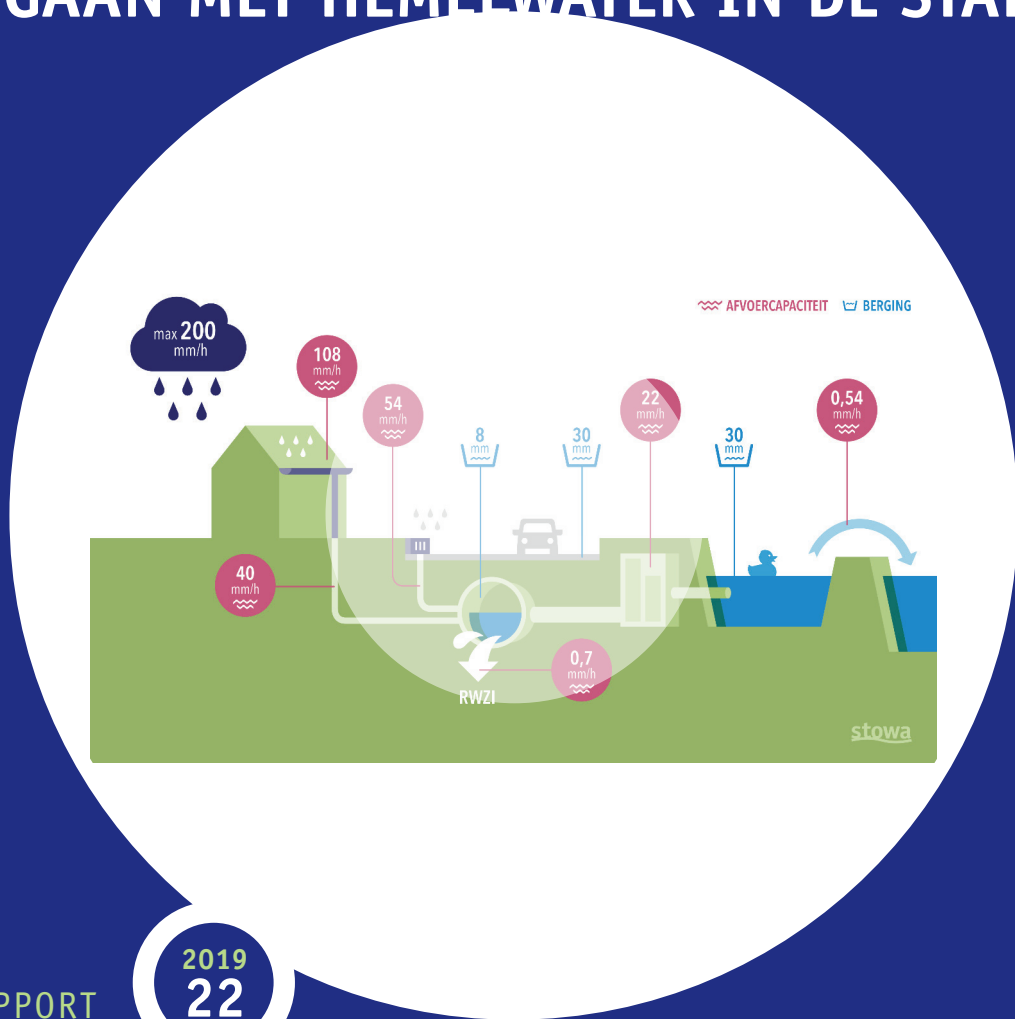


# AFKOPPELEN

KANSEN EN RISICO'S VAN ANDERS  
OMGAAN MET HEMELWATER IN DE STAD



RAPPORT

2019  
22

AFKOPPELEN

KANSEN EN RISICO'S VAN ANDERS OMGAAN  
MET HE MELWATER IN DE STAD

2019

22

RAPPORT

ISBN 978.90.5773.869.2



[stowa@stowa.nl](mailto:stowa@stowa.nl) [www.stowa.nl](http://www.stowa.nl)

TEL 033 460 32 00

Stationsplein 89 3818 LE Amersfoort

POSTBUS 2180 3800 CD AMERSFOORT

Publicaties van de STOWA kunt u bestellen op [www.stowa.nl](http://www.stowa.nl)

# COLOFON

UITGAVE Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer  
Postbus 2180  
3800 CD Amersfoort

AUTEUR Dr.ir. J.G. Langeveld

COLLEGIALE TOETS  
Dr.ir. R.P.S. Schilperoort

BEGELEIDINGS COMMISSIE  
Aad Oomens (Waterschap de Dommel)  
Robin Bos (Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier)  
Elbert Majoor (Waterschap Drents Overijsselse Delta)  
Bert Palsma (STOWA)

DRUK Kruyt Grafisch Adviesbureau  
STOWA STOWA 2019-22  
ISBN 978.90.5773.869.2

Copyright Teksten en figuren uit dit rapport mogen alleen worden overgenomen met bronvermelding.

Disclaimer Deze uitgave is met de grootst mogelijke zorg samengesteld. Niettemin aanvaarden de auteurs en de uitgever geen enkele aansprakelijkheid voor mogelijke onjuistheden of eventuele gevolgen door toepassing van de inhoud van dit rapport.

# TEN GELEIDE

## **KOSTEN, BATEN EN EFFECTEN VAN AFKOPPELEN OP EEN RIJ.**

Afkoppelen van het regenwater van de gemengde riolering kan bijdragen aan een beter functionerend stedelijk watersysteem. De kosten en baten en de effecten op waterkwaliteit en waterkwantiteit moeten echter goed worden geanalyseerd en gewogen. Afkoppelen kent vele varianten zoals infiltratie, afvoer via hemelwaterriool naar het oppervlaktewater, opvang en gebruik. De voordelen en nadelen zijn afhankelijk van de specifieke situatie en de gekozen variant. In dit rapport en de bijbehorende 'powerpoint-presentatie' zijn de effecten van afkoppelen met hun respectievelijke voor- en nadelen op een rij gezet.

Voor een effectief gesprek over afkoppelen zijn kennis en inzicht op twee vlakken essentieel:

1. Kennis van en inzicht in de lokale werking van de stedelijke waterhuishouding, inclusief de verwerking van hemelwater, in relatie tot de wijk of straat waar afkoppelen wordt overwogen.
2. Kennis van en inzicht in de mogelijke positieve en negatieve consequenties van afkoppelvarianten.

Met deze kennis kunnen gemeenten en waterschappen komen tot een maatwerkoplossing die recht doet aan de lokale situatie en aan huidige en toekomstige ambities.

Het verkleinen van de kans op wateroverlast is hierbij niet het enige argument.

De STOWA heeft er voor gekozen de resultaten te presenteren in de vorm van een soort 'kaartenbak afkoppelen' met bijbehorende presentatie. De kaartenbak bevat duidelijke afbeeldingen met korte toelichting, waaruit de gebruiker de relevante thema's en aspecten kan selecteren. Deze 'kaartenbak' is op de STOWA-site voor iedereen te downloaden. Het voorliggende rapport is het achtergronddocument en geeft waar nodig een nadere onderbouwing van het materiaal uit de presentatie.

Ik hoop dat dit rapport en de bijbehorende 'kaartenbak' de gesprekken over afkoppelen van hemelwater zullen faciliteren en bijdragen aan goede en gedragen oplossingen.

Joost Buntsma  
Directeur STOWA

# MANAGEMENT SAMENVATTING

Afkoppelen is sinds de 4e Nota Waterhuishouding (NW4, 1998) een vast onderwerp in het waterbeleid. De ambitie in NW4 was 20% afkoppelen, een ambitie die in diverse beleidsstukken over de toekomst van de afvalwaterketen inmiddels is opgerekt naar volledig afkoppelen. Veel waterschappen stimuleren afkoppelen met afkoppelsubsidies. De generieke subsidie per m<sup>2</sup> af te koppelen oppervlak ligt daarbij doorgaans tussen de 2-4 €/m<sup>2</sup>. Dit bedrag komt weliswaar overeen met de te verwachten besparing bij de afvalwaterzuivering, maar ligt ruim onder de gemiddelde kostprijs van 40 €/m<sup>2</sup> afgekoppeld oppervlak. Alleen omwille van besparingen in de afvalwaterketen is generiek afkoppelen daarmee een onvoldoende drijfveer om de omgang met hemelwater te heroverwegen.

Dat betekent niet dat afkoppelen niet zinvol of onnodig is. Voor de thema's wateroverlast, wateronderlast en oppervlaktewaterkwaliteit in brede zin, dus inclusief volksgezondheid, is er werk aan de winkel en kan afkoppelen een goede maatregel zijn.

De kans op wateroverlast is de afgelopen decennia toegenomen door een toenemende verhardingsgraad (verdichting) en uitbreiding van stedelijk gebied. Dit gekoppeld met meer intense buien leidt nu al tot veel meer waarnemingen van wateroverlast. Het aantal waarnemingen wordt ook nog eens versterkt doordat dankzij de smartphone en social media vrijwel geen geval van wateroverlast meer over het hoofd wordt gezien.

Hittestress en watertekorten hangen nauw samen en vragen om een andere kijk op de omgang met water in de stad en wellicht zelfs om een andere inrichting van de (openbare) ruimte.

De oppervlaktewaterkwaliteit in steden is weliswaar flink verbeterd, vaak zelfs zo ver dat mensen er spontaan gaan zwemmen. Desondanks laat de (ecologische, chemische en hygiënische) waterkwaliteit op veel plaatsen nog altijd te wensen over, hetgeen voor een deel het gevolg is van de lozingen vanuit gescheiden of gemengde rioolstelsels.

Wel is het noodzakelijk om het 'traditionele' afkoppelen kritisch te beschouwen. Een gemengd riool simpelweg vervangen door een gescheiden riool of een andere type voorziening met dezelfde hydraulische capaciteit verkleint de kans op wateroverlast niet. De kans op wateroverlast kan zelfs toenemen doordat de beschikbare berging afneemt.

In plaats daarvan is het tijd dat gemeenten en waterschappen samen bepalen welke wijze van omgaan met hemelwater de beoogde kwaliteit van de stedelijke leefomgeving het best ondersteunt. Daarbij moet de aandacht uitgaan naar het verzorgen van het hele spectrum van weersomstandigheden, variërend van (langdurige) droogte en extreme neerslag en moet ook de relatie met de omgang met grondwater worden meegenomen.

Dit rapport en het bijbehorende presentatiemateriaal biedt gemeenten en waterschappen een breed overzicht van de effecten van de wijze waarop wordt omgegaan met hemelwater. De presentatie biedt het noodzakelijke achtergrondmateriaal dat gemeenten en waterschappen kunnen gebruiken bij het maken van de keuze voor de (toekomstige) wijze van omgaan met hemelwater.

Wij hopen en verwachten dat dit rapport en het presentatiemateriaal bij zal dragen aan een verdere verbetering van de samenwerking tussen waterschappen en gemeenten enerzijds en een effectievere afstemming van maatregelen ter verbetering van waterkwaliteit en wateroverlast en verdroging.

# DE STOWA IN HET KORT

STOWA is het kenniscentrum van de regionale waterbeheerders (veelal de waterschappen) in Nederland. STOWA ontwikkelt, vergaart, verspreidt en implementeert toegepaste kennis die de waterbeheerders nodig hebben om de opgaven waar zij in hun werk voor staan, goed uit te voeren. Deze kennis kan liggen op toegepast technisch, natuurwetenschappelijk, bestuurlijk-juridisch of sociaalwetenschappelijk gebied.

STOWA werkt in hoge mate vraaggestuurd. We inventariseren nauwgezet welke kennisvragen waterschappen hebben en zetten die vragen uit bij de juiste kennisleveranciers. Het initiatief daarvoor ligt veelal bij de kennisvragende waterbeheerders, maar soms ook bij kennisinstellingen en het bedrijfsleven. Dit tweerichtingsverkeer stimuleert vernieuwing en innovatie.

Vraaggestuurd werken betekent ook dat we zelf voortdurend op zoek zijn naar de 'kennisvragen van morgen' – de vragen die we graag op de agenda zetten nog voordat iemand ze gesteld heeft – om optimaal voorbereid te zijn op de toekomst.

STOWA ontzorgt de waterbeheerders. Wij nemen de aanbesteding en begeleiding van de gezamenlijke kennisprojecten op ons. Wij zorgen ervoor dat waterbeheerders verbonden blijven met deze projecten en er ook 'eigenaar' van zijn. Dit om te waarborgen dat de juiste kennisvragen worden beantwoord. De projecten worden begeleid door commissies waar regionale waterbeheerders zelf deel van uitmaken. De grote onderzoeklijnen worden per werkveld uitgezet en verantwoord door speciale programmacommissies. Ook hierin hebben de regionale waterbeheerders zitting.

STOWA verbindt niet alleen kennisvragers en kennisleveranciers, maar ook de regionale waterbeheerders onderling. Door de samenwerking van de waterbeheerders binnen STOWA zijn zij samen verantwoordelijk voor de programmering, zetten zij gezamenlijk de koers uit, worden meerdere waterschappen bij één en het zelfde onderzoek betrokken en komen de resultaten sneller ten goede aan alle waterschappen.

De grondbeginselen van STOWA zijn verwoord in onze missie:

*Het samen met regionale waterbeheerders definiëren van hun kennisbehoeften op het gebied van het waterbeheer en het voor én met deze beheerders (laten) ontwikkelen, bijeenbrengen, beschikbaar maken, delen, verankeren en implementeren van de benodigde kennis.*

# AFKOPPELEN KANSEN EN RISICO'S VAN ANDERS OMGAAN MET HEMELWATER IN DE STAD

## INHOUD

	TEN GELEIDE	
	MANAGEMENT SAMENVATTING	
	DE STOWA IN HET KORT	
<b>1</b>	<b>INLEIDING</b>	<b>1</b>
	1.1 Aanleiding	1
	1.2 Leeswijzer	2
<b>2</b>	<b>OMGANG MET HEMELWATER</b>	<b>3</b>
	2.1 Keuzemogelijkheden omgang hemelwater op perceelsniveau	4
	2.2 Keuzemogelijkheden omgang hemelwater in stedelijke omgeving / openbare ruimte	4
	2.3 Lozingsroutes hemelwater op stedelijk watersysteem	5
	2.4 Hemelwater en de afvalwaterketen	6
	2.5 Creëren overzicht van lokale situatie	7
	2.6 Effecten afkoppelen	8

<b>3</b>	THEMA I. OPPERVLAKTEWATERKWALITEIT	<b>9</b>
<b>4</b>	THEMA II. REGENWATEROVERLAST	<b>14</b>
<b>5</b>	THEMA III. KLIMAATVERANDERING	<b>18</b>
<b>6</b>	THEMA IV. KWALITEIT OPENBARE RUIMTE	<b>22</b>
<b>7</b>	THEMA V. EFFECTEN OP HET FUNCTIONEREN VAN DE AFVALWATERZUIVERING	<b>26</b>
<b>8</b>	THEMA VI. AFKOPPELEN: VALKUILEN EN ONBEDOELDE NEVENEFFECTEN	<b>28</b>
<b>9</b>	THEMA VII. KOSTEN EN BATEN	<b>30</b>
<b>9.1</b>	Kosten	<b>30</b>
<b>9.2</b>	Baten: Afkoppelen en investeringen in transportsysteem en afvalwaterzuivering	<b>31</b>
<b>9.3</b>	Baten: Afkoppelen en investeringen wateroverlast	<b>32</b>
<b>9.4</b>	Baten: Afkoppelen en investeringen wateronderlast	<b>33</b>
<b>10</b>	OVERZICHT EFFECTEN AFKOPPELEN	<b>34</b>
<b>11</b>	BRONNEN	<b>36</b>



# 1

## INLEIDING

### 1.1 AANLEIDING

Afkoppelen is een maatregel waarbij het hemelwater dat afstroomt van verhard oppervlak niet langer via een gemengd rioolstelsel wordt verwerkt. De wijze waarop dit gebeurt, via een hemelwaterriool naar het oppervlaktewater, via een infiltratievoorziening naar de bodem of via opvang en gebruik van dit hemelwater bepaalt het uiteindelijk met afkoppelen te bereiken effect.

'Traditioneel' afkoppelen is afkoppelen waarbij het hemelwater via een hemelwaterriool of infiltratievoorziening wordt verwerkt en waarbij de wijze van dimensioneren, ofwel de herhalingsijd voor de toetsing van het hydraulisch functioneren, gelijk is aan die voor een gemengd rioolstelsel. Het gemengd rioolstelsel wordt in traditioneel afkoppelen dus vervangen door een systeem dat dezelfde veiligheid tegen water op straat oplevert.

