

Hemelwater op particulier terrein

*De overdracht van de hemelwaterzorgplicht
van gemeente naar particulier*



Foto: Wateroverlast Kockengen, Arnoud van Otterloo

Adviesrapport

Auteurs: Sander van den Berk
Sil Kerkhof

Uitgave: Definitief
Versie: 1.0

Datum: 15-06-2017

Hemelwater op particulier terrein

De overdracht van de hemelwaterzorgplicht van gemeente naar particulier

Document: Adviesrapport

Uitgave: Definitief

Versie: 1.0

Datum: 15-06-2017

Auteurs | Studentnr.: Sander van den Berk | 2053010

Sil Kerkhof | 2065731

Opdrachtgever: Akertech Adviseurs B.V.

Bedrijfsbegeleider: Michiel Bosch

Onderwijsinstelling: Avans Hogeschool 's-Hertogenbosch

Eerste begeleider: Dieuwke Schotanus

Tweede begeleider: Ilonka van Hoorn

Voorwoord

Voor u ligt de scriptie 'Hemelwater op particulier terrein'. Het betreft een onderzoek naar enerzijds de invulling van de hemelwaterzorgplicht binnen de gemeentelijke watertaken en anderzijds de technische mogelijkheden en stimuleringsmethoden om particulier terrein af te koppelen. Deze scriptie is geschreven in het kader van ons afstuderen als afsluiting van de opleiding Civiele Techniek aan de Avans Hogeschool in 's-Hertogenbosch.

Het onderzoek is in opdracht van Akertech Adviseurs uitgevoerd tussen 1 februari 2017 en 15 juni 2017. Gedurende deze periode hebben wij met veel interesse aan dit onderzoek gewerkt en is onze kennis ten aanzien van de gemeentelijke watertaken en het afkoppelen van particulier terrein erg vergroot. Ook blikken we terug op (weer) een goede onderlinge samenwerking zoals we dit in de afgelopen jaren al van elkaar gewend waren.

Wij willen graag onze bedrijfsbegeleider Michiel Bosch bedanken voor zijn begeleiding en inspiratie gedurende dit onderzoek. Ook gaat onze dank uit naar Dieuwke Schotanus en Ilonka van Hoorn die ons gedurende het afstuderen vanuit Avans Hogeschool hebben begeleid. Naast de begeleiders willen wij in het speciaal alle gemeenten en particulieren bedanken die met zeer veel interesse aan ons onderzoek hebben meegewerkt.

Wij wensen u veel leesplezier toe.

Sander van den Berk
Sil Kerkhof

Altforst, 15 juni 2017

SAMENVATTING

Particulieren zijn sinds 2009 in eerste instantie zelf verantwoordelijk voor het bergen en infiltreren van hemelwater op eigen terrein, terwijl hiervoor eerst gemeenten verantwoordelijk waren. Deze verandering is het gevolg van onder andere heviger buien, toenemend verhard oppervlak en onvoldoende bergingscapaciteit in huidige rioleringsstelsels. Een dergelijke verandering vergt veel aanpassingen aan een perceel. Dit kan diverse problemen met zich meebrengen, waaronder hoge investeringskosten voor particulieren, onvoldoende draagvlak onder particulieren, onvoldoende beleidsmatige stimulering om afkoppelen van particulier terrein te bevorderen en benodigd technisch maatwerk voor elk perceel. Het doel van dit rapport is advies uitbrengen over geschikte bergings- en infiltratievoorzieningen voor het afkoppelen van particulier terrein en over hoe gemeenten de drempel voor particulieren kunnen verlagen om eigen terrein af te koppelen. De volgende onderzoeksvraag staat hierbij centraal:

“Welke bergings- en infiltratievoorzieningen zijn het meest geschikt om particulier terrein af te koppelen bij de vier veelvoorkomende woningtypen en hoe moeten gemeenten omgaan met de financiële, beleidsmatige en maatschappelijke vraagstukken die de verschuiving van de hemelwaterzorgplicht met zich mee brengt?”

Om antwoord te vinden op de hoofdvraag zijn diverse onderzoeksmethoden toegepast. Voor het onderzoek naar de meest geschikte bergings- en infiltratievoorzieningen is literatuurstudie gedaan. Een zevental varianten zijn onderzocht en vergeleken in een multicriteria-analyse, waardoor een voorkeursvolgorde is ontstaan. Voor elk woningtype met bijbehorend standaard perceel is een ontwerp gemaakt met de meest geschikte bergings- en infiltratievoorzieningen. De huidige invulling van de hemelwaterzorgplicht door gemeenten is onderzocht door middel van interviews met diverse gemeenten en literatuurstudie naar gemeentelijke rioleringsplannen. Ook het onderzoek naar de financiering van gemeentelijke watertaken is volgens deze methoden uitgevoerd. Het onderzoek naar het waterbewustzijn en waterbewust gedrag van Nederlanders is onderzocht door literatuurstudie en interviews met particulieren.

De meest geschikte bergings- en infiltratievoorzieningen voor het afkoppelen van particulier terrein zijn: een maaiveldverlaging, een grindkoffer en infiltratiekragen. Dit resulteert in een ontwerp voor de rijwoning dat bestaat uit een grindkoffer aan de voorzijde van de woning en infiltratiekragen aan de achterzijde. Bij een twee-onder-een-kapwoning zijn dit infiltratiekragen aan de voorzijde van de woning en een maaiveldverlaging aan de achterzijde. Bij een vrijstaande woning worden zowel aan de voorzijde als aan de achterzijde grindkoffers toegepast. Voor het appartementencomplex is geen ontwerp gemaakt, omdat een retentiedak de enige toepasbare optie is en hiervoor te weinig kennis en onderzoek beschikbaar is.

De investeringskosten voor het afkoppelen van het gehele perceel van een rijwoning bedragen €1.330. Voor een twee-onder-een-kapwoning is dit €1.700 en voor een vrijstaande woning €2.150. Een subsidieregeling is een zeer geschikte manier om deze kosten voor de particulier te reduceren. Daarbij kan de rioolheffing, waarmee gemeentelijke watertaken worden gefinancierd, anders worden ingericht. Het heffingsbedrag voor het hemelwaterdeel van de rioolheffing kan bijvoorbeeld worden bepaald op basis van een hemelwaterlabel. Met dit systeem ontvangt een perceel een label dat aangeeft hoe bewust er op het perceel wordt omgegaan met hemelwater. Naarmate de rang binnen het label hoger wordt, zal het heffingsbedrag afnemen. Zo kan men door afkoppelen van particulier terrein zelf een korting creëren op de te betalen rioolheffing.

De meeste gemeenten leggen de hemelwaterzorgplicht in geval van bestaande bouw nog niet bij de particulier neer. Ook in geval van nieuwbouw is dit nog niet bij alle gemeenten aan de orde. Zelfs het stimuleren van afkoppelen van particulier terrein wordt nog te weinig gedaan. Om als gemeente bij te dragen aan de landelijke overheidsdoelstellingen is het van belang dat de invulling van de hemelwaterzorgplicht concreter wordt gemaakt en dat er beleid gevoerd wordt waarmee particulieren worden geprikkeld om meer verantwoordelijkheid te dragen voor het hemelwater op eigen terrein. Daarnaast moet de gemeente het afkoppelen van particulier terrein als variant zien voor het treffen van maatregelen tegen wateroverlast in het openbare gebied.

Het waterbewustzijn en waterbewust gedrag ten aanzien van regenbestendig wonen is in Nederland niet erg hoog. Ondanks de verwachting van extremere weersomstandigheden in de toekomst, zou slechts een kwart van de Nederlanders zelf maatregelen nemen. Dit kan enerzijds worden bevorderd door het invoeren van een hemelwaterverordening, waarmee particulieren worden verplicht om hemelwater af te koppelen. Anderzijds kan stimulering van afkoppelen plaatsvinden door financiële prikkeling en door goede communicatie.

Aanbevolen wordt om een hemelwaterverordening in te voeren voor nieuwbouw. Hiervoor dienen wel eisen opgesteld te worden ten aanzien van de maximaal toelaatbare grondwaterstanden en minimaal benodigde waterdoorlatenheden van de bodem. Voor bestaande bouw wordt geadviseerd om geen verplichting in te voeren, maar in te zetten op het stimuleren van afkoppelen van particulier terrein. Stimulering dient plaats te vinden door middel van financiële prikkeling en goede communicatie. Voor de financiële prikkeling wordt een subsidieregeling geadviseerd met een subsidiebedrag per vierkante meter afgekoppeld oppervlak. Daarbij wordt aanbevolen om een hemelwaterlabel in te voeren, waarmee het heffingsbedrag kan worden bepaald voor het hemelwaterdeel binnen de rioolheffing. Voor een goede communicatie wordt geadviseerd om particulieren persoonlijk te benaderen en een uitgebreide afkoppelcampagne op te zetten. Tot slot wordt aanbevolen om het afkoppelen van particulier terrein structureel mee te nemen als variant bij het oplossen van watervraagstukken.

SUMMARY

Since 2009, individuals have been primarily responsible for treatment of rainwater on their private property. Previously, the municipalities were responsible for this treatment. This change is the result of for example heavier rainfall, an increasing amount of hardened surface and insufficient storage capacity in current sewerage systems. A change like this requires many adjustments to a lot. These can involve various problems such as high investment costs for individuals, insufficient support among individuals, insufficient policy incentives for promoting the treatment of rainwater on private property and customised technical solutions for different situations. The purpose of this research is to advise municipalities about suitable facilities for the storage and infiltration of rainwater on private property. A second purpose is to advise about how to lower the threshold for individuals to treat rainwater on their own property. The main question in this research is:

“Which facilities for the storage and infiltration of rainwater are the most suitable for the treatment of rainwater on private property in case of the four most common types of housing and how should municipalities deal with the financial, policy and social issues that arise with the shift of responsibility for the treatment of rainwater?”

Various research methods are used to find an answer to the main question in this research. Desk research is used to investigate the most suitable facilities for the storage and infiltration of rainwater. Seven different facilities are investigated and compared in a multi-criteria analysis. This comparison resulted in an order of preference of the seven facilities. Technical designs of the most suitable facilities are made for each type of housing with its associated standard lot. The current embodiment of the responsibility for the treatment of rainwater is investigated by interviewing various municipalities and studying policy plans. The investigation of the financing of municipal responsibilities to the treatment of water is carried out by the same methods. Water awareness and water-conscious behaviour are investigated by applying desk research and interviewing individuals.

A lowering of the ground level, gravel box and infiltration crates are the most suitable facilities for the storage and infiltration of rainwater on private property. This resulted in a technical design of a terraced house that consists of two facilities, a gravel box at the frontside of the house and infiltration crates at the backside. The technical design of a semi-detached house consists of infiltration crates at the frontside of the house and a lowering of the ground level at the backside. The design of a detached house consists of two gravel boxes, both at the front and backside of the house. There isn't made a design for the apartment complex, because the only applicable facility for this situation is a water storage at the roof of the building. Currently, there is too little knowledge and research available for making that technical design.

The investment costs for the construction of the facilities for the storage and infiltration of rainwater on private property in case of the terraced house amount to €1.330. The investment costs for the semi-detached house amount to €1.700 and for the detached house €2.150. A highly suitable method for reducing the costs for an individual is a grant scheme. A second method is to change the set-up of the sewerage levy, which is the source of funding for municipal responsibilities for treatment of rainwater. The part of the levy intended for rainwater can be determined based on a rainwater label. With this system, each building with its associated lot receives a label, which shows the water-conscious behaviour in managing the rainwater within a lot. A higher grade within the label will result in a decreasing levy amount. This way, individuals can provide themselves a discount on the sewerage levy.

In case of existing buildings, most of the municipalities are taking full responsibility for the treatment of rainwater that runs off private properties. Even in case of new buildings, some municipalities are taking responsibility. There is also insufficient stimulation for the storage and infiltration of rainwater on private property. In order to contribute to the Dutch government's targets, municipalities should clarify their embodiment of the responsibility for the treatment of rainwater. Municipalities should pursue a proactive policy in stimulating individuals to take this responsibility. Storage and infiltration of rainwater on private properties should be considered as a serious solution in solving flooding in urban areas.

Currently, the water awareness and water-conscious behaviour of Dutch individuals is at a low level. Despite the expectations that weather conditions will get more extreme in the future, only twenty-five percent of the Dutch people would take serious measures. This can be changed by introducing a regulation, which obliges individuals to take responsibility for the treatment of rainwater on their own property. Another possibility is stimulation of individuals with financial incentives and good communication.

It's recommended to introduce a regulation, which obliges individuals to take responsibility for the treatment of rainwater in case of new buildings. Municipalities must draft requirements about maximum permitted groundwater levels and minimum required values for the permeability of the ground. There are no obligations recommended for cases about existing buildings. In that case, municipalities must focus on stimulation of individuals to take responsibility for the treatment of rainwater on their own property. Financial incentives and a good communication strategy are appropriate methods. Financial incentives can be created by introducing a grant scheme. This can be a grant amount per square meter. The second recommended method is to introduce the rainwater label. This assessment standard can be used to determine the part of the levy intended for rainwater. A good communication strategy can be created by focussing on a personal approach to individuals and setting up a campaign to raise awareness of water. Finally, it's recommended to consider storage and infiltration of rainwater on private properties as a serious solution to solve water issues.

BEGRIPPENLIJST

Afkoppelen van particulier terrein:	Het aanpassen van leidingen voor de afvoer van hemelwater, met als doel dat 'schoon' hemelwater afkomstig van particulier verhard oppervlak niet langer naar het gemeentelijke rioleringsstelsel wordt afgevoerd.
Bergingscapaciteit:	De maximale hoeveelheid hemelwateropslag in een bergings- en infiltratievoorziening uitgedrukt in m ³ of mm.
Bergings- en infiltratievoorziening:	Een maatregel waarmee hemelwater tijdelijk kan worden opgeslagen en naar verloop van tijd kan worden afgegeven aan de bodem.
Gemeentelijke watertaken:	Taken die een gemeente heeft op het gebied van water. Deze taken zijn onderverdeeld in afvalwater, hemelwater en grondwater en verbonden aan de wettelijke zorgplichten die hiervoor gelden.
Hemelwaterverordening:	Een wettelijk instrument waarmee gemeenten voorwaarden kunnen stellen aan het lozen van afvloeiend hemelwater of grondwater op of in de bodem of in een riool.
Hemelwaterzorgplicht:	De hemelwaterzorgplicht wordt in artikel 3.5 van de Waterwet beschreven. Gemeenten hebben de zorgplicht om hemelwater in te zamelen wanneer dit doelmatig is en wanneer een particulier het hemelwater redelijkerwijs niet op eigen perceel kan bergen en infiltreren.
Multicriteria-analyse:	De methode om alternatieven en varianten met elkaar te vergelijken op grond van verschillende beoordelingscriteria.
Openbaar terrein:	De ruimte die voor iedereen toegankelijk is en in het beheer/toezicht is van overheidsinstanties zoals gemeenten.
Particulier terrein:	De ruimte die eigendom is van iets dat niet als bedrijf of overheid is georganiseerd. Dit komt neer op de burger die een woning met bijhorend perceel bezit.
Waterbewust gedrag:	Gedrag dat wordt beïnvloed door het besef van kansen en bedreigingen van water. In dit onderzoek wordt het waterbewust gedrag in relatie met hemelwater in de leefomgeving bedoeld.
Waterbewustzijn:	Het waterbewustzijn is het besef van de met water samenhangende kansen en bedreigingen. In dit onderzoek wordt het waterbewustzijn in relatie met hemelwater in de leefomgeving bedoeld.

INHOUDSOPGAVE

VOORWOORD	3
SAMENVATTING	4
SUMMARY	6
BEGRIPPENLIJST	8
1 INLEIDING	11
1.1 PROBLEEMOMSCHRIJVING	11
1.2 DOELSTELLING	11
1.3 AFBAKENING	12
1.4 VRAAGSTELLING	12
1.4.1 HOOFDONDERZOEKSVRAAG	12
1.4.2 DEELONDERZOEKSVRAGEN	12
1.5 LEESWIJZER	13
2 METHODEN	14
2.1 LITERATUURSTUDIE	14
2.2 INTERVIEWS	14
2.3 INVENTARISATIEONDERZOEK	15
2.4 VARIANTENSTUDIE	16
2.4.1 VARIANTENSELECTIE	17
2.4.2 BEOORDELINGSCriteria	17
2.4.3 WEGINGSFACTOREN	18
2.4.4 BEOORDELINGSWIJZE	18
3 RESULTATEN	20
3.1 TECHNIEK	20
3.1.1 STANDAARD WOONPERCELEN EN BODEMASPECTEN	20
3.1.2 ONTWERPRICHTLIJNEN VOOR BERGINGS- EN INFILTRATIEVOORZIENINGEN	22
3.1.3 TECHNISCHE KNELPUNTEN BIJ AFKOPPELEN	23
3.1.4 VOORKEURSVOLGORDE BERGINGS- EN INFILTRATIEVOORZIENINGEN	24
3.1.5 ONTWERP BERGINGS- EN INFILTRATIEVOORZIENINGEN	26
3.2 FINANCIËN	30
3.2.1 HUIDIGE FINANCIERINGSVORMEN	30
3.2.2 STIMULERINGSREGELINGEN	33
3.2.3 AANLEGKOSTEN VAN BERGINGS- EN INFILTRATIEVOORZIENINGEN	34
3.3 BELEID	34
3.3.1 LANDELIJKE OVERHEIDSDOELSTELLINGEN	34
3.3.2 GEMEENTELIJKE INVULLING HEMELWATERZORGPLICHT	35
3.3.3 GEWENSTE GEMEENTELIJKE BELEIDSVOERING	38
3.4 MAATSCHAPPIJ	39
3.4.1 HUIDIG WATERBEWUSTZIJN	39
3.4.2 STIMULEREN VAN WATERBEWUST GEDRAG	41
3.4.3 PARTICULIERE ERVARINGEN	42

4	CONCLUSIE	44
4.1	TECHNIEK.....	44
4.2	FINANCIËN	44
4.3	BELEID	45
4.4	MAATSCHAPPIJ	45
5	AANBEVELINGEN	46
5.1	GESCHIKTE BERGINGS- EN INFILTRATIEVOORZIENINGEN.....	46
5.2	INVULLING HEMELWATERZORGPLICHT	46
5.3	FINANCIËLE STIMULERING.....	47
5.3.1	INRICHTING RIOOLHEFFING.....	48
5.3.2	INVOER SUBSIDIEREGELING	49
5.4	COMMUNICATIESTRATEGIE.....	50
5.5	PARTICULIER TERREIN ALS AFKOPPELVARIANT	51
6	BIBLIOGRAFIE.....	52
	BIJLAGEN.....	56
A.	OPZET INTERVIEWS	57
A.1	INTERVIEW AGENDA GEMEENTEN	57
A.2	INTERVIEW AGENDA PARTICULIEREN	59
B.	STANDAARD PERCELEN	60
C.	VARIANTENSTUDIE BERGINGS- EN INFILTRATIEVOORZIENINGEN.....	62
C.1	VARIANTEN.....	62
C.2	PAARSGEWIJZE VERGELIJKING	68
D.	ONTWERP BERGINGS- EN INFILTRATIEVOORZIENINGEN	71
D.1	DIMENSIONERINGSPROCES.....	71
D.2	RESULTATENOVERZICHTEN	76
D.3	TECHNISCHE TEKENINGEN 2D/3D	82
D.4	KOSTENOVERZICHTEN	89

1 INLEIDING

In dit eerste hoofdstuk wordt de inleiding op het onderzoek gegeven door het probleem te omschrijven, de doelstelling van het onderzoek te formuleren, kaders te stellen en onderzoeksvragen te formuleren.

1.1 PROBLEEMOMSCHRIJVING

Sinds 2009 is de gemeentelijke zorgplicht voor hemelwater aangepast, zoals vastgelegd in artikel 3.5 van de Waterwet. Deze aanpassing betekent dat particulieren in eerste instantie zelf verantwoordelijk zijn voor het bergen en infiltreren van hemelwater op eigen terrein, indien redelijkerwijs mogelijk. De verschuiving van deze verantwoordelijkheid voor hemelwater heeft diverse oorzaken, waaronder heviger buien door klimaatsverandering, een toenemend verhard oppervlak op particulier en openbaar terrein, onvoldoende bergingscapaciteit in de huidige riolering, een grote hoeveelheid vuiluitworp op oppervlaktewater en te grote hoeveelheden verdund vuilwater naar rioolwaterzuiveringsinstallaties (Tweede Kamer der Staten-Generaal, 2006). "Daarom zullen huiseigenaren er rekening mee moeten gaan houden, dat zij in de toekomst zelf hun regenwaterproblemen op hun perceel zullen moeten oplossen, zo is de verwachting van directeur Hugo Gastkemper" (Rioned breekt lans voor meer eigen verantwoordelijkheid huiseigenaren, 2016).

Het hemelwater dient geborgen en geïnfiltreerd te worden binnen de perceelsgrenzen, waarvoor diverse aanpassingen nodig zijn op particulier terrein. Mogelijk zijn hier hoge kosten aan verbonden voor de particulier, terwijl het gemeentelijke riool ook nog steeds gefinancierd dient te worden in de vorm van rioolheffing. Dit kan mogelijk weerstand oproepen bij particulieren, waardoor een financieel vraagstuk ontstaat (NOS, 2016). Daarnaast kunnen de noodzakelijke aanpassingen ook leiden tot een maatschappelijk vraagstuk. Veel particulieren weten niet hoe zij hun terrein kunnen aanpassen, zijn niet op de hoogte van de gevolgen van klimaatsverandering of weten niet dat zij een zorgplicht hebben ten aanzien van hemelwater. Daar komt bij dat gemeenten nauwelijks concreet beleid voeren ten aanzien van berging en infiltratie van hemelwater op particulier terrein. Dit geeft aan dat er ook beleidsmatige vraagstukken aan de orde zijn. Tot slot ontstaat er een technisch vraagstuk. Er zijn diverse mogelijkheden voor het aanpassen van het particuliere terrein. Deze aanpassingen zijn voor elke situatie anders en er dient dus altijd een ontwerp op maat gemaakt te worden.

1.2 DOELSTELLING

Binnen de afstudeerperiode van 20 weken brengen Sander van den Berk en Sil Kerkhof in opdracht van Akertech een advies uit over hoe gemeenten de drempel voor particulieren kunnen verlagen om eigen terrein af te koppelen. Hierbij ligt de focus op technische, financiële, beleidsmatige en maatschappelijk vraagstukken voor de volgende veelvoorkomende woningtypen in Nederland: rijwoning, twee-onder-een-kapwoning, vrijstaande woning en een appartementencomplex. Het uit te brengen advies kan door Akertech gebruikt worden om gemeenten enerzijds te adviseren over hoe particulier terrein kan worden afgekoppeld en anderzijds hoe het afkoppelen van particulier terrein kan worden bevorderd.

1.3 AFBAKENING

Er is besloten dat het technische advies wordt vastgesteld op basis van een viertal veelvoorkomende woningtypen met bijbehorende percelen. Dit zijn de rijwoning, de twee-onder-een-kapwoning, de vrijstaande woning en het appartementencomplex. Daarbij is een uitgangspunt dat de bijbehorende percelen niet af kunnen wateren op oppervlaktewater in de nabije omgeving. Deze percelen worden beschouwd met zowel een hoge- als een lage grondwaterstand en met zowel een goed als een slecht waterdoorlatende bodem.

Het onderzoek wordt uitgevoerd aan de hand van vier aspecten: techniek, financiën, beleid en maatschappij. Door deze aspecten van het probleem te belichten wordt gezocht naar een geschikte oplossing om het afkoppelen van particulier terrein te bevorderen. De technische oplossing is daarbij zeer belangrijk, maar de kosten ervan dienen ook beschouwd te worden. Daarnaast is het essentieel om het beleid zo te voeren dat er maatschappelijke acceptatie verkregen wordt en dat particulieren in gaan zien dat zij een verantwoordelijkheid dragen ten aanzien van hemelwater.

1.4 VRAAGSTELLING

Voor een gestructureerde aanpak van het onderzoek zijn vooraf onderzoeksvragen geformuleerd. Er is hierbij onderscheid gemaakt tussen de hoofdonderzoeksvraag en de deelonderzoeksvragen.

1.4.1 HOOFDONDERZOEKSVRAAG

De hoofdonderzoeksvraag luidt als volgt:

Welke bergings- en infiltratievoorzieningen zijn het meest geschikt om particulier terrein af te koppelen bij de vier veelvoorkomende woningtypen en hoe moeten gemeenten omgaan met de financiële, beleidsmatige en maatschappelijke vraagstukken die de verschuiving van de hemelwaterzorgplicht met zich mee brengt?

1.4.2 DEELONDERZOEKSVRAGEN

De deelonderzoeksvragen zijn opgesteld op basis van de vier aspecten.

Techniek

1. Wat zijn de eigenschappen van het perceel, de bodemopbouw en het woningtype waarop het advies wordt gebaseerd?
2. Wat zijn de richtlijnen voor het ontwerp van een bergings- en infiltratievoorziening op particulier terrein?
3. Welke technische knelpunten doen er zich voor bij het afkoppelen van particulier terrein en hoe zijn deze op te lossen?
4. Welke bergings- en infiltratievoorzieningen zijn het meest geschikt om op particulier te worden toegepast?
5. Hoe ziet het technische ontwerp eruit van de vier veelvoorkomende woningtypen die met bergings- en infiltratievoorzieningen zijn afgekoppeld?

Financiën

6. Op welke wijze wordt het gemeentelijk rioleringsstelsel en de bergings- en infiltratievoorzieningen op particulier terrein gefinancierd?
7. Welke financieringsvormen zijn geschikt om afkoppelen van particulier terrein te stimuleren?
8. Wat zijn de aanlegkosten van de bergings- en infiltratievoorzieningen op basis van de technische ontwerpen van de vier veelvoorkomende woningtypen?

Beleid

9. Welke landelijke overheidsdoelstellingen zijn relevant voor het bergen en infiltreren van hemelwater op particulier terrein?
10. Hoe geven gemeenten hedendaags invulling aan de hemelwaterzorgplicht?
11. Welke beleidsmatige maatregelen kunnen de gemeentelijke invulling van de hemelwaterzorgplicht concreter maken en het afkoppelen van particulier terrein bevorderen?

Maatschappij

12. Hoe groot is het huidige waterbewustzijn van Nederlanders?
13. Door welke maatregelen kan waterbewust gedrag worden gestimuleerd?
14. Wat zijn de ervaringen van particulieren die eigen terrein hebben afgekoppeld of ermee bezig zijn?

1.5 LEESWIJZER

In dit eerste hoofdstuk is de aanleiding, het doel en de vraagstelling van dit onderzoek geformuleerd. In hoofdstuk 2 worden de toegepaste onderzoeksmethoden beschreven die benodigd zijn om antwoorden te krijgen op de onderzoeksvragen die in de voorgaande paragraaf zijn opgesteld. Hoofdstuk 3 bevat de resultaten van het onderzoek en de antwoorden op de deelonderzoeksvragen. Deze resultaten zijn onderverdeeld in de aspecten techniek, financiën, beleid en maatschappij. In hoofdstuk 4 worden de conclusies van het onderzoek gegeven aan de hand van dezelfde aspecten. In hoofdstuk 5 worden de aanbevelingen gegeven die als advies dienen voor gemeenten om afkoppelen van particulier terrein te bevorderen.

2 METHODEN

In dit hoofdstuk worden toegepaste methoden beschreven met de daarbij horende doelen en werkzaamheden om de onderzoeksvragen te kunnen beantwoorden.

2.1 LITERATUURSTUDIE

Er is gestart met een literatuurstudie naar de volgende onderwerpen: huidig gemeentelijk beleid ten aanzien van hemelwater, financiering van gemeentelijke watertaken en bergings- en infiltratievoorzieningen voor particuliere terreinen. Het doel hiervan was om eigen kennis ten aanzien van de genoemde onderwerpen uit te breiden en voorbereid te zijn op het verdere onderzoek en advies. Hiertoe zijn een aantal bronnen geraadpleegd, waaronder diverse wetten, beleidsplannen, onderzoeksrapporten en leidraden. De werkwijze bestond uit het raadplegen van de bron, het selecteren van relevante informatie en het uitwerken van resultaten in de rapportage. Het grote voordeel van deze methode is dat het relatief eenvoudig, zeer snel en effectief is (Fischer & Julsing, 2014).

Ten aanzien van de technische vraagstukken over bergings- en infiltratievoorzieningen met bijkomende eisen zijn voornamelijk artikelen, brochures en systeemspecificaties van leveranciers en producenten bestudeerd. Dit heeft geleid tot meer kennis over bergings- en infiltratievoorzieningen voor particuliere terreinen, welke verder onderzocht kunnen worden om een gedegen advies te geven.

Er is een studie verricht naar huidige beleids- en financieringsvormen binnen gemeenten. Hiervoor zijn onder andere de Waterwet, Gemeentewet en Wet Milieubeheer geraadpleegd om de wettelijke kaders te bepalen waaraan gemeentelijk beleid en financiering dient te voldoen. Daarna zijn Europese, nationale, provinciale en gemeentelijke beleidsplannen geanalyseerd, net als diverse (verbrede) gemeentelijke rioleringsplannen en modules van de Leidraad Rioleringsplanning. Deze bronnen hebben tevens gediend als voorbereiding op de interviews met gemeenten.

2.2 INTERVIEWS

In samenloop met de literatuurstudie zijn er gemeenten benaderd voor een interview. De benaderde gemeenten zijn in samenwerking met Dhr. Bosch van Akertech Adviseurs vastgesteld. Het betreffen voornamelijk gemeenten in en rondom de provincie Noord-Brabant, omdat Akertech Adviseurs vooral opdrachten uitvoert voor gemeenten uit deze regio. Tabel 1 geeft de selectie weer van geïnterviewde gemeenten.

Het doel van de interviews was het inzicht krijgen in gemeentelijke beleidsvoering ten aanzien van de hemelwaterzorgplicht. Er is voor een kwalitatief onderzoek in de vorm van 'half-gestructureerde' interviews gekozen, omdat dit een geschikte manier is om een indruk te krijgen van ervaringen en meningen van gemeenten en particulieren. Bij deze manier van interviewen wordt een vragenlijst opgesteld en gehanteerd als leidraad voor het interview. Dat wil zeggen dat de vragenlijst niet puntsgewijs wordt afgewerkt. Het is een zeer geschikte methode voor dit onderzoek, omdat bij interviews ook non-verbale communicatie zichtbaar is en er dieper doorgevraagd kan worden op antwoorden. Non-verbale communicatie kan een goede indruk geven van de waarde en betrouwbaarheid van uitspraken en kan zorgen voor de juiste interpretatie van verbale communicatie (Grit & Julsing, 2012).

Tabel 1: Gemeenten die hebben meegewerkt aan een interview.

Bernheze	Heumen	Rucphen
Boxtel	Laren*	's-Hertogenbosch
Cuijk*	Loon op Zand	Sint Anthonis
Dongen	Nijmegen	Tilburg*
Haaren	Oss*	Werkendam

*) Deze gemeenten zijn telefonisch geïnterviewd.

Voor de uitvoering van de interviews is de volgende werkwijze toegepast: het vaststellen van vragen, het versturen van een uitnodiging, het plannen van een geschikt moment en het bepalen van een locatie, het voeren van het gesprek en het uitwerken ervan in notulen (Fischer & Julsing, 2014). Gemeenten zijn telefonisch benaderd voor het inplannen van een interview, nadat er ingelezen was in de betreffende (verbrede) gemeentelijke rioleringsplannen. Na het vaststellen van een geschikt moment voor het interview is een vragenlijst opgesteld, welke voor elke gemeente specifiek is gemaakt. Deze vragenlijst is ruim voor aanvang van het interview ter voorbereiding toegestuurd aan de gemeenten. De opgestelde vragen waren de leidraad voor de interviews. Echter, deze zijn niet puntsgewijs afgewerkt. Verkregen informatie werd tijdens de interviews opgeschreven en later uitgewerkt in notulen. De opzet van dit interview is opgenomen in bijlage A.1 'Interview agenda gemeenten'.

In de interviews met de gemeente Nijmegen en de gemeente Cuijk zijn voorbeelden aan de orde geweest van particulieren die eigen terrein hebben afgekoppeld. Deze particulieren zijn vervolgens benaderd voor een interview. Deze interviews zijn telefonisch en per mail uitgevoerd. Een opzet van de gehanteerde vragenlijst tijdens dit interview is opgenomen in bijlage A.2 'Interview agenda particulieren'.

2.3 INVENTARISATIEONDERZOEK

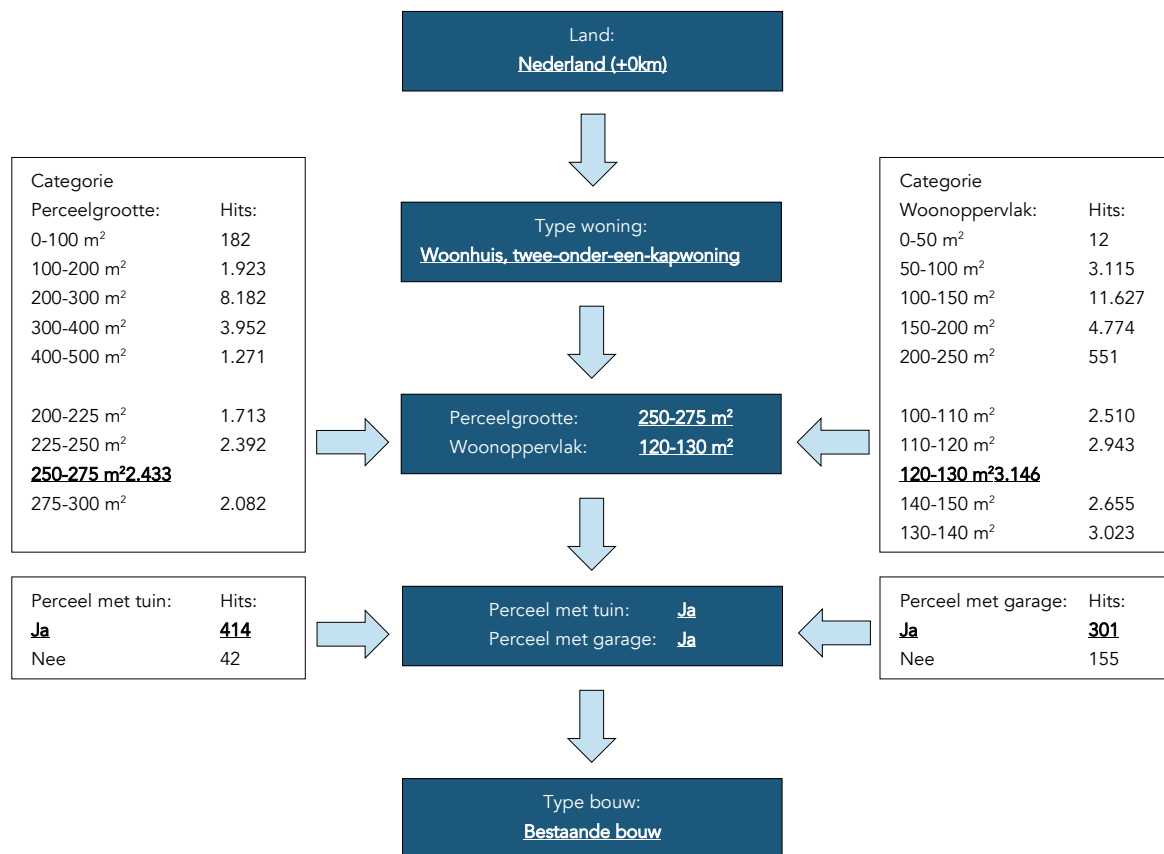
Er is gekozen om het technische advies te baseren op een viertal veelvoorkomende woningtypen met bijbehorende perceeleigenschappen. Hierbij wordt uitgegaan van bestaande bouw. Met dit inventariserende onderzoek is getracht per woningtype een perceel vast te stellen met eigenschappen die representatief zijn voor een veelvoorkomend perceel in Nederland. Dit betreffen de eigenschappen: perceelgrootte, dakoppervlak, verhard- en onverhard tuinoppervlak.

