

VLARIO

OVERLEGPLATFORM

RICHTLIJNEN BOVENGRONDSE INFILTRATIEVOORZIENINGEN

versie 1



Inhoud

1.	Inleiding	4
2.	Algemene ontwerprichtlijnen	4
2.1	Voldoen aan “Leidraad ontwerpen bronmaatregelen” van het CIW	4
2.2	Keuze afweging tussen bovengrondse infiltratie versus ondergrondse infiltratie	4
2.1.1	Wat verstaat men onder bovengrondse versus ondergrondse infiltratie?	4
2.1.2	Keuzevorming tussen bovengrondse versus ondergrondse infiltratie	5
2.3	Vorbereidende acties studiefase	6
2.4	Ontwerprichtlijnen	7
2.4.1	Bodemgesteldheid	7
2.4.2	Dimensionering infiltratievoorzieningen	8
2.4.3	Dimensionering waterdoorlatende verhardingen	10
2.5	Aandachtspunten bij het ontwerpen van infiltratievoorzieningen	11
3.	Voorbehandelingstoestellen (niet van toepassing bij waterdoorlatende verhardingen)	13
4.	Debietbegrenzer (niet van toepassing bij waterdoorlatende verhardingen)(*)	14
5.	Soorten bovengrondse infiltratievoorzieningen	14
5.1	Natuurlijke infiltratie in de bodem via grasbermen en graspleinen	15
5.2	Waterdoorlatende verhardingen	16
5.2.1	Steenslagverhardingen	16
5.2.2	Verhardingen in waterdoorlatende betonstraatstenen	18
5.2.3	Verhardingen in waterdoorlatende kleiklinkers	21
5.2.4	Waterdoorlatende verhardingen in gras- of grintbetontegels	21
5.2.5	Waterdoorlatende verhardingen met kunststofgrastegels	22
5.3	Infiltratiekom en wadi	24
5.4	Infiltratiegrachten en bekkens	29
5.4.1	Grachten met oever- en bodembescherming in waterdoorlatende betonelementen	30
5.4.2	Infiltratiegracht met grachtelementen in prefabbeton	30
6.	Gecombineerde uitvoering van bovengrondse met ondergrondse infiltratievoorziening	32
7.	Aansluiting op openbare riolering, gracht of waterloop	32
8.	Uitvoering	32
8.1	Voorafgaandelijk aan de werken door de opdrachtnemer ter goedkeuring voor te leggen documenten	32
8.2	Uitvoering	32
9.	Beproeving	33
9.1	Bijeen waterdoorlatende verharding (grootte deelvak =2500m ² cfr. SB 250)	33
9.2	Andere bovengrondse infiltratievoorzieningen	33
9.1	Aanvaarding infiltratievoorziening	33

10. Beheer en onderhoud	33
10.1 Beheer en aandachtspunten	33
10.2 Onderhoud en inspectie.....	34

1. Inleiding

De goede werking van infiltratievoorzieningen is van cruciaal belang om aan de doelstellingen van integraal waterbeheer en voorkoming van wateroverlast te kunnen voldoen: buffering, infiltratie en vertraagde waterafvoer. Wanneer de infiltratiewerking slecht werkt, heeft dit meestal ook een negatieve invloed op de bufferingscapaciteit (water blijft in infiltratievoorziening staan) en de werking van noodoverstorten (te frequent overstorten van water). De investeringen voor infiltratie en het vertraagd afvoeren van hemelwater dragen dan niet volledig bij aan de hoger geformuleerde doelstellingen.

Om de goede werking van infiltratievoorzieningen in de tijd te waarborgen wil deze handleiding – verder genaamd “Richtlijnen Bovengrondse Infiltratievoorzieningen” afgekort “RBI” – richtlijnen en aanbevelingen aanreiken, waaraan een goed bovengronds infiltratiesysteem moet voldoen inzake werking, ontwerpvoorwaarden (bronmaatregelen, buffering, infiltratie, voorbehandeling en afvoerbeperking), materiaaleigenschappen, uitvoering, onderhoud en ook goed beheer.

De richtlijnen zijn van toepassing voor zowel een aanleg op private percelen als een aanleg op het publiek domein of in de publieke ruimte.

2. Algemene ontwerprichtlijnen

2.1 Voldoen aan “Leidraad ontwerpen bronmaatregelen” van het CIW

Om te voldoen aan de door het “Coördinatiecentrum Integraal Waterbeleid – afgekort CIW” uitgevaardigde “Code van goede praktijk voor het ontwerp, aanleg en onderhoud van rioleringsystemen” – versie 20 augustus 2012”, de wijzigingen aan de Code van goede praktijk – deel 3 – Leidraad ontwerpen van bronmaatregelen van maart 2018, de Gewestelijk Stedenbouwkundige Verordening Hemelwater(GSV) van 05/07/2013 en de VLAREM II, zijn bij elk nieuw bouw- en infrastructuurproject aan de bron maatregelen te nemen om de afvoer van hemelwater naar een riolering of gracht te voorkomen of te beperken.

Hierbij moet de afvoerwijze van het regenwater van daken en verhardingen in afnemende graad van prioriteit voldoen aan de principes van “de (afval-)ladder van Lansink”:

- Regenwaterafvoer van daken en verhardingen voorkomen of beperken(preventie)(door o.a. groendak-concepten, infiltratie via waterdoorlatende verhardingen en onverharde terreinoppervlakken)
- Regenwater van daken opvangen in regenwaterput voor maximaal hergebruik
- Bufferen en Infiltratie van af te voeren regenwater op eigen terrein
- Buffering van regenwater met vertraagde lozing op gracht of oppervlaktewater
- Buffering van regenwater met vertraagde lozing op regenwaterriolering
- Buffering van regenwater met vertraagde lozing op gemengde riolering

2.2 Keuze afweging tussen bovengrondse infiltratie versus ondergrondse infiltratie

2.2.1 Wat verstaat men onder bovengrondse versus ondergrondse infiltratie?

a) Bovengrondse infiltratie

Bij een bovengrondse infiltratievoorziening – ook wel oppervlakte-infiltratievoorziening genoemd - infiltreert de neerslag of het aangevoerde hemelwater op een rechtstreekse wijze in de bodem via - met het oog - goed zichtbare horizontale dagoppervlak van de infiltratievoorziening.

b) Ondergrondse infiltratie

Bij een ondergrondse infiltratievoorziening infiltreert het aangevoerde hemelwater “ondergronds” in de bodem via een ondergronds gebouwde infiltratieconstructie. De infiltratieoppervlakte is in de meeste gevallen hierbij beperkt tot de waterdoorlatende wandoppervlakte onder het waterpeil in de infiltratieconstructie.

c) Gemengde infiltratie

Onder gemengde infiltratie wordt een gecombineerde aanleg begrepen van een bovengrondse infiltratievoorziening samen met een ondergrondse infiltratievoorziening.

2.1.2 Keuzevorming tussen bovengrondse versus ondergrondse infiltratie

Bij de afweging van de keuze van infiltratievoorzieningen is eerst de mogelijkheid van toepassing van een bovengrondse infiltratievoorziening (= oppervlakte-infiltratie) na te gaan. Met een bovengrondse infiltratievoorziening via oa. groenzones, waterdoorlatende verhardingen, wadi's, grachten edm. kan ter plaatse heel wat hemelwater in de bodem worden geïnfiltreerd, zodat geen regenwater is af te voeren of de hoeveelheid af te voeren regenwater sterk kan worden verminderd. De werking van een bovengrondse infiltratievoorziening is bovendien visueel gemakkelijk van kortbij op te volgen. Een minder goede infiltratiewerking kan men snel op basis van een (te) trage infiltratie van het water in de bodem vaststellen (oa. stagnatie van water of plasvorming) en aan het probleem verhelpen (oa. slib ruimen, voegen bij waterdoorlatende verhardingen reinigen ed.).

Een bovengrondse buffer- en infiltratievoorziening kan projectmatig perfect worden geïntegreerd in een groenaanlegplan.

De keuze voor een ondergrondse buffer- en infiltratievoorziening dringt zich meestal op:

- wanneer er binnen het project onvoldoende plaatsruimte beschikbaar is voor groenaanleg of aanleg van een bovengrondse buffer- en infiltratievoorziening
- wanneer binnen het project een dichte bebouwing aanwezig is en/of wanneer een gesloten dichte verharding gewenst wordt of reeds aanwezig is
- bij noodzaak van aanleg van een gesloten verharding (industriële omgeving, zwaar verkeer, laad- en losplaatsen, stapelplaatsen edm) en/of vanwege mogelijks poluering van het af te voeren regenwater met voor het milieu (bodem, grond- en oppervlaktewater) belastende stoffen.

Om finaal tot een goed concept en succesvol infiltratieproject te komen zijn verschillende stappen te doorlopen, te beginnen met voorbereidende acties bij aanvang van de studiefase tot de oplevering van de werken op het einde van de werken.

Voorafgaande aandachtspunten:

- De richtlijnen voor ondergrondse infiltratievoorzieningen zijn te raadplegen in de afzonderlijke handleiding van Vlario genaamd "Richtlijnen Ondergrondse Infiltratievoorzieningen" afgekort "ROI".
- Het ontwerpen van "groendaken" maakt niet het voorwerp uit van deze richtlijnen.
- De tekstdelen voorafgegaan met een (*) zijn niet van toepassing bij projecten met een afwaterende oppervlakte kleiner dan 2500 m².