Afkoppelen wordt al decennialang aangeprezen als hét wondermiddel tegen alle kwalen van de afvalwaterketen. Voor de gemengde riolering en afvalwaterzuivering is afkoppelen een veelgehoord antwoord op alle voorkomende problemen. Daarmee is het verworden tot een soort Haarlemmerolie van de sector. Regelmatig wordt afkoppelen niet meer gezien als middel, maar als doel op zich waarbij veelal de baten en de lasten onevenredig verdeeld liggen. In deze context is het niet vreemd dat in de discussie over afkoppelen de emoties het vaak winnen van de ratio en sprake is van sterke voor- en tegenstanders. Dat is jammer, omdat afkoppelen wel degelijk kan bijdragen aan een beter functionerend stedelijk watersysteem, waarbij stedelijk watersysteem in deze definitie zowel de afvalwaterketen als het grond- en oppervlaktewatersysteem omvat.

Om het gesprek over afkoppelen tussen beleidsmedewerkers en bestuurders binnen gemeenten en waterschappen en tussen gemeenten en waterschappen te faciliteren, was behoefte aan een overzicht van de argumenten die een rol kunnen spelen bij dit gesprek. Daarbij is het gesprek over afkoppelen niet in enge zin opgevat, maar in brede zin als het gesprek over de vraag wat je in het stedelijk gebied wilt met het hemelwater. Met inzicht in relevante argumenten kunnen gemeenten en waterschappen komen tot een maatwerkoplossing die recht doet aan de lokale situatie en aan huidige en toekomstige ambities.

Voor een effectief gesprek over afkoppelen zijn kennis en inzicht op twee vlakken essentieel:

1. Kennis van en inzicht in de werking van de stedelijke waterhuishouding gegeven de huidige omgang met hemelwater in de wijk of straat waar afkoppelen wordt overwogen.
2. Kennis van en inzicht in de mogelijke positieve en negatieve consequenties van afkoppelen

In overleg met de BC is naar voren gekomen dat een rapport niet per se het beste hulpmiddel is bij het gesprek over afkoppelen. In plaats daarvan bestaat behoefte aan een soort 'kaartenbak afkoppelen', een kaartenbak met duidelijke afbeeldingen met korte toelichting, waaruit de gebruiker de relevante thema's en aspecten kan selecteren.

De 'kaartenbak' heeft uiteindelijk de vorm gekregen van een serie figuren/illustraties/praatplaatjes opgenomen in een powerpoint. In het vakje 'notities' is tekst opgenomen die gebruikt kan worden om het materiaal te presenteren en te bespreken. Het voorliggende achtergronddocument geeft waar nodig een nadere onderbouwing van het materiaal uit de presentatie.

## **1.2 LEESWIJZER**

Het eerste deel van dit rapport (hoofdstuk 2) biedt een overzicht van de keuzemogelijkheden van de omgang met hemelwater in de afvalwaterketen, het watersysteem, de woning en de stedelijke omgeving en duidt de raakvlakken tussen deze deelsystemen. Het tweede deel van dit rapport (hoofdstukken 3 tot 9) gaat over de positieve en negatieve effecten van afkoppelen aan de hand van zeven thema's.

# 2

## OMGANG MET HEMELWATER

De weersverwachting vormt een vast onderdeel van de journaaluitzendingen en de verwachting van de neerslag is daarbij een belangrijke component. De neerslagverwachting en de radarbeelden van het weer laten dagelijks zien dat de neerslag een grote variatie kent in tijd (meestal droog, soms zeer intensief, maar meestal vrij lage intensiteiten) en in ruimte. Vooral de zomerse piekbuien hebben een sterk lokaal karakter en kunnen tot zeer lokale wateroverlast leiden. De meeste neerslag per jaar valt echter tijdens buien met vrij beperkte neerslagintensiteiten.

De infrastructuur voor de verwerking van neerslag (en afvalwater) heeft in de afgelopen 150 jaar zijn huidige vorm gekregen. Tijdens de ontwikkeling van de infrastructuur is het ideaalbeeld regelmatig gewijzigd. De omgang met hemelwater is onderhevig geweest aan variatie in wenkend perspectief: soms werd het beschouwd als 'vies' en moest het gezuiverd worden, en soms werd het beschouwd als 'schoon genoeg' om direct lokaal te mogen lozen. Dit heeft een zeer diverse infrastructuur opgeleverd met in elke Nederlandse gemeente een breed scala aan typen rioolssystemen en bijbehorende voorzieningen: gemengde stelsels, verbeterd gemengde stelsels, gescheiden stelsels, verbeterd gescheiden stelsels, IT-riolen, wadi's, bergbezinkbassins, groene buffers, waterpleinen, groene daken, et cetera, et cetera. De diversiteit in typen rioolssystemen valt daarbij in het niet bij de diversiteit in uitvoeringsvormen. In de loop der tijd zijn veel hybride systemen ontstaan, bijvoorbeeld een systeem waarbij het afstromende hemelwater van de straat en voorzijde van de woningen is afgekoppeld van de gemengde riolering en is aangesloten op een regenwaterriool of infiltratievoorziening, terwijl het hemelwater van de achterzijde van de woningen nog steeds is aangesloten op het gemengde rioolstelsel.

Op veel locaties lijkt de manier waarop met hemelwater wordt omgegaan prima te voldoen, terwijl op andere locaties wel sprake is (geweest) van overlast of andere negatieve aspecten, die aanleiding geven om anders met hemelwater om te willen gaan. Dit verschil tussen locaties kan deels liggen aan de variatie in de neerslag, waarbij je net pech kunt hebben dat die hele grote bui in jouw gebied valt. Maar het kan ook liggen aan de keuzes die zijn gemaakt voor de omgang met hemelwater op de route tussen waar de regendruppels vallen en waar deze uiteindelijk buiten de stad terecht komen. Uiteraard heeft ook de wijze van beheer en de toestand van de infrastructuur een duidelijke invloed. Denk bijvoorbeeld aan kolkreiniging: met een te lage reinigingsfrequentie kan de overlast fors toenemen.

De wijze waarop in een gebied wordt omgegaan met hemelwater kan inzichtelijk worden gemaakt door de waterstromen op vier kenmerkende schaalniveaus in beeld te brengen. Deze schaalniveaus zijn:

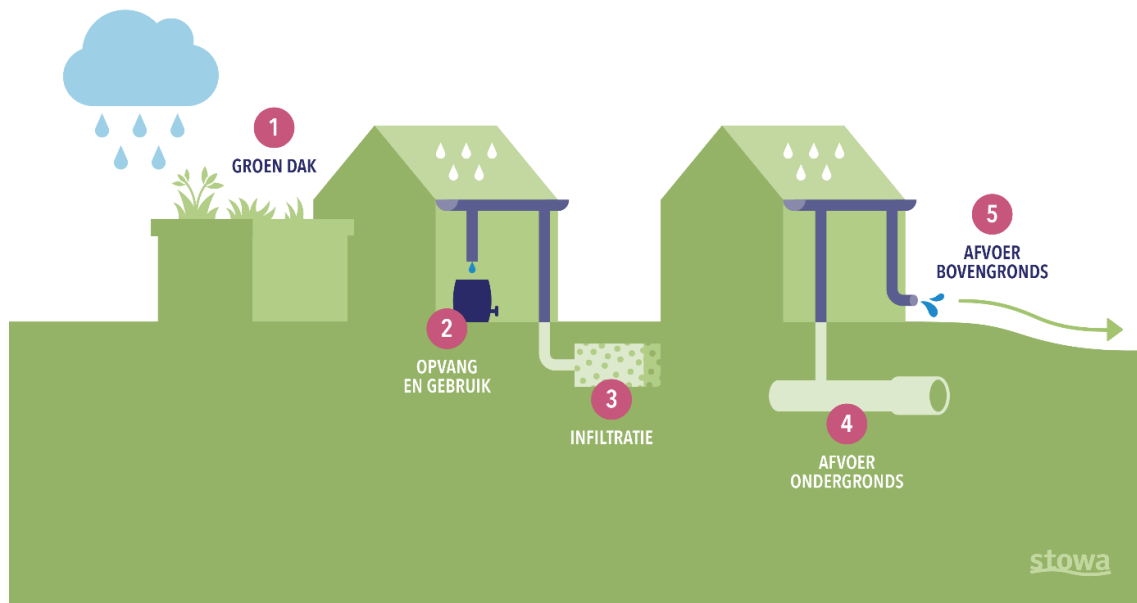
- hemelwaterstromen op perceelsniveau;
- hemelwaterstromen op straatniveau/openbare ruimte;
- hemelwaterstromen in watersysteem;
- hemelwaterstromen in afvalwaterketen.

## 2.1 KEUZEMOGELIJKHEDEN ONGANG HEMELWATER OP PERCEELSNIIVEAU

De wijze waarop bij de woning wordt omgegaan met hemelwater heeft een grote invloed op de verdere verwerking van het hemelwater in de openbare ruimte, het watersysteem en de afvalwaterketen. Grosso modo bestaan op perceelsniveau de volgende vijf manieren om met hemelwater om te gaan (zie figuur 2.1):

1. Groen dak, waarbij de uitvoeringsvorm bepaalt in hoeverre het dak nu echt beschouwd kan worden als afgekoppeld;
2. Opvang en gebruik hemelwater;
3. Infiltratie in de bodem, zowel met voorziening (hemelwater van dak en/of verhard oppervlak naar infiltratievoorziening) als zonder voorziening (onverhard oppervlak), waarbij de voorziening geheel ondergronds kan liggen of aan het maaiveld;
4. Ondergrondse afvoer via huisaansluiting naar openbare riolering. Dit kan zowel een gescheiden als gemengde huisaansluiting zijn.
5. Bovengrondse afvoer naar openbaar terrein. Dit biedt gemeenten ruime mogelijkheden om het hemelwater te verwerken zonder risico op foutaansluitingen, maar stelt wel hoge eisen aan de detaillering van de afvoer over maaiveld.

FIGUUR 2.1 VERWERKINGSMOGELIJKHEDEN HEMELWATER OP PERCEELSNIIVEAU

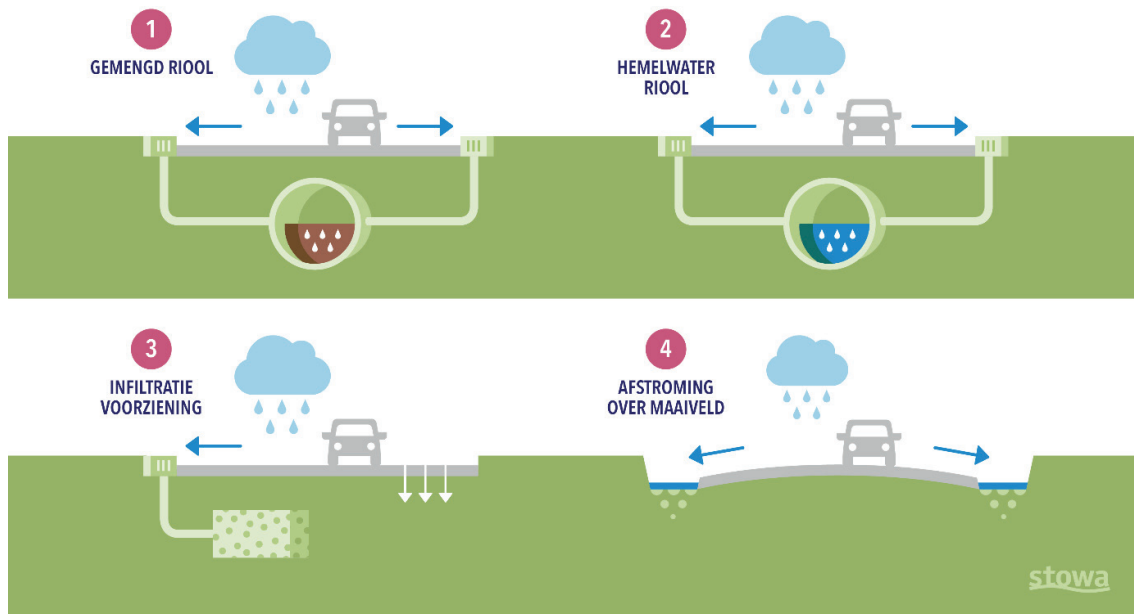


## 2.2 KEUZEMOGELIJKHEDEN ONGANG HEMELWATER IN STEDELIJKE OMGEVING / OPENBARE RUIMTE

De openbare ruimte dient zowel het hemelwater te verwerken dat direct valt op deze openbare ruimte als het hemelwater dat bovengronds afstroomt van omliggende percelen. Dit geldt zowel onder normale als onder extreme omstandigheden. Daarnaast kan door overbelasting van de riolering water op straat optreden. In de openbare ruimte zijn de volgende manieren beschikbaar om het hemelwater te verwerken (zie figuur 2.2):

1. Ondergrondse afvoer via gemengde riolering of verbeterd gescheiden riolering naar de rwzi
2. Ondergrondse afvoer via gescheiden riolering of overstorten uit gemengde en verbeterd gescheiden riolering naar het oppervlaktewater
3. Infiltratie in de bodem, via natuurlijke weg van onverhard gebied of via aangelegde infiltratievoorzieningen
4. Bovengrondse afvoer naar het oppervlaktewater of andere (bergings)voorziening

FIGUUR 2.2 VERWERKINGSMOGELIJKHEDEN HEMELWATER IN STEDELIJKE OMGEVING/OP STRAATNIVEAU



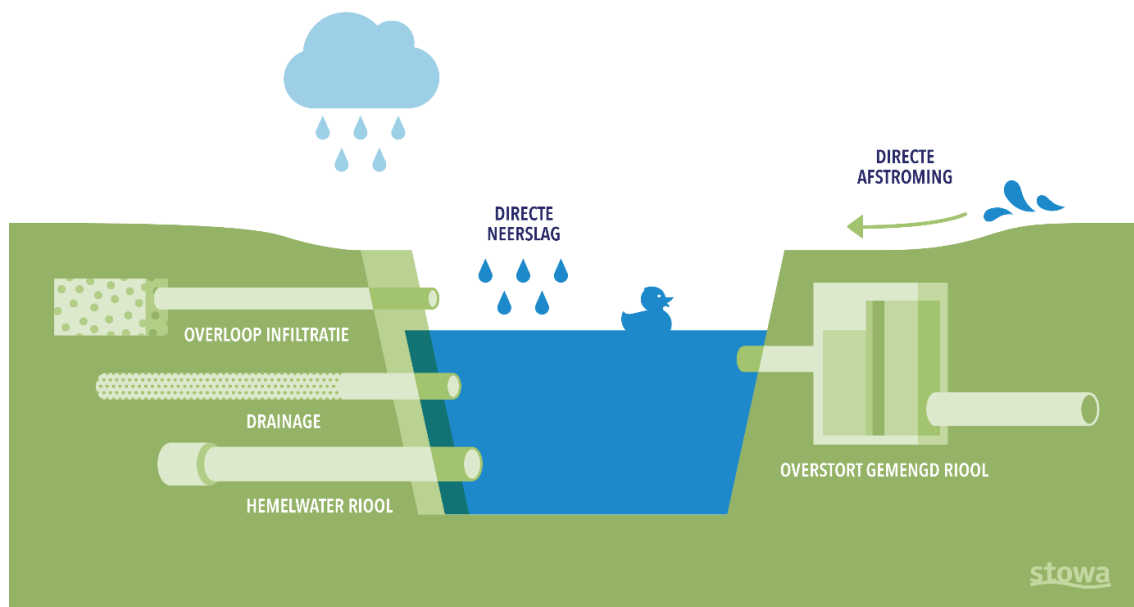
De openbare ruimte speelt een zeer grote rol bij het opvangen van piekbelastingen bij hevige neerslag. In de huidige discussie over klimaatadaptatie staat het versterken van deze rol centraal.

### 2.3 LOZINGSROUTES HEMELWATER OP STEDELIJK WATERSYSTEEM

Hemelwater komt via 6 verschillende routes terecht in het stedelijk oppervlaktewatersysteem (zie figuur 2.3). Er is sprake van (1) directe neerslag op het watersysteem, (2) directe afstroming van maaiveld, (3) directe lozing vanuit de hemelwaterriolering, (4) directe lozing vanuit de riooloverstorten (van gemengd en verbeterd gescheiden), (5) directe lozing vanuit de slokops van wadi's, en (6) indirecte lozing van hemelwater dat eerst is geïnfiltreerd in de bodem en vervolgens als drainagewater op het stedelijk oppervlaktewater terecht komt.

Daarnaast komt een aanzienlijk deel, zie volgende paragraaf, van het hemelwater via infiltratie in het grondwatersysteem terecht.

