

# Beslisboom hemelwatermaatregelen

---

Projectnummer: 360355  
Referentienummer: SWNL0244630  
Datum: 03-06-2019

---

## Onderzoek beslisboom hemelwatermaatregelen

Rapport

## Verantwoording

Titel Onderzoek beslisboom  
hemelwatermaatregelen  
Rapport  
Subtitel  
Projectnummer 360355  
Referentienummer SWNL0244630  
Revisie D1  
Datum 03-06-2019

Auteur(s) Elwin Leusink  
E-mailadres elwin.leusink@sweco.nl

Gecontroleerd door Karst Jan van Esch  
Paraaf gecontroleerd

Goedgekeurd door Elwin Leusink  
Paraaf goedgekeurd

## Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Een beslisboom hemelwatermaatregelen .....</b>	<b>4</b>
1.1	Wat is de aanleiding van het onderzoek? .....	4
1.2	Wat willen we bereiken? .....	4
1.3	Leeswijzer .....	4
<b>2</b>	<b>Wat bepaalt de keuze voor hemelwatermaatregelen? .....</b>	<b>5</b>
2.1	Onderzoeksopzet.....	5
2.2	Aspecten bij keuze hemelwatermaatregel.....	5
2.3	Aspecten die een rol spelen bij de keuze voor een hemelwatermaatregel .....	6
2.4	Criteria van ingenieursbureaus bij aanleg van waterpasserende verharding .....	7
2.5	Aspecten die een rol spelen bij goed functionerende hemelwatermaatregelen .....	8
<b>3</b>	<b>Beslisboom hemelwatermaatregelen .....</b>	<b>9</b>
3.1	Opzet van de beslisboom .....	9
3.2	Keuzes in de beslisboom.....	10
3.3	Hemelwatermaatregelen .....	11
<b>4</b>	<b>Factsheets hemelwatermaatregelen .....</b>	<b>12</b>
4.1	Aanleiding voor het opstellen van factsheets .....	12
4.2	Indicatie van kosten aanleg en onderhoud.....	12
4.3	Toevoegen ervaringen en gegevens .....	12
<b>5</b>	<b>Aanbevelingen aan gemeenten .....</b>	<b>13</b>
<b>Bijlage 1 – Factsheets hemelwatermaatregelen.....</b>		<b>14</b>
<b>Bijlage 2 - Beslisboom hemelwatermaatregelen .....</b>		<b>26</b>

# 1 Een beslisboom hemelwatermaatregelen

## 1.1 Wat is de aanleiding van het onderzoek?

De verwachting is dat door klimaatverandering vaker extreme neerslaggebeurtenissen zullen optreden. Hoe we omgaan met het infiltreren, bergen en afvoeren van regenwater wordt daarom steeds belangrijker. Om schade en overlast door neerslag te voorkomen zal meer aandacht nodig zijn voor hemelwater in de leefomgeving. En dan is het belangrijk dat de maatregelen die worden uitgevoerd op basis van de juiste gronden zijn afgewogen. Een beslisboom kan helpen om alle belangrijke gronden mee te nemen in de afweging en kan tevens inspiratie bieden bij het zoeken naar geschikte oplossingen.

Hier willen we benadrukken dat een beslisboom een hulpmiddel is bij een keuzeprocess. Het kan helpen om te voorkomen dat er iets wordt vergeten, of het dient ter inspiratie. De gebruiker van de beslisboom is zelf verantwoordelijk voor een goede uitkomst.

Stichting RIONED heeft ondersteund bij het opstellen van deze beslisboom. Bij deze willen we hen bedanken voor deze bijdrage.

## 1.2 Wat willen we bereiken?

Het manifest 'de klimaatbestendige stad' schat de toekomstige schade door extreme weersomstandigheden op 71 miljard euro. Om de kans op deze schade te verkleinen zijn grote investeringen nodig, vooral als het gaat om schade door neerslag. Jaarlijks wordt al voor honderden miljoenen geïnvesteerd in het verkleinen van de kans op schade. Het valt te verwachten dat de investeringsbedragen toenemen. Vanwege deze hoge bedragen is het belangrijk om goed onderbouwde beslissingen te nemen.

Met het volgen van een beslisboom kunnen beslissingen grondiger worden onderbouwd. Het opstellen van een beslisboom hemelwatermaatregelen kan de indruk geven dat nu niet alle hemelwatermaatregelen goed worden onderbouwd. Hier is echter geen onderzoek naar gedaan. De beslisboom die in dit rapport is uitgewerkt, is bedoeld als geheugensteun op het moment dat er een project wordt uitgevoerd. Tijdens de uitwerking zijn veel voorbeelden langsgekomen van goed doordachte hemelwatermaatregelen die zonder beslisboom tot stand zijn gekomen. Er zijn echter ook enkele voorbeelden naar voren gekomen waar het niet goed ging. De beslisboom die in dit rapport is uitgewerkt kan helpen om te voorkomen dat dit nogmaals gebeurt.

In het proces om te komen tot de juiste keuze voor een hemelwatermaatregel spelen naast technische eisen ook de wensen, ambities en eisen van gebruikers en andere belanghebbenden een rol. Zo wordt het proces van de keuze voor een hemelwatermaatregel doelmatiger, is er meer draagvlak en wordt ervoor gezorgd dat de maatregelen effectief kunnen functioneren.

Het verspreiden van kennis en ervaring helpt bij het maken van betere keuzes. We hebben daarom een start gemaakt met het verzamelen van kennis over hemelwatermaatregelen, door factsheets op te stellen met de informatie die wij tijdens dit project hebben verzameld.

## 1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt inzicht gegeven in de aspecten en de eisen die een rol spelen bij de keuze van een hemelwatermaatregel. Dit inzicht vormt de onderlegger voor de beslisboom die in hoofdstuk 3 wordt uitgelegd. In hoofdstuk 4 leggen uit welke verder gegevens we hebben verzameld. In hoofdstuk 5 geven we onze aanbevelingen.

