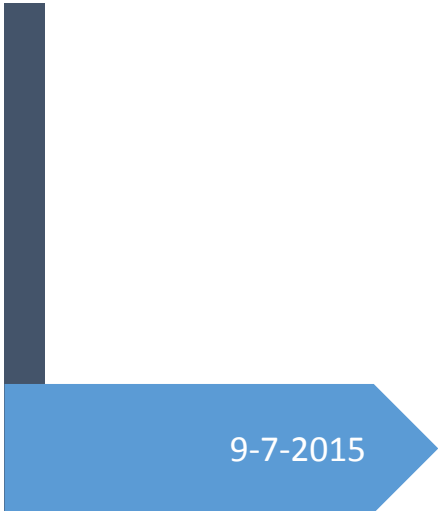
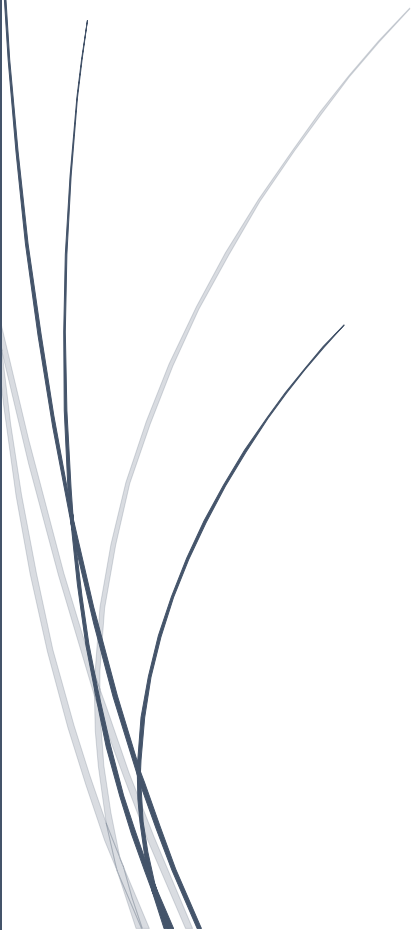


A dark blue vertical bar on the left side of the page. A blue arrow points to the right from the bar, containing the date.

9-7-2015

Modellering rioolstelsel zuiveringsgebied Rillaar

Bacheloreindopdracht

Several thin, curved lines in dark blue and light grey that sweep upwards from the bottom left corner.

Max Veerkamp

EXTERN BEDRIJF: ANTEA GROUP GENT

Gegevens

Student:

Naam: Max Veerkamp
Opleiding: Bachelor Civiele Techniek
Studentnummer: S1371509
telefoonnummer: 06-21532325
Email: m.k.veerkamp@student.utwente.nl

Begeleidend docent:

Naam: Ir. Rick Hogeboom
telefoonnummer: 053 489 3911
Email: h.j.hogeboom@utwente.nl
Locatie op universiteit: HR Z129

Bedrijfsbegeleider:

Naam: Ir. Bart De Clerck
telefoonnummer: +32 (0)9 261 63 58 | +32 (0)475 95 05 57
Email: Bart.DeClerck@anteagroup.com

Externe organisatie:

Adres: Buchtenstraat 9, 9051 Gent
Telefoonnummer: +32 (0)9 261 63 00

Universiteit:

Naam: Universiteit Twente
Adres: Drienerlolaan 5, 7500 AE Enschede
Telefoonnummer: +31 (0)53 489 9111



UNIVERSITEIT
TWENTE.

Voorwoord

Voor u ligt het verslag 'Modellering Rioolstelsel zuiveringsgebied Rillaar'. Dit onderzoek heb ik uitgevoerd in het kader van de afsluiting van mijn bachelor Civiele Techniek aan de universiteit Twente. De bijbehorende stage heb ik gelopen bij Antea Group in Gent in de periode van 27-april tot 19-juni. Het onderzoek naar het bestaande rioleringsstelsel in Rillaar heeft mij een aantal keer naar Rillaar geleid. Los van de stage was het een leuke en leerzame periode in België.

Tijdens de stage heb ik ervaring mogen opdoen in het werken met verschillende software, zoals: InfoWorks, InfoNet en ArcGis. Daarnaast heb ik kunnen ervaren hoe het is om in een internationaal ingenieurs- en adviesbureau te werken, hiervoor wil Antea graag bedanken. Tevens heb ik tot op een bepaald niveau geleerd hoe rioolstelsels werken. Tot slot zou ik willen stellen dat ik op sociaal vlak heb leren communiceren met internationale medewerkers.

In dit alles ben ik enorm geholpen door mijn collega's van het bedrijfsonderdeel water, ik zou hun willen bedanken voor het beantwoorden van mijn vragen. Mijn dank gaat voornamelijk uit naar Bart de Clerck, mijn stagebegeleider, die altijd met veel energie mij door de software stuurde en altijd bereikbaar en bereid was om mij te helpen.

Tevens wil ik graag Rick Hogeboom bedanken voor zijn hulp bij het opstellen van het voorverslag en het beoordelen van het eindresultaat. Zonder hem was de snelle start, gezien de strakke planning, niet mogelijk geweest.

Aanpassingen na feedback:

Aan de hand van de feedback van Begeleidend docent Ir. Rick Hogeboom zijn een aantal aanpassingen aan het verslag gedaan. De belangrijkste insteken hierbij zijn geweest: meer nadruk te leggen op de belangrijke informatie, het verslag leesbaarder te maken en het verslag een professionelere uitstraling te geven.

De theorie (hfdst 3) in het hoofdverslag is ingekort waarbij extra informatie in bijlage A te vinden is. Daarnaast zijn door het hele verslag een aantal figuren aangepast om zo de belangrijke informatie die zij moet uitdragen beter naar voren te laten komen. Een voorbeeld hiervan is de aanpassing van het rioolbekkenschema (hfdst 5). De modelopbouw (hfdst 6) is ingekort tot enkel de doorlopen stappen, een uitgebreidere uitleg van de modelopbouw is in bijlage E en F te vinden. Om, wanneer gewenst, de validatie op expertise (hfdst 7.2) toe te lichten zijn twee simulatie resultaten in de bijlage G toegevoegd. Hoofdstuk 8.4 is ingekort waarbij de focus is gelegd op de onderlinge relaties tussen de gevonden (gecombineerde) knelpunten. Hoe de knelpunten zijn gecombineerd wordt in de bijlage I toegelicht.

Naast de hierboven besproken grote aanpassingen is getracht door het hele verslag heen de leesbaarheid te vergroten. Waar vaktermen voor het eerst gebruikt worden staat een korte uitleg of een andere benaming tussen haakjes. Tevens zijn moeilijk lopende zinnen aangepast en zijn (de laatste) spellings- en grammaticafouten eruit gehaald (deze aanpassingen zijn niet in het geel gemarkeerd).

Samenvatting

België loopt al jaren achter in Europa als het gaat om de kwaliteit van het oppervlakte water. Het afvalwater van huishoudens speelt hierbij een grote rol. Zo ook doelgebied van deze studie, Rillaar. Rillaar bestaat voor een groot gedeelte uit een gemengd rioolstelsel. Dit verouderde stelsel kan de grote instromen van regenwater bij intensieve buien niet aan en loost hierdoor te vaak afvalwater in haar benedenstroomse waterlopen. Deze intensieve buien zullen door klimaatverandering in de toekomst alleen maar voor meer problemen zorgen. De vraag die dit onderzoek tracht te beantwoorden is als volgt: Wat zijn de huidige en toekomstige knelpunten van het huidige rioolstelsel in het doelgebied Rillaar en wat zijn mogelijke oplossingen voor deze knelpunten?

Het vaststellen van de huidige knelpunten is gebeurd op basis van gekende knelpunten bekend bij de gemeente, het VMM (Vlaamse Milieumaatschappij), de brandweer en plaatselijke bewoners. Om een eerste indruk te krijgen van de werking van het huidige rioolstelsel is een riooldeelbekkenschema opgesteld. Hieruit is vervolgens door middel van een rioleringsmodel van het huidige rioleringsstelsel in Rillaar gekeken naar de knelpunten die in de toekomst bij intensievere buien op kunnen treden. Het rioleringsmodel is aan de hand van de gekende knelpunten kwalitatief gevalideerd.

Uit de huidige knelpunten bleek dat het rioolstelsel in Rillaar op het moment de regenbuien niet aankan. In simulaties met een toekomstige regenbui kwamen nog meer knelpunten naar voren. Over het algemeen zal het rioleringsstelsel in het studiegebied waar mogelijk moeten worden vervangen door een gescheiden stelsel. Omdat dit een tijdrovend en kostbare oplossing is, worden een aantal alternatieve oplossingen in combinatie met een gedeeltelijk gescheiden stelsel voorgedragen.

Gezien het feit dat in dit onderzoek niet altijd gebruik kon worden gemaakt van de gewenste data over het rioleringsstelsel in het studiegebied, wordt aanbevolen wanneer de data wel beschikbaar is het opgebouwde model van een update te voorzien en een kwantitatieve validatie uit te voeren. Naar verwachting zullen de knelpunten die bij een simulatie met een toekomstige bui naar voren komen hetzelfde blijven. Er kan dan echter een betere inschatting van de grote van het knelpunt worden gemaakt. Voor de voorgestelde oplossingen wordt ook een vervolgstudie aanbevolen. Een aantal zoneringsprojecten in het studiegebied staan al gepland, dit onderzoek kan daarbij als leidraad dienen.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	8
1.1	Aanleiding	8
1.2	Riolering Vlaanderen	9
1.3	Probleemstelling	10
1.4	Leeswijzer	10
2	Doelstelling en onderzoeksvragen	11
2.1	Doelstelling	11
2.2	Onderzoeksvragen	11
2.3	Methodologie	12
3	Theorie	13
4	Gekende knelpunten	14
5	Riooldeelbekkenschema	15
6	Modelopbouw	17
6.1	Modellering van het stelsel	17
6.2	Modellering structuren	17
6.3	Modellering van de belastingen op het stelsel	17
7	Validatie	18
7.1	Validatie op basis van InfoWorks	18
7.2	Validatie op basis van expertise	18
7.3	Gekende knelpunten validatie	18
8	Knelpunten	21
8.1	Wateroverlast	21
8.2	Lozing	23
8.3	Verdunning	25
8.4	Relaties tussen knelpunten	27
9	Oplossingen	28
9.1	Systeem A	28
9.2	Systeem B	29
9.3	Onafhankelijke knelpunten	31
10	Conclusie en aanbeveling	36
11	Discussie en aanbevelingen	37
12	Bibliografie	38
13	Bijlages	39

Figuren- en tabellenlijst

Figuren

Figuur 1, De 11 bekkens van het Vlaamse gewest, met in het blauw Demer.	9
Figuur 2, Zuiveringsgebied Rillaar en doelgebied Rillaar.	9
Figuur 3, Onderlinge Afhankelijkheid van de onderzoeksvragen.....	11
Figuur 4, Gekende knelpunten	14
Figuur 5, Een riooldeelbekken met haar parameters (Aquafin, 2014).....	15
Figuur 6, Riooldeelbekkenschema	16
Figuur 7, Wateroverlastknelpunt 10	19
Figuur 8, Wateroverlastknelpunt 3	19
Figuur 9, Gesimuleerde wateroverlast (validatie).....	20
Figuur 10, Overzicht wateroverlastknelpunten.....	21
Figuur 11, Detailkaart wateroverlastknelpunten	21
Figuur 12, Directe lozing oostzijde Grote Motte. Links overzichtskaart, recht detailkaart	23
Figuur 13, Directe lozing westzijde Grote Motte.	24
Figuur 14, Overstort 1 en 2	24
Figuur 15 Overstort 3	24
Figuur 16, Verdunningsknelpunten	25
Figuur 17, Detailkaart verdunningsknelpunten.....	25
Figuur 18, Selectie combined subcatchments.....	26
Figuur 19, Selectie storm subcatchments, enkel straat afgekoppeld	26
Figuur 20, Onderlinge relaties Knelpunten	27
Figuur 21, Voorstel nieuwe grachten	30
Figuur 22, Onverharde afstroom Kortakker	31
Figuur 23, Oplossing 'Gracht Oudenbos'. Link overzichtskaart en rechts de detailkaart.	32
Figuur 24, Oplossing onverharde afstroom Heiken	33
Figuur 25, Overstort bij een f7 bui	34
Figuur 26, Overstort bij een T20 bui.....	34
Figuur 27, Afkoppeling daken in Grote Motte	34
Figuur 28, Oplossing zuidzijde Tieltsesweg.....	35
Figuur 29, Gemengd stelsel (RIONED, 2015).....	40
Figuur 30, Verbeterd gemengd stelsel (RIONED, 2015)	40
Figuur 31, Gescheiden stelsel (Loket duurzaam wonen, 2015)	41
Figuur 32, Verbeterd gescheiden riool (RIONED, 2015).....	41
Figuur 33, Overstort (VPPB, 2008)	42
Figuur 34, Bergbezinkingsbekken (Lycens, 2015).....	43
Figuur 35, Bufferbekken (Distripod, 2015).....	43
Figuur 36, Gekende knelpunten	46
Figuur 37, As-built plan KWZI	49
Figuur 38, Overzichtsplan terreinbezoeken	50
Figuur 39, Ingetekend deelplan 9.....	51
Figuur 40, Grote bedrijven	52
Figuur 41, Modellerings bufferbekken met haar sluizen en overstorten.	54
Figuur 42, In- en/of uitlaten	55
Figuur 43, Controle verharde oppervlakte d.m.v. GRB	56
Figuur 44, Controle verharde oppervlakte d.m.v. luchtfoto's	57

Figuur 45, Controle verharde oppervlaktes, parkeerplaats.	57
Figuur 46, verhard veronderstelde weg aangegeven met de rode pijl	57
Figuur 47, Zandweg ter hoogte van de rode pijl uit figuur 21.....	57
Figuur 48, Grondsoort	59
Figuur 49, Textuurdriehoek	59
Figuur 50, Bodemgebruik	59
Figuur 51, Helling.....	59
Figuur 52, Oppervlakte bestand	59
Figuur 53, Toekennen afstromende oppervlaktes	60
Figuur 54, Simulatie met f7-bui	61
Figuur 55, simulatie met T20-bui	62
Figuur 56, As-built plan bufferbekken	63

Tabellen

Tabel 1, Gekende knelpunten	14
Tabel 2, Aanbeveling mogelijke oplossingen voor de knelpunten.....	36
Tabel 3, Gekende knelpunten met status, klasse, bron en omschrijving.....	47
Tabel 4, Waterpeilen in- en uitlaten	52
Tabel 5, Oppervlakte bestand	60

1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt allereerst de aanleiding van dit onderzoek beschreven. Vervolgens wordt kort het beheer van de rioleringen in Vlaanderen aangestipt en het studiegebied gegeven. Hierop volgt de probleemstelling waarna het hoofdstuk eindigt met een leeswijzer voor het gehele verslag.

1.1 Aanleiding

In 2000 werd de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) van kracht. Deze richtlijn moest ervoor gaan zorgen dat de kwaliteit van zowel het grond- als oppervlaktewater in 2015 op orde zou zijn (Directoraat-generaal milieu, 2012). In België was de kwaliteit van het oppervlakte water erg slecht. De landbouw is met haar kunstmest een belangrijke factor in dit probleem, maar het afvalwater van huishoudens is bijna net zo belangrijk. Het is daarom belangrijk om het afvalwater te zuiveren in rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI). In 1990 werd Aquafin opgericht om voor het Vlaams gewest voor technische kennis en financiering van (nieuwe) rioolwerken te zorgen (Aquafin, 2015). De aansluiting van de Belgische woningen op RWZI's begon, waar in 1980 23% van de bevolking was aangesloten op een RWZI was dat in 1998 en 2005 al respectievelijk 46% en 64% (RIONED, 2009). Inmiddels wordt al van meer dan 80% van de woningen het water gezuiverd (Aquafin, 2015). Toch stond België in 2006 volgens de Environmental Performance Index (EPI) op waterkwaliteit op de 122^{ste} plek van de 133 onderzochte landen wereldwijd en laatste in de EU (Esty, et al., 2006). In 2014 kwam België in de EPI index in Europa nog steeds niet hoger dan de 26^{ste} plek van de 32 onderzochte landen (Hsu, et al., 2014).

De vraag rijst waarom ondanks de aanleg van rioleringen het oppervlaktewater in België van slechte kwaliteit blijft. Het antwoord ligt in de aangelegde stelsels, dit zijn zogenaamde gemengde rioolstelsels (hfdst 3). Deze gemengde stelsels blijven op twee manieren vervuילend en zorgen bijkomend vaak voor wateroverlast. Gecombineerd met de steeds heviger regenvuilen die voortkomen uit de huidige klimaatveranderingen zullen de problemen in de toekomst alleen maar toenemen.

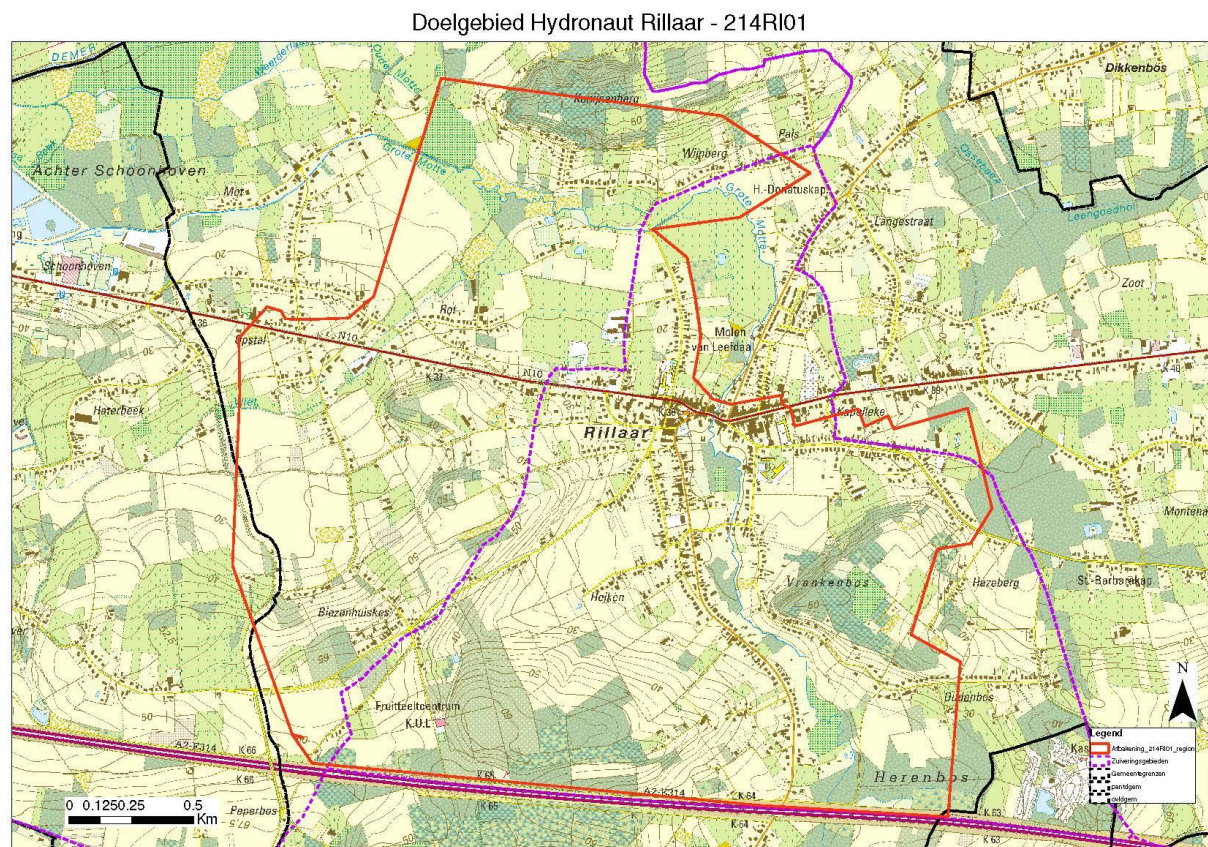
Mede hierdoor zijn door Aquafin in heel Vlaanderen hydronautstudies begonnen. Zo ook in het zuiveringsgebied Rillaar. Aquafin is hier een Hydronautstudie begonnen volgens hydronautprocedure 6.5 (Aquafin, 2014). Deze procedure kent zes opeenvolgende fases. De eerste drie fases bestaan uit een opstartfase (0), een voorbereidende fase (1) en inventarisatiefase (2). Deze drie fases leidden tot een doelgebied en een gedetailleerde rioleringsdatabank. De rioleringsdatabank is recent (2012) door Aquafin opgesteld. Antea group is door Aquafin aangesteld om de laatste drie fases te doorlopen. De focus van deze studie zal liggen op fase drie van de hydronautprocedure 6.5, oftewel de modellering van de bestaande toestand van het rioolstelsel van het doelgebied Rillaar (hfdst 1.2).

1.2 Riolering Vlaanderen

Aquafin is de beheerder van de infrastructuur voor de zuivering van rioolwater in het Vlaamse gewest. Omdat de aanleg en het gebruik van gravitaire rioolstelsels (hfdst 3) het goedkoopst is, is het Vlaamse gewest opgedeeld op basis van de elf rivierbekkens van de grootste rivieren in Vlaanderen. Elk rivierbekken is vervolgens onderverdeeld in zuiveringsgebieden met elk haar eigen rioolwaterzuiveringsinstallatie. Het zuiveringsgebied Rillaar ligt in het bekken Demer (Figuur 1) en is in Figuur 2 aangegeven met de paarse omlijning. Het doelgebied van dit onderzoek is in hetzelfde figuur met de rode omlijning aangegeven.



Figuur 1, De 11 bekkens van het Vlaamse gewest, met in het blauw Demer.



Figuur 2, Zuiveringsgebied Rillaar en doelgebied Rillaar.

1.3 Probleemstelling

In Vlaanderen zijn in hoog tempo riool- en RWZI-aansluitingen gerealiseerd. Uit de opdrachtomschrijving van Aquafin aan Antea blijkt dat het rioolstelsel in het doelgebied Rillaar momenteel voor een groot gedeelte uit gemengde leidingen bestaat. Het gemengde stelsel brengt problemen met zich mee. Ten eerste lozen de in het stelsel aanwezige overstorten (hfdst 3) vervuild water op de kwetsbare aanwezige waterlopen in de buurt zoals de 'Grote Motte'. Ten tweede zorgt het gemengde stelsel voor een sterke verdunning van het vuilwater, deze verdunningsknelpunten maken het zuiveren van het water lastiger en veel kostbaarder. Tot slot is het bestaande stelsel ontworpen volgens oude code. Door de steeds heviger buien voortkomend uit klimaatverandering zijn er tegenwoordig strengere eisen aan de te gebruiken parameters voor debietberekeningen. Tevens zijn de composietbuizen (ontwerpbuizen, hfdst 3), waarbij het rioolstelsel zonder problemen het (afval)water moet kunnen afvoeren, aangepast. Deze problemen vragen om oplossingen, waarvoor een goed begrip van het huidige rioolstelsel nodig is.

1.4 Leeswijzer

Nadat in dit hoofdstuk de aanleiding en de probleemstelling zijn besproken, worden in hoofdstuk twee de onderzoeksvragen die hieruit volgen behandeld. Tevens wordt in hoofdstuk twee kort aangegeven hoe deze onderzoeksvragen zijn beantwoord. Voordat het onderzoek verder gaat, geeft hoofdstuk drie inzicht in de basisbegrippen van rioolstelsels, waarna in hoofdstuk vier de gekende knelpunten van het huidige rioolstelsel aan bod komen. Vervolgens wordt in hoofdstuk vijf een eerste inzicht van de werking van het rioolstelsel in Rillaar gegeven door middel van een riooldeelbekkenschema. Hoofdstuk zes draait om de modelopbouw, in twee stappen wordt verteld hoe het rioleringsmodel is opgebouwd. Na het opbouwen van het model wordt in hoofdstuk zeven de validatie van het model beschreven. Door middel van simulaties zijn vervolgens de toekomstige knelpunten vastgesteld, deze worden in hoofdstuk acht besproken. Hierop volgend komen in hoofdstuk negen mogelijke oplossingen voor de knelpunten naar voren. Volgend uit de knelpunten en de voorgestelde mogelijke oplossingen wordt in hoofdstuk tien de conclusie van het onderzoek besproken en een aanbeveling gedaan. Na de conclusie sluit het onderzoek af met een discussie in hoofdstuk elf.

2 Doelstelling en onderzoeksvragen

Om de problemen in het doelgebied Rillaar op te lossen moet men eerst het huidige systeem met haar knelpunten kennen. Nadat de knelpunten bekend zijn, kunnen oplossingen worden bedacht. De volgende twee doelstellingen en daaruit volgende onderzoeksvragen zijn daarom opgesteld.

2.1 Doelstelling

Doelstelling 1

Doel is zicht te krijgen op de werking van het huidige rioleringsstelsel en de beschikbare buffer door een model van de huidige situatie op te stellen.

Doelstelling 2

Het vaststellen van de huidige en toekomstige knelpunten in het rioleringsstelsel van het doelgebied Rillaar en een voorstel doen voor mogelijke oplossingen.

2.2 Onderzoeksvragen

Het onderzoek zal één hoofdvraag beantwoorden aan de hand van een aantal deelvragen. Door de beantwoording van de deelvragen zal een antwoord gegeven kunnen worden op de hoofdvraag. Alvorens er antwoorden op de deelvragen kunnen worden gezocht wordt de onderlinge afhankelijkheid van de onderzoeksvragen hieronder besproken. De aanpak van het beantwoorden van de deelvragen zal in de methodiek (hfdst 2.3) worden gespecificeerd.

