



# HEMELWATERPLAN TESSENDERLO



Een integrale lange-  
termijnvisie voor  
hemelwaterbeleid in  
Tessenderlo

Juni 2017  
Anna Roose  
Hilde Jans



# INHOUDSOPGAVE

---

1	Samenvatting.....	1
2	Inleiding .....	3
3	Gebiedsbeschrijving .....	4
3.1	Waterlopen .....	4
3.1.1	Beheer .....	4
3.1.2	Ecologische kwetsbaarheid en kwaliteitsdoelstelling.....	4
3.1.3	Waterkwaniteitsmodel.....	4
3.2	Rioleringsstelsel .....	4
3.3	Afvoer hemelwater .....	5
3.4	Bodemgesteldheid .....	5
3.5	Ruimtegebruik.....	5
4	Knelpunten .....	7
4.1	Knelpunten op het rioleringsstelsel .....	7
4.2	Wateroverlast vanuit waterlopen.....	8
4.3	Interactie tussen riolering en waterlopen .....	8
4.4	Overstorting .....	10
4.5	Erosie.....	10
5	Visie .....	12
5.1	Kerninformatie .....	12
5.2	Systeemkeuze .....	14
5.3	Strategie per deelzone .....	16
5.3.1	Baal.....	16
5.3.2	Sportlaan .....	16
5.3.3	Biesdelle .....	19
5.3.4	Processieweg.....	21
5.3.5	Neerstraat noord.....	22
5.3.6	Begijnenwinning.....	22
5.3.7	Neerstraat .....	25
5.3.8	Heilige Hartlaan.....	26
5.3.9	Solveld-Laar .....	27
5.3.10	Russelenberg.....	29
5.3.11	Putstraat.....	30
5.3.12	Torenveld .....	30

5.3.13	Schoonhees .....	33
5.3.14	Fabrieksstraat.....	33
5.3.15	Rodeheide .....	33
5.3.16	Waterbroek.....	34
5.3.17	Spekestraat.....	35
5.3.18	Tusvoort .....	35
5.3.19	Aardstraat.....	37
5.3.20	Transportstraat .....	37
5.3.21	en 22 Ravenshout en Albertkade .....	38
5.3.23	Molenhuizen .....	38
5.3.24	Schoot.....	38
5.3.25	Engsbergen.....	39
5.4	Generieke maatregelen .....	40
5.4.1	Infiltratie.....	40
5.4.1	Waterafvoer .....	46
5.4.2	Privaat domein .....	47
5.4.3	Gedeelde verantwoordelijkheid .....	51
5.4.4	Ervaringen en voorbeelden.....	51
6	Bronnen .....	52
7	Bijlagen .....	53

# 1 SAMENVATTING

---

Tessenderlo heeft zich de laatste jaren sterk ingespannen om zijn rioleringsinfrastructuur te optimaliseren en wil ook naar de toekomst toe een doordacht hemelwaterbeleid voeren. Dit hemelwaterplan biedt hier antwoord op, door het grondgebied te analyseren op zijn knelpunten en gepaste maatregelen voor te stellen op vlak van waterbuffering, infiltratie en afvoer.

De voornaamste wateroverlast situeert zich aan Biesdelle, de Molenstraat, Neerstraat, Transportstraat en de Kanaalweg en de grootste overstortwerkingen vinden plaats aan Begijnenwinning en de Paalseweg. De knelpunten worden voornamelijk veroorzaakt door een capaciteitsprobleem in de riolering en door de grote verhardingsgraad in sommige delen. Logischerwijs kan men de situatie verbeteren door de afvoer naar het rioleringsstelsel te verminderen en te vertragen en door de capaciteit te vergroten.

Voor de wijk Biesdelle verkennen we de mogelijkheid voor een bovengronds gescheiden systeem met lokale infiltratie- en bufferzones. Dit wordt afgewogen tegenover een klassiek gescheiden rioleringsstelsel en de voor- en nadelen worden tegenover elkaar uitgezet.

Voor de wateroverlast aan de Neerstraat zal een combinatie aan maatregelen nodig zijn. We verkennen optimalisaties in het rioleringsstelsel; reductie van de aanvoer uit Solveld-Laar; de rol van de Vismarkt; en lokale maatregelen die de veerkracht vergroten.

De wijk Torenveld heeft een tekort aan capaciteit en zorgt voor extra belasting op de reeds gevoelige Molenstraat. De bodem bestaat uit ijzerzandsteen en heeft waarschijnlijk een zeer beperkte infiltratiecapaciteit. We raden aan om in deze wijk af te koppelen, mogelijks kunnen de kosten van opbraakwerken worden beperkt als men de DWA onder de grinden voetpaden kan leggen. Daarnaast zijn er drie potentiële bergingslocaties aangeduid voor Torenveld: aan de Laarbossenstraat (boven/nabij het bestaande bufferbekken); aan het openbaar terrein ten noordoosten van de meest noordelijke pijpenkop; en aan de geplande buffergracht ter hoogte van de Putstraat (extra uitbreiding van het buffervolume).

In de Transportstraat en de Essenschotstraat staat de aanleg van een gescheiden riolering gepland inclusief buffering van RWA, de afkoppeling van deze grote verharde oppervlakte aan het bedrijventerrein zal de situatie significant verbeteren. Groendaken zorgen voor absorptie en een vertraging van de regenwaterafvoer en zouden in dit gebied een zeer gunstig effect hebben op de wateroverlast door de grote dakoppervlakten.

Voor het knelpunt aan de Kanaalweg en Kraaienvweg zetten we kosten en baten van verschillende systeemkeuzes tegenover elkaar uit: een gescheiden riolering; een gescheiden riolering met RWA buffering; een gemengd bufferbekken en lokale infiltratie- en buffermaatregelen.

Voor de overstortwerking aan Begijnenwinning zijn reeds meerdere projecten gepland, wat de situatie aanzienlijk zal verbeteren. Om vervolgens de overstorting te drukken tot aan de voorgeschreven maximale overstortwerking van 7 keer per jaar, raden we aan om bronmaatregelen te voorzien in het opwaarts aangesloten gebied. Het effect en potentieel daarvoor is het grootst in Solveld-Laar. Een haalbare doelstelling is om naar 12 mm/hr aan

infiltratie te werken, wat afhankelijk van de infiltratiecapaciteit een nader te bepalen infiltratieoppervlakte en het buffervolume zal vereisen.

Naast deze knelpunt-gerichte maatregelen geeft het plan ook aan waar er potenties zijn voor het bufferen van hemelwater, eventueel gecombineerd met andere ruimtelijke (recreatieve) functies, zoals aan de Heilig Hartlaan, het Eikelplein of aan het park in het centrum van wijk Begijnenwinning. De samenvattende kaart in **Bijlage 10** geeft een overzicht van de voorgestelde maatregelen in het hemelwaterplan.

In een tweede deel gaan we in op de generieke maatregelen op privaat en openbaar domein. We bespreken de verschillende vormen van boven en ondergrondse infiltratietechnieken, groenbewatering, hemelwaterafvoer, hergebruik en groendaken, behandelen de praktische aspecten en geven aan op welke locaties dit het meest van toepassing kan zijn.

## 2 INLEIDING

---

Dit hemelwaterplan is opgesteld door RioPact in opdracht van de gemeente Tessenderlo. De gemeente Tessenderlo is op een aantal locaties gevoelig voor wateroverlast en wil een doordacht en toekomstgericht hemelwaterbeleid voeren over zijn grondgebied. In het licht van klimaatsverandering verwacht en ondervindt men hevigere buien en in combinatie met de toenemende verstedelijking stijgt het risico op overstromingen. Deze situatie vereist een robuust en klimaatbestendig watersysteem met meer bergingscapaciteit en ruimte voor water. In dit hemelwaterplan bieden we een langetermijnvisie voor hemelwaterbeleid. Een aantal concepten worden naar voren geschoven en we maken een eerste ruwe inschatting van de benodigde capaciteit. Dit laat toe om een zicht te hebben op de wijze van vasthouden en afvoer van hemelwater. Locaties waar ruimte beschikbaar of nodig is voor infiltratie en buffering worden geïdentificeerd alsook de plaatsen waar de noodzaak heerst voor aanleg van extra hemelwaterafvoer via grachten of RWA-leidingen. Het uiteindelijke plan biedt een leidraad voor het toekomstig hemelwaterbeheer en kan in overleg met gemeente en betrokken partijen verfijnd en geconcretiseerd worden.

## 3 GEBIEDSBESCHRIJVING

---

Het studiegebied van dit hemelwaterplan omvat het grondgebied van Tessenderlo. Dit ligt in het noorden in het Netebekken met het stroomgebied van de Grote Laak en in het zuiden in het Demerbekken met het stroomgebied van de Winterbeek. Ten zuiden van Tessenderlo, in het stroomgebied van de Winterbeek, bevindt zich de Vallei van de Drie Beken.

### 3.1 WATERLOPEN

De waterlopen zijn aangeduid op de kaart in **Bijlage 1**. Ze worden gevoed door oppervlakkig kwelwater, via kleine beken vloeien ze samen tot grote beken die de bovenlopen voeden. De waterlopen reageren vrij heftig op neerslagbuien en de debieten variëren sterk met de grondwaterstand (VMM, 2014).

#### 3.1.1 *Beheer*

De Grote Laak en de Winterbeek zijn 1e categorie en worden beheerd door de afdeling Operationeel Waterbeheer van VMM. De overige waterlopen zijn niet geklasseerd (vermoedelijk onder privaat beheer) of 2<sup>e</sup> categorie waarvan de meesten beheerd worden door de provincie en enkelen door de Waterring van de Acht Beken.

Een overzicht van de waterlopen volgens categorie is weergegeven in **Bijlage 1**.

#### 3.1.2 *Ecologische kwetsbaarheid en kwaliteitsdoelstelling*

Volgens de ecologische kwetsbaarheidsindeling van de VMM zijn de Grote Laak en de Winterbeek zwaar verontreinigd en de Uilenkoploop licht verontreinigd. Voor de andere waterlopen is de ecologische toestand niet gekend. Tessenderlo is gecategoriseerd als aandachtsgebied voor waterkwaliteit, met het doel om een goede ecologische en chemische toestand van de waterlopen te bereiken tegen 2027. Voor de Winterbeek zal een bodemsaneringsproject worden opgestart, voor de Grote Laak is er een gepland.

#### 3.1.3 *Waterkwantiteitsmodel*

In 2013 werd er een integrale studie uitgevoerd op Tessenderlo waarbij de waterlopen en rioleringsinfrastructuur in één waterkwantiteitsmodel zijn geïntegreerd, een samenwerking tussen VMM AOW en Aquafin NV. De resulterende simulatieresultaten op de waterlopen worden als randvoorwaarden gebruikt voor het huidige rioleringsmodel.

### 3.2 RIOLERINGSTELSEL

Het grondgebied van Tessenderlo valt binnen de zuiveringsgebieden van Tessenderlo, Engsbergen en Westerlo (Zie **Bijlage 2**). De rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) van Tessenderlo (Oosterbergen) bevindt zich ter hoogte van het kruispunt van de Industrieweg met de Fabrieksstraat. Het overgrote deel van Tessenderlo-centrum stroomt eerst gravitair af in de richting van Begijnenwinning en Rodeheide (noordoostelijk), waarna het in zuidelijke richting naar de RWZI wordt gepompt. Het oostelijk deel van Hulst en de industriële zone aan



de E313 en het kanaal komen toe op de RWZI via de Industrieweg. De aanwezige riolering en structuren met aanduiding van soort water zijn weergegeven op kaart in **Bijlage 3**.

Voor het centrum van Tessenderlo, Hulst en Schoot is er een hydronaut opgemaakt met een bestaande en geplande toestand, voor Engsbergen niet. Het rioleringsmodel simuleert de wateroverlast bij een composietbui, een statistisch samengestelde bui die alle historische neerslagen met eenzelfde terugkeerperiode in één gebeurtenis samenvat. Deze buien worden samen met de Code Van Goede Praktijk voor Rioleringsystemen juridisch vastgelegd en periodiek geüpdatet. Deze buien worden aangeduid met een T (voor terugkeerperiode) en hun retourperiode: T1, T2,... Buien die vaker dan 1 keer per jaar voorkomen worden aangeduid met hun frequentie per jaar: een F7 komt zeven keer per jaar voor. De simulatieresultaten bij T2, T5 en T20 zijn weergegeven op kaart in **Bijlage 4**.

### 3.3 AFVOER HEMELWATER

In het centrum van Tessenderlo voert het hemelwater hoofdzakelijk af via de riolering met overstorten naar zijarmen van de Grote Laak (Tessenderlodorpsloop en Dorpsbeek – Vliet achter de Ploeg). Volgens de huidige regelgeving zou dit slechts 7 keer per jaar mogen gebeuren, in praktijk zijn de overstortingsfrequenties hoger op verschillende locaties, met de Begijnenwinning als koploper. In het gebied ten zuiden van Hulst spelen de waterlopen van de Vallei van de Drie Beken een belangrijke rol in de hemelwaterafvoer en ook het effluent van de RWZI komt hierop uit. Overstorting vormt hier minder een probleem.

Locaties van interactie tussen regenwater en waterlopen zijn aangeduid op kaart in **Bijlage 3**.

### 3.4 BODEMGESTELDHEID

De meetgegevens op Databank Ondergrond Vlaanderen wijzen op een grondwaterdiepte tussen 1 à 2 m onder het maaiveld, op 34.74 tot 22.66 mTAW. De ondergrond bestaat volgens de bodemkaart voornamelijk uit lemig zand, afgewisseld met droge zandbodem en een kleiige ondergrond in de omgeving van de grotere waterlopen. Daarnaast ervaart de gemeente slecht doorlatende zones uit ijzerhoudende zandsteen op de toppen van verschillende hellingen.

Er bevinden zich geen drinkwaterbeschermingszones in het studiegebied. De inschatting van infiltratiegevoeligheid is aangegeven op kaart in **Bijlage 5** (bron: Geopunt.be).

### 3.5 RUIMTEGEBRUIK

De meeste grotere wegen in Tessenderlo (Diesterstraat, Heilig-Hartlaan, Industrieweg, Tessenderloseweg, Hasseltsebaan, Neerstraat, Geelsebaan) zijn gewestwegen en eigendom van AWW.

In **Bijlage 6** is het gewestplan weergegeven (Bron: Geopunt). Hoewel deze kaart hier en daar verouderd is, geeft het wel een goed idee van het actuele ruimtegebruik.

De gemeente heeft verschillende herontwikkelingen gepland:

- Stembergen fase 2 (Russelenberg)
- Binnengebied Kolmen
- Hommelbeek – Russelenberg

- Russenelenberg – Schoterweg
- Herinrichting Biesdelle
- Biesdelle (ten noorden van bestaande wijk)
- Industrieterrein Transportstraat
- Paddenhoek
- Sportlaan en skatepark aan Sportlaan
- Zone ten oosten van Torenveld
- Industrieterrein Schoonhees

Herontwikkelingsprojecten bieden de gelegenheid om hemelwatermaatregelen te treffen.

## 4 KNELPUNTEN

---

### 4.1 KNELPUNTEN OP HET RIOLERINGSTELSEL

De voornaamste wateroverlast wordt door de gemeente ervaren op de volgende locaties (aangeduid op kaart in **Bijlage 4**):

- **Molenstraat**  
Het model voorspelt wateroverlast bij T5, veroorzaakt door te kleine leidingen in de Molenstraat en tussen Torenveld en de Molenstraat. De afstroom van het hoger gelegen Torenveld draagt bij aan het probleem. Vrij recent detecteerde men een sterke wortelgroei in de rioleringsleidingen van de Molenstraat, wellicht vormt dit (minstens deels) de oorzaak van het probleem. Dit werd intussen opgelost.
- **Biesdelle**  
Bij hoge waterstanden in de Tessenderlodorpsloop en Dorpsbeek kan de riolering niet meer vrij overstorten, waardoor de druk in het stelsel opbouwt en de lager gelegen zones -in de eerste plaats Biesdelle- water op straat krijgen.
- **Centrum**  
In de Gerhagenlaan, Solveld, Diesterstraat simuleren we wateroverlast bij T5 door opstuwung en door een te kleine capaciteit in de leidingen. Vermoedelijk loopt het overstromingswater over straat verder richting de kern van Tessenderlo (oa. Neerstraat) waar het blijft staan en schade aanbrengt.
- **Transportstraat**  
In de Transportstraat worden er in het model bij een T2 reeds hoge overstromingsvolumes gesimuleerd en ook in realiteit ervaart men hier wateroverlast. De oorzaak ligt hier bij de te kleine capaciteit in de gemengde leiding voor de aangesloten verharde oppervlakte<sup>1</sup>.
- **Kanaalweg**  
Het model voorspelt wateroverlast op de Kanaalweg bij T5, veroorzaakt door een te kleine diameter (400mm) in de Kanaalweg. Deze overlast wordt in realiteit ook ervaren. Er werd reeds een bufferbekken aangelegd, maar dit heeft het probleem niet volledig opgelost.
- **Geelsebaan**  
Op de Geelsebaan voorspelt het model wateroverlast bij T10 vanaf het centrum tot aan overstort Schans. Het stelsel kan onvoldoende ontlasten aan Biesdelle waardoor de lager gelegen delen van de Geelsebaan onder water komen te staan.