## 2 Wat bepaalt de keuze voor hemelwatermaatregelen?

### 2.1 Onderzoeksopzet

Om de beslisboom op te stellen zijn de volgende vragen gesteld:

- Welke aspecten spelen een rol bij de keuze voor een hemelwatermaatregel?
- Wat is nodig om een hemelwatermaatregel goed te laten functioneren?
- Hoe verloopt het besluitvormingsproces?

Voor het onderzoek zijn we ervan uitgegaan dat er al is besloten om op een bepaalde locatie een hemelwatermaatregel uit te voeren. Er is dus een duidelijke aanleiding, maar de hemelwatermaatregel is nog niet bekend.

Bij dit onderzoek zijn het Platform Water Vallei & Eem, Sweco, Van Hall Larenstein en Stichting RIONED betrokken. Vijf studenten hebben tussen januari en juli 2018 onderzoek gedaan naar de keuze voor het toepassen van een hemelwatermaatregel. Voor hun onderzoeken hebben zij gesprekken gevoerd bij 20 gemeenten, waarvan 9 gemeenten in PWVE-gebied. Ook hebben ze met 3 ingenieursbureaus gesproken. Dit rapport is gebaseerd op de scripties en rapporten van deze studenten. Ook is gebruik gemaakt van een door Sweco georganiseerde middagsessie met medewerkers van PWVE-leden. Hier is het besluitvormingsproces van hemelwatermaatregelen besproken. Wat komt er ter sprake en wanneer komt dit ter sprake? De resultaten zijn door Van Hall Larenstein getoetst en aangevuld. Zij hebben hiervoor gebruik gemaakt van openbaar beschikbare rapporten en wetenschappelijke studies.

### 2.2 Aspecten bij keuze hemelwatermaatregel

Door tijdens interviews praktijkcasussen te bespreken zijn er 21 aspecten geïdentificeerd die een rol spelen bij de keuze voor een hemelwatermaatregel. Deze zijn gebundeld rondom vijf onderwerpen. In Tabel 2-1 is hiervan een overzicht opgenomen.

Tabel 2-1: onderwerpen en aspecten

Onderwerp	Aspecten
Technische aspecten	- grondwaterstand, - doorlatendheid bodem, - vereisten voor maatregel, - verwacht nut van maatregel.
Ruimtelijke aspecten	- hoogteverschil, - afstand tot oppervlaktewater, - waterkwaliteit, - beschikbare ruimte, - aanwezig groen.
Sociaal-maatschappelijke aspecten	- betrokkenheid burgers, - mogelijkheid tot maatregelen op privaat terrein, - comfort van de maatregel voor de omwonenden.
Financiële aspecten	- kosten aanleg, - kosten beheer.
Organisatorische aspecten	- samenwerking binnen gemeente, - samenwerking waterketen, - beleidsdocumenten, - programma van eisen/ technische standaard, - aanleiding voor de maatregel,

- 
- ervaring met de maatregel,
  - ervaring met beheer van de maatregel.
- 

### *Opvallendheden*

Tijdens de interviews kwamen twee opvallende zaken naar voren:

1. **Aanleg:** verschillende gemeenten hebben ervaren dat de aanleg van een hemelwatermaatregel niet goed verloopt. Hierbij werden verschillende ervaringen genoemd, zoals het gebruik van verkeerd zand, tot het vasttrillen van waterpasserende verharding. Er werd aangegeven dat het toezicht op werkzaamheden beperkt is en dat de mogelijke fouten/problemen onbekend zijn. De gemeenten spraken daarom een voorkeur uit voor de aanleg van bekende hemelwatermaatregelen.
2. **Onderhoud:** verschillende gemeenten gaven aan onvoldoende kennis te hebben over het benodigde onderhoud van hemelwatermaatregelen. Sommigen gaven aan geëxperimenteerd te hebben met verschillende vormen van onderhoud en daaruit te concluderen dat een type maatregel op een locatie niet goed functioneert. Eén gemeente gaf aan dat een lijngoot vervroegd is vervangen, omdat de goot niet goed kon worden schoongemaakt. Eén gemeente gaf aan te zijn gestopt met het aanleggen van waterpasserende verharding, omdat verschillende onderhoudsmaatregelen onvoldoende effect bereikten. Hiertegenover stond een gemeente die vertelde al 25 jaar te werken met waterpasserende verharding en het juist zoveel mogelijk toe te passen.

### **2.3 Aspecten die een rol spelen bij de keuze voor een hemelwatermaatregel**

Tijdens een bijeenkomst met verschillende PWVE-gemeenten is aan de hand van enkele fictieve casussen het keuzeproces voor een hemelwatermaatregel besproken. Hieruit kwam naar voren:

- dat onduidelijkheid over beheer vaak de oorzaak is dat hemelwatermaatregelen minder goed functioneren dan bedoeld;
- gebiedskenmerken vaak in een vroeg stadium worden bevraagd, vooral de grondwaterstanden en bodemopbouw;
- oplossingen vaak worden gecombineerd met meer groen.

Uit de bijeenkomst bleek dat wensen en eisen van de betrokkenen (degenen die aan tafel zitten) vaak het kader geven waarbinnen de op techniek gerichte keuzes voor een hemelwatermaatregel mogelijk zijn.

Er kwamen twee conclusies uit de bijeenkomst:

1. *Houdt ambities en technische aspecten uit elkaar*  
In discussies lopen de ambities en technische aspecten soms door elkaar heen. Ambities worden dan gebruikt om een type hemelwatermaatregel vast te leggen, of technische aspecten worden gebruikt om te benadrukken dat een type hemelwatermaatregel niet mogelijk is. De vermenging van ambities en technische eisen kan de juiste keuze voor een hemelwatermaatregel bemoeilijken. Door ambities en het technische kader uit elkaar te trekken wordt de discussie verheldert. Bijvoorbeeld: de ambitie om een groen-blauwe structuur aan te leggen beïnvloedt de keuze voor een hemelwatermaatregel, kies daarom eerst voor een groen-blauwe structuur en bepaal daarna hoe het hemelwater daarbinnen een plek krijgt.
2. *Maak een duidelijk onderscheid in fases van het project*  
Met een projectplanning wordt onderscheid gemaakt in verschillende fases. Deze fases bestaan grofweg uit de verkenning, het ontwerp, de aanleg en het onderhoud. In elke fase is andere informatie nodig voor de keuzes die leiden tot een maatregel. Uit het onderzoek kwam de indruk dat dit nu soms door elkaar loopt. Een slechte ervaring met

het onderhoud van een hemelwatermaatregel zorgt ervoor dat de hemelwatermaatregel op een andere locatie al in de verkenningsfase wordt afgeschreven. Hiermee wordt niet het onderhoud verbeterd, maar wordt voorkomen dat een vergelijkbare situatie zich voordoet. Door het duidelijk opsplitsen van de fasen in een project, en de gestructureerde afweging van informatie die per fase wordt opgevraagd, wordt de informatie beter afgewogen. Zo kan iedere keer de juiste maatregel op de juiste plek worden gekozen.

