

**DEELRAPPORT 2:
STUDIE DUURZAME SYSTEMEN WATERHUISHOUDING
DUURZAME WIJKONTWIKKELING “DE VLOEI” TE IEPER
WVI**

Projectnummer – 11/005414 | Versie D | 1-12-2010





OPDRACHTGEVER

WVI
Baron Ruzettelaan 35
8310 Brugge

David Loeys

Tel: 050 36 71 71
Fax: 050 35 68 49



Duurzame wijkontwikkeling "De Vloei" te Ieper



OPDRACHTNEMER

ARCADIS Belgium nv
Clara Snellingsstraat 27
2100 Deurne
BTW BE 0426.682.709
RPR ANTWERPEN
ING 320-0687053-72
IBAN BE 38 3200 6870 5372
BIC BBRUBEBB

Contactpersoon

Tine Ostijn

Telefoon

+32 56 249 965

Telefax

+32 56 249 921

E-mail

t.ostijn@arcadisbelgium.be

Website

www.arcadisbelgium.be

Revisie				
Versie	Datum	Opmerking		
A	26-03-2010	Draftversie		
B	18-06-2010	Nav overleg WVI dd. 29/03/2010 – overleg Ieper dd. 6/04/2010 – overleg VMM/AQF dd. 25/05/2010 – overleg WVI dd. 7/06/2010		
C	20-07-2010	Nav overleg WVI dd. 1/07/2010		
D	1-12-2010	Nav opmerkingen WVI dd. 12/11/2010		
Opgesteld				
Afdeling/discipline	Functie	Naam	Handtekening	Datum
IRV / WATER		Tine Ostijn		
MILIEU		Guillaume Poquette		
Geverifieerd				
Afdeling	Functie	Naam	Handtekening	Datum
MILIEU		Dominique Van Erdeghem		
MILIEU		Bert Gielen		
Goedgekeurd door klant				
Afdeling	Functie	Naam	Handtekening	Datum

INHOUDSOPGAVE

1	Inleiding	8
2	Klimaatverandering	9
2.1	Berekening impact klimaatverandering	9
2.2	Berekening buffervolumes regenwaterafvoer	11
2.2.1	Basis ambitieniveau (huidige klimaat)	11
2.2.2	Plusniveau (toekomstig klimaat)	12
2.3	Aanbeveling klimaatadaptieve waterhuishouding	13
3	Aanleg van verhardingen	15
3.1	Wegenis	15
3.1.1	Doelstelling 1: beperken risico op verontreiniging van het hemelwater	15
3.1.2	Doelstelling 2: minimaliseren verhardingen	18
3.1.3	Scenario analyse waterdoorlatende verharding	18
3.1.4	Besluit verhardingen	20
3.2	Daken	22
3.2.1	Doelstelling 1: beperken risico op verontreiniging van het hemelwater	22
3.2.2	Doelstelling 2: minimaliseren verhardingen	23
3.2.3	Doelstelling 3: reductie warmtestraling	24
3.2.4	Doelstelling 4: maximaal herbruik hemelwater afkomstig van daken	24
3.2.5	Andere voordelen en nadelen groendaken	25
3.2.6	Besluit	26
4	Waterbalans voor regenwater	28
4.1	Berekening gemiddelde jaarbalans hemelwater	28
4.1.1	Basis-ambitieniveau	29
4.1.2	Plusniveau	31
4.2	Dimensionering hemelwaterputten	34
4.3	Functionele toepassingen op wijkniveau	34
5	Afvalwater	36
5.1	Grijs water	37
5.1.1	Ambitieniveaus	37
5.1.2	Woningniveau	37
5.1.3	Wijkniveau	41
5.2	Zwart water	42
5.3	Gemengd afvalwater afkomstig van Hovelandwijk	43
6	Bluswater	45
7	Water als natuurelement	45
8	Waterhuishouding wijk 'De Vloei'	47
8.1	Aanleg infiltratie- en/of buffervoorzieningen	47
8.1.1	Basis ambitieniveau	47

8.1.2	Plusniveau	48
8.2	DWA-afvoer	49
8.3	Vertraagde RWA-afvoer en afvoer overstortwater Hovelandwijk	49
8.4	Besluit	50
9	Globaal besluit – visie waterhuishouding ‘De Vloei’	52
10	Referenties	53
BIJLAGES		55
BIJLAGE 1 – Afwegingsschema mbt afvoer overstortwater Hovelandwijk		57
BIJLAGE 2 – Inrichtingsvoorstel wijk ‘De Vloei’		58

LIJST DER FIGUREN

Figuur 1: Evolutie neerslagintensiteiten voor het hoge klimaatveranderingsscenario. X-as: periode en Y-as: intensiteit (mm/d).....	11
Figuur 2: Mogelijkheid tot bijkomende waterberging in de lokale depressies van de wijk.	13
Figuur 3: Voorbeeld van mogelijkheid tot creatie van bijkomende berging op straat via stoeprandverhoging en straatpeilverlaging (RIONED, 2009).	14
Figuur 4: bodempassage: groene goot in de Leidsche Rijn, NL (2003).....	17
Figuur 5: bodempassage geïntegreerd in een waterpartij (Langeveld et al., STOWA 2007)	17
Figuur 6: waterdoorlatende bestrating met bufferende onderbouw.....	18
Figuur 7: schematische voorstelling interactie tussen appartementsgebouwen en woningen mbt hergebruik regenwater.	32
Figuur 8: zuivering grijs water dmv plantensysteem (www.greywater.com).....	38
Figuur 9: Selectieve zuivering grijs water (Bron: Joseph Orzagh – Eautarcie “Pluvalor & Traiselect – introduction à la gestion écologique de l’eau dans la maison” – www.eautarcie.com)	38
Figuur 10: Principeschema van de werking van het WaterConvert-systeem (www.waterconvert.com). Vergelijkbare systemen bij andere leveranciers b.v. http://ecoplay.nl ; http://www.bracsyste.ms.com/ ;	39
Figuur 11: Principeschema van de werking van de zuiveringsinstallatie (www.pontos-aquacycle.de).....	40
Figuur 12: Schematische voorstelling concept helofytenfilter –zuivering zwart/grijs water met hergebruik (www.ecofyt.nl)	41
Figuur 13: Concept werking helofytenveld voor overstortwater: bij lage hydraulische belasting doet het vloeirietveld zijn werk; bij hoge hydraulische belasting doet het wortelzonerietveld in de winterbedding zijn werk.	45
Figuur 14: DWA- en RWA-afvoer van wijk “De Vloei” en de Hovelandwijk	51

LIJST DER TABELLEN

Tabel 1: Nodige buffervolume (m^3/ha) in functie van het maximaal doorvoerdebiet en de terugkeerperiode van de overlaat voor een lineaire doorvoerrelatie bij een concentratietijd van 10 minuten en het hoog-klimaatsscenario (P. Willems, 2009).	13
Tabel 2: Scenario analyse randvoorzieningen hemelwater wijkontsluitingswegen.	21
Tabel 3: Scenario analyse gebruik waterdoorlatende verharding.	21
Tabel 4: Scenario analyse groendak versus standaard dak	27
Tabel 5: Gemiddelde dagelijkse waterverbruik per persoon (VMM)	29
Tabel 6: Gemiddelde hemelwaterbalans op jaarbasis voor woningen.	30
Tabel 7: Gemiddelde hemelwaterbalans op jaarbasis voor de appartementen.	31
Tabel 8: Scenario analyse randvoorziening voor neutraliseren van de tekorten hemelwater voor herbruik mbt de appartementen.	33
Tabel 9: Scenario analyse zuiveringssystemen grijs water op woningniveau.....	40
Tabel 9: Afvoerdebieten per wijkcompartiment voor verschillende retourperiodes in het basisambitieniveau met benodigde buffervolume voor een 2-jaarlijkse bui, voor het private domein en het openbare domein.	48
Tabel 10: Afvoerdebieten per wijkcompartiment voor verschillende retourperiodes in het plusniveau met benodigde buffervolume voor een 5-jaarlijkse bui, voor het private domein en het openbare domein.	49

1

Inleiding

De WVI wenst de wijk 'De Vloei' te leper op een duurzame wijze te ontwikkelen als voorbeeldproject binnen Vlaanderen. De WVI heeft dit project ingeschakeld in het Europese Project 'Future Cities' binnen het transnationale Interreg IVB Noord West-Europa programma. In het project zal de WVI een duurzaamheidsrichtlijn realiseren, evenals een Masterplan en afgeleide plannen voor de wijk 'De Vloei'. Het doel van deze studie is het opmaken van een waterhuishoudingstudie van de duurzame wijkontwikkeling op collectief en individueel niveau, als onderdeel van de voorbereidende studie voor de implementatie. Een belangrijk aspect is het inspelen op de klimaatverandering. In deze studie wordt onderzocht hoe de wijk klimaatbestendig kan gemaakt worden qua waterhuishouding.

Onderhavig rapport bevat het **tweede onderdeel van de waterhuishoudingstudie, nl. de studie van duurzame systemen waterhuishouding**. Deze studie wordt uitgevoerd volgens de ambitienota van de WVI, hierin zijn de ambities naar duurzaamheid toe opgesplitst in een basisniveau en een plusniveau. In het basisniveau zijn maatregelen vervat die minimaal gerealiseerd dienen te worden om te kunnen spreken over een duurzaam project. In het plusniveau worden maatregelen of een inzet met een hogere ambitie verwoord, dit als bewuste en imagoversterkende keuze.

De opdracht bestaat erin duurzame waterhuishoudingsystemen voor de wijk 'De Vloei' uit te werken op collectieve wijze en op individuele wijze (woningniveau). In deze studie wordt onderzocht welke waterhuishoudingsystemen ingezet kunnen worden om de wijk voor te bereiden op de klimaatverandering.

Op basis van een scenarioanalyse wordt vervolgens een visie voorgesteld met betrekking tot de optimale duurzame hemelwaterhuishouding voor de wijk 'De Vloei'. Volgende criteria zijn van belang bij de scenario analyse: ruimte, klimaat, kostprijs¹, onderhoud, belevingswaarde en duurzaamheid. De verschillende scenario's worden op basis van deze criteria kwalitatief geanalyseerd en onderling geëvolueerd.

¹ Het criterium kostprijs omvat enkel de aanlegkost van de specifieke voorziening opgenomen in het desbetreffende scenario.

2 Klimaatverandering

2.1 Berekening impact klimaatverandering

De impact van de klimaatverandering, meer specifiek de effecten ervan op neerslagpatronen (bv. intensiteit, periodiciteit, hoeveelheid) wordt onderzocht.

Er wordt een prognose opgemaakt voor de benodigde verwerkingscapaciteit van hemelwater voor 2050 en 2100 rekening houdende met klimaatsverandering. De “CCI-HYDR Perturbation Tool²” werd hiervoor gebruikt om de impact van de klimaatverandering in rekening te brengen. Dit instrument past de beschikbare meetreeksen van neerslag en evapotranspiratie aan de klimaatscenario's aan die werden ontwikkeld in het kader van het CCI-HYDR-project. De nieuwe meetreeksen geven een inschatting van de neerslag en evapotranspiratie voor de periode 2020 tot en met 2100, en dit voor een laag, een midden en een hoog klimaatveranderingsscenario. Het hoge klimaatveranderingsscenario stemt overeen met een toekomst met natte winter en droge zomer, terwijl het lage scenario overeenkomt met een toekomst met droge winter en droge zomer. In deze paragraaf worden enkel de resultaten van het hoge klimaatveranderingsscenario besproken, gezien dit het worst case scenario betreft.

De neerslag- en de evapotranspiratiegegevens van Ukkel werden voor deze studie gebruikt. Zoals in het handboek van CC-HYDR aangeraden, bedekken de gegevens een periode van 30 jaar (1961 – 1990) om de nauwkeurigste perturbaties te kunnen berekenen. De simulatieresultaten voor de gemiddelde jaarlijkse neerslag voor 2050 en 2100 zijn in onderstaande tabel weergegeven.

	Gemiddelde jaarlijkse neerslag	Toename [%] ³ (1)
	[mm]	
1961-1990	821.3	-
2050	836.5	1.8
2100	849.7	3.5

De gemiddelde jaarlijkse neerslag zal tov de referentieperiode in 2050 met 1.8% toenemen en in 2100 met 3.5%. Deze toename is ongeveer tien keer kleiner dan de variabiliteit binnen het referentiejaar.

Het model geeft ook een toename weer van de evapotranspiratie van 15% voor 2050 en van 25% voor 2100. Wegens de stijging van de evapotranspiratie beïnvloedt de gemiddelde jaarlijkse neerslagtoename de waterbalans niet negatief.

De drie volgende grafieken geven de neerslagintensiteiten weer voor de referentieperiode en voor het hoge klimaatveranderingsscenario in 2050 en 2100. **De**

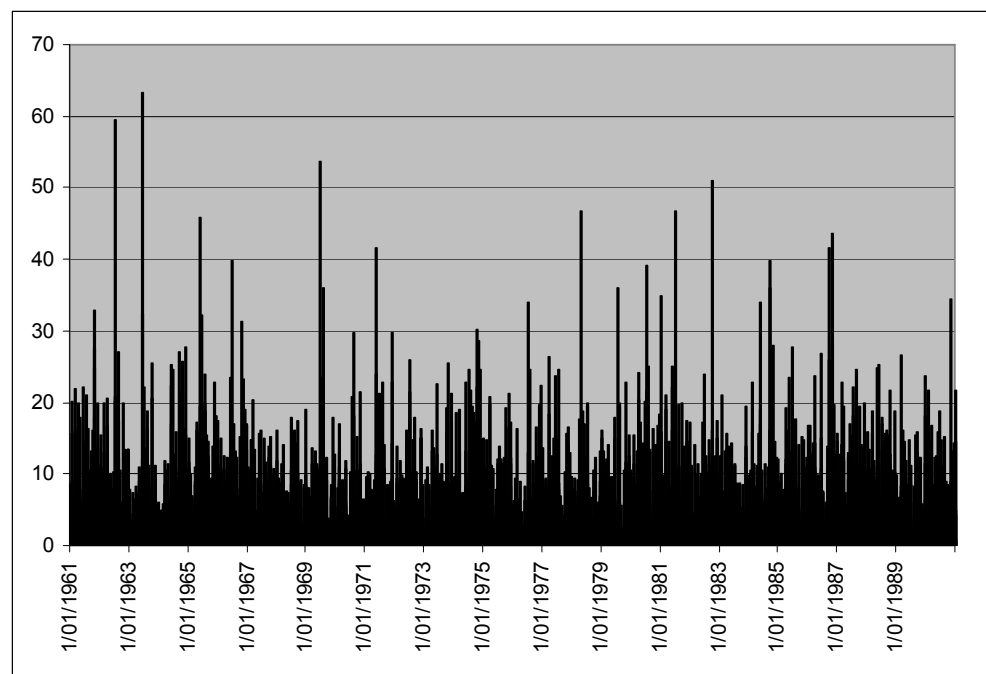
² Deze tool werd ontwikkeld in het kader van het CCI-project (<http://www.kuleuven.be/hydr/CCI-HYDR.htm>).

