



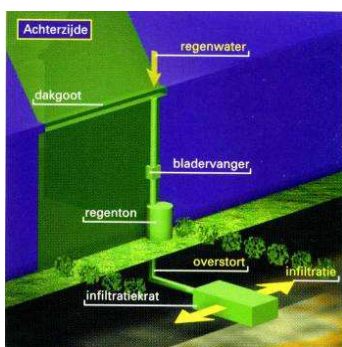
PRAKTISCHE HANDLEIDING VOOR DE DUURZAME BOUW EN RENOVATIE VAN KLEINE GEBOUWEN

- PRAKTISCHE AANBEVELING EAU01 -

HET REGENWATER OP HET PERCEEL BEHEREN

De ondoorlatende oppervlakken beperken, het regenwater opvangen om het te gebruiken of terug te brengen in de natuurlijke omgeving door infiltratie of verdamping, of om het tegen te houden en geleidelijk af te voeren naar het rioleringsnet of het oppervlaktewater.

PRINCIPES



Door het regenwater op het perceel te beheren, wil men de ondoorlatendheid van de grond compenseren die door bouwwerken en de aanleg van de naaste omgeving worden veroorzaakt.

Het doel is de afvloeiing te verminderen en de bestaande collectieve saneringsinfrastructuur te ontlasten (riolering, collectoren, zuiveringsstations).

Dit helpt overstromingen en vervuiling van oppervlaktewater te voorkomen en de grondwaterlaag aan te vullen.

Illustratie: blokdiagram van regenwaterbeheer in woonwijk "De Vliert" in 's Hertogenbosch in Nederland, uittreksel uit informatiebrochure van de gemeente.

CONTEXT

Regenwaterbeheer op het perceel wordt ook "compenserende" of "alternatieve" sanering genoemd. Het heeft de volgende karakteristieke eigenschappen die het onderscheiden van de traditionele sanering:

> Decentraliseren

Regenwaterbeheer gebeurt lokaal en zoveel mogelijk stroomopwaarts, daar waar de regen de bodem of de bebouwde oppervlakken raakt, of dicht daarbij...

... terwijl traditionele sanering het regenwater verzamelt om het zo snel mogelijk via de enige aansluiting naar het rioleringsnet af te voeren.

> Scheiden

Regenwaterbeheer gebeurt gescheiden van afvalwater en dus stroomopwaarts van het overwegend gemengde openbare rioleringsnet in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest...

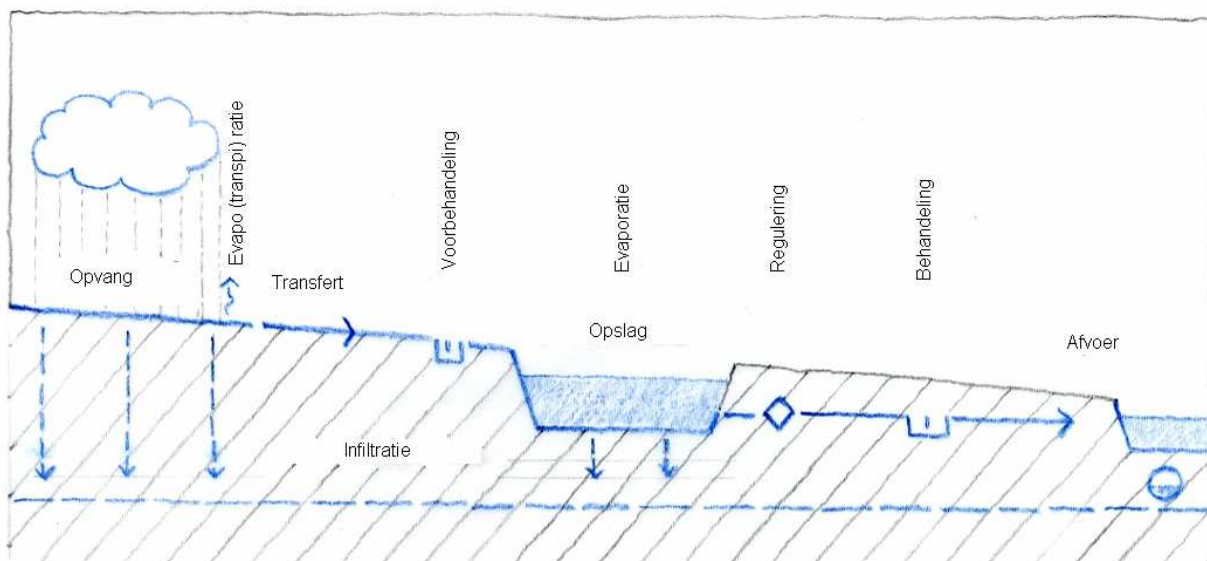
... daar waar traditionele sanering wordt gekenmerkt door "alles in de riool".

> Aaneenschakelen van voorzieningen

Regenwaterbeheer gebeurt met behulp van een aaneenschakeling van voorzieningen die naar gelang het geval de functies vervullen van verzamelen, transfer en vertraging, buffering of opslag, onttrekking door verdamping, evapotranspiratie, infiltratie, geregelde afvoer (oppervlakkig of naar de riolering), zonder de zuiveringsvoorzieningen te vergeten (voorbehandeling en behandeling)...

... terwijl traditionele sanering gebaseerd is op een buizenet met afvoer als enige functie.





De belangrijkste functies van regenwaterbeheer op het perceel - B. Thielemans - ceraa.

> Het architecturaal ontwerp

Als het regenwaterbeheer op het perceel in de open lucht kan gebeuren, is dit een niet te missen kans om de *watertrajecten* te integreren als een element in het ontwerp, dat ook de naaste omgeving valoriseert. In die zin vervult het – naast het beantwoorden aan technische en milieuvriendelijke behoeften – educatieve, sociale, esthetische functies en wordt het een onderdeel van het ontwerp...

... terwijl traditionele sanering een puur technische oplossing biedt, die aan het oog is onttrokken.

> Eenvoud

Alternatieve saneringsvoorzieningen op het perceel hebben alleen zin als ze eenvoudig en gebruiksvriendelijk blijven en gebruik maken van technische basismiddelen...

> Acties in volgorde van prioriteit:

- o Ondoorlatende oppervlakken zo klein mogelijk houden.
- o Het regenwater definitief scheiden van het afvalwater.
- o Regenwater tegenhouden en geleidelijk afvoeren.

INDICATOREN

Er zijn twee nuttige indicatoren voor het regenwaterbeheer op het perceel:

- o De **coëfficiënt van ondoorlatendheid**: geeft de verhouding ondoorlatende oppervlakte weer ten opzichte van de totale oppervlakte van het perceel.
- o Het **te absorberen watervolume**: duidt de hoeveelheid water aan dat op het hele perceel wordt verzameld tijdens een gegeven regenval (gekenmerkt door een hoeveelheid en een duur).

Het afvoerdebiet van het perceel vormt ook een relevante indicator, maar vereist meer uitgewerkte berekeningen die in deze handleiding niet aan bod komen.



DOELSTELLINGEN

- * Minimaal:**
Voldoen aan de GSV (zie uitvoering - programmering)
- ** Aangeraden:**
Voldoen aan de GSV, plus volledige absorptie van een intense, kortstondige regenval van 50 mm in een periode van 60 minuten.
- *** Optimaal:**
Absorptie van al het regenwater op het perceel, voor elk type regenval. Het regenwater wordt definitief aan de afwatering onttrokken door infiltratie, evapo(transpi)ratie en/of huishoudelijk gebruik, met aftrek van de hoeveelheden nodig voor het spoelen van het buizenet.

NB: De beoogde voorziening moet twee neerslagepisodes in 24 uur kunnen opnemen. Al naar gelang de afvoermogelijkheden moet hiermee rekening worden gehouden in de dimensionering.



VOORZIENINGEN VOOR REGENWATERBEHEER

De onderstaande tabel biedt een kort overzicht van de criteria waarop de keuze van een voorziening voor regenwaterbeheer wordt gebaseerd. Voor een meer gedetailleerde evaluatie verwijzen we naar "elementen voor een duurzame keuze".

De voorzieningen worden ingedeeld in drie categorieën. Deze zijn gebaseerd op hun hydraulische efficiëntie in de strijd tegen de overstromingen die worden veroorzaakt door intense neerslag van korte duur.






Voor elk kenmerk: □

- betekent dat de voorziening uitstekend voldoet
- betekent dat de voorziening maar een beetje voldoet
- betekent dat het criterium niet relevant is voor deze voorziening




VOORZIENINGEN VOOR REGENWATER-BEHEER OP HET PERCEEL	Hydraulische en hydrologische FUNCTIES						TECHNISCHE ASPECTEN			MILIEU-ASPECTEN			SOCIAAL-CULTURELE ASPECTEN		ECONOMISCHE ASPECTEN		
	Verzamelen	Transfer, Afremming	Buffering, Opslag	Infiltratie	Afvoer aan de oppervlakte	Evaporatie	Evapotranspiratie	Geschikt voor groene stad	Geschikt voor dichtbebouwde stad	Vereist een specifiek onderzoek van de plaats	Zuivert het afvloeiend water	Voedt de grondwaterlaag	Bevordert de biodiversiteit	Biedt architecturaal potentieel	Geschikt voor verschillende gebruiksdoeleinden	Zware investering	Vereist specifiek onderhoud
1. Voorzieningen die ondoorlatende oppervlakken beperken																	
Natuurlijk beplante bodem 	●	●	●	●	●	●	●	●	●	-	●	●	●	●	●	●	●
Doorlatende verharde terreinen 	●	●	●	●	-	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●



2. Voorzieningen die regenwater definitief aan de afvloeiing onttrekken

Infiltratiebekkens		●	-	●	●	-	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Infiltratieputten		-	-	●	●	-	-	-	●	●	●	●	-	-	-	●	●
Infiltratiebedden		●	●	●	●	-	●	●	●	●	●	●	-	●	●	●	●
Water- / biotop-bekkens		●	-	●	●	-	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Regenwatertank		-	-	●	-	-	-	-	●	●	-	●	-	-	-	●	●

3. Buffer- en afvoervoorzieningen met geregeld debiet

Groendaken		●	●	●	-	-	●	●	●	-	-	-	●	●	●	●	●
Geulen en buizen		●	●	-	-	-	●	-	●	●	-	-	-	●	●	●	●
Drainagebedden		●	●	●	-	-	●	●	●	●	●	●	-	-	-	●	●

ELEMENTEN VOOR EEN DUURZAME KEUZE

Wil men de juiste voorziening voor regenwaterbeheer op het perceel kiezen, moet men de plaats goed kennen. De volgende aspecten zijn van belang:

TECHNISCHE ASPECTEN

> De beschikbare ruimte

Omdat ze een relatief grote oppervlakte innemen, zijn opslagvoorzieningen in de open lucht vooral geschikt in een **groene stad** (stedenbouw in open gebied, stadsrand of platteland, achteruitbouw, tuinen, bouwvrije stroken, parken).

