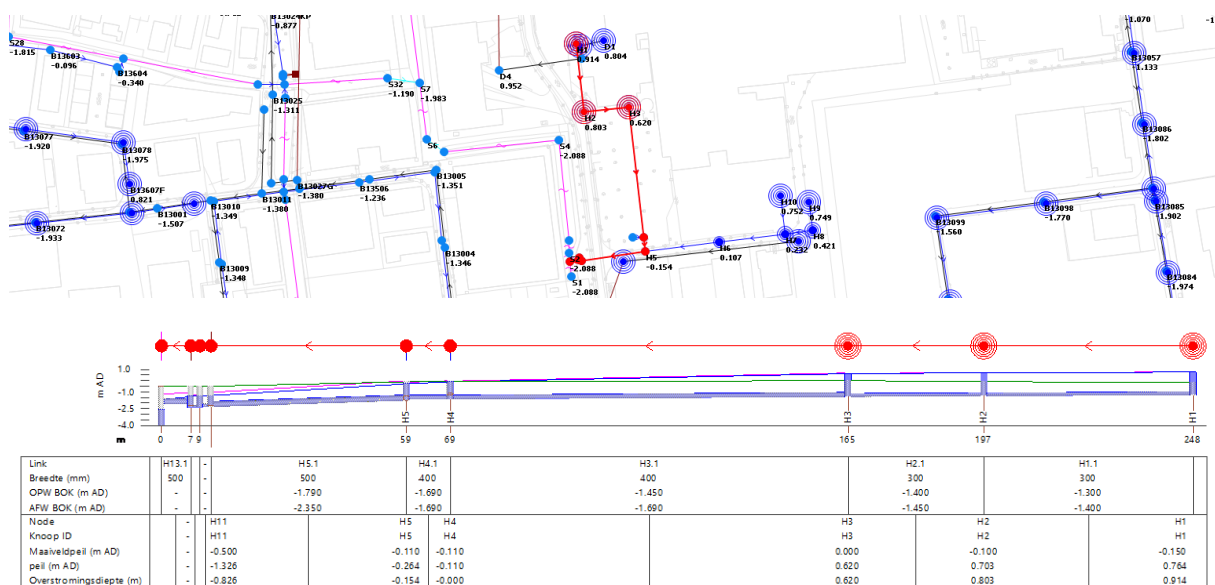
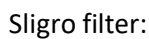


Fleerbosseweg:

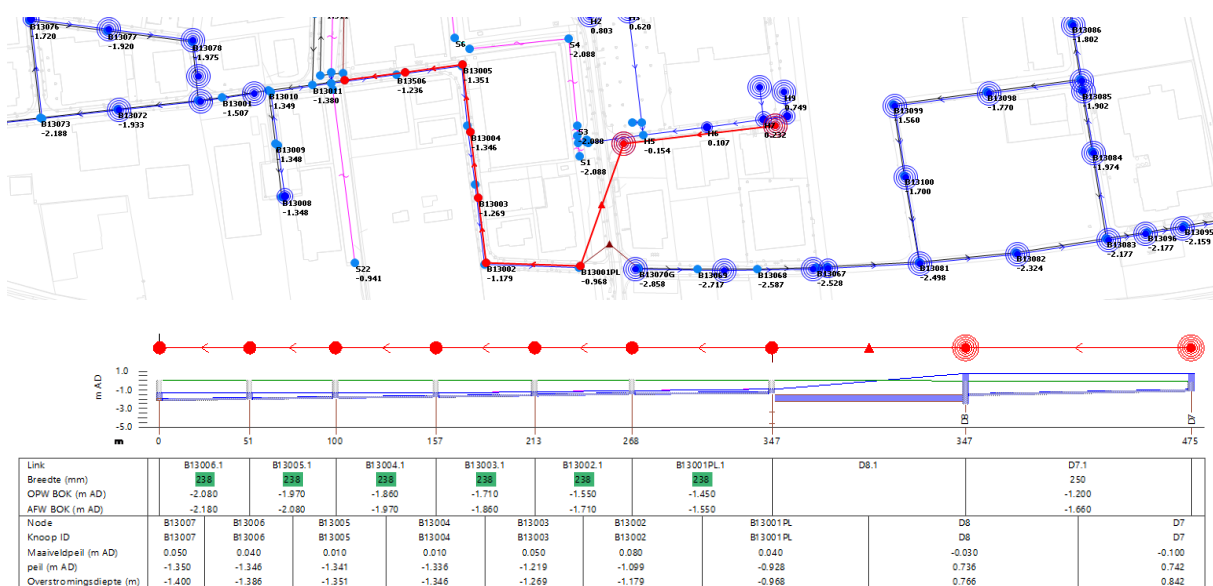


Kloosterpoort/Amfoor:

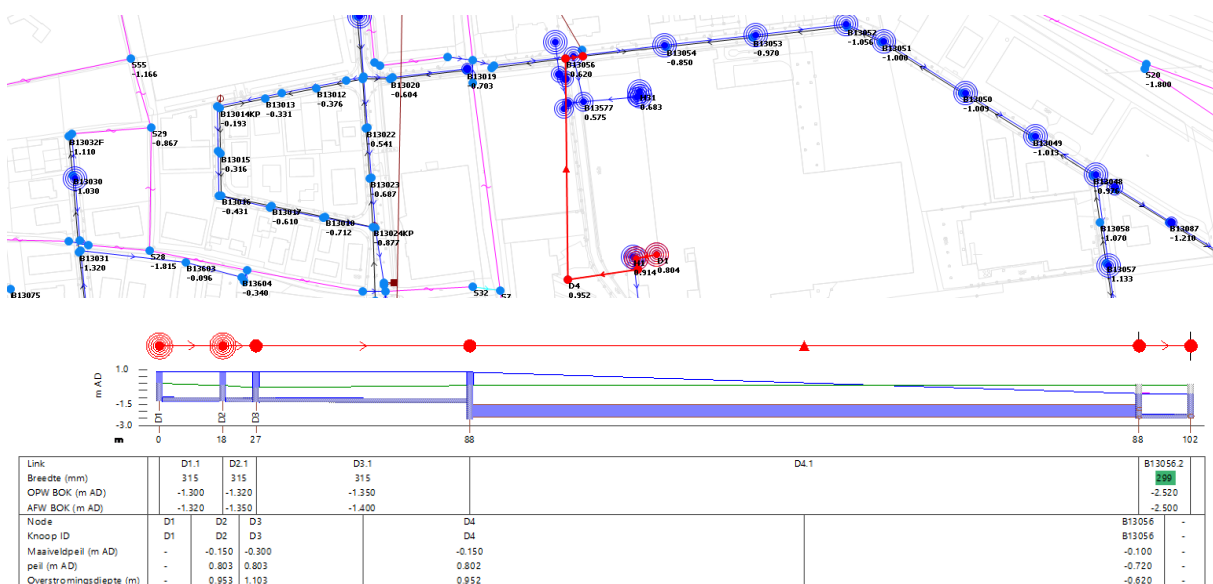




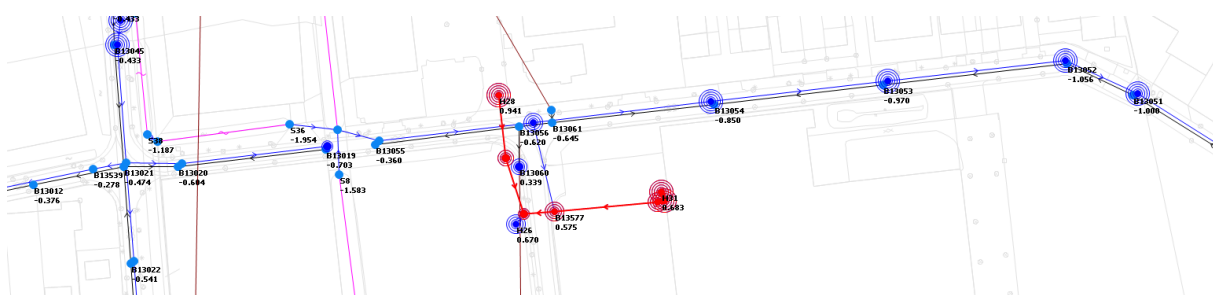
Sligro DWA, richting gemaal Kloosterpoort en Kloosterweg:

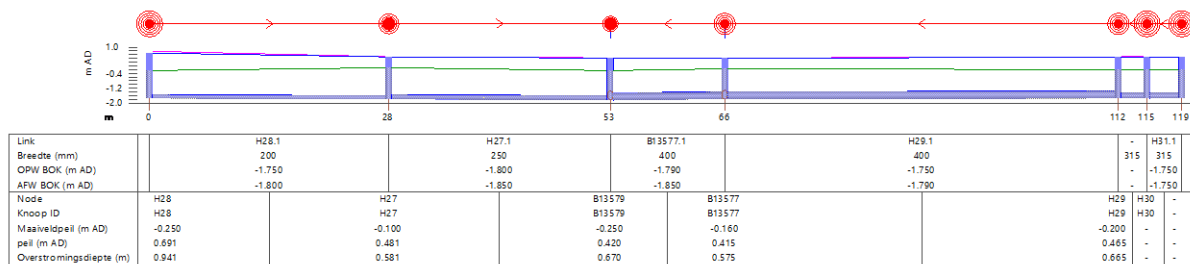


Sligro DWA, richting gemaal Handelsweg:

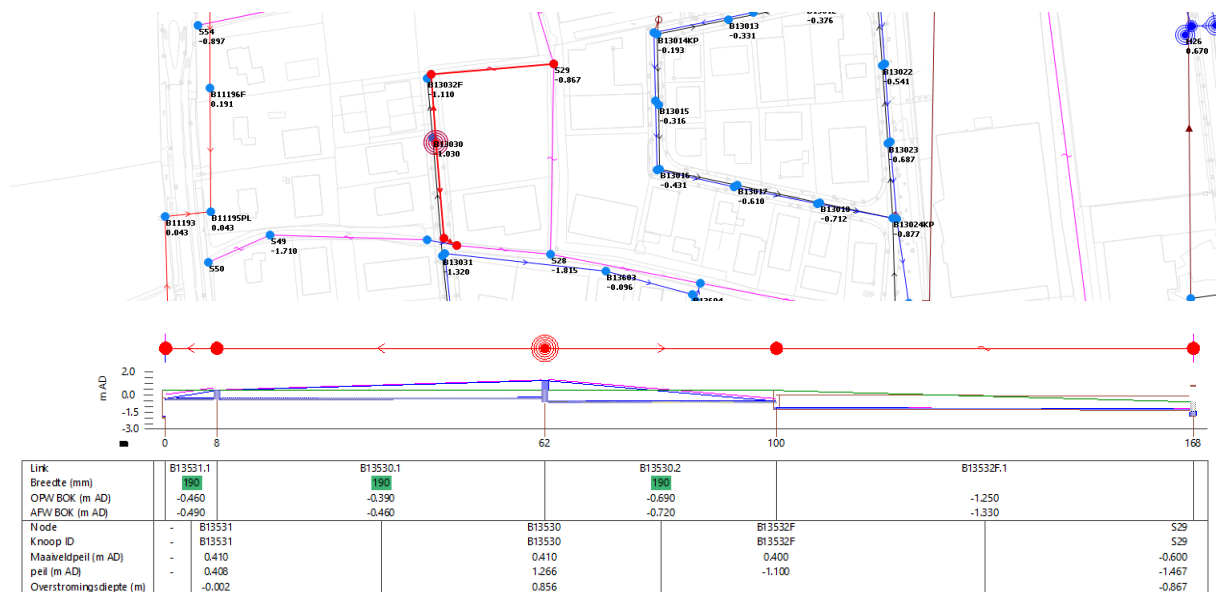


Sligro HWA, richting Handelsweg:

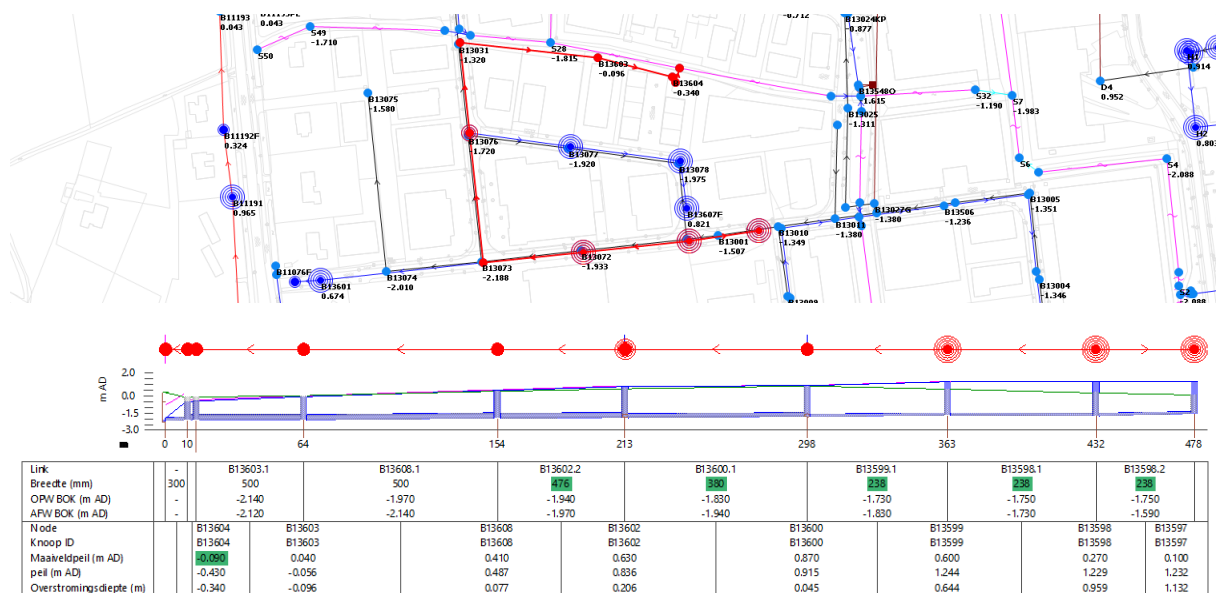


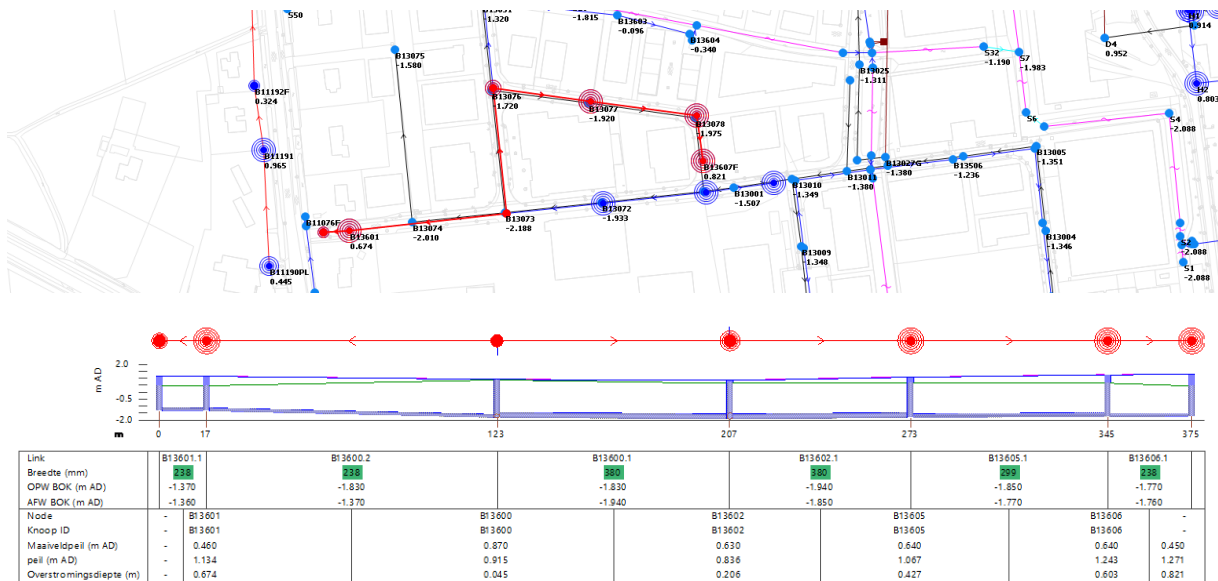


Ambachtsweg regen- en vuilwater putten met onbekende aansluiting:

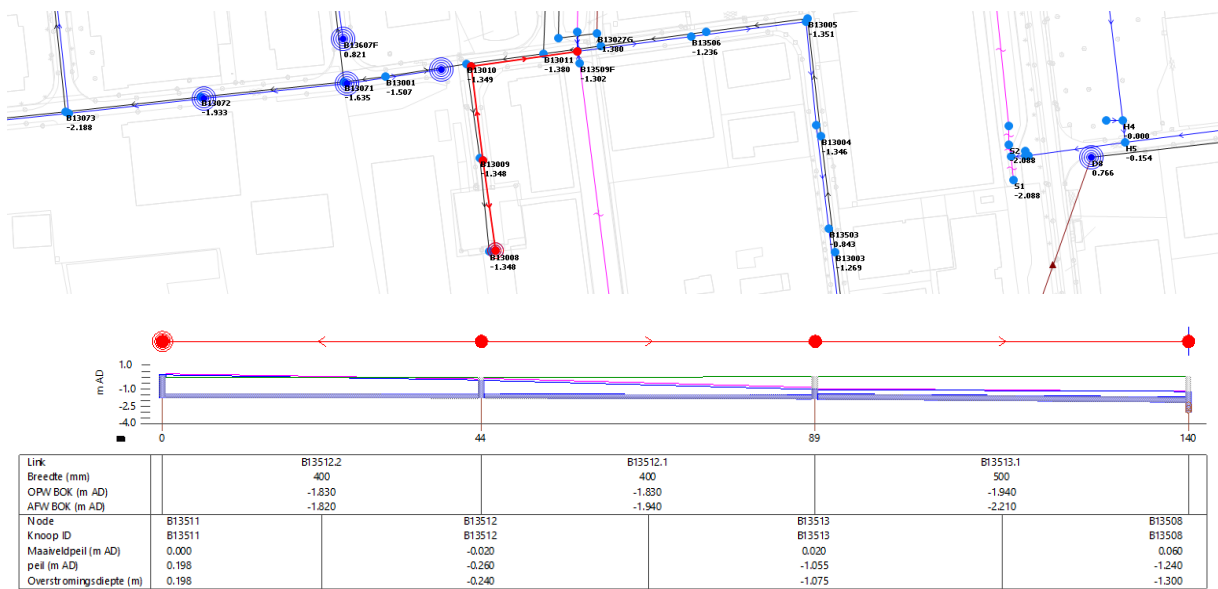


Kloosterweg/Ambachtsweg:





Kloosterweg zijstraat:



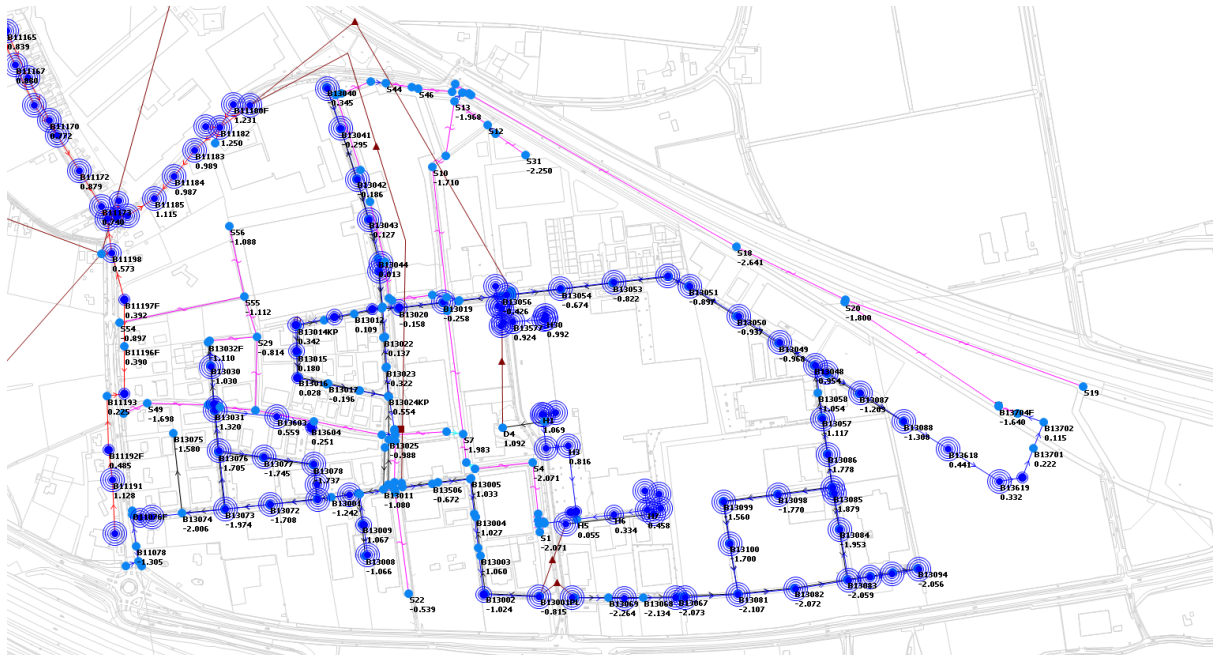
Bijlage 29, Verschil Infoworks met handberekening

Bui 08		
	Hand	Infoworks
1	-0,40503	-1,092
2	-0,8312	-0,04
3	-0,98734	-0,202
4	-1,08102	-0,275
5	-0,89492	-0,033
6	-1,07432	-0,287
7	-1,0941	-0,303
8	-1,15732	-0,363
9	-1,14	-1,062
10	-0,81529	-0,003
11	-0,27054	0,205
12	-0,08292	0,398
13	0,13047	0,329
14	0,213391	0,389
15	0,174422	0,218
16	0,100094	0,339
17	0,100094	0,339

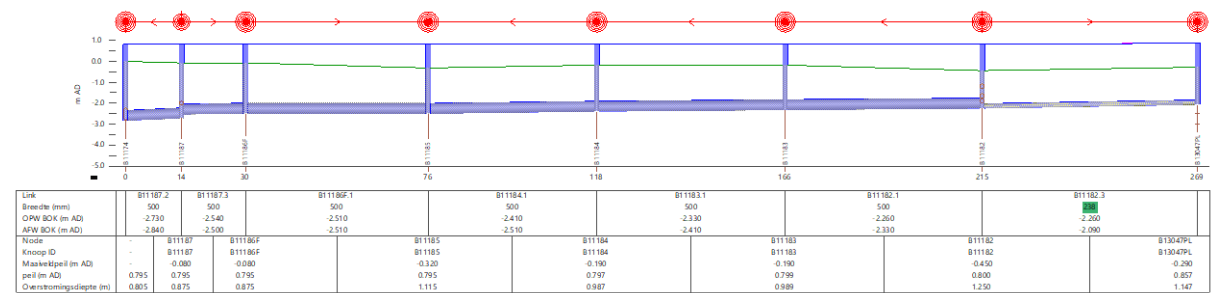
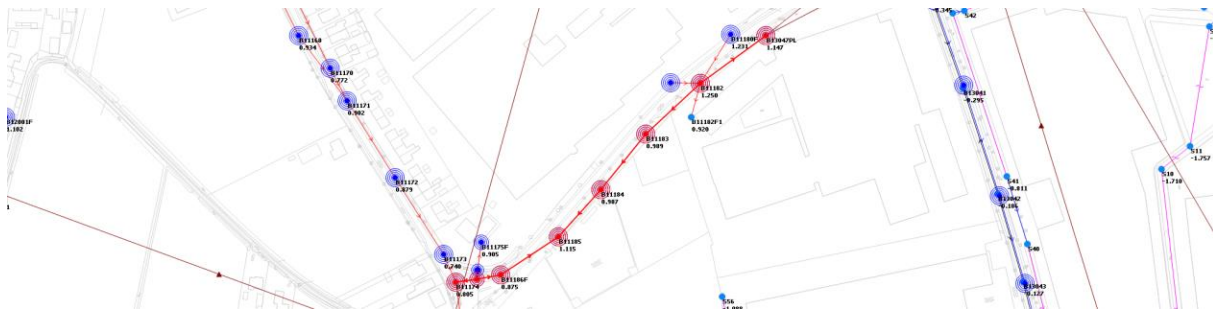
Bui 10		
	Hand	Infoworks
1	1,565121	-0,908
2	0,673051	0,479
3	0,44781	0,365
4	0,132819	0,331
5	-0,3261	0,385
6	-0,84773	-0,035
7	-0,91982	-0,064
8	-1,09732	-0,158
9	-1,14	-0,872
10	-0,03588	0,425
11	2,213987	0,642
12	2,765564	0,805
13	3,728408	0,739
14	3,898392	0,795
15	4,258844	0,618
16	3,538358	0,756
17	3,538358	0,757

Bijlage 30, Resultaten Infoworks T=20

Overzicht:

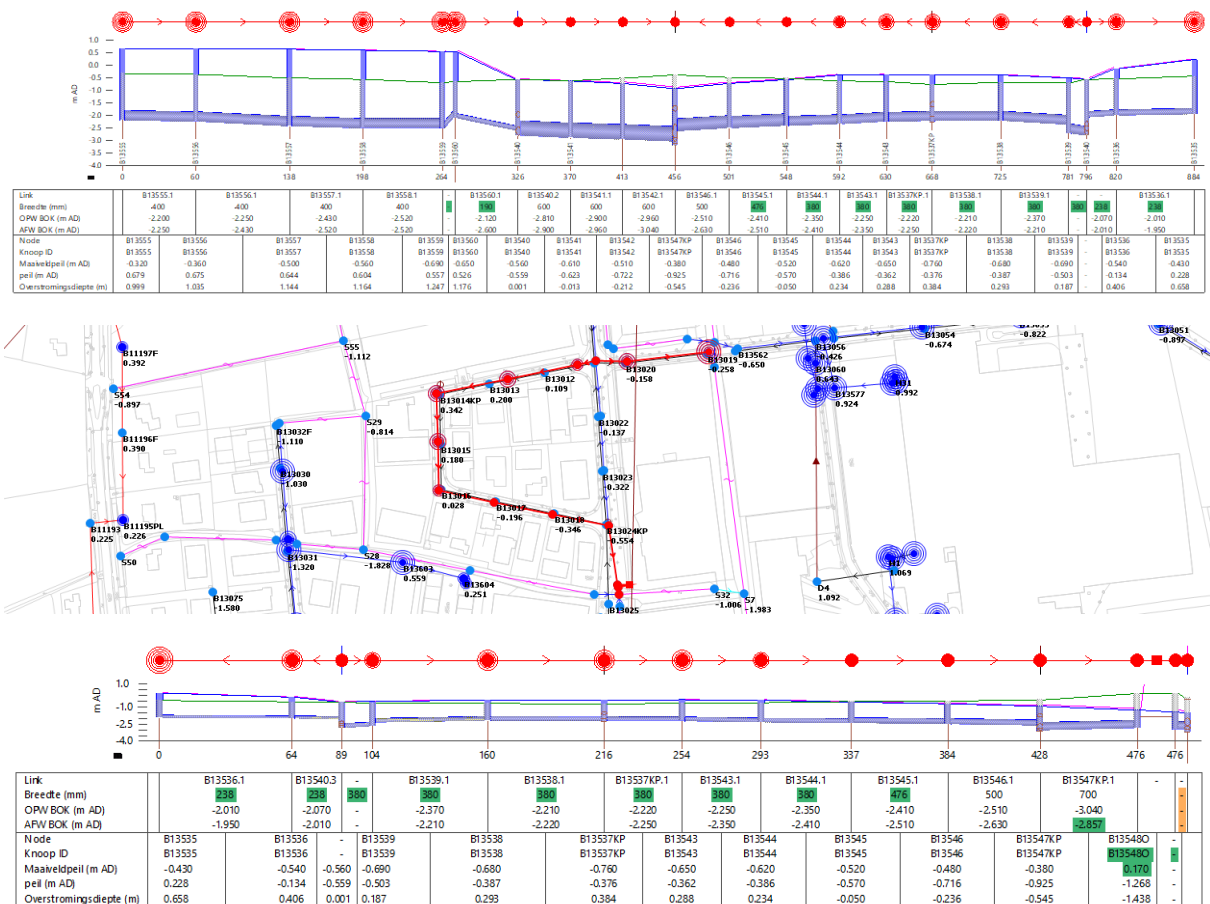


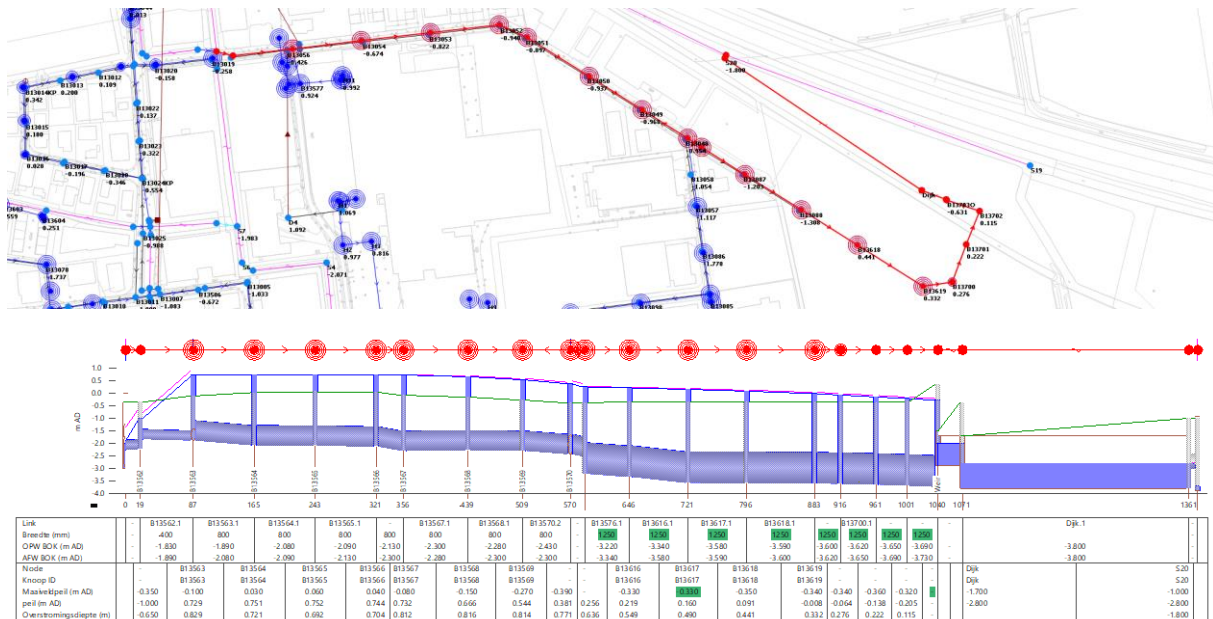
Middenweg:

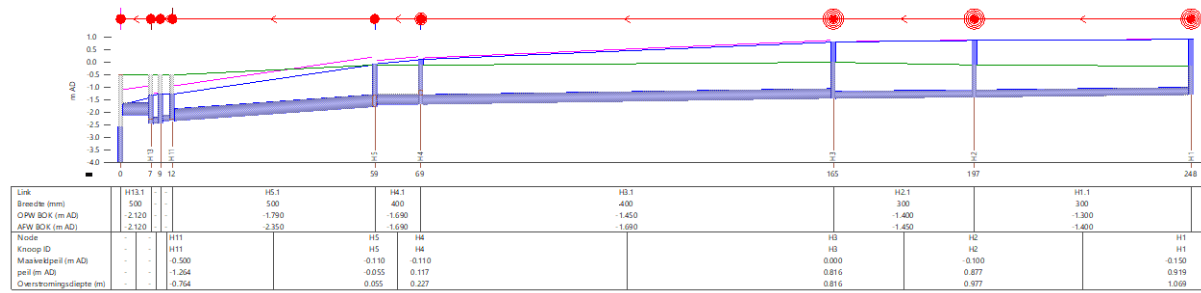


Fleerbosseweg:

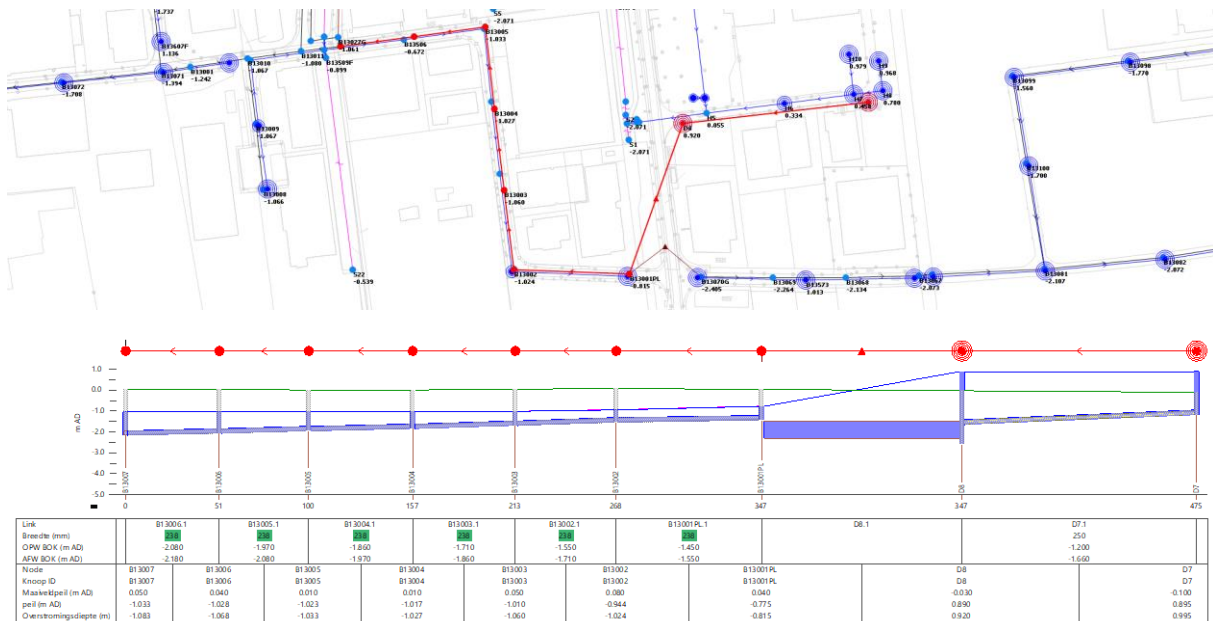




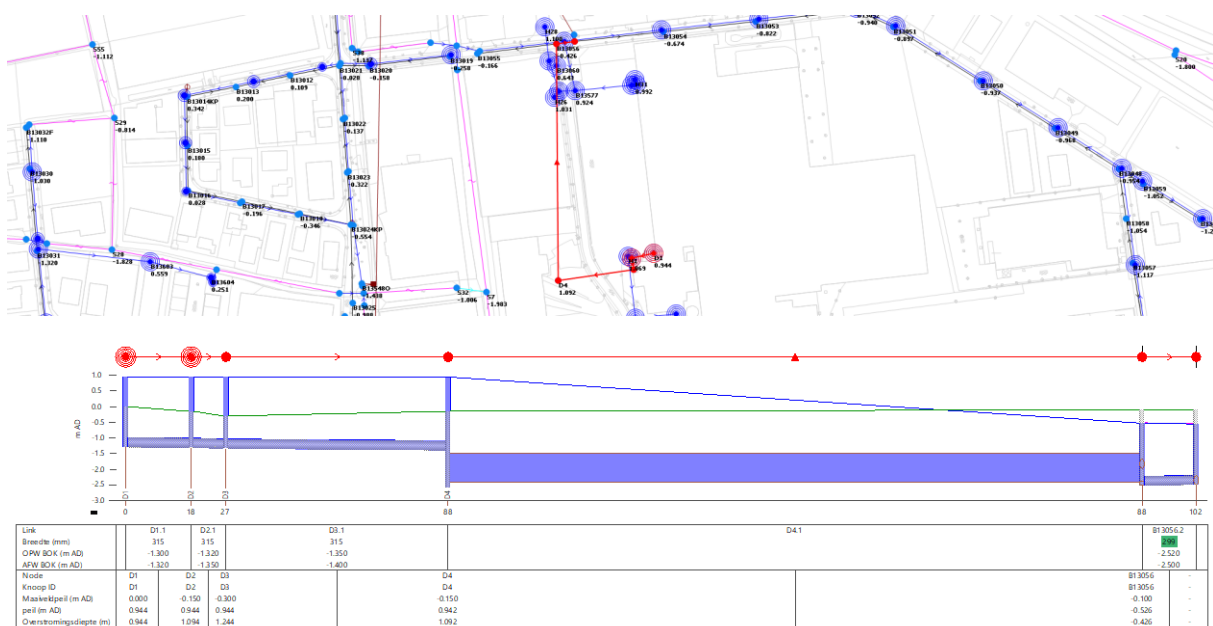




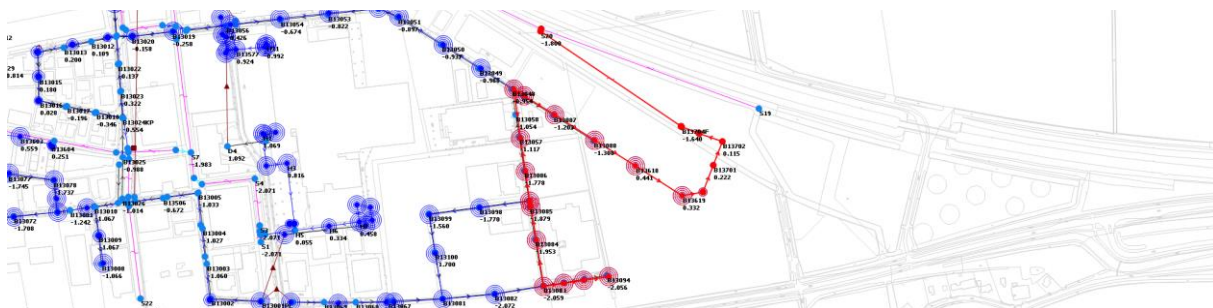
Sligro DWA, gemaal Kloosterpoort:

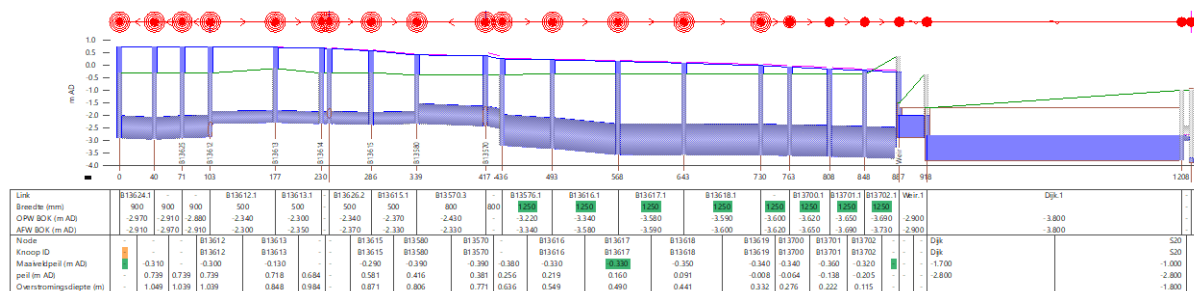


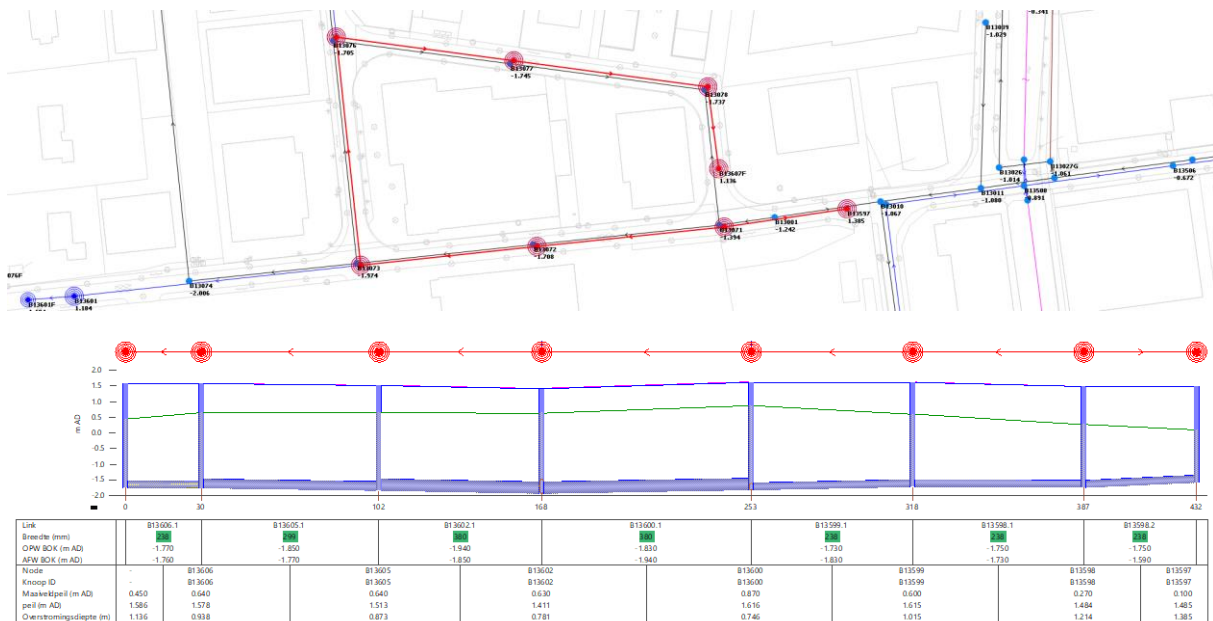
Sligro DWA, gemaal Handelsweg:



Sligro HWA, richting Handelsweg:

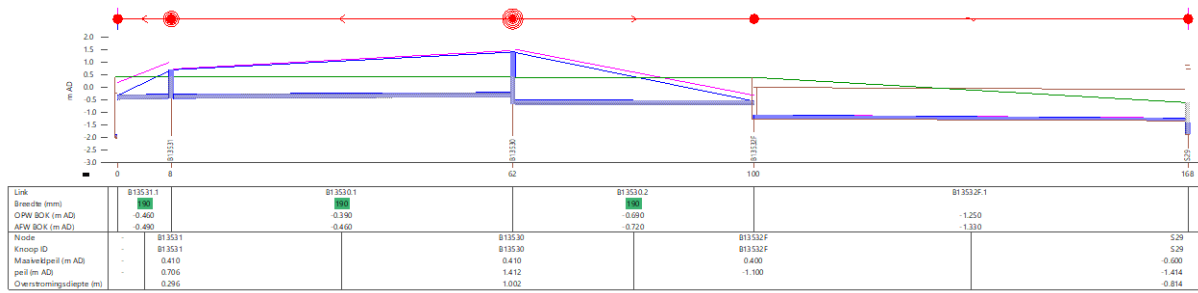






Ambachtsweg:





Bijlage 31, Tijdsverloop T=20

e). Wanneer de pomp het water niet kwijt kan, kan de pomp op een bepaald waterniveau uitslaan. Hetzelfde geldt dan voor gemaal Kloosterweg en Handelsweg.

Met deze maatregelen wordt verwacht dat het water op straat wel verminderd wordt, maar nog niet weg is.

Wanneer er nog steeds water op straat komt te staan, kan er gekeken worden naar bovengrondse maatregelen. Omdat de weg schuin ligt ('op één oor'), stroomt het water als eerste richting de greppel met drain die naast de weg ligt. Deze greppel ligt op de locatie waar wateroverlast wordt ervaren maar de drain en grindbed niet. Een aanbeveling is om het grindbed en drain te verlengen over de hele lengte van de Middenweg op het bedrijventerrein Smokkelhoek. Zo kan het water makkelijk door het grind richting de drain zakken en afstromen richting de sloot die aan het einde van de greppel ligt (maatregel a).



Figuur 50, Middenweg water op straat (NU-adviesbureau, Basisrioleringsplan Kapelle en Biezeling, 2017)

Water neemt vuil van de straat mee richting het riool, in het geval van de Middenweg, richting het grindbed en drain. Hierdoor kunnen het grindbed en de drain verstopt geraakt zijn, waardoor ze niet meer volledig werken. Aan te bevelen is om het grindbed en drain door te spoelen met water (maatregel b).

In de Middenweg zitten aan de hoge kant van de weg kolken. Dit is onlogisch, omdat water altijd naar beneden stroomt. Een maatregel is dan om aan beide kanten kolken toe te passen. Dit is echter geen geschikte maatregel, omdat de kolken dan lager liggen dan de rioolputten. Hierdoor komt, wanneer de druk oploopt, het water via de kolken omhoog en daarna pas via de putdeksels. Het water wat dan op straat komt te staan, kan dan niet meer weg lopen via de kolken omdat de riolering al vol staat met water. Andersom is dit ook het geval, als het water via de putdeksels op straat komt te staan, zit het riool ook zo vol dat het water niet meer via de kolken afstroomt.

Al deze maatregelen samen moeten leiden tot het terugdringen van water op straat. De kans dat er water op straat komt te staan is niet helemaal weg te halen. Wel kan het risico en de effecten geminimaliseerd worden. Verdere maatregelen moeten bovengronds worden gezocht.

Geschikte mogelijke maatregelen:

- c. Huizen en daken afkoppelen in het verbeterd gescheiden stelsel in Fleerbosseweg;
- d. Gemalen Kloosterweg en Handelsweg om en om aan zetten of periodes;
- e. Smokkelhoek loskoppelen van Biezeling en direct met een pomp laten aansluiten op gemaal Biezeling;
- a. Greppel, grindbed en drain verlengen tot hele lengte van Middenweg;
- b. Grindbed en drain doorspoelen.

Fleerbosseweg (3)

Bij de Fleerbosseweg zijn drie problemen waargenomen:

1. De afgedopte overstort in de sloot naast Fleerbosseweg veroorzaakt water op straat;
2. Water op straat bij T=20 in het koppelput gedeelte;
3. Koppelputten werken niet zoals het moet werken.

Het eerste probleem, water op straat bij de afgedopte overstort, kan in de praktijk opgelost worden, doordat het water naar de sloten aan beide kanten van de weg afstroomt. Om te voorkomen dat er water op straat komt te staan, kan de overstort weer open gezet worden. Zo kan het water vrij wegstromen in de sloot (maatregel f). Waarom deze overstort is dichtgezet is onbekend. Een andere mogelijkheid is om de leidingen richting de koppelput groter te maken en hobbels weg te halen. Hierdoor kan het water vrij wegstromen richting de koppelput. Dit is een duurdere oplossing en daardoor minder geschikt. Wanneer er geen maatregelen ondergronds worden uitgevoerd, kunnen er altijd kleine verlagingen in de bermen gemaakt worden om het water snel weg te laten stromen. De overstort weer open maken en verlagingen in de bermen maken zijn geschikte maatregelen omdat het goedkoop is en weinig overlast veroorzaakt. Wanneer deze maatregelen zijn uitgevoerd is er minder wateroverlast.

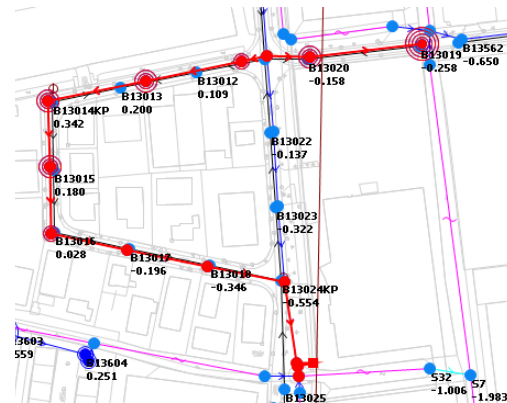
Omdat het tweede en derde probleem veel met elkaar te maken hebben, wordt er eerst naar de werking van het systeem gekeken. Een van de mogelijkheden is dat de verbinding kleiner wordt of buiten werking gesteld kan worden. Wanneer dit gebeurt komt er namelijk meer water op straat te staan. Daarom wordt er eerst naar de werking gekeken en daarna naar het probleem water op straat.

Om de werking van de koppelputten te verbeteren, zijn er een aantal mogelijkheden:

- Onderzoeken of het terrein echt zo vervuld is dat de first flush naar het vuilwaterstelsel moet stromen;
- De koppelputten buiten werking stellen;
- De kleppen in het vuilwaterstelsel knevelen;
- Een beugel toepassen op de klep;
- Drempel verlagen richting de sloot;
- Verharding afkoppelen;
- Pomp toepassen.

Omdat alle maatregelen invloed op elkaar hebben, kan er niet exact gezegd worden of de maatregel geschikt is of niet.

Het onderzoeken van het terrein is in ieder geval een nuttige maatregel, omdat zo vastgesteld kan worden of de koppelputten nog geschikt zijn ja of nee (maatregel g). Indien dit niet het geval is, kan de verbinding buiten werken gesteld worden. Dit kan door de klep dicht te zetten, zodat er geen regenwater meer het vuilwaterstelsel in kan stromen. De noodoverlaten die bovenin de koppelputten zitten moeten ook dichtgezet worden. Omdat het regenwater dan niet uit de riolering weg kan, moet de drempel voor de overstort naar de sloot verlaagd worden, of zelfs helemaal weggehaald worden. Op deze manier kan het regenwater goed wegstromen.



Figuur 51, Water op straat koppelputten, Fleerbosseweg (Infoworks, 2018)

Wanneer de koppelputten wel geschikt zijn, zijn er vergelijkbare maatregelen mogelijk. Ten eerste loopt er te veel regenwater richting het vuilwaterstelsel en kan het regenwater daarna niet richting de sloot stromen. Om minder water richting het vuilwaterstelsel te laten stromen, is er de mogelijkheid om de kleppen te knevelen. Knevelen is een optie, maar bij knevelen wordt er een onderdeel vastgezet. Dus wanneer de klep wordt vastgezet, staat de verbindingsleiding altijd open, waardoor vuilwater het regenwaterstelsel in kan lopen of de verbinding staat dicht. Hierdoor kan het regenwater niet meer naar het vuilwaterstelsel lopen en is het geen verbeterd gescheiden stelsel meer. Knevelen is daarom geen geschikte maatregel. Bij het toepassen van een beugel kan de klep beperkt open wanneer nodig en staat dicht wanneer er geen water in het stelsel staat. Daarom is een beugel wel een geschikte maatregel omdat de first flush richting het vuilwaterstelsel stroomt (maatregel h). Het volgende probleem is dat het regenwater eerst een meter moet stijgen voordat het water in de sloot kan stromen. Daarom is het verlagen van de drempel een geschikte maatregel (maatregel i).

Afkoppelen van verharding is een geschikte maatregel, omdat het regenwaterstelsel, en dus het vuilwaterstelsel en daarop de Middenweg, minder belast wordt. Hierdoor is de drukopbouw en dus de hoeveelheid water op straat minder. Omdat de Fleerbosseweg omringd is door sloten kunnen huizen en daken afgekoppeld worden en richting de sloten afstromen (maatregel j).

Met deze maatregelen kan het water minder goed wegstromen naar het vuilwaterstelsel en beter naar de sloot. Echter, doordat ook het waterpeil in de sloot (primaire watergang) stijgt, drukt deze de klep dicht van het uitstroompunt van de regenwaterafvoer. Hierdoor kan het regenwater niet meer weg en stijgt de druk verder en komt er water op straat te staan. Het regenwater heeft verder ook geen uitstroompunt behalve richting de primaire watergang. Om het water op straat te verminderen, is er de mogelijkheid om de eindput op Handelsweg (B13535) een overstort te geven richting de sloot. Hierdoor wordt de druk minder en komt er minder water op straat te staan. Dit is een geschikte maatregel (maatregel k).

Wanneer er nog steeds water op straat komt te staan, kan het profiel van de weg en de berm worden gebruikt om het water af te voeren richting de sloten die rond de Fleerbosseweg liggen. Dit is geen geschikte maatregel, omdat wanneer het begint te regenen, het regenwater, en dus de first flush, als eerste richting de sloten stromen en niet naar de riolering.

Het bovenste gedeelte van Fleerbosseweg de weg (nummer l, n in figuur 4) kan met afschot worden gelegd met het laagste punt richting de sloot. Hierdoor stroomt het water altijd richting de sloot. Maar omdat het een verbeterd gescheiden stelsel is, werkt dan de first flush niet meer. Hiervoor wordt er een lage stoeprand toegepast die het water eerst richting de kolken en riolering laat afstromen. De weg werkt nu als berging tot de hoogte van de stoeprand.