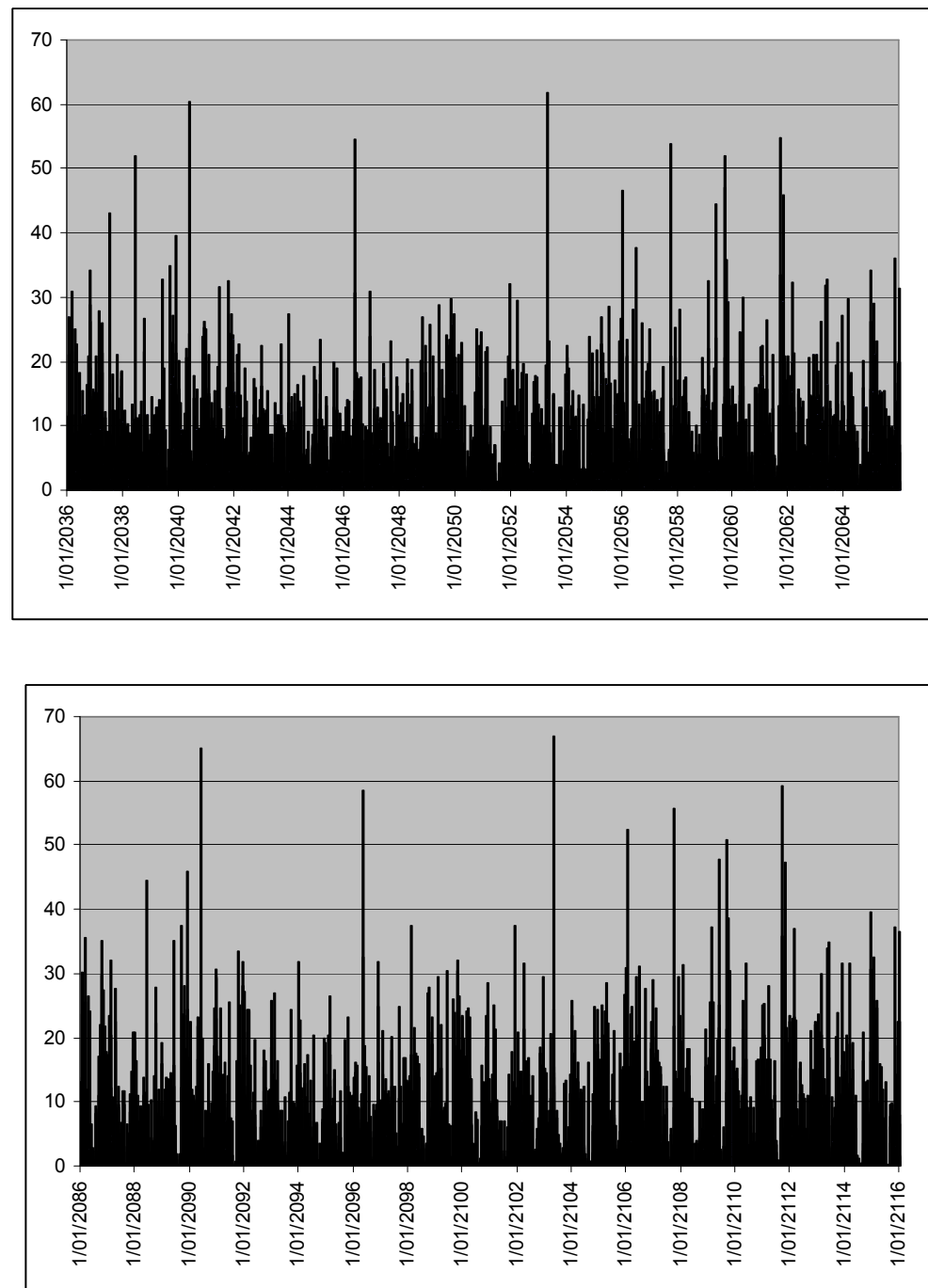
³ Ten opzicht van de referentieperiode 1961 - 1990

neerslagintensiteit van de (neerslag-)pieken neemt gemiddeld genomen toe met 16% rond 2050 en met 22% rond 2100 .

Uit de simulatieresultaten werd vervolgens de toename van het neerslagvolume bepaald voor de klimaatveranderingsscenario's 2050 en 2100 en dit ten opzichte van de referentieperiode (meetreeks 1961 – 1990). Bij deze berekening werd drempelwaarde van 10 mm/d gehanteerd om de invloed van 'kleinere' buien te beperken. **Voor het klimaatveranderingsscenario 2050 kan een toename van het neerslagvolume van 20% verwacht worden. Voor het klimaatveranderingsscenario 2100 is de toename neerslagvolume gelijk aan 40%.**

Klimaatverandering zal dus voor twee soorten waterbeheerproblemen zorgen: enerzijds meer kans op droogte en watertekort (laagwaterproblemen) en anderzijds meer (riolerings)overstromingen.





Figuur 1: Evolutie neerslagintensiteiten voor het hoge klimaatveranderingsscenario. X-as: periode en Y-as: intensiteit (mm/d).

2.2

Berekening buffervolumes regenwaterafvoer

2.2.1

Basis ambitieniveau (huidige klimaat)

Volgens de gewestelijke stedenbouwkundige verordening bedraagt de te voorziene buffercapaciteit minstens 200m³/ha (400 l per begonnen 20 m² referentieoppervlakte). Dit komt neer op 1040 m³ (= 200 m³/ha x 5.2 ha⁴). De Provinciale Dienst Waterbeleid vraagt

⁴ Zie paragraaf 3 voor de berekening van het aandeel verharde oppervlakte in het project.

een vertraagde afvoer van 5 l/s.ha, dus dit betekent 26 l/s. Daarnaast dient een noodoverloop te worden voorzien.

De retourperiode voor een welbepaald ledigingsdebiet en buffervolume is in functie van de doorvoerrelatie: lineair versus constant. Het type uitlaatconstructie bepaalt in grote mate de doorvoerrelatie: een knijpleiding zal tot een meer lineaire karakteristiek leiden terwijl een wervelventiel tot een meer constante doorvoer zal leiden. Voor eenzelfde ledigingsdebiet en buffervolume wordt een kleinere retourperiode bekomen voor een lineaire doorvoerrelatie. De WVI wenst een lineaire doorvoerrelatie als uitgangspunt om voldoende veilig te rekenen.

Het basisambitieniveau voor de WVI is een buffervolume van 280 m³/ha en een afvoer van 5 l/s.ha voor een retourperiode van 2 jaar onder huidige klimaatcondities en bij een lineaire doorvoerrelatie (bron: Code van Goede Praktijk, Vaes et al., 2004). Dit komt neer op 1456 m³ (= 280 m³/ha x 5.2 ha).

2.2.2

Plusniveau (toekomstig klimaat)

Uit de klimaatberekening in deze studie (zie hierboven) volgt dat voor de klimaatveranderingsscenario's 2050 en 2100 de regenwaterhoeveelheid respectievelijk met 20% en 40% zal toenemen tov de referentieperiode. Als klimaatadaptieve maatregel mbt de stijging aan het neerslagvolume zou men deze procentuele toename van het neerslagvolume kunnen toepassen op het benodigde buffervolume vooropgesteld in het basisambitieniveau zodat volgende richtcijfers worden bekomen:

- 336 m³/ha voor het klimaatveranderingsscenario 2050.
- 392 m³/ha voor het klimaatveranderingsscenario 2100.

Uit onderzoek van de K.U.L. op de invloed van klimaatverandering op rioleringsoverstromingen in Vlaanderen volgt dat gemiddeld in Vlaanderen 20% à 30% tot maximaal 50% bijkomende buffervolumes zouden moeten gebouwd worden om het hoofd te kunnen bieden aan de grotere extremere regenbuien in geval van een hoog-klimaatscenario tot 2100. Zo niet, zullen rioleringen en bijhorende bergings- en infiltratievoorzieningen gemiddeld 2 maal zo vaak overlopen ten gevolge van de grotere extremere regenbuien. Met andere woorden de retourperiode van de buien neemt af met een factor 2. De verdroging zou anderzijds de kans op laagwaterdebieten in onze waterlopen en rivieren aanzienlijk doen dalen. Het laagste jaarlijkse laagwaterdebiet zou tegen 2100 met meer dan 20% dalen in Vlaanderen (2009, KUL).

In de studie 'actualisatie en extrapolatie van de Code van Goede Praktijk' (2009, Willems) werd de ontwerpneerslag voor het dimensioneren van rioleringsstelsels en buffervoorzieningen onder de loep genomen en geëxtrapoleerd tot het jaar 2100. In deze studie werd de invloed nagegaan van het klimaat nagegaan op de ontwerpwaarden voor het dimensioneren van buffervoorzieningen als bronmaatregelen bij rioleringsstelsels. Globaal blijkt dat de nodige buffervolumes (bij een constant veronderstelde doorvoer) in grootteorde 20% tot maximaal 30% stijgen bij een hoog-klimaatscenario tot 2100. De terugkeerperiode van de overloop neemt voor hetzelfde scenario en voor de meest gangbare doorvoerdebieten en maximale bergingswaarden met een factor 2 af.

Uit Tabel 1 blijkt dat voor een maximaal lineair doorvoerdebiet van 5 l/s.ha en een terugkeerperiode van 2 jaar een buffervolume nodig is van 340 m³/ha voor een hoog-klimaatscenario (= 1768 m³ = 340 m³ x 5.2 m³/ha). Onder huidige

klimaatcondities komt dergelijke buffervolume en ledigingsdebiet overeen met een retourperiode van 5 jaar.

constant doorvoer debiet [l/(s.ha)]:	Terugkeerperiode van overloop [jaar]:					
	0.5	1	2	5	10	20
50	72	107	142	213	285	344
40	79	117	149	225	295	360
30	86	128	166	250	315	374
25	93	136	177	260	343	384
20	103	146	196	275	363	404
15	119	167	218	297	382	430
10	142	200	260	360	426	500
5	194	258	340	463	570	660
2	313	414	525	667	825	854
1	529	713	930	>1000	>1000	>1000

Tabel 1: Nodige buffervolume (m^3/ha) in functie van het maximaal doorvoerdebiet en de terugkeerperiode van de overlaat voor een lineaire doorvoerrelatie bij een concentratietijd van 10 minuten en het hoog-klimaatscenario (P. Willems, 2009).

2.3

Aanbeveling klimaatadaptieve waterhuishouding

Om het plusniveau te bereiken op vlak van de klimaatverandering wordt aanbevolen om bij het ontwerp van de wijk rekening te houden met de potentiële toekomstige waterbeheerproblemen (droogte/watertekort en overstromingen).

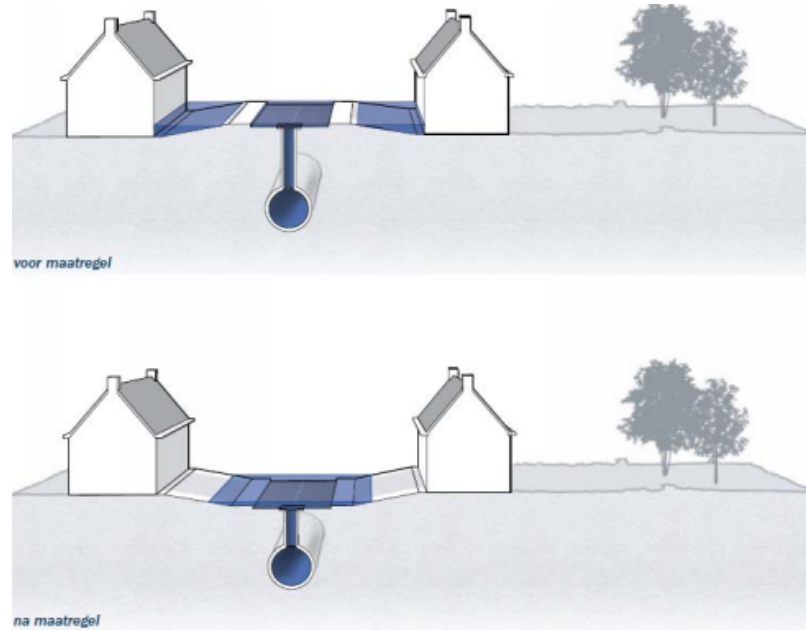
Het ontwerp van de wijk kan adaptief gemaakt worden door volgende 'climate proof' maatregelen te nemen:

- Er kan in de lokale depressies aanwezig in het openbare domein en in de deeltuinen (langwerpige 'vingervormige' depressies) tijdelijk voldoende water geborgen worden om de wijk 'climate proof' te maken. Voor de berekening wordt verwezen naar paragraaf 8.1.2.



Figuur 2: Mogelijkheid tot bijkomende waterberging in de lokale depressies van de wijk.

- Indien nodig kunnen verhoogde stoepranden worden aangelegd of kan de straat verdiept worden aangelegd. Dit is een goedkope en effectieve manier om tijdens extreme buien tijdelijk relatief grote hoeveelheden water op te slaan. Dergelijke waterberging veroorzaakt tijdelijke hinder maar geen materiële schade. Om de wijk op deze wijze 'climate proof' te maken is een waterboord nodig van 0.30 m. Voor de berekening wordt verwezen naar paragraaf 8.1.2.



Figuur 3: Voorbeeld van mogelijkheid tot creatie van bijkomende berging op straat via stoeprandverhoging en straatpeilverlaging (RIONED, 2009).

3 Aanleg van verhardingen

Het projectgebied is 10 ha groot. Voor de aanleg van de wijk 'De Vloei' zal maximaal 51830 m² (ca 5.2 ha) verhard worden, waarvan:

- Private verhardingen (38080 m² excl tuinhuizen)
 - o Dak: 24175 m², waarvan max.6045⁵ m² als groendak aan te leggen.
 - o Verhardingen (opritten en binnentuintjes): 13905 m².
- Openbare verhardingen (13750 m²)
 - o Straat 8520 m².
 - Ontsluitingswegen: 6096 m²,
 - Erfwegen: 2424 m²,
 - o Parkings: 3580 m².
 - o Overige (pleintjes, ed): 1650 m².

3.1 Wegenis

In het kader van de ontwikkeling van een duurzame wijk is in de ambitienota van de WVI vooropgesteld om de verharding te minimaliseren. Een andere doelstelling is het maximaal beperken van de verontreiniging van het afstromend hemelwater.

In onderstaande paragrafen wordt onderzocht hoe deze doelstellingen kunnen bereikt worden en hoe een plusniveau kan worden gerealiseerd.

3.1.1 Doelstelling 1: beperken risico op verontreiniging van het hemelwater

In geval een voorziening wordt geïnstalleerd op het openbare domein zoals een (publieke) car-wash, is voorzuivering wettelijk verplicht (vlarem).

Voor wegen en parkings, moet absoluut rekening worden gehouden met het risico op verontreiniging. Het afstromende regenwater van - vooral drukke – wegenis en parkings wordt gekenmerkt door licht verhoogde concentraties aan zware metalen, oliën en organische microverontreinigingen (som PAK-16). De grootste posten zijn de atmosferische depositie en lekkage motorolie. De posten wegdekslijtage en bandenslijtage maken slechts 5-20% uit van de totale bruto emissie.

Volgens het beoordelingskader voor verantwoord afkoppelen (F. Loots, 2004) kunnen de verschillende types wegenis in de wijk opgesplitst worden:

- Lichte verontreiniging: voet- en fietspaden, pleinen, parkeerterreinen voor personenwagens met lage wisselfrequentie en erfwegen⁶;
- Matige verontreiniging: wijkontsluitingswegen.

⁵ Volgens de verkavelingsvoorschriften mag voor de woningen type 1 tem 5b enkel de woonlaag bestaande uit 1 verdieping voorzien worden van een groendak. Deze woonlaag bedraagt 25% van de totale dakoppervlakte.

⁶ In het beoordelingskader (F. Loots, 2004) worden woonerven gecategoriseerd als 'matig verontreinigend'. In deze wijk wordt echter de auto zoveel mogelijk geweerd thv de erfwegen.; vandaar de categorisering als 'licht verontreinigend'.

Voor de wijkontsluitingswegen wordt gezien het matige verontreinigingsrisico het nodig geacht om een compenserende maatregel toe te passen. Bij voorkeur is dit een brongerichte maatregel (van Rens, 2006):

- Het hemelwater laten infiltreren in de bodem. Dit scenario is gezien de beperkte infiltratie in het projectgebied niet mogelijk.
- Een doorlatende bestrating kan voorzien worden. Gezien de beperkte infiltratie in het projectgebied is het aanbevolen om doorlatende verharding te voorzien van een bufferende onderbouw (zie paragraaf 3.1.2). Het zuiveringspercentage van doorlatende verharding wordt rechtstreeks gekoppeld aan de mate waarin de afstroming wordt verminderd. De afstromingcoëfficiënt van waterdoorlatende verharding is 16%. Voor ondoorlatende verharding is dit 90%. Dus in vergelijking met een ondoorlatende verharding geeft dit een rendement van 82%. De gunstige zuiverende werking van de open poriënstructuur is bekend maar de exacte werking op lange termijn is nog niet helemaal doorgegrond. Uit onderzoek blijkt bovendien dat waterdoorlatende bestrating (zonder kunstmatige toevoeging van olieafbrekende micro-organismen) de olieconcentratie aanzienlijk kan verlagen en zelfs tot nul kan reduceren (Ferguson B.K., 2006).