De inventarisatie is gedaan aan de hand van Funda, een organisatie die het woningaanbod in Nederland op internet presenteert. Door het woningaanbod te filteren aan de hand van diverse criteria is getracht een representatief perceel vast te stellen voor de vier veelvoorkomende woningtypen: rijwoning, twee-onder-een-kapwoning, vrijstaande woning en een appartementencomplex. Voor elk woningtype zijn waarden ingevuld bij de criteria: land, type woning, perceelgrootte, woonoppervlak, tuin, garage en type bouw.

In figuur 1 is het voorbeeld weergegeven van de zoekactie naar een representatief perceel van een twee-onder-een-kapwoning. Het stroomschema begint bovenaan bij het criterium "Land" en eindigt onderaan bij het criterium "Type bouw" (donkerblauwe vakken). Er is gestart met het selecteren op locatie, waarbij Nederland is ingevoerd met 0 km afstand. Daarna is het woningtype twee-onder-een-kap woonhuizen ingevoerd. Vervolgens zijn de categorieën met de meeste hits vastgesteld voor de twee criteria perceelgrootte en woonoppervlak (lichtblauwe vakken). De categorieën met de meeste hits waren 250-275 m² (perceelgrootte) en 120-130 m² (woonoppervlak). Deze categorieën zijn vervolgens tegelijk ingevoerd. Op eenzelfde wijze is ook tegelijk ingevoerd dat de woning een tuin en een garage dient te hebben. Hiervoor is gekozen omdat ruim de meerderheid van de overgebleven hits hieraan voldeed. Tot slot is nog het type bestaande bouw ingevuld. Dit resulteerde in slechts 188 van de in totaal 150.352 hits. Uit de

overgebleven woningen zijn willekeurig drie varianten genomen om het representatieve perceel vast te stellen.

Op eenzelfde wijze zijn de percelen van een rijwoning en een vrijstaande woning vastgesteld. De dakoppervlakken zijn vastgesteld op basis van plattegronden van elke woning. Deze waarden zijn voor elke woning getoetst aan de oppervlakten van de begane grond vloer van referentiewoningen (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2011). Beide resultaten kwamen nagenoeg overeen. Een dergelijke zoekactie naar appartementencomplexen is bij Funda niet mogelijk. Om deze reden is het perceel van het appartementencomplex volledig gebaseerd op de referentiewoning (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2015). Hierbij is het uitgangspunt dat het perceel van een appartementencomplex geen onbebouwd oppervlak bevat.



Figuur 1: Stroomschema van de zoekstrategie naar een de veelvoorkomende twee-onder-een-kapwoning

2.4 VARIANTENSTUDIE

Omdat er meerdere soorten voorzieningen bestaan om hemelwater te bergen en infiltreren, is ervoor gekozen om een variantenstudie uit te voeren. De variantenstudie bestaat uit het selecteren van bergings- en infiltratievoorzieningen die toepasbaar zijn op particulier terrein. Deze geselecteerde voorzieningen worden vervolgens in een multicriteria-analyse beoordeeld.

De variantenstudie moet inzicht geven in de meest geschikte bergings- en infiltratievoorziening op particulier terrein. Het resultaat van de variantenstudie zal een vertrekpunt vormen voor het technische ontwerp van de vier veelvoorkomende woningtypen met bijhorende standaard percelen.

2.4.1 VARIANTENSELECTIE

Wereldwijd bestaan er kennisplatforms waar maatregelen worden aangedragen voor klimaatadaptatie, waaronder ook voorzieningen die hemelwater kunnen bergen en infiltreren in de bodem. Amsterdam Rainproof is zo'n kennisplatform en richt zich op klimaat adaptieve maatregelen die in de stad en op particulier terrein kunnen worden toegepast.

Op basis van kennisplatform Amsterdam Rainproof worden alle maatregelen geselecteerd die de eigenschap hebben dat ze een bergende en infiltrerende functie hebben. Hierbij zijn de volgende uitzonderingen gemaakt:

- De (infiltratie)vijver wordt niet meegenomen binnen de variantenstudie omdat vijvers erg kostbaar zijn om aan te leggen en relatief veel ruimte in beslag nemen op particulier terrein. Daarnaast vergt een vijver veel onderhoud en is de ruimte niet optimaal te benutten omdat er verwacht wordt dat in een vijver altijd water staat. Wanneer een particulier een vijver heeft of er een zou willen, is het natuurlijk wél erg voordelig om deze te gebruiken als bergingsvoorziening. De infiltratie- en overstortvoorziening dient in zo'n geval nog wel gecreëerd te worden.
- Het retentiedak wordt ondanks het ontbreken van de infiltrerende werking wel meegenomen in de variantenstudie. Hiervoor is gekozen omdat het retentiedak uitstekend kan worden toegepast op platte daken bij een appartementencomplex. Hier is namelijk geen ruimte beschikbaar voor de toepassing van andere bergings- en infiltratievoorzieningen.

2.4.2 BEOORDELINGSCRITEIA

De criteria waarop de varianten worden beoordeeld zijn vastgesteld aan de hand van de effecten die worden benoemd op de kennisplatforms: Amsterdam Rainproof, Groenblauwe netwerken en Huisje boompje beter. Deze kennisplatforms beoordelen de bergings- en infiltratievoorzieningen op directe effecten door aanleg (zoals constructiekosten of ruimtebeslag), maar ook op klimateffecten zoals luchtkwaliteit en biodiversiteit. In dit onderzoek zijn alleen de directe effecten door aanleg interessant omdat alleen de bergende en infiltrerende werking van de voorzieningen in dit onderzoek wordt beschouwd. Daarom zijn de overige klimateffecten niet in de criteria meegenomen.

Voor het beoordelen van de bergings- en infiltratievoorzieningen zijn de onderstaande criteria vastgesteld.

Criterium 1: Aanschafkosten

Het criterium 'Aanschafkosten' omvat de kosten van producten en materialen die nodig zijn om een waterbergend vermogen te creëren van 1 m³. De kosten voor het uitgraven van grond is buiten beschouwing gelaten omdat het uitgangspunt is dat particulieren de bergings- en infiltratievoorziening zelf aanleggen. Ook de kosten voor het aanpassen van de buitenriolering zijn buiten beschouwing gelaten omdat deze werkzaamheden afhankelijk zijn van het woningtype en het bijhorend perceel.

Criterium 2: Onderhoud

Het criterium 'Onderhoud' omvat het benodigd beheer en onderhoud van een bergings- en infiltratievoorziening. Hierbij wordt er beoordeeld op basis van regulier onderhoud en onderhoud bij het niet meer functioneren van een voorziening. Het onderhoud wordt in handelingen per tijdseenheid uitgedrukt en is niet gerelateerd aan het waterbergende vermogen van 1 m³. Hierbij is het uitgangspunt dat particulieren zelf het beheer en onderhoud uitvoeren.

Criterium 3: Ruimtebeslag

Het criterium 'Ruimtebeslag' omvat de bovengrondse ruimte die een bergings- en infiltratievoorziening inneemt bij een waterbergend vermogen van 1 m³. Hierbij wordt er alleen gekeken naar de grootte van het oppervlak en niet naar het multifunctionele ruimtegebruik hiervan. Dit is namelijk gebaseerd op de persoonlijke mening van een particulier.

Criterium 4: Complexiteit

Het criterium 'Complexiteit' omvat de hoeveelheid arbeid die nodig is om een bergings- en infiltratievoorziening aan te leggen. Hierbij wordt er gekeken naar de soort en hoeveelheid handelingen die nodig zijn om een voorziening te creëren. De arbeid die nodig is om de buitenriolering aan te passen is buiten beschouwing gelaten omdat deze werkzaamheden afhankelijk zijn van het woningtype en het bijhorend perceel. De complexiteit is niet gerelateerd aan het waterbergend vermogen van 1 m³.

2.4.3 WEGINGSFACTOREN

De wegingsfactoren voor de vier criteria uit voorgaande deelparagraaf worden aan elkaar gelijkgesteld. De reden hiervoor is dat er geen informatieve bronnen zijn waaruit blijkt dat het ene criterium zwaarder weegt dan het andere criterium. Na de beoordeling van de varianten zal er wel gevarieerd worden in de wegingsfactoren van de criteria om zo te controleren hoe groot de veranderingen zijn die optreden in de uitkomst. Dit geeft een beeld over de betrouwbaarheid van voorkeursvolgorde die ontstaat bij gelijke wegingsfactoren.

2.4.4 BEOORDELINGSWIJZE

De geselecteerde varianten zijn met elkaar vergeleken met behulp van een multicriteria-analyse. In deze multicriteria-analyse zijn de varianten beoordeeld met de paarsgewijze vergelijkingsmethode. Deze methode vergelijkt per criterium steeds twee varianten met elkaar. Deze methode is toegepast omdat het een praktische manier is om een meerdere ideeën te vergelijken en een rangorde te bepalen (Yask Trendmatcher, z.j.). Hierbij worden alle combinaties van varianten per criterium beoordeeld. Hierbij zijn de volgende drie beoordelingssituaties mogelijk:

Beoordelingssituatie 1: Variant A is op basis van criterium X beter dan variant B;

Beoordelingssituatie 2: Variant A is op basis van criterium X gelijk aan variant B;

Beoordelingssituatie 3: Variant A is op basis van criterium X slechter als variant B.

Aan deze wijze van beoordelen is een scoresysteem gekoppeld (zie tabellen 2 t/m 4). Op deze manier wordt inzichtelijk hoe de verhoudingen liggen tussen de varianten. De scores per criterium worden hierbij omgerekend naar percentages. Om tot een eindscore per variant te komen, worden de percentages van alle vier de criteria gemiddeld. De eindscore van een varianten wordt vervolgens vergeleken met de eindscores van de overige varianten om tot een voorkeursvolgorde van varianten te komen.

Tabel 2: Beoordelingssituatie 1

Criterium X	Beoordelingssituatie	Score
Variant A	1	75
Variant B	3	25

Tabel 3: Beoordelingssituatie 2

Criterium X	Beoordelingssituatie	Score
Variant A	2	50
Variant B	2	50

Tabel 4: Beoordelingssituatie 3

Criterium X	Beoordelingssituatie	Score
Variant A	3	25
Variant B	1	75

Om te bepalen of een tweetal varianten gelijkwaardig of ongelijkwaardig zijn, is er in de variantenstudie onderzoek gedaan naar de invulling van de varianten op basis van de vier criteria: aanschafkosten, onderhoud, ruimtebeslag en complexiteit. Deze uitwerking is opgenomen in bijlage C.1 'Varianten'.

De beoordeling van het criterium 'Aanlegkosten' is onderbouwd met zelfgemaakte kostenplaatjes op basis van het omschreven ontwerp van de bergings- en infiltratievoorziening. Wanneer de aanlegkosten van variant A:

- Lager zijn dan de aanlegkosten van variant B, wordt bij variant A het cijfer "1" ingevuld.
- Gelijk zijn aan de aanlegkosten van variant B, wordt er bij variant A het cijfer "2" ingevuld.
- Hoger zijn dan de aanlegkosten van variant B, wordt er bij variant A het cijfer "3" ingevuld.

De beoordeling van het criterium 'Onderhoud' is onderbouwd met voorschriften voor het onderhoud van bergings- en infiltratievoorzieningen volgens (ISSO, 2011). Wanneer het onderhoud van variant A:

- Minder is dan het onderhoud van variant B, wordt bij variant A het cijfer "1" ingevuld.
- Gelijk is aan het onderhoud van variant B, wordt er bij variant A het cijfer "2" ingevuld.
- Hoger is dan het onderhoud van variant B, wordt er bij variant A het cijfer "3" ingevuld.

De beoordeling van het criterium 'Ruimtebeslag' is onderbouwd met de onderzochte benodigde afmetingen van een bergings- en infiltratievoorziening. Wanneer het ruimtebeslag van variant A:

- Minder is dan het ruimtebeslag van variant B, wordt bij variant A het cijfer "1" ingevuld.
- Gelijk is aan het ruimtebeslag van variant B, wordt er bij variant A het cijfer "2" ingevuld.
- Hoger is dan het ruimtebeslag van variant B, wordt er bij variant A het cijfer "3" ingevuld.

De beoordeling van het criterium 'Complexiteit' is onderbouwd met de naar eigen inzicht benodigde werkzaamheden om een bergings- en infiltratievoorziening aan te leggen. Wanneer de complexiteit in aanleg van variant A:

- Lager is dan de complexiteit in aanleg van variant B, wordt bij variant A het cijfer "1" ingevuld.
- Gelijk is aan de complexiteit in aanleg van variant B, wordt er bij variant A het cijfer "2" ingevuld.
- Hoger is dan de complexiteit in aanleg van variant B, wordt er bij variant A het cijfer "3" ingevuld.

3 RESULTATEN

In dit hoofdstuk worden deze resultaten beschreven van het verrichte onderzoek. De paragrafen zijn ingedeeld aan de hand van de aspecten: techniek, financiën, beleid en maatschappij. De onderzoeksvragen worden door middel van korte conclusies aan het eind van iedere deelparagraaf beantwoord.

3.1 TECHNIEK

De voorzieningen die getroffen worden op particulier terrein om hemelwater te bergen en infiltreren zijn afhankelijk van de indeling van een perceel. In deze paragraaf zijn een viertal percelen opgesteld die als representatief kunnen worden beschouwd voor de veelvoorkomende woningtypen in Nederland. Daarnaast zijn ontwerprichtlijnen opgenomen, is er een voorkeursvolgorde opgesteld van bergings- en infiltratievoorzieningen en zijn technische ontwerpen uitgewerkt. Tevens worden technische knelpunten beschreven die van belang kunnen zijn bij afkoppelen van hemelwater.

3.1.1 STANDAARD WOONPERCELEN EN BODEMASPECTEN

In deze deelparagraaf wordt antwoord gegeven op onderzoeksvraag 1:

“Wat zijn de eigenschappen van het perceel, de bodemopbouw en het woningtype waarop het advies wordt gebaseerd?”

Er is gekozen om technische adviezen op te stellen voor vier veelvoorkomende woningtypen, waaronder: een rijwoning, een twee-onder-een-kapwoning, een vrijstaande woning en een appartementencomplex. Voor elk van deze woningtypen is een standaard perceel vastgesteld aan de hand van het woningaanbod van Funda en referentiewoningen. Hierbij zijn waarden vastgesteld voor onder andere perceeloppervlakken, dakoppervlakken, verharde- en onverharde tuinoppervlakken. Opmerkelijk is dat een appartementencomplex vaak geen tuinoppervlak binnen het eigen perceel heeft. Indien wel een tuin aanwezig is, zal dit over het algemeen op aangrenzend openbaar terrein zijn. Tabel 5 geeft de resultaten weer per woningtype. Daarbij zijn ook voorbeelden getoond van vergelijkbare woningen. Een uitgewerkte tekening van de percelen is weergegeven in bijlage B ‘Standaard percelen’.

Ten aanzien van de binnenhuisriolering wordt uitgegaan van een gemengd systeem dat aangesloten is op een gemengd gemeentelijk rioleringsstelsel voor zowel afval- als hemelwater (zie figuur 2). Dakoppervlakken zijn met een regenpijp aangesloten op dit gemengd systeem. Ook verhard tuinoppervlak aan de achterzijde van woningen is met behulp van een afvoerput hierop aangesloten. Het verharde tuinoppervlak aan de voorzijde van woningen watert bovengronds af naar openbaar terrein. Ook deze gegevens zijn vastgelegd in de tekeningen van de percelen in bijlage B ‘Standaard percelen’.



Figuur 2: Weergave ontwerpuitgangspunt voor gemengde binnenhuisriolering (Maas).

Grondwaterstanden en bodemtypen hebben een grote invloed op het vermogen tot infiltreren in de bodem. Er zijn waarden vastgesteld voor zowel goed als slecht waterdoorlatende gronden. Daarnaast zijn waarden vastgesteld voor zowel een hoge als een lage grondwaterstand. Deze zijn afgeleid van ontwerprijtlijnen uit de Leidraad Riolering van Stichting Rioned. Tabel 6 geeft de uitgangspunten weer ten aanzien van deze bodemaspecten.

Tabel 5: Uitgangspunten ten aanzien van veelvoorkomende woningtypen en percelen.

Woningtype	Variabele	Waarde	Weergave vergelijkbare woning
Rijwoning	Perceelgrootte	138 m ²	 (Funda, z.j.)
	Dakoppervlak	54 m ²	
	Verhard tuinoppervlak	35 m ²	
	Onverhard tuinoppervlak	49 m ²	
Twee-onder-een-kapwoning	Perceelgrootte	260 m ²	 (Funda, z.j.)
	Dakoppervlak	81 m ²	
	Verhard tuinoppervlak	91 m ²	
	Onverhard tuinoppervlak	88 m ²	
Vrijstaande woning	Perceelgrootte	435 m ²	 (Funda, z.j.)
	Dakoppervlak	120 m ²	
	Verhard tuinoppervlak	156 m ²	
	Onverhard tuinoppervlak	159 m ²	
Appartementencomplex	Perceelgrootte	750 m ²	 (Archidat Architectuur, z.j.)
	Dakoppervlak	750 m ²	
	Verhard tuinoppervlak	0 m ²	
	Onverhard tuinoppervlak	0 m ²	

Tabel 6: Uitgangspunten ten aanzien van bodemeigenschappen.

Bodemeigenschappen	Variabelen	Waarden
Waterdoorlatendheid (Grondwaterformules.nl, 2017)	Zand	5,00 m/dag
	Klei	0,01 m/dag
Grondwaterstand t.o.v. het maaiveld (Stichting Rioned, 2004)	Hoog	0,50 m
	Laag	1,20 m

Conclusie: Het advies wordt gebaseerd op woningtypen en percelen met de eigenschappen zoals weergegeven in tabel 5 en bijlage B 'Standaard percelen'. Er wordt ontworpen op basis van bodemeigenschappen zoals genoemd in tabel 6.

3.1.2 ONTWERPRICHTLIJNEN VOOR BERGINGS- EN INFILTRATIEVOORZIENINGEN

In deze deelparagraaf wordt antwoord gegeven op onderzoeksvraag 2:

“Wat zijn de richtlijnen voor het ontwerp van een bergings- en infiltratievoorziening op particulier terrein?”

Voor de dimensionering van bergings- en infiltratievoorzieningen op particulier terrein zijn er geen wettelijke regelgevingen die eisen stellen aan het ontwerp. Ook het Bouwbesluit beperkt zich tot voorschriften voor het leidingsysteem van de buitenriolering. Wel zijn er richtlijnen beschreven in bronnen zoals de Leidraad Riolering van Stichting Rioned. Daarnaast zijn er gemeenten en waterschappen die uitgangspunten hebben opgesteld voor bergings- en infiltratievoorzieningen. Deze uitgangspunten worden in verschillende documenten opgesteld zoals uitvoeringsnotities, afkoppelnota's en programma's van eisen. De gemeente Nijmegen heeft een afkoppelnota opgesteld die het meest uitgebreid is. Op basis van de hiervoor genoemde bronnen zijn de richtlijnen voor het technisch ontwerp bepaald en opgenomen in tabel 7.

De gehanteerde bronnen bij de omschreven richtlijnen zijn:

- Rioned → Leidraad Riolering B2200 “Functioneel ontwerp: inzameling en transport van hemelwater” (2008);
- Bouwbesluit → Bouwbesluit 2012;
- Gemeente Nijmegen → Nota “Afkoppelen en infiltreren hemelwaterafvoer” (2013).

Tabel 7: Richtlijnen voor bergings- en infiltratievoorzieningen op particulier terrein.

Aspect aan voorziening:	Omschrijving richtlijnen:	Bron:
Bodem-eigenschappen	➤ De afstand tussen de onderzijde van de voorziening en de grondwaterstand moet minimaal 0,5 m zijn om infiltratie via de bodem van de voorziening mee te mogen rekenen.	Rioned
Bergings-capaciteit	➤ Gebaseerd op het verharde oppervlak van een perceel. ➤ Gebaseerd op een bui met een neerslaghoeveelheid van 25 mm. Dit volume is gebaseerd op: - Een standaard neerslaggebeurtenis “bui08”, waarop een rioolstelsel ook wordt gedimensioneerd - Klimaattoeslag van 25% gebaseerd op een toekomstige bui in 2050 ➤ Maximale waterstand in een bovengrondse voorziening bedraagt 30 cm.	Rioned ” ”
Afvoer-capaciteit	➤ Het toebehorende leidingsysteem dient te worden berekend op basis van NEN3215: - Standleidingen hemelwater: minimale doorsnede 60mm. - Verzamelleidingen hemelwater: minimale doorsnede 70mm. - Verzamelleidingen gemengd: minimale doorsnede 110mm. ➤ Ledigingsduur van de voorziening is maximaal 24 uur.	Bouwbesluit Rioned
Overstort-voorziening	➤ Voorzien van een overstortvoorziening die in werking treedt bij neerslaggebeurtenissen > Bui08 + 25% - Overstortvoorziening dient bovengronds zichtbaar te zijn - Overstortcapaciteit dient gebaseerd te zijn op een neerslaggebeurtenis T=100, met een volume van 55 mm.	Rioned
Afwatering	➤ Niet naar bouwwerk of naburige percelen ➤ Zoveel mogelijk binnen perceelgrens. Overig volume bovengronds afvoeren naar openbare ruimte. ➤ Bovengronds met een minimaal verhang van 0,5% ➤ Ondergronds met een minimaal afschot van 1:200 en ten hoogste 1:50	Gemeente Nijmegen ” ” ”

	➤ Afstromingsverliezen en afvoervertraging wordt bij dimensioneren niet meegenomen	"
Onderhoud en beheer	➤ Beperken van verschillende systemen op een perceel en voorkomen van een ingewikkeld systeem. ➤ Voorzien van een zandvang ➤ Voorzien van een bladvang ➤ Mogelijkheid tot inspectie	Rioned " " " "
Afstand tot bebouwing	➤ Minimaal op een afstand van 2 m	Gemeente Nijmegen
Beluchting en ontluuchting	➤ Zorg voor voldoende beluchting en ontluuchting en voorkom stankoverlast.	Rioned

Conclusie: De bergings- en infiltratievoorzieningen worden ontworpen aan de hand van de richtlijnen zoals weergegeven in tabel 7.

3.1.3 TECHNISCHE KNELPUNTEN BIJ AFKOPPELEN

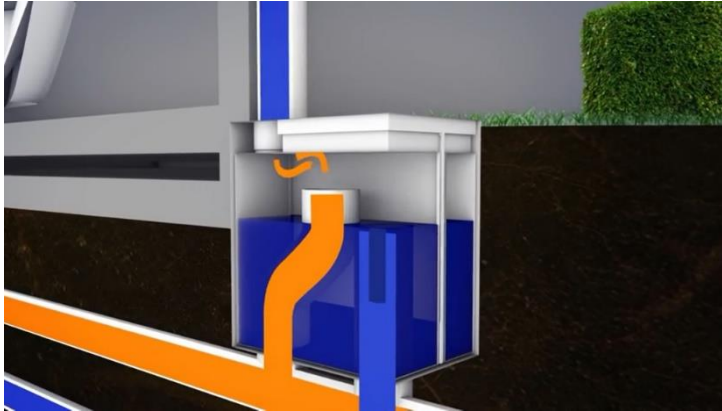
In deze deelparagraaf wordt antwoord gegeven op onderzoeksvraag 3:

"Welke technische knelpunten doen er zich voor bij het afkoppelen van particulier terrein en hoe zijn deze knelpunten op te lossen?"

De literatuurstudie en gesprekken bij gemeenten hebben inzicht gegeven in enkele veelvoorkomende technische knelpunten bij het afkoppelen van particulier terrein. Bij bestaande bouw kan het erg onduidelijk zijn hoe de binnenhuisriolering aan elkaar is verbonden richting het gemeentelijk rioleringsstelsel. Daarnaast kunnen bepaalde aansluitingen onder de woning onbereikbaar zijn. De inrichting van het terrein rondom het particuliere perceel is ook een belangrijk aandachtspunt. Maaiveldhoogten dienen altijd aangepast te worden op het omliggende maaiveld om te voorkomen dat hemelwater afstroomt naar naburige gebouwen en percelen.

Het meest gehoorde probleem is de ontluuchting van het gemeentelijk rioleringsstelsel. Door een wisselende hoeveelheid hemel- en/of afvalwater in het riool ontstaat er steeds verplaatsing van lucht. Bij rioleringsstelsels in Nederland vindt deze ontluuchting plaats via regenpijpen en ontspanningsleidingen. Op het moment dat regenpijpen worden afgekoppeld van het rioleringsstelsel, neemt de ontluuchtingscapaciteit aanzienlijk af. Hierdoor zal de ontluuchting plaats moeten vinden via andere wegen in de binnenhuisriolering, waardoor stank- en wateroverlast kan ontstaan in woningen door omhoogkomend afvalwater. Dit is een belangrijk aandachtspunt bij het vaststellen van het technische advies (Stichting Rioned, 2007).

Het ontluuchtingsprobleem kan worden verholpen door diverse maatregelen. Allereerst kunnen gemeenten onderzoek doen naar de ontluuchtingscapaciteit van het gemeentelijke rioleringsstelsel en een mogelijke afname daarvan. Indien er een groot risico zou ontstaan zijn er enkele maatregelen toe te passen. Een gemeente kan gesloten putdeksels op inspectieputten vervangen door open putdeksels. Dit is een oplossing op openbaar terrein. Op particulier terrein zijn oplossingen mogelijk zoals bijvoorbeeld het aansluiten van een extra regenpijp. Hierdoor blijft de oude regenpijp beschikbaar voor ontluuchting. Een andere oplossing is de O2-put, welke is ontwikkeld door ingenieursbureau Kragten zie (figuur 3). Deze put dient aangesloten te worden onderaan de regenpijp en sluit aan op zowel de verzamelleiding als de bergings- en infiltratievoorziening. Het hemelwater stroomt via de regenpijp naar de put en sluit dan automatisch het stankslot af. Hierdoor vindt ontluuchting plaats en wordt stank- en/of wateroverlast voorkomen (Kragten, 2016).



Figuur 3: Weergave van de O2-put, ontwikkeld door ingenieursbureau Kragten (Kragten, 2016).

Conclusie: Het belangrijkste technische knelpunt bij het afkoppelen van particulier terrein is de afname van de ontluuchtingscapaciteit van het gemeentelijk rioleringsstelsel. Dit is een belangrijk aandachtspunt voor het technische advies. Het kan opgelost worden door onder andere: open putdeksels, extra regenpijpen en/of een ontluuchtingsput zoals de O2-put.

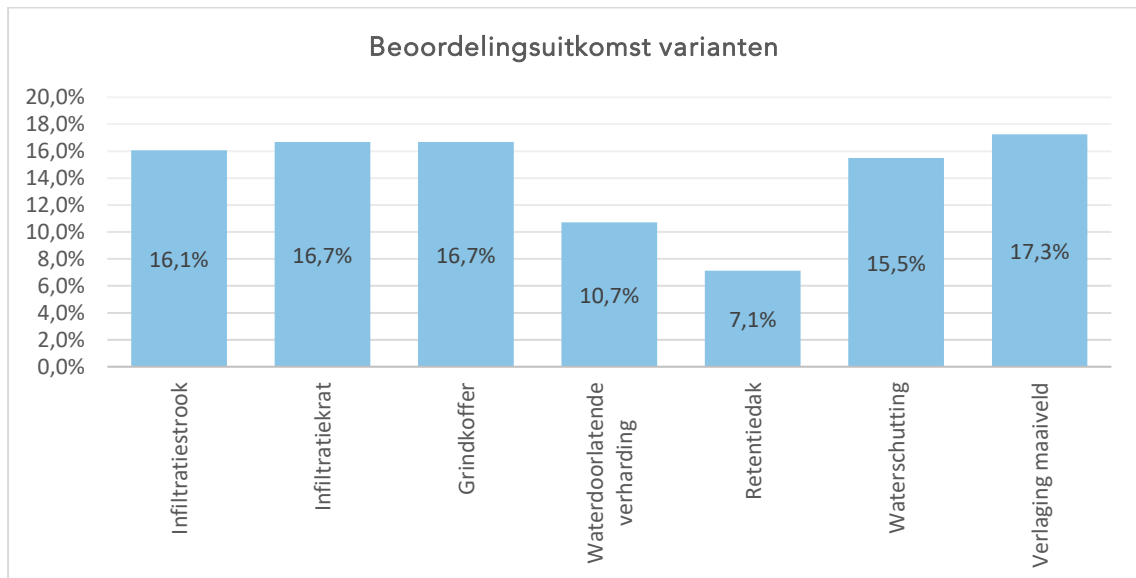
3.1.4 VOORKEURSVOLGORDE BERGINGS- EN INFILTRATIEVOORZIENINGEN

In deze deelparagraaf wordt antwoord gegeven op onderzoeksvraag 4:

"Welke bergings- en infiltratievoorzieningen zijn het meest geschikt om op particulier te worden toegepast?"

Voor het creëren van bergings- en infiltratievoorzieningen zijn er meerdere oplossingen mogelijk op particulier terrein. Deze oplossingen zijn elk toegelicht in bijlage C.1 'Varianten'. In een variantenstudie zijn alle oplossingen onderzocht en met een multicriteria-analyse beoordeeld (zie bijlage C.2 'Paarsgewijze vergelijking'). Het resultaat van deze beoordeling is in figuur 4 te zien. De behaalde score per variant is in percentages uitgedrukt. Op basis van deze resultaten is er een voorkeursvolgorde bepaald voor het toepassen van de verschillende bergings- en infiltratievoorzieningen. Deze volgorde is afhankelijk van het woningtype en bijbehorend perceel. De voorkeursvolgorde op basis van de beoordelingsuitkomsten is als volgt:

1. Verlaging maaiveld
2. Grindkoffer
Infiltratiekrat
4. Infiltratiestrook
5. Waterschutting
6. Waterdoorlatende verharding
7. Retentiedak



Figuur 4: Beoordelingsuitkomst van varianten in percentages op basis van de multicriteria-analyse.

Op basis van de resultaten is het verlagen van het maaiveld de meest geschikte variant vanwege de lage aanlegkosten en de niet-complexe aanleg. Echter, niet ieder perceel zal genoeg ruimte bieden om voldoende hemelwater te bergen in een maaiveldverlaging.

De grindkoffer en de infiltratiekrat hebben op basis van de resultaten een gelijke eindscore. Dit komt doordat deze varianten erg constant zijn door op alle criteria goed tot gemiddeld goed te scoren. Er zijn geen grote nadelen verbonden aan deze varianten.

De infiltratiestrook en de waterschutting zijn twee varianten met een gemiddelde score vergeleken met de overige varianten. De waterschutting heeft grote verschillen in scores. Zo scoort deze variant slecht op de twee criteria 'Kosten' en 'Complexiteit', maar goed op de twee criteria 'Onderhoud' en 'Ruimtebeslag'. De infiltratiestrook scoort op alle criteria erg gemiddeld.

De waterdoorlatende verharding en het retentiedak zijn de slechtst scorende varianten. Dit komt mede door de hoge aanlegkosten van het retentiedak. De waterdoorlatende verharding brengt veel onderhoud met zich mee en is daarnaast ook niet erg goedkoop. Ook is de complexiteit in aanleg van de waterdoorlatende verharding aan de hoge kant waardoor deze variant geen goede eindscore behaalt.

Wanneer de criteria 'Kosten' en 'Complexiteit' een hogere wegingsfactor krijgen, blijft deze bovenstaande volgorde nagenoeg gelijk. Het verlagen van het maaiveld zal hierbij altijd op de eerste plaats blijven staan. De grindkoffer en de infiltratiestrook volgen op tweede en derde plaats. De infiltratiekrat daalt naar een vierde plaats.

Wanneer de criteria 'Onderhoud' en 'Ruimtebeslag' een hogere wegingsfactor krijgen, stijgt de infiltratiekrat naar de eerste plaats. De infiltratiestrook, grindkoffer, waterschutting en de verlaging van het maaiveld krijgen een nagenoeg gelijke eindscore die net iets onder de infiltratiekrat zit. De waterdoorlatende verharding en het retentiedak behouden de slechtste eindscore.

Op basis van deze resultaten zal de keuze worden gemaakt voor een bergings- en infiltratievoorziening, afhankelijk van wat er mogelijk is op perceelsniveau en of ruimtegebrek hier een belangrijke rol speelt. Hierbij worden als uitgangspunten gesteld dat de criteria een gelijke weging houden en dat bij een gelijke

eindscore de voorkeur uitgaat naar een bovengrondse voorziening. "Een bovengrondse voorziening vergroot het waterbewustzijn en verkleint de kans op foutaansluitingen." (Gemeente Loon op Zand, 2016)

Conclusie: Uit de variantenstudie is op basis van een multicriteria-analyse een voorkeursvolgorde ontstaan. De maaiveldverlaging, grindkoffer en infiltratiekrat zijn de meest geschikte bergings- en infiltratievoorzieningen om op particulier terrein te worden toegepast.

3.1.5 ONTWERP BERGINGS- EN INFILTRATIEVOORZIENINGEN

In deze deelparagraaf wordt antwoord gegeven op onderzoeksvraag 5:

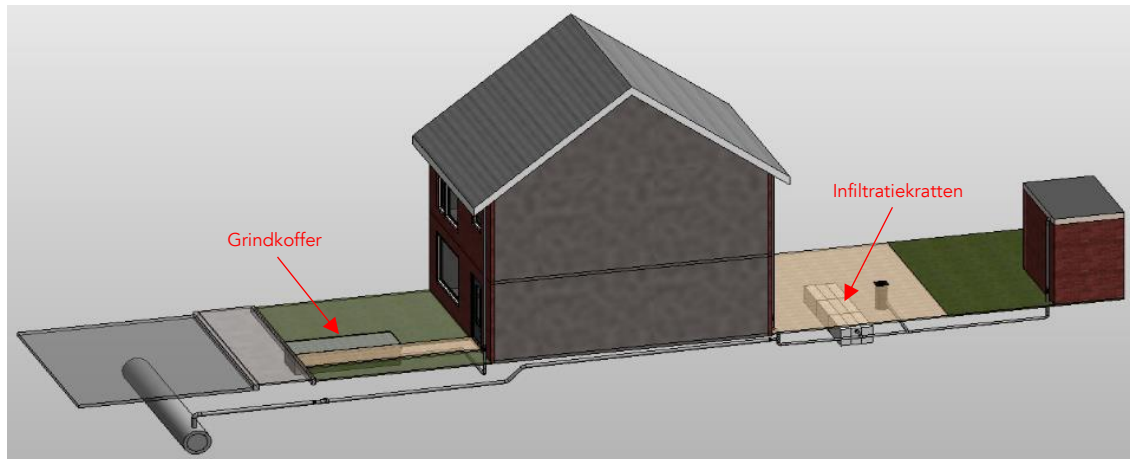
"Hoe ziet het technische ontwerp eruit van de vier veelvoorkomende woningtypen die met bergings- en infiltratievoorzieningen zijn afgekoppeld?"

