

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	8
2.2.1 Stedenbouwkundige vergunning nodig?	8
2.3 Subsidies	9
Bijlage: Uitsluitend uit de “Toekenningsvoorwaarden voor premie”	10
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	20
1.2.3 Dimensionering en ontwerp	23
1.2.4 Overzichtstabel	24
1.3 Bovengrondse berging en infiltratie	25
1.3.1 Algemeen	25
1.3.2 Beschrijving van de verschillende systemen	25
1.3.3 Dimensionering en ontwerp	27
1.3.4 Overzichtstabel	28
1.4 Ondergrondse berging en infiltratie	29
1.4.1 Algemeen	29
1.4.2 Beschrijving van de verschillende systemen	29

1.4.3	Overzichtstabel	32
1.4.4	Dimensionering	33
1.4.5	Twee voorbeelden van berekeningen voor de dimensionering van een ondergrondse voorziening	34
2.	Mogelijkheden om te bufferen	37
2.1	Beschrijving van de verschillende buffermogelijkheden	37
2.2	Bufferbekken	37
2.2.1	Beschrijving van het systeem	37
2.2.2	Dimensionering	37
3.	Mogelijkheden om vóór de voorziening te plaatsen	38
4.	Mogelijkheden om nà de voorziening te plaatsen	39
5.	Combinaties van bufferen en infiltreren	40

FICHE 4: TECHNISCHE INFORMATIE _____ **41**

1.	Algemene voorwaarden	42
1.1	Het niveau van de grondwatertafel	42
1.1.1	Benaderend het niveau van de grondwatertafel achterhalen	42
1.1.2	Proefondervindelijk het niveau van de grondwatertafel achterhalen:	42
1.2	De doorlaatbaarheid of de infiltratiecapaciteit van de bodem	43
1.2.1	Benaderend de infiltratiecapaciteit achterhalen	43
1.2.2	Proefondervindelijk de infiltratiecapaciteit achterhalen	44
2.	Bijkomende voorwaarden	46
2.1	Met betrekking tot de locatie	46
2.2	Met betrekking tot de kwaliteit van het aanvoerende water	46
2.3	Met betrekking tot de materialenkeuze	47

FICHE 5: BIJLAGE _____ **48**

1.	Lijst van interessante bronnen	49
2.	Lijst van leveranciers	50
3.	Technisch advies	51
4.	Voorbeeldprojecten in binnen- en buitenland	51
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 al 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 water ongezuiverd in rivieren en andere oppervlaktewateren wordt geloosd. Stroomafwaarts kan dit overstromingen met zich meebrengen, wat meteen een ander grote probleem is.

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.

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.

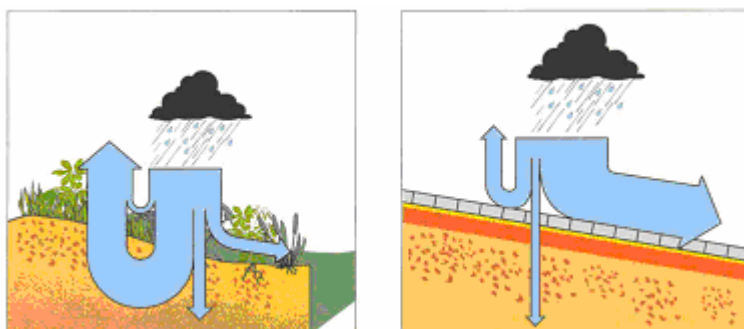
Bufferen is het zoveel mogelijk ophouden van het hemelwater. Er bestaan verschillende manieren om hemelwater te bufferen: bufferbekkens houden het hemelwater tijdelijk op.

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 regenwater 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.

Ook voor de afvoer van hemelwater afkomstig van niet-verharde oppervlakken zijn in vele gevallen de bestaande grachten verdwenen. De veranderde landbouwtechnieken hebben ervoor gezorgd dat de grachten gedempt werden waardoor een belangrijke bergings- en infiltratiecapaciteit verloren is gegaan, met als gevolg een grotere en snellere afvoer van het hemelwater.

