

Water infiltreren? Zeker proberen!

Handleiding voor de afkoppeling van hemelwater van de riolering

Dialogo vzw en VIBE vzw
In samenwerking met Tandem



INHOUDSOPGAVE

TEN GELEIDE	4
1. Kader	5
2. Doelstellingen	5
3. Opbouw	5
FICHE 1: INLEIDING	5
1. Wat is infiltreren?	6
2. Waarom infiltreren?	6
2.1 De waterproblematiek	6
2.1.1 Veranderingen in de watercyclus	6
2.1.2 Gevolgen van een versnelde afvoer	6
2.1.3 Oplossingen om de waterproblematiek tegen te gaan	7
2.2 Wetgeving	9
2.2.1 Stedenbouwkundige vergunning nodig?	9
2.3 Subsidies	11
FICHE 2: BESLISSINGSBOOM	12
1. Beslissingsboom	13
2. Handleiding bij de beslissingsboom	15
FICHE 3: SOORTEN SYSTEMEN	17
1. Mogelijkheden om te infiltreren	18
1.1 Beschrijving van de verschillende infiltratiemogelijkheden	18
1.2 Rechtstreekse of onmiddellijke infiltratie	20
1.2.1 Algemeen	20
1.2.2 Beschrijving van de verschillende systemen	21
1.2.3 Dimensionering en ontwerp	24
1.2.4 Overzichtstabel	25
1.3 Bovengrondse berging en infiltratie	26
1.3.1 Algemeen	26
1.3.2 Beschrijving van de verschillende systemen	26
1.3.3 Dimensionering en ontwerp	28
1.3.4 Overzichtstabel	29
1.4 Ondergrondse berging en infiltratie	30
1.4.1 Algemeen	30
1.4.2 Beschrijving van de verschillende systemen	30
1.4.3 Overzichtstabel	33

1.4.4	Dimensionering	34
1.4.5	Twee voorbeelden van berekeningen voor de dimensionering van een ondergrondse voorziening	35
2.	Mogelijkheden om te bufferen	38
2.1	Beschrijving van de verschillende buffermogelijkheden	38
2.2	Bufferbekken	38
2.2.1	Beschrijving van het systeem	38
2.2.2	Dimensionering	38
3.	Mogelijkheden om vóór de voorziening te plaatsen	39
4.	Mogelijkheden om nà de voorziening te plaatsen	40
5.	Combinaties van bufferen en infiltreren	41

FICHE 4: TECHNISCHE INFORMATIE 42

1.	Algemene voorwaarden	43
1.1	Het niveau van de grondwatertafel	43
1.1.1	Benaderend het niveau van de grondwatertafel achterhalen	43
1.1.2	Proefondervindelijk het niveau van de grondwatertafel achterhalen:	44
1.2	De doorlaatbaarheid of de infiltratiecapaciteit van de bodem	44
1.2.1	Benaderend de infiltratiecapaciteit achterhalen	44
1.2.2	Proefondervindelijk de infiltratiecapaciteit achterhalen	45
2.	Bijkomende voorwaarden	47
2.1	Met betrekking tot de locatie	47
2.2	Met betrekking tot de kwaliteit van het aanvoerende water	47
2.3	Met betrekking tot de materialenkeuze	48

FICHE 5: BIJLAGE 49

1.	Lijst van interessante bronnen	50
2.	Lijst van leveranciers	51
3.	Technisch advies	52
4.	Voorbeeldprojecten in binnen- en buitenland	52
5.	Glossarium	52

TEN GELEIDE

1. Kader

De laatste decennia is er een aanzienlijke toename aan bebouwde oppervlakte (bebouwing en bestrating). Hierdoor is de natuurlijke watercyclus, waarbij hemelwater de bodem in kan sijpelen en de aarde een sponsfunctie vervult sterk verstoord geraakt. Het gevolg is dat de grondwatertafel onvoldoende wordt aangevuld en er dus enerzijds verdroging optreedt. Anderzijds wordt veel van het hemelwater dat op de verharde oppervlakken valt, afgevoerd naar de riolering. Dit veroorzaakt in regenrijke periodes voor een grote toevloed van verdund rioolwater bij de rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's). Als gevolg hiervan gebeurt de zuivering van het afvalwater niet op een efficiënte manier en bovendien zullen RWZI's de watermassa niet verwerkt krijgen. Op zulke momenten treden overstorten in werking wat er voor zorgt dat afvalwater ongezuiverd in rivieren en andere oppervlaktewateren wordt geloosd. Dit kan overstromingen met zich meebrengen, zowel van beken en rivieren, als van rioleringen.

Omwille van de negatieve effecten die de veranderde watercyclus met zich meebrengt, hebben we globaal genomen dus te kampen met een heuse waterproblematiek. Om een oplossing te bieden aan de talrijke problemen, is het afkoppelen van hemelwater van de riolering van groot belang.

Omwille van deze problematieken werden er bepaalde eisen gesteld in de gewestelijke stedenbouwkundige verordening en in de Vlaamse milieuwetgeving Vlarem II (meer info in fiche 1 onder 2.2 Wetgeving).

In het kader van Tandem werkten Dialoog vzw en VIBE vzw een handleiding uit met technische informatie over het afkoppelen van hemelwater.

2. Doelstellingen

Deze handleiding wil informatie en technische ondersteuning bieden bij het afkoppelen van hemelwater van de riolering. Deze informatie is bedoeld voor:

- gemeentebesturen die het afkoppelen van het hemelwater willen stimuleren bij de burger
- ambtenaren die belast worden met concrete vragen van particulieren
- architecten
- particulieren

Deze handleiding beoogt dan ook een verhoogde afkoppelingsgraad op particulier en openbaar terrein.

3. Opbouw

De handleiding is opgebouwd uit verschillende, overzichtelijke fiches.

FICHE 1: Inleiding

Hierin wordt een algemene inleiding gegeven op infiltratie waarbij het wat en het waarom uit de doeken wordt gedaan.

FICHE 2: Beslissingsboom

Hierin verneemt men op welke manier afgekoppeld kan worden. Men vindt er een beslissingsboom met handleiding.

FICHE 3: Soorten systemen

Deze bevat de verder uitgewerkte oplossingen die bekomen worden via de beslissingsboom van fiche 2. Hierin worden de verschillende mogelijkheden om hemelwater af te koppelen uitgebreid beschreven. Achteraan vindt men enkele voorbeelden van fictieve situaties.

FICHE 4: Technische informatie

Deze fiche geeft algemene technische informatie over infiltreren, zoals algemene voorwaarden, voorwaarden betreffende waterkwaliteit, voorwaarden betreffende grondwater, voorwaarden betreffende de infiltratiecapaciteit van de bodem,...

FICHE 5: Bijlage

Dit is een bijlage, bestaande uit een lijst met interessante bronnen, een lijst met leveranciers, gegevens over technisch advies, enkele voorbeeldprojecten en een glossarium (verklarende woordenlijst).

FICHE 1: INLEIDING

1. **Wat is infiltreren?**

Infiltreren betekent niets anders dan het insijpelen van hemelwater in de bodem.

Hemelwater is een verzamelnaam voor regen, sneeuw en hagel met inbegrip van dooiwater.

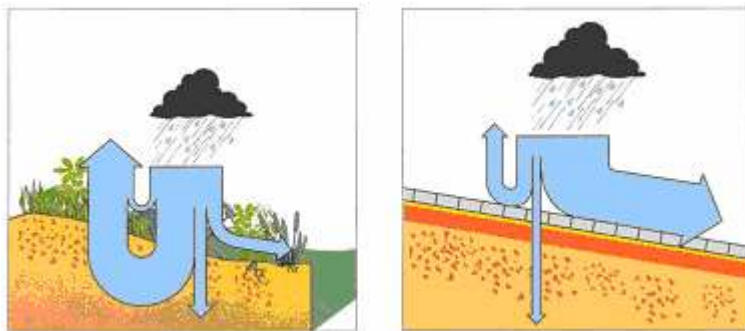
Bufferen is het zoveel mogelijk ophouden en vervolgens vertraagd afvoeren van het hemelwater. Er bestaan verschillende manieren om hemelwater te bufferen: bufferbekkens houden het hemelwater tijdelijk op.

2. **Waarom infiltreren?**

2.1 **De waterproblematiek**

2.1.1 Veranderingen in de watercyclus

In een natuurlijke situatie valt de neerslag op een min of meer doorlaatbare bodem waarbij het hemelwater gedeeltelijk in de grond zal dringen. Het hemelwater dat niet in de grond dringt zal omwille van de begroeiing vertraagd naar grachten stromen, waar het wordt geborgen. Na verdere infiltratie en verdamping zal het vertraagd naar de waterloop worden afgevoerd.



Figuur 1: Schematische voorstelling van de watercyclus in een natuurlijke situatie en in een door menselijke ingrepen veranderde situatie. (Bron: VMM, 2000)

Door menselijke ingrepen is deze natuurlijke situatie grotendeels verdwenen. De neerslag valt op verharde oppervlakken waar het niet in de grond kan dringen en wordt dan door riolen en collectoren versneld en gecentraliseerd (i.p.v. verspreid over verscheidene lozingspunten) naar de waterloop of de rioolwaterzuiveringsinstallatie afgevoerd.

2.1.2 Gevolgen van een versnelde afvoer

De versnelde afvoer van het hemelwater brengt een aantal negatieve effecten met zich mee:

- De hoeveelheid en de snelheid van de hemelwaterafvoer naar de waterlopen zijn sterk toegenomen ten koste van de aanvulling van de grondwatertafel. In sommige delen van Vlaanderen is het evenwicht zodanig verstoord dat er meer

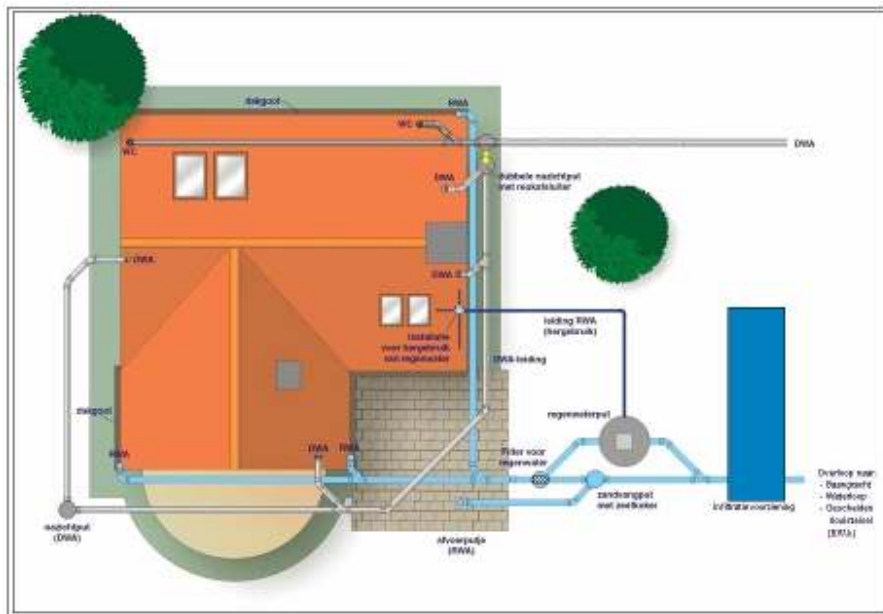
water aan de ondergrond onttrokken wordt (ten behoeve van drinkwaterproductie en industrie), dan dat er aangevuld wordt. Deze situatie werkt een verlaging van de grondwatertafel en dus een algemene verdroging in de hand.