#### 2.4 Criteria van ingenieursbureaus bij aanleg van waterpasserende verharding

Ingenieursbureaus werken hemelwatermaatregelen uit in opdracht van gemeenten. Hiermee spelen ze een rol in de keuze voor een hemelwatermaatregel en het uiteindelijke functioneren van maatregelen. Zij krijgen meestal al een enigzins uitgewerkte opdracht, die zij vervolgens in detail uitwerken. Uit het onderzoek is gebleken dat zij voor die uitwerking eigen ervaring en criteria gebruiken.

Aan drie commerciële ingenieursbureaus en één gemeentelijk ingenieursbureau is gevraagd waar zij naar kijken bij het ontwerpen van een straat met waterpasserende verharding. In Tabel 2-2 zijn hun antwoorden aangegeven. Er is te zien dat zij in grote lijnen vergelijkbare criteria hanteren, maar op details verschillen.

Tabel 2-2 Criteria voor aanleg waterpasserende verharding

	<b>Verkeer</b>	<b>Helling</b>	<b>Grondwaterstand</b>	<b>Grondverbetering</b>	<b>K-waarde</b>
1	Zwaar verkeer vermijden, doorgaand verkeer mogelijk	Bij voorkeur vlak, maatregelen nodig bij hellingshoek	1,2 meter onder maaiveld	0,5 meter zand onder fundering	K>1
2	Zwaar verkeer vermijden, doorgaand verkeer mogelijk	Bij voorkeur vlak, maatregelen nodig bij hellingshoek	1,2 meter onder maaiveld	Zandige/grindige ondergrond	K>1
3	Lager dan 500 personenauto's en 20 vrachtwagens per dag, wringend verkeer vermijden	Geen criteria	1,2 meter onder maaiveld	Lichte bolling (0,5-1%) om krachten beter door te geven, afschot aanbrenge in fundering	K>0,5
4	Alleen woonwijken met doodlopende wegen, geen doorgaand verkeer	Bij voorkeur vlak, maatregelen nodig bij hellingshoek	1,5 meter onder maaiveld	Grondverbetering niet nodig	K>1,5

## 2.5 Aspecten die een rol spelen bij goed functionerende hemelwatermaatregelen

Vanuit de literatuur zijn er aspecten te benoemen die een rol spelen bij het wel of niet goed functioneren van hemelwatermaatregelen. Voor 18 hemelwatermaatregelen is daarom onderzocht wat er nodig is om deze goed te laten functioneren. Uit de literatuur komen de volgende aspecten naar voren:

- de maximale hellingshoek: bij een grote hellingshoek vallen sommige maatregelen af;
- de grondwaterstand: bij een hoge grondwaterstand zijn sommige maatregelen niet meer mogelijk;
- de ondergrond: sommige ondergronden zijn meer geschikt voor bepaalde maatregelen dan andere;
- de beschikbare ruimte: bovengronds en/of ondergronds;
- de beschikbare ruimte: toepassing op de schaal van een wijk, straat, gebouw of tuin;
- het beoogde doel: infiltreren van water, bergen van water of afvoeren van water.

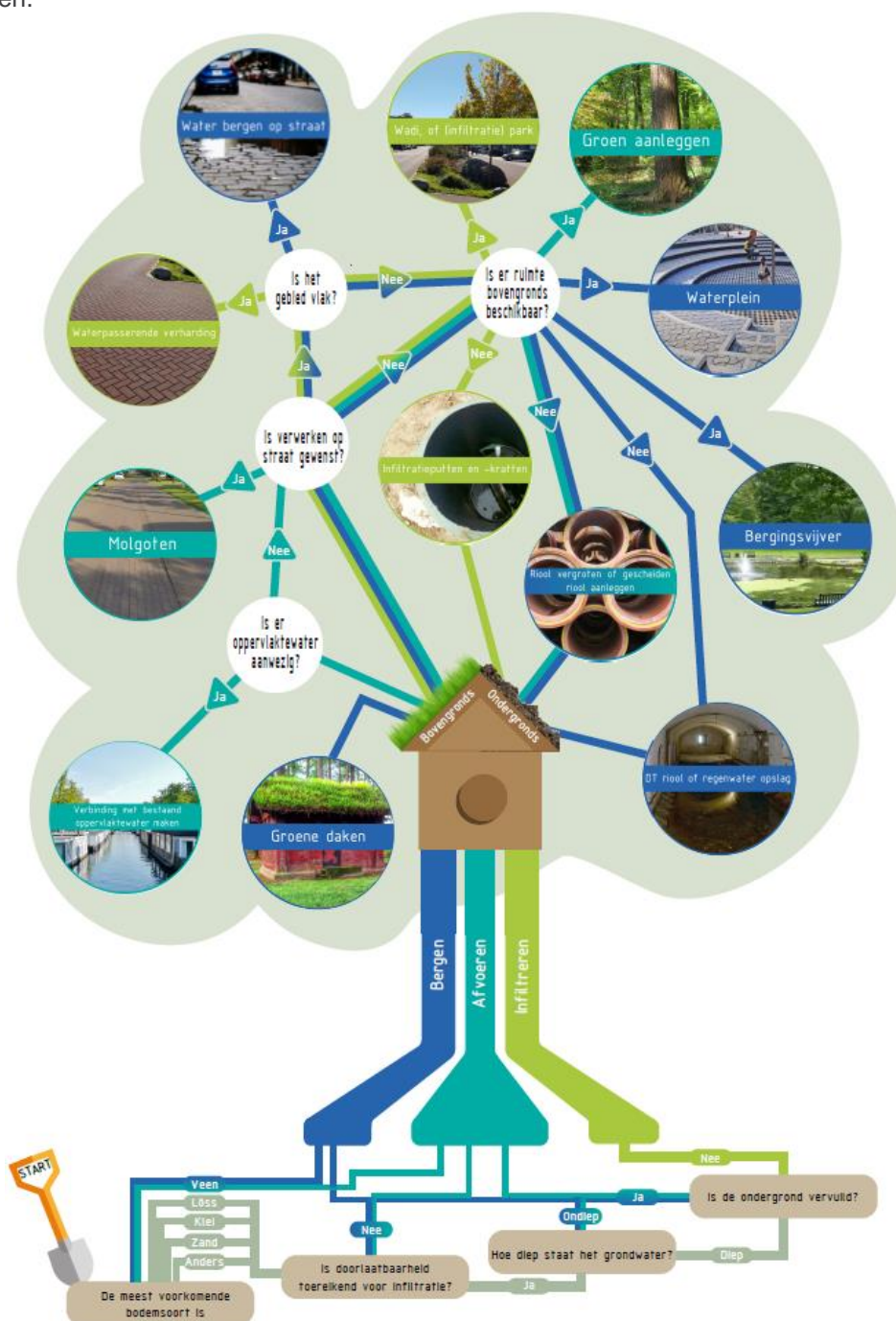
Wat opvalt is dat de meeste hemelwatermaatregelen in veel omstandigheden mogelijk zijn, maar dat het doel, de schaal en het ruimtegebruik bepalen of ze op een bepaalde locatie kunnen worden geplaatst.