2.1.2 Gevolgen van een versnelde afvoer

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

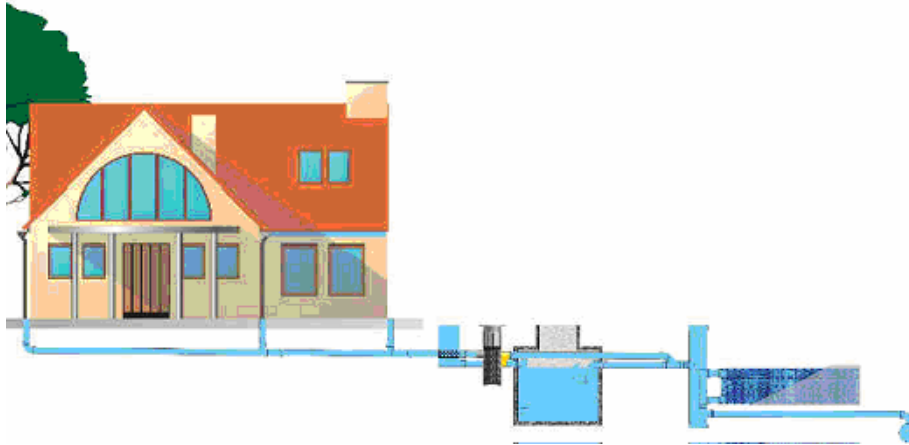
- De hoeveelheid en de snelheid van de regenwaterafvoer naar de waterlopen zijn sterk toegenomen ten koste van de aanvulling van de grondwatertafel. In sommige delen van Vlaanderen is het evenwicht zodanig verstoord dat er meer water aan de ondergrond onttrokken wordt (ten behoeve van drinkwaterproductie 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 verharden 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.
- Het versneld afvloeien van het hemelwater over niet-verharde oppervlakken wordt eveneens voor erosieproblemen wat vooral in de landbouw negatieve gevolgen met zich meebrengt.

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 regenwater 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 water 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 geledigd wordt en dat het een (nood)overloop heeft waarlangs het water kan stromen wanneer het buffervolume vol is.

Het **rechtstreeks lozen** van het hemelwater naar het openbaar terrein zonder buffering of openbare riool is te vermijden. Indien het technisch mogelijk (of noodzakelijk) is het hemelwater gescheiden van het afvalwater te lozen in een beek, rivier of oppervlaktewater is het bij wet verboden het te lozen op de openbare riolering.

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.

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

Uitzonderingen² die betrekking kunnen hebben op de aanleg van infiltratie en/of bufferingmaatregelen:

- volgende verhardingen binnen 30m 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 woning indien minstens 1 meter van zijdelingse en achterste perceelsgrenzen verwijderd en:
 - Ondergronds regenwaterreservoir
 - Septische put
 - Bezinkput
 - Ondergrondse waterzuiveringsinstallatie
 - Infiltratiebed

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. Wanneer deze gemeenten ook nog de Samenwerkingsovereenkomst (vroegere Milieuconvenant) ondertekend hebben, dan doet het Vlaams Gewest er vaak nog een subsidie bovenop.

Voorwaarde:

- voorzieningen in overeenstemming met wetgeving en Code van Goede Praktijk³ (zie bijlage op volgende pagina)

Bedrag:

- gewestelijke subsidie max. 375€ per woonegelegenheden max. 2,5€ per m².
- bedrag kan gemeentelijke premie niet overstijgen

Om na te gaan of ook jouw gemeente een premie verstrekt ga je best ten rade bij de stedenbouwkundige dienst of milieudienst van je gemeente of consulteer www.premiezoeker.be.

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 Krachtlijnen voor een geïntegreerd rioleringsbeleid in Vlaanderen. Hoofdstuk 12: Code van goede praktijk voor hemelwaterputten en infiltratievoorzieningen. Vlaamse Milieumaatschappij en Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 1999.