- Tijdens hevige neerslag zorgt een versnelde afvoer van het hemelwater voor een verdunning van het afvalwater wat het zuiveringsrendement van waterzuiveringsinstallaties sterk vermindert.
- Bij zware regenval kan het rioolstelsel het afvalwater (dat sterk verdund is met hemelwater) niet meer verwerken waardoor vervuild water uit gemengde rioleringen gaat overstorten in het oppervlaktewater. Dit heeft een negatieve invloed op het ecosysteem en bovendien gaan de inspanningen die gedaan worden om het oppervlaktewater zuiver te houden grotendeels verloren.
- Bij zeer intensieve regenbuien kunnen zelfs overstromingen ontstaan waarbij het verdunde afvalwater op straat of in de woningen terecht komt met mogelijke schade en geurhinder tot gevolg. Niet alleen het verharderen van de ondergrond en het dichten van grachten zorgt voor een versnelde afvoer van het hemelwater. Ook ingrepen zoals ontbossingen, het rechtekken van waterlopen en de afname van wetlands (moerassen etc.) zijn als oorzaak voor wateroverlast aan te duiden.

2.1.3 Oplossingen om de waterproblematiek tegen te gaan

Oplossingen om de waterproblematiek tegen te gaan bestaan er in de eerste plaats in om de **bebouwde oppervlakte** zoveel mogelijk te **beperken**. Bij de (ver)bouw(ing) van een constructie of de (her)aanleg van een verharde grondoppervlakte dient men daarom steeds in overweging te nemen of het ook met 'wat minder kan'.

Door het hemelwater opnieuw in de bodem te laten **infiltreren**, zal opnieuw een stabielere waterbalans ontstaan waardoor de aangehaalde waterproblemen tot een minimum kunnen herleid worden. Beter nog dan het laten infiltreren van het hemelwater is het hemelwater van dakoppervlakten zo veel mogelijk te verzamelen en te **hergebruiken** voor bijvoorbeeld toiletspoeling, wasmachine, tuin,... De voordelen van het gebruik van hemelwater spelen zich niet alleen af op het niveau van de ecologie (grondwaterreserves worden in stand gehouden en minder reinigingsmiddelen nodig) maar eveneens op het niveau van de gebruiker zelf. De gebruiker bespaart eerst en vooral op de drinkwaterfactuur, maar betaalt verder ook geen saneringsbijdrage op het verbruikte hemelwater. Bovendien wordt kalkafzetting en dus ontkalkingsystemen vermeden omdat hemelwater over het algemeen zachter is dan drinkwater.



Figuur 2: Schematische voorstelling van een woning waarvan het hemelwater is aangesloten op een hemelwaterput met voorfiltering en overloop naar een ondergrondse infiltratievoorziening

Na het beperken van verharde oppervlakken, het hergebruiken en het infiltreren van hemelwater gaat de vierde keuze uit naar het **bufferen** van het hemelwater waarbij het hemelwater tijdelijk wordt verzameld in een reservoir. Belangrijk is dat het buffervolume geleidelijk geleidigd wordt en dat het een (nood)overloop heeft waarlangs het water kan stromen wanneer het buffervolume vol is.

De overloop van de infiltratie- of buffervoorziening kan aangesloten worden op een waterloop, gracht of een ander oppervlaktewater. Wanneer deze afvoermogelijkheden niet aanwezig zijn of aansluiting hierop niet haalbaar is, mag de overloop van de hemelwaterput aangesloten worden op het gedeelte van de openbare riolering bestemd voor de afvoer van hemelwater. Als er geen openbare riolering bestemd voor afvoer van hemelwater aanwezig is, mag het hemelwater op de gemengde openbare riolering aangesloten worden. Wel moeten tot aan het lozingspunt op de openbare riolering het hemelwater en afvalwater gescheiden worden.

Deze rangorde moet steeds zo veel mogelijk worden nagestreefd en dit zowel bij de afvoer van het hemelwater dat van verharde oppervlakten afstroomt als van de overloop van hemelwater- of infiltratievoorzieningen.

2.2 Wetgeving

2.2.1 Stedenbouwkundige vergunning nodig?

Over het algemeen is een stedenbouwkundige vergunning verplicht¹ voor het bouwen van een constructie waarbij het begrip 'bouwen' gedefinieerd wordt als het oprichten van een gebouw of een constructie of het plaatsen van een inrichting die omwille van de stabiliteit steun neemt in, aan of op de grond en die bestemd is om ter plaats te blijven staan. Ook voor reliëfwijzigingen en voor het verplaatsen van grond is een stedenbouwkundige vergunning nodig.

Uitzonderingen² waarvoor geen stedenbouwkundige vergunning nodig is en die betrekking kunnen hebben op de aanleg van infiltratie en/of bufferingmaatregelen:

- volgende verhardingen binnen 30 m van vergunde gebouwen en niet in ophoging:
 - Strikt noodzakelijk toegangen en opritten naar een gebouw
 - Tuinpaden in de zij- en achtertuinstrook
 - Terrassen, kleiner dan 50 m² indien ze niet in de voortuinstrook en op minimum 1m van de zij- en achterperceelgrenzen liggen
- volgende ondergrondse constructies bij vergunde woningen indien minstens 1 meter van zijdelingse en achterste perceelsgrenzen verwijderd:
 - Ondergronds hemelwaterreservoir
 - Septische put
 - Bezinkput
 - Ondergrondse waterzuiveringsinstallatie
 - Infiltratiebed

2.2.2 Gewestelijke stedenbouwkundige verordening

Ook de gewestelijke stedenbouwkundige verordening inzake hemelwaterputten, infiltratievoorzieningen, buffervoorzieningen en gescheiden lozing van afvalwater en hemelwater van 1/10/2004³ is van toepassing.

Deze verordening verplicht de plaatsing van een hemelwatersysteem met hergebruik van hemelwater bij het bouwen of herbouwen van gebouwen of constructies met een horizontale dakoppervlakte groter dan 75 m². Het is ook van toepassing op uitbreidingen van gebouwen of constructies met een horizontale dakoppervlakte van meer dan 50 m².

¹ Decreet van 18 mei 1999 houdende de organisatie van de ruimtelijke ordening (B.S. 8/6/1999)

² Besluit van de Vlaamse regering van 14 april 2000 tot bepaling van de vergunningsplichtige functiewijzigingen en van de werken, handelingen en wijzigingen waarvoor geen stedenbouwkundige vergunning nodig is (B.S. 18/5/2000)

³ besluit van de Vlaamse regering van 1 oktober 2004 houdende vaststelling van een gewestelijke stedenbouwkundige verordening inzake hemelwaterputten, infiltratie-voorzieningen, buffervoorzieningen en gescheiden lozing van afvalwater en hemelwater (B.S. 08/11/2004).

Deze verordening verplicht tevens de aanleg van een infiltratievoorziening bij het aanleggen of heraanleggen van verharde grondoppervlakken indien de referentieoppervlakte van de verharding groter is dan 200 vierkante meter. Als heraanleggen wordt beschouwd een project waarbij de volledige verharding, met inbegrip van de funderingslaag, wordt vervangen.

Het besluit formuleert naast de noodzakelijke dimensionering van de infiltratievoorziening tevens een aantal uitzonderingen (bijvoorbeeld indien hemelwater na afstroming van een oppervlakte vervuild is geraakt, dient het als afvalwater te worden beschouwd).

Opgelet!

Ga ook steeds na wat de stedenbouwkundige verordeningen in uw provincie en gemeente zijn. Zij kunnen het besluit aanvullen en soms zelfs strengere normen opleggen!

2.3 Subsidies

Heel wat gemeenten geven subsidies voor de aanleg van een infiltratievoorziening. In gemeenten die ook de samenwerkingsovereenkomst 2008-2013 van het Vlaams Gewest ondertekend hebben, is een subsidie van €500 en meer mogelijk.

Voorwaarde:

- Dit kan best nagevraagd worden bij de gemeente aangezien zij zelf een subsidiereglement opmaken om aan de burgers voor te leggen.
- Meer info vind je ook op www.premiezoeker.be.

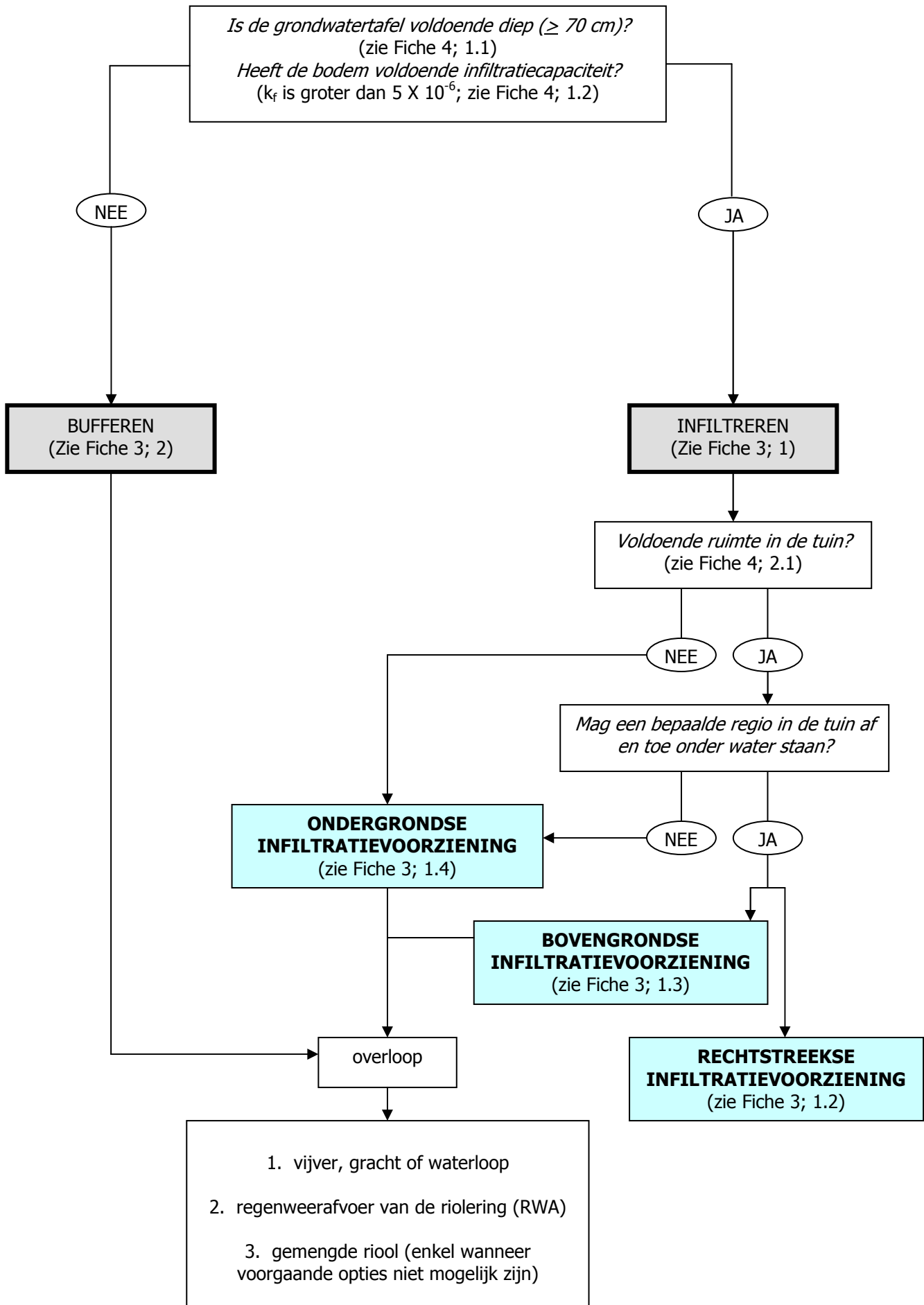
FICHE 2: BESLISSINGSBOOM

1. *Beslissingsboom*

Om na te gaan in welke omstandigheden welke maatregelen kunnen worden toegepast, kan gebruikt gemaakt worden van onderstaande beslissingsboom. Als eerste belangrijke opsplitsing is er de keuze tussen bufferen of infiltreren. Deze keuze is afhankelijk van het niveau van de grondwatertafel en de doorlaatbaarheid van de bodem. In de boom kan men verder afdalen om na te gaan op welke manier men kan infiltreren: via rechtstreekse, bovengrondse of ondergrondse voorzieningen.