### 3 Beslisboom hemelwatermaatregelen

#### 3.1 Opzet van de beslisboom

De beslisboom start met een verkenning van het bodem- en watersysteem om te bepalen of hemelwater kan infiltreren in de bodem of dat berging of eventueel afvoer dient plaats te vinden. Vervolgens vindt uitwerking plaats waarbij wensen van betrokken in beeld worden gebracht om tot een integrale afweging te kunnen komen. Een belangrijke keuze betreft daarbij het bovengronds of ondergronds behandelen van hemelwater. Daarnaast kunnen in de afweging ook overige aspecten een rol spelen, zoals kosten en samenwerking met omwonenden.



### 3.2 Keuzes in de beslisboom

In de beslisboom moeten enkele keren keuzes worden gemaakt. Binnen de meeste organisaties is al veel informatie beschikbaar die hierin ondersteunt. In Tabel 3-1 is aangegeven welke informatie hierbij kan helpen. In de volgende paragrafen gaan we in op de keuzes.

Tabel 3-1 Ondersteunende informatie bij keuzes in de beslisboom

Startpunt	Projectgebied
Gemeentelijk beleid voor water/riolering	Toekomstige verkeerssituatie
Risico-locatie water: moet hier iets gebeuren?	Toekomstige functie van gebied
Gemeentelijk beleid voor andere vakgebieden	Wens om water zichtbaar te houden
Aanleiding voor project vanuit andere disciplines	Wens om gebied te vergroenen
Overlast/meldingen	Mogelijke aansluiting bij andere maatregelen
Aandachtspunten vanuit gebruikers	

#### 3.2.1 Keuze: infiltreren, bergen of afvoeren

De verkenning start met kennis van de bodemsoort ter plaatse. Aanvullend worden zo nodig de infiltratiemogelijkheden vastgesteld en wordt de bodemkwaliteit beoordeeld. Op basis hiervan kan worden bepaald wat de meest geschikte oplossingsrichting is: infiltreren, bergen of afvoeren.

#### **Bodemsoort**

Wanneer sprake is van veen in de (ondiepe) ondergrond dan is infiltratie niet mogelijk en zal het hemelwater geborgen dienen te worden of zo nodig te worden afgevoerd, eventueel via de riolering.

#### **Infiltratiemogelijkheden**

Als sprake is van andere grondsoorten is het nodig onderzoek te doen naar infiltratiemogelijkheden waarbij de doorlatendheid van de bodem en de grondwaterstand bepalende factoren zijn.

#### **Bodemvervuiling**

Indien sprake is van bodemvervuiling dan wordt infiltratie onwenselijk geacht en wordt geadviseerd het hemelwater te bergen of af te voeren.

### 3.2 Keuze: bovengronds of ondergronds

De keuze voor een bovengrondse voorziening kan samenhangen met de ambitie/ het beleid om hemelwater zoveel mogelijk zichtbaar te behandelen. Ook heeft het te maken met de beschikbare ruimte bij een extreme bui: ondergronds maatregelen zijn vaak duurder en daarom vaak gelimiteerd in de capaciteit, terwijl bovengrondse maatregelen goedkoper zijn en ruimer kunnen worden opgezet. Als dit een gedragen uitgangspunt is dan zal vervolgens duidelijk moeten worden wat de mogelijkheden zijn voor de oplossingsrichting (infiltreren, bergen of afvoeren). Daarbij spelen ruimtelijke kenmerken een cruciale rol zoals aanwezigheid van oppervlaktewater, de helling van het gebied en de beschikbare ruimte langs wegen. Ook kan het risico op vervuiling een rol spelen om voor bepaalde locaties te kiezen om het hemelwater aan te sluiten op het riool. Daarbij kan het bijvoorbeeld gaan om het type verkeer en/of het aantal verkeersbewegingen

### 3.2.2 Keuze: op straat of in oppervlaktewateren

Op straat of in oppervlaktewateren kan water worden geborgen. Deze keuze kan samenhangen met de functie van de straat, de acceptatie van water-op-sstraat en de beschikbare capaciteit in het oppervlaktewater.