Indien een brongerichte maatregel niet kan, dient een zuiveringstechnische maatregel toegepast (van Rens, 2006). De keuze van een bepaalde voorziening wordt bepaald door de aard van de verontreiniging, de wijze van afvoer en de gewenste kwaliteit van het hemelwater bij die gekozen afvoer:

- Slib- en olieafscheider. Dit is een ondergrondse voorziening en neemt bijgevolg geen ruimte in. Het zuiveringspercentage voor zwevende delen is 50% en voor gebonden deeltjes is 60%. Het onderhoud bestaat uit het jaarlijks laten leegzuigen. Deze voorziening is echter pas kostenefficiënt indien toegepast op perceelsniveau (capaciteit 5 l/s – aanlegkost: 5000 euro/st). Op het niveau van de wijkontsluitingswegen wordt deze voorziening dan ook zeer grootschalig. In vergelijking met de overige brongerichte maatregel is dit de duurste.
- Filtersysteem: lamellenfilter, bodempassage, zandfilter of helofytenveld. Uit een grootschalig praktijkonderzoek te Arnhem mbt lamellenfilter, bodempassage of zandfilter (Langeveld et al., STOWA 2007) volgt dat de bodempassage de hoogste rendementen behaalt, direct gevolgd door de zandfilter. Het verwijderingsprincipe van beide voorzieningen is gebaseerd op filtratie en adsorptie. De lamellenfilter is gebaseerd op bezinking; de lage bezinkbaarheid van verontreinigingen in regenwater beperkt dan ook het maximaal mogelijke rendement (tussen de 28% à 60% rendement voor de bezinkbare delen). De lamellenfilter wordt bijgevolg niet weerhouden. Hieronder de vergelijking tussen een bodempassage (een zandfilter) en een helofytenveld als randvoorziening:
 - o Bodempassage. Met een bodempassage wordt bedoeld een laag grond in de bodem die als filter dient voor het afvangen van verontreinigingen. Deze filterlaag bestaat uit een mengsel van zand en teelaarde. De diepte van een bodempassage is net als een wadi maximaal 0,3 meter. Het principe van een zandfilter is identiek. Belangrijk is dat na een hevige bui de bodempassage binnen 24 uur leeg is om de zuiverende werking te waarborgen. Een bodempassage kan goed binnen de groenstructuur worden ingepast, bv aangelegd als een 'groene goot' of kan geïntegreerd in een waterpartij. Voor een te zuiveren volume van 90% wordt gerekend

op een ruimtebeslag van 5.2% aangesloten verhard oppervlak. Toegepast voor de wijkontsluitingsweg (6096 m²) betekent dit een ruimtebeslag van ca. 320 m². Volgens de Leidraad Riolering (NL) zijn de kosten van een bodempassage gelijk aan ca. 7 euro/m² aangesloten verharding. Onderhoud bestaat uit 24 keer maaien per jaar, één maal per jaar de toplaag beluchten (verticuteren) en de drain doorspuiten. Bladafval en maaisel dienen verwijderd. De vervangingstermijn van de toplaag is in de grootteorde van tientallen jaren.



Figuur 4: bodempassage: groene goot in de Leidsche Rijn, NL (2003)



Figuur 5: bodempassage geïntegreerd in een waterpartij (Langeveld et al., STOWA 2007)

- o Helofytenveld. Het type 'vloeiveld' is in aanleg en beheer goedkoper dan een infiltratieveld. Voor een te zuiveren volume van 90% is het oppervlak van een helofytenfilter als percentage van het aangesloten verharde oppervlak 70%. Toegepast voor de wijkontsluitingsweg (6096 m²) betekent dit een ruimtebeslag van ca. 4270 m². Kostprijs is in de

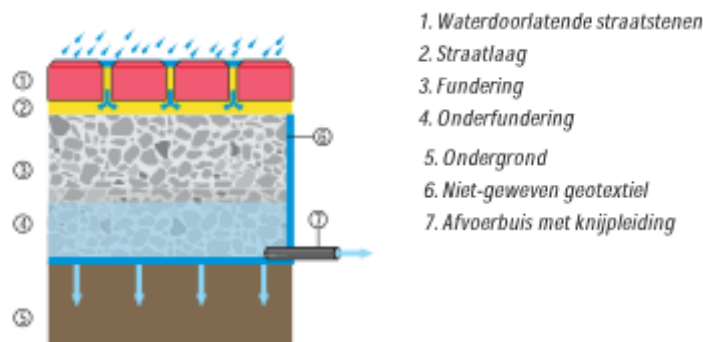
grootteorde van 15 euro/m² (aangesloten verharding). Voor het onderhoud wordt verwezen naar paragraaf 5.1.3.

3.1.2

Doelstelling 2: minimaliseren verhardingen

Volgens de gewestelijke stedenbouwkundige verordening dient er in het geval van waterdoorlatende verharding geen extra infiltratie- en/of buffervoorziening te worden aangelegd. In de inventarisatiestudie is echter geoordeeld dat infiltratie enkel in de zomer slechts in beperkte mate mogelijk zal zijn. Dit betekent dat er veiligheidshalve wel een extra buffervoorziening dient te worden aangelegd ongeacht het aandeel van de waterdoorlatende verhardingen.

Gezien echter de beperkte doorlatendheid van het projectgebied, is het aanbevolen om de waterdoorlatende verharding te voorzien van een bufferende opbouw (zie Figuur 6) en kan het poriënvolume van de fundering en onderfundering meegerekend worden als buffervoorziening. Dus men kan besluiten dat voor dit project het aanleggen van waterdoorlatende verhardingen met bufferende onderbouw een meerwaarde heeft mbt kosten- en ruimte-efficiëntie gerelateerd aan de noodzakelijke extra buffervoorziening.



Figuur 6: waterdoorlatende bestrating met bufferende onderbouw

3.1.3

Scenario analyse waterdoorlatende verharding

3.1.3.1

Voordelen waterdoorlatende verharding

Naast de meerwaarde mbt kosten- en ruimte-efficiëntie gerelateerd aan de noodzakelijke extra buffervoorziening, is een belangrijk voordeel van de waterdoorlatende verharding het **beperkte verontreinigingsrisico** van het hemelwater afkomstig van waterdoorlatende verharding (zie Paragraaf 3.1.1).

Een ander voordeel van waterdoorlatende verharding is het streven naar hemelwater-neutraliteit in de zomer of als **klimaatadaptieve maatregel** tegen de toekomstige verdroging (zie Paragraaf 2.2).

De toepassing van waterdoorlatende bestratingen in een verkaveling is bovendien uitermate geschikt: het zwaar verkeer is sterk beperkt en vaak is de snelheid gereduceerd tot 30 km/u. Waterdoorlatende bestrating heeft een hogere **belevingswaarde** dan een klassieke ondoorlatende verharding zoals asfalt of beton. Voor de parkings / opritten / pleintjes zijn naast de klassieke waterdoorlatende betonstraatstenen/-tegels ook volgende type doorlatende verhardingen mogelijk:

- o Grastegels:
 - HDPE kunststofgrastegels: deze kunststoftegels kunnen ook opgevuld worden met steenslag of porfier. Nadeel hierbij is dat bij intensief gebruik, de grasgroei beperkt (nihil) is.
 - Grasbetonstenen. Nadeel hierbij is dat bij intensief gebruik, de grasgroei beperkt (nihil) is.
- o Gestabiliseerde steenslagverhardingen: bij intensieve belastingen zal echter putvorming ontstaan.

In de voegen van doorlatende bestrating zou bovendien **minder onkruid** groeien dan in de voegen van klassieke bestrating.

3.1.3.2 Nadelen waterdoorlatende verharding

Een nadeel van de waterdoorlatende verharding tov ondoorlatende verharding is het **onderhoud** (OCW-mededelingen 77, 2008).

- o Onkruidvrij houden van het oppervlak. Goede vulling van de voegen en goede verdichting kunnen echter leiden tot minder onkruidgroei. Onderzoek heeft aangetoond dat in de voegen van doorlatende bestrating minder onkruid groeit dan bij klassieke bestratingen.
- o 2x tot 4x/jaar onderhoud met een veeg-zuigauto (zo nodig aan te passen aan de omstandigheden zoals blad- en bloesemval, grasmaaisel, e.d.).
- o Wanneer zich verstopping voordoet, dient een diepe reiniging van de voegen en poriën uitgevoerd te worden nl. dmv hoge druk reiniging. Vervolgens dient de voegvulling hersteld (straat opnieuw inveen).
- o Bij vriesweer is het aanbevolen om vast zout zonder toegevoegd zand te gebruiken.

3.1.3.3 Aandachtspunten waterdoorlatende verharding

Een aandachtspunt is evenwel dat de weg als eerste aangelegd wordt en dat bijgevolg **het risico op vervuiling tijdens de aanleg** van de waterdoorlatende structuur reëel is. Studies van het OCW tonen aan dat hiervoor 2 oplossingen mogelijk zijn.

- o Een eerste oplossing is het verplichten van de aannemer om de straat zuiver te houden en een regelmatige reiniging (onder hoge druk) van het wegdek in te lassen.
- o Een tweede oplossing is het voorzien van een tijdelijke asfaltlaag op de onderfundering die nadien weggefreest wordt om vervolgens de weg volgens het principe van waterdoorlatende structuren verder op te bouwen.

Een tweede aandachtspunt is **bewustmaking** van de bewoners. Communicatie en informatie is belangrijk, dit leidt tot begrip en medewerking en voorkomt dat de bewoners onbewust de straat vervuilen (grasmaaiers, grondwerkers, confetti, e.d.).

Een ander aandachtspunt bij het voorzien van waterdoorlatende bestrating is dat de **minimale helling beperkt kan worden tot 1%**, in tegenstelling tot een minimale helling van 2.5% bij klassieke bestrating. De maximale helling mag niet groter zijn dan 5% anders stroomt er te veel water van het oppervlak af en is er onvoldoende infiltratie in de structuur.

3.1.4

Besluit verhardingen

Voorzuivering voor het hemelwater afkomstig van de wegenis wordt stricto sensu niet noodzakelijk geacht, tenzij in geval van een verontreinigde voorziening zoals bv. een car-wash.

Volgens het beoordelingskader voor verantwoord afkoppelen (F. Loots, 2004) is het aanbevolen om voor de wijkontsluitingswegen een compenserende maatregel toe te passen gezien het matige verontreinigingsrisico. Bij voorkeur is dit een bronmaatregel zoals waterdoorlatende bestrating. Gezien de exacte werking echter op lange termijn nog niet gekend is, kan deze toepassing eventueel dienen als monitoring project. Het is in mindere mate aanbevolen het hemelwater afkomstig van de waterdoorlatende bestrating af te voeren naar poelen gezien het risico op vervuiling tijdens de *first flush* niet onverwaarloosbaar is.

Indien waterdoorlatende verharding niet weerhouden wordt, is een zuiveringstechnische maatregel aanbevolen voor de wijkontsluitingsweg. Uit de afwegingstabel (Tabel 2) volgt dat een bodempassage globaal gezien het beste scoort.

Om de aanleg van verharding te minimaliseren is het gebruik van waterdoorlatende verharding aanbevolen. Gezien in het projectgebied infiltratie slechts in de zomer beperkt mogelijk zal zijn⁷, zal het gebruik van waterdoorlatende verharding toch dienen gecompenseerd te worden door een buffervoorziening. Gezien een bufferende onderbouw noodzakelijk is voor de toepassing waterdoorlatende verharding in de wijk, kan het poriënvolume van de fundering en onderfundering benut worden als buffervoorziening zodanig dat het bovengrondse buffervolume kan gereduceerd worden. Dit is een voordeel mbt kosten- en ruimte-efficiëntie. Het gebruik van waterdoorlatende verharding is tevens positief mbt het beperken van het verontreinigingsrisico, het streven naar hemelwaterneutraliteit in de zomer en als klimaatadaptieve maatregel tegen toekomstige verdroging, zie Tabel 3.

⁷ Zie inventarisatierapport, paragraaf 3.2

Tabel 2: Scenario analyse randvoorzieningen hemelwater wijkontsluitingswegen.

	Type randvoorziening	Ruimte-efficiëntie	Klimaat	Kostprijs	Onderhoud	Beleving	Milieu-efficiëntie ⁸
BRON	Waterdoorlatende verharding	+	0	-- ⁹	-	+	++ ¹⁰
TECHNISCH	Slib- en olieafscheider	+	0	---	+	-	-
	Bodempassage	-	0	+	--	++	+++
	Helofytenveld	--	0	--	---	++	++

Tabel 3: Scenario analyse gebruik waterdoorlatende verharding.

Criteria	Ondoorlatende verharding (bv. asfalt)	Waterdoorlatende verharding met bufferende onderbouw
Ruimte	-	+
Klimaat	-	+
Kostprijs	+	-
	30 eur/m ² (excl meerkost randvoorziening)	45 eur/m ²
Onderhoud	+	-
Belevingswaarde	-	+
Duurzaamheid	-	+?
		bronmaatregel verontreinigt hemelwater.

⁸ In deze parameter is het zuiveringsrendement in rekening gebracht.

⁹ De kostprijsefficiëntie komt overeen met de meerkost tov ondoorlatende verharding.

¹⁰ De exacte werking op lange termijn is echter nog niet volledig doorgegrond.

3.2

Daken

In het kader van de ontwikkeling van een duurzame wijk is in de ambitiesnota van de WVI vooropgesteld om het hemelwater afkomstig van de daken maximaal te herbruiken. Met groendaken kan de hoeveelheid hemelwater beperkt worden en bij piekbuien deels gebufferd worden. Een tweede ambitie is het maximaal beperken van de verontreiniging van het afstromend hemelwater. Een derde ambitie is het gunstig effect mbt reductie van de warmtestraling.

In onderstaande paragrafen wordt onderzocht hoe aan deze doelstellingen kan tegemoet worden gekomen of hoe een plusniveau kan worden gerealiseerd.

3.2.1

Doelstelling 1: beperken risico op verontreiniging van het hemelwater

De kwaliteit van het hemelwater afkomstig van daken wordt over het algemeen als relatief schoon beschouwd. Toch kunnen afgezien van de atmosferische depositie hoge concentraties aan microverontreinigingen worden aangetroffen als gevolg van de toepassing van uitlogende materialen als bitumen dakbekleding, loodslabben en zinken of koperen dakgoten (Vlario, 2005). Verder is er ook een lichte organische en bacteriële belasting t.g.v. bladeren, uitwerpselen van vogels, diertjes, ...

Bij platte daken treedt door de langere contacttijd tussen water en dakbekleding over het algemeen meer uitloging van weekmakers uit het bitumen op aangezien het regenwater doorgaans enkele dagen na een regenbui op een plat dak blijft staan (STOWA, 2004). Het is aanbevolen om voor de dakbedekking, dakgoten en regenpijpen geen materialen te gebruiken die door uitloging verontreinigende stoffen afgeven en geen chemische stoffen te gebruiken (bv. mosbestrijding); dan kan verondersteld worden dat het afstromende regenwater van dezelfde kwaliteit is als de regen zelf. Het basisambitieniveau wordt bereikt door het opleggen van een verbod op materialen uit NIBE-klasse 7 en stimuleren van maximaal gebruiken van materialen¹¹ uit de NIBE-klassen 1 tem 4 (Regionale Dubo Consulenten, 2006). In het streven naar een plusniveau is het echter aanbevolen om enkel de grondstoffen uit de NIBE-klassen 1 tem 3 te gebruiken:

Plat dak

>>MILIEUBELASTEND<<

EPDM-membraan (ethyleen-propyleen-dieen-monomeer)

TPO (Thermoplastische polyolefinen)

PVC

Gemodificeerd bitumen

Gevelbekleding

¹¹ De WVI wenst in de verkavelingvoorschriften geen NIBE-klassen te specificeren, maar een opsomming van materialen te geven waarvan de materialen overeenkomstig de NIBE-klassen zijn.

>>>MILIEUBELASTEND>>>>>

Eik

Robinia

Western Red Cedar, multiplex

Natuursteen leien

Vezelcementplaat, houtvezelplaat, Lariks-
delen, keeramische tegels en HPL-plaat

Dakgoten

>>MILIEUBELASTEND>>>

Staal (gecoat, verzinkt) en PVC

Polyester

Vuren-EPDM

Aluminium

3.2.2

Doelstelling 2: minimaliseren verhardingen

Om de kwantiteit van afstromend hemelwater in de wijk te beperken, kan men overwegen om een groendak aan te leggen. Er is een onderscheid tussen:

- extensief groendak (40 à 60 kg/m²) - in praktijk een sedumdak, vergt geen tot weinig onderhoud;
- intensief groendak (100 à 250 kg/m²) - in praktijk daktuin met gras, bloemen, struiken en eventueel bomen, vergt evenveel onderhoud als een tuin.

Het voordeel van het voorzien van een groendak is dat er volgens de gewestelijke stedenbouwkundige verordening **geen extra infiltratie- en/of buffervoorziening** moet aangelegd worden. Het regenwater dat terechtkomt op het groendak wordt grotendeels vastgehouden. Ter vergelijking:

- gewoon plat dak (bv. asfalt of EPDM of verzinkt staal): 85-90% van regenval wordt afgevoerd of is beschikbaar voor hergebruik,
- extensief groendak: 50 - 60% wordt afgevoerd,
- intensief groendak: 5 - 30% wordt afgevoerd.