FIGUUR 2.3 AFVOER HEMELWATER VIA STEDELIJK WATERSYSTEEM



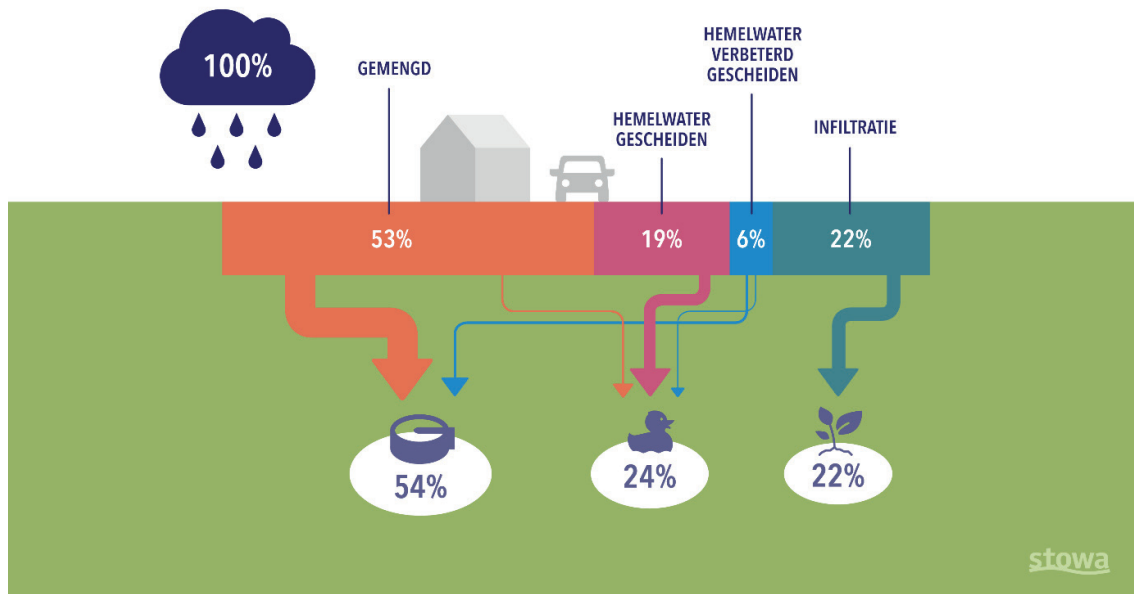
## 2.4 HEMELWATER EN DE AFVALWATERKETEN

Figuur 2.4 toont waar het regenwater dat valt op verhard oppervlak uiteindelijk naar toe gaat: 54% naar de rwzi, 24% naar het oppervlaktewater en 22% naar de bodem. De 22% die naar de bodem gaat komt voornamelijk voor rekening van infiltratie via open verharding en is dus niet afhankelijk van het type rioolstelsel. Het aandeel van de neerslag dat naar de rwzi wordt afgevoerd verschilt per type rioolstelsel, zie ook figuur 3.2. Op jaarbasis wordt 90-95% van het hemelwater dat wordt opgevangen in gemengde rioolstelsels en ongeveer 66% van het hemelwater dat wordt opgevangen in verbeterd gescheiden rioolstelsels via het transportstelsel afgevoerd naar de afvalwaterzuivering. De overige 5-10% van het hemelwater bij gemengde stelsels en 34% bij verbeterd gescheiden rioolstelsels wordt lokaal geloosd op het oppervlaktewater via riooloverstorten. Deze hoeveelheden zijn sterk afhankelijk van het functioneren van de rioolstelsels. Door pompstoringen of verstoppingen kan de theoretische hoeveelheid in de praktijk flink toenemen.

Een klein deel van de neerslag die via foutaansluitingen op de vuilwaterrioolring is aangesloten, komt op de afvalwaterzuivering terecht. Daarmee komt in totaal 54% van de neerslag op verhard oppervlak in Nederland uiteindelijk op de rwzi aan. De verwerking van dit hemelwater op de afvalwaterzuivering vraagt om extra hydraulische capaciteit en heeft een negatief effect op het zuiveringsrendement.

FIGUUR 2.4

WAAR BLIJFT DE NEERSLAG? AANDEEL NETTO NEERSLAG DAT WORDT AFGEVOERD NAAR RWZI, OPPERVLAKTEWATER EN GRONDWATER. DE PERCENTAGES GEVEN VOOR HEEL NEDERLAND AAN WAAR DE NETTO NEERSLAG (DUS NEERSLAG MINUS VERDAMPING) DIE VALT OP VERHARD OPPERVLAK UITEINDELIJK TERECHT KOMT



Naast deze 'reguliere' afvoer wordt een aanzienlijke hoeveelheid hemelwater, nadat het in de bodem is geïnfiltreerd, in de vorm van rioolvreemd water naar de afvalwaterzuivering afgevoerd. Dit is eenvoudig af te leiden uit influent debietmetingen bij het rwzi's, waarbij de afvoer enkele dagen tot een week na-ijlt na een natte periode. In veel gebieden wordt het jaarlijkse neerslagoverschot na infiltratie in de bodem (de 22% uit figuur 2.4) in de vorm van rioolvreemd water alsnog afgevoerd naar de afvalwaterzuivering. De landelijke hoeveelheid rioolvreemd water is zelfs ongeveer gelijk aan de jaarlijkse afvoer van neerslag naar de rwzi. Rioolvreemd water is een symptoom van het niet op orde zijn van het stedelijk watersysteem, waardoor het grondwater of oppervlaktewater een uitweg zoekt (en vindt!) via de riolering. Dit wordt nog versterkt indien de riolering lek is of overstortdrempels te laag liggen ten opzichte van het oppervlaktewater. In sommige gevallen is het mogelijk om de inloop via overstortdrempels tegen te gaan en zo zeer kosteneffectief het rioolvreemd water aan te pakken. In andere gevallen is het noodzakelijk om een integraal maatregelenpakket te treffen, tenminste bestaande uit waterdicht maken riolering en huisaansluitingen en het actief beheren van het grondwater.

## 2.5 CREËREN OVERZICHT VAN LOKALE SITUATIE

Als in een studiegebied de omgang met hemelwater op de vier schaalniveaus in beeld is gebracht, kan worden beoordeeld of het wenselijk is om te kiezen voor een andere omgang met hemelwater door het verharde oppervlak af te koppelen van de riolering.

De beschrijving van de huidige omgang met hemelwater op perceelsniveau en op straatniveau/niveau openbare ruimte is vooral van belang op het moment dat wordt verkend op welke manier afgekoppeld zou kunnen worden. Deze keuze wordt vaak per project gemaakt, hoewel sommige gemeenten vooraf een afkoppelstrategie hebben ontwikkeld. Voor een dergelijke afkoppelstrategie is het nodig om inzicht te hebben in de reikwijdte van het afkoppelen. Deze reikwijdte volgt uit de beschrijving van het ontvangende (grond)watersysteem en de afvalwaterketen. Deze kennen doorgaans een verschillende geografische begrenzing, die tegenwoordig met behulp van GIS-kaarten snel inzichtelijk is te maken.

## 2.6 EFFECTEN AFKOPPELEN

Afkoppelen grijpt in op de waterstromen op de vier schaalniveaus zoals opgenomen in de figuren 2.1 tot en met 2.4, met elk hun eigen dynamiek en kenmerken. De stromen worden bijvoorbeeld ook steeds groter en de samenstelling van het water verandert. Afkoppelen heeft een lokaal effect (op het perceel en in de openbare ruimte), maar ook op het functioneren van de afvalwaterketen en het watersysteem. Uit de diverse rapportages van de afgelopen decennia over afkoppelen komen de volgende beoogde effecten naar voren:

- Minder overstortend volume en minder overstortingen vanuit de gemengde riolering.
- Betere oppervlaktewaterkwaliteit door meer doorspoeling met hemelwater bij afkoppelen naar oppervlaktewater.
- Betere oppervlaktewaterkwaliteit door meer gebiedseigen water en daardoor minder inlaatwater.
- Beperking van het energieverbruik van transportsysteem en afvalwaterzuivering.
- Verbetering van het zuiveringsrendement van de afvalwaterzuivering.
- Minder effluent door minder aanvoer van hemelwater.
- Minder verdroging door lokale aanvulling van het grondwater bij afkoppelen naar infiltratievoorzieningen.
- Lagere investeringen benodigd in de toekomst voor hydraulische capaciteit van transportsysteem en afvalwaterzuivering.
- Bij handhaving huidig gemengd stelsel en bijleggen hemelwaterstelsel of infiltratiesysteem: extra hydraulische capaciteit en daardoor minder kans op wateroverlast.
- Betere aansluiting op de natuurlijke waterkringloop, passend binnen het 'sponge city'-concept.
- Volksgezondheid: beperken van water op straat heeft positief effect.

Daarnaast kan afkoppelen leiden tot de volgende, niet beoogde, neveneffecten:

- Meer kans op foutaansluitingen bij afkoppelen met ondergrondse aansluitingen op hemelwaterriool of infiltratievoorzieningen.
- Meer complexiteit in beheer bij hybride systemen.
- Extra ruimtebeslag in de bodem door extra hemelwaterriool of infiltratievoorziening.
- Extra ruimtebeslag in bovengrond bij aanleg bovengrondse voorzieningen als wadi's.
- Extra berging benodigd in het watersysteem bij aanleg hemelwaterriool.
- Problemen met beheer en onderhoud van het resterend gemengd rioolstelsel door verminderde doorspoeling.
- Be- en ontvluchttingsproblemen in woningen en gebouwen bij hybride systemen.
- Toename vuilbelasting van de bodem bij infiltratie.
- Toename vuilbelasting van het (lokale) oppervlaktewatersysteem bij afvoer via hemelwaterriool.

In dit rapport zijn voorgaande effecten niet individueel beschouwd, maar samengevoegd naar thema:

- I. Oppervlaktewaterkwaliteit
- II. Regenwateroverlast
- III. Klimaatverandering
- IV. Kwaliteit openbare ruimte
- V. Effecten op afvalwaterzuivering
- VI. Valkuilen en neveneffecten
- VII. Kosten en baten



# 3

## THEMA I. OPPERVLAKTEWATERKWALITEIT

Lozingen vanuit de riolering hebben invloed op de oppervlaktewaterkwaliteit. Daarbij is het zinvol om onderscheid te maken naar het type effect: een overstorting van (met hemelwater verdund) afvalwater met daarin ontlasting zorgt voor een belasting met bacteriën die de hygiënische waterkwaliteit enkele dagen beïnvloedt. De lozing van afstromend regenwater met daarin minerale olie afkomstig van verkeer zorgt voor een ophoping van toxische stoffen in het slib van de waterbodem. Dit proces kan jaren duren voordat dit leidt tot een waterkwaliteitsprobleem. Deze voorbeelden geven aan dat de invloed op de oppervlaktewaterkwaliteit van de wijze waarop wordt omgegaan met hemelwater verschilt per stof. Daarnaast speelt ook nog de verhouding tussen de omvang van het oppervlaktewater en de omvang van de lozing een rol, naast de bijdrage van overige bronnen van verontreiniging. De door STOWA ontwikkelde systematiek van de ecologische sleutelfactoren is erop gericht om grip te krijgen op de bepalende factoren voor het bereiken van een goede ecologische oppervlaktewaterkwaliteit.

Hoe dan ook, de verbetering van de oppervlaktewaterkwaliteit is al decennialang één van de drijfveren voor afkoppelen. Afkoppelen beïnvloedt de oppervlaktewaterkwaliteit op meerdere manieren. Het zorgt voor:

- reductie in de emissie van gemengde overstorten en
- toename in de lozing van hemelwater via hemelwateruitlaten.

Belangrijk om te beseffen is dat met afkoppelen de hoeveelheid te verwerken neerslag niet verandert: er komt niet meer of minder hemelwater, alleen de route waarlangs dit wordt verwerkt wordt aangepast. Datzelfde geldt in principe ook voor de hoeveelheid vuil: door afkoppelen verandert de hoeveelheid vuil die wordt meegenomen door de afstromende neerslag niet, alleen de plaats waar het vuil terecht komt wordt anders. Bij een gemengd riool is dat de rwzi, terwijl dit bij een infiltratievoorziening de bodem is. Wel is het zo dat het vuil dat wordt meegenomen door de afstromende neerslag voor een groot deel het resultaat is van de wijze waarop de samenleving omgaat met bouwen, wonen, vervoer, gezondheidszorg, huisdieren etc. etc. Ofwel, de stoffen die je in afstromend hemelwater meet zijn het gevolg van de manier waarop de maatschappij functioneert. Veranderingen hierin, bijvoorbeeld massale overstap naar elektrisch rijden, werken uiteindelijk ook door op de vervuiling van de afstromende neerslag. Historische voorbeelden hiervan zijn het afschaffen van het gebruik van lood in benzine, hetgeen het loodgehalte in neerslag flink heeft verlaagd. Dit betekent dat getallen uit de literatuur altijd kritisch bekeken moeten worden.

### **EFFECT AFKOPPELEN: REDUCTIE IN DE EMISSIE VAN GEMENGDE OVERSTORTEN**

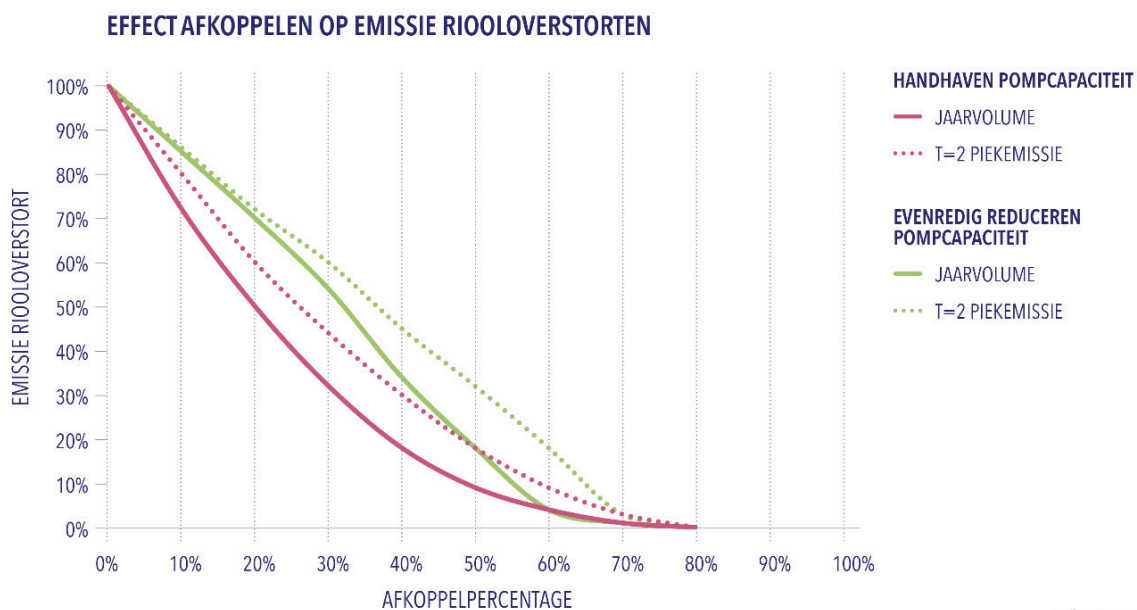
Afkoppelen wordt van oudsher ingezet om de emissie via de riooloverstorten te beperken. De studie van Lemmen en Oomens 'Effecten en grenzen van afkoppelen in bestaand stedelijk gebied' (2001) biedt een duidelijke beschrijving van de effectiviteit van afkoppelen voor de reductie van de emissie via de overstorten. Figuur 3.1 geeft de relatie tussen het afkoppelper-

centage en de emissie via riooloverstorten voor een standaard rioolstelsel. Afkoppelen reduceert de emissie via de overstorten doordat:

- Het op het gemengde rioolstelsel aangekoppelde verhard oppervlak afneemt en daarmee de hoeveelheid neerslag die wordt afgevoerd naar het gemengde rioolstelsel;
- De berging in het gemengde riool bij kleine afkoppelpercentages doorgaans gelijk blijft omdat het gemengde rioolstelsel veelal in tact blijft terwijl voor hemelwater een extra voorziening wordt aangelegd;
- De pompcapaciteit in het gemengde riool vaak gelijk blijft en daarmee de pompovercapaciteit toeneemt (ten opzichte van het resterende aangesloten verhard oppervlak is meer pompovercapaciteit beschikbaar). Overigens is er in het kader van optimalisatiestudies ook vaak voor gekozen om de pompcapaciteit te reduceren en zo kostenvoordelen te behalen in het transportsysteem en op de afvalwaterzuivering. Het effect van deze keuze is ook opgenomen in figuur 3.1.