### 3.2.3 Overige keuzen

De kosten en de mogelijkheid tot integraal werken zijn belangrijk in de keuze voor een hemelwatermaatregel. Er moet binnen het beschikbare budget worden gewerkt, daarom moet er een beeld zijn van wat een hemelwatermaatregel aan kosten met zich meebrengt. En als er de wens is om integraal te werken, dan moet er afstemming plaatsvinden met andere vakgebieden en omwonenden om tot een goed plan te komen waarin iedereen zich kan vinden.

## 3.3 **Hemelwatermaatregelen**

Er bestaan veel verschillende hemelwatermaatregelen. We hebben daarom een aantal categorieën opgenomen die samen een beeld geven van het geheel aan mogelijkheden:

- DT-riool of ondergrondse hemelwateropslag: vormen van ondergrondse hemelwaterberging;
- riool vergroten of gescheiden riolering aanleggen: vormen van het vergroten van de ondergrondse afvoercapaciteit;
- bergingsvijver: vormen van het vergroten van de berging in oppervlaktewateren;
- verbinding met oppervlaktewater maken: vormen van het vergroten van de afvoermogelijkheid door afstroming naar een oppervlaktewater mogelijk te maken;
- waterplein: vormen van het bovengronds vergroten van de berging op verdiepte verharde oppervlakken;
- water bergen op straat: vormen van het bovengronds vergroten van de berging op straten;
- waterpasserende verharding: vormen van verharding die het mogelijk maken dat water infiltreert in de bodem;
- molgoten: vormen van bovengrondse afvoer van hemelwater die ook beperkte extra berging kunnen geven;
- infiltratieputten en -kratten: vormen van het infiltreren van hemelwater;
- groen aanleggen: vormen van het bovengronds bergen van hemelwater en het mogelijk maken dat dit hemelwater infiltreert;
- wadi of infiltratiepark: vormen van het infiltreren van hemelwater door de bodem aan te passen en erboven ruimte te maken voor waterberging;
- groene daken: vormen van het bergen van hemelwater op daken.

Er bestaan veel varianten op deze hemelwatermaatregelen. Ook is het vaak mogelijk om ze binnen projecten te combineren. Het is dus geen uitputtende lijst, maar een startpunt om hemelwater op een goede manier te verwerken in het projectgebied.

## 4 Factsheets hemelwatermaatregelen

### 4.1 Aanleiding voor het opstellen van factsheets

Gedurende het onderzoek is duidelijk geworden dat er behoefte is aan een duidelijk overzicht van informatie over de aanleg en het onderhoud van hemelwatermaatregelen. Slechte ervaringen leidden tot het niet meer toepassen van sommige maatregelen, terwijl andere gemeenten er nog steeds enthousiast over waren. Om hier meer inzicht in te krijgen is per categorie hemelwatermaatregel een factsheet opgezet op basis van de Kennisbank van Stichting RIONED en aanvullende literatuur.

Voor de relatief nieuwe typen hemelwatermaatregelen bestaat er nog geen goed overzicht van aandachtspunten voor onderhoud en aanleg. In de factsheets zijn hiervoor aannames gedaan en soms is het opengelaten.

### 4.2 Indicatie van kosten aanleg en onderhoud

Kosten spelen vaak een belangrijke rol bij de keuze voor een hemelwatermaatregel, daarom hebben we op basis van kostenkengetallen een kostenindicatie gegeven voor hemelwatermaatregelen. De schaal waarop dit wordt toegepast is hierbij van belang: wij hebben ervoor gekozen om hier een inschatting van de kosten te maken voor één ruim opgezette woonstraat. Elke situatie is anders, daarom moet voor een goed inzicht in de kosten altijd een lokale kostenberekening worden gemaakt. De uitkomsten hebben we op een relatieve schaal gezet: de duurste maatregelen scoren 5 uit 5 sterren, de goedkoopste maatregelen scoren 1 uit 5 sterren.

### 4.3 Toevoegen ervaringen en gegevens

Nieuwe uitvindingen en verbeteringen op bestaande producten zorgen ervoor dat slechte ervaringen worden voorkomen. Het uitwisselen van informatie en ervaringen is belangrijk om de juiste keuze te maken, vooral als dit lokale kennis en ervaring is. De factsheets kunnen een start vormen voor deze uitwisseling van kennis en ervaring.

Op internet zijn veel websites te vinden met informatie over hemelwatermaatregelen. Deze informatie kan actueler zijn dan in dit document. Enkele voorbeelden van websites zijn [www.riool.net](http://www.riool.net) en [www.climatescan.nl](http://www.climatescan.nl).

## 5 Aanbevelingen aan gemeenten

Op basis van het uitgevoerde onderzoek doen wij de volgende aanbevelingen:

### 1. Geef een goede onderbouwing voor de keuze van een hemelwatermaatregel

Een grote investering moet goed worden onderbouwd. Uiteraard spelen vele aspecten een rol, daarom is het belangrijk om de keuzes gestructureerd te maken. Dit voorkomt dat er iets over het hoofd wordt gezien of dat op verkeerde gronden een besluit wordt genomen.

### 2. Geef meer aandacht aan de aanleg van hemelwatermaatregelen

Afgaand op het uitgevoerde onderzoek geven veel gemeenten de meeste aandacht aan de verkennings- en ontwerpfasen van een project. De aanleg krijgt relatief weinig aandacht: er wordt weinig toezicht gehouden en er is weinig bekend over de aandachtspunten in deze fase. Daarom geven wij de aanbeveling om hier meer aandacht aan te geven, door toezicht te houden op werkzaamheden en kennis op te doen over wat er goed en fout kan gaan in deze fase.

### 3. Geef meer aandacht aan het onderhoud van hemelwatermaatregelen

Ook het onderhoud van hemelwatermaatregelen krijgt relatief weinig aandacht. Veel slechte ervaringen met hemelwatermaatregelen houden verband met het onderhoud. Onbekendheid met het juiste onderhoudsregime en onvoldoende aandacht voor de 'onderhoudbaarheid' van een ontwerp zorgen er dan voor dat een hemelwatermaatregel minder goed functioneert. Hier is meer aandacht voor nodig.

