

**HYDRODYNAMISCHE CONTROLEBEREKENING
BLAUWE ADER MOERENBURG**

GEMEENTE TILBURG

19 februari 2013
076486345:C - Definitief
C01033.000300.0100



Inhoud

1	Inleiding	3
2	Huidige situatie	4
3	Uitgangspunten ontwerp Blauwe Ader	6
3.1	Doelstellingen	6
3.2	Uitgangspunten	6
4	Afwegingen en ontwerp Blauwe Ader inclusief waterparken	9
4.1	Afwegingskader waterkwaliteit	9
4.2	Verhard oppervlak	11
4.2.1	Bepalen afgekoppeld verhard oppervlak	12
4.2.2	Toekennening verhard oppervlak aan model	13
4.3	Gemengd/DWA	13
4.4	RWA (Blauwe ader)	13
4.5	Afwijkingen van het schetsontwerp van de gemeente	17
4.6	Dimensionering waterpark Moerenburg	18
4.6.1	aanvoer bodempassage	18
4.6.2	Dimensionering bodempassage	18
4.6.3	Dimensionering watergang moerenburg	22
4.7	Dimensionering waterpark Leijpark	22
4.7.1	Berekeningsresultaten	22
5	Resultaat berekeningen	24
5.1	Hydraulische berekeningen RWA stelsel	24
5.2	Hydraulische berekeningen gemengd stelsel	26
5.3	Verkenning effecten extreme neerslag	29
5.3.1	Keuze neerslag	29
5.3.2	Resultaten berekening	30
5.3.3	Aanzet mogelijke maatregelen om Water op straat te beperken	32
5.4	Vuilemissieberekening	32
6	Maatregelen BRP 2005	36
6.1	Fatimastraat, Hoevenseweg	36
6.2	Prof. Van Buchemlaan, Berglandweg, Hilvarenbeekseweg, Silvrettapad	37
Bijlage 1	Ontwerptekening watergang Moerenburg	42
Bijlage 2	Vlakkenkaart afgekoppelde verharding + Vlekkentekening met bouwplannen ...	43
Bijlage 3	Schetsontwerp Blauwe Ader Moerenburg	44
Bijlage 4	Resultaat vuilemissieberekeningen	45

Bijlage 5	Alternatieve tracés Blauwe Ader Moerenburg	46
Bijlage 6	Water op straat huidige situatie	47
Bijlage 7	Water op straat plan situatie met Blauwe Ader Moerenburg	48
Bijlage 8	Memo waterpark Moerenburg (geotechnisch onderzoek)	49
Bijlage 9	Leijpark waterpark VO.....	50
Bijlage 10	Water op straat situatie met maatregelen BRP.....	51

1 Inleiding

De gemeente Tilburg heeft als strategie om in gebieden met gemengde riolering het regenwater af te koppelen om zo bij hevige neerslag water op straat te voorkomen. Het afgekoppelde regenwater wordt via zogenoemde Blauwe Aders afgevoerd richting de stadsranden waar het geborgen, gezuiverd en vertraagd afgevoerd wordt door middel van zogenoemde waterparken. Onder de Blauwe Aders vallen alle voorzieningen die nodig zijn om het regenwater af te voeren naar het oppervlaktewater. Een van deze aders is Blauwe Ader Moerenburg.

Zowel de Blauwe Ader als Waterpark Moerenburg zijn reeds statisch gedimensioneerd. De gemeente heeft aan ARCADIS opdracht verleend om een studie uit te voeren waarmee door middel van hydrodynamische berekeningen inzicht verkregen wordt in het hydraulisch functioneren van Blauwe Ader Moerenburg en de effecten op het gemengde stelsel.

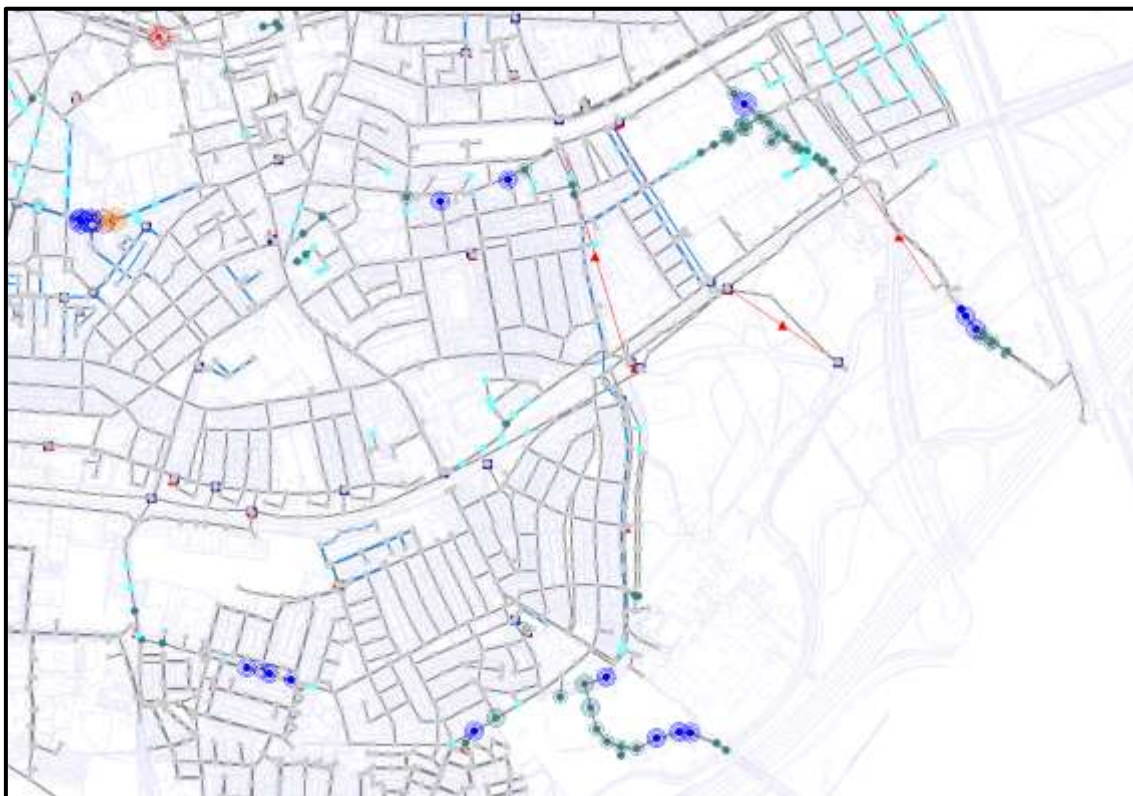
Het geactualiseerde basismodel van het rioolstelsel van Tilburg is als uitgangspunt gebruikt voor deze studie. De gemeente Tilburg heeft een conceptontwerp voor de blauwe aders aangeleverd, dit model is gebruikt om het bestaande rekenmodel van Tilburg aan te vullen met het nieuwe RWA-stelsel. Vervolgens is het concept van de Blauwe Ader doorgerekend met bui 8 uit de Leidraad riolering. Tevens is een stochastbui ($T=100$, 24 uur) en de piek van de $T=10$ reeks doorgerekend, om het functioneren van het stelsel te evalueren tijdens een extreme neerslag situatie.

De resultaten zijn gevisualiseerd in afbeeldingen waarmee de effecten van een hemelwaterstelsel in beeld zijn gebracht.

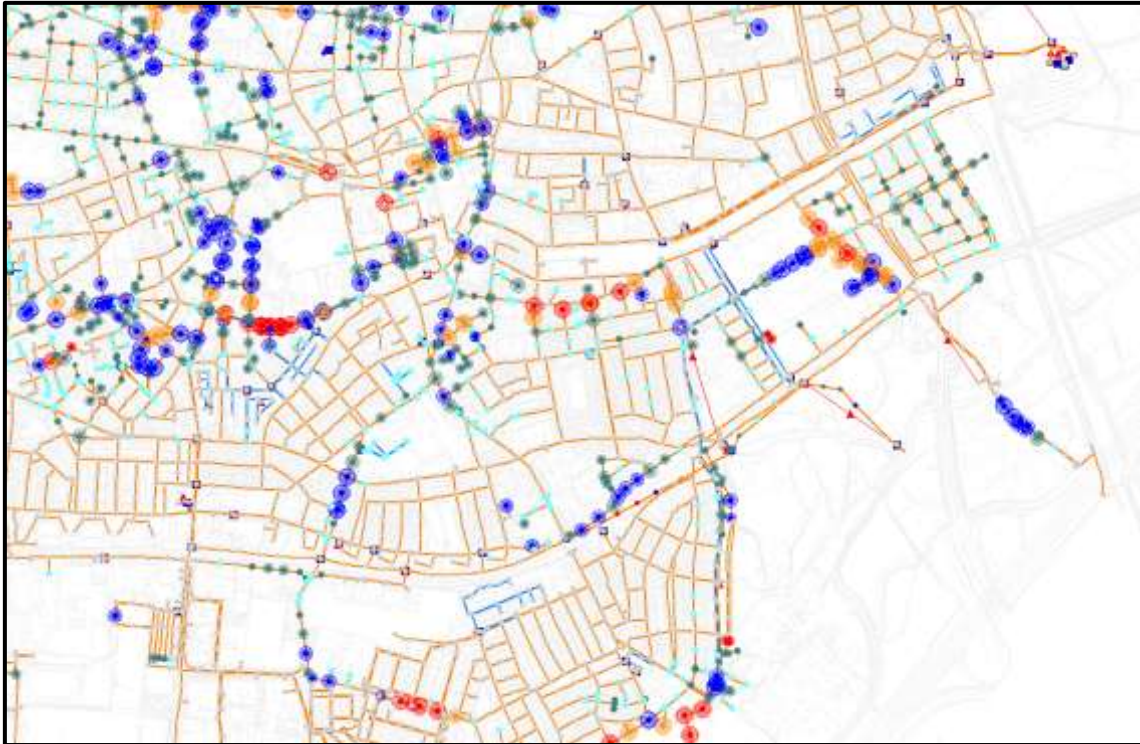
2

Huidige situatie

Om inzicht te krijgen in het functioneren van het rioolstelsel van Tilburg in de huidige situatie is het actuele rekenmodel met bui 8 (T=2) en 9 (T=5) doorgerekend. Een grafische weergave van de resultaten is opgenomen in Afbeelding 1 en Afbeelding 2. In deze afbeeldingen is water op straat weergegeven door middel van kleuren die de hoogte van water op straat weergegeven en cirkels die het volume water op straat weergegeven. De afbeeldingen beperken zich grofweg tot het gebied waarin Blauwe Ader Moerenburg wordt gerealiseerd. In bijlage 6 zijn grotere versies van deze afbeeldingen opgenomen.



Afbeelding 1: Resultaten hydraulische berekening huidige situatie, maxima bij bui 8.



Afbeelding 2: Resultaten hydraulische berekening huidige situatie, maxima bij bui 9.

Zoals uit de resultaten in afbeelding 1 en 2 duidelijk blijkt wordt op meerdere locaties in het gebied water op straat berekend, dit beeld komt overeen met de resultaten die volgen uit eerdere hydraulische berekeningen. De resultaten van deze berekeningen worden gebruikt om de effecten van de Blauwe Ader in beeld te kunnen brengen.

3

Uitgangspunten ontwerp Blauwe Ader

De gemeente Tilburg heeft een schetsontwerp aangeleverd met daarin het leidingstelsel van de Blauwe Ader en het afgekoppelde verhard oppervlak wat erop wordt aangesloten (zie bijlage 3). Gedurende de uitvoering van het project is dit ontwerp getoetst en waar nodig in overleg met de gemeente aangepast. In dit hoofdstuk wordt beschreven op welke doelstellingen het rekenmodel van Blauwe Ader Moerenburg is getoetst. Daarnaast worden de uitgangspunten beschreven.

3.1 DOELSTELLINGEN

Onderstaand staan de doelstellingen die door de gemeente Tilburg zijn opgesteld met betrekking tot het project Blauwe Ader Moerenburg:

- Geen water op straat bij bui 8.
- Geen overstort vanuit de waterparken naar het oppervlaktewater bij bui 8.
- Minimaal 10 mm berging in de leidingen van het RWA-stelsel.
- De overstortstraal van de aanwezige drempels is bij bui 8 maximaal 0,20 meter.

3.2 UITGANGSPUNTEN

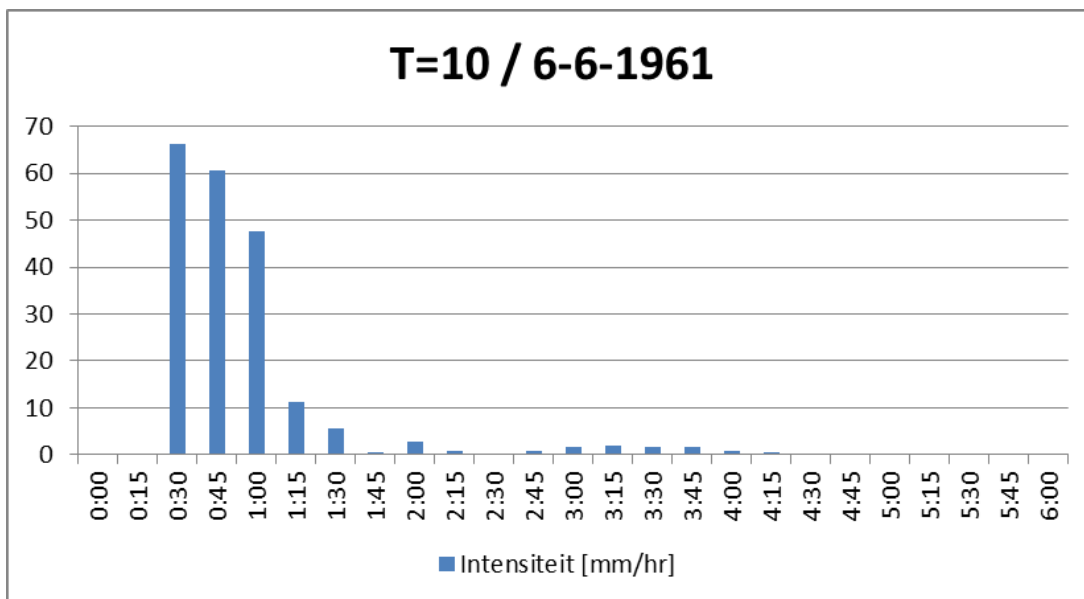
De volgende uitgangspunten zijn door de Gemeente Tilburg gebruikt voor het ontwerp van de Blauwe Ader Moerenburg:

RWA stelsel

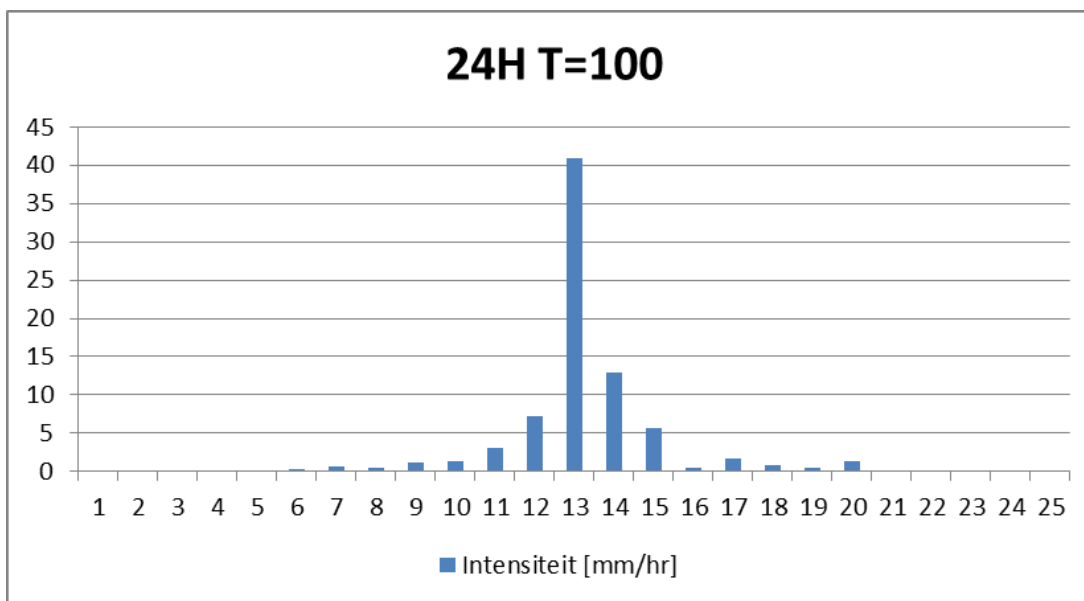
- De leidingen hebben een minimale diameter van Ø400 met als materiaal beton.
- De minimale gronddekking op de rioolbuizen is 1,20 meter.
- Het bodemverhang van de leidingen is 1:1000 of kleiner.
- De drempels moeten recht uitgevoerd worden.
- De pompcapaciteit van een te plaatsen VGS-gemaal is maximaal 0,20 mm/h.
- De afvoercoëfficiënt afvoer die voor het stedelijk gebied van Tilburg gehanteerd wordt is overgenomen van de afvoercoëfficiëntenkaart van Waterschap De Dommel en bedraagt 1,33 l/s/ha.
- Het RWA-stelsel wordt geledigd door middel van een gemaal met als capaciteit de afvoercoëfficiënt (specifieke afvoer).
- Het stelsel loost door middel van een overstortdrempel (NAP+ 11,60 m) op het waterpark.
- Weergave, vergelijking en analyse van de resultaten van de hydraulische berekeningen zijn uitgevoerd met InfoWorks CS.
- Om een indicatie van de effecten van extreme neerslag te bepalen zijn de volgende buien doorgerekend:
 - een maatgevende T=100, 24 uur piek 87,5 % stochast (41,02 mm in 24 uur);

- de piekbui van de 10-jarige neerslagreeks (66,12 mm in 6 uur).