Bij hogere percentages afkoppelen (> 10-20%) wordt het gemengde riool vaak vervangen door een vuilwaterriool en een hemelwatervoorziening (hemelwaterriool of infiltratievoorziening). Hierdoor neemt de berging in het gemengde rioolstelsel af en pakt de emissiereductie minder sterk uit dan is opgenomen in figuur 3.1.

**FIGUUR 3.1** RELATIE AFKOPPELPERCENTAGE EN EMISSIEREDUCTIE (IN FEITE VOLUMEREDUCTIE) RIOOLOVERSTORTEN OP JAAREMISSIE EN DE EMISSIE BIJ EEN BUI MET EEN HERHALINGSTIJD VAN 2 JAAR BIJ GELIJKBLIJVENDE POMPCAPACITEIT EN GELIJKBLIJVENDE POMPOVERCAPACITEIT (LEMMEN EN OOMENS, 2001). DE GETROKKEN LIJNEN GEVEN DE INVLOED VAN AFKOPPELEN OP DE JAAREMISSIE, TERWIJL DE GESTIPPTELDE LIJNEN DAT LATEN ZIEN VOOR DE T=2 PIEKEMISSIE. DEZE PIEKEMISSIE IS VAN BELANG VOOR HET ACUTE EFFECT OP DE OPPERVLAKTEWATERKWALITEIT. DE KLEUR VAN DE LIJNEN GEEFT AAN HOE MET DE POMPCAPACITEIT VAN HET GEMENGDE RIOOLSTELSEL WORDT OMGEGAAN. BIJ DE RODE LIJNEN WORDT DEZE NIET AANGEPAST, TERWIJL DEZE BIJ DE GROENE LIJNEN EVENREDIG WORDT GEREDUCEERD MET HET VERHARD OPPERVLAK



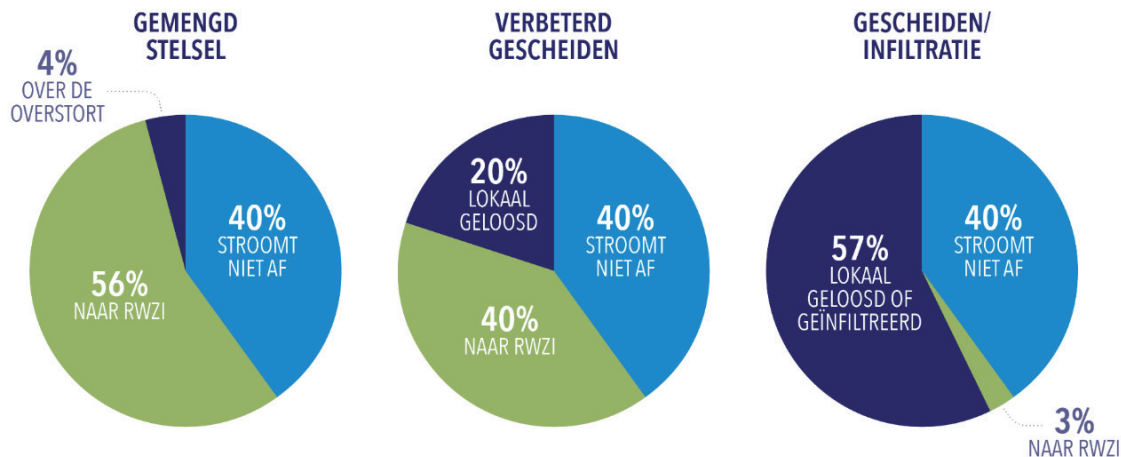
Het beoogde gevolg van de reductie van de (piek-)emissie via de riooloverstorten is het verminderen van waterkwaliteitsproblemen in het oppervlaktewater gerelateerd aan de zuurstofhuishouding en in voorkomende gevallen ook de hygiënische betrouwbaarheid en eutrofiëring.

#### EFFECT AFKOPPELEN: TOENAME IN DE LOZING VAN HEMELWATER VIA HEMELWATERUITLATEN

Om het totale effect van afkoppelen op de oppervlaktewaterkwaliteit in beeld te krijgen is het niet voldoende om alleen de emissiereductie via de riooloverstorten te bekijken. Bij afkop-

pelen door aanleg van hemelwaterriolen wordt de lozing vanuit de riooloverstort vervangen door de lozing via hemelwateruitlaten en neemt ook de hoeveelheid effluent van de rwzi af. Figuur 3.2 toont het aandeel van de jaarlijkse neerslag dat via uitlaten/overstorten lokaal wordt geloosd en dat via de afvalwaterzuivering wordt geloosd voor de verschillende stelseltypes.

FIGUUR 3.2 VERDELING JAARVOLUME NEERSLAG PER TYPE RIOOLSTELSEL



- Op jaarbasis loost een verbeterd gemengd rioolstelsel dat aan de basisinspanning voldoet via de riooloverstort ongeveer 34 mm neerslag, terwijl een gescheiden rioolstelsel via de uitlaat ongeveer 480 mm loost. Dit betekent dat veel meer hemelwater lokaal wordt verwerkt in het oppervlaktewater. Dit heeft als mogelijke gevolgen:
- Minder inlaatwater nodig doordat meer gebiedseigen hemelwater beschikbaar is. Dit betekent in de praktijk vaak dat de nutriëntenbelasting op het oppervlaktewatersysteem afneemt omdat afstromend hemelwater veelal minder nutriënten bevat dan het inlaatwater.
- Meer verversing en doorspoeling (en dus kortere verblijftijd) van het oppervlaktewater doordat op jaarbasis ongeveer 14 maal zo veel hemelwater wordt geloosd vanuit de hemelwateruitlaat.
- Hogere belasting met verontreinigingen die meekomen met het afstromende hemelwater of die worden geloosd via futaansluitingen.

Het al dan niet optreden van genoemde gevolgen is locatie specifiek. In laag (polder) Nederland speelt inlaatwater een grotere rol dan op de hoge zandgronden.

Op jaarbasis neemt de belasting van het lokale oppervlaktewater na rechtstreeks afkoppelen fors toe. Dit is geïllustreerd in tabel 3.1 met een vergelijking van de emissie vanuit een gemengd en een gescheiden rioolstelsel. Bij een gemengd rioolstelsel stort op jaarbasis bijvoorbeeld 4,1 kg N-totaal/ha over. Dit is ongeveer 10% van de emissie die via de hemelwateruitlaat van een gescheiden rioolstelsel wordt geloosd (jaarlijks 41,9 kg N-totaal/ha). Als echter de belasting op het oppervlaktewater vanuit de gehele afvalwaterketen wordt beschouwd, neemt het verschil weer fors af. Elke m<sup>3</sup> die via het gemengde riool wordt afgevoerd naar de afvalwaterzuivering wordt namelijk uiteindelijk geloosd als effluent dat ook een vracht N-totaal bevat. In totaal komt de lozing bij een gemengd rioolstelsel, inclusief de lozingsroute via de rwzi, neer op 36,1 kg N-totaal/ha per jaar. Inclusief effluent verschillen een gemengd rioolstelsel en een gescheiden rioolstelsel dus voor N-totaal niet zo veel. Voor fosfaat kan een

soortgelijke conclusie getrokken worden, maar voor bijvoorbeeld minerale oliën of PAKs (stoffen die veel voorkomen in afstromend hemelwater en goed verwijderbaar zijn op een afvalwaterzuivering) komt een gemengd rioolstelsel netto beter uit met een lagere emissie per hectare per jaar.

Overigens is de emissie vanuit hemelwaterstelsels sterk te beperken door vaker kolken te reinigen en foutaansluitingen op te sporen en te verhelpen. In dat geval kan de balans voor sommige stoffen juist de andere kant uitslaan en levert een gescheiden rioolstelsel minder emissie op dan een gemengd of VGS stelsel.

TABEL 3.1 EMISSIES BIJ TOEPASSING VAN GEMENGD RIOOLSTELSE EN GESCHIEDEN RIOOLSTELSE IN KG/HA/JAAR (BRON: EMISSIEREGISTRATIE.NL)



















Stof	gemengd riool			VGS			hemelwaterriool	
	via overstort [kg/ha/jaar]	via effluent [kg/ha/jaar]	overstorten + effluent [kg/ ha/jaar]	via overstort [kg/ha/jaar]	via effluent [kg/ha/jaar]	overstorten + effluent [kg/ ha/jaar]	Inclusief fout- aansluitingen [kg/ha/jaar]	Exclusief fout- aansluitingen [kg/ha/jaar]
N – Totaal	4,1	32,0	36,1	11,253	23,25	34,51	41,9	34,1
P – Totaal	0,7	5,6	6,3	1,848	4,05	5,90	7,0	5,6
Koperverb. (als Cu)	0,03	0,02	0,05	0,0495	0,01	0,06	0,16	0,15
Zinkverb. (als Zn)	0,12	0,18	0,30	0,3135	0,13	0,44	0,97	0,95
Minerale oliën	0,59	0,02	0,61	1,023	0,01	1,04	3,10	3,10
PAK (6 van Borneff)	0,0006	0,0005	0,001	0,00099	0,00035	0,0013	0,003	0,003

#### NETTO EFFECT AFKOPPELEN OP OPPERVLAKTEWATERKWALITEIT

Het netto effect van minder overstortend rioolwater vanuit een gemengd stelsel, minder gebiedsvreemd inlaatwater, meer verversing en doorspoeling maar tegelijkertijd een toename van de belasting op jaarbasis vanuit de hemelwaterriolen is uiteindelijk veelal positief voor de waardering van de lokale oppervlaktewaterkwaliteit. Het effect van extra vuilvracht die lokaal wordt geloosd vanuit de hemelwaterriolering wordt meer dan gecompenseerd door de positieve effecten van een kortere verblijftijd, minder belasting door inlaatwater en minder belasting door overstortingen. Daar komt nog bij dat niet ieder waterkwaliteitsprobleem als even ernstig wordt ervaren door de bewoners en bedrijven. Aspecten als een slechte zuurstofhuishouding, visuele hinder en blauwalgen hebben een grotere invloed op de perceptie van de waterkwaliteit dan andere aspecten. In de publieke opinie telt vissterfte na een overstorting of minder blauwalgenbloei door meer verversing immers sterker mee dan minder zichtbare effecten, zoals ophoping van zware metalen en minerale olie in de waterbodem. De systematiek van de ecologische sleutelfactoren (ESF, STOWA) maakt het mogelijk om te beoordelen of aan alle voorwaarden wordt voldaan voor een goede ecologische toestand.

FIGUUR 3.3

OVERZICHT EFFECT OP LOKALE OPPERVLAKTewaterKWALITEIT PER STELSELTYPE. GROEN BETEKENT: WATERKWALITEITSPROBLEEM TREEDT NIET OP, ROOD BETEKENT: WATERKWALITEITSPROBLEEM TREEDT OP. BIJ EUTROFIERING ZIJN ANDERE BRONNEN DAN DE RIOLERING VERANTWOORDELIJK VOOR HET WATERKWALITEITSPROBLEEM, TERWIJL BIJ DE HYGIËNISCHE BETROUWBAARHEID DIT WEL DE RIOLERING IS, MAAR ELK STELSELTYPE DE HYGIËNISCHE BETROUWBAARHEID NEGATIEF BEÏNVLOEDT

	GEMENGD	GESCHEIDEN	VGS
EUTROFIERING			
ZUURSTOFHUISHOUDING			
TOXICITEIT (ZWARE METALEN)			
OPLADING SEDIMENT (PAK)			
HYGIËNISCHE BETROUWBAARHEID			
TOXICITEIT (BESTRIJDINGSMIDDELEN)			

*Let op:* bij afkoppelen naar de bodem, dus via infiltratie van hemelwater, komen de verontreinigingen uiteindelijk in de bodem terecht en hebben in dat geval geen effect op de oppervlaktewaterkwaliteit. In de praktijk leidt dit tot lokale ophoping van verontreinigingen in de (bovenste laag van de) bodem rondom de infiltratievoorziening. Bij het ontwerp van de infiltratievoorziening, of dit nu een IT riool, wadi, kratjes of met steenwol gevulde voorziening is, is dit een onderbelicht aspect.

### CONCLUSIE

Als het gaat om het effect op de lokale waterkwaliteit, dan komt naar voren dat de pieklozingen vanuit de gemengde riooloverstorten voor stedelijke oppervlaktewateren zo groot kunnen zijn, dat dit leidt tot merkbare, negatieve effecten, zoals vissterfte, stank en visuele hinder. Dit maakt dat omwille van de lokale stedelijke oppervlaktewaterkwaliteit afkoppelen een positief effect kan hebben.

Voor stoffen waarbij het effect op de oppervlaktewaterkwaliteit niet alleen lokaal is, maar op een groter schaalniveau van belang is, zoals bij microverontreinigingen, microplastics, nutriënten, PAK en zware metalen, dan geldt dat de totale emissie, dus de geloosde vracht, bepalend is.

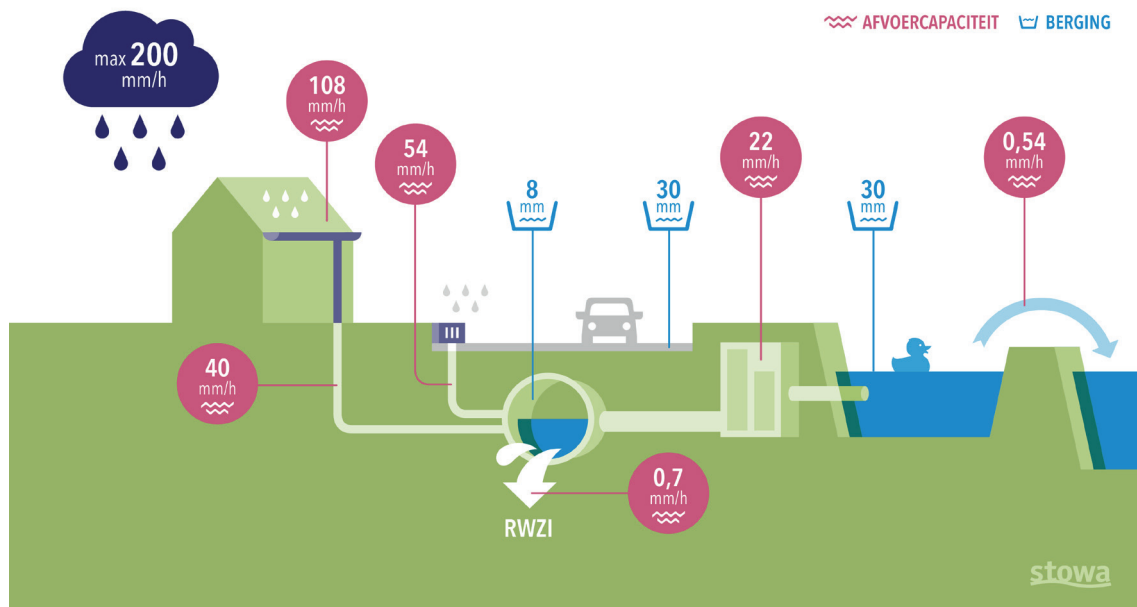
Bij een gemengd rioelstelsel wordt in Nederland op jaarbasis een zeer groot deel van het regenwater naar de rwzi afgevoerd, waar voor veel stoffen een aanzienlijk zuiveringsrendement wordt bereikt. Dit leidt er toe dat bij toepassing van een gemengd rioelstelsel zowel lokaal als totaal minder verontreinigingen worden geloosd op jaarbasis. Vanuit het oogpunt van minimaliseren van de totale emissie zou de conclusie getrokken kunnen worden dat je beter niet zou kunnen afkoppelen.

## 4

## THEMA II. REGENWATEROVERLAST

De verschillende onderdelen van de stedelijke waterketen zijn onderling zo afgestemd dat wateroverlast zo veel mogelijk wordt beperkt. Ieder onderdeel heeft een maximale afvoercapaciteit en bij overschrijding van deze afvoercapaciteit moet het overtollige hemelwater elders worden verwerkt, zie figuur 4.1.

FIGUUR 4.1 SCHEMATISCH OVERZICHT WIJZE VAN VERWERKING NEERSLAG EN TYPISCHE DOORVOERCAPACITEITEN



De *neerslagintensiteit* bedraagt in Nederland maximaal 200 mm/h. In de praktijk zal een dergelijke intensiteit maar zeer kort voorkomen.

Een *dakafvoer* wordt uitgelegd op een kortdurende piekafvoer van 108 mm/h, die één keer per vijf jaar kan optreden. Bij grotere afvoeren mag het hemelwater over de rand van de goot (idealiter via een overlaat) uitstromen.