2.3 Voorbereidende acties studiefase

Vooraleer de studiefase van een infiltratieproject ten gronde aan te vangen, is eerst informatie in te winnen en zijn een aantal voorbereidende acties te ondernemen, om met de studie goed van start te gaan:

- 1 De opvraging bij de opdrachtgever/bouwheer van plannen over de bestaande toestand van de bouwplaats. Bij ontstentenis de opmeting en hoogtemeting van het bouwterrein en aangrenzende omgeving van de bestaande riolering, grachten,.... De digitaal hoogtemeetkaart DHMII is een mogelijk interessant alternatief als 3-dimensionaal grondplan
- 2 Een terreinverkenning van de bouwplaats.
- 3 De digitale opvraging bij het KLIP naar mogelijke ligging van nutsleidingen binnen het bouwterrein. Op private percelen navraag doen bij de eigenaar naar de mogelijke ligging van nutsleidingen en private leidingen (op KLIP is hiervan geen info verkrijgbaar).
- 4 Navraag doen naar eventuele aanwezigheid van bodemverontreiniging. Na sanering of afperking van de verontreiniging, kan binnen het terrein aan infiltratie worden gedaan.
- 5 De opvraging van de rioleringsplannen en hydraulische berekeningen bij de opdrachtgever en riool- en waterloopbeheerder van de aanwezige of geplande riolering, raadplegen van de Vlaamse Hydrografische Atlas van de waterlopen (VHA) ed. binnen een voldoende grote zone rond de bouwplaats voor beoordeling van aansluitingsmogelijkheden.
- 6 De opvraging naar het bestaan van gebeurlijke regenwaterafvoerplannen.
- 7 Navraag doen bij de waterloop- of rioolbeheerder naar de lozings- en buffervoorwaarden, van gebeurlijke noodoverlaten aangezien er dikwijls lokale afwijkingen (strengere voorwaarden) zijn van de Gewestelijk Stedenbouwkundige Verordening. Door de ontwerper is volgens de Code van Goede Praktijk navraag te doen bij waterloop- en rioolbeheerder naar mogelijks optredende waterafvoerproblemen en maximale waterstanden
- 8 Opvraging van de plannen bij de opdrachtgever/bouwheer van mogelijks geplande bovengrondse inrichtingswerken
- 9 Raadpleging van de bodemkaarten en grondwaterstand op het digitaal portaal van Geo.Vlaanderen (DOV) voor een eerste indicatie over de aanwezige bodemgesteldheid
(*). Onafgezien van de hiervoor vermelde beschikbare informatie op de website, is een grond- en bodemonderzoek uit te voeren, bestaande uit:
 - het uitvoeren van een grondonderzoek mbt de stabiliteit/draagvermogen van de grond tot op een diepte van minimum 4m onder de funderingsaanzet van de infiltratie-voorziening (eerst sonderingen en vervolgens grondboringen, met ongeroerde monsternamen thv de funderingsaanzet)
 - het aanbrengen van minimum 2 peilbuizen op het terrein voor de opmeting van het grondwaterpeil en dagelijkse registratie van het waterpeil
 - de uitvoering van labo-onderzoeken op de ongeroerde grondmonsters.
 - Uitvoering in-situ van waterinfiltratieproef op niveau van funderingsaanzet
- 9 Nagaan op de overstromingskaart op de website van CIW (Coördinatiecommissie Integraal Waterbeleid) (watertoets) of de voorziene bouwzone niet in een overstromingsgebied is gelegen. Infiltratie is binnen een overstromingsgebied meestal mogelijk maar ontwerp en uitvoering is op periode van samenvallen van hoogwaterpeil en regenbuien af te stemmen.
- 10 Nagaan of het voorziene bouwproject niet in een grondwaterwingebied is gelegen. Het is verboden te infiltreren in beschermingszone I en II van drinkwaterwingebied. Binnen een waterwingebied zone III is de aanbeveling van de drinkwatermaatschappijen en de VMM om enkel bovengronds te infiltreren (in geval van calamiteit is dit snel visueel waar te nemen en eenvoudiger om te reinigen). Best steeds voorafgaandelijk advies inwinnen bij het drinkwaterbedrijf.

- 11 Uitvoering van onderzoek bij de bestaande riolering op de aanwezige scheiding van de regenwaterafvoer van de afvalwaterafvoer (uitvoering afkoppelingsstudie?), nazicht naar de aanwezigheid van slib in de aansluitende riolering edm.
- 12 Nagaan of navraag doen of de voorziene bouwzone niet binnen een archeologisch waardevolle site of omgeving is gelegen (Archeologienota opvragen). Best met project buiten dergelijke gebieden blijven.

2.4 Ontwerprichtlijnen

Op basis van de ingewonnen informatie, opmeting en hoogtemeting van het bouwterrein, de bodemgesteldheid, het nazicht van de rioleringsplannen ed. kan gestart worden met het ontwerpen van de buffer- en infiltratievoorziening of waterdoorlatende verharding. Bij het ontwerpen van infiltratievoorzieningen en de waterdoorlatende verharding is met volgende ontwerpcriteria en randvoorwaarden rekening te houden:

2.4.1 Bodemgesteldheid

De bodemgesteldheid op de plaats van inplanting van de infiltratievoorziening is de belangrijkste maar tegelijk ook de meest kritische ontwerpvoorwaarde om tot een goede infiltratievoorziening te komen. Hierbij is een goede doorlaatbaarheid van de bodem (= ks_{sat}-waarde) van dimensionerend belang. Een eerste indicatie over de aanwezige bodemgesteldheid en doorlaatbaarheid is terug te vinden op de bodemkaart en drainageklassekaart op de website van Geo.Vlaanderen.

a) Doorlaatbaarheid van de bodem

Om tot een eenvormige bepaling van de doorlaatbaarheid van de bodem en de hoogtemeting van de grondwaterafvoer te komen werd door de VMM in samenwerking met het studie bureau IMDC en de Bodemkundige Dienst van België het rapport "Opstellen richtlijnen voor het meten van de infiltratiecapaciteit en het modelmatig onderbouwen voor de dimensionering van infiltratievoorzieningen" gepubliceerd op 12/01/2017. Het document is raadpleegbaar op de website van de VMM – www.vmm.be.

In het kader van hoger onderzoeksproject van de VMM is vastgesteld dat de informatie over de doorlaatbaarheid van de bodem op basis van de bodemtextuur in 50% van de gevallen fout was, met verder als conclusie dat men een infiltratiecapaciteit niet kan koppelen aan bepaalde bodemtexturen.

De bepaling van de doorlaatbaarheid van de bodem in-situ is derhalve belangrijk en kan aan de hand van de dubbele ringproef op de diepte van de funderingsaanzet van de infiltratievoorziening worden uitgevoerd. Andere mogelijke proefmethoden zijn: de open-end-test, de methode porchet, de soakaway test en de ongestoorde staalname.

Op basis van de wijzigingen aan de Code van goede praktijk – deel 3 – Leidraad ontwerpen van bronmaatregelen van maart 2018, moet men voor het bepalen van de te nemen bronmaatregelen (met hemelwaterhergebruik op het privé domein woningen en industrie), aan infiltratie- en/of buffervoorzieningen, uitgaan van de hierna vermelde opdeling op basis van de infiltratiecapaciteit (K_{sat}) van de bodem:

Infiltratiecapaciteit K_{sat}		Te ontwerpen bronmaatregelen
$K_{sat} > 1,8 \text{ mm/u}$	$K_{sat} > 5 \times 10^{-7} \text{ m/s}$	100 % infiltratie
$0,36 \text{ mm/u} < K_{sat} < 1,8 \text{ mm/u}$	$1 \times 10^{-7} \text{ m/s} < K_{sat} < 5 \times 10^{-7} \text{ m/s}$	100 % infiltratie of combinatie van infiltratie en vertraagde afvoer
$0,036 \text{ mm/u} < K_{sat} < 0,36 \text{ mm/u}$	$1 \times 10^{-8} \text{ m/s} < K_{sat} < 1 \times 10^{-7} \text{ m/s}$	combinatie van infiltratie en vertraagde afvoer
$K_{sat} < 0,036 \text{ mm/u}$	$K_{sat} < 1 \times 10^{-8} \text{ m/s}$	100% vertraagde afvoer of bijkomend inzetten op vermijden van afvoer

Bovenvermelde bronmaatregelen zijn als startwaarden voor de opmaak van het ontwerp te beschouwen. Indien de debieten van de noodoverlaat te groot zijn voor het ontvangend watersysteem, is naar een verder geoptimaliseerd ontwerp (infiltratieoppervlakte, buffering & vertraagde afvoer) te zoeken.

b) Hoogte grondwatertafel

De hoogte van de grondwatertafel – en vooral een te hoge grondwaterstand - is kritisch om goed aan infiltratie te kunnen doen en is bepalend voor de diepte van het aan te leggen infiltratiesysteem.

De bepaling van de grondwaterstand moet voldoen aan de voorschriften en methodiek opgenomen in de wijzigingen aan de code van goede praktijk - deel 3 – Leidraad ontwerpen van bronmaatregelen van maart 2018.

2.4.2 Dimensionering infiltratievoorzieningen

De regelgeving voor de dimensionering van een infiltratievoorziening voor de infiltratie van hemelwater van gebouwen en verhardingen op private percelen (en hiermee gelijk gestelde kadastrale percelen van openbare instanties) en verkavelingen in de publieke ruimte of openbaar domein moet voldoen aan:

1) Bij een inplanting van het project op het private perceel moet er voldaan worden aan de infiltratie-eis overeenkomstig de “Gewestelijk Stedenbouwkundige Verordening (GSV) voor hemelwater” van 05 juli 2013 (van kracht sedert 01/01/2014):

Vanaf een perceelsgrootte $> 250\text{m}^2$:

- buffervolume 25 l/m^2 afwaterende verharde oppervlakte van gebouwen en verhardingen
- Infiltratie oppervlakte: $4\text{m}^2/100\text{m}^2$ afwaterende verharde oppervlakte
-

Indien regenwaterput aanwezig mag men de afwaterende oppervlakte verminderen met 60m^2 (of meer bij andere gebouwen; Zie hiervoor het technisch achtergronddocument bij de GSV Hemelwater van de CIW).

Bij een perceelsgrootte $\leq 250 \text{ m}^2$ is de aanleg van infiltratievoorziening niet verplicht. Infiltratie is verboden in beschermingszone I en II van drinkwaterwingsgebied.

De GSV Hemelwater legt bij nieuwe verkavelingen op dat een collectieve infiltratievoorziening is aan te leggen van 25l/m² wegverharding (parkeerstroken, fiets- en voetpaden inbegrepen), waarbij de verharde oppervlakte met 80m² is te vermeerderen per kavel. Daarnaast moet op het privaat perceel van elke kavel aan de eisen van de verordening worden voldaan, tenzij deze bij de collectieve infiltratievoorziening worden meegerekend.

Er kunnen inzake regelgeving vanwege de provinciebesturen nog andere eisen opgelegd worden. Men kan best voorafgaandelijk bij de Stedenbouwkundige dienst in de gemeente navraag doen.

- Oa. in de provincie Vlaams-Brabant moet in principe alle hemelwater van de verhardingen van terrassen en opritten - voor zover dit niet verontreinigd is - doorheen of naast de verharding op eigen terrein in de grond infiltreren.
- De provincie West-Vlaanderen eist dat ook bij verkavelingen voor het buffervolume voldaan moet worden aan de voorschriften van de waterloopbeheerder.
- Ook de provincie Oost-Vlaanderen heeft bijzondere eisen waaraan de infiltratie moet voldoen.