In Afbeelding 3 en Afbeelding 4 is het intensiteitsverloop van deze buien weergegeven.



Afbeelding 3: Piekbui uit de 10-jarige neerslagreeks.



Afbeelding 4: T=100, 24 uur piek 87,5 % stochast.

Waterparken

Ten behoeve van het waterpark zijn diverse onderzoeken uitgevoerd om inzicht te krijgen in de hydrologische effecten. Hiervoor opgestelde memo's zijn de volgende memo's opgesteld:

- Memo waterpark Moerenburg, kenmerk: 075839149:0.4, d.d. 13 maart 2012.
- Waterpark Moerenburg; stabiliteit kanaaldijk, kenmerk: 076664797:0.5, d.d. 12 oktober 2012.

Bergende/zuiverende voorziening

- In een onderzoek van ARCADIS naar de hydrologische effecten van het waterpark op de omgeving (kenmerk: 075839149:0.4, d.d. 13 maart 2012) wordt geadviseerd om de drains op NAP+10,90 m aan te leggen. De bodempassage stort over op een volgende voorziening dan wel het oppervlaktewater door middel van een drempel op NAP+11,60 m. Deze hoogte is gelijk aan de drempel die in de voorziening overstort zodat optimaal van de beschikbare ruimte gebruik kan worden gemaakt.
- De inhoud van de bergende voorziening moet voldoende zijn om een overstorting naar het oppervlaktewater bij bui 8 te voorkomen.

Mocht aanvullende berging noodzakelijk zijn dan zijn onderstaande uitgangspunten en randvoorwaarden van toepassing.

Aanvullende berging

- De berging wordt geledigd op de naastgelegen watergang van Rijkswaterstaat door middel van een geknepen afvoer waarvan de capaciteit gelijk is aan de afvoercoëfficiënt vermenigvuldigd met het aangesloten verhard oppervlak. Als de volledige berging is benut stort de bergingsbak over naar het oppervlaktewater, de drempel is ontworpen op NAP+ 11,60 m.

Ontwerpuitgangspunten drainage

- De drainage onder de bodempassage heeft een drainagebasis van NAP+10,90m.
- Drainage kan onder vrij verval op het oppervlaktewater lozen.
- De drainage moet over voldoende capaciteit beschikken om het water dat infiltreert af te voeren.

Watergang

De watergang achter waterpark Moerenburg moet voldoende capaciteit hebben om een T=10 bui die uit het stedelijk gebied komt te kunnen verwerken.

In maart 2012 is door Arcadis een onderzoek uitgevoerd naar de afvoercapaciteit van de watergang langs waterpark Moerenburg. Het resultaat van dit onderzoek is vastgelegd in een memo (kenmerk: 075460890:A.3; d.d. 15 september 2011). In deze memo zijn voor de watergang profielen ontworpen, deze profielen zijn gedimensioneerd op een afvoer van 2-3 m³/s.

4

Afwegingen en ontwerp Blauwe Ader inclusief waterparken

4.1 AFWEGINGSKADER WATERKWALITEIT

Door het scheiden van huishoudelijk afvalwater en regenwater houden we het regenwater op de plaats waar we het willen hebben en zijn we in veel situaties in staat om het zuiveren van afvalwater goedkoper/efficiënter uit te voeren. Het schone regenwater wordt zo min mogelijk afgevoerd naar de RWZI (afkoppelen). Uit diverse onderzoeken blijkt echter dat het regenwater van verharde oppervlakken verontreinigd kan zijn, regenwater neemt op zijn weg naar de riolering verontreinigingen op waardoor de samenstelling verandert. De laatste jaren is het besef gegroeid dat afvoeren van regenwater direct op het oppervlaktewater niet zonder risico's is. Door zuiverende voorzieningen aan te leggen kan een waterkwaliteitswaarborg worden ingebouwd.

De gemeente Tilburg streeft naar een optimaal evenwicht tussen investering in (zuiverende) voorzieningen en de kwaliteit van de lozing op oppervlaktewater. Het heeft geen zin om het water met een kostbare voorziening te zuiveren als dit geen of nauwelijks effect heeft op de kwaliteit van het oppervlaktewater. In deze paragraaf wordt ingegaan op het kader waarmee een afweging gemaakt is tussen verschillende zuiverings- en lozingsmogelijkheden. In hoeverre een zuiverende voorziening noodzakelijk/gewenst is hangt af van de streefkwaliteit van de Leij en de autonome ontwikkeling van de achtergrondconcentratie van dit riviervtje. Op basis van deze gegevens wordt een beslissing genomen over de zuiverende voorziening.

Ter plaatse van Moerenburg zijn diverse mogelijkheden om het ingezamelde hemelwater te verwerken. Om een afweging te kunnen maken met betrekking tot de hemelwaterverwerking is inzicht nodig in het milieurendement van de voorzieningen. In het kader van deze rapportage is voor dit afwegingskader een beperkt literatuuronderzoek uitgevoerd. Voor de stoffen lood, koper, zink en onopgeloste stoffen zijn voldoende gegevens gevonden om de benodigde afweging te kunnen maken. Voor andere stoffen zijn niet voldoende gegevens gevonden.

Tabel 1 laat voor de vier stoffen de concentratie in afstromend regenwater (van daken en wegen) zien. In Tabel 2 zijn de zuiveringsrendementen weergegeven van voorzieningen die bij Moerenburg kunnen worden toegepast.

	Lood	Koper	Zink	Onopgeloste bestanddelen
Afstromend regenwater [mg/l]	0,033	0,042	0,194	49
Bron: De feiten over de kwaliteit van afstromend regenwater, publicatie 21 Stowa, 2007.				

Tabel 1: Basiswaarden vervuilende stoffen regenwater.

Rendement voorziening	Lood	Koper	Zink	Onopgeloste bestanddelen
Bodempassage*	40%	68%	79%	69%
Helofytenfilter*	97%	96%	93%	83%
Bezinkvoorziening**	24%	16%	15%	25%
Zandfilter***	81%	28%	81%	86%
VGS	70%	70%	70%	70%
* Op basis van document: Zuiverende voorzieningen regenwater, STOWA, 2007. ** Op basis van: Concentraties, bindingspercentages en bezinkingsmogelijkheden van verontreiniging in afstromend hemelwater, Praktijkmetingen in Nederland, Stichting Rioned. *** Op basis van presentatie "Meten aan zuiverende voorzieningen: Praktijkcase Arnhem (Jeroen Langeveld, STOWA)				

Tabel 2: Zuiveringspercentages per voorziening.

Om een analyse te maken van de impact die het effluent van de bodempassage heeft op het ontvangende oppervlaktewater zijn de waarden vergeleken met achtergrondwaarden van de Leij (Tabel 3) die de afgelopen jaren door het waterschap zijn gemeten.

Gegevens van 2002 tot 2012	Lood	Koper	Zink	Onopgeloste bestanddelen
Gemiddelde waarde [mg/l]	0,002	0,004	0,029	10,658

Tabel 3 Gemiddelde achtergrondwaarden rivier de Leij (bron: metingen Waterschap De Dommel)

Door de gegevens uit Tabel 1 en Tabel 2 te combineren is de samenstelling van het effluent per voorziening uitgerekend. Tabel 4 geeft deze samenstelling van het effluent per voorziening weer. Door middel van rood en groen is aangegeven of deze waarden boven of onder de gemiddelde achtergrondwaarden van het ontvangende oppervlaktewater zitten.

Lozing concentratie op het oppervlaktewater [mg/l]	Lood	Koper	Zink	Onopgeloste bestanddelen
Bodempassage	0,0198	0,01344	0,01323	15,19
Helofytenfilter	0,00099	0,00168	0,00441	8,33
Bezinkvoorziening	0,0251625	0,035175	0,053865	36,75
Zandfilter	0,00627	0,03024	0,01197	6,86
VGS	0,0099	0,0126	0,0189	14,7

Tabel 4 Aanwezigheid van vervuilende stoffen na zuivering per voorziening

Het is duidelijk dat de geïnventariseerde voorzieningen verschillende zuiveringsresultaten leveren. Het helofytenfilter levert een effluent wat onder de huidige achtergrondwaardes van de Leij blijft het effluent van de overige voorzieningen zit hier boven.

Ter bepaling van het milieurendement is inzicht nodig in de oprichtings- en beheerkosten, de kwaliteit van het aangeboden hemelwater, het rendement van de hemelwater verwerkende voorziening en de actuele en toekomstige achtergrondconcentratie van het oppervlaktewater. Voor de afweging worden de volgende situaties in beschouwing genomen:

- Geen behandeling hemelwater.
- Hemelwater via bodempassage.

- Hemelwater via helofytenfilter.
- Hemelwater via bezinkvoorziening.
- Hemelwater via zandfilter.
- Hemelwater via Verbeterd Gescheiden Stelsel (VGS) naar de RWZI.

Vanuit economische overwegingen hebben hemelwater verwerkende voorzieningen vaak een bypass. Zodra de aanvoer de ontwerpbelasting overschrijdt wordt het surplus rechtstreeks en onbehandeld geloosd wordt op het oppervlaktewater.

In Tabel 5 wordt een indicatie gegeven van de kosten, het rendement en het ruimtebeslag per voorziening. In de tabel staat een hoge score voor positief terwijl lage scores een slechte score representeren.

	Investeringsuitgaven	Exploitatiekosten	Rendement	Ruimtebeslag	Totaal
Bodempassage	3	3	2	2	10
Helofytenfilter	2	3	3	1	9
Bezink-voorziening	1	2	1	3	7
Zandfilter	1	1	2	3	7
VGS	3	2	3	3	11

Tabel 5: Relatie tussen kosten, rendement en ruimtebeslag per voorziening.

Bij het bepalen van deze gegevens is voor het VGS het er vanuit gegaan dat het gemaal wordt aangesloten op het bestaande gemengde stelsel. Waarbij door het afkoppelen de pompovercapaciteit wordt verminderd van 0,7 mm/h naar 0,2 mm/h.

In Tabel 5 worden verschillende zuiveringsvoorzieningen beoordeeld. Als naar de totaalscore wordt gekeken zijn een VGS, bodempassage en het helofytenfilter de voorzieningen die het hoogst scoren. Voor deze voorzieningen is samen met de gemeente de haalbaarheid bepaald. Een VGS is niet wenselijk omdat van het totale volume op jaarbasis circa 75% naar de RWZI wordt verpompt, waardoor de RWZI alleen bij piekbuien wordt ontlast. Een helofytenfilter is niet wenselijk omdat door het hoge debiet een hoog ruimtebeslag noodzakelijk is, en op de geplande locatie maar beperkt ruimte is gereserveerd voor een voorziening. Een bodempassage kan binnen de gereserveerde ruimte gerealiseerd worden en kan een groot deel van het volume uit de blauwe aders zuiveren.

In overleg met de gemeente is gekozen voor een bodempassage die nader is uitgewerkt in een ontwerp. Uit Tabel 4 wordt duidelijk dat het berekende effluent van de bodempassage voor enkele stoffen, ondanks de zuivering, boven de achtergrondwaarden van de Leij blijft. Het gezuiverde regenwater draagt daardoor bij aan de totale vuilemissie op de Leij. In paragraaf 5.4 wordt de vuilemissie op de Leij nader beschouwd.

4.2 VERHARD OPPERVLAKE

De gemeente Tilburg heeft, op basis van de ervaringen binnen de gemeente, een aanname gedaan voor het af te koppelen verhard oppervlak. Van het verhard oppervlak is een kaart gemaakt waar per type oppervlak is aangegeven wat de procentuele beschikbaarheid is van het verhard oppervlak in de straten waar het RWA-stelsel van de Blauwe Ader wordt aangelegd. De broninformatie en uitgewerkte kaarten zijn weergegeven in bijlage 2.

4.2.1 BEPALEN AFGEKOPPELD VERHARD OPPERVLAK

Het verhard oppervlak voor het plangebied is bepaald aan de hand van de aangeleverde vlakkenkaart in de tekening "Blauwe aders studie 1.dgn" van deze tekening zijn de modellen "Afvoerende oppervlakten afkoppelgebieden" en "Afvoerende oppervlakten plannen" gebruikt. De informatie uit de vlakkenkaart is omgezet naar een ArcGIS shapefile. Bij deze conversie zijn geen vlakken verloren gegaan, het totaal oppervlak bedraagt: 453,24 ha.

Uit de aangeleverde vlakkenkaart is vervolgens een selectie gemaakt van de vlakken die binnen het gebied liggen die door middel van de geplande blauwe aders afgekoppeld kunnen worden. Het totaaloppervlak van de geselecteerde vlakken bedraagt: 93,26 ha.

De gemeente Tilburg heeft bij de bepaling van het verhard oppervlak onderscheid gemaakt in beschikbare en niet beschikbare daken, terreinverharding en tuinen. Dit heeft geresulteerd in 7 categorieën. Om een betrouwbare schatting van het beschikbare verhard oppervlak te maken is door de gemeente Tilburg per categorie een aanname gemaakt met betrekking tot de haalbaarheid. In Tabel 1 staan de categorieën voor de bouwplannen en afkoppelgebieden benoemd in combinatie met de het geschatte percentage mogelijk af te koppelen oppervlak.

Beschikbaarheid verharde vlakken		
Bouwplannen	Type oppervlak	Afkoppelgebieden
100%	Dak-Beschikbaar	50%
N.v.t.	Dak-Niet Beschikbaar	15%
100%	Verharding-Openbare Ruimte	100%
100%	Verharding Particulier-Beschikbaar	100%
N.v.t.	Verharding Particulier -Niet Beschikbaar	10%
20%	Tuin-Beschikbaar	N.v.t.
N.v.t.	Tuin-Niet Beschikbaar	5%

Tabel 6: Percentage beschikbaar oppervlak

Het totaal oppervlak dat overblijft na toepassing van de bijstelling op basis van de bovenstaande correctie is 41,5 ha.

Naast de indeling van afgekoppelde percentages zijn de vlakken ook ingedeeld in drie categorieën:

- Bouwplannen verwerkt (met blauw aangegeven op tekening Blauwe aders studie 1 - plannen)
Deze gebieden zijn in het aangeleverde rekenmodel al afgekoppeld. Tevens zijn deze oppervlakken van het gemengde stelsel gehaald en aan een regenwaterstelsel toegevoegd. Deze RWA stelsels zijn op dit moment door middel van overstorten op het gemengde stelsel aangesloten. De benodigde actie voor deze vlakken is om deze bestaande RWA-stelsels op het geplande RWA aan te sluiten.
- De afkoppelgebieden die al zijn afgekoppeld van het gemengde systeem en moeten nog op de Blauwe Aders aangekoppeld worden.
- Bouwplannen nog niet verwerkt (met geel aangegeven op de tekening Blauwe aders studie 1 - plannen). Deze gebieden zijn in het rekenmodel nog niet afgekoppeld van het gemengde stelsel en dienen tevens aangekoppeld te worden aan het Blauwe Ader. Het betreft bouwplannen die min of meer nabij een Blauwe Ader liggen waardoor er sprake is van een overbrugbare afstand.

Na het corrigeren van het oppervlak zoals aangegeven in Tabel 6 en de nog af te koppelen vlakken blijft een beperkte hoeveelheid te wijzigen oppervlak in het rekenmodel over.

- In totaal wordt 41,5 hectare toegekend aan de Blauwe Ader.

- Naast de afkoppelgebieden die bij het huidige project zijn doorgevoerd in het rekenmodel waren er ook enkele gebieden die naar aanleiding van vorige projecten al afgekoppeld waren. En nu op de Blauwe Ader worden aangesloten. Het totaal oppervlak van deze projecten is 15,77 ha.

Het totaal oppervlak dat aangesloten is op Blauwe Ader Moerenburg komt daarmee op 57,27 hectare.

Van het hierboven genoemd oppervlak, en in het kader van deze hydrodynamische controleberekening is toegekend aan de Blauwe Ader (41,5 ha) was 14,75 hectare nog niet verwijderd van de knopen van het gemengde stelsel in het rekenmodel. Het overige oppervlak (26,75 ha) is bij eerdere projecten al van de knopen van het gemengde stelsel in het rekenmodel verwijderd.

Het verwijderen van het oppervlak kon niet één op één plaatsvinden omdat wijzigingen er in het gemengde systeem zijn aangebracht waardoor ook de verdeling over de knopen van het gemengde stelsel in het rekenmodel van het verhard oppervlak wijzigt. Daarom is er voor gekozen om het verhard oppervlak per knoop procentueel te corrigeren waardoor de verhoudingen tussen de verhardingstypes behouden zijn gebleven.

