



Waterweg B.V.

Eindrapportage 'Waterbewuste gemeenschappen'

Project 5, Groep B

Projectleden:

Johan Boone
Oscar Braamhaar
Christiaan Coppoolse
Sven Hanning
Wouter van Lith

Opdrachtgevers:

dr. Ir. T. de Bruijn
Saxion
drs. B.M. Koopman
Waterschap Vechtstromen

Plaats:

Enschede

Versie:

1.0

Inleverdatum:

02-11-2017

Opleiding:

Civiele Techniek
Saxion – Academie BBT

Klas:

ECI2V

Titelblad

Eindrapportage Waterbewuste gemeenschappen

Opdrachtgevers:

dr. Ir. T. de Bruijn - Saxion

drs. B.M. Koopman - Waterschap Vechtstromen

Auteurs:

Johan Boone

Oscar Braamhaar

Christiaan Coppoolse

Sven Hanning

Wouter van Lith

Plaats: Enschede

Versie: 1.0

Inleverdatum: 02-11-2017

Saxion – Academie BBT

Civiele Techniek | EC12V

Waterbewuste gemeenschappen

Kwartiel 5

2017-2018

Voorwoord

Wij zijn Projectgroep B, een groep die door ons zelf is samengesteld. Wij zijn vijf studenten Civiele Techniek aan het Saxion in Enschede bestaande uit Sven Hanning, Oscar Braamhaar, Wouter van Lith, Johan Boone (2^e jaar) en Christiaan Coppoolse (3^e jaar).

Deze opdracht mogen wij doen in opdracht van de Lector Duurzame leefomgeving T. de Bruijn en Brenda Koopmans namens Waterschap Vechtstromen. Wij willen hen dan ook graag bedanken voor het bieden van de kans, om een advies op te stellen voor maatregelen die particulieren kunnen treffen tegen wateroverlast. Wij willen heer De Bruijn speciaal bedanken voor het begeleiden van ons project en de geboden hulp bij de vergaderingen. Ook willen wij meneer Derveaux en meneer Pasman bedanken voor de projectintervisie die hebben plaatsgevonden dit kwartiel. Hierbij hebben wij veel gebruik kunnen maken van hun kennis op het gebied van riolering- en bergingstechniek. Daarnaast willen wij meneer Pasman speciaal bedanken voor het meewerken aan het interview waarbij de rol werd aangenomen van een particulier die afgekoppeld is. Ook de geïnterviewde particulieren willen wij bedanken voor de tijd en moeite die zijn hebben genomen voor ons. Tot slot willen wij Karen Reinders, studentcoach, bedanken voor de begeleiding die zijn ons heeft geboden tijdens het gehele project en met name de vergaderingen.

Het doel van dit project is om een advies op te stellen voor Waterschap Vechtstromen. Dit advies vormt een voorstel over maatregelen die particulieren kunnen treffen om de wateroverlast tegen te gaan. Dit advies dat wordt opgesteld kan Waterschap Vechtstromen dan vervolgens voorleggen aan de huiseigenaren, die deze vervolgens kunnen implementeren in de tuin.

De naam Waterweg B.V. komt voort uit twee betekenissen: wij creëren een nieuwe **weg** voor het **water** om door te stromen; en wij zorgen voor een omgeving waar water niet langer zorgt voor overlast voor de omwonenden, met andere woorden is het **water weg** uit uw omgeving.

Dit projectplan zal beginnen met een scopebepaling waarin bepaald wordt wat wel en wat niet wordt behandeld tijdens dit project. Ook wordt hier duidelijk gemaakt wat het belang is van afkoppelen van het rioolstelsel. Daarna worden de verschillende categorieën gedefinieerd op het gebied van regenwaterberging. Hierdoor ontstaat een duidelijk beeld waaronder de maatregelen vallen. Deze maatregelen worden uitgelegd in het hierop volgende hoofdstuk. Alle gevonden maatregelen die op de markt beschikbaar zijn, staan hier onder elkaar weergegeven inclusief de werking, kosten inpassing, onderhoud en effectiviteit. Tot slot wordt aan de hand van een afweging de beste maatregelen geadviseerd.

Waterweg B.V. wenst u veel plezier met het lezen van het door ons opgestelde adviesrapport en hoopt dat u ons advies in overweging neemt. Wij zien u graag bij de presentatie in week 1.9.

Samenvatting

Voor het Waterschap Vechtstromen heeft Waterweg B.V. een onderzoek uitgevoerd naar de maatregelen om wateroverlast te voorkomen. De noodzaak van dit onderzoek komt voort uit de toenemende gevolgen van klimaatverandering. De huidige riolering alleen kan niet de neerslagpieken meer opvangen, maar heeft hier de hulp van inwoners voor nodig. In dit onderzoek is gekeken naar welke maatregelen burgers zelf kunnen treffen om de afvoerpieken van de riolering te kunnen dempen.

Allereerst is een inventarisatie gedaan van alle maatregelen die op de markt zijn. Hierbij is ook gekeken naar innovatieve maatregelen.

Deze maatregelen zijn onderverdeeld in drie hoofdcategorieën: infiltreren, bergen en afvoeren. Bij infiltreren zorgt de maatregel ervoor dat het water over langere tijd wordt opgenomen in de bodem. Bij de categorie bergen houden de burgers zolang mogelijk het water vast op hun eigen tuin. Bij afvoeren wordt het water verplaatst naar een plek waar het (tijdelijk) geborgen kan worden.

De maatregelen zijn beoordeeld op hun werking kosten en effectiviteit en deze zijn daarna met elkaar vergeleken. Hieruit bleek dat er niet een perfecte maatregel erboven uit steekt.

Vier maatregelen bleken uiteindelijk de het beste uit ons onderzoek te komen. Het plaatsen van een grindkoffer, het vergroenen van tuinen, het plaatsen van watervasthoudende plantenbakken en het aanleggen van een geveltuinen. Per situatie zal gekeken moeten worden welke maatregel het beste past bij de situatie. Particulieren met weinig ruimte kunnen bijvoorbeeld kiezen voor een grindkoffer omdat deze geen ruimte in beslag neemt. Verder kunnen consumenten die geen ingrijpende verandering willen ook kiezen voor een regenton.

Uit ons onderzoek blijkt dat dit voor mensen een bekende maatregel is waar de werking gelijk duidelijk van is. Hierdoor zullen mensen makkelijk kiezen voor deze oplossing als ze sceptisch tegenover bovenstaande maatregelen staan.

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	6
1.1	Probleemstelling.....	6
1.2	Doelstelling	6
1.3	Scopebepaling	6
1.3.1	Wateroverlast.....	6
1.3.2	Wateroverlast beperkende maatregel.....	7
1.3.3	Particuliere markt	7
1.4	Belang van afkoppelen van het rioolstelsel	7
1.5	Referentie bronnen	8
1.5.1	Het waterinfopunt	8
1.5.2	Thesis Rutger Siemes	8
1.5.3	Buitenlandse markt.....	9
2	Categorieën	10
2.1	Categorie Infiltreren	10
2.2	Categorie Bergen.....	11
2.3	Categorie Afvoeren.....	11
3	Ervaringen van eigenaren.....	12
4	Analyse: Eigenschappen van de maatregelen	13
4.1	Infiltreren	13
4.1.1	Grasbetonstenen	13
4.1.2	Harde half-verharding.....	14
4.1.3	Grindkoffer	15
4.1.4	Infiltratiekrat	16
4.1.5	Infiltratieput	17
4.1.6	Vergroenen van terrein.....	18
4.1.7	Waterdoorlatende bestrating	19
4.1.8	Watervasthoudende plantenbakken	20
4.1.9	Groene erfafscheiding.....	21
4.1.10	Geveltuin	22
4.1.11	Infiltratietunnel.....	23
4.1.12	Infiltratiestroken met bovengrondse opslag.....	24
4.1.13	Groene gevel	26
4.2	Bergen.....	28
4.2.1	Vergroenen van daken.....	28
4.2.2	Bovengronds bufferen/wadi	30

4.2.3	Regenton	31
4.2.4	Regenwaterschutting	32
4.2.5	Regenwatervijver	34
4.2.6	Waterdaken	35
4.3	Afvoeren	36
4.3.1	Exfiltratiekolk	36
4.3.2	Watertegels	37
4.3.3	Regenwatergreppels	38
4.4	Overige	40
4.4.1	Filtersystemen/grijs water	40
4.4.2	App voor hemelwaterafvoer	41
4.5	Innovatieve manieren voor waterberging	42
5	Afweging	43
5.1	Inleiding	43
5.2	Criteria en weging	43
5.3	Resultaat MCA	44
5.4	Conclusie uit de MCA	45
6	Definitief advies aan Waterschap Vechtstromen	46
7	Discussie	48
8	Bronnenlijst	49
9	Figurenlijst	51
9.1	Afbeeldingen	51
9.2	Tabellenlijst	51
Bijlage A Interviews		
Bijlage B Toelichting MCA		
Bijlage C Informatiefolder		

1 Inleiding

Waterschap Vechtstromen heeft Waterweg B. V. gevraagd mee te werken aan het project 'Waterbewuste gemeenschappen'. Vanuit het waterschap vechtstromen is gevraagd of een onderzoek gedaan kan worden welke maatregelen particulieren kunnen nemen om bij te dragen aan het tegen gaan van wateroverlast.

1.1 Probleemstelling

De toenemende wateroverlast ontstaat door klimaatverandering. Steeds vaker komen intensere periodes van droogte of juist neerslag voor. Hiermee wordt bedoeld dat de perioden van droogte langer worden. En wanneer het regent de neerslag in een kortere periode valt waardoor een hogere afvoerpiek is. Hierdoor neemt de kans op wateroverlast en watertekort toe. Overheden proberen grip te krijgen op dit probleem door hun waterbeleid aan te passen.

Zo is in Enschede het Kristalbad aangelegd wat in de eerste plaats fungeert als een waterbergings- en waterzuiveringsgebied. Echter zijn de problemen hiermee nog niet opgelost. Het wordt steeds duidelijker dat de overheden dit probleem niet alleen aan kunnen.

Dit is de reden voor het waterschap om het onderzoek in te stellen naar particuliere maatregelen. Voor de oplossing is de medewerking van de inwoners van Enschede nodig. Als het regenwater wordt opgevangen op de plek waar het valt en vervolgens in de ondergrond opgenomen wordt. Hierdoor heeft het rioolstelsel minder te verwerken en komt afvalwater minder snel op straat te staan.

1.2 Doelstelling

Waterschap Vechtstromen heeft als doel om in samenwerking met verschillende instanties de verschillende maatregelen voor het plaatselijk bergen van water beschikbaar en bereikbaar te maken voor bewoners. De eerste stap in dit proces is in kaart brengen wat de mogelijke maatregelen precies zijn. Het doel van dit onderzoek is dus het beantwoorden van de volgende vraag:

'Welke slimme maatregelen zijn er al voor de particuliere markt?'

Belangrijk hierbij is dat ook wordt beschreven hoe elke maatregel werkt en hoe effectief deze is. Verder beperkt het onderzoek zich tot de particuliere markt.

Na het beantwoorden van deze vraag moet een advies aan Waterschap Vechtstromen opgesteld worden. In dit advies staat beschreven welke maatregelen of combinatie van maatregelen het best geschikt is als oplossing voor het probleem.

1.3 Scopebepaling

1.3.1 Wateroverlast

Wateroverlast is een verzamelnaam voor situaties waarin mensen overlast ondervinden als gevolg van te veel water. Specifiek voor dit onderzoek wordt wateroverlast gedefinieerd als het overbelast zijn van het rioleringsstelsel ten gevolge van hevige regenval. Wanneer sprake is van overbelasting stroomt het water over op plekken waar dit niet gewenst is. Het onderzoek richt zich niet op overlast ten gevolge van extreme grondwaterstanden.

1.3.2 Wateroverlast beperkende maatregel

Wateroverlast beperkende maatregelen zorgen ervoor dat het water vastgehouden, afgevoerd, geïnfiltreerd of hergebruikt wordt. Door deze maatregelen komt het regenwater niet in het riool waardoor het rioolstelsel niet onnodig vol loopt met dit 'schone' water. Doordat het hemelwater niet afgevoerd wordt naar de zuiveringsinstallatie, kan de installatie zijn capaciteit maximaal benutten om het afvalwater (DWA) te zuiveren.

Het onderzoek richt zich op wateroverlast beperkende maatregelen die een particulier kan toepassen op zijn eigen perceel. Het onderzoek richt zich niet op maatregelen die genomen kunnen worden door een groep particulieren of maatregelen die in samenwerking met een overheidsinstantie genomen kunnen worden. Een voorbeeld hiervan is een gezamenlijke wadi in de wijk waar meerdere percelen op aangesloten zijn.

1.3.3 Particuliere markt

Dit onderzoek richt zich op wat een woningeigenaar in stedelijk gebied kan doen om wateroverlast tegen te gaan. Onder een woningeigenaar wordt de eigenaar van vastgoed, met uitzondering van utiliteitsbouw en hoogbouw, verstaan. Dit houdt in dat het uiteindelijke voorstel gericht is op de particuliere woningeigenaren. Waar het onderzoek zich niet op richt, zijn huiseigenaren zonder ruimte om een maatregel toe te passen en gebouwen die niet gebruikt worden als woonbestemming. Ook beperkt het onderzoek zich tot particulieren die nog niet afgekoppeld zijn en/of hiertoe gedwongen worden door een overheidsinstantie.

1.4 Belang van afkoppelen van het rioolstelsel

Afkoppelen is het aanpassen van leidingen voor de afvoer van hemelwater zodat deze niet langer op het vuilwaterriool lozen. Op de meeste plaatsen in Nederland ligt nu nog een gemengd rioolstelsel in de grond, waar zowel hemelwater als afvalwater in terechtkomt. Door dit buizenstelsel wordt het water meteen afgevoerd naar de rioolwaterzuiveringsinstallatie. Bij zware neerslag kan het afvalwater, in veel gevallen, overstorten naar het nabijgelegen oppervlaktewater. Bij afkoppelen wordt het relatief schone hemelwater afgevoerd naar het oppervlaktewater of direct geïnfiltreerd in de bodem door middel van allerlei oplossingen.

Het afkoppelen heeft meerdere belangen voor onze omgeving. Om te beginnen kan de wateroverlast, met de waterschade als gevolg, verminderd worden. Jaarlijks is in Nederland voor meer dan een miljard euro aan schade. (Giele, 2017) Grotendeels is dit schade aan de gewassen van boeren, maar ook de particulieren in Nederland hebben vaak te maken met wateroverlast. De oorzaak hiervan is het regenwater dat niet voldoende snel kan worden afgevoerd in ons rioleringsstelsel, omdat deze het regenwater niet aan kan. Dit kan worden tegengegaan door het regenwater af te koppelen van het rioleringsstelsel. Minder geld besteden aan waterschade betekent meer geld over ten behoeve van Nederland. Een erg groot belang dus voor de Nederlandse economie.

Daarnaast wordt het weer en dus ook de regenval de laatste tijd steeds heviger. Overstromingen met dodelijke gevolgen doen zich steeds vaker voor in de wereld. Door het afkoppelen van regenwater zal Nederland meer water kunnen verwerken. Hierdoor zal het veiliger zijn voor de inwoners in tijden van noodweer. Afkoppelen komt dus ook de veiligheid van Nederland ten goede.

Bij hevige regenval storten rioleringen vaak over op het oppervlaktewater, met alle gevolgen van dien. Het oppervlaktewater raakt vervuild doordat het regenwater vermengd is geraakt met het vuilwater in het stelsel. In het oppervlaktewater zal algengroei ontstaan die een laag vormt over het water. Dit zorgt voor het zuurstofarm worden van water, waardoor het leven in het water zal

doodgaan. Hierdoor raakt het water uiteindelijk nog verder vervuild. De laatste belangen van het afkoppelen van het stelsel is dus de waarborging van de waterkwaliteit en ecologie in Nederland.

Al met al vier grote belangen waardoor de omgeving van de particulieren veilig, gezond en behouden blijft. Door alle maatregelen te vergelijken met elkaar en uitzoeken welke het meest geschikt is voor particulieren om aan te schaffen zal een voorstel worden opgesteld. Hierin kan het Waterschap Vechtstromen gemakkelijk zien wat zij aan de particuliere markt kunnen adviseren om de wateroverlast tegen te gaan.

1.5 Referentie bronnen

1.5.1 Het waterinfopunt

Gemeente Enschede, provincie Overijssel en waterschap Vechtstromen hebben een project opgezet om inwoners van Twente te kunnen informeren over wateroverlast. Dit gebeurt door middel van een bus die op drukbezochte plaatsen in de regio bewoners informeert over de mogelijkheden van afkoppelen. Ook is de mogelijkheid aanwezig voor bewoners om vragen te stellen wanneer zij bijvoorbeeld twijfelen over het afkoppelen. Deze vragen geven weer welke klachten zich voordoen in verschillende wijken en welke informatie bewoners graag willen over wateroverlast. Daarnaast kunnen inwoners zelf ideeën aandragen om eventuele wateroverlast tegen te gaan. De gevonden informatie had Waterweg B.V. willen gebruiken om zo een duidelijker beeld te krijgen van wat inwoners willen en verwachten bij het afkoppelen. Helaas is dit project niet meer actief en is het Waterinfopunt dus niet benaderd. Echter wil Waterweg B.V. dit project weer nieuw leven inblazen, maar dan met een andere visie. Waar eerst het doel was om informatie te verzamelen, zal het nu het informeren van bewoners belangrijk zijn. Hierbij zal de geadviseerde maatregel die volgt uit dit project aan de bezoekers worden geadviseerd. De voordelen hiervan zijn dat mensen geen twijfels hebben over andere mogelijkheden en zo toch de beste maatregel die op de markt aanwezig is krijgen. (Waterschap Vechtstromen, 2016)



Figuur 1 Waterinfopunt bus (Vechtstromen)

1.5.2 Thesis Rutger Siemes

Door de opdrachtgever is een bachelor thesis ter beschikking gesteld als informatiebron voor dit onderzoek. De thesis "Smart solutions in water management; the case of regional water authority Vechtstromen" onderzoekt welke slimme oplossingen door Waterschap Vechtstromen geïmplementeerd of gepromoot kunnen worden. Dit is gedaan om het watermanagement te verbeteren en de negatieve effecten van klimaatverandering te minimaliseren. De thesis geeft een

opsomming van zestig “smart solutions”. Deze heeft Waterweg B.V. allen onderzocht. De conclusie is dat deze maatregelen vooral gericht zijn op data verzameling, data processing en data modelling. De maatregelen uit de thesis zijn niet relevant omdat het onderzoek van Waterweg B.V. zich beperkt tot slimme maatregelen voor de particuliere markt. Deze maatregelen zijn dus verder buiten beschouwing gehouden.

1.5.3 Buitenlandse markt

Voor de inventarisatie van maatregelen is Waterweg B.V. nog verder de internationale markt op gegaan. Hierbij zijn studenten van het “short degree program Civil Engineering” op het Saxion Enschede benaderd. Aan een studente uit Bolivia en twee studenten uit Brazilië is de vraag gesteld hoe het zit met het tegengaan van wateroverlast in hun thuislanden. De studente uit Bolivia gaf aan dat in haar land op stedelijk gebied weinig gebeurt om de wateroverlast door regen tegen te gaan. Wel werd verteld dat het regenwater door landbouwers wordt opgevangen en wordt hergebruikt bij het bewateren van de gewassen. Dit was helaas geen oplossing waar wij als Waterweg B.V. iets mee kunnen, omdat het niet toepasbaar is op particulier niveau in Nederland.