Voor elk woningtype met bijbehorend perceel is een keuze gemaakt voor een bergings- en infiltratievoorziening op basis van de voorkeursvolgorde zoals bepaald in de voorgaande deelparagraaf. De meest geschikte bergings- en infiltratievoorzieningen zijn: een maaiveldverlaging, een grindkoffer en een infiltratiekrat. In deze deelparagraaf worden de ontwerpen voor de vier veelvoorkomende woningtypen beschreven. De ontwerpen zijn gebaseerd op de handberekeningen voor dimensionering van voorzieningen in een situatie met een goed doorlatende bodem in combinatie met een lage grondwaterstand. Per ontworpen voorziening worden optimalisaties van het ontwerp weergegeven in tabellen. In situaties met een goed doorlatende bodem zijn kleinere afmetingen van voorzieningen mogelijk en in situaties met een slecht doorlatende bodem is de minimaal benodigde waterdoorlatendheid van de bodem bepaald. Tot slot is weergegeven welke grondwaterstand maximaal toelaatbaar is bij een bepaalde situatie.

In deze deelparagraaf worden enkel afmetingen van voorzieningen en bijbehorende optimalisaties beschreven. Uitgebreidere informatie is opgenomen in bijlage D 'Ontwerp bergings- en infiltratievoorzieningen' met onder andere: een beschrijving van het dimensioneringsproces (D.1), resultatenoverzichten (D.2), technische tekeningen (D.3) en een kostenoverzicht (D.4).

Rijwoning

Het perceel van de rijwoning heeft de kleinste voor- en achtertuin van de vier standaard percelen. Indien in de achtertuin een maaiveldverlaging zou worden toegepast zou deze bijna het gehele onverharde tuindeel in beslag nemen. Om die reden is in het ontwerp een grindkoffer toegepast aan de voorzijde van de woning en aan de achterzijde infiltratiekratten. Een grindkoffer van 3.000 x 1.000 x 700 mm is in de voortuin mogelijk, omdat de voortuin over het algemeen geen verblijfsfunctie heeft. De achtertuin heeft dit juist wel, waardoor daar gekozen is voor een ondergrondse voorziening van 9 infiltratiekratten (Hydroblob) met een inhoud van 170 liter per stuk. De afmetingen hiervan bedragen 3.600 x 900 x 500 mm. Het ontwerp is weergegeven in figuur 5. Tabel 8 en 9 geven optimalisaties weer van de voorzieningen in vier aangenomen situaties.



Figuur 5: Ontwerp bergings- en infiltratievoorziening voor het standaard perceel 'Rijwoning'.

Tabel 8: Optimale situaties voor toepassing van de grindkoffer in de voortuin van de rijwoning

	Situatie 1	Situatie 2	Situatie 3	Situatie 4
Bodemsoort:	Zand	Zand	Klei	Klei
Grondwaterstand:	1,2 m-mv	0,5 m-mv	1,2 m-mv	0,5 m-mv
Optimale afmetingen voorziening (l x b. x h):	3000x800x500mm	3000x800x500mm	3000x1000x700mm	3000x1400x500mm
Benodigde waterdoorlatendheid:	≥ 5,00 m/dag	≥ 5,00 m/dag	≥ 0,56 m/dag	≥ 0,71 m/dag
Maximaal toegestane grondwaterstand:	≥ 0,50 m-mv	≥ 0,50 m-mv	≥ 0,70 m-mv	≥ 0,50 m-mv

Tabel 9: Optimale situaties voor toepassing van de infiltratiekrat in de achtertuin van de rijwoning

	Situatie 1	Situatie 2	Situatie 3	Situatie 4
Bodemsoort:	Zand	Zand	Klei	Klei
Grondwaterstand:	1,2 m-mv	0,5 m-mv	1,2 m-mv	0,5 m-mv
Optimale afmetingen voorziening (l x b. x h):	2400x1200x500mm	3000x2400x200mm	3600x900x500mm	3400x2400x200mm
Benodigde waterdoorlatendheid:	≥ 5,00 m/dag	≥ 5,00 m/dag	≥ 1,60 m/dag	≥ 3,10 m/dag
Maximaal toegestane grondwaterstand:	≥ 0,80 m-mv	≥ 0,40 m-mv	≥ 0,80 m-mv	≥ 0,40 m-mv

Twee-onder-een-kapwoning

Het perceel van de twee-onder-een-kapwoning heeft wat ruimere tuinen dan het perceel van de rijwoning. In de achtertuin is hier wel een maaiveldverlaging mogelijk van 2.400 x 6.400 mm, waarmee slechts een kwart van het onverharde tuindeel in beslag wordt genomen. In de voortuin is hier vanwege de beperkte ruimte wel voor infiltratiekatten gekozen. Met een grindkoffer zou niet voldaan worden aan de gestelde eisen ten aanzien de afstand tot de gevel. Met 10 stuks infiltratiekatten (Hydroblobs) van 170 liter inhoud kan wel voldaan worden aan deze eis. De afmetingen hiervan bedragen 6.000 x 600 x 500 mm. Het ontwerp is weergegeven in figuur 6. Tabel 10 en 11 geven optimalisaties weer van de voorzieningen in vier aangenomen situaties.



Figuur 6: Ontwerp bergings- en infiltratievoorzieningen voor het standaard perceel 'Twee-onder-een-kapwoning'.

Tabel 10: Optimale situaties voor toepassing van de infiltratiekrat in de voortuin van de twee-onder-een-kapwoning

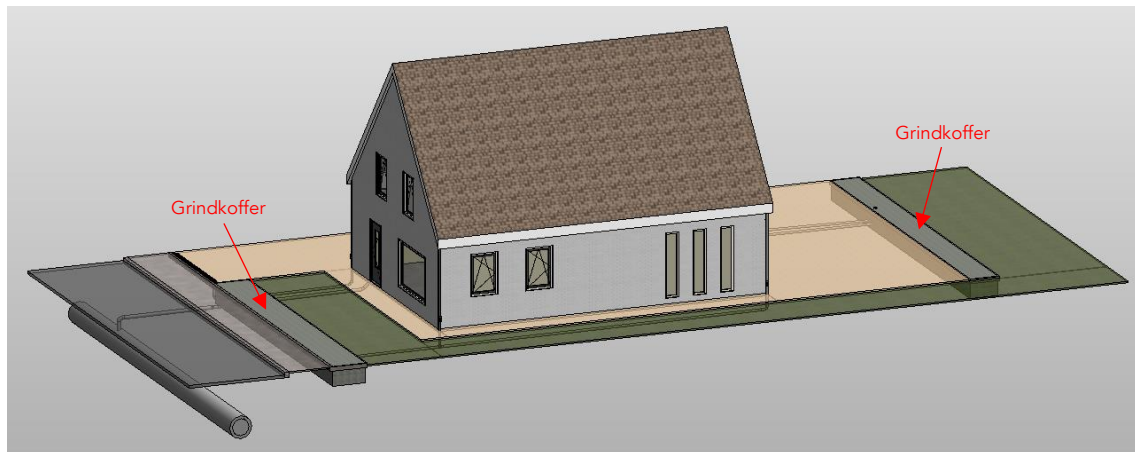
	Situatie 1	Situatie 2	Situatie 3	Situatie 4
Bodemsoort:	Zand	Zand	Klei	Klei
Grondwaterstand:	1,2 m-mv	0,5 m-mv	1,2 m-mv	0,5 m-mv
Optimale afmetingen voorziening (l x b. x h):	4800x600x500mm	6000x1200x200mm	6000x600x500mm	6000x1400x200mm
Benodigde waterdoorlatendheid:	≥ 5,00 m/dag	≥ 5,00 m/dag	≥ 1,25 m/dag	≥ 2,50 m/dag
Maximaal toegestane grondwaterstand:	≥ 0,80 m-mv	≥ 0,40 m-mv	≥ 0,80 m-mv	≥ 0,40 m-mv

Tabel 11: Optimale situaties voor toepassing van de maaiveldverlaging in de achtertuin van de twee-onder-een-kapwoning

	Situatie 1	Situatie 2	Situatie 3	Situatie 4
Bodemsoort:	Zand	Zand	Klei	Klei
Grondwaterstand:	1,2 m-mv	0,5 m-mv	1,2 m-mv	0,5 m-mv
Optimale afmetingen voorziening (l x b. x h):	6000x2000x200mm (Talud 1:2)	6000x200x300mm (Talud 1:5)	6000x2000x200mm (Talud 1:2)	6000x200x300mm (Talud 1:5)
Benodigde waterdoorlatendheid:	≥ 5,00 m/dag	≥ 5,00 m/dag	≥ 0,22 m/dag	≥ 0,39 m/dag
Maximaal toegestane grondwaterstand:	≥ 0,70 m-mv	≥ 0,80 m-mv	≥ 0,70 m-mv	≥ 0,80 m-mv

Vrijstaande woning

Het perceel van de vrijstaande woning heeft de meeste ruimte rondom de woning. Echter, door de grote hoeveelheid verhard oppervlak dat afwatert naar de achterzijde is ook hier een maaiveldverlaging niet mogelijk. Dat zou meer dan de helft van het gazon aan de achterzijde in beslag nemen. Om die reden is er aan de achterzijde gekozen voor een grindkoffer van 1.000 x 12.900 mm. Aan de voorzijde wordt om dezelfde reden ook een grindkoffer aangelegd. Deze heeft afmetingen van 1.200 x 10.900 mm. Het ontwerp is weergegeven in figuur 7. Tabel 12 en 13 geven optimalisaties weer van de voorzieningen in vier aangenomen situaties.



Figuur 7: Ontwerp bergings- en infiltratievoorzieningen voor het standaard perceel 'Vrijstaande woning'.

Tabel 12: Optimale situaties voor toepassing van de grindkoffer in de voortuin van de vrijstaande woning

	Situatie 1	Situatie 2	Situatie 3	Situatie 4
Bodemsoort:	Zand	Zand	Klei	Klei
Grondwaterstand:	1,2 m-mv	0,5 m-mv	1,2 m-mv	0,5 m-mv
Optimale afmetingen voorziening (l x b. x h):	11000x650x700 mm	11000x1060x500 mm	11000x1200x700 mm	11000x1700x500 mm
Benodigde waterdoorlatendheid:	≥ 5,00 m/dag	≥ 5,00 m/dag	≥ 0,99 m/dag	≥ 1,35 m/dag
Maximaal toegestane grondwaterstand:	≥ 0,70 m-mv	≥ 0,50 m-mv	≥ 0,70 m-mv	≥ 0,50 m-mv

Tabel 13: Optimale situaties voor toepassing van de grindkoffer in de achtertuin van de vrijstaande woning

	Situatie 1	Situatie 2	Situatie 3	Situatie 4
Bodemsoort:	Zand	Zand	Klei	Klei
Grondwaterstand:	1,2 m-mv	0,5 m-mv	1,2 m-mv	0,5 m-mv
Optimale afmetingen voorziening (l x b. x h):	13000x570x700 mm	13000x980x500 mm	13000x1100x700 mm	13000x1600x500 mm
Benodigde waterdoorlatendheid:	≥ 5,00 m/dag	≥ 5,00 m/dag	≥ 0,90 m/dag	≥ 1,27 m/dag
Maximaal toegestane grondwaterstand:	≥ 0,70 m-mv	≥ 0,50 m-mv	≥ 0,70 m-mv	≥ 0,50 m-mv

Appartementencomplex

Het perceel van het appartementencomplex bevat geen grond rondom de woning binnen de perceelgrenzen. Uit onderzoek is gebleken dat de grond rondom een appartementencomplex vaak gemeentegrond betreft. Om deze reden zijn de meeste bergings- en infiltratievoorzieningen niet toepasbaar bij een dergelijk appartementencomplex. Echter, een retentiedak is de enige toepasbare variant. Daarbij is dit juist voor een appartementencomplex zeer geschikt vanwege het grote dakoppervlak. Verder onderzoek en dimensionering dient door derden gedaan te worden. Het retentiedak is niet uitgewerkt tot een ontwerp.



Figuur 8: Weergave van een retentiedak op een willekeurig appartementencomplex. (Appartement en eigenaar, 2013)

Conclusie: Het ontwerp van de rijwoning bestaat aan de voorzijde uit een grindkoffer en aan de achterzijde uit infiltratiekratten. Het ontwerp van de twee-onder-een-kapwoning bestaat aan de voorzijde uit infiltratiekratten en aan de achterzijde uit een maaiveldverlaging. Het ontwerp van de vrijstaande woning bestaat aan de voorzijde uit een grindkoffer en aan achterzijde ook uit een grindkoffer. Voor het appartementencomplex wordt geen ontwerp gemaakt, omdat een retentiedak de enige toepasbare optie is en hiervoor te weinig kennis en onderzoek beschikbaar is.

3.2 FINANCIËN

Er zijn diverse financieringsconstructies voor het bekostigen van maatregelen voor de gemeentelijke watertaken. Enerzijds worden maatregelen op openbaar terrein gefinancierd door gemeenten vanuit rioolheffingen. Anderzijds worden particuliere maatregelen gefinancierd door particulieren, waarbij gemeenten ondersteunen in de vorm van subsidieregelingen. In deze paragraaf staan relevante resultaten beschreven, als gevolg van het onderzoek naar financieringsconstructies voor gemeentelijke watertaken.

3.2.1 HUIDIGE FINANCIERINGSVORMEN

In deze deelparagraaf wordt antwoord gegeven op onderzoeksvraag 6:

“Op welke wijze wordt het gemeentelijk rioleringsstelsel en de bergings- en infiltratievoorzieningen op particulier terrein gefinancierd?”

Hedendaags worden gemeentelijke rioleringsstelsels gefinancierd vanuit de rioolheffing en particuliere bergings- en infiltratievoorzieningen vanuit subsidies en particuliere eigen bijdragen. In deze deelparagraaf worden deze financieringsvormen beschreven.

Rioolheffing

Voor de vaststelling van een rioolheffing bestaan diverse tariefsystemen. Een gemeente mag, conform lid 2 van artikel 228a van de Gemeentewet, aparte heffingen instellen voor afvalwater en voor hemel- en grondwater. Daarentegen mag ook een gecombineerde rioolheffing worden vastgesteld, waarbinnen verschillende maatstaven worden toegepast. De gemeente mag ervoor kiezen om de heffing te vragen van de eigenaar of gebruiker van een belastingobject. Ook is het mogelijk om van beide een deel van de heffing te vragen (Stichting Rioned, 2012).

De rioolheffing of een deel daarvan wordt bepaald op basis van een heffingsmaatstaf. Veelvoorkomende vormen hiervan zijn: een vast bedrag per aansluiting, de hoeveelheid geloosd afvalwater per aansluiting, de WOZ-waarde van een perceel, de omvang van een huishouden, de hoeveelheid afvoerend verhard

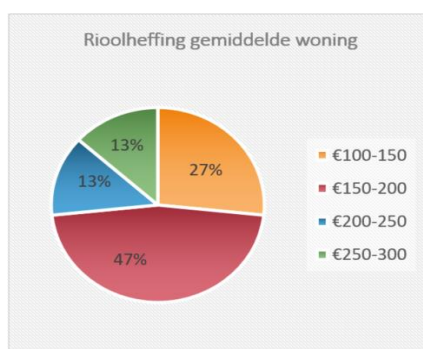
oppervlak of een vastgesteld hemelwaterlabel (Stichting Rioned, 2012). Uitgaande van het principe 'de vervuiler betaald', zijn slechts enkele maatstaven toepasbaar voor de rioolheffing. De hoeveelheid geloosd afvalwater en de omvang van een huishouden zijn zeer geschikt voor de heffing op afvalwater, omdat deze beide gebaseerd zijn op drinkwaterverbruik. De hoeveelheid verhard oppervlak en het hemelwaterlabel zijn zeer geschikt voor de heffing op hemelwater, omdat beide uitgaan van afvoerend verhard oppervlak.

De hoogte van de rioolheffing wordt vastgesteld op basis van de verwachte kosten binnen een bepaalde planperiode. De gemeente is verplicht hierover financieel verslag te leggen volgens een baten- en lastenstelsel. Echter, niet alle kosten mogen zomaar verhaald worden via de rioolheffing. In grote lijnen zijn de verhaalbare kosten onder te verdelen in kapitaallasten, onderhoudskosten, tariefegalisatie, btw-kosten en overige kosten (Stichting Rioned, 2012). Ongeveer de helft hiervan betreffen kosten voor de afvoer van afvalwater en de andere helft kosten voor de afvoer van hemelwater.

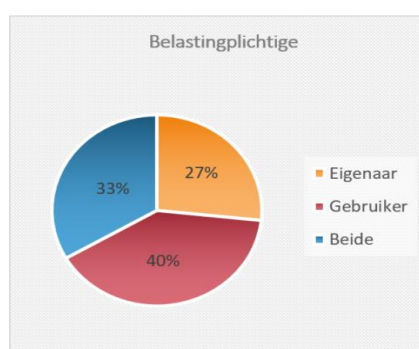
Gemeentelijke invulling rioolheffing

Voor deze achtergrondstudie zijn gemeenten onderzocht. Voor elke gemeente is vastgesteld welke tariefsystemen worden toegepast en wat de kosten vervolgens zijn voor een gemiddelde woning en/of huishouden. Gemiddeld is hier een woning met een WOZ-waarde van €209.000,00 (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2016), met een huishouden van 2,5 personen en een hoeveelheid afvalwater van 120 liter/persoon/etmaal (Stichting Rioned, 2004). De gevonden waarden zijn in figuren 9 t/m 12 weergegeven.

De gemiddelde rioolheffing van alle woningen binnen beschouwde gemeenten varieert tussen €123,73 in Bernheze en €272,50 in Haaren. Dit is mogelijk het gevolg van het verschil in heffingseenheden of te verrichte werkzaamheden. In figuur 9 is te zien dat circa driekwart van de beschouwde gemeenten een rioolheffing hanteren in de categorie €100-200. Dit komt nagenoeg overeen met het Nederlandse gemiddelde van €193,00. Naar verwachting zal dit stijgen naar een rioolheffing van circa €220,00 in 2020 (Stichting Rioned, 2016). Uit het onderzoek blijkt ook dat ruim een derde van de beschouwde gemeenten een rioolheffing hanteert waarin zowel een eigenarendeel als een gebruikersdeel vastgelegd is, zoals te zien in figuur 10. De overige gemeenten belasten enkel de eigenaar of de gebruiker.



Figuur 9: Rioolheffingsbedragen binnen beschouwde gemeenten.



Figuur 10: Gekozen belastingplichtige binnen beschouwde gemeenten.

Er is een duidelijk verschil zichtbaar in de toepassing van maatstaven voor eigenarendelen en gebruikersdelen. Eigenarendelen worden voornamelijk gebaseerd op vaste bedragen. Gebruikersdelen worden voornamelijk bepaald op basis van de hoeveelheid geloosd afvalwater (drinkwaterverbruik). De resultaten zijn weergegeven in figuur 11 en 12.



Figuur 11: Maatstaven voor eigenarenheffing.



Figuur 12: Maatstaven voor gebruikersheffing.

Subsidieregelingen

Binnen diverse gemeenten wordt geld vrijgemaakt voor stimulering en bewustwording van particulieren ten aanzien van klimaatverandering en klimaatadaptatie. Een veel toegepaste vorm hiervan is co-investering, een vorm waarbij gemeente en particulier samen de financiering verzorgen voor een voorziening op particulier terrein. Deze regelingen gelden echter alleen voor bestaande bebouwing. Bij nieuwbouw worden voorzieningen in de bouwkosten opgenomen. Uit gesprekken met beschouwde gemeenten is gebleken dat stimulering in de vorm van een subsidieregeling als motivatie wordt ervaren door particulieren.

De Stimuleringsregeling Klimaatactief Bebouwd Gebied 2016-2021 wordt verstrekt door een samenwerking van Waterschap Aa en Maas en diverse gemeenten waaronder Oss en Bernheze. Het is een stimulering voor klimaat adaptieve maatregelen, waaronder bergings- en infiltratievoorzieningen op particulier terrein. De regeling maakt een subsidie mogelijk van 30% van de projectkosten, met een maximale bijdrage van €5.000,00 (Waterschap Aa en Maas, 2016).

Binnen gemeente Boxtel loopt het afkoppelproject "Liempt infiltreert", een initiatief van de bewonersorganisatie SPPiLL in samenwerking met de gemeente. Aan dit pilotproject is een subsidie gekoppeld van €7,85/m² geprojecteerd dakoppervlak, waarbij 20 mm berging het uitgangspunt is (Stichting Promotie Projecten in Leefbaar Liempde, 2016). Nu wordt de subsidie enkel voor dit pilotproject verstrekt, maar in de toekomst zal de regeling voor iedereen beschikbaar worden. De gemeente reserveert namelijk vanaf 2021 jaarlijks een bedrag van €112.500,00 voor stimulering van afkoppelen van particulier terrein (Gemeente Boxtel, 2015).

Binnen de gemeente Laren geldt een hemelwaterverordening, waarbij particulieren verplicht zijn om hemelwater te bergen en infiltreren op eigen terrein. Hierbij dienen zij voorzieningen zelf te bekostigen tot een maximaal bedrag dat gelijk is aan 1% van de WOZ-waarde van het perceel. Eventuele hogere kosten kan de particulier declareren bij de gemeente (Gemeente Laren, 2016).

Gemeente Nijmegen verstrekt een subsidie voor het afkoppelen van verhard oppervlak en maakt hierbij onderscheid in ondergrondse- en bovengrondse infiltratie. Voor ondergrondse infiltratie wordt een vergoeding gehanteerd van €5,00/m² verhard oppervlak. De voorkeur gaat uit naar bovengrondse infiltratievoorzieningen, waardoor deze subsidie dan ook hoger is. De vergoeding voor bovengronds afkoppelen bedraagt €10,00/m². Verhard oppervlak is in dit geval zowel dakoppervlak als terreinverharding (Water servicepunt Nijmegen, z.j.).

Conclusie: Hedendaags wordt het gemeentelijk rioleringsstelsel gefinancierd vanuit de rioolheffingen. Binnen deze heffing mag een gemeente onderscheid maken tussen gebruiker en eigenaar, afvalwater en hemelwater en een grote diversiteit aan maatstaven. Van het totale heffingsbedrag is ongeveer de helft bedoeld voor gemeentelijke watertaken ten aanzien van afvalwater en ongeveer de helft voor hemelwater. Particuliere bergings- en infiltratievoorzieningen worden gefinancierd vanuit particuliere eigen bijdragen en subsidieregelingen.

3.2.2 STIMULERINGSREGLINGEN

In deze deelparagraaf wordt antwoord gegeven op onderzoeksvraag 7:

“Welke financieringsvormen zijn geschikt om afkoppelen van particulier terrein te stimuleren?”

Uit voorgaande deelparagraaf bleek dat er diverse financieringsvormen geschikt zijn om afkoppelen te stimuleren. Zo zijn er diverse subsidieregelingen en zijn er mogelijkheden om de rioolheffing zo in te richten dat afkoppelen wordt gestimuleerd.

Subsidieregelingen kunnen op veel diverse manieren plaatsvinden. Echter, een subsidiebedrag op basis van het aantal afgekoppelde vierkante meters afvoerend verhard oppervlak is het meest geschikt. Bij deze wijze van subsidiëren is het subsidiebedrag direct gekoppeld aan de grootte van het afgekoppelde oppervlak. Andere methoden, zoals een percentage van de WOZ-waarde of een percentage van de projectkosten, zijn niet direct aan het afgekoppelde oppervlak verbonden. Daarom zal een bedrag per vierkante meter afgekoppeld oppervlak het meest stimulerend werken voor particulieren.

Ongeveer de helft van de totale kosten voor gemeentelijke watertaken betreffen kosten voor de afvoer van afvalwater en de andere helft kosten voor de afvoer van hemelwater. Een differentiatie op de rioolheffing is mogelijk binnen het gedeelte voor hemelwater. Omdat de gemeente altijd een deel van de heffing voor hemelwater nodig heeft voor de bekostiging van het gemeentelijk rioleringsstelsel, kan er slechts gedeeltelijk gedifferentieerd worden op dit deel. Redelijkerwijs kan gesteld worden dat op circa 50% van het hemelwaterdeel van de rioolheffing gedifferentieerd kan worden (Philippart & Vegter, 2016). Een dergelijke differentiatie wordt bij diverse gemeenten ook toegepast op de afvalstoffenheffing en wordt ‘Diftar’ genoemd. Dit staat voor gedifferentieerde tarieven en betekent dat particulieren betalen voor de hoeveelheid afval dat zij aanbieden. Dit kan worden vastgesteld op basis van het aantal aanbiedingen, het gewicht of het volume. Het resultaat hiervan is dat er minder afval wordt aangeboden door particulieren, waardoor zij minder afvalstoffenheffing moeten betalen (De Jonge Milieuadvies, 2009).

Binnen de rioolheffing zijn diverse maatstaven toepasbaar, waarbij er heffing op basis van een hemelwaterlabel zeer interessant lijkt voor het stimuleren van afkoppelen. Bij het toepassen van deze maatstaf, ontwikkeld door bureau Nelen & Schuurmans, dient de particulier zelf aan te tonen hoeveel verhard oppervlak er daadwerkelijk is aangesloten op het gemeentelijk rioleringsstelsel. Indien na controle door overheid duidelijk is dat een bepaalde hoeveelheid verharding niet aangesloten is op het gemeentelijk rioleringsstelsel, kan een korting worden gegeven op de rioolheffing. De gemeente kent dan een hemelwaterlabel toe aan het perceel, waarbij label A bijvoorbeeld volledig afgekoppeld is en label G volledig afvoert op het gemeentelijk rioleringsstelsel (Bor & Mesters, 2016). Het systeem is vergelijkbaar met het energielabel dat sinds 2015 aan alle woningen is toegekend. Een energielabel geeft aan hoe energiezuinig een woning is en een hemelwaterlabel geeft aan hoe waterbewust er op een perceel met hemelwater wordt omgegaan.

Conclusie: Subsidieregelingen en een juiste inrichting van de rioolheffing zijn geschikt om afkoppelen van particulier terrein te stimuleren. De meest geschikte subsidie-regeling is een bedrag per vierkante meter afgekoppeld oppervlak. Door een juiste maatstaf te kiezen voor het hemelwaterdeel van de rioolheffing kan een differentiatie plaatsvinden op ongeveer een kwart van de totale heffing. De meest geschikte maatstaf hiervoor is het heffen op basis van een hemelwaterlabel.

3.2.3 AANLEGKOSTEN VAN BERGINGS- EN INFILTRATIEVOORZIENINGEN

In deze deelparagraaf wordt antwoord gegeven op onderzoeksvraag 8:

"Wat zijn de aanlegkosten van de bergings- en infiltratievoorzieningen op basis van de technische ontwerpen van de vier veelvoorkomende woningtypen?"

Voor de beschouwde woningtypen met bijbehorende percelen zijn bergings- en infiltratievoorzieningen ontworpen. Voor de rijwoning komen de totale investeringskosten uit op ongeveer €1.330. Voor de twee-onder-een-kapwoning komen de totale investeringskosten uit op ongeveer €1.700. Voor de vrijstaande woning zijn de totale investeringskosten ongeveer €2.150.

De investeringskosten die hierboven zijn benoemd zijn gebaseerd op het volledig afkoppelen van de percelen. De prijzen van producten en materialen zijn afkomstig van toegankelijke verkoopadressen voor particulieren. De gehanteerde bronnen zijn: Wildkamp.nl, Grind-split.nl en Nubuiten.nl. De opbouw van de investeringskosten voor de aanleg van deze voorzieningen zijn per ontwerp opgenomen in bijlage D.4 'Kostenoverzichten'.

Conclusie: Voor de rijwoning komen de totale investeringskosten uit op ongeveer €1.330. Voor de twee-onder-een-kapwoning komen de totale investeringskosten uit op ongeveer €1.700. Voor de vrijstaande woning zijn de totale investeringskosten ongeveer €2.150.

3.3 BELEID

Voor het omgaan met hemelwater op particulier terrein wordt er in Nederland beleid gevoerd door alle overheden. Dit beleid wordt gebaseerd op nationale wetgeving en doelstellingen afkomstig van Europees en nationaal bestuursniveau. Door alle overheden wordt het beleid vertaald in plannen, visies en richtlijnen.

In deze paragraaf worden de landelijke overheidsdoelstellingen beschreven die zijn vastgelegd in richtlijnen en beleidsplannen en die relevant zijn voor de omgang met hemelwater op particulier terrein. Hierna wordt de gemeentelijke beleidsvoering ten aanzien van de hemelwaterzorgplicht beschreven die op basis van 15 geïnterviewde gemeenten onderzocht is. Tot slot worden de beleidsmatige aanpassingen benoemd die de gemeentelijke invulling van de hemelwaterzorgplicht concreter maken en het afkoppelen van particulier terrein kunnen bevorderen.

3.3.1 LANDELIJKE OVERHEIDSDOELSTELLINGEN

In deze deelparagraaf wordt antwoord gegeven op onderzoeksvraag 9:

"Welke landelijke overheidsdoelstellingen zijn relevant voor het bergen en infiltreren van hemelwater op particulier terrein?"

In de huidige richtlijnen en beleidsplannen van alle overheden zijn er verschillende doelstellingen geformuleerd die het bergen en infiltreren van hemelwater op particulier terrein stimuleren. Deze doelstellingen worden gebaseerd op bestaande wetgevingen voor water en milieu.

De volgende doelstellingen uit de richtlijnen en beleidsplannen hebben betrekking op het bergen en infiltreren van hemelwater op particulier terrein.

Waterprijsbeleid voeren

In de Europese Kaderrichtlijn Water (2000) wordt waterprijsbeleid genoemd als een van de mogelijke maatregelen om de waterkwaliteit te verbeteren. In de waterketen zijn er voor kleinere verbruikers zoals huishoudens weinig prikkels om zuiniger met water om te gaan of vervuiling aan de bron tegen te gaan. Dit kan gestimuleerd worden door beleid te voeren op basis van het principe “de vuiler betaalt”.

Anticiperen op klimaatverandering

Het Nationaal Waterplan 2016-2021 stelt dat Nederland in 2050 zo goed mogelijk klimaatbestendig en waterrobuust is ingericht. De Wet milieubeheer (2009) geeft een voorkeursvolgorde voor het omgaan met afvalwater om zo droogte en wateroverlast als gevolg van extremere buien tegen te gaan. ‘Schoon’ afvalwater, zoals afstromend hemelwater, wordt bij voorkeur ter plaatse terug in het milieu gebracht door bodeminfiltratie (vasthouden), dan geborgen in oppervlaktewater of andere bergvoorzieningen (opslaan), en pas als dit niet mogelijk is, wordt het hemelwater gescheiden van het huishoudelijk afvalwater afgevoerd (lozen). Deze voorkeursvolgorde kan worden vergeleken met de drietrapsstrategie waarmee de overheid overstromingen wil voorkomen (Quizlet, z.j.).

Doelmatig waterbeheer

In het Bestuursakkoord Water (2011) verklaren het Rijk, provincies, gemeenten, waterschappen en drinkwaterbedrijven dat zij intensief met elkaar gaan samenwerken in de (afval)waterketen om wateropgaven aan te pakken. Voor gemeenten en waterschappen moet deze samenwerking leiden tot een besparing van kosten, kwaliteitsverbetering, vermindering van de kwetsbaarheid en kennisuitwisseling.

In de rioleringsplannen van de geïnterviewde gemeenten is een van de ambities dat het afkoppelen van hemelwater wordt gecombineerd met renovaties van wegen en openbaar terrein. Waar mogelijk worden ook voorzijdes van woningen en gebouwen mee afgekoppeld. Het combineren van deze activiteiten draagt bij aan een doelmatig waterbeheer.

Waterbewustwording en verantwoordelijkheid particulieren

Het Nationaal Waterplan 2016-2021 stelt dat Nederlanders zich meer bewust moeten worden van water en de grote inspanningen die nodig zijn om Nederland droog en bewoonbaar te houden. Het ontbreken van voldoende waterbewustzijn kan leiden tot verminderd draagvlak voor maatregelen. Door middel van communicatie voor jong en oud zal het waterbewustzijn vergroot moeten worden zodat iedereen zijn eigen verantwoordelijkheid neemt om samen te komen tot een waterrobuuste ruimtelijke inrichting.

Conclusie: Het Nederlandse watersysteem moet worden verbeterd door bewuster om te gaan met water. Nederlanders moeten zich bewuster worden van water en dit dient te worden gestimuleerd door het voeren van een beleid volgens het principe ‘de vervuiler betaalt’. Daarnaast moeten de overheidspartijen intensiever met elkaar gaan samenwerken voor een doelmatig waterbeheer.

3.3.2 GEMEENTELIJKE INVULLING HEMELWATERZORGPLICHT

In deze deelparagraaf wordt antwoord gegeven op onderzoeksvraag 10:

“Hoe geven gemeenten hedendaags invulling aan de hemelwaterzorgplicht”

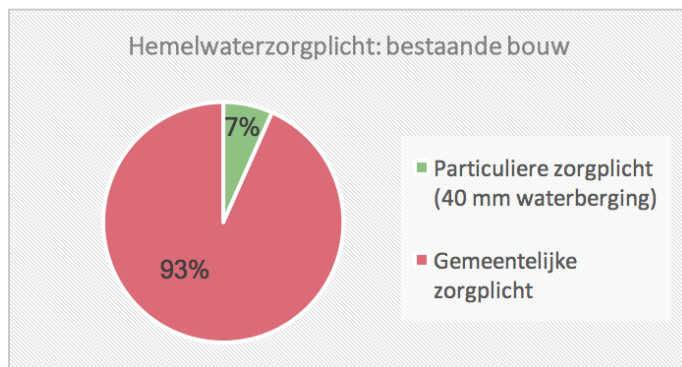
De Waterwet (2009) stelt in artikel 3.5 dat gemeenten zorg dragen voor een doelmatige inzameling en verwerking voor hemelwater. Deze gemeentelijke zorgplicht geldt niet in situaties waarin de particulier

redelijkerwijs kan worden gevraagd zelf het afvloeiende hemelwater in de bodem of in het oppervlaktewater te brengen.

De gemeentelijke beleidsvoering ten aanzien van dit wetsartikel is binnen 15 gemeenten onderzocht om een beeld te krijgen hoe de hemelwaterzorgplicht wordt geïnterpreteerd. Hierbij is de beleidsmatige invulling van de hemelwaterzorgplicht onderzocht voor bestaande bouw, nieuwbouw en is onderzocht hoe gemeenten stimuleren in het afkoppelen van particulier terrein. De resultaten zijn gecategoriseerd en in figuren 13 t/m 15 opgenomen.