---

<sup>1</sup> Noot: In het model worden de overstromingsvolumes waarschijnlijk overschat, aangezien de private riolering van de bedrijven niet in het model zit en de oppervlaktes lokaal geconcentreerd zijn toekend op de gemengde leiding.

Verder ervaart men nu en dan beperkte wateroverlast in Engsbbergen, maar de locatie wisselt af.

## 4.2 WATEROVERLAST VANUIT WATERLOPEN

De voornaamste knelpunten op de waterlopen binnen het grondgebied van Tessenderlo bevinden zich aan de Grote Laak opwaarts de spoorweg en aan de RWZI op de Kleine beek. Verder zijn er knelpuntlocaties afwaarts van Tessenderlo die ook hun impact hebben op de afwateringscapaciteit binnen het studiegebied. We overlopen ze hieronder.

In het stroomgebied van de **Grote Laak** geeft het oppervlaktewater-kwantiteitsmodel van de VMM de volgende knelpuntlocaties aan:

- opwaarts de spoorweg te Genendijk (Tessenderlo);
- in het Vijvergebied ter hoogte van de monding Vliet – Makelbroek te Vorst (Laakdal);
- opwaarts Vorstsebaan te Veerle (Watertoren);
- opwaarts Monding Kleine Laak te Varendonk (Laakdal);
- ter hoogte van de weg Blaardonk ter Varendonk en in het Zammelsbroek te Zammel (Geel).

In het stroomgebied van de **Winterbeek/Hulpe** geeft het oppervlaktewater-kwantiteitsmodel van de VMM de volgende knelpuntlocaties aan:

- ter hoogte van de Demerbroeken te Scherpenheuvel-Zichem;
- de samenloop van de Winterbeek met de Middelbeek;
- de onderwelling van de Kleine Beek op de rechteroever onder de Winterbeek;
- ter hoogte van de monding van de Beekbemdevliet en Schoestersvliet,
- ten oosten van de weg Deurne-Meldert tussen de Middelbeek en de Winterbeek.

Sinds enkele jaren stelt men vast dat er in de vallei veel frequenter overstromingen optreden die vaak ook langere tijd aanhouden. Eén van de oorzaken is de sterk toegenomen plantengroei in de bedding van de waterlopen (VMM, 2014).

De watertoetskaart van de overstromingsgevoelige gebieden is beschikbaar in **Bijlage 7**.

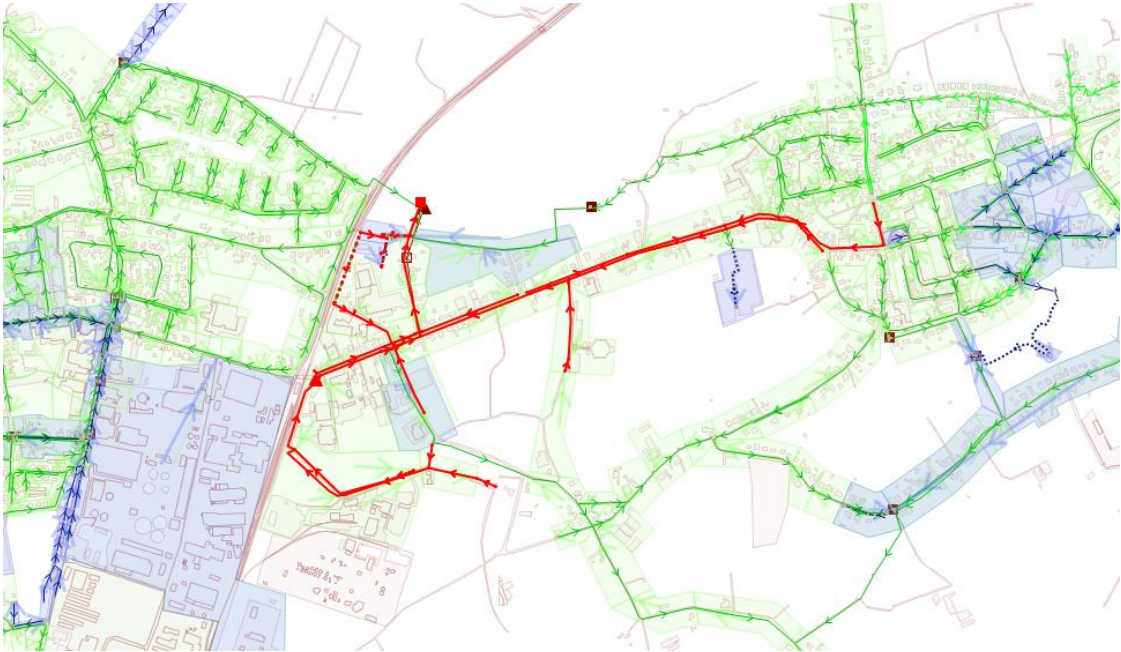
## 4.3 INTERACTIE TUSSEN RIOLERING EN WATERLOPEN

Een groot deel van de knelpunten zijn locaties waar overstroming wordt beïnvloed door de wisselwerking tussen riolering en waterlopen.

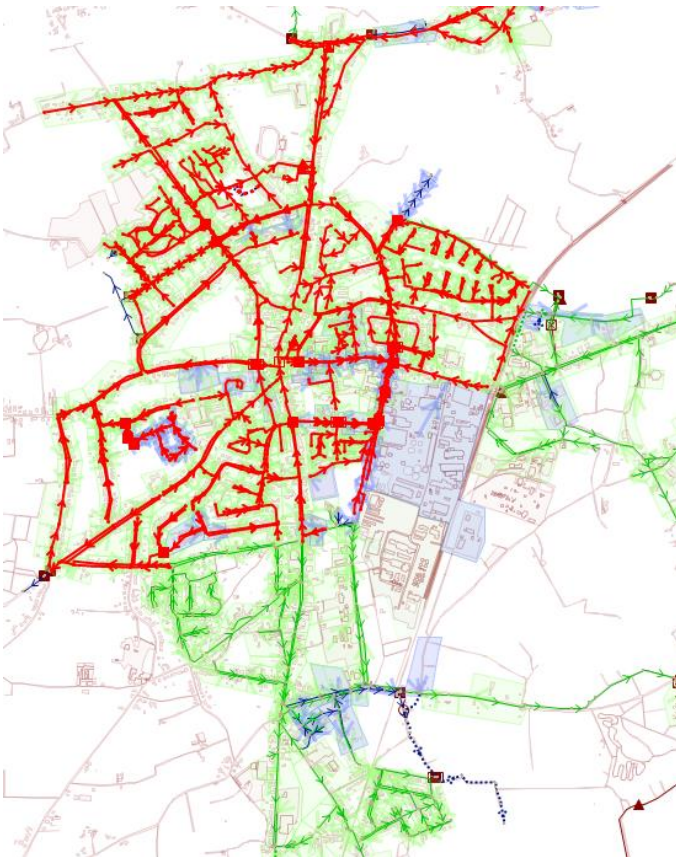
De belangrijkste zijn:

- de omgeving van de RWZI;
- de omgeving van de Ambachtstraat tussen het Albertkanaal en de autosnelweg E313;
- de zone te oosten van de Spoorweg te Genendijk (aangeduid in het rood in Figuur 1);
- de omgeving van de wijk Begijnenwinning en het gebied opwaarts van de overstort Begijnenwinning (aangeduid in het rood in Figuur 2). De overstort aan Begijnenwinning

werkt bovendien soms omgekeerd (van de Dorpsbeek de riolering in) wat voor terugstuwung zorgt in het stelsel en de lager gelegen delen onder water zet.



**Figuur 1** De zone ten oosten van de spoorweg te Genendijk.



**Figuur 2** Het gebied opwaarts van de overstort Begijnenwinning.

## 4.4 OVERSTORTING

Bij heviger regenbuien voldoet de capaciteit in de riolering niet en stort er gemengd water ongezuiverd over naar de waterlopen. De code van goede praktijk limiteert dit tot gemiddeld 7 keer per jaar. Voor een aantal overstorten in Tessenderlo gebeurt dit frequenter, we zetten ze even op een rijtje in Tabel 1.

**Tabel 1** Overzicht van overstorten die in werking treden bij een f7 bui met het debiet en de ontvangende waterloop.

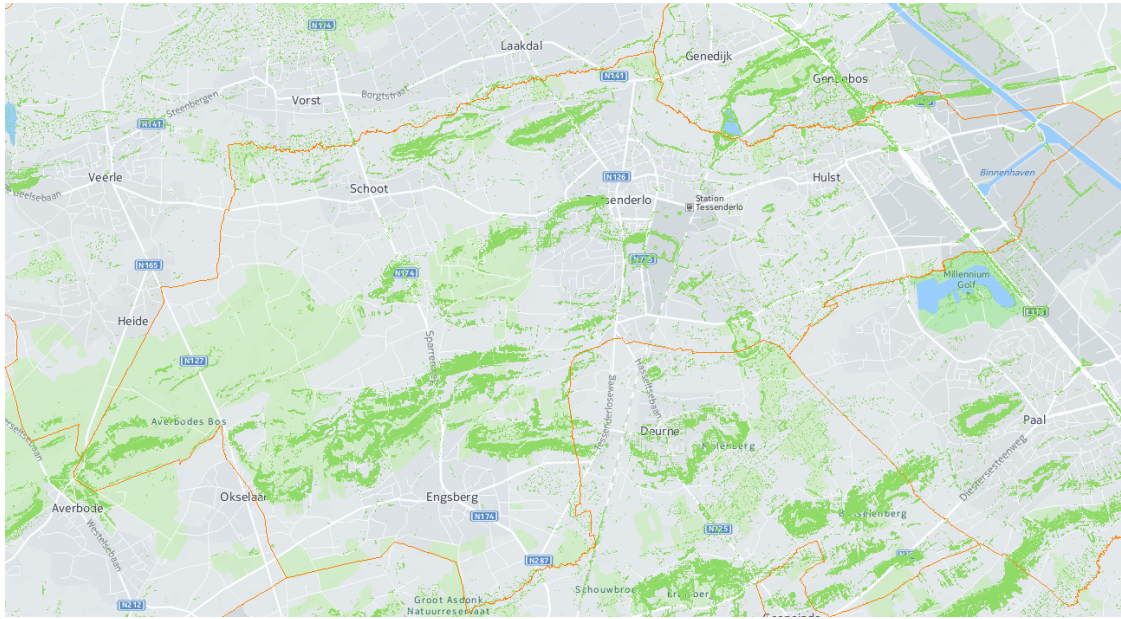
Locatie (overstortnummer)	Overstortdebit bij f7 [m <sup>3</sup> /s]	Waterloop
Begijnenwinning (20897.2)	0.828	Dorspbeek – Vliet achter de Ploeg – Grote Laak
Groenpoort (20259.2)	0.115	Tessenderlodorpsloop
Processieweg (20176.2)	0.177	Tessenderlodorpsloop
Gerhagenstraat (20019.2)	0.028	Tessenderlodorpsloop
Spekestraat (21196.2)	0.086	Kleinebeek
Paalseweg (21345.1)	0.350	Winterbeek
Paalseweg (21288.3)	0.157	Wassevensvliet
Paalseweg (G21_R09.2)	0.118	Kerkloop
Havenlaan (21439.2)	0.230	Grote Laak
Industrieweg thv Havenlaan (406.2)	0.134	Winterbeek
Industrieweg thv Paalseweg (400.2)	0.118	Winterbeek
Industrieweg thv Paalseweg (400.3)	0.157	Winterbeek
Industrieweg thv E313 (60074.2)	0.038	Winterbeek
Industrieweg thv E313 (60075.2)	0.153	Winterbeek

De overstorten en wisselwerkingen tussen riolering en waterlopen zijn tevens aangeduid op de kaart in **Bijlage 3**.

## 4.5 EROSIE

Tessenderlo heeft weinig last van erosie. De erosiegevoeligheidskaart (weergegeven in Figuur 3) geeft enkele licht erosiegevoelige zones aan: ten noorden van Engsbbergen, Baal en Russelenberg.





**Figuur 3 Erosiegevoeligheidskaart met in het groen de erosiegevoelige zones en in het oranje de gemeentegrenzen (Bron: Geopunt).**

## 5 VISIE

---

### 5.1 KERNINFORMATIE

In functie van de hemelwaterafvoer en afstroming zijn er verschillende deelzones afgebakend, gebruik makend van het rioleringsplan, de topografie en de Vlaams Hydrologische Atlas (VHA).

Voor elke deelzone zijn kengetallen en informatie in een overzicht gegoten, zie tabel en kaart in **Bijlage 8 en 9. Voor de berekening van de kengetallen zijn we uitgegaan van de geplande toestand (toestand C hydronaut)**. De tabel bevat volgende informatie:

- *Deelzone code*: 1-23 voor Tessenderlo en Hulst. E1-4 voor Engsbergen. S1-5 voor Schoot.
- *Deelzone naam*: arbitraire naamgeving, vaak een centrale straat in de deelzone.
- *Ervaren wateroverlast*: Deze kolom beantwoordt de vraag: “Wordt er frequent wateroverlast ervaren in deze deelzone?”.
- *Gesimuleerde wateroverlast*: geeft aan bij welke terugkeerperiode (T2, T5, T10 of T20) er wateroverlast wordt gesimuleerd in de geplande rioleringstoestand (toestand C).
- *Afgekoppelde oppervlakte*: de verhouding afgekoppelde oppervlakte tegenover de totale aangesloten oppervlakte, uitgedrukt in percent.
- *Afvoer gescheiden*: Wordt de afkoppeling afwaarts gescheiden afgevoerd?
- *RWA-afvoer*: Waterloop waarnaar de riolering/RWA loost.
- *Afvoercapaciteit*: De afvoercapaciteit van de waterloop.
- *Waterloopbeheerder*
- *Overstort*: Het cumulatief overstortvolume bij een f7 bui.
- *IE*: Inwonersequivalent<sup>2</sup> zoals bepaald in toestand C van de hydronaut.
- *Oppervlakte*: De totale oppervlakte van het deelgebied in ha.
- *Bevolkingsdichtheid*: Het aantal IE per ha.
- *Aangesloten oppervlakte*: De oppervlakte aangesloten op de riolering in ha.
- *% Verhard*: Het percentage aan verharde oppervlakte aangesloten op de riolering.
- *Buffervoorwaarde*: Buffer-en lozingsvoorwaarde, eventueel aangepast aan de gevoeligheid van de ontvangende waterloop.
- *Benodigde buffering*: De benodigde buffercapaciteit in m<sup>3</sup> op basis van de verharde oppervlakte en uitgaande van een buffervoorwaarde van 250 m<sup>3</sup>/ha.
- *Drempel statische berging*: Het drempelpeil in mTAW waaronder de statische berging is berekend.
- *Statische berging*: Het bergingsvolume in het rioleringsstelsel dat altijd aangesproken kan worden omdat het onder het drempelpeil ligt van het deelgebied.
- *Totale berging*: Het totale volume dat er aanwezig is in het rioleringsstelsel, i.e. de som van de statische en dynamische berging in de rioleringsstelsel.

---

<sup>2</sup> Het inwonersequivalent is de gemiddelde hoeveelheid afvalwater die één persoon per dag produceert: 150 liter. Deze waarde ligt hoger dan de hoeveelheid water die de Vlaming dagelijks gebruikt (120 liter), omdat ook rekening wordt gehouden met het sanitaire afvalwater van scholen, ziekenhuizen, KMO's...