Een nadeel is echter de **meerkost**. Voor 1 m³ dak is dit:

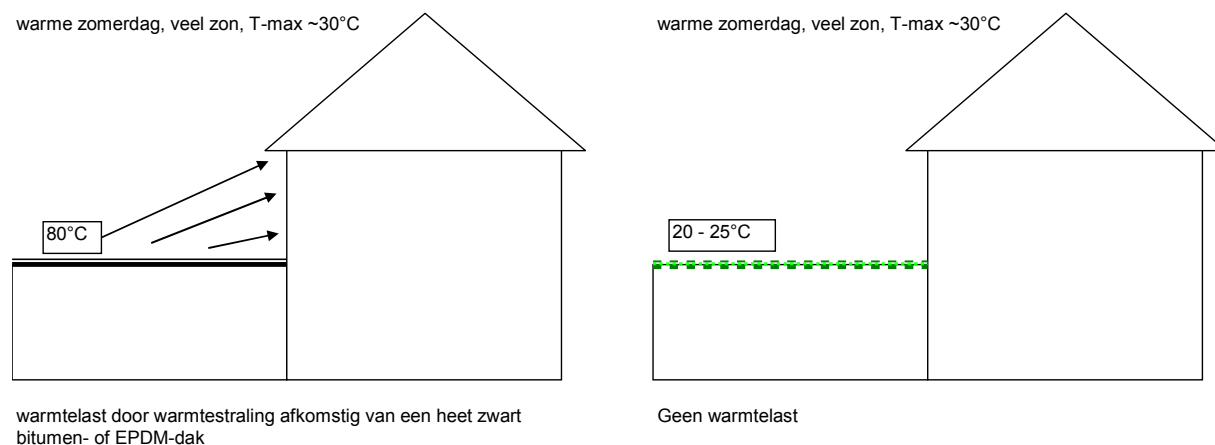
- extensief, direct aangelegd bij nieuwbouw: meerprijs 30 - 40 EUR/m²
- intensief, direct aangelegd bij nieuwbouw: meerprijs 100 - 300 EUR/m².

De intensieve groendaken zijn opmerkelijk duurder en zijn dan ook meer geschikt voor daktuinen in sterk verstedelijkte gebieden waar groen zeer schaars is en/of waar een zonnig en van vandalisme en zwerfvuil gespaard stukje tuin niet kan op het gelijkvloers maar wel op het dak).

Het is bovendien zo dat de Stad Ieper enkel de extensieve groendaken subsidieert. De toelage bedraagt 31 euro/m² met een maximum van 3100 euro per aanvraagadres. Deze toelage maakt het aanleggen van een extensief groendak kostenefficiënt.

3.2.3 Doelstelling 3: reductie warmtestraling

Een belangrijk voordeel van een groendak is dat het in de zomer minder warmte absorbeert en terug afstraalt dan een zwart asfaltdak. Een goedkoper alternatief is dan echter een reflecterend dak (staal bv het "cool roof"). Het groendak heeft echter geen hinderlijke reflectie in vergelijking met een metalen dak. Het reducerende warmte-effect is vooral gunstig bij groendaken aangelegd op de uitbouw van het huis.



Besluit: Groendaken horen op laagste daken waar ze voor gebruikers visuele meerwaarde hebben en waar warmtestralingslast naar rest van gebouw beperkt wordt
 Hoogste daken zijn voor zonnepanelen (die daar geen last hebben van beschaduwingen door bomen, burens, palen, ...) en voor regenwatercapaciteit.

3.2.4 Doelstelling 4: maximaal herbruik hemelwater afkomstig van daken

In functie van hergebruik dient het afstromend hemelwater aan een aantal kwaliteitseisen te voldoen. VMM (2000), Schiettecatte & Cattoor (2004) stellen dat voor gebruik van hemelwater het aan te raden is om enkel hemelwater afkomstig van de daken te benutten en niet van andere verharde oppervlakten omwille van potentiële risico's op verontreiniging (cfr. paragraaf 3.1.1). Daarom wordt voor het hemelwater afkomstig van de wegen enkel buffering en infiltratie voorzien en geen hergebruik.

Aan het hergebruik van hemelwater in de sanitaire voorzieningen worden specifieke kwaliteitseisen gesteld. Om hygiënische redenen is het aan te raden hiervoor leidingwater te gebruiken. Voor toiletten en andere laagwaardige toepassingen is dit natuurlijk geen vereiste en kan perfect hemelwater worden benut (Schiettecatte & Cattoor, 2004 en VMM, 2000), slechts een zelfreinigende filter dient voorzien. De

kostprijs van een zelfreinigende standaard type filter is ongeveer 500 euro per 500 m² toevoerende.

De kwaliteit van het afstromende hemelwater afkomstig van een groendak is schoner afkomstig van een verhard dak; het is beter geschikt voor infiltratie. **Het water afkomstig van een groendak is echter minder geschikt voor herbruik.** Het wordt gekenmerkt door organische vervuiling (BZV en CVZ), bacteriën, oxydeerbare chemicaliën (meststoffen) en een toename van de geleidbaarheid van de gesuspendeerde vaste stoffen en van de hardheid (WTCB, 2009). Het regenwater is bovendien verkleurd (geelbruin). Bijgevolg:

- Het is niet aanbevolen om het regenwater afkomstig van een groendak te herbruiken voor de wasmachine.
- Herbruik voor toiletspoeling kan mits het voorzien van een aangepaste waterbehandeling (actieve koolstoffilter). Een dergelijke filter kost ongeveer 200 euro maar dient echter om het half jaar vervangen te worden (door de hoge COD-waarden in de orde van 200 mg/l). Indien men het hemelwater afkomstig van een groendak als toiletspoelwater wenst te herbruiken is een afzonderlijke ondergrondse regenput nodig.
- Hergebruik als irrigatiewater kan wel zonder voorbehandeling. Er is slechts een eenvoudige regenton nodig. Dit brengt geen significante meerkost met zich mee.



Indien een groendak voorzien wordt is dus minder hemelwater beschikbaar voor herbruik. Uit de gemiddelde waterbalans op jaarbasis blijkt echter dat er bij de individuele woningen een overschot aan dakwater is mbt herbruik (zie paragraaf 4.1.1) maar dat een 'neutrale situatie' kan bekomen worden indien 20% groendak wordt aangelegd.

3.2.5

Andere voordelen en nadelen groendaken

Voordelen

Aanvullend op de hierboven gestelde voordelen zijn dat een groendak esthetisch verantwoord is en bijna geen onderhoud vergt. Het biedt tevens een bescherming aan het dak tegen UV-straling, verhitting, bevriezing en temperatuurschommelingen waardoor de levensduur verhoogt. Bovendien hebben groendaken een luchtzuiverende werking aangezien het complex van vegetatie, substraat en micro-organismen schadelijke stoffen zoals CO, benzol en stofdeeltjes opneemt en afbreekt. Het groendak heeft ook een ecologisch voordeel in die zin dat groendaken kunnen fungeren als habitat voor verschillende plant- en diersoorten. Het aanleggen van een groendak is positief voor het milieuvriendelijk imago.

Nadelen

Het voorzien van een groendak brengt geen uitgesproken voordeel met zich mee betreffende het reduceren van de energiekost. De isolerende rol van het groendak is klein; een extensief groendak kan men vergelijken met ongeveer 0,5 - 1 cm minerale wol. Een modern gebouw krijgt vlot 20 cm minerale wol in het dak; dus het groendak doet daar heel weinig aan.

Een nadeel is dat intensief gebruik van zonnepanelen en groendak niet goed te combineren zijn. Onder de zonnepanelen krijgt het groendak immers te weinig licht.

3.2.6

Besluit

Door het gebruik van niet-uitlogende materialen mbt dakbekleding – met grondstoffen enkel uit de NIBE-classes 1 tem 3 - wordt de emissie van microverontreinigingen via waterketen beperkt en kan dus een plusniveau worden bereikt.

Het aanleggen van een extensief groendak is enerzijds ruimte- en kostenefficiënt mbt het voorzien van een buffervoorziening. De kostprijs voor het aanleggen van een extensief groendak is kostenefficiënt owv de betoelaging door Stad Ieper. Een extensief groendak scoort op de volgende criteria tevens positief: klimaat (vnl. interessant op de uitbouw van een woning mbt het warmtereducerend effect.), onderhoud en belevingswaarde.

De kwaliteit van het hemelwater afkomstig van een groendak is minder geschikt voor herbruik. Mits het voorzien van een aangepaste waterbehandeling (actieve koolstoffilter kan het hemelwater weliswaar herbruikt worden voor toiletspoeling. Gezien dit een dure oplossing is, is enkel herbruik als irrigatiewater aanbevolen.

Een plusniveau kan bereikt worden door het voorzien van groendaken ifv de hemelwaterneutraliteit: een 'neutrale situatie' (aangeboden dakwater wordt 100% herbruikt) kan bekomen worden indien 20% groendak wordt aangelegd, zie het onderzoek ikv de waterbalans (zie paragraaf 4.1.1). Vandaar de score '~' voor het criterium milieuefficiëntie.

Type dak	Ruimte-efficiëntie	Klimaat	Kostprijs	Onderhoud	Beleving	Milieuefficiëntie
Standaard dak	-	-	+	+	-	+
Extensief groendak	+	+	+	+	+	~
Intensief groendak	+	+	-	-	++	~

Tabel 4: Scenario analyse groendak versus standaard dak

4 Waterbalans voor regenwater

4.1 Berekening gemiddelde jaarbalans hemelwater

De waterbalans op gemiddelde jaarbasis is voor de Wijk 'De Vloei' opgemaakt. De gemiddeld gemiddelde neerslag op jaarbasis bedraagt in België 780 mm/jaar of 0,78 m³/m².jaar (KMI).

Met een realistisch ontwerp van een regenwaterhergebruikinstallatie kan in de praktijk tot 0,5 m³/m².jaar regenwater hergebruikt worden en 0.35 m³/m² voor groendaken. De rest gaat verloren door een combinatie van:

- Verdamping van op het dak (verlies 10 – 20% afhankelijk van dakhelling en dakmateriaal) (VMM, 2000 ; Schiettecatte en Cattoor, 2004). Er wordt gerekend met 15% voor dit project. Voor de groendaken wordt hier gerekend met 40% (zie paragraaf 3.2.2).
- Verlies zelfreinigende voorfilter (verlies ca. 5%) (VMM, 2000; VIBE, 2000)
- Verlies door overloop van regenwateropvangput in periodes van hevige regenval (verlies afhankelijk van putafmeting en verbruikspatroon, in de praktijk 10 – 25%). Gezien de putafmetingen gedimensioneerd volgens de gewestelijke stedenbouwkundige verordening ruim zijn en afgestemd op het verbruik, wordt gerekend met 15%.

Het aantal inwoners wordt ingeschat op 2.5 IE/woning, dus op 630 IE voor de totale wijk:

- 186 woningen (184 standaardwoningen, 1 hoeve, 1 woning in kopgebouw), dus 465 IE,
- 8 appartementsblokken met in totaal 66 appartementen dus 165 IE.

De totale dakoppervlakte bedraagt 24175 m² waarvan:

- Woningen: 20927 m² waarvan max.6045¹² m² als groendak aan te leggen. In de waterbalans worden beide scenario's berekend.
- Appartementsgebouwen: 3248 m². Hiervan is slechts 1600 m² (= 8 x 200 m²) beschikbaar voor herbruik volgens de gewestelijke verordening (zie paragraaf 4.2). In de waterbalans wordt een tweede berekening uitgevoerd, nl. waarin een stap verder gegaan wordt dan de gewestelijke verordening: er wordt gesteld dat de volledige dakoppervlakte beschikbaar wordt gesteld voor herbruik. Het opvoeren van het regenwater tot op het 5^{de} woonniveau is technisch¹³ gezien geen probleem. Een frequentiegestuurde pomp kan hiervoor gebruikt. Prijskaartje van dergelijke pomp is ongeveer 1500 euro (kostprijs pomp voor standaardwoning is 500 euro).

¹² Volgens de verkavelingsvoorschriften mag enkel de woonlaag bestaande uit 1 verdieping voorzien worden van een groendak. Deze woonlaag bedraagt ca. 25% voor de woningen type 1 tem 5b.

¹³ De beperkende factor voor de werking van een pomp is de zuighoogte. Maximale zuighoogte is 10 m (= 1 atm of 1 bar).

4.1.1

Basis-ambitieniveau

Hergebruik is, waar technisch en economisch mogelijk, verplicht om te voldoen aan de gewestelijke stedenbouwkundige verordening en moet vermijden dat drinkwater wordt gebruikt voor laagwaardige toepassingen zoals toiletspoeling. In de ambitienota van de WVI is vooropgesteld om het hemelwater maximaal te herbruiken op woningniveau.

Een Belgisch gezin gebruikt gemiddeld 110 l per persoon en per dag (VMM). Het overgrote deel daarvan dient voor de spoeling van de toiletten en voor onze dagelijkse douche of bad:

Toilet	30 liter
Bad/ douche/wastafel	44 liter
Was	17 liter
Vaatwas	8 liter
Schoonmaak/tuin/auto	8 liter
Keuken	3 liter

Tabel 5: Gemiddelde dagelijkse waterverbruik per persoon (VMM)

Gezien het om hygiënische redenen niet aan te raden is om hemelwater te gebruiken voor bad of douche, is het owv kosten- en milieuefficiëntie aan te raden om waterbesparende voorzieningen op te leggen (waterbesparende doucheknoppen e.d). Dergelijke maatregelen zijn dan ook vooropgesteld in de ambitienota van de WVI.

In het vetgedrukt zijn de verbruikersposten aangeduid die wel door hemelwater kunnen vervangen worden. Het gaat om toiletspoelingen, wasmachine en tuin. Dus dit betekent dat 50% van de waterbehoefte van een gezin door een alternatieve watertoevoer – in eerste instantie hemelwater – kan worden geleverd. Dit is dan ook zowel kosten- als milieuefficiënt en is bijgevolg vooropgesteld in de ambitienota van de WVI.

Er wordt met volgend basisscenario gewerkt mbt de waterbehoeftes op **woningniveau**:

- Toiletspoeling. Standaard wordt aangenomen dat iemand gemiddeld 5 maal naar het toilet gaat. Het verbruik van een standaard toilet bedraagt ca. 30 l/persoon per dag. Het verbruik van een waterbesparend toilet, d.i. een toilet met een dubbele spoelkeuzeknop (6 l voor de grote boodschap / 3 l voor de kleine) bedraagt ca. 24 l/persoon per dag. Voor dit project wordt uitgegaan van waterbesparende toiletten.
- Wasmachine. Het gemiddelde verbruik van een standaard wasmachine bedraagt 17 l/d per persoon.
- Schoonmaak / tuin / auto. Het gemiddelde verbruik bedraagt 8 l/dag per persoon. Voor de appartementsgebouwen bedraagt dit 6 l/dag per persoon (geen tuinen).
- Deze verbruiken zijn min of meer homogeen verdeeld over het jaar.

Er wordt met volgend basisscenario gewerkt mbt de waterbehoeftes op **wijkniveau**:

- Irrigatie van groenvoorzieningen. Er wordt verondersteld dat dit verwaarloosd kan worden voor dit project, op dit (basis)ambitieniveau.

- Aanvulling van bluswatervoorraden. Beperkt tot klein verlies tgv. verdamping of een oefening. Wordt verwaarloosd.
- Deze verbruiken zijn min of meer homogeen verdeeld over het jaar.

Uit de gemiddelde waterbalans voor de woningen (zie Tabel 6) volgt dat er een overschot van aangeboden dakwater mbt herbruik (16%) indien geen groendaken worden voorzien. Indien de uitbouw van elke woning voorzien wordt van een groendak, ontstaat een tekort aan hemelwater voor herbruik. Het aanbod mbt irrigatiewater afkomstig van de groendaken is dan weer te ruim (82% overschot). Een neutrale situatie wordt bekomen in geval van 16222 m² verharde dakoppervlakte, maw bij een aanleg van ca. 20% groendak.

Uit de gemiddelde waterbalans voor de woningen (zie Tabel 7) volgt de appartementsgebouwen steeds met een tekort zullen kampen. Ook indien hun regenwaterput maximaal wordt gedimensioneerd blijft het tekort aan dakwater voor herbruik groot (43%).

WONINGEN	WATERBALANS Zonder groendaken	WATERBALANS Met groendaken ¹⁴	
Inwoners (IE)	465	465	
toiletspoeling (m³/jaar)	4073	4073	
wasmachine (m³/jaar)	2885	2885	
Schoonmaak/tuin/auto (m³/jaar)	1538	1153 (schoonmaak/auto)	385 (tuin)
Totaal verbruik (m³/jaar)	8496	8111	385
Dakoppervlak (m²)	20927	1488	6045
Inzetbaar aanbod (m³/jaar)	10149	7441	2115
Overschot (m³/jaar)	1653 +16%	-670	+1730

Tabel 6: Gemiddelde hemelwaterbalans op jaarbasis voor woningen.

¹⁴ Het hemelwater afkomstig van een groendak is enkel geschikt voor herbruik als irrigatiewater, zie paragraaf 3.2.4.