Bijlage: Uittreksel uit de “Toekenningsvoorwaarden voor premie”

(Artikel 3 uit subsidieformulier van de Samenwerkingsovereenkomst;
http://www.mina.be/uploads/so_bijlWAgem04.doc)

§3.1 De hemelwaterinstallatie en de infiltratievoorziening zoals bedoeld in artikel 2 dienen te voldoen aan de richtlijnen zoals deze bepaald zijn in ‘Krachtlijnen voor een geïntegreerd rioleringsbeleid in Vlaanderen’, meer bepaald de ‘code van goede praktijk voor hemelwaterputten en infiltratievoorzieningen’. De belangrijkste voorwaarden die hierin vervat zitten zijn:

- a) Het volume van de hemelwatertank dient in overeenstemming te zijn met de aangesloten dakoppervlakte, met een minimum van 3000 l

horizontale dakoppervlakte	minimale tankinhoud
50 tot 60 m ²	3000 l
61 tot 80 m ²	4000 l
81 tot 100 m ²	5000 l
101 tot 120 m ²	6000 l
121 tot 140 m ²	7000 l
141 tot 160 m ²	8000 l
161 tot 180 m ²	9000 l
181 tot 200 m ²	10000 l
> 200 m ²	5000 l per 100 m ²

Indien de horizontale dakoppervlakte kleiner is dan 50 m², is de installatie van een hemelwaterput niet verplicht, maar wordt wel een gemeentelijke premie toegekend indien voldaan wordt aan de in deze verordening gestelde voorwaarden.

- b) Het hergebruik van het in de hemelwaterput opgevangen water is verplicht door middel van een aangesloten pompinstallatie met een minimale aansluiting van 1 WC of wasmachine. Een pompinstallatie is niet verplicht indien de verschillende aftappunten gravitair gevoed kunnen worden.
- c) Er mag geen directe verbinding gecreëerd worden tussen het drinkwaternet en het leidingennet aangesloten op de hemelwaterput. Hiertoe dient de hemelwaterput met drinkwater bijgevoerd te worden door middel van een bijvuelsysteem met onderbreking overeenkomstig de code van goede praktijk, ofwel dient een afzonderlijk leidingencircuit voorzien te worden voor hemelwater en drinkwater.
- d) De overloop van de hemelwaterput wordt bij voorkeur aangesloten op een infiltratievoorziening. De overloop van de hemelwaterput mag echter ook afgeleid worden naar een openbare infiltratievoorziening, een kunstmatige afvoerweg voor hemelwater of een oppervlaktewater. Wanneer een gescheiden stelsel aanwezig is mag de overloop van de hemelwaterput eveneens aangesloten worden op het gedeelte van de openbare riolering bestemd voor de afvoer van hemelwater. Slechts bij ontstentenis van

een van deze mogelijkheden mag het hemelwater via een afzonderlijke aansluiting geloosd worden op de openbare riolering.

- e) Infiltratievoorzieningen zonder voorafgaande buffering, als alternatief voor hemelwaterhergebruik, moeten voldoen aan de volgende eisen:

terugkeerperiode = 1 jaar	
afvoerdebiet	buffervolume
10 l/s/ha 360 l/h/100m ²	100 m ³ /ha 1000 l/100m ²
5 l/s/ha 180 l/h/100m ²	150 m ³ /ha 1500 l/100m ²
2 l/s/ha 72 l/h/100m ²	200 m ³ /ha 2000 l/100m ²
1 l/s/ha 36 l/h/100m ²	275 m ³ /ha 2750 l/100m ²

Indien een infiltratievoorziening met een hemelwaterput wordt gecombineerd, moet slechts de helft van het buffervolume worden voorzien.

- §3.2 De hemelwaterinstallatie en/of infiltratievoorziening is gebouwd na 1 januari 2004 volgens, of in overeenstemming gebracht met, de code van goede praktijk voor hemelwaterputten en infiltratievoorzieningen.
- §3.3 Op de infiltratievoorziening wordt minstens 50 m² aan verhard oppervlak aangesloten.
- §3.4 Een (voor eensluidend verklaard) afschrift van de facturen dient door de bouwheer voorgelegd te worden.