- *Aanwezige buffering:* De totale berging in verhouding tot de verharde afvoerende oppervlakte in m<sup>3</sup>/ha. Dit zou in theorie overeen moeten komen met de opgelegde buffervoorwaarde.
- *Infiltratiegevoeligheid:* Inschatting van de infiltratiegevoeligheid van de deelzone op basis van de grondwaterstand en het bodemtype. Ingevuld als 'gedeeltelijk' indien er zowel infiltratiegevoelige als ongevoelige delen aanwezig zijn binnen de deelzone.
- *Opmerkingen:* geplande (afkoppelings)projecten, herinrichtingszones, woonuitbreidingsgebieden of eventuele opmerkingen rond de gegevens.
- *Categorie:* Categorisering volgens de Coördinatiecommissie Integraal Waterbeleid (CIW)-methodiek voor hemelwaterplannen (CIW, 2014) op basis van de aanwezigheid van een hemelwaterstelsel, de wateroverlast en de infiltratiegevoeligheid:

In zones met prioriteit 0 zijn hemelwater en riolering gescheiden, zijn er voldoende hemelwaterassen aanwezig en is er geen wateroverlast. Hier volstaat toepassing van de gewestelijke stedenbouwkundige verordening, code van goede praktijk en de watertoets.

In zones met prioriteit 1 is er verweving van de riolering en het hemelwater en zijn er onvoldoende hemelwaterassen aanwezig maar is er geen wateroverlast. In deze zones zet men in op infiltratie. Indien infiltratie onvoldoende veiligheid biedt bij T20 moet er gezocht worden naar nieuwe ontsluitingswegen voor hemelwater.

In zones met prioriteit 2 is er wateroverlast en/of onvoldoende infiltratiemogelijkheid en is er een verweving van de riolering en het hemelwater en zijn er onvoldoende hemelwaterassen aanwezig. In deze zones moet gezocht worden naar nieuwe ontsluitingswegen voor hemelwater en naar mogelijkheden voor tijdelijke berging van overstromingswater.

De categorie geeft aan hoe ernstig de situatie is maar komt niet altijd overeen met de volgorde waarin men maatregelen wilt nemen. Deelzones met categorie 1 kunnen bijvoorbeeld eerst worden aangepakt omdat ze een wateroverlast veroorzaken/verergeren in afwaartse deelzones of omdat er herinrichtingsprojecten zijn gepland.

## 5.2 SYSTEEMKEUZE

Om te bepalen op welke plaats welk afvoersysteem (gescheiden riolering, infiltratie, oppervlakkige gescheiden afvoer of gemengd stelsel) het meest geschikt is hebben we een flowchart opgesteld ('ja' is altijd naar rechts, 'nee' naar onder). De meeste vragen spreken voor zich, bij enkelen geven we graag wat verduidelijking hieronder.

Als eerste willen we weten of er voldoende infiltratiecapaciteit is voor een T20 te laten infiltreren. Dit is mogelijk binnen een uur bij zandgrond (ksat-waarde van 28 mm/hr) of bij andere bodemtypes wanneer er veel ruimte is en water een tijdje kan blijven staan. Om deze vraag te kunnen beantwoorden moet men eigenlijk infiltratieproeven uitvoeren.

De tweede vraag gaat na of er een waterloop nabij is waar er gravitair naar kan worden afgevoerd. Hierbij houden we rekening met de afstand tot de waterloop en het hoogteverschil. Als veiligheidsmarge rekenen we 1 cm per lopende meter verval. Bij zeer kleine afstanden ( $\leq 50$  m) tot de waterloop is een kleiner verval toegelaten.

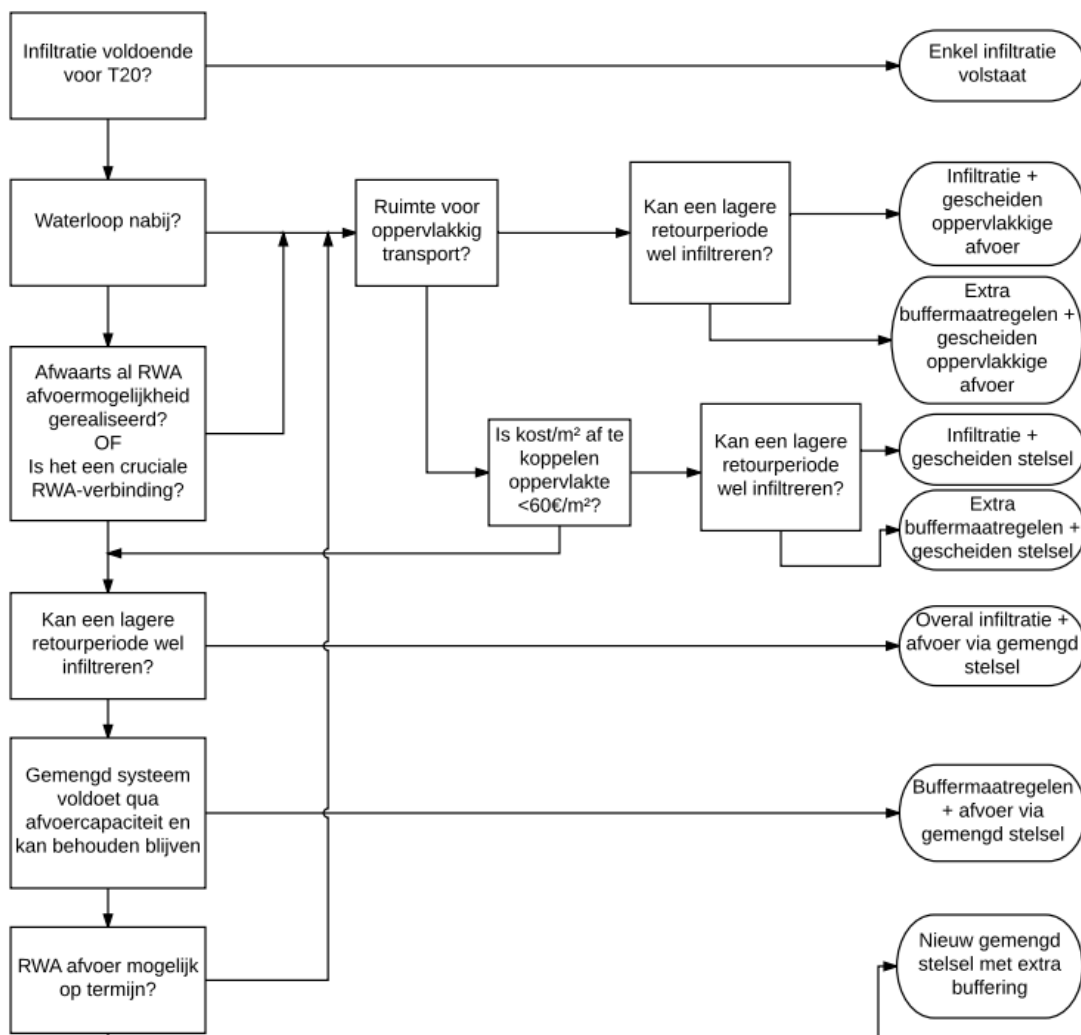
Ruimte voor oppervlakkig transport: Met 'oppervlakkig transport' bedoelen we transport van hemelwater via een geul, gracht, goot of een infiltratieleiding.

Kan een lagere retourperiode wel infiltreren? Algemeen beschouwt men een ondergrond als infiltrerbaar indien de capaciteit  $\geq 10^{-6}$  m/s.

De kost van aanleg van een gescheiden riolering bedraagt gemiddeld zo'n 60€/m<sup>2</sup>. Bij gesloten bebouwing met veel achteraanbouw is de verhouding tussen de investering en de afgekoppelde oppervlakte lager omdat de achterste delen van het huis bij gesloten bebouwing meestal niet worden afgekoppeld. In dat geval is het (indien mogelijk) interessanter om te investeren in infiltratiemaatregelen.

Een andere factor waarmee rekening gehouden met worden is of er afwaarts reeds een RWA afvoermogelijkheid aanwezig is en of de locatie onder studie een cruciale RWA-verbinding vormt voor opwaartse delen. Indien wel is een gescheiden stelsel aangewezen.

Enkel in zeer uitzonderlijke gevallen waar infiltratie niet mogelijk is, geen waterloop nabij is en de kost van afkoppeling niet aanvaardbaar is (ook niet op termijn) zal de aanleg van een gemengd stelsel verantwoordbaar zijn.



## 5.3 STRATEGIE PER DEELZONE

In dit deel onderzoeken we per deelzone de knelpunten en de mogelijke maatregelen. De voorgestelde maatregelen zijn aangeduid op de samenvattende kaart in **Bijlage 10**.

### 5.3.1 Baal

**Wat zijn de knelpunten?** De gemengde riolering van deelzone Baal loost te frequent in de Grote Laak, een totaal volume van 570 m<sup>3</sup> stort bij een f7 bui over ter hoogte van de Vorsterweg en daarnaast is er een verbinding van de Geelsebaan naar de Grote Laak. Beiden zijn nodig in de huidige situatie om de wateroverlast te controleren. Figuur 4 toont de aangesloten leidingen opwaarts van de overstort aan Vorsterweg. Er is in het deelgebied 500 m<sup>3</sup> extra buffercapaciteit nodig om de overstortwerking naar de Grote Laak te reduceren zonder wateroverlast te creëren.

#### Wat zijn de opties?

- De bestaande stukken gracht aan de Baal kunnen worden doorgetrokken over de gehele bewoonde lengte van de baan en zijstraten. Deze kunnen de regenwaterafvoer van daken en weg opvangen, bufferen en vertraagd afvoeren in de richting van de Grote Laak. Dit biedt voldoende buffering en zorgt voor een scheiding van afval-en regenwater en is qua kosten-batenafweging de meest aangewezen optie voor dit gebied.
- Voor de scheiding van afval-en regenwater zou men eventueel de bestaande riolering kunnen behouden als RWA en kleine DWA's aanleggen. De nieuwe DWA's zou in principe (indien ruimte naast nutsleidingen) onder de voetpaden van grind/gras kunnen zodat er weinig opbreekwerk nodig is, wat de kosten substantieel kan drukken. Men dient dan wel nog bijkomende hemelwaterbuffering te voorzien. De keuze is dan aan de gemeente of men ruimte wil maken voor extra buffering of dat men op infiltratie en hergebruik op privaat terrein wil inzetten.



Figuur 4 Rioleringsleidingen opwaarts van overstort Vorsterweg.

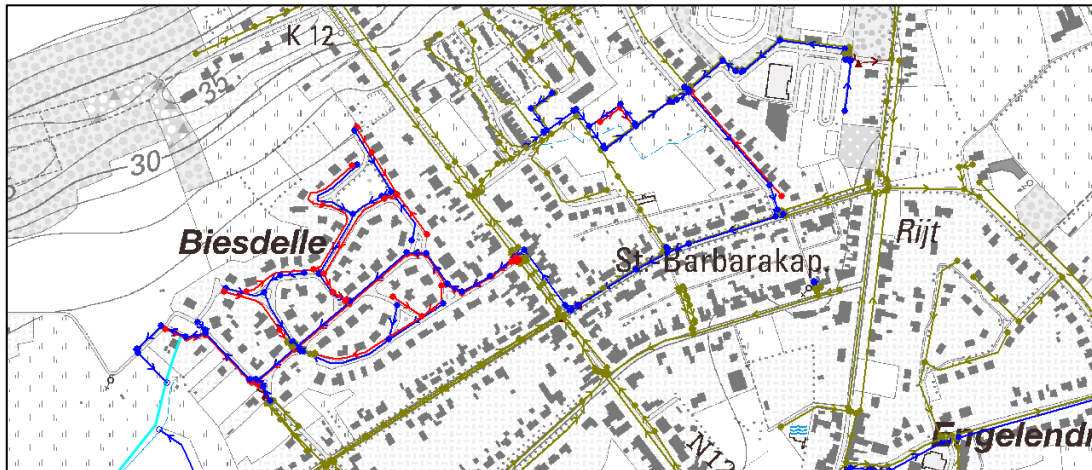
### 5.3.2 Sportlaan

**Wat zijn de knelpunten?** In de Vlietstraat en Vroentestraat wordt er wateroverlast ervaren. Daarnaast worden er aan de Sportlaan zeer hoge debieten verpompt in de richting van de Begijnenwinning.

### Wat is er gepland?

Men plant om de Vlietstraat, een deel van de Baalmolenstraat en de Sportlaan af te koppelen en te voorzien van een gescheiden stelsel dat via de Rijt en Biesdelle naar de Tessenderlodorpsloop voert. Hierbij worden grachten gebruikt voor infiltratie en buffering in de Vlietstraat en parallel aan de parking van de Sporthal.

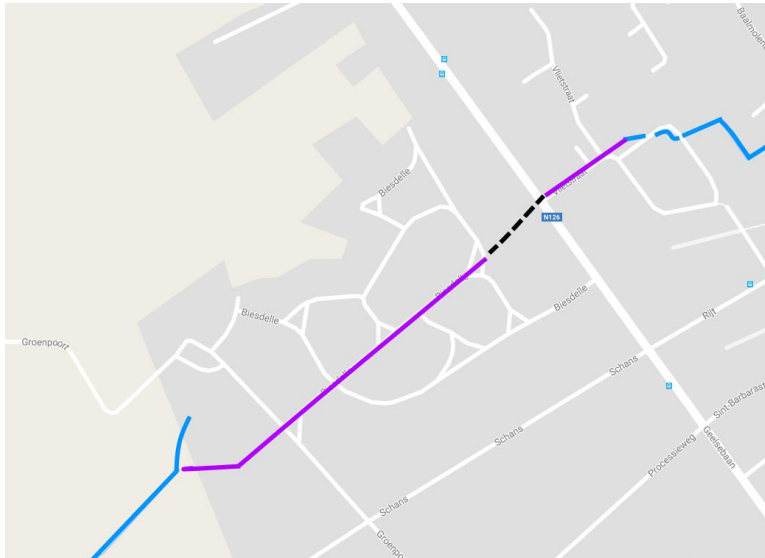
Het pompstation Sportlaan wordt voorzien van een overstort, om drukopbouw in de richting van Biesdelle te vermijden.



Figuur 5 Geplande toestand in deelgebied Sportlaan. Geplande RWA is weergegeven in het blauw, geplande DWA in het rood en bestaande infrastructuur in het geel (Technum, 2015).

### Wat is er mogelijk?

De geplande RWA-as van Vlietstraat en Sportlaan naar Biesdelle zou ook kunnen voorzien worden door de Tessenderlodorpsloop door te trekken door Biesdelle, met een duiker onder de Geelsebaan tot aan de Vlietstraat, zoals getekend in **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden..** Deze maatregel heeft als nadeel dat het ruimte en onderhoud vergt, maar biedt wel een gescheiden vertraagde afvoer, verhoogt de buffercapaciteit en is goedkoper dan een rioleringsstelsel.

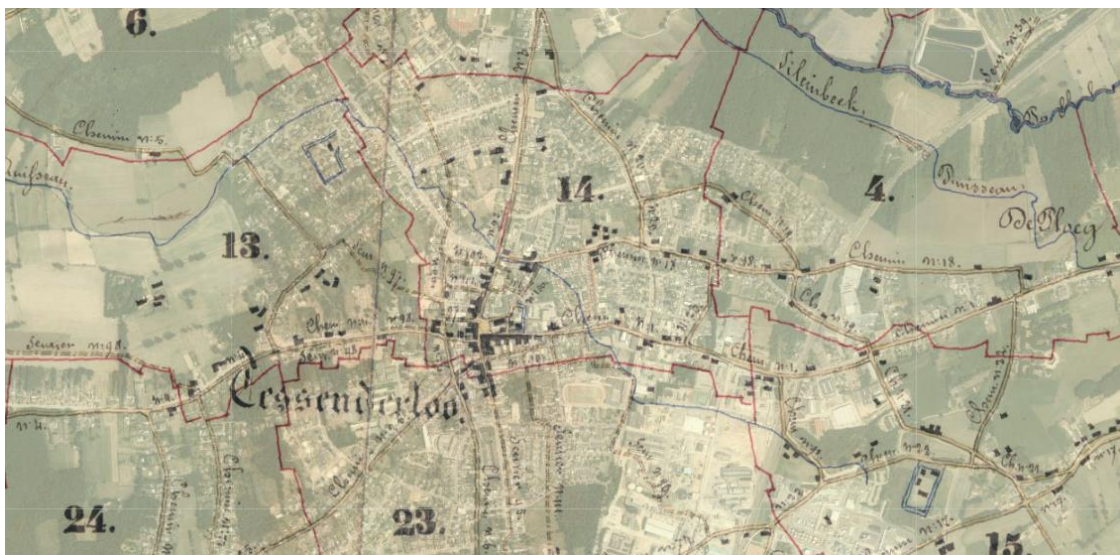


**Figuur 6** Voorgestelde tracé van de Tessenderlodorsloop. De bestaande waterloop is voorgesteld in het blauw, het voorgestelde tracé in het paars en de onderdoorbuiging in het zwart.