Bij de beslissingsboom hoort ook een handleiding die de boom begeleidt. Hierin worden de vragen hernomen en van een woordje uitleg voorzien. Deze kan je daarom steeds raadplegen indien er onduidelijkheid bestaat. Tenslotte vind je in Fiche 4 van deze bundel ook nog meer technische informatie en er staat beschreven hoe men het antwoord op sommige vragen van de beslissingsboom kan vinden.

BESLISSINGSBOOM



2. Handleiding bij de beslissingsboom

Grondwatertafel voldoende diep (≥ 70 cm)?

Als men het hemelwater wil infiltreren, dan is het nodig dat de grondwatertafel zich voldoende diep onder het bodemoppervlak of de infiltratievoorziening bevindt. Zoniet zou in bepaalde perioden dit systeem onder water staan en zijn functie verliezen. Om na te gaan of de grondwatertafel voldoende diep is, kan je voor meer informatie **Fiche 4** van deze handleiding raadplegen onder 1.1.

Heeft de bodem voldoende infiltratiecapaciteit?

Als men hemelwater wil infiltreren, dan is het belangrijk dat de bodem voldoende water kan verwerken op relatief korte tijd. Dit noemen we de infiltratiecapaciteit of doorlaatbaarheid van de bodem. Om na te gaan of de bodem geschikt is voor het plaatsen van een infiltratievoorziening kan je voor meer informatie **Fiche 4** van deze handleiding raadplegen onder 1.2.

Is er voldoende ruimte in de tuin?

Om het water de kans te geven in de bodem te sijpelen, is er een bepaalde tijd maar is er ook ruimte nodig. Indien de ruimte aanwezig is, de grondwatertafel voldoende laag is en de bodem voldoende doorlatend (zie hiervoor **Fiche 4** van deze handleiding onder 1.1 en 1.2), dan raden wij steeds aan om zo veel mogelijk bovengronds te infiltreren. Dit voorkomt verstoppinggevaar van de afvoer en ondergrondse buizen. Bovendien kan dit een meerwaarde geven aan je tuin doordat er andere planten zullen groeien en andere soorten zoals vlinders kunnen worden aangetrokken.

De te voorziene ruimte is afhankelijk van de grootte van het verharde oppervlak (dak en/of grondoppervlak). Hoe men dit kan berekenen kan je lezen in **Fiche 3** van deze handleiding.

Mag een bepaalde regio af en toe onder water komen te staan?

Als men een rechtstreekse infiltratie voorziet of een bovengrondse infiltratievoorziening zonder overloop plaatst, dient men steeds rekening te houden met een sporadische, tijdelijke overstroming van het systeem. De regio waar je de voorziening hebt geplaatst zal dan zeer vochtig zijn, en eventueel onder water staan. Dit kan een meerwaarde geven aan je tuin en veroorzaakt de groei van andere planten en de aanwezigheid van andere soorten zoals vlinders. De kans dat de infiltratievoorziening overstroomt hangt voornamelijk af van de dimensionering van de voorziening en van het al dan niet aanwezig zijn van een overloop. Meer informatie vind je in **Fiche 3** van deze handleiding.

Overloop

Of het nu over een hemelwaterput, een bufferbekken of een infiltratievoorziening gaat: elk systeem moet voorzien worden van een overloop, tenzij het over infiltratievoorzieningen gaat die voldoende groot gedimensioneerd werden (zie later) en/of systemen die regelmatig mogen onder water staan. De overloop voert het overtollige water af tijdens perioden van hevige regen (piekafvoer) en voorkomt overstromingen.

Ook hier kunnen bepaalde overwegingen worden gemaakt. Bij voorkeur wordt de overloop aangesloten op een oppervlaktewater, zoals een **vijver, waterloop** of **gracht**. Is dit onmogelijk, dan kan er aangesloten worden op de regenweerafvoer van de riolering. Deze is aanwezig indien een dubbel rioleringsstelsel in je straat werd aangelegd, d.w.z. één buizenstelsel voor het afvalwater en een ander voor het zuivere hemelwater. Blijkt dit ook onmogelijk te zijn omdat er geen dubbele riolering ligt, dan kan je de overloop tenslotte nog op de gemengde riolering aansluiten, maar dit is duidelijk een laatste keuze. Hemelwater en afvalwater moeten wel tot aan de perceelsgrens gescheiden afgevoerd worden.

FICHE 3: SOORTEN SYSTEMEN

Inleiding

In wat volgt worden de verschillende mogelijkheden voor afkoppeling van hemelwater, dat zowel van dakoppervlakken als van verharde grondoppervlakken afkomstig kan zijn, uitvoerig beschreven. Zoals af te leiden is uit de beslissingsboom in Fiche 2, kan hemelwater gebufferd of geïnfiltreerd worden.

Het eerste hoofdstuk handelt over de verschillende mogelijkheden om hemelwater te infiltreren. Bij de drie grote infiltratiesystemen is telkens ook een overzichtstabel voorzien die het maken van keuzes vereenvoudigt. Het tweede hoofdstuk overloopt de mogelijkheden om hemelwater te bufferen. In hoofdstuk 3 en 4 worden mogelijkheden besproken die vóór respectievelijk na het systeem kunnen geplaatst worden. Het vijfde en laatste hoofdstuk bespreekt tot slot de combinatiemogelijkheden van de verschillende systemen (buffer + infiltratie).

1. Mogelijkheden om te infiltreren

1.1 Beschrijving van de verschillende infiltratiemogelijkheden

Afhankelijk van de situatie en de financiële mogelijkheden kan er voor verschillende opties worden gekozen. Bij de (her)aanleg van verharde oppervlakken is de onmiddellijke of rechtstreekse infiltratie over het algemeen de eenvoudigste en goedkoopste oplossing. Andere mogelijkheden om hemelwater te infiltreren is het bovengronds of ondergronds bergen en infiltreren. Infiltratiesystemen waarbij er ondergrondse elementen en dergelijke moeten worden voorzien, zullen in vergelijking tot bovengrondse systemen, duurder zijn. Hier volgt een korte opsomming van elke categorie waarna elk systeem verder in de tekst wordt toegelicht m.b.t. de eventuele voorwaarden waaraan dient te worden voldaan.

A. Rechtstreekse/onmiddellijke infiltratievoorzieningen

- Steenslagverharding
- Dolomietverharding
- Drainageasfalt
- Waterdoorlatende straatstenen
- Mulchbedekking
- Gras gemengd met kiezel
- Grasbetontegels
- Polyethyleen grastegels
- Onverharde randzones langsheen verharde oppervlakken waar het water de bodem kan indringen



Grasbetontegels

B. Bovengrondse infiltratievoorzieningen

- Infiltratiekom
- Wadi
- Grachten
- Infiltratiesleuven
- Infiltratiebekkens



C. Ondergrondse infiltratievoorzieningen

- Infiltratieput
- Infiltratiekolk
- Infiltratieblokken
- Infiltratiebuizen
- Infiltratietunnel
- Transportriool
- Infiltratiebed

Infiltratiekom



Aanleg infiltratietunnel

1.2 Rechtstreekse of onmiddellijke infiltratie

1.2.1 Algemeen

Principe:

Het principe van onmiddellijke infiltratie is dat het hemelwater dicht bij de bron wordt opgevangen en rechtstreeks infiltreert in de ondergrond. De infiltratie kan dan rechtstreeks in de grond of na het aanbrengen van een bedekking. Deze manier van infiltreren is een zeer efficiënt en goedkoop bij (her)aanleg van verhardingen.



Kiezel



Dolomiet



Waterdoorlatende voegen

Voorwaarden:

- Indien waterdoorlatende bestratingen worden aangelegd dient een fundering te worden aangelegd om de stabiliteit van de structuur te verzekeren (draagkracht, vorstbestendigheid). Het is van belang dat deze fundering waterdoorlatend is.
- De oppervlakteafwerking en de fundering zullen tevens dienst doen als buffervolume.
- Gezien de vaak grote porositeit van de structuren dient de verkeersbelasting beperkt te blijven.
- De dimensionering van de lagen is afhankelijk van de verwachte bovenbelasting.
- Bovenafwerking en ondergrond dienen voldoende doorlatend te zijn
- Indien bij plots opkomende vorst het water onder de doorlatende verharding kan opvriezen en de verharding beschadigen, dient onder de deklaag een niet-vorstgevoelige onderfundering voorzien te worden.
- Best horizontaal of onder flauwe helling omwille van beperkte buffering
- Wateroverschot:
 - Verhoging buffercapaciteit door dikkere doorlatende fundering
 - extra bergingsvolume door ondoorlatende lagen te doorbreken (ondergronds filterbed)
 - bijkomende drainage

Mogelijkheden:

Er bestaan een aantal verschillende mogelijkheden om een waterdoorlatende verharding aan te leggen. Een eerste keuze die gemaakt dient te worden is verharding met of zonder (gras)begroeiing. Het voordeel van verhardingen met begroeiing is dat het hemelwater in zekere mate gereinigd wordt door opname van schadelijke stoffen door de vegetatie. Het nadeel is dat dit type verhardingen meer onderhoud vergt.

1.2.2 Beschrijving van de verschillende systemen

Mogelijkheden zonder (gras)begroeiing

Steenslagverharding

Principe:

Het hemelwater kan tussen de steenslagverhardingen (puingranulaat, grind, schelpen,...) in de ondergrond sijpelen.

Toepassingen:

- Geschikt voor opritten, parkeerplaatsen, brandwegen, tuin- en parkpaden

Ontwerp:

- De dikte van de steenslaglaag en de korrelverdeling is afhankelijk van de te verwachten belasting

Onderhoud:

- Aanvullen van putten die eventueel ontstaan door verkeersbelasting

Voor- en nadelen:

- + Eenvoudig in aanleg en goedkoop
- Putten bij verkeersbelasting

Dolomietverharding

Principe:

Dolomietverhardingen bestaan uit een mengsel van dolomiet, cement, aanmaakwater en eventueel kalk. Onder deze laag kan eventueel geotextiel voorzien worden om vermenging van lagen en plantengroei tegen te gaan.