De gemeente/rioolbeheerder of waterloopbeheerder kan ook bijkomende vereisten opleggen. Een afwijking op de GSV Hemelwater kan aangevraagd worden met de nodige motivatie en bijvoeging van bewijsstukken bij de vergunningverlener.

2) Bij een inplanting van het project op het openbaar domein moet de dimensionering van het infiltratiebekken voldoen aan de voorschriften van de “Code van goede praktijk voor het ontwerp, aanleg en onderhoud van rioleringsystemen – versie 20 augustus 2012” uitgegeven door de CIW, welke van kracht werd in oktober 2012 en alle latere wijzigingen aan de Code van goede praktijk – zoals o.a. deel 3 – Leidraad ontwerpen van bronmaatregelen van maart 2018:

De startwaarden voor de dimensionering van de bronmaatregelen zijn:

<i>Infiltratievoorziening</i>	<i>Infiltratieoppervlakte</i>	<i>4 m²/100 m² verharde oppervlakte</i>
	<i>Infiltratievolume</i>	<i>250 m³/ha verharde oppervlakte</i>
<i>Buffervoorziening</i>	<i>Doorvoerdebiet</i>	<i>20 l/s.ha verharde oppervlakte</i>
	<i>Buffervolume</i>	<i>250 m³/ha verharde oppervlakte</i>

Buffercapaciteit infiltratiesysteem en frequentie werking noodoverlaat T is met het door de KUL ontwikkelde “Sirio”-tool - of gelijkwaardige berekeningsmethodiek - te berekenen op basis van de neerslagbuienreeks over een periode van 100 jaar gekoppeld aan de bergingseis van X m³/ha afvoerende verharde oppervlakte (X is afhankelijk van eis waterloopbeheerder).

Ledigingsdebiet is in functie van de infiltratiecapaciteit (doorlatendheid ks_{at}-waarde) in m/sec van de bodem, de nuttige infiltratieoppervlakte in m² en afvoerende verharde oppervlakte in m²:

$$\text{ledigingsdebiet} = \frac{\text{infiltratiecapaciteit} \times \text{infiltratieoppervlakte}}{\text{afvoerende verharde oppervlakte}} \quad [\text{m/s}]$$

Het meest optimale buffervolume is samen met de overstortfrequentie (van de noodoverlaatconstructie) en overstortvolumes met de Sirio-tool te berekenen op basis van een buienreeks over 100 jaar. Vervolgens is in het kader van de optimalisatie een “range” van mogelijke oplossingen (= scenario’s) door de ontwerper uit te werken bij verschillende buffervolumes, overstortfrequenties en overstortvolumes om tot een maximale beperking van het afvoerdebiet en afvoervolumes bij een buienreeks met retourperiode van 20 jaar te komen. De bekomen resultaten zijn voor goedkeuring bij het vergunningsaanvraagdossier aan de VMM, waterloopbeheerder en/of rioolbeheerder over te maken.

Vanaf een afwaterende oppervlakte van 1000 m² is de waterloopbeheerder van de waterloop waarop wordt geloosd bevoegd.

Vanaf een afwaterende oppervlakte van 1ha en groter is de VMM –Afdeling Water bevoegd. Bij de berekening van de waterafvoerende verharde oppervlakte is de eigen oppervlakte van het bovengronds infiltratiesysteem te begrijpen.

2.4.3 Dimensionering waterdoorlatende verhardingen

Voor de dimensionering van waterdoorlatende verhardingen verwijzen we naar “dossier 5” uitgegeven door het OCW “Waterdoorlatende verhardingen met betonstraatstenen” en “Software voor de dimensionering en materiaalkeuze voor waterdoorlatende bestratingen” en de door Febestral uitgegeven brochure waterdoorlatende betonstraatstenen en de PTV 827 - “Waterdoorlatende bestratingen” - uitgegeven door Copro.

<http://febe.be/nl/publicaties/detail/brochure-waterdoor-latende-verhardingen-met-betonstraatstenen>

**Dossier 5:
handleiding**





**Software voor de
dimensionering en
materiaalkeuze voor
waterdoorlatende bestratingen**



Waterdoorlatende verhardingen met betonstraatstenen



Duurzaam | Esthetisch | Milieuvriendelijk
Veelzijdig | Waterdoorlatend | Veilig

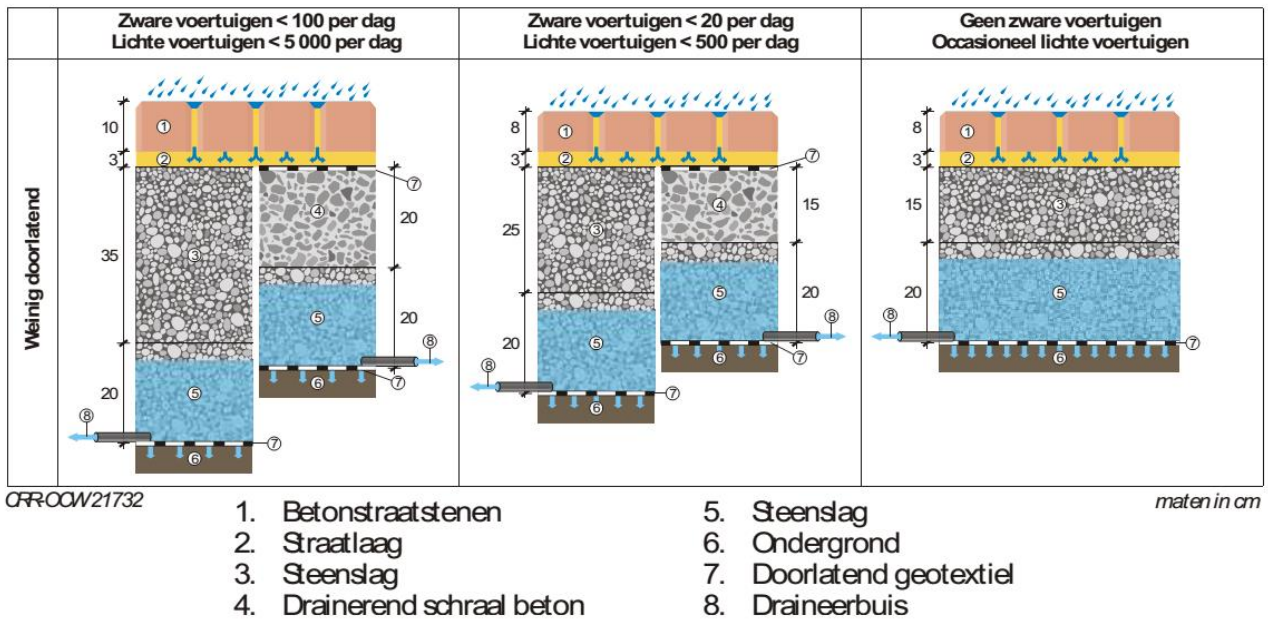




COPRO vzw Onpartijdige Instelling voor de Controle van Bouwproducten		
Z.1 Researchpark Kranenberg 190 - 1731 ZELLIK		
☎ +32 2 468 00 95	☎ +32 2 469 10 19	www.copro.eu
BTW BE 0424.377.275		KBC 426-4079801-56

TECHNISCHE VOORSCHRIFTEN	PTV	827
	Versie 0.14	2010-11-30

Waterdoorlatende bestratingen
System-, product- en plaatsingseisen



Noot:

Het waterdoorlatend geotextiel moet voldoen aan de tabel 5.3 van de PTV 829 van Copro. Er zijn op de markt gepatenteerde waterdoorlatende niet-geweven **geotextielen** met een zuiverende werking te verkrijgen, welke o.a. KWS-vervuiling kunnen vasthouden en afbreken. Deze kunnen interessant zijn om toe te passen als omhulling van het funderingskoffer in het kader van waterdoorlatende verhardingen in rijwegen en parkings om bodem- en grondwaterverontreiniging te voorkomen.

2.5 Aandachtspunten bij het ontwerpen van infiltratievoorzieningen

Naast een correcte dimensionering zijn voor het vrijwaren van de goede infiltratiewerking met hiernavolgende criteria bij het ontwerpen rekening te houden:

- Bij het zoeken naar een geschikte inplantingsplaats voor de inplanting van een infiltratievoorziening is met volgende randvoorwaarden rekening te houden (*niet van toepassing bij waterdoorlatende verhardingen*):
 - o In te planten buiten de zones voor leidingen van openbaar nut, verlichtingspalen, verkeerstekens edm.
 - o Vóór de instroom en t.h.v. de uitstroom dient er voldoende ruimte aanwezig te zijn voor inplanting van toegangspuiten, overlaat- en noodoverlaatconstructie, debietbegrenzer, voorbehandelingsinstallaties (rooster, bezinkingskamer, olie- en vetvang) edm.
- De infiltratievoorziening dient over de hele oppervlakte goed bereikbaar te zijn voor nazicht en reiniging.
- Langs waterlopen is de infiltratievoorziening op respectievelijk minimum 5 m afstand van de kruin van de oever van de onbevaarbare waterlopen en minimum 10m van de kruin van de oever van de bevaarbare waterlopen in te planten
- Als buffercapaciteit of buffervolume bij een infiltratievoorziening is de vrije bufferhoogte boven de gemiddelde hoogste hoogte, welke als opslaghoogte van water in de infiltratievoorziening beschikbaar af te toetsen met de regenbuien welke hiermee kunnen samenvallen.
- In een groenproject is een permanent hoger grondwaterpeil boven het bodempeil van de infiltratievoorziening aanvaardbaar.