In de **dichtbebouwde stad** vormen de dichte bevolking en de bezetting van de grond een zware beperking. De aanleg van wateropvangende oppervlakken en ondergrondse opslagvoorzieningen geniet hier de voorkeur.

> De ruimte onder de grond

In alle gevallen moet een bijzondere aandacht worden besteed aan de ondergrond: de verschillende leidingen en concessies, funderingen, ondergrondse constructies, kelders, tanks, putten, enz. zijn allemaal elementen die meespelen.

Latere ingrepen moeten ook in rekening worden gebracht: ze mogen de werking van de voorzieningen en de continuïteit van de afwatering niet verstoren.

Kennis van de plaats:

- *De oppervlakte die de gebouwen in beslag nemen en de aanwezigheid van kelders of ondergrondse constructies nagaan.*
- *De vochtwering van de gebouwen controleren.*

> Weersomstandigheden: neerslagepisoden

Het uitgangspunt voor de uitvoering van om het even welk saneringssysteem zijn de neerslagepisoden en hun intensiteit op basis van hun duur. We onderscheiden de winterse neerslagepisoden, lang en aanhoudend, en de zomerse onweersbuien, plots, hevig en meestal van korte duur (zie Uitvoering).



> De topografie van de plaats

Aangezien water stroomt onder invloed van de zwaartekracht, is de topografie van het perceel van groot belang.

Als er hellingen zijn, werkt men het beste trapsgewijs met een overloopstroom, vooral bij voorzieningen die zich in de lengte of over een oppervlakte uitstrekken (geulen, greppels, bekkens, ...).

Kennis van de plaats:

- *De topografie van het perceel onderzoeken: hellingen en depressies, belemmeringen voor de afvloeiing van water, afvoerpunten (waarlangs het afstromend water het perceel verlaat).*
- *Niet vergeten dat water afvloeit onder invloed van de zwaartekracht...*

> De doorlatendheid van de bodem

De infiltratiemogelijkheden zijn afhankelijk van de doorlatendheid van de bodem. De natuurlijke bodem is meestal bedekt met een laag aanvulgrond van een bepaalde dikte en van wisselende aard. De doorlatendheid van die grond moet daarom op het terrein worden uitgetest op de plaats waar de toekomstige infiltratievoorziening komt (zie Uitvoering).

Kennis van de plaats:

- *Bestudeer de geologische en pedologische kaarten van Brussel voor een eerste benadering van de aanwezige grondsoorten (meestal zanderig en leemachtig).*
- *Ter plaatse testen.*

> De mogelijkheden voor een afvoerpunt

De voorzieningen voor regenwaterbeheer op het perceel zijn bestemd om het rioleringsnetwerk te ontlasten, maar in de meeste gevallen blijft een afvoerpunt noodzakelijk.

Dit kan het rioleringsnet zijn of het oppervlaktewater. In elk geval moet worden vermeden dat het regenwater afvloeit naar de naburige percelen of de openbare weg.

Als er geen enkele afvoermogelijkheid is, moet gekozen worden voor een infiltratietechniek met grote capaciteit en een groot opslagvolume (filterput).

Kennis van de plaats:

- *Het bestaande rioleringsnet natrekken: traject, niveau, type (gemengd of gescheiden).*
- *De situatie van het perceel onderzoeken in de zones met en zonder afwatering.*
- *De eventuele aanwezigheid van oppervlaktewater nagaan.*
- *De situatie van het perceel in het stroomgebied verifiëren (topografische kaart van Brussel).*

> Het grondwaterpeil

Dit is de belangrijkste parameter voor alle oplossingen met infiltratie. Eerst moet het hoogste grondwaterpeil bepaald worden. Dit kan in de lente rechtstreeks gebeuren via piëzometrie, of ook door observatie van de stagnatie van het water op de bodem van een pedologische observatiegreppel.

Om goed te kunnen functioneren, moeten de infiltratievoorzieningen zich in een niet-verzadigde omgeving bevinden, minimaal een meter boven het grondwaterpeil. Zoniet wordt de zuigspanning nihil, wat stagnatie van het water tot gevolg heeft.

Kennis van de plaats:

- *De positie en de schommelingen (om de tien jaar en om de vijftig jaar) van het grondwater nagaan.*
- *De bodemproeven eventueel vervolledigen door het plaatsen van piëzometers.*

MILIEUASPECTEN

> Biodiversiteit en luchtkwaliteit

Voorzieningen in de open lucht dragen allemaal in verschillende mate bij tot de biodiversiteit, in tegenstelling tot zuiver technische saneringsinstallaties. Vegetatie draagt eveneens bij tot de luchtkwaliteit omdat ze de lucht vochtig houdt door evapotranspiratie. Een aan elke voorziening aangepast beheer voorkomt dat er omstandigheden worden gecreëerd die gunstig zijn voor de ongecontroleerde ontwikkeling van insectenpopulaties.



> **Kwaliteit van het afvloeiingswater en kans op accidentele vervuiling**

Regenwater is meestal weinig vervuild. Tijdens het afvloeien neemt het onderweg echter deeltjes op. Als er op een verzameloppervlak een reële kans op vervuiling bestaat, moet stroomafwaarts een voorbehandeling worden voorzien, vóór infiltratie of teruggave aan het oppervlaktewater (bezinkingsbak, zandvangervang, slijkaafscheider, koolwaterstofscheider, olie- of vetafscheider, al naar gelang het type vervuiling; deze toestellen worden niet besproken in deze aanbeveling).

Kennis van het programma:

→ *De kans inschatten dat er vervuilende stoffen in de grond terechtkomen: geparkeerde wagens (olie), ruimte voor laden en opslag van producten (voeding, landbouwproducten, scheikundige of giftige stoffen, ...).*

> **Zuivering**

Regenwaterbeheer op het perceel, dat vooral afremming, buffering, infiltratie en integratie in de omgeving beoogt, heeft tevens een zuiverende rol via drie mechanismen:

- **Bezinking** in de buffervoorzieningen zodat het grootste deel van de verontreinigende stoffen uit het water kunnen worden gehaald;
- **Filtratie** via roostersystemen, lagen van drainerend materiaal en een bodem die de deeltjes kan tegenhouden, van de grootste tot de kleinste;
- **Fytoremediatie**, waarbij met behulp van bepaalde planten kan worden vermeden dat verontreinigende stoffen (met name zware metalen en organisch materiaal) zich ophopen op en in de bodem. Hierdoor kan de bodem zijn samenstelling en structuur behouden. Infiltratiesystemen waarbij het water wordt gefilterd via een humuslaag genieten de voorkeur.

ECONOMISCHE ASPECTEN

> **Onderhoud**

Het onderhoud van de voorzieningen voor regenwaterbeheer op het perceel is van essentieel belang voor het verzekeren van de doeltreffendheid en moet vanaf het ontwerp worden geïntegreerd. De voorzieningen moeten onderhoudsvriendelijk zijn en duidelijk worden beschreven voor appartements- of kantoorgebouwen.

Het handhaven van de hydraulische prestaties is een bijzonder aandachtspunt.

> **Kostprijs**

Een kostprijs bepalen is moeilijk zonder de lokale context van de inrichting te kennen. In het BHG ontbreekt het ook aan realisaties die als referentie kunnen dienen.

Saneren zonder of met zo weinig mogelijk buizen is over het algemeen goedkoper, net zoals de meest ongeunstelde oplossingen, die gebruik maken van de omgeving. Wat echter geldt op de schaal van een wijk of verkaveling is niet altijd overdraagbaar op een perceel.

Mogelijke besparingen liggen vooral in de diversiteit van het gebruik van voorzieningen, zoals grasdallen waar auto's kunnen parkeren, in een verbetering van de omgeving (zicht, lucht, geluid) en in het verminderen van de afvloeiing.

Belangrijke opmerking:

De hierna vermelde prijzen zijn slechts ter informatie. Ze betreffen werkzaamheden op een grotere schaal dan die waarover het in deze handleiding gaat. Ze geven echter wel een idee van de orde van grootte die kan worden gebruikt.



Techniek	Kostprijs	Onderhoud / reiniging
Grasdallen van beton	20 €/m ² (1) 24,42 tot 25,56 €/m ² (2)	
Extensief groendak (± 10 cm)	50 €/m ² voor de beplanting zonder plaatsing 96,00 tot 170,37 €/m ² (2)	
Intensief groendak (± 40 cm)	136,30 tot 184,57 €/m ² (2)	
Kanalen	22,95 tot 26,05 €/m (2)	
Droge bekens	12,00 tot 110,00 €/m ³ (landelijk tot stedelijk) (1)	0,40 tot 2,00 €/m ³ /jaar (1)
Waterbekken	11,70 tot 78,00 €/m ³ (1)	0,20 tot 0,60 €/m ³ /jaar (1)
Geulen	4,00 tot 20,00 €/m ³ opgeslagen of 15 tot 30 €/m (1)	Om de tien jaar schoonmaken (1) Maaien gazon 20 maal/jaar: 1,14 tot 3,69 €/m ² (2)
Regenwatertank		
Cellenstructuur	200,00 tot 300,00 €/m ³ (1)	0,40 tot 2,00 €/m ³ /jaar (1)
Bekkens in bestratingen	42,00 tot 87,00 €/m ³ (1)	0,60 tot 1,00 €/m ³ /jaar (1)
Infiltratieput	4,00 €/m ³ gesaneerde oppervlakte (1) Leveringen en plaatsing: 900,00 tot 1.300,00 Euro (3)	2,02 €/m ³ gesaneerde oppervlakte(1)
Drainerende sloten of grachten	39,00 tot 49,00 €/m ³ grondwerk + vullen + geotextiel(1)	0,40 tot 0,60 €/m ³ /jaar (1)

(1) *Kostprijs van de verschillende compenserende technieken (exclusief grondgebruik 2002) – bron Certu 2006*

(2) *Lijst van eenheidsprijzen van de UPA-BUA 2005*

(3) *www.Adoptafree.fr*

MAATSCHAPPELIJKE EN CULTURELE ASPECTEN

> Een veelvoud van gebruiken

De meeste voorzieningen voor regenwaterbeheer op het perceel kunnen worden gecombineerd met de andere functies van de betreffende oppervlakten, zoals ontspanning (watervlak, speelruimte, ...), verkeer (toegangswegen en paden voor voetgangers, auto's, fietsen, vrachtwagens, binnenpleinen, parkeerruimtes) en/of landschap (beplantingen, watertrajecten, ...).