Toepassingen:

- Geschikt voor opritten, parkeerplaatsen, brandwegen, fiets-, tuin- en parkpaden

Onderhoud:

- Aanvullen van putten die eventueel ontstaan door verkeersbelasting

Voor- en nadelen:

- + Eenvoudig in aanleg en goedkoop
- Putten bij verkeersbelasting, verbrokkeling en verdichting bij frequente belasting

Open asfalt of waterdoorlatende asfalt

Principe:

Open asfalt bestaat uit met bitumen gebonden grove steenslag waardoor water gemakkelijk wordt doorgelaten.

Voorwaarden:

- Grondwatertafel min. 0,7 m onder de constructie

Toepassingen:

- Geschikt voor opritten, parkeerplaatsen, brandwegen en fietspaden
- Eveneens geschikt voor iets frequenter verkeer maar minder geschikt voor plaatsen waar veel manoeuvres gebeuren

Onderhoud:

- Regelmatig vegen en reinigen zodat de poriën open blijven

Voor- en nadelen:

- Kans op dichtslibben

- Moet regelmatig worden onderhouden voor het openhouden van de poriën

Waterdoorlatende straatstenen

Poreuze betonstraatstenen

Principe:

Betonstraatstenen met een hoog poriënvolume waardoor hemelwater in de ondergrond kan sijpelen.

Toepassing:

- Geschikt voor opritten, parkeerplaatsen, brandwegen, tuin- en parkpaden
- Minder geschikt voor zwaar belastend verkeer

Bestrating met brede voegen

Principe:

De straatstenen bestaan uit kasseien, betonstraatstenen of natuurstenen. De voegen van de straatstenen zorgen voor de infiltratie en kunnen bestaan uit fijne kiezel of grof zand maar geprefabriceerde afstandhouders zijn ook mogelijk.

Voorwaarden:

- Meestal zullen de beperkte openingen niet voor voldoende afwatering zorgen waardoor de verharding best onder een lichte dwarshelling (2 %) geplaatst wordt.

Toepassing:

- Geschikt voor opritten, parkeerplaatsen, brandwegen, tuin- en parkpaden
- Minder geschikt als fietspad en voor zwaar belastend verkeer

Onderhoud:

- Regelmatig maaien van gras
- Voegen vrijhouden van begroeiing

Voor- en nadelen:

- Doorlatendheid neemt af indien begroeiing in voegen

Betonstraatstenen met drainageopeningen

Principe:

Betonstraatstenen met drainageopeningen hebben gaten en onderaan kanaaltjes waarlangs hemelwater in de ondergrond kan sijpelen.

Toepassing:

- Geschikt voor opritten, parkeerplaatsen, brandwegen, tuin- en parkpaden
- Minder geschikt voor zwaar belastend verkeer

Onderhoud:

- Dichtgeslibde drainageopeningen dienen met een hogedrukreiniger vrijgemaakt te worden.

Voor- en nadelen:

- + Grote opslag- en buffercapaciteit
- Dichtslibbing mogelijk

Mulchbedekking

Principe:

Een mulchbedekking bestaat uit schors of gehakseld hout

Toepassingen:

- Zeer geschikt voor tuinpaden

Onderhoud:

- Omdat de bedekking op termijn vergaat is het nodig het materiaal regelmatig aan te vullen

Mogelijkheden met (gras)begroeiing

Opmerking vooraf: bij extensief gebruik kan de plantengroei een ondoordringbare laag vormen wanneer het veel betreden wordt.

Grasbetontegels

Principe:

Grasbetontegels zijn betontegels met openingen waartussen gras kan groeien.

Toepassingen:

- Geschikt voor opritten, parkeerplaatsen, brandwegen, tuin- en parkpaden

Ontwerp:

- Fundering van steenslag + onderlaag uit teelaarde en geëxpandeerde kleikorrels of leemhoudend zand met turf en teelaarde
- Afmetingen afhankelijk van te verwachten belasting

Onderhoud:

- Regelmatig gras maaien

Voor- en nadelen:

- + Goed en gemakkelijk te onderhouden
- + Gemakkelijk aan te leggen
- + Lage investeringskost

Polyethyleen grastegels

Ontwerp:

Deze grastegels zijn vervaardigd uit gerecycleerd polyethyleen met hoge dichtheid. Ze worden opgevuld met teelaarde of ingezaaid met graszaad of met grind- en kiezelsoorten

Toepassingen:

- Geschikt voor opritten en parkeerplaatsen

Ontwerp:

- fundering van steenslag + onderlaag

Onderhoud:

- Regelmatig gras maaien

Voor- en nadelen:

- + eenvoudig in aanleg
- + robuust systeem (onderling verbonden)
- + tegels praktisch onzichtbaar
- verdraagt slechts een gering gewicht

1.2.3 Dimensionering en ontwerp

Om de verdere toename van verharde oppervlakte zo veel mogelijk te beperken wordt aangeraden om de verharde oppervlakte niet groter te dimensioneren dan strikt noodzakelijk (zie rangorde Fiche 1 onder 2.1.3).

Het ontwerp van het systeem zal afhankelijk zijn van een aantal factoren zoals de verwachte belasting, persoonlijke voorkeur, prijs, onderhoud, plaatsing etc. In de overzichtstabel onder 1.2.4 werd een weging toegekend aan de verschillende factoren.

1.2.4 Overzichtstabel

	ZONDER BEGROEIING							MET BERGOEIING		
	steenslagverharding	dolomietverharding	open asfalt of waterdoorlatende asfalt	waterdoorlatende straatstenen	poreuze betonstraatstenen	bestrating met brede voegen	betonstraatstenen met drainageopeningen	mulchbedekking	Gras gemengd met kiezel	Grasbetontegels
wandelen										
fietsen	////									
parkeren										
opritten										
rustig verkeer		////								
sporadisch zwaar verkeer				////						
permanent zwaar verkeer			*							

* Niet aan kruispunten, op- of afritten

onderhoud	+++	++	+++	+++	++	++	++	+	+	+
prijs	+++	+++	+	++	++	++	+++	+++	+++	+++
plaatsing	+++	+++	+	++	++	++	+++	+++	+++	+++

Verklaring tabel:

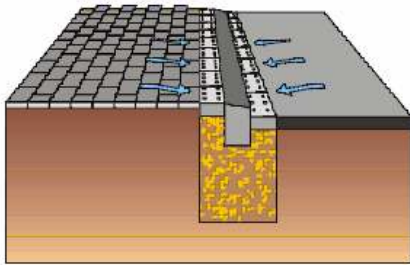
	+++	++	+
onderhoud	sporadisch	beperkt	periodiek
prijs	goedkoop	redelijk	duur
plaatsing	makkelijk	redelijk	moeilijk

1.3 Bovengrondse berging en infiltratie

1.3.1 Algemeen

Principe:

Hemelwater wordt naar een open voorziening geleid waar het wordt geborgen en geïnfiltrerd.



Infiltratiesleuf



Infiltratiekom



Wadi

Voorwaarden:

- Vochtige zone wenselijk
- Grondwatertafel min. 0,7 meter diep
- Toevoer wordt best bovengronds gehouden. Indien het niet mogelijk of niet wenselijk is de toevoer bovengronds te houden, is een systeem nodig om bladeren tegen te houden (bladvang)
- Maatregelen om erosie bij inloop in de infiltratievoorziening tegen te gaan (verdeeltgoot) worden aangeraden.
- De inlaat van de toevoer in de infiltratievoorziening wordt best over de ganze lengte van de voorziening verdeeld
- Kom moet volledig vlak liggen. Bij helling: verschillende niveaus al of niet verbonden
- Water mag maximaal 2 dagen blijven staan om dichtslibben te vermijden

1.3.2 Beschrijving van de verschillende systemen

Infiltratiekom

Principe:

Een infiltratiekom is een kom bestaande uit een humushoudende laag begroeid met gras.

Toepassingen:

- Zeer geschikt voor privé-gebruik indien voldoende ruimte beschikbaar is
- Geschikt voor (groepen van) woningen

Voorwaarden:

- Ondergrond goed doorlatend (min. 10^{-6} m/s)
- Grondwatertafel minimum 70 cm onder de kom
- Voldoende ruimte beschikbaar aan de oppervlakte
- Brijden moet worden vermeden
- Niet te veel bladverliezende bomen en struiken in de buurt

Ontwerp:

- Komdiepte max. 30 cm (veiligheid)
- Hellingen max. 45° met afgeronde hoeken

Onderhoud:

- Regelmatige reiniging en controle
- Vrijhouden van bladeren
- Regelmatig gras maaien
- Verluchten (verticuleren) indien nodig

Voor- en nadelen:

- + goede biologische zuivering door humushoudende toplaag
- + beperkt onderhoud
- + geringe kosten
- + goed integreerbaar in groene gebieden
- + verscheidenheid aan beplanting mogelijk
- + kan multifunctioneel ingericht worden (speel- en zonnehelling, vochtig biotoop)
- + geschikt bij ondiepe grondwaterstanden (maar wel dieper dan de infiltratievoorziening)
- vereist zekere ruimte
- maaien verloopt iets moeilijker dan vlak liggende oppervlakten

Wadi

Principe:

Een wadi is een ondiepe infiltratiekom met filterbed (grind, geëxpandeerde kleikorrels of infiltratieblok) om minder doorlatende laag te breken of extra waterberging te voorzien. Het begrip wadi staat voor 'Water Afvoer door Drainage en Infiltratie' en is Arabisch voor 'dal'. Een wadi werkt infiltrerend wanneer de grondwaterstand zich onder de wadi bevindt.

Toepassingen:

- Idem als toepassingen infiltratiekom

Voorwaarden:

- Idem als voorwaarden infiltratiekom
- Ondergrond redelijk doorlatend
- Grondwaterstand minimum 70 cm onder de onderkant van de infiltratieblokken

Ontwerp:

- Volume infiltratiekom + ondergronds volume filterbed

Onderhoud:

- Idem als onderhoud infiltratiekom

Voor- en nadelen:

- Idem als voor- en nadelen infiltratiekom, hetzij iets hogere kosten

Grachten

Principe:

Oorspronkelijk werden grachten aangelegd om hun drainerende werking. Wanneer echter in grachten drempels of vernauwde zijkanten geplaatst worden, kunnen ze ook infiltrerend en bufferend werken.

Toepassing:

- Geschikt voor lijnvormige verharde oppervlakken (secundaire wegen)

- Geschikt voor aanleg rondom nieuwe woonwijken als overloop van hemelwaterputten.

Voorwaarden:

- Voldoende ruimte
- Onderhoud: reinigen van grachten
- Doorlatende bodem (bij voorkeur $> 10^{-6}$ m/s)

Infiltratiesleuven

Principe:

Infiltratie door een goed doorlatende, lange en smalle steenslagkoffer

Toepassing:

- Geschikt voor lijnvormige verharde oppervlakken (wegen)

Voorwaarden:

- Goed doorlatende bodem ($> 10^{-6}$ m/s)

Infiltratiebekkens

Principe:

Bekken met doorlatende bodem en/of wanden

Toepassing:

- Geschikt voor grote oppervlakken

Voorwaarden:

- Redelijk doorlatende bodem (bij voorkeur $> 5 \cdot 10^{-6}$ m/s)

Ontwerp:

- Diepte > 30 cm
- Voorschakeling van een bezinkingszone wordt aangeraden

Onderhoud:

- Af en toe reinigen
- Minstens elke herfst controleren
- Groenbeheer

Voor- en nadelen:

- + biologisch actief sediment zorgt voor afbraak van opgeloste stoffen
- + goed integreerbaar in groene gebieden
- + beperkt onderhoud
- extra veiligheidsmaatregelen nodig

1.3.3 Dimensionering en ontwerp

Per 100 m² verhard oppervlak is ongeveer 10 à 15 m² (± 15 %) oppervlakte nodig voor infiltratiekommen. De komdiepte kan je best niet dieper maken dan 30 cm en de helling kleiner of gelijk aan 1 op 3 ($\leq 30^\circ$). De bovenste laag bestaat uit een humushoudende toplaag van minstens 20cm dik, maar bij voorkeur 30 tot 50 cm.