### Een groenblauwe slinger

Men kan nog een stap verder gaan en het oude tracé van de Tessenderlodorsloop herinrichten zoals weergegeven in de Atlas der Buurtwegen op Figuur 7 (in het blauw). Het grote voordeel hiervan is dat de natuurlijke afstroomrichting in het centrum naar dit tracé leidt.

De verlenging van de waterloop zou men kunnen koppelen aan een groen fiets-of wandeltraject. In Diest zorgde de openlegging van de Demer voor een hele heropleving van de stad.



**Figuur 7** Atlas der Buurtwegen (1841) op een recente luchtfoto. Het historische tracé van de Tessenderlodorsloop is weergegeven in het blauw.

### 5.3.3 Biesdelle

**Wat is het probleem?** Het water wordt in de riolering naar het oosten toe gepompt aan het pompstation Sportlaan tegen het maaiveld in. Bij hevige neerslag kunnen de pompen niet meer volgen en ontstaat er een kans op wateroverlast. Dit omdat de overstorten zich aan de westelijke kant bevinden, waardoor er opstuwning nodig is in een relatief lang tracé voordat de overstorten in werking kunnen treden. Op dat moment benadert het waterpeil in Biesdelle op sommige plaatsen het maaiveld. Daarnaast werkt de overstort Groenpoort te frequent, de drempel kan echter niet opgehoogd worden zonder Biesdelle onder water te zetten.

**Wat is er reeds gepland?** Om deze problemen aan te pakken plant men een RWA buffer langs de overstort Groenpoort en een gescheiden rioleringsstelsel in Biesdelle.

Een scheiding aan Biesdelle is cruciaal, in de eerste plaats om meer capaciteit te creëren op deze overlastgevoelige locatie, maar ook om de belasting op het afwaartse stelsel te minimaliseren.

**Wat is er mogelijk?** Een gescheiden stelsel kan op twee manieren worden gerealiseerd: (1) via een verdubbeling van het rioleringsstelsel, of (2) via een bovengronds systeem. In Tabel 2 zijn de voor-en nadelen van beide opties vergeleken.



**Tabel 2 Afweging systeem voor scheiding afval-en regenwater.**

	Gescheiden riolering	Bovengronds gescheiden systeem
Voordelen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Niet zichtbaar, neemt bovengronds geen plaats in</li> <li>▪ Minder risico op (geur)hinder bij slechte werking van het systeem</li> <li>▪ Minder onderhoud</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Flexibel voor aanpassingen (klimaatsverandering)</li> <li>▪ Gemakkelijk inspecteerbaar</li> <li>▪ Aangename leefruimte</li> <li>▪ Meervoudig ruimtegebruik mogelijk</li> <li>▪ Buffering en infiltratie</li> <li>▪ Factor 10 goedkoper</li> </ul>
Nadelen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Weinig flexibel voor aanpassingen</li> <li>▪ Moeilijk inspecteerbaar</li> <li>▪ Duurt langer voor realisatie</li> <li>▪ Kostelijk</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Slechte werking kan hinder veroorzaken</li> <li>▪ Heruitdenken / uitdagingen openbare ruimte</li> <li>▪ Onderhoud</li> </ul>

### **Wat wordt er bedoeld met een bovengronds gescheiden systeem?**

Een bovengronds gescheiden systeem gaat uit van het principe “vasthouden aan de bron”. Door middel van wadi’s, geulen of grachten en lokale infiltratie en bufferzones wordt het de regenwaterafvoer van straat en dak opgevangen, geïnfilteerd, gebufferd en vertraagd afgevoerd.

In Figuur 8 zijn twee voorbeelden uitgewerkt voor Biesdelle. De straatafvoer wordt opgevangen in wadi’s (boven) of in een centrale geul (onder), op de straathoeken zorgt een groene zone voor infiltratie en buffering. Het geheel wadi’s, geulen en groene zones in de wijk is onderling verbonden en voert af naar de Tessenderlodorpsloop.







**Figuur 8** Groenblauw netwerk met oppervlakkige hemelwaterafvoer en lokale bufferzones. De straatafvoer wordt opgevangen in wadi's langs de kant van de weg (boven) of in een centrale geul (onder). Op de kruispunten is er ruimte gemaakt voor waterbuffering.

De wegverharding in Biesdelle bedraagt 0.212 ha. De dakoppervlaktes bedragen 1.652 ha. Als de wegverharding lokaal infiltreert, resteert er nog 545 m<sup>3</sup> (=1.652 ha x 330 m<sup>3</sup>/ha) te bufferen, een volume dat eventueel voorzien kan worden in de bedding van de Tessenderlodorpsloop.

- 👉 Tip: Uit studies (Patrick Willems, 2015) blijkt dat het nuttiger is om het buffervolume op de waterloop zelf te implementeren (zogenaamde 'in-line buffering') door het verbreden van het profiel of door een winterbedding aan te leggen, dan om een buffer naast een waterloop uit te graven waarbij de waterloop die enkel kan gebruiken als ze boven een bepaald niveau zit ('off-line buffering'). Dit is een aspect dat kan besproken worden met de provincie, beheerder van de Tessenderlodorpsloop.

#### 5.3.4 Processieweg

In deelzone Processieweg worden weinig problemen ervaren en is er een aanvaardbare buffercapaciteit aanwezig.

Bij de woonuitbreidingsprojecten aan Kolmen adviseren we:

- Infiltratieproeven te laten uitvoeren.
  - Bij een ksat-waarde > 10<sup>-6</sup> m/s is infiltratie verplicht.
- Bij hergebruik is het belangrijk dat voldoende verbruik kan worden aangetoond op basis van de aangesloten huishoudelijke voorzieningen.
- De vertraagde afvoer kan op termijn via een RWA op het oppervlaktewater van de Tessenderlodorpsloop aansluiten.

### 5.3.5 Neerstraat noord

Deelzone Neerstraat Noord functioneert goed, maar bevindt zich opwaarts van de overstort Begijnenwinning.

### 5.3.6 Begijnenwinning

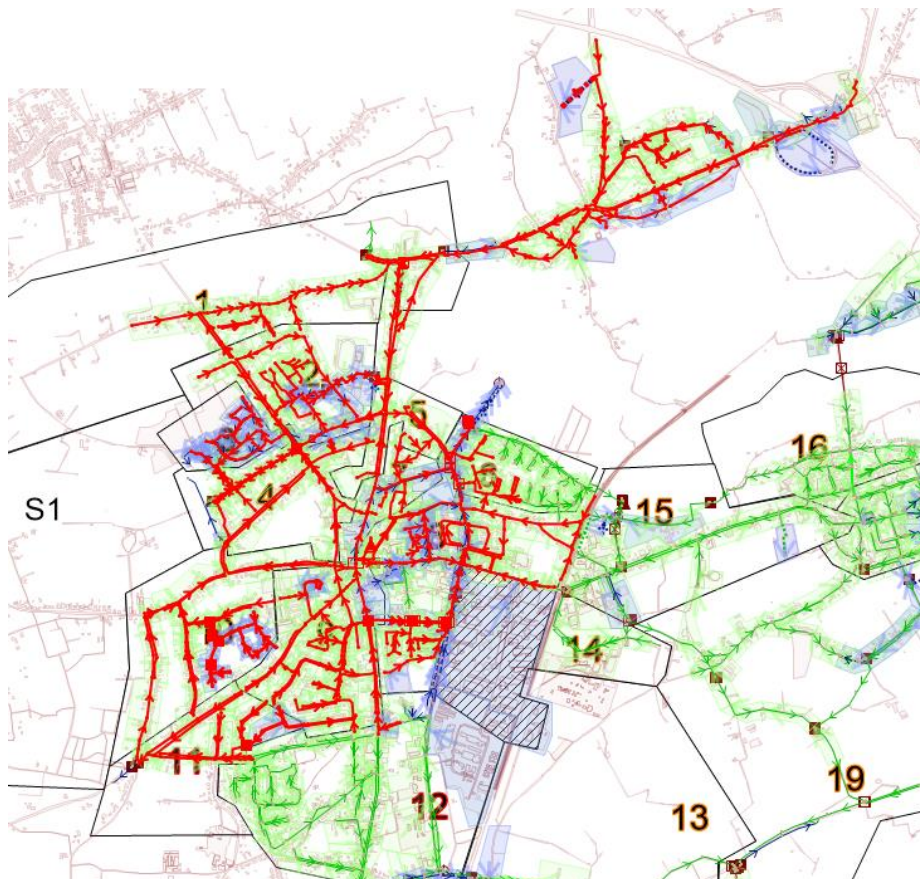
**Wat is er gepland?** Aan Begijnenwinning stort het gemengde rioleringsstelsel regelmatig over naar de Dorpsbeek – Vliet achter de Ploeg. Er is een storm- en bergingsbezinkingsbekken gepland en verschillende toekomstige takken in de opwaartse deelzones 7 (Neerstraat) en 8 (Heilige Hartlaan) worden afgekoppeld. Er zijn dus reeds een heel aantal projecten gepland met als doel de overstorting te beperken. Met deze maatregelen daalt het overstortvolume bij f7 van 7332 m<sup>3</sup> naar 362 m<sup>3</sup>.

**Wat is er nog nodig?** Met het oog op klimaatsverandering is het raadzaam dat we daarnaast ook lokaal ingrijpen op het opwaarts aangesloten gebied weergegeven in Figuur 9<sup>3</sup>. Er is nood aan ruimte voor het infiltreren, bufferen en vertraagd afvoeren van hemelwater en dit op veel verschillende plaatsen. Door op de afstroom in te grijpen nabij de bron kan men voorkomen dat het water zich opstapelt in de lager gelegen delen, men creëert een veerkrachtig systeem dat beter bestand is tegen hevige neerslag.

**Op welke locaties in het opwaarts aangesloten gebied is het effect van bronmaatregelen het grootst?** De combinatie van effect en potentieel is het grootst voor deelgebied 9 (Solveld-Laar), op basis van de impact op de overstort Begijnenwinning, de aanwezige buffercapaciteit, helling, bodemtype, type bebouwing en aanwezige verharding. Een haalbare doelstelling is om via infiltratie 12 mm/hr te laten infiltreren. De beschikbare technieken zijn weergegeven in deel 4.4.

---

<sup>3</sup> Het gebied opwaarts van pompstation Sportlaan zal slechts indirect de overstort aan Begijnenwinning beïnvloeden. Het pompstation zorgt namelijk voor een gecontroleerd doorvoerdebiet.



Figuur 9 Gebied opwaarts aangesloten op overstort Begijnenwinning in de geplande toestand (Toestand C hydronaut).

**Waar zijn er nog mogelijkheden?** Wijken aanpassen om robuust te zijn voor stormen, betekent het openbaar terrein inzetten voor de opvang van RWA en kansen grijpen waar ze zich voordoen. Het parkje gelegen in het midden van de wijk Begijnenwinning zou goed gecombineerd kunnen worden met lokale hemelwaterbuffering. Figuur 10 illustreert dit: de straten ten zuiden voeren het hemelwater naar het park en de straten ten noorden voeren naar een gracht parallel aan de weg ten noorden van Begijnenwinning, terwijl de zone ten oosten afvoert naar 't Vliet achter de Ploeg. De bufferzone in het park kan zo worden ontworpen dat het zich slechts vult bij hevige neerslag.





**Figuur 10** Voorstel voor hemelwaterbuffering aan Begijnenwinning. Een wadi in het midden om zone 2 te bufferen, een gracht parallel aan de meest noordelijke straat voor de RWA van zone 1 en een gracht parallel aan de Spoorwegstraat voor zone 3.



**Figuur 11** Voorbeeld van hemelwaterbuffering in een woonwijk.

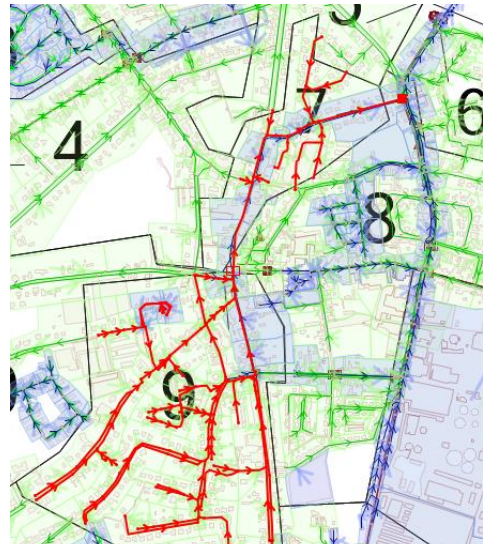
### 5.3.7 Neerstraat

**Wat zijn de knelpunten?** De gemeente ervaart wateroverlast aan de Neerstraat en ook in het model zien we dit terug, vooral ter hoogte van het kruispunt met de Geelsebaan en Rodeheide. Bovendien stroomt er vermoedelijk ook overstromingswater over het oppervlak vanuit deelzone 9 (de Diesterstraat, Solveld en de Gerhagenstraat) naar de lager gelegen Neerstraat. De meeste winkels hebben geen dorpels waardoor ze extra gevoelig zijn voor waterschade.

#### Welke knelpunten voorzien we in de toekomst?

Recent is er een gescheiden riolering aangelegd/in aanleg in de Neerstraat van de Markt tot aan Rodeheide en een gescheiden riolering gepland aan Hemelrijk. De gemengde riolering zal echter nog frequent overstorten naar de geplande RWA-riolering aan Hemelrijk (een volume van 204 m<sup>3</sup> bij f7). Het aangesloten gebied opwaarts van de geplande overstort Hemelrijk is weergegeven in Figuur 12.

In de geplande toestand is 40 % van de verharde oppervlakte afgekoppeld. Het probleem is echter dat er nog teveel aangesloten zit op de gemengde leiding en te weinig op de RWA. De gemengde leiding heeft dus een capaciteitsgebrek terwijl er op de RWA nog ruimte is. Rekening houdend met de tijdsduur van afkoppelingsprojecten en het nodige budget is dit een situatie die nog enige tijd zal blijven bestaan.



Figuur 12 Rioleringsleidingen opwaarts van de overstort Groenstraat Hemelrijk.

#### Wat zijn de mogelijkheden?

- a. Optimalisaties in het rioleringsstelsel
  1. De buffercapaciteit van de bestaande riolering in Lichtveld kan beter worden benut, door enkele optimalisaties zou men bij kleinere buien hier wel wat winst kunnen maken.
  2. De doorstroom naar de Neerstraat knijpen en meer via Solveld-Kolmen sturen.
- b. Belasting vanuit deelgebied 9 verminderen

De statische berging in het opwaartse deelgebied 9 vergroten (zie 5.3.9).

c. Investeren in Vismarkt

Idealiter zorgt men dat de afstroom van de Vismarkt lokaal kan infiltreren in voorzieningen rondom het plein.

Omwille van het tekort aan parkeergelegenheden is er ook een scenario opgemaakt waarin de Vismarkt een groen plein wordt, en er ondergrondse parkeergarages en een gemengde ondergrondse buffer worden voorzien. De simulaties tonen een

overstromingsreductie van 135 m<sup>3</sup> bij T20 in het centrum, wellicht kan dit nog verder geoptimaliseerd worden om een hogere reductie te halen. Het scenario is financieel en op ecologisch vlak niet het interessantste, maar biedt wel een antwoord aan de nood voor parkeerplaatsen én voor waterberging in deze wijk.



**Figuur 13** Voorbeeld van een parking in de dorpskern van Wachtebeke. De afstroom van de verhard oppervlakten wordt opgevangen in groene voorzieningen.

d. Kleine aanpassingen – klein effect

In de Engelandries wijk is er mozaiek-groen aanwezig in de vorm van verspreide straatbomen, struiken en groenvakken. Door lichte aanpassingen zodat hemelwater van de straat gemakkelijk naar de groenvakken kan stromen, vergroot men de robuustheid van de wijk zonder ruimte te moeten opofferen.

Geen van de mogelijkheden biedt voldoende waterveiligheid op zichzelf, enkel een gecombineerde aanpak is in staat om het risico op wateroverlast significant te reduceren.