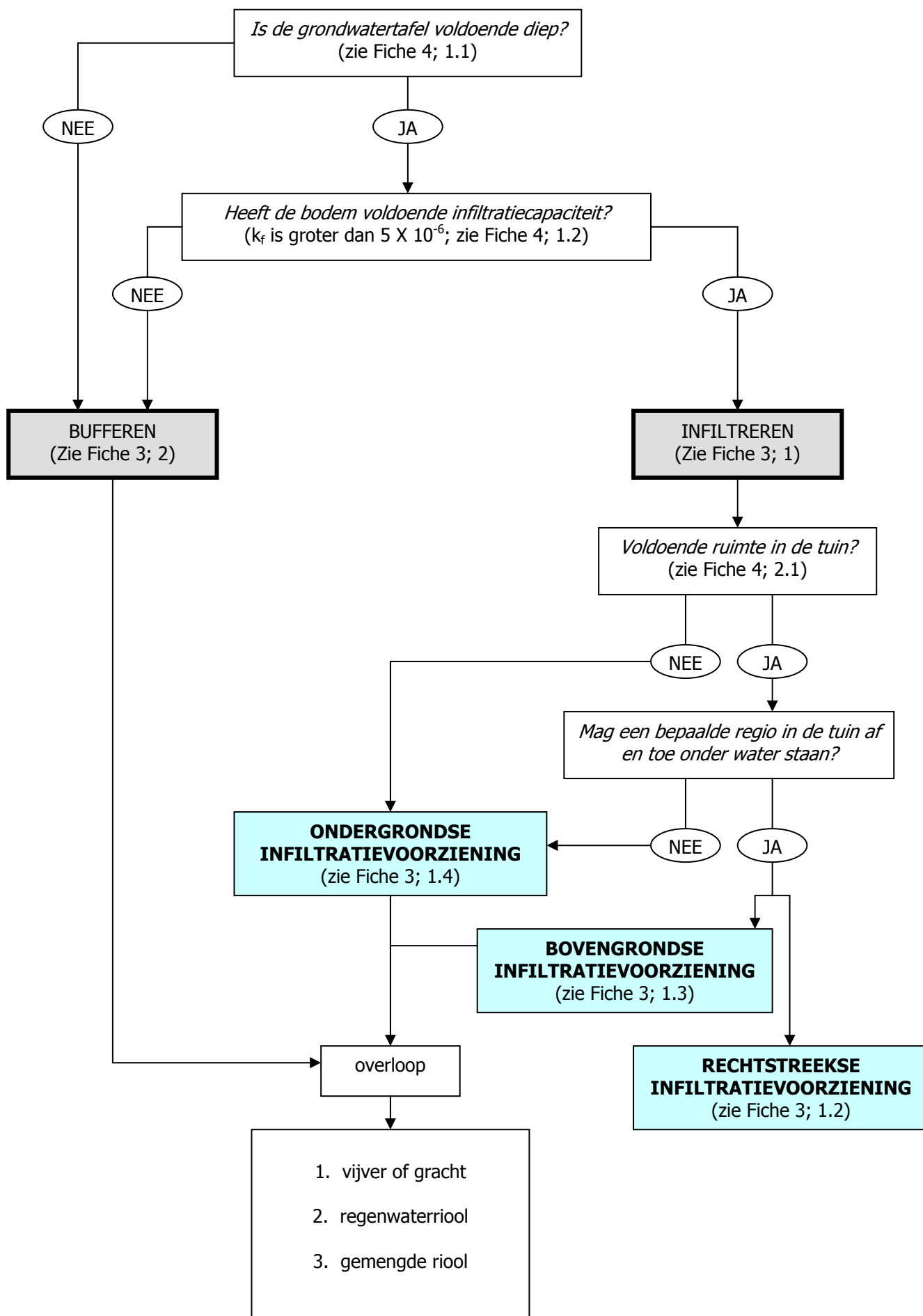
FICHE 2: BESLISSINGSBOOM

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?