Voor grachten en sleuven kan je het volume berekenen aan de hand van de tabel onder punt 2.2.2 van deze Fiche (dimensionering van bufferbekkens).

1.3.4 Overzichtstabel

	infiltratiekom	wadi	gracht	infiltratiesleuf	infiltratiebekken
individuele woningen					
groep van woningen					
wegen, opritten					

onderhoud	+	+	++	++	+++
prijs	+++	++	+++	++	+
plaatsing	+++	++	+++	++	+
vereiste ruimte	+	+	++	++	+

Verklaring tabel:

	+++	++	+
onderhoud	sporadisch	beperkt	periodiek
prijs	goedkoop	redelijk	duur
plaatsing	makkelijk	redelijk	moeilijk
vereiste ruimte	weinig	matig	veel

1.4 Ondergrondse berging en infiltratie

1.4.1 Algemeen

Principe:

- Hemelwater wordt ondergronds geborgen en via de onderzijde en/of zijkant van de voorziening in de grond geleid
- Wordt over het algemeen voor gekozen indien men niet over de nodige ruimte beschikt.



Aanleg van infiltratiebekken met infiltratieblokken

Voorwaarden:

- Voorziening op voldoende afstand van boom:
 - moet verder weg worden geplaatst dan straal van kruin boom om te vermijden dat boom gedraineerd wordt in zomer of wortels buizen gaan doorboren
 - buizen kunnen onderbroken worden met een blinde (ondoorlatende) buis
- Bestaande gebouwen: min. 6 meter van kelder om wateroverlast in niet-dichte kelders te vermijden
- Niet overbouwen
- Hemelwater voorfilteren omdat controle mogelijkheden beperkt zijn bij ondergrondse voorzieningen. Voor aangesloten daken vormt een bladvang een minimale voorzuivering. Een zandvang wordt bovendien aangeraden voor aangesloten daken die uit betonpannen of golfplaten bestaan.

1.4.2 Beschrijving van de verschillende systemen

Infiltratieput

Principe:

Het ondergrondse reservoir is een hoge ronde tank waarbij hemelwater infiltreert via de onderzijde en het onderste gedeelte van de zijkant.

Toepassing:

- Geschikt voor privégebruik
- Geschikt voor (groepen van) woningen

- Geschikt voor gebieden met weinig oppervlakteaanbod (steden)

Voorwaarden:

- Grondwatertafel min. 1 meter onder de onderzijde van de put

Ontwerp:

- Min. 1m diep en 1m diameter
- Eventueel filtervlies

Onderhoud:

- Regelmatige controle
- Ruimingen van dichtslibbingen

Voor- en nadelen:

- + weinig oppervlakte nodig
- + goede controlemogelijkheid
- + weinig investeringskosten
- geen zuivering
- onderhoudsmogelijkheden beperkt

Infiltratiekolk

Principe:

De infiltratiekolk is een verticaal element waarbij de onderbak bestaat uit een poreuze, geboorde of gesleufde buis.

Toepassing:

- Geschikt voor (groepen van) woningen en parkings

Voorwaarden:

- Matig goed tot goed doorlaatbare bodem

Voor- en nadelen:

- + redelijke investeringskost

Infiltratieblokken

Principe:

Infiltratieblokken zijn kunststofmodules met een holle ruimte die omhuld worden door een geotextiel. Er zijn twee types blokken te onderscheiden, met name:

- blokken waarvan alle wanden waterdoorlatend zijn
- blokken waarvan enkel de boven- en onderzijde waterdoorlatend zijn

De modules zijn zeer praktisch om de infiltratievoorziening zelf op maat te maken. De blokken kunnen zowel boven als naast elkaar gestapeld worden. De blokken die langs de zijwanden waterdoorlatend zijn kunnen aan elkaar gekoppeld worden door middel van verbindingselementen.

Toepassingen:

- Zeer geschikt voor privégebruik
- Geschikt voor (groepen van) woningen
- Geschikt voor grote verharde oppervlakken

Voorwaarden:

- Goede controlemogelijkheden (inspectieputten)
- Maatregelen om dichtslibbing te vermijden

Onderhoud:

- Controle en onderhoud moet gegarandeerd kunnen worden via inspectieputten

Voor- en nadelen:

- + Goede bufferfunctie
- + Zeer flexibel inzetbaar
- + Kan onder voorwaarden met constructies overbouwd worden
- Hoge investeringskost

Infiltratiebuis of infiltratietransportriolen

Principe:

Het ondergrondse reservoir zijn liggende ronde en geperforeerde buizen die bestaan uit kunststof, beton, gres met gaten in de buiswand of poreus beton en die bovendien met een geotextiel omwikkeld zijn.

Toepassingen:

- Zeer geschikt voor privégebruik
- Geschikt voor (groepen van) woningen
- Geschikt indien de grondwatertafel te hoog is om een infiltratieput te installeren.

Voorwaarden:

- Matig goed doorlaatbare grond.
- Grondwatertafel min. 1 meter onder de onderzijde van de buis
- Drainerende buis omhuld met kiezel en geotextiel

Ontwerp:

- Voorschakeling van blad- en zandvang noodzakelijk

Onderhoud:

- Occasioneel reinigen van inlooppotten
- Uitspuiten van leiding onder hoge druk

Voor- en nadelen:

- + Lage oppervlaktebehoefte
- + Goed bufferend vermogen
- + Kan onder voorwaarden met constructies overbouwd worden
- Deze zijn minder geschikt voor privégebruik

Infiltratiebed

Principe:

Een volume bestaande uit grind, gerecycleerd betongranulaat, lava of geëxpandeerde kleikorrels.

Toepassingen:

- Geschikt voor grote oppervlakten

Voor- en nadelen:

- + lava en geëxpandeerde kleikorrels hebben een groot bufferend en absorberend vermogen en een grote zuiverende capaciteit
- + eenvoudige verwerking

1.4.3 Overzichtstabel

	infiltratieput	infiltratiekolk	infiltratieblokken	infiltratiebuis	infiltratietransportrool	infiltratiebed
individuele woningen						
groep van woningen						
grote verharde oppervlakken						
wegen, opritten						

onderhoud	+++	++	+++	++	+++	+++
prijs	+++	++	+	++	+	+++
plaatsing	++	+	++	+	+	++
vereiste ruimte	+++	+++	+	++	++	+

Verklaring tabel:

	+++	++	+
onderhoud	sporadisch	beperkt	periodiek
prijs	goedkoop	redelijk	duur
plaatsing	makkelijk	redelijk	moeilijk
vereiste ruimte	weinig	matig	veel

1.4.4 Dimensionering

De voorzieningen dienen zo groot mogelijk gedimensioneerd te worden opdat de terugkeerperiode meer dan 1 jaar is (bv. 5 jaar). Dit wil zeggen dat de voorziening gemiddeld genomen één maal om de 5 jaar overloopt.

Het minimale buffervolume bedraagt 300 l/ 20 m² aangesloten verharde oppervlakte. Meer uitleg hierover is te vinden in de gewestelijke stedenbouwkundige verordening.

Berekening op basis van

- Toevoerend oppervlak (= afvoerend verhard oppervlak, bv oprit, dak,...)
- Doorlaatbaarheid van de ondergrond

Methodiek:

1. Bepaal de **doorlaatbaarheid*** van de ondergrond

Indien het grondwater zich op minimaal 1 meter diepte bevindt en de structuur van de bodem goed is, dan wordt er gesteld dat:

$$\text{doorlaatbaarheid} = \text{infiltratiecapaciteit}$$

(*zie **Fiche 4** van deze handleiding, Tabel 1).

2. Bepaal het **afvoerdebiet**

$$\text{Afvoerdebiet} = \frac{\text{infiltratiecapaciteit (mm/u)} \times \text{infiltratieoppervlakte (m}^2\text{)}}{\text{afvoerende verharde oppervlakte (m}^2\text{)}}$$

3. Bepaal het nodige **bergingsvolume** van de infiltratievoorziening (voor bepaalde terugkeerperiode van noodoverlaat) (zie Tabel 2 hieronder)

Tabel 2: **Nodige bergingsvolumes** van de infiltratievoorziening, uitgedrukt in m³ per 100 m² afvoerende verharde oppervlakte, in functie van het afvoerdebiet en de terugkeerperiode van de noodoverlaat.

		Terugkeerperiode (in m ³ /100m ²)			
		6 maanden	1 jaar	2,5 jaar	5 jaar
Afvoerdebiet	3,6 mm/h	0,75	1	1,5	2,5
	1,8 mm/h	1	1,5	2	2,75
	0,72 mm/h	1,5	2	2,75	3,5
	0,36 mm/h	2	2,75	3,5	4,5

Opmerkingen

- Als het afvoerdebiet groter is dan 3,6 mm/h dan is er slechts een minimale berging nodig.

4. Bepaal de **ledigingstijd** (= maximale tijd vooraleer de infiltratievoorziening leeg is) (Tabel 3 hieronder)

$\text{Ledigingstijd} = \frac{\text{volume infiltratievoorziening (m}^3\text{)}}{\text{afvoerdebiet}}$
--

Tabel 3: **Maximale ledigingstijd** (uitgedrukt in uur) van de infiltratievoorziening in functie van het afvoerdebiet en de terugkeerperiode van de noodoverlaat en overeenkomstig de volumes in voorgaande tabel.

		Terugkeerperiode			
		6 maanden	1 jaar	2,5 jaar	5 jaar
Afvoerdebiet	3,6 mm/h	2 uur	3	4	7
	1,8 mm/h	6	8	11	15
	0,72 mm/h	21	28	38	49
	0,36 mm/h	56	76	97	125

5. **Noodoverloop (te vermijden)**

Hiervoor zijn er twee mogelijkheden indien je niet wenst dat de infiltratievoorziening één maal per jaar overloopt:

- Groter bergingsvolume (neem hogere terugkeerperiode)
- Voorzie een overloop (best naar een vijver, gracht of hemelwaterriool en best zo hoog mogelijk)

1.4.5 Twee voorbeelden van berekeningen voor de dimensionering van een ondergrondse voorziening

1.4.5.1 Voorbeeld 1

We nemen als voorbeeld een woning met een dakoppervlakte van 140 m² en willen het hemelwater hiervan naar een infiltratievoorziening laten aflopen.

De bodem is Lössgrond. We weten dat de infiltratiecapaciteit hiervan 6 mm/h is (zie tabel 1 in Fiche 4).

We weten dat de grondwaterstand relatief hoog is en besluiten daarom voor een infiltratiekom te kiezen.

Ik kies een oppervlakte van 14 m² voor de infiltratiekom.