Deze verscheidenheid in gebruik biedt bovendien een garantie voor het onderhoud.

> Maatschappelijk en cultureel draagvlak

Waterbeheer op het perceel brengt een verandering van gewoonten met zich mee voor de gebruikers en op de bouwplaats. Dit houdt in dat men het begrip sanering ruimer gaat zien dan louter snelle waterafvoer. Een pedagogische inspanning om het principe en de gebruiksbeperkingen in herinnering te brengen, is daarom welkom.

Regenwatersanering maakt de band tussen de watercyclus en de gemeenschappelijke verantwoordelijkheid zichtbaar en wordt dus een factor van "sociale samenhang".



DE JUISTE KEUZE MAKEN

> Volgorde van te ondernemen acties

Voorzieningen die het saneringsnet definitief ontlasten, moeten voorrang krijgen. In volgorde van belangrijkheid kunnen we de volgende voorzieningen weerhouden:

1. Ondoorlatende oppervlakken beperken om een directe insijpeling mogelijk te maken op de plaats zelf waar de regen op de grond komt. In dat geval komt de opvangruimte overeen met de actieve oppervlakte van de voorziening.
2. Regenwater dat van ondoorlatende oppervlakken afvloeit, opvangen om het te gebruiken of terug te brengen in de natuurlijke omgeving door gedwongen infiltratie. Opslagvoorzieningen dienen om het water bij te houden tijdens de duur van het infiltratieproces. In dat geval is de opvangruimte groter dan het actieve oppervlak van de voorziening.
3. Het water tegenhouden en geleidelijk laten afvloeien (met geregeld debiet) naar het rioleringsnet of het oppervlaktewater.

Ook oppervlakte-infiltratie via een biologisch actieve bodemlaag moet voorrang krijgen.

> Het verband met de context (structurele benadering)

De ingreep op het perceel zal des te relevanter zijn als hij aansluit op een groter saneringssysteem van regenwater, op schaal van een complex (gemeenschappelijk deel van een verkaveling, naaste omgeving van een gebouwencomplex) of, idealiter, op schaal van een klein stroomgebied.

> De verenigbaarheid met de afvalwatersanering

Traditioneel worden de saneringsnetten zodanig ontworpen dat ze gespoeld worden door het regenwater, dat op deze manier voor de afsluiting van geurafluiters zorgt. **Gescheiden beheer mag deze vereiste niet over het hoofd zien.**

UITVOERING – GEMEENSCHAPPELIJKE PUNTEN VOOR ALLE VOORZIENINGEN

PROGRAMMERING

> Wetgeving:

De gewestelijke stedenbouwkundige verordening (GSV) vermeldt het volgende:

- o **De inspringsstrook** wordt ingericht als tuintje met **beplanting in volle grond**. (...) Deze strook mag niet worden omgevormd tot parkeerruimte noch worden bedekt met ondoorlaatbare materialen, behalve de paden naar inkomdeuren en garagepoort (...)
- o Het **gebied met koeren en tuinen** bestaat voor minstens 50% van de oppervlakte uit doorlatende oppervlakte. Deze doorlatende oppervlakte bestaat uit volle grond en is beplant.
De volledige ondoorlatendheid van het gebied voor koeren en tuinen mag enkel om hygiënische redenen worden toegestaan, als het om een bescheiden oppervlakte gaat.
- o **Ontoegankelijke platte daken van meer dan 100 m²** moeten worden ingericht als groendaken.
- o Het **regenwater**, afkomstig van alle doorlaatbare oppervlakken, wordt opgevangen en afgevoerd naar een regenput, een vloeiveld of, bij gebrek daaraan, naar de openbare riolering.
- o Bij nieuwbouw is de plaatsing van een **regenput** verplicht, met name om een overbelasting van de riolering te vermijden. De minimumafmetingen van deze regenput bedragen 33 liter per m² dakoppervlak in horizontale projectie.

BRBHG van 21 november 2006 – GSV - Titel I HOOFDSTUK IV – NAASTE OMGEVING, artikels 11, 13 en 16
http://www.rru.irisnet.be/nl/IRRU_TIT%20I_FR-NL.pdf



> Voorafgaand onderzoek van de site

- o Informatie verzamelen op basis van de elementen voor een duurzame keuze.
- o Het infiltratievermogen van de bodem testen.

> Onderhoud

Als men een keuze heeft gemaakt voor de sanering van regenwater moet men zich twee vragen stellen:

- o Welk soort onderhoud vereist het?
- o Wie is verantwoordelijk voor dat onderhoud? (bewoner, eigenaar, mede-eigendom, ...)

VEREENVOUDIGDE DIMENSIONERING VAN DE INFILTRATIEVOORZIENINGEN

De bouwwerken kunnen worden gedimensioneerd aan de hand van de elementen hierna, zodat de nodige ruimte kan worden vrijgehouden.

Opdat de voorzieningen efficiënt zouden helpen om overstromingen te voorkomen, worden ze gedimensioneerd:

- o op basis van intense neerslag van korte duur,
- o voor een terugkeer naar de begintoestand (volledige afvoer) in minder dan zes uur,
- o om twee neerslaggebeurtenissen te kunnen absorberen in 24 uur.

> Eerste stap: berekening van het buffervermogen

Het buffervermogen is gelijk aan het volume (V) afvloeiingswater van de opvangoppervlakken die de voorziening voeden, voor een gegeven neerslaggebeurtenis, verhoogd met een veiligheidscoëfficiënt van 1,3:

$$V = S_r \times R \times Q \times 1,3 \text{ [mm of m}^3\text{]}$$

- S_r** = aanvoerende opvangoppervlakken in horizontale projectie [m²]
R = afvloeiingscoëfficiënt
Q = hoeveelheid invallende regen per vierkante meter [mm/m² of l/m²]

De **aanvoerende opvangoppervlakken** zijn daken, ondoorlatende en doorlatende verharde en in mindere mate beplante bodem.

Een **afvloeiingscoëfficiënt** kenmerkt elk van deze oppervlakken. Het is een gemiddelde grootte die sterk varieert volgens de aard van de grond, haar bedekking en aanvankelijke vochtigheid, de helling, de duur en de niet-lineaire intensiteit van de neerslag in de tijd.

De onderstaande tabel vermeldt de afvloeiingscoëfficiënten voor enkele vaak voorkomende oppervlakken, evenals een vereenvoudigde waarde voor intense neerslagepisoden.



Types oppervlak	Afvloeiingscoëfficiënt	
	Gemiddelde waarden voor gewone neerslag	Waarden voor intensieve neerslag ***
Daken*	0,8 tot 0,9	1
Hellend dak met pannen of leien**	0,75 tot 0,95	1
Hellend dak met geglazuurde pannen**	0,9 tot 0,95	1
Hellend dak met bitumen of kunststof**	0,8 tot 0,95	1
Plat dak met grind**	0,6	1
Plat dak met bitumen of kunststof**	0,7 tot 0,8	1
Extensief groendak****	0,4 tot 0,6	1
Intensief groendak****	0,1 tot 0,4	1
Waterdichte straatweg (met asfaltvoegen)*	0,7 tot 0,9	1
Straatweg met zandvoegen*	0,4 tot 0,7	1
Steenslag*	0,3 tot 0,5	1
Zandwegen en niet-bebouwde terreinen*	0,1 tot 0,3	0,3
Sportterreinen	0,2	0,3
Tuinen en parken*	0,05 tot 0,15	0,3
Bebouwd land, weiden, bossen*	0 tot 0,10	0,3

* Informatie meegedeeld door Dr. Ir. Archambeau – Toegepaste hydrodynamiek en hydraulische constructies – Ulg

** Waterwegwijzer voor architecten

*** Brochure Seine-Maritime

**** Argex

De **hoeveelheid invallende neerslag per vierkante meter** is gebaseerd op een lange reeks historische neerslaggegevens van het Koninklijk Meteorologisch Instituut gemeten in Ukkel.

Ukkel		DUUR										
		10'	20'	30'	1u	2u	6u	12u	1 d	2d	5d	10d
FREQUENTIES	1 jaar	6,6	8,8	10,3	12,9	30,2						
	2 jaar	8,3	11	12,7	15,8	19,2	25	29,6	35,5	43,6	60,5	81,4
	5 jaar	10,5	13,8	15,9	19,7	23,6	30,5	35,7	42,4	51,7	70,9	94,5
	10 jaar	12,1	16	18,4	22,6	27,1	34,6	40,4	47,7	57,8	78,8	104,5
	20 jaar	13,8	18,1	20,8	25,6	30,5	38,8	45	53	64	86,7	114,6
	50 jaar	16	21	24,1	29,5	35	44,3	51,3	60,1	72,2	97,3	127,9
	100 jaar	17,7	23,2	26,6	32,5	38,5	48,5	56	65,5	78,5	105,3	138
	200 jaar	19,4	25,4	29,1	35,5	42	52,8	60,7	70,8	84,7	113,3	148,2

Hoeveelheid invallende neerslag per vierkante meter (l/m^2 of mm/m^2) op basis van de frequentie en de duur van de neerslaggebeurtenis – bron: KMI 2006

Praktisch voorbeeld

- De voorste dakhelling van een woning, met een oppervlakte van 24 m², is aangesloten op een infiltratievoorziening gelegen in een inspringstrook. Het doel is een om de honderd jaar weerkerende neerslaggebeurtenis van 60' te absorberen. Het buffervermogen zal in de eerste benadering als volgt worden geraamd:

$$V = 24 \text{ m}^2 \times 1 \times 32,5 \text{ mm/m}^2 \times 1,3 = 1.014 \text{ mm} (= 1,014 \text{ m}^3)$$



> Tweede stap: berekening van het infiltratiedebiet

Het infiltratiedebiet wordt gedimensioneerd op basis van de infiltratieoppervlakte en de infiltratiecapaciteit van de grond.

$$D = S_i \times K \text{ [mm/u]}$$

S_i = voor infiltratie bestemde oppervlakte in horizontale projectie [m²]

K = infiltratiecapaciteit [mm/u]

De oppervlakte bestemd voor infiltratie wordt voorlopig bepaald aan de hand van de lokale mogelijkheden. Ze kan worden herzien op basis van de berekeningsresultaten. Zowel voor open als voor ondergrondse infiltratievoorzieningen moet de horizontale oppervlakte van het systeem als infiltratieoppervlak in aanmerking worden genomen.