APPARTEMENTEN	WATERBALANS	
	Gewestelijke verordening	Verder dan gewestelijke verordening
Inwoners (IE)	165	165
toiletspoeling (m³/jaar)	1445	1445
wasmachine (m³/jaar)	1024	1024
Schoonmaak/auto (m³/jaar)	361	361
Totaal verbruik (m³/jaar)	2830	2830
Dakoppervlak (m²)	1600	3248
Inzetbaar aanbod (m³/jaar)	800	1624
Overschot (m³/jaar)	-2030 -72%	-1206 -43%

Tabel 7: Gemiddelde hemelwaterbalans op jaarbasis voor de appartementen.

4.1.2

Plusniveau

Uit de gemiddelde waterbalans op jaarbasis blijkt dat de appartementsgebouwen in tegenstelling tot de woningen kampen met een tekort aan water. Mbt de appartementsgebouwen wordt sowieso aanbevolen om verder te gaan dan de gewestelijke verordening mbt de dimensionering van de hemelwaterputten.

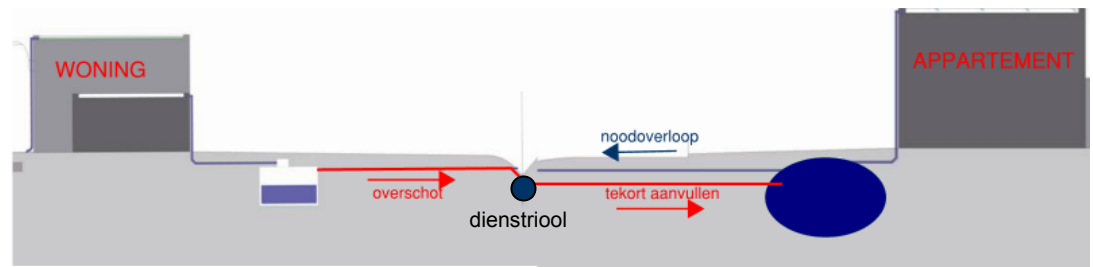
Scenario 1

Een plusniveau kan bereikt worden door een interactie tussen woningen en appartementsgebouwen: het tekort aan dakwater voor de appartementsgebouwen kan immers volledig aangevuld worden door het overschot aan dakwater afkomstig van de woningen. In dit scenario is het voorzien van groendaken niet aanbevolen gezien gestreefd dient naar een zo groot mogelijk aanbod aan dakwater.

Concreet betekent dit dat er een collectieve voorziening dient aangelegd waarin het overschot aan dakwater van de woningen is aangesloten. Hemelwater afkomstig van de wegenis mag niet terecht komen in deze voorziening. Om een schone kwaliteit van het regenwater te waarborgen is een open bovengrondse voorziening niet aanbevolen (risico op algenbloei, vervuiling met zwerfvuil, e.d). Dit betekent dat een ondergrondse voorziening dient aangelegd waarop de omliggende woningen zijn aangesloten.

Op basis van de waterbalans kan men stellen dat er per appartementsgebouw een totale behoefte aan hemelwater voor herbruik is van 354 m³/jaar (= 2830 m³/jaar voor 8 appartementsgebouwen). Om aan deze behoefte te kunnen tegemoet komen, dient 708 m² dakoppervlakte zijn aangesloten (dit is 302 m² extra tov dakoppervlak appartement). Indien de regenwaterput gedimensioneerd wordt met een aanvaardbare leegstaand van 5% is een bergingsvolume nodig van 28 m³ (dimensioneringsgrafiek, waterwegwijzer voor architecten).

Kostprijs van een dergelijke collectieve ondergrondse voorziening met extra leidingenwerk is ca. 18 500 euro.



Figuur 7: schematische voorstelling interactie tussen appartementsgebouwen en woningen mbt hergebruik regenwater.

Scenario 2

Een tweede mogelijk scenario is het individueel herbruiken van grijs water als aanvulling op de tekorten. Elk appartement kan voorzien worden van een 'water convert' systeem (zie Paragraaf 5.1.1). Dit systeem laat toe om het grijs water afkomstig van bad/douche op individueel niveau te herbruiken voor toiletspoelingen. Het bad/douche verbruik is immers groter dan het verbruik voor toiletspoeling (zie Tabel 5). De kostprijs is 1500 per unit. Voor een appartementsgebouw van 8 units komt dit op 12 000 euro. Het individuele scenario is 35% kostenefficiënter dan het collectieve scenario (scenario 1).

Scenario 3

Theoretisch gezien zou het hemelwater afkomstig van de wegenis kunnen opgevangen worden in een collectieve voorziening en herbruikt voor toiletspoeling. Om een schone kwaliteit van het regenwater te waarborgen is een open bovengrondse voorziening niet aanbevolen (risico op algenbloei, vervuiling met zwerfvuil, e.d). Dit betekent dat een ondergrondse voorziening dient aangelegd waarop een toevoerleiding naar het appartementsgebouw is aangesloten. Indien de appartementen telkens voorzien worden in het laagste punt is deze kost quasi identiek als in scenario 1. In de appartementen is vervolgens een afzonderlijke toevoer nodig op de toiletten. Dit betekent echter een meerkost tov scenario 1.

In Tabel 8 volgt een onderlinge vergelijking van de 3 scenario's op basis van de verschillende criteria. Het onderscheid tussen de scenario's is enkel op vlak van kostprijs

en milieuefficiëntie. Het 2^{de} scenario 'individueel herbruiken grijs water' scoort op beide criteria het beste.

	Type randvoorziening	Ruimte-efficiëntie	Klimaat	Kostprijs	Onderhoud	Beleving	Milieuefficiëntie ¹⁵
TECHNISCH	Scenario 1: interactie woningen - appartementen	+	0	--		0	-
	Scenario 2: individueel herbruiken grijs water	+	0	-		0	+
	Scenario 3: herbruiken hemelwater wegenis	+	0	---		0	-

Tabel 8: Scenario analyse randvoorziening voor neutraliseren van de tekorten hemelwater voor herbruik mbt de appartementen.

¹⁵ Deze parameter duidt op het al of niet aanleggen van ondergrondse voorzieningen. Positieve score is indien tegemoet wordt gekomen aan de doelstelling in de ambitienota van de WVI nl. het beperken van ondergrondse leidingen.

4.2 Dimensionering hemelwaterputten

Overeenkomstig de gewestelijke stedenbouwkundige verordening dienen hemelwaterputten voorzien te worden in verhouding met de dakoppervlakte. Voor een horizontale dakoppervlakte tot 100 vierkante meter volstaat een hemelwaterput van 3000 liter of meer. Voor een horizontale dakoppervlakte tussen 100 en 150 vierkante meter volstaat een hemelwaterput van 5000 liter of meer. Voor een horizontale dakoppervlakte tussen 150 en 200 vierkante meter volstaat een hemelwaterput van minimum 7500 liter. Van een horizontale dakoppervlakte van meer dan 200 m² moet de hemelwaterput een volume hebben van minimaal 7500 l en moet een infiltratie- en of buffervoorziening aanwezig zijn (art.4§2). Daarenboven moeten de hemelwaterputten voorzien zijn van een aftapinstallatie die hergebruik van het hemelwater mogelijk maakt (art.4§3). De hemelwaterputten worden voorzien van een overloop naar het regenwaterstelsel.

In vergelijking met de verwachte dakoppervlakte is dit een realistische eis voor de woningen types 1 tem type 5b gezien de gemiddelde dakoppervlakte/woning minder dan 200 m² bedraagt. Voor het woningtype 6 (de appartementsgebouwen) volstaat de gewestelijke stedenbouwkundige verordening niet om tot een realistisch niveau van hergebruik te komen, zie waterbalans (Paragraaf 4).

De gewestelijke stedenbouwkundige verordening toegepast op de wijk:

Type	1	2	2b	3	3b	4	5	5b	6	andere	
aantal	67	60	2	9	5	26	6	9	8	7	199
opp/type	120	96	112	126	126	96	72	90	406	200	
RWA-put (l)	5000	3000	5000	5000	5000	3000	3000	3000	7500+buffer	7500+buffer	
dak subtot (m²)	8040	5760	224	1134	630	2496	432	810	3248	1400	24174
tot RWA-put (l)	335000	180000	10000	45000	25000	78000	18000	27000	60000	52500	950500

4.3 Functionele toepassingen op wijkniveau

Hieronder wordt gezocht naar functionele gebruiksmogelijkheden voor hemelwater op publieke schaal. Tegelijkertijd wordt zo tegemoet gekomen aan de basisdoelstelling uit de ambitienota van de WVI mbt een kwalitatieve leefomgeving binnen een geïntegreerd sociaal buurtnetwerk.

De toepassingen zijn gerangschikt volgens hoogwaardigheid water. Voor de hoogwaardigste toepassingen kan ook het hemelwater afkomstig van de wegenis benut worden, indien waterzuiverende maatregelen toegepast worden zoals aanbevolen in paragraaf 3.1.1:

- Publieke autowasplaats. Een publieke autowasplaats heeft voornamelijk een sociale functie. Door het voorzien van een publieke autowasplaats wordt vermeden dat wagens op straat worden gewassen en dat zo detergents e.d in het hemelwatersysteem terechtkomen. De WVI wenst 1 autowasplaats per bouwphase te

voorzien. Een hoger ambitieniveau kan bereikt worden door het benutten van het hemelwater uit een collectieve voorziening (dmv een handpomp). Een voorzuivering is verplicht vooraleer het gebruikte waswater geloosd wordt. Gezien de autowasplaats te weinig frequent zal gebruikt worden is het voorzien van een biologische zuiveringsinstallatie met het oog op herbruik (gesloten circuit) niet kostenefficiënt.

- Publieke tuin. Een volkstuin levert een bijdrage aan de kwaliteit van de leefomgeving en de groenfunctie van de wijk. Een volkstuin heeft bovendien een sociale functie. De volkstuin sluit aan bij het idee van wijkcompostering aangegeven door de WVI. Een hoger ambitieniveau kan bereikt worden door hemelwater afkomstig van een collectieve voorziening te benutten als irrigatiewater.
- Publieke waterspeeltuin. Een publieke waterspeeltuin kan dienen voor jong en oud. Er kan met waterspeeltuigen gewerkt worden, of met 'droge' fontein (i.e. spuitters uit de grond) of met een ondiepe watervlakte met fontein, stapstenen e.d. Een hoger ambitieniveau kan bereikt worden door hemelwater afkomstig van een collectieve voorziening te benutten in de speeltuinen.



Waterspeeltuinen (campings NL)



Park Spoor Noord te Antwerpen (waterspiegel met dun laagje water dat over een stenen oppervlak loopt).

5 Afvalwater

In deze paragraaf worden de verschillende afvalstromen die in het projectgebied voorkomen besproken.

In plaats van het afvalwater af te voeren via een nieuwe DWA-riolering naar de RWZI, kan men het zuiveren om opnieuw te gebruiken of terug af te voeren naar de natuurlijke waterkringloop door insijpeling of door lozing in het oppervlaktewater. Huishoudelijk afvalwater bestaat uit "grijs" en "zwart" afvalwater. Onder grijs afvalwater wordt het water verstaan dat afkomstig is van wasmachine, vaatwasmachine, douche, bad en keuken. Zwart water is afkomstig van sanitair water.

Volgende criteria bepalen de geschiktheid voor de recyclage van afvalwater:

- Dekking van de behoeften die geen drinkwaterkwaliteit vereisen (milieu-efficiënt). Enkel de appartementsgebouwen hebben een tekort aan 2^{de} keuswater (zie paragraaf 4. De herbruik mogelijkheden op wijkniveau zijn eerder beperkt (zie paragraaf 4.3).
- Capaciteit RWZI? Er zouden geen problemen zijn mbt de verwerkingscapaciteit van de RWZI (zie inventarisatierapport). Mbt dit criterium creëert het recycleren van afvalwater dus geen meerwaarde.
- Afvoeren naar de natuurlijke waterkringloop. Dit is een meerwaarde in het streven naar het plusniveau ikv een duurzame wijk.
- Kostenefficiëntie. Varieert sterk ifv het toegepaste systeem.

Een andere afvalstroom in onderhavige paragraaf besproken, is het gemengd afvalwater afkomstig van de Hovelandwijk.

5.1 Grijs water

Grijs water is niet zo heel erg vervuild en kan redelijk gemakkelijk geschikt gemaakt worden voor hergebruik. De toegepaste technieken zorgen hoofdzakelijk voor de vetafscheiding van het influent, de scheiding van de zwevende stoffen, de bezinking, de tertiaire zuivering (nitraten en hoofdzakelijk fosfaten) en de bacteriologische zuivering.

5.1.1 Ambitieniveaus

Het minimum niveau van duurzaamheid is het grijs water zuiveren en terug afvoeren naar de natuurlijke waterkringloop (verdamping / infiltratie / oppervlaktewater). Dit scenario heeft enkel een meerwaarde mbt kostenefficiëntie en milieuefficiëntie (hoogste zuiveringsrendement) ingeval van een collectieve voorziening. Indien een collectieve voorziening wordt aangelegd wordt er beter ineens gestreefd naar het hoogste ambitieniveau, zie verder.

Een hoger ambitieniveau bestaat erin om het gezuiverde grijs water te hergebruiken voor de huishoudelijke verbruikcyclus als aanvulling op het regenwater. Deze piste is vnl. interessant voor de appartementsgebouwen. Grijs water wordt best na zuivering snel hergebruikt (max. 24 u) om bacteriegroei te voorkomen. Tegenwoordig worden in de watertank echter ingebouwde technieken voorzien die vermijden dat nieuwe bacteriegroei ontstaat na de zuivering.

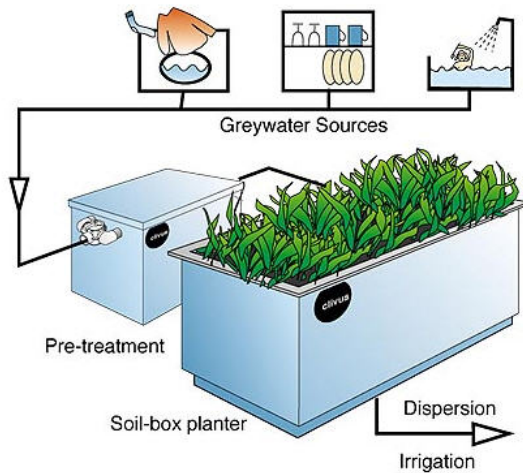
Het hoogste ambitieniveau is een collectief zuiveringssysteem voor het grijs water. Het systeem werkt het hele jaar door en het gezuiverde water wordt herbruikt op grotere schaal (zie Paragraaf 4.3 voor de omschrijving mbt publieke voorzieningen zoals publieke tuin, autowasplaats e.d.).

5.1.2 Woningniveau

ALGEMEEN

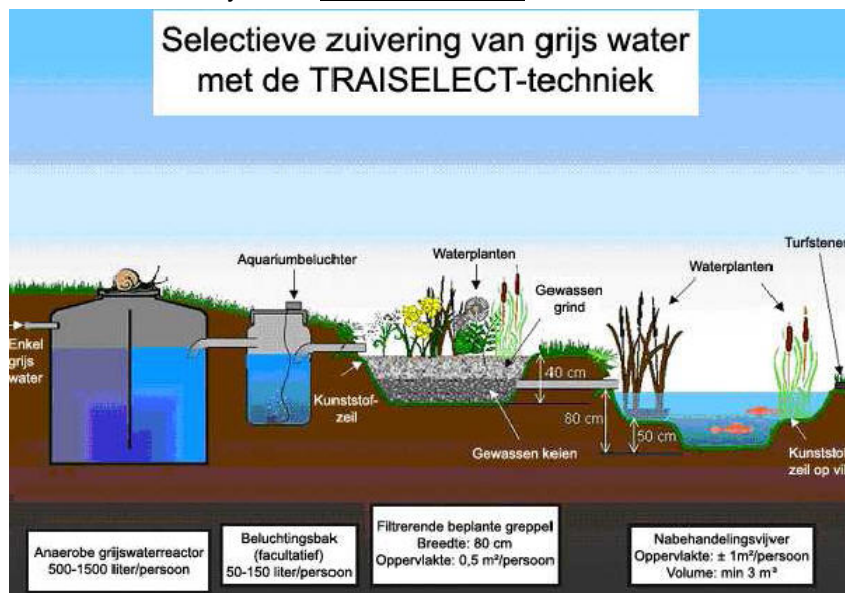
Het hoger ambitieniveau mbt recyclage grijs water in woningen/appartementsgebouwen kan bereikt worden door het installeren van een individuele grijswaterfilter. Hiertoe zijn volgende mogelijkheden:

- Plantensysteem in veranda/balkon. Het grijs water is rijk aan nutriënten en zeer geschikt als irrigatiewater. Dit systeem kan ook toegepast worden op grotere schaal maar dan buitenshuis. Een aangepaste plant dient dan gekozen (bv. riet) voor het systeem. Dit scenario is aanbevolen voor de woningen in de omgeving van de publieke tuin. In deze volkstuin situeert zich immers de grote behoefte aan irrigatiewater.