Voor het afvoerdebiet, waarvoor we volgende formule gebruiken:

$$\text{Afvoerdebiet} = \frac{\text{infiltratiecapaciteit (mm/h)} \times \text{infiltratieoppervlakte (m}^2\text{)}}{\text{afvoerende verharde oppervlakte (m}^2\text{)}}$$

krijgen we dan hetvolgende:

$$\text{afvoerdebiet} = \frac{6 \text{ mm/h} \times 14 \text{ m}^2}{140 \text{ m}^2} = \boxed{0,6 \text{ mm/h}}$$

Om te voldoen aan het voorschrift van de “Code voor Goede Praktijk”, namelijk dat het systeem slechts 1 x per jaar mag overlopen, volstaat dus een berging van 2–2,75 m³ per 100 m² dakoppervlak. Dit zien we in onderstaande tabel.

afvoerdebiet	Terugkeerperiode noodoverlaat			
	1/2 jaar	1 jaar	2,5 jaar	5 jaar
3,6 mm/h	0,75 m ³ /100m ²	1 m ³ /100m ²	1,5 m ³ /100m ²	2,5 m ³ /100m ²
1,8 mm/h	1 m ³ /100m ²	1,5 m ³ /100m ²	2 m ³ /100m ²	2,75 m ³ /100m ²
0,72 mm/h	1,5 m ³ /100m ²	2 m ³ /100m ²	2,75 m ³ /100m ²	3,5 m ³ /100m ²
0,36 mm/h	2 m ³ /100m ²	2,75 m ³ /100m ²	3,5 m ³ /100m ²	4,5 m ³ /100m ²

Als we een infiltratiekom van 14 m² aan zouden leggen welke 30cm diep is, dan kunnen we berekenen dat deze kom 4,2 m³ water kan bergen (14 m² x 0,3 m = 4,2m³)

Volgens de tabel hadden we berekend dat we 2 à 2,75 m³ nodig hadden. Aangezien 4,2 heel wat groter is zijn we zeker dat de infiltratiekom groot genoeg zal zijn.

Als we besluiten om geen overloop te voorzien dan kunnen we beter wat groter dimensioneren om de terugkeerperiode te vergroten.

1.4.5.2 Voorbeeld 2

We nemen als tweede voorbeeld een woning met eenzelfde dakoppervlakte, nl. 140m².

Dit keer bestaat de bodem uit fijn zand, waarvan we aan de hand van de tabel weten dat de infiltratiecoëfficiënt 20 mm/h bedraagt.

De grondwatertafel zit veel dieper en we kiezen dus voor een infiltratieput.

Deze put heeft een diameter van 1,2 m. De bodem en de onderste meter wand van de put zijn doorlatend, maar we moeten dan nog weten hoe groot het buffervolume van de put moet zijn wanneer we geen overloop wensen te installeren.

We kunnen aan de hand van een wiskundige formule voor de oppervlakte van een cilinder berekenen dat het infiltratieoppervlak (bodem + onderste deel van de wand) 4,8 m² bedraagt (oppervlakte cilinder = π x straal² + 2 x π x straal x hoogte

→ dus: $3,1416 \times 0,6^2 + 2 \times 3,1416 \times 0,6 \times 1 = 4,8 \text{ m}^2$).

Volgens bovenstaande formule berekenen we voor het afvoerdebiet:

$$\text{afvoerdebiet} = \frac{20 \text{ mm/h} \times 4,8 \text{ m}^2}{140 \text{ m}^2} = \boxed{0,7 \text{ mm/h}}$$

We zien aan de hand van onderstaande tabel dat het volume van de put $3,5 \text{ m}^3$ zou moeten zijn indien we geen overloop wensen te installeren en dus veiligheidshalve het volume nemen voor een terugkeerperiode van 5 jaar. Met een diameter van 1,2m komt dit neer op een hoogte van $3,1 \text{ m}$ (volume cilinder = oppervlakte grondvlak x hoogte → dus: $1,13 \text{ m}^2 \times ??\text{m} = 3,5 \text{ m}^3 \rightarrow 3,5/1,13 = 3,1$)

geen overloop

afvoerdebiet	Terugkeerperiode noodoverlaat			
	1/2 jaar	1 jaar	2,5 jaar	5 jaar
3,6 mm/h	0,75 m ³ /100m ²	1 m ³ /100m ²	1,5 m ³ /100m ²	2,5 m ³ /100m ²
1,8 mm/h	1 m ³ /100m ²	1,5 m ³ /100m ²	2 m ³ /100m ²	2,75 m ³ /100m ²
0,72 mm/h	1,5 m ³ /100m ²	2 m ³ /100m ²	2,75 m ³ /100m ²	3,5 m³/100m²
0,36 mm/h	2 m ³ /100m ²	2,75 m ³ /100m ²	3,5 m ³ /100m ²	4,5 m ³ /100m ²

2. Mogelijkheden om te bufferen

2.1 Beschrijving van de verschillende buffermogelijkheden

Wanneer de grond niet voldoende doorlatend is (zie **Fiche 4**), raden wij aan om te bufferen in plaats van te infiltreren. Hiertoe zijn verschillende mogelijkheden: een hemelwaterput of -installatie, een groen- of vegetatiedak of een gewoon bufferbekken. Elk systeem wordt hieronder meer in detail toegelicht.

2.2 Bufferbekken

2.2.1 Beschrijving van het systeem

Bufferbekkens worden geplaatst wanneer infiltratie niet mogelijk is en wanneer het gaat om grote verharde oppervlakten. Hierbij wordt de berging op één plaats geconcentreerd. Dit kan een vijver zijn, voorzien van een ondoorlatende folie of kleilaag, of een betonnen of gemetst bekken.

De bedoeling van een bufferbekken is het water tijdelijk op te houden en vertraagd af te voeren. Op die manier worden te grote debieten van afstromend (hemel)water vermeden en kunnen overstromingen worden voorkomen.

De overloop van het bekken laat je bij voorkeur naar een oppervlaktewater gaan. Als dit niet mogelijk is, dan kan het aangesloten worden op de regenweerafvoer (RWA) van de riolering. Wanneer voorgaande mogelijkheden niet aanwezig zijn, mag men aansluiten op de gemengde riolering.

2.2.2 Dimensionering

Voor de dimensionering worden best volgende cijfers gehanteerd:

- Afvoerdebiet: 20 l/s/ha
- Buffervolume: 250 m³/ha

Opmerking: Vertraagde afvoer voor 1 woning is moeilijk te realiseren omdat de dimensionering van de debietbeperker dan onrealistisch klein wordt.

3. *Mogelijkheden om vóór de voorziening te plaatsen*

Hemelwater dat van verharde oppervlakken afstroomt kan deeltjes zoals bladeren, takjes, slib, zand of olie meevoeren. Om vervuiling of verstopping van de infiltratie- of buffervoorzieningen te voorkomen, raden wij je aan om één (of meerdere) van de volgende systemen vóór de buffervoorziening te plaatsen:

- Inspectieputten
- Zeefputten
- Zand- en bladvangputten
- Koolwaterstofafscheiders

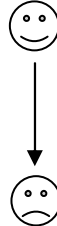
Deze systemen kan je best af en toe nakijken en eventueel leegmaken opdat het hemelwater er vlot blijft doorstromen.

4. **Mogelijkheden om nà de voorziening te plaatsen**

Om lokale overstromingen te voorkomen dient een noodoverloop voorzien te worden voor het afvoeren van het overtollige water van infiltratie- en buffervoorzieningen tijdens hevige regenbuien (piekdebieten). Hierop kan je een uitzondering maken indien de terugkeerperiode aanvaardbaar hoog is en lokale overstromingen aanvaardbaar zijn.

Er zijn verschillende mogelijkheden om het overtollige hemelwater via een noodoverloop af te voeren. Zoals reeds eerder aangehaald wordt ook bij het afvoeren van hemelwater best zoveel mogelijk rekening gehouden met volgende rangorde:

- Hergebruiken
- Infiltreren
- Bufferen
- Afvoer naar een oppervlaktewater
- Afvoer naar de regenweerafvoer
- Afvoer naar de gemengde riolering



Debietbeperkers: laten slechts een relatief klein debiet door waardoor zij bijdragen aan een vertraagde afvoer van hemelwater komende van buffervoorzieningen. De bespreking van enkele voorbeelden van debietbeperkers volgt hieronder.

Knijpleiding

Een knijpleiding is een leiding met een beperkte diameter, die ervoor zorgt dat het afvoerende debiet relatief klein zal zijn waardoor hemelwater opwaarts wordt geborgen.

Toepassingen:

- Enkel geschikt voor grotere oppervlakten

Voor- en nadelen:

- + gunstige prijzen
- + eenvoudig principe
- onderhoud noodzakelijk omwille van risico op verstopping

Wervelventiel

Een wervelventiel is een inox constructie die op een manier ontworpen is dat het afvoerende water zal gaan wervelen. Door de werveling ondervindt het afvoerende hemelwater een weerstand wat ervoor zorgt dat het vertraagd wordt afgevoerd.

Toepassingen:

- Geschikt voor kleine en grote oppervlakten

Voor- en nadelen:

- + klein risico voor verstopping (bv. eventueel zeer kleine ventielen)
- + eventuele verstoppingen zijn makkelijk op te lossen
- + eenvoudig in constructie
- + bedrijfszeker
- prijzen minder gunstig

Pomp

Toepassingen:

- Geschikt voor kleine en grote oppervlakten

Voor- en nadelen:

- + gunstige prijzen
- + variabele pompdebieten mogelijk
- energieverbruik
- regelmatig onderhoud
- laag rendement bij kleinere debieten
- defecten zijn mogelijk
- mogelijke geluidshinder

5. Combinaties van hemelwater hergebruiken en infiltreren

Indien men een dakoppervlak wil afkoppelen en laten infiltreren, raden wij aan tevens gebruik te maken van het hemelwater voor sanitaire toepassingen en voor gebruik in de tuin. Dit kan door een hemelwaterput vóór de infiltratievoorziening te plaatsen.

Meer info over hemelwaterinstallaties vind je in hoofdstuk 2 van deze Fiche: “Mogelijkheden om te bufferen” of in de publicatie “Waterwegwijzer voor Architecten”.

FICHE 4: TECHNISCHE INFORMATIE

Inleiding

In wat volgt worden algemene en bijkomende voorwaarden gesteld om te infiltreren. De algemene voorwaarden zijn cruciaal om infiltratie mogelijk te maken. De bijkomende voorwaarden zijn voorwaarden die best in rekening worden gebracht in het belang van de eigenaar van het aangesloten gebouw, in het belang van de gemeenschap of in het belang van het milieu.

1. Algemene voorwaarden

De mogelijkheid tot infiltratie van het hemelwater in de bodem is afhankelijk van twee factoren: het **niveau van de grondwatertafel** en de **doorlaatbaarheid van de bodem**. Beide kunnen bepaald worden door een diepsondering of bodemsondering uit te (laten) voeren. Adressen van firma's vind je in de Gouden gids onder de rubriek *bodemonderzoek*. Hier volgt een korte beschrijving van hoe men zelf te werk kan gaan om deze twee factoren te bepalen, zowel benaderend als proefondervindelijk.