Hemelwaterzorgplicht: bestaande bouw

Van de 15 onderzochte gemeenten is gemeente Laren de enige die bij bestaande bouw de hemelwaterzorgplicht bij de particulier neerlegt en daarbij een gemeentelijke hemelwaterverordening volgens art. 10.32a Wet Milieubeheer heeft ingesteld (figuur 13). In deze verordening verplichten zij de inwoners van Laren om binnen een tijdspad van drie jaar hun dakvlakken en tuinverhardingen af te koppelen van het gemeentelijk rioleringsstelsel en zelf voorzieningen te treffen voor de berging en infiltratie van het hemelwater op eigen perceel. De achterliggende reden van deze verordening is dat de gemeente Laren extreme wateroverlast heeft gehad met schades aan woningen tot gevolg. Daarbij heeft de gemeente Laren niet genoeg ruimte om openbare voorzieningen te treffen en de problemen in de toekomst op te lossen. Een andere bijkomstigheid is dat de infiltratiecapaciteit van bodem binnen de gemeente erg goed is.



Figuur 13: Invulling hemelwaterzorgplicht bij bestaande bouw binnen de beschouwde gemeenten.

De overige 14 gemeenten (93%) dragen zelf de zorg door het hemelwater wat afkomstig is van particulier terrein in te zamelen en te verwerken. De meest genoemde redenen hiervoor zijn hieronder opgesomd:

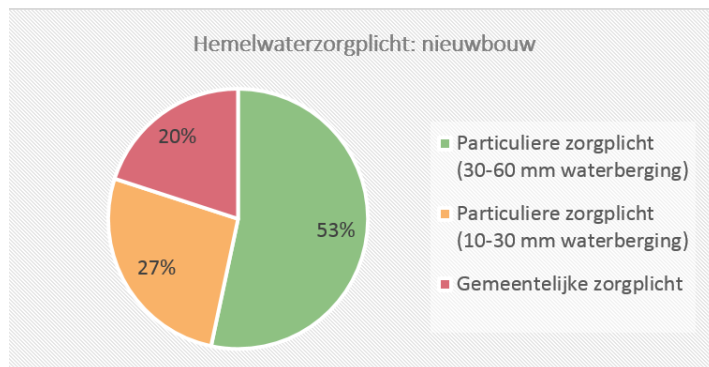
- Verplichten werkt averechts, de gemeente wil particulieren stimuleren om zelf af te koppelen;
- Weinig draagvlak vanuit de gemeenteraad om particulieren verantwoordelijk te maken vanwege het te verwachten maatschappelijke acceptatieprobleem;
- Technische knelpunten bij het afkoppelen op het gebied van ontluuchtingsproblemen;
- Handhaving is lastig en zal veel geld kosten;
- Het functioneren van de voorzieningen is niet goed te controleren.

Hemelwaterzorgplicht: nieuwbouw

Bij nieuwbouw is er een duidelijke driedeling te zien tussen de onderzochte gemeenten (figuur 14). Een groep van 12 gemeenten (80%) legt de hemelwaterzorgplicht deels of helemaal bij de particulier. De gemeente Nijmegen legt bijvoorbeeld een verplichting op van 10 mm waterberging op particulier terrein. Gemeente 's-Hertogenbosch daarentegen, verplicht 60 mm waterberging op particulier terrein buiten de binnenstad. Een groep van 3 gemeenten (20%) stelt geen verplichting op particulier terrein, maar wil alles op openbaar terrein regelen.

De redenen waarom de verschillen zo groot zijn, zijn hieronder opgesomd:

- Twintig procent van de gemeenten vindt het beter om zelf zorg te dragen en daarmee het beheer en onderhoud uit te voeren om zo het functioneren van een systeem te garanderen;
- Gemeenten bepalen zelf wat zij een redelijke berging vinden voor particulieren;
- Infiltratiecapaciteit van de bodem binnen gemeenten.



Figuur 14: Invulling hemelwaterzorgplicht bij nieuwbouw binnen de beschouwde gemeenten.

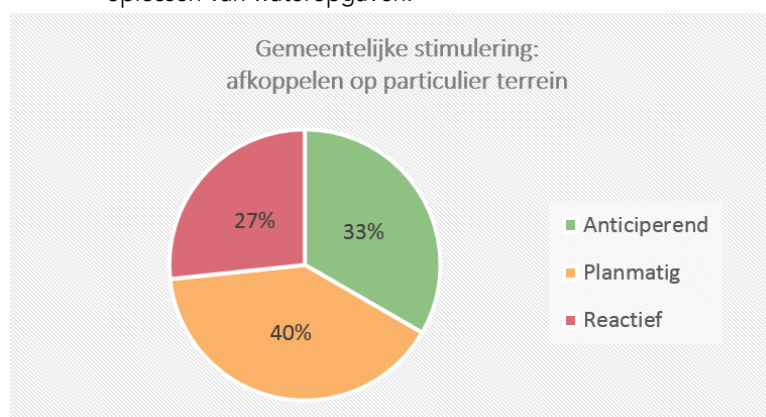
Gemeentelijke stimulering: afkoppelen op particulier terrein

Het stimuleren van particulieren om eigen terrein af te koppelen wordt door gemeenten in verschillende mate aangepakt (figuur 15). Voor deze maten zijn er de volgende drie niveaus opgesteld:

- Reactief: Alleen informeren/adviseren bij afkoppelprojecten, klachten en losse vragen.
- Planmatig: Informeren/adviseren bij afkoppelprojecten, klachten en individuele vragen. Daarnaast tuinvergroeningsacties of presentaties en voorlichtingen organiseren.
- Anticiperend: Informatie, advies en stimulering via samenwerkingsverbanden (platforms), financiële subsidieregelingen, tuinvergroeningsacties, presentaties en voorlichtingen organiseren.

De redenen waarom gemeenten ten opzichte van elkaar in andere mate stimuleren, zijn hieronder opgesomd:

- Niet iedere gemeente heeft genoeg capaciteit, tijd of geld om particulieren te stimuleren;
- Niet iedere gemeente weet hoe ze particulieren moeten stimuleren;
- Gemeenten hebben een verschillende mening over het afhankelijk zijn van particulieren bij het oplossen van wateropgaven.



Figuur 15: Mate van stimuleren om af te koppelen op particulier terrein binnen de onderzochte gemeenten.

Conclusie: Uit de resultaten blijkt dat bij bestaande bouw nog steeds 14 van de 15 onderzochte gemeenten de hemelwaterzorgplicht volledig bij zichzelf neerlegt, sinds het intreden van de Waterwet in 2009. De achterliggende reden is dat gemeenten geen verplichtingen willen opleggen aan particulieren in verband met de verwachte weerstand. In het geval van nieuwbouw stellen wel 13 van de 15 onderzochte gemeenten een verplichting aan het bergen en infiltreren van hemelwater op particulier terrein, omdat de particuliere weerstand hier aanzienlijk minder zal zijn. Het stimuleren van het afkoppelen van particulier terrein wordt maar door 5 van de 15 gemeenten op een anticiperend ambitieniveau aangepakt.

3.3.3 GEWENSTE GEMEENTELIJKE BELEIDSVOERING

In deze deelparagraaf wordt antwoord gegeven op onderzoeksvraag 11:

“Welke beleidsmatige maatregelen kunnen de gemeentelijke invulling van de hemelwaterzorgplicht concreter maken en het afkoppelen van particulier terrein bevorderen?”

De gemeentelijke beleidsvoering is van essentieel belang bij het bevorderen van afkoppelen van particulier terrein. In het gemeentelijk rioleringsplan wordt het gemeentelijk beleid verwoord door het stellen van doelen, middelen en een tijdpad in onderlinge samenhang. De beleidsmatige maatregelen die nodig zijn om de invulling van de hemelwaterzorgplicht concreter te maken en het afkoppelen van particulier terrein te bevorderen, zijn daarom gebaseerd op de formulering van het gemeentelijk rioleringsplan.

Invulling hemelwaterzorgplicht

De huidige gemeentelijke rioleringsplannen geven geen duidelijke omschrijving van de hemelwaterzorgplichten van de particulier. Het begrip ‘redelijkerwijs’ wordt overgenomen uit artikel 3.5 van de Waterwet en er wordt door nagenoeg alle gemeenten geen invulling gegeven in welke gevallen een particulier wel of niet verplicht is zorg te dragen voor hemelwater afkomstig van eigen terrein. Om de invulling van de hemelwaterzorgplicht concreter te maken is het daarom van belang om het begrip ‘redelijkerwijs’ uit artikel 3.5 van de Waterwet (2009) te definiëren in het gemeentelijke beleid.

Ambitievoorstellen

In bijna alle gemeentelijke rioleringsplannen worden doelstellingen uitgewerkt in ambitievoorstellen. Hierbij wordt een ambitievoorstel gecombineerd met een ambitieniveau om een gewenste beleidsmatige aanpak te beschrijven. De ambitieniveaus hebben de volgende kenmerken:

Reactief:	Minimale invulling aan wettelijke verplichtingen die voortkomen uit de zorgplichten van hemelwater. Geen structurele maar ad-hoc benadering van de rioleringszorg.
Planmatig:	Er wordt voldaan aan de wettelijke taken en ingespeeld op de zorgplichten voor hemelwater in relatie tot klimaatontwikkeling. De rioleringszorg wordt op structurele wijze aangepakt en er wordt op verantwoordelijke wijze verhard oppervlak afgekoppeld.
Anticiperend:	Vooruitstrevende houding in de wettelijke verplichtingen die voortkomen uit de zorgplichten van hemelwater. De rioleringszorg wordt aangepakt met oog voor duurzaamheid en een bewuste omgang met hemelwater.

Zoals de resultaten uit de voorgaande deelparagraaf aangeven, leggen veel van de onderzochte gemeenten geen verantwoordelijkheid bij de particulier en ontbreekt ook het juiste ambitieniveau in het stimuleren van particulieren om vrijwillig af te koppelen.

Om het afkoppelen particulier terrein te bevorderen moeten er nieuwe ambitievoorstellen met een planmatig en/of anticiperend ambitieniveau worden geformuleerd die betrekking hebben op:

- De verantwoordelijkheid van particulieren;
- Financiële stimulering van particulieren;
- Communicatie naar particulieren;
- Afkoppelen van particulier terrein als variant zien voor maatregelen tegen wateroverlast in het openbare gebied.

Deze ambities moeten vervolgens in de planperiode van het gemeentelijk rioleringsplan met daadwerkelijke beleidsvoering worden nagestreefd en in uitvoering worden gebracht.

Conclusie: Het gemeentelijke beleid moet een duidelijke invulling van de hemelwaterzorgplicht krijgen door particuliere verantwoordelijkheden te definiëren in het gemeentelijk rioleringsplan. Door het stellen van nieuwe ambitievoorstellen met een 'anticiperend' ambitieniveau moet het afkoppelen van particulier terrein worden bevorderd. Deze ambities moeten worden geformuleerd in het gemeentelijk rioleringsplan en vervolgens gedurende de planperiode in uitvoering worden gebracht.

3.4 MAATSCHAPPIJ

Kennis over water is er voldoende. De toepassing ervan moet echter door de maatschappij gedragen worden. Maatregelen om particulier terrein af te koppelen vereisen een bepaald maatschappelijk waterbewustzijn. Dit waterbewustzijn zal vergroot moeten worden om draagvlak te creëren voor het afkoppelen van particulier terrein.

In deze paragraaf wordt het huidige waterbewustzijn van Nederlanders gepeild en mogelijkheden onderzocht om het waterbewuste gedrag te vergroten. Daarnaast worden verschillende particuliere ervaringen ten aanzien van het afkoppelen beschreven.

3.4.1 HUIDIG WATERBEWUSTZIJN

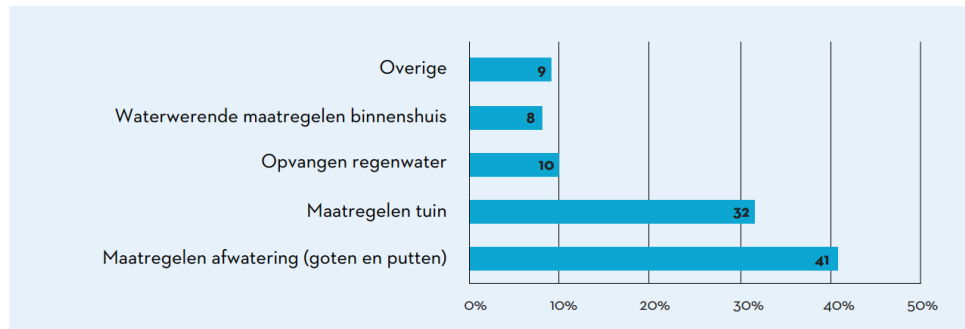
In deze deelparagraaf wordt antwoord gegeven op onderzoeksvraag 12:

"Hoe groot is het huidige waterbewustzijn van Nederlanders?"

Waterbewustzijn is een breed begrip en gerelateerd aan verschillende watervraagstukken. Dit onderzoek richt zich voornamelijk op het bewustzijn van Nederlanders over de omgang met afvloeiend hemelwater in de eigen leefomgeving. Om het huidige waterbewustzijn over dit vraagstuk te peilen is gebruik gemaakt van het onderzoek 'Nederlanders en water' van het NCDO. Dit is het Nederlandse kennis- en adviescentrum voor burgerschap en internationale samenwerking en heeft dit onderzoek verricht onder ruim 1.200 Nederlanders. Hierbij hebben ze onderzocht wat de meningen en gedragskenmerken zijn van particulieren op het gebied van water, in het bijzonder naar vraagstukken over waterverbruik, wateroverlast en drinkwater.

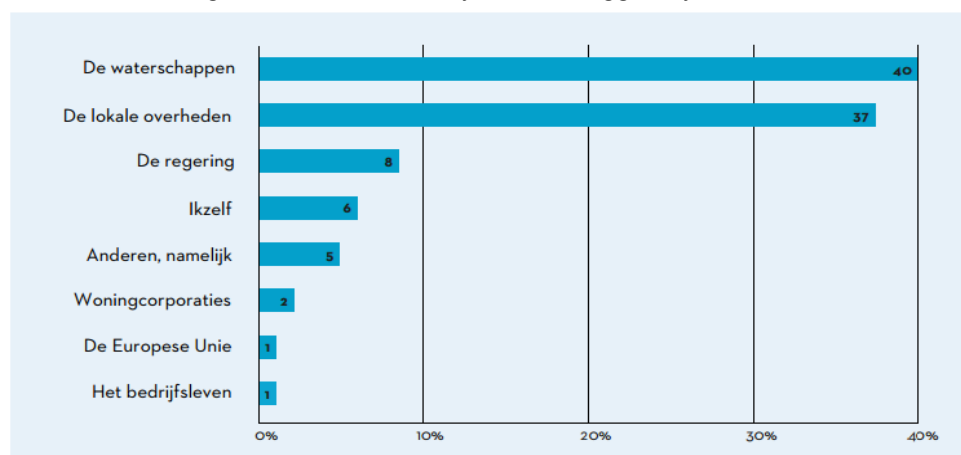
Het NCDO onderzoek geeft over het vraagstuk 'wateroverlast' de volgende conclusies:

- Een meerderheid van de Nederlanders (68%) verwacht dat extreme weersomstandigheden, zoals hoosbuien, in de toekomst vaker in Nederland zullen voorkomen en dat de toegenomen neerslag een gevolg van klimaatverandering is.
- Een klein deel van de Nederlanders (17%) neemt maatregelen om de eigen leefomgeving regenbestendig te maken. De soort maatregelen zijn in figuur 16 weergegeven.



Figuur 16: Genomen maatregelen tegen wateroverlast, (%), ongewogen resultaten, op basis van 239 maatregelen genoemd door 215 respondenten. (NCDO, 2014)

- Het treffen van maatregelen in de eigen leefomgeving om hemelwater op te vangen gebeurt wellicht weinig omdat:
 - De beschikbaarheid van goedkoop drinkwater in Nederland zo vanzelfsprekend is en er dus weinig noodzaak tot het opvangen en hergebruiken van regenwater wordt gevoeld.
 - Een laag percentage Nederlanders (7%) in 2014 last had van wateroverlast en daarom ook niet geneigd zijn om preventieve maatregelen te nemen.
 - Het gevoel van eigen verantwoordelijkheid voor de aanpak van wateroverlast erg laag is omdat een groot percentage Nederlanders de verantwoordelijkheid voor het nemen van maatregelen bij anderen neerleggen. In figuur 17 is te zien dat ruim 85% van de ondervraagden de verantwoordelijkheid neerleggen bij overheidsinstanties.



Figuur 17: Verantwoordelijkheid voor de aanpak van wateroverlast (%), gewogen resultaten, n=1.237 (NCDO, 2014)

- Bijna een kwart van de Nederlanders overweegt maatregelen te nemen tegen wateroverlast. Deze maatregelen hebben betrekking op de inrichting van woningen en tuinen.

Conclusie: De onderzoeksresultaten laten zien dat het waterbewustzijn van een Nederlander op het gebied van regenbestendig wonen nog niet erg hoog is, terwijl er wel extremere weersomstandigheden worden verwacht in de toekomst. Slechts een kwart zou zelf maatregelen nemen tegen wateroverlast. Een klein deel van 17% neemt al maatregelen, waarvan de helft van deze maatregelen neerkomen op het opvangen en infiltreren van hemelwater.

3.4.2 STIMULEREN VAN WATERBEWUST GEDRAG

In deze deelparagraaf wordt antwoord gegeven op onderzoeksvraag 13:

"Door welke maatregelen kan waterbewust gedrag worden gestimuleerd?"

In de vorige deelparagraaf werd er gesproken over het waterbewustzijn van Nederlanders. Het vergroten van het waterbewustzijn heeft op zichzelf weinig betekenis. Om ervoor te zorgen dat mensen maatregelen gaan treffen in hun eigen omgeving, is het van belang dat waterbewustzijn omgezet wordt in waterbewust gedrag.

De gedragswetenschappen leren ons dat probleembewustzijn geen garantie is voor waterbewust gedrag. Men gedraagt zich anders indien de gedragsvoorwaarden veranderen. Wet- en regelgeving is hierbij een instrument, maar ook financiële stimulering en (overheids-)communicatie. Belangrijk hierbij is de sociale inbedding van gedrag. Sleutelpersonen, actiegroepen, verenigingen en organisaties zijn zeer belangrijk voor de beïnvloeding van gedrag. Daarnaast blijkt uit ervaringen met waterbewustzijn en waterbewust gedrag in het buitenland dat een eenvoudige aanpak de voorkeur heeft. (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2007)

Beïnvloeding door wetgeving

De Waterwet geeft gemeenten de mogelijkheid om de hemelwaterzorgplicht via een hemelwaterverordening bij de particulier neer te leggen in situaties waarin de particulier redelijkerwijs kan worden gevraagd zelf het afvloeiende hemelwater in de bodem of oppervlaktewater te brengen. Hierbij is het aan de gemeente om te bepalen wat zij verstaan onder het begrip 'redelijkerwijs'. Wanneer een gemeente de particulier via wetgeving verplicht zal waterbewust gedrag vanzelf moeten ontstaan, ook al zijn de verwachtingen dat een verplichting veel weerstand opwekt.

Beïnvloeding door financiële stimulering

Subsidieregelingen en waterprijsbeleid zijn vormen van financiële stimulering die ertoe kunnen leiden dat men zich meer waterbewust gaat gedragen. Met een subsidieregeling kan de financiële drempel voor het afkoppelen van particulier terrein een stuk lager worden. Het verlagen van deze drempel zal een positieve invloed hebben op het aantal particulieren dat ervoor kiest om zelf te gaan afkoppelen. Het idee van waterprijsbeleid is dat door het geven van de juiste (prijs-)prikkel duurzaam gebruik van water kan worden gestimuleerd en belastende activiteiten kunnen worden beïnvloed, onder meer door middel van het principe "de vervuiler betaalt" (Rijksoverheid, z.j.). Wanneer men door het blijven lozen van hemelwater op de riolering meer gaat betalen dan degene die dat niet doet, zal het effect hiervan een positieve werking hebben op de interesse voor het afkoppelen van particulier terrein.

Beïnvloeding door communicatie

Campagnes en persoonlijke benadering zijn communicatiemiddelen om waterbewust gedrag te stimuleren. Hierbij is een goede uitleg van nut en noodzaak van afkoppelen een eerste stap in het communicatietraject om draagvlak en enthousiasme te creëren. Belangrijk in deze communicatie is dat particulieren ervoor zichzelf directe voordelen in moeten zien, anders zal communicatie niet leiden tot de gewenste medewerking (Tauw, 2009).

Er zijn een aantal grote campagnes zoals 'Amsterdam Rainproof', 'Groen Blauwe Netwerken' en 'Operatie Steenbreek' die mensen informeren en handelingsperspectief geven om zelf een bijdrage te leveren aan het bewust omgaan met hemelwater. Deze campagnes worden veelal via de media gevoerd en bevatten goede gevisualiseerde voorbeelden over hoe bijvoorbeeld een 'waterbewuste' tuin eruitziet. Er zijn mogelijkheden om als gemeente deel te nemen aan bijvoorbeeld een campagneplatform zoals 'Operatie

Steenbreek' om zo toegang te krijgen tot informatie, kennisuitwisseling en tools over het ontharden van particuliere tuinen.

Gemeente Nijmegen is een voorbeeldgemeente waar naast een mediaplatform ook persoonlijke benadering en ondersteuning onderdeel is van de beleidsstrategie om mensen aan het afkoppelen te krijgen. Deze persoonlijke benadering bestaat uit een voorlichtingsbijeenkomst en een keukentafelgesprek om advies te kunnen geven aan de particulier.

Zoals genoemd in deelparagraaf 3.2.1 'Huidige financieringsvormen' is de gemeente Boxtel in samenwerking met bewonersorganisatie SPPiLL een pilotproject aan het uitvoeren op het gebied van afkoppelen van particulier terrein. Net als de gemeente Nijmegen, zoekt ook de gemeente Boxtel persoonlijke benadering en geven zij in samenwerking met Waterschap de Dommel een persoonlijk afkoppeladvies aan de particulier.

Conclusie: Waterbewust gedrag kan vanuit wetgeving worden bevorderd door een hemelwaterverordening in te stellen. Ook financieel stimulerende maatregelen zoals subsidieregelingen en het voeren van een waterprijsbeleid zullen ertoe leiden dat waterbewust gedrag vergroot wordt. Bij deze maatregelen is persoonlijke- en campagnecommunicatie van groot belang voor het uitleggen van nut en noodzaak van het afkoppelen van particulier terrein en het creëren van draagvlak.

3.4.3 PARTICULIERE ERVARINGEN

In deze deelparagraaf wordt antwoord gegeven op onderzoeksvraag 14:

"Wat zijn de ervaringen van particulieren die eigen terrein hebben afgekoppeld of ermee bezig zijn?"

Door meningen en ervaringen van particulieren over het afkoppelen van hemelwater te onderzoeken, kan er gezocht worden naar belangrijke handelsperspectieven om ook andere particulieren aan het afkoppelen te krijgen.

Buurtonderzoek gemeente Deventer

Het onderzoeksrapport 'Druppels en Drempels bij het Afkoppelen in De Worp' geeft ervaringen van 39 particulieren binnen de gemeente Deventer over het afkoppelen van hemelwater. Van dit aantal zijn 22 particulieren reeds afgekoppeld en hebben 17 particulieren de interesse om af te koppelen (Tauw, 2016).

De belangrijkste conclusies uit dit rapport zijn:

- De geïnteresseerdere geven aan nog niet afgekoppeld te zijn omdat ze nog niet precies weten hoe het afkoppelen moet en wat de benodigde bergingscapaciteit is. Ook geeft een groot deel van de geïnteresseerde aan dat ze nog geen tijd hebben.
- De geïnteresseerde geven aan graag meer specifieke kennis te willen hebben over wat er nodig is en wat er gedaan moet worden met overlopend water in extreme neerslagsituaties. Daarnaast willen zij niet zozeer fysieke hulp, maar wel hulp bij het bedenken van creatieve alternatieven.
- De ondervraagde geven aan dat het genereren van meer publiciteit en het verspreiden van meer informatie nodig is om meer mensen af te laten koppelen. Hierbij is informatie over de werking van het afkoppelen belangrijk, maar ook het geven van goede voorbeelden wordt als belangrijk bevonden.

- In een aantal open antwoorden van ondervraagden werd de verantwoordelijkheid van de gemeenten in het afkoppelen van openbare gebieden/gebouwen een aantal keer genoemd. Vooral de samenwerking met de buurtbewoners zou een middel kunnen zijn waarmee de gemeenten mensen kunnen overhalen om af te koppelen.

Particulieren gemeente Nijmegen

Uit een enquêteonderzoek onder drie afgekoppelde particulieren binnen de gemeente Nijmegen blijkt dat de gemeente uitstekend heeft gehandeld in het aansporen en het aanbieden van advies over het afkoppelen van particulier terrein. Alle drie de personen waren erg tevreden over de persoonlijke hulp en de financiële stimulering die de gemeente heeft gegeven. Over het verplichten van particulieren om af te koppelen zijn de ondervraagde negatief. Wel zijn zij van mening dat er meer verantwoordelijkheid bij particulieren moet worden gecreëerd.

De enquête die via de mail naar de particulieren is verstuurd, is te vinden in bijlage A.2 'Interview agenda particulieren'.

Conclusie: Particulieren die bezig zijn met afkoppelen geven aan dat ze graag meer informatie willen hebben over hoe zij eigen terrein kunnen afkoppelen. Particulieren die al zijn afgekoppeld geven aan dat er meer publiciteit moet komen voor het afkoppelen van particulier terrein. De persoonlijke benadering vanuit de gemeente wordt hierbij gewaardeerd. Daarnaast moet de gemeente ook zelf initiatief nemen in het treffen van maatregelen binnen het openbare gebied en de samenwerking opzoeken met particulieren.

4 CONCLUSIE

In dit hoofdstuk zijn de antwoorden op de onderzoeksvragen uitgeschreven tot een volledige eindconclusie. Deze conclusie is, net als de resultaten, opgebouwd uit de aspecten: techniek, financiën, beleid en maatschappij.

4.1 TECHNIEK

In Nederland komen de volgende vier woningtypen veel voor: de rijwoning, de twee-onder-een-kapwoning, de vrijstaande woning en het appartementencomplex. De percelen die horen bij de vier woningtypen variëren sterk in perceelgrootte, verhard oppervlak en onverhard oppervlak. Voor het technische ontwerp zijn standaardpercelen opgesteld voor elk woningtype. De uitgangspunten voor de eigenschappen van deze percelen zijn weergegeven in tabel 5 en 6 (deelparagraaf 3.1.1 'Standaard woonpercelen en bodemaspecten') en bijlage B 'Standaard percelen'.

Voor het ontwerpen van bergings- en infiltratievoorzieningen bestaan nog geen technische eisen. Wel bestaan er diverse richtlijnen. Tabel 7 in deelparagraaf 3.1.2 'Ontwerprichtlijnen voor bergings- en infiltratievoorzieningen' geeft de richtlijnen weer die gehanteerd worden voor de technische ontwerpen. Een belangrijk aandachtspunt bij het ontwerp van bergings- en infiltratievoorzieningen op particulier terrein is de ontluuchtingscapaciteit van het gemeentelijk rioleringsstelsel. Deze ontluuchting vindt voornamelijk plaats via de ontspanningsleidingen en regenpijpen van woningen. Na het ontkoppelen van regenpijpen neemt de ontluuchtingscapaciteit dus aanzienlijk af. Dit probleem kan worden opgelost door onder andere open putdeksels, extra regenpijpen en/of een ontluuchtingsput zoals de O2-put (Kragten B.V.).

De ontworpen bergings- en infiltratievoorzieningen zijn: een maaiveldverlaging, grindkoffers en infiltratiekragen. Deze voorzieningen stonden bovenaan in de voorkeursvolgorde die ontstond na een vergelijking in een multicriteria-analyse. Het ontwerp van een rijwoning bestaat daarom uit een grindkoffer aan de voorzijde van de woning en infiltratiekragen aan de achterzijde. Bij een twee-onder-een-kapwoning zijn dit infiltratiekragen aan de voorzijde van de woning en een maaiveldverlaging aan de achterzijde. Bij een vrijstaande woning worden zowel aan de voorzijde als aan de achterzijde grindkoffers toegepast. Voor het appartementencomplex is geen ontwerp gemaakt, omdat een retentiedak de enige toepasbare optie is en hiervoor te weinig kennis en onderzoek beschikbaar is.

4.2 FINANCIËN

Gemeentelijke rioleringsstelsels worden vanuit rioolheffingen gefinancierd. Gemeenten mogen een dergelijke heffing bepalen voor afvalwater en hemelwater. Daarbij mogen gemeenten ervoor kiezen om de gebruiker of de eigenaar te belasten met de heffing. Voor het bepalen van het heffingsbedrag zijn diverse maatstaven mogelijk. Door een juiste maatstaf te kiezen kan een differentiatie plaatsvinden op ongeveer een kwart van de totale rioolheffing voor (gedeeltelijk) afgekoppelde percelen. Particuliere bergings- en infiltratievoorzieningen worden gefinancierd vanuit particuliere eigen bijdragen en subsidieregelingen.

Een geschikte maatstaf voor het hemelwaterdeel van de rioolheffing is het hemelwaterlabel. Dit is een nieuwe methode, waarbij woningen een label ontvangen dat aangeeft hoe bewust het perceel is ingericht op het gebied van hemelwater. Het geeft particulieren de mogelijkheid om zelf een korting te creëren op de te betalen rioolheffing door afvoerend verhard oppervlak af te koppelen. Bij deze inrichting van de rioolheffing is ook een subsidieregeling zeer geschikt om afkoppelen te stimuleren. Een subsidieregeling met een bedrag per vierkante meter afgekoppeld oppervlak is dan de meest geschikte regeling.

De investeringskosten voor een rijwoning bedragen €1.330 om het gehele perceel af te koppelen van het gemeentelijke rioleringsstelsel. Voor een twee-onder-een-kapwoning is dit €1.700 en voor een vrijstaande woning €2.150. Een subsidieregeling zou deze kosten voor particulieren aanzienlijk kunnen reduceren.

4.3 BELEID

De gemeentelijke beleidsvoering ten aanzien van de afzonderlijke hemelwaterzorgplicht is sinds het intreden van de Waterwet (2009) nog niet op orde. Zo blijkt uit de resultaten dat nog steeds 14 van de 15 onderzochte gemeenten de hemelwaterzorgplicht volledig bij zichzelf neerleggen in het geval van bestaande bouw. De achterliggende reden is dat gemeenten geen verplichtingen willen opleggen aan particulieren in verband met de verwachte weerstand. In het geval van nieuwbouw stellen wel 13 van de 15 onderzochte gemeenten een verplichting aan het bergen en infiltreren van hemelwater op particulier terrein, omdat de particuliere weerstand hier aanzienlijk minder zal zijn. Daarnaast blijkt uit het onderzoek dat maar 5 van de 15 onderzochte gemeenten een anticiperend ambitieniveau hebben wat betreft het stimuleren van het afkoppelen van particulier terrein.

Om als gemeente bij te dragen aan de landelijke overheidsdoelstellingen is het van belang dat de invulling van de hemelwaterzorgplicht concreter wordt gemaakt en dat er beleid gevoerd wordt waarmee particulieren worden geprikkeld om meer verantwoordelijkheid te dragen voor het afvloeiende hemelwater op eigen terrein. Daarnaast moet de gemeente het afkoppelen van particulier terrein als variant zien voor het treffen van maatregelen tegen wateroverlast in het openbare gebied.

Om de gemeentelijke invulling van de hemelwaterzorgplicht concreter te maken is het van belang dat het begrip 'redelijkerwijs' uit artikel 3.5 van de Waterwet (2009) wordt gedefinieerd in het gemeentelijk rioleringsplan. Hiermee stelt de gemeente vast in welke situaties particulieren wel of niet verantwoordelijk zijn voor het bergen en infiltreren van hemelwater op eigen terrein. Om het afkoppelen van particulier terrein te bevorderen moeten in het gemeentelijk rioleringsplan nieuwe ambitievoorstellen worden geformuleerd met bijhorende ambitieniveaus. Deze ambitievoorstellen moeten betrekking hebben op de particuliere verantwoordelijkheid ten aanzien van hemelwater en de gemeentelijke stimulering om het afkoppelen van particulier terrein te bevorderen. Deze nieuwe ambities moeten gedurende de planperiode in uitvoering worden gebracht.

4.4 MAATSCHAPPIJ

Het huidige waterbewustzijn van een Nederlander op het gebied van regenbestendig wonen is nog niet erg hoog, terwijl er wel extremere weersomstandigheden worden verwacht in de toekomst. Slechts een kwart zou zelf maatregelen nemen tegen wateroverlast. Een klein deel van 17% neemt al maatregelen, waarvan de helft van deze maatregelen neerkomen op het opvangen en infiltreren van hemelwater. Om het afkoppelen van particulier terrein te bevorderen moet het waterbewuste gedrag worden vergroot.

Om het waterbewuste gedrag te vergroten kan vanuit de wetgeving een hemelwaterverordening worden ingesteld waarmee particulieren verplicht worden om eigen terrein af te koppelen. Naast wetgeving zijn ook financiële maatregelen zoals subsidieregelingen en het voeren van een waterprijsbeleid een stimulering om het waterbewuste gedrag te vergroten. Bij deze maatregelen is persoonlijke- en campagnecommunicatie van groot belang om draagvlak te creëren. Particulieren geven zelf aan dat er meer publiciteit gegeven moet worden aan het nut en de noodzaak om particulier terrein af te koppelen. De gemeente moet daarbij informatie verschaffen over hoe particulieren eigen terrein kunnen afkoppelen. Ook dient een gemeente zelf initiatief te nemen door maatregelen te treffen in het openbare gebied en de samenwerking op te zoeken met particulieren.

5 AANBEVELINGEN

In dit hoofdstuk worden de aanbevelingen gegeven op basis van de conclusies uit het voorgaande onderzoek. De aanbevelingen hebben betrekking op de beleidsvoering ten aanzien van de hemelwaterzorgplicht. Hierbij wordt advies gegeven over de meest geschikte bergings- en infiltratievoorzieningen voor de vier veelvoorkomende woningtypen. Daarnaast wordt er advies gegeven over de financiële, beleidsmatige en maatschappelijke vraagstukken die gerelateerd zijn aan de verschuiving van de hemelwaterzorgplicht. Dit advies wordt vertaald naar beleidsambities die in het gemeentelijke rioleringsplan geformuleerd kunnen worden. Met deze aanbevelingen moet het afkoppelen van particulier terrein worden bevorderd.