Hoofdvraag

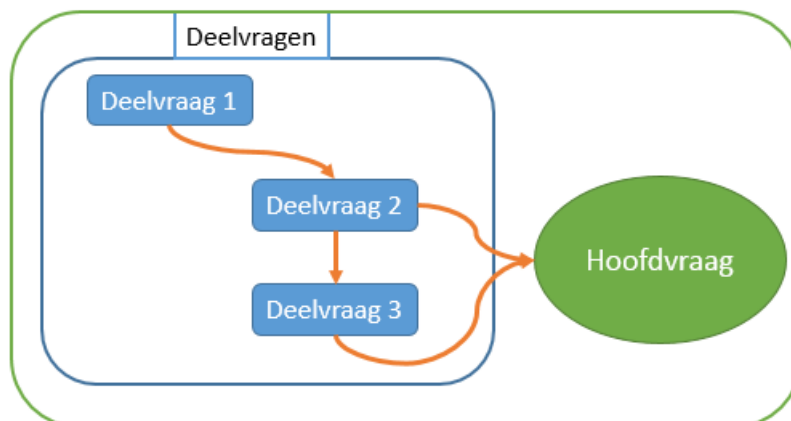
Wat zijn de huidige en toekomstige knelpunten van het huidige rioolstelsel in het doelgebied Rillaar en wat zijn mogelijke oplossingen voor deze knelpunten?

Deelvragen:

- 1) *Hoe ziet het huidige rioolstelsel in het doelgebied in Rillaar eruit?*
- 2) *Wat zijn de huidige en toekomstige knelpunten van het huidige rioolstelsel?*
- 3) *Wat zijn mogelijk oplossingen voor deze knelpunten?*

Afhankelijkheid:

Hieronder in Figuur 3 is schematisch de onderlinge afhankelijkheid van de onderzoeksvragen weergegeven. De pijlen geven aan welke vraag beantwoordt moet worden, voordat met de beantwoording van de volgende gestart kan worden.



Figuur 3, Onderlinge Afhankelijkheid van de onderzoeksvragen

2.3 Methodologie

In dit hoofdstuk wordt uitgelegd hoe deelvraag 1 tot en met 3 beantwoord zullen worden om uiteindelijk antwoord te kunnen geven op de hoofdvraag.

2.3.1 Deelvraag 1: Hoe ziet het huidige rioolstelsel in het doelgebied in Rillaar eruit?

Voor de beantwoording van deelvraag 1 is allereerst op basis van de riooldeelbekkenbenadering een riooldeelbekkenschema opgesteld. Deze schematische voorstelling van het rioolstelsel in het doelgebied geeft een eerste inzicht in de configuratie en werking van het rioolstelsel.

Ten tweede is een model van het huidige rioolstelsel in het doelgebied Rillaar opgesteld. Voor het opbouwen van het rioolmodel is gebruik gemaakt van de software 'InfoWorks'. Het modelleringswerk is op te delen in de volgende stappen (Aquafin, 2014):

- 1) Modelopbouw van het stelsel en haar structuren
- 2) Modelopbouw van het catchment (het stroomgebied van het rioolstelsel)
- 3) modelvalidatie

In stap 1) is het rioolstelsel met haar structuren opgebouwd. Vanuit de verkregen rioleringsdatabank was een basisstelsel in InfoNet beschikbaar. Dit stelsel is aangepast en aangevuld d.m.v. terreinbezoeken en opgevraagde as-built plannen (een AutoCad tekening van de huidige situatie). In het verkregen stelsel zijn de aanwezige structuren geïmplementeerd. Tevens zijn bepaalde randvoorwaarden, vanuit andere stelsels die door vermazingen aangesloten zijn op het huidige stelsel in Rillaar en waterstanden bij in- en uitlaten, aan het stelsel opgelegd. Het resultaat is een virtueel model van het rioolstelsel.

Stap 2) bestond uit de modellering van de belasting op het stelsel. Deze belastingen kennen twee oorzaken. Verharde oppervlaktes en verscheidene soorten onverharde oppervlaktes. Al deze soorten oppervlaktes hebben een eigen afstroomcoëfficiënt en hiermee een eigen afstroming. Deze afstromingen werden door middel van subcatchments aan het stelsel toegekend.

Tot slot volgt de modelvalidatie in stap 3). Doordat de geplande flow-survey (debietsmetingcampagne) niet tijdig klaar was is een driedelige kwalitatieve validatie uitgevoerd. Namelijk een validatie: door InfoWorks zelf, op basis van logica en expertise en tot slot op basis van de opgestelde gekende knelpunten.

2.3.2 Deelvraag 2: *Wat zijn de huidige en toekomstige knelpunten van het huidige rioolstelsel?*

De huidige knelpunten zijn bepaald voor de validatie, het betreft de gekende knelpunten (Hfdst 4). Voor het bepalen van de toekomstige knelpunten zijn simulaties met een T20 composietbui (hfdst 3) uitgevoerd.

2.3.3 Deelvraag 3: *Wat zijn mogelijke oplossingen voor deze knelpunten?*

Voor de bij deelvraag 2 verkregen knelpunten zijn vervolgens mogelijke oplossingen gegeven. De oplossingen zijn getest door ze globaal in het model op te nemen waarbij de knelpunten niet meer optraden. Een vervolg studie wordt per groepknelpunten geadviseerd.

2.3.4 Hoofdvraag: *Wat zijn de huidige en toekomstige knelpunten van het huidige rioolstelsel in het doelgebied Rillaar en wat zijn mogelijke oplossingen voor deze knelpunten?*

Aan de hand van de beantwoorde deelvragen, kon de hoofdvraag worden beantwoord. Dit gebeurt in de vorm van een aanbeveling van oplossingen omtrent de huidige en toekomstige knelpunten in hoofdstuk 10.

3 Theorie

Om het rioolstelsel in Rillaar te kunnen begrijpen en de gebruikte vaktaal te kunnen verstaan worden in dit hoofdstuk een aantal veel voorkomende begrippen kort omschreven. Allereerst komen de verschillende soorten rioolstelsels aanbod, vervolgens worden een aantal veelvoorkomende rioolstructuren aangestipt. Tot slot zal het begrip composietbui worden toegelicht. Voor meer informatie wordt naar bijlage 0 verwezen.

Rioolstelsels

- Gravitairsysteem: Rioleringsleidingen liggen onder een bepaalde helling waardoor het vervoeren van het rioolwater gebeurt d.m.v. zwaartekracht.
- Drukrioleringsysteem: Het drukrioleringsysteem werkt mechanisch. Een pomp drukt het water door de rioleringsleidingen.
- Gemengd stelsel: In een gemengd rioolstelsel worden het regenwater en het afvalwater in één en dezelfde leiding vervoerd.
- Gescheiden stelsel: In een gescheiden rioolstelsel worden het regenwater en het afvalwater in aparte leidingen vervoerd.

Structuren

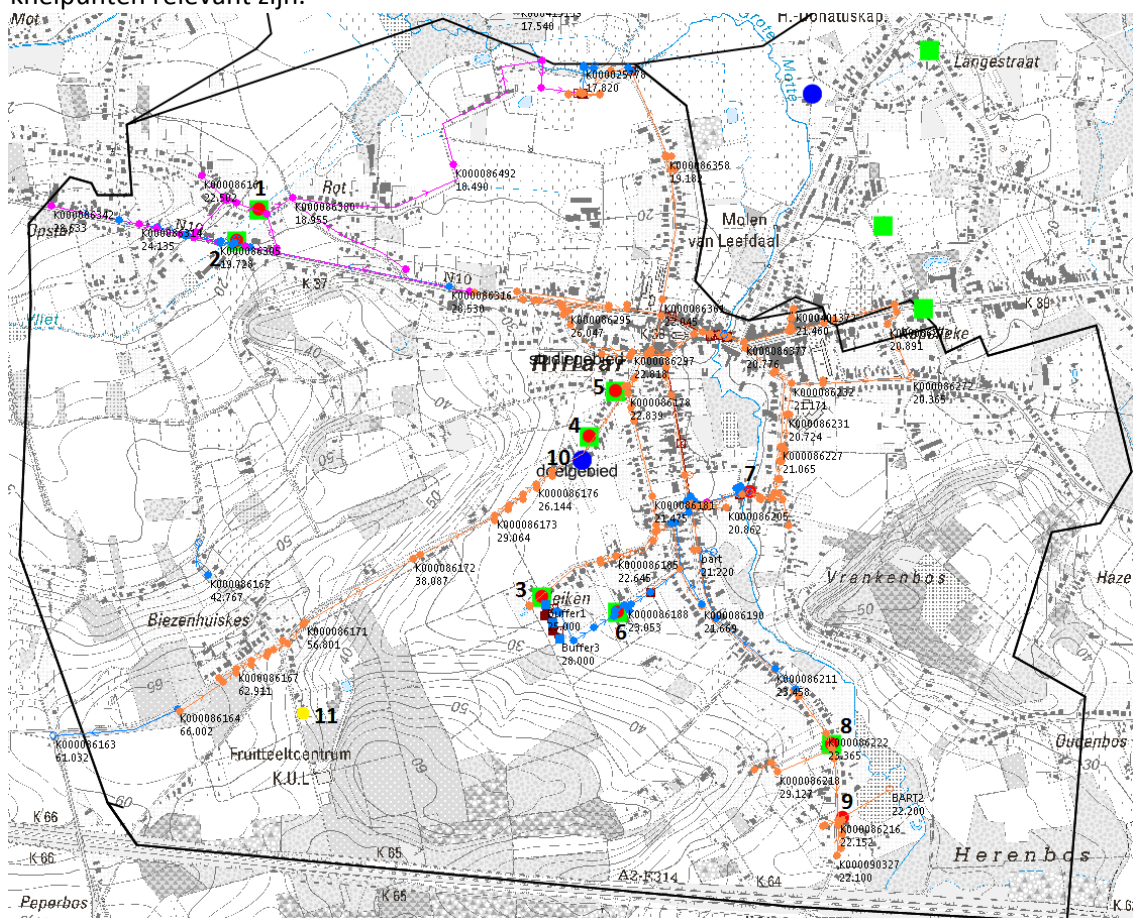
- KWZI (Kleinschalig WaterZuiveringsInstallatie): Waterzuiveringsinstallatie voor het zuiveren van het afval water van afgelegen woonkernen op basis van wortelzone- en rietvelden.
- Pompstation: Structuur die zorgt voor het mechanisch vervoeren van (afval)water. Meestal om een bepaald hoogte verschil te kunnen overbruggen.
- Overstort: Een stuw die bij een te hoge afvoer het rioolstelsel ontlast door water te lozen op het oppervlaktewater.
- Bergbezinkingsbekken: Zorgt voor meer buffercapaciteit van het rioolstelsel en door middel van bezinking voor lichte zuivering van het afvalwater zodat bij het gebruik van een overstort het geloosde water minder vervuילend is.
- Bufferbekken: Dient ter tijdelijke opvang van (regen)water.
- Knijpleiding: Leiding met een relatief kleine diameter met als functie het doorstroomdebiet te begrenzen.
- Vermazingen: Een verbinding tussen twee leidingen met een tegenovergestelde afstromingsrichting.

Composietbuizen

Composietbuizen zijn ontwerpbuizen met een bepaalde herhalingstijd. In deze studie wordt gebruik gemaakt van zogenaamde f7, f10, T2, T5 en T20 buizen. Gaande van een bui die zeven keer per jaar voor komt (f7-bui) tot een bui die één keer in de 20 jaar voor komt (T20-bui).

4 Gekende knelpunten

De gekende knelpunten zijn weergegeven en genummerd in Figuur 4. Een classificering en een korte omschrijving van de genummerde gekende knelpunten is te zien in Tabel 1. In bijlage B staat beschreven hoe alle gekende knelpunten zijn verkregen en hoe is vastgesteld welke gekende knelpunten relevant zijn.



Figuur 4, Gekende knelpunten

Legenda (bron)

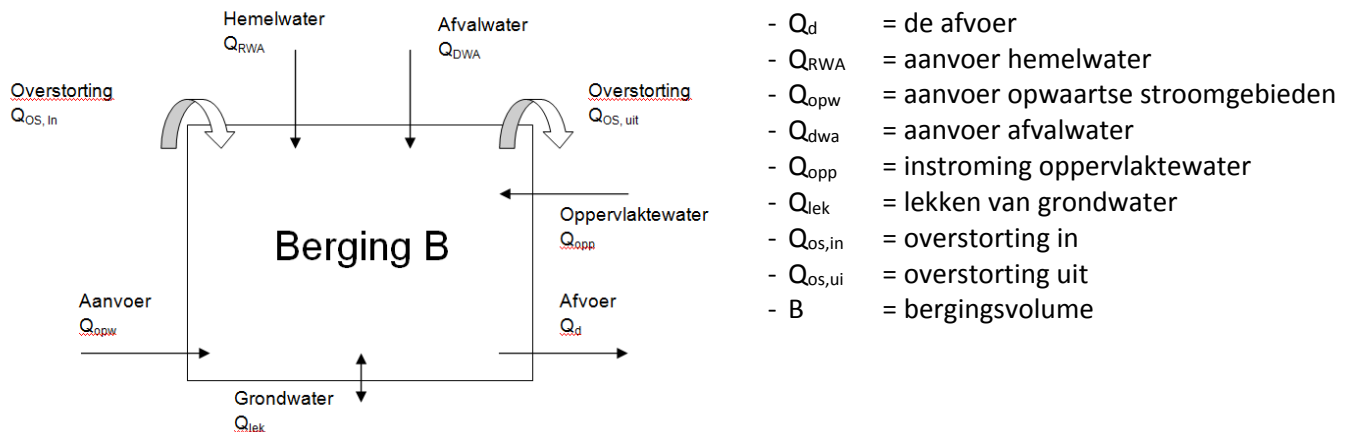
blauw: brandweer
 groen: VMM
 rood: Gemeente
 geel: inwoners

Knelpunt	omschrijving
1	Verschillende huizen zijn niet op vernieuwde riolering aangesloten en lozen op aanwezige grachten.
2	Verschillende huizen zijn niet op vernieuwde riolering aangesloten en lozen op de Wielantsvliet.
3	T.h.v. het laagste van de achterliggende wachtbekkens, sluit een bron aan op de gemengde riolering van de Marktweg. Indien het bekken opgevuuld is loopt het water over de oever.
4	Afstroming naar laagpunt (pollengrasland) dat toevallig functioneert als infiltratiekom in de zandige bodem (Wadi). Bij verzadiging zoekt het overtollig water via straatslokkers zijn weg naar de gemengde riolering van de Leuvenseweg.
5	De baangracht van het niet-gerioleerde gedeelte van de Oudebaan sluit aan op de riolering van de Leuvenseweg. Naast regenwater dat afstroomt van de aangrenzende helling is op deze gracht het vuilwater van de woningen van de Oudenbaan aangesloten.
6	Wachtbekken achterin Marktweg en Heiken raakt niet tijdig leeg.
7	Lozingspunt beperkt stuk Ebdries en Oudenbos
8	De meest zuidelijke 150 meter van de regenwaterleiding van de Tieltsseweg sluit t.h.v. de Kloppeberg aan op de gemengde riolering.
9	Lozingspunt Tieltsseweg
10	Leuvenseweg 29, 08/8/2014, geen verificatie mogelijk
11	Steenberg 16, uitlaat in tuin, afstroom richting gracht aan onderkant van tuin

Tabel 1, Gekende knelpunten

5 Riooldeelbekkenschema

Om een eerste beeld te krijgen van de werking van het huidige rioolstelsel is een riooldeelbekkenschema opgesteld. Het riooldeelbekkenschema is opgesteld aan de hand van de riooldeelbekkenbenadering. Het rioolstelsel wordt hierbij voorgesteld als een aaneenschakeling van riooldeelbekkens. Een riooldeelbekken (Figuur 5) is een klein gedeelte van het rioolstelsel waarvan het hydraulische gedrag wordt gekenmerkt door een aantal parameters:



Figuur 5, Een riooldeelbekken met haar parameters (AquaFin, 2014)

Een riooldeelbekken wordt begrensd door constructies met een bepaald doorvoerdebiet, denk aan pompstations. In een riooldeelbekkenschema worden de relaties tussen verschillende riooldeelbekkens weergegeven. Naarmate de studie vordert kunnen parameters van de opgenomen structuren worden ingevuld. Het verkregen riooldeelbekkenschema is in Figuur 6 weergegeven. De verschillende kleuren stellen verschillende rioolbekkens voor.

Het studiegebied bestaat uit vijf pompstations. De twee pompstations aan de Holsbeeksesteenweg vervullen een functie in de werking van het KWZI. De configuratie van het KWZI is bekend (Bijlage C), de exacte werking van het KWZI en haar pompen is echter niet bekend. De pompen en het KWZI worden daarom in het model meegenomen maar zullen in het vervolg van het onderzoek geen hydraulische werking kennen. De overige drie pompstations met hun overstorten vormen belangrijke deelbekkens in het stelsel. Een aantal interne en externe vermazingen zijn in de zwarte tekstvakken weergegeven.

Bij navraag bij Stijn Louage van het bedrijfs onderdeel Civil Engineering van Antea Group Gent sprak hij op basis van het verkregen as-built plan (bijlage C) van het KWZI zijn twijfels uit over de zuiveringsgraad die gehaald kon worden. Volgens hem kon de Norm van 95% zuivering niet gehaald worden met enkel rietvelden in een dorp met de omvang van Rillaar. Op de as-built plannen is geen andere vorm van zuivering, zoals bergbezinkingsbekkens (hfdst 3), te zien. Tijdens de terreinbezoeken (Bijlage D) kon het KWZI niet bezocht worden, omdat dit een verboden terrein was. Een rondleiding met extra informatie over het KWZI was niet binnen de stage periode mogelijk.

6 Modelopbouw

In dit hoofdstuk wordt beschreven welke stappen nodig zijn om tot een geschikt en werkbaar model te komen. Dit zal gebeuren aan de hand van drie stappen die niet noodzakelijker wijs maar ongeveer in de geschreven volgorde zijn uitgevoerd. De drie stappen zijn de modellering van het stelsel, de modellering van de structuren en de modellering van de belastingen op het stelsel.

6.1 Modellering van het stelsel

De eerste stap in het opstellen van een rioleringsmodel is het opbouwen van het stelsel. Vanuit de rioleringsdatabank is in InfoNet een basisstelsel beschikbaar. Hierin staan alle leidingen, tussen liggende putten en structuren. Tijdens de gehele modelopbouw bleek echter dat de beschikbare basisstelsel niet compleet was. Daar waar delen ontbraken of onduidelijkheid was over het huidige stelsel is het stelsel aangevuld met aannames gebaseerd op eigen waarnemingen tijdens de terreinbezoeken (Bijlage D) en op aangevraagde as-built plannen.

6.2 Modellering structuren

De tweede stap is de modellering van de structuren (besproken in hfdst 3). Deze structuren bepalen voor een groot gedeelte de werking van het rioolstelsel. De locatie van de structuren stond in het basisstelsel. Voor de hydraulische werking ervan misten echter nog een groot aantal gegevens. Deze gegevens zijn aangevuld door middel van de terreinbezoeken (bijlage D), opgevraagde as-built plannen, opgevraagde pompkarakteristieken en reeds uitgevoerde rioleringsstudies. In bijlage E staat per structuur een omschrijving van de benodigde informatie voor de hydraulische werking en hoe deze informatie is verkregen.

6.3 Modellering van de belastingen op het stelsel

Nadat het model van het stelsel met haar structuren is opgebouwd moeten tot slot de belastingen op dit stelsel gemodelleerd worden. De belastingen die de omgeving haar stelsel oplegt bestaat uit twee onderdelen. De belasting afkomstig van de afstroming van de verharde oppervlaktes en de belasting afkomstig van de afstroming van de onverharde oppervlaktes. Allereerst is bepaald hoeveel verharde en onverharde oppervlaktes er in het studiegebied liggen. Vervolgens is van deze oppervlaktes bepaald wat hun afstroming is en in welke richting. Tot slot zijn de oppervlaktes met hun bepaalde afstroming door middel van subcatchments (een gebied dat afstroomt naar een bepaalde put) toegekend aan putten van het rioolstelsel. In bijlage F staat beschreven hoe de oppervlaktes, hun afstroming en de afstromingsrichting zijn bepaald en hoe de toekenning van de afstromingen aan de putten is gerealiseerd.

7 Validatie

Na de opbouw van het model zal in dit hoofdstuk de validatie worden besproken. Binnen de beschikbare tijd voor deze studie was de ‘flow survey’ (opmetingen van doorstroomdebieten op bepaalde plaatsen) nog niet afgerond. Het is daarom niet mogelijk geweest een kwantitatieve validatie te kunnen doen. Daar in tegen zijn op meerder manieren kwalitatieve validaties uitgevoerd. Deze validaties hadden telkens een iteratief karakter. Aan de hand van een validatie werd een aanpassing gedaan waarna de validatie opnieuw werd uitgevoerd om te kijken of de aanpassing het gewenste effect had.

7.1 Validatie op basis van InfoWorks

Allereerst kent InfoWorks een functie met de naam: ‘Network validation’. Hierbij voert InfoWorks zelf een controle uit van het ingetekende model. InfoWorks let hierbij op twee dingen:

- missende data, met als veel voorkomende voorbeelden:
 - Aan- en afslagpeilen voor elke pomp
 - Percentage van afstroming
 - invert levels (de hoogte van de onderkant van een buis t.o.v. een referentiehoogte)
- inconsistente data, met als veel voorkomende voorbeelden:
 - invert level van een leiding ligt lager dan de vloer van een put
 - leiding niet verbonden met uitstroom mogelijkheid
 - knopen hoger dan maaiveld

Infoworks geeft vervolgens een lijst met ‘errors’. Wanneer al deze fouten zijn opgelost is er sprake van een correct model, dat wil zeggen er ontbreken geen gegevens en het model is mogelijk. De ingevoerde data kan uiteraard nog incorrect zijn.

7.2 Validatie op basis van expertise

De tweede vorm van validatie is gebaseerd op logica en ervaring. Voor de validatie zijn er een aantal simulaties uitgevoerd met verschillende composietbuien, namelijk: f10, f7, T2, T5 en T20. Normaal gesproken moeten de frequente buien met een herhalingstijd van 1/10 en 1/7 jaar geen overlast veroorzaken, zullen bij een T2 bui wellicht de eerste putten overstromen en zal bij een T=20 bui bijna het gehele gemengde stelsel overbelast zijn. De resultaten van de simulaties met een f7-bui en een T20-bui staan in Bijlage G. Door de resultaten te vergelijken met de verwachten resultaten is getracht te kijken waar het model wellicht aangepast diende te worden. Als hulp om een beeld te kunnen krijgen van de te verwachten resultaten is gebruik gemaakt van de expertise en ervaring van Bart de Clerck op het gebied van rioleringsmodellen gemaakt in InfoWorks. Bart de Clerck is project leider van het project hydronaut Rillaar en heeft ervaring met soortgelijke projecten.

7.3 Gekende knelpunten validatie

In deze laatste validatie is een vergelijking gemaakt tussen enerzijds de uitkomsten van het model met een simulatie bij een T5 composiet bui en een run off coëfficiënt van 0.8 voor de verharde oppervlaktes en anderzijds de gekende overlastpunten. De T5 bui met een run off coëfficiënt van 0.8 is de ontwerp bui volgens de oude code. Hiermee is de bui het meest geschikt om gekende knelpunten te valideren, daar de nieuwe code dient om toekomstige knelpunten te signaleren.

Allereerst zal worden gekeken of de gekende knelpunten in het model zijn meegenomen. Ten tweede wordt gekeken of de gekende overlastknelpunten ook uit de simulatie als knelpunten naar voren komen. Tot slot worden overlastknelpunten die uit de simulatie naar voren komen maar niet als gekend knelpunt bekend stond verklaard.

7.3.1 Gekende knelpunten in model opgenomen

De gekende knelpunten zoals in hoofdstuk 4 staan beschreven worden hieronder stuk voor stuk behandeld:

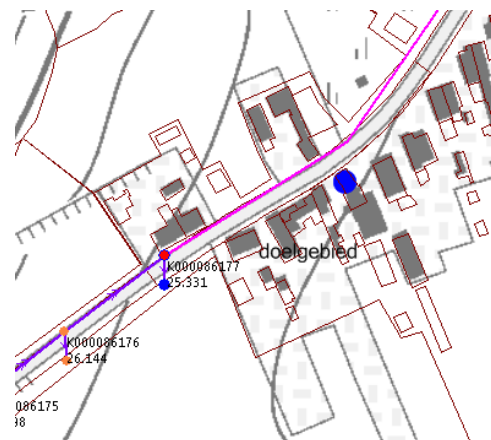
1. Is door ontoereikende informatie niet meegenomen in het model. (Bijlage B **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**)
2. Is door ontoereikende informatie niet meegenomen in het model. (Bijlage B)
3. Het regenwater van een onverhard oppervlak watert af op het gemengde stelsel aan de marktweg. Dit is zo opgenomen in het model. De Wateroverlast wordt hieronder besproken.
4. Het regenwater van een onverhard oppervlak watert af op het gemengde stelsel aan de Leuvenseweg. Dit is zo opgenomen in het model.
5. De gracht van de Oudebaan is aangesloten op het gemengde stelsel aan de Leuvenseweg. De instroom van zowel vuil als regenwater ter hoogte van de aansluiting is opgenomen in het model.
6. Het bufferbekken bij Heiken raakt niet tijdig leeg, dit komt doordat de sluisen allen gesloten zijn. De bufferbekken met gesloten sluisen zijn in het model opgenomen.
7. In het model is het lozingspunt door middel van een uitlaat opgenomen.
8. De aansluiting is opgenomen in het model.
9. De lozing is in het model opgenomen.
10. Wateroverlast knelpunt, wordt hieronder besproken.
11. Knelpunt heeft hydraulisch geen effect en niet meegenomen in het model. (Bijlage B)

7.3.2 Gekende overlast in simulaties

Hieronder worden de twee gekende wateroverlastknelpunten besproken.

Wateroverlastknelpunt 10

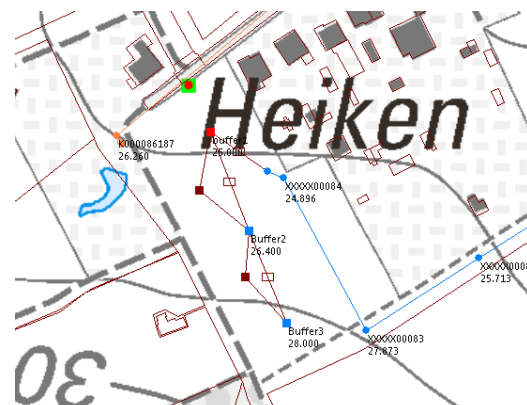
In Figuur 7 is overlastknelpunt 10 (blauwe stip) te zien met een klein gedeelte gesimuleerde leiding. Tijdens de simulatie van een T=5 bui met een run off coëfficiënt van 0.8 zijn er in het stelsel sprake van 5 putten waar het riool overstroomt. Een hiervan is weergegeven in Figuur 7 (rode knoop) de rest wordt later verklaard. De overstroming van het riool wordt veroorzaakt doordat een groot stuk onverharde grond op deze knoop afwatert. In werkelijkheid zal het water geleidelijk via een aantal straatkolken het stelsel binnenstromen, in het model worden echter niet alle straatkolken ingetekend. De bij de gekende overlastknelpunt dichtstbijzijnde knoop overstroomt. De gesimuleerde wateroverlast en de gekende wateroverlast komen dus waarschijnlijk overeen.