4.2.2 TOEKENNING VERHARD OPPERVLAKE AAN MODEL

Methodiek

Het verhard oppervlak is over de nieuwe putten van de Blauwe Ader verdeeld op basis van nieuwe Thiessen polygonen. Deze polygonen zijn gemaakt op basis van het aangepaste RWA-stelsel. De verdeling op basis van Thiessen geeft niet altijd een representatief beeld per put maar over het algemeen heeft dit alleen lokaal een significant effect omdat het oppervlak wel wordt toegekend aan het juiste systeem.

Gemengd

De indeling van de oppervlakken in het huidige gemengde systeem in InfoWorks CS omvatten de verhardingstypes uit de Leidraad Riolerings waarin ook onderscheid is gemaakt in de helling van het vlak. In de vlakkenkaart wordt enkel onderscheid gemaakt in dak, terrein verharding en tuin (onverhard). De gegevens kunnen dus niet rechtstreeks overgezet worden. Om een zo representatief mogelijke verdeling van het verhard oppervlak te behouden wordt het totaal af te koppelen oppervlak procentueel afgetrokken van het bestaande verhard oppervlak.

RWA

Voor het RWA zijn nieuwe subcatchments op basis van Thiessen polygonen toegevoegd met de code "MR-". Deze vertegenwoordigen het afgekoppelde verhard oppervlak wat op Blauwe Ader Moerenburg is aangesloten.

4.3 GEMENGD/DWA

Het gemengd stelsel is op enkele kleine wijzigingen (vooral met betrekking tot de ligging) na vrijwel overal gelijk gebleven. Het stelsel zal door het afkoppelen en overzetten van overstorten van de infiltratiesystemen van gemengd naar RWA minder belast worden. De verwachting is dat de water op straat situatie en het overstortingsvolume in Tilburg Oost positief beïnvloed worden.

4.4 RWA (BLAUWE ADER)

De reeds aanwezige gescheiden stelsels veranderen door de aanleg van Blauwe Ader Moerenburg ingrijpend. De bestaande stelsels worden met elkaar verbonden en storten niet meer over op het

gemengde stelsel. Het RWA-stelsel bestaat uit leidingen die in grootte variëren van Ø400 mm in de bovenstroomse leidingen tot Ø1500 mm richting de overstort bij Moerenburg.

Daarnaast worden waterpark Moerenburg en waterpark Leijpark aangelegd waar een deel van de bergingsopgave gerealiseerd kan worden. De gemeente heeft als doelstelling om bui 8 uit de Leidraad Riolerings (19,8 mm in 1 uur) volledig te bergen. In het huidige ontwerp is in het leidingenstelsel circa 6400 m³ onderdrempelberging aanwezig, dit is gelijk aan ruim 11 mm. Het overige volume moet in de waterparken Moerenburg en Leijpark gerealiseerd worden. Het door de gemeente opgestelde ontwerp van waterpark Leijpark is opgenomen in bijlage 9. Het ontwerp van waterpark Moerenburg wordt behandeld in paragraaf 4.6.

Blauwe Ader Moerenburg heeft op vier locaties lozingsmogelijkheden, een overstort en ledigingsgemaal bij waterpark Moerenburg, een lozingspunt bij waterpark Leijpark en twee noodoverstorten op de Piushaven bij de Havendijk.

Interne Overstort + gemaal Moerenburg

Bij waterpark Moerenburg ligt het belangrijkste lozingspunt van het RWA-stelsel. Bij dit lozingspunt zijn een ledigingspomp een interne overstort op de bodempassage en een first flush pomp voorzien.

Het ledigingsgemaal krijgt een capaciteit die wordt gebaseerd op de afvoernorm van het landelijk gebied en bedraagt voor het stedelijk gebied van Tilburg 1,33 l/s/ha. Bij een afgekoppeld oppervlak van 57,27 hectare komt dit overeen met circa 274 m³/uur. Het gemaal loost zijn het water uit het RWA-stelsel op de bodempassage die zich in het waterpark bevindt. Als de capaciteit van het gemaal niet toereikend is om het peil in de Blauwe Aders onder de NAP+ 11,60 te houden stort het water via een interne overstort op dit niveau over naar de bodempassage. Met een drempelbreedte van 13 m is de opstuwing over de stuw 0,19 meter.

Uit ervaring blijkt vervuiling ten gevolge lekkages en foutaansluitingen bijna niet voorkomen kan worden. Om te voorkomen dat deze vervuiling in het waterpark terechtkomt wordt er een pomp geïnstalleerd om de first flush af te voeren naar het gemengde stelsel en vervolgens naar de rioolwaterzuivering (rwzi). Als er wordt uitgegaan van een capaciteit van 0,2 mm/h, vergelijkbaar met de pompovercapaciteit van een VGS-gemaal, zou de capaciteit meer dan 100 m³/h bedragen. Hierdoor wordt er veel water naar de rwzi verpompt. Om inzicht te krijgen in het effect van de pompcapaciteit is door middel van verkennende berekeningen met een reservoirmodel berekend wat de verhouding is tussen het verpompt volume naar de rwzi en het verpompt volume naar het waterpark bij verschillende capaciteiten van de first flush pomp. In Tabel 7 zijn de resultaten weergegeven.

Capaciteit pomp m ³ /h	mm/h	% verpompt naar de berging	% verpompt naar zuivering
10	0,017	94	6
20	0,035	90	10
30	0,052	87	13

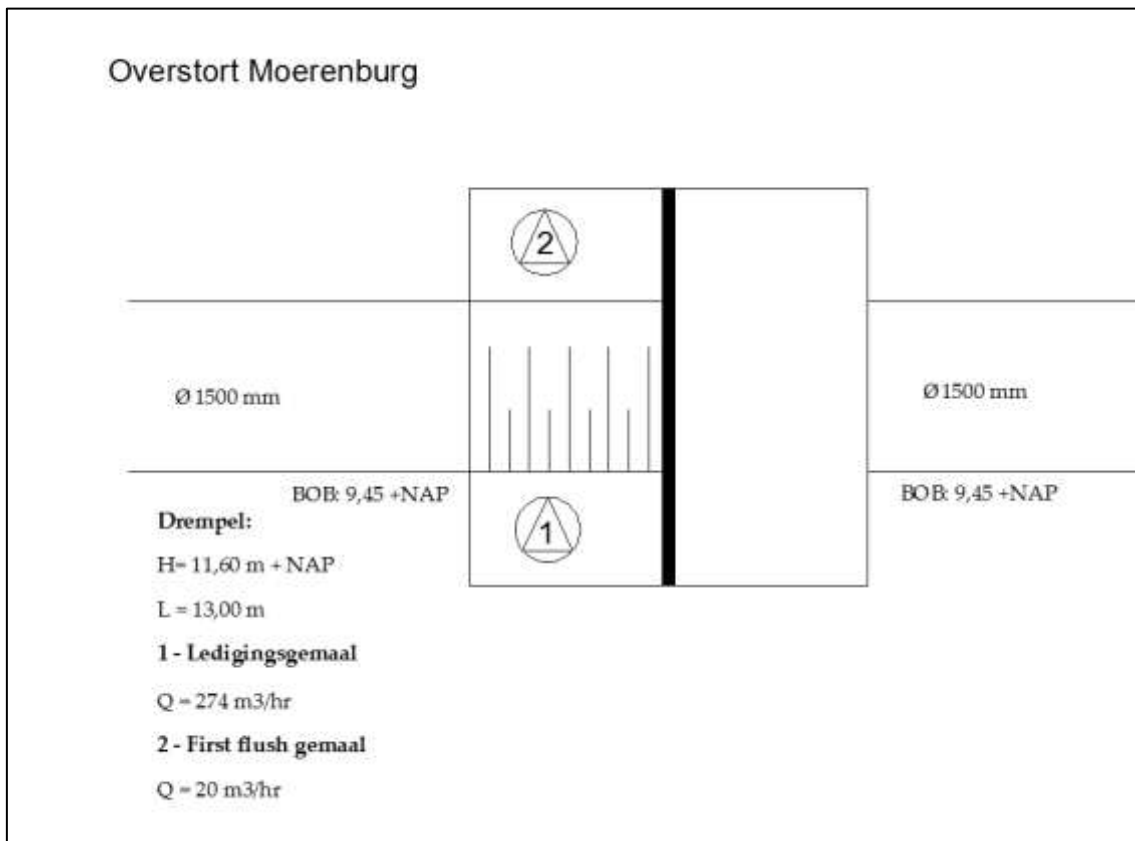
Tabel 7: Verdeling verpompt volume first flush pomp en ledigingspomp.

Voor de first flush pomp zal er sprake zijn van een opvoerhoogte van slechts enkele meters, het realiseren van een lage capaciteit is dan met de in de handel verkrijgbare pompen vaak niet mogelijk. De opbrengst van de pomp is dan al snel 15-20 m³/h. Door de looptijd van de pomp te verkorten kan de hoeveelheid die

naar de rwzi wordt verpompt worden beperkt. In de verkennende berekeningen is hiermee geen rekening gehouden.

De first flush pomp moet in het diepste gedeelte van de gemaalkelder worden geplaatst. Het is namelijk niet de bedoeling dat de first flush pomp de leidingen van het RWA-stelsel leegpompt. De in- en uitslagpeilen moeten zodanig worden ingesteld dat dit door de ledigingspomp wordt gedaan.

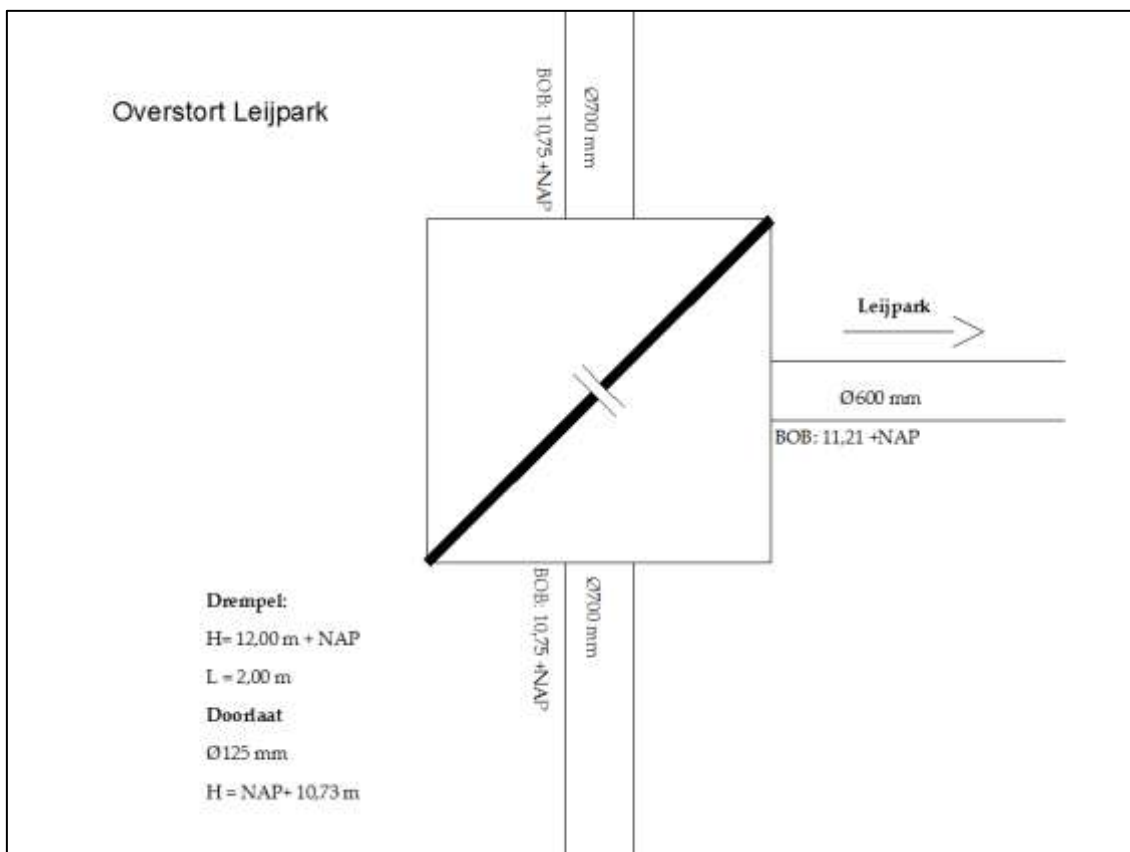
In afbeelding 5 is een detail van de constructie bij overstort Moerenburg weergegeven.



Afbeelding 5: Detail interne overstort Moerenburg

Vrije lozing + overstort Leijpark

De lozing bij Leijpark gaat via een speciale constructie. In afbeelding 6 is een detail van de constructie weergegeven.



Afbeelding 6: Detail interne overstort Leijpark

De put is zo ingericht dat het debiet van eventuele foutaansluitingen in tijden zonder regenval door middel van de doorlaat in noordelijke richting kan afstromen en via het RWA-stelsel uiteindelijk terechtkomt bij het RWA-gemaal in Moerenburg. Als het begint te regenen zal de beperkte opening van de doorlaat (Ø125 mm) voor opstuwing zorgen waardoor het water via een verhoogde leiding (Ø600 mm, bob: NAP+11,21 m) richting waterpark Leijpark stroomt. De leiding loost op een waterging die vervolgens op een bergingsvijver uit komt. Als het water een peil hoger dan NAP+12,00 m bereikt kan het in theorie overstorten naar het stelsel dat op waterpark Moerenburg loost. In de praktijk zal dit echter niet snel gebeuren omdat het peil in de leiding richting Moerenburg eerder NAP+12,00 m bereikt dan de peilen in Leijpark. Bij extreme neerslag zal er dus water vanuit Moerenburg naar Leijpark overstorten. De overstortdrempel is gedimensioneerd op een breedte van 2 m, deze breedte volgt uit berekeningen met bui 8 en verkennende berekeningen met bui 9. Omdat ook rekening gehouden wordt met bui 9 blijft de opstuwing bij bui 8 beperkt tot 0,16 m en ligt daarmee onder de maximale opstuwing van 0,20 meter.

Overstort Havendijk oost en west

Deze overstorten lozen op de Piushaven. De overstortdrempels van beide overstorten zijn 5 meter breed en aangelegd op NAP+ 12,85 m. Deze overstorten functioneren als noodoverstorten en treden alleen in werking bij extreme neerslag die niet door de Blauwe aders verwerkt kan worden. De drempels zijn dan ook gedimensioneerd op de T=100 extreme neerslaggebeurtenis.

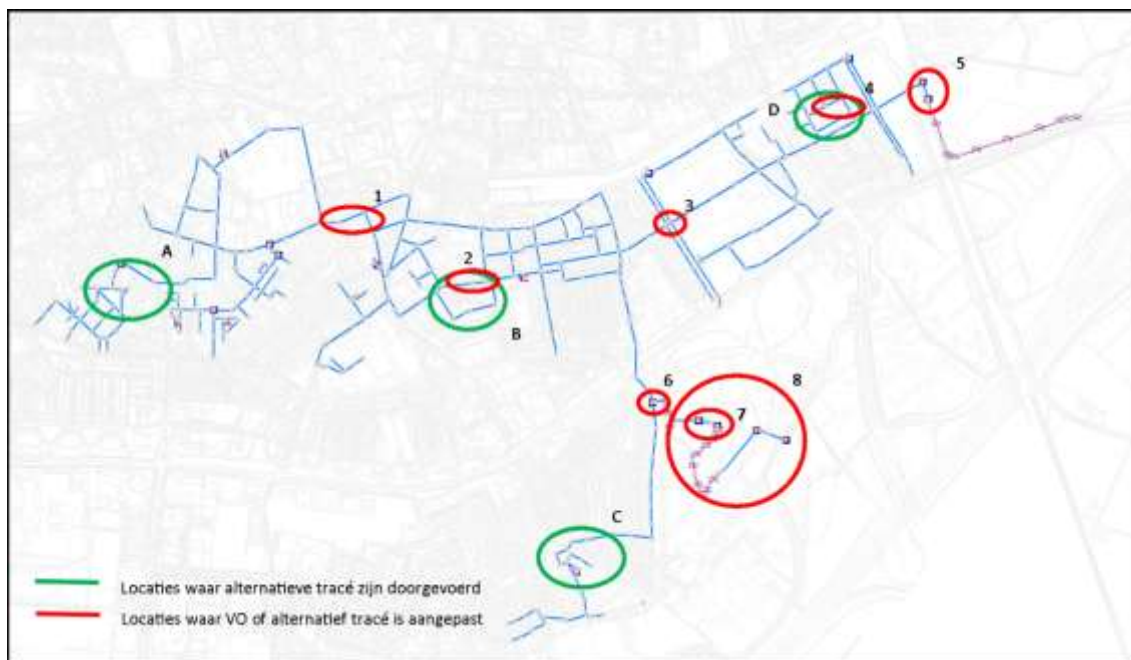
De oostelijke overstort treedt ook bij een T=100 neerslaggebeurtenis niet in werking. Deze noodoverstort draagt daardoor niet in of nauwelijks bij aan de veiligheid van het RWA-stelsel.

De westelijke overstort treedt wel in werking en heeft bij een breedte van 5 meter een opstuwing van 0,18 meter bij bui 8. Deze voldoet daarmee aan de gestelde eisen.