De infiltratiecapaciteit van de grond komt overeen met zijn doorlatendheid, voor zover de andere infiltratievoorwaarden vervuld zijn (diepte van de grondwaterlaag, ondergrond, ... zie boven: Elementen voor een duurzame keuze). Een grootteorde voor de infiltratiecapaciteit van verschillende grondsoorten wordt in de onderstaande tabel gegeven. Een doorlatendheidstest van de bodem is niettemin noodzakelijk omdat de aard van de toplaag kan variëren.

Grondsoort	Infiltratiecapaciteit in mm/u
Grof zand	500
Fijn zand	20
Leemachtig fijn zand	11
Lichte zavel	10
Löss	6
Veen	2,2
Leem	2,1
Lichte klei	1,5
Matig zware klei	0,5
Kleiige leem	0,4

Infiltratiecapaciteit voor verschillende grondsoorten volgens de "Waterwegwijzer voor architecten"

Praktisch voorbeeld (vervolg)

- De infiltratievoorziening in de inspringstrook strekt zich uit over een **oppervlakte van 12,00 m²** (4,00 m x 3,00 m). Een infiltratieproef gaf een doorlatendheid van de grond van 20 mm/h. Het afvoerdebiet van de voorziening wordt als volgt berekend:

$$D = 12,00 \text{ m}^2 \times 20 \text{ mm/u} = 240 \text{ mm/u}$$

> Beheer van de dikte van de waterschijf

Dit is de gemiddelde diepte van de afgraving van de grond, nodig om het buffervermogen te garanderen. Als deze diepte te groot is, moet het infiltratieoppervlak worden vergroot en/of een infiltratiebed worden geïntegreerd onder de voorziening in de open lucht.

$$\text{Waterschijf} = V / S_i \text{ [mm]}$$

Het gebruik van een voorziening in ingebede bekkens (concentrische trapbreedtes) biedt de mogelijkheid om de infiltratieoppervlakte uit te breiden op basis van de omvang van de neerslagepisoden, terwijl een te grote diepte van de waterlaag rondom wordt vermeden.

Praktisch voorbeeld (vervolg)

- Waterschijf = 1014 mm / 12 = 84,5 mm**



> Controle van de duur van de lediging

Een infiltratievoorziening is doeltreffend als ze in 6 uur of minder leegloopt. Zo is ze opnieuw beschikbaar voor nieuwe neerslag. Een snelle lediging maakt de infiltratiebekkens beschikbaar voor complementair gebruik.

$$T = V / D$$

Praktisch voorbeeld (vervolg)

- $T = 1.014 \text{ mm} / 240 \text{ mm/u} = 4,225 \text{ uur}$

TEST VAN DE INFILTRATIECAPACITEIT

De infiltratiecapaciteit van een bodem kan bepaald worden aan de hand van een eenvoudige test.

> Voorbereidingen:

- Graaf een put tot op de diepte waarop de infiltratievoorziening zal worden aangelegd. De bodem van de put moet perfect vlak zijn. De doorsnede is afhankelijk van een gemakkelijke uitvoering op basis van de diepte (bijvoorbeeld 0,40 x 0,40 voor een diepte van 0,50 m).
- Bedek de bodem van de put met fijn grind van 1 à 2 cm om slijkvorming te vermijden.
- Plaats een peilstok vanaf de bodem van de put (bijvoorbeeld een duimstok vastgemaakt op een houten lat die in de bodem van de put wordt geplaatst).

> Vooraf bevochtigen:

- Aangezien een droge bodem water sneller absorbeert dan een natte, moet de put vooraf nat worden gemaakt gedurende ongeveer 1 uur. Zorg ervoor dat hij in deze tijdspanne niet opdroogt. Deze handeling geeft een realistischer resultaat. Vul de put vervolgens met water.

> Test:

- Vul de put met water tot een hoogte van 20 tot 25 cm.
- Noteer het uur en het niveau van het water in een tabel.
- Controleer het daaropvolgende uur elke tien minuten het waterpeil en noteer het resultaat. Bij bodems met een slechte doorlatendheid, de meetperiode verlengen met 30 tot 60 minuten.

Praktisch voorbeeld:

Acties	Uur	Infiltratieduur in minuten	Waterpeil in het graafwerk in cm	Verandering van het waterpeil in cm
Meting van het peil	10:28	–	22,5	–
Meting van het peil	10:38	10	17,0	5,5
Vullen met water	–	–	–	–
Meting van het peil	10:40	–	24,0	–
Meting van het peil	10:50	10	19,0	5,0
Vullen met water	–	–	–	–
Meting van het peil	10:54	–	21,0	–
Meting van het peil	11:05	11	16,0	5,0
Totalen	–	31	–	15,5

> Bepalen van de infiltratiegraad:

$$\text{Infiltratiegraad} = \frac{\square \text{ verandering van het waterpeil [cm]}}{\square \text{ infiltratieduur [min]}} = \frac{31}{15,5} = 0,5$$

Praktisch voorbeeld:



> Analyse van de meetresultaten

Met dit overzicht en de verkregen meetresultaten kan worden bepaald of het oppervlak een voldoende infiltratie van regenwater biedt.

Infiltratiegraden [cm/min]	Coëfficiënt k [m/s]	Mogelijk type infiltratie
< 0,03	$< 5 \cdot 10^{-6}$	Geen enkele infiltratie mogelijk
0,03 < 0,12	$5 \cdot 10^{-6} < 2 \cdot 10^{-5}$	Oppervlakte-infiltratie mogelijk
0,12 < 30	$2 \cdot 10^{-5} < 2 \cdot 10^{-3}$	Ideale plek voor alle types infiltratie
30	$5 \cdot 10^{-3}$	Geen enkele infiltratie toelaatbaar. Door de hoge doorlatendheid bestaat er een kans op contaminatie van het grondwater.

Analyse: $0,12 < 0,5 < 30$ = zone geschikt voor elk type infiltratie

> Equivalenties

$k = 5 \cdot 10^{-6}$ m/s	50 l/s ha	18 mm/u
$k = 2 \cdot 10^{-5}$ m/s	200 l/s ha	72 mm/u
$k = 5 \cdot 10^{-3}$ m/s	50000 l/s ha	18 m/u

VOORONTWERP

> Tekenen van de voorzieningen op plannen en doorsneden

- o Controleer de keuze van de opties
- o Maak gebruik van watertrajecten als ontwerpelement
- o Bepaal niveaus, profielen en hellingen voor de afvloeiing door zwaartekracht

STEDENBOUWKUNDIGE VERGUNNING

> Vermeld op de plannen de gebruikte middelen om te voldoen aan de GSV en eventuele andere strengere voorschriften.

UITVOERINGSDOSSIER

> Detailplannen

- o Let op de details van de aansluiting tussen voorzieningen (toevoer en afvoer van water)
- o Voer voor grotere oplossingen hydraulische proeven uit, op maquette of op ware grootte.

> Technische studie

- o Een studie bureau kan een meer gedetailleerde studie maken, met inbegrip van de berekening van het lekdebiet.

> Bestek

- o Beschrijf de voorzieningen in het bestek.

> Coördinatie

- o Zorg ervoor dat de waterwegen effectief vrij zijn zonder interferentie van andere technische installaties, met inbegrip van de ondergrond op de plaats van de buffer- en infiltratievoorzieningen.

BOUWPLAATS EN UITVOERING

- o Controleer alle uitvoeringsfasen (grondwerken, niveaus, materialen, afmetingen, ...)



OPLEVERING EN INGEBRUIKNAME

- o Test de gerealiseerde voorziening

UITVOERING – SPECIFIEKE PUNTEN VOOR ELKE VOORZIENING

NATUURLIJKE BEPLANTE BODEM

> Beschrijving

Met beplanting bedekte volle grond.

> Hydrologische en hydraulische functies



Een vegetatiedek op natuurlijke bodem beperkt de afvloeiing sterk door drainage, evaporatie (10% tot 25% van het opgevangen water), evapotranspiratie (varieert al naar gelang het type vegetatie) en percolatie (20% tot 50% van de neerslag). Op een grasoppervlak vloeit dus slechts 20% van de invallende neerslag af terwijl op een ondoorlaatbaar oppervlak (weg, terras, dak, ...) 90% afvloeit.

Het wortelsysteem verbetert de doorlatendheid van de bodem en speelt een belangrijke filterende rol door bijvoorbeeld het teveel aan stikstof te absorberen.

Verdeling van het water van invallende regen op een natuurlijke bodem

Het afvloeiende deel water wordt kleiner naarmate de vegetatie overvloediger en gestructureerd is.

De onderstaande tabel vermeldt de afvloeiingscoëfficiënten voor verschillende bodembedekkingen.

Types oppervlak	Afvloeiingscoëfficiënt Gemiddelde waarden*
Steenslag	0,3 tot 0,5
Zandwegen en braakliggende terreinen	0,1 tot 0,3
Tuinen en parken	0,05 tot 0,15
Bebouwd land, weiden, bossen	0 tot 0,1

* Informatie meegedeeld door Dr. Ir. Archambeau – Toegepaste hydrodynamiek en hydraulische constructies – Ulg

> Toepassingen

- o Inrichting van tuinen, inspringstroken en naaste omgeving
- o Gedifferentieerd beheer van grasvelden
- o Verbetering van de prestaties van een infiltratiesysteem in de open lucht

DOORLATENDE VERHARDE ZONES

> Beschrijving

Doorlatende bodembedekkingen bestaan uit materialen die een poreuze laag vormen, ofwel door hun structuur op zich, ofwel door hun manier van samenvoegen. Met deze materialen kunnen watervrije stabiele loopvlakken worden gerealiseerd, die bruikbaar zijn voor voetgangers en voertuigen.

Ze bestaan in de vorm van grind, dolomiet, bestrating met brede voegen, doorlaatbare bestrating, grasdallen in beton of polyethyleen of andere, mulch, houtspaanders, ...