De twee studenten uit Brazilië hadden beiden een verschillende kijk op het tegengaan van wateroverlast. Dit is het geval, omdat een van hen uit de grote stad Sao Paolo komt en de andere van het platteland. De student afkomstig van het platteland van Brazilië gaf aan dat in zijn geboortestreek geen aandacht wordt besteed aan regenwateropvang. Overstromingen komen daar vaak voor, omdat niets wordt gedaan om het regenwater op te vangen. Voor dit project dus helaas geen toegevoegde waarde of revolutionaire oplossingen.

De studente uit Sao Paolo daarentegen, gaf aan dat elk huis dat wordt gebouwd in die stad, moet beschikken over een ondergrondse water bezinkbak. Dit houdt in dat wanneer je een nieuwbouwhuis in Sao Paolo wil bouwen, je ook verplicht bent om zorg te dragen voor regenwater dat valt op je eigen terrein. Dit idee is natuurlijk erg functioneel en werkt zo goed dat overstromingen ten gevolge van regen nauwelijks nog voorkomen in de stad. Echter is dit een maatregel die getroffen dient te worden voor de bouw van een huis. Dit is dus geen oplossing die particulieren in Nederland kunnen treffen.

Kortom, uit deze peilingen zijn geen toepasselijke oplossingen gevonden om de wateroverlast te beperken. Wel is het interessant om te weten te komen wat landen voor maatregelen nemen voor de opvang van regenwater. Ook is het voor de toekomst belangrijk om te weten dat in deze landen geen sprake is van maatregelen die particulieren kunnen treffen. Dit biedt mogelijkheden voor bedrijven uit Nederland om hierop in te springen wanneer hier vraag naar is.

2 Categorieën

Om een duidelijk beeld te krijgen van de soorten maatregelen zijn deze ingedeeld in categorieën. De maatregelen zijn naar werking ingedeeld in drie categorieën. In dit hoofdstuk wordt per categorie uitgelegd hoe deze werkt.

2.1 Categorie Infiltreren

Een goede manier om hemelwater af te voeren is door middel van infiltratie. Hemelwater komt hierdoor direct in de grond terecht en hoeft niet meer via het rioleringsstelsel afgevoerd te worden. Als huiseigenaren zorgen dat het hemelwater direct op hun perceel infiltreert, wordt het rioleringsstelsel ontlast en de kans op overstromingen kleiner. Een bijkomend voordeel is dat het grondwaterpeil op deze manier beter aangevuld wordt waardoor tijdens perioden van droogte minder problemen ontstaan. Een groot aantal maatregelen voor het beperken van wateroverlast werken door middel van infiltratie. Deze maatregelen variëren van een simpele aanpassing van de bestrating tot het aanbrengen van ondergrondse infiltratiekratten. In de volgende hoofdstukken worden de maatregelen die gebruik maken van infiltratie besproken. Eerst wordt verder ingegaan op het begrip infiltratie. Het is voordelig dat water zo efficiënt mogelijk in de bodem infiltreert, zodat het aan het oppervlak geen problemen meer kan veroorzaken. Omdat infiltratie een belangrijke rol speelt in dit onderzoek moet eerst uitgelegd worden hoe infiltratie werkt en wat de voorwaarden zijn voor een snelle en efficiënte infiltratie.

Infiltratie

Infiltratie, ook wel inzijging genoemd, is het verschijnsel dat water aan het oppervlakte de bodem binnentreedt. De infiltratiecapaciteit is de maximale snelheid waarmee het water de grond in kan dringen. Een grote infiltratiecapaciteit betekent dat het water sneller de grond in kan zakken. Een aantal factoren zijn van invloed op de infiltratiecapaciteit. De eerste factor is de samenstelling van de grond. Zand is bijvoorbeeld erg waterdoorlatend, in tegenstelling tot klei. Vervolgens heeft begroeiing ook invloed op de infiltratiecapaciteit. Begroeiing bevordert infiltratie en vertraagt het afvoerproces waardoor meer neerslag kan infiltreren. Verder is ook de bewerking van de grond van belang, een aangestampte toplaag is minder waterdoorlatend dan een die net geploegd is. (Lange) Twee soorten van infiltratie zijn mogelijk, met beide eigen voordelen. Zo dient onderscheid gemaakt te worden in boven- en ondergrondse infiltratie.

Ondergrondse infiltratie

Bij deze mogelijkheid wordt het infiltratie oppervlak onder maaiveld gerealiseerd. Hiervoor dient een mogelijkheid te zijn voor het water om dit te bereiken. Het voordeel hiervan is dat het water makkelijker in de hoogte tijdelijk geborgen kan worden. Omdat het geen mogelijkheid heeft om weg te vloeien over een vrij oppervlak. Tevens zorgt dit ervoor dat het water ook horizontaal in de bodem kan infiltreren. Mocht de hele ondergrondse kamer vol zitten zal uiteindelijk het maaiveld het water moeten afvoeren. Deze mogelijkheid heeft dus geen ruimte nodig op het maaiveld.

Bovengrondse infiltratie

In vergelijking tot ondergronds is deze manier van infiltreren makkelijker te realiseren. Enkel een bassin aan het oppervlak van het maaiveld dient te worden gecreëerd waar het water in kan stilstaan en in de bodem kan zijgen. Zoals eerder genoemd is het nadeel hiervan dat de hoeveelheid water beperkt is door de diepte en oppervlakte van het bassin. Als dit wordt overschreden zal het water wegvloeien over het maaiveld. Deze mogelijkheid neemt relatief veel ruimte in beslag, omdat meestal wordt gekozen voor een ruim bassin. Als bassin kan bijvoorbeeld ook een border gebruikt worden.

2.2 Categorie Bergen

Naast infiltreren is het bergen van water een optie om overlast van hemelwater te verminderen. Door water op te slaan en later te laten infiltreren of het water voor een ander doeleinde te gebruiken wordt overlast bij piekmomenten tegengegaan. Daardoor hoeft het regenwater niet binnen een korte periode afgevoerd te worden. Men kan het opgeslagen water gebruiken voor andere doeleinden, denk hierbij aan bewatering voor planten of spoelwater in toiletten (grijs water). Veel mogelijkheden voor het bergen van water gaan in combinatie met infiltratie. Hier zijn vaak wel extra maatregelen voor nodig, zoals grondverbetering.

Bergen

Het bergen van water houdt in dat water een bepaalde tijd wordt vastgehouden om later gebruikt te worden of om te infiltreren in de bodem. Het bergen van water kan zowel bovengronds als ondergronds. Vrijwel alle ondergrondse systemen voor berging zijn gebaseerd op infiltratie. De overige voorzieningen zijn ten behoeve van het hergebruik van hemelwater.

Waterberging kent twee verschillende mogelijkheden met beide hun eigen voor- en nadelen. Zo kan water worden geborgd boven en onder het maaiveld.

Ondergrondse berging

Bij deze mogelijkheid wordt het water onder het maaiveld opgeslagen. Deze opslagplekken worden veelal aangesloten op het hemelwaterafvoersysteem van een perceel. Na het opslaan van het water moet het worden verwijderd zodat de berging weer gebruikt kan worden bij de volgende regenbui. Hiervoor wordt veelal een infiltratiesysteem gebruikt waarbij het water direct onder de bergingsinstallatie de grond in kan zakken.

Bovengrondse berging

Bovengronds opgeslagen water wordt vaak gebruikt voor andere doeleinden, waaronder het beregenen van de tuin. Water wordt opgeslagen in ruimtes waar hier geen overlast door wordt ondervonden. Dit kan in afgesloten ruimtes, zoals een regenton, of open ruimtes, zoals wadi's. Bergingsmogelijkheden boven het maaiveld zijn over het algemeen ruimtelijk veel eisend. Toch zijn oplossingen bedacht om ruimte te besparen door dit op te slaan op plaatsen die normaal gesproken niet worden gebruikt, denk hierbij aan muren en/of schuttingen.

2.3 Categorie Afvoeren

Het afvoeren van water zorgt ervoor dat water wordt vervoerd naar plekken die mogen overstromen tijdens hevige regenval of plekken waar het water kan worden vervoerd naar buiten de bebouwde kom. Normaalgesproken vervult het rioleringsstelsel deze functie maar gebleken is dat een grote hoeveelheid zuiveringsinstallaties de regenval niet altijd aan kan.

Voor dit probleem zijn alternatieven ontworpen die gericht zijn op het vervoeren van enkel het hemelwater naar een speciaal ingerichte locatie.

3 Ervaringen van eigenaren

Om tot een inzicht te komen welke eisen huiseigenaren stellen aan maatregelen, is contact opgenomen met verschillende particulieren. Onder deze groep bevinden zich huiseigenaren die wel, maar ook huiseigenaren die nog niet afgekoppeld zijn. Door de laatste groep te interviewen kunnen ook de bezwaren in kaart gebracht worden. De interviews zijn toegevoegd in Bijlage A: Interviews.

Uit de interviews met de consumenten blijken vijf hoofdcriteria naar voren te komen: investeringskosten, inpassing, onderhoud, levensduur en effectiviteit. Bij de analyse van hoofdstuk 4 wordt de nadruk gelegd op deze vijf criteria. De criteria worden in hoofdstuk 5 nader toegelicht.

4 Analyse: Eigenschappen van de maatregelen

In dit hoofdstuk worden de gevonden maatregelen beschreven. De maatregelen zijn gecategoriseerd op de wijze waarop deze werkt. Per maatregel is beschreven hoe deze werkt. Vervolgens zijn de kosten berekend en hoe de maatregel kan worden aangebracht bij de particulier. Als laatste wordt een uitspraak gedaan hoe de maatregel onderhouden dient te worden en hoe lang de levensduur is van het product.

4.1 Infiltreren

4.1.1 Grasbetonstenen

Werking

Door bestaande bestrating te vervangen door grasbetonstenen is het voor het hemelwater mogelijk om door de stenen heen te infiltreren. Door de openstructuur van de stenen kunnen infiltratiepercentages tot honderdprocent worden gehaald. Dit is dan wel afhankelijk van de ondergrond onder de stenen. Deze stenen zijn ook effectief voor de oplopende temperatuur in de stad en de kwaliteit van het bodemleven. Figuur 2 onderbouwt de werking van grasbetonstenen.



Figuur 2: Grasbetonsteen infiltratie (Rainproof)

Kosten

Grasbetonstenen ofwel grastegels kosten ongeveer €12,78/m² en zijn makkelijk verkrijgbaar bij meerdere spelers op de markt. (www.onlinebestrating.nl, 2017)

Inpassing

Deze grasbetonstenen zijn het best inpasbaar op opritten of paden in de tuinen van consumenten. De grasbetonstenen zijn dus makkelijk inpasbaar voor iedereen die beschikt over een tuin.

Levensduur

De grasbetonsteen zelf is nagenoeg onverwoestbaar bij normale belasting. De ondergrond kan echter verzakken en de grond onder de stenen kan dicht slibben. Hierdoor wordt de infiltratie coëfficiënt negatief beïnvloed.

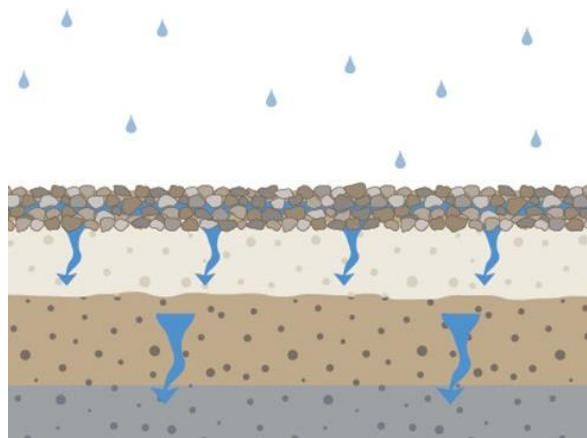
Onderhoud

Bij verzakking of dichtslibben zullen de tegels uit het bed moeten worden gehaald en opnieuw worden aangebracht. Bij licht gebruik zal dit niet vaker dan eens per tien jaar voorkomen. (www.onlinebestrating.nl, 2017) Verder zal het gras tussen de stenen kort gehouden moeten worden voor optimale infiltratie. Mocht hier regelmatig overheen gereden of gelopen worden zal dit onderhoud in de praktijk meevallen.

4.1.2 Harde half-verharding

Werking

Bij harde half-verharding infiltreert het water door een half-verharding heen de bodem in. Dit is vaak water dat door een ondergrond van grind stroomt. Figuur 3 onderbouwt de werking van de harde half-verharding.



Figuur 3: Infiltratie door harde half-verharding (Rainproof)

Kosten

De kosten van half-verharding zijn lastig te bepalen want het enige wat nodig is, is grind, schelpen of een ander hard poreus materiaal wat voor handen is. Gekozen kan worden voor een variant die op het moment van implementeren voorhanden is op de markt. Hierdoor kan het erg goedkoop worden aangeboden. De kosten van een kuub grof boerengrind bedragen bijvoorbeeld €128,-. Dit is een hele hoge hoeveelheid als men ervan uitgaat dat de toplaag slechts vijf centimeter dik hoeft te zijn. (123natuurproducten.nl, 2017)

Inpassing

Harde half-verharding is voornamelijk geschikt voor paden waar voetgangers en fietsers overheen gaan. Het is minder geschikt voor gemotoriseerd vervoer omdat hier een hoge kans op vervuiling is.

Levensduur

Voor het grind geldt ook dat de levensduur oneindig is. Ook hier wordt de levensduur van de verharding bepaald of de bodem niet dichtslibt.

Onderhoud

De verharding zal vier keer per jaar moeten worden aangeharkt bij intensief gebruik. Bij licht gebruik zal dit veel minder zijn dan is een periodieke visuele inspectie voldoende om te kijken of het verhardingsmateriaal nog voldoende dekking heeft. Mochten plassen ontstaan op de verharding dan kan het nodig zijn om de fundering te vervangen of te verbeteren ten behoeve van het infiltreren van het water in de bodem.

4.1.3 Grindkoffer

Werking

Een grindkoffer is een kuil gevuld met grind met hier omheen een geotextiel. Hemelwater kan naar de grindkoffer geleid worden om vervolgens in de grond te infiltreren. Het geotextiel dient om te voorkomen dat zand tussen het grind komt waardoor de werking van het geheel zou verminderen.

Kosten

De kosten van deze maatregel zijn laag. Enkel geotextiel en het grind brengen kosten met zich mee. Geotextiel kan gekocht worden voor zes euro per vierkante meter. (Cadero, 2017) Grind heeft, afhankelijk van de grindsoort, een prijs van tien euro per honderd kilo. (Natuursteen webshop, 2017)

Inpassing

Een voordeel van deze maatregel is dat gebruik gemaakt wordt van een natuurlijk materiaal, zoals grind. Als de maatregel netjes uitgevoerd wordt is grind ook het enige wat zichtbaar is in de tuin. Zodoende doet de maatregel niet af aan de uitstraling van de tuin. De ruime keuze aan grindsoorten maakt het mogelijk om de uitstraling van de grindkoffer naar wens aan te passen. Verder kan de grindkoffer alle vormen en maten aannemen, waardoor veel verschillende ontwerpen mogelijk zijn. In de figuren 4 en 5 zijn verschillende soorten zichtbare en niet-zichtbare grindkoffers weergegeven.



Figuur 4 Bovengrondse grindkoffer (infiltratie)



Figuur 5 Grindkoffer (Somsen, 2017)

Onderhoud

Het is niet te voorkomen dat zand en grond in de grindkoffer terecht komt. Om deze reden kan het zijn dat water minder goed kan infiltreren. Als dit het geval is moet de grindkoffer leeggescapt worden waarna zand en vuil uit het geotextiel gepoeld moet worden.

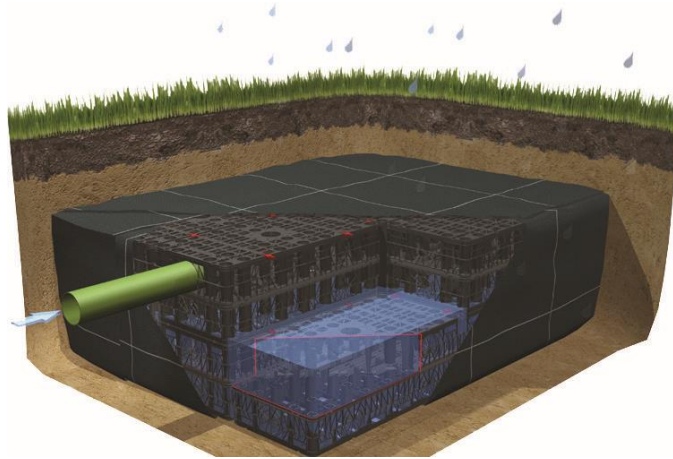
Levensduur

Deze maatregel gaat erg lang mee. Vanzelfsprekend is de levensduur van grind nagenoeg oneindig. De levensduur van een kwaliteit geotextiel is 30 jaar. (Cadero, 2017)

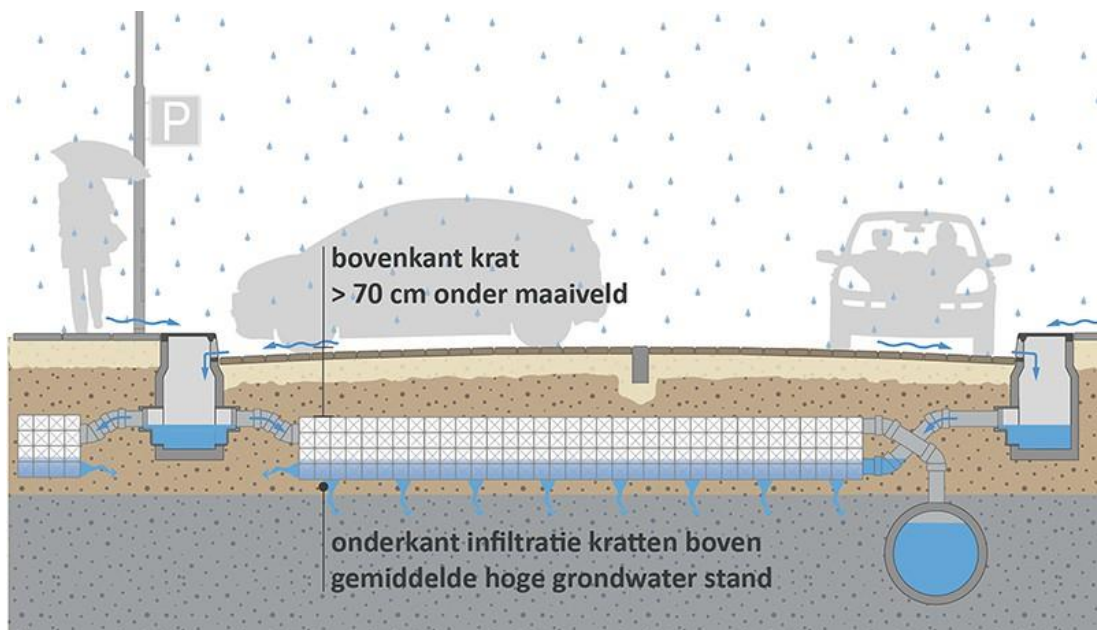
4.1.4 Infiltratiekrat

Werking

Een infiltratiekrat is een krat die ondergronds aangebracht kan worden. De krat is voor 90% open en kan daardoor in verhouding tot een grindkoffer meer water bergen. Hemelwater wordt afgevoerd naar deze kratten waarna het water opgenomen wordt in de ondergrond. Infiltratiekratten hebben een relatief grote bergcapaciteit. Als de kratten vol zijn tijdens een hevige regenbui kunnen ze overstorten in het riool. De kratten zijn omwikkeld met geotextiel om grond en zand buiten te houden. Ook is een bladafscheider nodig om bladeren en loof buiten te houden. In Figuur 6 en 7 is het principe van een infiltratiekrat nog eens schematisch weergegeven.