4.5 AFWIJKINGEN VAN HET SCHETSONTWERP VAN DE GEMEENTE

Zoals in hoofdstuk 3 al is beschreven heeft de gemeente Tilburg een schetsontwerp aangeleverd met daarin het leidingstelsel van de Blauwe Ader. Gedurende de uitvoering van het project is dit schetsontwerp getoetst en waar nodig in overleg met de gemeente aangepast. In deze paragraaf worden de veranderingen ten opzichte van het door de gemeente geleverde schetsontwerp beschreven. Het betreft enerzijds alternatieve tracés omdat de beschikbare ruimte in straten te klein is en anderzijds aanpassingen aan leidingen en kunstwerken.

In onderstaande afbeelding zijn de aanpassingen om het hydraulisch functioneren te verbeteren genummerd en met rood aangegeven, locaties waar alternatieve tracés zijn doorgevoerd zijn met groen en letters aangegeven. De schetsontwerpen van de alternatieve tracés zijn opgenomen in bijlage 5.



Afbeelding 7: Aanpassingen t.o.v. schetsontwerp en alternatieve tracés.

Locaties van de door de gemeente aangeleverde alternatieve tracés.

- A. Alternatief tracé Uitvindersbuurt-Nieuwstraat.
- B. Alternatief tracé Stuivesantplein.
- C. Alternatief tracé Zwaluwstraat.
- D. Alternatief tracé Jeruzalem.

Aanpassingen aan leidingen en kunstwerken ten opzichte van het schetsontwerp:

1. De afmeting van de diameters tussen de Varkensmarkt en de Bisschopzwijnenstraat kan verkleind worden tot Ø1000 mm zonder bovenstrooms water op straat te veroorzaken.
2. In alternatief Stuivesantplein (B) wordt de hoofdleiding van de Blauwe Ader in de Merodestraat, het Merodeplein en de Van Hessen-Kasselstraat aangelegd in plaats van onder het Stuivesantplein. Hierdoor kunnen de bob's van de leiding onder het Stuivesantplein worden aangepast.

3. In het schetsontwerp is rekening gehouden met een stuwput om de berging in het stelsel te vergroten. Uit verkennende hydraulische berekeningen is gebleken dat een stuwput op deze locatie weinig bijdraagt aan de berging in het systeem. In de rest van het systeem zijn wel mogelijkheden om met stuwputten te werken, maar door de toepassing van deze putten neemt de veiligheid binnen het systeem af. Daarnaast heeft het huidige RWA-stelsel voldoende berging om aan de randvoorwaarde van 10 mm berging in het stelsel te voldoen. Rekening houdend met deze argumenten is het niet nodig om in het RWA-stelsel stuwputten toe te passen.
4. In de Gooilandstraat en Veluwestraat zijn de diameters verkleind naar Ø300 mm en Ø400 mm. Deze verkleining van het stelsel is mogelijk omdat alternatief Jeruzalem (D) is opgenomen.
5. Naar aanleiding van een geotechnisch onderzoek (zie bijlage 8) is gebleken dat de drainagehoogte van de randvoorziening op 10,80 m+NAP moet worden aangelegd. De bodem van de voorziening in Moerenburg is daarom verhoogd naar 11,30 m+NAP. Om voldoende berging te kunnen creëren is de drempelhoogte van de overstort naar het waterpark aangepast naar NAP+11,60 m.
6. Overstortdrempel bij Leijpark verhoogd naar 12,00 m+NAP. Om de beschikbare berging in Leijpark zo goed mogelijk te benutten is de drempel die naar de rest van het stelsel overstort verhoogd naar NAP+12,00 m. Door de verhoging gaat een groot deel van het water dat ten zuiden van Leijpark wordt ingezameld naar Leijpark en stort er slechts een beperkt volume over richting waterpark Moerenburg.
7. Om de doorstroming in waterpark Leijpark te bevorderen zijn doorlaten in de stuwen van waterpark Leijpark aangebracht.
8. Om voldoende hydraulische afvoercapaciteit te creëren in Leijpark zijn de duikers vergroot naar Ø800 en Ø1000 mm. Deze vergroting hangt ook samen met het beheer en onderhoud van de watergangen.

4.6 DIMENSIONERING WATERPARK MOERENBURG

Bij het dimensioneren van het waterpark is in eerste instantie uitgegaan van een bodempassage en een aanvullende berging. Met daarbij als uitgangspunt om de volledige onderdrempelberging van de Blauwe Ader te bergen en vervolgens te infiltreren in de bodempassage. Uit hiervoor gemaakt berekeningen bleek dat door dit uitgangspunt toe te passen maar een beperkte aanvullende berging noodzakelijk was. Er is daarom besloten om het volledig benodigde bergingsvolume als bodempassage uit te voeren. In deze paragraaf wordt ingegaan op de opbouw en afmetingen van de voorziening.

4.6.1 AANVOER BODEMPASSAGE

De aanvoer naar de bodempassage is gereguleerd door een gemaal met een capaciteit die gelijk is aan de afvoercoëfficiënt (specifieke afvoer). Dit gemaal verpompt de inhoud van het RWA-stelsel onder het kanaal door in de bodempassage. Om maximaal van de infiltratiecapaciteit van de bodempassage gebruik te maken is het van belang dat puntbelasting zo veel mogelijk wordt voorkomen en dat de aanvoer gelijkmatig over de bodempassage verdeeld wordt. Meerdere uitstroompunten in de bodempassage kunnen voor de benodigde verdeling zorgen. De overstort vanuit het RWA-stelsel lost op de bodempassage door middel van een directe lozing. Er van uitgaande dat er op het moment van een overstort al een laag water in de bodempassage aanwezig is levert dit geen problemen op voor de verdeling van het water.

4.6.2 DIMENSIONERING BODEMPASSAGE

Het doel van de bodempassage is om zo veel mogelijk water te infiltreren en daarmee te zuiveren.

Opbouw bodempassage

De bodempassage wordt opgebouwd door een pakket met een dikte van 1,1 m aan te brengen. Dit pakket bestaat uit twee lagen om te zorgen voor voldoende zuiveringsrendement, infiltratiecapaciteit en draagkracht:

- De bovenste laag zorgt voor de zuiverende werking en bestaat uit een mengsel van drainagezand, organische stof en kalk. De organische stof is gekozen om zware metalen te binden. Om een optimale werking van de organische stof te waarborgen is tevens kalk toegevoegd. Door de aanwezigheid van kalk gaat de pH omhoog waardoor zware metalen makkelijker geadsorbeerd kunnen worden door de organische stof.
- De tweede laag bestaat uit de drains met daaromheen drainagezand met een grove fractie. Door de grove fractie heeft deze laag een hoge infiltratiecapaciteit en wordt voorkomen dat de drains verstopt raken.
- Om de twee lagen te scheiden wordt een geotextiel aangebracht. Dit geotextiel wordt aangebracht om te voorkomen dat fijne deeltjes uit de eerste laag naar de tweede laag uitspoelen en daar de drains verstopten.

Afmetingen bodempassage

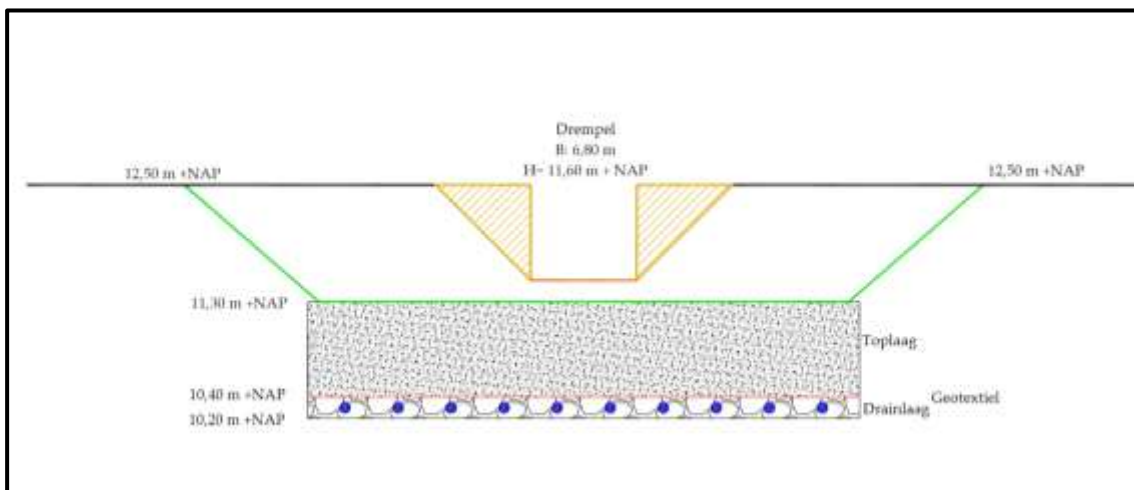
De bodempassage moet een combinatie van voldoende inhoud en infiltratiecapaciteit hebben om bij bui 8 het volume dat in de bodempassage wordt gepompt en er naar overstort te bergen en te infiltreren. Om de optimale inhoud van de bodempassage vast te stellen zijn de volgende uitgangspunten gebruikt:

- De capaciteit van de ledigingspomp voor het stelsel is 274 m³/h (afvoercoëfficiënt van 1,33 l/s/ha).
- De overstortdrempel van het RWA-stelsel naar de bodempassage is NAP+11,60 m.
- De overstort naar het oppervlaktewater ligt op NAP+11,60 m.
- De bodem van de bodempassage ligt op NAP+11,30 m, dit betekent een maximale waterlaag van 0,3 meter.
- De bodempassage moet bij bui 8 het debiet van de ledigingspomp en de overstorting uit het stelsel kunnen verwerken zonder op het oppervlaktewater over te storten.
- Alleen bij heviger neerslag stort de bodempassage over op de watergang en wordt het water ongezuiverd op de Leij geloosd.

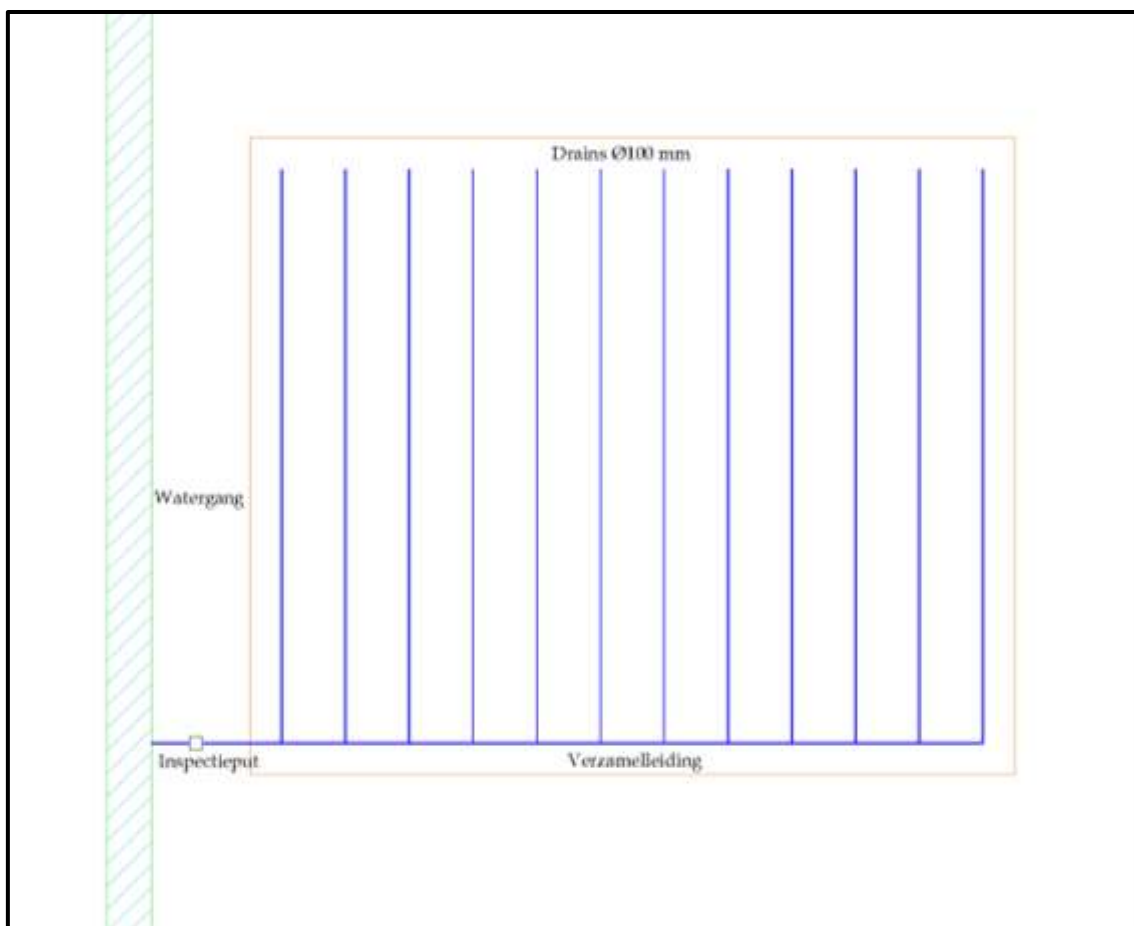
Op basis van bovenstaande uitgangspunten is de inhoud van de bodempassage bepaald op 2400 m³, bij een maximale waterlaag van 0,3 m dient het bodemoppervlak minimaal 8.000 m² te bedragen.

Voor voorzieningen met een relatief grote berging en/of ledigingscapaciteit is de overloopintensiteit uiteindelijk nul. In principe is een overloop dan overbodig. In de Leidraad Riolering wordt geadviseerd om overlopen te dimensioneren op een intensiteit van minimaal 20-30 l/s/ha (Leidraad Riolering; module Hydraulisch functioneren van regenwatervoorzieningen C2200). Voor de overlaat van de bodempassage komt dit neer op een breedte van 6,8 meter bij een maximale opstuwing van 0,20 meter over de stuw. Er kan in dit geval gedacht worden aan een houten stuw of muur waar het water overheen kan stromen.

Het schetsontwerp van de voorziening is weergegeven in afbeelding 8 en 9. In afbeelding 8 is een dwarsdoorsnede en in afbeelding 9 een bovenaanzicht weergegeven.



Afbeelding 8: Dwarsdoorsnede schetsontwerp bodempassage.



Afbeelding 9: Bovenaanzicht schetsontwerp bodempassage.

Dimensionering drainage

Om de bodempassage voldoende te laten functioneren, moet de bodempassage voorzien worden van drainage. Deze drainage is gedimensioneerd op de maximale belasting van de bodempassage door het ledigingsgemaal van het RWA-stelsel.

Bij de dimensionering is het van belang dat de drainagebasis niet lager wordt dan NAP+10,75 m zodat de kwelstroom van het kanaal niet wordt afgevoerd door de drainage. Voor de drainage van de bodempassage zijn de volgende opties mogelijk:

1. *Ondiepe drainage*

Wanneer de drainagestrengen op NAP+10,80 m worden gelegd, liggen de drainagestrengen hoger of gelijk aan de bodem van de kwelstroom. Hierdoor zal kwel vanuit het kanaal via de kwelsloot worden afgevoerd en niet via de drainagestrengen. De bovenkant van het pakket van de bodempassage komt dan op NAP+10,30 m. Het pakket voor de bodempassage is dan 0,4 m dik, waardoor de draagkracht minder is. Er dient dan met kleiner materieel onderhoud te worden uitgevoerd.

2. *Diepdrainage*

De drainagestrengen kunnen ook dieper worden gelegd met een drainage uitstroom op NAP+10,90 m. Het drainagepeil ligt dan ook boven de bodem van de kwelsloot, waardoor er geen kwel wordt afgevoerd. Het pakket voor de bodempassage kan dan dikker gemaakt worden waardoor de draagkracht wordt vergroot. Nadeel is dat naar verwachting het zuiveringsrendement afneemt doordat het zuiverende pakket in geval van hoge grondwaterstanden (GHG) gedeeltelijk in het grondwater komt te liggen. In welke mate het rendement afneemt is niet te voorspellen. Er vindt vermenging plaats met het grondwater en er treden zuurstofloze omstandigheden op. Een groot deel van het jaar zal de grondwaterstand niet tot in de bodempassage komen en functioneert deze wel.

3. *Diepdrainage met afdichting onder bodempassage*

Een derde mogelijkheid is het dieper leggen van de drainage, maar dan met afdichting aan de onderzijde van de bodempassage. Er treedt dan geen vermenging op met het grondwater. Het pakket voor de bodempassage is dan dikker waardoor de draagkracht wordt vergroot. Nadeel zijn de kosten voor de afdichting en er is een pomp nodig om het waterpeil actief te verlagen boven de afdichting om al het water te kunnen lozen.

De gemeente geeft de voorkeur aan de aanleg van diepdrainage, op basis van deze optie is de draindiameter en drainafstand berekend. De onderstaande uitgangspunten zijn hierbij gebruikt:

- k-waarde bovenste laag bodempassage: 2 m/dag;
- k-waarde bodem onder bodempassage: 0,5 m/dag;
- De drains worden op een diepte van NAP+ 10,30 m aangelegd en gestuwd op NAP+10,90 m.
- Dikte van de bodempassage, pakket van de 2 lagen, bedraagt 1,1 m;
- Bovenkant pakket bodempassage: NAP+ 11,30 m;
- Maximaal peil overstort NAP+ 11,60 m;
- Aanvoer uit RWA-stelsel via ledigingspomp: 274 m³/uur;
- Oppervlak voorziening 8.000 m² (2.400 m³ berging tussen bovenkant bovenste laag en overstort);

Deze drainage is gedimensioneerd op de maximale belasting van de bodempassage door het ledigingsgemaal van het RWA-stelsel. Om deze hoeveelheid te kunnen infiltreren dienen drains aangelegd te worden met een uitwendige diameter van 100 mm en een onderlinge afstand tussen de drains van 1,3 meter.