Omdat het water niet de huizen en

gebouwen mag binnenstromen, mag de stoeprand niet hoger zijn dan de percelen. Wanneer het riool de hoeveelheid water niet meer aan kan en er dus water op straat blijft staan, kan het water over de stoeprand heen stromen richting de sloot (maatregel l en n). De berm moet dan ook een verhang hebben. Dit is een geschikte maatregel, omdat het de werking van het verbeterd gescheiden stelsel behoudt.



Figuur 52, Fleerbosseweg (Google maps, 2018)

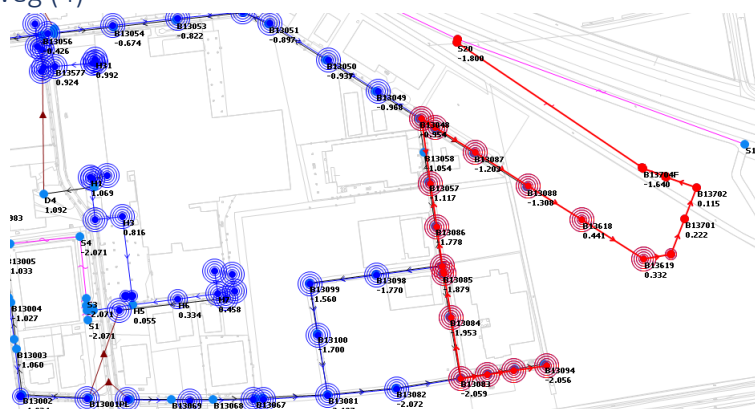
Bij de andere twee delen van de weg (nummer m, n in figuur 4) ligt er geen sloot langs de weg. Omdat het een bedrijventerrein is, worden hier bij voorkeur geen hoge stoepranden toegepast in verband met vrachtwagens. Hier kunnen roostergoten toegepast worden. De roostergoten moeten dan onder verhang worden aangebracht, zodat het water als eerste naar de kolk en de riolering stroomt. Wanneer het regenwaterstelsel vol staat met water komt er water op straat te staan. Hiervoor wordt er een extra roostergoot toegepast die pas in werking treedt nadat het water een bepaald niveau heeft bereikt in de goot. De extra roostergoot wordt naar de primaire watergang geleid en kan daar uitstromen (maatregel m en n).

Geschikte mogelijke maatregelen:

- f. Afgedopte overstort weer openzetten;
- g. Onderzoek of koppelputten nog wel nodig zijn, is het terrein vervuld genoeg;
- h. Een beugel toepassen op de klep van de koppelputten;
- i. Drempel bij primaire sloot en overstort verlagen;
- j. Afkoppelen van verharding;
- k. Nieuw uitstroompunt maken bij put B13535;
- l. Lage stoepranden toepassen;
- m. Roostergoten toepassen;
- n. Weg onder licht verhang leggen (op één oor)

Amfoor, Kloosterpoort en Handelsweg (4)

Omdat dit stuk hemelwaterriolering een bluswatervoorziening is, moet het te allen tijde met een bepaalde hoeveelheid water vol staan. In dit geval staat de hemelwaterriolering vol tot NAP -1,50 meter, omdat dit de laagste overstort is (bij de filtervoorziening). Doordat de overstort bij put B13623F (bij Top Taste) is weggehaald, kan het stelsel de hoeveelheid regen bij extreme neerslag niet aan. Hierdoor komt er veel water op straat te staan, theoretisch tot wel één meter volgens het model op Kloosterpoort. Omdat het stuk riolering onder Kloosterpoort en Amfoor helemaal afgesloten zit zonder overstort, is hier veel drukopbouw. Ook is hier een aantal relatief kleine leidingen aanwezig, waardoor er nog meer drukopbouw en dus water op straat komt te staan. Omdat de riolering onder Kloosterpoort nog eens lager ligt dan de aansluitingen op Amfoor, kan het water hier nog moeilijker wegstromen. Bij bui 08 is er geen water op straat op Handelsweg. Dit komt pas bij bui 10. Het water zit hier ingesloten, zoals de bedoeling is, tussen de filtervoorziening (NAP -1,50 m) en een drempel bij put B13564 op NAP -1,40 meter. Water kan hier moeilijk over de drempel stromen richting de sloot, omdat het diepste punt van dat stuk riolering bij de drempel B13564 ligt.



Figuur 53, Water op straat Handelsweg, Kloosterpoort, Amfoor (Infoworks, 2018)

Omdat hier zeer veel water op straat komt te staan, zijn enkel ondergrondse en/of bovengrondse maatregelen niet voldoende. Hier is een combinatie van oplossingsrichtingen noodzakelijk.

Kleine leidingen zorgen in het stelsel voor veel drukopbouw, zie figuur 6. Daarom is een geschikte maatregel om de leidingen tussen de putten B13081 en B13099, B13099 en B13097, B13097 en B13057 en tussen B13097 en B13612 te vergroten naar een $\varnothing 600$ mm leiding. Dit is ook de minimale diameter van de omliggende leidingen (maatregel o).

Nog een mogelijkheid om de drukhoogte en dus water op straat te verminderen, is om de drempels te verlagen. Door de drempels te verlagen wordt automatisch de drukhoogte ook minder (maatregel p).

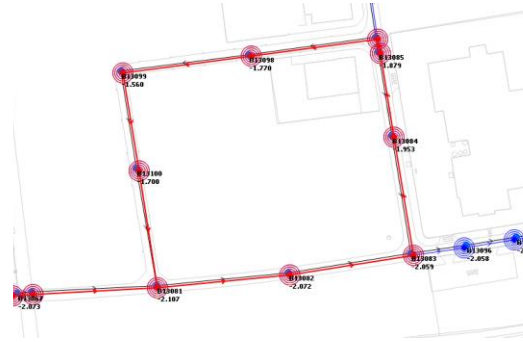
Dit moet in het rekenmodel getest worden tot in hoeverre deze verlaging invloed heeft. Maar aan de andere kant, omdat het een bluswatervoorziening is, kan met het verlagen van de drempels de minimale hoeveelheid water in het geding komen. De hoogte van de drempels is niet voor niets op deze hoogtes vastgesteld.

Een andere mogelijkheid om meer water weg te kunnen laten stromen bij de filtervoorziening is om de schuif open te zetten. Dit is geen geschikte maatregel, omdat deze leiding direct verbonden is met het oppervlaktewater. Het oppervlaktewater zal eerder de leiding en het riool instromen dan dat het regenwater eruit kan. De schuif is in principe bedoeld voor de brandweer om, wanneer het bluswater in het riool op is, de schuif open te zetten, zodat het riool weer vol met water loopt dat gebruikt kan worden voor het blussen.

Ook al is dit gedeelte een bluswatervoorziening dat altijd vol moet staan met water, het water onder Kloosterpoort kan nergens naar toe stromen, waardoor de drukhoogte dus groot is. Een geschikte maatregel is dan ook om een nieuwe verbinding te maken tussen de putten B13623F en B13619 of B13700. Hierdoor kan het regenwater wegstromen richting de filtervoorziening en is er minder drukbouw (maatregel q).

Omdat hiermee het water op straat nog niet weg is en de drukhoogte nog steeds te groot zal zijn, is een geschikte maatregel om een extra drempel en overstort bij Kloosterpoort te realiseren. Deze zal dan afstromen richting de sloot die naast de Rijksweg ligt. Hierdoor wordt de wateroverlast beperkt (maatregel r).

Met alleen ondergrondse maatregelen zal er nog steeds water op straat komen te staan. Omdat dit gebied eigenlijk zonder oppervlaktewater zit, is de mogelijkheid om een greppel of sloot langs de weg te realiseren. Het diepste punt ligt aan de noordwestzijde, boven Amfoor. Het water zal hier dus heen stromen. Er kan met de dieptes van de greppel/sloot gevarieerd worden om te bepalen waar het water naar toe wordt gebracht. Omdat het hele gebied rond de Amfoor te koop staat, kan er nu nog ingespeeld worden op een toekomstige locatie voor oppervlaktewater. Een sloot ten westen naast Amfoor is een geschikte keuze omdat daar langs de hele weg de sloot aangelegd kan worden en met een duiker verbonden kan worden met de sloot langs de Rijksweg. De sloot heeft ook berging van water en opvang wanneer er water op straat komt te staan. Omdat er volgens het model theoretisch ruim een meter water op straat komt te staan, heeft een greppel niet genoeg capaciteit om die hoeveelheid te kunnen bergen. Daarom is een sloot een betere keuze. Wel kan er op andere plekken een greppel aangelegd worden die afvoert richting de sloot. Zo wordt wateroverlast beperkt. Op de sloot kan ook de riolering aangesloten worden, in plaats van op de sloot langs de Rijksweg (maatregel s). Door oppervlaktewater in dit gebied toe te passen, wordt ingespeeld op hittestress en droogte.



Figuur 54, Water op straat Amfoor (Infoworks, 2018)

Geschikte mogelijke maatregelen:

- o. Leidingen vergroten bij Amfoor;
- p. Drempels beperkt verlagen;
- q. Nieuwe aansluiting tussen Kloosterpoort en filtervoorziening;
- r. Nieuwe overstort en drempel in regenwaterriolering in Kloosterpoort richting de Rijksweg;
- s. Nieuwe sloot en/of greppel langs Amfoor en/of Kloosterpoort.

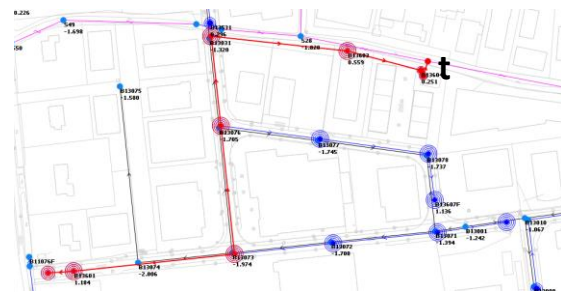
Kloosterweg, Ambachtsweg (5)

Water op straat, bij T=20, is te verklaren door de enorme hoeveelheid neerslag die valt en omdat er heel veel verharding op de riolering is aangesloten. Omdat het gehele gebied hier bebouwd is, kunnen er maar beperkt tot geen bovengrondse maatregelen gerealiseerd worden. In de doorsnede die uit het rekenmodel is te zien dat de meeste drukopbouw bij het uitstroompunt plaatsvindt, dit is een Ø300 mm leiding, en wanneer de Ambachtsweg overgaat in Kloosterweg wordt de leiding ook kleiner, Ø250 mm, zie figuur 8, nummer t. Hieruit kan geconcludeerd worden dat wanneer de kleine leidingen vergroot worden, de drukhoogte kleiner wordt. Dit is daarom een geschikte maatregel (maatregel t).



Figuur 55, Regenwaterriolering Kloosterweg en Ambachtsweg

Afkoppelen van verharding is ook een optie. Dit is een geschikte maatregel, omdat er minder regenwater het riool instroomt, er minder water in het riool zit, er dus minder drukopbouw is en daarom minder water op straat (maatregel u).



Figuur 56, Water op straat Kloosterweg, Ambachtsweg (Infoworks, 2018)

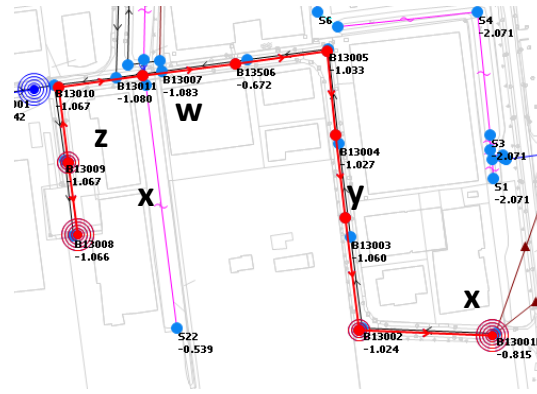
Wanneer er nog steeds water op straat optreedt, is de beste optie om iets diepere goten toe te passen en de weg te gebruiken om het water richting het dichtstbijzijnde oppervlaktewater te sturen. Dit is sowieso een nuttige maatregel omdat het uiteindelijk een keer harder regent dan het riool aan zal kunnen. Het gebied ligt over het algemeen hoger dan het overige deel van het bedrijventerrein. Hierdoor stroomt het regenwater makkelijk af richting de sloten, omdat deze op lager terrein liggen. Omdat het gehele gebied bebouwd is zijn er geen nieuwe sloten en/of greppels mogelijk (maatregel v).

Geschikte mogelijke maatregelen:

- t. Leidingen vergroten in Kloosterweg en uitstroompunt;
- u. Afkoppelen van verharding;
- v. Goten toepassen langs Kloosterweg en Ambachtsweg.