Figuur 6 Infiltratiekrat (BPO, 2017)



Figuur 7 Schematische doorsnede van infiltratiekratten onder de weg. (Rainproof)

Kosten

Infiltratiekratten zijn verkrijgbaar vanaf zestig euro voor tweehonderd liter. Daarnaast moet ook geotextiel aangeschaft worden. Verder moet de infiltratiekrat ook voorzien zijn van een bladafscheider om het onderhoud te beperken. Een bladafscheider kost 27 euro. (Leidingshop, 2017)

Inpassing

Infiltratiekratten worden doorgaans ondergronds aangebracht. Ze nemen dus geen ruimte in de tuin in beslag. Daarnaast is het mogelijk om bestrating aan te brengen over de kratten heen. Verder zijn infiltratiekratten in veel soorten en maten beschikbaar.

Onderhoud

Om ervoor te zorgen dat de infiltratiekratten optimaal functioneren is onderhoud noodzakelijk. Door een bladafscheider en eventueel een zandvanger voor de infiltratiekratten te koppelen is het mogelijk om de hoeveelheid noodzakelijk onderhoud te verminderen. De bladafscheider en de zandvanger moeten dan wel periodiek schoon gemaakt worden.

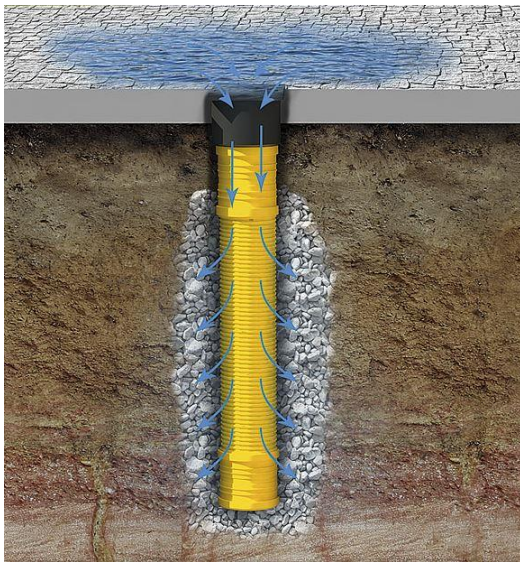
Levensduur

Infiltratiekratten hebben een levensduur van vijftig jaar. (Wavin, 2017)

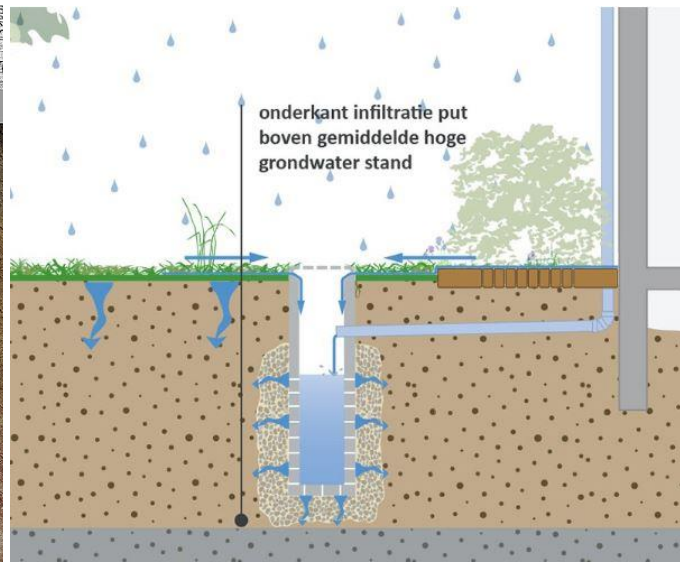
4.1.5 Infiltratieput

Werking

Een infiltratieput is een voorziening van enkele meters diep waar hemelwater verzameld wordt om vervolgens te infiltreren. Infiltratieputten zijn handig als zich een slecht waterdoorlatende laag onder het oppervlak bevindt. Voor een snellere infiltratie kan ervoor gekozen worden om rondom de infiltratieput grind te storten. De infiltratieputten bestemd voor de particuliere markt zijn veelal van kunststof gemaakt. De put kan bedekt worden met een sluitdeksel. De werking van een infiltratieput is weergegeven in de figuren 8 en 9.



Figuur 9 Infiltratieput, kunststof (Karmat, 2017)



Figuur 8 Schematische doorsnede van een infiltratieput (Rainproof)

Kosten

Infiltratieputten zijn in veel soorten en maten beschikbaar voor de particuliere markt. De prijzen variëren van vijftig tot honderdvijftig euro.

Inpassing

Een vereiste voor installatie van een infiltratieput is dat de bodem van de put boven de gemiddelde grondwaterstand moet zitten. Op locaties waar de grondwaterstand dicht onder het maaiveld zit zijn infiltratieputten nutteloos. Een infiltratieput neemt geen bovengrondse ruimte in en enkel het putdeksel is zichtbaar.

Onderhoud

Onderhoud van een infiltratieput is makkelijk vergeleken met andere ondergrondse voorzieningen zoals de infiltratiekrat. Vanwege de opening aan de bovenkant is de put goed toegankelijk. Preventief onderhoud is nodig om te voorkomen dat de put dichtslibt. Dit houdt in dat de put halfjaarlijks leeggeschept (-gezogen) moet worden.

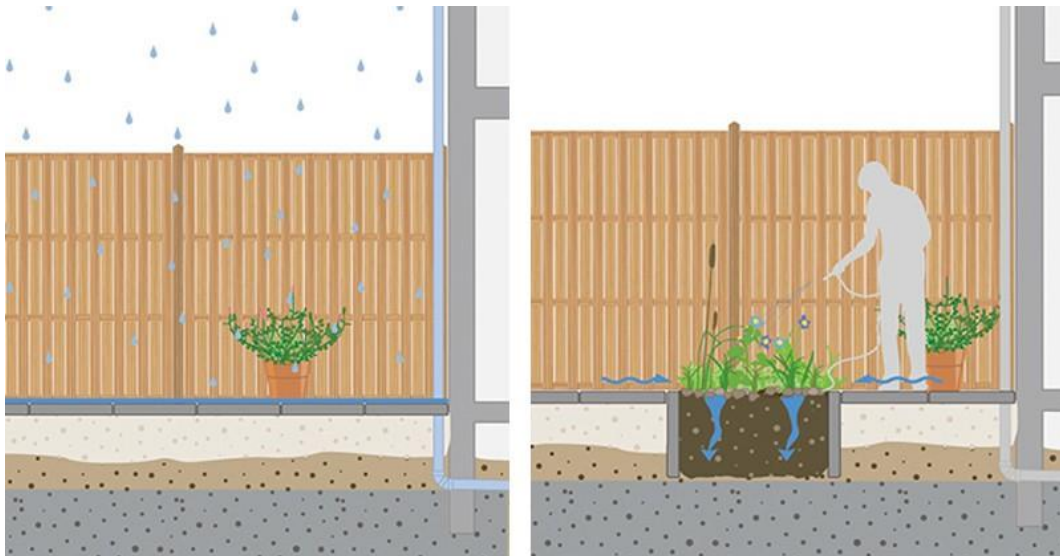
Levensduur

De levensduur van een infiltratieput gemaakt van propyleen is 50 jaar. (Wavin, 2017)

4.1.6 Vergroenen van terrein

Werking

De tegels worden verwijderd en vervangen door beplanting. Door het vergroenen van de tuin zal veel water niet afstromen, maar in de grond infiltreren. Vegetatie zorgt ervoor dat de grond poreuzer wordt waardoor infiltratie vergemakkelijkt wordt. De werking is in Figuur 10 schematisch weergegeven.



Figuur 10 Schematische doorsnede van tegels eruit - plant erin. (Rainproof)

Kosten

De kosten van deze maatregel zijn erg laag. Afhankelijk van de ondergrond kan het nodig zijn om humusrijke grond aan te brengen om plantgroei mogelijk te maken. Verder is de prijs afhankelijk van het soort plant wat aangeschaft wordt.

Inpassing

Overall waar bestrating niet noodzakelijk is kan vegetatie aangebracht worden. Door de grote variëteit aan planten is die indeling van de tuin mogelijk op allerlei manieren.

Onderhoud

Om ervoor te zorgen dat de begroeiing netjes blijft is het nodig om minimaal een keer per jaar te snoeien. In het geval van een grasveld is maandelijks maaien nodig.

Levensduur

De levensduur van deze maatregel is vrijwel onbeperkt. Als de vegetatie afsterft kan nieuwe geplant worden.

4.1.7 Waterdoorlatende bestrating

Werking

Een waterdoorlatend terras of oprit helpt bij een betere infiltratie van het regenwater. Waterdoorlatende bestrating laat hemelwater infiltreren in de ondergrond door kieren tussen de stenen (zie Figuur 11). Deze kieren zijn gevuld met brekerzand wat het infiltreren vergemakkelijkt.



Figuur 11 Waterdoorlatende bestrating (Stradusinfra, 2017)

Kosten

Voor het berekenen van de kosten wordt ervan uitgegaan dat de bestrating aangelegd wordt door een stratenmaker. Een stratenmaker kost tussen de tien en twintig euro per vierkante meter. De bestrating zelf kost tussen de zes en zestien euro per vierkante meter. (slimbestraten.nl, 2017) In totaal kost een vierkante meter bestrating dus tussen de 16 en 36 euro. Daarnaast moet ook het ophoog- en voegzand aangekocht worden. Dit komt neer op vijftig euro per kubieke meter. (Hovenier weetjes, 2017)

Inpassing

Waterdoorlatende bestrating is een goede optie wanneer bestrating noodzakelijk is. Veel verschillende soorten waterdoorlatende bestrating zijn beschikbaar. Zo is een ruime keuze in kleuren en zijn meerdere formaten beschikbaar.

Het is aan te raden om de bestrating aan te laten leggen door een stratenmaker. Dit brengt wel extra kosten met zich mee.

Onderhoud

De bestrating moet periodiek gereinigd worden. Dit houdt in dat de bestrating jaarlijks met de hogedrukreiniger schoongemaakt moet worden. Ook kan het nodig zijn om onkruid tussen de tegels te verwijderen.

Levensduur

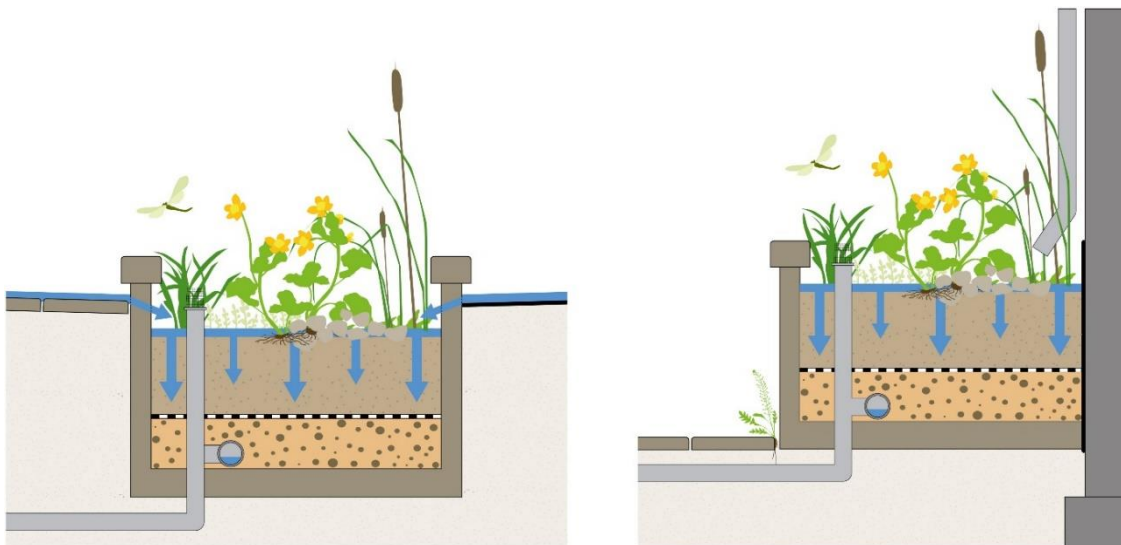
De drainvraag presteert na tien jaar nog boven de norm. (Tauw, sd) Als de bestrating geen water meer infiltreert is dit zichtbaar doordat het water gewoon afstroomt. Op dat moment zullen maatregelen getroffen moeten worden zoals het opnieuw aanbrengen van de bestrating.

4.1.8 Watervasthoudende plantenbakken

Werking

Watervasthoudende plantenbakken zijn plantenbakken die waterdicht zijn. De plantenbakken kunnen van elk soort materiaal gemaakt worden zolang ze maar waterdicht zijn of waterdicht gemaakt zijn met bijvoorbeeld folie. De plantenbakken zijn gevuld met grind en aarde met daarin de beplanting. De plantenbak is door middel van een drain gekoppeld aan het reguliere waterafvoersysteem. De planten kunnen het water gebruiken als voeding. Het overtollige water wordt door de grondlagen gezuiverd waarna het wordt afgevoerd. Beide principes zijn in Figuur 12 schematisch weergegeven.

De plantenbakken hebben niet alleen het doel vasthouden van water maar ook om het verstedelijkt gebied groener te maken. De plantenbakken kunnen langs elke gevel geplaatst worden, zodat de regenpijp hier direct op aangesloten kan worden. Als de plantenbak rechtstreeks tegen de gevel worden geplaatst dienen maatregelen getroffen te worden om vochtproblemen te voorkomen.



Figuur 12 Watervasthoudende plantenbakken (atelier GROENBLAUW, 2017)

Kosten

De kosten van plantenbakken lopen ver uiteen. De kosten zijn afhankelijk van materiaal en afmetingen. Ook het soort plant die in de bak wordt geplaatst speelt hierbij een rol.

Inpassing

De plantenbakken kunnen overal geplaatst worden mits maar rekening wordt gehouden met de minimale breedte van een trottoir. Wanneer een plantenbak op eigen terrein wordt geplaatst spelen afmetingen geen rol. Zoals eerder gezegd dient wel rekening gehouden te worden met een eventueel vochtprobleem wanneer de grond 'koud' tegen de gevel wordt geplaatst. Dit is te voorkomen door een folie te plaatsen tussen de grond en de gevel of door een dicht plantenbak te gebruiken.

Levensduur

De levensduur van een plantenbak is lang wanneer deze goed is aangelegd. De plantenbak dient voorzien te zijn van een goede grondsamenstelling waardoor geen overtollig water zich in de plantenbak bevindt. Overtollig water kan in de winter zorgen voor vorst in de plantenbak waardoor hij kan barsten. De plantenbakken worden voornamelijk gebruikt langs de openbare weg. Hierdoor is het mogelijk dat de plantenbak beschadigd raakt door onvoorziene omstandigheden zoals bijvoorbeeld een aanrijding met een auto.

Onderhoud

De plantenbakken behoeven zelf geen onderhoud. De planten in de plantenbak zullen wel onderhouden moeten worden. Dit verschilt per plantensoort. Gemiddeld is maandelijks onderhoud noodzakelijk.

4.1.9 Groene erfafscheiding

Werking

Het doel van een groene erfafscheiding is het vervangen van een harde erfafscheiding naar een groene erfafscheiding. Een harde erfafscheiding kan bijvoorbeeld een schutting zijn. Het probleem bij dit soort erfafscheidingen is dat deze geen water op kunnen nemen en het water van het terras hier niet naar toe geleid kan worden. Een groene erfafscheiding zijn hagen of struiken die in de volle grond staan. Het terras kan zo ingericht worden dat het hemelwater afvloeit richting de haag (zie Figuur 13). De haag biedt niet alleen een grotere opnamecapaciteit maar ook een betere biodiversiteit. Hagen en struiken bieden schuilplaatsen en voedsel aan veel soorten dieren.



Figuur 13 Schematische doorsnede van een groene erfafscheiding. (Merlijn Michon, 2017)

Kosten

De kosten van een haag hangt af van de soort haag die gewenst is en het aantal strekkende meters. Gemiddeld kan men ervan uit gaan dat een haag €1,00 per strekkende meter. Om een haag te planten is grondverbetering nodig. De grondverbetering zorgt ervoor dat de beplanting genoeg voedingsstoffen kan opnemen in de grond waarin de plant staat. Grondverbetering houdt in: het vervangen van de grond en het bemesten. Deze werkzaamheden kosten €4,06 per m³. (Bodembewerking)

Inpassing

Een groene erfafscheiding is mogelijk bij percelen die voorzien zijn van een tuin. De tuin zal in de meeste gevallen verhard zijn met bestrating en/of met een schutting afgescheiden zijn. Deze verharding en/of erfafscheiding kan deels vervangen worden door een groene erfafscheiding.

Levensduur

Beplanting kan lang meegaan mits goed onderhoud gepleegd wordt. Wel moet gekeken worden voor het aanbrengen van de beplanting of deze geschikt is om aan te leggen op de desbetreffende locatie.

Onderhoud

Het onderhoud van een haag of struik verschilt per soort. Elke beplanting dient gesnoeid te worden om weer verder te kunnen groeien.

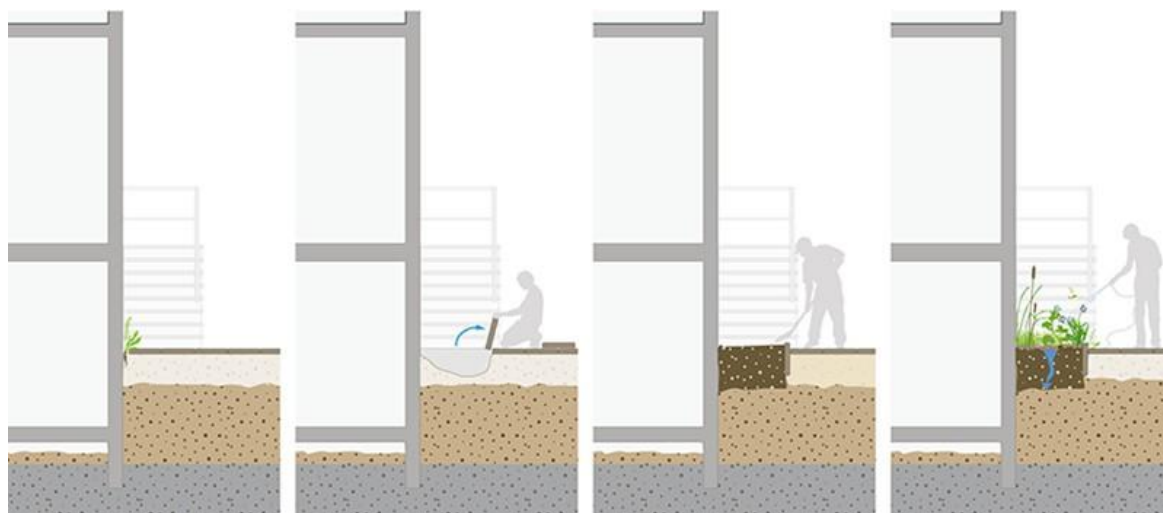
4.1.10 Geveltuin

Werking

De geveltuin wordt toegepast in het stedelijk gebied waar het woonhuis direct aan het trottoir grenst. Het principe van een geveltuin is erg simpel. Voor de gevel van woning wordt een (of meerdere) tegels verwijderd waarna het water kan infiltreren in de bodem. Door het zand te verwijderen en het gat te vullen met teelaarde, kunnen planten worden gepoot in de geveltuin. Het is mogelijk om de geveltuin ook te combineren met het afkoppelen van de regenpijp. De regenpijp kan eventueel vrij afstromen in de geveltuin zodat het water opgenomen kan worden door de planten of kan infiltreren in de grond. Een voorwaarde is wel dat een overstort wordt gecreëerd om het overtollige water te kunnen afvoeren.