Beheer en onderhoud

Het beheer en onderhoud van de bodempassage is van groot belang voor de werking op korte en lange termijn. Voor voldoende infiltratiecapaciteit dient de toplaag met een lage intreeweerstand aangelegd te worden. Deze intreeweerstand moet vervolgens door intensief beheer zo laag mogelijk gehouden worden. Een belangrijk aandachtspunt hierbij is dat er bij de aanleg en het beheer zo min mogelijk zwaar materiaal gebruikt wordt waardoor de bodem verdicht wordt. Door de aanleg van beheerpaden kan de voorziening gemaaid worden zonder deze in te hoeven met zwaar materieel.

Daarnaast kan gekozen worden om de bodempassage te voorzien van passende beplanting, de wortels van de beplanting dragen dan bij aan een open toplaag.

Om de werking van de voorziening te waarborgen wordt geadviseerd om de werking van de voorziening zowel kwalitatief als kwantitatief te monitoren.

4.6.3 DIMENSIONERING WATERGANG MOERENBURG

In maart 2012 is door Arcadis een onderzoek uitgevoerd naar de afvoercapaciteit van de watergang langs waterpark Moerenburg. Het resultaat van dit onderzoek is vastgelegd in een memo (kenmerk: 075460890:A.3; d.d. 15 september 2011). In deze memo zijn voor de watergang profielen ontworpen, deze profielen zijn gedimensioneerd op een afvoer van 2-3 m³/s. In Bijlage 1 is de ontwerptekening van de watergang inclusief dwarsprofielen opgenomen.

Uit de resultaten van de 10-jarige neerslagreeks volgt een maximaal debiet van 1,34 m³/s. De capaciteit van de ontworpen watergang is dus ruim voldoende. In Tabel 8 is weergegeven hoe vaak een bepaald debiet in de watergang wordt overschreden.

	>0,1 m ³ /s	>0,2 m ³ /s	>0,5 m ³ /s	>1,0 m ³ /s	>1,5 m ³ /s
Frequentie (-/10j)	31	27	10	1	0

Tabel 8: Frequentie (per 10 jaar) van voorkomen debiet naar de watergang langs waterpark Moerenburg.

4.7 DIMENSIONERING WATERPARK LEIJPARK

De uitgangspunten van Leijpark verschillen van die voor Moerenburg aangezien Leijpark geen zuiverende functie heeft. Door de stuwconstructie bij de uitlaat van de Blauwe Ader richting Leijpark (zie Afbeelding 6) wordt de “first flush” naar Moerenburg getransporteerd om daar via de bodempassage gezuiverd op oppervlaktewater geloosd te worden. Als er meer water aangevoerd wordt dan de onderdoorlaat aan kan stort dit over naar de bergingsvijvers in Leijpark. Dit relatief schone water wordt door middel van stuwen (kruinhoogte NAP+ 11,70 m) vastgehouden in twee bergingsvijvers (540 m³ en 270 m³). Door middel van doorlaten in de stuwen kan een deel van het water het park in stromen waardoor hier de doorstroming wordt bevorderd. Als het water over de stuwen van de vijvers heen loopt wordt dit door middel van watergangen verder het park in geleid. De overige vijvers in het park bevatten voldoende bergingscapaciteit (respectievelijk 1129 m³ en 879 m³) om de overstortingsvolumes bij bui 8 en 9 te bergen. Als het park bij extreme neerslag niet voldoende bergingscapaciteit bevat kan de laatste vijver overlopen in de Leij. In bijlage 9 is het ontwerp van waterpark Leijpark opgenomen.

In tegenstelling tot Moerenburg is in Leijpark meer dan voldoende ruimte aanwezig om een deel van de benodigde waterpartijen te realiseren. Door de waterpartijen in Leijpark wordt bij extreme neerslag waterpark Moerenburg minder belast waardoor bij Moerenburg voldoende ruimte is om aan de verschillende waterkwaliteit en -kwantiteitseisen te voldoen.

4.7.1 BEREKENINGSRESULTATEN

Om de hoeveelheden en overstortfrequentie voor Moerenburg en Leijpark te bepalen is een 10-jarige reeksberekening uitgevoerd voor het RWA-stelsel. In Tabel 9 zijn de resultaten weergegeven.

Overstort	Ovst volume [m ³ /jr]	Frequentie [#/jr]	T=1 [m ³]	T=2 [m ³]	T=5 [m ³]	T=10 [m ³]
Moerenburg						
Stelsel naar Bodempassage	16.213	4,1	4.241	9.496	12.280	23.242
Bodempassage naar oppervlaktewater	7.840	2,0	1.411	6.349	12.367	19.355
Leijpark						
Overstortleiding naar het waterpark	2.285	8,0	485	862	1.744	2.732
Havendijk						
Overstort Havendijk West	100	0,1	0	0	0	540
Overstort Havendijk Oost	0	0	0	0	0	0

Tabel 9: Resultaten 10-jarige regenreeks RWA stelsel

Uit de resultaten blijkt dat het leidingstelsel met een frequentie van 4,1 keer per jaar overstort naar de bodempassage van Moerenburg, een deel van het water wordt gebufferd in de bodempassage. Deze stort echter nog met een frequentie van 2,0 keer per jaar over naar het oppervlaktewater. De overstortleiding naar Leijpark stort 8,0 keer per jaar over. De inhoud van de berging in waterpark Leijpark is voldoende om tijdens de 10-jarige regenreeks een overstort naar het oppervlaktewater te voorkomen.

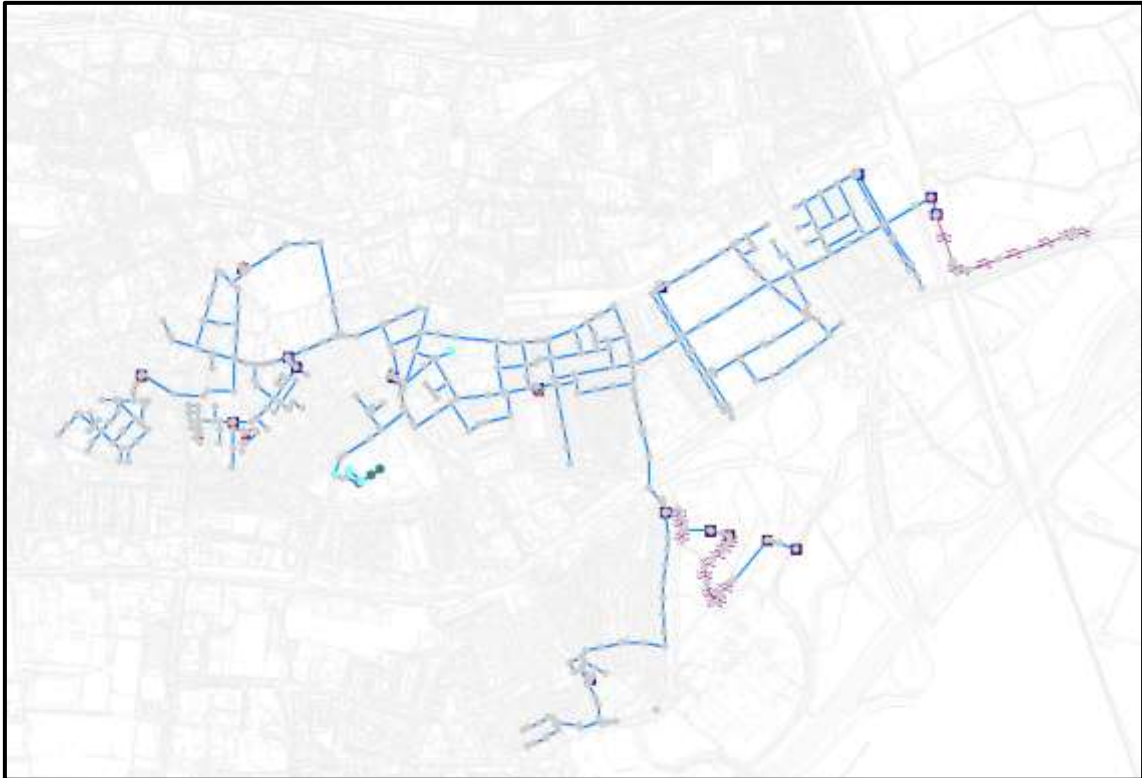
5

Resultaat berekeningen

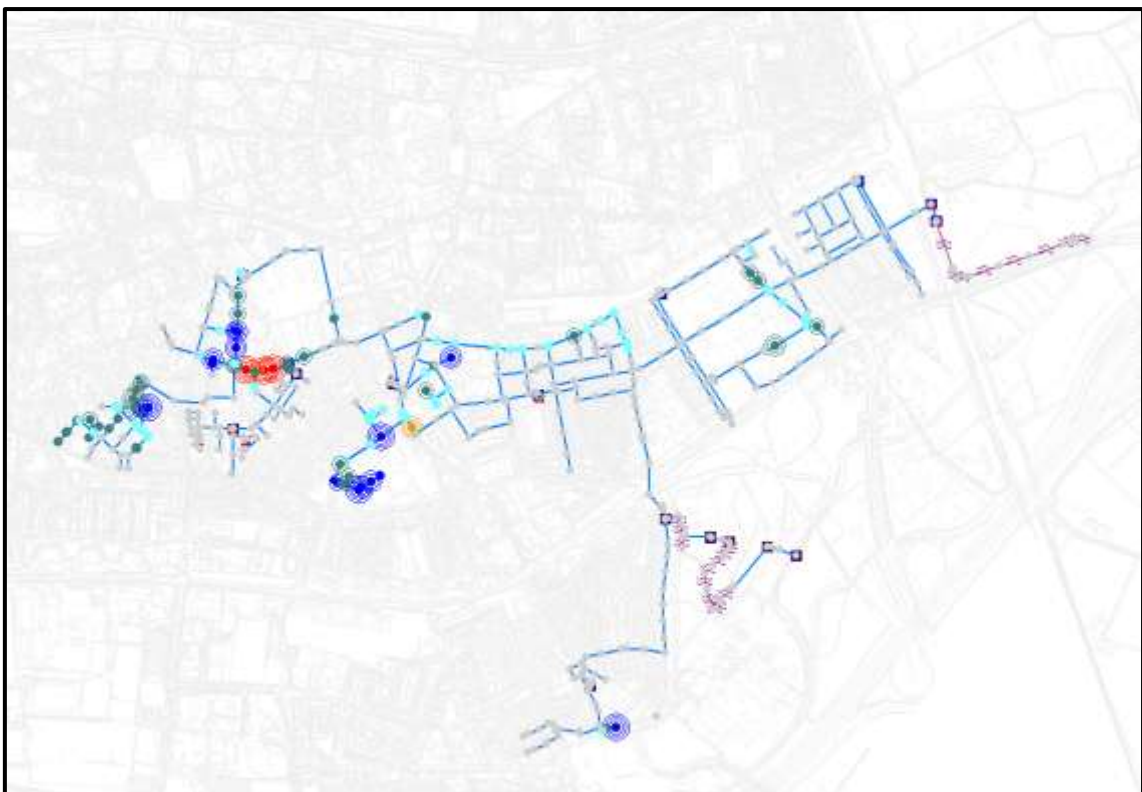
In dit hoofdstuk worden de resultaten van de hydrodynamische controleberekeningen behandeld die is uitgevoerd na het doorvoeren van de Blauwe Aders. Paragraaf 5.1 tot en met 5.3 gaan over de resultaten met bui 8, bui 9 en de extreme neerslaggebeurtenissen. In bijlage 7 zijn grotere versies van de weergegeven afbeeldingen opgenomen. In paragraaf 5.4 komen de resultaten van de reeksberekeningen en de vuilemissie aan bod.

5.1 HYDRAULISCHE BEREKENINGEN RWA STELSEL

Door middel van het rekenmodel in InfoWorks CS is het hydraulisch functioneren van het stelsel bekeken. In eerste instantie was het uitgangspunt van de gemeente om overal in het RWA-stelsel minimaal 0,3 meter waking te houden bij een bui 8. Uit berekeningen is gebleken dat deze eis niet overal in het stelsel haalbaar is. Een grafische weergave van de resultaten van de berekeningen met bui 8 (T=2) en 9 (T=5) is opgenomen in Afbeelding 10 en Afbeelding 11. In deze afbeeldingen is water op straat weergegeven door middel van kleuren die de hoogte van water op straat weergegeven en cirkels die het volume water op straat weergegeven.

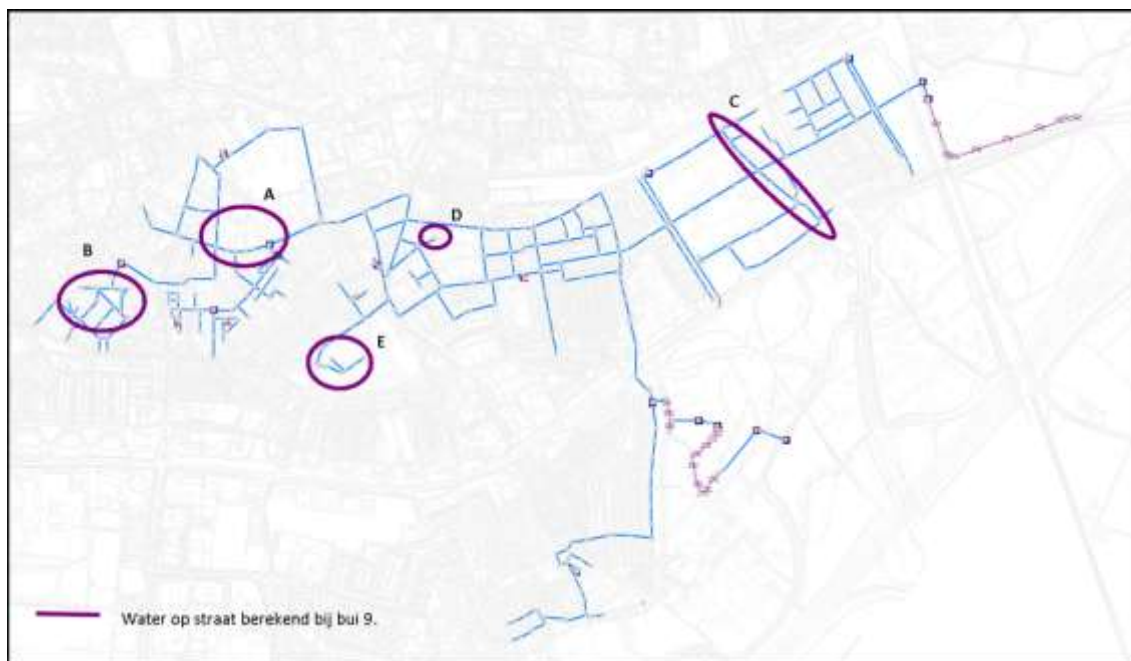


Afbeelding 10: Resultaten hydraulische berekening RWA-stelsel, maxima bij bui 8.



Afbeelding 11: Resultaten hydraulische berekening RWA-stelsel, maxima bij bui 9.

Uit de resultaten blijkt dat bij bui 8 op enkele locaties nog water op straat optreedt. In de onderstaande opsomming wordt per locatie ingegaan op de oorzaak en worden mogelijke maatregelen gegeven. De letters verwijzen naar de ligging van de locaties in Afbeelding 12.



Afbeelding 12: Water op straat locaties Blauwe Ader > 10m³ na aanleg van Blauwe Ader Moerenburg

In Afbeelding 12 zijn alleen de locaties weergegeven waar de hoeveelheid water op straat groter is dan 10 m³. In de onderstaande opsomming wordt kort ingegaan op de oorzaken.