5.1 GESCHIKTE BERGINGS- EN INFILTRATIEVOORZIENINGEN

Voor het bergen en infiltreren van hemelwater worden drie geschikte voorzieningen geadviseerd. De maaiveldverlaging, grindkoffer en infiltratiekrat (Hydroblob) zijn op basis van de uitgevoerde multicriteria-analyse de best beoordeelde voorzieningen. Afhankelijk van persoonlijke voorkeur, beschikbare ruimte en financiële middelen wordt geadviseerd een keuze te maken uit deze voorzieningen om particulier terrein af te koppelen. Deze drie voorzieningen zijn verwerkt in de technische ontwerpen van de standaard percelen: rijwoning, twee-onder-een-kapwoning en vrijstaande woning. Deze technische ontwerpen zijn bijgevoegd in bijlage D.3 'Technische tekeningen 2D/3D'. Deze ontwerpen kunnen door gemeenten worden gebruikt als voorbeeld om particulieren te adviseren over het afkoppelen van eigen terrein.

Het advies aan gemeenten is om particulieren zelf te adviseren over de technische mogelijkheden. Dan kunnen dimensies van voorzieningen worden geadviseerd, waarmee voldaan wordt aan een waterbergingseis van 25 mm (bui08 + 25%). Deze eis is nagenoeg gelijk aan de hoeveelheid neerslag waarmee een gemeentelijk rioleringsstelsel wordt berekend. Op deze manier nemen gemeenten en particulieren evenveel verantwoordelijkheid voor hemelwater.

Toepassing van hiervoor genoemde voorzieningen wordt niet aangeraden in kleigrond. In deze situatie is de ledigingscapaciteit van de voorzieningen te laag. De minimaal benodigde waterdoorlatendheid van de bodem varieert sterk tussen de verschillende gedimensioneerde voorzieningen. Deze exacte waarden voor de minimale waterdoorlatendheid van de bodem zijn overzichtelijk weergegeven in bijlage D.2 'Resultatenoverzicht'. Dit geldt ook voor de maximaal toelaatbare grondwaterstanden per voorziening.

Een belangrijk aandachtspunt bij de afkoppeladviezen voor particulieren is dat een risico op onvoldoende ontluuchtingscapaciteit ontstaat. De gemeente dient dit risico te onderzoeken en te voorkomen door middel van bijvoorbeeld open putdeksels, extra regenpijpen of ontluuchtingsputten.

5.2 INVULLING HEMELWATERZORGPLICHT

Het instellen van een hemelwaterverordening bij bestaande bouw is voor een groot deel van de benaderde gemeenten geen optie. Gemeenten willen particulieren over het algemeen geen verplichtingen opleggen die leiden tot kosten, moeite en verandering van de eigen leefomgeving. Het is daarom onverstandig om voor bestaande bouw een dergelijke verordening in te stellen.

Voor nieuwbouw is het verplichten van een benodigde hemelwaterberging op particulier terrein wel een goede optie. Door de extra kosten van bergings- en infiltratievoorzieningen in de bouwsom op te nemen, zal dit niet leiden tot weerstand van kopers. De aanleg van bergings- en infiltratievoorzieningen is bij nieuwbouw ook niet hinderlijk. De gemeente zal voorwaarden voor de hemelwaterberging in een

bouwvergunning moeten vastleggen. Hierbij dient allereerst onderzocht te worden of de bodemeigenschappen geschikt zijn om hemelwater te kunnen infiltreren. In paragraaf 5.1 'Geschikte bergings- en infiltratievoorzieningen' wordt advies gegeven over de benodigde waterdoorlatendheid bij verschillende grondwaterstanden en een type bergings- en infiltratievoorzieningen.

De aanbeveling ten aanzien van de invulling van de hemelwaterzorgplicht kan met het volgende ambitievoorstel in het gemeentelijke rioleringsplan worden opgenomen.

Ambitievoorstel: Verantwoordelijkheid van particulieren

De gemeente blijft in zekere mate haar verantwoordelijkheid nemen met betrekking tot klimaatverandering door voorzieningen te treffen in de openbare ruimte, maar legt daarbij ook een verantwoordelijkheid bij de particulier. Bij nieuwbouw worden particulieren verplicht om zelf een bijdrage te leveren aan het hemelwatervraagstuk door een hoeveelheid van 25 mm neerslag per vierkante meter verhard oppervlak te bergen op eigen terrein (anticiperend ambitieniveau). Particulieren met bestaande woningen worden gestimuleerd om op vrijwillige basis af te koppelen (planmatig ambitieniveau).

Tabel 14: Ambitievoorstel 'verantwoordelijkheid van particulieren'.

Aspect	Reactief	Planmatig	Anticiperend
Verantwoordelijkheid particulieren	De gemeente draagt zelf volledig zorg voor de invulling van de hemelwaterzorgplicht. Afkoppelen alleen bij initiatieven.	De gemeente stimuleert particulieren om op vrijwillige basis medewerking te geven voor het afkoppelen op eigen terrein.	De gemeente geeft particulieren een verplichting om op eigen terrein af te koppelen.*

*) Dit ambitieniveau geldt alleen als de bodemeigenschappen geschikt zijn om water te kunnen infiltreren. In paragraaf 5.1 'Geschikte bergings- en infiltratievoorzieningen' wordt advies gegeven over de benodigde waterdoorlatendheid bij verschillende grondwaterstanden en een type bergings- en infiltratievoorzieningen.

5.3 FINANCIËLE STIMULERING

Door het waterprijsbeleid in te voeren kunnen gemeenten invloed uitoefenen op het waterbewuste gedrag. Wanneer men door het blijven lozen van hemelwater op de riolering meer gaat betalen dan degene die dat niet doet, zal het effect hiervan een positieve werking hebben op de interesse voor het afkoppelen van particulier terrein. Met een afkoppelsubsidie kunnen gemeenten de financiële drempel bij particulieren voor het afkoppelen een stuk lager maken.

De aanbeveling ten aanzien van de financiële stimulering om particulieren eigen terrein te laten afkoppelen kan met het volgende ambitievoorstel in het gemeentelijke rioleringsplan worden opgenomen.

Ambitievoorstel: Financiële stimulering van particulieren

De gemeente gaat een groter draagvlak voor het afkoppelen van particulier terrein creëren door te investeren in financiële stimulering. Hierbij stelt de gemeente een afkoppelsubsidie in om de financiële drempel voor het afkoppelen van particulier terrein te verlagen. Daarnaast zet de gemeente zich met een anticiperende ambitie in voor een nieuw waterprijsbeleid zodat particulieren geprikkeld worden om af te koppelen. Het nieuwe waterprijsbeleid wordt doormiddel van een aanpassing op de rioolheffing in combinatie met een hemelwaterlabel ingevoerd.

Tabel 15: Ambitievoorstel 'financiële stimulering van particulieren'.

Aspect	Reactief	Planmatig	Anticiperend
Financiële stimulering van particulieren	De gemeente financiert bij herinrichtingen en reconstructies de kosten die worden gemaakt voor het afkoppelen van voorzijdes van woningen.	De gemeente stelt een subsidie in voor het afkoppelen van hemelwater op particulier terrein.	De gemeente stelt een afkoppelsubsidie in en differentieert de rioolheffing naar een beter waterprijsbeleid.

In de volgende deelparagrafen wordt geadviseerd hoe de inrichting van de rioolheffing en subsidieregeling volgens het ambitievoorstel eruit moet komen te zien.

5.3.1 INRICHTING RIOOLHEFFING

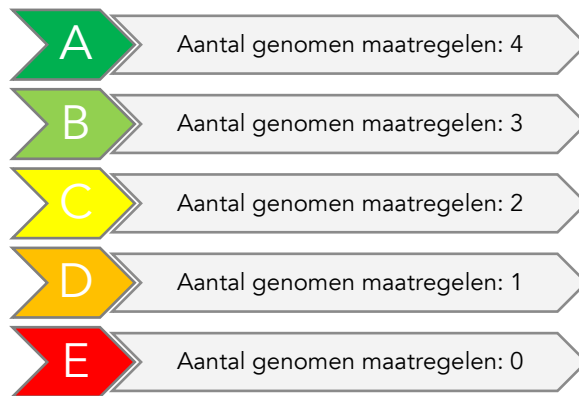
De rioolheffing wordt vastgesteld aan de hand van heffingsmaatstaven. Deze kan voor vuilwater anders zijn als voor hemelwater in het geval van een gesplitste rioolheffing. Volgens het principe van "de vervuiler betaald" zijn er twee geschikte heffingsmaatstaven voor het vuilwaterdeel. Dit is heffing op basis van de omvang van het huishouden of heffing op basis van het drinkwaterverbruik. Ten aanzien van het hemelwaterdeel geldt hetzelfde. Hier zijn heffingen op basis van afvoerend verhard oppervlak of een hemelwaterlabel geschikt.

Geadviseerd wordt om de rioolheffing te splitsen in een vuilwaterdeel en een hemelwaterdeel. Hierbij dient het hemelwaterdeel vastgesteld te worden op basis van een hemelwaterlabel en het vuilwaterdeel dient vastgesteld te worden op basis van drinkwaterverbruik. Hierbij worden in beide gevallen de gebruikers belast met de rioolheffing. Het voordeel hiervan is dat de vervuiler altijd betaald, waardoor mogelijk bewuster wordt omgegaan met vuilwater en hemelwater. Immers, hoe kleiner de afvoer door de particulier, hoe lager de rioolheffing. Door de rioolheffing op deze manier vast te stellen, krijgt de particulier de mogelijkheid om zijn rioolheffing te verlagen.

Het vuilwaterdeel wordt vastgesteld aan de hand van het drinkwaterverbruik, waarbij een vaste prijs per kubieke meter water wordt bepaald. Momenteel is dit de maatstaf met de nauwkeurigste indicatie voor het afgevoerde vuilwater vanaf een perceel. Mogelijk ontstaat er in de toekomst een nauwkeurigere maatstaf, zoals bijvoorbeeld een watermeter in de huisaansluiting voor vuilwater. Het hemelwaterdeel wordt vastgesteld op basis van een hemelwaterlabel. Dit systeem, wat vergelijkbaar is met het energielabel, geeft aan hoe bewust er wordt omgegaan met hemelwater binnen een perceel. Hoe meer afvoerend verhard oppervlak er wordt afgekoppeld van het gemeentelijke rioolstelsel, hoe hoger de rang binnen het hemelwaterlabel is dat aan de woning wordt toegekend. De hoogte van de rioolheffing zal afnemen wanneer de rang binnen het hemelwaterlabel hoger wordt. Aan elke rang binnen het label zijn eisen verbonden waaraan het perceel dient te voldoen. Een voorbeeld hiervan is weergegeven in figuur 18. In dit voorbeeld zijn er vier maatregelen mogelijk waaronder:

- Het afkoppelen van dakoppervlak aan de voorzijde van de woning;
- Het afkoppelen van dakoppervlak aan de achterzijde van de woning;
- Het afkoppelen van verhard tuinoppervlak aan de voorzijde van de woning;
- Het afkoppelen van verhard tuinoppervlak aan de achterzijde van de woning.

Het aantal genomen maatregelen binnen een perceel bepaald de hoogte van de rang binnen het label.



Figuur 18: Voorbeeld van de indeling van rangen binnen het hemelwaterlabel.

Ongeveer de helft van het hemelwaterdeel bestaat uit een vast basisbedrag dat nodig is voor het gemeentelijk hemelwaterstelsel. Dit betekent dat de helft van de totale rioolheffing (het vuilwaterdeel) wordt gebaseerd op drinkwaterverbruik en dat een kwart bestaat uit een vast bedrag. Op het laatste kwart kan de particulier invloed uitoefenen door minder hemelwater naar het gemeentelijk rioleringsstelsel af te voeren. De opbouw van de rioolheffing is weergegeven in tabel 16. Mogelijk zal men steeds bewuster omgaan met hemel- en afvalwater, net zoals men steeds bewuster om is gegaan met afvalstoffen na invoering van de gedifferentieerde tarieven voor de afvalstoffenheffing (De Jonge Milieuadvies, 2009)

Tabel 16: Weergave opbouw rioolheffing (genoemde tarieven zijn indicatief)

Opbouw rioolheffing:	Maatstaf	Categorieën (m ³)	Tarief
Vuilwaterdeel (ca. 50%)	Drinkwaterverbruik	0 – 1.000	€ 0,75 / m ³
		1.001 – 5.000	€ 0,60 / m ³
		5.001 – 10.000	€ 0,40 / m ³
		> 10.001	€ 0,25 / m ³
Hemelwaterdeel (ca. 50%)	Basisbedrag Hemelwaterlabel	-	€ 50
		A-label	+ € 0
		B-label	+ € 12,50
		C-label	+ € 25
		D-label	+ € 37,50
		E-label	+ € 50

Rekenvoorbeeld: Rijwoning met hemelwaterlabel D en een jaarlijks drinkwaterverbruik van 100m³.

Vuilwaterdeel:	Categorie 0-1000m ³	€ 0,75 x 100 m ³	=	€ 75
Hemelwaterdeel:	Basisbedrag	€ 50	=	€ 50
	D-label	€ 37,50	=	€ 37,50
Totaal:			=	€ 162,50

5.3.2 INVOER SUBSIDIEREGELING

Geadviseerd wordt om een subsidieregeling in te voeren, waarmee particulieren een groot deel van de investeringskosten vergoed krijgen. Een goede optie is een subsidieregeling, waarbij een bedrag wordt uitgekeerd per vierkante meter afgekoppeld verhard oppervlak. Hierbij dient de particulier zelf aan te tonen hoe de afvoer van hemelwater voorheen geregeld was en hoe dit in de nieuwe situatie geregeld wordt. Dit dient gecontroleerd te worden door de gemeente. Het grote voordeel van deze methode is dat tijdens de controle ook direct het hemelwaterlabel kan worden bepaald van het betreffende perceel.

Gemeenten wordt aangeraden om zelf advies uit te brengen aan particulieren ten aanzien van de techniek en uitvoering. Hierdoor wordt voorkomen dat particulieren zelf voorzieningen gaan bedenken die mogelijk op korte termijn hun werking gaan verliezen. Het bedrag per vierkante meter afgekoppeld oppervlak hangt sterk af van de financiële situatie van een gemeente. Echter, een bedrag van 5 tot 10 €/m² is aan te raden met een maximale subsidie van 100% van het totale investeringsbedrag. Met een dergelijke regeling zijn de geadviseerde bergings- en infiltratievoorzieningen helemaal of grotendeels te bekostigen, zoals een maaiveldverlaging (kosten ca. €2/m²), een infiltratiestrook (kosten ca. €5/m²), een grindkoffer (kosten ca. €7,50/m²) en infiltratiekratten (kosten ca. €15/m²). In bijlage D.4 'Kostenoverzichten' zijn de investeringskosten weergegeven voor de aanleg van bergings- en infiltratievoorzieningen uit de technische ontwerpen. Daarin is ook de invloed opgenomen van een eventuele subsidieregeling.

Rekenvoorbeeld: Perceel met een totaal af te koppelen oppervlak van 172 m². Hierbij dient 25 mm neerslag geborgen te worden binnen het perceel. Er wordt uitgegaan van een subsidie van € 5/m².

Investeringskosten:	Maaiveldverlaging achtertuin	110,5m ² x € 2,00/m ²	=	€ 220,00
	Infiltratiekrat voortuin	61,5m ² x € 15,00/m ²	=	€ 920,00
Subsidiebedrag (€5/m ²):	-	172m ² x € 5,00/m ²	=	€ 860,00
Eigen bijdrage particulier:	-	-	=	€ 280,00

5.4 COMMUNICATIESTRATEGIE

Gemeenten zullen draagvlak moeten creëren voor het afkoppelen van particulier terrein. Hierbij is het van belang dat er uitleg gegeven wordt over het nut en de noodzaak van afkoppelen. Gemeenten moeten hierbij inzetten op persoonlijke benadering en een afkoppelcampagne opzetten welke gericht is op de waterbewustwording ten aanzien van afkoppelen. Voorbeelden van communicatiemiddelen voor een campagne zijn:

- Speciale campagne-website;
- Advertenties in lokale media;
- Posters/Billboards;
- Persberichten en interviews in lokale media;
- Voorlichting op scholen.

Wanneer de gemeente het afkoppelen van particulier terrein gaat stimuleren door een afkoppelsubsidie te verstrekken, moet bij de particulier ook bekend zijn hoe dit werkt en wanneer hij er recht op heeft. Een ander belangrijk aandachtspunt is de communicatie van kennisoverdracht aan nieuwe bewoners van een woning waar afkoppeling al heeft plaatsgevonden. Zij moeten geïnformeerd worden over de werking van de afkoppelvoorziening en het benodigd onderhoud.

De aanbeveling ten aanzien van de communicatie naar de particulier kan met het volgende ambitievoorstel in het gemeentelijke rioleringsplan worden opgenomen.

Ambitievoorstel: Communicatie naar particulieren

De gemeente gaat haar maatschappelijke verantwoordelijkheid nemen door met een anticiperend ambitieniveau te communiceren richting particulieren. Bij herinrichtingen en reconstructies worden particulieren persoonlijk benaderd om op vrijwillige basis af te koppelen. Daarnaast zet de gemeente zich in voor een afkoppelcampagne met partijen die dezelfde soort belangen hebben zoals naastliggende gemeenten, het waterschap of de provincie. Wanneer een gemeente deze investering niet kan maken is het raadzaam om aan te haken op landelijke campagnes zoals 'Operatie Steenbreek' waar veel informatie over het ontharden van tuinen verkrijgbaar is.

Tabel 17: Ambitievoorstel 'communicatie naar particulieren'.

Aspect	Reactief	Planmatig	Anticiperend
Communicatie naar particulieren	De gemeente communiceert naar aanleiding van vragen die worden gesteld door particulieren.	De gemeente communiceert alleen met particulieren bij herinrichtingen en reconstructies.	De gemeente zet naast persoonlijke communicatie bij herinrichtingen en reconstructies een afkoppelcampagne op en wil een zo'n groot mogelijk aantal particulieren benaderen.

5.5 PARTICULIER TERREIN ALS AFKOPPELVARIANT

Het afkoppelen van particulier terrein moet door gemeenten als een variant gezien gaan worden voor het treffen van maatregelen tegen wateroverlast en/of het verbeteren van de waterkwaliteit ten gevolge van overstortemissies. Deze variant kan in een doelmatigheidstoets worden meegenomen waarbij er gekeken wordt naar de investering in combinatie met de opbrengsten van het afkoppelen van particulier terrein. Door als gemeente te investeren in subsidies voor het afkoppelen van particulier terrein kan er een aanzienlijk groot verhard oppervlak worden afgekoppeld van het gemeentelijke rioleringsstelsel. De opbrengsten hiervan zijn een verminderde belasting op het gemeentelijke rioleringsstelsel tijdens extreme neerslagsituaties waardoor mogelijke wateroverlast kan worden beperkt en overstortemissies kunnen worden gereduceerd.

De aanbeveling ten aanzien van het afkoppelen van particulier terrein als afkoppelvariant kan met het volgende ambitievoorstel in het gemeentelijke rioleringsplan worden opgenomen.

Ambitievoorstel: Afkoppelen van particulier terrein als oplossing tegen wateroverlast

De gemeente gaat afkoppelen van particulier terrein als oplossingsvariant zien om wateroverlast te voorkomen en/of de waterkwaliteit te verbeteren ten gevolge van overstortemissies. Binnen een doelmatigheidstoets wordt bepaald of de investeringen in de vorm van afkoppelsubsidies genoeg voordelen voor de gemeente op gaan leveren. Voor dit ambitievoorstel zal er planmatig te werk worden gegaan door een doelmatigheidstoets uit te voeren bij herinrichtingen, reconstructies of gebieden waar wateroverlast en/of waterkwaliteit een rol speelt bij extreme neerslag.

Tabel 18: Ambitievoorstel 'afkoppelen op particulier terrein binnen doelmatigheidstoets'.

Aspect	Reactief	Planmatig	Anticiperend
Afkoppelen op particulier terrein als oplossing tegen wateroverlast	De gemeente ziet het afkoppelen van particulier terrein als een noodoplossing om wateroverlast te voorkomen en/of de waterkwaliteit te verbeteren.	De gemeente neemt het afkoppelen van particulier terrein mee als variant in een doelmatigheidstoets om wateroverlast te voorkomen en/of de waterkwaliteit te verbeteren.	De gemeente ziet het afkoppelen van particulier terrein als enige oplossing om wateroverlast te voorkomen en/of de waterkwaliteit te verbeteren.

6 BIBLIOGRAFIE

- (2013, Oktober 20). Opgeroepen op Juni 12, 2017, van Appartement en eigenaar:
<http://www.appartementeneigenaar.nl/vve-onderhoud/dak/profiteer-van-de-voordelen-van-een-groen-dak>
- Amsterdam Rainproof. (z.j.). *Maatregelen-toolbox*. Opgeroepen op April 21, 2017, van
<https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/infiltratiestroken-met-bovengrondse-opslag>
- Archidat Architectuur. (z.j.). *WY.architecten | Appartementencomplex De Hooge Vlucht - Ede*. Opgeroepen op April 4, 2017, van
<http://architectuur.bouwformatie.nl/projecten/Appartementencomplex%20De%20Hooge%20Vlucht/?type=Projecten>
- Architectenweb. (2016, Februari 18). *Optiegroen Retentiedak Meander & Drossel*. Opgeroepen op April 21, 2017, van <https://architectenweb.nl/producten/product.aspx?ID=22001>
- Art. 10.29a Wet milieubeheer. (2009, December 22). Opgeroepen op Maart 13, 2017, van
<http://wetten.overheid.nl/BWBR0003245/2017-01-01>
- Art. 3.5 Waterwet. (2009, December 22). Opgeroepen op Maart 20, 2017, van
<http://wetten.overheid.nl/BWBR0025458/2017-01-01>
- Bert Cuijpers. (z.j.). *Siergrassen*. (B. Cuijpers, Producent) Opgeroepen op April 21, 2017, van
<http://bertcuijpers.nl/shop/carex-howardii-phoenix-green/>
- Bor, A.-M., & Mesters, C. (2016). *Hemelwater belasten of belonen*. Opgeroepen op Maart 23, 2017, van
<http://www.levenopdaken.nl/index/artikelen/hemelwater-belasten-of-belonen.pdf>
- Bruins & Kwast. (2016). *Tarievenlijst 2016*. (B. & Kwast, Producent) Opgeroepen op April 21, 2017, van
<http://www.bruinsenkwest.nl/wp-content/uploads/2016/10/Tarievenlijst-2016.pdf>
- Centraal Bureau voor de Statistiek. (2016, Augustus 11). *WOZ-waarde stijgt na jarenlange daling*. Opgeroepen op Maart 22, 2017, van <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2016/32/woz-waarde-stijgt-na-jarenlange-daling>
- De Duurzame Tuin.nl. (z.j.). *Rainwinner set van 3*. Opgeroepen op April 21, 2017, van
<https://www.deduurzametuin.nl/winkel/tuinmaterialen/rainwinner-set-van-3/>
- De Jonge Milieuadvies. (2009, Oktober). *Diftar-huishouden beter uit!* Opgeroepen op Mei 22, 2017, van
<http://dejongemilieuadvies.nl/wp-content/uploads/2013/11/reactie-jma-diftar-onderzoek-COELO.pdf>
- Driessen Groep. (z.j.). *Recycling, Storttarieven*. Opgeroepen op Mei 30, 2017, van <http://www.driessen-horst.nl/recycling/storttarieven/s/9582>
- Fischer, T., & Julsing, M. (2014). *Onderzoek doen! Kwantitatief en kwalitatief onderzoek*. Groningen/Houten, Nederland: Noordhoff Uitgevers. Opgeroepen op Maart 30, 2017
- Funda. (z.j.). Opgeroepen op Maart 27, 2017, van Funda.nl: <http://www.funda.nl/>
- Gemeente Amsterdam. (2016, April). *DO Openbare ruimte H1 & H2*. Opgeroepen op April 21, 2017, van
https://www.odnzk.nl/mozard/document/docnr/3199226,,4189438,/DO-boekje_pdf%20.pdf
- Gemeente Bostel. (2015). *VGRP-5 2015-2019*. Opgeroepen op Maart 22, 2017, van
https://www.bostel.nl/fileadmin/Actueel/Projecten/Gemeentelijk_rioleringsplan_2015-2019/VGRP_Bostel_DEFINITIEF_11-2015_incl_bijlagen.pdf
- Gemeente Laren. (2016, Juli 5). *Beleidsregel ontheffing lozingsverbod Verordening op de afvoer van hemelwater Laren*. Opgeroepen op Maart 22, 2017
- Gemeente Loon op Zand. (2016, Mei 17). *Hemelwatervisie Loon op Zand*. Opgeroepen op Mei 22, 2017, van
https://www.loonopzand.nl/fileadmin/redacteuren/internet/Verhuizen-Wonen-Belastingen/Hemelwatervisie_Loon_op_Zand_versie_17052016.pdf
- Gids Duurzame Gebouwen. (z.j.). *Aanleg van retentiedaken*. Opgeroepen op April 21, 2017, van
<http://www.gidsduurzamegebouwen.brussels.nl/aanleg-van-retentiedaken.html?IDC=7079#4>

- Grind-split.nl. (z.j.). *Grind & siersplit*. Opgeroepen op April 21, 2017, van <http://www.grind-split.nl/grind-split/lavakorrel>
- Grind-webshop.nl. (z.j.). *Productgroepen, Ardenner split*. Opgeroepen op April 21, 2017, van <https://www.grindwebshop.nl/139-grootte-08-16-mm>
- Grit, R., & Julsing, M. (2012). *Zo doe je een onderzoek*. Groningen/Houten, Nederland: Noordhoff Uitgevers. Opgeroepen op Maart 30, 2017
- Groenblauwe netwerken. (z.j.). *Maatregelen*. Opgeroepen op April 26, 2017, van <http://www.groenblauwenetwerken.com/measures/infiltration-meadows-and-infiltration-strips-with-above-ground-storage/>
- Grondwaterformules.nl. (2017). *Doorlatendheid grondsoorten*. Opgeroepen op April 26, 2017, van <http://grondwaterformules.nl/index.php/vuistregels/ondergrond/doorlatendheid-per-grondsoort>
- homedeaal.nl. (z.j.). *Prijsguiden*. Opgeroepen op April 21, 2017, van <https://www.homedeaal.nl/prijsguiden/gras-aanleggen-prijzen/>
- Hornbach. (z.j.). *Assortiment, Sierbestrating*. Opgeroepen op April 21, 2017, van <http://www.hornbach.nl/shop/Tuinaanleg/Sierbestrating/Opsluit-palissadenbanden/S4993/artikeloverzicht.html>
- Huisje boompje beter. (z.j.). *Maatregelen*. Opgeroepen op April 26, 2017, van <https://www.huisjeboompjebeter.nl/acties/infiltratieveld>
- Hydrorock International. (z.j.). *Hydroblob*. Opgeroepen op April 21, 2017, van <http://www.hydroblob.com>
- ISSO. (2011, Maart 1). *ISSO-publicatie 70.1*. Opgeroepen op April 21, 2017, van <http://kennisbank.isso.nl/docs/publicatie/70-1/2011/8/8.5>
- Kragten (Regisseur). (2016). *O2-put: de oplossing voor stank- en wateroverlast in de woning* [Film]. Opgeroepen op Mei 26, 2017, van <https://www.youtube.com/watch?v=p2Tso-4LcAs>
- Maas, P. (sd). *Gemengde riolering*. Stichting RIONED, Tilburg. Opgeroepen op April 18, 2017, van <https://www.riool.net/fotodatabank/overzicht-van-gratis-illustraties>
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat. (2007, November). *Waterbewustzijn en waterbewust gedrag*. Opgeroepen op Mei 23, 2017, van <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2007/11/01/waterbewustzijn-en-waterbewust-gedrag-in-relatie-tot-waterveiligheid-kennen-voelen-willen-en-doen>
- NCDO. (2014, December 8). *Nederlanders en water*. Amsterdam. Opgeroepen op Mei 23, 2017, van <https://watereducatie.nl/nieuws/79-waterbewustzijn-van-nederlanders-beperkt>
- NOS. (2016, November 3). *Hoosbui? Loos het water in je eigen tuin, zeggen gemeenten*. Opgeroepen op April 4, 2017, van <http://nos.nl/artikel/2141191-hoosbui-loos-het-water-in-je-eigen-tuin-zeggen-gemeenten.html>
- NuBuiten.nl. (z.j.). *NuBuiten.nl*. Opgeroepen op April 21, 2017, van <https://buitenhandel.nl/gardenlux-hydroblob-met-buis-bd170-120x30x50>
- Optiegroen. (z.j.). *Optiegroen dak- en gevelbegroeiing*. Opgeroepen op April 21, 2017, van <http://www.optiegroen.nl/systemen/retentiedak/meander-30/>
- P. de Jong B.V. (z.j.). *Zand bestellen*. (P. d. Jong, Producent) Opgeroepen op April 21, 2017, van <http://www.pdejongbv.nl/zand-bestellen/drainzand>
- Philippart, M., & Vegter, K. (2016). *Klimaatadaptatie in een stroomversnelling*. Opgeroepen op Maart 23, 2017, van http://stroomversnelling.nl/wp-content/uploads/2016/10/231016_Klimaatadaptie-in-een-stroomversnelling.pdf
- Quizlet. (z.j.). Opgeroepen op Juni 9, 2017, van www.encyclo.nl/begrip/drietrapstrategie
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2011, Januari). *Voorbeeldwoningen 2011 - Bestaande bouw*. Opgeroepen op Maart 31, 2017, van <http://www.rvo.nl/sites/default/files/bijlagen/4.%20Brochure%20Voorbeeldwoningen%202011%20bestaande%20bouw.pdf>

- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2015). *Referentiewoning EPC 0,4 - Appartementencomplex*.
Opgeroepen op Maart 31, 2017, van
<https://www.rvo.nl/sites/default/files/2015/10/Appartementencomplex%20-%20referentiewoning.pdf>
- Rijksoverheid. (2000). *Kaderrichtlijn Water*. Opgeroepen op Maart 13, 2017, van
<https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/wetgeving-beleid/kaderrichtlijn-water/>
- Rijksoverheid. (2011). *Bestuursakkoord Water*. Opgeroepen op Maart 14, 2017, van
<https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/wetgeving-beleid/bestuursakkoord/>
- Rijksoverheid. (2016). *Nationaal Waterplan*. Opgeroepen op Maart 13, 2017, van
<https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/wetgeving-beleid/nationaal/nationaal-waterplan/>
- Rijksoverheid. (z.j.). *Helpdeskwater*. Opgeroepen op Mei 22, 2017, van
<https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/wetgeving-beleid/nationaal/economische-aspecten/economische-0/visiedocument/>
- Rioned breekt lans voor meer eigen verantwoordelijkheid huiseigenaren. (2016, November). *Vakblad Riolerig*, 23. Opgeroepen op Februari 22, 2017
- Scribbr. (z.j.). *Overzicht van onderzoeksoorten*. Opgeroepen op Maart 31, 2017, van
<https://www.scribbr.nl/category/onderzoeksmethoden/>
- Stichting Promotie Projecten in Leefbaar Liempde. (2016, Oktober 11). *Financiële vergoeding*. Opgeroepen op Maart 22, 2017, van <http://www.sppill.nl/financiele-vergoeding/>
- Stichting Rioned. (2004, Augustus). *Leidraad Riolerig, Module C2100, Rioleringsberekeningen hydraulisch functioneren*. Opgeroepen op April 5, 2017, van
<https://www.riool.net/documents/10180/241089/C2100%20Rioleringsberekeningen%20%20hydraulisch%20functioneren?version=3.0>
- Stichting Rioned. (2007, Juni). *Leidraad Riolerig, Module B2600, Be- en ontluchting*. Opgeroepen op April 3, 2017, van <https://www.riool.net/documents/10180/241089/B2600%20Be-%20en%20ontluchting?version=3.0>
- Stichting Rioned. (2012, April). *Leidraad Riolerig, Module D1200 Rioolheffing*. Opgeroepen op April 5, 2017, van www.riool.net:
<https://www.riool.net/documents/10180/241089/D1200%20Rioolheffing?version=3.4>
- Stichting Rioned. (2012, April). *Leidraad Riolerig, Module D1300 Toerekening en dekking van kosten*. Opgeroepen op April 6, 2017, van www.riool.net:
<https://www.riool.net/documents/10180/241089/D1300%20Toerekening%20en%20dekking%20van%20kosten?version=3.0>
- Stichting Rioned. (2016, Juni). *Bestuursinformatie - Kosten en rioolheffing*. Opgeroepen op Maart 27, 2017
- Tauw. (2009). *Handreiking Afkoppelen provincie Limburg*. Opgeroepen op Mei 25, 2017, van
<https://www.waterschaplimburg.nl/overons/taken/veilige-dijken-droge/stedelijk/afkoppelen-nieuwbouw/>
- Tauw. (2016, Januari). *Handreiking Infiltrerende verhardingsconstructies*. Opgeroepen op April 21, 2017, van
<https://pveopenbareruimte.deventer.nl>
- Tauw. (2016, Juli 1). *Rapport Druppels en Drenpels bij het Afkoppelen in De Worp*. Opgeroepen op Mei 24, 2017, van <http://www.wsvdehoven.nl/de-wijk/afkoppelen-van-regenwater/>
- Tweede Kamer der Staten-Generaal. (2006). *Memorie van toelichting bij de wetwijziging Wet verankering en bekostiging van gemeentelijke watertaken*. 's-Gravenhage: Sdu Uitgevers. Opgeroepen op Februari 8, 2017
- Vereniging van Nederlandse Gemeenten. (z.j.). *Rioolheffing, Informatie voor raadsleden*. Opgeroepen op Maart 13, 2017, van <https://vng.nl/producten-diensten/databanken/belastingkennis-voor-raadsleden/alle-belastingen-op-een-rij/rioolheffing>
- Water servicepunt Nijmegen. (z.j.). *Subsidie afkoppelen*. Opgeroepen op Maart 22, 2017, van
<http://www.waterbewust.nl/afkoppelen.html>

- Waterschap Aa en Maas. (2016, Januari 11). *Stimuleringsregeling Klimaatactief Bebouwd Gebied 2016-2021*.
 Opgeroepen op Maart 22, 2017, van <https://www.aaenmaas.nl/binaries/content/assets/am---website/over-aa-en-maas/beleid/klimaat/stimuleringsregeling-klimaatactief-bebouwd-gebied-2016---2021.pdf>
- Wildkamp. (z.j.). *Productgroepen, Hemelwater*. Opgeroepen op Mei 30, 2017, van https://www.wildkamp.nl/Hemelwaterafvoer_c_21000000
- Yask Trendmatcher. (z.j.). *Paarsgewijs vergelijken*. Opgeroepen op April 26, 2017, van <http://www.fmtrends.nl/trends/trends-overview/2-ongecategoriseerd/177-paarsgewijs-vergelijken.html>

BIJLAGEN

Bijlage A. Opzet interviews

- A.1 Interview agenda gemeenten
- A.2 Interview agenda particulieren

Bijlage B. Standaard percelen

Bijlage C. Variantenstudie bergings- en infiltratievoorzieningen

- C.1 Varianten
- C.2 Paarsgewijze vergelijking

Bijlage D. Ontwerp bergings- en infiltratievoorzieningen

- D.1 Dimensioneringsproces
- D.2 Resultatenoverzichten
- D.3 Technische tekeningen 2D/3D
- D.4 Kostenoverzichten

A. OPZET INTERVIEWS

A.1 INTERVIEW AGENDA GEMEENTEN

Onderwerp: Gemeentelijk beleid t.a.v. de hemelwaterzorgplicht voor particulieren

Datum/tijd:

Locatie:

Deelnemers: (Gemeente)

Sander van den Berk (Afstudeerder)

Sil Kerkhof (Afstudeerder)

1. Opening

2. Introductie

3. Huidig gemeentelijk beleid

- Wie is binnen het **huidige beleid** verantwoordelijk voor hemelwater van particuliere terreinen?
 - Hoe wordt de wettelijk vastgestelde **zorgplicht voor hemelwater** geïnterpreteerd door de gemeente?
 - Indien redelijkerwijs mogelijk zijn particulieren zelf verantwoordelijk voor hemelwater op eigen terrein volgens de waterwet, wat houdt "**redelijkerwijs**" in voor de gemeente?
- Hoe wordt het gemeentelijke rioolstelsel **gefinancierd**?
 - Op basis van welke gegevens wordt de **rioolheffing** vastgesteld?
 - Heeft zelf verwerken van hemelwater op particulier terrein **invloed** op de rioolheffing?
- Waarom wel of niet een **hemelwaterverordening** invoeren voor particulieren?
 - Welke **knelpunten** komt de gemeente hierbij tegen op technisch, financieel en maatschappelijk vlak?
 - Worden **particulieren** betrokken en/of gestimuleerd bij dit probleem? Zo ja, op welke wijze?
 - Vanaf wanneer zal de gemeente **juridische maatregelen** nemen, indien vrijwillige medewerking van particulieren onvoldoende blijkt?
- Ondersteund de gemeente in het aanbieden van **oplossingen** voor particuliere terreinen?
 - Zo ja, op welke **wijze** wordt dit gedaan?
 - Hoe is de **financiering** geregeld voor oplossingen op particulier terrein?