Figuur 7, Wateroverlastknelpunt 10

Wateroverlastknelpunt 3

Gekend knelpunt 3 was een verdunningsknelpunt maar er werd ook gesproken van het overstromen van bufferbekken 1. In Figuur 8 is het gekende knelpunt 3 (groene vierkant) en bufferbekken 1 (rode knoop) weergegeven. Uit de simulatie kwam naar voren dat bufferbekken 1 flink overstroomt. Op as built plan (bijlage H) van het gehele bufferbekken is vervolgens te zien dat de noordzijde van het bufferbekken het laagste is. Dit zou dus een gesimuleerde overstroming van het bufferbekken richting het noorden betekenen, zoals het gekende knelpunt.

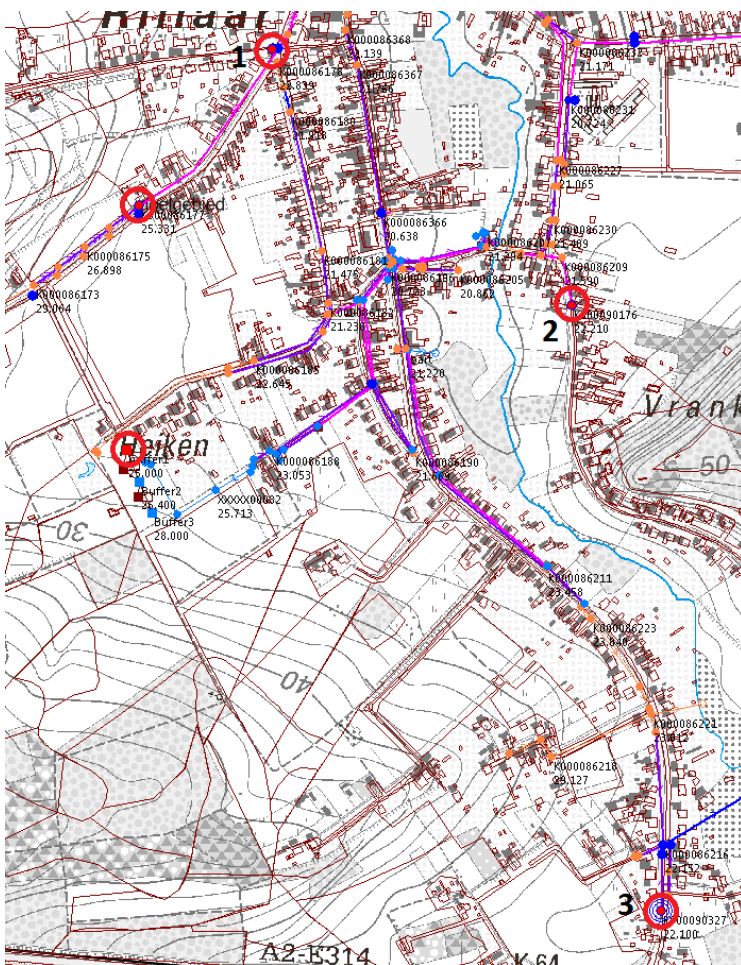


Figuur 8, Wateroverlastknelpunt 3

7.3.3 Gesimuleerde wateroverlast verklaren

Naast de hierboven beschreven gesimuleerde wateroverlast zijn er nog drie andere putten met een gesimuleerde wateroverlast. In het figuur hieronder (Figuur 9) zijn alle vijf rood omcirkelt en de drie onverklaarde genummerd. Deze worden stuk voor stuk verklaard.

1. De gesimuleerde wateroverlast wordt hier veroorzaakt door de aansluiting van de gracht van de Oudebaan op het rioolstelsel. In het model is echter geen gracht gemodelleerd, InfoWorks is hier niet voor geschikt, maar wil al het water wat afwatert op de gracht in 1 keer het stelsel in. Uiteraard gaat dit niet en het gevolg is dat de put overstroomd. De put is echter als 'manhole' gesimuleerd. Dit betekent dat het water wacht, alsof het in een soort grote bak zit, totdat het allemaal het stelsel is ingestroomd. Er verdwijnt dus geen water en de diameter van de neerwaartse buis is de beperkende factor. De 'overstroming' kan worden genegeerd.
2. Voor de gesimuleerde wateroverlast aan de Oudenbos geldt hetzelfde als voor de gesimuleerde wateroverlast aan de Oudebaan die hierboven besproken is. Het gaat om een aansluiting van de gracht langs de Oudebaan op het rioolstel onder de Oudebaan. De 'overstroming' wordt ook hier genegeerd.
3. Onderaan de Tielseweg wordt wateroverlast gesimuleerd. Het betreft hier een inlaat voor het systeem. Op de inlaat zit een kleine gracht aangesloten. Net zoals bij de twee hierboven gesimuleerde wateroverlasten wordt deze 'overstroming' genegeerd.



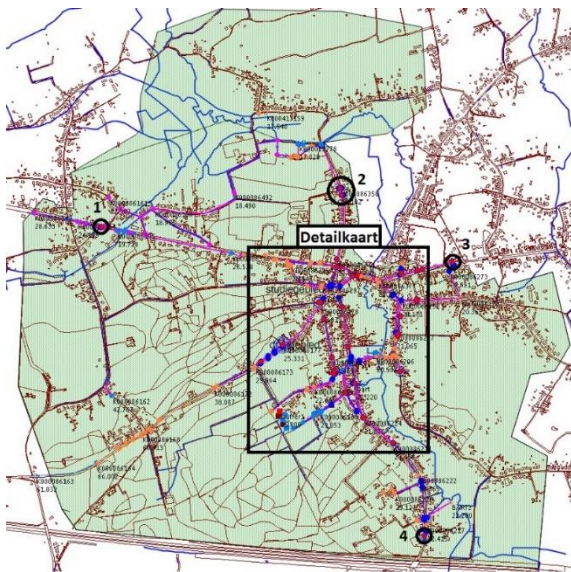
Figuur 9, Gesimuleerde wateroverlast (validatie)

8 Knelpunten

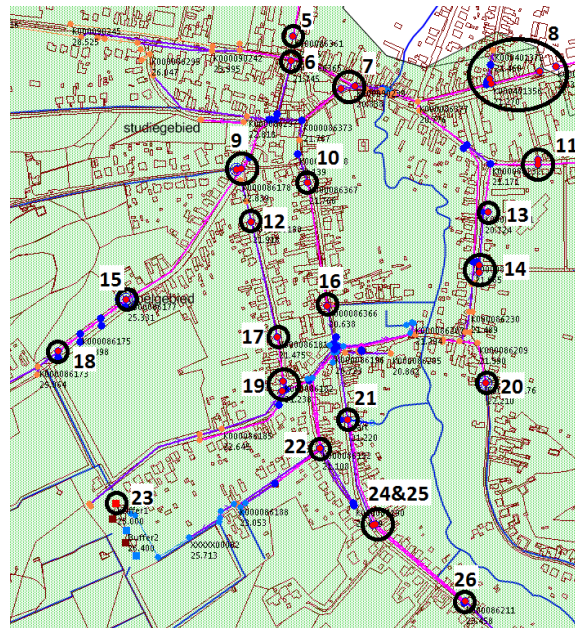
In dit hoofdstuk zullen allereerst alle gemodelleerde knelpunten die het systeem kent met oorzaak per onderdeel, het betreft: wateroverlast-, lozings- en verdunningsknelpunten, kort worden gesommeerd. Per gemodelleerd knelpunt wordt aangegeven of deze als reëel knelpunt wordt gezien. Vervolgens zullen onderlinge relaties tussen knelpunten worden belicht wat leidt tot gecombineerde reële knelpunten.

8.1 Wateroverlast

Om de wateroverlastknelpunten te bepalen zijn simulaties met $T=20$ en afvoercoëfficiënt= 0.9 gebruikt. Dit zijn de buien 'van de toekomst' die worden gebruikt voor de bepaling van toekomstige knelpunten in het huidige rioolstelsel. In Figuur 10 en Figuur 11 worden hieronder alle wateroverlastknelpunten gegeven en genummerd.



Figuur 10, Overzicht wateroverlastknelpunten



Figuur 11, Detailkaart wateroverlastknelpunten

8.1.1 Lijst gesimuleerde wateroverlast knelpunten, dikgedrukt wordt meegenomen

1. Betreft een inlaat van een gracht. Wordt niet als reëel knelpunt gezien.
2. Overstroming door opstuwning van niet als werkend gemodelleerde pompen. Wordt niet als reëel knelpunt gezien.
3. Knelpunt dat afwatert buiten het studiegebied. Wordt niet meegenomen.
4. **Betreft een inlaat van een gracht. In de gracht stroomt een groot gebied van onverharde oppervlakte af. De overstroming is echter dusdanig groot dat de gracht als niet toereikend wordt geacht en zij als een reëel knelpunt wordt gezien.**
5. Idem punt 2.
6. **Overstroming in het centrum, veel huizen zijn aangesloten op deze gecombineerde leiding. Leiding kent aan het begin een grotere diameter dan aan het einde. Tevens ligt het maaiveld aan het begin een stuk lager. Wordt als reëel knelpunt gezien.**
7. **Opstuwning vanuit het pompstation en haar overstort. Wordt als reëel knelpunt gezien.**
8. Idem punt 3
9. Betreft een inlaat van een lange gracht. Wordt niet als reëel knelpunt gezien.
10. **Overstroming door het gebruik van een buis met erg kleine diameter maar geen volledige afkoppeling. Wordt als reëel knelpunt gezien.**

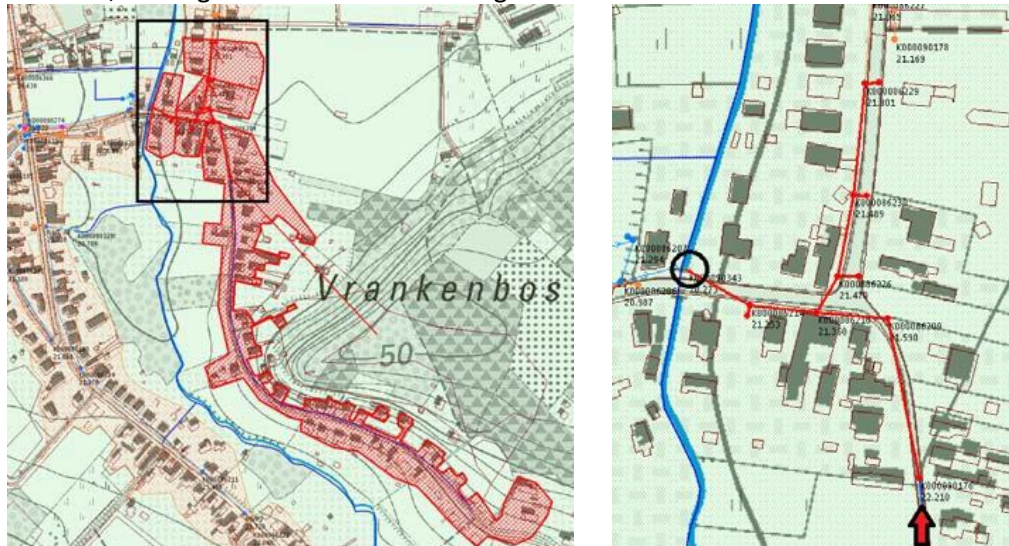
11. Betreft hier een school met een groot afstromend verhard oppervlak. Navraag bij de school gaf echter aan dat deze over een eigen waterbuffer beschikte met voldoende capaciteit. Mits de buffer correct wordt gebruikt (tijdig legen) zal het hier niet om een reëel knelpunt gaan. Omdat dit gemodelleerde knelpunt niet als gekend knelpunt bekend staat wordt correct gebruik aangenomen en dit punt niet als reëel knelpunt gezien.
- 12. Overstroming door grote opstuwing ter hoogte waar de Marktweg en het Heiken verbonden zijn, oftewel ter hoogte van gemodelleerd knelpunt 19 (in Figuur 11) Wordt als reëel knelpunt gezien.**
13. Eveneens een school met een groot afstromend verhard oppervlak en een eigen buffer. Hiervoor geldt hetzelfde als punt 11. Tevens versterken de gemodelleerde knelpunten 11 en 13 elkaar. Daar waar de afstromende leidingen samen komen vindt opstuwing plaats. Wordt niet als reëel knelpunt gezien.
14. Ten gevolgen van de gemodelleerde overstroming bij punt 13 vind er hier opstuwing plaats. Wanneer gemodelleerd knelpunt 13 niet plaatsvindt, zal gemodelleerd knelpunt 14 ook niet plaatsvinden.
- 15. Gemengde riool ter plaatse is sterk overbelast. Met name de afwatering van grote afstromende onverharde oppervlaktes vanaf de noordwest gelegen helling is hiervan de oorzaak. Wordt als reëel knelpunt gezien.**
- 16. Het overstroomd hier doordat in afstroomrichting voor een klein stukje gebruik wordt gemaakt van een buis met een erg kleine diameter. Wordt als reëel knelpunt gezien.**
- 17. Idem punt 12. Wordt als reëel knelpunt gezien.**
- 18. Idem punt 15. Wordt als reëel knelpunt gezien.**
- 19. Er komen hier 3 leidingen samen waarbij de enkele uitgaande leiding geen grotere diameter kent dan de ingaande leidingen. Dit leidt tot opstuwing en overstroming hier en stroomopwaarts (12&17). Wordt als reëel knelpunt gezien.**
20. Betreft een inlaat van een gracht. Wordt niet als reëel knelpunt gezien.
- 21. Overstroming door opstuwing van het samenkomen van aantal volle leidingen ter hoogte van het kruispunt van Tieltseweg, Oudenbos en Heiken. Wordt als reëel knelpunt gezien.**
- 22. Ten gevolgen van opstuwing van het bij punt 21 beschreven samenkomen van leidingen en de geringe buffercapaciteit van de eigen leiding bevindt zich hier een knelpunt. Wordt als reëel knelpunt gezien.**
- 23. Bufferbekken 1 kent een enorme gesimuleerde overstroming. Oorzaak is de grote instroom van onverharde oppervlaktes en het niet werken van de aanwezige sluizen. Wordt als reëel knelpunt gezien.**
- 24. (DWA / Vuilwater leiding). Idem punt 21. Tevens is er een RWA aanwezig maar is slechts de straat afgekoppeld. Wordt als overstroming gezien.**
- 25. (RWA / Regenwater leiding) Aanwezige RWA overstroomd hier ook. RWA kent grote instroom van onverharde oppervlaktes en ligt onder een kleine helling. Wordt als reëel knelpunt gezien.**
- 26. Idem punt 25. Wordt als reëel knelpunt gezien.**

8.2 Lozing

Er kan een onderscheid worden gemaakt tussen twee vormen van lozing. Allereerst zijn er delen van het stelsel die niet richting het KWZI afwateren maar regelrecht in de Grote Motte. Dit betekent een continue lozing/vervuiling. Hierdoor worden deze gevallen automatisch als reëel knelpunt gezien. Een tweede manier van lozing is bij overbelasting van het stelsel dat wel aangesloten zit op het KWZI. Bij overbelasting treden de overstorten in werking om het stelsel te ontlasten en overstromingen te voorkomen. Dit overstorten oftewel lozen van afvalwater wordt niet direct als lozingsknelpunt gezien. Wanneer een overstort te vaak in werking treedt wordt zij als lozingsknelpunt gezien. De ontwerper hierbij is dat bij een F7 bui de overstorten nog niet mogen lozen.

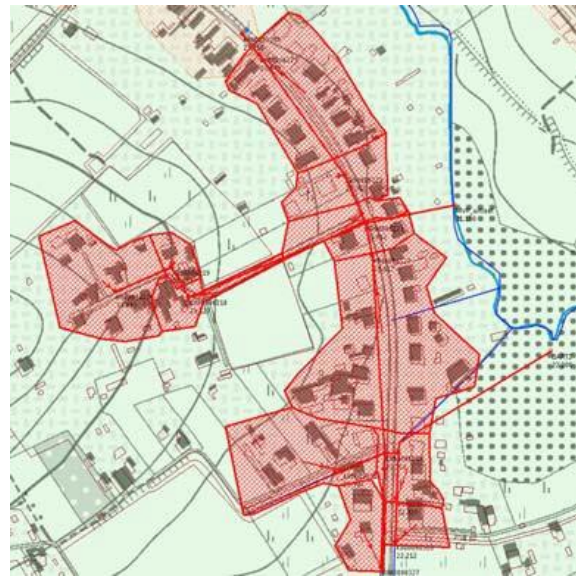
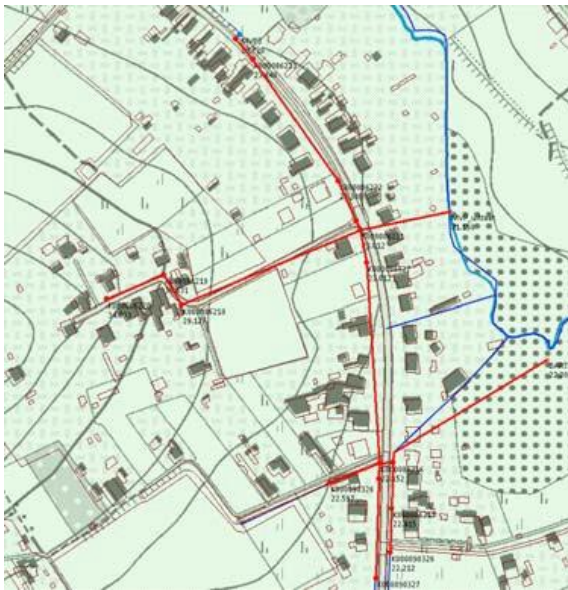
8.2.1 Directe lozing

Aan de oostzijde van de Grote Motte ter hoogte van de kruising van de Oudenbos en de Ebdries ligt een klein gedeelte van het stelsel dat via een uitlaat (zwarte cirkel in Figuur 12) direct in de Grote Motte afwatert. Aan de Oudenbos ligt een inlaat van een gracht op het stelsel (aangegeven met rode pijl Figuur 12). Het gebied met aangesloten huizen dat hierdoor via het stelsel op de Grote Motte afwatert, is in Figuur 12 in het rood weergegeven.



Figuur 12, Directe lozing oostzijde Grote Motte. Links overzichtskaart, recht detailkaart

Aan de Westzijde van de Grote Motte ligt aan de zuidzijde van de Tieltseweg een gecombineerd stelsel dat via twee uitlaten afwatert in de Grote Motte, dit is te zien in Figuur 13. Het gebied met aangesloten huizen dat hierdoor via het stelsel op de Grote Motte afwatert, is in Figuur 13 in het rood weergegeven.



Figuur 13, Directe lozing westzijde Grote Motte.

8.2.2 Overstort lozing

Voor het controleren van de overstortwerking wordt gebruik gemaakt van een F7-bui. De overstorten die bij deze gegeven bui lozen worden als reëel knelpunt gezien. De in het noorden gelegen overstorten worden door de niet hydraulisch gesimuleerde pompen niet meegenomen. De andere drie aanwezige overstorten in het stelsel zijn als bruine structuren in **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** en **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** weergegeven en genummerd.



Figuur 15, Overstort 1 en 2



Figuur 14 Overstort 3

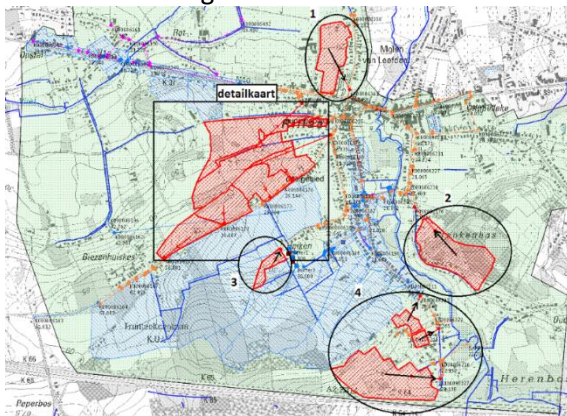
1. Overstort 1 treed in werking. Er wordt in totaal 1970m³ geloosd. Overstort 1 wordt als reëel knelpunt gezien.
2. Overstort 2 treed in werking. Er wordt in totaal 340m³ geloosd. Overstort 2 wordt als reëel knelpunt gezien.
3. Overstort 3 treed in werking. Er wordt in totaal 105m³ geloosd. Overstort 3 wordt als reëel knelpunt gezien.

8.3 Verdunning

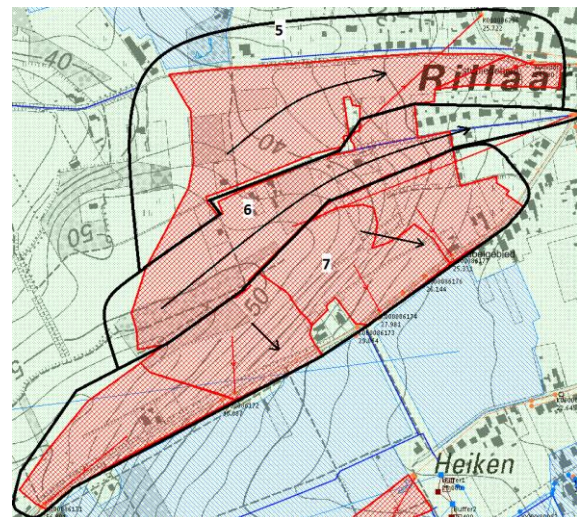
Met verdunning wordt het verdunnen van het afvalwater met regenwater bedoeld. Dit gebeurt in gemengde stelsels. Regenwater dat afstroomt van verharde of onverharde oppervlaktes mengt zich met het afvalwater, wat de zuivering ervan lastiger en duurder maakt. Voor de bepaling van reële verdunningsknelpunten wordt er onderscheid gemaakt tussen drie manieren van verdunning. Allereerst kan er regenwater van onverharde oppervlakten in een gecombineerd stelsel afstromen. Deze gevallen worden als reële knelpunten gezien. Ten tweede stroomt er regenwater van verharde oppervlakten in een gecombineerd stelsel. Tot slot de afstroming van regenwater van de daken van gebouwen in een gecombineerd stelsel terwijl het regenwater dat op de straat valt afstroomt in een aparte regenwaterleiding.

8.3.1 Onverharde oppervlakten

In **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** zijn in rood alle onverharde oppervlaktes die in een gecombineerd stelsel afstromen te zien. De oppervlaktes zijn onverdeeld en genummerd naar afstromingslocatie. In Figuur 17 is de in Figuur 16 **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** aangegeven detailkaart weergegeven.



Figuur 16, Verdunningsknelpunten

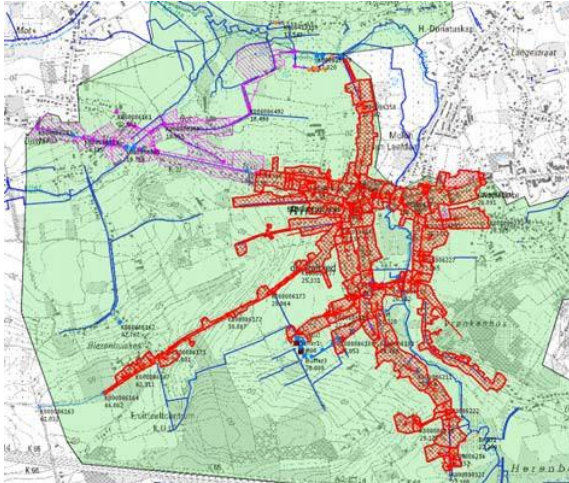


Figuur 17, Detailkaart verdunningsknelpunten

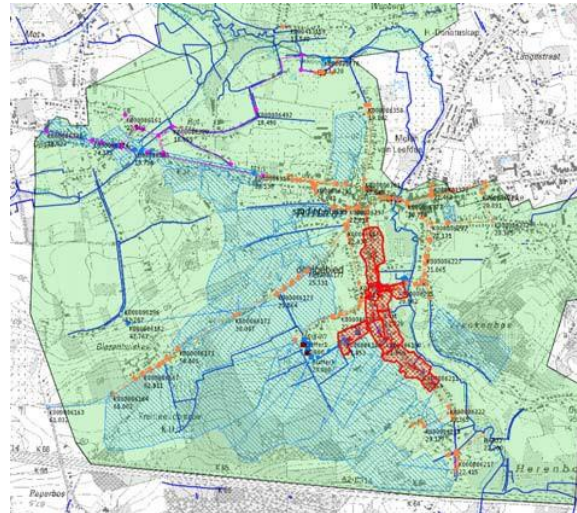
1. Onverharde oppervlakte stroomt af in stelsel onder de Kortakker.
2. Grote onverharde oppervlakte stroomt via een gracht langs de Oudenbos naar een inlaat in het gemengde stelsel.
3. Een kleiner stuk onverhard oppervlak loopt dichtbij de bufferbekken door middel van een gracht in het aanwezige gemengde stelsel.
4. In het zuidelijke deel van de Tieltseweg stromen op een aantal plekken onverharde oppervlaktes het stelsel in. Een sterke verdunning wat ook al tot wateroverlast leidde.
5. Aan de Molenstraat ligt een gracht. Een grote onverharde oppervlakte stroomt af in deze gracht. En zorgt ter hoogte van de inlaat aan de driesprong van de Molenstraat voor verdunning.
6. Aan de Oudenbaan ligt ook een gracht, het betreft hier echter een openriool. Het vuile water van de aanliggende huizen en het regenwater van de aanliggende onverharde oppervlaktes stromen in deze gracht uit.
7. De Leuvenseweg kent een gescheiden stelsel, aan de Noordzijde van de Leuvenseweg is het land hoger. De onverharde oppervlaktes aan die zijde stromen af in het stelsel van de Leuvenseweg, dit gaf ook al wateroverlast problemen.