### 4. Onderzoek regelmatig het functioneren van hemelwatermaatregelen

Er blijkt weinig onderzoek te worden gedaan naar het functioneren van hemelwatervoorzieningen. Het is niet gangbaar om een nulmeting uit te voeren en daarna met vervolgonderzoek periodiek het functioneren te beschouwen. Hierdoor worden problemen niet of pas laat ontdekt, ook is het hierdoor lastiger om tussentijdse verbeteringen door te voeren.

### Onderzoek en het delen van ervaringen

Door het uitvoeren van onderzoek en het leren van elkaars ervaringen kan veel kennis worden opgedaan en worden verspreid. Enkele mogelijke acties hierin zijn:

- deel ervaringen. Bespreek wie, welke hemelwatermaatregelen heeft aangelegd en hoe deze worden onderhouden. Ga in op wat er goed en slecht gaat;
- vergelijk onderhoudsmethodes. Door proeven te doen en de resultaten te delen kunnen veel verschillende onderhoudsmethodes worden onderzocht;
- neem het periodiek testen van hemelwatermaatregelen op in de onderhoudsplanningen. Vergelijk het functioneren met het doel waar het ooit voor is aangelegd.

## Bijlage 1 – Factsheets hemelwatermaatregelen

## Rioolvergroten of gescheiden rioolstelsel aanleggen



Hemelwater van het verhard oppervlak wordt gescheiden gehouden van het overige afvalwater en met behulp van een rioolstelsel geloosd op oppervlaktewater. Of het wordt met een ruimer gedimensioneerd gemengd rioolstelsel afgevoerd naar de RWZI.

De voordelen van een gescheiden rioolstelsel zijn:

- Weinig bovengronds ruimtebeslag;
- toepasbaar op ruime afstand van open water;
- toepasbaar in klei en veenbodems.

### Voorwaarden voor toepassing

- > Ondergronds moet voldoende ruimte beschikbaar zijn.
- > Ondergronds moet (soms) worden aangesloten op bestaande systemen.
- > Er is medewerking nodig van perceeleigenaren om regenpijpen af te koppelen.

### Aandachtspunten bij toepassing

- > De capaciteit van een rioolstelsel is gelimiteerd: wat gebeurt er als de capaciteit onvoldoende is?
- > Kans op foutaansluitingen.



### Aanlegkosten

\*\*\*\*\*

*Let op: aanlegkosten zijn sterk afhankelijk van de locatie en wensen.*



### Onderhoud

Gangbare onderhoudsregimes zijn:

- Kolkenreiniging 1-2x per jaar
- Reiniging HWA-riolen 1x per 6-20 jaar



### Onderhoudskosten

\*\*\*\*\*



### Relevante onderzoeken

Op de website van Stichting RIONED staat veel informatie over het beheer van vrijvervalriolen: <https://www.riool.net/vrijvervalriolering>.

## Molgoot



Een molgoot zorgt voor de oppervlakkige afvoer van regenwater. Het is een verdieping in het straatprofiel

De voordelen van een molgoot zijn:

- water wordt zichtbaar bovengronds afgevoerd;
- aansluiting op oppervlaktewater is mogelijk;
- door het hoogteverschil geeft het (beperkt) meer ruimte aan het water

### Voorwaarden voor toepassing

- Molgoten kunnen alleen toegepast worden bij wegen met weinig verkeer. Voor bijvoorbeeld ontsluitingswegen is een vlak wegprofiel nodig.

### Aandachtspunten bij toepassing

- Water uit de molgoot moet verwerkt worden, bijvoorbeeld via kolken of afstroming naar oppervlaktewater.
- Het is mogelijk om molgoten af te dekken met een rooster, dit voorkomt een glad loopoppervlak.



### Aanlegkosten

\*\*\*\*\*



### Onderhoud

Gangbare onderhoudsregimes zijn:

- Vegen en kolken zuigen bij vervuiling
- Meenemen in straatveegschema



### Onderhoudskosten

\*\*\*\*\*



### Relevante onderzoeken

Op verschillende websites is informatie te vinden, bijvoorbeeld <https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/open-goten>.



## Verbinding maken met oppervlaktewater (eventueel i.c.m. verruimen oppervlaktewater)



Drempels en verlagingen zorgen voor sturing van waterstromen. Soms moeten juist obstakels worden verwijderd. Hiermee wordt het water gestuurd naar een oppervlaktewater, waar het kan worden geborgen en afgevoerd.

De voordelen van een verbinding met oppervlaktewater zijn:

- het sturen van de afwatering;
- het benutten van de ruimte in oppervlaktewateren.

### Voorwaarden voor toepassing

- > Drempels en verlagingen kunnen alleen toegepast worden bij wegen met weinig verkeer. Voor bijvoorbeeld ontsluitingswegen is een vlak wegprofiel nodig.
- > Er moet voldoende capaciteit zijn in de oppervlaktewateren om het extra water kwijt te kunnen.

### Aandachtspunten bij toepassing

- > Het oppervlaktewater moet de extra toevoer aan kunnen. Hiervoor moet niet alleen naar de projectlocatie worden gekeken, maar naar het gehele watersysteem.



### Aanlegkosten

\*\*\*\*



### Onderhoud

Gangbare onderhoudsregimes zijn:

- Vegen bij vervuiling
- Meenemen in straatveegschema
- Eventueel groenonderhoud



### Onderhoudskosten

\*\*\*\*



### Relevante onderzoeken

- Waterberging in gebouwde voorzieningen loont, Rooilijn, 2008, <http://archieff.rooilijn.nl/download?type=document&identificer=629770>
- Klimaatverandering in het stedelijk gebied, RIVM, 2011, <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/607050008.pdf>

## Water bergen op straat



Drempels en verlagingen zorgen voor sturing van waterstromen. Strategisch geplaatste drempels sturen het water naar een oppervlaktewater, waar het kan worden geborgen.

De voordelen van water bergen op straat zijn:

- het sturen van de afwatering;
- het benutten van de ruimte op straat.