- Bij een aanname van een grondwaterpeil hoger dan het bodempeil van de infiltratievoorziening, is bij de berekening van de benodigde volume-inhoud, deze laatste afhankelijk van de periode van ermee samengaande regenbuizen, dit verhoudingsgewijs te vermeerderen met het reeds ingenomen grondwatervolume boven de bodem.
- Bij collectering van de aanvoer van het regenwater naar een grote centrale infiltratievoorziening is dit bij voorkeur naar 1 aansluitingspunt te leiden, welke – afhankelijk van de afkomst en grootte van het aanvoerdebiet van het regenwater – uitgerust wordt met debietbegrenzer en voorbehandelingstoestel, voor een optimale voorbehandeling van het aangevoerde water, voor de verwijdering van zand, slib en afvalstoffen uit het aangevoerde water.
- Bij rechtstreekse aansluitingen van rioolkolken op de infiltratievoorziening zijn de rioolkolken van een ruime slibvang te voorzien en zijn preventieve maatregelen te nemen (o.a. door sensibilisering en straffen) tegen het illegaal lozen van afvalwaters, kuiswaters, oliën en vetten, verfresten, afvalstoffen ed. in de kolken.
- Ook bij rechtstreekse RWA-huisaansluitingen van woningen en bedrijven op een infiltratievoorziening zijn huisaansluitputten met ruime slibvang te voorzien. De aangelande zijn de informeren en te sensibiliseren dat geen afvalwaters, kuiswaters, oliën en vetten noch andere afvalstoffen op de RWA-leidingen mogen geloosd worden.
- Infiltratie binnen (grond-)waterwinningszones I & II is verboden. Binnen een waterwinningszone III is infiltratie toegelaten. Er wordt best steeds voorafgaandelijk contact opgenomen met de drinkwatermaatschappij van de waterwinning.
- De infiltratievoorzieningen moeten over de gehele oppervlakte voor het reinigen gemakkelijk bereikbaar zijn en het vuil en slib moet - zonder obstructies – op een gemakkelijke wijze uit de voorziening volledig verwijderd kunnen worden.
- Ook is voor een beperking van de grootte van het voorbehandelingstoestel, en/of een meer optimaler werking ervan, na te gaan of het hemelwater van de daken gescheiden afgevoerd kan worden van de meer met vuil belaste regenwaters van de verhardingen. Enkel de laatst genoemde regenwaters zijn bij een gescheiden hemelwaterafvoer nog over een voorbehandelingstoestel naar de infiltratievoorziening te leiden.

Om mogelijke calamiteiten van lozingen van afvalwater in rioolkolken te voorkomen, moet de aanwezigheid van een infiltratievoorziening met inscriptie op roosters en putdeksels gemarkeerd worden en met signalisatieborden met pictogram op palen worden aangegeven, zodat de aanwezigheid van een infiltratievoorziening in de omgeving duidelijk zichtbaar is.





- Op pleinen zijn DWA-leidingen en van op afstand duidelijk gemarkeerde afvalwaterputjes te voorzien voor de gescheiden afvoer van afvalwaters van evenementen, marktkramen, kermissen ed.

3. Voorbehandelingstoestellen (niet van toepassing bij waterdoorlatende verhardingen)

Vooraleer het aangevoerde regenwater een bovengrondse infiltratievoorziening mag binnenstromen moet het – in geval van belasting met slib, zand en drijvende bestanddelen - eerst een voorbehandeling ondergaan voor de verwijdering van het meegevoerde slib, zand, drijvende bestanddelen als oliën en vetten, afvalstoffen ed. Dit kan o.a. (tijdelijk) noodzakelijk zijn om belangrijke slib- of zandafzettingen te voorkomen bij aanwezigheid van bouwwerven of grondtransporten.

Bij rechtstreekse aansluitingen van rioolkolken zijn deze rioolkolken als voorbehandelingstoestellen van een ruime slibvang te voorzien, dient een onderhoudsplan te worden opgesteld en zijn preventieve maatregelen te nemen (o.a. door sensibilisering en straffen) tegen het illegaal lozen van afvalwaters, kuiswaters, oliën en vetten, verfresten, afvalstoffen ed. in de kolken.

Het hemelwater van de woningdaken dat via overlopen van regenwaterputten afkomstig is mag rechtstreeks naar een infiltratievoorziening worden afgevoerd. Op (stoffige) bedrijfsites zijn voor het hemelwater afkomstig van de daken wel huisaansluitputten met ruime slibvang als voorbehandelingstoestellen op de RWA-leiding te voorzien.

Bij aansluiting van een groot aanvoerdebiet op een infiltratievoorziening is een voorbehandelingstoestel te voorzien - al of niet in gecombineerde uitvoeringsvorm – welke bestaat uit:

- Vuilrooster of zeef
- Slib- en zandvanger
- Olie- en vetvanger (coalescentie- of KWS-afscheider)

De dimensionering van de toestellen is in functie van de toelaatbare oppervlaktebelasting en het aangevoerde regenwaterdebiet (standaardwaarde gebaseerd op bui van 20l/ha.sec), waarbij de opvang en behandeling van het "First-Flush"-debiet heel belangrijk is, om een verontreiniging van de infiltratievoorziening te voorkomen. Een tussenschakeling van een debietbegrenzer (zie onder punt 4 hierna) kan gebeurlijk ook noodzakelijk zijn om de goede werking van het voorbehandelingstoestel te waarborgen.

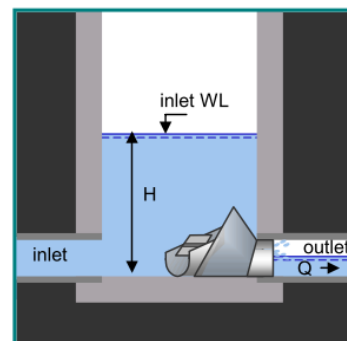
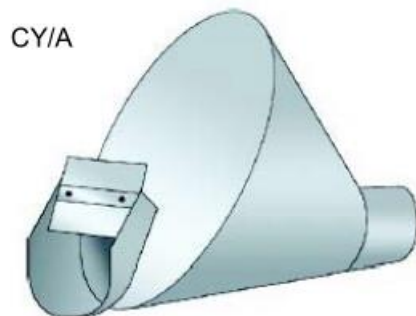
Voor de opvang van de bezinkbare stoffen en zwevende stoffen moet de inhoud van respectievelijk de slibvang en de olie- en vetopvang, voldoende groot zijn, in functie van de lokale situatie en het eraan gekoppeld onderhoudsplan.

Door de fabrikant/leverancier van de voorbehandelingstoestellen zijn proefattesten voor te leggen, opgesteld door een onafhankelijke erkende instelling, over de reinigingswerking van het voorbehandelingstoestel over de spreiding van de aanvoerdebieten (van 0 l/sec tot het max. aanvoerdebiet).

4. Debietbegrenzer (niet van toepassing bij waterdoorlatende verhardingen)(*)

Voor het verzekeren van de bufferende en infiltrerende werking van de infiltratievoorziening is het afvoerdebiet te beperken of af te knijpen tot het door de rioolbeheerder of waterloopbeheerder toegelaten maximum afvoerdebiet uit de voorziening. De knijpconstructie mag niet op de bodempeil van de infiltratievoorziening worden aangebracht. Ze dient op een uitstroom- of overloophoogte geplaatst voor het optimaal benutten van de berging (buffering) in de infiltratievoorziening. Dit kan door middel van een debietbegrenzer (minimum diameter 200mm) of knijpleiding met minimum diameter van 250mm. De debietbegrenzer is voor de bedrijfszekerheid te voorzien van een by-passchuiif $\varnothing 300\text{mm}$ en noodoverloop.

De debietbegrenzer is bij grote aanvoerdebieten van regenwater naar de infiltratievoorziening ook in te zetten voor het beperken of afknijpen van het toevoerdebiet naar het voorbehandelingstoestel. Het toevoerdebiet mag niet groter zijn dan de toegelaten oppervlaktebelasting van het voorbehandelingstoestel .



5. Soorten bovengrondse infiltratievoorzieningen

In onderhavige RBI worden volgende mogelijke bovengrondse infiltratie- en buffervoorzieningen behandeld:

- Natuurlijke infiltratie in bodem via grasbermen, graspleinen ed.
- Waterdoorlatende verhardingen (steenslagverhardingen, betonstraatstenen, tegels en (breed)vloerplaten in prefabbeton, grasbetonstenen, kunststofgrastegels edm)
- Infiltratiekom of wadi's (diepte $\leq 30\text{cm}$)
- Infiltratiegrachten en bekkens(diepte $> 30\text{ cm}$)
- Een gecombineerde uitvoering van bovengrondse met ondergrondse infiltratievoorzieningen is ook een mogelijke uitvoeringsvorm van infiltratie.

5.1 Natuurlijke infiltratie in de bodem via grasbermen en graspleinen



De afvoer van regenwater langs landelijke wegen en paden kan op ecologische en natuurlijke wijze via grasbermen en grasstroken in de bodem infiltreren onder voorwaarde:

- van aanwezigheid van een waterdoorlatende afdeklaag (teelaarde) en bodem
- van aanwezigheid van een grasberm van minimum 3,00m breedte onder een verkanting van 3 à 5 %
- dat verhinderd wordt dat over de grasberm of grasstrook voertuigen kunnen rijden (parkeerverbod of aanbrengen van anti-parkeerpalen of –blokken in de berm om dicht rijden van bodem te voorkomen)
- dat het niveau van de berm iets lager of minimum gelijk ligt met de aansluitende rand van de zijkant van de weg (om stagnatie van water langs de zijkant van de weg te voorkomen)
- dat de weg niet in een sterk heuvelachtig gebied ligt (het water stroomt er anders af naar het laagste punt (dal) waar een wateropvangbekken moet worden voorzien)
- dat aangrenzende lager gelegen percelen geen overlast krijgen van waterafvoer of omgekeerd bij hoger gelegen aangrenzende percelen er geen erosie of gronduitspoeling kan plaatsvinden

Voordelen voorziening:

- natuurlijke en duurzame infiltratiewerking via de grasberm
- verloopt volledig zonder hulp van waterafvoertoestellen
- geen bijzonder onderhoud – enkel maaibeurten van het gazon met verwijdering en afvoer van maaisel

Nadelen voorziening:

- langs stoffige en besmeurde wegen: verlies aan infiltratie door dichtslibbing van de grasberm
- het ontstaan van een verhoogde berm (door afzetting van grond en stof) met stremming van de waterafvoer en plasvorming langs rand van rijweg
- het afplaggen (afschrapen) van de te hoge berm (afhankelijk van de besmeuring van de bermen met grond en stof) en afvoeren van de grondspecie. Bij aanwezigheid van toxische stoffen is de grond af te voeren naar een grondreinigingsbedrijf.

De waterinfiltratie via de grasberm kan uitgebreid worden met de aanleg van een wadi in de berm. Zie verder.

5.2 Waterdoorlatende verhardingen

Als waterdoorlatende verhardingen in rijwegen, wandel- en fietspaden of parkeeraangelegenheden kunnen volgende materialen worden toegepast:

- Steenslagverhardingen in ternairmengsel, porfiersteenslag, siersteenslag, met toeslagstof gestabiliseerde steenslagverhardingen edm.
- Waterdoorlatende verhardingen met betonstraatstenen, betontegels, vloerplaten in prefabbeton
- Waterdoorlatende verhardingen met gebakken klinkers
- Waterdoorlatende verhardingen met grasbetontegels
- Waterdoorlatende verhardingen met kunststofgrastegels

5.2.1. Steenslagverhardingen

Toepasbaar bij gescheiden van de rijweg aan te leggen (recreatieve) wandel- en fietspaden, parkeerterreinen. Minder geschikt om als verharding toe te passen op druk bereden paden en parkings (gevaar voor schade aan voertuigen door wegspringende stenen en het ontstaan van putten in de rijweg).