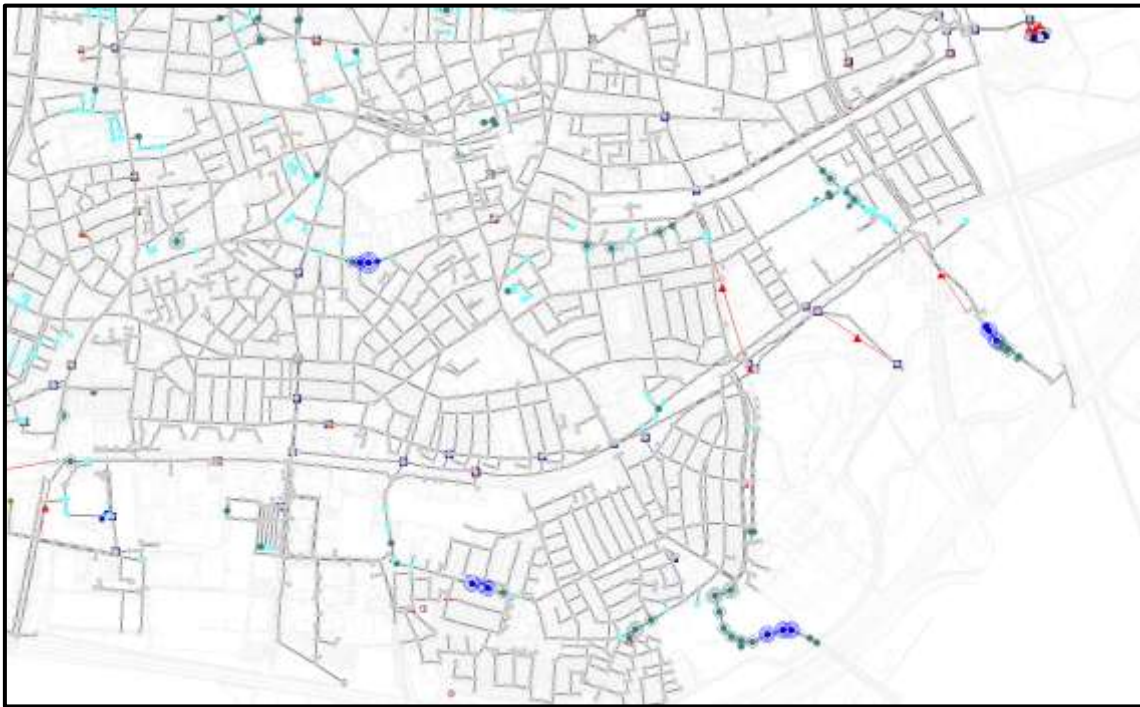
- A. In de Nieuwstraat en Nazarethstraat wordt water op straat berekend omdat deze straten lager liggen dan de omgeving. Uit rekenresultaten van afkoppelplannen ten westen van de Korvelseweg blijkt dat de water op straat situatie in de Nieuwstraat en Nazarethstraat wordt opgelost als deze plannen zijn geïmplementeerd.
- B. In de Uitvindersbuurt wordt bij bui 9 water op straat berekend. Dit komt deels door de overstortdrempel en terugslagklep die zich tussen de Uitvindersbuurt en het overige deel van het stelsel bevinden. Om de water op straat situatie bij bui 9 te verminderen kan er voor gekozen worden om de terugslagklep te verwijderen. Omdat in de Uitvindersbuurt IT-leidingen zijn aangelegd is het niet verstandig om de drempel te verwijderen omdat er dan voor een groot deel van de tijd geen gebruik wordt gemaakt van de infiltratiefunctie van de buizen.
- C. In de Hoevenseweg en de Wethouder van Ierlandstraat wordt bij bui 9 overlast berekend. Dit is een bekende overlastlocatie van de gemeente. De berekende water op straat wordt veroorzaakt door een ten opzichte van de omgeving relatief laag maaiveld.
- D. Het Stuivesantplein en de Heikestraat blijven in de berekeningen water op straat locaties omdat het maaiveld hier ca. 0,3 tot 0,4 meter lager ligt dan zijn omgeving.
- E. Op het Voltterrein wordt water op straat berekend omdat hier in de toekomst een groot oppervlak afgekoppeld wordt waarvoor nog geen leidingen zijn ontworpen, de verdeling van het oppervlak in het rekenmodel is daardoor niet realistisch. De leidingen van de Blauwe Ader in de Volstraat voldoen hydraulisch wel. Bij een juiste toedeling van het verharde oppervlak zal op deze locatie geen water op straat meer optreden.

5.2 HYDRAULISCHE BEREKENINGEN GEMENGD STELSEL

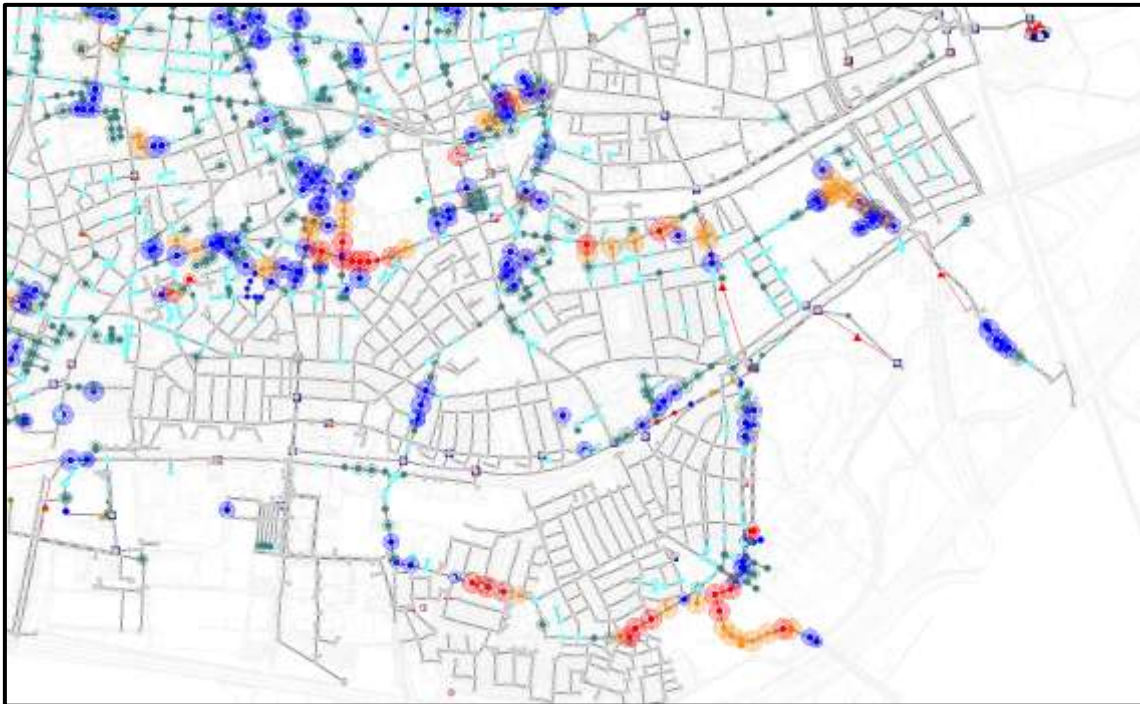
Om de effecten van de Blauwe Ader Moerenburg en het daarmee gepaard gaande afkoppelen van verhard oppervlak het gemengde stelsel te bepalen zijn voor het gemengd stelsel berekeningen gemaakt met bui 8 en bui 9. Een grafische weergave van de resultaten van de berekeningen is opgenomen in Afbeelding 13 en

Afbeelding 14. De afbeeldingen beperken zich grofweg tot het gebied waarin Blauwe Ader Moerenburg wordt gerealiseerd.

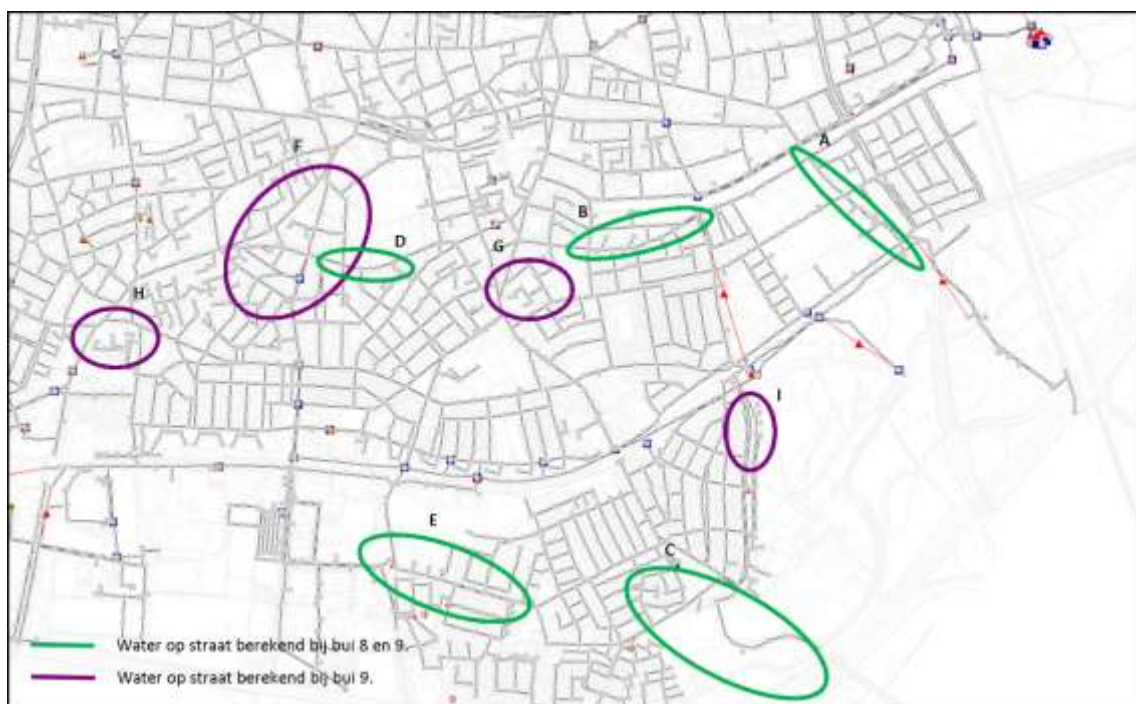
Uit de resultaten blijkt een aanzienlijk vermindering van water op straat voor het gemengde stelsel, maar water op straat voor blijft komen. Voor deze locaties lopen de oorzaken uiteen van laag maaiveld tot onvoldoende afvoercapaciteit. Als water op straat op deze locaties volledig voorkomen moeten worden zullen aanvullende maatregelen getroffen moeten worden.



Afbeelding 13: Resultaten hydraulische berekening toekomstige situatie gemengde stelsel, maxima bij bui 8.



Afbeelding 14: Resultaten hydraulische berekening toekomstige situatie gemengde stelsel, maxima bij bui 9.



Afbeelding 15: Water op straat locaties gemengd stelsel $> 10\text{m}^3$ na aanleg van Blauwe Ader Moerenburg.

In Afbeelding 15 zijn alleen de locaties weergegeven waar de hoeveelheid water op straat groter is dan 10m^3 . In de onderstaande opsomming wordt kort ingegaan op de oorzaken.

- A. In de Hoevenseweg en de Fatimastraat wordt bij bui 8 en 9 water op straat berekend. Het berekende water op straat is het gevolg van een ten opzichte van de omgeving relatief laag maaiveld.
- B. In de omgeving van de Jan Backstraat en de Tournooistraat wordt water op straat berekend. De oorzaak is een te lage afvoercapaciteit van de beginstrengen in combinatie met een laag maaiveld.

- C. Hilvarenbeekseweg en Berglandweg. In deze omgeving wordt water op straat berekend als gevolg van een relatief laag maaiveld en veel aanvoer van water uit andere gebieden. Afkoppelen alleen lost water op straat niet op. De gemeente heeft er daarom voor gekozen om deze streng los te koppelen van de rest van het stelsel.
- D. De problematiek in de Nieuwstraat is het gevolg van de lage ligging ten opzichte van de omgeving.
- E. Silvrettapad en Berglandweg. Water op straat ter hoogte van het Silvrettapad en de Berglandweg wordt veroorzaakt door een lage ligging van het maaiveld ten opzichte van de omgeving.
- F. In de Nazarethstraat en de Trouwlaan wordt water op straat berekend als gevolg van de lage ligging van het maaiveld.
- G. Het Stuivesantplein en de Heikestraat blijven in de berekeningen locaties met water op straat omdat het maaiveld hier circa 0,3 tot 0,4 meter lager ligt dan de omgeving. Om water op straat weg te nemen zou het maaiveld opgehoogd moeten worden.
- H. In de Uitvindersbuurt wordt bij bui 9 water op straat berekend. Dit is het gevolg van het lage maaiveld ten opzichte van de omgeving.
- I. Professor van Buchemlaan. In deze omgeving wordt water op straat berekend omdat de afvoercapaciteit van de leidingen bij bui 9 te gering is.

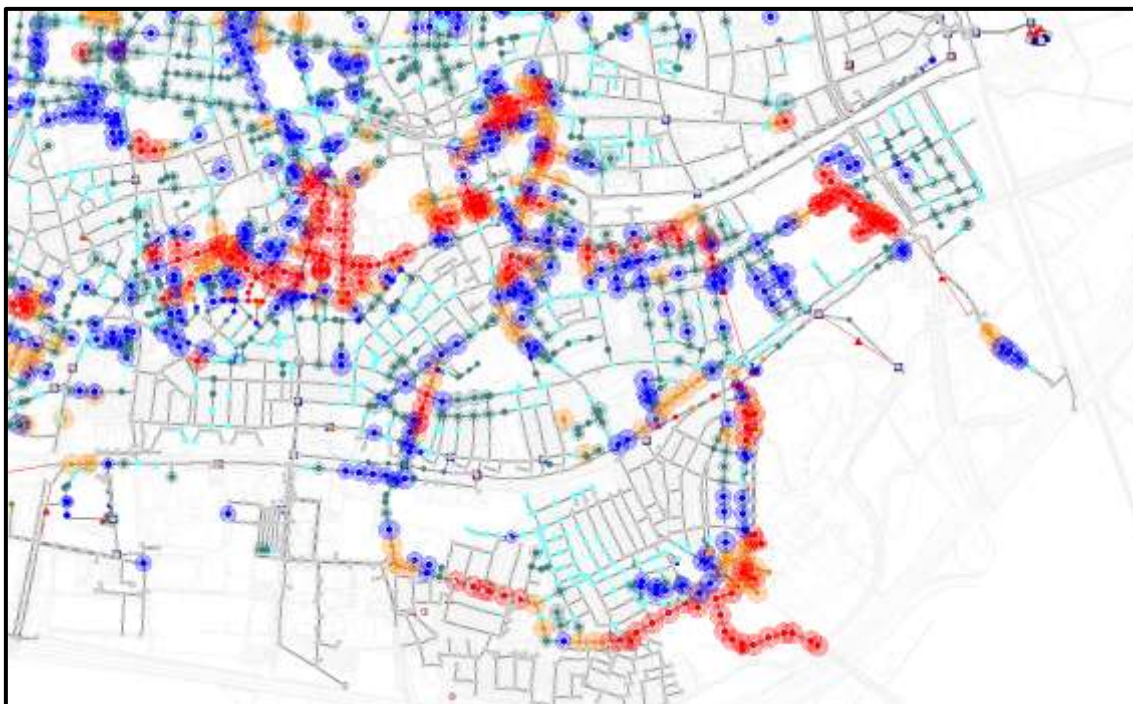
5.3 VERKENNING EFFECTEN EXTREME NEERSLAG

Om de invloed van extreme neerslag op het ontworpen stelsel te verkennen is het eindresultaat van de Blauwe Ader met twee extreme buien doorgerekend. De locaties met wateroverlast zijn bekend, op basis van deze resultaten kan op wijkniveau bekeken worden hoe met deze situatie omgegaan kan worden.

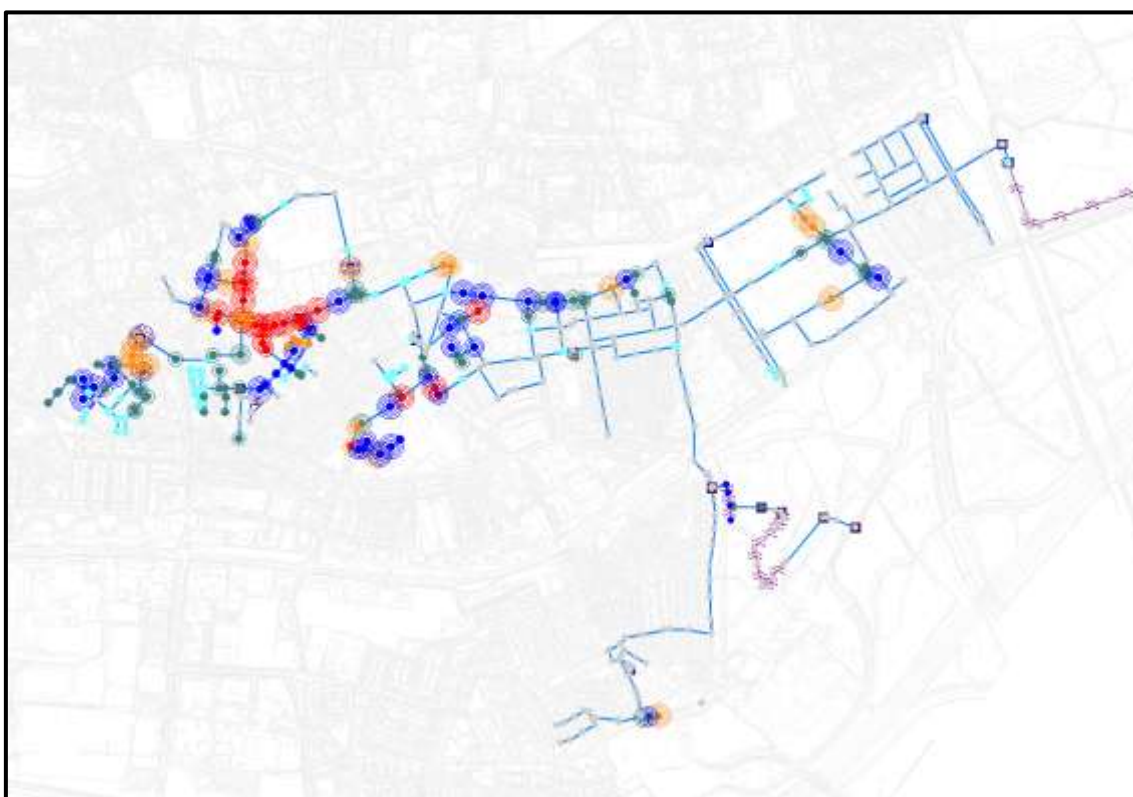
5.3.1 KEUZE NEERSLAG

Uit ervaringen met berekeningen van extreme neerslaghoeveelheden blijkt dat de gegevens van de meeste T=100 buien vooral geschikt zijn voor oppervlaktewatersystemen. Rioolstelsels zijn systemen die snel reageren en om de effecten ten aanzien van water op straat te bepalen zijn buien nodig die zijn opgebouwd uit intensiteiten met een kleine tijdstap. In overleg met de gemeente Tilburg is besloten om voor de neerslag gebeurtenis een selectie te maken uit een van de buien die ook voor de Stedelijke Wateropgave uit 2008 is gebruikt. Er is gekozen om de T=100, 24 uur bui met 87,5% van de neerslag in de piek te gebruiken omdat deze het dichtst in de buurt komt van de buien die over het algemeen voor het stedelijk gebied worden gebruikt. Daarnaast is er voor gekozen om de piekbui uit de tienjarige neerslagreeks uit de Leidraad Riolerings door te rekenen. Deze bui heeft een maximale intensiteit van circa 66 mm/h.