De *huisaansluiting* wordt uitgelegd op een aanzienlijk kleinere afvoercapaciteit van 40 mm/h. Het overtollige water moet via de overloop van het ontlastputje worden geloosd in de tuin (of straat bij woningen zonder voortuin).

Een *straatkolk* heeft met 54 mm/h een vergelijkbare afvoercapaciteit als huisaansluitingen. Indien de capaciteit tekortschiet, moet het water op straat worden geborgen.

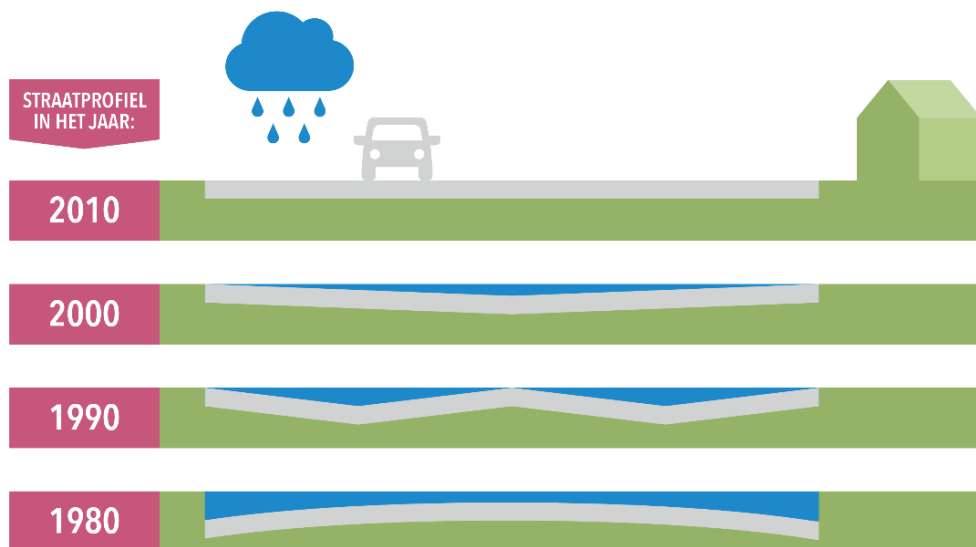
De *gemengde riolering* heeft een beperkte afvoercapaciteit naar de afvalwaterzuivering van 0,7 mm/h. Deze pompovercapaciteit is vooral bedoeld om het rioolstelsel leeg te pompen en niet

om tijdens de bui veel afvoercapaciteit te verzorgen. De afvoercapaciteit naar het oppervlaktewater via de overstort is normaliter zo groot gekozen (22 mm/h tot 33 mm/h bij hellende gebieden) dat water op straat één keer per twee jaar voorkomt. Deze frequentie van water op straat kan door klimaatverandering Het overtollige hemelwater bij grotere buien wordt in principe op straat geborgen. Dit geldt overigens ook voor *gescheiden rioolstelsels* en veel *infiltratievoorzieningen*, omdat deze op een soortgelijke wijze worden ontworpen en gedimensioneerd.

Het *ontvangende oppervlaktewatersysteem* heeft een kleine afvoercapaciteit van 0,54 mm/h, gecombineerd met een grote berging van doorgaans 30 mm. Het watersysteem is normaliter zodanig ontworpen dat de riolering vrij kan lozen tot een bui met een herhalingstijd van 10 jaar. Bij grotere buien mag het watersysteem de afvoer vanuit het riool belemmeren met als gevolg meer water op straat. Pas bij extreme buien met een herhalingstijd van 100 jaar mag inundatie vanuit het watersysteem optreden. Ook dan geldt dat het hemelwater idealiter op straat of in de openbare ruimte wordt geborgen en niet de woningen mag binnenlopen.

Een interessant punt is dat bij overbelasting door hevige neerslag in alle gevallen de straat/openbare ruimte wordt gezien als DE plaats waar dit hemelwater tijdelijk geborgen moet worden. Dit betekent dat de inrichting van de openbare ruimte zodanig moet zijn dat de te verwachten hoeveelheden ook geborgen kunnen worden. Juist op dit punt zijn veel steden de afgelopen decennia de verkeerde kant op gegaan met een focus op toegankelijkheid en verkeersmaatregelen (zie figuur 4.2), waardoor met het verdwijnen van hoge stoepranden de veiligheid tegen wateroverlast fors is teruggelopen.

FIGUUR 4.2 KENMERKENDE STRAATPROFIELEN AFGELOPEN DECENNIA MET DAARIN IN BLAUW AANGEGEVEN HET VOLUME WATER DAT OP STRAAT GEBORGEN KAN WORDEN



De ontwerpcapaciteiten van de verschillende onderdelen van de stedelijke waterketen zijn oorspronkelijk redelijk goed op elkaar afgestemd en in balans. Bij toepassing van andere concepten, zoals onderdruk systemen die het regenwater van daken (vooral bij grotere bedrijfspanden) versneld afvoeren, kan het gebeuren dat het ontvangende onderdeel van de waterketen, in dit geval het riool, dit debiet niet aan kan. De verandering van het straatprofiel in de afgelopen decennia heeft ook geleid tot een afname van het beschermingsniveau tegen wateroverlast. Dit omdat de ontwerpcapaciteit van de onderliggende riolering niet is aangepast om de afname van de capaciteit van de bovenliggende weg te compenseren. Deze

voorbeelden geven aan dat de stedelijke waterketen bestaat uit een groot aantal onderdelen, die onderling in balans moeten zijn en blijven. Het aanpassen van een onderdeel, zonder de effecten op de samenhang in de waterketen te verkennen, kan daarmee leiden tot onvoorziene problemen. Dit aspect verdient bij afkoppelen dan ook veel aandacht, juist omdat in de praktijk bij de uitvoering en het beheer keuzes worden gemaakt die verregaande effecten kunnen hebben. Dit leidt vaak tot een groot verschil tussen theoretisch, beoogd functioneren en functioneren in de praktijk.

De volgende voorbeelden van afkoppelen illustreren dit gebrek aan aandacht voor de samenhang in de stedelijke waterketen:

- Bij afkoppelen wordt vaak het gemengde riool vervangen door een hemelwaterriool met een gelijke afvoercapaciteit. Als in het oorspronkelijke gemengde riool 7-8 mm berging zat en het vervangende hemelwaterriool verdrongen is (ofwel altijd vol water staat) en daardoor geen of minder berging beschikbaar heeft, wordt de kans op water op straat mogelijk zelfs groter. De kans op wateroverlast wordt natuurlijk juist kleiner indien het hemelwaterriool of de infiltratievoorziening worden gedimensioneerd op een bui met een grotere herhalingstijd.
- Bij afkoppelen via een hemelwaterriool wordt het hemelwater doorgaans geloosd op het dichtstbijzijnde oppervlaktewater, terwijl de oorspronkelijke riooloverstort losde op wat verder gelegen groot oppervlaktewater. Als het lokale oppervlaktewater hierop niet berekend is, neemt de kans op wateroverlast onbedoeld toe.
- Bij gedeeltelijk afkoppelen (alleen de wegen) kan een teveel aan water (of lucht) in het resterende gemengde rioolstelsel niet meer uittreden via de straatkolken, maar moet dit via de ontlastputten bij de woningen gebeuren. Indien deze ontbreken, kan de kans op wateroverlast door afkoppelen fors toenemen.

Met toepassing van de gangbare ontwerpnormen leidt afkoppelen dus soms tot een gelijke, of zelfs hogere kans op water op straat. In deze gevallen verandert het verharde oppervlak zelf niet, alleen de afvoerroute verandert. En aangezien deze afvoerroute op dezelfde wijze wordt ontworpen, levert dit grosso modo niets op voor wateroverlast.

Afkoppelen kan **wel** leiden tot een vermindering van wateroverlast als daadwerkelijk verhard oppervlak wordt verwijderd. Dit vindt bijvoorbeeld plaats in het kader van de 'operatie steenbreek': stenen eruit, groen erin. Ook leidt afkoppelen tot winst als bij het ontwerp en de detaillering van nieuwe onderdelen wordt uitgegaan van een aanzienlijk grotere verwerkingscapaciteit voor hemelwater dan tot nu toe gebruikelijk. Deze extra capaciteit moet bij voorkeur worden gezocht in berging van hemelwater op of onder het maaiveld in plaats van in een grotere afvoercapaciteit naar het oppervlaktewater, omdat dit kan leiden tot het verplaatsen van het probleem. Dit wordt ook aangehaald in de RIONED-folder voor bestuurders over afkoppelen: *afkoppelen kan leiden tot minder wateroverlast als de afkoppelvoorzieningen extra voorzieningen zijn die extra berging toevoegen.*

Vermindering van wateroverlast door afkoppelen is dus mogelijk door bijvoorbeeld eisen te stellen aan de herhalingstijd waarop de hemelwatervoorziening op perceelsniveau wordt ontworpen. Een alternatief is afkoppelen in de openbare ruimte en daarbij de openbare ruimte en de voorzieningen voor de verwerking van hemelwater zo te dimensioneren dat bij een herhalingstijd van bijvoorbeeld 100 jaar geen wateroverlast optreedt. Deze manier van ontwerpen gaat veel verder dan traditioneel afkoppelen en vraagt om een andere aanpak.

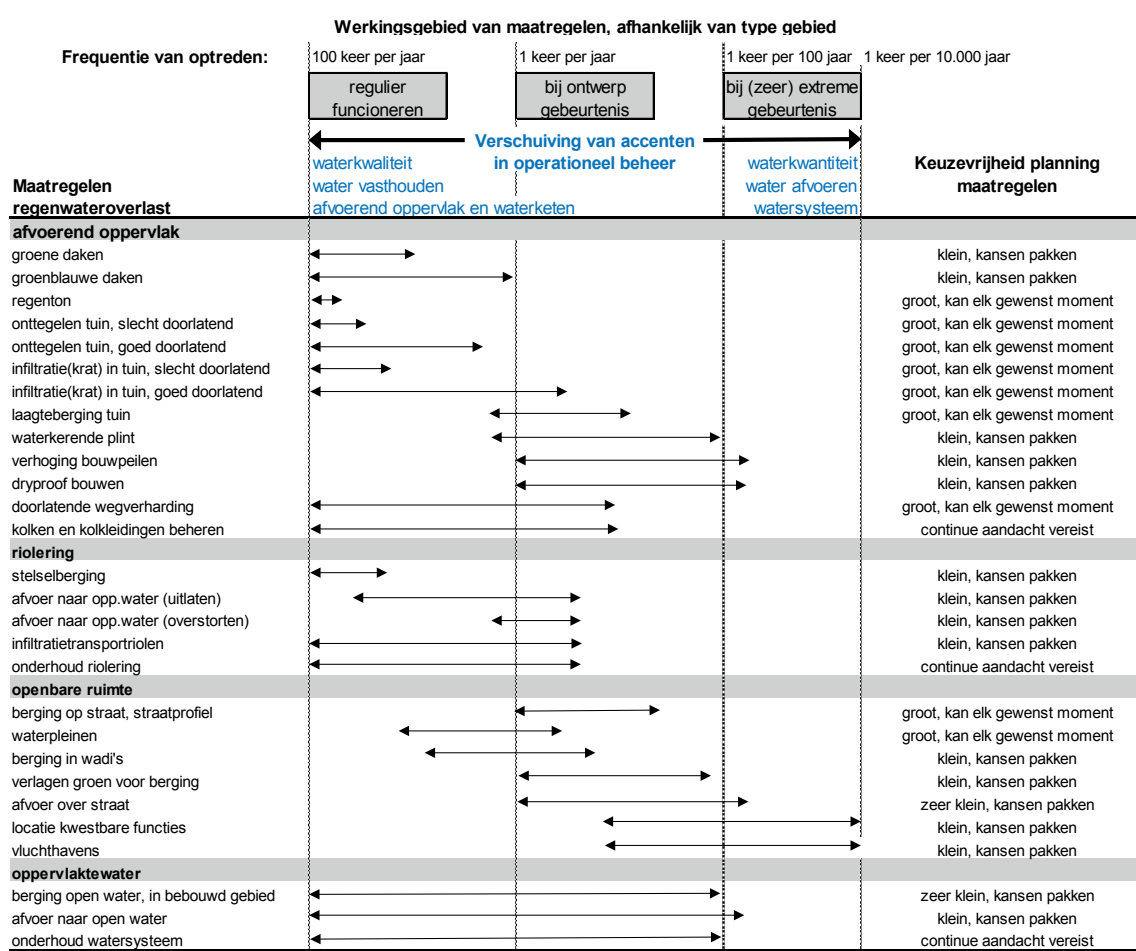
Het overzicht uit figuur 4.3 biedt een overzicht van de reikwijdte van de verschillende maatre-



gelen en daarmee van het type wateroverlast dat zij kunnen voorkomen (een soortgelijk overzicht biedt de RIONED poster “De effectiviteit van klimaatadaptatiemaatregelen”, zie <http://www.riool.net/klimaattabel>).

Een regenton wordt bijvoorbeeld vaak gezien als sympathieke maatregel, maar helpt weinig tegen wateroverlast, terwijl bijvoorbeeld het verlagen van groenvoorzieningen en het creëren van afvoer naar deze voorzieningen bij goed ontwerp buien tot wel T=100 kan verwerken. De grote uitdaging ligt in het vinden van voldoende ruimte voor hemelwater tijdens extreme buien. Meervoudig ruimtegebruik is daarbij noodzakelijk en vraagt om een intensieve samenwerking en goede afstemming met andere actoren in de (openbare) ruimte.

FIGUUR 4.3 REIKWIJDTE MAATREGELN REGENWATEROVERLAST



## 5

## THEMA III. KLIMAATVERANDERING

Thema II 'regenwateroverlast' beschrijft de invloed die afkoppelen kan hebben op wateroverlast in de huidige situatie. Thema III is breder en neemt het gehele palet mee van klimaatverandering. Het is de verwachting dat de hemelwateroverlast en de grondwateroverlast in stedelijk gebied door klimaatverandering zal gaan toenemen. Daarnaast is het de verwachting dat droogte en hittestress in de toekomst tot grotere problemen zullen gaan leiden. Droogte zou zelfs tot een hogere maatschappelijke schade kunnen gaan leiden dan wateroverlast (Deltares, 2012). Het grootste deel van deze schade is schade aan woningen door paalrot, waarbij het de vraag is of een andere omgang met hemelwater hieraan soelaas zou kunnen bieden.

In de internationale literatuur is op dit moment (2019) het 'sponge city'-concept het dominante adagium, zie figuur 5.1. Dit concept streeft naar een stedelijke waterkringloop die zo veel mogelijk lijkt op de natuurlijke waterkringloop. De natuurlijke waterkringloop is de situatie waarin hemelwater zo veel mogelijk infiltreert in de bodem en zo min mogelijk over maaiveld afstroomt. Figuur 5.2 geeft de kenmerkende afvoergolven na een bui van een natuurlijke gebied en van een stedelijk gebied. Met het 'sponge city'-concept wordt geprobeerd om de natuurlijke afvoergolf zoveel mogelijk te benaderen. Sponge city is overigens een nieuwe benaming voor concepten die grotendeels al langer bestaan en worden aangeduid met termen als SUDS (Sustainable Urban Drainage Systems), LID (Low Impact Design) of WSUD (Water Sensitive Urban Design).

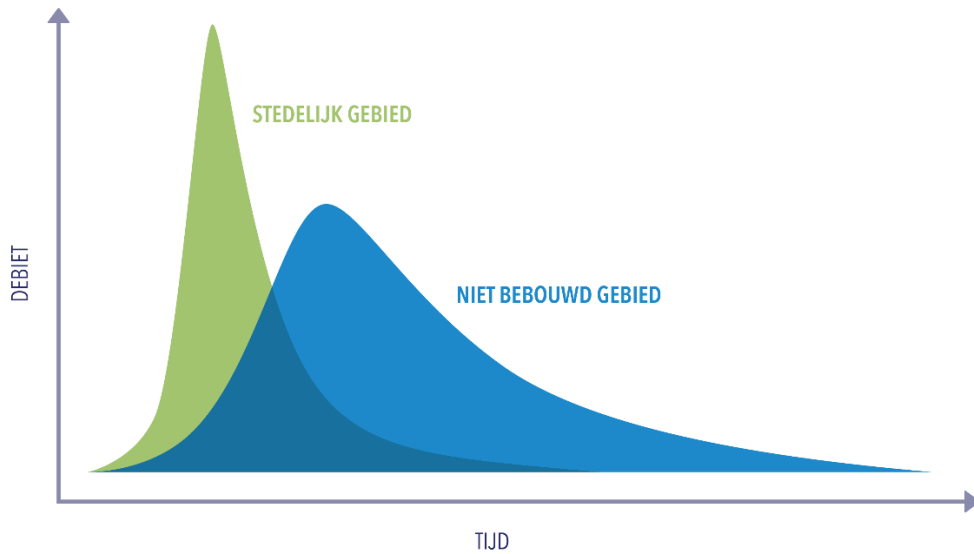
Het waterreservoir in de bodem kan worden gebruikt om periodes van droogte te overbruggen en te zorgen voor voldoende water voor de groeninfrastructuur. Daarmee wordt een bijdrage geleverd aan beschaduwing en verkoeling door groen.