Bij voorkeur is de steenslag afkomstig van gebroken porfierstenen of gelijkwaardig harde gebroken kalkstenen.

De steenslagverharding is zijdelings steeds op te sluiten met een betonnen ingegraven kantsteen – type D.

De steenslagverharding is in 2 lagen met de finisher aan te brengen van respectievelijk 15cm & 10cm dikte na verdichting.

De onderste steenslaglaag wordt op een niet-geweven geotextiel (PTV 829 van Copro) aangebracht voor een gelijkmatige spreiding van de lastoverdracht naar de bodem. De bovenste steenslag kan vervangen worden door een siersteenslaglaag. De onderste steenslag kan vervangen worden door recyclagemateriaal van gewassen betongranulaat (30/67).

Voor een betere berijdbaarheid van de losse steenslag en om putten in de verharding te voorkomen, kan de bovenste steenslaglaag in combinatie met een graskunststofplaat (PTV 828 van Copro) of grasbetontegel (PTV 126 van Probeton) aangebracht worden

Voordelen verhardingen in steenslag:

- Goed waterdoorlatend
- Goedkoop
- Bij dichtslibbing met grond is de steenslag eenvoudig te verwijderen en na zeving terug herbruikbaar

Nadelen verharding in steenslag:

- Een verharding in ongebonden steenslag is voor fietsers moeilijk berijdbaar
- Losse steenslag kan bij het bruusk remmen putten in de verharding veroorzaken
- Bij (te) snel rijden over steenslagverharding kunnen steentjes wegspringen en schade aan koetswerken veroorzaken
- De steenslag kan zich vastklitten in het bandenprofiel en bij het weggrijden van de parking op het fietspad en de rijweg los komen, en hierbij fietsers hinderen en schade aan andere voertuigen veroorzaken



a) Verhardingen in ternair mengsel, porfiersteenslag en siergrind. Verharding in porfiersteenslag en harde kalksteenslag zijn te verkiezen boven de zachtere, om een snelle vergruizing bij het gebruik te voorkomen. De zachtere steenslagsoorten zullen vanwege het optreden van vergruizing met de tijd minder goed waterdoorlatend worden en sneller plasvorming in de hand werken. Ternair mengsel: cfr. SB 250-3-6.2.18 voldoet aan een zandmengsel welke is samengesteld uit een mengsel van natuurlijk breekzand 3-6.1.1 en brekerzand van hoogovenslak 3-6.1.2.1.

Met toeslagstofgestabiliseerde steenslagverhardingen met o.a. cement, kalk, vulkanische toeslagstof (o.a. Stabipac)



Recreatief wandel- & fietspad met verharding in met vulkanische toeslagstof gestabiliseerde siersteenslag

Met een toeslagstof gestabiliseerde steenslagverhardingen zijn iets minder doorlaatbaar dan verhardingen in zuivere steenslag maar ze zijn nog voldoende waterdoorlaatbaar. Ze zijn vooral heel goed bereikbaar voor fietsers en minder gevoelig voor het ontstaan van putten in de verharding.

Er is ook minder risico aanwezig dat er in het bandenprofiel van de wielen zich stenen kunnen vastklitten.

5.2.2 Verhardingen in waterdoorlatende betonstraatstenen

Verhardingen in waterdoorlatende betonstraatstenen laten het hemelwater infiltreren naar de onderfundering en bodem via:

- Ofwel betonstraatstenen zijdelings voorzien van afstandhouders en verbrede voegen
- Ofwel betonstraatstenen voorzien van drainage openingen in het dagvlak van de straatstenen
- Ofwel poreuse betonstraatstenen

De wegoopbouw, de dikte van de stenen en het soort legverband is te kiezen in functie van de verwachte wiellasten en dichtheid van het verkeer (zie PTV 827 van Copro).

De rand van de weg is op te sluiten met een betonnen kantsteen - type D - of met speciale randstenen (zgn. kardinaalmutsen).

De voegen van de wegverharding in betonstraatstenen met verbrede voegen en van de betonstraatstenen met drainageopeningen zijn op te vullen met porfiersplit 2/5 of gelijkwaardig goed waterdoorlatend fijn voegvullingsmateriaal.

Voor een vermindering of beperking van onkruidgroei kunnen de voegen met een voegvulling met groenwerende eigenschappen worden opgevuld

Voordelen waterdoorlatende verharding zijn:

- Directe infiltratie van het regenwater doorheen de verharding en fundering naar de onderfundering
- Geen waterslikkers en geen RWA-riolering meer te voorzien.
- Buffering van het geïnfiltreerde regenwater in de onderfundering met infiltratie in de bodem

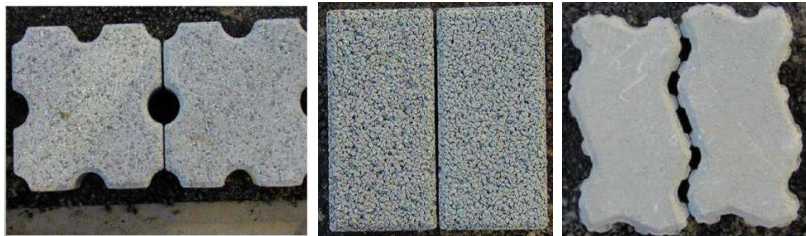
Nadelen van waterdoorlatende verharding kunnen zijn:

- De doorlatendheid van de verharding is gevoelig voor verstopping door bevuiling en besmeuring van het rijoppervlak met bouwmaterialen, slib en grond (ten gevolge van bouwwerkzaamheden, landbouwactiviteiten edm). Om dit te voorkomen zijn preventieve maatregelen te nemen: een gefaseerde uitvoering voorzien waarbij in 1^{ste} fase een tijdelijke gesloten verharding is aan het aanbrengen en in 2^{de} fase na uitvoering van alle bouwwerkzaamheden de waterdoorlatende verharding wordt aangebracht
- De groei van onkruid in de voegen bij toepassing van de gewone voegvulling en het geregeld moeten verwijderen van het onkruid (oa. met gasbrander, stoom edm). Bij intens verkeer over de verharding is er minimale groei van onkruid.
Alternatief is het gebruik van onkruidwerend voegvullingsmateriaal waarbij de onkruidgroei in belangrijke mate verhinderd wordt (zie proefproject "Onkruidbeheer: Preventieve en curatieve methodes voor een optimaal straatbeeld" van de Universiteit Gent met het OCW).
- Het vervangen van het voegmateriaal (borstelen en opzuiging van het voegmateriaal) bij verminderde infiltratie.
- Risico op bodem- en grondwaterverontreiniging door koolwaterstoffen bij accidentele voorvallen (aanrijding van voertuigen, olie- of brandstoflekken). Preventie mogelijk door

toepassing van waterdoorlatend geotextiel met koolstofabsorberende eigenschappen en KWS-afbrekende bacteriën.



Paden aangelegd in betonstraatstenen

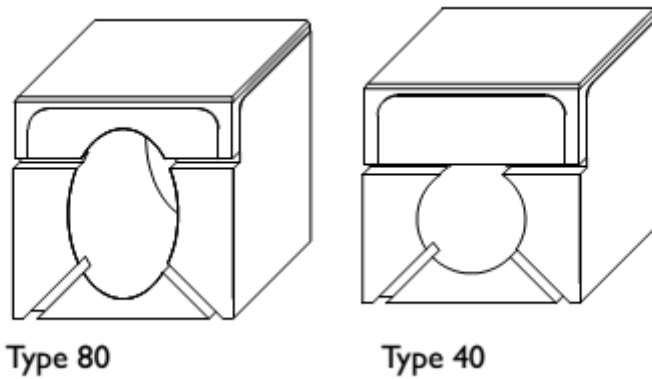


“Fluvio”: geïntegreerd waterdoorlatend en bufferend infiltratiesysteem onder waterdoorlatende bestratingen.

Het “Fluvio”-infiltratie- en buffersysteem bestaat uit naast mekaar gestrate poreuse kleine holle betonnen blokken. De holle ruimten in de blokken zijn geschikt voor de tijdelijke buffering van hemelwater.

De poreuse betonnen blokken worden als een raster van communicerende vaten geïntegreerd in de fundering van waterdoorlatende verhardingen op een waterdoorlatende onderfundering.

De buffercapaciteit van de Fluvio bufferblok bedraagt ofwel 80 l/m² (type 80) of 40 l/m² (type 40)

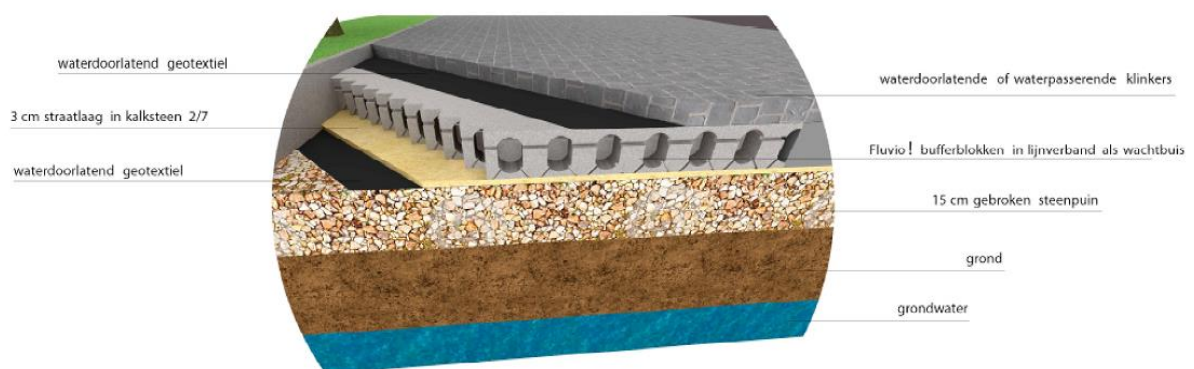


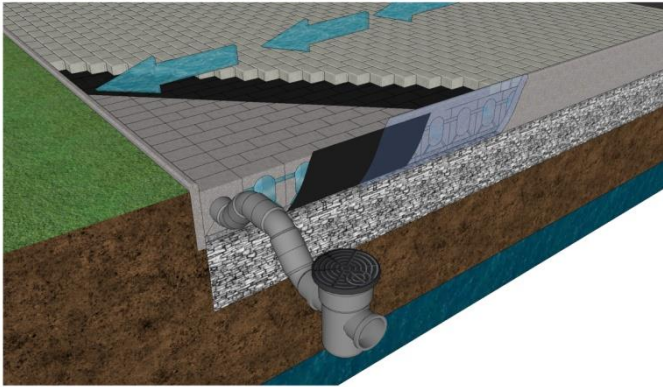
Bij plaatsing van de blokken in lijn vormen de blokken samen watervoerende gangen waarbij de infiltratieblokken inspecteerbaar zijn met een kleine CCTV-camera (vrije doorgang = \varnothing 120mm). De fluviostenen worden op een vlak onder helling geprofileerd, verdicht en goed waterdoorlatend funderingsbed aangebracht.