1.1 Het niveau van de grondwatertafel

Bij bepaalde infiltratiesystemen moet men rekening houden met de diepte van de grondwatertafel. De bodem van het systeem moet zich boven het grondwateroppervlak bevinden. Er zijn 2 manieren om het niveau van de grondwatertafel na te gaan: benaderend of proefondervindelijk.

1.1.1 Benaderend het niveau van de grondwatertafel achterhalen

Benaderend kan het niveau van de grondwatertafel afgeleid worden door als ondergrondkaart de "*dikte van de waterverzadigde zone*" in te stellen op de **Databank Ondergrond Vlaanderen** (DOV) en vervolgens informatie op te vragen op een punt op de kaart. Deze databank is digitaal raadpleegbaar op het internet: <http://dov.vlaanderen.be>.

Een andere manier om benaderend het niveau van de grondwatertafel te achterhalen is de bodemkaart van **Geo-Vlaanderen** te raadplegen. De drainageklassen (terug te vinden onder het *bodemtype*) zijn per punt op de kaart opvraagbaar. Deze databank is eveneens digitaal raadpleegbaar op het internet: geo.vlaanderen.agiv.be. Het grondwaterniveau per drainageklasse is tevens weergegeven in onderstaande tabel.

Opmerking: deze manieren om de grondwatertafel te achterhalen zijn benaderend, omdat de gegevens slechts nauwkeurig zijn tot op een schaal van 1/20.000 en omdat de kaartinformatie verouderde gegevens kan bevatten. Om een nauwkeurigere opmeting te maken van de grondwatertafel gaat men beter proefondervindelijk te werk.

Draineringsklasse	Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (in cm)	
	Zandige bodems	Leem- en kleibodems
a	150	
b	100	
c	70	80
d	40	50
h	20	20
i	10	10
e	15	15
f	5	5
g	0	0

1.1.2 Proefondervindelijk het niveau van de grondwatertafel achterhalen:

Aan de hand van een peilbuis kan de grondwaterstand proefondervindelijk bepaald worden. Men dient hierbij wel te bedenken dat de grondwaterstand varieert in de tijd. Daarom is een betrouwbare aflezing van het grondwaterpeil maar mogelijk enkele dagen of weken na de plaatsing van de peilbuis. In de winter is het grondwaterniveau het hoogst, waardoor de proef ook best dan uitgevoerd wordt.

1.2 De doorlaatbaarheid of de infiltratiecapaciteit van de bodem

Om hemelwater in de grond te laten doordringen moet deze voldoende doorlatend zijn. Er zijn 2 manieren om de doorlaatbaarheid van de bodem na te gaan: benaderend of proefondervindelijk.

1.2.1 Benaderend de infiltratiecapaciteit achterhalen

Indien de bodemsoort gekend is kan in onderstaande tabel (Tabel 1) bij benadering de infiltratiecapaciteit of infiltratiecoëfficiënt (k_f) afgelezen worden. Hoe groter deze factor, hoe hoger de doorlaatbaarheid (infiltratiecapaciteit) van de bodem en dus hoe gemakkelijker het hemelwater zal infiltreren.

Indien de bodem daarentegen onvoldoende doorlatend is, zal het hemelwater niet voldoende infiltreren. Daarom wordt afgeraden infiltratievoorzieningen te installeren in bodems met een infiltratiecoëfficiënt die kleiner is dan 1×10^{-6} m/s ($k_f < 1 \times 10^{-6}$ m/s). Losse keien, grove kiezel, veen, leem en klei komen daarom niet in aanmerking voor infiltratie.

Enkel bodems met een infiltratiecapaciteit tussen 1×10^{-4} en 1×10^{-6} m/s

$$1 \times 10^{-6} \text{ m/s} < k_f < 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$$

komen met andere woorden in aanmerking voor infiltratie.

Opmerking: indien men te maken heeft met vervuild hemelwater (bv. met koolwaterstoffen (zoals olie) van op een oprit of parking, dan moet er een waterzuivering (zoals een vetafscheider) worden geplaatst alvorens het water in de bodem te laten infiltreren.

Tabel 1: Infiltratiecapaciteit voor verschillende grondsoorten (Bron: De Bruyn R. et al, 2005)

grondsoort	doorlatendheidsfactor k_f of infiltratiecapaciteit				
	m/s	m/d.	mm/u. l/u./m ²	mm/d. l/d./m ²	l/u./100 m ²
grof zand	$1,5 \cdot 10^{-4}$	12	500	12.000	50.000
fijn zand	$5,6 \cdot 10^{-6}$	0,48	20	480	2.000
leemachtig fijn zand	$3,1 \cdot 10^{-6}$	0,26	11	260	1.100
lichte zavel	$2,8 \cdot 10^{-6}$	0,24	10	240	1.000
löss	$1,7 \cdot 10^{-6}$	0,14	6	140	600
veen	$6,1 \cdot 10^{-7}$	0,053	2,2	53	220
leem	$5,8 \cdot 10^{-7}$	0,050	2,1	50	210
lichte klei	$4,2 \cdot 10^{-7}$	0,036	1,5	36	150
matig zware klei	$1,4 \cdot 10^{-7}$	0,012	0,5	12	50
kleiige leem	$1,1 \cdot 10^{-7}$	0,0096	0,4	9,6	40

Geschikt voor infiltratie

Indien de grondsoort niet gekend is, kunnen de gegevens over de doorlaatbaarheid van de bodem geraadpleegd worden op de bodemkaarten van Geo-Vlaanderen (raadpleegbaar op geo.vlaanderen.agiv.be), op voorwaarde dat de zone gekarteerd is. Ook de kaart met infiltratiegevoelige bodems is een mogelijke indicatie voor de infiltratiemogelijkheid.

Geschikt voor infiltratie:

- Zeer droge, droge of matig droge zandbodems (textuur Z, drainageklasse a, b of c)
- Zeer droge, droge of matig droge lemige zandbodems (textuur S, drainageklasse a, b of c)

Matig geschikt voor infiltratie:

- Matig natte zandbodems (textuur Z, drainageklasse d)
- Matig natte lemige zandbodems (textuur S, drainageklasse d)
- Zeer droge, droge, matig droge of matig natte lichte zandleembodems (textuur P, drainageklasse a, b, c of d)
- Zeer droge, droge, matig droge of matig natte zandleembodems (textuur L, drainageklasse a, b, c of d)

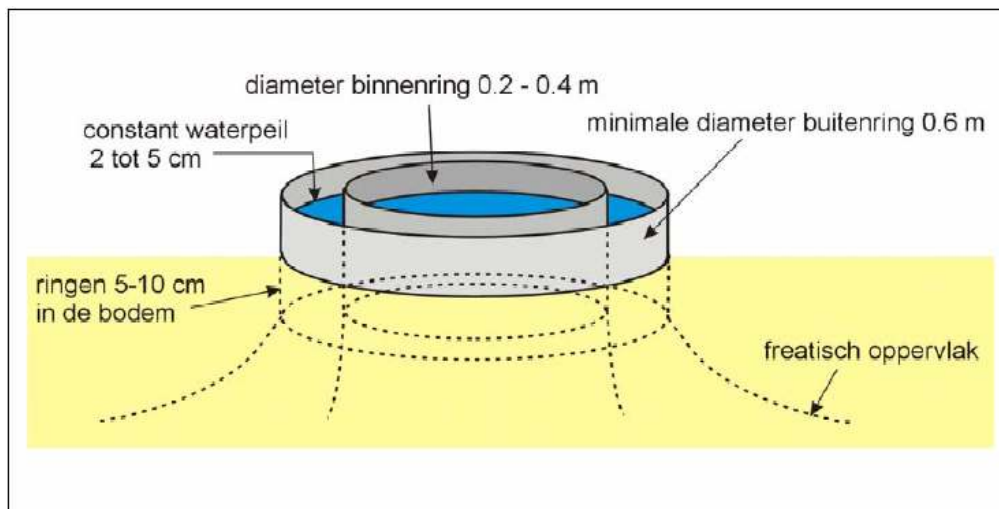
Niet geschikt voor infiltratie

- Leembodems (textuur A)
- Kleibodems (textuur E)
- Natte, zeer natte, uiterst natte bodems en bodems met tijdelijk grondwater (drainageklassen e, f, g, h en i)
- Bronzones

1.2.2 Proefondervindelijk de infiltratiecapaciteit achterhalen

Door middel van de **dubbele-ringinfiltratietest** kan de infiltratiesnelheid rechtstreeks gemeten worden. Deze test bestaat erin 2 (plastic) buizen van verschillende diameter en gelijke lengte in **VIBE** vzw en Dialoog vzw - 'Water infiltreren? Zeker proberen!' -Technische informatie - p. 45

elkaar te plaatsen en samen zachtjes in de bodem te drijven ter hoogte van het niveau waarop men wenst te infiltreren. De buizen dienen rechttop in de bodem geplaatst te worden met de binnenste buis keurig in het midden van de buitenste buis. Vervolgens dient men de buitenste buis rondom de binnenste te vullen met water. Dit niveau tracht men constant te houden door er steeds water bij te gieten. Vervolgens giet men na enkele minuten ook water in de binnenste buis. Hier houdt men het niveau echter niet constant. Vanuit de binnenste buis zal het water enkel loodrecht infiltreren waardoor het niveau trager zal zakken in vergelijking met dat van de buitenste. De infiltratiesnelheid kan worden opgemeten door de daling van de waterstand in de binnenste buis te noteren en weer te geven in functie van de tijd (de infiltratieduur tussen twee vaste tijdstippen). Een daling van bv. 42mm per uur komt overeen met een infiltratiesnelheid van ca. 1m/dag of 1×10^{-5} m/s.



2. **Bijkomende voorwaarden**

Bijkomende voorwaarden waarmee men best rekening houdt indien men een infiltratiesysteem voorziet zijn de locatie, de waterkwaliteit van het afgevoerde water en de materialenkeuze.

2.1 **Met betrekking tot de locatie**

- Minimale afstand tot gebouwen: **6 m**. Kan eventueel verminderd worden indien de nodige afschermingsmaatregelen genomen worden (kelderwanden). Europese norm: minimale afstand van 4m tot gebouwen, wegen, waterlopen of grachten
- Minimale afstand tot bomen en andere planten met veel wortels: 3m
- Minimale afstand tot (onverharde) zones waar landbouwmachines of andere (zware) voertuigen rijden: **3 m**.
- Er wordt ook aangeraden geen zware machines op de plaats van de infiltratievoorziening toe te laten en de voorzieningen pas in gebruik te nemen nadat de werf is opgeruimd.

2.2 **Met betrekking tot de kwaliteit van het aanvoerende water**

In principe moet hemelwater gescheiden worden van het afvalwater. Enkel schoon hemelwater mag op de infiltratievoorziening aangesloten worden. Het spreekt voor zich dat water dat afkomstig is van de wastafel, het schrobputje, de douche,... niet op de voorziening mag worden aangesloten. Nochtans bestaan er ook andere manieren waardoor verontreinigd hemelwater in de voorzieningen terecht kan komen. Het risico bestaat namelijk dat het hemelwater vervuiling opneemt bij het afstromen van verharde oppervlakten, zoals olie op de oprit. Deze verontreiniging zou bij infiltratie in de bodem belanden en zou mogelijks de kwaliteit van het grondwater in gevaar kunnen brengen. Een KWS-afscheider met coalescentiefilter is in dit geval aangewezen indien men dit vervuilde water toch wil gaan infiltreren.