Kloosterweg (6)

Op het stuk hemelwaterriolering dat hier afstroomt naar de sloten, zit niet veel verharding aangesloten in vergelijking met de rest van Smokkelhoek. De toevoer van te veel regenwater kan daarom niet de oorzaak zijn van water op straat ondanks de grote neerslagintensiteit waar mee is gerekend. Al het water stroomt af richting de sloot. De sloot echter staat bijna helemaal vol. Omdat de put en de duiker een open verbinding zijn, kan het slootwater de riolering instromen. Hier is dat ook het geval. Om de instroom van oppervlaktewater tegen te gaan, is een geschikte maatregel om kleppen toe te passen in de put (B13508). Kleppen toepassen heeft ook een nadeel: wanneer het water in de sloot hoog genoeg staat, drukt dit water de klep dicht en kan er geen water meer uit de riolering stromen (maatregel w).



Figuur 57, Water op straat Kloosterweg (Infoworks, 2018)

Verder kunnen de diameters van de eindstrengen vergroot worden, zodat hier meer berging in kan. Dit verlaagt ook de drukhoogte (maatregel x).

Omdat er op de eindstrengen veel water op straat staat, theoretisch ruim 60 cm, en ondergrondse maatregelen het probleem niet compleet oplossen, moeten er ook bovengrondse maatregelen geformuleerd worden. Omdat het terrein rondom de riolering vol gebouwd is, zijn 'groene' maatregelen zoals een sloot en greppel niet mogelijk. Het oostelijke deel is grotendeels maar aan één kant van de weg bebouwd. Hier kan de weg onder verhang worden gelegd (op één oor) en kan de kant waar geen bebouwing staat als goot worden ingericht en het water richting het oppervlaktewater sturen (maatregel y).

Het westelijke deel zit ingesloten tussen gebouwen (zijstraat Kloosterweg). Hier kunnen geen bovengrondse 'groene' maatregelen gerealiseerd worden omdat het vol bebouwd staat. In dit stuk moet er een bovengrondse maatregelen komen. Omdat het een smalle weg is, kan hier het beste gewerkt worden met een molgoot of roostergoot. Het water kan dan richting het oppervlaktewater gestuurd worden (maatregel z).

Geschikte mogelijke maatregelen:

- w. Kleppen plaatsen in put B13508;
- x. Leidingen vergroten in Kloosterweg;
- y. Stoeprand en goot gebruik als afvoer in Kloosterweg;
- z. Molgoot of roostergoot.

Handelsweg DWA (7)

Het probleem bij de vuilwaterriolering aan het einde van de Handelsweg is dat het verhang de verkeerde kant op is gelegd (tegenschot), zie figuur 10. Hierdoor kan het water niet richting de gemalen stromen en dus richting de waterzuiveringsinstallatie. Volgens de berekening vormt dit geen probleem in het kader van water op straat. Om dit op te lossen kan eenzelfde oplossing gebruikt worden als die bij het regenwaterstelsel is gebruikt tussen Kloosterpoort en de filtervoorziening: de riolering doortrekken, zodat het



vuilwater weg kan lopen. Een leiding vergroten is geen geschikte maatregel omdat het hier niet gaat over water op straat. Door de leiding aan het einde van Handelsweg, put B13088, door te trekken naar de put aan het einde van Kloosterpoort, put B13094, kan het vuilwater wegstromen. Het is geen geschikte maatregel wanneer het vuilwaterstelsel evenwijdig aan het regenwaterstelsel wordt gelegd, omdat het hoogteverschil niet groot genoeg is om het vuilwater alsnog af te laten stromen. Wanneer de verbinding direct wordt gemaakt is het hoogteverschil 80 cm. Dit is voldoende om vuilwater af te laten stromen (maatregel aa).

De leiding kan ook de andere kant op worden gelegd in afstroomrichting, dus het laagste punt bij put B13570. Echter moet hiervoor de hele weg worden opengemaakt, wat hinder geeft en hogere kosten met zich meebrengt. Mede omdat de riolering nog nieuw is, is dit niet rendabel. Wanneer de nieuwe verbinding gemaakt moet worden, moet de weg/grond ook open gemaakt worden. Dit geeft echter minder overlast, omdat hier nog geen weg ligt en omdat waar de riolering komt te liggen er nog gebouwd wordt. Deze maatregel kan dan gelijk worden meegenomen.

Geschikte mogelijke maatregelen:

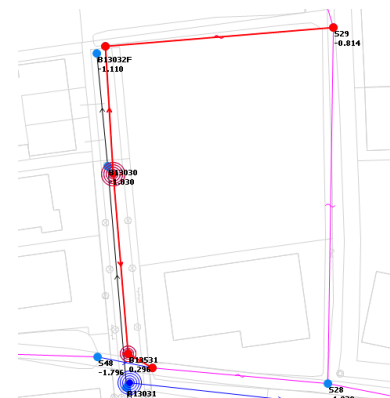
- aa. Nieuwe verbinding maken tussen Handelsweg en Kloosterpoort.

Ambachtsweg (8)

Het verbeterpunt Ambachtsweg, regenwater- en vuilwaterriolering met onbekende aansluitingen, is niet met een technische oplossing op te lossen. Volgens het rekenmodel komt er water op straat te staan, maar dit wordt niet in de praktijk ervaren. Voordat het riool hier klimaatbestendig gemaakt kan worden, moet eerst de situatie ter plaatse duidelijk zijn. Een geschikte maatregel is daarom ook om eerst een camera inspectie uit te laten voeren. Met de inspectiebeelden kan de rioleringstekening up-to-date gemaakt worden en kan worden gekeken waar de aansluitingen vandaan komen (maatregel ab).

Geschikte mogelijke maatregelen:

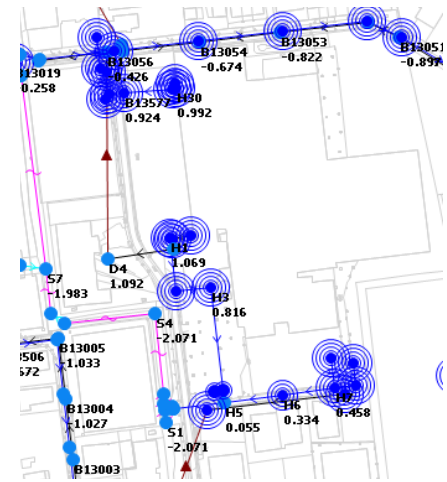
- ab. Inspectiebeelden met camera maken.



Figuur 59, Water op straat Ambachtsweg (Infoworks, 2018)

Sligro (9)

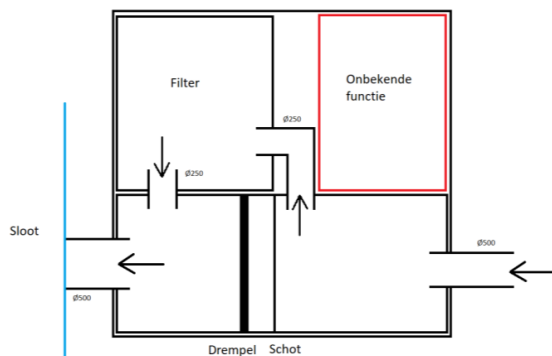
Water op straat volgens het rekenmodel op het terrein van de Sligro komt doordat er te weinig informatie bekend is om een goed werkend te modelleren. Maar ook omdat door het grote oppervlak en het grote percentage verharding er een groot aanbod van regenwater is. De pompen die het water in de laadputten moeten verpompen (naar het vuilwaterstelsel) en het hemelwatersysteem kunnen dit grote aanbod niet aan. Hier kunnen maatregelen voor geformuleerd worden, maar daarvoor dient eerst het rioleringsysteem verder in beeld gebracht te worden. Anders kan niet worden vastgesteld hoe effectief de maatregelen zijn. Daarom is de eerste geschikte maatregel om een camera inspectie uit te voeren en uit te zoeken hoe het hele rioleringsysteem werkt (maatregel ac).



*Figuur 60, Water op straat Sligro
(Infoworks, 2018)*

Bui T=20 is een extreme bui die kwetsbare punten weergeeft.

Doordat er water op straat staat en er nauwe leidingen zijn, kan hieruit geconcludeerd worden dat de pompen en het filter de hoeveelheid water niet aankunnen. Om te voorkomen dat de laadputten vol blijven staan met water is een geschikte maatregel om de capaciteit van de vuilwaterpompen te vergroten (maatregel ad). Dit werkt uiteindelijk maar beperkt. De capaciteit van een pomp is bijna altijd kleiner dan de hoeveelheid regen die kan vallen. Een andere mogelijkheid, is om een (tijdelijke) berging onder de helling van de laadputten te realiseren (maatregel ae). Hier kan het water tijdelijk opgeslagen worden. Wanneer de riolering vol zit, gaan de pompen uit en wordt het water vastgehouden. Wanneer het rioleringsstelsel weer ruimte heeft, kan dit water weggepompt worden. Dit is een geschikte maatregel, omdat het rioleringsstelsel zo minder belast wordt en de Sligro minder tot geen last heeft van wateroverlast.



Figuur 61, Filter Sligro

Doordat er een bypass is langs het filter zou er weinig tot geen water op straat moeten komen staan, zie figuur 13. In het model is te zien dat aan het einde van de Veilingweg toch water op straat komt te staan. Dit komt door de extreme hoeveelheid neerslag van $T=20$ en het grote percentage verharding dat op dit stuk riolering zit aangesloten. De riolering is niet groot genoeg om deze hoeveelheid aan te kunnen en door de weerstand van het filter, komt er water op straat te staan. Een geschikte maatregel hier is om eerst te

controleren of het filter nog naar behoren werkt en of deze nog nodig is vanuit waterkwaliteitsoogpunt (maatregel af). Een volgende geschikte maatregel is om de leidingen te vergroten, maar hiervoor moet wel eerste bekend zijn hoeveel regenwater naar de riolering afstroomt (inventarisatie) en moet de weg worden opengemaakt (maatregel ag). Dit geeft veel hinder.

Omdat met deze hoeveelheid water alleen ondergrondse maatregelen niet voldoende zijn, moet er ook bovengronds gekeken worden. De eerste mogelijkheid is oppervlakkig afstromen. Met goten in de weg kan gevarieerd worden met hoogteverschil in het maaiveld om het water richting de sloot te sturen. Omdat in de berm naast de sloot een stoeprand aanwezig is, moet deze op een aantal

plekken worden weggehaald of verlaagd om het water naar de sloot te laten afstromen (maatregel ah en ai).

Pas na een goede inventarisatie van de riolering op het terrein, kan pas worden vastgesteld welke maatregelen van toepassing zijn.

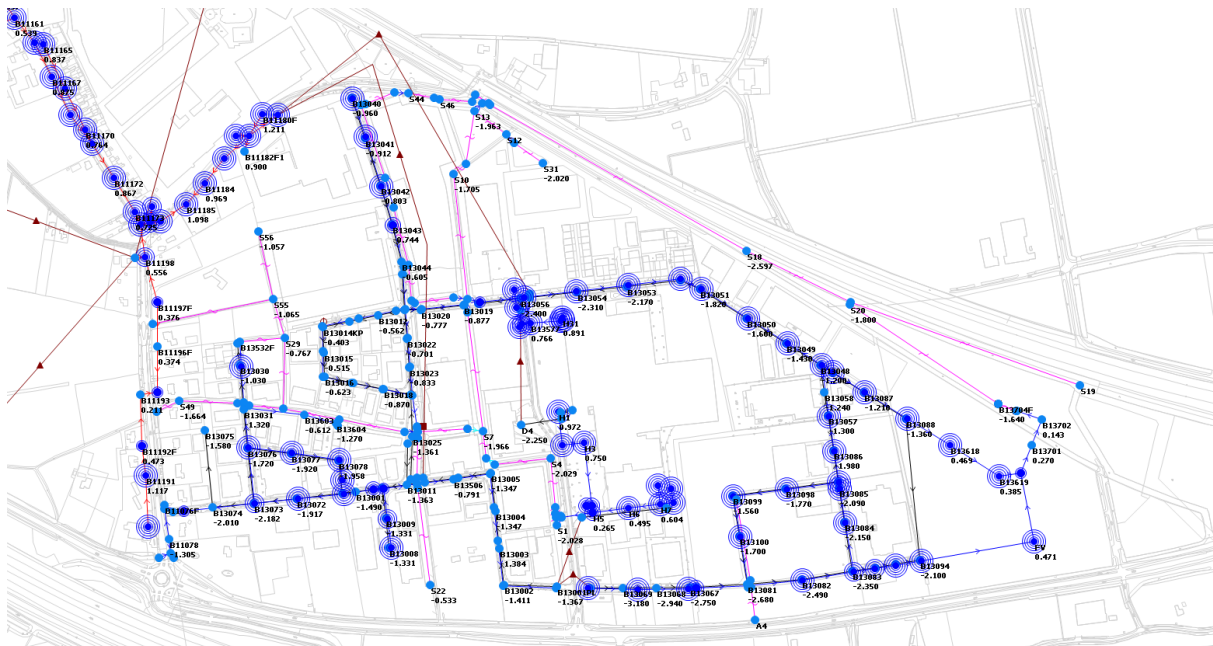
Omdat het terrein van de Sligro privaat is, kan de gemeente hier geen aanpassingen in maken. De geschikte mogelijke maatregelen kunnen aan de Sligro zelf worden voorgesteld.