Onder en bovenop de waterdoorlatende bufferblokken wordt een geweven waterdoorlatend geotextiel (volgens PTV 829 van Copro) aangebracht. Vervolgens wordt een straatlaag in steenslag 2/7 op een dikte van 3cm wordt aangebracht en de waterdoorlatende straatstenen ingebed. Het rechtstreeks op één van de gevormde gangen aansluiten van een dakwaterafvoerpijp of regenwaterafvoerleiding is niet toegelaten (bij aanslibbing verlies aan infiltratiecapaciteit en niet te verwijderen).

Alle soorten waterdoorlatende bestratingsmaterialen kunnen op de poreuse fluvioblokken worden toegepast.

Het geïnfiltreerde water in de fluviostenen infiltreert via de poreuse stenen in de bodem. Bij aanwezigheid van een minder goede doorlatende bodem wordt het regenwater in de holle ruimtes gebufferd. Op de kop van de infiltratievoorziening worden de gevormde kanalen aangesloten op een afvoerleiding welke voorzien is van een omgekeerde hevel als overloop.





Detail van de omgekeerde hevel voor buffering van het hemelwater in de holle ruimtes van de stenen.

De al of niet goede infiltratiewerking van het water via de infiltratieblokken kan door controle van de afvoerleiding in het controleputje achter de omgekeerde hevel goed worden opgevolgd.

5.2.3. Verhardingen in waterdoorlatende kleiklinkers

Verhardingen met waterdoorlatende kleiklinkers met verbrede voegen zijn aan te leggen met kleiklinkers - op zijkant voorzien van afstandhouders- op een straatlaag van steenslag. Voor de wegopbouw en voegvulling wordt verwezen naar de beschrijving hoger onder waterdoorlatende betonstraatstenen.



5.2.4 Waterdoorlatende verhardingen in gras- of grintbetontegels

De waterdoorlatende gras- of grintbetontegels moeten voldoen aan de PTV 126 van Probeton. Ze kunnen worden toegepast als waterdoorlatende verharding onder parkeerplaatsen, brandwegen, afzomen van lokale wegen, welke volgens de PTV 827 van Copro zijn aan te leggen.

De openingen kunnen met zandige teelaarde voor grasbezaaiing of met grint of steenslag worden opgevuld. Op druk gebruikte parkeerplaatsen is een vulling van de grasbetontegels met grint aan te bevelen ipv een vulling met teelaarde en grasbezaaiing. Het gras heeft het er moeilijk om goed te groeien (vanwege te weinig zonlicht en/of het te intens berijden van het gras) hetgeen tot minder goede waterinfiltratie leidt en aanleiding kan geven op plasvorming. Bij een grintvulling met bvb. kaliber 2/7 stelt dit probleem zich niet. Bij een dergelijke grintvulling is het risico op schade aan koetswerken door wegspringend grint nagenoeg onbestaande.

De grasbetontegels zijn in verschillende oppervlaktestructuur en diktes verkrijgbaar afhankelijk van de toepassing en het soort verkeer (wielbelasting).

Als verharding op parkings zijn de grasbetontegels met een “vlakke dagkant” veiliger en comfortabeler te betreden bij het in- of uitstappen van de wagen.

Nog beter kan het door de parkeervakken om de 2,00m van een loopstrook te voorzien van 0,50m breedte in betonstraatstenen, betontegels of de opvulling van een rij betongrastenen met beton. De loopstrook vormt zo tevens de markering van de parkeerplaatsen op een parking.

Bij infiltratie van hemelwater afkomstig van gesloten verhardingen bedraagt de te voorziene oppervlakte aan waterdoorlatende verhardingen minimum 25% van de waterafvoerende oppervlakte.



5.2.5. Waterdoorlatende verhardingen met kunststofgrastegels

De waterdoorlatende kunststofgras- of grinttegels moeten voldoen aan de PTV 826 van Copro. Ze kunnen worden toegepast als waterdoorlatende verharding onder parkeerplaatsen, brandwegen, groene kantstroken langs lokale wegen edm.

Op druk gebruikte parkeerplaatsen is een vulling van de kunststoftegels met grint aan te bevelen i.p.v. een vulling met teelaarde en grasbezaaiing. Het gras heeft het er moeilijk om goed te groeien (vanwege te weinig zonlicht en/of het te intens berijden van het gras) hetgeen tot minder goede waterinfiltratie leidt en aanleiding kan geven op plasmvorming. Bij een grintvulling met bvb. kaliber 2/7 stelt dit probleem zich niet.

Voor het comfort van het in- en uitstappen van de wagen is het verkieselijk om de parkeervakken om de 2,00m van een loopstrook te voorzien van 0,50m breedte in betonstraatstenen of betontegels. De loopstrook vormt zo tevens de markering van de parkeerplaatsen op een parking.

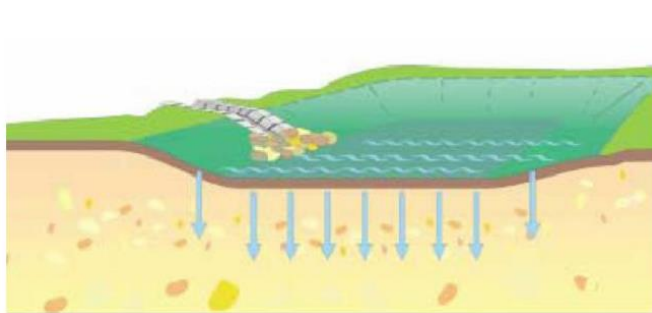
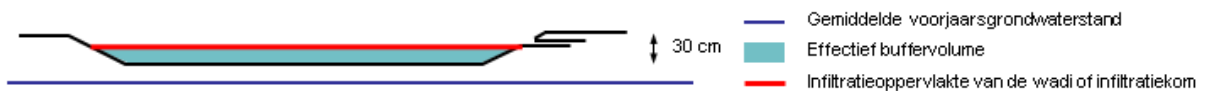


5.3 Infiltratiekom en wadi

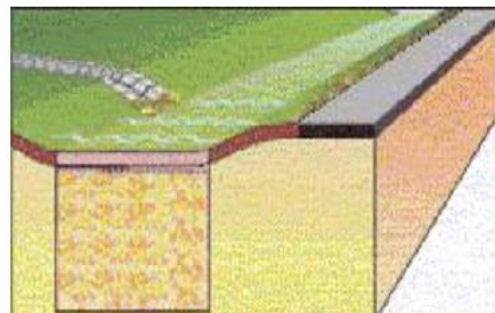
Een infiltratiekom of wadi is een op kleine diepte uitgegraven bekken of langsgeul met als kenmerken volgens richtlijnen CIW: Een kleine aanlegdiepte (bufferhoogte van water bedraagt +/- 30cm t.o.v. de gemiddelde hoogste hoogte aan grondwaterstand).

De infiltratieoppervlakte mag gelijk genomen worden aan de horizontale oppervlakte van de wadi (zie rode lijn op onderstaande tekening) op voorwaarde dat aangetoond kan worden (via het rekenmodel Sirio) dat binnen 72 uur de wadi via infiltratie leeg is.

Taluds onder kleine helling van 1/10 à 1/12. Taluds en bodem voorzien van grasbezaaiing. In hellende straten of zones is de wadi te compartimenteren om voldoende water te kunnen ophouden.



Infiltratiekom



Wadi met of zonder drainagesleuf

Voor de veiligheid tegen overstroming is de wadi te voorzien van een noodoverloop via een met beton omstort verheven watersliker op de bodem van de wadi (of toegangsput afgedekt met verheven putrand met looprooster).



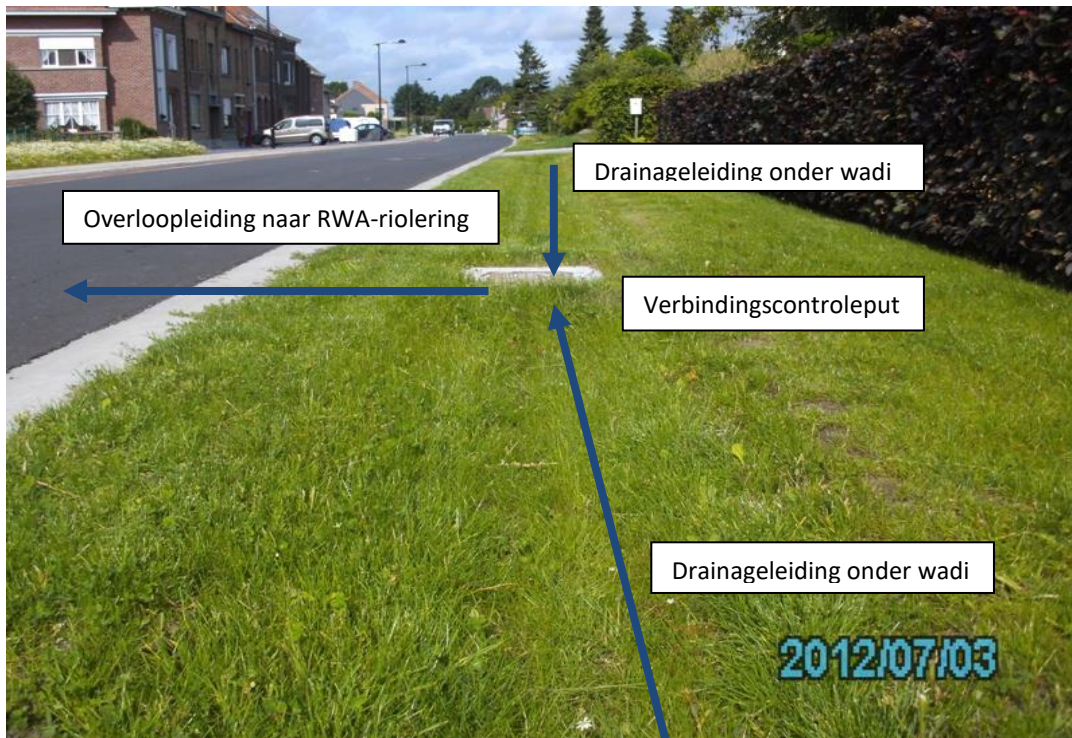
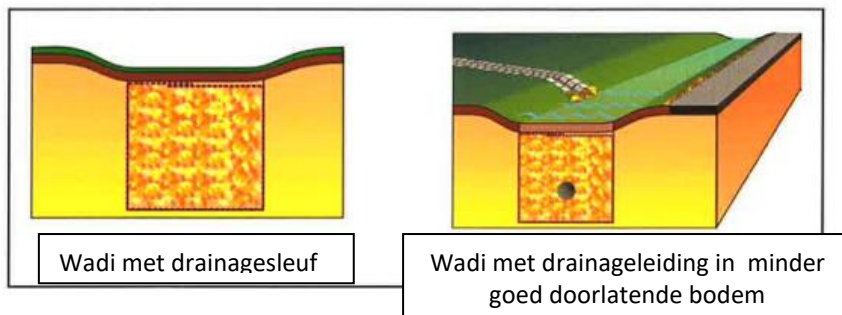


