

BETON EN WATERBEHEER

Duurzame ontwikkeling – speerpunt van het Europees milieubeleid – impliceert dat de mens zijn huishoudelijke en stedelijke afvalwaterlozingen binnen de perken houdt en dit met behulp van technieken die zo energiezuinig en zo natuurlijk mogelijk zijn. Duurzame ontwikkeling is immers ontwikkeling die beantwoordt aan de behoeften van het heden zonder de toekomstige generaties te belasten.

Iedereen, zonder enige uitzondering, heeft belang bij de kwaliteit van het water, bron van het leven. Duurzame ontwikkeling betekent dat spaarzaam wordt omgesprongen met deze kostbare materie. Water moet oordeelkundig worden aangewend en, na gebruik, afdoende gezuiverd aan de natuur worden teruggegeven.

Dit bulletin heeft tot doel aan opdrachtgever, architect en particulier te tonen dat regen- en afvalwaterbeheer op schaal van een eengezinswoning of een ander gebouw, of een groep gebouwen, mogelijk is met behulp van betonproducten en -elementen.

*Rond de woning en bij de inrichting van openbare ruimtes verminderen **drainerende betonstraatstenen** en **grasbetontegels** niet alleen het overstromingsrisico, maar voorkomen ook dat het (schone) regenwater met het afvalwater wordt gemengd. Het principe is dat het water langzaam in de bodem infiltreert en uiteindelijk in het grondwater terecht komt.*

*Beter waterbeheer is ook mogelijk door het regenwater op te slaan in betonnen **regenwaterputten**.*

*In zones die niet voorzien zijn van een rioleringsstelsel bieden **septische putten** en **individuele waterzuiveringsinstallaties in beton** eveneens meer bescherming aan de leefomgeving.*