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 verstoppingsgevaar van de afvoer en ondergrondse buizen. Bovendien kan dit een meerwaarde geven aan je tuin: er zullen andere planten groeien en ook andere soorten zoals vlinders kunnen aangetrokken worden.

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 bovengrondse of rechtstreekse infiltratievoorziening plaatst, dan dient men steeds rekening te houden met een mogelijke 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 ervan. 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. Deze 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** 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 regenwater. 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.

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 geïnfilteerd 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 de derde en vierde hoofdstuk 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. De onmiddellijke of rechtstreekse infiltratie is over het algemeen de eenvoudigste en goedkoopste oplossing. Andere mogelijkheden om hemelwater te infiltreren is het bovengronds of ondergronds bergen en infiltreren. Ondergrondse infiltratie waarbij er dient gegraven te worden, zal 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



B. Bovengrondse infiltratievoorzieningen

- Infiltratiekom
- Wadi
- Grachten
- Infiltratiesleuven
- Infiltratiebekkens



C. Ondergrondse infiltratievoorzieningen

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



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 vorm van infiltratie is een zeer efficiënte en goedkope manier van infiltreren.



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 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 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 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. 0,6 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 wringende verkeersbewegingen plaatsvinden

Onderhoud:

- Regelmatig vegen en reinigen

Voor- en nadelen:

- + Kans op dichtslibben

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

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 verwachten 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			mulchbedekking	Grasbetontegels	Polyethyleen of kunststofgrastegels
				poreuze betonstraatstenen	bestrating met brede voegen	betonstraatstenen met drainageopeningen			
Wandelen									
Fietsen									
Parkeren									
Opritten									
rustig verkeer									
sporadisch zwaar verkeer									
permanent zwaar verkeer			*						

* Niet aan kruispunten, op- of afritten van grote wegen

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

Verklaring tabel:

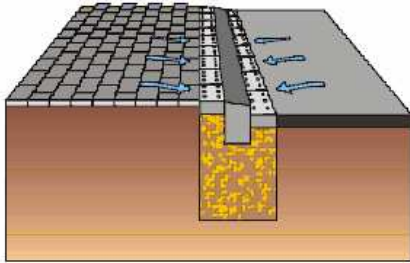
	+++	++	+
Onderhoud	sporadisch	beperkt	periodiek
Prijs	goedkoop	redelijk	duur
Plaatsing	makkelijk	redelijk	moeilijk

1.3 Bovengrondse berging en infiltratie

1.3.1 Algemeen

Principe:

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



Voorwaarden:

- Vochtige zone wenselijk
- Grondwatertafel min. 1 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 (verdeelgoot) worden aangeraden.
- De inlaat van de toevoer in de infiltratievoorziening wordt best over de ganse 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)
- Voldoende ruimte beschikbaar aan de oppervlakte
- Berijden moet worden vermeden
- Niet te veel bladverliezende bomen en struiken in de buurt

Ontwerp:

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

Onderhoud:

- Regelmatige reiniging en controle

- Vrijhouden van bladeren
- Regelmatig gras maaien
- Verluchten (verticuteren) 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)
- 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 heeft een drainerend bij te hoge grondwaterstand en infiltrerend bij te lage grondwaterstand.

Toepassingen:

- Idem als toepassingen infiltratiekom

Voorwaarden:

- Idem als voorwaarden infiltratiekom
- Ondergrond redelijk doorlatend

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:

Grachten hebben een drainerende werking. Indien vernauwingen worden aangelegd kunnen ze eveneens 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 ($\pm 15\%$) 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 2.4.3 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.



Voorwaarden:

- Voorziening op voldoende afstand van boom:
 - min. verder weg 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 inversteringskosten
- 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 (hoewel ze ook zelf kunnen worden gemaakt met lavastenen of bouwafval) 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

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
- Geen zuivering

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 of 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.