> Hydrologische en hydraulische functies

Al naar gelang de eigen kenmerken en die van de grond, kan een doorlatende bedekking de invallende regen opvangen, maar ook zorgen voor de buffering, infiltratie, evapotranspiratie (bij vegetatie), en transfer van de afvloeiing.

> Toepassingen

Opritten, parkeerterreinen, koeren, terrassen, tuinwegen, ...

> Uitvoering

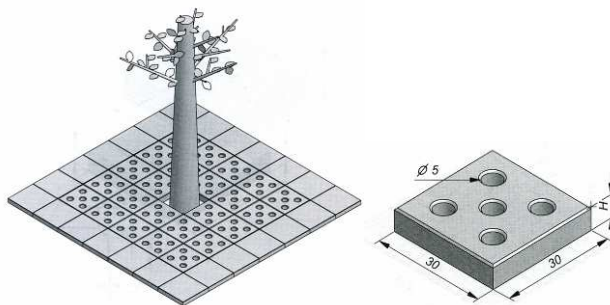
- o De **fundering** moet aan de infiltratiefunctie worden aangepast. Ze bestaat uit een dragende bedding (kiezel, puin, steenslag, steengruis – dikte 20 tot 60 cm) en een plaatsingsbed (fijn grind of lava 3/10, mengeling zand/puin 0,5 mm – dikte 3 tot 4 cm).
- o Het terrein moet zodanig worden aangelegd dat het **afhelt** naar een aanvullende afvoer (infiltratie in de berm, filterende of drainerende greppel).
- o Als de **grond heel doorlatend is** (> 200 mm/u), kan men een ondoorlatend oppervlak laten afvloeien naar een doorlatend oppervlak.
- o Het **grondwaterpeil** moet zich minstens op een diepte van 0,7 m onder het infiltratieniveau bevinden.
- o Laat geen **zwaar** verkeer toe op het oppervlak. Dit heeft een verdichting van de grond tot gevolg, wat de doorlatendheid vermindert.
- o Doorlatende vloerbedekkingen zijn niet aangewezen als er een kans bestaat op **vervuiling** (laden en lossen van giftige stoffen, olie, ...).
- o Bij **vorstgevoelige grond** kan alleen een doorlatende vloerbedekking worden overwogen als de fundering onder de vorstindringdiepte ligt (0,80 m onder het grondniveau) en het grondwater zich op meer dan 1,40 m diepte bevindt.

De onderstaande tabel geeft de vorstgevoeligheid aan van enkele grondsoorten.

Grondsoorten	Vorstgevoeligheid
Middelgroot of grof zand	Geen
Fijn zand	Middelmatig
Klei, leem	Hoog

> Onderhoud

- o Onkruid wordt met de hand of met een biologische onkruidbestrijder verwijderd, of verbrand. Het gebruik van pesticiden is uitgesloten omdat dit het grondwater vervuult.
- o Strooizouten mogen niet worden gebruikt.



Boordstenen rond bomen – bron Ebema



> De verschillende doorlatende verharde terreinen



Grind

(Cr: 0,3 tot 0,5 – K:)

Bedekking uit keien in natuursteen of gewassen rolkeien. De dikte en korrelgrootte van de bekleding hangen af van de te dragen belasting. Grind is eenvoudig in gebruik en goedkoop. Gaten die zich vormen door de regelmatige doortocht van voertuigen kunnen gewoon worden gevuld door nieuw grind aan te voeren.

Grind is niet bestand tegen intensief verkeer.



Dolomiet

(Cr: - K:)

Een doorlatende dolomietbedekking is een mengeling van dolomiet met grove korrel (liefst 5/15 of 2/20), cement, aanmaakwater en eventueel kalk. Geotextiel verhindert de vermenging van de lagen, evenals begroeiing.

Dolomiet is niet bestand tegen frequent autoverkeer.



Bestrating met verbrede voegen

(Cr: 0,2 tot 0,7 - K: 10-4 m/s of 36 mm/u)

Betontegels of tegels in natuursteen met relatief brede voegen (2 tot 3,5 cm) worden geplaatst met behulp van afstandhouders en gevuld met fijn grind of grof zand om een voldoende doorlatendheid te verzekeren.

De doorlatendheid vermindert als de voegen begroeid raken.

De bestrating moet worden uitgevoerd in een dwarse helling zodat het overtollige water in de berm kan infiltreren.



Doorlatende bestrating

(Cr: - K: min. $4 \cdot 10^{-2}$ m/s of 14,4 mm/u)

Geperforeerde tegels met geultjes onderaan die het water afvoeren. Eventueel verstopte gaten kunnen worden vrijgemaakt met een hogedrukreiniger. Er bestaan ook heel poreuze tegels die water doorlaten, maar ze hebben minder draagkracht en zijn bijzonder vorstgevoelig. De bestrating moet worden uitgevoerd in een dwarse helling zodat het overtollige water in de berm kan infiltreren.



Grastegels

(Cr: 0,1 - K: groter dan de bodem)

Grastegels hebben uitsparingen gevuld met teelaarde die met graszaad worden ingezaaid. Ze liggen op een onderlaag (bv. teelaarde + geëxpandeerde argexkorrels) en een grindfundering. Al naar gelang het model wordt 35% tot 65% van de oppervlakte ingenomen door gras.

Ze zijn bijzonder geschikt voor hellingen en parkeerplaatsen. Het gras moet wel worden gemaaid.

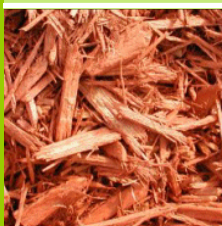


Grastegels / grind in polyethyleen

(Cr: - K:)

Polyethyleentegels worden vervaardigd uit gerecycleerde polyethyleen met hoge dichtheid. Ze worden langs de binnenkant met elkaar verbonden en vormen zo een raster dat wordt gevuld met grind of met aarde dat met graszaad worden ingezaaid. De openingen zijn goed voor 95% van het oppervlak, zodat de tegels nagenoeg onzichtbaar worden.

De grastegelelementen zijn bijzonder licht en robuust, wat hun plaatsing vergemakkelijkt. Ze zijn bestand tegen licht verkeer (parking).



Mulch, houtspaanders

(Cr: - K:)

Ook verhakseld hout, zoals gebruikt om de grond tussen beplantingen te bedekken, kan als grondbedekking worden aangewend. Aangezien het om een natuurlijk product gaat dat degradeert, moet het regelmatig worden vernieuwd. Het wordt vooral gebruikt voor tuinpaden en vergelijkbare wegen en is niet bestand tegen autoverkeer.



INFILTRATIEBEKKENS / BUFFERBEKKENS

> Beschrijving

Infiltratiebekkens zijn bouwwerken in de open lucht die ontworpen worden voor de tijdelijke opvang en infiltratie in de grond van het water dat in een gegeven neerslagepisode van de ondoorlatende oppervlakken van het perceel afvloeit. Het water bevindt zich er dus tijdelijk.

Op een perceel kunnen infiltratiebekkens verschillende vormen hebben:

- o min of meer uitgestrekte depressie, met gras begroeid,
- o geul of gracht als de depressie zich in de lengte uitstrekt,
- o wadi* (Nederland) als een geul is aangesloten op een filtrerende sloot
- o een gracht met inheemse beplanting,
- o een ingezonken, doorlatend, verhard terrein.

() Het woord "wadi" betekent vallei in het Arabisch. In woestijnvalleien staan rivieren de meeste tijd droog. Ze worden enkel echte rivieren als ze worden gevoed door hevige neerslag.*

> Hydrologische en hydraulische functies

Tijdelijke opslag en infiltratie van regenwater. Het bekken loopt leeg door evaporatie en evapotranspiratie.

NB: bekkens die zich in een bodem bevinden die geen water doorlaat, worden met een geregeld debiet afgevoerd naar een afvoerpunt. In dat geval spreken we van bufferbekkens.

> Toepassingen

Bekkens, goten, wadi's en Engelse putten kunnen gemakkelijk in een groene stad worden geïntegreerd in berm, tuinen en inspringstroken. De ruimte die ze innemen, is geïntegreerd in de inrichting van de omgeving en niet beperkt tot een louter hydraulische en hydrologische functie. Ze kan bijvoorbeeld als speelterrein worden gebruikt.

> Realisatie

- o **De vorm** is afhankelijk van de grootte (zie boven), de beschikbare ruimte en de eventuele aanwezigheid van een infiltratiegebied (zie hieronder).
- o **Toevoer:** als al het water naar een zelfde waterweg stromt, moet deze worden verhard om bodemerosie te vermijden (zie kanalen).
- o **Opslaggebied:** de taluds van de bekkens en goten hellen lichtjes af. Ze kunnen ook in ingebiede profielen (opeenvolgende treden) worden gerealiseerd. Steile hellingen moeten worden versterkt.
- o **Infiltratiegebied:** om de opslagcapaciteit te verhogen en te vermijden dat er permanent plassen staan die het gebruik van het terrein belemmeren, kan een infiltratiebed worden gecombineerd met een ondergronds infiltratiebekken.
- o Wanneer infiltratie niet mogelijk of onvoldoende is, moet een goot, sleuf of draineerbuis worden geplaatst op de bodem van de opslagzone om het water naar het afvoerpunt te leiden.
- o **Een noodoverloop** moet worden voorzien via een zijdelingse overstort of in een speciale opening of kanaal, naar een afvoerpunt (riool of oppervlaktewater).
- o **Begroeiing:** moet bestand zijn tegen tijdelijke overstromingen en het hoofdgebruik van het terrein mogelijk maken, naast zijn hydraulische en hydrologische functies.

> Onderhoud

Net zoals de begroeiing is het onderhoud afhankelijk van het hoofdgebruik van het terrein.

- o Beplante bekkens: tweemaal per jaar maaien.
- o Grasvelden voor spel en ontspanning: regelmatig maaien (ongeveer 20 keer per jaar), de maaresten afvoeren.
- o Bladeren en eventueel afval weghalen.
- o De infiltratiecapaciteit permanent controleren.
- o Schoonmaken in geval van vervuiling of dichtslibbing.



> De verschillende soorten bekkens



“Droge” grasbekkens

Geïntegreerd binnen een woningencomplex, kan een droog bekken bijvoorbeeld vooral worden gebruikt als speelruimte voor kinderen. In dat geval moet het gras bestand zijn tegen water en getrappel.