**DOSSIER
CEMENT**

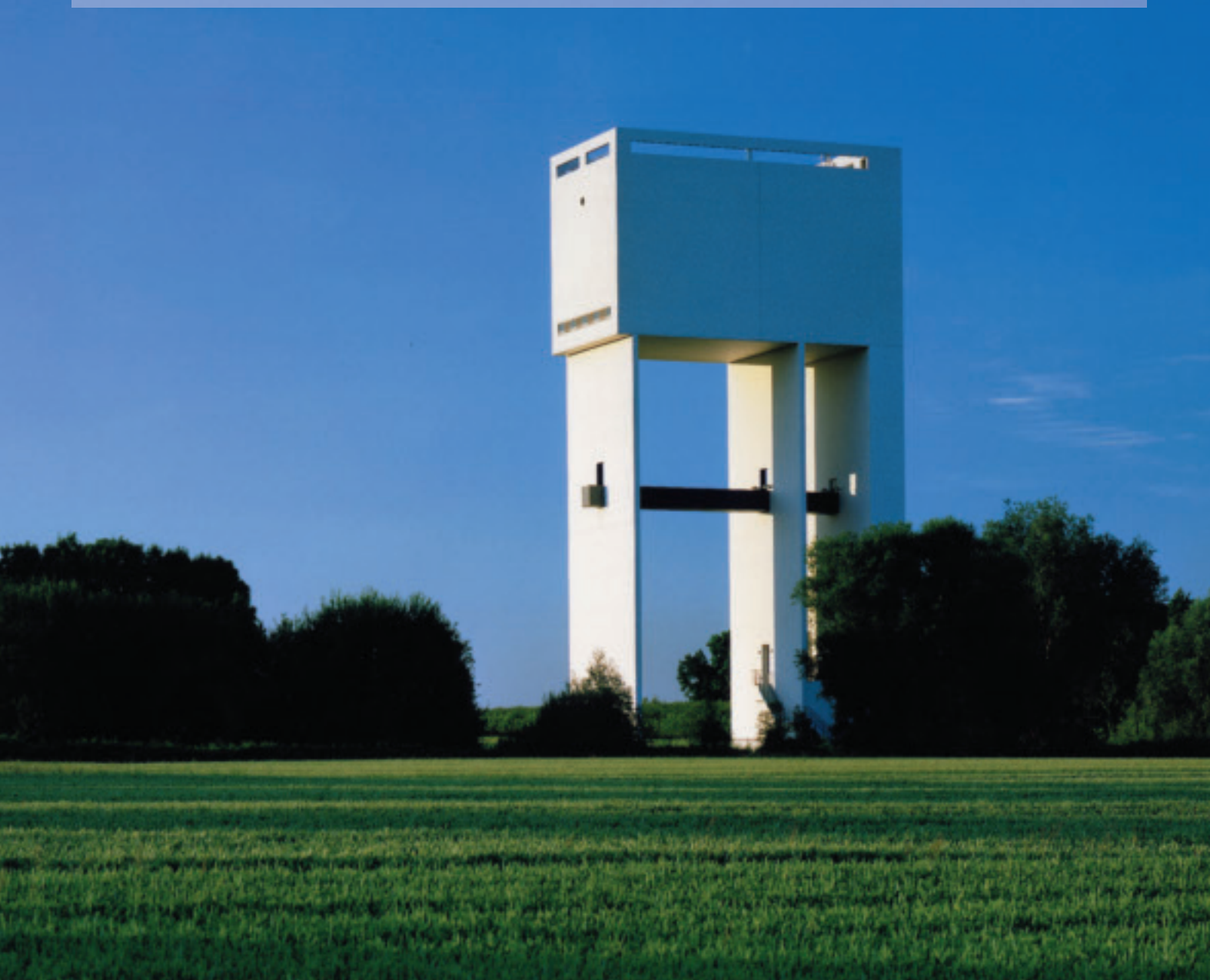
38
oktober 2006

uitrusting
voor stockage/afvoer

complex element
in beton

(5-) X f2

BBSfB _____

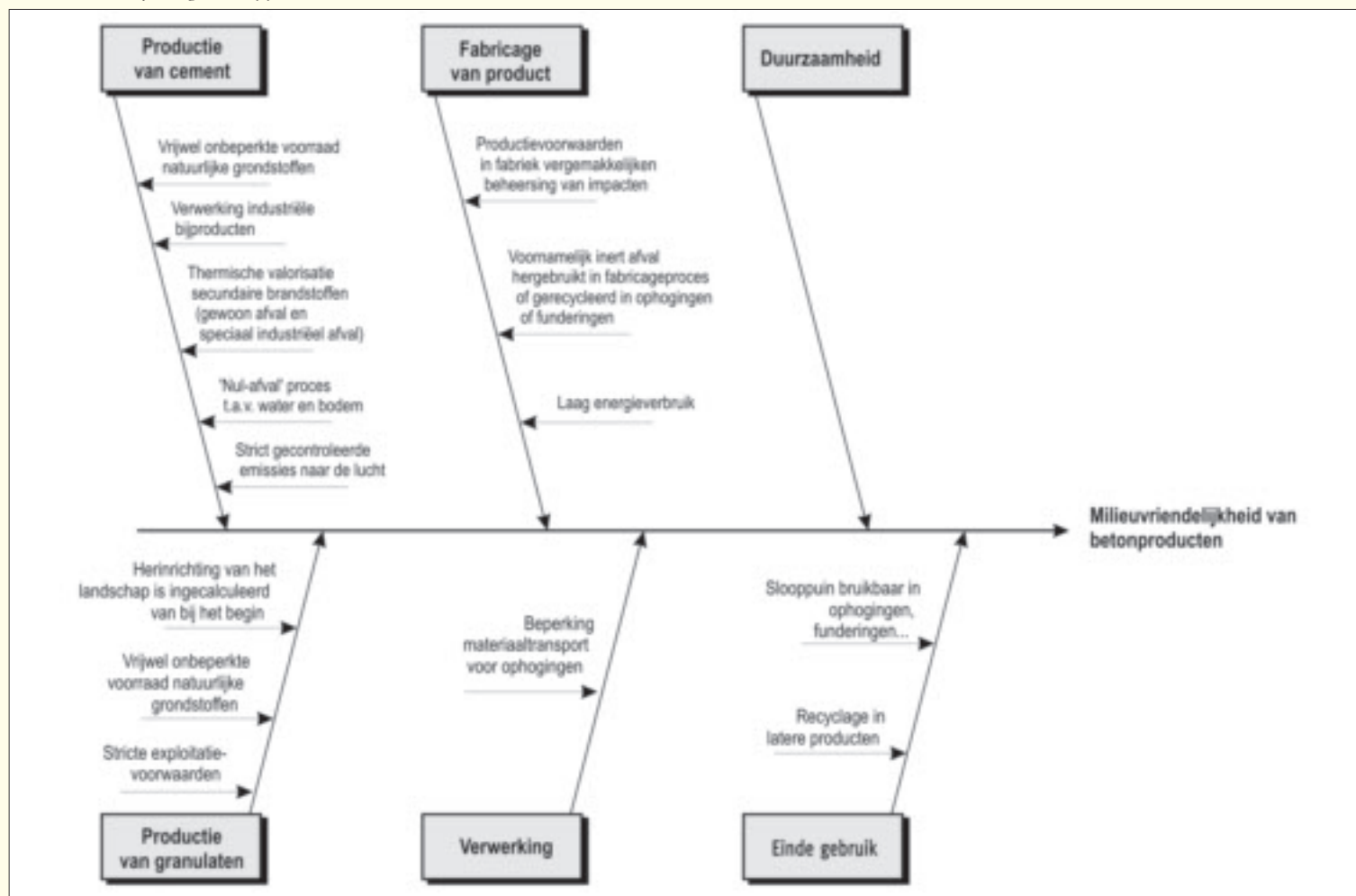


WAAROM KIEZEN VOOR ELEMENTEN IN BETON?

België beschikt over een groot aantal fabrikanten van elementen in beton, waarmee een duurzaam beheer van het water kan worden gerealiseerd. De producten worden gefabriceerd in permanente fabrieken, die gespecialiseerd zijn in betonproducten en die uitgerust zijn met de nodige installaties voor een nauwkeurige dosering van de bestanddelen en voor de mechanische menging en verdichting van het beton. De tanks of bekuisingen in beton zijn van het 'stijve' type, wat betekent dat hun eigen sterkte garant staat voor het nodige draagvermogen en dat ze bestand zijn tegen mogelijke vervormingen onder invloed van krachten. De gewenste sterkte wordt verkregen door de hoge kwaliteit van het beton en het eventuele gebruik van wapeningen. Dankzij de toepassing van steeds betere (interne en externe) controlesystemen kan worden gerekend op een constante kwaliteit. Deze kwaliteit wordt overigens bevestigd door de toekenning van het BENOR-merk. De tanks en bekuisingen