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** 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 regenwaterriool 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 **140m²** en willen het hemelwater hiervan naar een infiltratievoorziening laten aflopen.

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

We weten dat de grondwaterstand relatief hoog is en besluiten daarom om een infiltratiekom te maken.

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
0,6 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
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 **4,2m³** water kan bergen (14m² X 0,3m = 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 **20mm/h** bedraagt.

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

Deze put heeft een diameter van 1,2m. De bodem en de onderste meter wand van de put zijn doorlatend.

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 X 0,6² + 2 X 3,1416 X 0,6 X 1 = 4,8 m²).

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 **3,5m³** 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 **3,1m** (oppervlakte grondvlak X hoogte = 1,13m² X ??m = 3,5m³ → 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 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

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 gracht of vijver gaan. Als dit niet mogelijk is, dan kan het aangesloten worden op de regenwaterafvoer van de riolering of in het slechtste geval op de gemengde riool.

2.2.2 Dimensionering

Voor de dimensionering hanteren we volgende cijfers [bron: Code van Goede Praktijk].

terugkeerperiode = 1 jaar	
afvoerdebiet	buffervolume
10 l/s/ha 360 l/h/100m ²	100 m ³ /ha 1000 l/100m ²
5 l/s/ha 180 l/h/100m ²	150 m ³ /ha 1500 l/100m ²
2 l/s/ha 72 l/h/100m ²	200 m ³ /ha 2000 l/100m ²
1 l/s/ha 36 l/h/100m ²	275 m ³ /ha 2750 l/100m ²

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
- Koolwaterstofafscheimers

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 overloop 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 af te voeren. Zoals reeds eerder aangehaald wordt ook bij het afvoeren van hemelwater best zoveel mogelijk rekening gehouden met volgende rangorde:

- Indien het gebruiken van hemelwater, noch infiltreren noch bufferen tot de mogelijkheden behoren en indien lokale overstromingen niet aanvaardbaar zijn wordt de buffercapaciteit best uitgebreid.
- Indien mogelijk wordt in de eerste plaats geopteerd voor het afvoeren van het overtollige hemelwater naar gracht of oppervlaktewater.
- Indien een gescheiden rioolstelsel aanwezig is gaat de tweede keuze uit naar aansluiting van de afvoer op het regenwaterriool.
- Indien enkel een gemengd rioolstelsel aanwezig is wordt de afvoer hierop aangesloten.

Debietbepalers: laten slechts een relatief klein debiet door waardoor zij bijdragen aan een vertraagde afvoer van hemelwater komende van buffer- of infiltratievoorzieningen. De bespreking van enkele voorbeelden van debietbepalers volgt hieronder.

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 bufferen 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. Om de dimensionering van een infiltratievoorziening te berekenen die gecombineerd wordt met een buffervoorziening, moet slechts de helft van het buffervolume voorzien worden. Meer info over hemelwaterinstallaties vind je in hoofdstuk 2 van deze Fiche: “*Mogelijkheden om te bufferen*”.

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 de **Databank GIS-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: www.gisvlaanderen.be.

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.

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 hemelwater zeer snel infiltreert, houdt dit het risico in dat grondwater verontreinigd wordt door het beperkt reinigingsvermogen van de grondlagen. Daarom wordt afgeraden infiltratiesystemen te voorzien in bodems waarvan de infiltratiecoëfficiënt groter is dan 5×10^{-3} m/s ($k_f > 5 \times 10^{-3}$ m/s).

Indien de bodem daarentegen onvoldoende doorlatend is, zal het regenwater niet voldoende infiltreren. Daarom wordt afgeraden infiltratievoorzieningen te installeren in bodems met een infiltratiecoëfficiënt die kleiner is dan 5×10^{-6} m/s ($k_f < 5 \times 10^{-6}$ m/s). Losse keien, grove kiezel, veen, leem en klei komen daarom niet in aanmerking voor infiltratie.