FIGUUR 5.1 'SPONGE CITY'-CONCEPT



FIGUUR 5.2

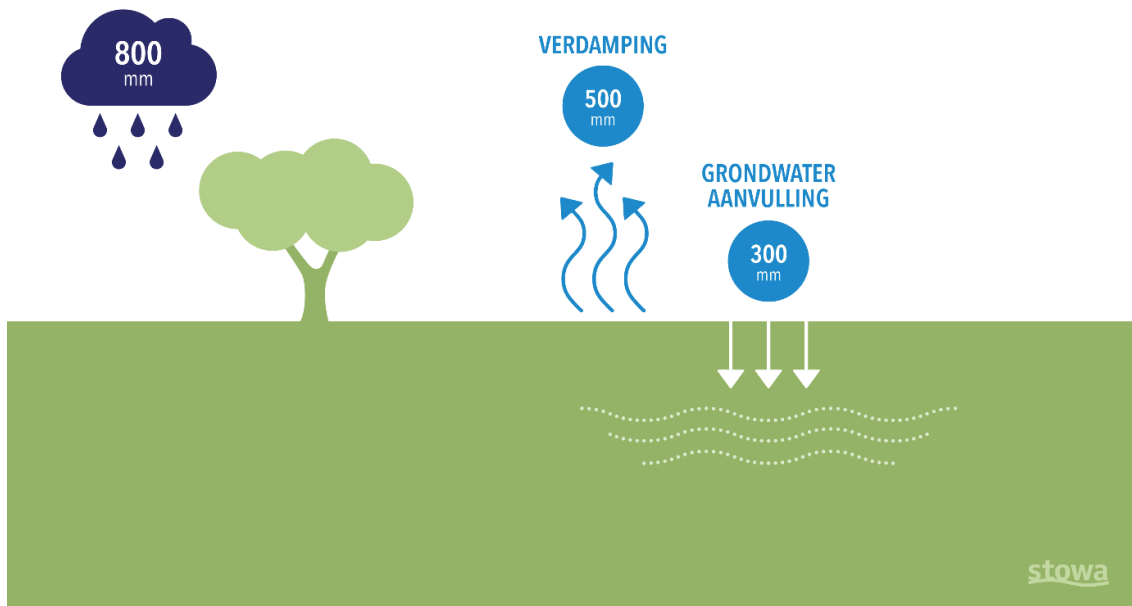
AFVOERGOLF NA BUI IN STEDELIJK GEBIED EN IN NATUURLIJK GEBIED



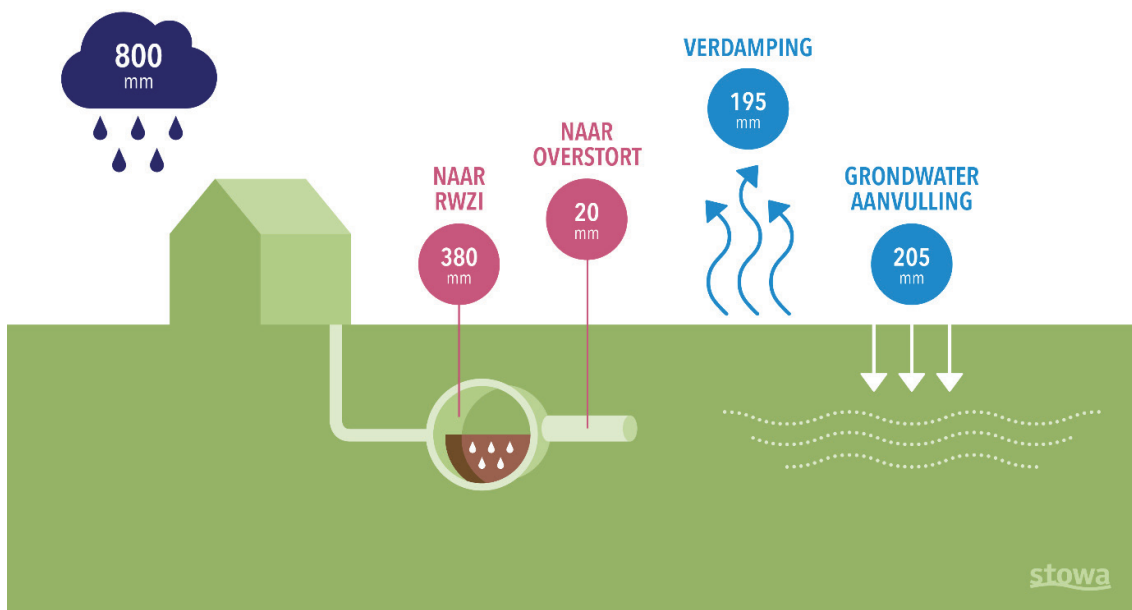
Het concept spreekt nationaal en internationaal sterk aan, mede omdat het goed aansluit op het gevoel dat ‘terug naar de natuur’ bijdraagt aan een duurzame ontwikkeling. In Nederland kan het op onderdelen zinvol zijn om het concept van ‘sponge cities’ toe te passen: zorgen voor een waterbuffer (in of nabij de stad, in de bodem of in het oppervlaktewater) om droogteschade aan funderingen, schade aan infrastructuur door extra zetting en schade door hittestress te beperken en wellicht tegelijkertijd hemelwateroverlast tegen te gaan. De zomer van 2018 heeft laten zien dat droogte en hittestress niet denkbeeldig zijn en het tekort aan neerslag ook negatieve effecten heeft op de stedelijke waterkwaliteit. De vraag bij de ‘sponge cities’ is vooralsnog waar de spons kan worden geplaatst (in de bodem, in watergangen in de stad, in waterbergingen buiten de stad) en wie de spons wanneer weer mag uitknijpen. Met andere woorden: wie bepaalt? Een andere uitdaging is dat een berging, of het nu een betonnen bak is of de bodem, zo leeg mogelijk moet zijn om beschikbaar te zijn voor de volgende grote bui, maar zo vol mogelijk moet zijn om een buffervoorraad te hebben tegen watertekorten. Het combineren van omgang met korte, heftige pieken en watertekorten gaat veel aandacht vragen, vooral omdat beiden doorgaans in de zomermaanden optreden.

Overigens is aandacht voor grondwateraanvulling en buffering van hemelwater door afkoppelen niet nieuw. Grontmij heeft dit in 2001 reeds via een analyse van de stedelijke waterbalans in beeld gebracht. Een interessant aspect uit die studie is dat een stad waarvan al het oppervlak via bodeminfiltratie is afgekoppeld, een grotere aanvulling van het grondwater kent dan het oorspronkelijk onbebouwd gebied. Dit komt doordat verhard oppervlak de verdamping van het grondwater beperkt, zie figuur 5.3 tot 5.6. *In deze figuren zijn de getallen aangehouden uit genoemde Grontmij studie. De jaarvolumes komen daarbij niet geheel overeen met de onder thema I genoemde getallen. Dit wordt veroorzaakt door kleine verschillen in uitgangspunten en berekeningswijze. Aangezien dit geen invloed heeft op de ordes van grootte en de strekking van het verhaal zijn hier de originele getallen aangehouden.*

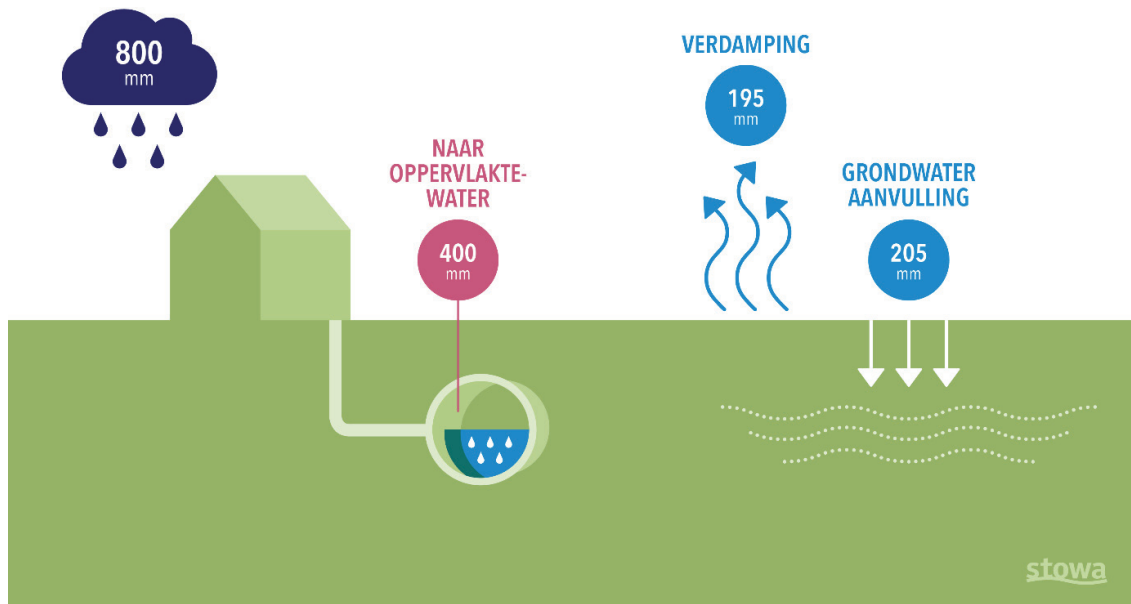
FIGUUR 5.3 WATERBALANS ONBEBOUWD GEBIED



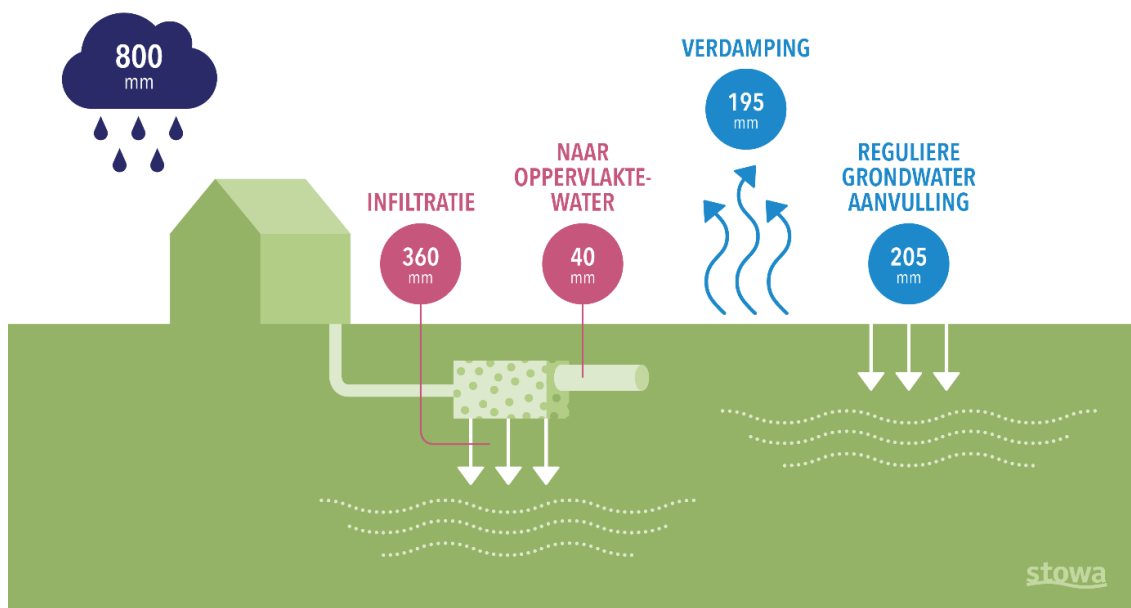
FIGUUR 5.4 WATERBALANS BEBOUWD GEBIED MET GEMENGD RIOOLSTELSEL



FIGUUR 5.5. STEDELIJKE WATERBALANS BIJ GESCEIDEN RIOOLSTELSEL



FIGUUR 5.6. STEDELIJKE WATERBALANS BIJ INFILTRATIE NAAR BODEM



# 6

## THEMA IV. KWALITEIT OPENBARE RUIMTE

Afkoppelen kan een grote meerwaarde hebben voor de kwaliteit van de openbare ruimte en voor de beeldkwaliteit van de stad. Veel mooie voorbeelden zijn te vinden in publicatie STOWA 2018-10 (handboek voor de watervriendelijke tuin) en het boek 'Groenblauwe netwerken: handleiding voor veerkrachtige steden'. De effectiviteit van de diverse mogelijkheden verschilt echter aanzienlijk. Voor het aspect wateroverlast geeft figuur 4.3 een overzicht van de mogelijke effectiviteit van de verschillende typen maatregelen. Figuur 6.1 tot en met figuur 6.4 tonen een aantal mooie voorbeelden.

FIGUUR 6.1

BOVENGRONDSE AFVOER HEMELWATER GECOMBINEERD MET WEER BOVENGRONDS HALEN BEEKJE (BEELDBANK RIONED)



FIGUUR 6.2 BEKENDSTE WADI'S VAN NEDERLAND (BEELDBANK RIONED)



FIGUUR 6.3 MOOI INGEPAST GROEN DAK IN AMSTERDAM



FIGUUR 6.4 WATERPLEIN



Afkoppelprojecten met goede bedoelingen maar met minder goede resultaten zijn doorgaans niet goed gedocumenteerd. En dat is jammer, want juist van voorbeelden waar door ongelukkige keuzes tijdens de uitvoering of detaillering zaken verkeerd zijn gegaan, kunnen we als sector veel leren.

Een voorbeeld is een wadi voor de woning met oppervlakkige afstroming naar de wadi. Dit concept is sterk en voorkomt foutaansluitingen. Als vervolgens de architect de woningen laat afwateren naar de achterzijde omdat dit 'mooier' is, hebben de bewoners een probleem om het hemelwater van het dak bovengronds aan te kunnen bieden aan de voorzijde van de woning. Een ander voorbeeld is het bovengronds aanbieden van hemelwater in zettingsgevoelig gebied. Als de gemeente na enkele jaren de straat aanlegt op uitgiftepeil zijn de tuinen soms al centimeters gezakt en kan hemelwater dus niet meer eenvoudig aangeboden worden. Nog een ander voorbeeld is het realiseren van een gescheiden rioolstelsel en het bergen van het hemelwater in een watersysteem met een flexibel peil. Dit maakt een grote berging mogelijk op een relatief klein oppervlak. Zodra echter woningen worden aangelegd aan deze waterberging ('wonen aan het water') op 20 cm boven het basispeil, dan is waterberging door het flexibele peil meestal verleden tijd, zie figuur 6.5.



FIGUUR 6.5 WONEN AAN HET WATER. DOOR TE LAAG BOUWPEIL IS DE BERGING IN DE WATERPARTIJ FORS AFGENOMEN



Een aantal gemeenten in Nederland staat voor de vraag of zij zich vooral moeten gaan gedragen als leiding beheerder of als stedelijk waterbeheerder. Als leidingbeheerder ligt de focus onder de noemer 'asset management' op het balanceren van de prestaties, kosten en risico's, hetgeen veelal wordt ingevuld door de huidige infrastructuur zo goedkoop mogelijk zo lang mogelijk te laten renderen.

Dit leidt in de praktijk al snel tot een keuze voor zoveel mogelijk relinen van rioolbuizen en uitstel van investeringen in vervanging en verbetering. Dat heeft als direct gevolg dat het budget voor het opknappen van de openbare ruimte ook terugloopt aangezien deze werkzaamheden vaak mede worden bekostigd uit de rioolheffing. Indien deze focus lang duurt, is een achteruitgang van de kwaliteit van de openbare ruimte en van het bovenliggende deel van de riolering, zoals kolken en kolkleidingen, te verwachten.

Als stedelijk waterbeheerder ligt de focus op het zorgen voor een integrale aanpak gericht op een optimale omgang met hemelwater. In deze aanpak wordt ook de inrichting van de openbare ruimte (en private ruimte bij perceeleigenaar) meegenomen. In deze rolopvatting kan de kwaliteit van de openbare ruimte een positieve impuls krijgen.