4. Projecten binnen de gemeenten

- Zijn er specifieke locaties binnen de gemeente waar verandering moet plaatsvinden in verband met **wateroverlast en/of -schade**?
- Welke projecten worden of zijn uitgevoerd ten aanzien van **afkoppelen van huidige bebouwing**?
 - Zijn hier oplossingen gerealiseerd op particulier terrein, zo ja welke?
 - Op basis van welke specifieke **voorwaarden** wordt er wel of niet afgekoppeld?
 - Wat zijn **ervaringen** met de afgekoppelde terreinen, van zowel particulieren als gemeente?
 - Is er een duidelijk positief effect zichtbaar na uitvoering van het project?
- Welke **nieuwbouwprojecten** worden of zijn uitgevoerd waarbij hemelwater verplicht (gedeeltelijk) op particulier terrein verwerkt dient te worden?
 - In hoeverre worden particulieren bij nieuwbouw **verplicht** tot het verwerken van hemelwater op eigen terrein?
 - Welke **specifieke voorwaarden** gelden hiervoor?
 - Welke **ervaringen** zijn er met de toegepaste oplossingen voor particuliere terreinen, voor zowel particulier als gemeente?
 - Is er een duidelijk positief effect zichtbaar na uitvoering van het project?

5. De toekomst

- Welke **ontwikkelingen** ziet de gemeente in de toekomst ten aanzien van de hemelwaterzorgplicht?
 - Wat is de **toekomstvisie**?
- Wat is de verwachting ten aanzien van afkoppelen bij de grote **rioolvervangingsprojecten** tussen nu en 50 jaar?

6. Vragen

7. Afsluiting

A.2 INTERVIEW AGENDA PARTICULIEREN

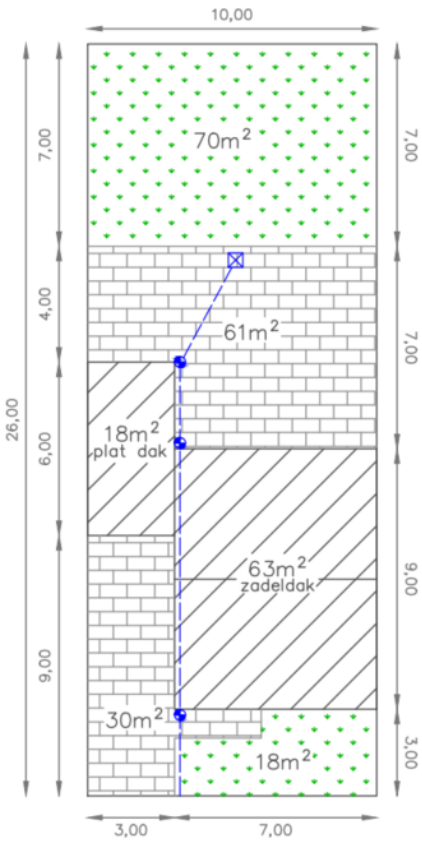
Vragenlijst onderzoek: "regenwater op particulier terrein"

1. Het initiatief:
 - Hoe bent u op het idee gekomen en/of wat was de reden om regenwater af te koppelen?
 - Heeft de gemeente u een subsidieregeling aangeboden voor het afkoppelen van regenwater en zo ja, wat hield deze regeling in?
 - Hoe heeft de gemeente u geïnformeerd en geadviseerd in oplossingen om regenwater af te koppelen?
2. Het afkoppelen:
 - Wat heeft u precies gedaan om het regenwater af te koppelen, heeft u ook een voorziening aangelegd om regenwater te bufferen en/of te infiltreren in de bodem?
 - Heeft u alles zelf kunnen doen of heeft u hulp moeten inschakelen?
 - Tegen welke problemen liep u aan bij het afkoppelen van regenwater?
 - Kunt/wilt u een globale inschatting geven van de kosten die u heeft moeten maken?
3. Een terugblik:
 - Heeft de gemeente in uw ogen goed gehandeld of had u meer ondersteuning of informatieverstrekking gewild?
 - Bent u achteraf blij met het resultaat en voelt u zich meer waterbewust?
 - Zou u andere bewoners adviseren om ook regenwater af te koppelen op eigen terrein?
 - Wat vindt u van de ontwikkeling die ertoe leidt dat huiseigenaren verantwoordelijker worden voor regenwater dat op eigen terrein valt?

B. STANDAARD PERCELEN

Twee-onder-een-kapwoning

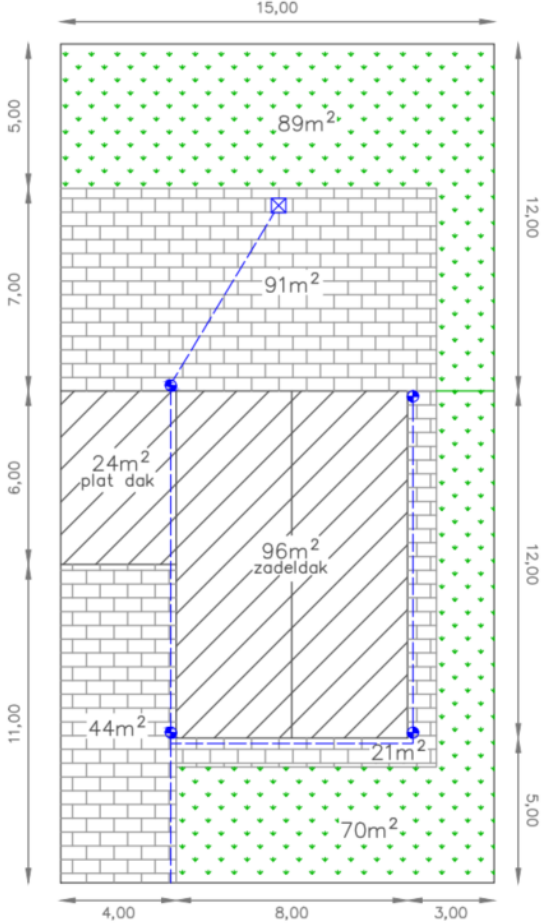
	Perceelgrootte:	260m ²
	Dakoppervlak:	81m ²
	Tuin verhard:	91m ²
	Tuin onverhard:	88m ²
	Afvoerput met afvoerleiding	
	Regenpijp met afvoerleiding	



Vloeroppervlak begane grond
referentiewoning: 67,00m²
(Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2011)

Vrijstaande woning

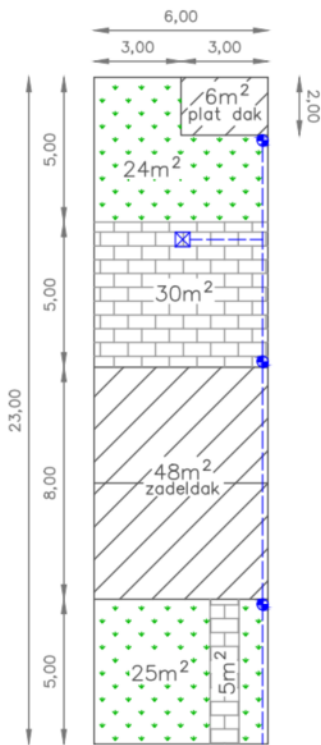
	Perceelgrootte:	435m ²
	Dakoppervlak:	120m ²
	Tuin verhard:	156m ²
	Tuin onverhard:	159m ²
	Afvoerput met afvoerleiding	
	Regenpijp met afvoerleiding	



Vloeroppervlak begane grond
referentiewoning: 104,00m²
(Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2011)

Rijwoning

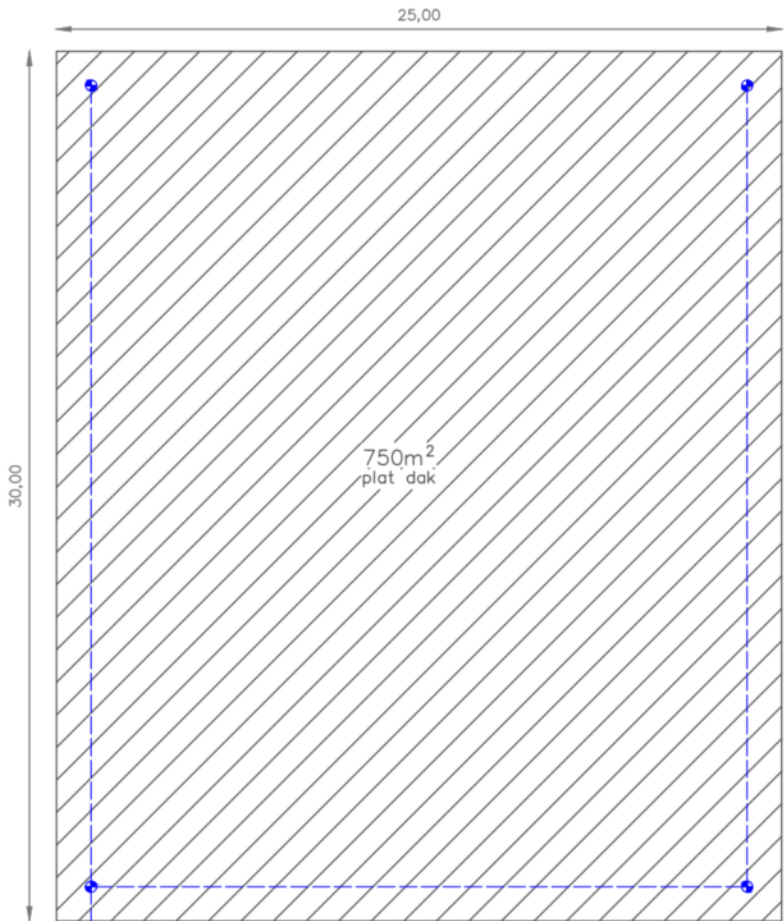
	Perceelgrootte:	138m ²
	Dakoppervlak:	54m ²
	Tuin verhard:	35m ²
	Tuin onverhard:	49m ²
	Afvoerput met afvoerleiding	
	Regenpijp met afvoerleiding	



Vloeroppervlak begane grond
referentiewoning: 51,00m²
(Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2011)

Appartementencomplex

	Perceelgrootte:	750m ²
	Dakoppervlak:	750m ²
	Tuin verhard:	0m ²
	Tuin onverhard:	0m ²
	Afvoerput met afvoerleiding	
	Regenpijp met afvoerleiding	



Dakoppervlak referentiewoning: 736,56m²
(Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2015)

C. VARIANTENSTUDIE BERGINGS- EN INFILTRATIEVOORZIENINGEN

In het eerste deel van deze bijlage (C.1 'Varianten') worden de varianten van bergings- en infiltratievoorzieningen beschouwd die op particulier terrein kunnen worden toegepast. In het tweede deel (C.2 'Paarsgewijze vergelijking') worden de beschouwde varianten beoordeeld op basis van diverse criteria. De beoordeling wordt verricht met een 'paarsgewijze' vergelijkingsmethodiek. Het beoordelingsresultaat vormt een vertrekpunt voor de technische ontwerpen voor de vier standaard woningtypen met bijbehorende percelen.

Paragraaf 2.4 'Variantenstudie' geeft een gedetailleerde uitleg over de selectie van de varianten en het beoordelingsproces.

C.1 VARIANTEN

De geselecteerde varianten worden beschouwd aan de hand van de volgende punten:

- De eerste alinea licht het ontwerp toe van iedere variant;
- De tweede alinea geeft de benodigde afmetingen van de variant op basis van 1 m³ waterbergend vermogen;
- De derde alinea omschrijft het benodigde onderhoud van de variant;
- De vierde alinea geeft inzicht in de aanschafkosten op basis van 1 m³ waterbergend vermogen.

De beschouwing van iedere variant wordt afgesloten met een samenvattend kader. In dit kader wordt er invulling gegeven aan de vier criteria: aanschafkosten, onderhoud, ruimtebeslag en complexiteit. Deze invulling vormt de basis voor het beoordelingsproces in deelbijlage C.2 'Paarsgewijze vergelijking'.

Infiltratiestrook

Een infiltratiestrook of ook wel een "border" genoemd, is een verdieping in het maaiveld met een verticale opsluitingen door middel van straatbanden of muurtjes. De infiltratiestrook bestaat uit een drainerende zandlaag met een dikte van 0,25 m. Hierboven bevindt zich een substraat van bomenzand met een dikte van 0,40 m. Deze drainerende lagen worden gescheiden door een geotextiel om grondwegspoeling te voorkomen. In deze bovenste laag wordt vegetatie aangebracht. Het hemelwater wordt aangevoerd via het aflopende maaiveld of door middel van een hemelwateruitlaat. (Amsterdam Rainproof, z.j.)

De verdieping tussen de banden zorgt voor een bergingscapaciteit van 1 m³ hemelwater per 1,7 strekkende meter voorziening. Hierbij is de afstand tussen de banden gelijk aan 2 m en steken de banden 0,30 m boven de verdieping uit. Dit ontwerp is gebaseerd op de infiltratiestrook uit een definitief ontwerp van (Gemeente Amsterdam, 2016)

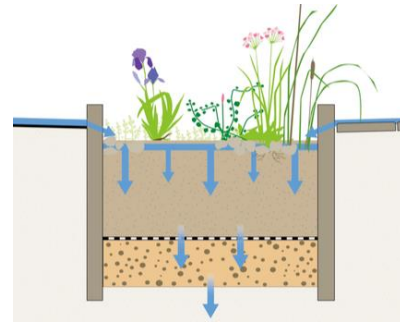
Het onderhoud van de infiltratiestrook bestaat voornamelijk uit het vrijhouden van vuil en overtollig onkruid. Daarnaast moet de bovenlaag eens in de 5 jaar losgewerkt worden. De eerste 10 cm van de bovenlaag moet eens in de 10 tot 15 jaar worden vervangen. Toevoergoten/-leidingen inclusief de zandvang moeten 2 keer per jaar worden gereinigd. (ISSO, 2011)

De aanschafkosten van een infiltratiestrook per 1 m³ hemelwater bergend vermogen liggen rond de 200,- euro. Dit bedrag is gebaseerd op basis van de volgende gegevens:

Opsluitbanden	12	stuks	=	100,-	(Hornbach, z.j.)
Bomenzand	0,8	m ³	=	30,-	(Bruins & Kwast, 2016)
Draineerzand	0,5	m ³	=	20,-	(P. de Jong B.V., z.j.)
Beplanting	25	stuks	=	50,-	(Bert Cuijpers, z.j.)



Figuur 19: Infiltratiestrook tussen voetpad en woning (Amsterdam Rainproof)



Figuur 20: Geschematiseerde werking van een infiltratiestrook (Amsterdam Rainproof)

Infiltratiestrook samengevat:

Aanschaffkosten:	200,- euro (per m ³ waterbergend vermogen).
Onderhoud:	2x per jaar zandvang schoonmaken, vrijhouden van onkruid en vuil, 1x in de 5 jaar bovenlaag loswerken, 1x in de 10 jaar bovenste 10 cm grond vernieuwen.
Ruimtebeslag:	3,3 m ² (per m ³ waterbergend vermogen).
Complexiteit:	Grond afgraven, grondverbetering aanbrengen, kantopsluiting aanbrengen, beplanting aanbrengen.

Infiltratiekrat

Een infiltratiekrat is een ondergrondse bergings- en infiltratievoorziening van kunststof. Afhankelijk van de constructie is deze krat inwendig hol of bestaat deze uit een poreus vulmateriaal. Rondom de voorziening bevindt zich een filterdoek wat zorgt voor een afscheiding tussen de ondergrond en de krat en daarmee grondindringing voorkomt. De kratten worden bij voorkeur in drainerend zand aangelegd. Het instromende hemelwater wordt aangevoerd doormiddel van een verzamelleiding die zowel dakwater als hemelwater afkomstig van verhard tuinoppervlak afvoert. (Amsterdam Rainproof, z.j.)

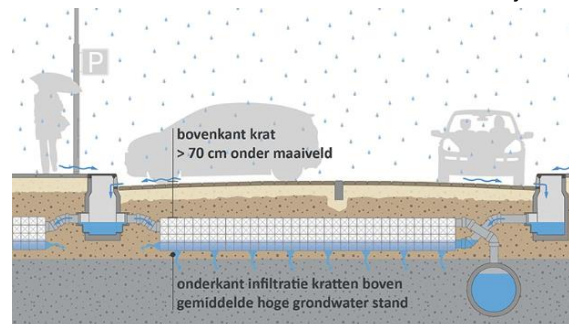
De Hydroblob is een infiltratiekrat gevuld met poreus vulmateriaal en is in vele maten te verkrijgen. Dit product wordt daarom ook veel toegepast voor kleinschalige afkoppelwerkzaamheden op particulier terrein. De losse elementen hebben een inhoud variërend van 34 tot 220 liter. De toepassing hiervan is afhankelijk van de beschikbare ruimte in de tuin en de hoogte van de grondwaterstand. (Hydrorock International, z.j.)

Infiltratiekratten zijn beperkt visueel inspecteerbaar en reinigbaar. De zandvang moet 2 keer per jaar worden gecontroleerd en schoongemaakt. Bij het niet meer goed functioneren van de voorziening moet deze opgegraven worden. (ISSO, 2011)

De kosten van de Hydroblob zijn erg wisselend vanwege de variërende prijs per elementsoort. Om 1 m³ hemelwater te kunnen bergen bedragen de gemiddelde aanschaffkosten 600,- euro. (NuBuiten.nl, z.j.)



Figuur 21: Aanleg van de hydroblob, een variant op de infiltratiekrat (Amsterdam Rainproof)



Figuur 22: Geschematiseerde werking van een infiltratiekrattensysteem (Amsterdam Rainproof)

Infiltratiekrat samengevat:

Aanschafkosten:	600,- euro (per m ³ waterbergend vermogen).
Onderhoud:	2x per jaar zandvang schoonmaken.
Ruimtebeslag:	0 m ² (vanwege ondergrondse ligging).
Complexiteit:	Grond afgraven, bodem vlak maken, krattensysteem aanleggen, grond aanvullen, opnieuw bestraten/gras inzaaien.

Grindkoffer

De grindkoffer is een bergings- en infiltratievoorziening die zorgt voor ondergrondse infiltratie. Afstromend water gaat via de holle ruimtes van het grind richting het onderliggende grindpakket. Om een gereguleerde infiltratiestroom te krijgen kan een infiltratiebuis in het grindpakket aangelegd worden wat zorgt voor de afgifte van hemelwater aan het grindpakket. Het hemelwater kan ook via het maaiveld in de grindkoffer afstromen waarna het zal infiltreren. (Amsterdam Rainproof, z.j.)

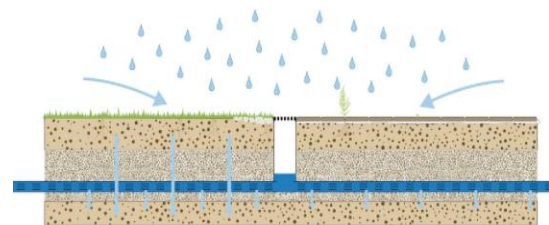
De afmetingen van een grindkoffer zijn afhankelijk van de bodemsituatie en de beschikbare ruimte. Het grind heeft in een grindkoffer een percentage holle ruimte van 35%. Om 1 m³ hemelwater te kunnen bergen heeft de grindkoffer een inhoud van 3 m³ nodig.

Grindkoffers zijn niet visueel inspecteerbaar en reinigbaar. Oppervlakkig vuil moet worden verwijderd en de zandvang moet 2 keer per jaar worden gecontroleerd en schoongemaakt. Bij het niet meer goed functioneren van de voorziening moet deze opgegraven worden. (ISSO, 2011)

De aanschafkosten van het grind om 1 m³ hemelwater te kunnen bergen bedragen 300,- euro. (Grind-webshop.nl, z.j.)



Figuur 23: Aangelegde grindkoffer tussen woning en voetpad (Amsterdam Rainproof)



Figuur 24: Geschematiseerde werking van een grindkoffer met een IT-buis (Amsterdam Rainproof)

Grindkoffer samengevat:

Aanschafkosten:	300,- euro (per m ³ waterbergend vermogen).
Onderhoud:	2x per jaar zandvang schoonmaken, vrijhouden van blad en vuil.
Ruimtebeslag:	6 m ² bij een kofferdiepte van 0,5 m (per m ³ waterbergend vermogen).
Complexiteit:	Grond afgraven, geotextiel aanbrengen, aanvullen met grind.

Waterdoorlatende verharding

De waterdoorlatende verharding bestaat uit een opbouw van verschillende materialen. De bovenste laag is verhard oppervlak wat kan bestaan uit poreuze stenen of normale stenen met waterdoorlatende voegen. Deze stenen worden op een vlijlaag van drainerend zand aangebracht met een dikte van 5 cm. Onder deze laag bevindt zich een waterbergende funderingslaag van lavasteen met een dikte van 20 cm, die het water verder laat infiltreren naar de bodem. Lavasteen heeft als fundering een holle ruimte percentage van

ongeveer 50%. Het hemelwater wat op de waterdoorlatende verharding terecht komt kan zowel rechtstreeks op de verharding vallen als via de regenpijpen van het dak worden afgevoerd. (Tauw, 2016)

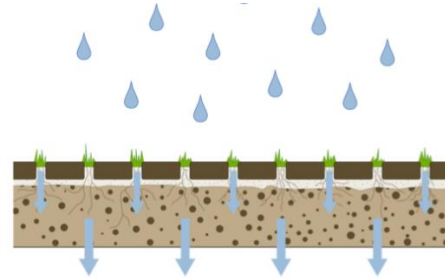
Het kleine onderhoud van de waterdoorlatende verharding betreft het vrijhouden van blad en overig vuil om het infiltrerende vermogen te behouden. Daarnaast moeten de voegen elk jaar worden gecontroleerd, schoongemaakt en waar nodig worden aangevuld. De verwachting is dat een infiltrerende verharding na 20 jaar moet worden herstraat. Hierbij moet ook de vlijlaag worden schoongemaakt of vernieuwd. (Tauw, 2016)

Om 1 m³ hemelwater bergend vermogen te creëren is een oppervlak van 10 m² benodigd. De aanschafkosten bedragen hierbij 450,- euro. Dit bedrag is gebaseerd op de volgende gegevens:

Waterdoorlatende stenen	10	m ²	=	160,-	(Tauw, 2016)
Drainzand	0,5	m ²	=	20,-	(Tauw, 2016)
Voegmateriaal	10	m ²	=	20,-	(Tauw, 2016)
Lavasteen fundering	2	m ³	=	250,-	(Grind-split.nl, z.j.)



Figuur 25: Poreuze variant van doorlatende stenen. (Amsterdam Rainproof)



Figuur 26: Geschematiseerde werking van een doorlatende steen. (Amsterdam Rainproof)

Waterdoorlatende verharding samengevat:

Aanschafkosten:	450,- euro (per m ³ waterbergend vermogen).
Onderhoud:	Vrijhouden van onkruid en vuil, elk jaar voegen controleren en bijwerken.
Ruimtebeslag:	10 m ² (per m ³ waterbergend vermogen).
Complexiteit:	Grond afgraven, geotextiel aanbrengen, fundering aanbrengen, vlijlaag aanbrengen, bestraten, voegen vullen.

Retentiedak

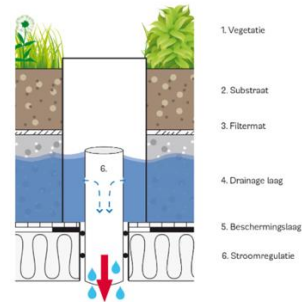
Het retentiedak is een bergingsvoorziening zonder water infiltrerende werking. Daarom zal een retentiedak het hemelwater moeten afvoeren naar een infiltratievoorziening of naar een openbare afvoervoorziening. Het dak is opgebouwd uit bovenliggende vegetatie van sedum met daaronder een substraat van grond met een dikte van 60 mm. Hieronder bevindt zich een drainerend kunststof profiel met een dikte van 30 mm. De constructie van het gebouw wordt door middel van een absorptielaag beschermd. (Optiegroen, z.j.)

Retentiedaken moeten tenminste twee keer per jaar een onderhoudsbezoek krijgen om de afvoerkanalen vrij te maken van vuil en de begroeiing te onderhouden. (Gids Duurzame Gebouwen, z.j.)

Het waterbergend vermogen is afhankelijk van de opbouw van het retentiedak. De aanlegkosten voor een retentiedak met een waterberging van 25 liter per m² bedraagt 35,- euro. Om 1 m³ hemelwater bergend vermogen te creëren is er 40 m² benodigd. De kosten bedragen hierbij 1400,- euro. (Architectenweb, 2016)



Figuur 27: Waterbergingsdak op een recreatiecomplex (Amsterdam Rainproof)



Figuur 28: Geschematiseerde opbouw van een waterbergingsdak (Amsterdam Rainproof)

Retentiedak samengevat:

Aanschafkosten: 1400,- euro (per m³ waterbergend vermogen).

Onderhoud: Onderhoud kan niet door een particulier worden verricht en moet daarom worden uitbesteed.

Ruimtebeslag: 40 m² (per m³ waterbergend vermogen).

Complexiteit: De aanleg kan niet door een particulier worden verricht en moet daarom worden uitbesteed.

Waterschutting

De waterschutting is opgebouwd uit holle elementen van kunststof die ieder een waterbergend vermogen van 110 liter hebben. De elementen kunnen als schutting worden gebruikt, maar ook tegen een bestaande schutting aangezet worden. Het water wat wordt opgevangen van het dakoppervlak kan net als een regenton hergebruikt worden. Om deze elementen een water infiltrerende werking te geven worden de onderste elementen aangesloten op infiltratiebuizen die het water kunnen afvoeren naar de bodem. Hierbij gaat de gebruiksfunctie van het water in eerste instantie verloren. (Amsterdam Rainproof, z.j.)

Het onderhoud van de waterschutting bestaat uit het twee keer per jaar legen van de zandvang. Wanneer de infiltrerende werking van de infiltratiebuizen niet meer functioneert zullen deze moeten worden opgegraven en worden gereinigd. (ISSO, 2011)

De aanschafkosten voor het bergen van 1 m³ hemelwater in de waterschutting bedraagt 1100,- euro. (De Duurzame Tuin.nl, z.j.)



Figuur 29: Waterschutting tegen een bestaande schutting aan (Amsterdam Rainproof)



Figuur 30: Geschematiseerde werking van een waterschutting (Amsterdam Rainproof)

Waterschutting samengevat:

Aanschafkosten: 1100,- euro (per m³ waterbergend vermogen).

Onderhoud: 2x per jaar zandvang schoonmaken.

Ruimtebeslag: 0,6 m² (per m³ waterbergend vermogen).

Complexiteit: Schuttingelementen opbouwen en bevestigen tegen bestaande schutting, sleuven graven, drainageleidingen aanbrengen, grond aanvullen, opnieuw bestraten/gras inzaaien.

Verlaging maaiveld

Het verlagen van het maaiveld is een van de meest simpele oplossing om water te bergen en te infiltreren. In de tuin wordt er een ruimte gecreëerd waar het hemelwater oppervlakkig naartoe kan lopen en het doormiddel van een waterdoorlatende verlaging in de grond kan infiltreren. Ook kan het hemelwater doormiddel van leidingen worden aangevoerd. De verlaging kan bestaan uit hetzelfde plantsoen als de rest van de tuin. Wel dient deze laag genoeg waterdoorlatend te zijn om het hemelwater of te voeren. (Amsterdam Rainproof, z.j.)

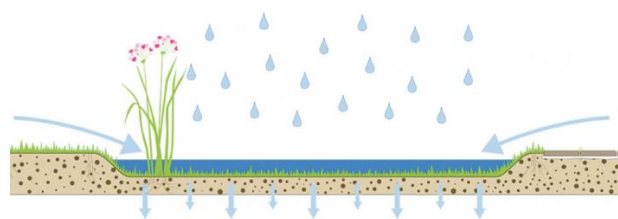
Een verlaging met een diepte groter dan 30 cm is vanuit het oogpunt 'uitstraling' niet gewenst vanwege de grote taludsteilheden. De diepte van de verlaging is afhankelijk van de beschikbare ruimte in de tuin, maar er wordt in het keuzeproces uitgegaan van een ontwerp met een verlaging van 20 cm en taludsteilheden van 1:1.

Het onderhoud van een verlaging in het maaiveld bestaat uit het kort houden van het plantsoen en het verwijderen van blad en vuil. In een gemiddeld jaar zal er 26 keer gemaaid moeten worden. Wanneer het hemelwater niet oppervlakkig maar via leidingen naar de verlaging in het maaiveld wordt gebracht dienen deze 2 keer per jaar gereinigd te worden, inclusief de tussenliggende zandvang. (ISSO, 2011)

De aanschafkosten voor het verlagen van het maaiveld bedragen 80,- euro bij een oppervlak van 10 m² met een bergend vermogen van 1 m³. (homedeaal.nl, z.j.)



Figuur 31: Voorbeeldsituatie waarbij het maaiveld verlaagd is aangelegd (Molinia)



Figuur 32: Geschematiseerde werking van een infiltrerende verlaging in het maaiveld (Amsterdam Rainproof)

Verlaging maaiveld samengevat:

Aanschafkosten: 80,- euro (per m³ waterbergend vermogen).

Onderhoud: Vrijhouden van onkruid en vuil, gemiddeld 26 maaibeurten per jaar.

Ruimtebeslag: 7,4 m² (per m³ waterbergend vermogen).

Complexiteit: Grond afgraven, gras inzaaien.

C.2 PAARSGEWIJZE VERGELIJKING

In deze deelbijlage worden de beschouwde varianten uit deelbijlage C.1 'Varianten' beoordeeld met de paarsgewijze vergelijkmethode. De varianten worden beoordeeld aan de hand van de vier criteria: aanlegkosten, onderhoud, ruimtebeslag en complexiteit. De omschrijving van elk criterium en de wijze van beoordelen is in de paragraaf 2.4 'Variantenstudie' terug te vinden.

In tabel 20 is het resultaat te zien van de beoordeling op basis van de paarsgewijze vergelijkmethode. De invulling van de paarsgewijze vergelijking gebeurt met behulp van tabel 19. In deze tabel zijn de resultaten van deelbijlage C.1 'Varianten' samengevoegd om de beoordelingskeuze per tweetal varianten overzichtelijk te maken.

Tabel 19: Resultatenoverzicht van het variantenonderzoek (deelbijlage C.1 'Varianten') op basis van de criteria.

Varianten	Aanlegkosten*	Onderhoud	Ruimtebeslag*	Complexiteit
Infiltratiestrook	€ 200,-	- 2x per jaar zandvang schoonmaken; - Vrijhouden van onkruid en vuil; - 1x in de 5 jaar bovenlaag loswerken; - 1x in de 10 jaar bovenste 10 cm grond vernieuwen.	3,3 m ²	- Grond afgraven; - Grondverbetering aanbrengen; - Kantopsluiting aanbrengen; - Beplanting aanbrengen.
Infiltratiekrat	€ 600,-	- 2x per jaar zandvang schoonmaken. (Bij het verliezen van de infiltrerende werking zal de krat opgegraven moeten worden en worden vervangen.)	0 m ²	- Grond afgraven; - Bodem vlak maken; - Krattensysteem aanleggen; - Grond aanvullen; - Opnieuw bestraten / gras inzaaien.
Grindkoffer	€ 300,-	- 2x per jaar zandvang schoonmaken; - Vrijhouden van blad en vuil.	6 m ²	- Grond afgraven; - Geotextiel aanbrengen; - Grind aanvullen.
Waterdoorlatende verharding	€ 450,-	- Vrijhouden van onkruid en vuil; - Elk jaar voegen controleren en bijwerken.	10 m ²	- Grond afgraven; - Geotextiel aanbrengen; - Funderingslaag aanbrengen; - Vlijlaag aanbrengen; - Bestraten; - Aftrillen; - Voegen vullen.
Retentiedak	€ 1.400,-	Onderhoud kan niet door een particulier worden verricht en moet daarom worden uitbesteed.	40 m ²	De aanleg kan niet door een particulier worden verricht en moet daarom worden uitbesteed.
Waterschutting	€ 1.100,-	- 2x per jaar zandvang schoonmaken. (Bij het verliezen van de infiltrerende werking zullen de drainagebuizen moeten worden opgegraven en worden gereinigd.)	0,6 m ²	- Schutting elementen opbouwen en bevestigen tegen bestaande schutting; - Sleuven graven; - Drainageleidingen aanbrengen; - Grond aanvullen; - Opnieuw bestraten / gras inzaaien.
Verlaging maaiveld	€ 80,-	- Vrijhouden van onkruid en vuil; - 26 maaibeurten per jaar.	7,4 m ²	- Grond afgraven; - Gras inzaaien.
*) Criteria 'Aanlegkosten' en 'Ruimtebeslag' zijn gebaseerd op een waterbergend vermogen van 1 m ³ .				

De beoordeling ten aanzien van de criteria 'Aanlegkosten' en 'Ruimtebeslag' is met cijfers goed te kwantificeren. De beoordeling van de criteria 'Onderhoud' en 'Complexiteit' is minder goed kwantificeerbaar en is naar eigen inzicht ingevuld. Wel zijn hier de nodige uitgangspunten aangehouden.

Voor het criterium 'Onderhoud' zijn de volgende uitgangspunten aangehouden:

- Wanneer het onderhoud van een variant niet uitgevoerd kan worden door de particulier, scoort de desbetreffende variant altijd negatief.
- Wanneer het reguliere onderhoud van twee varianten gelijk is aan elkaar, wordt er beoordeeld op basis van intensiviteit en kostbaarheid van het onderhoud bij het verliezen van de infiltrerende werking.