Enkel bodems met een infiltratiecapaciteit tussen 5×10^{-3} tot 5×10^{-6} m/s

$$\boxed{5 \times 10^{-6} \text{ m/s} < k_f < 5 \times 10^{-3} \text{ m/s}}$$

komen met andere woorden in aanmerking voor infiltratie.

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 de Databank GIS Vlaanderen (raadpleegbaar op www.gisvlaanderen.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)

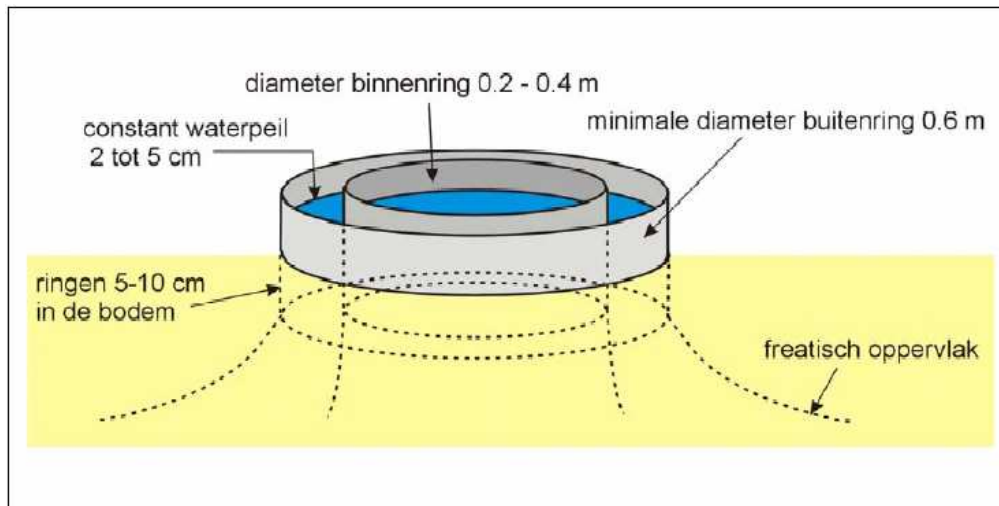
Niet geschikt voor infiltratie

- 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 elkaar te plaatsen en samen zachtjes in de bodem te drijven ter hoogte van het niveau waarop

men wenst te infiltreren. De buizen dienen rechtop 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: **6m**. 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: **3m**.
- 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 voorfilter is in dat geval aangewezen indien met 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 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 regenwater geen schadelijke stoffen vrijgeven. Vermijd daarom bouwmaterialen met gevarentekens of waarschuwingszinnen.
 - 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:

- Databank Ondergrond Vlaanderen
<http://dov.vlaanderen.be/html/index.html>
- Bodemkaart van Vlaanderen
[http://geo-vlaanderen.gisvlaanderen.be/geo-vlaanderen/bodemkaart/?startup=ze\(22120,131949.21875,258873,265122.78125\)](http://geo-vlaanderen.gisvlaanderen.be/geo-vlaanderen/bodemkaart/?startup=ze(22120,131949.21875,258873,265122.78125))
- 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

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 verkrijgen via mail of post bij Dialoog vzw: 016/23.26.49 (vragen naar Waterloket) of via waterloket@dialoog.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 groepeerde 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.*
- *Het Steunpunt Duurzaam water van Dialoog vzw helpt u verder met de meeste van uw problemen rond regenwater opvang, hergebruik, infiltratie en buffering. www.dialoog.be, tel: 016/23.26.49 of waterloket@dialoog.be.*
- *Heeft u toch nood aan een compleet technisch advies. Kijk dan hier voor een lijst van adviesbureaus die expertise hebben over regenwatersystemen, waterdoorlatende verhardingen en infiltratie: http://www.milieukoopwijzer.be/water/infiltratie/advies_leveranciers.php*

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
- Velm: "Afkoppeling, hergebruik en buffering van regenwater 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 van het hemelwater.

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,...).