Figuur 14 Geveltuintje in Amsterdam Zuid (NMT)



Figuur 15 Schematische doorsnedes van het stappenplan voor aanleg van een geveltuin. (Rainproof)

Kosten

De kosten zijn minimaal. Het verwijderen van tegels heeft geen financiële invloed. Wel zal grondverbetering moeten worden uitgevoerd. Dit kost €4,06 per m³ (Bodembewerking). Afhankelijk van de hoeveelheid en soort beplanting zullen deze kosten onbekend blijven.

Inpassing

De geveltuin is overal toepasbaar mits rekening gehouden wordt met de minimale breedte van het trottoir. Vaak is het trottoir geen eigendom van de particulier maar van de gemeente. Hierdoor zal overlegd moeten worden over de mogelijkheden. Bijvoorbeeld de gemeente Amsterdam waardeert en stimuleert de aanleg van de geveltuin.

Levensduur

De geveltuin heeft een oneindige levensduur mits de planten goed onderhouden worden.

Onderhoud

De geveltuin heeft alleen onderhoud aan de beplanting. Mocht een overstortvoorziening aangebracht zijn, dient deze altijd los te zijn. Het water moet te allen tijde af kunnen vloeien naar de riolering.

4.1.11 Infiltratietunnel

Werking

De infiltratietunnel is een manier voor het creëren van een waterbuffer. De infiltratietunnel is een halfronde vorm die wordt ingegraven in de tuin. Door de vorm ontstaat een holle ruimte waar water in opgeslagen kan worden. Regenbuizen, die vanaf de daken van huizen komen, kunnen worden aangesloten aan de bovenkant van de tunnels. Verschillende stukken tunnel kunnen aan elkaar worden gekoppeld om extra bergruimte mogelijk te maken. Het geheel wordt omwikkeld door geotextiel om te voorkomen dat zand in het systeem komt. Eenmaal gevuld met water zal de tunnel het water langzaam laten infiltreren in de grond. De tunnel is bestemd tegen zware belasting door de ronde vorm. In Figuur 16 zijn een aantal soorten infiltratietunnels weergegeven.



Figuur 16 Soorten infiltratietunnels (Jovas, 2016)

Kosten

De kosten van de infiltratiebuizen verschillen, omdat veel afmetingen beschikbaar zijn. De kleine variant (1160 x 800 x 490) kan 300 liter water bergen en kost €60,91. Per liter water kost dit €0,20. (DYKA, 2017)

De grotere variant (2340x1375x781) kan 1600 liter water bergen en kost €301,29. Per liter water kost dit €0,19. (Diederik afwateringstechniek, 2017)

Inpassing

De infiltratietunnel is geschikt voor elke tuin, omdat deze onder de grond wordt geplaatst. Gras of steen als verharding maakt geen verschil. Ook het formaat is geschikt voor alle tuinen. De plaatsing van de tunnel is niet ingewikkeld, maar vergt wel intensieve arbeid voor het graven van het gat. Eenmaal een gat gegraven kan de tunnel hierin worden gelegd en omwikkeld worden met geotextiel. Tot slot kan de regenpijp op de tunnel worden bevestigd. Echter is het ook mogelijk om de infiltratietunnel te laten plaatsen door een gespecialiseerde hovenier.

Levensduur

De tunnel bestaat volledig uit pvc en heeft hierdoor ook dezelfde levensduur. De geadviseerde levensduur bedraagt 50 jaar, mits de tunnel goed wordt onderhouden.

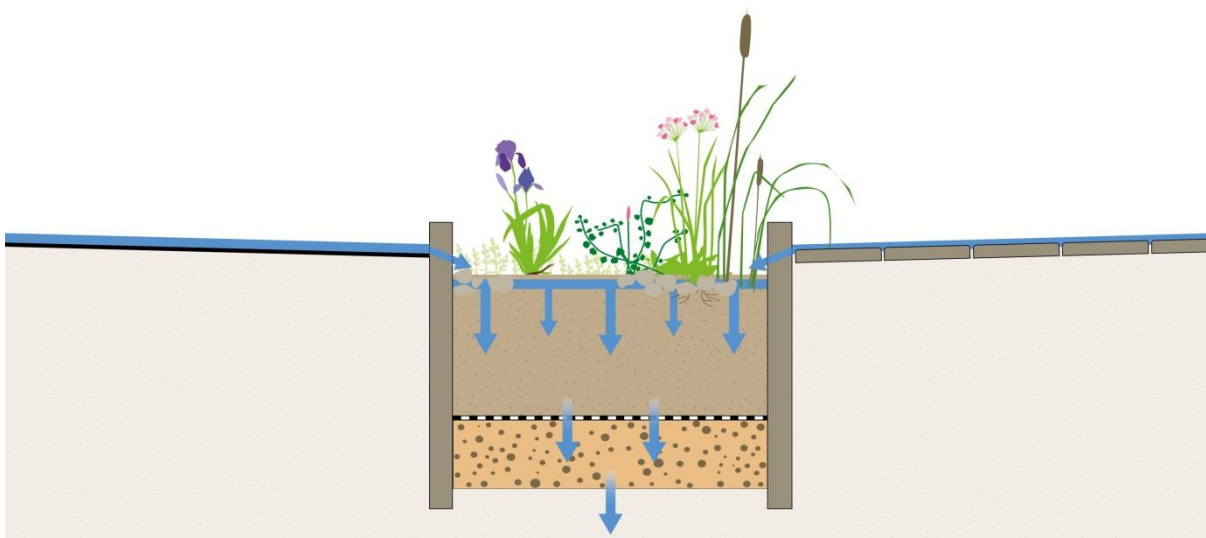
Onderhoud

De tunnel is geschikt voor camera inspectie en hogedrukreiniging wanneer deze verstopt met sediment zit. Wanneer dit uit de tunnel verwijderd is, kan deze zijn functie weer volledig uitvoeren. Goede reiniging is van belang voor een lange levensduur en de werking van het product. (DYKA)

4.1.12 Infiltratiestroken met bovengrondse opslag

Werking

Infiltratiestroken of verdiepte bakken met planten naast verharde oppervlakken kunnen hemelwater tijdelijk op slaan, zodat water kan infiltreren. Voor de infiltratie dient de bodem los te zijn, om infiltratie zo optimaal mogelijk te laten verlopen. De bodem van de strook kan naar eigen voorkeur worden beplant. Deze planten zorgen voor een zuivering van het water, waarmee grondwaterkwaliteit wordt verbeterd. De bakken kunnen naar gewenste hoogte worden gemaakt. Een grote hoogte betekent hierbij een grotere buffercapaciteit. Deze maatregel wordt in steeds meer stedelijke gebieden toegepast. In Figuur 17 is een schematische doorsnede van een stedelijke infiltratiestrook weergegeven.



Figuur 17 Schematische doorsnede stedelijke infiltratiestrook (atelier GROENBLAUW, 2017)

Kosten

De plantenbakken zijn naar eigen invulling te bouwen. In stedelijk gebied wordt gesteld dat de bak maximaal 30 cm hoog mag zijn, zodat spelende kinderen uit de infiltratiestrook kunnen klimmen. Voor de bak is enkel een bouw materiaal naar keuze nodig, om een constructie te maken om het water op te vangen. Dit zijn vaak grote blokken van natuursteen of beton. Stenen die poreus zijn zorgen voor meer infiltratie maar kunnen niet water opvangen als buffer in tijden van piekregen. Over het algemeen wordt gerekend met 10-20% van het af te vloeien, verharde oppervlak. De gemiddelde tuin is 125 m² groot waarbij vaak 20% verhard is. (Amsterdam Rainproof 2017, 2017) Gerekend wordt dus met een oppervlak van 18,75 m² per infiltratiebak. Deze bakken worden vaak tegen bestaande gebouwen en/of schuttingen aan gebouwd waardoor één zijde niet geconstrueerd hoeft te worden. Gemiddeld wordt 0,645 m³ aan bouw materiaal aangelegd voor één opslagbak. Omgerekend naar beton wordt 100 euro aan materiaal en gemiddeld 65 euro aan bouwkosten gevraagd. Voor 165 euro kan een bak worden gebouwd die 5625 liter kan bergen wanneer deze gevuld is. Per liter die geborgen kan worden betaald men gemiddeld 0,03 euro. Hiermee is dit een hele goedkope oplossing. (Environmental services City of Portland, 2006)

Inpassing

De opvangbak kan vrijwel overal ingezet worden, doordat de bak niet vormvast is. Elke afmeting is mogelijk en vrijwel elk bouw materiaal kan worden gebruikt. Dit is dan ook een veelgebruikt systeem voor de hemelwaterafvoer van schuren en tuinhuisen. Verder dient men rekening te houden met kinderen die spelen. De bak mag niet te diep zijn en kinderen moeten niet kunnen spelen in de bak. Wanneer mensen door de bak lopen wordt de vloer aangestampt waardoor infiltratie wordt tegengewerkt.

Levensduur

De leeftijd van beton in de buitenlucht en met watercontact wordt geschat op 75 jaar. Dit geldt echter niet voor elke soort steen. Zeker poreuze stenen zijn gevoelig voor opvriezen waardoor de levensduur sterk wordt verminderd. Daarom wordt met dit onderzoek rekening gehouden met 25 jaar, waarmee deze maatregel alsnog voordelig uit de test komt. (OfferteAdviseur.nl, 2015)

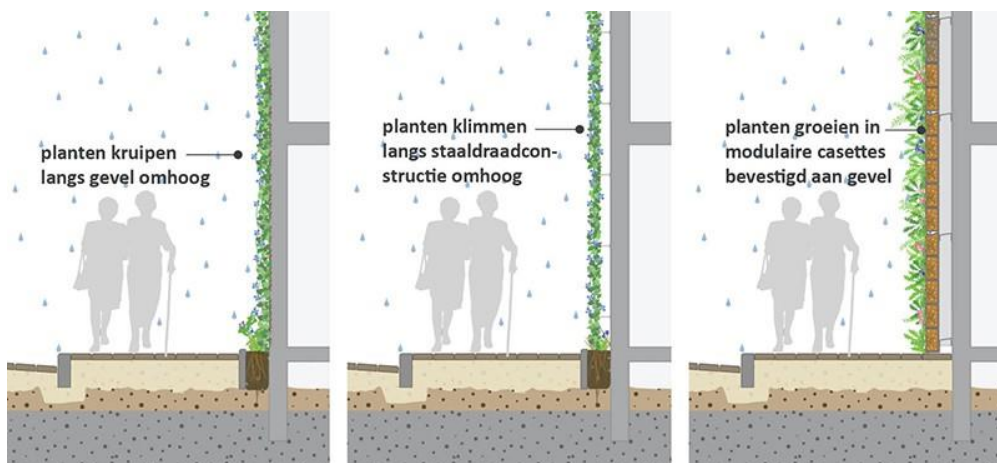
Onderhoud

De infiltratiestrook is niet onderhoudsvrij. De grond van de bodem in de bak dient geschoffeld te worden wanneer deze is aangestampt. Het onderhoud is relatief niet intensief maar dient maandelijks uitgevoerd te worden om de bodem optimaal te houden voor infiltratie.

4.1.13 Groene gevel

Werking

Een groene gevel is een gevel waar planten tegenop groeien. Deze planten houden watervast en zorgen voor isolatie, zowel in de zomer als in de winter. Naast een maatregel tegen wateroverlast is een groene gevel een goede manier om extra flora en fauna in een stedelijk gebied te krijgen. De bladeren van de planten nemen regenwater op en verdampen dit, zodat water niet in het rioleringsstelsel komt. Voor het creëren van een groene wand zijn verschillende mogelijkheden. Zo kan men een zelf klimmende plant, met of zonder een klimconstructie bevestigd aan de muur, en losse bakken gebruiken. Deze losse bakken hangen aan de muur en vormen samen een wand van planten. Het opnemen van water kan alleen plaatsvinden als de planten vanaf de grond tegen de wand op groeien, aangezien hier water bij de wortels kan komen. Als men bakken gebruikt, dienen de bakken met de bodem richting de muur geplaatst te worden waardoor de plantenbak niet gevuld kan worden met water. Als maatregel wordt dus verder gekeken naar een zelf klimmende plant. Figuur 18 geeft een schematische doorsneden van een aantal verschillende groene gevel systemen.



Figuur 18 Schematische doorsneden van drie verschillende groene gevel systemen. (Rainproof)



Figuur 19 Groene gevel met substraat bij Mercator bad. (Michon)

Kosten

Bedrijven bieden groene wanden aan in verschillende prijsklassen. De constructie die nodig is voor een klimplant wordt doorgaans verkocht tussen 150 en 250 euro per vierkante meter. Daar komt nog een prijs voor de klimmende plant bij op. Elke vierkante meter plant kan acht liter water opnemen en verdampen, binnen een dag. Een gemiddelde wand van een schutting (want dat is de plaats waar de meeste particulieren de klimplant gebruiken) is 32 m² groot. Wanneer men een gehele wand zal bedekken met een groene gevel zal dit de particulier 6400 euro kosten aan constructie en 650 euro aan beplanting. Deze groene gevel kan 256 liter water opvangen en vasthouden. Hiermee betaalt men dus 25 euro per liter.

Inpassing

Een groene muur kan vrijwel overal worden geplaatst, zolang de achterliggende wand stevig genoeg is. Door de constructie komt een groot gewicht aan de muur te hangen. Dit kan mogelijke afwijkingen met zich mee brengen. De onderkant van de groene gevel dient onverhard te zijn om water te laten infiltreren. Daarmee wordt een groene gevel veel ingezet bij grote bedrijven zonder recreatiegebied, zodat het bedrijf toch beplanting kan hebben, maar ook bij mensen thuis als bekleding van de schutting.

Levensduur

Een groene gevel heeft twee onderdelen: de plant en de constructie. De plant kan erg lang mee gaan wanneer deze goed wordt bijgehouden. De constructie daarentegen dient goed beschermt te zijn wanneer deze wordt gebouwd. Wanneer beplanting tegen de schutting aangroeit is het erg lastig om deze nog bij te houden wanneer deze tekenen van aantasting vertonen. De constructie is vaak gemaakt van staal met een rubbercoating die erg stevig is. De constructie kan hiermee 15 jaar mee gaan.

Onderhoud

Een groene gevel wordt vaak opgezet met klimop. Deze plant dient tenminste twee keer per jaar bijgehouden te worden (voor en na de zomer). Dit onderhoud bestaat uit het bij snoeien van de plant, en neemt ongeveer twee minuten per m² in beslag.

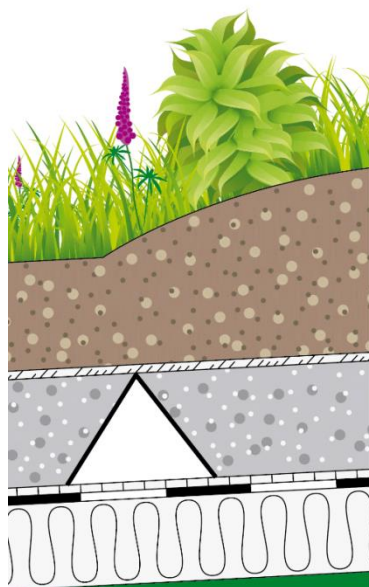
4.2 Bergen

4.2.1 Vergroenen van daken

Bij het vergroenen van een dak wordt op het dak een laag vegetatie aan gebracht. Binnen groene daken kan men verschillende categorieën onderscheiden. Extensieve groene daken bestaan uit een lichte substraat laag (tussen laag) met daarop een variëte van lichte mossen, grassen, vetplanten en wilde bloemen. Ook zijn intensievere varianten mogelijk waar wordt gekozen voor een echte tuin met bijvoorbeeld bomen, een vijver of allerlei zaken die men in een tuin terugvindt. Figuur 18 geeft het resultaat van een vergroening van een dak.

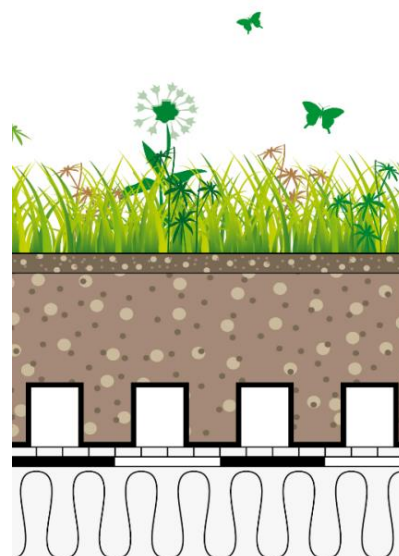


Figuur 20 Dak met begroeiing (groenedakenleidschendamvoorborg)



Figuur 22: Intensief groen dak (Optigroen)

1. Vegetatie
2. Substraat
3. Filtermat
4. Drainage laag
5. Beschermingslaag



Figuur 21: Extensief groen dak (Optigroen)

1. Vegetatie
2. Licht substraat
3. Drainage laag
4. Beschermingslaag

Werking

Een groen dak werkt als volgt. Als het hemelwater op het dak valt wordt dit vastgehouden door de begroeiing. Uit onderzoek blijkt dat de retentie ligt tussen de 60 en 90%. (Rainproof, 2017) Dit geldt voor daken met een kleine hellingshoek voor daken met een grotere hellingshoek zullen deze waardes lager zijn. Het water wat in dit dak wordt vastgehouden zal niet direct naar het riool doorstromen. Op een later moment zullen kleine hoeveelheden alsnog naar het riool stromen. Dit zijn kleine hoeveelheden omdat het water in het dak verdampt en opgenomen wordt door de planten. De opslagcapaciteit per m^2 is maximaal $80 l/m^2$. Dit geldt voor intensieve varianten. Voor extensieve varianten zijn de waardes als volgt: waterretentie tot 60% en opslagcapaciteit tot $25 l/m^2$. Bijkomende voordelen voor het vergroenen van het dak is dat het huis in de winter beter geïsoleerd is en in de zomer ervoor zorgt dat de stad minder opwarmt. Verder is het ook een bescherm laag voor het conventionele dak wat hierdoor langer mee gaat.

Inpassing

Als het gaat om inpassing is het belangrijk onderscheid te maken van de twee varianten. De intensieve variant is zwaarder dan de extensieve variant. Het gewicht van deze intensieve variant start vanaf $100 kg/m^2$ en loopt door tot $300 kg/m^2$. Standaard worden in Nederland daken ontworpen op $1 kN/m^2$ dus bij de aanleg van een intensief dak zullen verstevigende maatregelen moeten worden genomen. Voor de extensieve variant geldt dat deze een stuk lichter zijn $80 kg/m^2$ tot $130 kg/m^2$. Dit is dus inpasbaar op bestaande daken waardoor deze beter in te passen is in bestaande wijken.

Kosten

Omdat het onderzoek zich richt op bestaande huizen in bestaande wijken zal hier worden ingegaan op de extensieve variant. Deze is ook in verschillende varianten verkrijgbaar. Verschillende bedrijven zijn hierin gespecialiseerd. Een bedrijf wat gespecialiseerd is in licht gewicht varianten is 'Sedumworld'. Dit bedrijf biedt de daken aan in drie varianten 'Doe het zelf', 'Cassettes' en 'matten'. De prijs loopt van $€17,50/m^2$ tot $€44,50/m^2$. Bij keuze voor een groen dak wordt een offerte op maat gemaakt door het bedrijf. (De goedkope variant heeft mindere competenties dan dure.) (Sedumworld, 2017)

Levensduur

De levensduur van een groen dak wordt bepaald door het onderhoud. Wanneer twee keer per jaar gesnoeid wordt en ervoor wordtgezorgd dat het dak niet te zwaar wordt kan het dak met gemak twintig jaar meegaan. (Groendak, 2017). Echter is de garantietermijn die verschillende bedrijven aanbieden tien jaar.