Voor het criterium 'Complexiteit' zijn de volgende uitgangspunten aangehouden:

- Wanneer de aanleg van een variant niet zelf door een particulier uitgevoerd kan worden, scoort de desbetreffende variant altijd negatief.
- De hoeveelheid handelingen die nodig zijn voor de aanleg is leidend voor de beoordeling in complexiteit. De complexiteit van een variant wordt hoger naarmate er meer handelingen verricht moeten worden in de aanlegfase. Bij een gelijk aantal handelingen wordt naar eigen inzicht bepaald welke handelingen het meest complex zijn.

Tabel 20: Beoordeling en resultaten van de multicriteria-analyse volgens de 'paarsgewijze' vergelijkmethode.

Criteria	Aanlegkosten	Onderhoud	Ruimtebeslag	Complexiteit	Totaal score
Gewichten	0,25	0,25	0,25	0,25	1,00
Varianten					
v1 Infiltratiestrook	19,05	11,90	16,67	16,67	16,07%
v2 Infiltratiekrat	11,90	19,05	21,43	14,29	16,67%
v3 Grindkoffer	16,67	16,67	14,29	19,05	16,67%
v4 Waterdoorlatende verharding	14,29	9,52	9,52	9,52	10,71%
v5 Retentiedak	7,14	7,14	7,14	7,14	7,14%
v6 Waterschutting	9,52	21,43	19,05	11,90	15,48%
v7 Verlaging maaiveld	21,43	14,29	11,90	21,43	17,26%
v1 Infiltratiestrook	1 75	3 25	3 25	1 75	
v2 Infiltratiekrat	3 25	1 75	1 75	3 25	
v1 Infiltratiestrook	1 75	3 25	1 75	3 25	
v3 Grindkoffer	3 25	1 75	3 25	1 75	
v1 Infiltratiestrook	1 75	1 75	1 75	1 75	
v4 Waterdoorlatende verharding	3 25	3 25	3 25	3 25	
v1 Infiltratiestrook	1 75	1 75	1 75	1 75	
v5 Retentiedak	3 25	3 25	3 25	3 25	
v1 Infiltratiestrook	1 75	3 25	3 25	1 75	
v6 Waterschutting	3 25	1 75	1 75	3 25	
v1 Infiltratiestrook	3 25	3 25	1 75	3 25	
v7 Verlaging maaiveld	1 75	1 75	3 25	1 75	
v2 Infiltratiekrat	3 25	1 75	1 75	3 25	
v3 Grindkoffer	1 75	3 25	3 25	1 75	
v2 Infiltratiekrat	3 25	1 75	1 75	1 75	
v4 Waterdoorlatende verharding	1 75	3 25	3 25	3 25	
v2 Infiltratiekrat	1 75	1 75	1 75	1 75	
v5 Retentiedak	3 25	3 25	3 25	3 25	
v2 Infiltratiekrat	1 75	3 25	1 75	1 75	
v6 Waterschutting	3 25	1 75	3 25	3 25	
v2 Infiltratiekrat	3 25	1 75	1 75	3 25	
v7 Verlaging maaiveld	1 75	3 25	3 25	1 75	
v3 Grindkoffer	1 75	1 75	1 75	1 75	
v4 Waterdoorlatende verharding	3 25	3 25	3 25	3 25	
v3 Grindkoffer	1 75	1 75	1 75	1 75	
v5 Retentiedak	3 25	3 25	3 25	3 25	
v3 Grindkoffer	1 75	3 25	3 25	1 75	
v6 Waterschutting	3 25	1 75	1 75	3 25	
v3 Grindkoffer	3 25	1 75	1 75	3 25	
v7 Verlaging maaiveld	1 75	3 25	3 25	1 75	
v4 Waterdoorlatende verharding	1 75	1 75	1 75	1 75	
v5 Retentiedak	3 25	3 25	3 25	3 25	
v4 Waterdoorlatende verharding	1 75	3 25	3 25	3 25	
v6 Waterschutting	3 25	1 75	1 75	1 75	
v4 Waterdoorlatende verharding	3 25	3 25	3 25	3 25	
v7 Verlaging maaiveld	1 75	1 75	1 75	1 75	
v5 Retentiedak	3 25	3 25	3 25	3 25	
v6 Waterschutting	1 75	1 75	1 75	1 75	
v5 Retentiedak	3 25	3 25	3 25	3 25	
v7 Verlaging maaiveld	1 75	1 75	1 75	1 75	
v6 Waterschutting	3 25	1 75	1 75	3 25	
v7 Verlaging maaiveld	1 75	3 25	3 25	1 75	

D. ONTWERP BERGINGS- EN INFILTRATIEVOORZIENINGEN

Deze bijlagen bestaat uit vier onderdelen en bevat alle achtergrondinformatie behorende bij de verrichte berekeningen. Het eerste deel (D.1) beschrijft gemaakte stappen tijdens het dimensioneringsproces. Deel twee (D.2) geeft een resultatenoverzicht weer van de dimensionering van elke bergings- en infiltratievoorziening onder invloed van verschillende bodemaspecten. Het laatste deel (D.3) toont technische tekeningen voor de rijwoning, twee-onder-een-kapwoning en vrijstaande woning. Tot slot toont de laatste deel (D.4) een overzicht van de investeringskosten voor de aanleg van de ontworpen bergings- en infiltratievoorzieningen.

D.1 DIMENSIONERINGSPROCES

Het dimensioneren van bergings- en infiltratievoorzieningen is uitgevoerd in vier stappen, bestaande uit een handberekening, een simulatie in Raintools, een optimalisatie van de voorziening en aanpassen van bodemeigenschappen. In deze deelbijlage worden deze stappen toegelicht aan de hand van een enkel voorbeeld. Dit betreft de dimensionering van de grindkoffer in de voortuin van de rijwoning. Alle andere voorzieningen zijn volgens dezelfde stappen gedimensioneerd. De volgende deelbijlage geeft overzichtelijk weer welke conclusies zijn voortgekomen uit het dimensioneringsproces.

Stap 1: Handberekening

Elke dimensionering is gestart met een handberekening in een spreadsheet voor ontwerp van bergings- en infiltratievoorzieningen van Stichting Rioned. Figuur 33 toont de weergave van een deel van deze spreadsheet, waarin de voorziening is ingevoerd. De gele en oranje vakken worden voorzien van invoergegevens, waarna de overige vakken worden voorzien van automatisch berekende waarden. De situaties (groene vakken) zijn als volgt:

- 1. Voorziening in zandbodem met lage grondwaterstand;
- 2. Voorziening in zandbodem met hoge grondwaterstand;
- 3. Voorziening in kleibodem met lage grondwaterstand;
- 4. Voorziening in kleibodem met hoge grondwaterstand.

Invoergegevens bestaan uit afvoerend verhard oppervlak, dimensies van de voorziening, porositeit vulmateriaal, waterdoorlatendheden van de ondergrond en equivalente bodem- en wandfactoren. Het resultaat is een bergingscapaciteit in millimeters en een ledigingscapaciteit in millimeters per uur. Hieruit is opgemaakt of de ingevoerde voorziening voldoende hemelwater kan bergen (25 mm) en of volledige lediging optreedt binnen 24 uur. De dimensies zijn zodanig gekozen dat net voldaan wordt aan deze eisen.

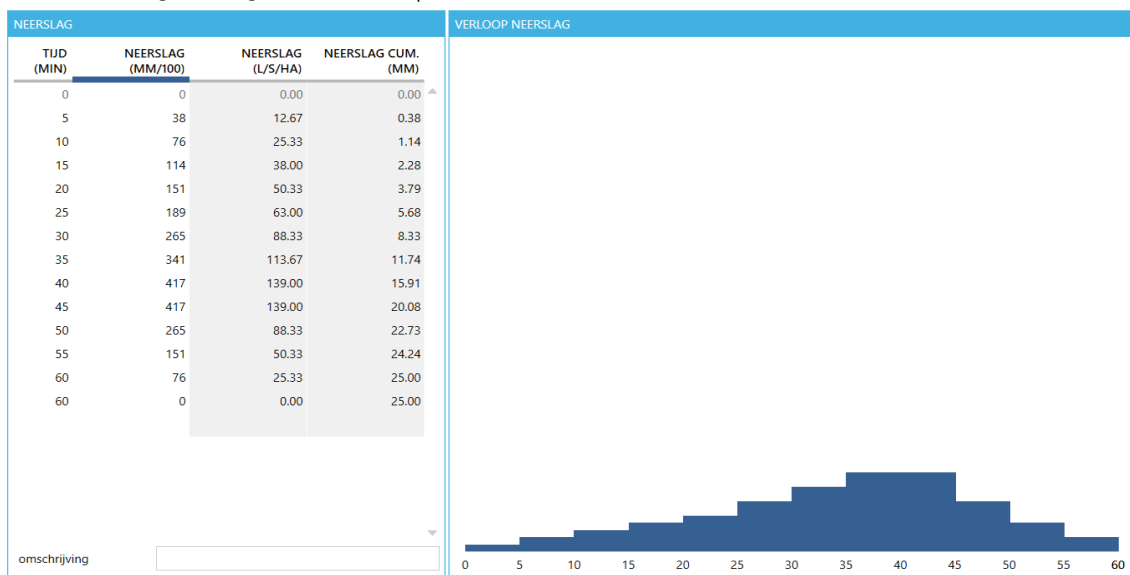
Voor de situaties met kleibodems is in de handberekening ook een bodemverbetering toegevoegd, omdat uit voorgaande berekening al bleek dat de ledigingscapaciteit anders veel te laag zou zijn. Echter, met toepassing van grondverbetering is dit nog steeds het geval. Uit handberekeningen kan geconcludeerd worden dat infiltratie enkel mogelijk is in de zandbodems, omdat de ledigingscapaciteit veel te laag is in kleibodems. In figuur 33 is een voorbeeld weergegeven van de handberekening van een grindkoffer in de voortuin van de rijwoning.

Variant	eenh.	1	2	3	4
Afvoerend oppervlak	m²	29	29	29	29
lengte	m	3,0	3,0	3,0	3,0
breedte bodem	m	1,0	1,4	1,0	1,4
hoogte wand	m	0,7	0,5	0,7	0,5
talud (b/h)	-	0,0	0,0	0,0	0,0
wandoppervlak	m²	5,6	4,4	5,6	4,4
bodemoppervlak	m²	3,0	4,2	3,0	4,2
inhoud bruto	m³	2,1	2,1	2,1	2,1
porositeit vulmateriaal	-	0,35	0,35	0,35	0,35
inhoud netto	m³	0,7	0,7	0,7	0,7
k-waarde grond verbetering	m/dag	5,0	5,0	10000,0	10000,0
eq.wandfactor	-	0,6	0,6	0,6	0,6
eq.bodemfactor	-	0,0	0,0	0,0	0,0
berging	mm	25,34	25,34	25,34	25,34
infiltratiecap. wand	mm/h	24,1	19,0	48275,9	37931,0
infiltratiecap. bodem	mm/h	0,0	0,0	0,0	0,0
ledigingscapaciteit	mm/h	24,1	19,0	48275,9	37931,0
Grondverbetering					
lengte	m	3,0	3,0	3,0	3,0
breedte bodem	m			1,4	1,8
hoogte wand	m			0,9	0,5
talud (b/h)	-			0,0	0,0
wandoppervlak	m²	0,0	0,0	7,9	4,8
bodemoppervlak	m²	0,0	0,0	4,2	5,4
inhoud bruto	m³	-2,1	-2,1	1,7	0,6
porositeit vulmateriaal	-			0,35	0,35
inhoud netto	m³	0,0	0,0	0,6	0,2
k-waarde ondergrond	m/dag			0,0	0,0
eq.wandfactor	-			0,5	0,5
eq.bodemfactor	-			0,0	0,0
berging	mm	0,00	0,00	20,28	7,24
infiltratiecap. wand	mm/h	0,0	0,0	0,1	0,0
infiltratiecap. bodem	mm/h	0,0	0,0	0,0	0,0
ledigingscapaciteit	mm/h	0,0	0,0	0,1	0,0

Figuur 33: Weergave handberekening van de grindkoffer voor de in de voortuin van de rijwoning.

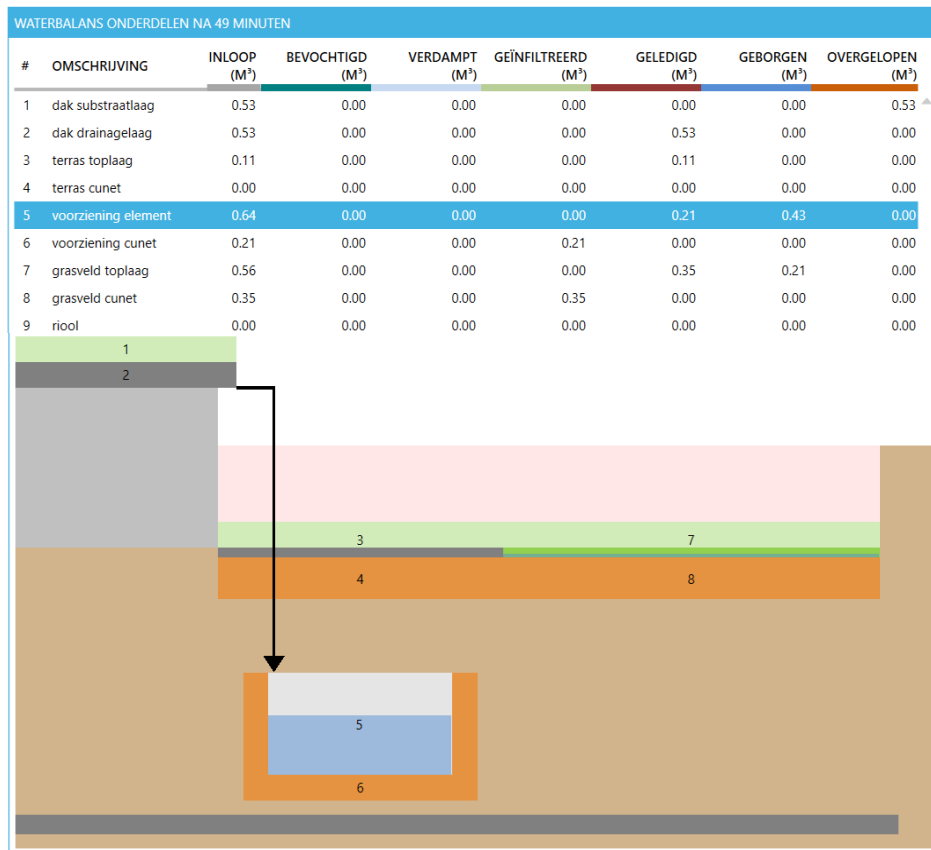
Stap 2: Simulatie Raintools

Met de handberekeningen uit voorgaande deelbijlage zijn dimensies bepaald voor de bergings- en infiltratievoorzieningen. Met behulp van de software Raintools van Stichting Rioned zijn simulaties uitgevoerd, waarbij het effect van buien wordt weergegeven op bepaalde voorzieningen. Hiervoor is een bui toegepast met in totaal 25 mm neerslag en verschillende neerslagintensiteiten. De duur van de bui is 60 minuten. Figuur 34 geeft het verloop van de bui weer.



Figuur 34: Weergave van het verloop van de toegepaste bui 08 + 25%.

De invoergegevens zoals toegepast in de handberekening zijn ook doorgevoerd in de Raintools simulaties. Daarbij zijn enkele gegevens ingevuld die betrekking hebben op het perceel. Na berekening kan de tijd op elk moment worden stilgezet in de simulatie. Zo is in figuur 35 te zien dat bij de grindkoffer in de voortuin van de rijwoning na 49 minuten een maximale hemelwaterberging optreedt van 0,43 m³, wat gelijk staat aan 14,83mm. Dat betekent dat slechts iets meer dan de helft van de bergingscapaciteit gebruikt wordt. Complete lediging duurt hier slechts 3 uur en 14 minuten.



Figuur 35: Resultaten uit Raintools voor de grindkoffer in de voortuin van de rijwoning

Geconcludeerd kan worden dat door voorzieningen in zandgrond niet de maximale bergingscapaciteit gebruikt wordt, omdat er tussentijds ook al lediging plaatsvindt. Daarom kunnen deze voorzieningen in werkelijkheid kleiner gedimensioneerd worden dan vooraf met de handberekeningen bepaald is. Ten aanzien van voorzieningen in kleigrond kan geconcludeerd worden dat ook uit simulaties blijkt dat de ledigingsduren veel te lang zijn. Figuur 36 geeft het verloop weer van de vulling, berging en lediging van een voorziening in kleigrond. Na 1440 minuten (24 uur) is er slechts 0,05 m³ hemelwater geledigd en wordt er nog 0,67 m³ hemelwater geborgen.

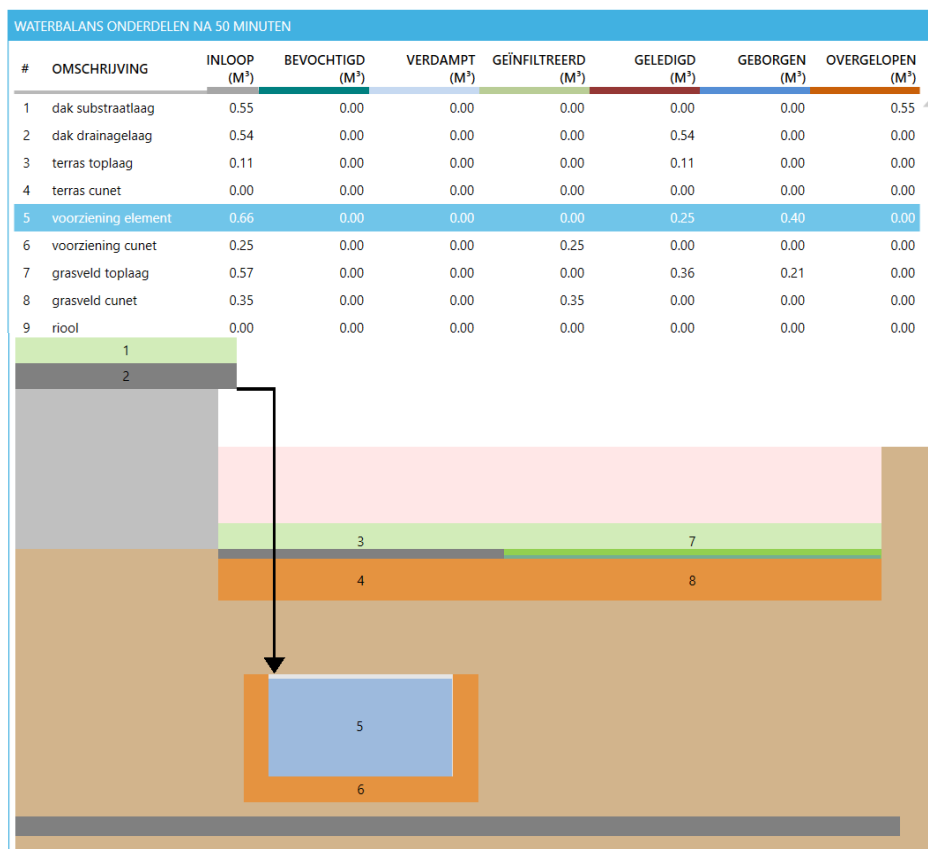


Figuur 36: Weergave verloop van vulling, berging en lediging van de voorziening in kleigrond

Stap 3: Optimalisatie voorziening

Deze derde stap bestaat uit het optimaliseren van de voorziening in Raintools. Dat wil zeggen dat voorzieningen in zandgrond kleiner gedimensioneerd worden en dat voorzieningen in kleigrond voorzien worden van grondverbetering.

Voor de voorzieningen in zandgrond zijn dimensies verkleind, totdat de voorziening nog net voldoende bergings- en ledigingscapaciteit overhield. Voor de grindkoffer in de voortuin van de rijwoning bleek dat een reductie in volume haalbaar was van ruim 40% (van 2,1 m³ naar 1,2 m³ grind). Figuur 37 geeft het resultaat weer van deze optimalisatie, waarbij nu wel een volledig gevulde voorziening zichtbaar is. De lediging van de voorziening duurt nu 2 uur en 46 minuten.

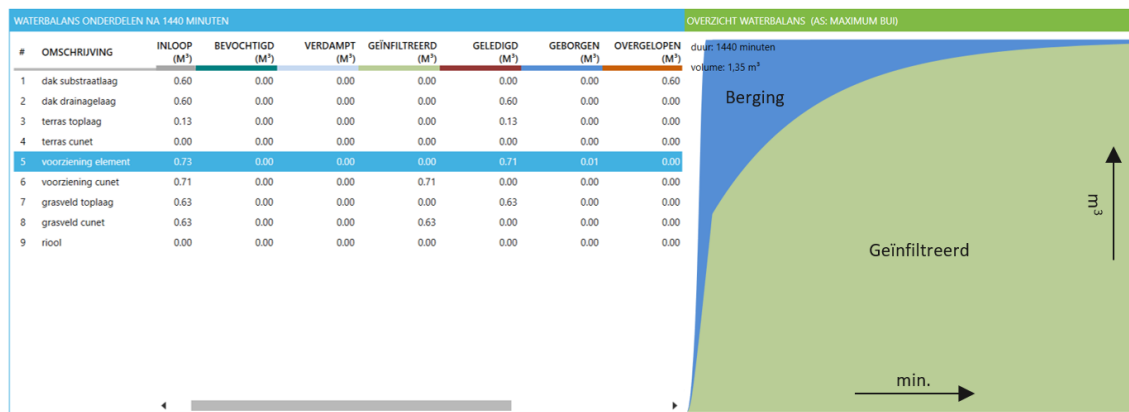


Figuur 37: Resultaten uit Raintools na optimalisatie voor de grindkoffer in de voortuin van de rijwoning

Voor de voorzieningen in kleigrond zijn grondverbeteringen toegevoegd in de simulatie, om te bepalen of daarmee wel voldoende ledigingscapaciteit gecreëerd kon worden. Er zijn maximale grondverbeteringen toegepast (tot aan de grondwaterstand), maar de ledigingsduren bleven ruim boven de gestelde eis van 24 uur. Geconcludeerd kan worden dat toepassing van bergings- en infiltratievoorzieningen niet aan te raden is voor de slecht waterdoorlatende kleigronden.

Stap 4: Aanpassen bodemeigenschappen

De laatste stap van het dimensioneringsproces bestaat uit het bepalen van de minimale waterdoorlatendheid van de bodem. Uit voorgaande stappen bleek dat kleigronden niet geschikt zijn voor infiltratie. Door in Raintools de waterdoorlatendheid van de bodem op te voeren is bepaald bij welke minimale waterdoorlatendheid infiltratie wel mogelijk is. De waterdoorlatendheid is opgevoerd totdat de ledigingsduur net minder was dan 24 uur. Hieruit bleek voor de grindkoffer in de voortuin van de rijwoning dat een minimale waterdoorlatendheid nodig is van 0,56 m/dag bij een lage grondwaterstand (1,2 m onder maaiveld). Het bijbehorende verloop van vulling, berging en lediging is weergegeven in figuur 38. Na 1440 minuten (24 uur) is de voorziening nagenoeg volledig geleegd. Bij een hoge grondwaterstand (0,5 m onder maaiveld) blijkt een minimale waterdoorlatendheid nodig van 0,71 m/dag.



Figuur 38: Weergave verloop van vulling, berging en lediging van de voorziening na aanpassing waterdoorlatendheid bodem

D.2 RESULTATENOVERZICHTEN

Tabel 21: Grindkoffer → Voorzijde rijwoning (aansluitend verhard oppervlak = 29 m²)

	Situatie 1	Situatie 2	Situatie 3	Situatie 4
Bodemsoort:	Zand	Zand	Klei	Klei
Grondwaterstand:	1,2 m-mv	0,5 m-mv	1,2 m-mv	0,5 m-mv
↓				
Stap 1: Handberekening (Excel spreadsheet)				
Afmetingen voorziening:	L = 3000 mm B = 1000 mm H = 700 mm	L = 3000 mm B = 1400 mm H = 500 mm	L = 3000 mm B = 1000 mm H = 700 mm	L = 3000 mm B = 1400 mm H = 500 mm
Waterberging:	25,34 mm	25,34 mm	25,34 mm	25,34 mm
Ledigingcapaciteit:	24,1 mm/h	19,0 mm/h	0,05 mm/h	0,04 mm/h
↓				
Stap 2: Simulatie in Raintools				
Afmetingen voorziening:	Zie stap 1.	Zie stap 1.	Zie stap 1.	Zie stap 1.
Max. optredende waterberging:	14,83 mm	16,21 mm	24,83 mm	24,83 mm
Ledigingstijd:	194 min	236 min	> 1440 min	> 1440 min
↓				
	Stap 3: Optimaliseren voorziening		Stap 3: Grondverbetering toepassen	
Afmetingen voorziening:	L = 3000 mm B = 800 mm H = 500 mm	L = 3000 mm B = 800 mm H = 500 mm	Zie stap 1 incl. 300 mm grind rondom	Zie stap 1 incl. 300 mm grind rondom
Max. optredende waterberging:	13,79 mm	13,79 mm	24,83 mm	24,83 mm
Ledigingstijd:	166 min	214 min	> 1440 min	> 1440 min
↓				
Stap 4: Bodemdoorlatendheid aanpassen				
Afmetingen voorziening	*	*	Zie stap 1.	Zie stap 1.
K-waarde	*	*	560 mm/dag	710 mm/dag
Ledigingstijd	*	*	≈ 1440 min	≈ 1440 min

*) niet van toepassing.

Tabel 22: Hydroblob → Achterzijde rijwoning (aansluitend verhard oppervlak = 60 m²)

	Situatie 1	Situatie 2	Situatie 3	Situatie 4
Bodemsoort:	Zand	Zand	Klei	Klei
Grondwaterstand:	1,2 m-mv	0,5 m-mv	1,2 m-mv	0,5 m-mv
↓				
Stap 1: Handberekening (Excel spreadsheet)				
Afmetingen voorziening:	L = 3600 mm B = 900 mm H = 500 mm	L = 3400 mm B = 2400 mm H = 200 mm	L = 3600 mm B = 900 mm H = 500 mm	L = 3400 mm B = 2400 mm H = 200 mm
Waterberging:	25,38 mm	25,57 mm	25,38 mm	25,57 mm
Ledigingscapaciteit:	9,38 mm/h	4,83 mm/h	0,02 mm/h	0,01 mm/h
↓				
Stap 2: Simulatie in Raintools				
Afmetingen voorziening:	Zie stap 1.	Zie stap 1.	Zie stap 1.	Zie stap 1.
Max. optredende waterberging:	19,67 mm	21,83 mm	25,00 mm	25,00 mm
Ledigingstijd:	476 min	897 min	> 1440 min	> 1440 min
↓				
	Stap 3: Optimaliseren voorziening		Stap 3: Grondverbetering toepassen	
Afmetingen voorziening:	L = 2400 mm B = 1200 mm H = 500 mm	L = 3000 mm B = 2400 mm H = 200 mm	Zie stap 1 incl. 400 mm zand rondom	Zie stap 1 incl. 100 mm zand rondom
Max. optredende waterberging:	21,17 mm	21,67 mm	14,17 mm	18,50 mm
Ledigingstijd:	742 min	969 min	> 1440 min	> 1440 min
↓				
Stap 4: Bodemdoorlatendheid aanpassen				
Afmetingen voorziening	*	*	Zie stap 1.	Zie stap 1.
K-waarde	*	*	1600 mm/dag	3100 mm/dag
Ledigingstijd	*	*	≈ 1440 min	≈ 1440 min

*) niet van toepassing.

Tabel 23: Hydroblob → Voorzijde twee-onder-een kapwoning (aansluitend verhard oppervlak = 61,5 m²)

	Situatie 1	Situatie 2	Situatie 3	Situatie 4
Bodemsoort:	Zand	Zand	Klei	Klei
Grondwaterstand:	1,2 m-mv	0,5 m-mv	1,2 m-mv	0,5 m-mv
↓				
Stap 1: Handberekening (Excel spreadsheet)				
Afmetingen voorziening:	L = 6000 mm B = 600 mm H = 500 mm	L = 6000 mm B = 1400 mm H = 200 mm	L = 6000 mm B = 600 mm H = 500 mm	L = 6000 mm B = 1400 mm H = 200 mm
Waterberging:	27,51 mm	25,68 mm	27,51 mm	25,68 mm
Ledigingscapaciteit:	13,41 mm/h	6,02 mm/h	0,03 mm/h	0,01 mm/h
↓				
Stap 2: Simulatie in Raintools				
Afmetingen voorziening:	Zie stap 1.	Zie stap 1.	Zie stap 1.	Zie stap 1.
Max. optredende waterberging:	18,37 mm	21,30 mm	25,04 mm	25,04 mm
Ledigingstijd:	376 min	737 min	> 1440 min	> 1440 min
↓				
	Stap 3: Optimaliseren voorziening		Stap 3: Grondverbetering toepassen	
Afmetingen voorziening:	L = 4800 mm B = 600 mm H = 500 mm	L = 6000 mm B = 1200 mm H = 200 mm	Zie stap 1 incl. 400 mm zand rondom	Zie stap 1 incl. 100 mm zand rondom
Max. optredende waterberging:	18,21 mm	20,81 mm	12,20 mm	16,75 mm
Ledigingstijd:	411 min	739 min	> 1440 min	> 1440 min
↓				
Stap 4: Bodemdoorlatendheid aanpassen				
Afmetingen voorziening	*	*	Zie stap 1.	Zie stap 1.
K-waarde	*	*	1250 mm/dag	2500 mm/dag
Ledigingstijd	*	*	≈ 1440 min	≈ 1440 min

*) niet van toepassing.

Tabel 24: Verlaging maaiveld → Achterzijde twee-onder-een kapwoning (aansluitend verhard oppervlak = 110,5 m²)

	Situatie 1	Situatie 2	Situatie 3	Situatie 4
Bodemsoort:	Zand	Zand	Klei	Klei
Grondwaterstand:	1,2 m-mv	0,5 m-mv	1,2 m-mv	0,5 m-mv
↓				
Stap 1: Handberekening (Excel spreadsheet)				
Afmetingen voorziening:	L = 6000 mm B = 2000 mm H = 200 mm (Talud: 1:2)	L = 6000 mm B = 200 mm H = 300 mm (Talud: 1:5)	L = 6000 mm B = 2000 mm H = 200 mm (Talud: 1:2)	L = 6000 mm B = 200 mm H = 300 mm (Talud: 1:5)
Waterberging:	26,06 mm	27,69 mm	26,06 mm	27,69 mm
Ledigingscapaciteit:	2,74 mm/h	1,46 mm/h	0,05 mm/h	0,03 mm/h
↓				
Stap 2: Simulatie in Raintools				
Afmetingen voorziening:	Zie stap 1.	Zie stap 1.	Zie stap 1.	Zie stap 1.
Max. optredende waterberging:	22,60 mm	23,70 mm	25,00 mm	24,90 mm
Ledigingstijd:	645 min	1142 min	> 1440 min	> 1440 min
↓				
	Stap 3: Optimaliseren voorziening		Stap 3: Grondverbetering toepassen	
Afmetingen voorziening:	**	**	Zie stap 1 incl. 400 mm zand rondom	Zie stap 1 incl. 200 mm zand rondom
Max. optredende waterberging:	**	**	22,60 mm	23,70 mm
Ledigingstijd:	**	**	> 1440 min	> 1440 min
↓				
Stap 4: Bodemdoorlatendheid aanpassen				
Afmetingen voorziening	*	*	Zie stap 1.	Zie stap 1.
K-waarde	*	*	220 mm/dag	390 mm/dag
Ledigingstijd	*	*	≈ 1440 min	≈ 1440 min

*) niet van toepassing.

**) geen optimalisatie benodigd.

Tabel 25: Grindkoffer → Voorzijde vrijstaande woning (aansluitend verhard oppervlak = 125 m²)

	Situatie 1	Situatie 2	Situatie 3	Situatie 4
Bodemsoort:	Zand	Zand	Klei	Klei
Grondwaterstand:	1,2 m-mv	0,5 m-mv	1,2 m-mv	0,5 m-mv
↓				
Stap 1: Handberekening (Excel spreadsheet)				
Afmetingen voorziening:	L = 11000 mm B = 1200 mm H = 700 mm	L = 11000 mm B = 1700 mm H = 500 mm	L = 11000 mm B = 1200 mm H = 700 mm	L = 11000 mm B = 1700 mm H = 500 mm
Waterberging:	25,87 mm	26,18 mm	25,87 mm	26,18 mm
Ledigingscapaciteit:	17,08 mm/h	12,70 mm/h	0,03 mm/h	0,03 mm/h
↓				
Stap 2: Simulatie in Raintools				
Afmetingen voorziening:	Zie stap 1.	Zie stap 1.	Zie stap 1.	Zie stap 1.
Max. optredende waterberging:	16,80 mm	18,40 mm	24,96 mm	24,96 mm
Ledigingstijd:	312 min	412 min	> 1440 min	> 1440 min
↓				
	Stap 3: Optimaliseren voorziening		Stap 3: Grondverbetering toepassen	
Afmetingen voorziening:	L = 11000 mm B = 650 mm H = 700 mm	L = mm B = mm H = mm	Zie stap 1 incl. 300 mm grind rondom	Zie stap 1 incl. 300 mm grind rondom
Max. optredende waterberging:	13,68 mm	16,24 mm	24,96 mm	24,96 mm
Ledigingstijd:	202 min	299 min	> 1440 min	> 1440 min
↓				
Stap 4: Bodemdoorlatendheid aanpassen				
Afmetingen voorziening	*	*	Zie stap 1.	Zie stap 1.
K-waarde	*	*	990 mm/dag	1350 mm/dag
Ledigingstijd	*	*	≈ 1440 min	≈ 1440 min

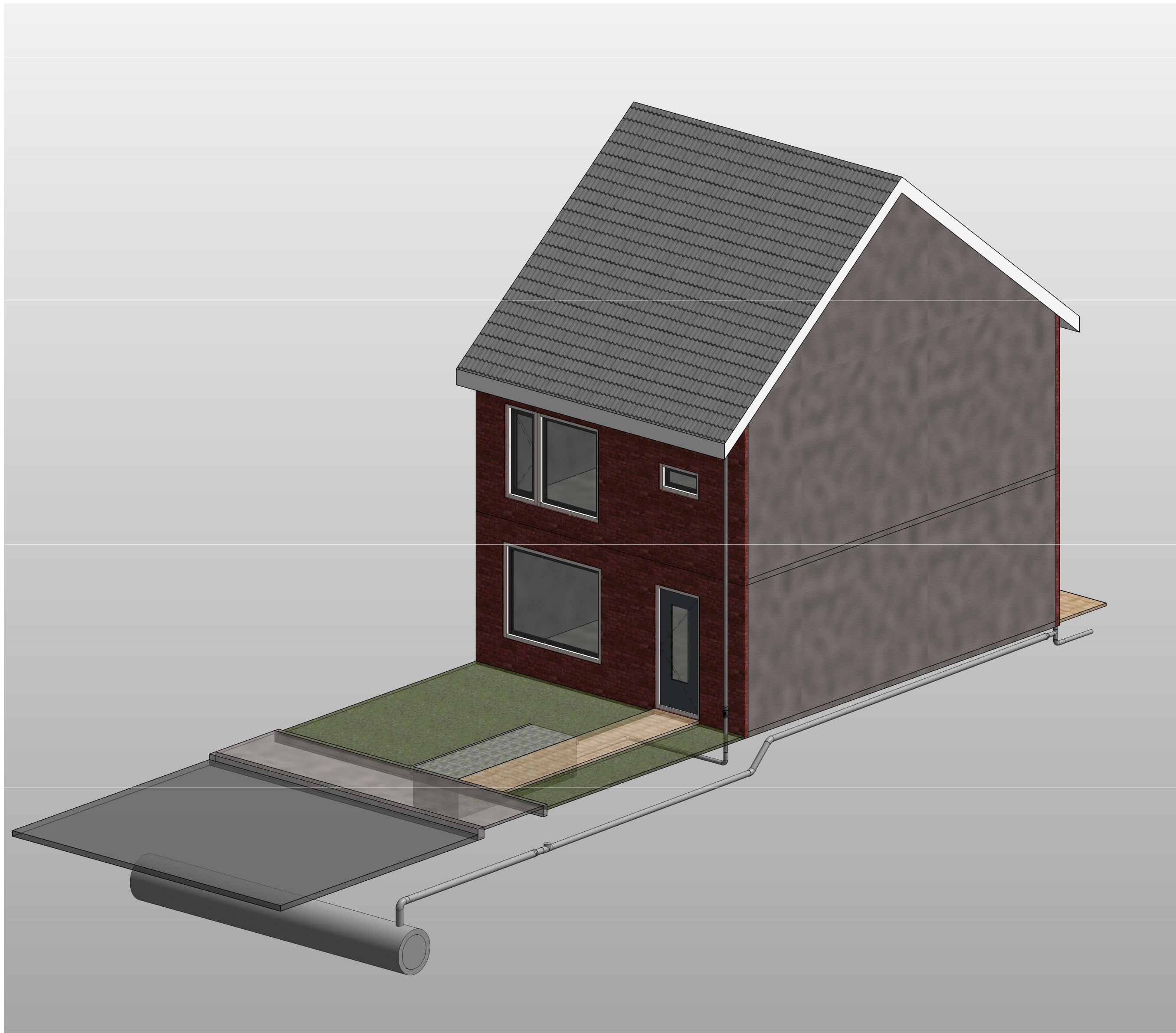
*) niet van toepassing.