Indien de dakbedekking, dakgoten en regenpijpen bestaan uit materialen met een gemiddeld of hoog vervuilingspotentieel (respectievelijk asfalt papier, vezelbeton of asbestcement en koper, zink of lood) wordt het rechtstreeks infiltreren van het hemelwater dan ook afgeraden. Ook het gebruik van chemische stoffen (mosbestrijding, pesticiden,...) wordt afgeraden, zeker indien het verharde oppervlak wordt aangesloten op een infiltratievoorziening.

In volgende situaties wordt de rechtstreekse infiltratie van hemelwater zonder voorfilter ook afgeraden omwille van verhoogde concentraties zware metalen en organische microverontreinigingen (bijvoorbeeld olie):

- Bedrijventerrein
- Winkelstraat
- Marktterrein
- Parkeerterrein
- Wegen met veel verkeer (verkeersintensiteit van > 1000 voertuigen/dag)
- Stapelplaatsen in open lucht
- Benzinstations
- Vliegvelden

Infiltratie in waterwingebieden en beschermingszones type I en II zijn niet verboden maar zijn aan lozingsvoorwaarden gebonden en bovendien vergunningsplichtig. De voorwaarden zijn zodanig streng dat infiltratie over het algemeen niet mogelijk is. Voor type III gelden eveneens lozingsvoorwaarden en infiltratie is tevens vergunningsplichtig, maar het verkrijgen van een vergunning is voor dit type wèl aannemelijk.

2.3 Met betrekking tot de materialenkeuze

- Bij de keuze van een waterdoorlatende verharding of infiltratievoorziening dient rekening te worden gehouden met een aantal aandachtspunten voor het milieu:
 - Kies zoveel mogelijk voor natuurlijke materialen.
 - Synthetische onderdelen mogen via het hemelwater geen schadelijke stoffen vrijgeven. Vermijd daarom bouwmaterialen met gevarentekens of waarschuwingssymbolen.
 - Vermijd onderdelen uit PVC. Dit materiaal scheidt tijdens zijn volledige levenscyclus een aantal toxische stoffen af en bovendien worden vaak toxische stoffen toegevoegd die loskomen uit het materiaal en vervolgens in het hemelwater uitspoelen. Indien natuurlijke materialen niet mogelijk zijn, kan gekozen worden voor polyethyleen (EP) of polypropyleen (PP) als alternatief voor PVC.

Om dichtslibben van ondergrondse voorzieningen te vermijden wordt de voorziening best omhuld met een geotextiel.

FICHE 5: BIJLAGE

1. *Lijst van interessante bronnen*

Publicaties:

- B.S. (1985). Besluit van de Vlaamse regering van 27 maart 1985 houdende reglementering van de handelingen binnen waterwingebieden en beschermingszones. Belgisch Staatsblad, Brussel, 20 juli 1985.
- B.S. (2004). Besluit van de Vlaamse regering van 1 oktober 2004 houdende vaststelling van een gewestelijke stedenbouwkundige verordening inzake hemelwaterputten, infiltratie-voorzieningen, buffervoorzieningen en gescheiden lozing van afvalwater en hemelwater. Belgisch Staatsblad, Brussel, 8 november 2004.
- De Bruyn R., Debruyne L., De Wolf A. et al. (2005). Hemelwater afkoppelen: de stedenbouwkundige verordeningen. De Plano, Lummen.
- FEBESTRAL (s.d.). Waterdoorlatende verhardingen. FEBESTRAL, Brussel, België. <http://www.febe-febestral.be>
- NIBE (2003). Water in de woonomgeving. NIBE, Bussum.
- Vaes G., Creffier W. en Berlamont J. (red.) (2000). Waterwegwijzer voor architecten. Een handleiding voor duurzaam watergebruik in en om de particuliere woning. Vlaamse Milieumaatschappij (VMM), Erembodegem, België. <http://www.waterloketvlaanderen.be/uploads/VMMarchitect.pdf>
- Vaes G., Bouteligier R., Luyckx G., Willems P. en Berlamont J. (2004a). Toelichting bij de Code van Goede Praktijk voor het ontwerp van rioleringsystemen. Laboratorium voor Hydraulica, K.U.Leuven, Leuven, april 2004. Studie in opdracht van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Afdeling Water, Brussel, België. Dimensionering http://www.mina.be/code_goede_praktijk.html.
- Vaes G., Berlamont J. (2004b). Het ontwerp van bronmaatregelen gebaseerd op continue langetermijnsimulaties. Water, jan/feb 2004.
- Vaes G., Bouteligier R. en Berlamont J. (2004c). Het ontwerp van infiltratievoorzieningen. Water, jan/feb 2004.
- Vanderstadt H. (2003). Gemeentelijk waterbeleid in het buitengebied; handleiding voor een trendbreuk. Ecobooks, Londerzeel.
- VIBE (2002). Duurzaam watergebruik in de woning. VIBE Antwerpen-Berchem.
- VIBE (2001). Hemelwater gebruiken! VIBE Antwerpen-Berchem.
- VLARIO (1999). Afkoppelen, Bufferen en Infiltreren. Code van goede praktijk in de praktijk. WEL, Hoboken.
- VLARIO (2005). Katern Afkoppelen, Bufferen en infiltreren. WEL, Hoboken.
- VMM (1999). Krachtlijnen voor een geïntegreerd rioleringsbeleid in Vlaanderen: Code van Goede Praktijk voor Hemelwaterputten en Infiltratievoorzieningen. Vlaamse Milieumaatschappij (VMM), Erembodegem.
- VMM (2000a). Waterwegwijzer voor Architecten. Vlaamse Milieumaatschappij (VMM), Erembodegem, België. Zie ook op www.waterloketvlaanderen.be onder 'Publicaties'.
- VMM (2000b). Water, elke druppel telt. Vlaamse Milieumaatschappij (VMM), Erembodegem.
- WWF (2004). Water voor Morgen. Een praktische handleiding voor een duurzaam watergebruik. WWF, Brussel. Zie ook www.wwf.be.

Internet:

- Bodemkaarten en databank Ondergrond Vlaanderen
<http://geo-vlaanderen.agiv.be>
- MilieuAdvieswinkel
<http://www.milieuadvieswinkel.be/default.asp?l=03.04&d=1610>
- Uitvoeringsbesluit
<http://www2.vlaanderen.be/ned/sites/ruimtelijk/Nwetgeving/uitvoeringsbesluiten/hemelwater.html>
- Subsidies
www.premiezoeker.be/
- Waterloket
<http://www.waterloketvlaanderen.be/waterstart.cgi?deel=gezinnen&onder=7&vragen=11&niveau=1>
- Milieukoopwijzer
http://www.milieukoopwijzer.be/6_water/6005_infiltratie.php
- De watertoets
<http://www.watertoets.be>

2. *Lijst van leveranciers*

Het is onmogelijk een totaaloverzicht te geven van alle leveranciers en materialen. Afhankelijk van de oplossing die u kiest, zal u moeten aankloppen bij een andere leverancier, aannemer of architect. We geven daarom geen volledige leveranciers- en merkenlijsten, maar verwijzen u door naar enkele websites waar u interessante adressen kan vinden:

- Dialoog en WWF stelden samen een lijst op met verdelers van toestellen en systemen voor rationeel watergebruik. U vindt er leveranciers van infiltrerende systemen, wadi's, infiltratieputten, infiltratiebuizen en groendaken. Deze lijst is te downloaden van de website www.milieukoopwijzer.be
- Vibe stelde een lijst op met architecten, handelaars, aannemers, producenten en studie bureaus die met bio-ecologische materialen en technieken werken.
<http://www.vibe.be/waar/index.php>
- Febestral is één van de 13 Verenigingen van FEBE, de Federatie van de Betonindustrie, en groepeert de fabrikanten van betonstraatstenen, -tegels en lineaire elementen. Op hun website vindt u lijsten met aangesloten fabrikanten en hun producten.
<http://www.febe-febestral.be/febestral/onthaal.htm>
- Archimat is een bouwmaterialendatabank: een website voor het opzoeken van de fabrikanten en importeurs van bouwmaterialen in België.
<http://www.archimat.be/SubCategory.asp?CategoryID=39>

3. *Technisch advies*

- *Contacteer eerst en vooral uw gemeentelijke dienst voor milieu of voor ruimtelijke ordening. Zij kunnen u waarschijnlijk al op weg helpen. Bovendien kunnen ze u laten weten wat de eventuele bijkomende gemeentelijke verordeningen zijn voor infiltratiesystemen.*
- *Heeft u toch nood aan een compleet technisch advies. Kijk dan hier voor een lijst van adviesbureaus die expertise hebben over hemelwatersystemen, waterdoorlatende verhardingen en infiltratie.*

4. *Voorbeeldprojecten in binnen- en buitenland*

- Autonom waterbeheer - industrieterrein te 'Asse-Bettegem' (gemeente Merchtem)
- Praktische ervaringen te 'Baarle Hertog' met het persleidingsysteem
- Autonom waterbeheer te 'Kortenberg'
- De middelberg te 'Rotselaar': een voorbeeld van zero-afvoer
- Geel (Mosselgoren); meer info: Yasmine Driesmans, diensthoofd technische diensten Geel, 014/57.09.11
- 'Heikant afgekoppeld!' Afkoppelingswerken i.k.v. nieuw rioleringsstraject in de woonzone Berlaar-Heikant (gemeente Berlaar i.s.m. IGEMO).
- Velm: "Afkoppeling, hergebruik en buffering van hemelwater op privé-gronden: een pilootproject te Sint-Truiden". WATER, tijdschrift over waterproblematiek, jaargang 2005, Boechout.
- Nederland: www.waterbewust.nl

5. *Glossarium*

Afkoppelen

Maatregel waardoor hemelwater dat op (een gedeelte van) verharde oppervlakken terecht komt niet in het rioolstelsel geloosd wordt maar infiltreert in de bodem of eventueel wordt geloosd op oppervlaktewater op of nabij de locatie.

Bufferen

Het zoveel mogelijk ophouden en vervolgens vertraagd afvoeren van het hemelwater.

VIBE vzw en Dialoog vzw - 'Water infiltreren? Zeker proberen!' - Bijlage - p. 52

Buffervoorziening

Een voorziening voor het bufferen van hemelwater met een vertraagde afvoer en een noodoverlaat.

Debietbeperker

Systeem dat achter de infiltratie- of buffervoorziening kan geschakeld worden. Het laat slechts een relatief klein debiet door waardoor het bijdraagt aan een vertraagde afvoer van hemelwater komende van buffer- of infiltratievoorzieningen

Hemelwater

Verzamelnaam voor regen, sneeuw en hagel met inbegrip van dooiwater.

Infiltreren

Het insijpelen van hemelwater in de bodem.

Infiltratievoorziening

Een buffervoorziening waarbij de vertraagde afvoer gebeurt door infiltratie.

Overstort

Een nooduitlaat van het rioleringsstelsel die er voor zorgt dat rioolwater dat tijdens een hevige regenbui niet meer door de riolering opgevangen kan worden, rechtstreeks in het oppervlaktewater geloosd wordt om wateroverlast te vermijden.

Terugkeerperiode

Gemiddeld aantal jaren tussen twee gebeurtenissen.

Verharde oppervlakte

Oppervlakte die voorzien is van ondoorlatend materiaal. Dit kan zowel een dakoppervlak zijn als een oppervlak op grondniveau (bv. parking, bestrating,...).