Onderhoud

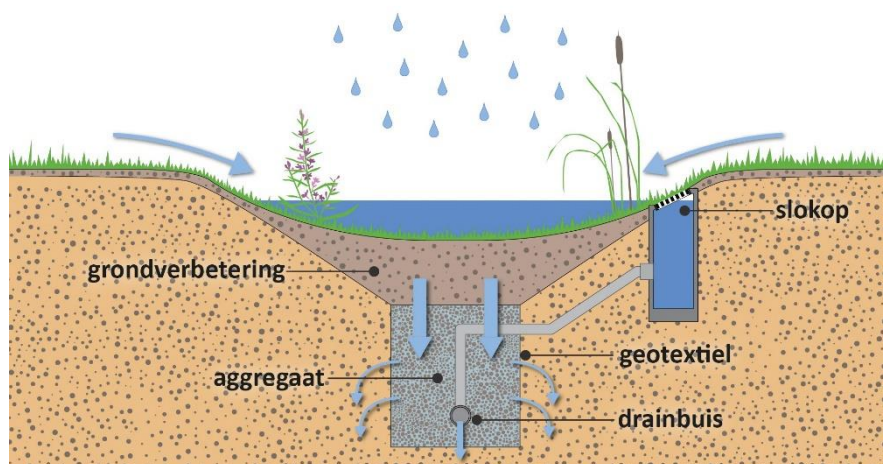
Voor het onderhoud volstaat het een á twee keer per jaar verwijderen van het onkruid en het controleren van de afvoer. Dit zodat het dak niet zwaarder wordt en het water niet ophoopt waardoor de planten verdrinken en afsterven. Bij droog weer dient niet gesproeid te worden behalve wanneer de consument planten op het dak plant die gevoelig zijn voor droogte. Bij mesten is ook vaak niet nodig alleen wanneer het dak meer dan tien jaar oud is kan gekozen worden om iets bij te mesten. (Groendak, 2017)

4.2.2 Bovengronds bufferen/wadi

Een wadi is een lageregelegen deel van een tuin of gebied waar het water van het dak en de rest van de tuin naar toe kan lopen om te infiltreren.

Werking

Het water van daken en de rest van de tuin loopt naar een daarvoor bestemde laagte in de tuin. Hier wordt het water opgevangen. Het blijft hier stilstaan om te infiltreren in de bodem. De bodem van de wadi bestaat uit een aggregaat waar het makkelijk kan inzigen. Mocht de wadi bij een extreme piek toch vol komen te zitten kan ervoor worden gekozen om een overslag te maken op de bestaand HWA-voorzieningen. Mocht een peil bereikt worden dat het water de slokop in kan lopen kan dit worden afgevoerd naar een onderliggend systeem wat het infiltreren versnelt. Dit gaat via de slokop naar een drainbuis onder de wadi in het aggregaat. Hierdoor wordt het infiltratie proces versneld. In Figuur 23 is de werking van een bovengrondse buffer/wadi schematisch weergegeven.



Figuur 23: Volle wadi met infiltratie systeem (Rainproof)



Figuur 24: Slokop bij wadi (Michon)

Kosten

De kosten voor het aanleggen van een bedragen ongeveer €5.17/m² hier wordt uitgegaan van bepaalde schaalvoordelen. Voor een particuliere wadi zal dit dus hoger uitvallen omdat de kosten voor de slokop en drainbuis moeten worden verdeeld over een kleiner oppervlak.

Inpassing

Een wadi heeft het meest effect als het een groot infiltratie oppervlak heeft. De meeste particulieren beschikken niet over deze ruimte in hun tuin. Een kleine variant zou maar weinig water kunnen bergen en dus maar beperkt kunnen bijdragen aan het probleem. Gekozen kan worden om een wadi aan te leggen met een of meerdere burens of met de buurt. Hierdoor komen de schaalvoordelen weer tot hun kracht en kan ook de benodigde ruimte worden geleverd.

Levensduur

Een levensduur van een wadi is in principe oneindig. Bij goed onderhoud zal de water infiltrerende capaciteit van het aggregaat in stand blijven en de functie van de wadi dus intact.

Onderhoud

Voor optimaal gebruik van de wadi zal twee keer per jaar bladafval moeten worden opgeruimd uit de wadi en de slokop zodat deze niet dicht slipt. Ook dient het zwerfafval verwijderd te worden bij deze opruimactie. Mocht de wadi met gras zijn ingezaaid moet deze eens per twee weken worden gemaaid. (Rainproof, 2017)

4.2.3 Regenton

Werking

Een regenton is een buffer oplossing. Het water van het dak gaat via de conventionele regenpijp richting het HWA riool. In de regenpijp komt het water eerst de bladvanger tegen deze zorgt ervoor dat eventueel blad afval wat op het dak ligt word afgevangen. Vervolgens verbindt een koppelstuk deze naar de regenton. Deze zorgt ervoor dat het water naar de ton loopt. Zit de ton echter vol dan stort het water over op het riool en zorgt het niet voor wateroverlast direct naast het huis. Het water wat in de regenton geborgen wordt kan gebruikt worden voor het watergeven van de tuin of planten van de eigenaar. De werking van een regenton is weergegeven in Figuur 25.



Figuur 25: Schematische doorsnede van een regenton. (Rainproof)

Kosten

Regentonnen zijn in verschillende soorten en maten verkrijgbaar. De grootste tonnen voor consumenten op de markt hebben een capaciteit van 200 liter. Deze kosten ongeveer €50,- deze zijn te koop bij de betere tuinwinkels.

Inpassing

De kosten zijn laag en de ruimte die nodig is voor een regenton is beperkt. Hierdoor is het makkelijk in te passen ook bij particulieren die een kleinere tuin tot hun beschikking hebben.

Levensduur

Bij goed onderhoud gaat een plastic regenton bijna oneindig mee. De leveranciers geven echter vijf jaar garantie. Bij een houten regenton zal dit korter zijn omdat het hout verschijnselen van rot gaat vertonen waardoor de regenton gaat lekken.

Onderhoud

Het onderhoud is relatief simpel. Eens per maand moet de bladvanger leeggemaakt worden. Verder moet tweemaal per jaar het vat worden gecontroleerd op vervuiling. Wil de consument dit tegen gaan kan ervoor worden gekozen om een gaas over de bovenkant van de ton te spannen zodat geen dieren of vuil in het water terecht kunnen komen.

4.2.4 Regenwaterschutting

Werking

Regenwater afkomstig van de daken wordt opvangen door middel van een speciale schutting. De schutting is een bassin waar de regenbuizen van een huis op aangesloten kunnen worden. Deze bassins kunnen ook voor andere doeleinden gebruikt worden zoals bijvoorbeeld een schuurelement. Zo kan een tuinschuurtje bijvoorbeeld bestaan uit vier bassins voor de vier muren. Het water wordt opgeslagen in de bassins waarna het kan worden gebruikt in de tuin. Aan het bassin zullen daarvoor bevestigingspunten aanwezig zijn voor een kraantje of een tuinslang (zie Figuur 26). Ook is de mogelijkheid aanwezig om dit water te gebruiken voor sanitaire doeleinden.



Figuur 26 Schematische doorsnede van een regenwaterschutting. (Rainproof, 2017)



Figuur 27 Rainwinner in de tuin en een regenwaterschuur bij een basisschool (Rainwinner)

Kosten

De kosten voor een compartiment schutting bestaande uit drie delen (lengte 90cm x breedte 22 cm hoogte 60 cm) bedragen €515,-. Voor deze prijs kan 330 liter water worden opgeslagen. De kosten per liter te bergen water bedragen dus €1,56, totdat deze schutting is afbetaald. (De Duurzame Tuin, 2017)

Inpassing

De regenwaterschutting is te gebruiken als erfafscheiding of als wanden voor een tuinschuurtje. De bassins kunnen makkelijk op elkaar worden geklikt en kunnen aan de schuttingpalen worden bevestigd. Een reeds bestaand compartiment van een schutting kan worden verwijderd en worden vervangen door de regenwaterschutting. Geadviseerd wordt om deze aan het huis te plaatsen in de buurt van de regenpijpen. Omdat de schutting op de plaats komt van de erfafscheiding en maar 22 cm breed is, zal deze weinig plek innemen in de tuin. Ook het plaatsen kan worden gedaan door woningeigenaren zelf, vanwege de simpele werking.

Levensduur

De levensduur van de regenwaterschutting is in principe hetzelfde als dat van pvc, omdat de schutting hier volledig uit bestaat. De werking van de schutting blijft in de loop der jaren ook hetzelfde, mits deze goed wordt onderhouden. De geschatte levensduur bedraagt vijftig jaar.

Onderhoud

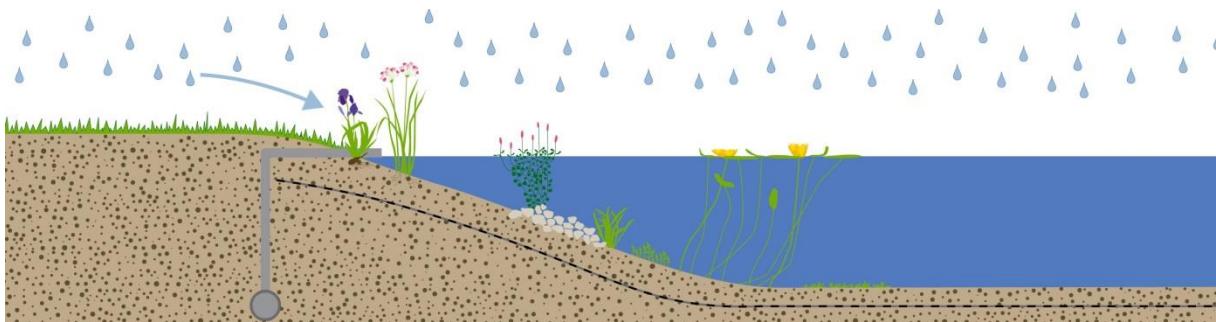
Sediment (zand) dat vanaf de daken stroomt, blijft achter in de horizontale verdeelbuis. Hierdoor wordt schoon regenwater opgeslagen. De verdeelbuis is op een eenvoudige manier schoon te spoelen. Bij een standaard regenwaterschutting wordt een bladscheider bijgeleverd. Deze wordt aan de regenpijp bevestigd en voorkomt eenvoudig dat bladeren, takjes, naalden, e.d. in de schutting terecht komen. Onderhoud is dus enkel nodig in de herfst wanneer de bladeren van de bomen vallen. (Rainproof, 2017)

4.2.5 Regenwatervijver

Regenwatervijvers vangen tijdelijk regenwater op en voeren het vertraagd af. De vegetatie in de vijver en de groene oevers zorgen voor de reiniging van het water. Als het water voldoende schoon is en de bodem het toelaat, kan het regenwater infiltreren.

Werking

Tijdens een regenbui wordt het regenwater in de vijver opgeslagen en later afgevoerd zodat de vijver weer plaats heeft voor nieuw regenwater. Tegenwoordig bestaan besturingssystemen die gekoppeld zijn aan de weersverwachting. Het regenwater wordt alleen afgevoerd vlak voor een bui, zodat de vijver zo lang mogelijk gevuld blijft. Hierdoor is de vijver niet alleen een bergingsoptie maar ook een decoratiemiddel voor in de tuin. De vijver is bij voorkeur dieper dan 1,5 meter zodat opwarmen en opvriezen minder invloed hebben op de vijver. (Amsterdam Rainproof 2017, 2017) Het principe van een regenwatervijver is in Figuur 28 schematisch weergegeven.



Figuur 28 Schematische doorsnede regenwaterbuffervijver met een hoog waterniveau (atelier GROENBLAUW, 2017)

Kosten

Een gemiddelde vijver kan worden geplaatst voor een prijs tussen 900 en 1900 euro. Hiermee wordt gerekend met een vijver van 12 m². Daarbij zijn de meeste vijvers 1 tot 1,5 meter diep. Met oevers met een flauwe helling, bevat een gemiddelde vijver ongeveer 12500 liter water. Een regenwatervijver die vlak voor een bui water heeft laten weglopen is 75% gevuld, waardoor 3,125 m³ kan worden opgeslagen voor een gemiddelde prijs van 1400 euro. Per liter water dat kan worden opgeslagen betaalt men dus 2,23 euro. Qua onderhoud betaalt men vrijwel niks, tenzij planten en/of onderdelen vervangen dienen te worden. Jaarlijks wordt hier vijftig euro aan besteed. (OfferteAdviseur.nl, 2014)

Inpassing

Een bergingsvijver kan water opvangen van een aangrenzend gebied dat vijf tot tien keer de afmeting heeft van het oppervlak van de vijver. Daarnaast is de gemiddelde vijver 12 m². Hiermee is een regenwatervijver ruimtelijk gezien een grote ingreep voor het opvangen van water.

Levensduur

Met de juiste onderhoud kan een vijver jarenlang water opvangen. Sommige regenwatervijvers bevatten planten voor het filteren van water. Deze planten groeien in de jaren en kunnen de vijver verstopen waardoor deze niet optimaal kan functioneren. Als deze worden verwijderd kan een vijver ruim twintig jaar gebruikt worden.

Onderhoud

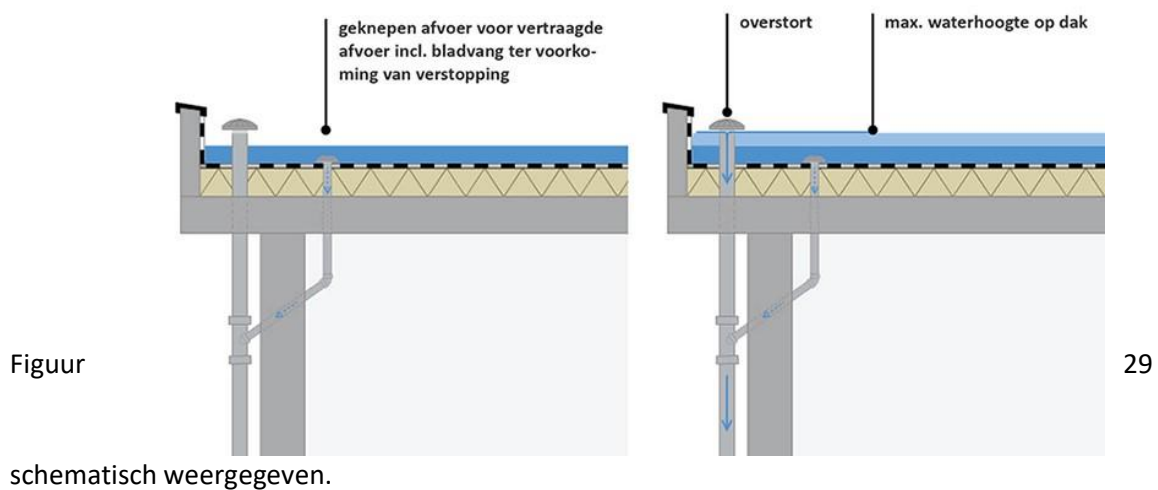
Het onderhoud van een regenwatervijver is relatief weinig. Twee keer per jaar dient de vijver schoon te worden gemaakt waarbij vuil en ongewenste planten worden verwijderd. Dit onderhoud is binnen twee uur zelf uit te voeren.

4.2.6 Waterdaken

Bij waterdaken blijft het regenwater tijdelijk op het dak staan. Het water wordt vertraagd afgevoerd door een geknepen afvoer, zodat voor een volgende bui weer genoeg opslagcapaciteit is.

Werking

Bij een waterdak wordt water opgeslagen op een plat dak. Een afvoersysteem zorgt ervoor dat water wordt afgevoerd als deze boven een bepaalde waterstand komt. Deze is aangesloten op een ander infiltratie en/of opbergsysteem. Dit systeem wordt een statisch waterdak genoemd. Een dynamisch waterdak is aangesloten op een afvoersysteem, die voorzien is van een besturingssysteem. Deze zorgt ervoor dat op basis van weersvoorspellingen het water wordt geloosd. Vlak voor een regenbui wordt het water weggespoeld zodat de capaciteit van het waterdak maximaal is, en een maximale hoeveelheid water kan opnemen. (Amsterdam Rainproof 2017, 2017) De werking van een waterdak is in



Figuur 29 Schematische doorsnede van een waterdak bij een normale en een regenbui. (Rainproof)



Figuur 30 Volgelopen waterdak (Michon)

Kosten

Bij een statisch waterdak kan 70 cm water worden geborgen over het gehele dak. Dit houdt in de 700 liter per m² kan worden opgeslagen. Bij een dynamisch dak wordt gekend met 200 liter per m². Dit water fungeert als een isolatielaag van zowel warmte als geluid voor de onderliggende ruimtes. Het water kan met een filtersysteem worden gebruikt als spoelwater, bluswater en met enige aanpassingen als water voor de wasmachine. Met deze functies bespaart een waterdak enige kosten.

Een waterdak aanleggen kost gemiddeld 25 euro per m². Per liter die geborgen dient te worden op een statisch waterdak betaald men 0,04 euro per liter. Per liter water die geborgen dient te worden op een dynamisch waterdak betaald men 0,13 euro per liter. (Van Venrooy, 2016)

Inpassing

Een waterdak is een ideale oplossing voor nieuwbouwwijken. Leidingen en afwatersystemen kunnen in muren worden geïntegreerd, waardoor het lastig is om bij bestaande gebouwen dit soort constructies te verwerken. Door de extra belasting is een waterdak ook niet overal te plaatsen. Een statisch waterdak wordt permanent belast met een waterhoogte van gemiddeld 70 cm. Daarom dient de constructie extra stevig te zijn, waardoor de maatregel lastig in te passen is bij bestaande gebouwen.

Levensduur

Een gemiddeld waterdak wordt terugverdiend in ongeveer 12 jaar. Een waterdak wordt volgens de meeste bedrijven afgeschreven als deze 15 jaar oud is. Dit heeft te maken met het verwerken van leidingen, opvriezen en ontdooien van afvoersystemen en de levensduur van het materiaal waar het dak mee bedekt wordt. Het waterdak functioneert daarna mogelijk nog lang goed, maar bedrijven geven aan dat de materialen dusdanig verweerd zijn dat deze niet meer optimaal werken.

Onderhoud

Een waterdak heeft enig onderhoud nodig. Zo dient de afvoer vrij te zijn wanneer het regent, zodat het dak niet overbelast wordt met te veel water. Dit onderhoud dient twee keer per jaar uitgevoerd te worden wanneer de omgeving van het dak niet is beplant met bomen. Wanneer een boom in de buurt van het dak staat dient het onderhoud in ieder geval acht keer per jaar te zijn. (Groendak, 2015)

4.3 Afvoeren

4.3.1 Exfiltratiekolk

Werking

Om een exfiltratiekolk toe te kunnen passen zijn aanpassingen nodig aan het hemelwaterafvoersysteem van de woning. De daken zullen rechtstreeks afgekoppeld moeten worden om vervolgens met pvc-buizen naar de exfiltratiekolk geleid te worden. Deze kolk bevindt zich zo kort mogelijk aan de grens van het perceel waar het mogelijk is om water te kunnen lozen. Deze kolk 'spuwt' het water bij regenval in bijvoorbeeld water-regulerende bestrating of via bestrating naar een wadi of gescheiden stelsel.