Infiltratiekom in combinatie met speelterrein



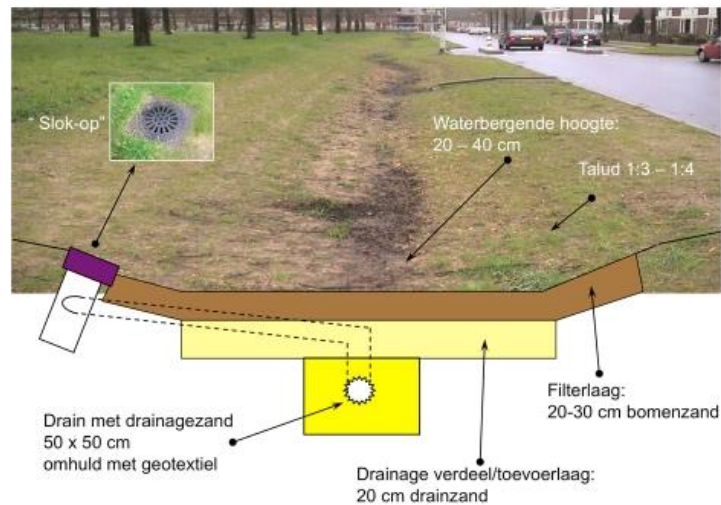
Wadi in groenzone bij verkaveling

In minder goed doorlatende gronden kan een wadi op de bodem worden voorzien van een drainagesleuf en drainageleiding. Op deze wijze kan het in de wadi gebufferde regenwater langzaam via de drainagebuis deels infiltreren in de bodem en deels afvloeien naar een regenwaterafvoerierring of gracht via een naar boven gericht bochtstuk op de uitstroom van de drainageleiding in de toegangspot.



Wadi met onderliggende drainageleiding langs rijweg in minder goed doorlatende grond te Ronse

In Nederland wordt een wadi met drainageleiding en zogenaamde “slok-op” (= watersliker als noodoverloop van gracht) volgens de afbeelding hierna uitgevoerd.



Uittreksel uit Riorama_december 2017

Net als bij bermfiltratie is langs een rijweg met langgelegen wadi een parkeerverbod in te stellen. Een wadi en bermen wordt meestal met een grasbezaaiing afgewerkt. Het grasmaaisel is bij elke maaibeurt te verwijderen en af te voeren om dichtslibbing van de bodem tegen te gaan.

Beplante wadi's

Er loopt bij enkele steden in Nederland (o.a. Alkmaar, Deventer, Enschede) sedert verleden jaar ook een wadioproefproject “**Raingarden**” genaamd of beplante wadi's. (art. Riorama – december 2017) Hierbij worden wadi's beplant met siergrassen, planten, heesters en zelfs bomen.



Alkmaar (Foto: F. van Mierl, Hortiverde)



Foto gemeente Deventer

6 belangrijke aandachtspunten voor het goed functioneren van wadi's met beplanting en voor het goed gedijen van de beplanting in wadi's zijn:

- Droogte: de beplanting kan afsterven bij langdurige droogte.
- Overstroming: de beplanting kan bij het langdurig onder water staan ook afsterven.
- Strooizout: wortels van sommige planten gedijen niet in een zoute omgeving.
- Doorworteling beplanting: nieuw plantgoed moet in de bodem tot een goede ontwikkeling van het wortelgestel kunnen komen.
- Hoeveelheid en kwaliteit slib: afgezet slib op de bodem is nadelig voor de zuurstoftoevoer naar de wortels en kan ook nefast zijn voor de groei van de planten wanneer het slib toxische stoffen bevat.
- Werking van de by-pass; Bij het zich voordoen van intense regenbuien is het belangrijk voor de groei van het plantgoed dat het teveel aan regenwater via een by-pas kan wegvloeien.

Lijst van planten welke goed of minder goed gedijen in wadi's (ref. Riorama):

Soort	Tolerantie voor	Overstroming	Droogte	Strooizout
Aronia arbutifolia	(Appelbes)	kort	lang	matig
Aronia melanocarpa	(Appelbes)	kort	lang	matig
Cephalanthus occidentalis	(Kogelbloem)	lang	kort	matig
Clethra alnifolia	(Schijnels)	kort	kort	nee
Cornus sericea	(Kornoelje)	kort	kort	matig
Physocarpus capitatus	(Blaasspirea)	kort	kort	matig
Salix purpurea	(Bittere wilg)	kort	lang	matig
Salix repens	(Kruipwilg)	kort	lang	matig
Spiraea douglasii	(Douglasspirea)	kort	kort	nee
Tamarix ramosissima	(Tamarisk)	kort	lang	ja
Overstroming: Kort - meer dan een week onder water in het groeiseizoen, plant voor naast wadi - Lang - maandenlang onder water in het groeiseizoen, plant mag ook in wadi				
Droogte: Kort = tot circa 4 weken droogte is geen probleem - Lang = langer dan 6 weken droogte is geen probleem				
Strooizout: Ja = tolerant, nee = gevoelig				

De tabel is een voorlopige plantenlijst. Onderzoek loopt nog verder op hun geschiktheid en eventuele aanvulling met andere beplantingen.

In een Duits onderzoeksproject over beplanting in wadi's werd volgende lijst van planten opgesteld welke geschikt zijn om enerzijds aan te planten op de taluds van een wadi en anderzijds geschikt zijn om aan te planten op de bodem van een wadi.

Tabel III.51: In een Duitse proefopzet waarbij wadi's beplant werden, gaven onderstaande soorten goede resultaten (Willanzheim, Duitsland, Eppel-Holz 2009).

Op de randen van de wadi	Op de bodem van de wadi
<i>Achillea filipendulina</i> 'Coronation Gold'	<i>Persicaria amplexicaulis</i>
<i>Ajuga reptans</i>	<i>Eupatorium fistulosum</i>
<i>Euphorbia polychroma</i>	<i>Filipendula ulmaria</i>
<i>Geranium renardii</i> 'Philippe Vapelle'	<i>Lythrum salicaria</i>
<i>Geranium sanguineum</i>	
<i>Inula ensifolia</i> 'Compacta'	
<i>Iris sibirica</i>	
<i>Iris spuria</i>	
<i>Nepeta x faassenii</i> 'Six Hill's Giant'	
<i>Salvia verticillata</i>	
<i>Sedum telephium</i> 'Matrona'	
<i>Stipa calamagrostis</i> 'Algäu'	
<i>Veronica teucrium</i>	

De hierin opgesomde plantenlijst verschilt van de vorige plantenlijst zodat met enig voorbehoud deze plantenlijsten zijn te volgen tot verder onderzoek meer uitsluitsel brengt. De voorkeur moet uitgaan naar inheems plantgoed van de streek.

5.4 Infiltratiegrachten en bekkens

Infiltratiegrachten en infiltratiebekkens zijn uitgegraven grachten en bekkens op een diepte van +/- 1,00m in waterdoorlatende gronden.

Ze kunnen volgens de principes van natuurtechnische natuurbouw worden aangelegd in de open ruimte, met begroeide taluds onder een kleine helling van 8/4 of 10/4.

Ter hoogte van de instroom is de bodem en de oevers te beschermen met rietstenen of zogenaamde "muta"-stenen ed. volgens PTV 126 van Probeton tegen erosie of uitspoeling.

In hellende gebieden is de gracht te compartimenteren d.m.v. dijken of stuwen om het water in voldoende mate te kunnen bufferen.

Voor het verzekeren van de goede infiltratiewerking zijn t.h.v. de aansluitingen op de infiltratiegracht of bekken de lozingen - afhankelijk van de grootte van het lozingsgebied - van een slib- en zandvanger (rioolkolk) te voorzien.

Als infiltratieoppervlakte mag normalerwijze enkel met de schuine oppervlakte aan taluds van de infiltratievoorziening worden gerekend. Enkel onder voorwaarde dat via berekening met de Sirio-tool kan worden aangetoond dat de infiltratievoorziening bij een volledige vulling binnen een tijdspanne van 72 uur leeg komt te staan en een onderhoudsplan wordt onderschreven waarbij de doorlatendheid van de bodem wordt gewaarborgd, mag naast de schuine oppervlakte van de taluds ook de oppervlakte van de bodem van de infiltratiegracht of infiltratiebekkens met uitgraafdiepte groter dan 30 cm worden meegerekend.



Infiltratiegracht



Infiltratiebekken

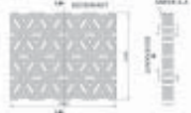





Binnen verkavelingen en woongebieden kunnen buffer- en infiltratievoorzieningen met een bodemdikte van meer dan 0,50m, voor de veiligheid worden voorzien van een draadafsluiting.

Met een goede inrichting kan de infiltratievoorziening (o.a. door het voorzien van taluds met kleine helling en lokale creatie van verharde zones als doorwaadplaatsen) ook als leuk spel- of recreatie-element in een groene ruimtelijke omgeving worden geïntegreerd.

5.4.1 Grachten met oever- en bodembescherming in waterdoorlatende betonelementen

Oevers en bodem van grachten kunnen lokaal om erosie, uitschuring, inspoeling of afkalving van onstabiele oevers te voorkomen bekleed worden met drainerende of waterdoorlatende bodem- en/of oeverbeschermingen (rietstenen of muta-stenen of grasbetonstenen) in prefabbeton. Ze voldoen aan de PTV 126 van Probeton.