Het is opvallend dat veel gemeenten voor de bestaande stad in toenemende mate kiezen voor de rol als asset manager en in nieuwe wijken en ontwikkelingen kiezen voor de regierol als stedelijk waterbeheerder.

## 7

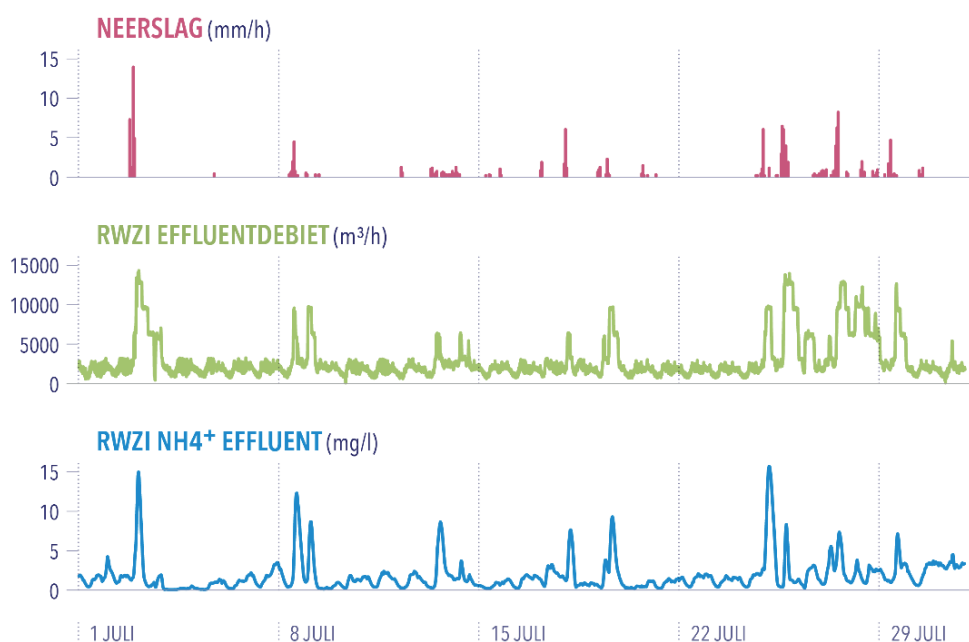
## THEMA V. EFFECTEN OP HET FUNCTIONEREN VAN DE AFVALWATERZUIVERING

Het beperken van de hydraulische piekbelasting door afkoppelen kan zinvol zijn voor afvalwaterzuiveringen die lozen op kwetsbaar water en/of die worden gevoed door grote persleidingen. Het functioneren van een afvalwaterzuivering is namelijk gevoelig voor pieken in de hydraulische belasting ten gevolge van neerslag. Figuur 7.1 laat de kenmerkende reactie zien van een afvalwaterzuivering op neerslag. De bovenste grafiek toont de gemeten neerslag, de middelste grafiek het gemeten influentdebiet, en de onderste grafiek de concentratie ammonium in het effluent. Tijdens droogweer is het kenmerkende 24-uurs profiel te zien en bij neerslag een verhoogde afvoer. Tijdens de buien leidt een verminderde zuiveringsprestatie tot verhoogde concentraties ammonium in het effluent. In gevallen waar het oppervlaktewater relatief klein is ten opzichte van het effluentdebiet, kan een verhoogde concentratie ammonium in het effluent leiden tot hoge ammoniumconcentraties in het oppervlaktewater. Dit kan toxisch zijn voor waterorganismen.

De piekbelasting van de afvalwaterzuivering tijdens buien wordt nog versterkt indien het afvalwater wordt aangevoerd via persleidingen. In dat geval wordt bij het begin van een bui het afvalwater dat zich dan in de persleiding bevindt en dat niet is verdund met neerslag wel met RWA-debiet naar de afvalwaterzuivering gepompt. Het gevolg daarvan is dat de piekvracht per uur kan oplopen tot 6-10 maal de gemiddelde vracht bij DWA. Dat heeft soms grote gevolgen voor het rendement van de afvalwaterzuivering.

FIGUUR 7.1

VOORBEELD RESPONS AFVALWATERZUIVERING OP NEERSLAG



Ook voor andere parameters dan ammonium geldt dat het zuiveringsrendement tijdens buien daalt. Dit is deels het gevolg van het feit dat door de hogere hydraulische belasting minder tijd beschikbaar is om het afvalwater te zuiveren en deels het gevolg van de tijdelijke verstoring die de buien hebben op het zuiveringsproces. Voor parameters zoals CZV of BZV geldt dat de concentratie in het effluent niet of nauwelijks wordt beïnvloed door neerslag, maar dat de influentconcentraties tijdens buien wel dalen. Het logische gevolg is een dalend rendement (immers: rendement is 100% - concentratie uit/concentratie in).

Op jaarbasis is het effect van afkoppelen op het zuiveringsrendement beperkt tot enkele tienden van procenten voor CZV en BZV en een orde grootte 1-2% voor totaal stikstof. Dit beperkte effect geldt zelfs als het afkoppelpercentage oploopt tot 50%. De afname in de geloosde effluentvracht komt niet zozeer voort uit lagere effluentconcentraties, die blijven ongeveer gelijk, maar uit een afname van de hoeveelheid afvalwater (STOWA 2008-14).

Bij zuiveringen die op de grens zitten tussen wel en niet voldoen aan de effluenteisen, kan een verbetering van 1% zuiveringsrendement soms al voldoende zijn, maar over het algemeen geldt dat het verwijderingsrendement en de effluentconcentraties zeer beperkt worden beïnvloed door afkoppelen. Dit maakt het ook makkelijk om het effect van afkoppelen op de rwzi indicatief in te schatten: de vracht neemt vrijwel evenredig af met de afname in influentvolume.

In specifieke gevallen, bijvoorbeeld bij aanwezigheid van persleidingen met een fors volume in de orde van grootte van minimaal 6 maal de uurgemiddelde DWA aanvoer, kan indien de pompcapaciteit evenredig wordt verlaagd met afkoppelen wel degelijk een verbetering in de effluentkwaliteit optreden tijdens buien.

Ook in operationele zin wordt het functioneren van de afvalwaterzuivering beïnvloed door de aanvoer van hemelwater. Vooral aan het begin van buien na een droge periode kan vanuit de riolering een grote hoeveelheid grof vuil vrijkomen. Dit levert een piekbelasting op de grof vuilroosters, die daardoor in storing kunnen komen te staan. Zonder de aanvoer van hemelwater zou het aantal storingen bij de roostergoedverwijdering flink lager liggen. Daarnaast zorgt de aanvoer van neerslag ook voor de aanvoer van zand. Het is niet voor niets dat de zandproductie per VE bij waterschap Zuiderzeeland het laagst is van heel Nederland: een heel groot deel van het verzorgingsgebied is gescheiden gerioleerd (STOWA 2017-22).

## 8

## THEMA VI. AFKOPPELEN: VALKUILEN EN ONBEDOELDE NEVENEFFECTEN

In de praktijk blijkt het lastig om wijken of bemaalingsgebieden in hun geheel in een keer af te koppelen. Daarnaast is het relatief duur om bij afkoppelen ook de achterkant van de woningen mee te nemen. De consequentie is dat in de praktijk vaak gedeeltelijk wordt afgekoppeld en hybride systemen ontstaan op woning-, straat- of wijkniveau. Bij dergelijke hybride systemen is de kans aanwezig dat nieuwe faalmechanismen worden geïntroduceerd. Twee daarvan verdienen extra aandacht: problemen met be- en ontluuchting en rioolvreemd water.

### BE- EN ONTLUCHTING

Bij het afkoppelen en in feite ombouwen van gemengde riolering naar gescheiden riolering wordt om pragmatische redenen vaak gekozen om alleen de weg en de voorzijde van de woning af te koppelen. De situatie die dan ontstaat is een gescheiden riool dat via straatkolken (mits zonder stankscherm!) en aansluitleidingen via de ontlastput of regenpijp aan de voorzijde van de woning kan ontluuchten. Dit deel van het systeem levert doorgaans geen problemen op met ontluuchting. Het andere deel van het systeem dat dan ontstaat is in feite een gemengd riool/vuilwaterriool zonder straatkolken dat bij snelle vulling nog steeds zeer snel ontluucht moet kunnen worden en waarvan de enige ontluuchtingsroute de huisaansluiting met ontspanningsleiding is. Zeker omdat het hierbij ook vaak gaat om oudere woningen met soms gebrekkige ontspanningsmogelijkheden kunnen in deze situatie snel problemen ontstaan. Typische problemen zijn wateroverlast of stank in de woning en borrelende toiletten. Oplossingen hiervoor zijn het plaatsen van be- en ontluuchting op het riool, bijvoorbeeld in de vorm van een paaltopmast, gecombineerd met verbeteren van de ontspanningsmogelijkheden bij de woning.

### RIOOLVREEMD WATER

Een gemengd rioolstelsel voert op jaarbasis 95% van het in het riool gelopen hemelwater naar de rwzi af. Het overgrote deel van de neerslag valt immers als kleine buien, de overlast wordt veroorzaakt door die overige 5%), Zodra wordt afgekoppeld moet deze hoeveelheid hemelwater worden verwerkt in de bodem bij afkoppelen via een infiltratievoorziening, worden verwerkt in het oppervlaktewater bij afkoppelen via een hemelwaterriool of door een combinatie daarvan zoals bij een IT riool. Het is mogelijk dat het grondwaterpeil lokaal flink stijgt door de infiltratie van hemelwater. Indien hierop niet goed wordt geanticipeerd, is de kans groot dat grondwateroverlast ontstaat en bewoners hier zelf een oplossing voor realiseren. In veel gevallen bestaat de oplossing uit een goedkope pomp in de kruipruimte, die afvoert via de huisaansluiting op het vuilwaterstelsel. Het effect is dan een toename van de hoeveelheid rioolvreemd water.

Ook bij afkoppelen naar het oppervlaktewater bestaat deze kans, alleen is de route dan anders. In dat geval wordt het hemelwater op het oppervlaktewater geloosd en in gevallen waarbij de

uitwateringscapaciteit tekortschiet, zal het peil stijgen en zal het afgekoppelde hemelwater uiteindelijk weer via de overstortdrempel van het gemengde rioolstelsel kunnen inlopen en als rioolvreemd water naar de rwzi worden afgevoerd.

In beide gevallen geldt dat het grondwatersysteem of het oppervlaktewatersysteem niet geschikt (gemaakt) zijn om het extra water te verwerken. Dat leidt in de praktijk vaak tot rioolvreemd water, omdat het rioolstelsel dan de enige mogelijkheid is om van het teveel aan water af te komen. Een lagere RWA afvoer op de rwzi door afkoppelen resulteert op die manier in een hogere DWA door rioolvreemd water! Overigens is deze bijdrage van rioolvreemdwater ook zonder afkoppelen nog al eens fors. De hoeveelheid grond en oppervlaktewater die naar de RWZI wordt afgevoerd is gemiddeld genomen gelijk aan de hoeveelheid regenwater die op de RWZI terecht komt.

### **AFKOPPELEN: LAAGHANGEND FRUIT VERSUS MASTERPLAN**

In veel gemeenten is het afkoppelen begonnen met het opstellen van afkoppelkansenkaarten. Vervolgens zijn de oppervlakken die goedkoop en relatief makkelijk afkoppelbaar bleken te zijn, als eerste opgepakt. De valkuil van deze aanpak is dat dit al snel leidt tot hybride systemen, waarin goedkoop afkoppelbaar gebied wel is afgekoppeld en de rest niet. Daarnaast leidt deze aanpak er mede toe dat elke volgende m<sup>2</sup> af te koppelen oppervlak relatief duur wordt, met als regelmatig optredend gevolg dat gemeenten na een enthousiast begin stoppen met afkoppelen.

Voor een verdergaande of volledige transitie van gemengde riolering naar gescheiden riolering of infiltratiesystemen is het nodig om een masterplan te hebben voor de gewenste eindsituatie. Zo'n masterplan kijkt niet alleen naar de riolering, maar ook integraal naar het grondwater en oppervlaktewatersysteem. Tal van voorbeelden laten zien dat het terugbrengen of aanleggen van oppervlaktewater in de vorm van stadsbeken of grachten nodig kan zijn om het hemelwater van het af te koppelen gebied te kunnen verwerken. Dit vraagt om een extra investering in het oppervlaktewatersysteem, maar zorgt er voor dat het afkoppelen zelf makkelijker te realiseren wordt.

## 9

## THEMA VII. KOSTEN EN BATEN

Een belangrijk aspect bij afkoppelen is de balans tussen kosten en baten. De kosten zijn relatief eenvoudig te berekenen, maar de baten, die vooral liggen in de afvalwaterketen, in het verminderen van wateroverlast en het verminderen van wateronderlast, zijn een stuk lastiger te kwantificeren.

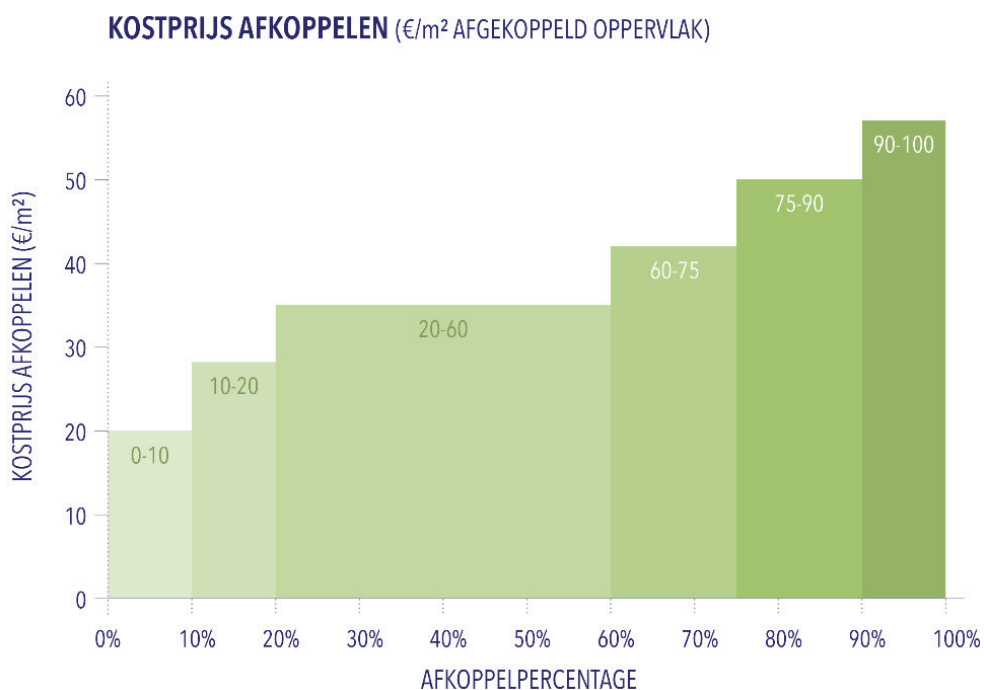
## 9.1 KOSTEN

RIONED heeft in 2016 de kosten van afkoppelen uitgewerkt, zie de in figuur 9.1 opgenomen kosteninschatting per m<sup>2</sup>. Op basis van deze kosteninschatting heeft RIONED becijferd dat volledig afkoppelen van alle gemengde riolering in Nederland een investering vergt van € 50 miljard. Omgerekend naar jaarlijkse kosten komt dit overeen met jaarlijkse extra kosten van € 2,5 miljard. Dit bedrag is hoger dan de huidige jaarlijkse kosten voor riolering en afvalwaterzuivering samen!

De kosteninschatting van RIONED is gebaseerd op traditioneel afkoppelen, gebaseerd op dezelfde ontwerpgrondslagen en veiligheid tegen water op straat als het oorspronkelijke gemengde rioolstelsel. Uiteraard bestaan er grote verschillen in kostprijs afhankelijk van de wijze waarop afgekoppeld kan worden. De nabijheid van ontvangend oppervlaktewater met voldoende capaciteit of van een goed doorlatende bodem en een diepe grondwaterstand verlagen de kostprijs aanzienlijk, afwezigheid van dergelijke gunstige condities verhoogt de kostprijs.