in beton zijn in een breed assortiment van verschillende capaciteiten verkrijgbaar. Ze kunnen ook onderling worden gecombineerd of op een aantal bijhorende accessoires worden aangesloten. De dichtheid bij de aansluitingsbuizen wordt verzekerd door pakkingen in compact elastomeer.

Behalve het feit dat een betonnen tank een ideaal opslagreservoir is voor regenwater – beton bevat immers kalk die de natuurlijke zuurheid van het water neutraliseert (1) –, betekent een keuze voor betonnen producten ook een keuze voor een milieuvriendelijk materiaal. Levenscyclusanalyses (LCA) hebben intussen de erg goede prestaties van betonnen producten op het vlak van de milieuvriendelijkheid aangetoond (2). Laboratoriumonderzoek heeft ook bewezen dat cementgebonden materialen op het vlak van uitloging van zware metalen als volkomen ongevaarlijk voor het milieu mogen worden beschouwd (3) en dat die materialen mogen worden gebruikt voor water bestemd voor menselijke consumptie (4).

Milieuvriendelijke eigenschappen van beton



1. Zuurheid van regenwater

Vooraleer het regenwater in de tank terechtkomt, raakt het vervuild door de lucht. Het meest opmerkelijke effect van deze vervuiling is de verzuring.