Geschikte mogelijke maatregelen:

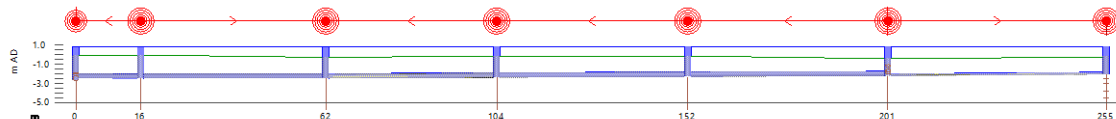
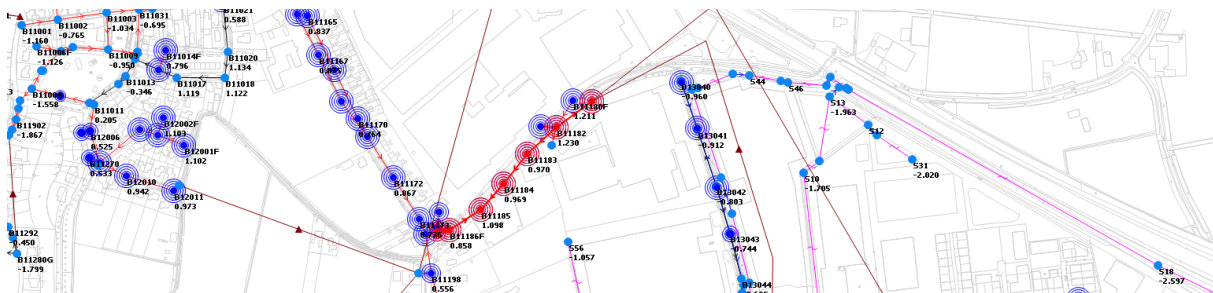
- bb. Inspectiebeelden met camera maken;
- cc. Pompcapaciteit in DWA-stelsel vergroten (niet zeker);
- dd. Waterberging maken onder laadputten;
- ee. Filter controleren op werking;
- ff. Leidingen vergroten in HWA-riolering;
- gg. Goten en weg als afvoer gebruiken in Veilingweg;
- hh. Stoepranden weghalen of verlagen op punten langs Nijverheidsweg.

Bijlage 33, Resultaten uitwerking maatregelen T=20

Overzicht:

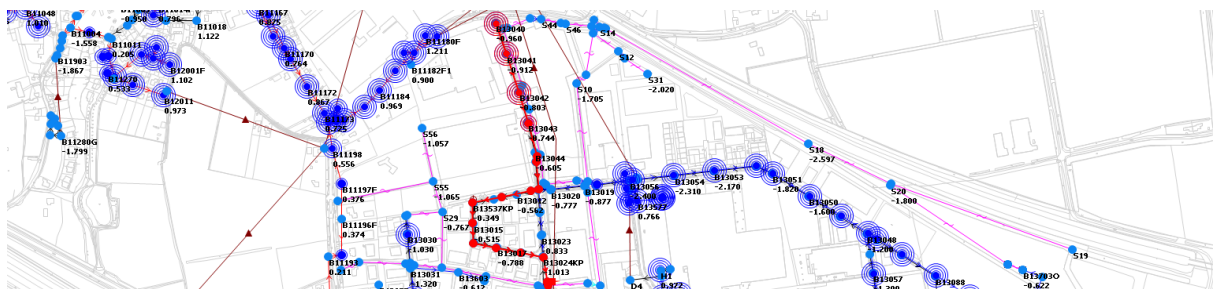


Middenweg:

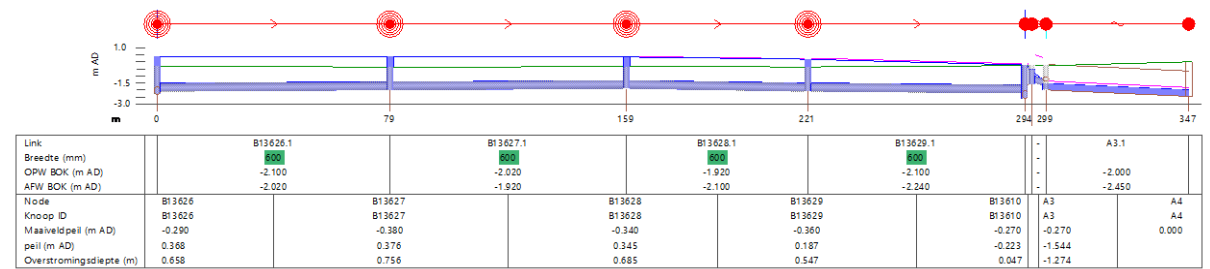
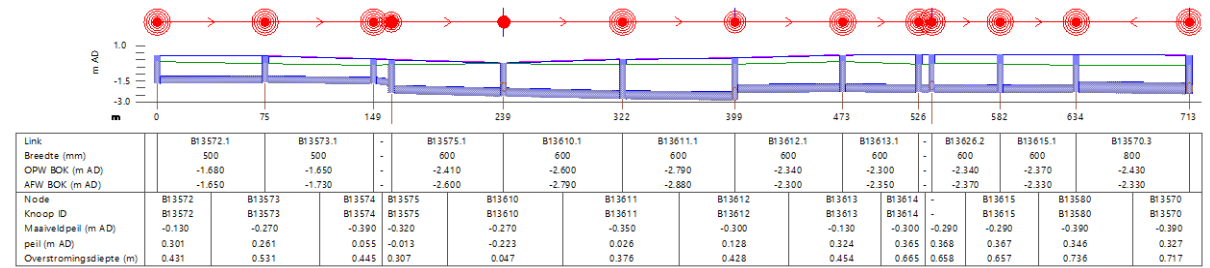
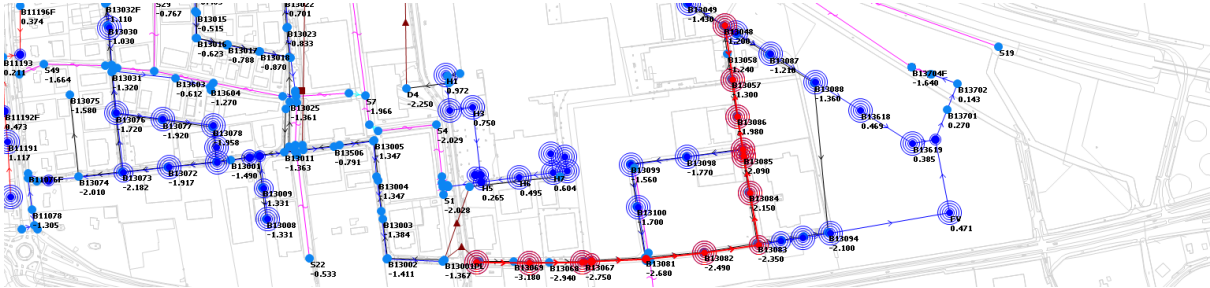
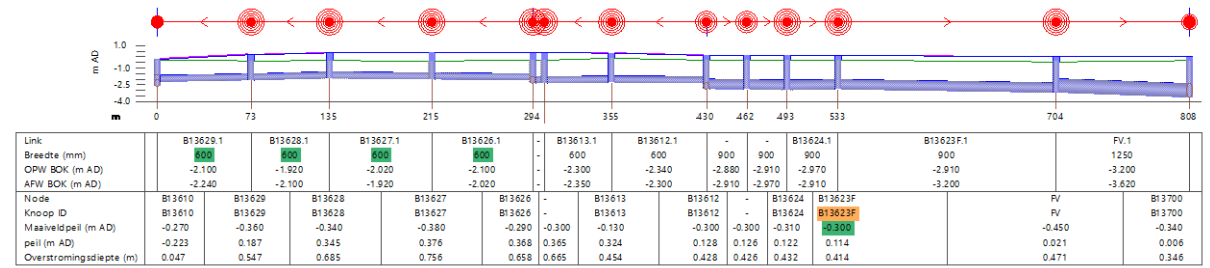


Link	B11186F.2	B11186F.1	B11184.1	B11183.1	B11182.1	B11182.3	
Breedte (mm)	500	500	500	500	500	238	
OPW BOK (m AD)	-2.540	-2.510	-2.410	-2.330	-2.260	-2.260	
APW BOK (m AD)	-2.500	-2.510	-2.510	-2.410	-2.330	-2.090	
Node	-	B11186F	B11185	B11184	B11183	B11182	B13047PL
Knoop ID	-	B11186F	B11185	B11184	B11183	B11182	B13047PL
Maatvoelpeil (m AD)	-	-0.080	-0.320	-0.190	-0.190	-0.450	-0.290
peil (m AD)	-	0.778	0.778	0.779	0.780	0.780	0.780
Over stroomingsdiepte (m)	-	0.858	1.098	0.969	0.970	1.230	1.076

Fleerbosseweg:

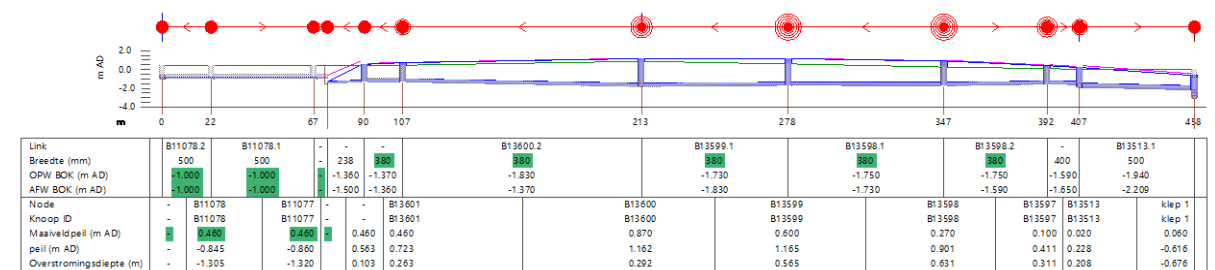
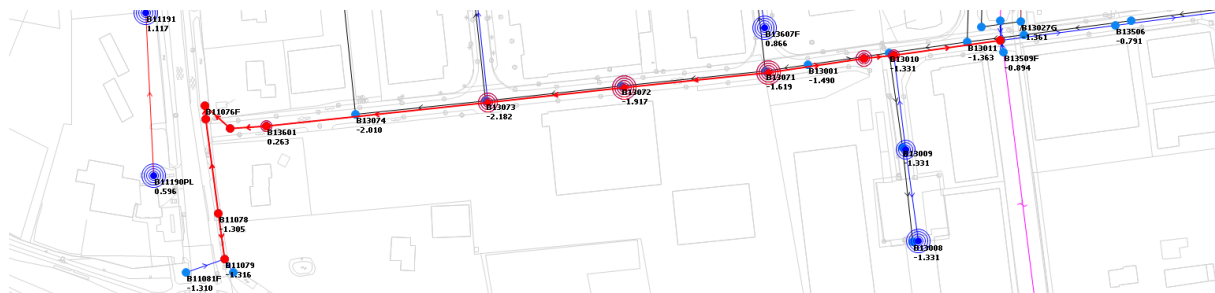
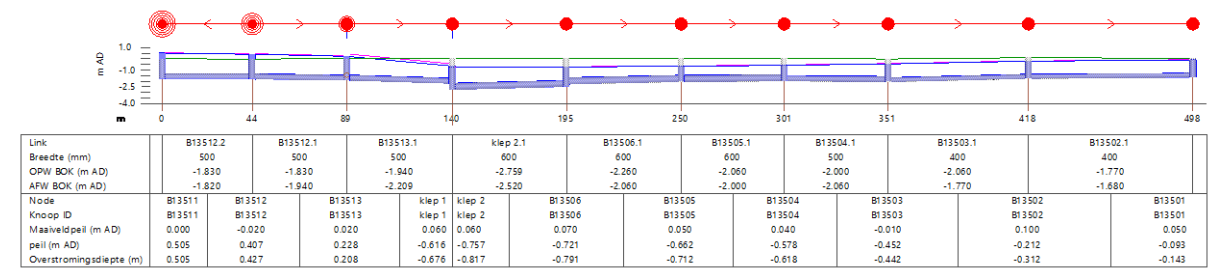