8.3.2 Verharde oppervlakten

In **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** zijn alle combined subcatchments (een gemengd stelsel) in et rood te zien. In dit gedeelte van het stelsel vindt verdunning plaats door de afstroom van verharde oppervlaktes (daken en de straat). Het gaat om het grootste gedeelte van het stelsel. Aan de linkerzijde is in het paars het gescheiden stelsel te zien, hier vind geen verdunning plaats. Toch zal het gemengde stelsel niet als reëel knelpunt worden gezien. Omdat het om een erg groot gebied gaat zal een totale oplossing niet mogelijk zijn. Deze manier van verdunning zal in het achterhoofd worden gehouden bij het opstellen van mogelijke oplossingen van andere reële knelpunten in het rode gebied.



Figuur 18, Selectie combined subcatchments



Figuur 19, Selectie storm subcatchments, enkel straat afgekoppeld

Het kan zo zijn dat er wel een regenwaterleiding in het stelsel ligt. Tevens zijn de composietbuizen (ontwerpbuizen, hfdst 3) waarbij het rioolstelsel zonder problemen het (afval)water moet kunnen afvoeren aangepast, maar dat er nog steeds verdunning plaatsvindt en er dus sprake is van een gemengde leiding (i.p.v. een vuilwaterleiding). In Figuur 19 is dit speciale geval van afstroming van verharde oppervlaktes in het rood te zien. De rode subcatchments zijn storm subcatchments die aan de regenwaterleiding zijn gekoppeld. Echter zijn alleen de straten afgekoppeld. Dit betekent dat de daken nog steeds (d.m.v. de combined subcatchments) op het gemengde stelsel afwateren. In deze situatie is er sprake van 'minder' verdunning dan de hierboven besproken verdunningssituatie. Het gebied en de oplossing zijn echter een stuk kleiner en makkelijker. In combinatie met andere reële knelpunten wordt het gebied als reëel knelpunt gezien.

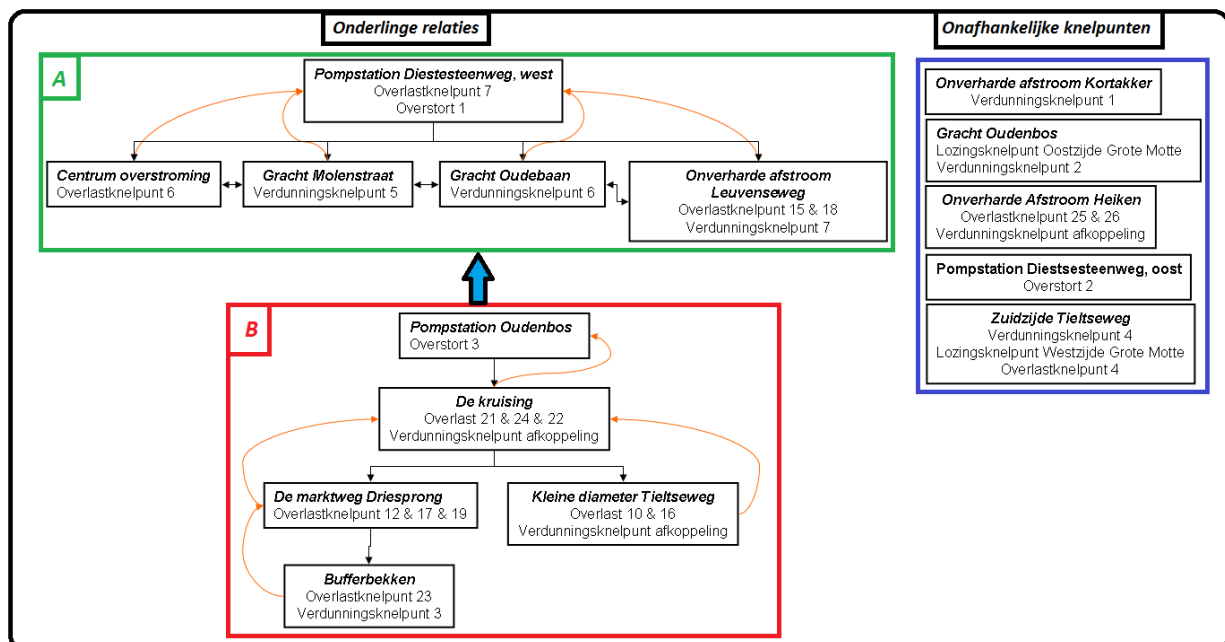
8.4 Relaties tussen knelpunten

Omdat veel knelpunten eenzelfde oorzaak kennen of onderling in verband met elkaar staan zijn gecombineerde knelpunten opgesteld (Bijlage H). In dit hoofdstuk worden de onderlinge relaties tussen deze gecombineerde knelpunten weergegeven (Figuur 20).

Onderlinge relaties

De gebogen oranje pijlen geven een afstromingsrichting aan. Het afgestroomde regenwater van de onverharde oppervlaktes aan de Molenstraat, Oudebaan en Leuvenseweg zorgen plaatselijk voor verdunning en overlast maar stromen vervolgens richting het pompstation Diestsesteenweg (West). Door de grote toestroom vindt hier wateroverlast plaats, werkt de overstort te frequent en stuwt het water op. Deze opstuwing heeft stroomopwaarts weer zijn effect, zoals overlast in het centrum. De opstuwingrelaties zijn weergegeven met de zwarte pijlen, hiertoe word ook het samenstromen van de afstroom van twee knelpunten gerekend. Het beschreven geheel hangt dus sterk samen, dit is aangegeven met een gekleurde omlijning en letter (groen en A in dit geval). Op dezelfde manier is de samenhang tussen het Pompstation de Oudenbos en haar aanvoerende knelpunten weergegeven (rood en B). Voor de omlijnde samenhangende knelpunten zal een gezamenlijke oplossing in hoofdstuk 0 geformuleerd worden. De onafhankelijke knelpunten zijn in een paarse omlijning weergegeven, hun oplossingen zullen per stuk in hoofdstuk 9.3 worden behandeld.

Een laatste relatie is weergegeven met de grote blauwe pijl. Pompstation Oudenbos pompt haar water richting Pompstation Diestsesteenweg. Ze draagt hierdoor bij aan de overlast en opstuwing in dit systeem. Het pompdebiet wordt echter berekend door een IE-telling (een telling van aantal aangesloten bewoners) deze data was ten tijde van dit onderzoek niet beschikbaar. Een verandering van het bekende pompdebiet zal daarom niet als oplossing worden aangedragen. Daarnaast zal het oplossen van systeem B een relatief klein positief effect hebben op systeem A. Er is daarom gekozen de twee systemen als apart te zien.



Figuur 20, Onderlinge relaties Knelpunten

9 Oplossingen

In dit hoofdstuk zal allereerst per systeem een oplossing worden voorgedragen. De algemene gedachten zal zijn de opwaartse afstroom te verminderen of te bufferen. In hoofdstuk 10 volgt een aanbeveling van alle oplossingen.

9.1 Systeem A

Om de overlast in het centrum te kunnen aanpakken (wateroverlast knelpunt 6 & 7) moet er drastisch minder water door het stelsel stromen. De grootste instroom vindt plaats vanuit de onverharde oppervlaktes aan de Molenstraat, Oudebaan en Leuvenseweg. Dit leidde tevens tot de verdunningsknelpunten 5, 6 en 7. Uit een simulatie zonder de instroom van de onverharde oppervlaktes bleek dat de overlast niet meer optrad.

De oplossing dient dus gezocht te worden in het 'wegnemen' van de afstroom van de onverharde oppervlaktes. Dit zou op twee manieren kunnen gebeuren. Allereerst kan de afstroom van de onverharde oppervlaktes worden opgevangen in een buffer, hierdoor wordt het regenwater tijdelijk opgevangen. Het water zou dan tijdens droog weer geleidelijk kunnen worden doorgelaten zodat het centrum van Rillaar wateroverlast wordt bespaard. Het bufferen van het water zou echter niet de verdunningsknelpunten aanpakken omdat het water alsnog het gemengde stelsel in zou stromen richting het KWZI. Om het Verdunningsprobleem op te lossen dient het regenwater gescheiden te worden gehouden van het vuilwater. In andere woorden: er zal een gescheiden stelsel aangelegd moeten worden. Hiervoor zijn twee opties mogelijk.

1. De zonering van de Molenstraat en de Oudebaan staat gepland. Wanneer bij deze zonering een vuilleiding voor de huizen zou worden aangelegd en aangesloten op het gescheiden stelsel dan kunnen de bestaande grachten aan deze wegen dienen als afwatering van alleen regenwater. Door middel van inbuizingen zouden deze grachten vervolgens via de Oudebaan kunnen uitstromen in de Motte. Een extra project zou moeten worden uitgevoerd om aan de Leuvenseweg het regenwater te scheiden van het vuilwater. Bij de aanleg van een vuilleiding kan de bestaande gemengde leiding als regenwaterleiding gaan dienen. Om overstrooming van de grachten en de noodzaak van een erg grote diameter voor de inbuizingen te voorkomen is naar alle waarschijnlijkheid een buffer nodig.
2. Optie twee is gebaseerd op optie één maar gaat verder. Opnieuw worden de straten: Molenstraat, Oudebaan en Leuvenseweg voorzien van een vuilwaterleiding waarbij bestaande leidingen/grachten als regenwaterleiding kunnen dienen. Het gescheiden stelsel wordt echter door getrokken tot aan het pompstation. Opnieuw is buffering van het regenwater naar alle waarschijnlijkheid nodig.

Het voordeel van optie 2 is een groter gedeelte van het stelsel van een gescheiden stelsel wordt voorzien en op een mogelijk uitbreiding hiervan in de toekomst wordt toegespeeld. Tevens loopt het geplande verloop van de inbuizingen over privéterreinen. De aanleg hiervan zal daarom in de regel erg moeizaam verlopen en veel geld kosten. Voorkeur gaat daarom uit naar optie 2.

Het 'wegnemen' van de afstroom van de onverharde oppervlaktes zal de verdunnings- en wateroverlastknelpunten oplossen maar er moet ook worden gekeken naar het probleem met de overstort. Een volledig gescheiden stelsel in het gehele centrum gebied zal er voor zorgen dat de overstort niet meer in werking treedt. Hiervoor is echter wel een volledig gescheiden stelsel nodig in het centrum. De aanleg hiervan zal erg veel geld kosten en niet in de nabije toekomst worden uitgevoerd.

Wanneer enkel de onverharde afstroming wordt weggenomen zal de overstort bij een f7 bui nog 721 m³ overstorten. Zelfs wanneer een klein gedeelte van het centrum niet van een gescheiden

stelsel wordt voorzien zal de overstort nog overstorten bij een f7-bui. De blijvende foutieve werking van de overstort vraagt om een betere kijk naar de overstort.

De slechte werking van de overstort is te wijten aan de relatief kleine buffering die de leidingen zelf hebben. Door een relatief groot verhang heeft een verhoging van de overstort muur daarom niet veel effect. Daarnaast is het doorstromingsgat van de overstort relatief klein, het verhogen van de overstort muur (en daarmee verkleinen van het doorstromingsgat) kan bij hevige buien dan juist voor teveel opstuwing zorgen.

Om het overstort probleem te kunnen oplossen zal er ter plaatse voor extra buffer moeten worden gezorgd in de vorm van een bergbezinkingsbekken. Dit in combinatie met een optimalisatie van het verhogen van de overstort muur rekening houdend met opstuwing bij een T20-bui. Waarbij de overstort muur breedte zal worden vergroot, deze is namelijk in de huidige toestand 0.6m. Dit is erg weinig daar er bij het ontwerpen van nieuwe overstorten een minimale breedte van 1m wordt aangehouden. Het uitwerken van deze oplossing vraagt naar een studie op zichzelf.

9.2 Systeem B

Over de beschikbare data van grote delen van Systeem B is reeks twijfel uitgesproken. Gezien de grote onzekerheid van het huidige stelsel wordt een mogelijk voorstel tot een oplossing gedaan zonder ver op details in te gaan.

In systeem B komen er op twee plaatsen meerdere (volle) leidingen samen, die zorgen voor opstuwing en overlast. Opnieuw zal de instroom van regenwater moeten worden verminderd en wellicht de capaciteit van het stelsel moeten worden vergroot.

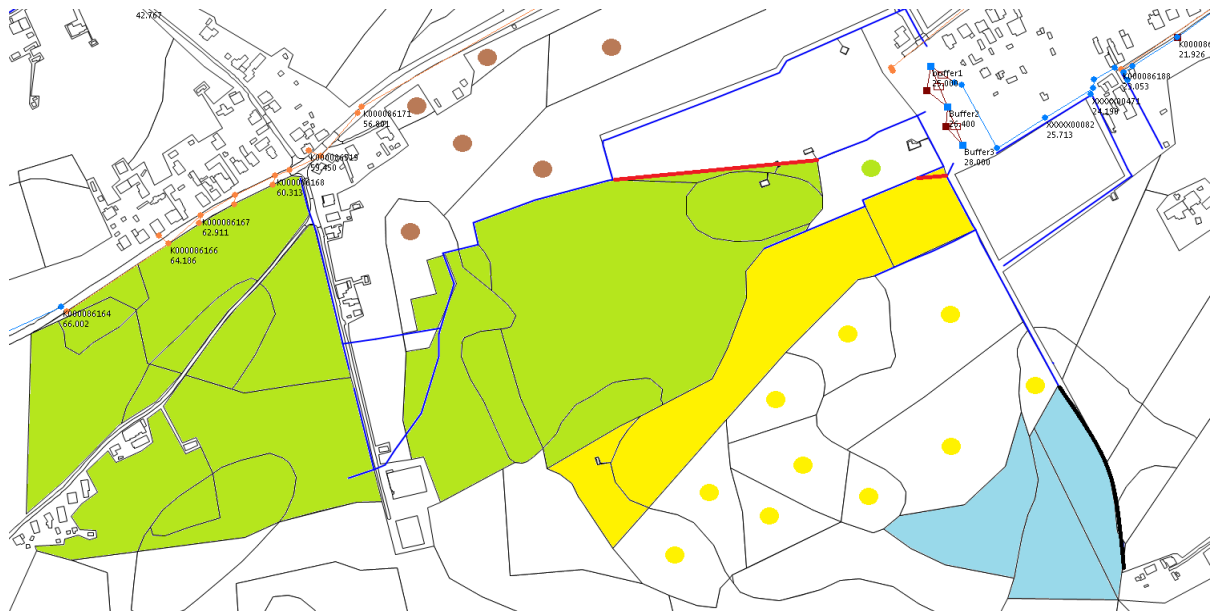
Allereerst kan verdunningsknelpunt 3 bij het bufferbekken relatief makkelijk worden opgelost. Het betreft een klein stuk onverhard oppervlak dat via een gracht op het gemengde stelsel is aangesloten. De gracht loopt echter voor het bufferbekken langs. Een verbinding van gracht in het bufferbekken en het dichten van de inlaat in het gemengde stelsel zal het verdunningsknelpunt oplossen en tegelijk het benedenstroomse stelsel een licht ontzien.

Er zijn daarnaast twee leidingen in het stelsel aanwezig die een knijpende en opstuwende werking hebben. Deze zullen worden vervangen door leidingen met een grotere diameter.

De bovenstaande kleine ingrepen zijn echter niet genoeg. Uit simulaties blijkt dat bij het toepassen van de bovenstaande ingrepen de overlast nauwelijks afneemt. Grotere ingrepen zijn noodzakelijk. Om het huidige stelsel te kunnen ontzien zal er een gescheiden stelsel moeten worden aangelegd. Op sommigen delen ligt er al een regenwaterleiding maar zijn de huizen niet afgekoppeld. Deze zouden afgekoppeld moeten worden. Dit kan in een groot project gebeuren of in kleine stappen, waarbij wanneer mensen verbouwen of verhuizen de aansluiting wordt gerealiseerd.

Het bufferbekken in het Heiken kende een grote overstroming, ongeveer 6000 m³. Het is echter enkel bufferbekken 1 dat overstroomt. De andere twee bufferbekken hebben zelfs een gezamenlijke capaciteit van bijna 3800 m³ over. Een eerste voor de hand liggende oplossing is het beter verdelen van het instromende water. Zeker omdat het bufferbekken 3 via bufferbekken 2 in bufferbekken 1 uitstroomt. Meer instroom in de hoger gelegen bufferbekken 3 & 2 zal dus een betere verdeling van het water mogelijk maken. Ten tweede kan door de plaatsing van muurtjes met knijpopening in de grachten een vertraagde afstroom worden gerealiseerd, het nadeel hiervan is dat er vaak onderhoud moet worden gepleegd om verstoppingen te voorkomen. Na het volstromen van het bufferbekken is het de bedoeling deze zonder overlast weer leeg te laten lopen, daar een vol bufferbekken geen functie meer heeft bij een volgende bui. In de huidige situatie staan de sluizen dicht. Een aparte studie naar de instromingmogelijkheden en de optimalisering van de sluizen dient te worden uitgevoerd om het bufferbekken probleem te kunnen oplossen. Het in dit onderzoek opgestelde model kan hierbij als leidraad dienen. Voorstel is een automatisch systeem waarbij sluizen openen wanneer debietsmeters in het benedenstroomse RWA stelsel en waterhoogtemeters

Wanneer (delen) van systeem B van een volledig gescheiden stelsel worden voorzien is het mogelijk dat de bestaande RWA-leidingen dit niet aan kunnen, hiermee dient dan ook rekening te worden gehouden. Opties zijn ten eerste het vergroten van de capaciteit door het gebruik van een extra leiding of een grotere leiding. Of ten tweede het eerder afvoeren naar de motte, een voorbeeld hiervan is de oplossing bij onafhankelijk knelpunt 'Onverharde afstroom Heiken' (9.3.3).



In het bovenstaande figuur zijn in het rood de nieuwe grachten aangegeven, er is hierbij rekening gehouden met de terreinhoogte. Het betreft eigenlijk tweemaal een verbinding om de bovenstroomse toestromende gracht in hoger gelegen bufferbekken te laten afwateren. Zo zal het groen gekleurde gedeelte afstromen in bufferbekken 2 daar het eerst in bufferbekken 1 afstroomde. De geel gekleurde gebieden zullen in bufferbekken 3 afstromen daar ze eerst in bufferbekken 2 afstroomde. De gestipte gebieden blijven in het zelfde bufferbekken afstromen als ze al deden. De bruine stippen staan hierbij voor bufferbekken 1. Het blauw gekleurde gedeelte zal indien mogelijk, moet uit de vervolgstudie blijken, extra toestromen in bufferbekken 3 om het onafhankelijke knelpunt 'Onverharde afstroom Heiken' (9.3.3) te kunnen oplossen, hiertoe moet de in het zwart getekende gracht worden gegraven.

In deze paragraaf zullen de oplossingen van alle onafhankelijke knelpunten stuk voor stuk worden behandeld. Daar waar de oplossingen voor raakvlakken met de eerder beschreven systemen zullen geven wordt dit vermeld.

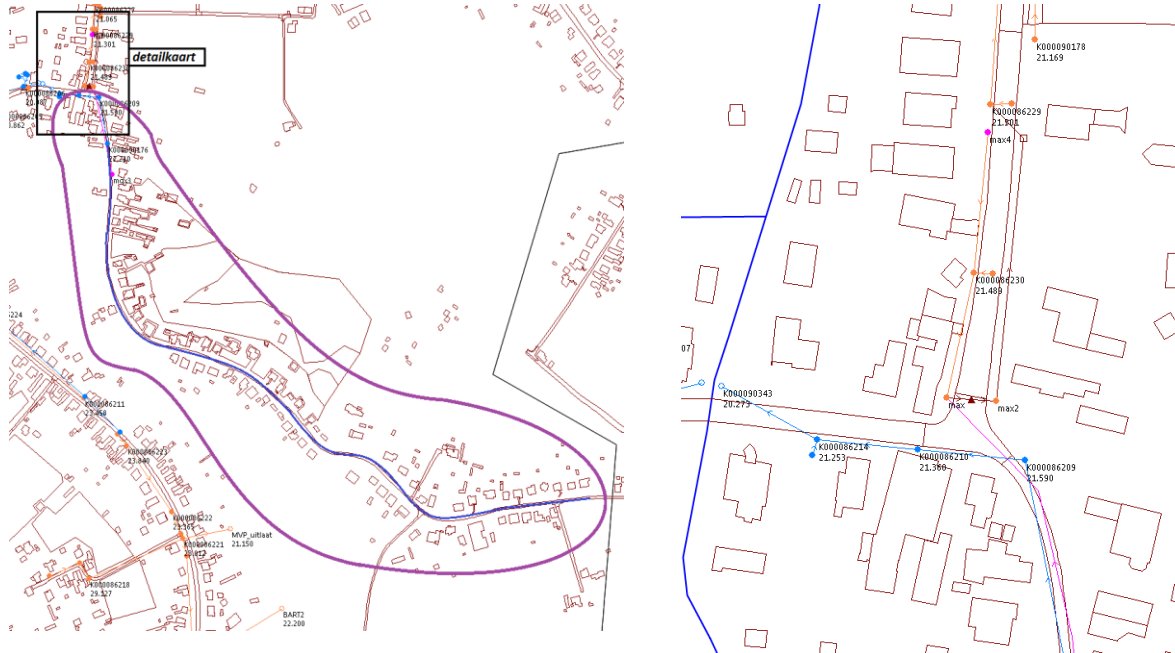
De onverharde afstroom van de weilanden aan de kortakker (in Figuur 22 in het groen te zien) zorgen voor verdunning. Om te voorkomen dat het afstromende water in het rioolstelsel terecht komt is een verbinding met openwateren nodig. In Figuur 22 is met rood de aanleg van een nieuwe afwaterende gracht weergegeven. Ze sluit aan op een bestaande gracht, het terrein is erg vlak maar gezien het relatief grote formaat van de bestaande gracht is een aansluiting mogelijk. Via de bestaande gracht stroomt het water in de Wielantsvliet en later in de Grote Motte. Een tweede directere mogelijkheid is in oranje aangegeven. Hierbij stroomt het water direct in de Grote Motte. Deze optie vraagt echter om inbuizingen onder percelen van bewoners door, deze optie is daarom veel kostbaarder en daarmee minder aantrekkelijk.



9.3.2 Gracht Oudenbos

De gracht aan de Oudenbos is een openriool waarbij grote onverharde oppervlaktes voor verdunning zorgen. Vervolgens stroomt een groot gedeelte hiervan direct af in de Grote Motte. Het aansluiten van het gebied op de rioolzuivering zal het lozingsknelpunt oplossen. Hieronder zal een voorstel voor deze aansluiting worden gedaan waarbij het verdunningsknelpunt 2 ook wordt aangepakt maar eerst zal een opmerking volgen over de gemodelleerde lozingsleiding.

Om de lozing tegen te gaan is het in ieder geval noodzakelijk om het stelsel door middel van een pomp te verbinden met het stelsel ten noorden. Om vervolgens de verdunning tegen te gaan en de waarschijnlijk bijbehorende overlast die in het noordelijke stelsel ontstaat bij een aansluiting te voorkomen is het scheiden van de afstroom van de onverharde oppervlaktes van het rioolstelsel noodzakelijk. In Figuur 23 is een voorstel voor een oplossing gegeven.

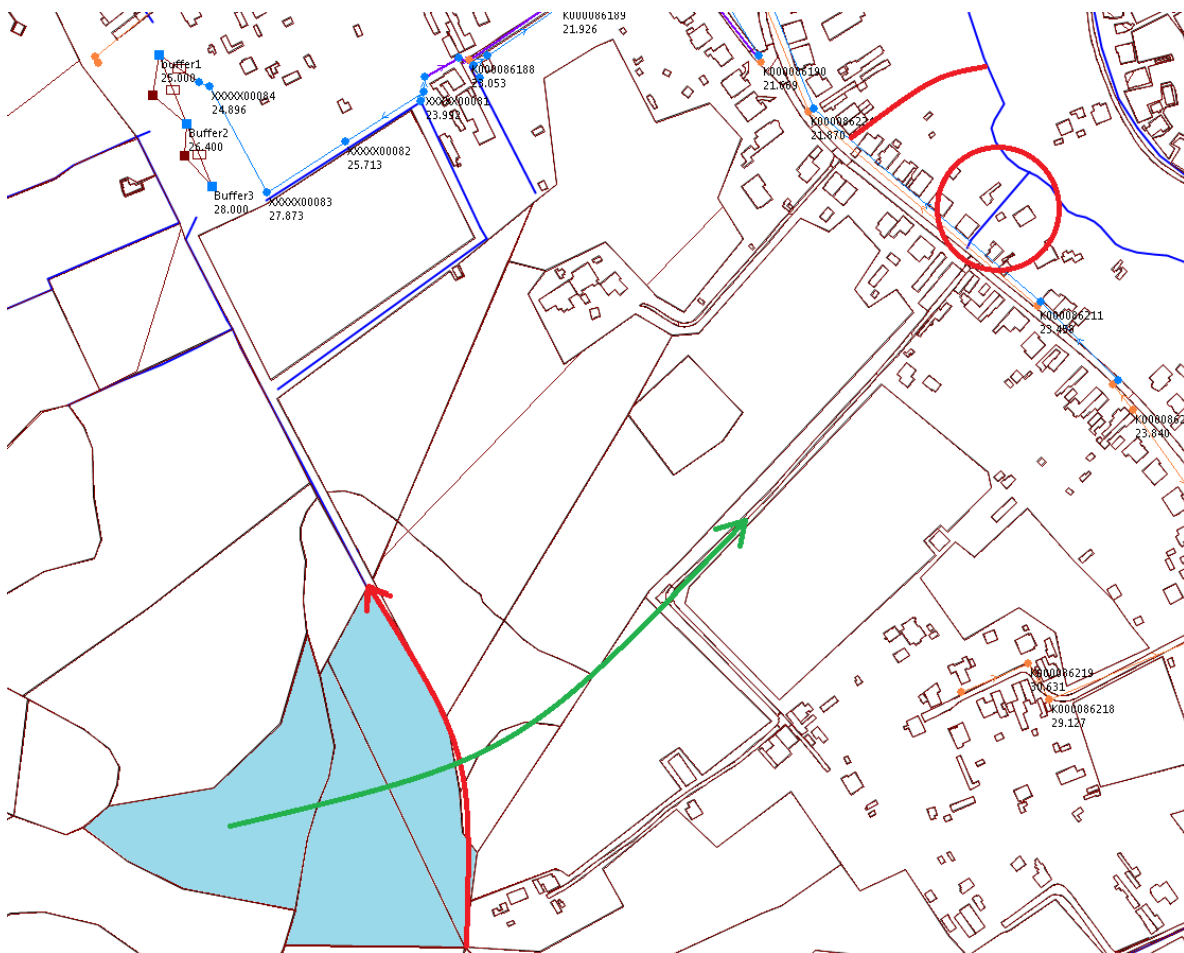


Figuur 23, Oplossing 'Gracht Oudenbos'. Link overzichtkaart en rechts de detailkaart.