Ze worden aangebracht op een fundering van steenslag en waterdoorlatend geotextiel. In de openingen groeien op korte tijd diverse vegetaties, zodat de oevers een groen natuurlijk aanzicht verkrijgen.

	MUTATEGEL 		RIETTEGEL 	
				
Afmetingen LxBxH	100 x 125 x 12 cm	50 x 125 x 12 cm	100 x 125 x 15 cm	50 x 125 x 15 cm
Nominale legoppervlakte	1,25 m ²	0,62 m ²	1,25 m ²	0,62 m ²
Gewicht	285 kg	143 kg	300 kg	150 kg
Draineeropeningen	20%	20%	35%	35%
Druksterkte	min. 50 Mpa	min. 50 Mpa	min. 50 Mpa	min. 50 Mpa
Buigsterkte	min. 30 kN/m	min. 30 kN/m	min. 30 kN/m	min. 30 kN/m
Wateropslorping	max. 5,5%	max. 5,5%	max. 5,5%	max. 5,5%

De bovenkant van de taluds boven de prefabgrachtelementen kunnen tegen erosie en afkalving worden beschermd met biodegradeerbare weefsels, al of niet met ingebed graszaad. Vanuit natuur-, milieu- en ecologisch oogpunt is het best – waar dit naar omgeving goed mogelijk is – om de grachten met kleinere hellingen van taluds aan te leggen, zodat overbeschermingen in beton niet nodig zijn.

5.4.2 Infiltratiegracht met grachtelementen in prefabbeton

De toepassing van deze prefabinfiltratiegrachtelementen zijn als infiltratie-elementen slechts toepasbaar voor waterafvoer in ondiepe grachten in waterdoorlatende bodems. Ze werken ook omgekeerd drainerend voor het ontwateren van aangrenzende waterzieke gronden.

De prefabgrachtelementen zijn voorzien van infiltratie- en/of drainageopeningen in de bodem en langs de onderkant in de zijwanden. Een uitvoering in poreus beton is eveneens mogelijk.

De betonelementen zijn vanwege de meer gesloten betonoppervlaktes minder goed begroeibaar, zodat ze moeilijker op een natuurlijke “groene” wijze in de omgeving zijn te integreren. Vanwege het negatief ecologisch aspect is de toepassing van deze grachtelementen te beperken tot de echt smalle grachten met steile oevers.



De bovenkant van de taluds boven de prefabgrachtelementen kunnen tegen erosie en afkalving worden beschermd met biodegradeerbare weefsels, al of niet met ingebed graszaad.



6. Gecombineerde uitvoering van bovengrondse met ondergrondse infiltratievoorziening

Een bovengrondse infiltratievoorziening is mogelijk in combinatie met een ondergrondse infiltratievoorziening uit te voeren, wanneer er bijvoorbeeld onvoldoende plaatsruimte aanwezig is voor de uitvoering van een volledig bovengrondse infiltratievoorziening.

Het regenwater wordt bij voorkeur altijd eerst afgevoerd naar de bovengrondse infiltratievoorziening om enkel bij de grootste regenbuien (bvb. buien met retourperiode $T > 1/10$) via een overloop naar de ondergrondse infiltratievoorziening te stromen.

De ondergrondse infiltratievoorziening moet voldoen aan de Richtlijnen voor Ondergrondse Infiltratievoorzieningen (ROI) van Vlario.

7. Aansluiting op openbare riolering, gracht of waterloop

Op private percelen met oppervlakte groter dan 250m² is in principe het hemelwater volledig op het privaatterrein te houden, d.m.v. buffering en infiltratie. Enkel op plaatsen dat infiltratie niet mogelijk is vanwege een te hoge grondwaterstand of aanwezigheid van een minder doorlatende bodem (via bodemonderzoek aan te tonen), mag het hemelwater vertraagd via een debietbegrenzer (met een door de vergunningverstrekker maximum vergund afvoerdebiet) naar in orde van voorkeur ofwel naar een infiltratiegracht, buffer- of waterafvoergracht of een RWA-riolering worden afgevoerd.

Ook de overloopleiding van een infiltratievoorziening mag op een gracht of RWA-riolering worden aangesloten.

8. Uitvoering

8.1 Voorafgaandelijk aan de werken door de opdrachtnemer ter goedkeuring voor te leggen documenten

Voorafgaandelijk aan de werken zijn volgende documenten door de opdrachtnemer ter goedkeuring aan de opdrachtgever over te maken:

- Planning van de werken
- Conformiteitsattest en proefattesten van het (de) voorbehandelingstoestel(len)
- Conformiteitsattest van het voegvulling- en bestratingsmateriaal
- BENOR-attest van de waterdoorlatende geotextielen, funderingsmaterialen, waterdoorlatende verharding edm.
- Uitvoeringsplan van de waterdoorlatende verharding of infiltratievoorziening
- Detailplans voorbehandelingstoestel, debietbegrenzer, overstort edm.

8.2 Uitvoering

De opdrachtnemer moet met grote zorg de werken:

- voor de aanleg van de waterdoorlatende verharding uitvoeren volgens de voorschriften van PTV 827 van Copro
- voor de aanleg van een infiltratievoorziening uitvoeren overeenkomstig de voorschriften van het PTV (Nr. PTV ligt nog niet vast) deel XXX van Copro en/of voorschriften in het standaardbestek 250 of bijzonder bestek.

9. Beproeving

Volgende proeven zijn uit te voeren om de kwaliteit van uitvoering en de goede werking van de infiltratievoorziening te waarborgen:

9.1 Bijeen waterdoorlatende verharding (grootte deelvak =2500m² cfr. SB 250)

- Waterdoorlaatbaarheidsproef van de bodem (dubbele ringproef) t.h.v. de onderfunderingsaanzet.
- Waterdoorlaatbaarheidsproef op de fundering en de waterdoorlatende verharding (uitvoering van dubbele ringproef bovenop de fundering en verharding) volgens de -voorschriften van bijlage A van PTV 827 van Copro.
- Dikte van de onderfundering (belangrijk voor controle bufferend vermogen) Kwaliteit van het voegvullings- en bestratingsmateriaal bij ontbreken van kwaliteitsborgingsattest (BENOR of gelijkwaardig).

9.2 Andere bovengrondse infiltratievoorzieningen

- Kwaliteit van het infiltratiezand bij ontbreken van kwaliteitsborgingsattest (BENOR of gelijkwaardig).
- Nazicht efficiëntie reinigende werking voorbehandelingstoestellen.
- Beproeving van de goede infiltratiewerking van de infiltratievoorziening over een periode van 6 maanden. De beproeving is uit te voeren d.m.v. een opmeting van het waterpeil in een peilmetsput t.h.v. de instroom van de infiltratievoorziening en na X tijd de daling van het waterpeil.

9.1 Aanvaarding infiltratievoorziening

De infiltratievoorziening wordt aanvaard wanneer:

- bij een waterdoorlatende verharding bij de beproeving met de dubbele ringproef de gemeten waterdoorlatendheid van verharding + voegvulling in de binnenste ring minimum gelijk is aan $5,4 \times 10^{-5}$ m/s te meten volgens de waterdoordringbaarheidsproef beschreven in de bijlage A aan de PTV 827 van Copro.
- bij een infiltratievoorziening de daling van het waterpeil in de infiltratievoorziening minimum binnen de tijdspanne voldoet aan de ontwerpcriteria (cfr. Sirio-tool).

10. Beheer en onderhoud

10.1 Beheer en aandachtspunten

Infiltratievoorzieningen en waterdoorlatende verhardingen zijn inzake infiltratiewerking heel kwetsbaar en vergen daarom uit hoofde van goed beheer een bijzondere aandacht en opvolging.

Deze betreffen o.a.:

- jaarlijks communicatie en infoverstreking naar alle stakeholders, vergunningverstrekkers over de aanwezigheid van een infiltratievoorziening.
- jaarlijks communicatie en infoverstreking naar alle stakeholders en vergunningverstrekkers over het verbod van lozing van afvalwaters, kuiswaters en afvalstoffen in de rioolkolken;
- aanbrengen van signalisatieborden op goed zichtbare plaatsen met tekst "infiltratiezone" of "infiltratievoorziening" met pictogram.
- uitvaardigen van verbod van storten van gronden, bouwmaterialen ed. op verhardingen zonder beschermende maatregelen om uitspoeling of uitloging of verontreinigen bij waterafvoer te voorkomen.
- bij evenementen, bouwwerken ed. telkens controle uitvoeren op het naleven van de lozingsvoorschriften.

- de brandweer brieven over het verbod van lozing van bevuild water in de kolken bij het blussen van branden of reiniging van pleinen, calamiteiten of ongevallen.

10.2 Onderhoud en inspectie

Met het oog op het vrijwaren van de goede werking van infiltratievoorziening zijn volgende onderhoudsacties met volgende ingeschatte periodiciteit uit te voeren:

- Reiniging van de rioolkolken: minimum 2 x/jaar
- Reiniging en slibruiming van de wadi's & infiltratiegrachten: 2 x /jaar
- Maaien, verwijderen en afvoeren van het gras op oevers van de wadi's en grachten: maandelijks in periode maart t/m oktober
- Inspectie en reiniging van RWA-riolering: 2 x/jaar
- Nazicht voegvulling en onkruidverwijdering bij waterdoorlatende verharding: 2 x/jaar
- Controle (beproeving) infiltratiewerking waterdoorlatende verharding met dubbele ringproef: 1 x/jaar
- Nazicht efficiëntie reiniging door de voorbehandelingstoestellen: 4 x/jaar
- Controle infiltratiewerking infiltratiebekken: 2 x/jaar
- Controle van staat/toestand signalisatieborden "infiltratievoorziening": 4 x/jaar

Een registratie van elke onderhoudsbeurt en de opmaak van een rapport is van elke onderhoudsactie op te stellen, waaruit de bevuilingsgraad en gebeurlijke 'black points' gelokaliseerd kunnen worden. Afhankelijk van de plaats of de locatie en de waarnemingen en bevindingen, is de periodiciteit en planning van de onderhoudsacties aan te passen en te monitoren. O.a. bij uitvoering van werken in een straat met waterdoorlatende verharding of op een infiltratievoorziening aangesloten straten zijn extra controles noodzakelijk.

Minimaal 2 maal per jaar is een rapport van de vaststellingen te verspreiden naar de bevolking, om hen te sensibiliseren en aan te zetten om vol te houden of correctieve maatregelen te nemen.