### 5.3.8 Heilige Hartlaan

**Wat zijn de knelpunten?** In deze deelzone worden er weinig problemen ervaren. Het gebied zit wel opwaarts van de overstort Begijnenwinning en herbergt onvoldoende buffercapaciteit.

**Waar kan er worden gebufferd?**

Enkele groene zones zouden een hemelwaterfunctie kunnen vervullen (aangeduid op Figuur 14):

- 1) De zone tussen H.Hartlaan, Dennenhof en Molenstraat: door de opwaartse ligging blijft het effect lokaal.
- 2) De publieke tuin aan Weggevoerdenstraat 14 aan de (voormalige) rijkswacht: Zou nuttig kunnen zijn wanneer er opwaarts meer afgekoppeld is en men vanuit Lichtveld een verbinding voorziet zodat de doorstroom van de Diesterstraat/Neerstraat wordt afgeleid.
- 3) De sportvelden aan het katholiek secundair onderwijs, tussen de Stationsstraat, Spoorwegstraat en Collegestraat: Kan RWA van Stationsstraat en/of Spoorwegstraat bufferen en infiltreren.



Locaties 2 en 3 kunnen dus extra hemelwater van opwaarts verzamelen en bufferen. Op alle 3 de locaties kan de dakafvoer van de blok gebracht worden, om te bufferen en waar mogelijk infiltratie te faciliteren.



Figuur 14 Enkele groene zones in deelgebied Heilige Hartlaan zouden een hemelwaterfunctie kunnen vervullen.

### 5.3.9 Solveld-Laar

**Wat zijn de knelpunten?** Solveld-Laar bezit onvoldoende totale buffercapaciteit en door de aanwezige helling is er zo goed als geen statische buffering aanwezig in het stelsel. Het deelgebied zelf heeft weinig wateroverlast maar belast wel de Neerstraat. De wateroverlast die gesimuleerd wordt bij T5 in Solveld-Laar in het model zal in realiteit over straat de helling afstromen en zal niet in Solveld-Laar maar in de afwaartse Diesterstraat wateroverlast veroorzaken.

## Hoe kan de buffercapaciteit van dit deelgebied verhoogd worden?

In principe zou er 3582 m<sup>3</sup> gebufferd moeten worden, wat gezien de helling en de relatief beperkte vrije ruimte slechts gedeeltelijk gerealiseerd zou kunnen worden door een gescheiden stelsel met drempels. De gemeente ziet de aanleg van een gescheiden rioleringsstelsel aan Solveld-Laar op korte tot middellange termijn echter niet realistisch. We gaan dus op zoek naar alternatieven.

De alternatieven zijn:

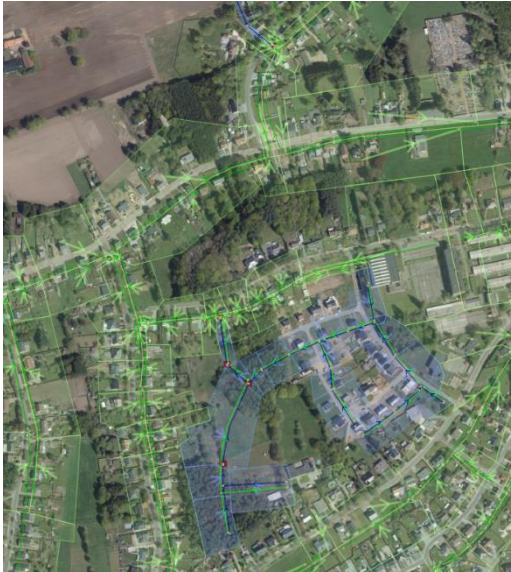
- Gemengd bufferbekken onder de parkeerplaatsen aan Solveld.
- Gescheiden riolering en RWA-buffer aan Heuvelheemstraat.
  - o De voetpaden zijn reeds van grind of dolomiet, wat infiltratie toelaat indien het niet gestabiliseerd is met beton.
  - o Indien men onder de grinden voetpaden een kleine DWA-buis kan leggen en de bestaande riolering kan hergebruiken als RWA, hoeft men de rijweg niet op te breken. De buffercapaciteit van het deelgebied wordt vergroot door RWA-afvoer van de rijweg van de wijk ter hoogte van Heuvelheem te verzamelen in een wadi en vertraagd af te voeren naar de Diesterstraat.
- Bronmaatregelen
  - o Burgers aanzetten om hemelwater te hergebruiken en om hun dakafvoer maximaal te infiltreren in de tuin of groendaken te voorzien. Deze maatregel heeft het meeste effect voor de laagste kost. Zie 4.4 voor praktische tips voor realisatie.
  - o Voetpaden van grind of dolomiet behouden (indien niet gestabiliseerd met beton).
  - o Centrale infiltratiegeul op de rijweg (of eventueel infiltratieleiding) in combinatie met wadi's.



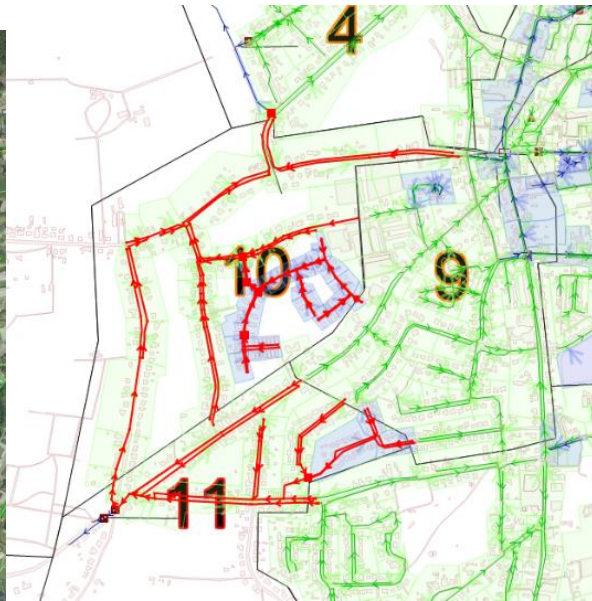
### 5.3.10 Russelenberg

In het deelgebied Russelenberg wordt geen wateroverlast ervaren, maar door een capaciteitsgebrek zorgt het wel voor hoge overstorting aan het kruispunt Schans met Processieweg (410 m<sup>3</sup> bij f7) (Figuur 16).

De geplande woonuitbreiding aan de Kolmen wordt gescheiden aangelegd met drempels om de capaciteit in de leidingen maximaal te benutten, maar de afvoer blijft nog gemengd doordat er afwaarts geen RWA aanwezig is (Figuur 15).



Figuur 15 Geplande gescheiden riolering aan Kolmen (RWA: blauw; gemengd: groen).



Figuur 16 Opwaarts aangesloten leidingen van overstort Schans - Processieweg.

### Hoe kunnen we de capaciteit vergroten in Russelenberg?

Deelgebied Russelenberg bevat relatief veel groen binnenin de stratenblokken, ruimtes waar de dakafvoer naartoe gebracht zou kunnen worden (Figuur 15). Gebaseerd op de dakafvoer en de beschikbare onverharde oppervlak in de directe omgeving rondom de huizen, zou er 2.97 mm/m<sup>2</sup> moeten infiltreren om voldoende capaciteit vrij te maken in het deelgebied<sup>4</sup>.

**Is deze infiltratiewaarde realistisch?** De bodem bestaat volgens de bodemkaart hier voornamelijk uit matig droog lemig zand, wat een ksat-waarde heeft rond  $3.1 \cdot 10^{-6}$  m/s. Op basis van deze waarde zou er 15 minuten nodig zijn om de dakafvoer (2.97 mm/m<sup>2</sup>) te laten infiltreren wanneer de bodem reeds volledig verzadigd is. Tijdens droge perioden zal de infiltratiesnelheid hoger zijn, maar in de winter kunnen we uitgaan van een verzadigde ondergrond en is de ksat-waarde van toepassing. Uiteraard zijn er bijkomend infiltratieproeven nodig om dit te funderen.

<sup>4</sup> 1147 m<sup>3</sup> buffering verspreid over 38.71 ha

**Hoeveel capaciteit komt er dan vrij in de riolering?** Wanneer de volledige dakafvoer infiltreert, komt er 1147 m<sup>3</sup> vrij in de riolering.

**Welke afweging moet er gemaakt worden?**

De nadelen van dit scenario zijn:

- 1) infiltratie van de dakafvoer speelt zich vooral op privaat domein af
- 2) er zit ruimtelijke en tijdelijke variatie op de infiltratiesnelheid.

De voordelen zijn:

- 1) het grondwaterlichaam wordt aangevuld
- 2) het geïnfiltreerde water 'verdwijnt' uit het systeem en vormt afwaarts geen belasting en vermindert dus zowel ter plaatse als afwaarts het risico op wateroverlast
- 3) het is een factor 10 €/m<sup>3</sup> goedkoper dan de aanleg van een gescheiden rioleringsstelsel of een bufferbekken.

**Wat als de bodem slecht infiltreert?** De code van goede praktijk verplicht infiltratiemaatregelen wanneer de infiltratiecapaciteit groter is dan 10<sup>-6</sup> m/s. De ervaring toont echter dat ook voor lagere infiltratiesnelheden, de meeste infiltratiemaatregelen nog steeds de hoogste kosten-baten balans vertonen. Enkel bij zware klei raadt men infiltratievoorzieningen af.

Indien de infiltratiecapaciteit tussen de 10<sup>-6</sup> en 4\*10<sup>-7</sup> m/s blijkt te liggen, adviseren we om additioneel de wegbermen een afvoerende functie te bezorgen zodat de straatafvoer naar de Tessenderlodorpsloop aan Schans kan geleid worden.

### *5.3.11 Putstraat*

De gemeente ervaart wateroverlast in de Putstraat en de Molenstraat. In de Putstraat is een afkoppelingsproject gepland met (afwaartse) buffergrachten. In de Molenstraat werd tijdens een recent camera-onderzoek vastgesteld dat de leidingen sterk doorgroeid zijn door wortelgroei, wat een grote oorzaak zal zijn voor de wateroverlast. Daarnaast speelt ook de afvoer vanuit Torenveld een rol.

Aan Laar werd een ondergrondse stormbekken aangelegd met een volume van 309 m<sup>3</sup> wat de aangesloten straten buffert tot een T5 bui. Om het risico op wateroverlast nog te verminderen zou men het grasveldje ter hoogte van het ondergrondse stormbekken kunnen inschakelen voor extra RWA-buffering (200m<sup>3</sup>). Men kan de hemelwaterfunctie in het park koppelen aan een recreatiefunctie en het met een beperkt budget tot een aantrekkelijke plek maken.

### *5.3.12 Torenveld*

**Wat zijn de knelpunten?** Deelgebied Torenveld heeft een sterk tekort aan buffercapaciteit. De afstroom van het Torenveld zorgt voor extra belasting in de lager gelegen Molenstraat.

**Wat stellen we voor?**

We stellen voor om het hemelwater zoveel mogelijk lokaal te houden via ontharding en tijdelijke opslag en de openbare infrastructuur in te schakelen als buffer- en infiltratiesysteem.

In totaal zou men voor een T20-veiligheid 825 m<sup>3</sup> moeten bufferen in de Torenveld-wijk. Hiervoor moeten daken en straten afgekoppeld worden. Tezamen met de buffering aan Laar en de geplande projecten aan de Putstraat zal dit het risico op wateroverlast in de Molenstraat sterk reduceren.

**Infiltratiecapaciteit:** Volgens de gemeente zit er een meters diepe laag ijzerzandsteen. De gemeente gaf te kennen dat ze infiltratieproeven gaan laten uitvoeren in Torenveld tegelijk met de geplande infiltratieproeven in de Putstraat.

De stroomlijnen op Figuur 17 en Figuur 18 tonen de lijnen in het landschap waar water na een regenbui geconcentreerd afstroomt o.b.v. de topografie en de aanwezige waterlopen (Geopunt). Het is een handig hulpmiddel om geschikte locaties voor regenwaterberging te bepalen, hoewel men het ook met enige voorzichtigheid moet hanteren want het geeft aan hoe water zou afstromen als er geen gebouwen stonden, terwijl het in realiteit vaak langs de straten stroomt.



Figuur 17 Afstroom van Torenveld in de oostelijke richting (blauw) met mogelijke bergingslocaties (rood).





**Figuur 18** Afstroom van Torenveld in de westelijke richting (blauw) met mogelijke bergingslocaties (rood).

**Afstroom in oostelijke richting - mogelijke bergingslocaties (Figuur 17):**

- 1) Bosstrook aan Molenhoeven: Dit wordt verkaveld.
- 2) Pijpenkoppen: De gemeente acht het haalbaar om de pijpenkoppen te ontharden.
- 3) BMX-terrein: Het BMX-parcours verdwijnt. Het voetbalveld erachter is woonuitbreidingsgebied, er kunnen hemelwatermaatregelen worden geïntegreerd in het ontwerp.
- 4) Laarbossenstraat: De gebiedsingenieur geeft aan dat er aan het bufferbekken Laarbossenstraat een bijkomende maatregel nodig is. Bovengronds is er nog ruimte en er wonen jonge gezinnen in de buurt. De gemeente ziet hier inderdaad een mogelijkheid.
- 5) Achter de bovenste pijpenkop ligt er een openbaar terrein, ook dit ziet de gemeente als een haalbare bergingslocatie.

**Afstroom in westelijke richting - mogelijke bergingslocaties (Figuur 18):**

- 1) Terrein op de Molenstraat: Gemeente meldt dat deze ondertussen bebouwd is.
- 2) Agrarisch domein: Op het domein ten westen van de Putstraat is er een gracht gepland met drempels om de afwaartse waterlopen te ontlasten.
- 3) Aan de Putstraat zelf op een vrij perceel: De aangeduide locatie is slechts een suggestie, maar misschien is er wel een ander perceel vrij.

Desondanks het feit dat er verschillende mogelijke bufferplaatsen zijn, zal het een uitdaging zijn om het water naar de buffer toe te krijgen. Het grootste deel zal via de weg stromen tenzij we afstroom in de richting van de buffer faciliteren m.b.v. bijvoorbeeld grasstroken.

Waarschijnlijk is het echter effectiever om aan de straten en de huizen zelf maatregelen te voorzien zoals via hergebruik, infiltratie en bufferstroken, ook indien de infiltratiecapaciteit maar matig is.

### *5.3.13 Schoonhees*

In deelgebied Schoonhees wordt geen wateroverlast ervaren, is er voldoende capaciteit beschikbaar en wordt de overstortingsfrequentie van 7 keer per jaar niet overschreden. De ruime capaciteit in verhouding met het verharde oppervlak is nodig voor de afvoer van alle opwaartse delen naar de RWZI.

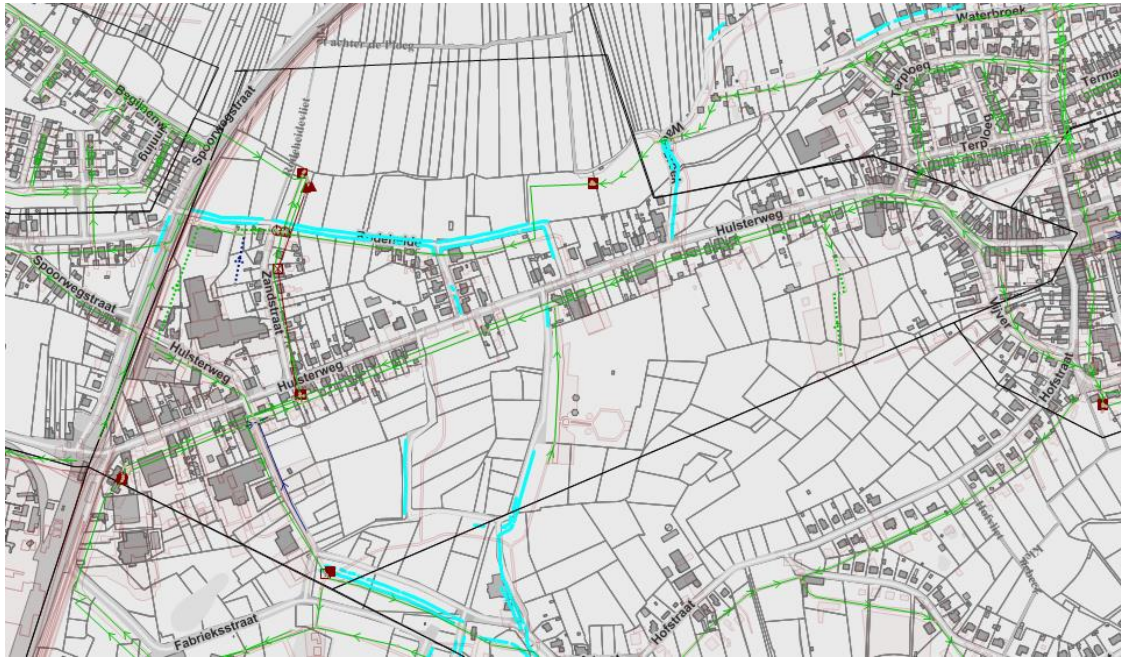
### *5.3.14 Fabrieksstraat*

Dit is een erg klein deelgebied dat via een pomp aansluit op deelgebied Rodeheide en bestaat voornamelijk uit bedrijven en industrie. De wateroverlast die het model simuleert is waarschijnlijk overschat doordat de private riolering niet in het model zit en voor extra capaciteit en vertraging zorgt.