Figuur 8: zuivering grijs water dmv plantensysteem (www.greywater.com)

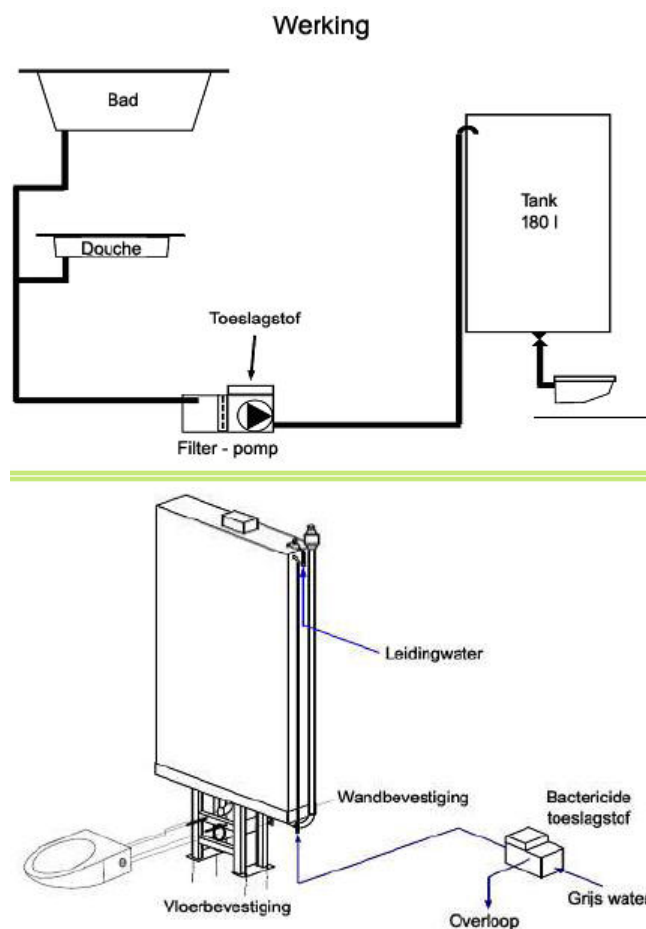
- Zuivering in individueel systeem buiten. Nadeel is echter dat extra leidingen van buiten naar binnen toe moeten worden aangelegd. Gezien het kostenplaatje wordt dit systeem niet weerhouden.



Figuur 9: Selectieve zuivering grijs water (Bron: Joseph Orzàgh – Eautarcie “Pluvalor & Traiselect – introduction à la gestion écologique de l’eau dans la maison” – www.eautarcie.com)

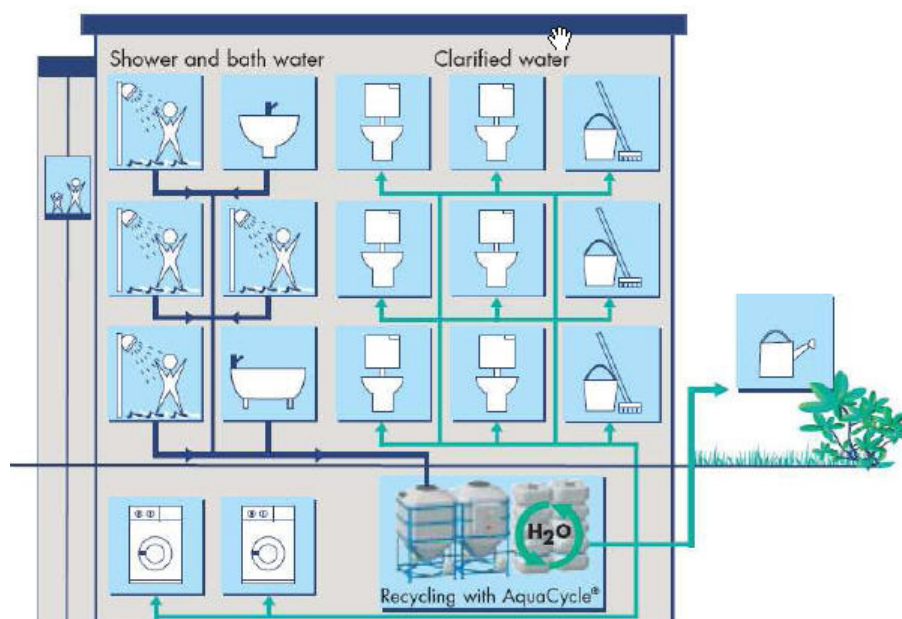
- Trapsgewijze recyclage. De water convert-techniek is een zuiveringssysteem van grijs water van douche of bad voor de spoeling van de toiletten. De kostprijs is 1500 euro per unit. Het onderhoud bestaat uit het 2 tot 4 -wekelijks uitspoelen van de filter. De zuiveringsunit dient regelmatig bijgevuld met chloortabletten (niet significante meerkost). Het grijs water dat de tank verlaat heeft ongeveer een chloorgehalte van 0.5 ppm (cfr. 3 à 5 ppm vrije chloor voor zwembadwater). De frequentie hiervan wordt automatisch aangegeven door het systeem. Gezien dit systeem ruimtebesparend, kosten- en onderhoudsefficiënt is, is dit aanbevolen voor de appartementswoningen. In dit systeem kan een warmtewisselaar geïntegreerd worden die ervoor zorgt dat het warme afvalwater (afkomstig van

douche/bad) optimaal benut wordt voor het opwarmen van het nog te gebruiken douchewater. Dit systeem kan dus gecombineerd worden met een energiebesparende werking.



Figuur 10: Principeschema van de werking van het WaterConvert-systeem (www.waterconvert.com). Vergelijkbare systemen bij andere leveranciers b.v. <http://ecoplay.nl> ; <http://www.bracsystems.com/> ;

- De Pontos Aquacycle-techniek is een recyclagesysteem van badkamerwater. Kwaliteit van het gezuiverd water komt overeen met kwaliteit van zwembadwater. Dit systeem wordt gebruikt op collectief niveau op grote schaal (hotels, campings, e.d) gezien het ruimtebeslag. Om redenen mbt (zuiverings)rendement zou 1 systeem nodig zijn per 2 appartementsgebouwen (telefonisch contact Hansgrohe dd. 24/03/2010). Dit is een dure techniek en bijgevolg wordt dit systeem niet weerhouden.



Figuur 11: Principeschema van de werking van de zuiveringsinstallatie (www.pontos-aquacycle.de)

BESLUIT

Het water convert systeem is aanbevolen op niveau van de appartementen als aanvulling van hun tekort aan 2^{de} circuitwater (zie waterbalans in paragraaf 4.1.1). Dit systeem is immers kostenefficiënter dan het aanleggen van een collectieve ondergrondse berging voor interactie tussen woningen – appartementen.

Het plantensysteem is aanbevolen voor de woningen in de omgeving van de publieke tuin om irrigatiewater ter beschikking te stellen.

ZUIVERING GRIJS WATER	Ruimte-efficiëntie	Klimaat	Kostprijs	Onderhoud	Beleving	Milieu-efficiëntie
Plantensysteem	-	0	+	+	+	+
Selectieve zuivering buiten	--	0	--	-	+	+
Trapsgewijze recyclage (water convert)	+	0	+	+	0	+
Pontos Aquacycle	+	0	---	-	0	+

Tabel 9: Scenario analyse zuiveringssystemen grijs water op woningniveau

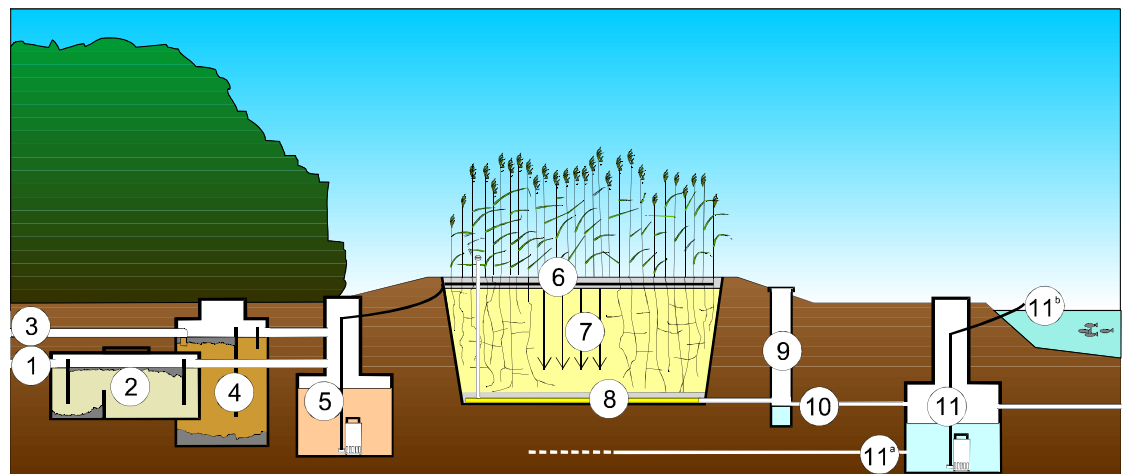
5.1.3

Wijkniveau

Collectieve wijze

Het hoogste ambitieniveau kan bereikt worden door recyclage van grijs water op collectief niveau met herbruik op wijkniveau. Gezien de herbruikmogelijkheden in de wijk relatief beperkt zijn (zie paragraaf 4.3) zal het grootste deel van het grijs water terug afgevoerd dienen te worden naar de waterkringloop. Dit is echter positief mbt de verdroging die in de toekomst zal plaatsvinden door klimaatsverandering (zie paragraaf 2).

In het kader van duurzaamheid dient gestreefd naar extensieve zuiveringstechnieken met eenvoudige en energiezuinige uitrustingen. Een voorbeeld hiervan is het aanleggen van een rietveld, de zogenaamde helofytenfilters. De planten zuiveren het grijze water dat daarna van voldoende kwaliteit is voor hergebruik.



- | |
|--|
| <p>1 afvalwater van keukens, badkamer, (af)wasmachine etc.</p> <p>2 vetafscheider/ slibvangput</p> <p>3 afvalwater van de toiletten</p> <p>4 septic tank</p> <p>5 pompput voor het voorbezonden afvalwater</p> <p>6 grindbed met drukleidingen</p> <p>7 substraat (vulmateriaal) van het helofytenfilter</p> |
|--|

- | |
|---|
| <p>8 grindlaag met drainageleidingen</p> <p>9 controleput voor het gezuiverde water</p> <p>10 afvoerbuiss van het gezuiverde water</p> <p>11 reservoir voor hergebruik van het water (optioneel)</p> <p>11a terugvoerleiding voor hergebruik water (optioneel)</p> <p>11b lozing op vijver, fontein (optioneel)</p> |
|---|

Figuur 12: Schematische voorstelling concept helofytenfilter –zuivering zwart/grijs water met hergebruik (www.ecofyt.nl)

Het onderhoud van een helofytenfilter valt uiteen in twee aspecten

- Het technisch onderhoud

Het technisch onderhoud blijft beperkt tot het van tijd tot tijd controleren van de werking van de pomp en de drukleidingen in de filter. Dit kan door middel van een jaarlijkse onderhoudsbeurt worden geregeld.

Verder dient (gemiddeld eens in de zeven tot tien jaar) de septische tank te worden leeggezogen, alsmede de vetafscheider (hoewel daarvan moeilijker is aan te geven wat de frequentie is).

Het is raadzaam om af en toe de conditie van de planten te bekijken. Zij geven in de regel goed aan hoe het met de conditie van de filter is gesteld.

- Het “groene” onderhoud

In het begin moet er af en toe gewied worden om de jonge rietplantjes de kans te geven zich zo snel mogelijk te ontwikkelen. Het maaien van het rietbed hoeft niet vaker dan eens in de twee jaar te gebeuren. Ten slotte is het mogelijk dat de waterkwaliteitsbeheerder een periodieke controle wenst van de werking van de filter. Dit gebeurt door het analyseren van het gezuiverde water.

Dit scenario is enkel kostenefficiënt indien geen DWA-riolen meer aangelegd moeten worden, maw indien ook het zwart water wordt gezuiverd.

Dus recyclage van grijs water op collectief niveau is voor de wijk ‘De Vloei’ niet kostenefficiënt. Enkel mbt het streven naar hemelwaterneutraliteit en klimaatsadaptatie scoort dit scenario goed. Dit scenario wordt niet weerhouden.

5.2

Zwart water

Zwart water heeft een grotere belasting van organische stoffen en ziekteverwekkende bacteriën en kan niet voor dezelfde doeleinden worden hergebruikt als grijs water, tenzij het waterzuiveringssysteem gedimensioneerd is om die extra organische belasting van zwart water te zuiveren.

De minimale doelstelling naar duurzaamheid toe is de lozing van zwart water in de riool met beperking van productie van zwart water in het kader van duurzaam bouwen.

Een stap hoger in ambitieniveau is dat het zwart water niet in het riool geloosd wordt maar in situ gezuiverd door een bij voorkeur natuurlijk waterzuiveringssysteem (bv. de helofytenfilter).

Een zelfde ambitieniveau is dat het zwart water niet in het riool geloosd wordt maar uit de watercyclus verwijderd wordt door het gebruik van toiletsystemen van het type met composteerbaar strooisel. Het water wordt gerecycleerd voor hergebruik in de huishoudelijke verbruikscyclus.

De route waarmee nu het meeste geëxperimenteerd wordt, is om urine apart te houden. Dit kan gemakkelijk met een watervrij urinoir of een watervrij toilet. Uit de urine kan fosfor en stikstof afgescheiden worden als struviet, een verbinding van stikstof, fosfor en magnesium. Struviet wordt gebruikt als kunstmest. Momenteel wordt in Vlaanderen kunstmest geproduceerd uit fosfor en stikstof dmv energieverslindende processen. Over pakweg 10 jaar zijn bovendien de klassieke fosfaatertsen uitgeput. In het streven naar een duurzame wijk kan dergelijke toepassing dan ook zorgen voor een plusniveau.

Bovendien wordt 5518 m³/jaar bespaard aan waterverbruik (zie paragraaf 4.1.1). Dit scenario dient beschouwd als experimenteel.

Het hoogste ambitieniveau bestaat erin om aan de bron een scheidingssysteem van droge stoffen te voorzien. Het water dient niet langer voor de afvoer van de fecaliën, de organische stoffen worden op het perceel gevaloriseerd. Gezien er weinig toepassingen zijn mbt verbruiken van de organische stoffen in situ, wordt dit ambitieniveau niet weerhouden.

5.3

Gemengd afvalwater afkomstig van Hovelandwijk

Het gemengde rioolwater afkomstig van de Hovelandwijk is aangesloten op de gemengde riool die dwars door het projectgebied loopt (cfr. inventarisatiestudie). Gezien echter deze opgebroken dient voor de aanleg van de wijk, is het opportuun om een gescheiden riolering aan te leggen waarbij een nieuwe DWA-riool wordt voorzien voor 6DWA-afvoer (20 l/s) en nieuwe RWA-leiding voor het overstortwater.

De aanleg van een nieuwe RWA-leiding kan echter vermeden worden indien het overstortwater opgevangen wordt en gezuiverd wordt dmv een extensief systeem zoals een helofytenveld waarbij het effluent terug afgevoerd wordt naar de natuurlijke kringloop. Het overstortwater wordt zo afgekoppeld van het rioleringsstelsel en heeft bijgevolg een positieve impact mbt het verdunningseffect in de RWZI. In dit scenario wordt het hoogste ambitieniveau bereikt.

Een helofytenveld is een groot veld met daarin helofyten. Helofyten zijn moerasplanten die in de waterbodem wortelen en met de bladeren boven het wateroppervlak uitsteken. Voorbeelden hiervan zijn riet, mattenbies, lisdodde en rietgras. Via een verbeterd overstort komt het overstortwater in het veld terecht: een voorbezinktank is niet noodzakelijk, enkel een verbeterd overstort zodat zand en de drijflagen doorgevoerd worden naar de nieuwe DWA-riool.

Vervolgens stroomt het overstortwater door de sloten van het helofytenveld heen (vloeirietveld). Bij hoge hydraulische belasting stroomt het overstortwater over de winterbedding. De winterbedding kan aangelegd worden als wortelzoneveld (het water loopt horizontaal in een grindbed tussen de wortels van de helofyten). Dit kan in de vorm van een meanderende sloot waarmee tegelijkertijd een mooi landschapselement met natuurwaarde gecreëerd wordt.