Een exfiltratiekolk kan geproduceerd worden van poreus beton waardoor hij waterdoorlatend is aan de zijkanten. Ook is de kolk leverbaar in verschillende formaten en kan uitgebreid worden met grindkoffers om meer capaciteit te halen. Hierdoor kan de kolk ook regenwater opslaan. Een exfiltratiekolk is niks meer dan een 'gewone' straatkolk die omgekeerd werkt (zie Figuur 31).



Figuur 31 Exfiltratiekolk naast verharding (Samen regenwater)

Kosten

De kosten van een exfiltratiekolk zijn afhankelijk van de grootte, uitvoering en model. Gemiddeld bedragen de kosten tussen de €250,- en €400,- per stuk. Verder kunnen extra kosten ontstaan voor het aanpassen van het hemelwatersysteem.

Inpassing

Het gebruiken van een exfiltratiekolk behoeft aanpassingen aan het hemelwatersysteem. Hiervoor zullen sleuven gegraven moeten worden om het regenwater naar het punt te krijgen waar de kolk zich bevindt. Afhankelijk van het model en afmetingen van de kolk zal de impact van de aanleg hiervan niet groot zijn. Verder zal een locatie gevonden (of gecreëerd) moeten worden waar de kolk het water kan lozen.

Levensduur

De levensduur van een exfiltratiekolk is 100 jaar.

Onderhoud

Om zo min mogelijk vuil in de exfiltratiekolk te krijgen is het van belang om bij de bron al maatregelen te treffen. Een maatregel is bijvoorbeeld bladvangers in de dakgoot te plaatsen. Hierdoor wordt voorkomen dat blad of ander vuil in de kolk komt waardoor deze verstopt raakt. Het is alsnog noodzakelijk om de kolk eenmaal per jaar te ontdoen van vuil. Ook is het van belang om de 'lozingsmogelijkheid' van de kolk goed schoon te houden.

4.3.2 Watertegels

Werking

Watertegels zijn een manier om visueel water af te voeren. Het afgekoppelde hemelwater wordt gekoppeld aan een zogeheten waterspuwer. Een waterspuwer is bijvoorbeeld een exfiltratiekolk of een speciaal ontworpen object zoals zichtbaar in Figuur 32. Een waterspuwer werkt op basis van de wet van de communicerende vaten. Deze spuer voert het water zichtbaar af over het trottoir naar een gewenste plek. Naast deze maatregel zijn enkele voorzieningen nodig om het water te kunnen laten infiltreren.

De watertegels zijn betonnen trottoirtegels van 30 x 30 cm met hierin kronkelige gootjes. Inmiddels zijn vijftien verschillende type tegels met verschillende gootjes die verbonden kunnen worden te verkrijgen. Hierbij zijn allerlei verschillende creaties mogelijk. De watertegels laten de weg zien dat het hemelwater af legt, dit draagt bij aan de bewustwording van waterafvoer.



Figuur 32 Watertegels met speciale exfiltratiekolk (Struyk Verwo, 2015)

Kosten

De kosten van watertegels bedragen € 1,48 per tegel. De kosten per m² zijn € 16,40. (Productblad Watertegels 30 x 30, 2017)

Inpassing

De watertegels zijn in elke situatie toepasbaar. De tegels kunnen aangebracht worden op elk terras of oprit die nu ook van bestrating is voorzien. Naast het gebruik van een waterspuwer is het zelfs mogelijk om de watertegels direct onder de afgekoppelde regenbuizen te plaatsen en het water daarna af te laten vloeien in de tuin. De tegels dienen aangebracht te worden op een zandbed dat voldoende afloopt in de gewenste richting.

Levensduur

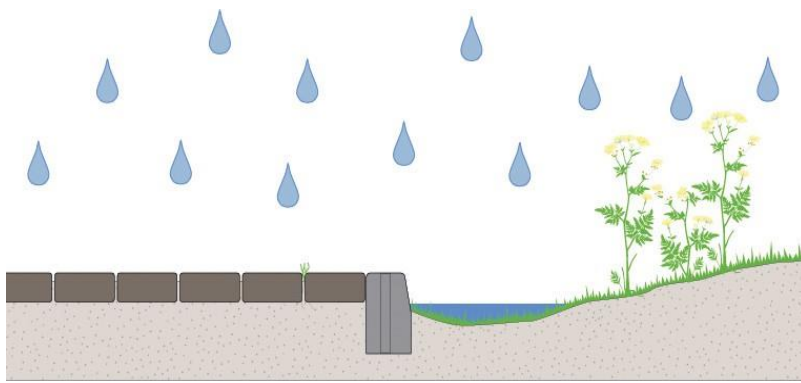
De tegels zijn voldoende dik om de belasting van een auto te kunnen weerstaan. Hierdoor zijn de tegels vrijwel overal tegen bestand en kunnen jaren mee.

Onderhoud

Om de watertegels goed zijn functie te laten uitvoeren dienen deze regelmatig geveegd te worden en worden ontdaan van bladeren.

4.3.3 Regenwatergreppels

Een greppel is een kleine beplante sloot die tijdelijk regenwater vasthoudt, transporteert en infiltreert. Een greppel kan zowel nat zijn als droog staan. Een greppel kan zo worden vormgegeven dat deze als wateropslag werkt (zie wadi), maar een greppel kan ook als transporteermaatregel functioneren. Figuur 34 geeft een schematische weergave van een regenwatergreppel.



Figuur 34 Schematische doorsnede greppel (atelier GROENBLAUW,



**Figuur 33 Een greppel in Augustenborg.
(Vaxelaire)**

Werking

Een regenwatergreppel dient als laagste punt van een terrein te liggen om goed te functioneren. Vaak wordt een greppel geplaatst in een groen gebied en bedekt met gras en/of andere lage beplanting. Op deze manier vervult een greppel zowel waterbergende als decoratieve functie. Naast het infiltreren en bergen van water kan een greppel worden gebruikt als transportemaatregel. Bij een overvloed van water, stroomt het overschot af naar een ander gebied waar dit water alsnog kan worden opgenomen.

Kosten

Kosten verschillen erg per greppel. Bij deze kosten spelen veel zaken een rol: bereikbaarheid, afmetingen, voorbereiding van het land waar de greppel wordt aangelegd en de functie van de greppel. Met de gemiddelde tuin van 125 m² komt uit de meeste vacatures een prijs tussen de 1500 en 2500 euro in. Hiermee betaalt een klant dus 16 euro per m².

Inpassing

Voor een greppel is vaak een groot stuk grond nodig. Hiermee is een greppel niet een veelgebruikte toepassing voor particulieren. Voor greppels wordt gerekend met ongeveer 25% van het af te vloeien oppervlak. Hiermee is een greppel niet een maatregel die voor iedere achtertuin geschikt is.

Levensduur

Een greppel is een helling met gras en eventueel andere kleine beplanting. Hierdoor heeft een greppel een onbeperkte levensduur. De beplanting dient wel bijgehouden te worden om de greppel werkende te houden.

Onderhoud

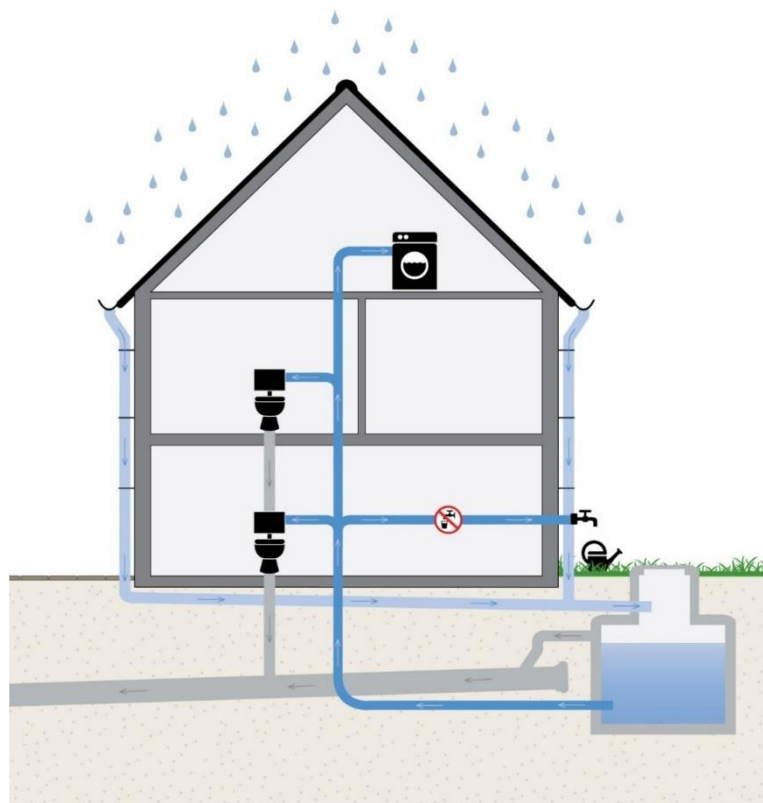
Het onderhoud van een greppel bedekt met gras, is het maaien van het gras. Hierbij dient het gras te worden opgevangen zodat de greppel niet dicht slibt.

4.4 Overige

4.4.1 Filtersystemen/grijs water

Werking

Hemelwater valt op het dak van een huis en wordt via dakgoten en regenpijpen naar een filtersysteem geleid. Dit (ondergrondse) filtersysteem zorgt binnen enkele uren dat het water wordt gereinigd en kan worden gebruikt voor wasmachines en toiletten. Een huisinstallatie voor het gebruik van regenwater bestaat uit de volgende componenten: een reservoir, een pomp, aansluiting op gebruikspunten, een overstort en een suppletievoorziening. De reservoirinhoud moet op de beschikbare hoeveelheid neerslag en op het te verwachten gebruik gedimensioneerd worden. Het teveel aan regenwater wordt overgestort en kan in de tuin vastgehouden worden of bij gebrek aan een tuin of ruimte afgevoerd worden via het regenwater riool. Door dit systeem komt regenwater alsnog in de riolering maar met een langere wachttijd, omdat het water hergebruikt is. Hierdoor zal bij piekmomenten minder kans op overstromingen zijn en wordt het watergebruik met schoon water uit de zuivering verminderd. In



Figuur 3535 is schematische een regenwatergebruikssysteem weergegeven.

een
doorsnede van

Figuur 35 Schematische doorsnede regenwatergebruikssysteem (GroenBlauw)

Kosten

Wat dit systeem kost is moeilijk te zeggen, want de ene situatie is de andere niet. Echter is een indicatie wel mogelijk. Tussen de €2000,- en €8000,- voor woningen is een reële inschatting. Voor de meesten zal de prijs ongeveer in het midden liggen. Dit zijn de te verwachten kosten voor het gehele systeem inclusief aanleg. Voor deze prijs worden alle onderdelen geïnstalleerd en klaargemaakt voor gebruik. Waar wel rekening mee moet worden gehouden is dat bespaard wordt op de kosten voor het watergebruik in huis, omdat voor toilet, wasmachine en planten geen drinkwater meer wordt gebruikt.

Inpassing

Het regenwatergebruik systeem is op veel manieren toe te passen op woningen. Opvangbassins kunnen zowel op het dak, in de kelder als onder de grond worden geplaatst. Ook is de mogelijkheid aanwezig om regenwaterzakken in de kruipruimte te plaatsen van een woning. Kortom, bij elke woning is een dergelijk systeem te plaatsen.

Gekeken naar de plaatsing van het systeem is enige kennis vereist. Deze dient geplaatst te worden door een deskundige, omdat het een ingewikkeld systeem is.

Levensduur

De levensduur van regenwatersystemen is moeilijk uit te drukken, omdat het systeem uit veel verschillende onderdelen bestaat. De pomp is bijvoorbeeld een onderdeel dat snel kapot kan gaan, maar de opslagtanks gaan weer lang mee. De levensduur van een regenwatersysteem wordt geschat rond de twintig jaar.

Onderhoud

Wanneer goed onderhoud wordt uitgevoerd aan alle onderdelen en stukken die slijtage vertonen tijdig worden vervangen zal het systeem lang meegaan. Dit onderhoud dient echter wel uitgevoerd te worden door specialisten op dit gebied.

4.4.2 App voor hemelwaterafvoer

Werking

Het Waterschap Drents Overijsselse Delta (WDO Delta) gaat een app voor de smartphone en tablet ontwikkelen waarmee inwoners van het gebied kunnen uitzoeken of het zinnig is om regenwater van de riolering af te koppelen. De gemeente Deventer stimuleert haar inwoners al om het hemelwater af te laten vloeien in de tuin. Door infiltratie van regenwater in de bodem wordt het grondwaterpeil

op natuurlijke wijze aangevuld. Bovendien belast dit het riool minder bij zware buien. Met de app kan worden bekeken of al een gescheiden rioolsysteem aanwezig is waar het hemelwater door afgevoerd wordt. Dan heeft het afkoppelen geen nut. Ook kan de app mogelijk tips geven bij wateroverlast of hittestress. Let op: dit is geen maatregel maar een ondersteunende optie!

Kosten

De app zal geheel gratis te downloaden zijn voor mobile apparaten.

Inpassing

De applicatie heeft geen invloed op de inpassing in of om het huis. Deze zal makkelijk te downloaden zijn via internet en gebruiksvriendelijk zijn voor alle leeftijden.

Levensduur

De levensduur is niet van toepassing op de applicatie.

Onderhoud

Het onderhoud is ook niet van toepassing voor de applicatie.

4.5 Innovatieve manieren voor waterberging

De markt voor maatregelen tegen wateroverlast is erg breed. Veel bedrijven zijn voortdurend aan het zoeken naar innovatieve oplossingen en/of proberen bestaande maatregelen te verbeteren of te combineren. Om zeker te zijn van dat iedere oplossing is meegenomen is contact opgenomen met de heer R. Vrielink. Hij is directeur van Stichting Pioneering, een instelling dat zich richt op het vernieuwen van technologie en ondernemerschap. Hierbij wordt ook gekeken naar mogelijkheden voor het oplossen van wateroverlast. De stichting werkt veel samen met bedrijven die voorop lopen qua technieken. De heer Vrielink geeft in een telefoongesprek aan dat bij huidige ontwikkelingen veel wordt gekeken naar mogelijkheden voor het bergen van water op plekken waar dit weinig ruimte kost (denk hierbij aan schuttingen). Deze maatregelen zijn meegenomen in de inventarisatie van maatregelen. Ook wordt steeds meer gekeken naar oplossingen die huiseigenaren zelf kunnen toepassen, en niet meer naar oplossingen die op openbare terreinen worden gebruikt.

Niet alleen in Nederland is men op zoek naar



Figuur 37: Bioswales in New York (Lauren Evans, 2014)



Figuur 36: Gecontroleerde afstroming in publieke ruimte (Torta)

mogelijkheden om water te bergen. Om het onderzoek te verbreden is ook gekeken naar innovatieve oplossingen in het buitenland. Vooral in grote stedelijke gebieden in Amerika en Denemarken wordt veel geëxperimenteerd met concepten. Deze concepten zijn echter veel gericht op infrastructuur en openbare plekken. In New York wordt onder nieuwe wegen vaak een strook met infiltratiekratten aangelegd. Ook tuinen worden aangelegd tussen de openbare weg en het trottoir. Deze concepten zijn in Nederland bekend en ook al vaker toegepast. Denemarken richt zich vooral op het waterbestendig inrichten van publieke ruimtes. Pleinen worden op een dusdanige manier ingericht dat tijdens overstroming het water gecontroleerd wordt afgevoerd (zie Figuur 36: Gecontroleerde afstroming in publieke ruimte). Dit soort maatregelen zijn gericht op de overheidsinstelling; dit over het wateroverlast gaat, en niet op de particulier. Zeker in New York heeft niet iedereen veel ruimte om maatregelen te installeren. Daarnaast heeft de overheid meer belang en meer geld om de wateroverlast aan te pakken. Hierdoor zijn deze maatregelen niet voor onze doelgroep van belang.

5 Afweging

5.1 Inleiding

Voor het opstellen van een advies is het nodig dat de maatregelen getoetst worden aan een aantal relevante criteria. Dit onderzoek beperkt zich tot maatregelen voor de particuliere markt. Om tot een oplossing te komen voor het probleem van wateroverlast en watertekort is het van belang dat zoveel mogelijk particulieren een maatregel adapteren. Particulieren zullen een maatregel enkel adapteren als dit gunstig voor henzelf is.

De wensen en eisen van de particulier moeten dus als leidraad genomen worden bij het opstellen van de toetsingscriteria. Door middel van interviews zijn de eisen van de particulieren in beeld gebracht. Deze interviews zijn terug te vinden in Bijlage A: Interviews. In paragraaf 5.2 worden de toetsingscriteria geïntroduceerd. Ook wordt toegelicht waarom voor deze criteria gekozen is.

Vervolgens wordt toegelicht hoe zwaar de criteria ten opzichte van elkaar wegen.

Omdat beoordeeld wordt op veel verschillende criteria, is gekozen voor de Multi Criteria Analyse (MCA). Alle maatregelen zijn gescoord aan de hand van de score bepalingen die zijn uitgelegd in bijlage B.

In paragraaf 5.3 is het resultaat van de MCA te vinden. In Bijlage B: Toelichting MCA is terug te vinden op welke manier de scores bepaald zijn.

5.2 Criteria en weging

Na de interviews met de consumenten blijken vijf hoofdcriteria naar voren te komen: investeringskosten, inpassing, onderhoud, levensduur, effectiviteit. Deze criteria wegen niet allemaal even zwaar mee. Sommige zaken worden door consumenten belangrijker gevonden dan andere. In dit hoofdstuk worden de criteria behandeld en uitgelegd welke belangrijk zijn voor de consumenten

Investeringskosten

Uit interviews met particulieren is gebleken dat de hoogte van de investeringskosten het belangrijkste is voor de keuze van een maatregel. Zeker als het om een maatregel gaat waar de particulier zelf niet direct van profiteert. De investeringskosten is een drempel waar de particulier overheen moet bij de aanschaf van een maatregel. Hoe hoger deze drempel, hoe minder particulieren bereid zullen zijn om de stap te maken. Om deze reden krijgt dit criterium de zwaarste weging.

Inpassing

Bij het criterium inpassing wordt gekeken naar de hoeveelheid ruimte de maatregel opneemt op het perceel. Omdat veel particulieren waarde hechten aan de inrichting van de tuin zal een maatregel die veel ruimte inneemt minder populair zijn. Bij dit criterium wordt ook meegenomen hoe ingrijpend de installatie van de maatregel is. Dit is omdat een particulier heeft aangegeven dat de moeite die in de installatie gestoken dient te worden minimaal moet zijn. Dit criterium krijgt een weging van 2.

Onderhoud

De hoeveelheid en de kosten van het onderhoud nodig om de maatregel goed functionerend te houden is belangrijk. Uit een interview met een particulier is gebleken dat de hoeveelheid onderhoud belangrijk is bij het maken van een keuze voor een maatregel. Een onderhoudsarme maatregel is dus aantrekkelijker dan een maatregel die veel onderhoud vereist. Daarom is gekozen om de maatregelen te scoren op onderhoud. De weging die gegeven wordt aan dit criterium is 2.

Levensduur

De levensduur van een maatregel is minder belangrijk voor particulieren. Hierbij gaat het om hoelang een product meegaat en dus wanneer deze aan vervanging toe is. Een termijn van bijvoorbeeld tien jaar is voor een consument al lang. Het principe van hoe langer de maatregel mee gaat hoe beter geldt natuurlijk, echter is dit voor de consumenten niet echt belangrijk. De weging voor dit criterium is daarom ook 1.