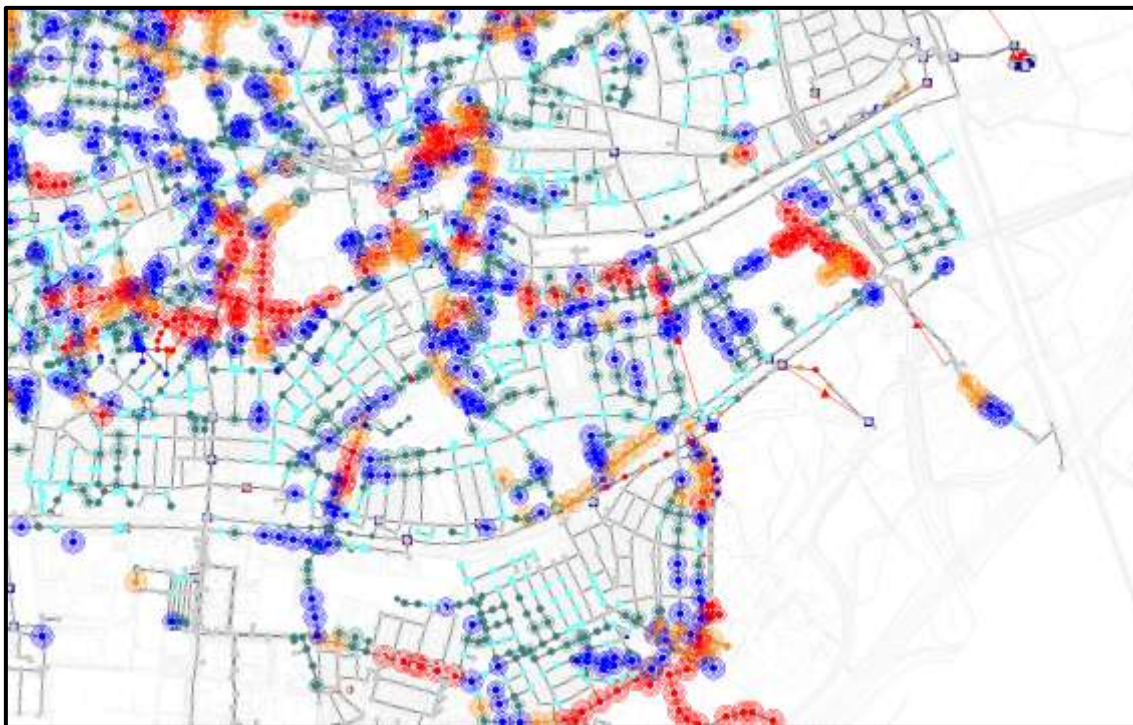
5.3.2 RESULTATEN BEREKENING



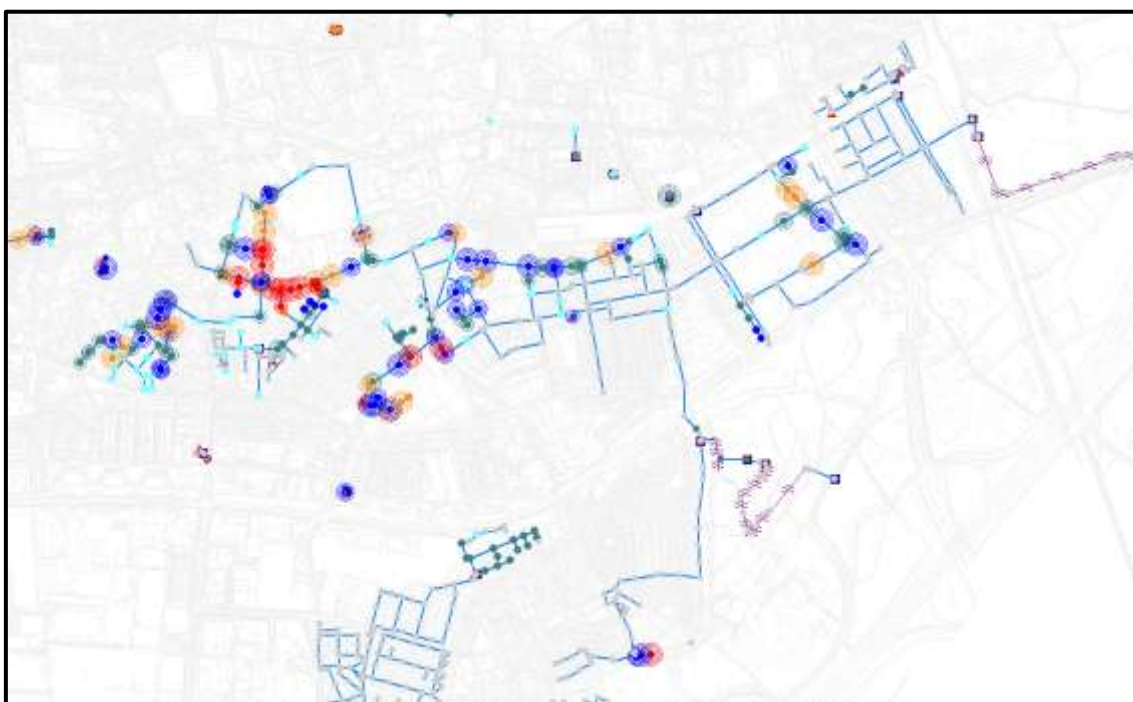
Afbeelding 16: Resultaten hydraulische berekening toekomstige situatie gemengde stelsel, maxima bij stochast T=100



Afbeelding 17: Resultaten hydraulische berekening RWA-stelsel, maxima bij stochast T=100



Afbeelding 18: Resultaten hydraulische berekening toekomstige situatie gemengde stelsel, maxima bij T=10 neerslagreeks De Bilt.



Afbeelding 19: Resultaten hydraulische berekening RWA-stelsel, maxima bij T=10 neerslagreeks De Bilt.

De piekbelasting bij de Stochastbui (114 l/s/ha) is niet veel zwaarder dan een bui 8 piekbelasting (110 l/s/ha), toch wordt uit Afbeelding 16 en Afbeelding 17 duidelijk dat het stelsel over onvoldoende berging en afvoercapaciteit beschikt als het voor een langere tijd (1 uur) met dergelijke hoeveelheden neerslag belast wordt. Bij het doorrekenen van de T=10 uit de neerslagreeks is in Afbeelding 18 en Afbeelding 19 ook duidelijk te zien dat het stelsel de debieten niet aan kan waardoor water op straat ontstaat.

5.3.3 AANZET MOGELIJKE MAATREGELEN OM WATER OP STRAAT TE BEPERKEN

Uit paragraaf 5.3.2 wordt duidelijk dat ook na aanleg van de Blauwe Aders bij extreme neerslag water op straat voor blijft komen. In deze paragraaf is een aanzet gegeven hoe deze locaties mogelijk aangepakt kunnen worden. Tevens wordt de nut en noodzaak van de huidige voorzieningen geëvalueerd.

Nood overstorten

In het huidige ontwerp van het RWA-stelsel zijn twee nood overstorten op de Piushaven opgenomen. Deze overstorten hebben een drempelhoogte van NAP+12,85 m. Dit is ruim 1,25 meter hoger dan de overstort op waterpark Moerenburg. Door de locatie van de nood overstorten werken ze niet optimaal. De westelijke overstort treedt bij bui 9 minimaal in werking, bij de T=10 bui uit de neerslagreeks stort wel een behoorlijk debiet over. Deze overstort heeft daardoor een nuttige functie binnen het systeem. De oostelijke overstort treedt zelfs bij de T=10 bui uit de neerslagreeks niet in werking. Dit komt doordat de oostelijke nood overstort relatief dicht bij de overstort op waterpark Moerenburg ligt. Door de lagere drempel in Moerenburg wordt het water in die richting getrokken en niet naar de oostelijke nood overstort.

Aanvullende voorzieningen

Blauwe Ader Moerenburg bestaat uit een omvangrijke aanpassing van het systeem maar kan desondanks niet voorkomen dat op meerdere locaties in het gebied nog water op straat wordt berekend. Dit zijn nagenoeg allemaal locaties die lager liggen dan hun omgeving. Het is niet mogelijk om op deze specifieke locaties water op straat op te heffen door aanpassingen in de Blauwe Ader. Als voor deze locaties een hoger beschermingsniveau wordt geambieerd zullen specifiek voor die locaties maatregelen getroffen moeten worden. Het ophogen van deze locaties is lastig waardoor naar andere maatregelen op maaiveld gezocht moet worden.

Mogelijke maatregelen op maaiveld zijn:

- *Waterslim bovengronds inrichten.* Het water dat op straat komt kan bovengronds getransporteerd naar een locatie waar het geborgen kan worden en geen schade veroorzaakt.
- *Water op straat infiltreren.* Afhankelijk van de doorlatendheid kan overwogen worden om water op straat te infiltreren. Als de kwaliteit voldoende is en de risico's acceptabel kan overwogen worden om water te infiltreren naar diepere lagen.

5.4 VUILEMISSIEBEREKENING

In paragraaf 4.1 is vastgesteld dat regenwater ook na zuivering bijdraagt aan de totale vuilemissie die op de Leij geloosd wordt. In deze paragraaf wordt de totale vuilvracht in kg CZV berekend door middel van reeksberendingen van de huidige en de plan situatie met Blauwe Ader Moerenburg.

Vuilemissie gemengd stelsel

Het gemengde stelsel van Tilburg heeft 5 overstorten op oppervlaktewater. De overstortingsvolumes van deze overstorten zijn opgenomen in Tabel 10. De uitgebreide resultaten zijn weergegeven in Bijlage 4.

Locatie	Naam	Huidige situatie			Plan situatie met blauwe Ader		
		volume m ³ /jr	vuilemissie kg CZV/jr	freq. /jr	volume m ³ /jr	vuilemissie kg CZV/jr	freq. -/jr
Gemeente							
C848A.8	Moerenburg	468.051	117.013	21,3	401.464	100.366	20,9
E1010.8	Leijparkriool extern	24.417	6.104	2,5	18.162	4.540	1,8
S0760_I.8	Wandelboslaan	17.106	4.277	1,4	11.053	2.763	1,4
<i>Subtotaal</i>		<i>509.574</i>	<i>127.393</i>		<i>430.678</i>	<i>107.670</i>	
Waterschap							
-M0282Z.1	gemaal RWZI Tilburg-Noord	4.744	1.186	1,0	4.020	1.005	1,0
Moerenburg.8	gemaal Moerenburg	27.132	6.783	10,0	23.052	5.763	9,1
<i>Subtotaal</i>		<i>31.876</i>	<i>7.969</i>		<i>27.073</i>	<i>6.768</i>	
Totaal		541.450	135.362		457.751	114.438	

Tabel 10: Vuilemissie gemengde stelsel Tilburg o.b.v. 10-jarige neerslagreeks De Bilt.

Zoals verwacht neemt het overstortingsvolume in de plansituatie af ten opzichte van de huidige situatie. In Tabel 11 is deze reductie in m³ en vuilvracht uitgedrukt in CZV per overstort weergegeven.

Putnummer	Locatie	Reductie m ³ /jr	Reductie kg CZV/jr	Reductie %
Gemeente				
C848A.8	Moerenburg overstort	66.587	16.647	14,2%
E1010.8	Leijparkriool Extern	6.255	1.564	25,6%
S0760_I.8	Overstort Wandelbos	6.053	1.513	35,4%
<i>Subtotaal</i>		<i>78.895</i>	<i>19.724</i>	<i>15,48%</i>
Waterschap				
-M0282Z.1	Overstort gemaal RWZI Tilburg Noord	723	181	15,2%
Moerenburg.8	Overstort gemaal Moerenburg	4.080	1.020	15,0%
<i>Subtotaal</i>		<i>4804</i>	<i>1201</i>	<i>15,1%</i>
Totaal		83.699	20.925	15,46%

Tabel 11: Overzicht reductie van het overstortingsvolume.

Het totale overstortingsvolume van het gemengde stelsel van Tilburg neemt af met iets meer dan 15%. Bij overstort Moerenburg is reductie in absolute zin het grootst, ruim 16.000 kg CZV/jr. In totaal neemt het overstortingsvolume af met ruim 83.000 m³/jr, de vuilvracht neemt af met circa 20.900 kg CZV/jaar af.

Vuilemissie RWA-stelsel

Door het realiseren van Blauwe Ader Moerenburg komen er enkele lozingspunten op het oppervlaktewater bij. Het hemelwater dat hier geloosd wordt kan gezien worden als vuilemissie op het oppervlaktewater. Om de overstortingsvolumes van Blauwe Ader Moerenburg te bepalen is ook voor het RWA-stelsel een reeksberekening uitgevoerd. De resultaten van deze berekening zijn in Tabel 14 weergegeven.

Om de vuilemissie van het RWA-stelsel te bepalen is gebruik gemaakt van gegevens uit het EMOS emissiemodel (Stowa; EMOS Emissiemodel voorsysteemkeuze; rapportnummer: 2009-W06). Deze waarden worden ook bij de reguliere reeksberekeningen gebruikt en zijn daarom het meest geschikt om de vergelijking te maken. In Tabel 12 zijn de CZV concentraties in afval- en regenwater gegeven en in Tabel 13 zijn de zuiveringsrendementen van zuiverende voorzieningen opgenomen.

Gescheiden- en verbeterd gescheiden stelsels

In Tabel 1 is te zien dat voor een verbeterd gescheiden stelsel dezelfde concentratie wordt aangenomen als voor een gescheiden stelsel, terwijl de verwachting is dat een verbeterd gescheiden stelsel minder vuil uitstoot. Ten tijde van de publicatie van het EMOS-rapport was er echter te weinig informatie beschikbaar over het rendement en de vuilemissie om onderscheid te kunnen maken tussen gescheiden en verbeterd gescheiden stelsels. De onderzoekers hebben daarom besloten om de concentraties voor deze stelsels gelijk te houden.

BRONBENADERING		TOETSINGSWAARDEN		LOZINGSBENADERING			
CZV	Huishoudelijk afvalwater	Rioolloop, infiltratie, foute aansluiting	Influent RWZI gemengd	Influent RWZI hemelwater	Effluent RWZI	Lozing gemengd stelsel	Lozing (V)GS
	A, F	C, D, Ga, Gb	H	I	J	K, Uedf	M, N, P, R, Texf
ondergrens [mg/l]	700	24	384	36		148	36
rekenwaarde [mg/l]	900	39	550	48	43	259	48
bovengrens [mg/l]	1100	75	1300	69		389	69

Tabel 12: CZV concentraties in afval- en regenwater. (Bron: EMOS emissiemodel voor systeemkeuze).

OVERZICHT DEFAULTWAARDEN STOFFEIGENSCHAPPEN								
	CZV	P-totaal	Koper	Zink	Benzo(k)fluor antheen	E-coli	Glyfosaat	Oestron
aandeel DWA	90%	90%	90%	20%	40%	90%	10%	90%
aandeel regeninloop	10%	10%	10%	80%	60%	10%	90%	10%
aandeel opgelost	52%	50%	25%	40%	5%	-	95%	95%
aandeel geabsorbeerd	48%	50%	75%	60%	95%	-	5%	5%
OVERZICHT DEFAULTWAARDEN RENDEMENTEN								
AWZI	85%	80%	90%	80%	90%	90%	35%	85%
BSB ⁽¹⁾	45%	23%	34%	27%	43%	45%	2%	2%
heicloxytenfilter (horizontaal infiltrat)	50%	40%	40%	50%		80%		
infiltratie (greppel/wadi) ⁽²⁾	70%	10%	50%	70%	95%	90%	5%	5%
heicloxytenfilter (vloei veld)	30%	40%	20%	45%		80%		
lamellenafscheider ⁽³⁾	35%	14%	21%	17%	27%	28%	1%	1%
groene berging						50%		
retentiepond	40%	55%		60%				

Tabel 13: Standaard rendement waarden voor zuiverende voorzieningen (Bron: EMOS emissiemodel voor systeemkeuze).

Voor de CZV concentratie in het water wat uit het RWA-stelsel komt wordt uitgegaan van 48 mg/l. Dit is de rekenwaarde voor lozingen uit een (V)GS volgens het EMOS emissie model, zie Tabel 12.

Bij het berekenen van de vuilemissie wordt onderscheid gemaakt tussen twee vervuilingsgraden.