Foto: woningencomplex Kupperbusch - Emscher Park - Duitsland



Gewone laagte

Het water wordt ernaartoe geleid met behulp van kanaaltjes in hard materiaal om bodemerosie te voorkomen.

Dit type bekken kan bijvoorbeeld worden aangewend in een inspringstrook aan de voet van een dakafvoerpunt.

Foto: tuinwijk in Gelsenkirchen - Emscher Park - Duitsland



Geulen en grachten

Een geul is een brede en ondiepe gracht, met zacht hellende oevers.

Het water wordt erin vervoerd, ofwel met behulp van kanalisatie ofwel rechtstreeks door afvloeiing van de naastliggende oppervlakken.

Foto: Vaubanallee in Freiburg im Breisgau - Duitsland



Beplante sloten

Hun functie is vooral een landschappelijke versterking van de biodiversiteit.

Ze kunnen beplant worden met inheemse soorten met een grote ecologische amplitude, die het niet erg vinden om af en toe onder water te staan, zoals bijvoorbeeld: rietgras (*Phalaris arundinacea*), harig wilgeroosje, iris (esthetisch aspect en bloeitijd), hangende zegge.

Foto: iris



Ingezonken verharde terreinen

Het betreft vooral oppervlakken met gemengd gebruik (pleintjes, parkeerterreinen, enz.), waarop bij uitzonderlijk hevige neerslag een tijdelijke waterlaag mag blijven staan.

Foto: Vaubanwijk in Freiburg im Breisgau - Duitsland



INFILTRATIEPUTTEN

> Beschrijving

Infiltratieputten zijn vervaardigd uit betonnen elementen die een opslagholte vormen waaronder filtrerende lagen worden gelegd. Het water infiltreert in de grond via de bodem en de zijwanden van de voorziening.

We onderscheiden de “klassieke infiltratieput” en de “geïntegreerde infiltratieput”.

> Hydrologische en hydraulische functies

Infiltratieputten zijn ontworpen om afvloeiend water van een neerslaggebeurtenis snel te absorberen en in de grond te infiltreren.

Ze kunnen ook dienen als laatste afvoerpunt van een systeem in de open lucht, dat uitzonderlijk als noodoplossing dienst doet.

> Toepassingen

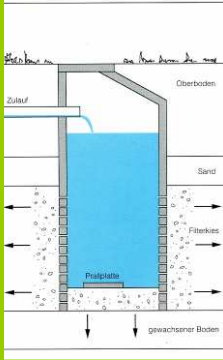
Dit systeem is geschikt voor de dichte stad als de beschikbare oppervlakken beperkt zijn of als de doorlatendheid van de grond niet volstaat. Ondanks de kleine oppervlakte kan het veel water opvangen.

> Realisatie

- o Een infiltratieput is alleen een optie als het grondwaterpeil diep genoeg ligt (minimaal 1 m onder het infiltratieniveau).
- o De ondergrond moet voldoende doorlatend zijn zonder gevaar voor een snelle instorting (lokale bijzonderheden en verdichting van de ondergrond);
- o Inplanting: de put in het lage gedeelte van het terrein plaatsen, op een afstand van de woningen die minstens gelijk is aan de diepte van de put.
- o De nabijheid van omvangrijke begroeiing vermijden (de wortels kunnen de put beschadigen)
- o Bij nieuwbouw, de put op het einde van de werkzaamheden plaatsen om verstopping te vermijden.
- o De doorlatende zijwanden worden mee in aanmerking genomen bij de dimensionering.

> Onderhoud

- o De put moet gemakkelijk toegankelijk blijven voor een regelmatige controle en onderhoud.
- o De put tweemaal per jaar reinigen (bij voorkeur na het vallen van de bladeren).
- o De filtrerende laag vernieuwen als de infiltratiecapaciteit vermindert (permanent water in de bezinkput 24 uur na regenval).



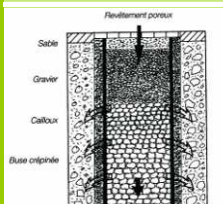
“Klassieke” filterput

De put wordt voorafgegaan door een voorziening die afval, slijk, drijvende voorwerpen, enz. tegenhoudt (bezinkingsbak + olieafscheider of bezinkput met sifonaansluiting; ...).

De opslagruimte is vrij. De put is bedekt met een grote, vergrendelde inspectieopening, aangepast aan het gebruik van het oppervlak (voetgangers, voertuigen, ...).

Op de bodem van de put wordt een filtrerende laag gelegd. Ze bestaat uit rivierzand en grote keien bedekt met een geotextiel vilt om het te beschermen tegen dichtslibben. Dit vilt kan worden vervangen, gereinigd, hergebruikt, ...

Illustratie: “Naturnaher Umgang mit Regenwasser”



Geïntegreerde filterput

De ingebouwde filterput wordt geplaatst op het laagste punt van een verhard of ondoorlatend oppervlak, en vangt het daarvan afvloeiend water op via een poreuze bekleding om te infiltreren in de grond. De opslagholte bestaat uit grind in een grove korrel.

Illustratie: Jérôme Chaib in “Regenwater – geïntegreerd beheer”






INFILTRATIEBEDDEN / DRAINEERBEDDEN

> Beschrijving

Infiltratie- en draineerbedden zijn vergelijkbaar met ondergrondse bekkens, maar zijn gevuld met poreuze materialen. Ze onderscheiden zich nochtans door hun hydraulische en hydrologische functies.

Ze kunnen de vorm aannemen van geulen, bedden of infiltratieputten al naar gelang ze in de lengte, op de oppervlakte of in de diepte worden aangelegd.

Ze bestaan uit materialen die worden gekenmerkt door hun aard, hun leegloopcoëfficiënt die hun opvangvermogen voor water bepaalt, en hun weerstand tegen verdichting (draagvermogen) die hun sterkte en toepassingsgebied bepaalt. De onderstaande tabel geeft drie gangbare voorbeelden.

POREUZE MATERIALEN		Leegloopcoëfficiënt	Toepassingsgebieden	Kostprijs (indicatief)
Materialen in natuursteen (grind, keien,...) Illustratie:		30%	Alle verkeerstypes	65,00 tot 85,00 €/m ³ grondwerk + opvulling + geotextiel
Steenachtige materialen (argex) Illustratie: Argex		45% (+ 43% in de granulaatstructuur, d.i. 68% in totaal)	Alle verkeerstypes	80,00 tot 114,00 €/m ³ grondwerk + opvulling + geotextiel
Cellenstructuren Illustratie: Wavin		95%	Alle verkeerstypes	200,00 tot 300,00 €/m ³

Infiltratiebedden zijn omhuld met een geotextiel dat het poreuze materiaal en de omringende grond gescheiden houdt en het water toch laat filteren, terwijl draineerbedden omhuld zijn met een dicht geomembraan.

> Hydrologische en hydraulische functies

Infiltratie- en draineerbedden zijn ontworpen om snel het afstromend water van een neerslaggebeurtenis te absorberen.

Ze worden gevoed door infiltratie doorheen het doorlatende oppervlak dat hen bedekt, door overstroming van het regenwaternet via een draineerbuis, of door directe afvloeiing via de lozingsmonden (kolken).

Ze onderscheiden zich door de afvoerwijze, zoals hun naam aangeeft:

- In een infiltratiebed wordt het water afgevoerd door infiltratie in de grond.
- In een draineerbed wordt het water afgevoerd door afwatering met geregeld debiet naar een afvoerpunt.

> Toepassingen

Infiltratiebedden kunnen worden aangelegd onder verharde, doorlatende oppervlakken (opritten, voetpaden, parkeerterreinen, koer, enz.) of groene terreinen.

Ze zijn vooral aangewezen:

- als de beschikbare oppervlakken voor een verscheiden gebruik zijn bestemd.
- als de grond weinig doorlatend is.

Infiltratiebedden zijn aangewezen:

- in gevallen waar het grondwaterpeil te hoog is voor een infiltratieput.

Infiltratiegeulen zijn aangewezen:



- o onder greppels om het absorptievermogen ervan te vergroten (wadi)
- o langs verharde oppervlakken om de afvloeiing ervan op te vangen (parkeerterreinen, straten, ...)

> Realisatie

Alle bedden

- o Neem een minimale afstand ten opzichte van de bomen in acht, gelijk aan de straal van de kruin van de volwassen boom.
- o Bouw niet boven infiltratie- of draineerbedden.

Infiltratiebedden

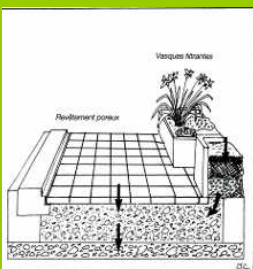
- o Het grondwaterpeil moet zich minstens 1 meter onder het systeem bevinden.
- o Neem een afstand van 6 m in acht ten opzichte van kelders zonder dichting.
- o Het infiltratiebed wordt omhuld door geotextiel.
- o Hoewel ze doorlatend zijn, worden de wanden van een infiltratievoorziening niet meegerekend in het infiltratieoppervlak. In geval van een verminderde doorlatendheid van de bodem moeten deze wanden de infiltratiecapaciteit op peil houden.

Een draineerbed is omhuld door een geomembraan en het afvoerpunt bestaat uit een mangat, een afvoerdraineerbuis, een noodoverloop en een regelorgaan.

> Onderhoud

Het binnenste van de structuur is moeilijk of zelfs niet toegankelijk. Het onderhoud is beperkt tot het voorkomen van verstopping door een verzorgde uitvoering en een toezicht op de oppervlakken, of zelfs het vervangen van de structuur (uitvoerbaar bij gleuven).

> De verschillende soorten bekkens



Infiltratiebed

Het infiltratiebed hiernaast ligt direct onder een doorlatende betegeling.

Als het regenwater naar het infiltratiebed wordt geleid door een leiding of goot, wordt de voorziening voorafgegaan door een bezinkput en het water verdeeld in het bed met behulp van een draineerbuis die in het bovenste deel van de gleuf wordt geplaatst.

Illustratie: J. Chaib in "Regenwater – geïntegreerd beheer"

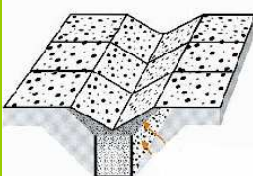


Infiltratiegreppel

De toevoer naar een infiltratiegreppel kan gebeuren door directe afvloeiing naar de bodem van een kleine gleuf of door overloop van het regenwatersnet via een draineerbuis in de greppel.