### *5.3.15 Rodeheide*

**Wat zijn de knelpunten?** Aan deelgebied Rodeheide wordt er wateroverlast ervaren, voornamelijk veroorzaakt door de slechte afwatering van 't Vliet achter de Ploeg en de Rodeheidevliet.

**Wat is ons voorstel?** Het deelgebied herbergt reeds verschillende grachten en we raden aan om het grachtenstelsel verder uit te bouwen zodat de straten zonder RWA van een langsgracht worden voorzien. Op de Hulsterweg zou er bijvoorbeeld 0.85 m<sup>2</sup> per lopende meter buffering nodig zijn, in de Zandstraat 0.27 m<sup>2</sup> per lopende meter. De andere straten in dit deelgebied hebben reeds grachten (in Rodeheide) of RWA riolering (in de Hofstraat).



**Figuur 19** Deelgebied Rodeheide met grachten in het lichtblauw en riolering in het groen.

Indien er onvoldoende plaats kan worden vrijgemaakt voor langsgrachten/geulen, zijn er volgende alternatieven:

- Een RWA riolering, wat ruimtebesparend is maar minder vertragend werkt.
- De straatafvoer in smallere wadi's in de berm laten infiltreren met overstort naar de gemengde riolering, waar nodig beveiligd met terugslagklep.
- De dakafvoer op privaat terrein opvangen en eventueel de cruciale grachtenverbindingen realiseren op privaat terrein.

De afgekoppelde RWA zou ter hoogte van de Rodeheidevliet een overstromingszone (of verbreding) nodig hebben voor periodes waarin de waterloop slecht afwatert, afhankelijk van de gekozen maatregel (grachten/RWA/wadi's) zal het volume van de overstromingszone groter of kleiner kunnen zijn.

### 5.3.16 Waterbroek

In deelzone Waterbroek wordt er wateroverlast ervaren aan de Maaivenstraat. De infiltratiecapaciteit in deze deelzone zal minder zijn door de hoge grondwatertafel en de kleiige ondergrond, bijgevolg zal er vooral moeten worden ingezet op het uitbreiden van RWA-capaciteit en het vertragen van de afvoer. Langs de Genenbosstraat liggen er onderbroken grachten, alsook langs een deel van Waterbroek. We raden aan om het grachtenstelsel verder uit te breiden over de hele deelzone (lichtblauwe stukken in Figuur 20 verbinden).

In de Broekstraat liggen er infiltratiekragen, indien deze voldoende goed werken is er hier geen RWA-afvoervoorziening meer nodig.





**Figuur 20** Aanwezige grachten aan Waterbroek aangeduid in het lichtblauw (obv het GRB Wgr).

### 5.3.17 Spekestraat

Het model voorspelt een frequente wateroverlast aan het Eikelplein. Dit plein zou men zo dienen in te richten dat het hemelwater ongehinderd naar de groene delen van het plein kan stromen, bijvoorbeeld door drempels rondom de groenvakken weg te laten of door de drempels te voorzien van een gleuf. Om zo veel mogelijk winst te halen uit het aanwezige groen, dient men de groenzones lager te voorzien dan de rest van het plein. Wanneer het Eikelplein wordt heraangelegd kan men met het profiel spelen om de afstroomrichting te sturen. De omliggende woningen rond het plein zouden in principe naar het plein moeten kunnen afvoeren met hun RWA, waar er dan in totaal 390 m<sup>3</sup> buffervolume moeten worden voorzien. Via de Klonkaarstraat lijkt een gescheiden afvoer van het Eikelplein naar de Kerkloop mogelijk. Met deze maatregel zou de overstortwerking naar de Kleinebeek gereduceerd worden.

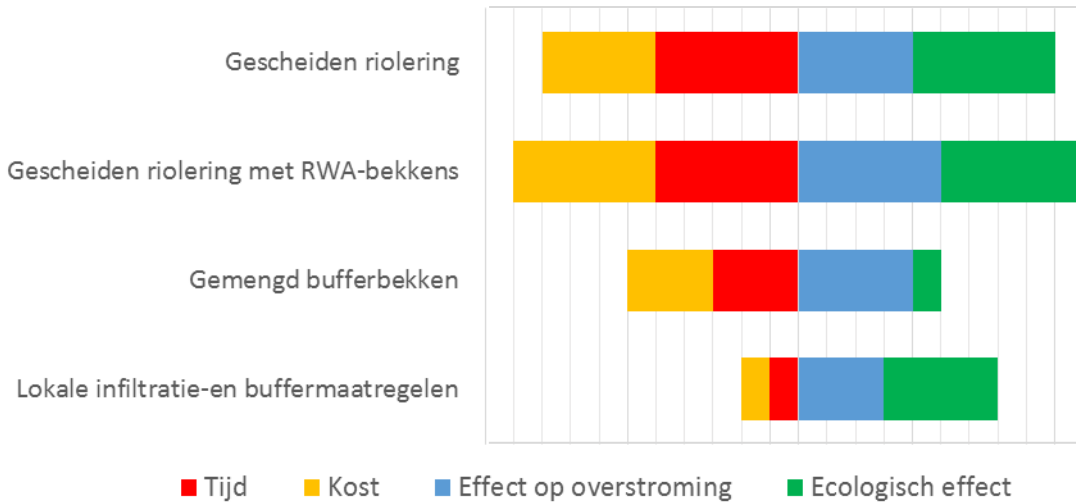
### 5.3.18 Tusvoort

**Wat zijn de knelpunten?** In het deelgebied Tusvoort wordt er vooral wateroverlast ervaren aan de Kanaalweg en de Kraaijenweg. Mogelijks wordt het veroorzaakt door terugstuwning vanuit de riolering.

## Welke maatregelen kan men nemen?

Er zijn verschillende scenario's mogelijk om de knelpunten in dit deelgebied aan te pakken: (1) de aanleg van een gescheiden riolering; (2) de aanleg van een gescheiden riolering + RWA-buffering; (3) de aanleg van een gemengd bufferbekken; (4) lokale infiltratie- en buffermaatregelen. Voor elk van deze scenario's zijn de nodige tijd voor realisatie, de investeringskost, en het effect ingeschat (weergegeven in Figuur 21).

## Afweging systeemkeuze



**Figuur 21** Vergelijking van de realisatietijd, investeringskost, het effect op het risico op wateroverlast en het ecologisch effect voor de verschillende scenario's in het deelgebied Tusvoort.

De scenario's met een gescheiden riolering en met een gescheiden riolering met RWA-buffering hebben het grootste effect, maar vergen ook een navenante investering. Het scenario met een gemengd bufferbekken heeft vooral effect op de overstromingsreductie, maar komt er op ecologisch vlak weinig sterk uit. De totale investering is voor dit scenario hoger dan het totaal effect. Bij lokale infiltratie- en buffermaatregelen blijkt de som van de effecten groter dan de som van de investeringen (tijd en geld). In dat opzicht is dit scenario een interessante optie. Hoewel het effect op overstromingsreductie en ecologie een pak lager in vergelijking met een gescheiden riolering, is het wel significant sneller te realiseren en is de kost lager. Scenario's 1, 2 en 4 zijn elk verantwoordbare keuzes, we zouden de volgende aanpak willen aanraden:

- We raden aan om eerste de infiltratiecapaciteit van het gebied te testen. Indien de grondwaterstand 2/3<sup>e</sup> van het jaar meer dan een halve meter onder het maaiveld zit en een infiltratiesnelheid heeft rond de 10<sup>-6</sup> m/s of groter dan kan men met voldoende veiligheid het RWA via goten, geulen, wadi's of oppervlakkige leidingen naar de aanwezige groene zones afvoeren (aangeduid op de kaart in **Bijlage 10**). Waar mogelijk worden de groene zones uitgehold zodat tijdens hevige buien het water tijdelijk kan blijven staan. Men voorziet overlopen naar de riolering of gracht. Voor de dakafvoer raden we in de eerste plaats infiltratie op eigen of openbaar terrein aan. Indien het gebied matig tot slecht infiltreert, opteert men best voor de verplichte en sterk gestimuleerde aanleg van groendaken.



Prioritering: Voor het probleem aan het kruispunt Kraaienweg met Kanaalweg geldt de volgende prioritering volgens effect: Kraaienweg, Warande, Tusvoort, Terbeemden en Paalseweg.

Op de Kanaalweg is er reeds aandacht besteed aan het minimaliseren van de verharde oppervlakte. Men zou de afvoer van de straat in de richting van deze groene zones kunnen faciliteren d.m.v. goten en de bestaande straatkolken op sommige plaatsen kunnen afdichten. Aan de zuidelijke straat Warande raden we aan om de kolken te sluiten en de afvoer van de straat naar het bos te laten stromen.

- Een andere optie is om een gescheiden riolering aan te leggen in het gebied, ook dan kan men de aanwezige groene zones voor buffering gebruiken.
- Op het kruispunt met de Kraaienweg kan men eventueel het overstromingswater tijdelijk opvangen in een verlaagde berm zodat het minder schade veroorzaakt. Uiteraard pakt dit niet de oorzaak van het probleem aan maar indien de hinder te groot is biedt het wel een snelle oplossing.

### 5.3.19 Aardstraat

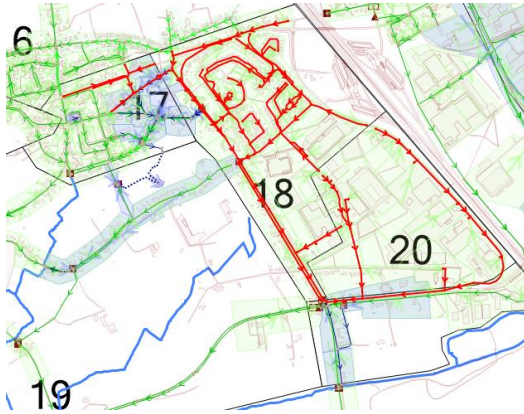
In dit deelgebied wordt er geen wateroverlast ervaren, is er voldoende capaciteit aanwezig en wordt de overstortfrequentie niet overschreden. Er is reeds een grachtenstelsel aanwezig, idealiter wordt dit nog meer benut als RWA voor straat en dak.

### 5.3.20 Transportstraat

**Wat zijn de knelpunten?** In deelgebied Transportstraat wordt er wateroverlast ervaren op de Transportstaat en treedt de overgestort naar de Winterbeek te frequent in werking (Figuur 22).

**Wat is er gepland?** In de Transportstraat en Essenschotstraat staat de aanleg van een gescheiden riolering gepland inclusief buffering van RWA. De afkoppeling van deze grote verharde oppervlakte aan het bedrijventerrein zal de situatie significant verbeteren. Voor het afkoppelingsproject zal een deel van de rijweg aansluiten op de berm, verder wordt buffering voorzien in RWA bekkens en leidingen.

**Wat is er nog mogelijk?** Groendaken zorgen voor absorptie en een vertraging van de regenwaterafvoer. Door de grote dakoppervlakten zouden ze in dit gebied een zeer gunstig effect hebben op de wateroverlast (zie p. 47 voor meer informatie).



Figuur 22 Opwaarts aangesloten leidingen aan de overstort Industrieweg - Paalseweg.

### 5.3.21 en 22 Ravenshout en Albertkade

**Wat zijn de knelpunten?** Zeer hoge overstortvolumes naar Winterbeek.

**Wat is er gepland?** In dit industriegebied zijn er afkoppelingen gepland, de RWA zal op nieuwe RWA-leidingen en op grachten komen. Ham en Leopoldsbrug krijgen een aparte zuivering.

**Wat is er nog mogelijk?** Indien men na deze maatregelen nog frequent overstort of wateroverlast ervaart, kan men de grachten extra capaciteit geven en er meer/efficiënter naar afvoeren. Eventueel kan men overleggen met W&Z om RWA te lozen aan het dok.

### 5.3.23 Molenhuizen

We raden aan om de Heilige Hartlaan en de Diesterstraat af te koppelen, dit heeft een aanzienlijk effect door de grote aangesloten verharde oppervlakten (bedrijven, winkels, brandweer).

In de Diesterstraat zouden we afkoppelen naar een RWA-leiding. In de Heilige Hartlaan lijkt een geul mogelijk. Voor de grote dakoppervlakten raden we aan om infiltratie op eigen terrein, groendaken of hergebruik te stimuleren. Graag merken we hierbij op dat hergebruik enkel effect heeft op overstromings- en overstortreductie indien er een voldoende groot regenwaterverbruik is (zie meer in 5.4.2).

### 5.3.24 Schoot

**Wat zijn de knelpunten?**

- De overstort naar de Tessenderlodorpsloop – Grote Laak treedt te frequent in werking.
- Er wordt wateroverlast ervaren op de Schoterweg ter hoogte van Wetsberg.
- Aan Wetsberg loost de gemengde riolering naar de Tessenderlodorpsloop.
- Hooiman, Everslag en Sint-Jozefplein lozen ongezuiverd in de Vliet aan Bijzen.

**Wat is er gepland?** Er is een verbindingsriolering gepland van Wetsberg naar Paddenhoek.

**Wat is er nog nodig?** Aan verschillende wegen liggen er reeds langsgrachten of kan de rijweg naar de onverharde berm/grinden voetpaden stromen, op dat vlak zit het hemelwatersysteem van Schoot vrij goed in elkaar.

Op ecologisch vlak is er hier wel nog een weg te gaan, aansluiting van deelzones S3 en S4 op de waterzuivering zou prioriteit moeten krijgen. Scheiding van afval-en regenwater zou in deze regio niet moeilijk mogen zijn; door de nabije aanwezigheid van waterlopen kan men de RWA gemakkelijk vertraagd afvoeren.

### 5.3.25 Engsbergen

In Engsbergen verschillen de locaties van wateroverlast van keer tot keer en er is ook geen hydronaut beschikbaar. De infiltratiecapaciteit in Engsbergen is zeer wisselvallig, we raden dan ook aan om naast infiltratie van de dak-en straatafvoer, de uitbouw van een grachtenstelsel te realiseren, in de eerste plaats op de Engsbergsweg en aan Heiveld. Indien men plant om nieuwe grachten aan te sluiten op bestaande grachten dient uiteraard de capaciteit van de bestaanden te worden nagerekend.

Aan Sparrenweg raden we een RWA-riolering aan. In de wijk Portiersveld – Belledreef opteren we voor infiltratie van de dakafvoer op privaat terrein. De redenen hiervoor zijn:

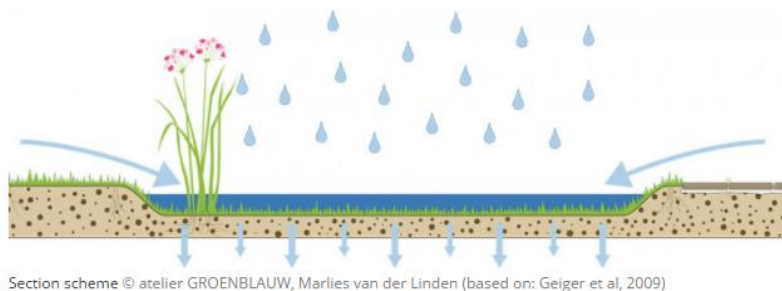
- Op openbaar terrein infiltreert een deel van weg immers reeds door de doorlatende voetpaden;
- De infiltratiecapaciteit lijkt op basis van de beschikbare gegevens voldoende groot;
- De afstand tot een waterloop is wat groter dan op andere plaatsen.