Er is voor gekozen het water noordelijk te pompen omdat dit stelsel minder overbelast is dan aan de westzijde van de Grote Motte het geval is. Tevens is dit een directere route richting het KWZI (gekeken naar het aantal tussenliggende pompstations). De bestaande (grotendeels open) riolering zal als RWA worden gebruikt. Waarbij de uitlaat opnieuw wordt gelegd zodat zij geen opstuwende werking meer heeft (de blauwe leidingen rechts in Figuur 23). De koppeling met het noordelijke stelsel wordt buiten gebruik gesteld. Een nieuwe vuilleiding (paarse leiding) dient te worden aangelegd en verbonden met het pompstation (bruine driehoek). Het pompstation zal het vuilwater door middel van een persleiding (bruine leiding) tot het vermazingspunt pompen waarna het gravitair verder kan stromen.

9.3.3 Onverharde afstroom Heiken

Op het aanwezige RWA-stelsel in het Heiken is alleen de straat aangesloten. Om in systeem B de knelpunten op te kunnen lossen dienen ook de daken van huizen te worden afgekoppeld. Hiermee wordt het verdunningsknelpunt 'afkoppeling' opgelost. Het legt echter extra druk op het stelsel terwijl er al problemen waren, namelijk overlastknelpunt 25 & 26. Om deze overstromingen met het extra water hoofd te kunnen bieden zal de instroom moeten worden verminderd en de uitstroom moeten worden vergroot. De voorgestelde oplossing is in Figuur 24 Weergegeven. De afstroming van de blauw gekleurde onverharde oppervlaktes worden door middel van de nieuw te graven aangrenzende gracht (aangegeven met de rode pijl) richting bufferbekken 3 geleid. Mits dit mogelijk blijkt uit de bufferbekkenstudie. De huidige afstroming richting de Tieltsesweg (aangegeven met de groene pijl) wordt hiermee vermeden, de instroom in het stelsel is daarmee verminderd. De uitstroom uit het stelsel kan worden vergroot door een extra uitlaat richting de Motte te creëren. Er bestaat onduidelijkheid of deze uitlaat al bestaat of heeft bestaan. Volgens bewoners is er een uitlaat gesitueerd bij de rode cirkel. Indien deze bestaat en in werking is moet zij aan het model worden toegevoegd. Wanneer de uitlaat bestaat maar niet in werking is of slechts gedeeltelijk werkt dient ze terug in werking te worden gesteld. Mocht er geen uitlaat bestaan dan wordt de aanleg van een nieuwe uitlaat als oplossing voorgesteld, een hydraulisch strategische plek is aangegeven met de rode lijn. De exacte locatie ervan zal echter ook afhangen van de gewilligheid om mee te werken van bewoners.

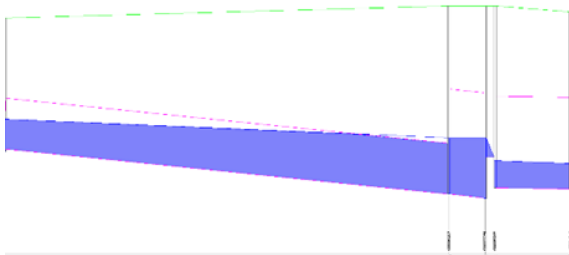


Figuur 24, Oplossing onverharde afstroom Heiken

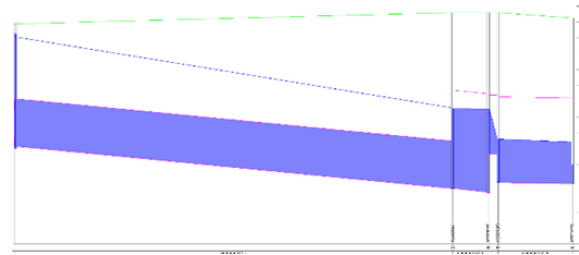
9.3.4 Pompstation Diestsesteenweg, oost

Aan Diestsesteenweg aan de oostzijde van de Grote Motte ligt een pompstation. De overstort die bij het pompstation hoort treedt te vaak in werking. In Figuur 25 en Figuur 26 is een doorsnede van de overstort en haar opwaartse leiding bij een f7 en een T=20 bui te zien.

Uit Figuur 25 blijkt dat het verhogen van de overstortdrempel voor weinig extra buffering zal zorgen. Het verhogen van de overstortdrempel in combinatie met het vergroten van de opwaartse leiding helpt daar in tegen wel. De toch al vrij opstuwende opwaartse leiding zal worden vervangen voor een 800:1240 leiding. In Figuur 26 is echter te zien dat het verhogen van de overstortdrempel (met meer dan +15 cm) voor extra opstuwing en daarmee overlast zal gaan zorgen omdat de overstort een knijpopening wordt. Om dit te voorkomen moet de overstort breder worden gemaakt. In de huidige situatie is de overstort slechts 0.7 m breed. Voorstel is deze te verbreden naar 2 m. Het gewenste effect wordt op deze manier echter nog niet bereikt.



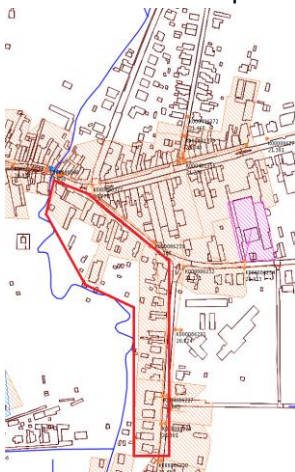
Figuur 26, Overstort bij een f7 bui



Figuur 25, Overstort bij een T20 bui

De aanpassingen aan de overstort en haar opwaartse leiding zullen in combinatie met minder instroom en/of extra buffering gepaard moeten gaan. Voor minder instroom kan enkel worden gezorgd wanneer het regenwater (gedeeltelijk) wordt afgekoppeld. De aanleg van een geheel gescheiden stel is erg duur en het open liggen van het centrum is erg onhandig. Een goedkopere en simpelere oplossing wordt daarom voorgesteld. De afkoppeling van de daken van huizen die aan de Grote Motte grenzen. Deze oplossing kan al met een aantal pvc buizen die van het dak richting de Grote Motte lopen gerealiseerd worden. De voorgestelde huizen zijn in Figuur 27 rood omlijnt.

De combinatie van aanpassingen zal het overstort probleem niet compleet verhelpen maar het overstort debiet wel terugbrengen van 340m³ naar 40m³. Deze laatste 40m³ kan met een extra buffer in de vorm van een bergbezinkingsbekken worden opgevangen. De locatie en bouw van zo'n bekken kan echter problemen geven.

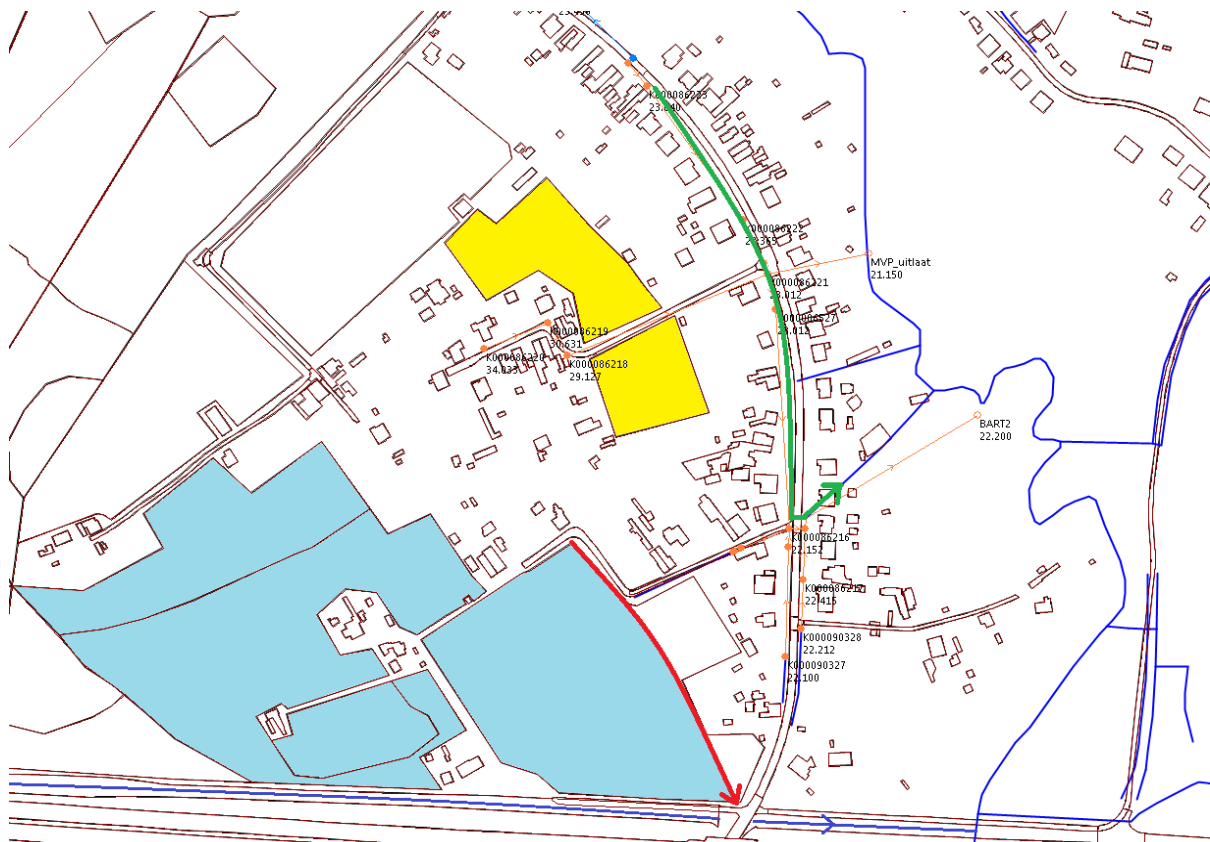


Figuur 27, Afkoppeling daken in Grote Motte

9.3.5 Zuidzijde Tieltseweg

De zuidzijde van de Tieltseweg is een op zichzelf staand stukje stelsel dat direct in de Grote Motte loost. Hieruit volgde het Lozingsknelpunt 'Westzijde Grote Motte'. Dit probleem zal worden aangepakt in een reeds gepland project. Hierin is er voor gekozen de afwatering via een ander netwerk naar een zuidelijker gelegen zuiveringsinstallatie te laten verlopen. Het betreffende stelsel is niet in dit onderzoek onderzocht. Er kan dan ook geen uitspraak worden gedaan over de manier waarop dit zal gebeuren of dat het stelsel over voldoende capaciteit beschikt om de aansluiting zonder overlast te kunnen verwerken. Afhankelijk voor welke oplossing er wordt gekozen voor het saneren van het gebied in het geplande project zal het verdunningsknelpunt 4 worden aangepakt. Wanneer er wordt gekozen voor de aanleg van een gescheiden stelsel hoeft er enkel een vuilwater buis te worden gelegd. Het bestaande stelsel kan namelijk als enkel RWA-stelsel worden gebruikt. De afstromende onverharde oppervlaktes zullen via dit stelsel dan afstromen in de Grote Motte en niet meer voor verdunning zorgen. Mocht ervoor worden gekozen het gemengde stelsel te behouden dan zal een nieuwe gracht ervoor moeten zorgen dat (het grootste gedeelte van) de afstromende onverharde oppervlaktes niet meer in het stelsel afstromen. Een voorstel hiervan is te zien in Figuur 28. Op de in het rood aangegeven gracht stromen de blauw gekleurde onverharde oppervlaktes uit. Via deze gracht zal het water in een bestaande gracht komen langs de snelweg waarna deze uitstroomt in de Grote Motte. Het betreft hier het grootste gedeelte van de (gemodelleerde) afstromende onverharde oppervlaktes. Om de afwatering van de gele gebieden ook te kunnen scheiden van het stelsel zal de in het groen aangegeven gracht langs de weg gegraven moeten worden. Gezien de geringe ruimte hiervoor en het geringe effect wordt dit niet als oplossing voorgesteld.

Met de uitvoering van het geplande project in combinatie met wellicht een nieuwe gracht zal het gekende overlastknelpunt niet meer optreden.



Figuur 28, Oplossing zuidzijde Tieltseweg

10 Conclusie en aanbeveling

Uit dit onderzoek met als hoofdvraag: *“Wat zijn de huidige en toekomstige knelpunten van het huidige rioolstelsel in het doelgebied Rillaar en wat zijn mogelijke oplossingen voor deze knelpunten?”*

Kan het volgende geconcludeerd worden:

Het doelgebied Rillaar is een verouderd rioolstelsel met een aantal huidige knelpunten en veel verwachte knelpunten in de toekomst. Over het algemeen is het afkoppelen van het regenwater op een aparte leiding, oftewel het aanleggen van een gescheiden stelsel, de beste oplossing. Omdat dit een erg kostbare oplossing is en de mogelijke uitvoering hiervan tientallen jaren kan duren zijn waar mogelijk alternatieve oplossingen gevonden.

De aanbeveling voor de oplossingen voor de huidige en toekomstige knelpunten van het huidige rioolstelsel in Rillaar zijn hieronder in tabelvorm (Tabel 2) opgenomen.

Systeem (zoals in Figuur 20)	Opgeloste knelpunten	Oplossing
A	Overlast: 7, 15 en 18 Verdunning: 5, 6, 7 Overstort: 1	- Gescheiden stelsel aan de Molenstraat, Oudebaan en Leuvenseweg tot aan het pompstation Diestsesteenweg (West) - Verbreden en verhogen van overstort 1 - Mogelijke aanleg bergbezinkingsbekken
B	Overlast: 10, 12, 16, 17, 19, 21, 22, 23, 24 Verdunning: 3, afkoppeling	- Afkoppeling huizen bij aanwezige RWA - Aanleg gescheiden stelsel in gehele systeem - Aanleg nieuwe grachten voor andere instroom bufferbekken - Automatische werking sluizen bufferbekken
Onafhankelijk 1 Kortakker	Verdunning: 1	- Aanleg nieuwe gracht die het afstromende regenwater via een bestaande gracht in de Wielantsvliet
Onafhankelijk 2 Gracht Oudenbos	Lozing: oostzijde Grote Motte Verdunning: 2	- Aanleg gescheiden stelsel Oudenbos. Bestaande openriool wordt RWA. - Nieuwe DWA sluit via een pompstation aan op noordelijk gelegen stelsel.
Onafhankelijk 3 Afstroom Heiken	Overlast: 25, 26 Verdunning: afkoppeling	- Aanleg nieuwe gracht voor afstroom in bufferbekken 3 i.p.v. in het rioolstelsel aan het Heiken. - Nieuwe/bestaande uitlaat vanuit RWA stelsel naar de Grote Motte
Onafhankelijk 4 Pompstation Diestsesteenweg oost	Overstort: 2	- Verbreden en verhogen van de bestaande overstort - bovenstroomse leiding een grotere diameter - mogelijke aanleg bergbezinkingsbekken
Onafhankelijk 5 Zuidzijde Tieltsseweg	Verdunning: 4 Lozing: westzijde Grote Motte Overlast: 4	- Aanleg gescheiden stelsel in het geplande project. - Indien niet mogelijk en zonering vind plaats door gescheiden stelsel, aanleg van gracht vanaf tienbunder naar de snelweg.

Tabel 2, Aanbeveling mogelijke oplossingen voor de knelpunten

11 Discussie en aanbevelingen

Bij de opbouw van het rioleringsmodel was de beschikbare rioleringsdatabank beperkt. Getracht is door middel van as-built plannen en terreinbezoeken een zo goed mogelijk beeld van het huidige rioolstelsel te creëren. Daar waar de rioleringsdatabank te kort schoot en data miste, zoals maaiveldpeilen, zijn door middel van interpolatie aannames gedaan.

Tevens is het tijdens dit onderzoek niet mogelijk geweest een kwantitatieve validatie uit te voeren. Er waren geen debietmetingen van het stelsel beschikbaar voor een kwantitatieve validatie. Door middel van drie kwalitatieve validaties is getracht het model zo goed als mogelijk te valideren.

In de loop van dit onderzoek is door Aquafin een meetcampagne gestart waarna een update van de rioleringsdatabank wordt uitgevoerd. Na deze update kan het model dat in dit onderzoek is opgesteld van een update worden voorzien. Daarnaast is tijdens dit onderzoek door Aquafin een flow-survey gestart, deze debietmetingen kunnen voor een kwantitatieve validatie worden gebruikt. Het geüpdatete model zou dan kwantitatief gevalideerd kunnen worden.

Het verkregen model geeft een goede indicatie waar de huidige knelpunten van het model zitten en in de toekomst zullen zitten. Aanbevolen wordt een vervolg studie op dit onderzoek, die met de extra data in de toekomst, een update van het model uit zal voeren. Naar verwachting zullen dezelfde knelpunten uit dit model naar voren komen. Een inschatting van de kwantiteit zal echter nauwkeuriger zijn. Waarna de exacte inpassing van de voorgestelde oplossingen kan worden gefinetuned. Binnen deze vervolg studie zal extra aandacht gegeven moeten worden aan het KWZI. De werking van het KWZI kon niet worden meegenomen in dit onderzoek. Het oplossen van alle gevonden knelpunten zou weinig zode aan de dijk zetten wanneer het KWZI niet naar behoren werkt.

Het huidige rioolstelsel in Rillaar is verouderd en bestaat voor een groot gedeelte uit knelpunten. De voorgestelde oplossingen zijn daarom vaak grote of ingrijpende aanpassingen in het rioolstelsel. Voor het bepalen van de exacte configuratie en effecten van de mogelijke oplossingen worden dan ook vervolgstudies aanbevolen die in combinatie uitgevoerd kunnen worden met de 'update-vervolgstudie'.

12 Bibliografie

- Aquafin. (2014). *Hydronautprocedure 6.5*. Aartselaar: Aquafin.
- Aquafin. (2015). *Index*. Opgeroepen op 04 19, 2015, van Aquafin:
<http://www.aquafin.be/nl/index.php>
- Directoraat-generaal milieu. (2012). *De kaderrichtlijn Water: in ieder belang!* Luxemburg: Bureau voor officiële publicaties der Europese Gemeenschappen.
- Distripond. (2015). *Bufferbekken*. Opgeroepen op 04 19, 2015, van Distripond:
<http://agri.distripond.com/nl/referenties/wateropslag/bufferbekken>
- Esty, D. C., Srebotnjak, T., Kim, C. H., Levy, M. A., Sherbinin, A. d., & Anderson, B. (2006). *Pilot 2006 Environmental Performance Index*.
- Google. (2015, 6 20). *Streetview*. Opgehaald van Google Maps:
<https://www.google.nl/maps/@50.97385,4.883395,3a,75y,169.85h,74.03t/data=!3m6!1e1!3m4!1sB2r9XnBaZzSkEnKqnWIMHw!2e0!7i13312!8i6656!6m1!1e1?hl=en>
- Hsu, A., Emerson, J., Johnson, L., Malik, O., Schwartz, J. D., Allison, A., Coplin, K., Guy, S., Lujan, B., Hawking, N., Lipstein, R., Miao, W., Mala, O., levy, M., Sherlin, A., Jaiteh, M. (2014). *2014 Environmental Performance Index*.
- Loket duurzaam wonen. (2015). *Gemengd en gescheiden stelsel*. Opgeroepen op 19 04, 2015, van
<http://www.waterbewust.nl/stelsel.html>
- Lycens. (2015). *Partiële herziening bestemmingsplan Losser Dorp*. Opgeroepen op 19 04, 2015, van
http://www.gisnet.nl/ruimtelijkeplannen/losser/productie/2008/NL.IMRO.0168.04BP0001PH04-0201/t_NL.IMRO.0168.04BP0001PH04-0201_2.2.html
- RIONED. (2009). *Riool in cijfers 2009-2010*. Bennekom: moderndruk.
- RIONED. (2015). *(Verbeterd) gescheiden riool*. Opgeroepen op 19 04, 2015, van Riool:
<http://www.riool.info/-/-verbeterd-gescheiden-riool>
- RIONED. (2015). *Gemengd riool*. Opgeroepen op 19 04, 2015, van riool:
<http://www.riool.info/gemengd-riool>
- Rousseau, D., Vanrolleghem, P. & Pauw, N. (2004). Rietvelden voor afvalwaterzuivering in Vlaanderen: ontwerp, bedrijfsvoering en prestaties. *Afvalwaterwetenschap*, 17-33.
- VPPB. (2008). *Handboek Rioleringsstechniek*.
- Werkgroep Waterzuivering. (2012). *Code van goede praktijk voor het ontwerp, de aanleg en het onderhoud van rioleringsystemen*. Erembodegem.

13 Bijlages

<i>A. Extra Theorie</i>	40
<i>B. Gekende knelpunten</i>	45
<i>C. As-built KWZI</i>	50
<i>D. Terreinbezoeken</i>	51
<i>E. Modelling structuren</i>	53
<i>F. Modelling van de belastingen op het stelsel</i>	56
<i>G. Resultaten simulaties f7- en T20-bui</i>	61
<i>H. As-built bufferbekken</i>	63
<i>I. Gecombineerde knelpunten</i>	64
<i>J. Mailcontact Brandweer</i>	65

A. Extra theorie

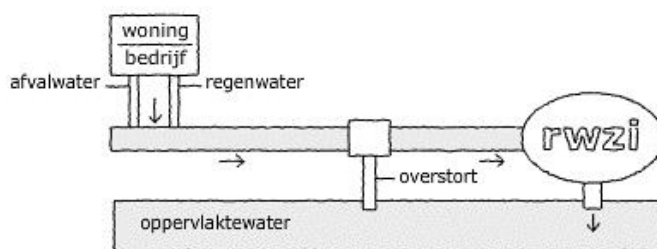
In deze bijlage worden de in hoofdstuk 3 besproken begrippen verder toegelicht. Allereerst komen de verschillende soorten rioolstelsels aanbod, vervolgens worden een aantal veelvoorkomende rioolstructuren aangestipt. Tot slot zal het begrip composietbui verder worden toegelicht.

Rioolstelsel

Een rioolstelsel bestaat uit leidingen en bijbehorende structuren en is voor het tijdelijk opvangen en vervoeren van zowel regen- als afvalwater. Dit vervoeren kan op twee manieren, namelijk mechanisch of door middel van de zwaartekracht (VPPB, 2008). Het drukrioleringsysteem werkt mechanisch, een pomp drukt het water door een leiding. Bij het vrijvervalsysteem/gravitairstelsel wordt gebruik gemaakt van de zwaartekracht, de leidingen liggen onder een bepaalde helling waardoor het water vanzelf verder stroomt. Er kan onderscheid worden gemaakt tussen twee soorten rioolstelsels: het gemengd stelsel en het gescheiden stelsel. Hieronder worden de twee stelsels besproken.

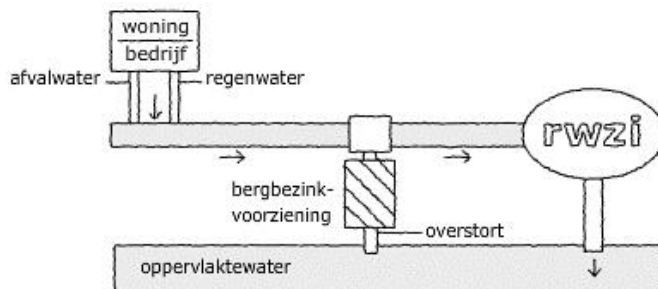
Gemengd stelsel

Bij een gemengd stelsel worden het regenwater en het afvalwater in dezelfde leiding vervoerd. Dit is relatief goedkoop en simpel. Het is niet mogelijk om voor elk mogelijke afvoer een stelsel te dimensioneren. Om daarom te voorkomen dat bij overbelasting van het systeem het water op straat staat of in je woning omhoog komt zijn er in het stelsel structuren aangebracht, zogenaamde overstorten, die het rioolwater boven een bepaalde afvoer lozen op het oppervlaktewater. In Figuur 29 is een schematisch weergegeven hoe het gemengd stelsel met overstort eruit ziet.



Figuur 29, Gemengd stelsel (RIONED, 2015)

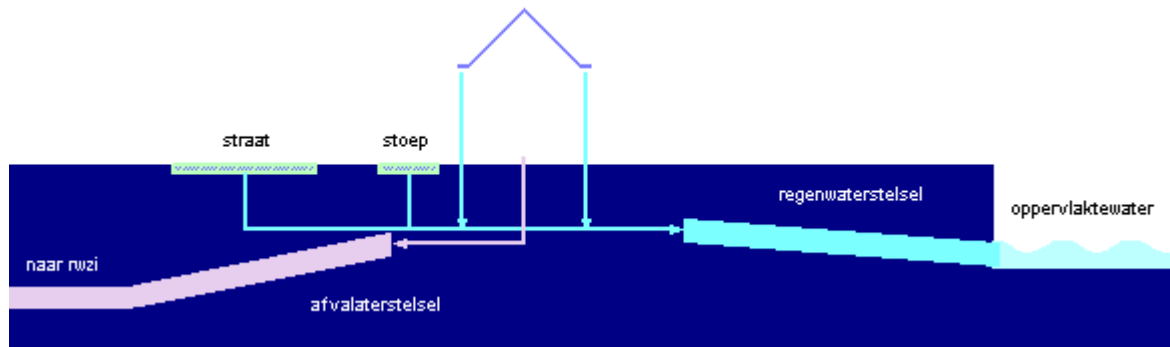
Het water wat de wordt geloosd op het oppervlaktewater is eigenlijk afvalwater aangelengd met regenwater. Het lozen van dit aangelengde afvalwater kan tot ernstige milieuvervuiling leiden, zoals in België als is gebleken. Om dit tegen te gaan kunnen in gemengde rioolsystemen zogenaamde bergbezinkingsbekken(zie 3.2.3) worden geplaatst. Hierdoor zal het aangelengde afvalwater minder snel in het oppervlaktewater stromen en wanneer dit wel gebeurt zal het schoner zijn. Een schematische weergave van een zogenaamd verbeterd gemengd stelsel is in Figuur 30 weergegeven.