### Voorwaarden voor toepassing

- > Drempels en verlagingen kunnen alleen toegepast worden bij wegen met weinig verkeer. Voor bijvoorbeeld ontsluitingswegen is een vlak wegprofiel nodig.
- > Er moet worden geaccepteerd dat water op straat kan blijven staan.

### Aandachtspunten bij toepassing

- > Er blijft soms water op straat staan en dit kan overlast geven. Voor omwonenden en gebruikers van de straat moet duidelijk zijn dat de straat hierop is aangelegd.



### **Aanlegkosten**

\*\*\*\*\*



### **Onderhoud**

Gangbare onderhoudsregimes zijn:

- Vegen en kolken zuigen bij vervuiling
- Meenemen in straatveegschema



### **Onderhoudskosten**

\*\*\*\*\*



### **Relevante onderzoeken**

- Website St. RIONED, <https://www.riool.net/water-op-sstraat>

## Wadi of infiltratieveld



Op een infiltratieveld kan water in de grond infiltreren. Wanneer een infiltratieveld verdiept is aangelegd, kan ook water tijdelijk geborgen worden. Bij een wadi infiltreert het hemelwater in de ondergrond. Soms wordt er een drain en/of slokop aangelegd om een waterafvoer te creëren.

De voordelen zijn:

- grasvelden en braakliggende terreinen krijgen zo een functie;
- een combinatie met een andere functie(s) is mogelijk, bijvoorbeeld door het onderdeel te laten zijn van een park of natuur.

### Voorwaarden voor toepassing

- > Bovengronds moet er ruimte beschikbaar zijn.
- > De grondsoort is geschikt om water te infiltreren, een ondergrond van zand kan veel water infiltreren, klei en veen zijn minder geschikt. (ongeveer 0,5-1,5m per dag benodigd)
- > De grondwaterstand moet voldoende laag zijn, over het algemeen wordt een drooglegging van 1 m gehanteerd.

### Aandachtspunten bij toepassing

- > Verdichting van de ondergrond zorgt voor slechter functioneren. Een combinatie met een speelveld ligt daarom niet voor de hand. Ook moet onderhoud worden uitgevoerd met lichte voertuigen en in droge periodes.
- > Er zijn verschillende inrichtingsmogelijkheden. Er wordt vaak gekozen voor gras, maar combinaties met planten en stenen zijn ook mogelijk.



### Aanlegkosten

\*\*\*\*\*



### Onderhoud

Gangbare onderhoudsregimes zijn:

- Maaien ca. 10-26x per jaar
- Blad verwijderen 2x per jaar
- Verticuteren 1x per jaar
- Opnieuw inzaaien 1x per jaar
- Bodemverbetering aanbrengen 1x per 2 jaar
- Toplaag vervangen 1x per 10 jaar



### Onderhoudskosten

\*\*\*\*\*



### Relevante onderzoeken

- Onderhoud en beheer van afkoppelvoorzieningen, RHDHV, 2004, <http://edepot.wur.nl/370632>
- Wadi's: aanbevelingen voor ontwerp, aanleg en beheer, St. RIONED, 2006, <http://edepot.wur.nl/377083>

## Infiltratie put/-kolk/-krat



Dit zijn verschillende maatregelen om water te bergen en te infiltreren in de ondergrond. Een infiltratie put/kolk heeft waterdoorlatende wanden, waardoor het water in de grond kan infiltreren. Ondergrondse kratten geven extra bergingscapaciteit.

De voordelen van infiltratieputten/-kolken/kratten zijn:

- er is bovengronds weinig ruimte nodig voor deze toepassing;
- en ze zijn hiervoor makkelijk toe te passen in de bestaande omgeving.

### Voorwaarden voor toepassing

- > De grondsoort is geschikt om water te infiltreren, een ondergrond van zand kan veel water infiltreren, klei en veen zijn minder geschikt. De putten zijn 1 m tot 2,5 m diep, het water kan dus ook in een diepere ondergrondse laag infiltreren.
- > De grondwaterstand moet voldoende laag zijn, over het algemeen wordt een drooglegging van 1 m gehanteerd.

### Aandachtspunten bij toepassing

- > De diepte van de put moet afgestemd worden op de diepteligging van de ondergrondse infiltrerende laag.
- > Dichtslibben van de put/kolk/krat moet worden voorkomen.
- > Er moet ondergronds voldoende ruimte zijn.
- > Wanneer de ondergrond klei of veen is, moeten de infiltratiekratten aangesloten zijn op een overstort.
- > Bij de aanleg moet rekening worden gehouden met de verkeersbelasting van de weg.



### Aanlegkosten

\*\*\*\*



### Onderhoud

Onderhoudsregimes zijn locatieafhankelijk. Aandachtspunt is het voorkomen van dichtslibben van de voorziening.



### Onderhoudskosten

Locatieafhankelijk.



### Relevante onderzoeken

- Ondergrondse infiltratie van regenwater, St. RIONED, 2008, <http://edepot.wur.nl/377081>
- Dichtslibben van infiltratievoorzieningen, St. RIONED, 2007, <http://edepot.wur.nl/369685>

## IT-riool of vormen van ondergrondse regenwateropslag



Een IT-riool, oftewel infiltratieriool, bestaat uit buizen met een poreuze wand of voorzien van gaten, waardoor het water in de buis kan infiltreren in de ondergrond. Het IT-riool kan worden aangesloten op oppervlaktewater. De voordelen van een IT-riool zijn:

- water wordt lokaal geïnfilteerd;
- een dubbelfunctie is mogelijk, in natte perioden kan het teveel aan water infiltreren en in droge perioden kan extra water worden toegevoegd.

### Voorwaarden voor toepassing

- > De grondsoort is geschikt om water te infiltreren, een ondergrond van zand kan veel water infiltreren, klei en veen zijn minder geschikt.
- > De grondwaterstand moet onder het IT-riool liggen.

### Aandachtspunten bij toepassing

- > IT-riolen kunnen verstopt raken, waardoor ze hun infiltrerende werking verliezen. Het is daarom belangrijk om te voorkomen dat ze vervuilen.
- > Verstopping kan optreden door 'gewone' lozingen en incidentele gebeurtenissen, zoals bouwwerkzaamheden in de omgeving.