De werking berust op bezinking van vuil door de lage stroomsnelheden in de sloten. Daarnaast filteren de planten in het veld de zwevende stof en verbruiken zij in de zomer het organische deel van het bezonken vuil.

Om geurhinder te voorkomen is een constante waterdiepte van ca. 0.40 m nodig. Dit kan door het plaatsen van een drempel. Eventueel kan een haag of een rietscherm aangelegd ter afscherming. Een anti-worteldoek is niet nodig gezien de hoge grondwaterstanden en de ondoorlatendheid van de bodem. Het helofytenveld kan gevoed worden met het regenwater afkomstig van de hoger gelegen delen van de wijk. In de zomer is de kans op droogstand het hoogste (verdamping). Dit aspect dient in ontwerp verder te worden onderzocht (plaatsing extra voedingspomp noodzakelijk, ev. grondwatervoeding?).

Er zijn twee methodes mbt het dimensioneren van het helofytenveld:

- Op basis van het aantal aangesloten IE (er zijn ca. 665 IE in de Hovelandwijk). Deze methode van dimensionering houdt echter geen rekening met piekbuien en wordt niet weerhouden.
- Op basis van piekbuien. Dit is de meest optimale methode; het systeem moet immers enorme hoeveelheden water op zeer korte tijd kunnen verwerken. Standaard geldt een ontwerpbui met een retourperiode van 2 jaar.

Gezien er ca. 6.6 ha verharde oppervlakte (dak + straat) is aangesloten dient er bij een piekbui met retourperiode $T = 2$ jaar ongeveer 765 l/s afgevoerd te worden via de helofytensloot. Hiervan dient een vertraagd debiet naar het oppervlaktewatersysteem afgevoerd. Het overtollige debiet dient gebufferd gedurende minstens 24u. In het middendeel van de wijk is voldoende ruimte voorzien voor het aanleggen van dergelijke meanderende helofytensloot. De kostprijs is in grootteorde van 50 000 euro. De kostprijs voor de aanleg van een nieuwe RWA-leiding voor het overstortwater diameter 800 mm (lengte ~300 m – met aansluiting op bestaande riool d800) is in de grootteorde van 85 000 euro. De aanleg van een helofytenveld is beduidend kostenefficiënter dan de aanleg van een RWA-leiding.

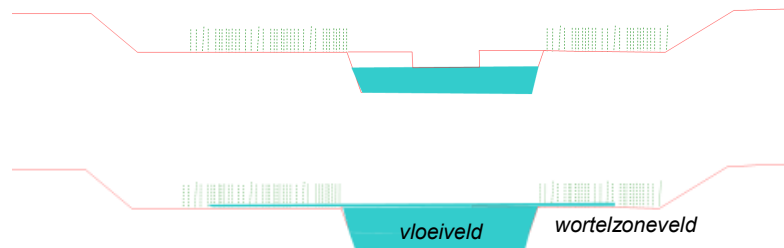
In de literatuur lopen de schattingen en resultaten van de zuiveringscapaciteiten van een rietveld sterk uiteen. De resultaten zijn meer dan bij andere systemen afhankelijk van de plaatselijke omstandigheden (Adriaensen, 2005). In het algemeen verloopt de verwijdering van organisch materiaal (BZV en CZV) in rietvelden gemakkelijk en betrouwbaar. Men rekent voor BZV- en CZV-verwijdering met gemiddelde rendementen van respectievelijk 85% en 75%. Voor de stikstofverwijdering mag men gemiddeld spreken van een zuiveringsrendement van 40%. Bij laag belaste systemen en in ideale omstandigheden kan dit oplopen tot 70%. Voor de fosforverwijdering is het rendement 70% maar na 1 tot 3 jaar treedt een systematische afname op gezien de adsorptiecomplexen in de bodem onderhevig zijn aan verzadiging. Rietvelden zijn uitstekend geschikt voor het verwijderen van bacteriën.

In de winter treedt een verminderde werking op.

Om te garanderen dat de micro-organismen niet afsterven en zich voldoende kunnen vermenigvuldigen, moet de verblijfstijd van het overstortwater 24 à 48 uur bedragen.

Ondiep stilstaand water vormt een uitstekende omgeving voor steekmuggen. Deze overlast wordt verminderd door een gezond ecosysteem te creëren, waaronder amfibieën bv. kikkers dit de muggen opeten.

Er dient opgemerkt dat de helofytensloot een tijdelijke oplossing betreft tot de Hovelandwijk afgekoppeld is. De sloot is in die zin echter multifunctioneel en dient dan voor buffering en vertraagde afvoer van het regenwater afkomstig van de afgekoppelde Hovelandwijk. Implementatie van een helofytenveld dient eerder als experimenteel beschouwd gezien enerzijds de resultaten mbt het zuiveringsrendement uiteen lopen. Het alternatief is de aanleg van een RWA-leiding voor het overstortwater. Voor de scenario's mbt de afvoer van het overstortwater, wordt verwezen naar paragraaf 8.3.



Figuur 13: Concept werking helofytenveld voor overstortwater: bij lage hydraulische belasting doet het vloeirietveld zijn werk; bij hoge hydraulische belasting doet het wortelzonerietveld in de winterbedding zijn werk.

6 Bluswater

De belangrijkste en meest gebruikte blusstof ingeval van brandbestrijding is bluswater. Het is verplicht om op wijkniveau een hydrantennetwerk te voorzien. Het aanleggen van een secundaire voorziening (bv. een collectief blusbekken) is niet verplicht maar is wel mooi meegenomen (telefonisch contact met brandweer leper dd. 24/03/2010). Er dient in acht genomen dat de secundaire voorziening voldoende toegankelijk voor de brandweer dient te zijn.

In het kader van een duurzaam ontwikkelde wijk kan een collectieve permanente bluswatervoorziening worden aangelegd in de vorm van een multifunctioneel bekken nl. als mooi landschapselement (niet geschikt voor het inrichten van een waterbiotoop) en piekopvang bij hevige regenval en verwijdering van pollutanten uit afstromend regenwater.

7 Water als natuurelement

Uit de inventarisatiestudie is gebleken dat in het projectgebied geen ecologische potenties aanwezig zijn. Enkel de aanwezigheid van de poel in de westelijke uithoek van het projectgebied vormt een waardevol natuurelement. Deze poel wordt behouden in de verkaveling.

De Stad leper en de WVI zien in dit project echter een opportuniteit om het aspect natuur als inrichtingselement mee te nemen en meer specifiek gelinkt met het waterhuishoudingsstelsel van de wijk.

Randvoorwaarden voor het inrichten van een waterbiotoop zijn:

- Een poel met een permanente waterdiepte van 0.50 m en zacht hellende oevers is voldoende. De oppervlakte van de poel is minder belangrijk voor het creëren van een ecologisch systeem.
- Hemelwater afkomstig van daken mag in de poelen terecht komen.

- Hemelwater afkomstig van de wijkontsluitingswegen mag niet in de poelen terechtkomen owv de matige verontreiniging tenzij de koolwaterstoffen eruit worden gefilterd (zie paragraaf 3.1.1).
- Qua vegetatie volstaat een moerasvegetatie van riet en lisdode eventueel met een aantal grote zeggen soorten. Deze vormen een redelijk hoog scherm aan de waterlijn en kunnen zo ook mee instaan voor veiligheid (schermfunctie, visueel afschermen van eventuele omheiningen). Deze vegetatie dient aangepland want spontane ontwikkeling kan lang duren.
- Een cascadesysteem zorgt voor doorstroming, brengt extra zuurstof in het water en is dus positief. Poelen aangelegd in cascade vormen kleine leefgebieden waar soorten zich kunnen verschuilen, zodat ze de afstand tussen twee leefgebieden gemakkelijker kunnen overbruggen. Het zijn maw ecologische stapstenen.

Het inrichten van een waterbiotoop kan gecombineerd worden met een bodempassage of een helofytenveld (zie paragraaf 3.1.1 en 5.3)

8 Waterhuishouding wijk 'De Vloei'

8.1 Aanleg infiltratie- en/of buffervoorzieningen

Gezien infiltratie slechts in beperkte mate enkel in de zomer mogelijk is, dienen buffervoorzieningen voorzien als compensatie voor de extra aangelegde verharding.

8.1.1 Basis ambitieniveau

De Provinciale Dienst Waterbeleid vraagt een vertraagde afvoer van 5 l/s.ha, dus dit betekent 26 l/s. Daarnaast dient een noodoverloop te worden voorzien.

Het basisambitieniveau voor de WVI is een buffervolume van 280 m³/ha en een afvoer van 5 l/s.ha voor een retourperiode van 2 jaar onder huidige klimaatcondities en bij een lineaire doorvoerrelatie (bron: Code van Goede Praktijk, Vaes et al., 2004). Dit komt neer op 1456 m³ (= 280 m³/ha x 5.2 ha) – cfr. paragraaf 2.2.1.

Dit buffervolume kan voorzien worden als volgt:

- Door het aanleggen van een bovengrondse buffervoorziening (1456 m³). Gezien de hoge grondwaterstanden wordt hierbij gerekend met een nuttige bufferdiepte van 0.25 m; dit betekent een bufferoppervlakte gelijk aan 5824 m². Deze oppervlakte komt ruim overeen met de oppervlakte in de openbare en publieke zones (vingervormige depressies).
- Of door het voorzien van berging onder de bestrating van de ontsluitingswegen (zie paragraaf 3.1.2) wordt reeds 853 m³ (= 6096 m² bestrating x 140 l/m²¹⁶) capaciteit bekomen. De resterende 603 m³ (= 1456 – 853) dient voorzien dmv een bovengrondse buffervoorziening met een bufferdiepte van 0.25 m, hiervoor is een bufferoppervlakte van 2412 m² nodig.

Tabel 10 is het overzicht weergegeven van de afvoerdebieten per wijkcompartiment en de benodigde buffervolumes voor een 2-jaarlijkse bui - voor enerzijds het private domein en anderzijds het openbare domein. De noodoverloop treedt in werking bij een bui met retourperiodes hoger dan 2 jaar; het debiet/wijkcompartiment wordt integraal afgevoerd.

	PRIVAAT								
BLOK	Percelen m²	Binnentuin m²	61 % verhard m²	SOM m²	T2		T5 l/s	T10 l/s	T20 l/s
					l/s	m³			
A	15569	2372	10932	10932	5	306	163	187	212
B	16263	3983	12336	12336	6	345	184	211	239
C	12387	2304	8952	8952	4	251	133	153	174
D	7710	1906	5859	5859	3	164	87	100	114
	51929	10565	38079	38079	19	1066			

¹⁶ Uitgangspunt is fundering met dikte van 0.35 m en 40% porositeit. Dus buffervolume = 0.35 x 40% x 1000 l x 1 m² = 140 l/m² = 140 mm

OPENBAAR							
BLOK	verhardingen m ²	SOM m ²	T2		T5 l/s	T10 l/s	T20 l/s
			l/s	m ³			
A	3437,5	3438	2	96	51	59	67
B	3437,5	3438	2	96	51	59	67
C	3437,5	3438	2	96	51	59	67
D	3437,5	3438	2	96	51	59	67
	13750	13750	7	385			

Tabel 10: Afvoerdebieten per wijkcompartiment voor verschillende retourperiodes in het basisambitieniveau met benodigde buffervolume voor een 2-jaarlijkse bui, voor het private domein en het openbare domein.

8.1.2

Plusniveau

Een hoger ambitieniveau kan bereikt worden door 340 m³/ha buffervolume te voorzien als klimaatadaptieve maatregel mbt extremere neerslagbuien in de toekomst (hoog-klimaatscenario tot 2100), zie paragraaf 2.2.2, dit is 60 m³/ha meer dan gesteld in het basisambitieniveau. Onder huidige klimaatcondities betekent dit dat in feite een berging voorzien wordt voor een bui met retourperiode gelijk aan 5 jaar.

Dit betekent dat er in de wijk 1768 m³ bergingsvolume wordt voorzien, dit is dus 312 m³ extra tov het basisambitieniveau. Dit kan op de volgende wijzen:

- Gezien er minstens 7072 m² (=1768 m³/0.25 m) bufferoppervlakte beschikbaar is in de openbare en publieke ruimtes (vingervormige uitstulpingen) kan men de berging voor het plusniveau volledig bovengronds voorzien.
- Of men kan men het plusniveau bereiken door berging op straat te voorzien. Om 1768 m³ berging op straat te creëren is een waterboord van ca. 0.30 m nodig op straat (6096 m² bestrating).

In

Tabel 11 is het overzicht weergegeven van de afvoerdebieten per wijkcompartiment en de benodigde buffervolumes voor een 5-jaarlijkse bui - voor enerzijds het private domein en anderzijds het openbare domein. De noodoverloop treedt in werking bij een bui met retourperiodes hoger dan 5 jaar; het debiet/wijkcompartiment wordt integraal afgevoerd.

	PRIVAAT							
BLOK	Percelen m²	Binnentuin m²	61 % verhard m²	SOM m²	T5		T10 l/s	T20 l/s
					l/s	m³		
A	15569	2372	10932	10932	5	372	187	212
B	16263	3983	12336	12336	6	419	211	239
C	12387	2304	8952	8952	4	304	153	174
D	7710	1906	5859	5859	3	199	100	114
	51929	10565	38079	38079	19	1295		

OPENBAAR						
BLOK	verhardingen m ²	SOM m ²	T5		T10 l/s	T20 l/s
			l/s	m ³		
A	3437,5	3438	2	117	59	67
B	3437,5	3438	2	117	59	67
C	3437,5	3438	2	117	59	67
D	3437,5	3438	2	117	59	67
	13750	13750	7	468		

Tabel 11: Afvoerdebieten per wijkcompartiment voor verschillende retourperiodes in het plusniveau met benodigde buffervolume voor een 5-jaarlijkse bui, voor het private domein en het openbare domein.

8.2 DWA-afvoer

Volgende (gravitaire) scenario's zijn mogelijk mbt het afvalwater van de wijk 'De Vloei' en de Hovelandwijk:

- **DWA-scenario A.** Afvalwater van de wijk 'De Vloei' en de Hovelandwijk aansluiten op bestaande riool in de Zonnebeekseweg. Dit scenario heeft geen specifieke nadelen.
- **DWA-scenario B.** Afvalwater van noordelijk deel wijk 'De Vloei' aansluiten op bestaande riool in de Zonnebeekseweg en afvalwater van zuidelijk deel wijk 'De Vloei' en de Hovelandwijk aansluiten op bestaande riool d800 ten oosten van het projectgebied.

Indien het uitgangspunt is dat de DWA-afvoer afkomstig van de Hovelandwijk afgeknepen wordt tot 6DWA-debiet (hoogste ambitieniveau), is er geen significant verschil qua kostprijs tussen beide scenario's. Indien dit echter niet het geval is, dan is scenario B het goedkoopste scenario.

Indien een gescheiden stelsel in de Zonnebeekseweg wordt aangelegd heeft het scenario A de hoogste milieuefficiëntie gezien de nieuwe DWA-riool van 'De Vloei' kan worden aangesloten op de nieuwe DWA-riolering in de Zonnebeekseweg.

8.3 Vertraagde RWA-afvoer en afvoer overstortwater Hovelandwijk

Volgende scenario's zijn mogelijk mbt vertraagde afvoer hemelwater afkomstig van de wijk 'De Vloei' en mbt afvoer overstortwater afkomstig van de Hovelandwijk:

- **RWA-scenario A.** Via een nieuwe aan te leggen verbinding naar de bovengemeentelijke RWA-leiding ten oosten van het projectgebied. Het beste is om dit dan te doen dmv een gracht. Na hydraulisch onderzoek blijkt echter dat de bovengemeentelijke RWA-leiding echter geen voldoende capaciteit heeft om extra hemelwater afkomstig van 'De Vloei' af te voeren. Dus dit scenario kan niet weerhouden worden.

- **RWA-scenario B.** Via de bestaande riool d800 (ten oosten van het projectgebied). Indien in de Zonnebeekseweg een gescheiden stelsel wordt gerealiseerd kan deze riool afgekoppeld worden van de collector en aangesloten op de Bellewaerdebeek.
- **RWA-scenario C.** Via de Zonnebeekseweg. Hydraulisch gezien kan dit pas indien in de Zonnebeekseweg een gescheiden stelsel wordt gerealiseerd met een nieuwe RWA-leiding met voldoende grote diameter gezien de huidige gemengde riolering in de Zonnebeekseweg niet voldoende afvoercapaciteit heeft voor het hemelwater afkomstig van 'De Vloei'. Bovengrondse afvoer in de Zonnebeekseweg is niet mogelijk gezien geen grachten aanwezig en geen ruimte ter beschikking.
- **RWA-scenario D.** Gebruik maken van de bestaande RWA-leiding ten westen van het projectgebied (overloop poel) en overkoppelen naar de Schaartjesbeek. Deze leiding kan slechts een beperkt gedeelte van het projectgebied gravitair afwateren.