Figuur 30, Verbeterd gemengd stelsel (RIONED, 2015)

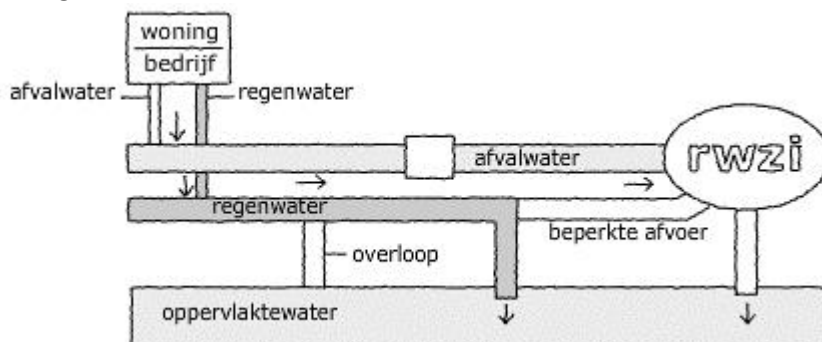
Gescheiden stelsel

Een gescheiden stelsel bestaat uit twee gescheiden leidingen. Hierbij is één leiding bedoeld voor het afvalwater en één voor het regenwater. Het regenwater gaat naar het oppervlaktewater. Het afvalwater gaat naar de RWZI. Het nadeel van dit stelsel is dat het relatief lastiger is aan te leggen. Het voordeel is echter dat het afvalwater gescheiden blijft van het regenwater en dus bij een hevige regenbui niet (in aangelengde vorm) op het oppervlaktewater wordt geloosd. Daarnaast is het afvalwater geconcentreerder dan in het gemengd systeem wanneer het bij het RWZI aankomt hierdoor is het afvalwater makkelijker te zuiveren. Een schematische weergave van het Gescheiden stelsel is in Figuur 31 weergegeven.



Figuur 31, Gescheiden stelsel (Loket duurzaam wonen, 2015)

In het gescheiden stelsel kan echter nog wel (lichte) vervuiling van het oppervlaktewater optreden. Het regenwater is namelijk niet altijd schoon. Vuil van de straat en daken wordt door het regenwater meegenomen en vervuult vervolgens dus alsnog het oppervlaktewater. Om dit te voorkomen bestaat het verbeterd gescheiden stelsel. Hierbij lopen zowel het afvalwater als het regenwater naar de RWZI. Het betreft echter maar een klein beetje regenwater, oftewel alleen eerste regenwater van het begin van een bui. Hierdoor wordt het relatief vervuilde eerste regenwater gezuiverd. Het overige relatief schone regenwater, de straat is immers al schoon gespoeld, gaat gewoon naar het oppervlakte water. In Figuur 32 is een schematische weergave van het verbeterd gescheiden stelsel weergegeven.



Figuur 32, Verbeterd gescheiden riool (RIONED, 2015)

Structuren in het rioolstelsel

Naast de standaard leidingen en putten die een rioolstel vormen bestaan er een aantal veelvoorkomende structuren in het rioolstelsel. Deze worden hieronder stuk voor stuk beschreven.

KWZI

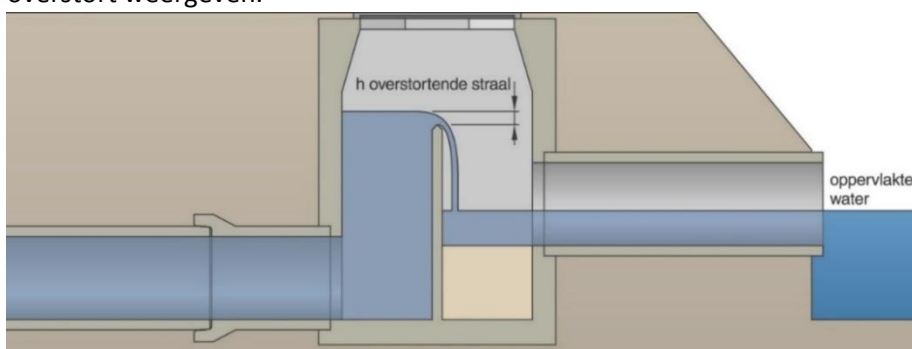
KWZI staat voor kleinschalige waterzuiveringsinstallatie en is in principe bedoeld voor het zuiveren van afvalwater van afgelegen woonkernen. In 2004 was het KWZI in Rillaar de grootste van Vlaanderen (Rousseau, Vanrolleghem, & Pauw, 2004). De zuivering vindt plaats door het afval op/in zogenaamde wortelzone- en rietvelden te pompen. De manier van het verspreiden van het afvalwater op/in beide soorten velden is anders, het principe van zuivering daar in tegen ongeveer gelijk. Nadat het afval water op/in het wortelzone- of rietveld is gepompt stroomt het door een lichte helling in het terrein door het veld richting een drainage buis. Tijdens de stroming wordt het water gezuiverd doordat het tussen kiezels en de wortels van rietplanten door stroomt. De rietstengels zorgen voor een zuurstof- en bacterierijke omgeving waarbij de nutriënten in het afvalwater worden afgebroken.

Pompstations

Pompstations zijn belangrijke structuren in een rioolstelsel. In het Rillaar is een gebied met veel reliëf. Helaas volgen straten niet altijd de helling aanwezig in het landschap. Hierdoor zijn er soms pompstations nodig om het rioolwater naar de zuiveringsinstallatie te kunnen vervoeren. Doordat pompstations een bepaald maximaal doorvoer debiet kennen zijn bij pompen vaak overstorten aanwezig.

Overstort

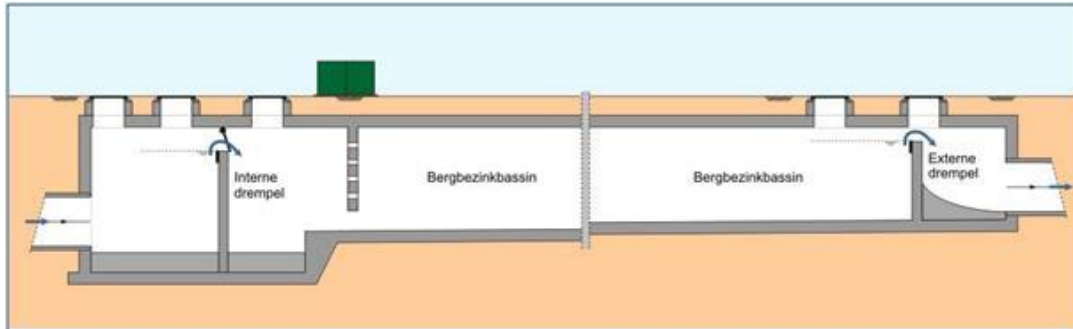
In het handboek rioleringstechniek(1999) wordt een overstort een simpele stuw genoemd die niet in hoogte verstelbaar is. De overstort stroomt over bij een te hoge afvoer in het rioolstelsel en lost hiermee het overtollig water op het oppervlaktewater. Het voordeel hiervan is dat bij hevige buien het water dan niet op straat blijft staan. Het nadeel is dat in het gemengde rioolstelsel een overstort (aangelengd) afvalwater op oppervlaktewater lost met alle vervuilende gevolgen van dien. Er is een onderscheid tussen zogenoemde volkomen en onvolkomen overstorten. Bij de volkomen overstort heeft de benedenstroomse waterstand geen invloed op de waterstroom, bij een onvolkomen overstort is dit wel het geval (VPPB, 2008). In Figuur 33 is een schematische weergave van een overstort weergegeven.



Figuur 33, Overstort (VPPB, 2008)

Bergbezinkingsbekken

Het bergbezinkingsbekken wordt in het verbeterd gemengd stelsel voor de overstort geplaatst. Het is een grote ondergrondse betonnen bak waarin het overtollige water tijdens een hevige bui doormiddel van een interne overstort wordt binnen gelaten en tijdelijk wordt opgevangen (RIONED,2015). Hiermee wordt het bergingsvolume van het rioolstelsel vergroot, hierdoor zullen de overstorten minder vaak het aangelengde afvalwater op het oppervlaktewater hoeven lozen. Daarnaast zuivert het bergbezinkingsbekken het water al een beetje mocht de overstort toch nodig zijn. In de bak bezinkt namelijk al een groot gedeelte van het vuil uit het vuile water. Na afloop van de hevige bui wordt het opgevangen water (met haar afval en slib) naar het rioolstelsel terug gepompt om gezuiverd te worden. In een verbeterd gemengd stelsel zal dus minder vaak de overstort worden gebruikt en wanneer het gebeurt, is het water minder vuil dan in een gewoon gemengd stelsel. In Figuur 34 is een bergbezinkingsbekken weergegeven.



Figuur 34, Bergbezinkingsbekken (Lycens, 2015)

Bufferbekken

Een bufferbekken is een tijdelijke opvangbak voor water meestal in de vorm van een bovengrondse vijver. Er zijn meerdere toepassingen van een bufferbekken maar komen in essentie allen op hetzelfde neer: het opvangen en vertraagd afvoeren van water. Het voordeel hiervan is dat de piekafvoer die een stelsel bij een intensieve bui te verwerken krijgt hiermee kan worden afgetopt. Een foto van een bufferbekken is in Figuur 35 weergegeven.



Figuur 35, Bufferbekken (Distripont, 2015)

Knijpleiding

Een knijpleiding is eigenlijk een gewone leiding in het rioolstelsel. Echter door haar relatief kleine diameter ten opzichte van de rest van het stelsel zal zij een 'knijpende' werking hebben. Dit wil zeggen dat bij een bepaalde afvoer de maximum doorvoer is bereikt. Een knijpleiding wordt daarom onder de debietbegrenzers gerekend. Een debietbegrenzer heeft als functie een vertraagde afvoer te realiseren om hiermee de buffercapaciteit van de bovenstroomse leidingen beter te benutten. De opstuwing moet echter niet dusdanig groot worden dat er bovenstrooms overstromingen ontstaan.

Vermazingen

Met een vermazing wordt vaak een verbinding met een ander rioolstelsel bedoeld. Een vermazing is specifieker te omschrijven als een verbinding tussen twee leidingen met een tegenovergestelde afstromingsrichting. Wanneer het droog is of bij een lichte regenbui zal het water dus deze afstromingsrichtingen aanhouden. Bij relatief grote afvoeren en benedenstroomse opstuwing kan de afvoer van de ene leiding invloed hebben op de afvoer van de andere leiding. De stromingsrichting zal dan (voor korte tijd) niet twee maar in één richting zijn.

Composietbuizen

In dit onderzoek zullen een aantal composietbuizen worden gebruikt. Composietbuizen zijn ontwerpbuizen met een bepaalde herhalingstijd. InfoWorks kent een aantal composietbuizen, het model kan met deze buizen worden gesimuleerd.

In de hydronautprocedure 6.5 (Aquafin, 2014) staat over composietbuizen het volgende:

“Vanaf 2012 worden in Vlaanderen conform de „Code van Goede Praktijk voor het ontwerp, de aanleg en het onderhoud van rioleringsystemen” nieuwe composietbuizen gebruikt, die meer representatief zijn voor de neerslag van de afgelopen decennia. De periode waarop deze nieuwe buizen gebaseerd zijn is 1970-2007. De gebruikte tijdstap is 5 minuten.

In de Code wordt tevens een nieuwe omrekeningsformule gegeven om karakteristieken van reële buizen te vertalen naar een statistische terugkeerperiode.

Composietbuizen zijn beschikbaar voor een reeks van frequenties, gaande van 12 keer per jaar („f12”) tot 1 keer in 100 jaar („T100”). Voor Hydronaut-studies worden typisch de buizen T20, T5, T2, f7 en f10 gebruikt.

De composietbuizen worden ter beschikking gesteld als InfoWorks CS neerslagevents in de Hydronaut-startdatabase.”

In deze studie zal bij de validatie gebruik worden gemaakt van simulaties met f7, f10, T2, T5 en T20 buizen, met in het bijzonder een T5 bui met aangepaste run-off coëfficiënt. De run-off coëfficiënt wordt hierbij aangepast naar de oude ontwerpcode, hiermee wordt het best de huidige regenbuizen gesimuleerd. Voor het bepalen van de toekomstige knelpunten wordt gebruik gemaakt van een T20 bui.

B. Gekende knelpunten

Allereerst zal worden uitgelegd hoe alle gekende knelpunten zijn verkregen en zal daarnaast een overzicht worden gegeven van alle gekende knelpunten. Vervolgens zullen de gekende knelpunten worden besproken en zal worden vastgesteld welke relevant zijn.

Vaststellen knelpunten

Voor het vaststellen van de gekende knelpunten in Rillaar zijn verschillende bronnen gebruikt. Allereerst bevatte de aangeleverde rioleringsdatabank een dataset met knelpunten van twee bronnen, namelijk de Gemeente en de VMM. Daarnaast zijn de brandweer en inwoners als bronnen gebruikt.

Gemeente: Wanneer inwoners wateroverlast ondervinden kunnen ze dit bij de gemeente melden. Zo zal de gemeente een goed overzicht hebben van de overlastknelpunten in het gebied. Een kanttekening hierbij is dat bewoners hun wateroverlast wel moeten melden. Bevroagde inwoners spraken niet altijd groot vertrouwen in 'de gemeente' uit, het kan dus zo zijn dat wateroverlast soms niet gemeld wordt. Tevens zijn bij de gemeente vaak metingen van externe organisaties (zoals de VMM) bekend.

VMM: De VMM, oftewel de Vlaamse Milieumaatschappij, meet en controleert de kwantiteit en kwaliteit van water. Knelpunten als lozing of verdunning komen hier naar voren. Naast de knelpunten van de bovenstaande bronnen uit de rioleringsdatabank zijn nog twee bronnen gebruikt ter inventarisatie van gekende knelpunten, namelijk de brandweer en inwoners.

De brandweer: Bij wateroverlast wordt de brandweer gebeld om het op te lossen. De brandweer is daarom aangeschreven (zie bijlage J) met de vraag in hoeverre het rioleringsstelsel in Rillaar onderhevig is aan wateroverlast. Van een achttal gegeven momenten van wateroverlast in het gebied rond Rillaar bleken er drie in het studiegebied te liggen.

Inwoners: Tijdens de terreinbezoeken (bijlage D) zijn verscheidene mogelijke knelpunten ter sprake gekomen in gesprekken met inwoners. Bij de bewoners van de huizen met door de brandweer gemelde wateroverlast is aangebeld en gevraagd wat exact de overlast was. Hier bleek dat bij twee van de drie gemelde situaties het om een bouwtechnische fout ging die opgelost was. De derde gemelde situatie is niet gevonden, bewoners waren niet aanwezig.

Alle gekende knelpunten die binnen het studiegebied vallen zijn in Figuur 36 en Tabel 3 weergegeven en beschreven.



blauw: brandweer
groen: VMM
rood: Gemeente
geel: inwoners

Knelpunt	status	klasse	bron	omschrijving
1	GEME	6	VMM,GEM	Verschillende huizen zijn niet op vernieuwde riolering aangesloten en lozen op aanwezige grachten.
2	GEME	6	VMM,GEM	Verschillende huizen zijn niet op vernieuwde riolering aangesloten en lozen op de Wielantsvliet.
3	GEME	2B	VMM,GEM	T.h.v. het laagste van de achterliggende wachtbekkens, sluit een bron aan op de gemengde riolering van de Marktweg. Indien het bekken opgevuuld is loopt het water over de oever.
4	GEME	2F	VMM,GEM	Afstroming naar laagpunt (pollengrasland) dat toevallig functioneert als infiltratiekom in de zandige bodem (Wadi). Bij verzadiging zoekt het overtollig water via straatslokkers zijn weg naar de gemengde riolering van de Leuvenseweg.
5	GEME	2A	VMM,GEM	De baangracht van het niet-gerioleerde gedeelte van de Oudebaan sluit aan op de riolering van de Leuvenseweg. Naast regenwater dat afstroomt van de aangrenzende helling is op deze gracht het vuilwater van de woningen van de Oudenbaan aangesloten.
6	GEME	3	VMM,GEM	Wachtbekken achterin Marktweg en Heiken raakt niet tijdig leeg.
7	GEME	4A	VMM,GEM	Slechte werking pompstations t.h.v. Diestsesteenweg: regelmatig buiten dienst.
8	OPGE	4B	VMM,GEM	Wegens gebrek aan terugslagkleppen, loopt de Grote Motte bij hoge waterstand de riolering (PS) van de Diestsesteenweg in. Opgelost => terugslagkleppen zijn geplaatst
9	ODEF	6	GEM	Lozingspunt beperkt stuk Ebdries en Oudenbos
10	ODEF	2D	GEM	De meest zuidelijke 150 meter van de RWA-streng van de Tieltseweg sluit t.h.v. de Kloppeberg aan op de gemengde riolering.
11	ODEF	6	VMM,GEM	Lozingspunt Tieltseweg
12	GEME	2F	VMM,GEM	Via een afwateringsgracht langs Ebdries sluit een behoorlijke hoeveelheid drainagewater van de aanliggende heuvel (Vrankenbos) aan op de riolering van de Schoonderbeukenweg.
13	GEME	2F	VMM,GEM	Via een afwateringsgracht langs het niet-gerioleerde gedeelte van de Schoonderbeukenweg sluit een behoorlijke hoeveelheid drainagewater van de aanliggende heuvel (Vrankenbos) aan op de riolering van de Schoonderbeukenweg.
14	ODEF	6	VMM	Lozingspunt deel Schoonderbeukenweg.
15	ODEF	6	VMM	Lozingspunt Ebdries.
16	OPGE	1	brandweer	Blankenstraat 5A, 11/8/2014, bouwtechnische fout, inmiddels opgelost.
17	OPGE	1	brandweer	Blankenstraat 7A, 03/8/2014, bouwtechnische fout, inmiddels opgelost.
18	GEME	1	brandweer	Leuvenseweg 29, 08/8/2014, geen verificatie mogelijk.
19	GEME	1	inwoners	Steenberg 16, uitlaat in tuin, afstroom richting gracht aan onderkant van tuin.
20	GEME	9	inwoners	Schoonderbeukenweg ligt een klein gedeelte open riool met geuroverlast.

Tabel 3, Gekende knelpunten met status, klasse, bron en omschrijving

Legenda

status

GEME: gemeld

ODEF: oplossing gedefinieerd

OPGE: opgelost

klasse

1: Wateroverlast

2A: Verdunning, inlaat gracht

2B: Verdunning, drainage

2D: Verdunning, verkeerde aansluiting RWA op DWA

2F: Verdunning, afstroom grote oppervlakte

3: Structureel

4A: Overstortwerking, veelvuldige werking

4B: Overstortwerking, omgekeerde werking

6: Lozing, op te nemen lozingspunt

9: Geurklacht

bron

VMM: Vlaamse Milieumaatschappij

GEM: Gemeente

Bespreking gekende knelpunten

Hieronder worden alle gekende knelpunten stuk voor stuk kort besproken.

Dikgedrukt wordt als relevant knelpunt gezien.

1. Lozingsknelpunt. Er is geen informatie om hoeveel huizen het gaat, laat staan welke exact. Hierdoor is ervoor gekozen het gebied volledig gescheiden af te koppelen zodat voor het rioleringsstelsel de meest ongunstige situatie wordt nagegaan. Dit betekent dat het knelpunt niet wordt meegenomen in het model maar wel als relevant wordt gezien.

2. Lozingsknelpunt. Er is geen informatie om hoeveel huizen het gaat, laat staan welke exact. Hierdoor is ervoor gekozen het gebied volledig gescheiden af te koppelen zodat voor het rioleringsstelsel de meest ongunstige situatie wordt nagegaan. Dit betekent dat het knelpunt niet wordt meegenomen in het model maar wel als relevant wordt gezien.

3. Verdunningsknelpunt, en tevens wordt indirect een wateroverlastknelpunt genoemd. Het water loopt over de oever. Zeer relevant.

4. Verdunningsknelpunt, relevant

5. Verdunningsknelpunt, relevant

6. Lijdt tot wateroverlast en verdunning, zeer relevant

7. Het pompstation wordt als werkende beschouwd, er is een reserve pomp aanwezig bij uitval van de hoofdpomp. Het knelpunt wordt als irrelevant beschouwd en niet verder meegenomen.

8. Verkeerde overstortwerking, is echter al opgelost dus wordt niet verder meegenomen.

9. Lozingsknelpunt, relevant

10. Verdunningsknelpunt. Zuidelijke gedeelte Tieltseweg lost echter direct op de Grote Motte. Als verdunningsknelpunt is zij voorlopig dus irrelevant. Het knelpunt wordt echter wel meegenomen aangezien het geheel een lozingsknelpunt is (zie knelpunt 11) en bij een mogelijke toekomstige afkoppeling van het gebied het knelpunt wel als relevant verdunningsknelpunt kan worden gezien.

11. Lozingsknelpunt, relevant

12. Verdunningsknelpunt, Afwatering gaat via een stelsel buiten het studiegebied.

Knelpunt wordt niet verder meegenomen.

13. Verdunningsknelpunt, Afwatering gaat via een stelsel buiten het studiegebied.

Knelpunt wordt niet verder meegenomen.

14. Lozingsknelpunt, Afwatering gaat via een stelsel buiten het studiegebied. Knelpunt wordt niet verder meegenomen.

15. Lozingsknelpunt, Afwatering gaat via een stelsel buiten het studiegebied. Knelpunt wordt niet verder meegenomen.

16. Wateroverlast, oorzaak was een bouwtechnische fout en die is inmiddels opgelost. Knelpunt zal dus niet verder worden meegenomen

17. Wateroverlast, oorzaak was een bouwtechnische fout en die is inmiddels opgelost. Knelpunt zal dus niet verder worden meegenomen

18. Wateroverlast, kon niet worden geverifieerd. Knelpunt zal verder worden meegenomen, relevant.

19. Wateroverlast. Het gaat hier om plaatselijke overlast omdat er in principe een inbuizing mist. Hydraulisch heeft dit knelpunt weinig effect en kan het niet gesimuleerd worden. Het knelpunt wordt niet meegenomen in het model maar wel als relevant beschouwd.

20. Geuroverlast, Afwatering gaat via een stelsel buiten het studiegebied. Knelpunt wordt niet verder meegenomen.

C. As-built KWZI

In deze bijlage is het as-built plan van het KWZI gegeven. Twijfel over de werking van het KWZI is op basis van dit plan uitgesproken. Zonder een gedetailleerder as-built plan van de pompen en mogelijk extra zuiveringsconstructies kon de werking van het KWZI niet in het model worden meegenomen.

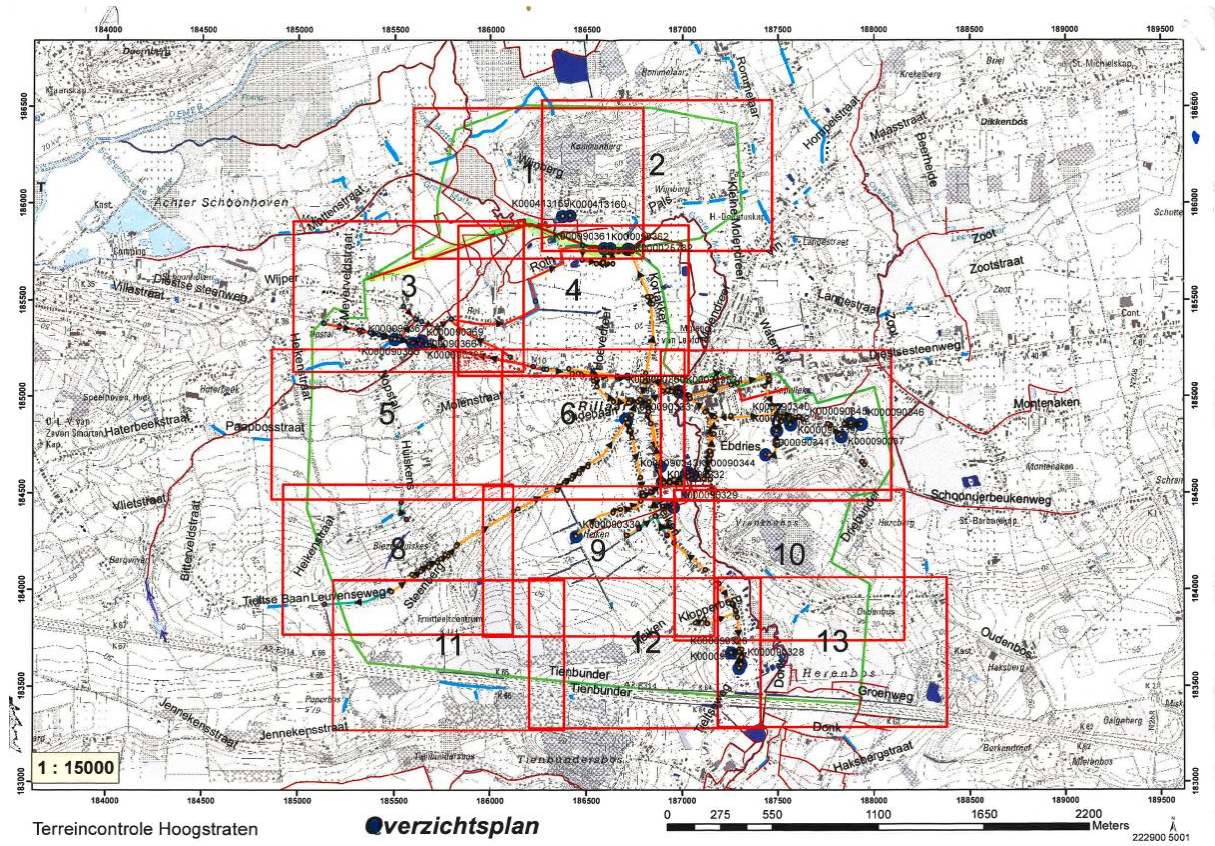


Figuur 37, As-built plan KWZI

D. Terrein bezoeken

Tijdens het onderzoek is het studiegebied drie keer bezocht. De terreinbezoeken diende voor het zo goed mogelijk invullen van missende data uit de rioleringsdatabank. Tijdens de terreinbezoeken is een grachteninventarisatie uitgevoerd, zijn gekende wateroverlast knelpunten geverifieerd bij bewoners, is de configuratie en afstroming rond het bufferbekken nagegaan, zijn de waterpeilen van alle in- en uitlaten opgemeten en is een inventarisatie van de afkoppeling bij twee grote bedrijven gedaan. In deze bijlage wordt eerst de voorbereiding aangestipt waarna de verschillende uitgevoerde onderdelen worden besproken.