## 5.4 GENERIEKE MAATREGELEN

Kijken we naar de oorzaak van de ervaren wateroverlast, blijkt dit voor veel gevallen te wijten aan het snel afvoeren van water naar de laagst gelegen gebieden. Om de stad klimaatbestendig te maken, moet men bij herinrichtingen van straten en pleinen de kans grijpen om regenwater ter plaatse te houden in plaats zo snel mogelijk af te voeren. Ook de kansen voor waterberging op particulier terrein moeten worden benut. Nieuwe bouwprojecten zijn regenwaterneutraal, en helpen indien mogelijk ook water van omliggende zones te infiltreren en bufferen. Om bronmaatregelen op private percelen te stimuleren, richt het beleid zich tot informatieverstrekking, sensibilisering en het betrekken van de individuele burger.

### 5.4.1 Infiltratie

Infiltratie is de eenvoudigste manier om water af te voeren. Door de hoge verhardingsgraad is het grondwaterpeil in Vlaanderen al jaren aan het dalen. De nood aan infiltratie is dan ook groot. In de huidige regelgeving wordt dan ook altijd uitgegaan van infiltratie tenzij er kan aangetoond worden dat dit niet mogelijk is of de voorziening gelegen is in drinkwaterwingebied.



#### Hoe kan men infiltratie bevorderen?

Bij een ondiepe grondwaterstand is infiltratie aan de oppervlakte (grachten, greppels, wadi's,...) te verkiezen boven ondergrondse infiltratie. De ondergrondse systemen raden we enkel aan op plaatsen waar de grondwaterstand 2/3 van het jaar onder de bodem van de infiltratie voorziening zit. De infiltratiesnelheid kan verhoogd worden door de doorlatendheid van de bodem te verhogen, via begroeiing en het vermijden van verdichting door verkeer of andere belasting. Ook het contactoppervlak met de bodem maximaliseren compenseert deels een lage infiltratiesnelheid.

#### 5.4.1.1 Ontharden

Veruit de eenvoudigste manier om water in de grond te laten intrekken is verharding vermijden. Verharding weglaten bij herinrichting is een kosteloze maatregel die minder water doet afstromen. Het is altijd zinvol de vraag te stellen of verharding wel nodig is, en wat de minimale benodigde breedte is.

#### 5.4.1.2 Infiltratiekolken

Bij infiltratiekolken wordt het water van de kolk afgevoerd naar een meestal verticaal geboorde poreuze buis die het water in de grond laat trekken. De diepte en de diameter van de buis worden bepaald in functie van de doorlaatbaarheid van de grond. In sommige gevallen kan rond de poreuze buis een grindkoffer voorzien worden. Het grote voordeel van dit systeem is dat het erg weinig plaats inneemt en daardoor interferentie met andere nutsvoorzieningen wordt vermeden. De kost blijft met ongeveer 2 000 à 3 000 € per stuk, relatief beperkt.

#### 5.4.1.3 Waterdoorlatende verharding

Waterdoorlatende verharding is een optie voor bijvoorbeeld een marktplein, delen waar ontharden niet gewenst is en de belasting beperkt. Dolomiet voor wandelpaden, kunststof of betonroostering voor parkeerplaatsen, maar ook kasseien met groene voegen behoren tot de mogelijkheden.

De afvoer van waterdoorlatende verharding wordt voornamelijk bepaald door de doorlatendheid van de bodem eronder. Bij hoge belasting (dagelijks personenwagens) verdicht de grond en wordt infiltratie belemmert, waardoor de maatregel nog weinig nut heeft. Voor een parking raden eerder we aan om het verharde oppervlak te laten afhellen naar onverharde groene delen.



**Figuur 23** Voorbeelden van waterdoorlatende verharding.

#### 5.4.1.4 Ondergronds infiltratiebekken

Ook als er geen gescheiden stelsel is, doen zich soms opportuniteiten voor waarbij bijvoorbeeld een plein wordt heraangelegd en er daarin ruimte is voor een ondergrondse infiltratie voorziening. Afhankelijk van de gerealiseerde grootte kunnen omliggende gebieden hier mee op aangesloten worden. Vooral infiltratiebuizen (in diverse materialen) of het watershell systeem tonen in de praktijk goede resultaten.

Bij ondergrondse infiltratiesystemen dient men het infiltratiegebied duidelijk te signaleren, bijvoorbeeld door een signalisatiebord te plaatsen of door het bericht “verboden afvalwater te lozen” te plaatsen op/aan de waterslikkers. Daarnaast raden we aan om op markt -en evenementenpleinen DWA-afvoerputjes te voorzien.

#### 5.4.1.5 Infiltratieleidingen

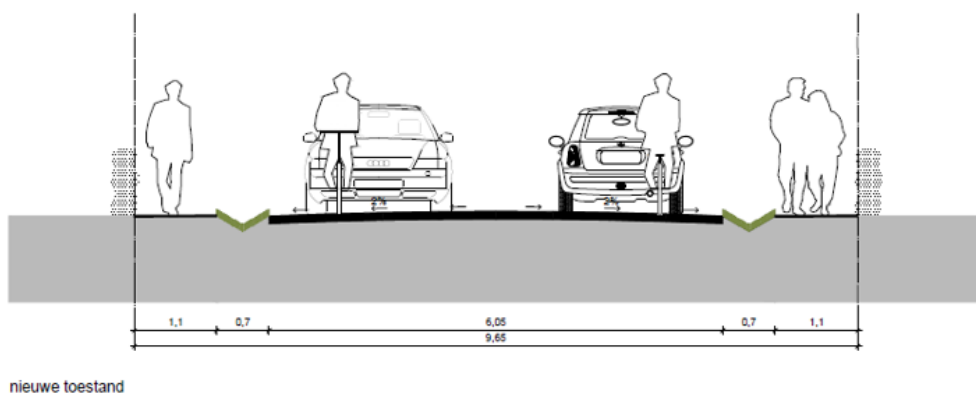
Infiltratieleidingen worden veel gebruikt. Ze kunnen volledig ondergronds aangelegd worden en vervullen naast de infiltratiefunctie ook een transportfunctie. Doordat ze vrij oppervlakkig worden aangelegd zijn ze goedkoper dan een klassieke RWA-riolering. Het nadeel is dat hun volume vaak te klein is om het contactoppervlak met de grond optimaal te benutten. Tegenover een bovengronds systeem zijn ze moeilijker te inspecteren en onderhouden en minder flexibel voor eventuele aanpassingen naar bijvoorbeeld dimensionering of heraanleg.

#### 5.4.1.6 Groenbewatering

De groenbewateringsmethode kent verschillende varianten, maar het doel is om een bepaald volume onder beplanting te vullen met regenwater. Een deel kan vervolgens in de grond trekken en een deel kan door de beplanting opgenomen worden. Vooral in de lente en zomer kan de waterconsumptie van bomen significant zijn. Er zijn lokale systemen waarbij elk groenvak een overloop heeft naar de riolering, of lineaire systemen waarbij alle groenzones onderling worden verbonden en het totale systeem een overloop heeft. De meerkost van dit systeem kan heel laag liggen, maar de werking is vooral afhankelijk van de grondwaterstand, de begroeiing en de beschikbare ruimte. Door een combinatie van deze maatregelen kan men groenblauwe straten en wijken creëren, waarmee men de aanleg van een gescheiden rioleringsstelsel in bepaalde wijken kan vermijden.

##### 5.4.1.6.1 Infiltratiestrook

Een infiltratiestrook wordt parallel aan de rijweg voorzien en verzamelt, infiltreert en voert de stratenafvoer af naar een buffer of naar de riolering. Kolken fungeren enkel nog als noodoverlaat.



**Figuur 24** Illustratie van een straat met infiltratiestrook.



#### 5.4.1.6.2 Groene straathoeken



**Figuur 25** Voorbeeld van een groene straathoek.

De straat en/of dakafvoer stroomt via geulen of infiltratiestroken naar een groene straathoek; een hol en verlaagd ingerichte en beplante zone met overstort naar de riolering of RWA.

Een borduur of paaltjes rond de groene straathoek vermijden dat er verkeer over rijdt, terwijl de onderbrekingen in de borduur, gaten in of gleuven onder de borduur zorgen dat er hemelwater kan instromen. Infiltratie of drainage zorgen voor een vertraagde lediging en de kolk fungeert als overlaat.

#### 5.4.1.6.3 Verkeersvertragers

Een verkeersdrempel kan worden vervangen door een versmalling van de rijweg om het verkeer te vertragen en tegelijk een hemelwaterfunctie vervullen. Water wordt in dit voorbeeld naar de voorziening geleid via infiltratiestroken. Dit kan ook door middel van een gracht, een verharde geul, of door het wegprofiel aan te passen zodat het water er vanzelf naartoe stroomt.



**Figuur 26** Illustratie van een straat met groene verkeersvertragers.

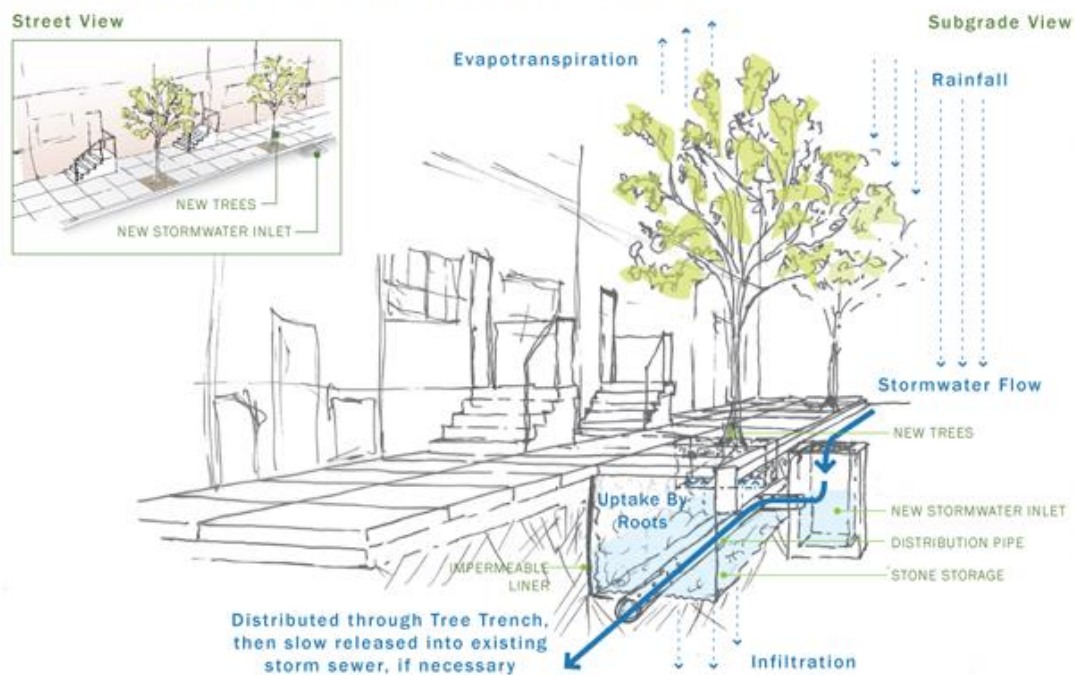
#### 5.4.1.6.4 Straatbomen volgens het Stockholm-principe

In het Stockholm- systeem wordt de porositeit rondom boomwortels verhoogd door middel van steenslag. Zo creëert men infiltratievolume dat zowel een doorvoerfunctie heeft als een watervoedende functie voor groen. Op deze manier worden bomen in sterk verstedelijkt gebied voorzien van lucht, water en een ruime wortelzone. Het voordeel van dit systeem is dat er grote volumes kunnen voorzien worden tegen een relatief lage kost.

Het infiltratievolume kan bovendien grillige vormen aannemen om bijvoorbeeld bestaande ondergrondse structuren te ontwijken. Door dit systeem uit te breiden met een afvoermogelijkheid wordt een volwaardig alternatief voor een infiltratieleiding gecreëerd, dat meer volume kan bufferen en een voedende functie heeft voor het zichtbare groen.

Het systeem werkt het best wanneer de boomvakken onderling verbonden zijn en er een afvoer voorzien is.

## GREEN STREETS: STORMWATER TREE TRENCH



Figuur 27 Straatbomen met drainage.





- 1 Bestrating
- 2 Geotextiel
- 3 Grindlaag voor infiltratie van hemelwater en verluchting van de bodem
- 4 Laag met stenen, de ruimten zijn opgevuld met aarde
- 5 Bodem
- 6 Plantenbak
- 7 Boom (gelijk welke soort)
- 8 Teelaarde
- 9 Koker voor infiltratie van hemelwater en verluchting van de bodem

**Figuur 28** Straatboom ontworpen volgens het Stockholm-principe.

#### 5.4.1.6.5 Infiltratiekommen en wadi's

Infiltratiekommen en wadi's zijn bovengrondse ondiepe infiltratievoorzieningen met vegetatie. Als de ondergrond onvoldoende doorlatend ( $k \leq 3.5 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ ) is en het grondwater diep genoeg zit ( $>1\text{m}$ ), wordt onder de infiltratiekom een filterbedmateriaal aangebracht met bij voorkeur een drainage leiding erin. Een combinatie van een infiltratiekom met een ondergronds filterbed wordt een wadi genoemd.

Het filterbed zorgt voor extra berging, zodat het hemelwater meer tijd heeft om te infiltreren. De drainage leiding verdeelt het water over het filterbed en zorgt ervoor dat het water naar de locatie met de beste infiltratiemogelijkheden kan stromen. Bij een gelaagde ondergrond kan de drain een minder doorlatende laag doorbreken.



**Figuur 29** Voorbeeld van een wadi.

De aanvoer naar de infiltratievoorziening gebeurt via een of meerdere open goten die een gelijkmatige inloop verzekeren. De vegetatie zorgt ervoor dat snelheden beperkt blijven, dat erosie wordt vermeden, dat infiltratie (wortels zorgen voor micro infiltratiekanalen) en evapo(transpi)ratie verhogen en zorgen voor filtering en afbraak van verontreinigende stoffen uit het regenwater. Wadi's kunnen zo ontworpen worden dat ze enkel bij zeer hevige neerslag gevuld worden, waardoor de ruimte kan gebruikt worden voor andere activiteiten.

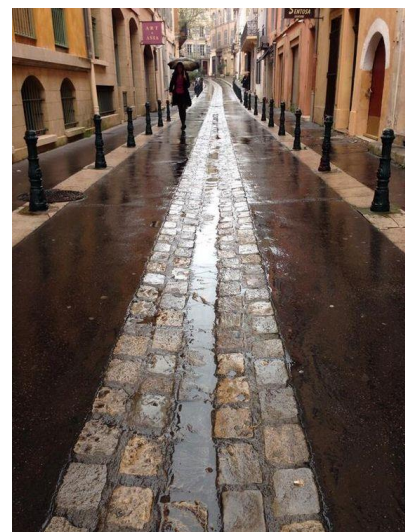
## 5.4.1 Waterafvoer

### 5.4.1.1 Grachten

Het grootste voordeel van grachten is dat ze goedkoop zijn en een transportfunctie, infiltratiefunctie en bufferfunctie eenvoudig combineren. Doordat de grachtoevers meestal begroeid zijn, blijft de infiltratiecapaciteit lang behouden omdat de planten en bijbehorende fauna de bodem luchtig houden. Op plaatsen waar er wat helling is, worden grachten best voorzien van overstortmuurtjes, zodat de infiltratiecapaciteit maximaal kan aangewend worden. Het is van groot belang dat de grachten effectief worden uitgevoerd m.b.t. tot de maximale buffering en niet als louter afvoergrachten.

### 5.4.1.2 Watervoerende straten

In smalle straten waar geen ruimte is voor groen kan men ervoor opteren om de straat watervoerend te maken, variërend van de volledige weg tot een smalle geul, met afvoer naar een groene zone, waterloop of RWA-as.



**Figuur 30** Een watervoerende straat in Aix-en-Provence (Frankrijk).

#### 5.4.1.3 Oppervlakkige RWA-leidingen

Reeds besproken onder 5.4.1 *Infiltratie*, maar wordt hier opnieuw aangehaald omwille van de afvoerende eigenschap. Indien er geen ruimte is voor een gracht of geul kan een infiltratieleiding of een ondiep gelegen RWA worden aangelegd. Dit kan voor een deel van de straat of de gehele straatlengte. Door de ondiepe ligging kan het gemakkelijker gecombineerd worden met groene hemelwatervoorzieningen.