Het RWA-scenario B is duidelijk het goedkoopste scenario: er dient geen nieuwe riool/gracht aangelegd en er zijn geen grondinnames nodig. Dit scenario kan tevens gerealiseerd worden in afwachting van de realisatie van een gescheiden stelsel in de Zonnebeekseweg. Het RWA-scenario D is enkel aanbevolen voor het meest westelijke gedeelte van 'De Vloei'.

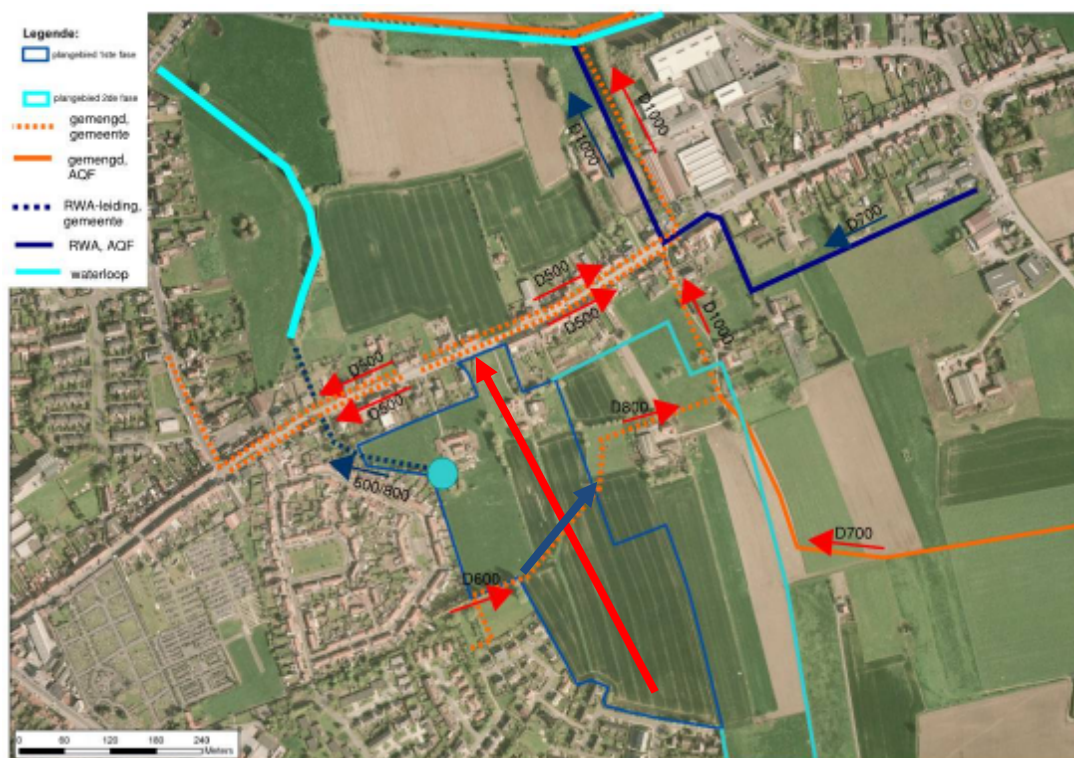
8.4

Besluit

Na overleg met de betrokken actoren Stad Ieper, VMM en Aquafin (het afwegingschema van de verschillende scenario's in gevoegd is bijlage) is besloten dat het opportuun is om de gemengde afvoer afkomstig van de Hovelandwijk te beperken tot een 6DWA-doorvoerdebiet en om dit gezamenlijk met de 2DWA-afvoer van 'De Vloei' aan te sluiten op de gemengde riool in de Zonnebeekseweg in afwachting van de realisatie van een gescheiden stelsel (DWA-scenario A).

Het overstortwater afkomstig van de Hovelandwijk zal worden aangesloten op de bestaande leiding d800 ten oosten van het projectgebied. Hiertoe dient een nieuwe leiding of een helofytenveld te worden voorzien in 'De Vloei'. De vertraagde afvoer van het hemelwater afkomstig van 'De Vloei' zal na het ter plaatse bergen tevens op de leiding d800 worden op aangesloten (RWA-scenario B).

De huidige poel in het westen van het projectgebied is aangesloten op de gemengde riolering in de Zonnebeekseweg. Bij de realisatie van een gescheiden stelsel in de Zonnebeekseweg zal deze inlaat afgekoppeld worden en aangesloten op de Schaartjesbeek (RWA-scenario D).



Figuur 14: DWA- en RWA-afvoer van wijk “De Vloei” en de Hovelandwijk

9

Globaal besluit – visie waterhuishouding ‘De Vloei’

In de ambitienota van de WVI is voorgesteld om water als ontwerpelement te benaderen. Dit betekent dat ondergrondse hemelwatervoorzieningen dienen beperkt te worden. Toegepast op de wijk:

- Het overtollige dakwater van de woningen wordt via de overloop van de hemelwaterput aangesloten op een zone in de binnenzijde van de bouwblok. Deze publieke zone wordt ingericht als een ondiepe brede gracht met zwak hellende taluds zodat vingervormige depressies ontstaan. De diepte van de glooiing wordt beperkt tot max 0.50 m. Gezien de hoge grondwaterstanden wordt slechts 0.25 m als nuttige bufferdiepte gerekend. De zones hebben een langshelling naar het noorden en worden aangesloten op de dwarse watercompartimenten gelegen in het openbare domein.
- Het hemelwater afkomstig van de wegenis wordt via goten afgevoerd naar de dwarse watercompartimenten gelegen in het openbare domein. In het geval waterdoorlatende verharding met bufferende onderbouw wordt voorzien, wordt de drain aangesloten op een dwars watercompartiment. In geval geen waterdoorlatende bestrating wordt aangelegd dient het hemelwater afkomstig van de wijkonsluitingsweg eerst een bodempassage te passeren vooraleer te lozen op een dwars watercompartiment (zie paragraaf 3.1.1).
- De dwarse watercompartimenten gelegen in het openbare domein doen dienst als collectieve berging en voeren het hemelwater vertraagd af via een oostelijke langsgracht in de wijk die aangesloten wordt op de bestaande riool d800.
- Om het meest westelijke gedeelte van de wijk gravitair op bovengrondse wijze te laten afwateren dient een verbindingsgracht te worden voorzien met de buis 60/80 ten westen van het projectgebied.

Zie inrichtingsschets in bijlage.

10

Referenties

- Adriaensen T., "Biologische waterzuivering met drijvende plantsystemen", thesis KHK, 2005-2006.
- Beeldens A., Vijverman L., "Waterdoorlatende bestratingen: hoe te dimensioneren", bijdrage ingediend voor congres.
- Besluit van de Vlaamse regering houdende vaststelling van een gewestelijke stedenbouwkundige verordening inzake hemelwaterputten, infiltratie-voorzieningen, buffervoorzieningen en gescheiden lozing van afvalwater en hemelwater van 1/10/2004.
- BIM (Brussels Instituut voor Milieubeheer), 2008, "Praktische handleiding voor de duurzame bouw en renovatie van kleine gebouwen- praktische aanbeveling WAT04".
- Boogaard F., Lemmen G., 2007, "STOWA. Regenwaterdatabase. De feiten over de kwaliteit van afstromend regenwater", STOWA 2007-21.
- CCI-HYDR. Climate change impact on hydrological extremes along rivers and urban drainage systems. <http://www.kuleuven.be/hydr/CCI-HYDR.htm> Federal Science Policy (Belspo) project 2006-2009.
- De Ryst F., Beeldens A., "Voor- en nadelen van waterdoorlatende bestratingen in een verkaveling – een concrete toepassing", OCW.
- Langeveld J.G., Liefing H.J., Velthorst H., 2008, "Storm water sewers: pollution levels and removal rates of three full scale storm water treatment facilities in Arnhem", 11th Int. Conf. on Urban Drainage.
- Ntegeka V., Willems P., 2009. "CCI-HYDR Perturbation Tool: a climate change tool for generating perturbed time series for the Belgian climate" (handleiding versie januari 2009, K.U. Leuven – Afdeling Hydraulica en KMI, janurari 2009)
- Mentens et al., 2002, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap Afdeling Bos & Groen, Extensieve groendaken.
- OCW publicatie, "Handleiding voor betonstraatstenen".
- OCW mededelingen, "dossier 5: waterdoorlatende verhardingen met betonstraatstenen", bijlage bij OCW mededelingen 77, dec. 2008.
- Perez S., Beeldens A., "Sanerende effecten van waterdoorlatende bestratingen op verontreiniging met voertuigolie", OCW mededelingen 77.
- Rombout J., Boogaard F., Kluck J., Wentink R., 2007, "Zuiverende voorzieningen regenwater", STOWA 2007-20.
- Schiettecatte W. & Cattoor T., 2004. Hergebruik van hemelwater – Technische toelichting. VITO – Centexbel, Mol – Zwijnaarde.
- Vaes et al, 2004. Toelichting bij de Code van goede praktijk voor het ontwerp van rioleringsssystemen. Vaes G. et al., KUL, Dept. Burg. Bouwkunde, Laboratorium voor Hydraulica. Studie in opdracht van Aminal Afd. Water. April 2004.
- Van Rens C., 2006, "Zuiveren van afstromend hemelwater?! Beslismodel ter ondersteuning van keuze voor bronmaatregelen en 'end of pipe'-voorzieningen" (Universiteit van Twente)
- VLARIO vzw, 2005. Katern Afkoppelen, bufferen en infiltreren. VLARIO vzw, Hoboken.
- VMM, 2004. Waterwegwijzer voor architecten. VMM, Erembodegem.
- VMM, Krachtlijnen voor een geïntegreerd rioleringsbeleid in Vlaanderen : Code van goede praktijk voor de aanleg van openbare riolen en individuele voorbehandelingsinstallaties, 1996

VMM (2000), "Waterwegwijzer voor architecten", Vlaamse Milieumaatschappij, Erembodegem.

VMM (2009), "Kwantificering van de wateremissies van PAK in Vlaanderen".

Willems P., O. Boukhris, J. Berlamont, K. Van Eerdenbrugh, P. Viaene, J. Blanckaert, 2007b. "Impact van klimaatverandering op Vlaamse rivieren" (Het Ingenieursblad, 29, januari 2007, 28-33 + uitgebreid artikel in pdf formaat op www.hetingenieursblad.be, 8 p)

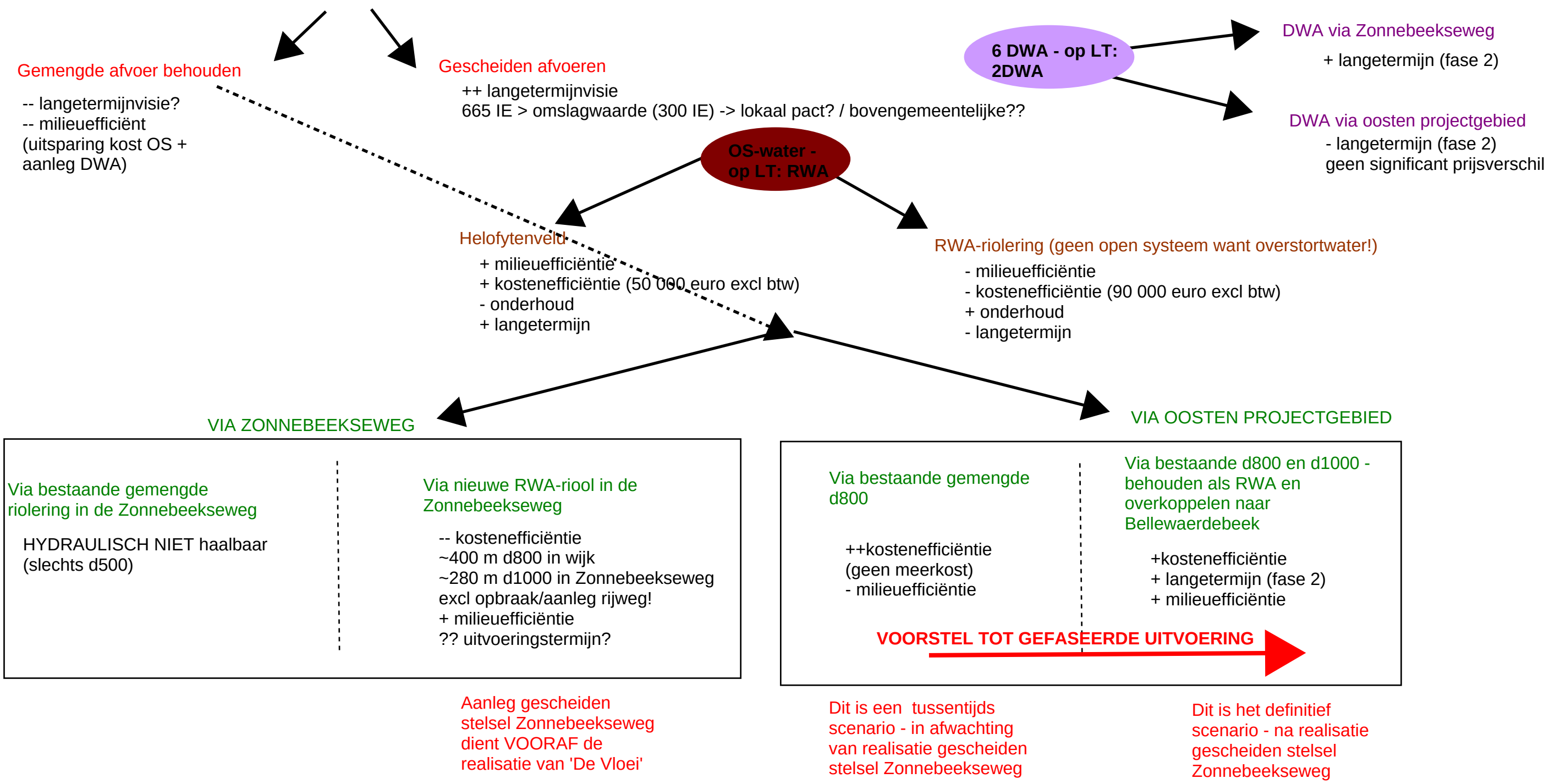
Willems P., 2009. "Actualisatie en extrapolatie van hydrologische parameters in de nieuwe Code van goede Praktijk voor het Ontwerp van Rioleringsystemen" (Eindrapport bij de studie voor de Vlaamse Milieumaatschappij – Afdeling Operationeel Waterbeheer).

Willems P., Verwaest T., Vanneuville W., J. Berlamont, J. Monbaliu, 2008. "Invloed van klimaatverandering in Vlaanderen" (Het Ingenieursblad, 11-12, december 2008, 28-33)

BIJLAGES

BIJLAGE 1 – Afwegingsschema mbt afvoer overstortwater Hovelandwijk

AFWEGINGSSCHEMA: AFVOER HOVELANDWIJK (665 IE / 6.6 ha verharding)



BIJLAGE 2 – Inrichtingsvoorstel wijk ‘De Vloei’

Kantoren ARCADIS Belgium		
		www.arcadisbelgium.be
Deurne-Antwerpen Clara Snellingsstraat 27 B-2100 Deurne-Antwerpen T +32 3 360 83 00 F +32 3 360 83 01	Berchem-Antwerpen Roderveldlaan 3 B-2600 Berchem T +32 3 328 62 86 F +32 3 328 62 87	Kortrijk Sint-Jorisstraat 21 B-8500 Kortrijk T +32 56 24 99 20 F +32 56 24 99 21
Gent Kortrijksesteenweg 302 B-9000 Gent T +32 9 242 44 44 F +32 9 242 44 45	Bastogne Rue Thier De Luzéry 6 B-6600 Bastogne T +32 61 21 38 85 F +32 61 21 52 28	Leuven Fonteinstraat 1/a B-3000 Leuven T +32 16 63 95 00 F +32 16 63 95 01
Hasselt Eurostraat 1 bus 1 B-3500 Hasselt T +32 11 28 88 00 F +32 11 28 88 01	Diest Vroentestraat 2 B-3290 Diest (Schaffen) T +32 13 35 55 70 F +32 13 55 69 48	Luik Rue des Guillemins 26, 2de verd. 4000 Luik T +32 4 349 56 00
Haaltert Bruulstraat 35 9450 Haaltert T. +32 53 83 04 80 F.+32 53 83 59 54	Charleroi 119, Avenue de Philippeville 6001 CHARLEROI T.. +32 71 298 900 F. +32 71 298 901	Oostende Archimedesstraat 7 B-8400 Oostende T +32 59 27 38 00 F +32 59 27 39 00