### Aanlegkosten

\*\*\*\*\*



### Onderhoud

Onderhoudregimes zijn afhankelijk van de snelheid van vervuiling.



### Onderhoudskosten

\*\*\*\*\*



### Relevante onderzoeken

- Ondergrondse infiltratie van regenwater, St. RIONED, 2008, <http://edepot.wur.nl/377081>
- Dichtslibben van infiltratievoorzieningen, St. RIONED, 2007, <http://edepot.wur.nl/369685>

## Waterplein



Een plek in de openbare ruimte heeft wateropvang als dubbelfunctie. Tijdens hevige neerslag, wordt deze gebruikt om water op te vangen.

Het voordeel van een waterplein is dat er meerdere functies kunnen worden gecombineerd. Tijdens hevige neerslag wordt het als waterbuffer gebruikt.

### Voorwaarden voor toepassing

- > Bovengronds is ruimte nodig.

### Aandachtspunten bij toepassing

- > Is het plein veilig als er water in staat?
- > Hoe wordt het water afgevoerd?
- > Het plein moet bereikbaar zijn voor onderhoudswerkzaamheden.



### Aanlegkosten

\*\*\*\*\*

*Let op: aanlegkosten zijn sterk afhankelijk van de locatie en wensen.*



### Onderhoud

Gangbare onderhoudsregimes zijn:

- Straatvegen.
- Extra reiniging nadat water op het plein heeft gestaan.



### Onderhoudskosten

\*\*\*\*\*



### Relevante onderzoeken

## Aanleggen groenblauwe structuren



Meer groen zorgt ervoor dat water kan infiltreren en lokaal wordt vastgehouden. De voordelen van meer groen zijn:

- verbeteren van de aantrekkelijkheid van de leefomgeving;
- kansen voor recreatie en natuurontwikkeling;
- de aanleg van meer groen zorgt ook voor verkoeling tijdens hitte en het vasthouden van meer water in droge tijden.

### Voorwaarden voor toepassing

- > Bovengronds is ruimte nodig.

### Aandachtspunten bij toepassing

- > Wanneer het groen ook als waterberging dient, moet de beplanting hier geschikt voor zijn.
- > Het groen dient lager dan de verharding te worden aangelegd.



### Aanlegkosten

\*\*\*\*\*

*Let op: aanlegkosten zijn sterk afhankelijk van de locatie en wensen.*



### Onderhoud

Regulier groen onderhoud



### Onderhoudskosten

\*\*\*\*\*

*Let op: aanlegkosten zijn sterk afhankelijk van de locatie en wensen.*



### Relevante onderzoeken

## Groen dak



Dakbedekking met substraatlaag en begroeiing.

De voordelen van een groen dak zijn:

- verbeteren van de aantrekkelijkheid van de leefomgeving;
- de aanleg van meer groen zorgt ook voor verkoeling tijdens hitte en het vasthouden van meer water in droge tijden.

### Voorwaarden voor toepassing

- > Het dak heeft voldoende draagkracht, ook wanneer het dak nat is.
- > Toestemming nodig van de eigenaar van het gebouw.

### Aandachtspunten bij toepassing

- > Dient het dak ook ter verkoeling? Dan aandacht voor begroeiing.
- > Dient het dak ook ter vergroting van de biodiversiteit? Dan aandacht nodig voor begroeiing.



### Aanlegkosten

\*\*\*\*\*



### Onderhoud

Gangbare onderhoudsregimes zijn:

- Afvoer controleren
- Onkruid verwijderen



### Onderhoudskosten

\*\*\*\*\*



### Relevante onderzoeken

- Technische eigenschappen van groene daken en gevels, N. Damen, H. Brouwers, 2012, <https://www.groendak.info/wp-content/uploads/2014/07/TUE-technische-eigenschappen-groene-daken-en-gevels1.pdf>
- Groene daken nader beschouwd, St. Rioned/STOWA, 2015 <http://edepot.wur.nl/340824>



## Waterpasserende verharding



Verharding met vergrote voegen zodat regenwater wordt doorgelaten.

De voordelen van waterpasserende verharding zijn:

- het is toepasbaar in dichtbebouwde gebieden;
- het heeft potentieel een hoge capaciteit, omdat het water ook tijdelijk bovengronds kan bergen.

### Voorwaarden voor toepassing

- > Alleen toe te passen op vlak oppervlak (maximale helling 5%).
- > Alleen toe te passen bij wegen met weinig verkeer.
- > De grondsoort is geschikt om water te infiltreren, een ondergrond van zand kan veel water infiltreren, klei en veen zijn minder geschikt. De putten zijn 1 m tot 2,5 m diep, het water kan dus ook in een diepere ondergrondse laag infiltreren.

### Aandachtspunten bij toepassing

- > Toezicht bij aanleg om goede uitvoering te garanderen. Let bijvoorbeeld op gebruik van zand/split, opbouw van de funderingslaag en de wijze van bestraten.
- > Mogelijk extra waterbergende funderingslaag onder de verharding nodig om infiltratie te waarborgen.
- > Voorkom verdichting van de ondergrond bij de aanleg, want dit vermindert de capaciteit.



### Aanlegkosten

\*\*\*\*\*



### Onderhoud

Onderhoudsregimes nog onbekend maar uitgangspunten zijn:

- > Vegen 1-6 x per jaar
- > Diepreiniging 1 x in de 1-7 jaar



### Onderhoudskosten

\*\*\*\*\*



### Relevante onderzoeken

- Handreiking infiltrerende verhardingsconstructies, gemeente Deventer/Tauw, 2016, <https://pveopenbareruimte.deventer.nl/.../160118-handreiking-infiltrerende-verhardin...>
- Het waterpasserend vermogen van waterpasserende verhardingen, Johan Advokaat, 2016, <http://rainaway.nl/wp-content/uploads/2017/03/Dichtslibbing-van-waterpasserende-verhardingen-J.-Advokaat-2016.pdf>

## Bijlage 2 - Beslisboom hemelwatermaatregelen