- Het water wat door de bodempassage wordt gezuiverd en vervolgens via de drains wordt afgevoerd naar het oppervlaktewater. Op basis van de gegevens uit Tabel 13 bedraagt het zuiveringsrendement van een bodempassage voor CZV 70%. Hierbij is aangenomen dat de bodempassage minimaal hetzelfde rendement heeft als een greppel/wadi. De CZV concentratie bedraagt daardoor voor dit water 14,4 mg/l.
- Het water wat rechtstreeks op het oppervlaktewater overstort. Dit water wordt niet gezuiverd en de CZV concentratie bedraagt voor dit water 48 mg/l.

Uit de berekeningsresultaten volgt dat de vuilemissie van Blauwe Ader Moerenburg op het RWA-stelsel circa 4.900 kg/jaar bedraagt. In Tabel 14 zijn de overstortingsvolumes en vuilvrachten per lozingspunt weergegeven.

Locatie		Huidige situatie		
		volume m ³ /jr	vuilemissie kg CZV/jr	frequentie -/jr
<i>Via bodempassage (zuiveringsrendement 70%)</i>				
R193.2	Moerenburg - Pomp - Stelsel - Bodempassage	291.478	4.197	48,6
R193.1	Moerenburg - Overstort - Stelsel - Bodempassage	16.213	233	4,1
<i>Directe lozing</i>				
WPM-3.1	Moerenburg - Drempel - Bodempassage - Watergang	7.840	367	2,0
E2099.1	LE - 2e Leiding Leijpark	2284	110	8,0
E2058.1	Westelijke noodoverstort Havendijk	100	5	0,1
R234.1	Oostelijk noodoverstort Havendijk	0	0	0
Totaal		317.816	4.916	

Tabel 14: Emissie RWA-stelsel o.b.v. 10-jarige neerslagreeks De Bilt.

Vuilemissie totaal

In de huidige situatie bedraagt de vuilemissie van het gemengde stelsel van Tilburg 135.362 kg CZV/jr. Na aanleg van de Blauwe Ader Moerenburg bedraagt de vuilemissie van het gemengde stelsel 114.438 kg CZV/jr. en de vuilemissie van de Blauwe Ader Moerenburg 4.916 kg CZV/jr. in totaal 119.354 kg CZV/jr. De totale vuilvracht neemt dus af met circa 12%.

6

Maatregelen BRP 2005

In het basisrioleringsplan uit 2005 (BRP) zijn voor de locatie Hoevenseweg, Fatimastraat en de locaties Prof. Van Buchemlaan, Berglandweg, Hilvarenbeekseweg, Silvretta-pad oplossingsrichtingen voorgesteld. Op deze locaties zijn nog geen maatregelen gerealiseerd. (Deze locaties zijn in het BRP aangeduid met respectievelijk E1 en E2). De gemeente heeft verzocht om de impact van deze maatregelen mee te nemen in de berekeningen.

6.1 FATIMASTRAAT, HOEVENSEWEG

Voor de locatie Fatimastraat, Hoevenseweg is in het BRP geadviseerd om de afvoercapaciteit van het gemengde riool in de richting van gebied D te verruimen. Concreet betreft het de vergroting van het gemengde riool in de Hoevenseweg van put E0872 naar put D0599 naar buisdiameter 600 mm. Deze maatregel is doorgevoerd in het rekenmodel en doorgerekend. Na het doorvoeren van deze verruiming blijkt uit de berekeningen dat er nog steeds water op straat wordt berekend. Om de situatie verder te verbeteren is er voor gekozen om ook de leiding tussen putten E0872-E0867 te vergroten naar Ø600. In Afbeelding 21 zijn de aangepaste maatregelen uit het BRP doorgevoerd.



Afbeelding 20: Resultaten hydraulische berekening, maxima bij bui 8, Fatimastraat en Hoevenseweg.



Afbeelding 21: Resultaten hydraulische berekening bui 8 met maatregel Fatimastraat, Hoevenseweg, maxima bij bui 8.

Een verdere verbetering van de situatie kan behaald worden door de leidingen naar Ø800 mm te vergroten. In dat geval wordt geen water op straat meer berekend.

6.2 PROF. VAN BUCHEMLAAN, BERGLANDWEG, HILVARENBEEKSEWEG, SILVRETTAPAD

In het BRP wordt geadviseerd om een deel van het gebied af te splitsen, het verhard oppervlak af te koppelen en het overtollig water te transporteren naar het gescheiden rioolstelsel van gebied Groenewoud. De afsplitsing zou gerealiseerd kunnen worden door het plaatsen van afscheidingsconstructie in de vorm van scheidingsmuren / interne overstortdempels.

Locatie Silvrettapad

Na het maken van enkele verkennende berekeningen en een nadere analyse van de berekeningsresultaten blijkt dat het plaatsen van een afscheidingsconstructie om terugstroming in het gemengde riool in Silvrettapad te voorkomen geen nut heeft. De waterstanden ter plaatse komen hoger dan de waterstanden benedenstrooms richting de Groenewoudstraat. In Afbeelding 22 is het resultaat van de hydraulische berekening van de situatie na realisatie van Blauwe Ader Moerenburg weergegeven.



Afbeelding 22: Water op straat Silvrettapad en Berglandweg na doorvoering van Blauwe Ader Moerenburg, maxima bij bui 8.

Een eenvoudige oplossing om water op straat op te heffen ligt in het geval van het Silvrettapad niet direct voor de hand. Wij adviseren om de situatie eerst nader te onderzoeken en te inventariseren of er in werkelijkheid wateroverlast optreedt. Verder is het van belang om nader te bekijken welke oppervlakken werkelijk zijn aangesloten en of dit op de juiste wijze in het model is opgenomen. Door middel van aanvullend onderzoek naar de aansluiting van verhard oppervlak hoeveelheid en locatie van het aangesloten verhard oppervlak kan bepaald worden of er kansen zijn om deze af te koppelen. Als water op straat ter plaatse ook tot overlast leidt zijn er naast afkoppelen een aantal opties om dit te beheersen. Als er meer bekend is over het werkelijke functioneren, kunnen de volgende optie worden afgewogen:

- Water op straat uit het gemengde stelsel bovengronds afvoeren naar de kolken van het RWA-stelsel. Hierdoor blijft het water op straat beheersbaar en kan overlast worden voorkomen;
- Het gemengde stelsel door middel van een hoge leiding (bob +/- NAP+13,00 m) met het gescheiden stelsel verbinden;
- Een overstortput aanleggen zodat het water van het gemengde stelsel naar het regenwaterstelsel wordt overgestort, drempelhoogte overstort NAP+13,00 m.

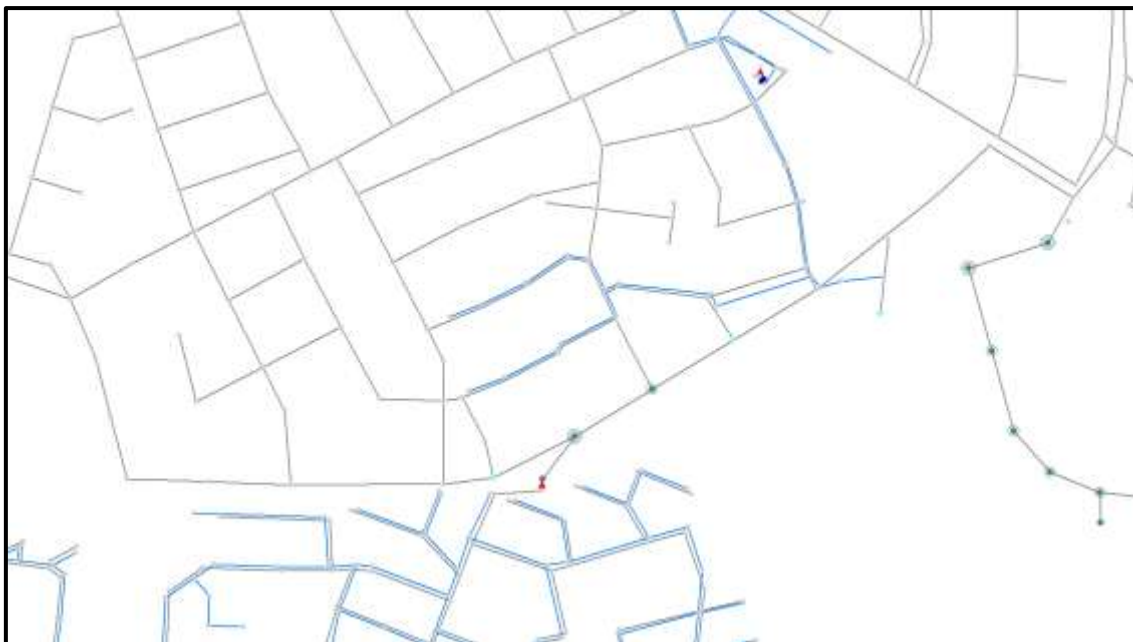
In Afbeelding 23 is te zien dat het berekende water op straat in het Silvrettapad bij bui 8 beperkt wordt als er op het laagste punt in het maaiveld een overstort op het RWA-stelsel van het gebied Groenewoud wordt gerealiseerd.



Afbeelding 23: Water op straat Silvrettapad, Eifelweg en Tatraweg bij toepassing van een drempel op het RWA-stelsel van gebied Groenwoud, maxima bij bui 8.

Locatie Berglandweg

In de Berglandweg wordt water op straat berekend ter plaatse van de laaggelegen locaties bij put E0048 en E0049. In Afbeelding 24 is het resultaat van de hydraulische berekening van de situatie na realisatie van Blauwe Ader Moerenburg weergegeven.

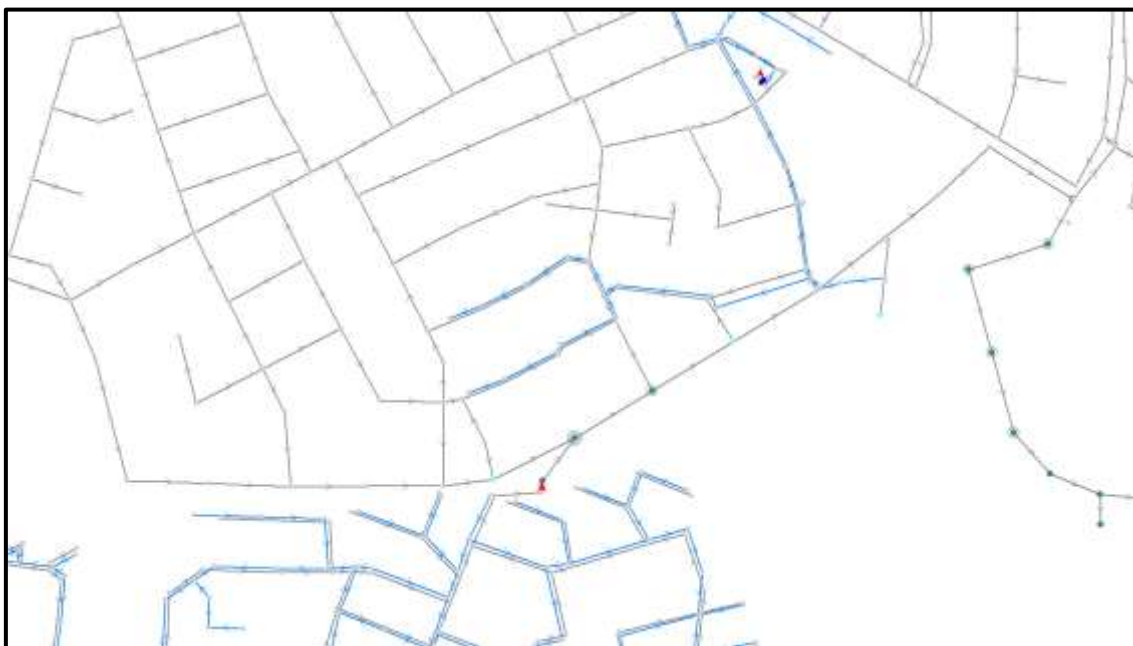


Afbeelding 24: Resultaten hydraulische berekening Berglandweg na doorvoering van Blauwe Ader Moerenburg, maxima bui 8.

Na het maken van enkele verkennende berekeningen en een nadere analyse van de berekeningsresultaten blijkt dat het plaatsen van een afscheidingsconstructie om terugstroming in het gemengde riool in de

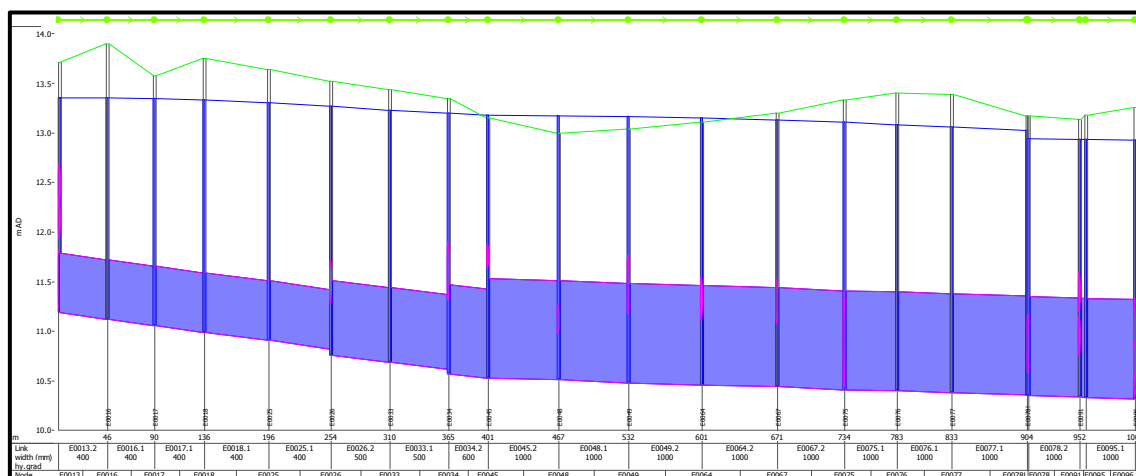
Berglandweg te voorkomen geen nut heeft. De waterstanden ter plaatse komen hoger dan de waterstanden benedenstrooms richting de Prof. Van Buchemstraat.

In Afbeelding 25 is het resultaat van de hydraulische berekening van de situatie na het aanbrengen van schildmuren om het gebied ten zuiden van de Houtvesterijstraat en het Pater van den Elsenplein af te scheiden. Uit deze resultaten blijkt dat dit geen effect heeft, er treedt geen verbetering op in de Berglandweg.



Afbeelding 25: Water op straat Berglandweg na het doorvoeren van maatregelen uit het BRP inclusief stroomrichting van het water, maxima bui 8.

In Afbeelding 26 is een lengteprofiel van het riool in de Berglandweg met de laaggelegen locaties weergegeven. Hieruit wordt duidelijk dat de waterstanden benedenstrooms niet hoger komen dan de waterstanden in de Berglandweg.



Afbeelding 26: Lengteprofiel Berglandweg resultaten hydraulische berekening, maxima bij bui 8.

Voor de Berglandweg adviseren wij om nader te onderzoeken of het RWA-stelsel in het Visserijplein en de Don Sartostraat kan worden uitgebreid tot aan de locatie met water op straat in de Berglandweg. Als aanvulling/alternatief adviseren wij om op maaiveldniveau maatregelen te nemen om te voorkomen dat water op straat tot overlast leidt. Bijvoorbeeld door ervoor te zorgen dat het water niet naar woningen stroomt maar naar een laag gelegen groenstrook.

In bijlage 10 zijn grotere grafische weergaves van de resultaten van de berekeningen met bui 8 (T=2) en 9 (T=5) opgenomen. In deze afbeeldingen is water op straat weergegeven door middel van kleuren die de hoogte van water op straat weergegeven en cirkels die het volume water op straat weergegeven.

Bijlage 1

Ontwerptekening watergang Moerenburg

Bijlage 2

Vlakkenkaart afgekoppelde verharding + Vlekkentekening met bouwplannen

Bijlage 3

Schetsontwerp Blauwe Ader Moerenburg

Bijlage 4

Resultaat vuilemissieberekeningen

Bijlage 5

Alternatieve tracés Blauwe Ader Moerenburg

Bijlage 6

Water op straat huidige situatie

Bijlage 7

Water op straat plan situatie met Blauwe Ader Moerenburg

Bijlage 8

Memo waterpark Moerenburg (geotechnisch onderzoek)

Bijlage 9

Leijpark waterpark VO

Bijlage 10

Water op straat situatie met maatregelen BRP

Colofon

HYDRODYNAMISCHE CONTROLEBEREKENING BLAUWE ADER MOERENBURG

OPDRACHTGEVER:

Gemeente Tilburg

STATUS:

Definitief

AUTEUR:

Joost Veltmaat

GECONTROLEERD DOOR:

Frank van den Heuvel

VRIJGEGEVEN DOOR:

Frank van den Heuvel

19 februari 2013

076486345:C

ARCADIS NEDERLAND BV

Utopialaan 40-48

Postbus 1018

5200 BA 's-Hertogenbosch

Tel 073 6809 211

Fax 073 6144 606

www.arcadis.nl

Handelsregister 9036504

©ARCADIS. Alle rechten voorbehouden. Behoudens uitzonderingen door de wet gesteld, mag zonder schriftelijke toestemming van de rechthebbenden niets uit dit document worden veeleelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, digitale reproductie of anderszins.