Ter voorbereiding voor de terreinbezoeken is het studiegebied opgedeeld in deelgebieden. Allereerst is in ArcMap een overzichtskaart gemaakt met hierop het vanuit de rioleringsdatabank bekende rioolstelsel, de kaart is te zien in Figuur 38. Tevens is op de overzichtskaart is de opdeling van het studiegebied in deelgebieden weergegeven. De dertien deelkaarten geven een gedetailleerde beeld van het gebied. De overzichtskaart en haar deelkaarten zijn als topografische kaart en als luchtfoto geprint en bij de terreinbezoeken meegenomen. Hierbij dienden de luchtfoto's als indicatie voor de ligging van mogelijke grachten en de topografische kaarten om grachten en andere informatie in te tekenen. Voor het opmeten van de in- en uitlaten is tot slot een excel tabel opgezet die fungeerde als invulformulier.



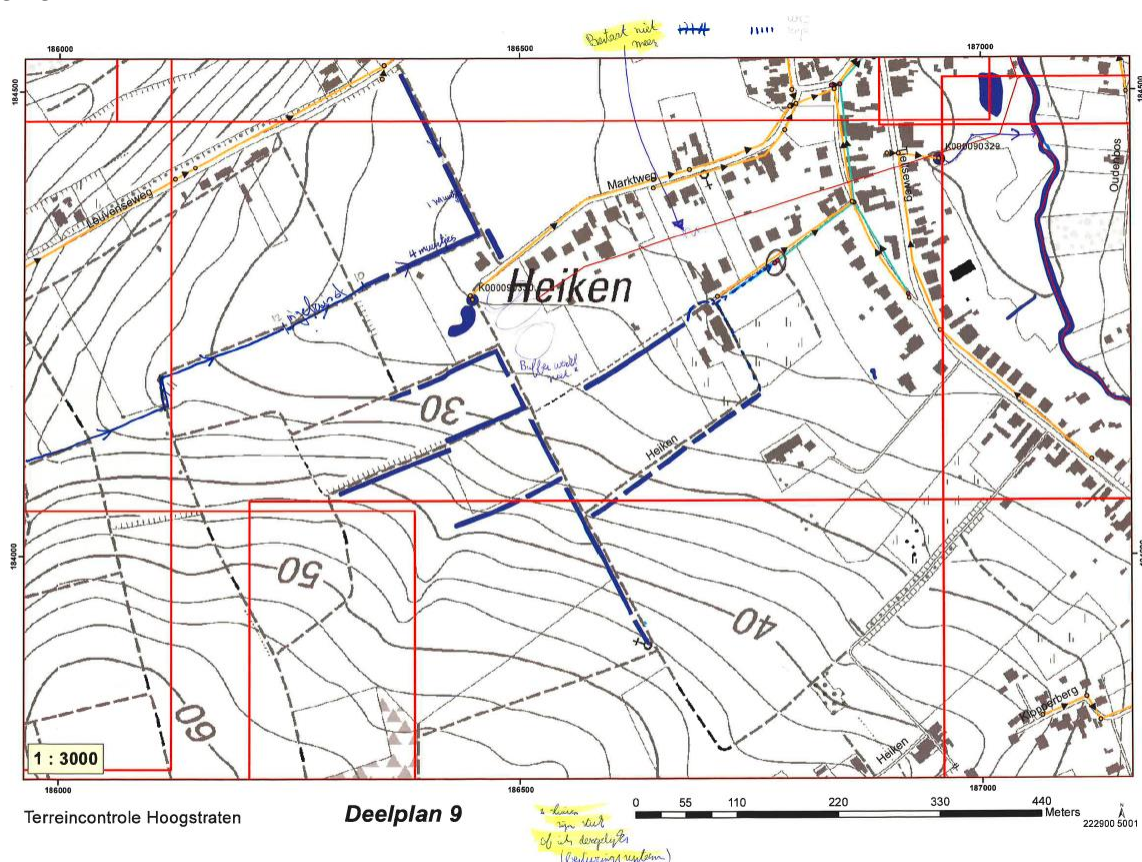
Figuur 38, Overzichtsplan terreinbezoeken

Grachteninventarisatie

Voor het bepalen van de afstroming van de onverharde oppervlaktes is het noodzakelijk de bestaande grachten in het studiegebied te kennen. Hiertoe is tijdens de terreinbezoeken een grachteninventarisatie uitgevoerd. Tijdens de grachteninventarisatie zijn alle grachten in het studiegebied met afstromingsrichting in kaart gebracht. In combinatie met het nagaan van de configuratie van het bufferbekken is in Figuur 39 een deelplan met ingetekende grachten weergegeven.

Configuratie bufferbekken

Tijdens de terreinbezoeken is getracht de configuratie van het bufferbekken en de gebieden die (d.m.v. grachten) afstromen in het bufferbekken in kaart te brengen. De locatie en de toestromende grachten zijn in Figuur 39 weergegeven. Uit gesprekken met plaatselijke bewoners kwam naar voren dat het bufferbekken niet goed werkte, de sluizen stonden altijd dicht. Tevens zou een oude bestaande buis, die als rode lijn vanaf het bufferbekken richting de Grote Motte is te zien, niet meer werken.



Figuur 39, Ingetekend deelplan 9

Verificatie bestaande wateroverlast knelpunten

In Gekende knelpunten staan de gekende knelpunten gegeven. De vanuit de brandweer gekende wateroverlast knelpunten zijn geverifieerd door bij bewoners te vragen wat voor wateroverlast het betrof en wat de oorzaak zou zijn geweest. Bij de twee bekende wateroverlast knelpunten 7 & 8 bleek een bouwtechnische fout de oorzaak van de wateroverlast, tevens was het probleem inmiddels opgelost. Deze knelpunten zijn vervolgens geschrapt uit de gekende knelpunten.

Waterpeilen in- en uitlaten

Voor de hydraulische werking van de in- en uitlaten is het belangrijk dat het waterpeil en de mogelijke sedimentatie van de in- en uitlaten bekend zijn. De rioleringsdatabank bevatte deze gegevens niet, tijdens de terreinbezoeken is deze informatie daarom aangevuld. Hierbij is gebruik gemaakt van een vooraf opgestelde tabel die tijdens de terreinbezoeken direct kon worden ingevuld. In de onderstaande Tabel 4 is de gedigitaliseerde tabel te zien.

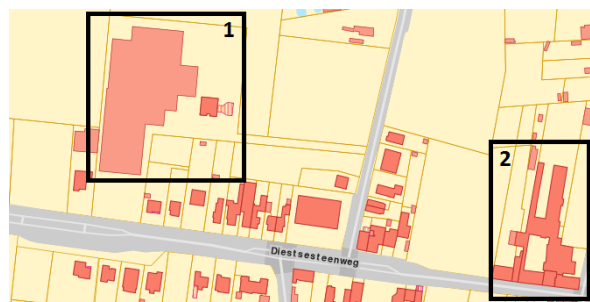
Knoopnummer	Straat	INLT/ UITL	huidig waterpeil t.o.v. BOK (m)	inschatting max waterpeil t.o.v. BOK (m)	sedimentatie t.o.v. BOK (m)	Opmerking terreinverkenning (slechte toestand, volledig verstopt, reukhinder, overstrooming)
K000319534	Diestsesteenweg	UITL				
K000025782	Kortakker	UITL	0	0,85	n.v.t.	Lijkt een terugslagklep
K000090366	Diestsesteenweg	INLT	0	0,5	n.v.t.	geen water
K000090369	Diestsesteenweg	UITL	0,05	1,1	n.v.t.	
K000090365	nopstal	INLT	0,24	0,6	n.v.t.	kopmuur+ horizontaal rooster
K000090367	Diestsesteenweg	INLT	0,05	0,9	n.v.t.	2 leidingen van beide kanten 1
K000090326	tiembunder	INLT	0,01	0,35	n.v.t.	
K000090327	Tieltseweg	INLT	0	0,4	n.v.t.	geen water + dicht begroeid
K000090328	Tieltseweg	INLT	0	0,4	n.v.t.	geen water + dicht begroeid
K000090329	Tieltseweg	UITL	0,15	0,5	0,1	gemiddeld 3x per jaar onder water
K000090330	Marktweg	INLT	0	0,6	n.v.t.	geen water
K000090344	Oudenbos	UITL	0	0,8	n.v.t.	buis half onder water
K000090332	Tieltseweg	INLT	0	0,5	n.v.t.	geen water
K000090333	Oudebaan	INLT	0,01	0,8	n.v.t.	vuil
K000090337	Schoonderbeukenweg	INLT	0,06	0,3	n.v.t.	vuil
K000090339	Schoonderbeukenweg	INLT	0,06	0,3	n.v.t.	bijna dicht gegroeid
K000090340	Schoonderbeukenweg	INLT	0	0,4	n.v.t.	geen water
K000090341	Ebdries	INLT	0	0,4	n.v.t.	geen water
K000090342	Ebdries	INLT	0,1	0,3	n.v.t.	vuil
K000090331	Oudenbos	INLT	0,11	0,5	0,1	half onder water
K000090343	Oudenbos	UITL	0,01	0,6	n.v.t.	vuil
K000090345	Schoonderbeukenweg	UITL				
K000090346	Schoonderbeukenweg	INLT				
K000090360	Diestsesteenweg	UITL				
K000090361	Kortakker	UITL	-	-	n.v.t.	buis onder water, direct in motte
K000090362	Kortakker	UITL	0	0,65	n.v.t.	geen water
K000413159	Wijnberg	UITL	0,01	0,35	n.v.t.	vuil,.
K000413160	Wijnberg	UITL	0,07	0,45	n.v.t.	vuil

Tabel 4, Waterpeilen in- en uitlaten

Afkoppeling grote bedrijven

Het studiegebied kent twee grote bedrijven, weergegeven in Figuur 40. Tijdens de terreinbezoeken is bij deze bedrijven gevraagd wat er bij hun met het regenwater gebeurt. Grote bedrijven willen nog wel eens beschikken over een eigen buffering of iets dergelijks.

Bedrijf één betrof een tuincentrum. Het regenwater werd door hun opgevangen voor eigen gebruik en bij overschot stroomde het regenwater richting een gracht af. Het tweede 'bedrijf' betrof een groot gebouw met meerdere winkels en culturele mogelijkheden. Geen van de aanwezige wist iets over de afwatering.



Figuur 40, Grote bedrijven

E. Modelleren structuren

In deze bijlage wordt per structuur een omschrijving geven van de benodigde informatie voor de hydraulische werking en hoe deze informatie is verkregen.

Pompstations

Zoals uit de het riooldeelbekkenschema naar voren kwam zijn er een vijftal pompstations in het stelsel aanwezig. Van de twee pompstations bij het KWZI kon de configuratie en de hydraulische werking niet op tijd verkregen worden. Deze pompstations zullen wel in het model getekend staan maar geen hydraulische functie hebben. Omdat het gaat om de pompen die voor de werking van het KWZI zorgen en een relatief klein gedeelte van het stelsel direct (zonder tussenkomst van andere pomp) afstroomt richting deze pompen zal het hydraulisch effect van het niet in model brengen van de pompen erg klein zijn. De overige drie pompen aan de Diestsesteenweg en de Oudenbos worden wel in model gebracht. Het betreft hier centrifugaal pompen, de hydraulische werking dient echter nog in model te worden gebracht.

De hydraulische werking van de pompen hangt af van: de pompkarakteristiek, de karakteristiek van de persleiding en de aan- en afslagpeilen. De pompkarakteristiek is de grafiek waarin het pompdebiet is uitgezet als functie van de statische opvoerhoogte. Moet de pomp het water hoger pompen dan zal het pompdebiet lager zijn. De pompkarakteristiek is voor elk pomptype anders en wordt per pomp in InfoWorks ingevoerd. Dit invoeren gebeurt door een aantal punten van de curve in te voeren, InfoWorks maakt er dan weer een vloeiende lijn van. De karakteristiek van de persleiding geeft de energie verliezen die optreden door wrijving in de persleiding. Hogere wrijvingsverliezen betekent een kleiner doorstroomdebiet. Aan de hand van de pompkarakteristiek en de karakteristiek van de persleiding kan InfoWorks het debiet bepalen wat de pomp kan verpompen. Dit werkingpunt is het snijpunt van de twee grafieken. De aan- en afslagpeilen zijn de waterpeilen waarop de pomp wordt ingeschakeld of uitgeschakeld.

Overstorten

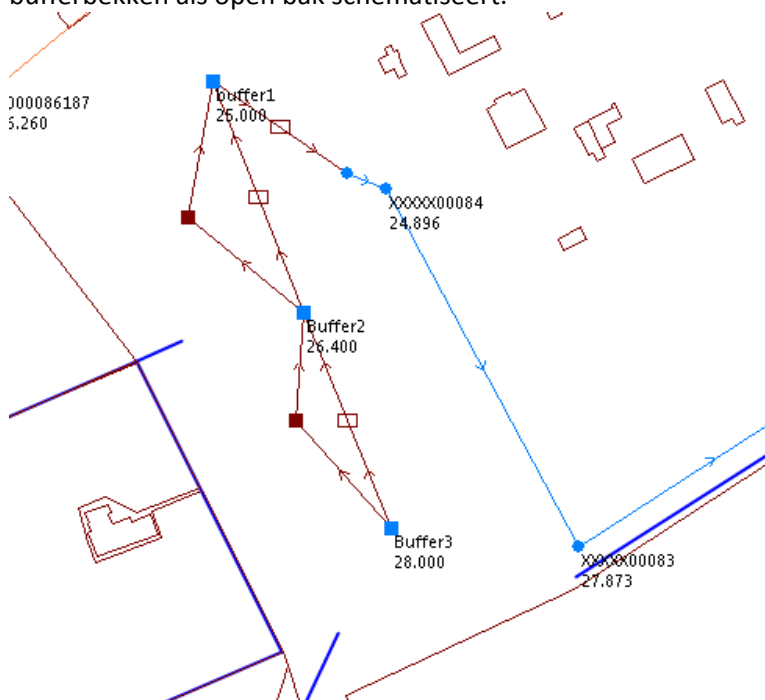
Het rioolstelsel in Rillaar kent vier overstorten. De drie overstorten die gekoppeld zijn aan de drie gemodelleerde pompstations zijn hydraulisch van belang. Overstorten worden gekenmerkt door de volgende parameters: drempelpeil, drempellengte en de dakplaat hoogte. Deze gegevens zijn met de rioleringsdatabank verkregen en overgenomen in InfoWorks.

Bufferbekken

Vanuit de gekende knelpunten bleek dat er in het studiegebied een bufferbekken zou zijn. In de rioleringsdatabank stond het bufferbekken niet aangegeven. De voor InfoWorks benodigde informatie over de configuratie, de afstromingsrichtingen en de buffercapaciteit zijn verkregen door middel van een bij de gemeente opgevraagd as-built plan (Bijlage) en de terreinbezoeken (bijlage D).

Het bufferbekken bestaat uit drie op elkaar afstromende bufferbekken. Deze afstroming gebeurt van het hoogst gelegen bufferbekken 3 via bufferbekken 2 naar het laagst gelegen bufferbekken 1. Voor de afstroming vanuit bufferbekken 1 is vervolgens een verbinding naar het RWA aan het Heiken aanwezig. De afstromingen kunnen worden geregeld door middel van sluizen. Vanuit terreinbezoeken, de gekende knelpunten en plaatselijke bewoners bleek dat er voor deze sluizen geen sturing is, gevolg is dat ze altijd gesloten zijn. De bovenrand van de sluizen tussen de bufferbekken heeft hierdoor een overstort werking. Wanneer bufferbekken 3 of 2 vol is stroomt het water over de sluisrand in het volgende bufferbekken. De modellering van de bufferbekken, sluizen en overstorten is te zien in Figuur 41.

De buffercapaciteit is opgemeten vanuit het as-built plan (bijlage H). De grond en bovenrand oppervlakte met bijbehorende hoogtes kunnen in InfoWorks worden ingevuld waarna InfoWorks het bufferbekken als open bak schematiseert.



Figuur 41, Modellering bufferbekken met haar sluizen en overstorten.

Legenda

-  : Bufferbekken
-  : Overstort
-  : Sluis

In- en uitlaten

De rioleringsdatabank bevatten alle in- en uitlaten. Voor de hydraulische werking is het belangrijk dat het waterpeil en de sedimentatie van de in- of uitlaten bekend zijn. Deze informatie ontbrak in de rioleringsdatabank en is tijdens de terreinbezoeken (bijlage D) aangevuld. Hierbij is het huidige waterpeil en de sedimentatie opgemeten en is getracht een indicatie te geven van de maximale waterhoogte.

De huidige waterpeilen worden in InfoWorks aan de in- en uitlaten opgegeven. Door een mogelijk waterpeil bij een uitlaat kan de lozing door deze uitlaat pas optreden wanneer dit waterpeil wordt overschreden. Daarnaast kan bij een relatief hoog waterpeil instroming optreden. De opgegeven waterpeilen fungeren hierdoor als randvoorwaarden. In Figuur 42 zijn twee in/uitlaten te zien, links een in- of uitlaat waarbij een waterpeil in InfoWorks is opgelegd en rechts een uitlaat waarbij geen waterpeil in InfoWorks is opgelegd.



Figuur 42, In- en/of uitlaten

Vermazingen

Naast de in en uitlaten is er nog een vorm van randvoorwaarden die door InfoWorks op het stelsel kan worden gelegd. Het gaat om vermazingen met andere stelsels van buiten het studiegebied. Zoals in het riooldeelbekkenschema is weergegeven (Figuur 6) kent het rioolstelsel in Rillaar een aantal vermazingen. Eén hiervan is een vermazing, de vermazing aan de Schoonderbeukenweg, met een ander stelsel. Dit stelsel is al een eerder gemodelleerd door Antea. De gemodelleerde waterhoogte ter hoogte van de vermazing tijdens bepaalde composiet buien worden tijdens de simulaties van diezelfde composiet buien aan de vermazingen opgegeven. Op deze manier fungeert de vermazing als een randvoorwaarde per tijdsstap.

F. Modelleren van de belastingen op het stelsel

In deze bijlage wordt beschreven hoe de oppervlaktes, hun afstroming en de afstromingsrichting zijn bepaald en hoe de toekenning van de afstromingen aan de putten is gerealiseerd.

Verharde oppervlaktes

Als basis voor alle verharde oppervlaktes in het studiegebied is uit de rioleringsdatabank een dataset, die in ArcMap kan worden ingeladen, beschikbaar met hierin de verharde oppervlaktes in het studiegebied en haar omgeving. Deze dataset dient echter te worden gecontroleerd, aangevuld en verbeterd daar deze niet als volledig kon worden beschouwd en sinds de opmaak van het bestand er gebouwen dan wel gesloopt dan wel bijgebouwd kunnen zijn.

Voor de controle wordt gebruik gemaakt van luchtfoto's van geopunt Vlaanderen (AGIV, 2015) en het Grootchalig Referentie Bestand (GRB) van AGIV (Agentschap voor Geografische Informatie Vlaanderen). De controle wordt uitgevoerd in ArcMap, een onderdeel van ArcGis. De controle bestaat allereerst uit het vergelijken van de dataset en het GRB. Dit gebeurt door in ArcMap de dataset layer over de GRB layer te plaatsen, hierdoor is snel en goed te zien waar de GRB layer nog zichtbaar is. Daar waar de GRB layer nog zichtbaar is, is de dataset waarschijnlijk incompleet of onjuist en dient zij te worden aangevuld of verbeterd nadat dit gecontroleerd is door middel van recente luchtfoto's. In Figuur 43 staat een voorbeeld. Links is in het rood de GRB layer te zien. Rechts is vervolgens te zien dat het om een aantal tuinhuisjes gaat.



Figuur 43, Controle verharde oppervlakte d.m.v. GRB

Wanneer de dataset aan de hand van het GRB is gecontroleerd, aangevuld en verbeterd wordt de dataset vergeleken met de meest recente (eind 2014) luchtfoto's. Gevonden incorrecties worden aangepast in de dataset. Een voorbeeld hiervan is in Figuur 44 weergegeven. Een vergelijking van de ingetekende verharde oppervlakte (links) en de meest recente luchtfoto (rechts) leren dat er hier recent een huis is gebouwd.



Figuur 44, Controle verharde oppervlaktes d.m.v. luchtfoto's

In de aangeleverde dataset en het GRB zijn alleen straten en gebouwen opgenomen. Naast straten en huizen bestaan er echter nog andere vormen van verharde oppervlaktes. Relatief grote onverharde oppervlaktes, zoals parkeerplaatsen, zijn vanuit de luchtfoto's opgezocht en ingetekend in de dataset. In Figuur 45 staat een voorbeeld.



Figuur 45, Controle verharde oppervlaktes, parkeerplaats.

Bij de noodzakelijke terreinbezoeken (bijlage **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**) en het latere ntekenen van de onverharde oppervlaktes vielen nog enkele fouten in het verharde oppervlaktebestand op. Het betrof een aantal als verhard (lees: geasfalteerd) veronderstelde wegen die tijdens het terreinbezoek niet meer dan zandwegen bleken. Deze verhard veronderstelde wegen zijn vervolgens, na een laatste controle door middel van de optie streetview op googlemaps, verwijderd uit het verhardingsbestand. In Figuur 46 is een voorbeeld gegeven. De weg langs de rode pijl werd als verhard verondersteld. In Figuur 47 is echter duidelijk een zandweg te zien.



Figuur 46, verhard veronderstelde weg aangegeven met de rode pijl



Figuur 47, Zandweg ter hoogte van de rode pijl uit figuur 21

Naast het controleren van de verharde oppervlaktes is het belangrijk aandacht te geven aan het onderscheid tussen huizen en straten. Huizen krijgen 'surfacetype 1' als label en straten 'surfacetype 2'. Hierdoor kan InfoWorks later het verschil tussen huizen en straten herkennen, dit is belangrijk omdat straten alleen een regenwater afvoer kennen en huizen zowel een regen als een vuilwater afvoer kennen. Van de ingetekende en gecontroleerde verharde oppervlaktes wordt gecontroleerd op het label 'surfacetype' correct is ingevuld.

Onverharde oppervlaktes

Omdat de afstroming van de onverharde oppervlaktes vaak in een gracht (ofwel een sloot) gebeurt, waarna deze gracht afwatert in een waterloop of het rioolstelsel, is het noodzakelijk een grachteninventarisatie te doen alvorens de afstromende onverharde oppervlaktes kunnen worden ingetekend. Bij een grachteninventarisatie wordt op terrein alle grachten in kaart gebracht en in welke richting zij afstromen. De terreinbezoeken zijn beschreven in bijlage D.

Van de onverharde oppervlaktes stroomt maar een bepaald deel af, het andere deel infiltreert in de grond. De afstroming van de onverharde oppervlaktes hangt van een aantal factoren af: de grondsoort, het bodemgebruik en de helling. Het studiegebied is een relatief landelijk gebied met veel onverharde oppervlaktes en een redelijke mate van reliëf. De afstroming van de onverharde oppervlaktes heeft daarom een grote invloed op het rioolstelsel. Om met het model een goede weergave van de werkelijkheid te kunnen creëren is het daarom essentieel de afstroming van de onverharde oppervlaktes zo exact mogelijk na te bootsen. Hierdoor is er voor gekozen het onverharde oppervlak op te splitsen in homogene oppervlaktes op het gebied van grondsoort, bodemgebruik, helling en afstromingsrichting. Deze homogene oppervlaktes hebben al hun eigen run off – coëfficiënt.

Intekenen onverharde oppervlaktes

Voor het intekenen van de onverharde oppervlaktes zijn op uitgeprinte samengestelde kaarten de afstromingsgebieden richting de geïnventariseerde grachten en het rioolstelsel ingetekend om een eerste beeld te krijgen van de noodzakelijke opsplitsing van de onverharde oppervlaktes. Het intekenen van de onverharde oppervlaktes gebeurt vervolgens in het programma ArcMap. De afstromingsgebieden worden ingetekend en daarna allereerst opgesplitst aan de hand van de grondsoort (Figuur 48). Er wordt onderscheid gemaakt tussen de verschillende grondsoorten uit het textuurdriehoeksgrafiek opgesteld door het Centrum van Bodemkartering (Figuur 49). Het resultaat is een aantal op grondsoort gebaseerde gebieden die afwateren richting een rioolknoop, sloot of waterloop. Ten tweede worden deze gebieden opgesplitst op het bodemgebruik binnen het gebied. Er wordt onderscheid gemaakt tussen de volgende bodemgebruiken: akker, weiland, bos (Figuur 50). In de verkregen gebieden wordt tot slot gekeken naar de helling. Voor de helling zijn er vier verschillende degradaties opgesteld: 1. vlak (0° - 0.5°) 2. licht hellend (0.5° - 5°) 3. hellend (5° - 10°) 4. erg hellend (10° +) (Figuur 51) Bij een groot verschil in hellinggraad wordt het gebied opnieuw opgesplitst.

Na het intekenen worden alle homogene oppervlaktes met hun eigen run off coëfficiënt in Excel opgedeeld in acht klasse's. Van alle run off coëfficiënten van alle oppervlaktes binnen één klasse wordt een gemiddelde run off coëfficiënt berekend. Vervolgens krijgen alle oppervlaktes binnen dezelfde klasse dit gemiddelde als run off coëfficiënt. Dit resulteert in zeven nieuwe surfacetype's met elk een eigen run off coëfficiënt.