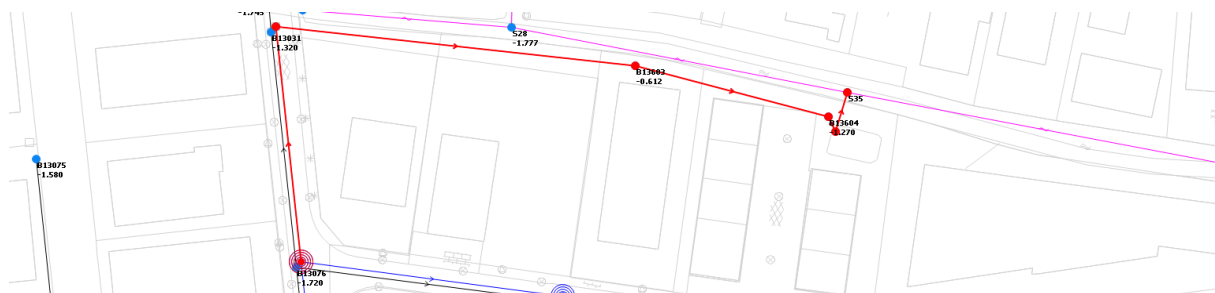
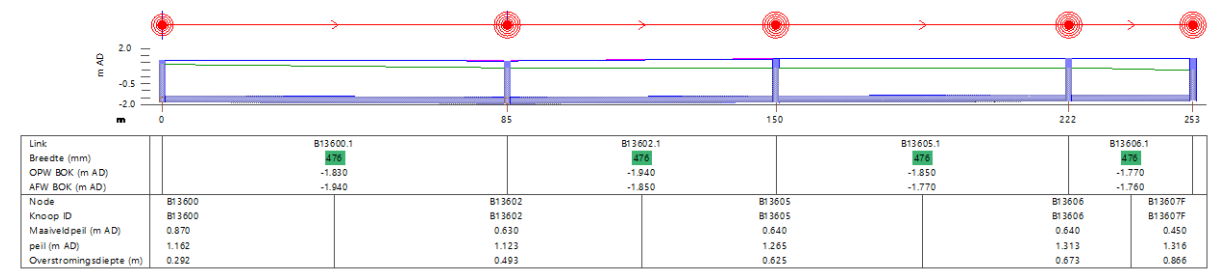
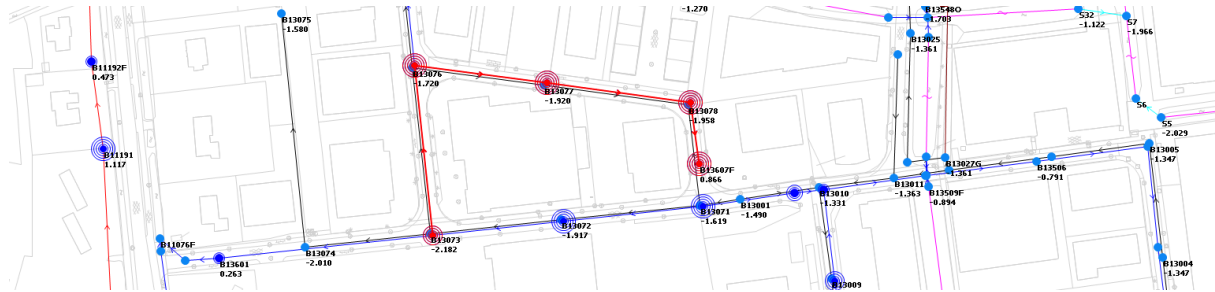


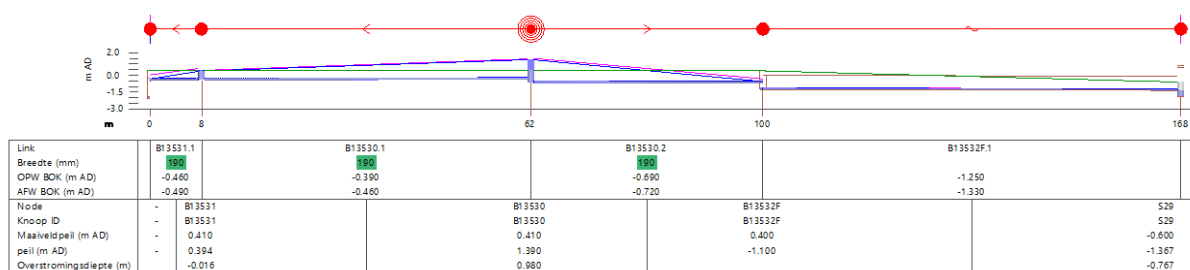
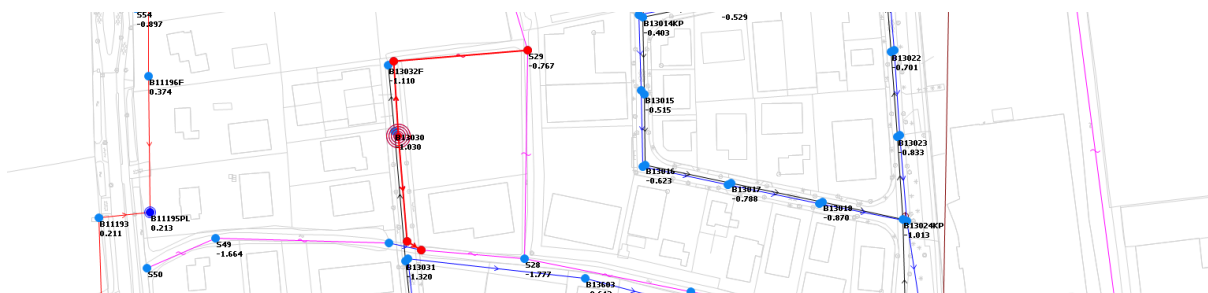
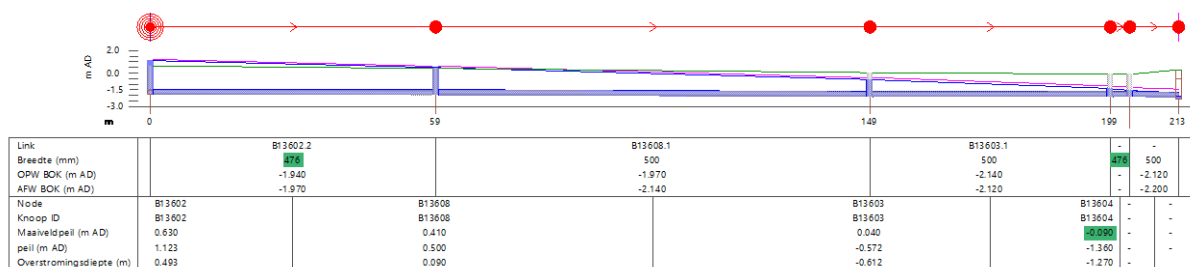
Kloosterweg:



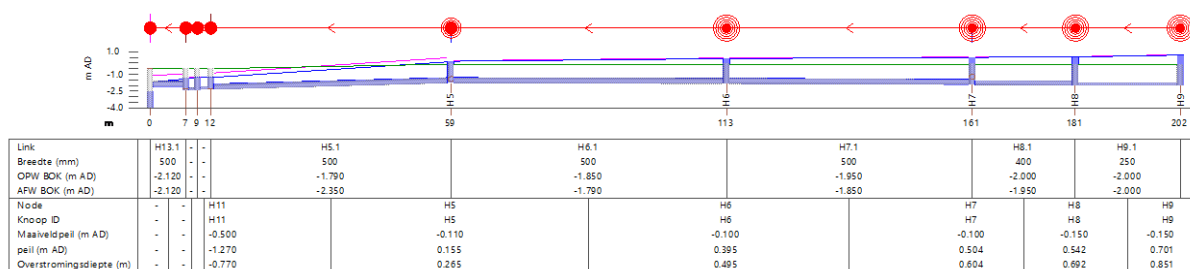
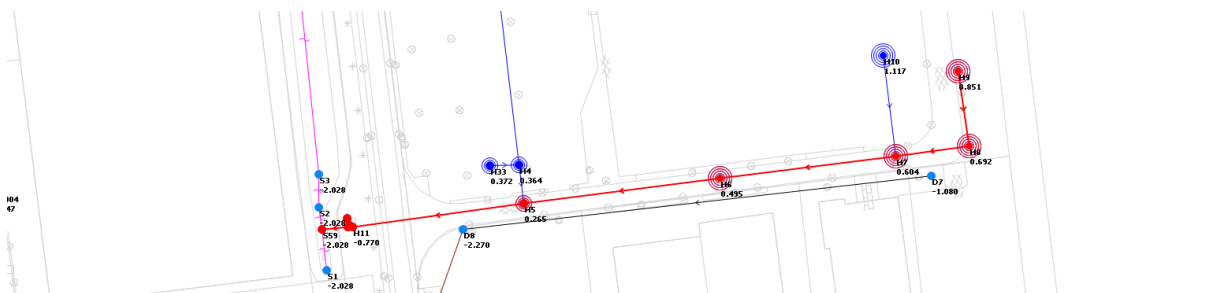


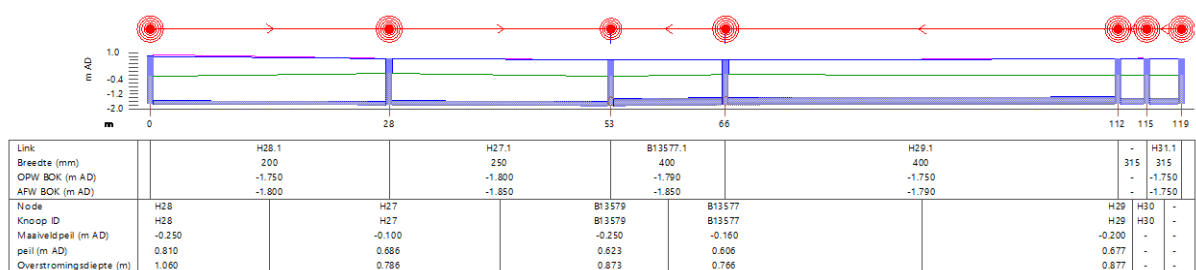
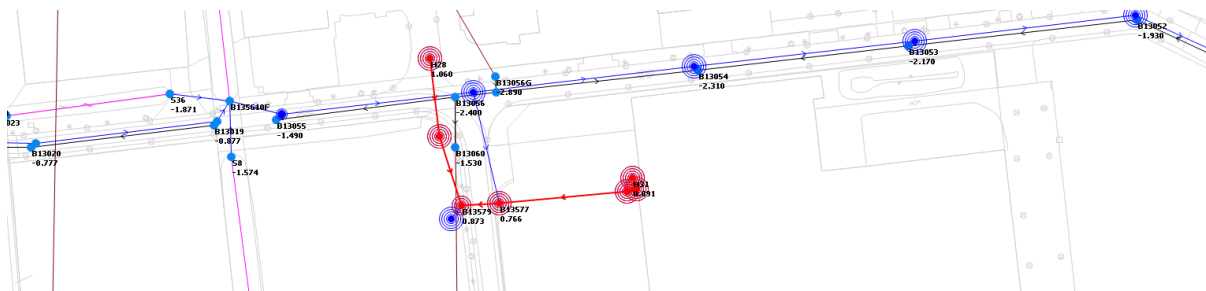
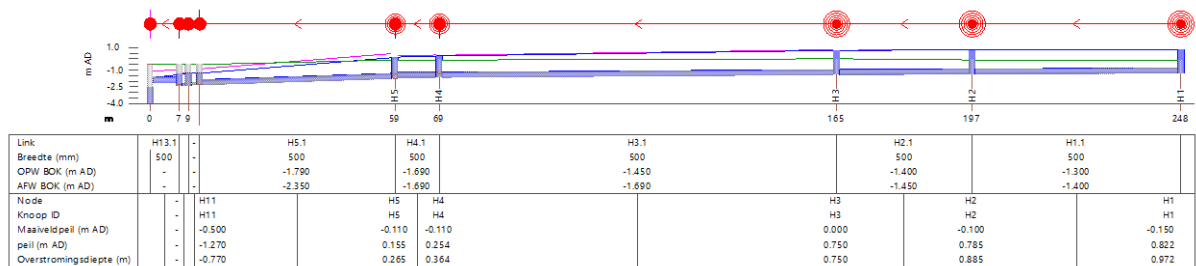
Kloosterweg/Ambachtsweg:



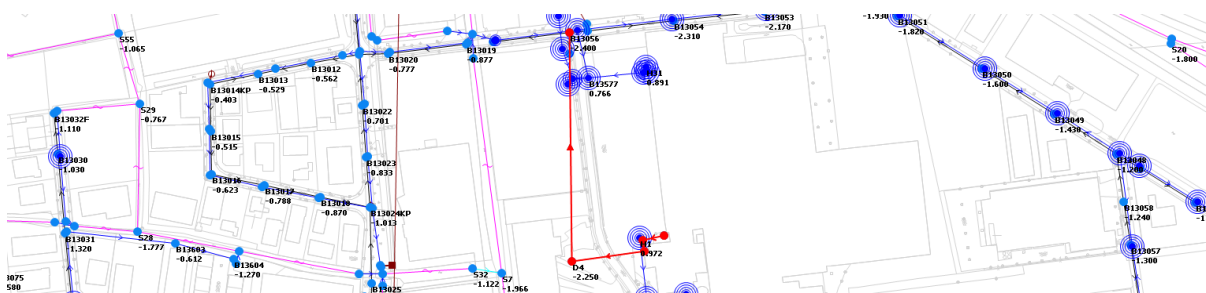
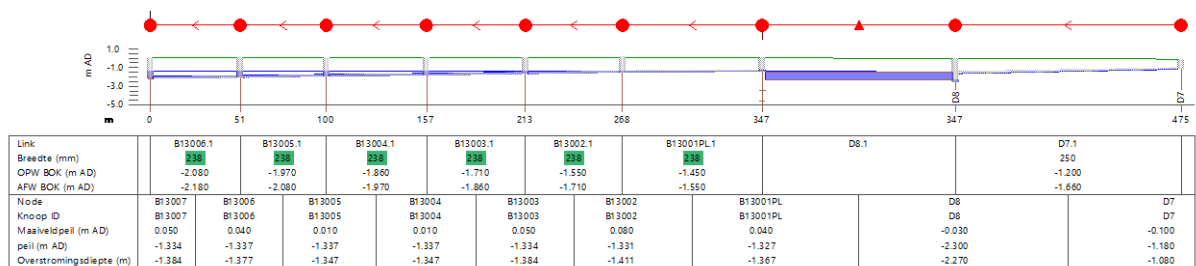


Sligro:





Sligro DWA:





Bijlage 34, Tekening uitwerking maatregelen