Effectiviteit

Het laatste criterium is effectiviteit. Hiervoor is gekozen omdat het belangrijk is hoe goed een maatregel zijn werk doet. Consumenten plaatsen een maatregel vaak niet voor zichzelf, daarom is de effectiviteit niet echt belangrijk voor de consument. Echter is voor het onderzoek wel interessant om een zo effectief mogelijke maatregel te implementeren dus daarom wordt dit criterium meegenomen met een weging van 1.

5.3 Resultaat MCA

In Tabel 1 MCA Maatregelen wateroverlast zijn de uiteindelijke scores en waardes te zien van de MCA. Uiterst links staat de maatregel en uiterst rechts staat de eindscore van een maatregel. De maatregelen met de hoogste score zullen uiteindelijk het meest geschikt zijn voor de consument.

Maatregel	Kosten	↓	Inpassing	↓	Onderhoud	↓	Effectiviteit	↓	Levensduur	↓	MCA Score
Vergroenen van daken	0	3	8	2	7	2	8	1	4	1	42
Bovengronds bufferen/ wadi	4	3	2	2	2	2	8	1	9	1	37
Regenton	6	3	8	2	8	2	4	1	3	1	57
Grasbetonstenen	5	3	6	2	5	2	2	1	9	1	48
Harde halfverharding	6	3	6	2	8	2	4	1	9	1	59
Grindkoffer	7	3	6	2	8	2	8	1	5	1	62
Infiltratiekrat	5	3	6	2	7	2	8	1	7	1	56
Infiltratieput	6	3	6	2	6	2	8	1	7	1	57
Vergroenen van terrein	9	3	8	2	3	2	4	1	9	1	62
Waterdoorlatende bestrating	4	3	6	2	4	2	2	1	4	1	38
Exfiltratiekolk	5	3	6	2	7	2	4	1	9	1	54
Watertegels	5	3	6	2	7	2	4	1	7	1	52
Watervasthoudende plantenbakken	7	3	8	2	7	2	8	1	7	1	66
Groene erfafscheiding	6	3	8	2	4	2	6	1	9	1	57
Geveltuin	7	3	8	2	4	2	6	1	9	1	60
Regenwaterschutting	4	3	8	2	9	2	4	1	7	1	57
Infiltratietunnel	6	3	6	2	7	2	8	1	7	1	59
Filtersysteem/ Grijs water	1	3	4	2	7	2	4	1	4	1	33
App voor hemelwaterafvoer	10	3	10	2	10	2	1	1	10	1	81
Regenwatervijver	2	3	4	2	8	2	6	1	4	1	40
Infiltratiestroken met bovengrondse opslag	6	3	2	2	7	2	8	1	4	1	48
Regenwatergreppels	1	3	2	2	6	2	6	1	9	1	34
Waterdaken	1	3	8	2	6	2	4	1	4	1	39
Groene gevel	1	3	8	2	3	2	6	1	3	1	34

Tabel 1 MCA Maatregelen wateroverlast

5.4 Conclusie uit de MCA

Zoals zichtbaar in de MCA-tabel zijn een aantal maatregelen naar voren gekomen. In volgorde van de beste naar de minst goede zijn dit: watervasthoudende plantenbakken (66p), Vergroenen van het terrein (62p), Grindkoffer (62p) en een geveltuin (60p).

Naast deze maatregelen is de regenton (57p) meegenomen in de conclusie. Dit is gedaan omdat de regenton een bekende, goedkope en gemakkelijk in te passen maatregel is.

De app voor hemelwaterafvoer (81p) wordt in het eindadvies niet meegenomen als maatregel voor particulieren, aangezien het wateroverlast niet wordt verholpen wanneer alle huiseigenaren deze app downloaden. De hemelwaterafvoer-app is een middel om inwoners te informeren over bekende maatregelen. Hiermee wordt de app dus buiten beschouwing gelaten.

De resultaten van het MCA zullen in het volgende hoofdstuk verder worden besproken.

6 Definitief advies aan Waterschap Vechtstromen

Een geschikt advies voor het project 'Waterbewuste Gemeenschappen' ligt volgens Waterweg B.V. niet bij één oplossing, maar bij een combinatie van meerdere adviezen voor verschillende situaties. Zoals genoemd zijn vier maatregelen het meest geschikt om de wateroverlast tegen te gaan. Deze maatregelen hebben alle vier een andere werking, maar zorgen allemaal voor het opvangen van regenwater in de tuinen van particulieren. Per maatregel wordt gekeken in welke situatie deze het best kan worden toegepast.

Ten eerste is de grindkoffer een optie voor elke tuin, aangezien deze onder de grond geplaatst wordt. Onder elke regenpijp kan een grindkoffer geplaatst worden. Het voordeel van de grindkoffer is dat deze erg goedkoop en gemakkelijk zelf te plaatsen is. Aan de voor- en achterkant van elk huis dient men dan een gat te graven van ongeveer 75 centimeter diep. Hierin wordt worteldoek aangebracht waar vervolgens grind in wordt gestort, zoveel dat de hoogte van de koffer ongeveer 40 centimeter is. Zand kan vervolgens weer op de grindkoffer worden aangebracht met de originele bodembedekking hierop. De grindkoffer is klaar voor gebruik en het aanzicht van de tuin is niet veranderd. Door deze twee voordelen is de grindkoffer erg geschikt voor elke tuin.

Bij grote tuinen is het van belang dat het groene oppervlakte in de tuin zo groot mogelijk is. De oplossing die hier genomen dient te worden heet dan ook 'het vergroenen van het terrein'. Hierbij moet gedacht worden aan het vervangen van tegels door planten. Natuurlijk willen huiseigenaren in de achtertuin een betegeld deel hebben voor het plaatsen van bijvoorbeeld een tuinstel. Door dit betegelde deel te beperken zal regenwater dat in de tuin valt direct infiltreren in de grond. Verder is het belangrijk om het betegelde terras af te laten lopen richting de borders. Hierdoor zal het water ook in de tuin infiltreren in plaats van afstromen op de riolering. Deze maatregel is vrijwel alleen geschikt voor grote tuinen, aangezien hier voldoende plaats is voor een terras én voldoende groene tuin. Hierdoor kan het water van het terras afstromen in het groene gedeelte van de tuin zonder wateroverlast te krijgen.

Waterweg B.V. heeft twee mogelijkheden gevonden die op de markt beschikbaar zijn en geschikt zijn voor woningeigenaren met een kleine tuin. Deze twee mogelijkheden zijn het plaatsen van watervasthoudende plantenbakken of het aanleggen van een geveltuin.

De watervasthoudende plantenbakken zijn plantenbakken waar water vanaf het terras of dakgoot in kan stromen. Hier wordt het regenwater vastgehouden en kan het langzaam infiltreren in de bodem. Deze optie is gemakkelijk aan te brengen, door op verschillende plekken plantenbakken te plaatsen. Hoe groter het volume van de plantenbak, des te meer water kan worden geborgen. Een bijkomend voordeel is dat deze plantenbakken nauwelijks water nodig hebben, omdat deze worden bevocht door het regenwater. Ook is deze maatregel gemakkelijk zelf te plaatsen.

Een andere oplossing is het maken van een geveltuin. Een geveltuin lijkt in principe veel op een watervasthoudende plantenbak, maar bij een geveltuin groeien de planten langs de gevel omhoog. Een bijkomend voordeel hiervan is dat het regenwater dat tegen de gevel valt direct wordt opgevangen door de planten en vertraagd naar de bodem wordt afgevoerd. Hier komt het terecht in een onverharde bak waar het overtollige water kan infiltreren. Het regenwater afkomstig van de dakgoot kan worden aangesloten op een afvoersysteem dat door de bakken loopt. Hierdoor wordt het water vertraagd afgevoerd, waarbij meer water kan worden opgenomen door de planten.

Voor particulieren zijn de bovengenoemde maatregelen vaak onbekend. Deze onbekendheid kan een drempel vormen voor het toepassen van maatregelen. Een regenton is voor vrijwel iedereen een bekende maatregel en de regenton heeft een hoge score behaald in het onderzoek. Daarom wordt deze maatregel voorgesteld wanneer huiseigenaren niet genoeg vertrouwen hebben in een onbekende maatregel. Een regenton is erg eenvoudig te installeren en kan voor vrijwel iedere situatie worden gebruikt.

De app voor hemelwaterafvoer kan door het Waterschap worden ingezet voor het communiceren met inwoners in verschillende situaties. Hierin kunnen oplossingen worden gegeven die gericht zijn op verschillende wijken of steden. Met een korte uitleg en belangrijke informatie als kosten en onderhoud kan men hiermee zelf een maatregel kiezen en toepassen. Ook kunnen de oplossingen worden gelinkt met het waterinfopunt. De bijgevoegde folders kunnen hier worden uitgedeeld zodat particulieren worden ingelicht over de huidige mogelijkheden.

Kortom zijn dit de beste maatregelen die particulieren kunnen treffen, gekeken naar het soort tuin waarover zij beschikken. Waterweg B.V. is ervan overtuigd dat wanneer deze maatregelen worden toegepast op de desbetreffende woningen, de wateroverlast zal worden teruggebracht tot nihil. Wanneer particulieren een dergelijke maatregel in gebruik nemen zal men bijdragen aan het ontlasten van de waterzuiveringsinstallatie en zo wateroverlast voorkomen.

7 Discussie

Bij dit onderzoek is gebruik gemaakt van internetbronnen. De prijzen die zijn genoemd komen van verschillende bedrijven en kunnen dus variëren. Ook kan het zijn dat prijzen van bijvoorbeeld grondstoffen in de toekomst afwijken van de genoemde informatie. Verder is sommige informatie afkomstig van de fabrikant. Hierdoor kan het zijn dat de prestaties van producten ten voordele van de fabrikant zijn weergegeven.

De effectiviteit van de maatregelen is afhankelijk van de ondergrond en het klimaat. Plaatsen waar men last heeft van een extreem warm klimaat kunnen andere oplossingen nodig hebben dan plaatsen waar men een lage grondwaterstand hebben.

8 Bronnenlijst

- 123natuurproducten.nl. (2017, 10 14). 123natuurproducten.nl. Opgehaald van 123natuurproducten.nl: https://www.123natuurproducten.nl/product/boerengrind-bigbag-1-kuub1500-kg/?gclid=EAIaIQobChMI-6nkl7bw1gIVEOMbCh0VpAgVEAQYAiABEgJ6vPD_BwE
- Giele, T. (2017, Maart 19). *Waterschappen: klimaatschade*. Opgehaald van PZC: <https://www.pzc.nl/zeeuws-nieuws/waterschappen-klimaatschade-br-loopt-op-tot-71-miljard~a11321c8/>
- GroenBlauw, A. (sd). Schematische doorsnede regenwatergebruikssysteem . *Regenwatergebruik bij woningen*. Rainproof Amsterdam, Amsterdam.
- Groendak. (2017, 10 14). *www.Groendak.info*. Opgehaald van *www.Groendak.info*: <http://www.groendak.info/levensduur-groendak-is-na-zorg/>
- groenedakenleidschendamvoorborg. (sd). Groene daken. *Groene daken met subsidie van de gemeente*. groenedakenleidschendamvoorborg, Leidschendam.
- infiltratie. (sd). Grindkoffer. *Infiltratie van hemelwater in de bodem*. Infiltratie.nl.
- Lange, P. d. (sd). Hydrologie deel 1. Enschede.
- Michon, M. (sd). Groene gevel met substraat bij Mercator bad. *Rapport the green building envelope*. Mercator.
- NMT, Z. (sd). *Geveltuintje in Amsterdam zuid*. NMT Zuid, Amsterdam.
- Optigroen. (sd). Schematische doorsnede sedumdak. *Extensieve groene daken*. Optigroen, Amsterdam.
- Rainproof. (sd). Schematische doorsnede van een infiltratieput. *Infiltratieput*. Rainproof Amsterdam, Amsterdam.
- Rainproof. (sd). Schematische doorsnede van een natte regenwaterbuffer. *Tijdelijke regenwaterbuffer*. Rainproof Amsterdam, Amsterdam.
- Rainproof. (sd). Schematische doorsnede van een regenton. *Regenton*. Rainproof Amsterdam, Amsterdam.
- Rainproof. (sd). Schematische doorsnede van een waterdak bij een normale en een extreme regenbui. *Regendaken*. Rainproof Amsterdam, Amsterdam.
- Rainproof. (sd). Schematische doorsnede van grasbetonstenen. *Grasbetonstenen*. Rainproof Amsterdam, Amsterdam.
- Rainproof. (sd). Schematische doorsnede van harde halfverharding. *harde halfverharding*. Rainproof Amsterdam, Amsterdam.
- Rainproof. (sd). Schematische doorsnede van infiltratiekatten onder de weg. *Infiltratiekatten*. Rainproof Amsterdam, Amsterdam.
- Rainproof. (sd). Schematische doorsnede van tegels eruit - plant erin. *Tegels eruit, groen erin*. Rainproof Amsterdam, Amsterdam.

- Rainproof. (sd). Schematische doorsnedes van drie verschillende groene gevel systemen. *Groene Gevel*. Rainproof Amsterdam, Amsterdam.
- Rainproof. (sd). Schematische doorsnedes van het stappenplan voor aanleg van een geveltuin. *Geveltuin*. Rainproof Amsterdam, Amsterdam.
- Rainproof, A. (2017, 10 14). *Rainproof.nl*. Opgehaald van Rainproof.nl:
<https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/intensieve-groene-daken>
- Sedumworld. (2017, 10 14). *sedumworld.com*. Opgehaald van sedumworld.com:
<https://www.sedumworld.com/>
- Vaxelaire, A. (sd). Een greppel in Augustenborg. *Greppels*. Rainproof Amsterdam, Amsterdam.
- Vechtstromen, W. (sd). Waterinfopunt bus. *Waterinfopunt*. Waterschap Vechtstromen, Twente.
- Waterschap Vechtstromen. (2016, November 16). *Waterinfopunt*. Opgehaald van YouTube.com:
https://www.youtube.com/watch?v=lkO_xx-9chQ&feature=youtu.be#t=0m00s
- www.onlinebestrating.nl. (2017, 10 14). *www.onlinebestrating.nl*. Opgehaald van
[www.onlinebestrating.nl: https://www.onlinebestrating.nl/betontegels/grastegels/grastegel-41x61x12cm-beton?limit=Alles](https://www.onlinebestrating.nl/betontegels/grastegels/grastegel-41x61x12cm-beton?limit=Alles)

9 Figurenlijst

9.1 Afbeeldingen

Figuur 1 Waterinfopunt bus (Vechtstromen)	8
Figuur 2: Grasbetonsteen infiltratie (Rainproof)	13
Figuur 3: Infiltratie door harde half-verharding (Rainproof)	14
Figuur 4 Bovengrondse grindkoffer (infiltratie) Figuur 5 Grindkoffer (Somsen, 2017)	15
Figuur 6 Infiltratiekrat (BPO, 2017)	16
Figuur 7 Schematische doorsnede van infiltratiekratten onder de weg. (Rainproof)	16
Figuur 8 Schematische doorsnede van een infiltratieput (Rainproof)	17
Figuur 9 Infiltratieput, kunststof (Karmat, 2017)	17
Figuur 10 Schematische doorsnede van tegels eruit - plant erin. (Rainproof)	18
Figuur 11 Waterdoorlatende bestrating (Stradusinfra, 2017)	19
Figuur 12 Watervasthoudende plantenbakken (atelier GROENBLAUW, 2017)	20
Figuur 13 Schematische doorsnede van een groene erfafscheiding. (Merlijn Michon, 2017)	21
Figuur 14 Geveltuin in Amsterdam Zuid (NMT)	22
Figuur 15 Schematische doorsnedes van het stappenplan voor aanleg van een geveltuin.	23
Figuur 16 Soorten infiltratietunnels (Jovas, 2016)	24
Figuur 17 Schematische doorsnede stedelijke infiltratiestrook (atelier GROENBLAUW, 2017)	25
Figuur 18 Schematische doorsnedes van drie verschillende groene gevel systemen. (Rainproof)	26
Figuur 19 Groene gevel met substraat bij Mercator bad. (Michon)	27
Figuur 20 Dak met begroeiing (groenedakenleidschendamvoorborg)	28
Figuur 21: Extensief groen dak (Optigroen)	28
Figuur 22: Intensief groen dak (Optigroen)	28
Figuur 23: Volle wadi met infiltratie systeem (Rainproof)	30
Figuur 24: Slokop bij wadi (Michon)	30
Figuur 25: Schematische doorsnede van een regenton. (Rainproof)	31
Figuur 26 Schematische doorsnede van een regenwaterschutting. (Rainproof, 2017)	32
Figuur 27 Rainwinner in de tuin en een regenwaterschuur bij een basisschool (Rainwinner)	33
Figuur 28 Schematische doorsnede regenwaterbuffervijver met een hoog waterniveau (atelier GROENBLAUW, 2017)	34
Figuur 29 Schematische doorsnede van een waterdak bij een normale en een regenbui.	35
Figuur 30 Volgelopen waterdak (Michon)	35
Figuur 31 Exfiltratiekolk naast verharding (Samen regenwater)	37
Figuur 32 Watertegels met speciale exfiltratiekolk (Struyk Verwo, 2015)	38
Figuur 33 Een greppel in Augustenborg. (Vaxelaire)	39
Figuur 34 Schematische doorsnede greppel (atelier GROENBLAUW, 2017)	39
Figuur 35 Schematische doorsnede regenwatergebruikssysteem (GroenBlauw)	40
Figuur 36: Gecontroleerde afstroming in publieke ruimte (Torta)	42
Figuur 37: Bioswales in New York (Lauren Evans, 2014)	42

9.2 Tabellenlijst

Tabel 1 MCA Maatregelen wateroverlast	44
---	----

Bijlage A Interviews

Interview J. van Lith

- Waarom heeft u ervoor gekozen om af te koppelen?

Bij de verbouwing van het huis in de eerste maanden van 2017 is de tuin gebruikt als depot van afval- en bouw materiaal. Hierdoor is vrijwel iedere beplanting dood gegaan of verwijderd. Tijdens de verbouwing is besloten een nieuwe tuin aan te leggen. Hiervoor moest de bestaande hemelwaterafvoer worden weggehaald en een nieuw systeem moest worden aangelegd. Hierbij konden we kiezen om aan te sluiten op de sloot die buiten het perceel lag, of het oude gemengde rioleringsysteem.

- Wat voor maatregelen heeft u genomen om het regenwater af te koppelen?

Het afvoersysteem van het terras is aangesloten op een afvoergoot, net zoals de waterleidingen van het platte dak op het tuinhuis. Het water dat in de dakgoot terecht komt wordt afgevoerd op drie verschillende plekken. Deze zijn met elkaar verbonden door een systeem van PVC-leidingen. Het afvoersysteem van het terras en het afvoersysteem van het dak komen samen, en worden daarna afgevoerd naar de sloot buiten het perceel. Het regenwater dat op het balkon valt wordt opgevangen in een regenton, waarna dit kan worden gebruikt om de planten in de tuin water te geven.

In de voortuin is ervoor gekozen om de verharding die was aangelegd voor een eventuele tweede parkeerplaats van de oprit te verwijderen, en te vervangen door planten. Dit scheelt weer qua wateroverlast aan de straatkant omdat water nu direct de grond in kan zakken.

- Wat was voor u de reden om voor deze maatregel(en) te kiezen?