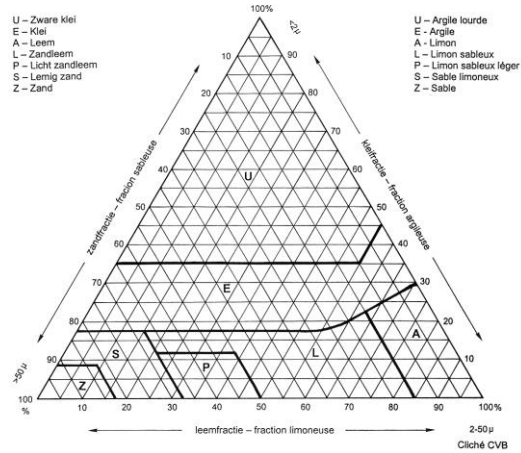
De verharde en onverharde oppervlaktes worden in één oppervlakte bestand samengevoegd zodat deze in één keer kan worden ingeladen in InfoWorks, dit is in Figuur 52 en Tabel 5 weergegeven. Elke ingetekende oppervlakte heeft een bepaalde surfacetype meegekregen die InfoWorks kan herkennen. De ongekleurde delen binnen het studiegebied zijn niet ingetekend. Dit is gedaan omdat deze gebieden of direct in een waterloop (blauw) afstromen of in een stelsel buiten het studiegebied afstromen. Deze gebieden hebben dus geen invloed op het stelsel in Rillaar.



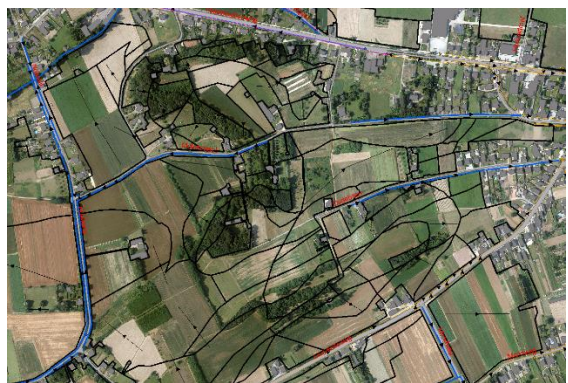
Figuur 48, Grondsoort

Legenda

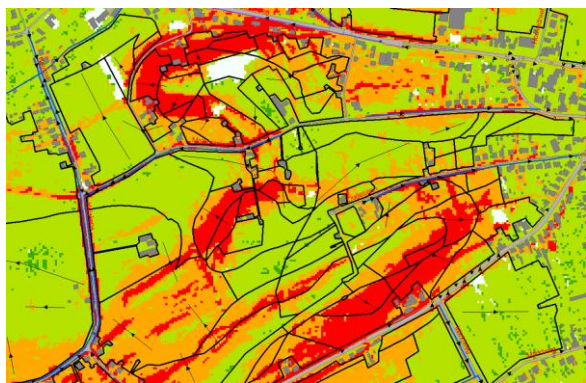
bruin: Zand
 groen: Klei
 Blauw: Licht zandleem
 roze: Lemig zand
 geel: Zandleem



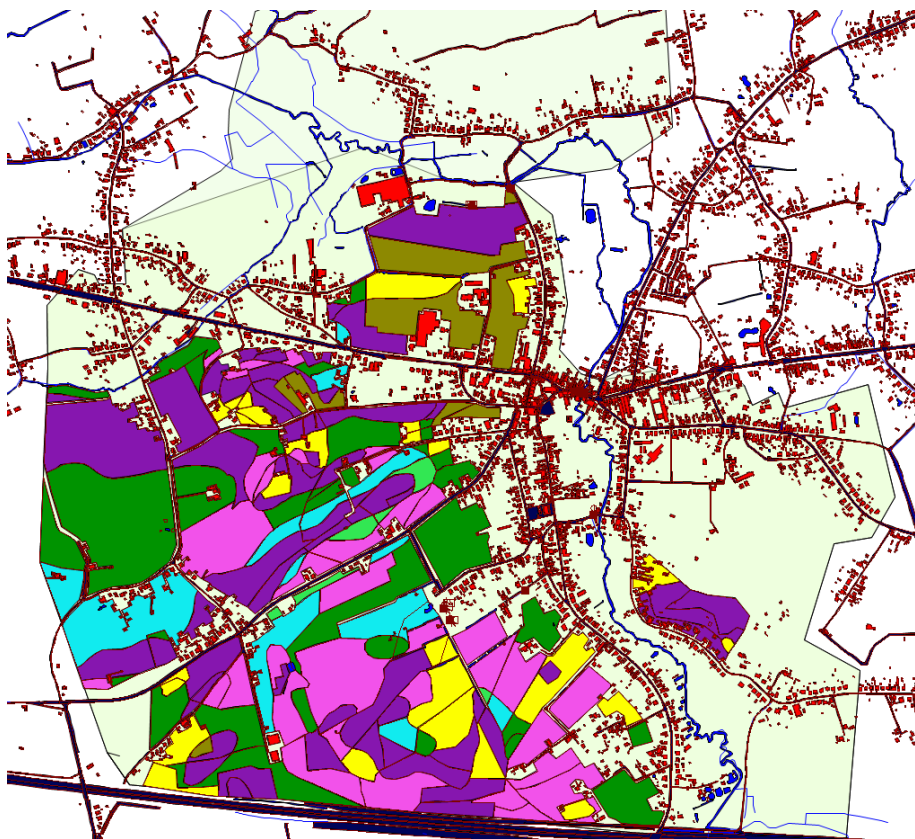
Figuur 49, Textuurdriehoek



Figuur 50, Bodemgebruik



Figuur 51, Helling



Figuur 52, Oppervlakte bestand

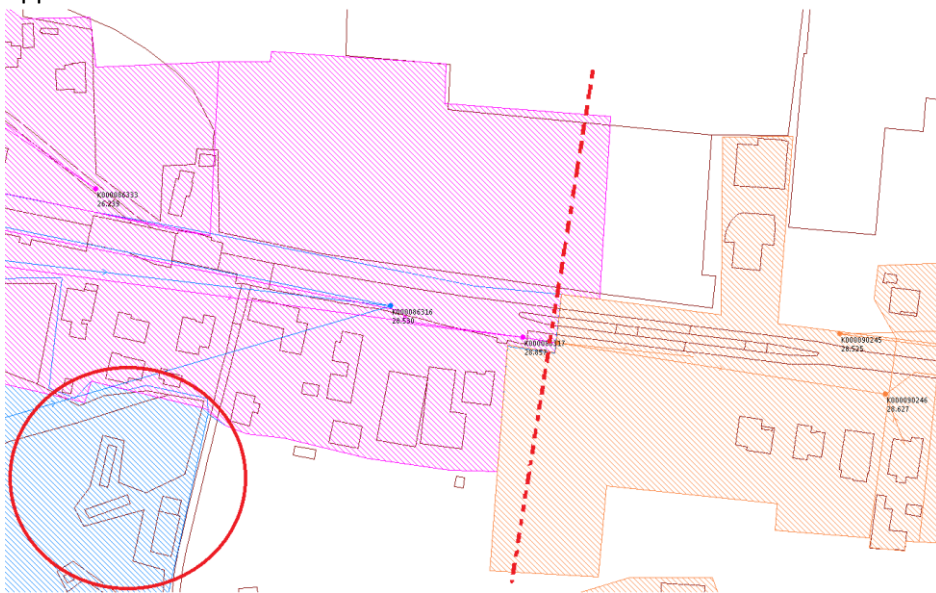
Surfactype, kleur	Oppervlak	Run-off coëfficiënt	Surfactype, kleur	Oppervlak	Run-off coëfficiënt
1 rood	Gebouwen	0,9 (oude code: 0,8)	7 donker groen	Onverhard	0,35
2 donker blauw	Straten	0,9 (oude code: 0,8)	8 roze	Onverhard	0,43
4 bruin	onverhard	0,07	9 licht blauw	Onverhard	0,54
5 geel	Onverhard	0,15	10 licht groen	Onverhard	0,65
6 paars	Onverhard	0,25			

Tabel 5, Oppervlakte bestand

Toekennen belastingen op het stelsel

Nu is bepaald hoeveel verharde en onverharde oppervlaktes in het studiegebied ligt en wat hun afstroming is kunnen de oppervlaktes aan knopen uit het netwerk worden toegekend. In het kort gebeurt dit door de oppervlakte bestanden en het netwerk in InfoWorks in te laden en vervolgens door middel van subcatchments de oppervlaktes te omvatten en toe te kennen aan (stroomopwaartse) knopen. Hiermee wordt aan InfoWorks verteld waar het afstromende water het netwerk instroomt.

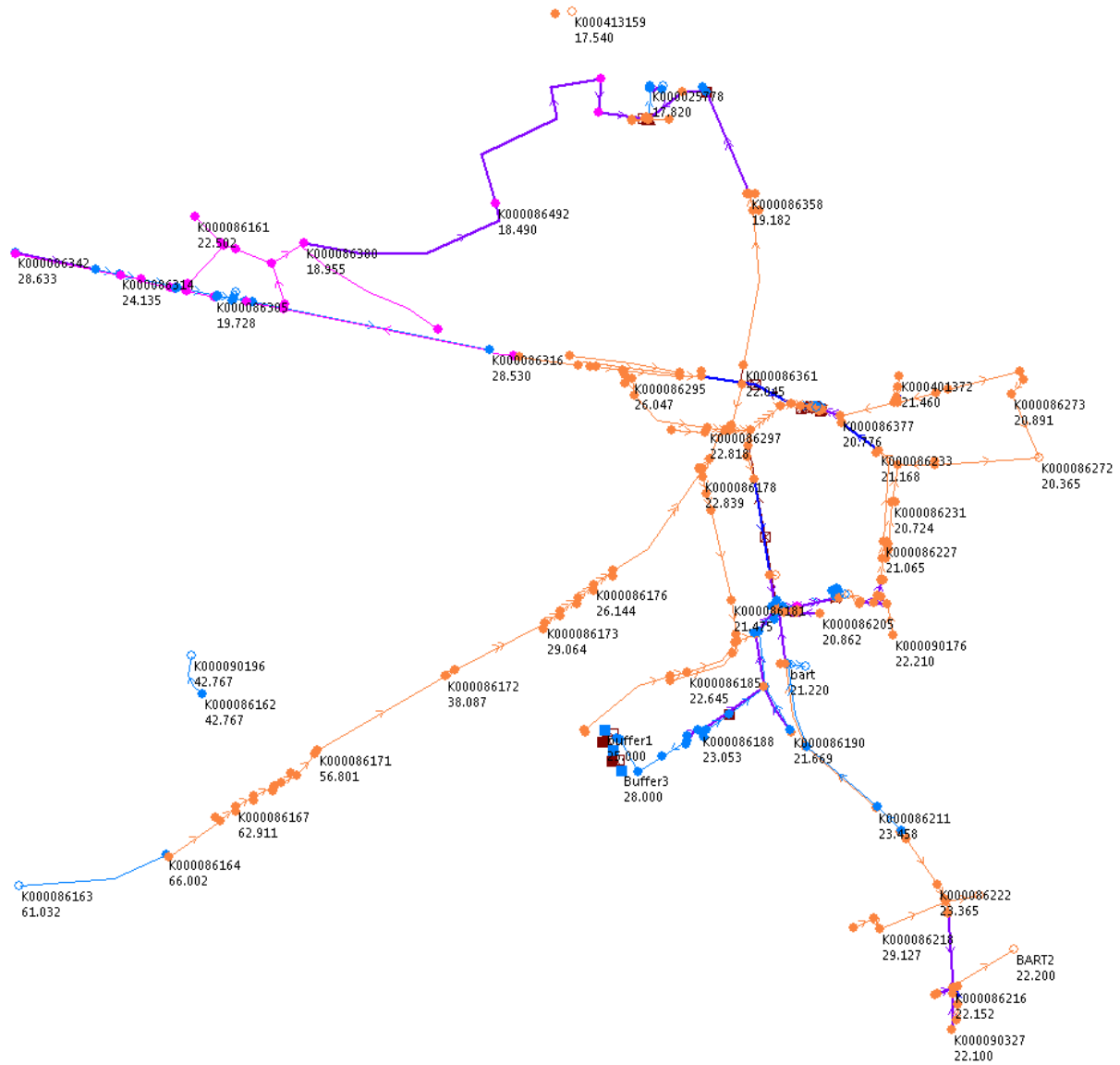
Een subcatchment is een gebied die een deel van de ingetekende oppervlaktes omvat. Het subcatchment is toegewezen aan 1 knoop, dit kan een knoop zijn van een regenwater-, vuilwater- of een gemengde leiding. Er wordt onderscheid gemaakt tussen storm (regen), foul (vuil) en combined (gemengd) subcatchments. Onverharde oppervlaktes worden door middel van storm subcatchments toegekend aan een knoop, dit kan een knoop zijn van een regenwaterstelsel of gemengd stelsel. Voor de verharde oppervlaktes geldt echter dat wanneer er alleen een gemengd stelsel aanwezig is dat er enkel gebruik wordt gemaakt van combined subcatchments. Is er sprake van een volledig gescheiden stelsel dan worden twee overlappende subcatchments van het type storm en foul ingetekend die elke aan hun eigen knoop worden toegekend. Het is ook mogelijk dat er sprake is van een gedeeltelijk gescheiden stelsel. Er is hier geen volledige afkoppeling van het regenwater maar van bijvoorbeeld alleen de straat. Hiervoor dienen storm en combined subcatchments te worden ingetekend daar een gedeelte van het regenwater apart wordt opgevangen maar er ook een deel gezamenlijk met het vuilwater wordt afgevoerd. In Figuur 53 is een voorbeeld gegeven. In dit figuur is globaal rechts van de rood gestippelde lijn sprake van een gemengd stelsel, hier is een combined subcatchment (oranje) ingetekend. Links is een volledig gescheiden stelsel te zien, hier is het foul subcatchment te zien (paars) er onder is een storm subcatchment getekend. Tot slot is links onderin met rood omcirkelt een klein stukje van een storm subcatchment te zien die een aantal onverharde oppervlaktes omvat.



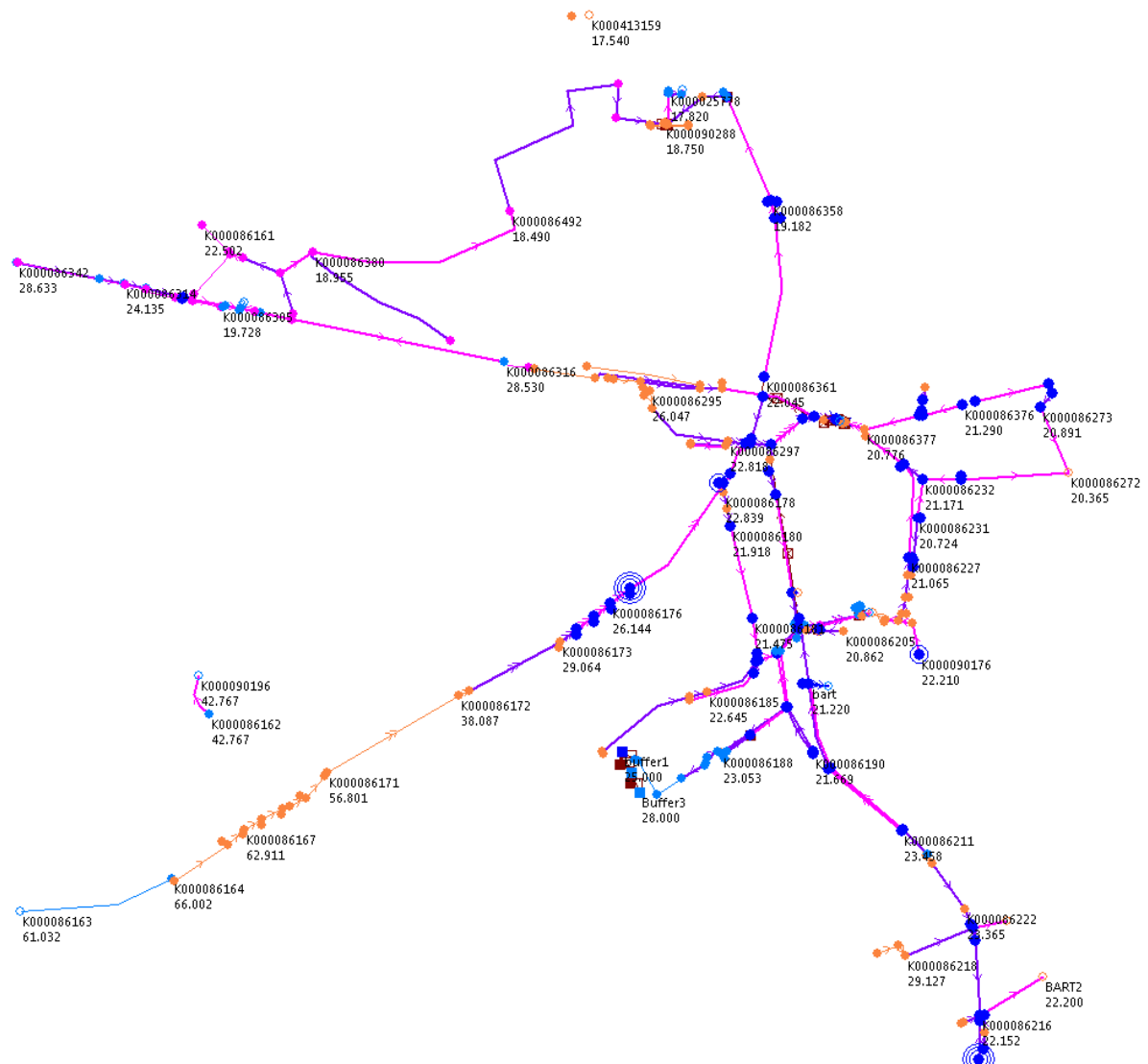
Figuur 53, Toekennen afstromende oppervlaktes

G. Resultaten simulaties f7- en T20-bui

In deze bijlage worden de resultaten van de simulaties met een f7-bui en een T20-bui gegeven. Dikgedrukte donker blauwe stippen geven aan dat de put ter plaatsen overstroomt. In Figuur 54 is de simulatie met een f7-bui te zien, hierbij treden geen overstromingen op. In Figuur 55 is de simulatie met een T20-bui te zien, hierbij overstroomen grote delen van het rioolstelsel.



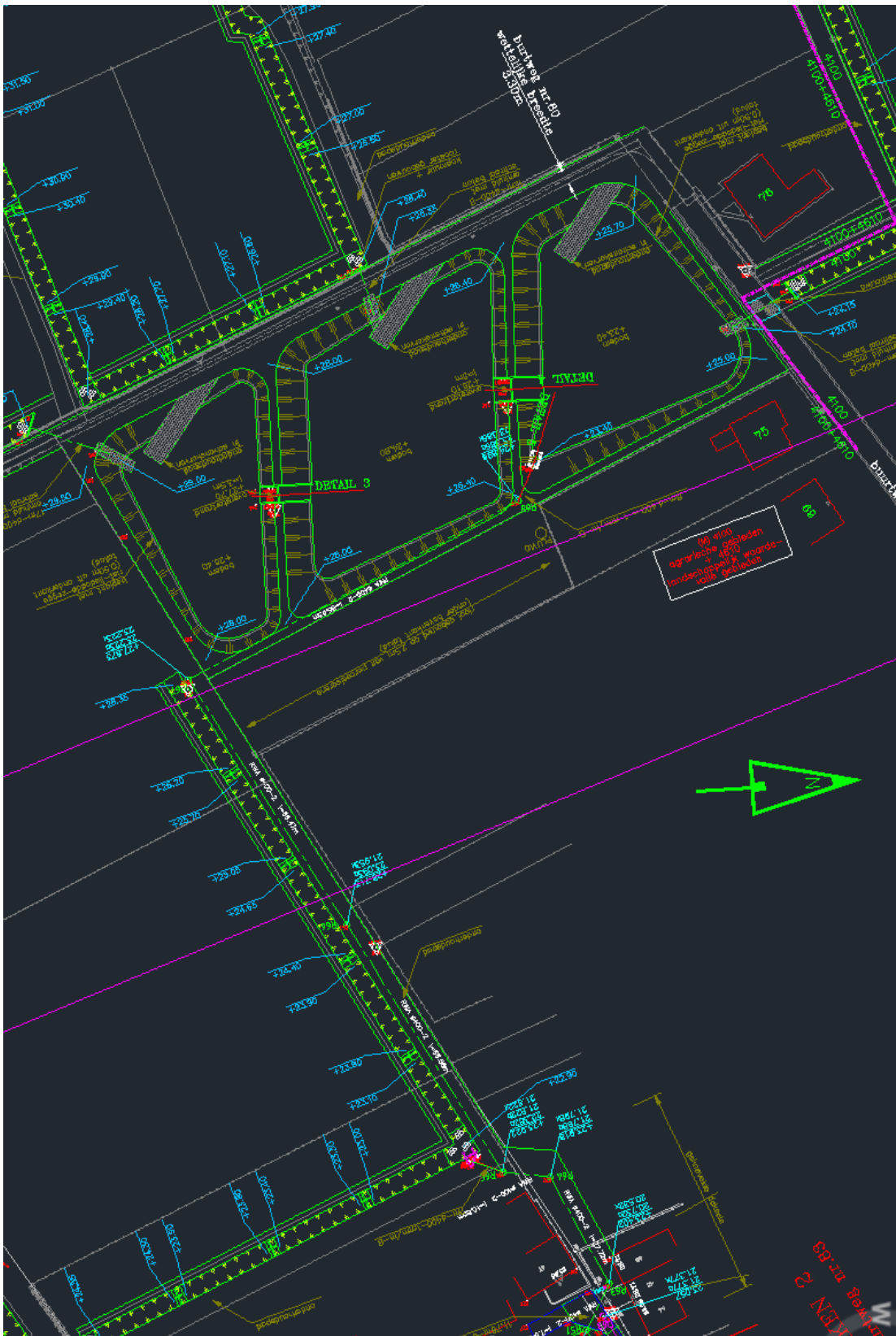
Figuur 54, Simulatie met f7-bui



Figuur 55, simulatie met T20-bui

H. As-built bufferbekken

In deze bijlage is het as-built plan van het bufferbekken weergegeven. De configuratie van het gehele bufferbekken en haar inlaten is hiervan afgeleid. Tevens zijn de buffervolumes vanuit het as-built plan berekend.



Figuur 56, As-built plan bufferbekken

I. Gecombineerde knelpunten

Van de in hoofdstuk 8.1 t/m 8.3 besproken reële knelpunten zijn vijftien gecombineerde knelpunten gemaakt.

Als voorbeeld: De reële wateroverlastknelpunten 15 en 18 wordt veroorzaakt door de grote afstroom van onverharde oppervlaktes. Deze afstroom in het gemengde stelsel leidde echter ook tot verdunning, reëel verdunningsknelpunt 7 wel te verstaan. Zo kan dit geheel als een knelpunt worden gezien met als oorzaak de afstroom van onverharde oppervlaktes. Hieronder worden de gecombineerde knelpunten beschreven.

Onverharde afstroom Leuvenseweg

Overlastknelpunt 15 & 18

Verdunningsknelpunt 7

Zuidzijde Tieltseweg

Verdunningsknelpunt 4

Lozingsknelpunt Westzijde Grote Motte

Overlastknelpunt 4

De Marktweg Driesprong

Overlastknelpunt 12 & 17 & 19

Pompstation Diestsesteenweg, west

Overlastknelpunt 7

Overstort 1

Kleine diameter Tieltseweg

Overlast 10 & 16

Verdunningsknelpunt afkoppeling

De kruising

Overlast 21 & 24 & 22

Verdunningsknelpunt afkoppeling

Bufferbekken

Overlastknelpunt 23

Verdunningsknelpunt 3

Tieltseweg t.h.v. Heiken

Overlastknelpunt 25 & 26

Verdunningsknelpunt afkoppeling

Centrum overstroming

Overlastknelpunt 6

Pompstation Diestsesteenweg, oost

Overstort 2

Pompstation Oudenbos

Overstort 3

Gracht Molenstraat

Verdunningsknelpunt 5

Gracht Oudebaan

Verdunningsknelpunt 6

Onverharde afstroom Kortakker

Verdunningsknelpunt 1

Gracht Oudenbos

Lozingsknelpunt Oostzijde Grote Motte

Verdunningsknelpunt 2

J. Mailcontact Brandweer

Van: De Clerck Bart
Verzonden: woensdag 18 maart 2015 12:46
Aan: 'brandweer@aarschot.be'
Onderwerp: 229218 20150318 OUT Brandweer Aarschot - Hydronaut Rillaar 214RI01

Beste,

We werden aangesteld voor uitwerken van de hydronautstudie 214RI01, d.i. een studie ter optimalisatie van het rio eringsnet van een deel van Rillaar.

Wij hadden graag geweten in hoeverre het rioleringsstelsel onderhevig is aan ofwel wateroverlast t.h.v. straten, waterlopen ofwel ondergelopen kelders.

In bijlage vindt U alvast een pdf-bestand met aanduiding van het doelgebied.
Hierop kunnen, indien van toepassing, aantekeningen gemaakt worden.

Dank bij voorbaat !

met vriendelijke groet,

Bart De Clerck | Project Ingenieur
Antea Group
+32 (0)9 261 63 58 | +32 (0)475 95 05 57
Bart.DeClerck@anteagroup.com
www.anteagroup.be



Van: Brandweer Stad Aarschot [Brandweer@aarschot.be]
Verzonden: vrijdag 24 april 2015 12:01
Aan: De Clerck Bart
CC: Jan Lambrechts
Onderwerp: FW: 229218 20150318 OUT Brandweer Aarschot - Hydronaut Rillaar 214RI01
Bijlagen: image001.jpg

Geachte heer,

Hierbij de gevraagde gegevens (dit onder voorbehoud van de beschikbare gegevens).

- In 2015 geen verslagen
- In 2014 : op 13/7/2014 : Jennekensstraat 34/36
 - op 03/8/2014 : Kleine Molendreef 79 en Blankenstraat 7A
 - op 08/8/2014 : Jennekensstraat 330 en Leuvenseweg 29
 - op 11/8/2014 : Blankestraat 5A
- In 2013 : op 23/12/2013 : Mottestraat
 - op 28/12/2013 : Mottestraat.

Ik hoop dat u voldoende gegevens hebt gekregen.

Met vriendelijke groeten,

Nadine Verstraeten
Administratie



Hulpverleningszone Oost, Vlaams-Brabant
Brandweerpost Aarschot
T: 016 56.66.57
nadine.verstraeten@aarschot.be