Tabel 26: Grindkoffer → Achterzijde vrijstaande woning (aansluitend verhard oppervlak = 139 m²)

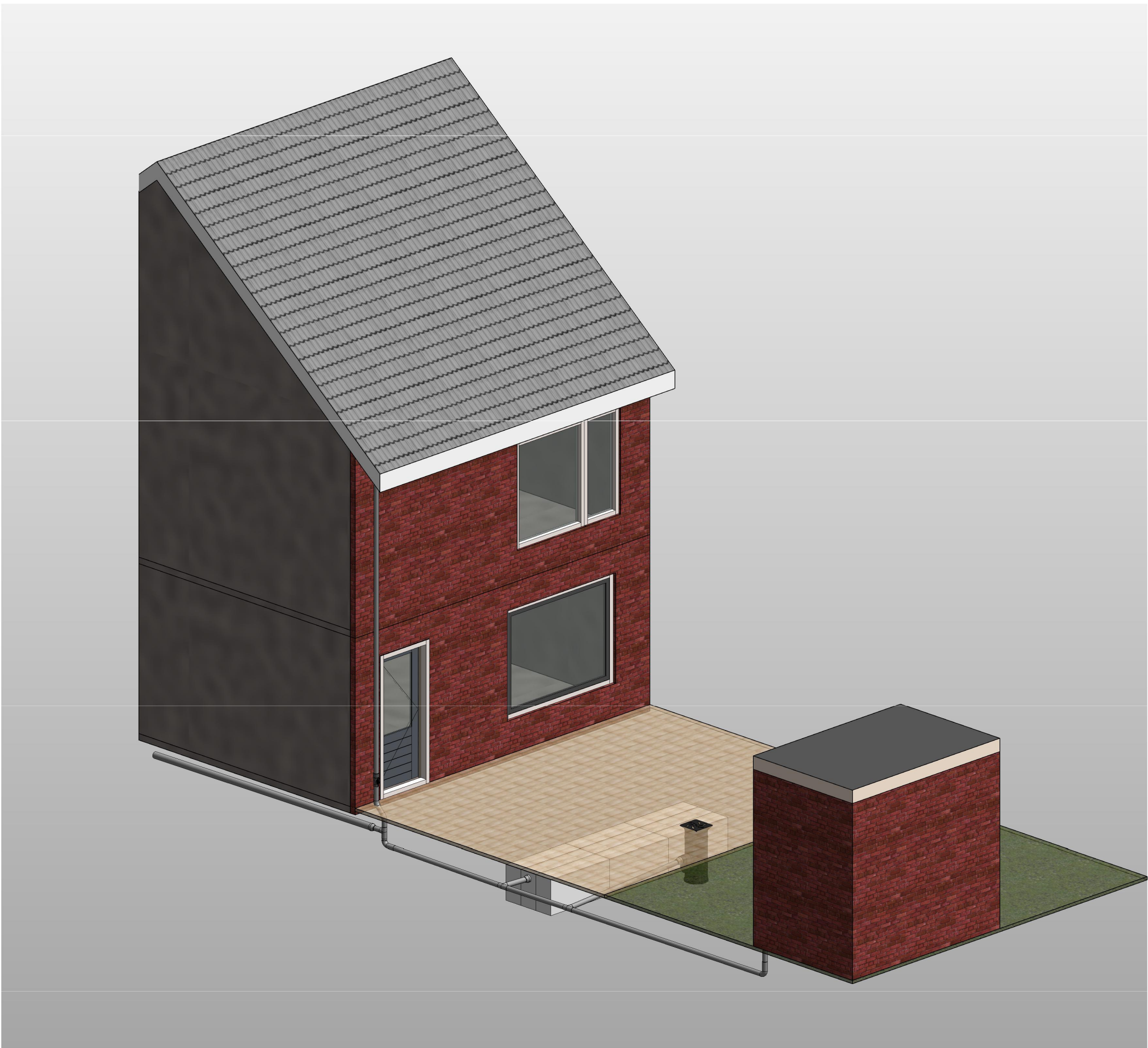
	Situatie 1	Situatie 2	Situatie 3	Situatie 4
Bodemsoort:	Zand	Zand	Klei	Klei
Grondwaterstand:	1,2 m-mv	0,5 m-mv	1,2 m-mv	0,5 m-mv
↓				
Stap 1: Handberekening (Excel spreadsheet)				
Afmetingen voorziening:	L = 13000 mm B = 1100 mm H = 700 mm	L = 13000 mm B = 1600 mm H = 500 mm	L = 13000 mm B = 1100 mm H = 700 mm	L = 13000 mm B = 1600 mm H = 500 mm
Waterberging:	25,21 mm	26,19 mm	25,21 mm	26,19 mm
Ledigingscapaciteit:	17,75 mm/h	13,13 mm/h	0,05 mm/h	0,03 mm/h
↓				
Stap 2: Simulatie in Raintools				
Afmetingen voorziening:	Zie stap 1.	Zie stap 1.	Zie stap 1.	Zie stap 1.
Max. optredende waterberging:	16,47 mm	18,27 mm	24,96 mm	24,96 mm
Ledigingstijd:	286 min	388 min	> 1440 min	> 1440 min
↓				
	Stap 3: Optimaliseren voorziening		Stap 3: Grondverbetering toepassen	
Afmetingen voorziening:	L = 13000 mm B = 570 mm H = 700 mm	L = 13000 mm B = 980 mm H = 500 mm	Zie stap 1 incl. 300 mm grind rondom	Zie stap 1 incl. 300 mm grind rondom
Max. optredende waterberging:	12,95 mm	15,90 mm	24,96 mm	24,96 mm
Ledigingstijd:	188 min	289 min	> 1440 min	> 1440 min
↓				
Stap 4: Bodemdoorlatendheid aanpassen				
Afmetingen voorziening	*	*	Zie stap 1.	Zie stap 1.
K-waarde	*	*	900 mm/dag	1270 mm/dag
Ledigingstijd	*	*	≈ 1440 min	≈ 1440 min

*) niet van toepassing.

D.3 TECHNISCHE TEKENINGEN 2D/3D

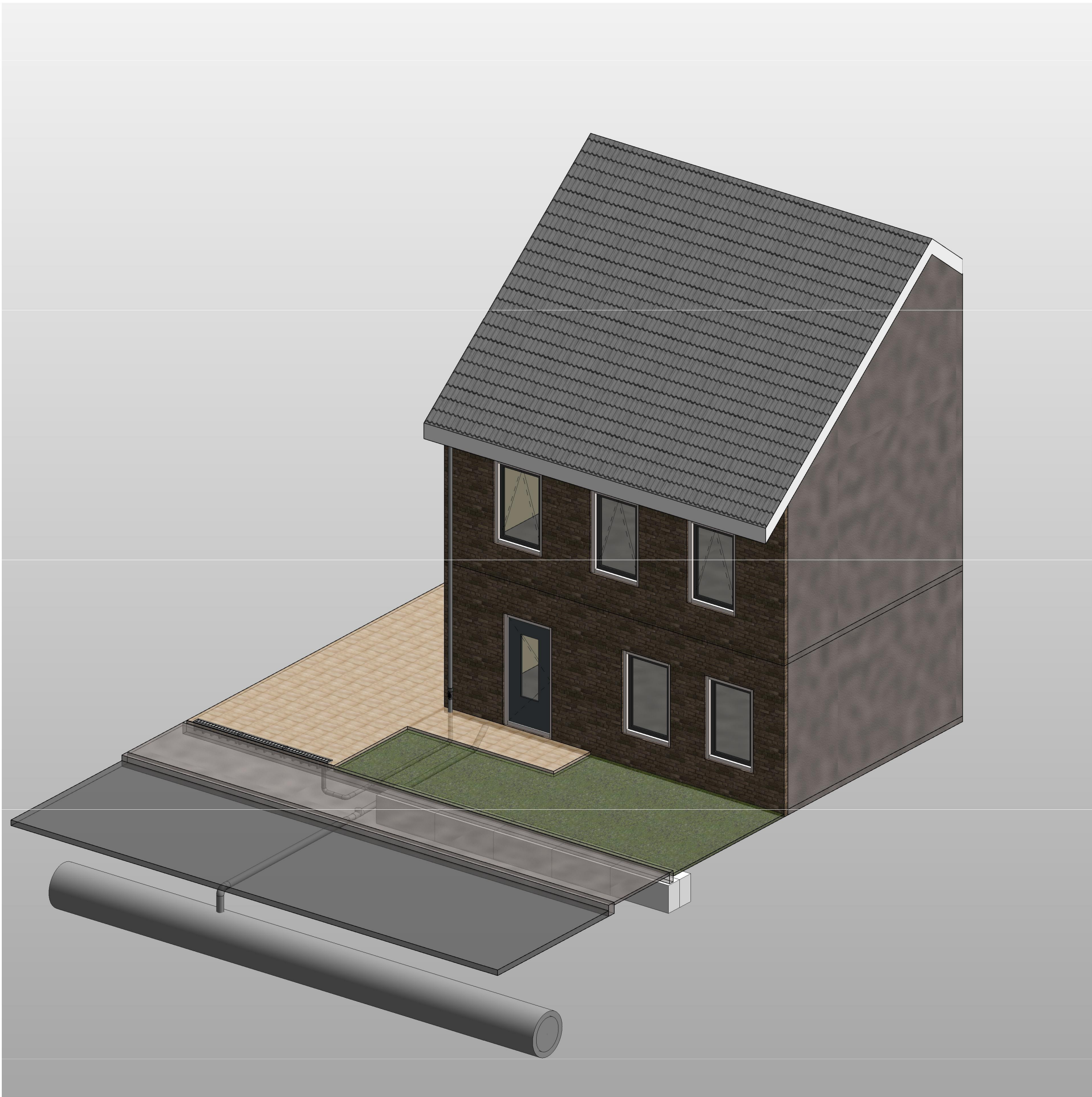


Ontwerp grindkoffer
 Voorzijde woning
 Rijwoning

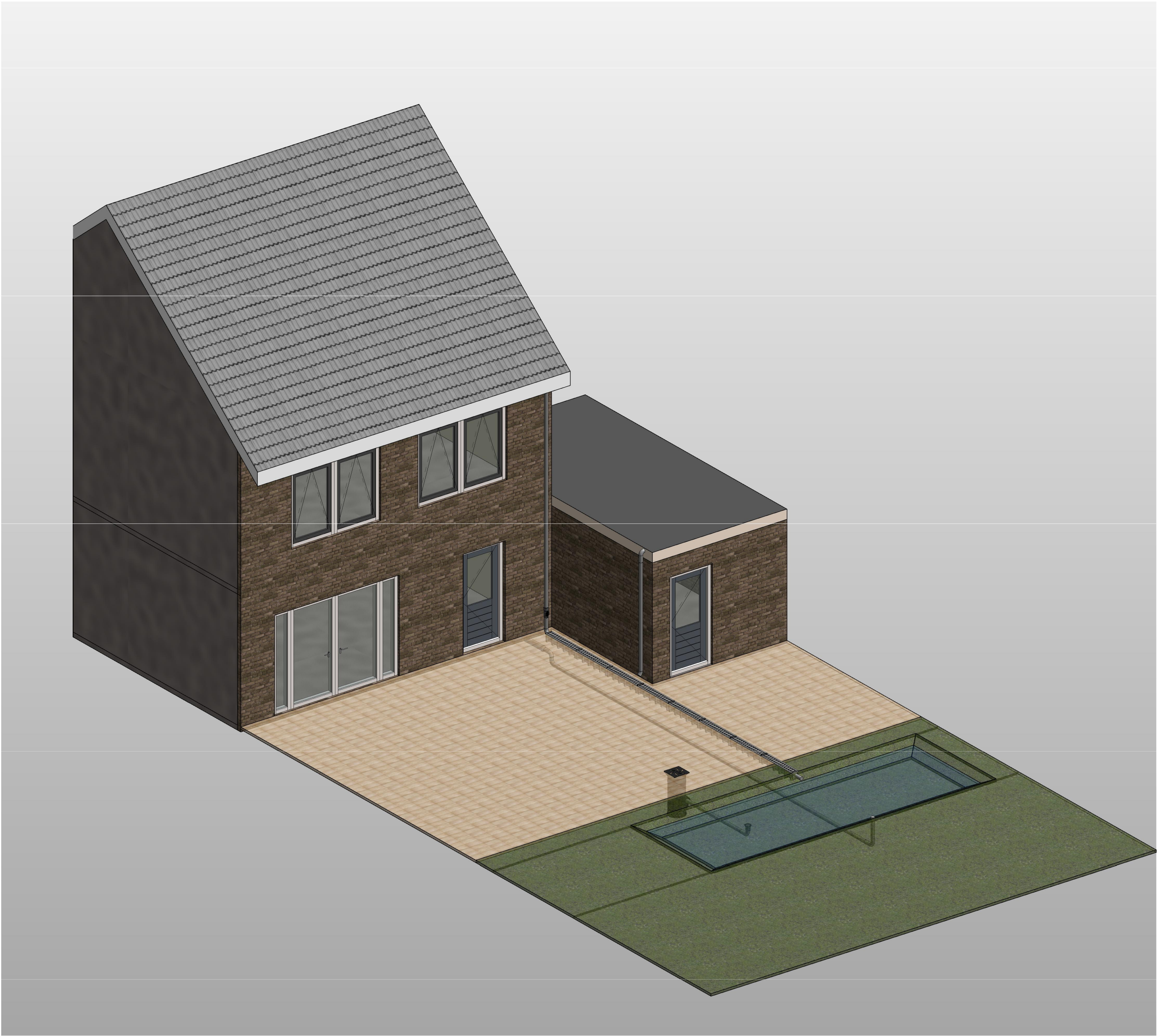


Ontwerp infiltratiekrat (Hydroblob)
 Achterzijde woning
 Rijwoning

FILE	Bijlage D	PROJECT Hemelwater op particulier terrein			
TEKENINGNUMMER	1-2	Ontwerp bergings- en infiltratievoorzieningen voor standaardperceel 'Rijwoning'			
FORMAAT	A1	SCHAAL	1:50	DATUM	13-06-2017
				GEWUZIGD	

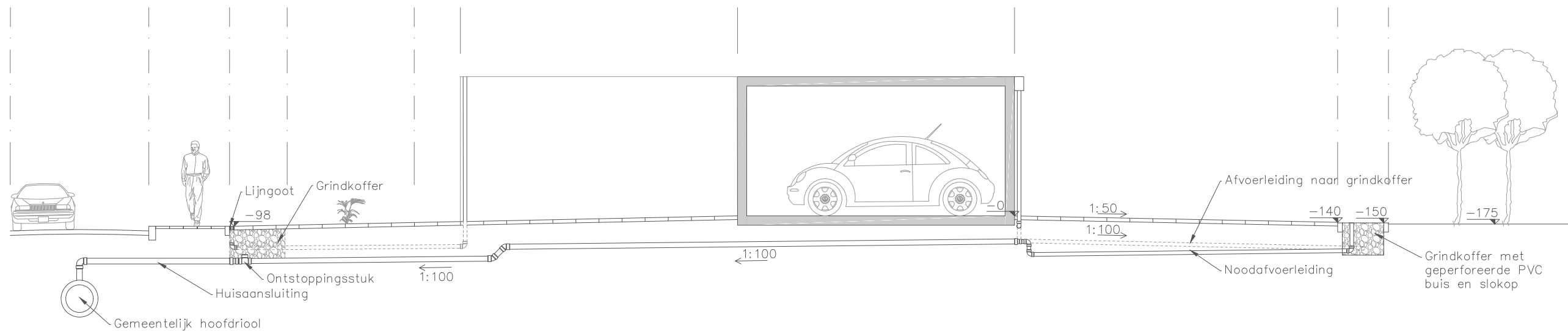
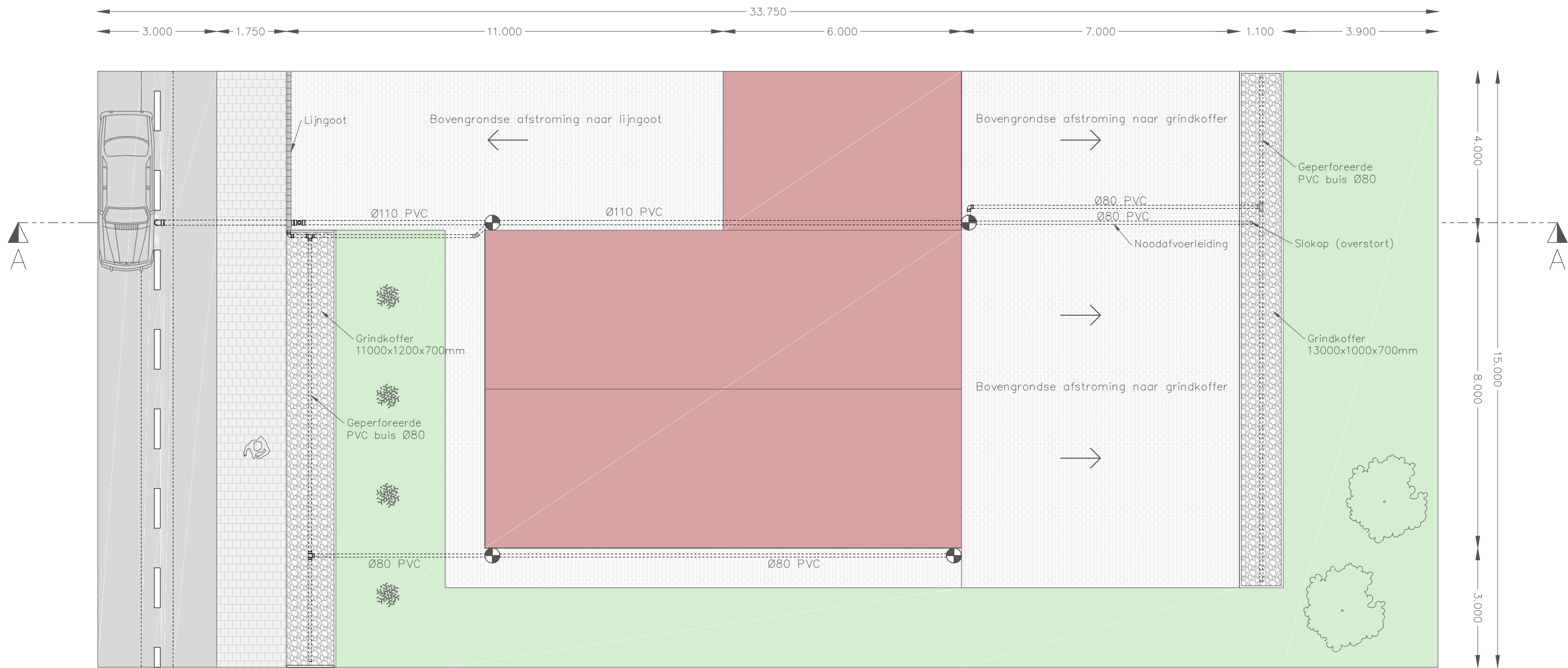


Ontwerp infiltratiekrat (Hydroblob)
Voorzijde woning
Twee-onder-een-kapwoning



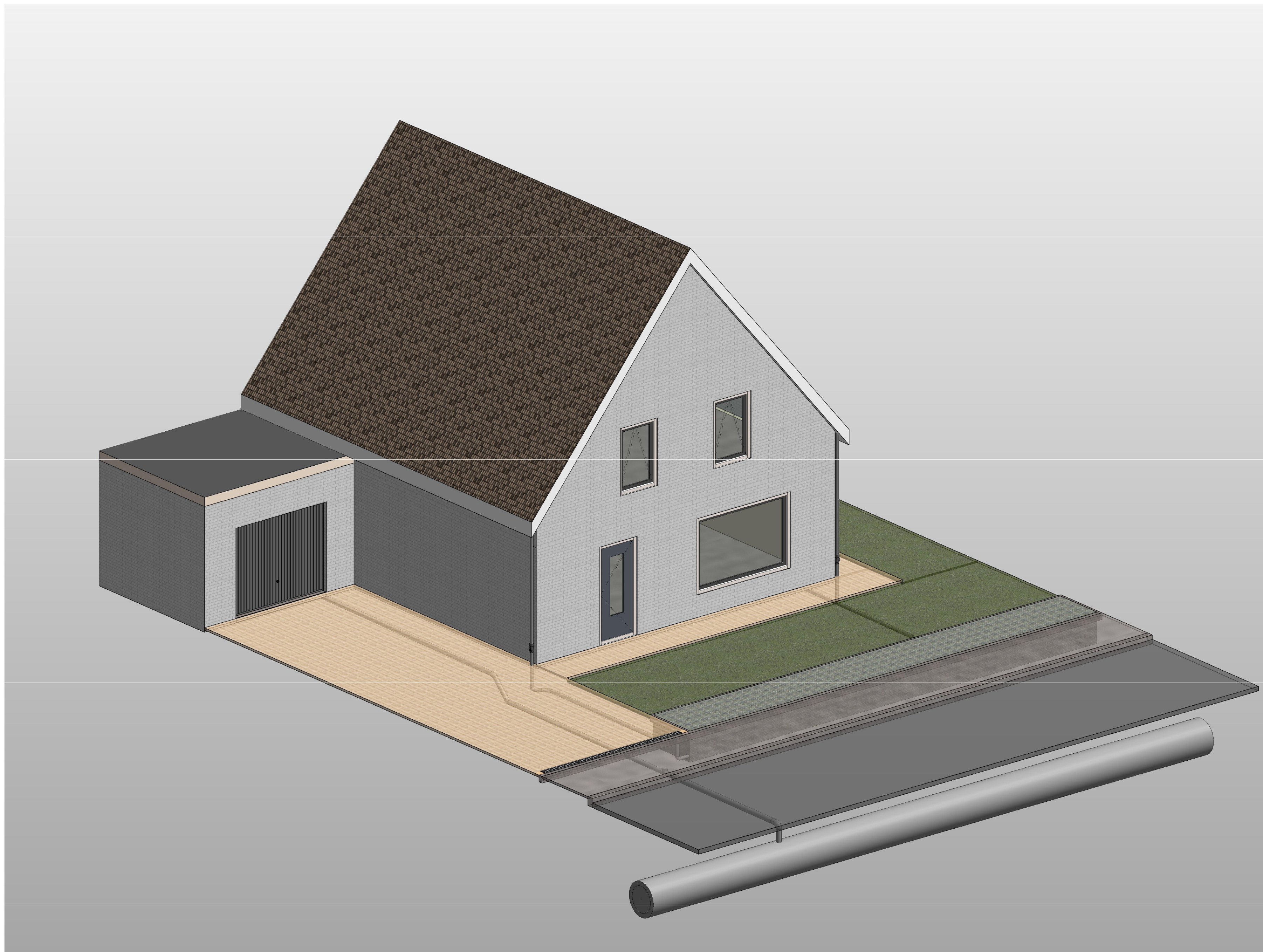
Ontwerp maaiveldverlaging
Achterzijde woning
Twee-onder-een-kapwoning

FILE	Bijlage D	PROJECT Hemelwater op particulier terrein			
TEKENINGNUMMER	2-2	Ontwerp bergings- en infiltratievoorzieningen voor standaardperceel 'Twee-onder-een-kapwoning'			
FORMAAT	A1	SCHAAL	1:50	DATUM	13-06-2017
				GEWIJZIGD	

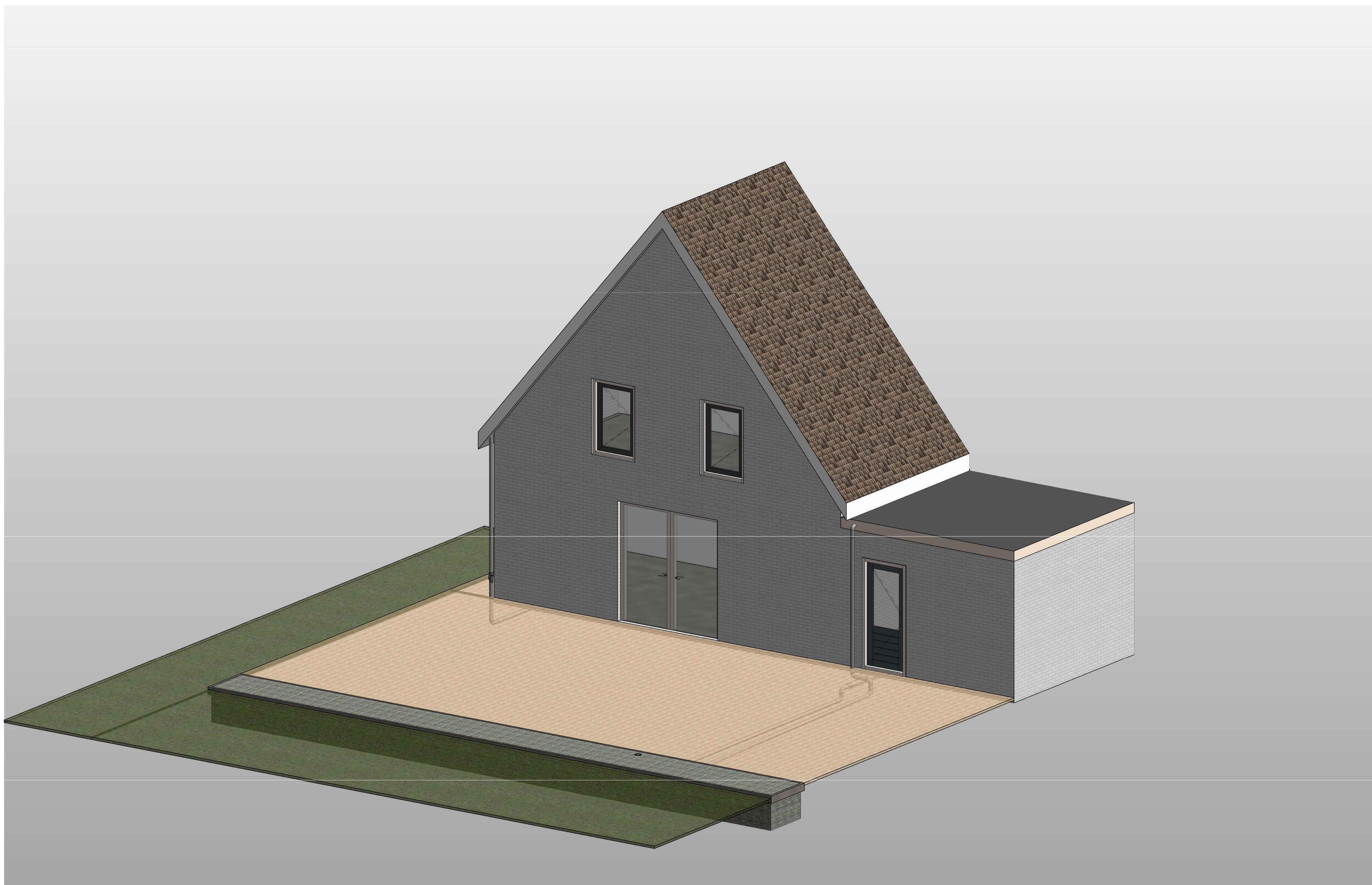


Lengteprofiel
A-A

PROJECT: Hemelwater op particulier terrein	TEKENINGNUMMER: 3-1
	DATUM: 12-06-2017
TEKENING: Ontwerp bergings- en infiltratievoorzieningen voor standaardperceel "Vrijstaande woning"	SCHAAL: 1:100
	FORMAAT: A3
	BIJLAGE D



Ontwerp grindkoffer
 Voorzijde woning
 Vrijstaande woning



Ontwerp grindkoffer
 Achterzijde woning
 Vrijstaande woning

FILE		PROJECT			
Bijlage D		Hemelwater op particulier terrein			
FORMAT	TEKENINGNUMMER	3-2			
		Ontwerp bergings- en infiltratievoorzieningen voor standaardperceel 'Vrijstaande woning'			
A0	SCHAL	1:50	13-06-2017	GEWILZD	

D.4 KOSTENOVERZICHTEN

Tabel 27: Kostenoverzicht voor volledig afkoppelen van particulier terrein van een rijwoning

Onderdelen:	Kosten/eenheid:	Aantal:	Kosten:
HWA buis, PVC, Ø80	€ 4,50/m	15	€ 67,50
HWA buis, PVC, Ø80, geperforeerd	€ 3,79/m	3	€ 11,37
HWA eindkap, PVC, Ø80	€ 7,50/st	1	€ 7,50
HWA mof, PVC, Ø80	€ 4,01/st	1	€ 4,01
HWA bocht 45°, PVC, Ø80	€ 2,02/st	2	€ 4,04
HWA bocht 87°, PVC, Ø80	€ 2,62/st	4	€ 10,48
HWA T-stuk 87°, PVC, Ø80	€ 4,48/st	3	€ 13,44
Verloopstuk 80-100	€ 4,83/st	1	€ 4,83
Verloopstuk 80-110	€ 5,98/st	1	€ 5,98
Bladvang	€ 23,80/st	3	€ 71,40
Opsluitband 5x15x100cm	€ 2,00/st	4	€ 8,00
Geotextiel	€ 3,55/m ²	10	€ 35,50
Grind	€ 44,50/ton	3,5 (2,1m ³)	€ 155,75
Hydroblob D170, incl. buis Ø100	€ 118,95/st	3	€ 356,85
Hydroblob D170, excl. buis Ø100	€ 95,95/st	6	€ 575,70
Subtotaal:			€ 1.332,35
Subsidie opties:	€ 5,00/m ²	89	€ 445,00
(per m ² afgekoppeld oppervlak)	€ 10,00/m ²	89	€ 890,00
Indicatie totale kosten (afhankelijk van subsidiebedrag):			€ 442,35 - € 887,35

Tabel 28: Kostenoverzicht voor volledig afkoppelen van particulier terrein van een twee-onder-een-kapwoning

Onderdelen:	Prijs/eenheid:	Aantal:	Kosten:
HWA buis, PVC, Ø80	€ 4,50/m	13	€ 58,50
HWA bocht 45°, PVC, Ø80	€ 2,02/st	2	€ 4,04
HWA bocht 87°, PVC, Ø80	€ 2,62/st	6	€ 15,72
HWA T-stuk 87°, PVC, Ø80	€ 4,48/st	1	€ 4,48
Verloopstuk 80-100	€ 4,83/st	1	€ 4,83
Verloopstuk 80-110	€ 5,98/st	1	€ 5,98
Bladvang	€ 23,80/st	3	€ 71,40
Lijngoot, PVC, 100x11,5cm	€ 20,71/st	10	€ 207,10
Gegalvaniseerd rooster, 100cm	€ 16,31/st	10	€ 163,10
Eindkap voor lijngoot	€ 5,18/st	4	€ 20,72
Hydroblob D170, incl. buis Ø100	€ 118,95/st	5	€ 594,75
Hydroblob D170, excl. buis Ø100	€ 95,95/st	5	€ 479,75
Stortkosten schone grond	€ 12,00/ton	5,6 (3,1m ³)	€ 67,20
Subtotaal:			€ 1.697,57
Subsidie opties:	€ 5,00/m ²	172	€ 860,00
(per m ² afgekoppeld oppervlak)	€ 10,00/m ²	172	€ 1720,00
Indicatie totale kosten (afhankelijk van subsidiebedrag):			€ 0,00 - € 837,57

Tabel 29: Kostenoverzicht voor volledig afkoppelen van particulier terrein van een vrijstaande woning

Onderdelen:	Prijs/eenheid:	Aantal:	Kosten:
HWA buis, PVC, Ø80	€ 4,50/m	21	€ 94,50
HWA buis, PVC, Ø80, geperforeerd	€ 3,79/m	24	€ 90,96
HWA mof, PVC, Ø80	€ 4,01/st	1	€ 4,01
HWA bocht 45°, PVC, Ø80	€ 2,02/st	3	€ 6,06
HWA bocht 87°, PVC, Ø80	€ 2,62/st	7	€ 18,34
HWA T-stuk 87°, PVC, Ø80	€ 4,48/st	2	€ 8,96
HWA T-stuk 45°, PVC, Ø80	€ 6,45/st	1	€ 6,45
Verloopstuk 80-110	€ 5,98/st	1	€ 5,98
Bladvang	€ 23,80/st	4	€ 95,20
Lijngoot, PVC, 100x11,5cm	€ 20,71/st	4	€ 82,84
Gegalvaniseerd rooster, 100cm	€ 16,31/st	4	€ 65,24
Eindkap voor lijngoot	€ 5,18/st	1	€ 5,18
Opsluitband 5x15x100cm	€ 2,00/st	53	€ 106,00
Geotextiel	€ 3,55/m ²	65	€ 230,75
Grind	€ 44,50/ton	30 (18,34m ³)	€ 1.335,00
Subtotaal:			€ 2.155,47
Subsidie opties:	€ 5,00/m ²	276	€ 1.380,00
(per m ² afgekoppeld oppervlak)	€ 10,00/m ²	276	€ 2.760,00
Indicatie totale kosten (afhankelijk van subsidiebedrag):			€ 0,00 - € 775,47