### 5.4.2 *Privaat domein*

Om een veerkrachtig hemelwatersysteem te bekomen moet er veel ruimte worden ingeschakeld en die is niet altijd beschikbaar op het openbaar terrein. Het stimuleren van kleine ingrepen op privaat domein kan zeker de noodzakelijke gemeenschappelijke ingrepen op termijn beperken of zelfs overbodig maken.

Vooraf bij hellend reliëf zijn gemeenschappelijke buffers of infiltratievoorzieningen altijd moeilijker te realiseren omdat ze moeten voorzien worden van schotten of stuwen om voldoende volume op te houden op de hellingen. In dergelijk hellend gebied is het veel effectiever om vlakbij de bron van afstromend hemelwater een kleine infiltratiezone of buffer te voorzien, dan om grote gemeenschappelijke voorzieningen uit te bouwen.

In de eerste plaats is het van belang om de gewestelijke verordening nauwgezet op te volgen en geen uitzonderingen toe te laten.

Vervolgens kan men ook bij woningen die niet onder de verordening vallen (omdat ze niet bijbouwen of renoveren), hemelwatermaatregelen stimuleren d.m.v. informatieverstrekking en premies.

Tenslotte kan men de RWA-aansluitingen van de woningen afkoppelen van het gemengde stelsel en geen RWA-afvoer meer voorzien. Dit heeft men in Aalst gedaan, men legt er enkel nog een RWA-riolering aan indien de infiltratiecapaciteit lager is dan  $10^{-6}$  m/s.

#### 5.4.2.1 Groendaken

**Hoeveel winst valt er uit te halen op vlak van waterbuffering?** Een groendak vangt regenwater op en voert vertraagd af, afhankelijk van de dikte van het substraat en variërend met de temperatuur en de neerslaghistologie stroomt het op jaarbasis 30 tot 50 % minder af dan een normaal dak.

**Waarom zou men een groendak aanleggen?** Een groendak heeft nog andere voordelen, zowel voor de buurt als voor de eigenaar van de woning:

- Dempt het geluid uit de omgeving.
- Beschermt de dakbedekking waardoor die minder snel verouderd.
- Zorgt voor verkoeling tijdens hete zomers. Verharde oppervlakken zoals daken en straten nemen meer zonnewarmte op dan groene zones.
- Voedselbron voor hommels, vlinders en bijen.
- De planten op de groendaken nemen stofdeeltjes op uit de lucht en verbeteren zo de luchtkwaliteit.
- Het is ruimtebesparend.

### **In welke mate is dit van toepassing op bestaande daken?**

Groendaken werken het best op daken met een helling tussen 2% en 15%.

Qua belasting op het bestaande dak moeten we een onderscheid maken tussen twee types groendaken: intensieve en extensieve (Zie Tabel 3 voor vergelijking).

- Extensieve groendaken hebben een oppervlakkige worteling, zijn beplant met mossen, vetplanten en grassen en hebben een beperkt gewicht. De meeste daken hebben voldoende draagkracht voor een extensief groendak op aan te leggen.
- Intensieve groendaken zijn beplant met grasachtigen en kleine struiken en planten bij eenvoudige tuindaken of met bomen en struiken bij sterk ontwikkelde tuindaken. Hierbij is het raadzaam om de stabiliteit en het draagvermogen te laten beoordelen door een specialist.

### **Kan het in combinatie met zonnepanelen?**

Zonnepanelen hebben het hoogste rendement bij een lage omgevingstemperatuur, en zijn dus goed combineerbaar met een groendak. Ook de biodiversiteit wordt bevorderd door zonnepanelen omdat andere plantensoorten zich kunnen vestigen op de schaduwrijke plekken onder de panelen.

### **Groendaken in combinatie met hergebruik?**

Het afgevoerde water van groendaken heeft een zekere verkleuring, zodat het voor huishoudelijke toepassingen minstens een bijkomende behandeling met een actieve koolstoffilter moet ondergaan.

### **Welke premie uitreiken?**

De meerprijs van een groendak bedraagt bij nieuwbouw ongeveer 40 €/m<sup>2</sup> tegenover een gewoon dak. Op vlak van waterbuffering betekent een groendak een winst van 50 €/m<sup>2</sup> investering in vergelijking met een ondergronds bufferbekken<sup>5</sup>. Het is dus een effectieve maatregel voor overstromingsreductie en kan wanneer frequent toegepast de nood aan maatregelen op het openbaar domein beperken. Een premie die de helft van de investeringskost terugbetaalt, 20 €/m<sup>2</sup> is zeker te rechtvaardigen.

**Hoe doet men het in andere steden?** In Leuven bedraagt de premie voor een groendak 50 % van de kosten met een maximumbedrag van € 5000. In Gent reikt men subsidies uit voor groendaken met een buffer capaciteit van minimum 35 l/m<sup>2</sup>; 31 €/m<sup>2</sup> voor particulieren en 25 €/m<sup>2</sup> voor niet-particulieren, met een maximum van 25 000 € per gebouw.

Desondanks blijft het aandeel groendaken in veel steden beperkt. Vaak vormt onvoldoende kennis over de draagkracht een drempel voor de aanleg van een groendak op bestaande daken. Voor bedrijven is de financiële stimulans te beperkt in verhouding tot de meerkost om grote loodsen voldoende draagkrachtig te maken.

---

<sup>5</sup> De kostprijs van een ondergronds bufferbekken 1000 €/m<sup>2</sup>.



Tabel 3 Karakteristieken van extensieve, eenvoudig intensieve en sterk ontwikkelde groendaken.

Keuzecriteria	Extensief groendak	Intensief groendak	
		Eenvoudig	Sterk ontwikkeld
Voor nieuwbouw	Ja	Ja (structuur te onderzoeken)	Ja (structuur te onderzoeken)
Voor renovatie	Ja	Moeilijk (structuur te onderzoeken)	Vaak onmogelijk
Ondersteuning	Plat of hellend dak (helling van 15° of zelfs 45° met enkele aanpassingen)	Plat dak of lichtjes gebogen indien inzaailing met gras (max 15°)	Plat dak
Dragende structuur	Normaal	Versterkt	Verstevigd
Wortelbestendigheid	Bij voorkeur	Sterk aangeraden	Onmisbaar
Dikte	<10 cm (een minimum van 5 cm wordt aangeraden maar de dikte zal ook afhangen van het type planten dat wordt gebruikt)	Tussen 10 cm en 25 cm	> 25 cm
Type begroeiing	Mossen, vetplanten, grassen en winterharde planten (niet begaanbaar)	Zelfde types als op een extensief groendak + heesters, lage planten, gras, maar geen bomen en ook geen grote struiken	Bijna onbeperkte keuze aan planten, of dezelfde types als de andere groendaken + heesters en sommige bomen
Begaanbaar	Neen, Behalve indien specifiek aangelegd	Ja, indien specifiek aangelegd	Ja, indien specifiek aangelegd
Permanente belasting	30 - 100 kg/m <sup>2</sup>	100 – 400 kg/m <sup>2</sup>	> 400 kg/m <sup>2</sup>
Brandbeveiligend	Beperkt	Ja	Ja
Impact op de watercyclus	Merkbaar	Vrij groot	Groot
Impact op de luchtkwaliteit	Merkbaar	Vrij groot	Groot
Geluidsisolatie	Gemiddeld	Efficiënt	Heel efficiënt
Uitvoering	Eenvoudig	Complex	Complexer
Meerkosten (inclusief de versteviging van de dragende structuur)	16-32% volgens het oppervlak voor nieuwbouw (bron: ieb)	40% voor nieuwbouw (bron: ieb)	
Levensduur van het dak incl. Dichting	Langdurig	Langdurig	Langdurig
Onderhoud	Beperkt	Matig	Regelmatig
Bodemverrijking	Neen	Naargelang de planten	Naargelang de planten
Beheerskosten	Nagenoeg geen	Naargelang de planten	Naargelang de planten
Thermisch comfort*	Geringe verbetering	Merkbare verbetering	Sterke verbetering

Bron: WTCB

#### 5.4.2.2 Hergebruik

Regenwaterputten van huishoudens dragen bij aan een betere waterbalans en verminderen het drinkwatergebruik. Bij optimale werking kan grootschalig hergebruik zorgen voor een daling in de piekdebieten tot 20 % en een reductie van het overstortvolume tot 10 %. Dit is echter enkel wanneer er voldoende bergingsvolume beschikbaar blijft in de regenwaterput. Hier stellen zich tegenstrijdige belangen. Enerzijds moet de regenwatertank zo veel mogelijk leeg zijn om een optimaal afvlakkingseffect te veroorzaken naar het rioolstelsel toe. Anderzijds willen bewoners graag hun regenwaterput zo veel mogelijk vol houden om optimaal te kunnen genieten van het regenwater in het huishouden. In de gemeentelijke stedenbouwkundige verordening zou kunnen worden opgenomen dat er voldoende regenwaterverbruik moet worden aangetoond. Hetzij door een verbruiksberekening, het zij door voor een eengezinswoning een bepaald verbruikssysteem te verplichten: bijvoorbeeld de aansluiting van minstens een toilet, wasmachine en aftappunt binnen en buiten.

#### 5.4.2.3 Infiltratie

Bij percelen groter dan 250 m<sup>2</sup> moet, volgens de gewestelijke stedenbouwkundige verordening, naast een hemelwaterput, ook een infiltratievoorziening aangelegd worden. Infiltratie is altijd te verkiezen boven vertraagd doorvoeren omdat infiltratie ervoor zorgt dat water effectief verdwijnt uit het afwaartse systeem, bij vertraagd doorvoeren is dat niet het geval. Op momenten van langdurige neerslag is bekend dat de afwaartse waterlopen verzadigd geraken, al het water dat niet afstroomt geeft dus ademruimte aan de waterlopen.



In de residentiële wijken met veel open bebouwing en relatief grote percelen biedt infiltratie veel potentieel: in een ideaal scenario zou al het water van daken er in eerste instantie terecht komen in een ondiepe greppel of een infiltratiesysteem waarna enkel de overloop nog wordt afgevoerd. In het stadscentrum is dit moeilijker te realiseren, maar het kan via een gestuurd beleid wel winst opleveren.

##### 5.4.2.3.1 Gesloten versus open bebouwing

Bij open bebouwing is er meestal meer ruimte beschikbaar, waardoor infiltratievoorzieningen eenvoudiger aan te leggen zijn, bovendien kan de volledige dakoppervlakte erop worden aangesloten.

Bij gesloten bebouwing wordt in principe enkel de voorste dakhelft afgekoppeld. De achterste dakhelft blijft in principe aangesloten op de gemengde leiding, inclusief veranda's, terrassen en eventuele tuinhuisjes. Een gescheiden stelsel aanleggen in deze straten koppelt dus ongeveer 1/3<sup>e</sup> van de verharding af, maar laat ook 2/3<sup>e</sup> aangesloten op de gemengde riolering. Door achteraan de huizen met een tuin een bovengrondse of ondergrondse infiltratiemogelijkheid



te voorzien, kan een hoger rendement bekomen worden. Er bestaan ondergrondse systemen maar ook bovengronds zijn er eenvoudige oplossingen.

**Is het aangewezen om een subsidie uit te reiken?** Algemeen wordt voor afkoppelingswerken een kost van €20 per m<sup>2</sup> als verantwoordbaar gezien. Vermits een infiltratievoorziening ongeveer 2/3<sup>e</sup> van de afstroming op jaar basis zal kunnen opvangen, kan een **subsidie van €10 à 13** verantwoord worden. Indien er geen overloop wordt voorzien zou men zelfs naar €20 per m<sup>2</sup> kunnen gaan.

Deze subsidie kan ingevoerd worden op vrijwillige basis, maar er zou verder kunnen gegaan worden op dezelfde manier als bij afkoppelen gebeurt: wanneer er in een straat gewerkt wordt waar gesloten bebouwing (met tuinen) aanwezig is, kan gevraagd worden om infiltratie of buffering te voorzien. Een voordeel daarvan kan zijn dat de afvalwaterleiding die omwille van onzekerheid meestal te groot wordt gedimensioneerd, toch kan verkleind worden.

#### 5.4.3 *Gedeelde verantwoordelijkheid*

De participatie van ontwikkelaars en bewoners is cruciaal voor een doeltreffend hemelwaterbeleid. Daarvoor is er hapklare informatieverspreiding nodig rond hemelwater. Verkavelaars moeten weten waar ze mee rekening moeten houden en aan eenvoudig af te toetsen selectiecriteria voldoen. Het beleid dient de gewestelijke hemelwaterverordening nauwgezet op te volgen en kan geen uitzonderingen toelaten.

Bij de aanleg van hemelwatervoorzieningen op openbaar terrein moet dat duidelijk gecommuniceerd worden. Aan een wadi kan men bijvoorbeeld een bord plaatsen met wat wel en niet is toegestaan: hond uitlaten, auto wassen, chemische onkruidbestrijding...en hoe burgers zelf kunnen bijdragen in het hemelwaterverhaal.

Onderhoud en toezicht van groenvoorzieningen kan in sommige gevallen zelfs op vrijwilligers steunen, zoals in Turnhout gebeurt. Een aangename leefomgeving wordt daar gekoppeld aan de sociale en maatschappelijke ontwikkeling van de stad. De stad ontving er zelfs een prijs voor op een internationale wedstrijd rond groen, milieu en toerisme in steden en gemeenten, de Entente Florale Europe. Een dergelijk verhaal is ook mogelijk in Tessenderlo.

#### 5.4.4 *Ervaringen en voorbeelden*

Sterke aanrader is het “Draaiboek Groenplan” uitgegeven door Agentschap Natuur en Bos (2016). Deze biedt een leidraad voor steden en gemeenten bij het opmaken van een lokale groenvisie voor de groenblauwe dooradering van de bebouwde ruimte te verhogen. Ze lichten de verschillende stappen toe en tonen voorbeelden van geslaagde projecten in Vlaanderen.

Op <http://waterbewustbouwen.be> vindt men waterbewuste referentieprojecten van bouw of verbouwingen op privaat domein en ook [www.rainproof.nl](http://www.rainproof.nl) kan inspiratie bieden. Tenslotte biedt [www.groenblauwenetwerken.com](http://www.groenblauwenetwerken.com) een overzicht van maatregelen, voorbeelden en een ontwerptool om klimaatbestendige steden te creëren.



## 6 BRONNEN

---

CIW, 2014, *Opmaak hemelwaterplannen Methodiek*. Coördinatiecommissie Integraal Waterbeleid, 15 pp.

De Cuyper K. en Dinne K., 2006, *Regenwaterafvoer op groendaken*. WTCB.

Stad Gent, *Werken naar een klimaatrobuuste stad – Gents klimaatadaptatieplan 2016- 2019*. 109 pp. <https://klimaat.stad.gent/>

Technum, 2015. Hydraulische nota, 22.948 PS Sportslaan Tessenderlo, i.o.v. Aquafin NV. Hasselt, 28 pp.

Vlaamse Milieumaatschappij – Afdeling operationeel waterbeheer, Aquafin NV, 2014. *Realisatie van een integraal waterkwaliteitsmodel voor het zuiveringsgebied Tessenderlo*. Deelrapport I, IMDC nv i.s.m. Technum, 248 pp.

Vlaamse Milieumaatschappij – Afdeling operationeel waterbeheer, Aquafin NV, 2014. *Realisatie van een integraal waterkwaliteitsmodel voor het zuiveringsgebied Tessenderlo*. Deelrapport II, IMDC nv i.s.m. Technum, 417 pp.

Willems, P., 2015, *Hoe brongerichte maatregelen overstromingen vanuit rioleringen en rivieren kunnen verminderen: case study Turnhout*. Symposium Meerlaagse Waterveiligheid, Brussel.

## 7 BIJLAGEN

---

Bijlage 1: Kaart van de waterlopen volgens categorie.

Bijlage 2: Kaart met grenzen van zuiveringsgebieden en gemeentegrenzen.

Bijlage 3: Kaart met het rioleringsstelsel in Tessenderlo.

Bijlage 4: Kaart met gesimuleerde overstromingsvolume in geplande toestand (hydronaut 200TS06 toestand C T20) en ervaren wateroverlast.

Bijlage 5: Watertoetskaart infiltratiegevoeligheid

Bijlage 6: Gewestplan

Bijlage 7: Watertoetskaart overstromingsgevoeligheid

Bijlage 8: Tabel kerninformatie deelzones

Bijlage 9: Basiskaart

Bijlage 10: Hemelwatermaatregelen