Deze voorziening is geschikt voor vlakke of licht hellende terreinen (parkeerterreinen, ...). Bij een sterkere helling wordt de greppel in de lengte met schotten opgedeeld.

Illustratie: Wohnsiedlung Schönebeck Essen (D) in "Bauen mit dem Regenwasser"



Infiltratiegreppel in een "wadi"

Het woord "wadi" betekent vallei in het Arabisch. In woestijnvalleien staan de rivieren de meeste tijd droog. Alleen bij hevige regen worden ze echte rivieren.

In Nederland is een wadi een greppel verbonden met een filtrerende of drainerende sloot die de meeste tijd droog blijft.

Illustratie: schema van een greppel met infiltratiebed adopta





Draineerbed

Een draineerbed onderscheidt zich van een infiltratiebed door het ondoorlatend membraan en de ligging van de draineerbuizen die het vastgehouden water afvoeren naar een afvoerpunt.

Illustratie: bufferwerk in Arenberg Leuven – Documentatie argex

WATERBEKKENS

> Beschrijving

Waterbekkens zijn voorzieningen die een permanente minimale waterlaag van 1 meter behouden. Ze kunnen erg verschillende vormen aannemen, van stedelijk reservoir tot tuinvijver.

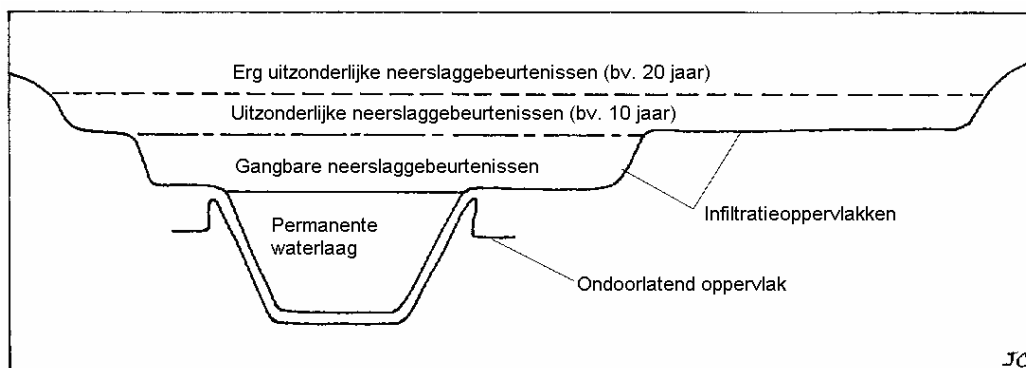
De bodem is ondoorlatend gemaakt met een geomembraan, tenzij het bekken in contact is met het grondwater.

Elk waterbekken bestaat uit een ecosysteem waarin begroeiing noodzakelijk is.

> Hydrologische en hydraulische functies

- Opslag van verzameld regenwater, overeenkomstig de toegelaten hoogte van de waterstand boven de permanente waterlaag;
- Trage teruggave van het water, door verdamping, evapotranspiratie en infiltratie rondom;
- Als infiltratie rondom niet mogelijk is, gebeurt de afvoer met geregeld debiet naar een afvoerpunt.
- Omdat de aanwezige beplanting organisch materiaal en zware metalen opneemt, hebben waterbekkens eveneens een zuiverende rol voor afstromend water.

Principeddoorsnede van een waterbekken:



Bron: regenwater – Geïntegreerd beheer, J. Chaïb

> Toepassingen

Waterbekkens kunnen zowel in een groene als in een dichte stad worden gerealiseerd. Omdat ze aanpasbaar zijn aan de vorm van de omgeving waarin ze moeten worden geïntegreerd, vormen ze volwaardige architecturale elementen.

> Realisatie

- **Veiligheid:** men moet vermijden dat het bekken een gevaar vormt, in het bijzonder voor kleine kinderen. Daarom kan het bekken bijvoorbeeld worden uitgevoerd in in elkaar passende profielen zodat de diepte bij de oevers altijd laag is, ongeacht het waterniveau.
- **De ondoorlatendheid van het watergedeelte van het bekken** moet perfect zijn, tenzij het in contact is met het grondwater.



- **Watertoevoer:** dimensionering van het watergedeelte op basis van de gangbare neerslaggebeurtenissen.
- **Overloop:** is nodig om overstromingen boven de toegelaten waterstand te vermijden.

> Onderhoud

Een waterbekken is een ecosysteem dat door een regelmatig onderhoud in evenwicht wordt gehouden.

Het volgende is aangewezen:

- Verwelkte planten afsnijden op het einde van de herfst en het afbraakproduct onder controle houden (zie de fiche "MAT01 – Didactische en ergonomische inrichting van afvalbeheer").
- Om de tien jaar ongeveer luchtig schoonmaken, op het einde van de zomer als het water op z'n laagst staat.



Waterbekken in stedelijk gebied

In het voorbeeld hiernaast creëert het waterbekken een afstand tussen de kantoren van een bank en een openbaar plein. We zien de trapconstructie (in elkaar passende profielen) langs het plein. De kwaliteit van het waterbassin wordt verzekerd door een regelmatige doorgang door een filter met moerasplanten, die we op de achtergrond zien. Het systeem is gekoppeld aan een tank voor regenwaterrecuperatie.

Illustratie: Rabobank Pey Posterholz in Echt (NL) Foto B.Thielemans



Waterbekken in voorstedelijk gebied

In de woonwijk EVA Lanxmeer in Culemborg wordt het water in haar verschillende vormen op geïntegreerde wijze beheerd. De vijvers hiernaast vangen het regenwater van de daken op en zijn in contact met het grondwater, terwijl het afstromend water van verharde oppervlakken in wadi's wordt geïnfiltreerd en vuil water eerst wordt gefilterd in een systeem met moerasplanten vooraleer het bij het oppervlaktewater terechtkomt.

Illustratie: woningencomplex in Culemborg – foto J. Eble



Waterbekken in een Brusselse tuin

Dit kleine sierbekken langs de achtergevel van een Brussels rijhuis heeft een opvangcapaciteit van 500 tot 700 liter.

Illustratie: Rijhuis in Elsene - foto B. Deprez



Zuivering

In de wijk BO01 in Malmö (Zweden) loopt het afstromend water eerst in een zuiverende voorziening, hier een waterbekken beplant met macrofyten, vooraleer het wordt afgevoerd naar het oppervlaktewater.

Illustratie: Malmö (S) foto B. Thielemans



REGENWATERTANK

> Beschrijving

We maken een onderscheid tussen de tank voor regenwaterwinning voor huishoudelijk gebruik en de buffertank die een neerslaggebeurtenis absorbeert. De tweede kan dienen als overloop van de eerste.

> Hydraulische functies

- o **Buffertank:** opslag van neerslaggebeurtenissen en trage teruggave door geregelde afvoer naar een afvoerpunt.
- o **Tank voor regenwaterwinning:** gedeeltelijke en wisselvallige opslag van neerslaggebeurtenissen, afhankelijk van het waterniveau in de tank (het huishoudelijk gebruik van regenwater is niet afgestemd op de neerslagepisoden).

> Toepassingen

- o In een dichte stad is het soms de enige manier om neerslaggebeurtenissen te absorberen
- o Terug in dienst nemen van een oude tank in bestaande ingerichte gebouwen
- o Alle nieuwbouw volgens de voorschriften van de GSV.

> Realisatie

- o Voor tanks voor regenwaterrecuperatie, zie de aanbeveling "EAU03 Regenwater gebruiken voor besproeiing, ..."



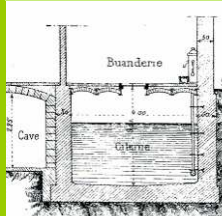
Buffertank (GSV)

Dimensionering: minimaal 33l per m² dak in horizontale projectie. De GSV precificeert geen lekdebiet.

Nuttige referenties voor de berekening van de afvoeropening:

- o Maximaal lekdebiet dat in Rijsel is toegelaten: 2 l/s/ha
- o Leeglooptijd van de bufferbekkens in Toulouse: 6 u om een nieuwe neerslagepisode te kunnen absorberen

Illustratie: buffertank Graf



Bestaande tank

Oude Brusselse huizen hebben vaak een tank voor de opvang van regenwater van het dak.

Deze tanks kunnen opnieuw in gebruik worden genomen als buffertank of tank voor regenwaterrecuperatie.

Illustratie: gemetste tank – bron: De Stadswinkel



Tank voor regenwaterrecuperatie

De positieve kostenbalans van regenwaterrecuperatie is meestal gebaseerd op een dakoppervlak van ongeveer 100 tot 120 m² voor een huishouden van 4 personen, oftewel een opvangoppervlak van 25 tot 30 m² per persoon. Deze benadering komt overeen met de erg ruim bemeten woonvorm in de Europese voorsteden, maar is relatief weinig relevant in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

Daarom moeten de omstandigheden voor relevante economische en ecologische regenwaterwinning geëvalueerd worden.

Illustratie: Plubo regenzuil – tank van 500 liter – winning door zwaartekracht



GROENDAKEN

> Beschrijving

Groendaken zijn daken waarop planten groeien met oppervlakkige wortels (extensieve daken) of met diepe wortels (intensieve daken).

> Hydraulische functies

Opvangen van regenwater, opslag, verdamping, evapotranspiratie in de zomer, gedifferentieerde afvoer met laag debiet via aangepaste regeling.

Jaarlijks opslaggemiddelde en afvloeiingsfactor van het water volgens het type groendak en de dikte van de onderliggende laag				
Type	Begroeiing	Laagdikte (cm)	Opslag (%)	Afvloeiingsfactor
extensief	mos/vetplanten	2 – 4	40	0,60
	vetplanten/mos	> 4 – 6	45	0,55
	vetplanten/kruiden	> 6 – 10	50	0,50
	vetplanten/kruiden/grassen	> 10 - 15	55	0,45
intensief	grassen/kruiden	> 15 – 20	60	0,40
	gazon/winterharde planten/kleine struiken	15 – 20	60	0,40
	gazon/winterharde planten/struiken	> 25 – 50	70	0,30
	gazon/winterharde planten/struiken/bomen	> 50	> 90	0,10

> Toepassingen

- o Extensieve groendaken: platte en hellende daken.
- o Intensieve groendaken: platte daken.