Tijdens de verbouwing werd de mogelijkheid voorgesteld door de tuinman die is ingehuurd om de tuin te verzorgen. Door het huidige wateroverlast in Hengelo en de situatie tijdens de verbouwing leek het ons een logische reden om af te koppelen. De tuinman heeft zelf twee opties voorgelegd, namelijk infiltratiekratten en geheel afkoppelen waarbij water wordt geloosd in de sloot. Wanneer gekozen werd voor infiltratiekratten werden zowel de dakgoot als het terras hierop aangesloten, waardoor veel kratten geïnstalleerd moesten worden. Daarom is de huidige oplossing goedkoper. Daarnaast werd als nadeel vermeld dat bij hevige buien een kans ontstond op wateroverlast doordat vrijwel het gehele perceel aangesloten zou worden op de kratten. Dus door de zekerheid en de lagere kosten leek dit een logische oplossing.

- Speelden kosten bij u een rol? Zo ja, op welke manier?

Zoals in vraag 3 is vermeld was dit één van de twee hoofdredenen. Het aanleggen van de afwatering is een grote investering geweest, maar zal de komende jaren erg weinig onderhoud vergen. Met de huidige investering ben ik van plan niet meer dan 250 euro te betalen aan onderhoud en/of andere oplossingen binnen 10 jaar. Dit is besproken met de tuinman en deze heeft hier in het ontwerp ook rekening mee gehouden.

- Zou u met de kennis van nu gekozen hebben voor andere maatregelen?

Nee, de huidige maatregelen functioneren erg goed tot nu toe. Voor ons heeft zich nog geen reden voorgedaan om te twijfelen aan ons besluit.

- Had u van te voren al kennis over het afkoppelen van rioleringen?

Nee, dit is de eerste keer dat we bij een eigen woning af konden of moesten koppelen. Ik heb me nog niet eerder verdiept in wat mogelijk is. Daarom dit ook geregeld met een tuinman.

Interview G. Braamhaar

- Heeft u een idee waarom het afkoppelen van hemelwater noodzakelijk is?

Ja, dat heb ik. Door verschillende berichten op de televisie ben ik op de hoogte gesteld over de klimaatveranderingen in de wereld. De gemeente heeft ons ook geïnformeerd, door middel van een folder, over het lozen van 'schoon' hemelwater in het rioolstelsel. Door deze lozing raakt het riool en de waterzuiveringsinstallatie overbelast waardoor de kans bestaat dat er water op straat komt. Enkele maatregelen die we zouden kunnen doen zijn ook vermeld in deze folder.

- Waarom vindt u het belangrijk om uw hemelwater af te koppelen?

Ik vindt het belangrijk om iets te doen voor het milieu. Ik ben van mening dat iedereen iets moet doen om de kosten te verlagen. Schoon water hoeft niet gezuiverd worden.

- Heeft u al maatregelen getroffen om het water af te koppelen?

Nee, tot op heden niet. We hebben onze hemelwaterafvoeren nog niet afgekoppeld. Dit omdat we de keuze hebben gemaakt om te investeren in andere zaken in ons huis. We zijn wel van plan om maatregelen te treffen in de toekomst.

- Welke aspecten zullen een rol gaan spelen bij de keuze van een maatregel?

Buiten de kosten is ook de inpassing voor mij een belangrijk aspect. We hebben onze tuin een aantal jaren geleden compleet aangepakt. Hierdoor wil ik niet dat de tuin weer op de schop moet. Ik ga daarom ook een maatregel aanbrengen dat klein en makkelijk te plaatsen is. Verder wil ik weinig tot geen onderhoud hoeven te plegen aan de maatregel.

Interview J.A. Boone

- Waarom heeft u ervoor gekozen om u af te koppelen?

Ik heb mijn huis niet afgekoppeld. Wel is een regenpijp deel afgekoppeld op een regenton. Dit water wordt vervolgens gebruikt om de tuin te besproeien.

- Wat voor maatregelen heeft u genomen om het regenwater af te koppelen?

Afgezien van de deels afgekoppelde regenpijp heb ik geen maatregelen getroffen.

- Wat was voor u de reden om niet af te koppelen?

Zelf heb ik nooit wateroverlast op mijn perceel. Ik zie geen reden om af te koppelen.

- Speelden kosten bij u een rol? Zo ja op welke manier?

Kosten spelen zeker een rol, ik ben niet van plan om geld uit te geven om een probleem op te lossen waar ik geen last van heb. Als er een subsidie mee gepaard zou gaan dan zou ik het wel willen overwegen.

- Zou u met de kennis van nu gekozen hebben voor andere maatregelen?

Nee, ik ben tevreden met mijn watersysteem zoals het nu is. Het functioneert zoals het moet en ik heb water voor mijn planten.

Interview R. Coppoolse

- Waarom heeft u ervoor gekozen om u af te koppelen?

In essentie zijn hier twee directe redenen voor om mijn hemelwater af te koppelen van de bestaande riolering. Ten eerste was er de mogelijkheid om dit te doen. Vanuit de gemeente en advies van mijn aannemer hebben ertoe geleid dat ik bepaalde maatregelen heb ingevoerd. Ten tweede heb ik een persoonlijke affectie met het milieu. Hieronder versta ik dat ik de huidige problematiek omtrent watertekorten en overschotten begrijp en daardoor tot handelen ben overgegaan.

- Wat voor maatregelen heeft u genomen om het regenwater af te koppelen?

Ik heb ervoor gekozen om mij stap voor stap af te koppelen een regenpijp per keer. Zodat ik wanneer de situatie zich voor doet een maatregel kan implementeren die het beste past op die plek. Daarom heb ik onder carport een grindbak waarin het water kan bezinken in de voortuin een regenton om het water op te vangen en dit weer in de tuin te verspreiden. Verder heb ik recent de mogelijkheid gehad om een regenpijp af te koppelen en aan te koppelen in een BergBezinkBasin wat door de gemeente onder de straat is aangelegd waar iedere burger een regenpijp op mag aansluiten. Verder heb ik de toekomst plannen om een regenpijp naar mijn vijver te herleiden en wil ik in mijn voortuin een Wadi aanleggen om de overige regenpijpen af te koppelen.

- Wat was voor u de reden om voor deze maatregel(en) te kiezen?

Zoals ik al zei heb ik per situatie gekeken wat het beste past. Ik ben bereid om geld uit te geven maar geen grote hoeveelheden. Verder moet de maatregel goed implementeerbaar zijn. Hieronder versta ik dat ik in een bestaand project bereid ben dingen toe te voegen echter ga ik geen losse handelingen verrichten om mijzelf af te koppelen.

- Speelden kosten bij u een rol? Zo ja op welke manier?

Zoals ik in de vorige vraag heb gezegd speelt dit zeker een rol. Kleine investeringen tot bijvoorbeeld 50,- euro ben ik bereid te maken. Boven dit bedrag moet het object een grote meerwaarde hebben naast het afkoppelen.

- Zou u met de kennis van nu gekozen hebben voor andere maatregelen?

Alle maatregelen bevallen goed. Dit komt omdat ik toen ik ze plaatste goed heb nagedacht over wat het beste paste in die situatie.

- Had u van te voren al kennis over het afkoppelen van rioleringen?

De eerste maatregelen hadden niet als eerste prioriteit het afkoppelen. Deze waren meer uit gemak zodat er geen buis richting het riool getrokken hoefde te worden. Bij de latere maatregelen ben ik geadviseerd door onder andere de gemeente en een aannemer. Kortom ik had zelf niet echte kennis over hoe dit het beste kon. Achteraf ben ik concluderend erg tevreden over de maatregelen die ik getroffen heb.

Bijlage B Toelichting MCA

1.1 Investeringskosten

Per maatregel wordt de investeringskosten bepaald. De kosten zijn bepaald met behulp van een gemiddeld dakoppervlak en/of tuin. Uit het onderzoek is gebleken dat de investeringskosten een belangrijk criterium is voor particulieren. Als particulieren een groot bedrag moet betalen kan dit er toe lijden dat diegene een andere maatregel gaat aanschaffen. Een lage investering krijgt een hoge score (zie **Tabel 1**).

Kosten	Score
> € 1500,-	1
€ 1000,- tot € 1500,-	2
€ 750,- tot € 1000,-	3
€ 500,- tot € 750,-	4
€ 200,- tot € 500,-	5
€ 100,- tot € 200,-	6
€ 50,- tot € 100,-	7
€ 25,- tot € 50,-	8
€ 10,- tot € 25,-	9
< € 10,-	10

Tabel 1

Zie **Figuur 1** voor de gegeven scores per maatregel.

1.2 Inpassing

Bij de inpassing gaat het om twee verschillende aspecten. Dit is in de eerste plaats de ruimte die een maatregel inneemt en in de tweede plaats hoe ingrijpend de aanleg van een maatregel is. Elke maatregel wordt beoordeeld op beide aspecten waarna de scores opgeteld worden. Dit resulteert in de eindscore voor het criterium inpassing.

Bij het bepalen van de eerste scoretabel is gekeken naar de ruimte die verloren is gegaan bij de aanleg van de maatregel. Als er bijvoorbeeld een regenton in de tuin is geplaatst dan gaat bruikbare ruimte verloren. Als de oprit voorzien wordt van grasbetonstenen dan gaat er in feite geen ruimte verloren. Het aanbrengen van begroeiing is weer een ander geval. Hierbij gaat er wel ruimte verloren maar het kan wel als een mooie toevoeging van de tuin worden gezien. Deze scores voor deze drie categorieën zijn weergegeven in **Tabel 2**.

	Score
Geen verloren ruimte	5
Verloren ruimte met andere functie	3
Wel verloren ruimte	1

Tabel 2

Het twee aspect van de inpassing heeft te maken met de installatie. Sommige maatregelen vereisen verreichende ingrepen in de tuin omdat bijvoorbeeld een groot gat gegraven moet worden. Andere maatregelen zijn makkelijk aan te brengen zonder veel moeite. De scoretabel voor de aanleg is weergegeven in **Tabel 3**.

	Score
Niet ingrijpend	5
Gemiddeld ingrijpend	3
Erg ingrijpend	1

Tabel 3

Zie **Figuur 1** voor de gegeven scores per maatregel.

1.3 Onderhoud

In de categorie onderhoud kunnen we onderscheid maken in twee soorten onderhoud. Het grote onderhoud wat tijdsintensiever is voor de consument en het kleine onderhoud waar met een kleine handeling de effectiviteit weer geoptimaliseerd kan worden. In onderstaande **Tabel 4** is te zien hoe de scores zijn opgebouwd. De maatregel word gescoord op zowel groot als klein onderhoud deze scores worden vervolgens bij elkaar opgeteld om tot een totaal score te komen die word gebruikt in de MCA.

	Frequentie	Score
Groot onderhoud	Geen groot onderhoud	5
	> 1x per 10 jaar	4
	1x per 5 jaar t/m <10 jaar	3
	1x per 1 jaar t/m <5 jaar	2
	< 1x per jaar	1
Klein onderhoud	Geen klein onderhoud	5
	> 1x per 52 weken	4
	1x per 10 weken t/m < 52 weken	3
	1x per 4 weken t/m <10 weken	2
	< 1x per 4 weken	1

Tabel 4

Zie **Figuur 1** voor de gegeven scores per maatregel.

1.4 Levensduur

De levensduur van een maatregel is onderverdeeld in de volgende categorieën van 10 tot 100 jaar. De 10 jaar heeft geen score van 1 gekregen omdat zelf een levensduur van 10 jaar voor de meeste consumenten zeker acceptabel is. De maatregelen die oneindig lang mee gaan hebben de levensduur 100 jaar gekregen en de score negen omdat er op een dus danig lange termijn een grote kans is dat de maatregel beschadigd. In **Tabel 5** zijn de overige scores weergegeven.

Levensduur	Score
10 jaar	3
20 jaar	4
30 jaar	5
40 jaar	6
50 jaar	7
> 100 jaar	9

Tabel 5

Zie **Figuur 1** voor de gegeven scores per maatregel.

1.5 Effectiviteit

De effectiviteit van de maatregelen is lastig eenduidig te bepalen. Dit komt omdat de maatregelen allerlei maten kunnen aannemen wat het nauwkeurig bepalen van het aantal liter water dat per vierkante meter geïnfiltreerd of geborgen wordt lastig wordt. Wat het proces verder bemoeilijkt is de aard van de ondergrond. In een stad zoals Rotterdam zal water vanwege de veenachtige ondergrond slechter infiltreren dan bijvoorbeeld in Eindhoven waar een veel zanderige ondergrond is. Wel is er een verschil in de mogelijkheden per maatregel. Sommige maatregelen kunnen alleen water bergen of infiltreren. Andere kunnen infiltreren en bergen. Verder is de oppervlakte beschikbaar voor infiltratie per maatregel verschillend. Een vierkante meter grasbetonstenen zal minder water infiltreren dan een vierkante meter border met beplanting onder dezelfde omstandigheden. Daarom is gekozen voor een scoretabel op basis van de volgende categorieën: Alleen infiltreren over een gedeelte van de oppervlakte, alleen bergen, alleen infiltreren, bergen en infiltreren over een gedeelte van het oppervlak en bergen en infiltreren over de hele oppervlakte. Hoe meer functies een maatregel kan vervullen hoe hoger deze scoort. De effectiviteit van een maatregel zal ten alle tijden afhankelijk zijn van de omstandigheden waar deze in geplaatst wordt.

	Score
Kan alleen infiltreren over een gedeelte van oppervlakte	2
Kan alleen bergen	4
Kan alleen infiltreren	4

Kan bergen en infiltreren over een gedeelte van oppervlakte	6
Kan bergen en infiltreren over gehele oppervlakte	8

Tabel 6

Zie **Figuur 1** voor de gegeven scores per maatregel.

Maatregel	Kosten	↓	Inpassing	↓	Onderhoud	↓	Effectiviteit	↓	Levensduur	↓	MCA Score
Vergroenen van daken	1	3	8	2	7	2	8	1	4	1	45
Bovengronds bufferen/ wadi	4	3	2	2	2	2	8	1	9	1	37
Regenton	6	3	8	2	8	2	4	1	3	1	57
Grasbetonstenen	5	3	6	2	5	2	2	1	9	1	48
Harde halfverharding	6	3	6	2	8	2	4	1	9	1	59
Grindkoffer	7	3	6	2	8	2	8	1	5	1	62
Infiltratiekrat	5	3	6	2	7	2	8	1	7	1	56
Infiltratieput	6	3	6	2	6	2	8	1	7	1	57
Vergroenen van terrein	9	3	8	2	3	2	4	1	9	1	62
Waterdoorlatende bestrating	4	3	6	2	4	2	2	1	4	1	38
Exfiltratiekolk	5	3	6	2	7	2	4	1	9	1	54
Watertegels	5	3	6	2	7	2	4	1	7	1	52
Watervasthoudende plantenbakken	7	3	8	2	7	2	8	1	7	1	66
Groene erfafscheiding	6	3	8	2	4	2	6	1	9	1	57
Geveltuin	7	3	8	2	4	2	6	1	9	1	60
Regenwaterschutting	4	3	8	2	9	2	4	1	7	1	57
Infiltratietunnel	6	3	6	2	7	2	8	1	7	1	59
Filtersysteem/ Grijs water	1	3	4	2	7	2	4	1	4	1	33
App voor hemelwaterafvoer	10	3	10	2	10	2	1	1	10	1	81
Regenwatervijver	2	3	4	2	8	2	6	1	4	1	40
Infiltratiestroken met bovengrondse opslag	6	3	2	2	7	2	8	1	4	1	48
Regenwatergreppels	1	3	2	2	6	2	6	1	9	1	34
Waterdaken	1	3	8	2	6	2	4	1	4	1	39
Groene gevel	1	3	8	2	3	2	6	1	3	1	34

Figuur 1

Bijlage C Informatiefolder

LIEVER GEEN VIJVER VOOR DE DEUR?

Lees wat u zelf kunt doen tegen
wateroverlast in uw directe omgeving



Waterweg B.V.



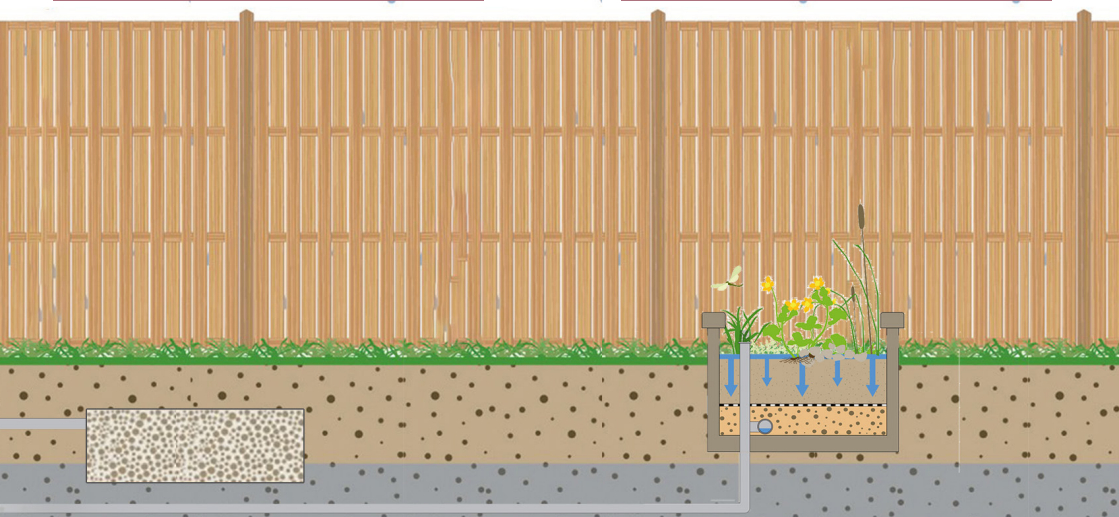
WATERWEG B.V. ADVISEERT u een keuze te maken uit een van de vier aanbevolen maatregelen. Na onderzoek naar de effectiviteit van de maatregelen is er gekozen om de onderstaande vier maatregelen aan te bevelen. U kunt deze maatregelen apart adapteren of een combinatie van onderstaande maatregelen te nemen.

DE GRINDKOFFER

Een grindkoffer is een ondergrondse maatregel. Hierdoor neemt deze geen ruimte in uw tuin in. U kunt uw regenpijp rechtstreeks in de grindkoffer onder de grond laten lopen waardoor het water niet meer in de bestaande riolering loopt en de wateroverlast afneemt voor de hele gemeenschap. Als de koffer eenmaal geplaatst is zal u geen onderhoud meer hebben aan deze maatregel.

VERGROENING VAN UW TUIN

Als uw tuin geheel of grotendeels bedekt is met tegels of een ander niet waterdoorlatend materiaal zou u de gemeenschap een dienst bewijzen als een deel of alle tegels uit uw tuin zou vervangen door groen. Dan wel planten of gewoon een grasveld. De nieuwe ontstane groene gebieden zorgen voor extra infiltratie mogelijkheden voor het regenwater.



WATERVASTHOUDENDE PLANTEN BAKKEN

Mocht u niet de behoefte hebben uw tegels te verwijderen uit uw tuin dan kunt u ook planten bakken plaatsen waar regenpijpen in uitstromen waardoor het regenwater niet op het rioolstelsel afstroomt, maar in de plantenbakken word vastgehouden. Hierdoor word ook het riool minder belast en beperkt u de kans op wateroverlast voor de hele gemeenschap. Er kan ook gekozen worden voor een water vasthouden schutting zoals in het plaatje is aangegeven.

GEVELTUINEN

Het afkoppelen van een regenpijp kan ook doormiddel van een geveltuin. Dit is een tuin tegen uw gevel aan. De regenpijp stroomt uit in de het tuintje. Waar het water kan worden opgenomen door de planten en de bodem. Met als resultaat dat het water bij een regenbui niet op het riool komt. Deze maatregel zorgt ervoor dat er minder overlast ontstaat voor de gehele gemeenschap.