FIGUUR 9.1

KOSTPRIJS TRADITIONEEL AFKOPPELEN AFHANKELIJK VAN DE BEREIKEN AFKOPPELPERCENTAGE, INCLUSIEF RANGE WAARVOOR KOSTPRIJS GELDIG IS



## 9.2 BATEN: AFKOPPELEN EN INVESTERINGEN IN TRANSPORTSISTEEM EN AFVALWATERZUIVERING

De benodigde hydraulische capaciteiten van het transportsysteem en de afvalwaterzuivering worden bepaald door de benodigde RWA-ontwerpcapaciteit. Deze ontwerpcapaciteit is gebaseerd op de ontwerp DWA-capaciteit plus de overeengekomen pompovercapaciteit. Door afkoppelen wordt het mogelijk om de benodigde pompcapaciteit uitgedrukt in m<sup>3</sup>/uur te laten dalen. In de publicatie STOWA 2015-05 is een vergelijking gemaakt van de investerings- en exploitatiekosten van een standaard afvalwaterzuivering die een gangbare hydraulische capaciteit heeft en deze kosten van een zuivering die geen hemelwater meer verwerkt. De resultaten zijn opgenomen in tabel 9.1. Als er geen hemelwater meer hoeft te worden verwerkt, nemen de investeringskosten met ruim 40% af, terwijl de exploitatiekosten met 25% teruglopen. De relatief beperktere afname in exploitatiekosten komt doordat een groot deel van deze kosten voor rekening komen van beluchting en slibverwerking en deze posten niet samenhangen met hydraulica.

TABEL 9.1. INVESTERINGEN EN EXPLOITATIEKOSTEN (OOK WEL AANGEDUID ALS CAPEX (INVESTERINGSKOSTEN)+OPEX (OPERATIONELE KOSTEN)) VOORBEELD RWZI 100.000 I.E. BIJ GANGBARE HYDRAULISCHE BELASTING EN BIJ SITUATIE ZONDER RWA (=100% AFKOPPELEN) (STOWA 2015-05)

	investerings kosten (miljoen EUR)	Exploitatie kosten (miljoen EUR/jaar)	kosten per i.e. (EUR/i.e.)	kosten per m <sup>3</sup> . (EUR/m <sup>3</sup> )
huidige RWZI	29	5	50,1	0,38
RWZI min RWA	17	4	39,4	0,45

Voor het transportsysteem geldt dat bij 100% afkoppelen de investeringskosten ongeveer 50% bedragen van de investeringskosten zonder afkoppelen (Grontmij, 2001).

De hier geschetste verschillen in benodigde investeringen in transportsysteem en afvalwaterzuivering treden op in een 'groene weide' situatie, waarbij nog geen infrastructuur aanwezig is. Het is een stuk lastiger om de beperking in benodigde capaciteit te realiseren uitgaande van de huidige situatie, waarin een deel van de rioolstelsels gemengd is uitgevoerd en waarbij een reëel afkoppelpercentage van 0,5-1% per jaar te bereiken is. Bij een ontwerp horizon van 20 of 30 jaar betekent dit dat de transportleiding en de afvalwaterzuivering in de eindsituatie kleiner gedimensioneerd zouden kunnen worden. In de tussenliggende periode is de capaciteit echter nog wel benodigd. Dat betekent dat de kosten (van afkoppelen) decennia voor de baten (besparing op kosten persleiding en afvalwaterzuivering) uitgaan.

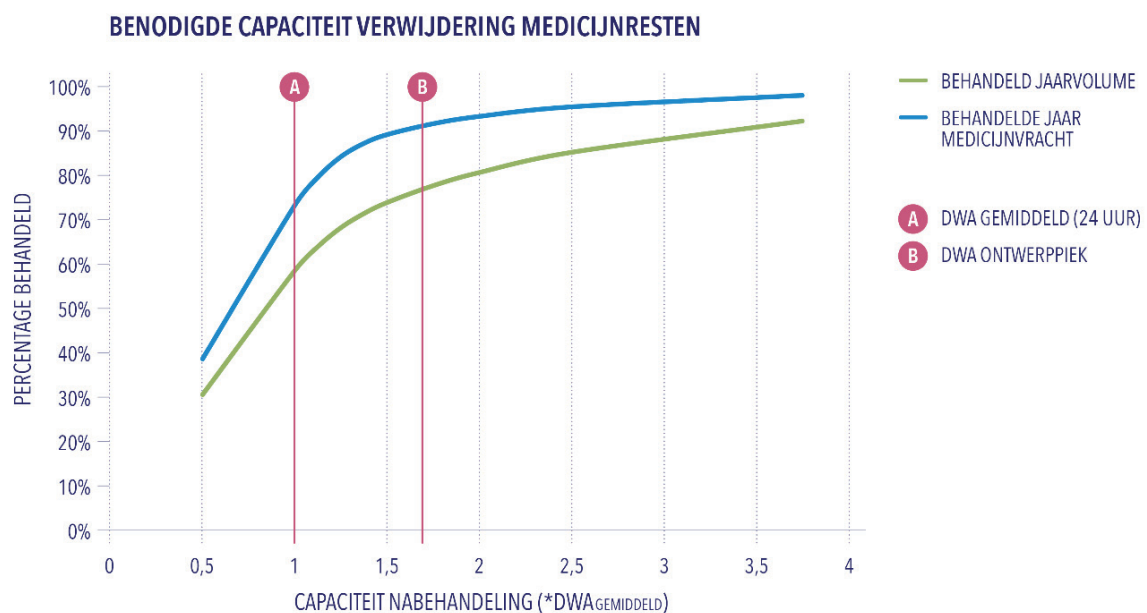
In sommige gevallen kunnen de baten sneller naar voren worden gehaald. Bijvoorbeeld bij een afvalwaterzuivering die hydraulisch volbelast is en waar hydraulische ruimte te creëren is voor het afvalwater van een nieuwbouwwijk door af te koppelen. In dat geval wordt een investering in hydraulische uitbreiding voorkomen en kan soms aanzienlijk worden bespaard.

De afgelopen decennia is afkoppelen in optimalisatiestudies meegenomen als mogelijke maatregel om zo goedkoop mogelijk te voldoen aan de basisinspanning door de gemeente en aan de afnameverplichting door het waterschap. Vooral in gevallen waarbij net een extra nabezinktank of vergroting van een persleiding kon worden voorkomen, zoals in hiervoor genoemd voorbeeld, is afkoppelen ingezet als kosteneffectieve maatregel. Bij afwezigheid van dergelijke 'tipping points', geldt in het algemeen dat de besparing op de afvalwaterzuivering van afkoppelen bij gangbare afkoppelpercentages (0-20%) relatief beperkt is. Het bedrag dat hiermee jaarlijks kan worden bespaard op de afvalwaterzuivering (som CAPEX+OPEX) komt teruggerekend naar een per afgekoppelde m<sup>2</sup> te investeren bedrag neer op een orde van grootte van 2-3 €/m<sup>2</sup> afgekoppeld oppervlak.

Deze berekening kan ook andersom worden gemaakt. Bij een gemiddelde kostprijs van afkoppelen van 38 €/m<sup>2</sup> afgekoppeld oppervlak, liggen de jaarlijkse lasten van afkoppelen op 1,9 €/m<sup>2</sup> afgekoppeld oppervlak. De netto neerslag in Nederland is gemiddeld 600 mm/jaar. Dat betekent dat per m<sup>2</sup> afgekoppeld oppervlak jaarlijks 0,6 m<sup>3</sup> regenwater wordt verwerkt. Dit komt overeen met 3,2 €/m<sup>3</sup> verwerkte neerslag. De kostprijs per m<sup>3</sup> behandeld afvalwater ligt volgens tabel 9.1 op 0,38 €/m<sup>3</sup>, waaruit volgt dat de op de rwzi te bereiken besparing door afkoppelen bij volledig afkoppelen slechts een fractie is van de kostprijs om 1 m<sup>3</sup> regenwater lokaal te verwerken. Op korte termijn is dit nog minder, aangezien de marginale kosten van het behandelen van 1 m<sup>3</sup> regenwater op de RWZI liggen op 0,03 €/m<sup>3</sup> (STOWA 2015-05).

Een misvatting die bestaat is dat bespaard kan worden op de kosten van nageschakelde technieken op de rwzi indien wordt ingezet op afkoppelen. De investeringen in de nabehandeling van effluent op de rwzi zijn namelijk niet gerelateerd aan de hydraulische belasting bij neerslag. Bij het standaard ontwerp wordt ingestoken op 1,5 maal DWA. Aangezien hiervoor wel gebruik wordt gemaakt van de gemeten DWA, worden nageschakelde technieken wel hydraulisch ontworpen op het aanwezige rioolvreemd water. Een reductie van de hoeveelheid rioolvreemd water kan derhalve wel leiden tot een besparing van de kosten van nageschakelde technieken.

FIGUUR 9.2 RELATIE TUSSEN TE INSTALLEREN HYDRAULISCHE CAPACITEIT VOOR VERWIJDERING MEDICIJNRESTEN EN BEHANDELD VOLUME INFLUENT EN BEHANDELDE MEDICIJNVRACHT



### 9.3 BATEN: AFKOPPELEN EN INVESTERINGEN WATEROVERLAST

Traditioneel afkoppelen helpt, zoals bij thema II 'afkoppelen en wateroverlast' is beschreven, niet voor het beperken van wateroverlast. Afkoppelen gecombineerd met stedelijke herinrichting biedt uiteraard wel de kans om wateroverlast te beperken. Een white paper van SWECO (SWECO, 2018) laat zien dat het grootste deel van te vermijden schade door wateroverlast al kan worden bereikt met maatregelen die goedkoper zijn dan afkoppelen, zoals vergroenen, de aanleg van berging in groenvoorzieningen en het herinrichten van wegen. Als vervolgens aanvullend wordt ingezet op afkoppelen, dan nemen de kosten naar verhouding sterker toe dan dat de schade afneemt. In het door SWECO uitgewerkte voorbeeld neemt de schade af



met 1/3 van de voor afkoppelen via infiltratie te maken kosten. Daarmee is afkoppelen via infiltratie ten behoeve van het beperken van wateroverlast in verhouding wel veel doelmatiger dan afkoppelen ten behoeve van kostenbesparingen op de rwzi.

#### **9.4 BATEN: AFKOPPELEN EN INVESTERINGEN WATERONDERLAST**

Afkoppelen met volledige infiltratie leidt lokaal tot flink meer aanvulling van het grondwater. Of daarmee ook voldoende kan worden gedaan om grondwateronderlast te voorkomen is de vraag. De verwachting is dat de grootste kostenpost, funderingsschade aan woningen, niet kan worden beperkt door afkoppelen (zie SWECO, 2018). Wel kan met de aanleg van DIT-riolen (drainage-infiltratie-transport riolen, ook een vorm van afkoppelen) de verwachte schade aan wegfundering door droogte volledig worden ondervangen. De aanname daarbij is overigens wel dat het oppervlaktewaterpeil ook tijdens droogte niet wegzakt.

# 10

## OVERZICHT EFFECTEN AFKOPPELEN

De 7 thema's laten geen eenduidig beeld zien van de effecten van afkoppelen. Soms zijn de effecten positief, soms negatief en vaak sterk afhankelijk van de wijze van afkoppelen. Tabel 10.1 geeft een overzicht van alle uitgewerkte thema's.

TABEL 10.1 OVERZICHT EFFECTEN AFKOPPELEN

Thema	Wijze van afkoppelen	
	Naar bodem	Naar oppervlaktewater
Oppervlaktewaterkwaliteit	+	Probleem afhankelijk
Regenwateroverlast	+, let op grondwater	- tot + let op ontwerp
Klimaatverandering	+, let op grondwater	- tot + let op ontwerp
Kwaliteit openbare ruimte	Kans op meerwaarde	Kans op meerwaarde
Effecten op de afvalwaterzuivering	1. Operationele voordelen bij lagere piekbelasting bij afname pompcapaciteit 2. Influentvolume daalt, waardoor bij vrijwel gelijkblijvende effluentconcentratie de effluentvracht daalt	
Valkuilen en neveneffecten	1. masterplan noodzakelijk 2. pas op met gedeeltelijk afkoppelen 3. let op rioolvreemd water	
Kosten en baten	kosten 40 €/m <sup>2</sup> afgekoppeld besparing in afvalwaterketen 2,8 €/m <sup>2</sup> besparing op kosten wateroverlast 13 €/m <sup>2</sup>	

Bij het thema *Waterkwaliteit* is een positief effect te verwachten bij afkoppelen naar de bodem, terwijl het effect bij afkoppelen naar het oppervlaktewater verschilt per waterkwaliteitsprobleem, met een positief effect voor de zuurstofhuishouding en een negatief effect voor zware metalen.

Bij het thema *Wateroverlast* is afkoppelen positief bij afkoppelen naar de bodem, mits het grondwaterbeheer op orde is, terwijl bij afkoppelen naar het oppervlaktewater het effect zowel positief als negatief kan zijn. Dit is vooral afhankelijk van de gekozen ontwerp-bui.

Bij het thema *Klimaatverandering* gelden soortgelijke conclusies als bij wateroverlast, waarbij afkoppelen naar de bodem over het algemeen beter scoort, omdat je hiermee de natuurlijke waterkringloop beter benadert.

Bij het thema *Kwaliteit leefomgeving* is bij afkoppelen naar de bodem een beperkt effect te verwachten als dit plaatsvindt via onzichtbare ondergrondse voorzieningen. Bij Wadi's of bij vergroening is dit effect er wel. Bij afkoppelen naar oppervlaktewater is dit ook afhankelijk van de uitvoeringsvorm. Hoe zichtbaarder, hoe groter de kans op meerwaarde, maar ook hoe meer afstemming met andere ruimtegebruikers.

Bij de laatste drie thema's zijn de effecten niet sterk afhankelijk van de bestemming van het hemelwater, de bodem of het oppervlaktewater.

Het thema *Functioneren afvalwaterzuivering* krijgt van oudsher de nodige aandacht bij afkoppelen. Het belangrijkste effect van afkoppelen op het functioneren van de rwzi is vooral de afname van het effluentvolume doordat er minder water wordt aangevoerd. Daarnaast is een positief effect te verwachten op de bedrijfsvoering indien met afkoppelen ook de pompcapaciteit wordt gereduceerd.

Het thema *Valkuilen en neveneffecten* laat zien dat grootschalig afkoppelen vraagt om een duidelijke visie en masterplan, waarbij gedeeltelijk afkoppelen eigenlijk vragen om problemen is en het aspect rioolvreemd water meer aandacht moet krijgen dan tot nu toe gebruikelijk.

Het laatste thema *Kosten en baten*, laat zien dat afkoppelen bij grootschalige toepassing in heel NL gemiddeld 40 €/m<sup>2</sup> kost. Daar staan een besparing in de afvalwaterketen tegenover met een waarde van 2,8 €/m<sup>2</sup> en een besparing op de kosten van wateroverlast van 13 €/m<sup>2</sup>. De vraag die derhalve open staat is derhalve of de eerder genoemde positieve effecten van afkoppelen een netto investering van ongeveer 24 €/m<sup>2</sup> afgekoppeld oppervlak waard zijn, waarbij opgemerkt moet worden dat de hoogte van zowel de kosten als de baten sterk locatieafhankelijk zijn. Een effectieve keuze van maatregelen is zonder goede analyse van de waterketeninfrastuctuur, het functioneren daarvan en de interactie van waterketen met de omgeving (inclusief watersysteem), eigenlijk niet mogelijk.

# 11

## BRONNEN

DELTARES (2012). Schades door watertekorten en -overschotten in stedelijk gebied. Quick scan van beschikbaarheid schadegetallen en mogelijkheden om schades te bepalen.

Ecologische Sleutel Factoren, ESF, zie <https://www.stowa.nl/nieuws/esf-instrumenten>

Grontmij (2001). Effecten en grenzen van afkoppelen bestaand gebied. Rapport in opdracht van VROM

Ministerie van Verkeer en Waterstaat (1998). Vierde Nota Waterhuishouding NW4

Potz, H. (2016). Groenblauwe netwerken. Handleiding voor veerkrachtige steden.

RIONED (2016). (Meer)kosten afkoppelen en besparen op zuivering

RIONED (2018). Afkoppelen van regenwater. Bestuurdersinformatie. Juni 2018.

Royal Haskoning (2018). Een nieuwe systematiek voor de zuiveringsheffing. Rapport in opdracht van Unie van Waterschappen.

STOWA (2008). Het effect van afkoppelen van hemelwater op de rwzi. STOWA 2008-14

STOWA (2015). Reductie hydraulische belasting RWZI. STOWA 2015-05

STOWA (2017). Zandverwijdering op RWZI's in Nederland. STOWA 2017-22

STOWA (2018). Handboek voor de watervriendelijke tuin. Rapport 2018-10

Twijnstra Gudde + TAUW (2015). Toekomstbestendige en duurzame financiering van het Nederlandse waterbeheer. Rapport in opdracht van Ministerie VROM.

[www.emissieregistratie.nl](http://www.emissieregistratie.nl)