> Realisatie

Zie de fiche “TER06 – Een groendak aanleggen”.



Extensief groendak

De begroeiing voor dit soort daken heeft een oppervlakkige worteling, en beperkt zich tot mossen, vetplanten en grassen.

Ze zijn vooral geschikt voor platte daken, maar met bepaalde technieken kunnen ze ook gebruikt worden op hellende daken.

Meestal is het niet nodig om het dak specifiek om te bouwen en kunnen ze met enkele aanpassingen worden gerealiseerd op bestaande daken.

Kantoorgebouw in Elsene. Landschapsarchitect: Bernard Capelle.



Intensief groendak

De beplanting met eerder diepe wortels bestaat uit grassen, struiken of zelfs bomen. Ze lijken daardoor meer op tuinen op platte daken.

Vaak is een aangepaste dakstructuur vereist, evenals een versterking van de structuur van het gebouw.

Kantoorgebouw in Elsene. Landschapsarchitect: Bernard Capelle



GOTEN EN KANALEN

> Beschrijving

Dit zijn open kanalen, breed, vlak en licht hellend, bestemd om het water naar ondergrondse leidingen te brengen. Op deze manier wordt de waterweg zichtbaar en hoorbaar.

Deze kanalen kunnen eenvoudige profielementen in beton zijn, een profilering van de bestrating, gemetste kanalen, of ze kunnen een meer uitgewerkte vorm hebben.

> Hydraulische functies

- Transfer en afremming van het afvloeiend regenwater vanaf de opvangoppervlakken tot de andere saneringsvoorzieningen.
- Sommige kanalen zijn voorzien van reliëfs om de afvloeiing te vertragen.

> Toepassingen

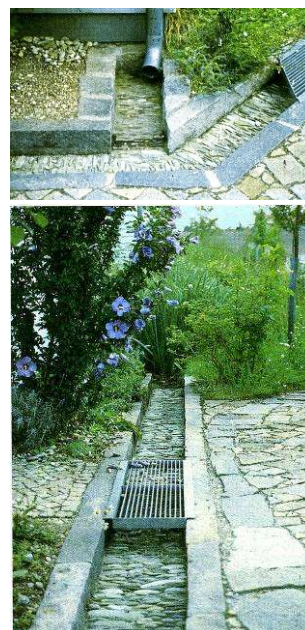
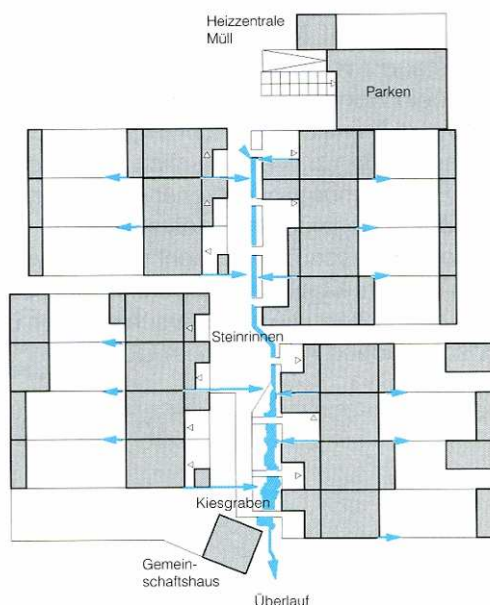
- Afvoeren van regenwater aan de voet van regenwaterpijpen.
- Scheidingselement tussen privé- en openbaar domein.
- Meer algemeen vormen ze elementen in het ontwerp die een onderscheid maken tussen gemeenschappelijk en privé-domein (bermen, koeren, opritten, inspringstroken, ...).

> Realisatie

- Het kanaaltracé wordt aangepast aan de afvloeiing van het water, zonder zijdelingse overloop. Eventueel kunnen meer ingrijpende oplossingen vooraf getest worden.



Voorbeelden van geulen in Bottrop (D), Bazel (CH), Malmö(SW), Freiburg (D), Bergkamen (D)



Overzichts- en detailplan van de kanalen van het woningcomplex in Eching bij München (Duitsland), waar de waterwegen in de gemeenschappelijke ruimte zijn geïntegreerd (bron: "Naturnaher Umgang mit Regenwasser" – Beiers ministerie van Binnenlandse Zaken)



AANVULLENDE INFORMATIE

ANDERE AANDACHTSPUNTEN

Enkele fiches die ook handelen over het beheer van regenwater op het perceel:

- TER05 - Zorgen voor een zo groot mogelijke ecologische productiviteit in de stad
- TER06 - Een groendak aanleggen
- WAT02 - Rationeel omspringen met water
- WAT03 - Regenwater recupereren
- WAT04 - Grijs water in situ recycleren

BIBLIOGRAFIE

- J. Chaïb, *Les eaux pluviales - Gestion intégrée*, Sang de la terre & Foncier Conseil, Paris, 1997
- M. Van Peteghem, De Backer L., (coördinatie) *Waterwegwijzer voor architecten - Een Handleiding voor duurzaam watergebruik in en om de particuliere woning*, VMM - Vlaamse Milieumaatschappij, 2000 (te downloaden)
- OFEFP, *Ou évacuer l'eau de pluie? Exemples pratiques - Infiltration, rétention, évacuation superficielle*, Office fédéral de l'environnement, des forêts et des paysages, Berne, 2000
- CETE, *Les solutions compensatoires en assainissement pluvial - fascicule III - Le choix et quelques principes de conception et de réalisation des techniques*, Centre d'étude technique de l'eau du Sud-Ouest, Bordeaux, 2002 (te downloaden)
- B. Chocat, *Mieux gérer les eaux pluviales - Les techniques alternatives d'assainissement*, Dossier Envirhonalpes, - INSA in Lyon - Laboratoire Méthodes, Région Rhone-Alpes, 1994 (te downloaden)
- CAGT, *Guide de gestion des eaux pluviales et de ruissellement*, Communauté d'Agglomération du Grand Toulouse, Service Assainissement, Toulouse, 2006 (te downloaden)
- A. Musy, Higy C., *Hydrologie, une science de la nature*, Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, 2004
- Oberste Baubeorde im Bayerischen Staatsministerium des Innern, *Naturnaher Umgang mit Regenwasser*, Munich, 1998
- D. Londong, Nothnagel, A., *Bauen mit dem Regenwasser, Aus der Praxis von Projekten*, IBA Emscher Park, R. Oldenbourg Industrieverlag, Munich, 1999
- Centre de Cartographie Interuniversitaire de Bruxelles, *Cartes Géotechniques de Bruxelles*, Rijksinstituut voor Grondmechanica, Brussel, 1978
- Association suisse des professionnels de la protection des eaux, *Evacuation des eaux pluviales, Directive sur l'infiltration, la rétention et l'évacuation des eaux pluviales dans les agglomérations*, Zürich, 2002
- CreaBeton, *Données techniques, Revêtements en béton*

TECHNISCHE DOCUMENTATIE

- Catalogus Ebema – betonproducten
- Map van Argex
- Documentatie Wavin
- Documentatie Febestral (bestrating in drainerend beton)
- CreaBeton, Technische gegevens, Bekledingen in beton (te downloaden)

WEBSITES

- www.adopta.free.fr (fiches over alternatieve technieken voor regenwaterbeheer).
- www.ebema.com
- www.batiproduits.com
- www.creabeton-materiaux.ch
- www.brrc.be



BIJLAGE – INFILTRATIECAPACITEIT TESTEN

(bron : “ Waterwegwijzer voor architecten”)

Op bodems in een stedelijke omgeving heeft de mens reeds vaak sterk ingegrepen, zodat de infiltratiecapaciteit niet uit eigenschappen van in de omgeving liggende ongestoorde bodems kan worden geëxtrapoleerd. In dit geval kan je zelf een proef doen op de plaats waar je de infiltratievoorziening plant (overeenkomstig de Europese norm in voorbereiding). Deze proef moet worden uitgevoerd in de winter, wanneer de grondwatertafel het hoogst staat.

- Graaf een put tot op de diepte waarop de infiltratie zal worden aangelegd. Deze put heeft onderaan een diameter van 10 cm en bovenaan een diameter van maximaal 30 cm.
- Vul de put met water gedurende 4 tot 24 uur, teneinde de grond te verzadigen. Indien het water in minder dan 10 minuten verdwijnt, kan de test onmiddellijk worden uitgevoerd.
- Na verzadiging wordt de put met water gevuld tot op een hoogte van 15 tot 30 cm van de bodem. Men noteert dit als “H start”.
- Bepaal nu de waterhoogte Hw na een tijd gelijk aan 15, 30, 60, 120 en eventueel 240 minuten. Indien het water volledig verdwenen is binnen de 30 minuten, herbegint dan de test en meet de tijd nodig om het waterniveau met 10 cm te laten dalen.
- Bepaal nu voor iedere meting de infiltratiesnelheid als volgt:

$$K_v = \frac{46,9}{H_{\text{start}}^{1,50}} \times (H - H_w) \times \frac{60}{T}$$

waarbij: K_v = de infiltratiesnelheid [cm/u]
 H_{start} = de hoogte van het waterniveau bij het begin van de test [cm]
 H_w = de hoogte van het waterniveau op een bepaald ogenblik [cm]
 T = de tijd verlopen na de start van de test [minuten]

- Bepaal ten slotte het gemiddelde van al deze K_v -waarden. De hoeveelheid water die in de bodem per m² en per uur kan worden geïnfiltreerd, wordt gegeven door de onderstaande tabel in functie van de gemiddelde infiltratiesnelheid K_v . Dit is de infiltratiecapaciteit.

Met deze infiltratiecapaciteit kan je het afvoerdebiet bepalen en daarmee je infiltratievoorziening dimensioneren.

Gemiddelde infiltratiesnelheid K_v bepaald met een percolatietest (cm/u)	Infiltratiecapaciteit (l/u/m ²) of (mm/u)
$K_v \geq 15$	2,1
$10 \leq K_v \leq 15$	1,67
$5 \leq K_v \leq 10$	1,25
$3,5 \leq K_v \leq 5$	0,85
$2,5 \leq K_v \leq 3,5$	0,62
$0,5 \leq K_v \leq 2,5$	0,41
voor $K_v \leq 0,5$ cm/u is geen infiltratie in de bodem mogelijk	

Bepaling van de infiltratiecapaciteit op basis van de infiltratietest (overeenkomstig de Europese Norm in voorbereiding).