Ook zonder deze vervuiling is regen zuur, vermits de atmosfeer steeds koolstofdioxide (CO_2) bevat. Bij deze natuurlijke zuurheid voegt zich de zuurheid veroorzaakt door stikstof- en zwaveloxides (NO_x en SO_2). Wanneer deze oxides in water opgelost worden, ontstaan zuren: stikstofoxide levert salpeterigzuur (HNO_2) en salpeterzuur (HNO_3) op, zwaveldioxide wordt door oxidatie aan de lucht omgezet in zwavelzuur (H_2SO_4).

Zure regen tast naaldwouden aan. Monumenten gebouwd in kalksteen worden er eveneens door beschadigd.

De zure deeltjes die met het regenwater worden meegevoerd reageren met de basische bestanddelen van het beton of de mortel van de watertank en brengen minerale zouten in oplossing. Tijdens deze reactie verdwijnt de zuurheid: het water wordt neutraal. De overgrote meerderheid van deze zouten bestaat uit calciumwaterstofcarbonaten: $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. Uit stikstof- en zwaveldioxide worden respectievelijk nitraat- en sulfaationen gevormd. Het betreft kleine hoeveelheden, de gemiddelde waarde bedraagt 3 tot 5 mg/l. Ter vergelijking: drinkwater bevat soms veel hogere gehalten. Calciumwaterstofcarbonaten en sulfaten zijn onschadelijk voor de gezondheid van de consument.

2. Levenscyclusanalyse

Levenscyclusanalyse (LCA) evalueert de milieu-impact tijdens de gehele levensduur van het product, d.w.z. vanaf de ontginning van de grondstoffen tot het moment dat het product wordt geëlimineerd. De stromen die in deze fases ontstaan, worden vervolgens geïnterpreteerd al naargelang van hun effect op het milieu. Er werden verschillende analyses uitgevoerd, waarbij de milieukarakteristieken van de verschillende elementen in beton met elkaar werden vergeleken. Deze studies verschillen van elkaar voor wat sommige hypothesen en een aantal aspecten betreft. Ze bevestigen evenwel de erg goede milieuprestaties van producten in beton. En wel om verschillende redenen :

- *Grondstoffen in overloed*

Beton bestaat hoofdzakelijk uit natuurlijke materialen die zeer overvloedig voorkomen op aarde (grind, zand, enz.), uit cement, dat uit dezelfde materialen is afgeleid, en uit water.

- *Productie in gecontroleerde omstandigheden*

Het fabricageproces van cement dat nodig is voor de samenstelling van beton, biedt de mogelijkheid om op een schone manier gebruik te maken van afvalstoffen die afkomstig zijn van andere industriële sectoren (als grondstof of als energiebron). De ontginning van granulaten in steengroeven is onderworpen aan zeer strenge voorwaarden, die veel verder gaan dan het herstellen van de site in haar oorspronkelijke staat en zelfs kunnen leiden tot een ecologische meerwaarde (vijvers, watergebieden enz.). De milieu-impact door de fabricage van betonnen producten kan in een fabriek gemakkelijk onder controle worden gehouden. De weinige afvalstoffen zijn grotendeels inert ; ze kunnen worden gerecycled of opnieuw gebruikt als aanaardingsmateriaal of in wegfunderingen. De fabricage van betonproducten vergt overigens slechts weinig energie.

- *Verwerking: weinig materiaaltransport*

Dankzij de stijfheid van betonnen watertanks hebben de kwaliteit van de aanaarding en van de verdichting relatief weinig invloed op hun levensduur – in tegenstelling tot kunststof watertanks. Vaak kan de afgegraven grond opnieuw worden gebruikt als aanaarding, waardoor er geen nieuwe materialen moeten worden aangevoerd. Op die manier wordt extra transport vermeden.

- *Inert materiaal, gemakkelijk recycleerbaar*

Beton is een inert materiaal dat geen enkel specifiek probleem stelt bij het elimineren. Op het einde van zijn gebruiksfase is beton volledig recycleerbaar onder de vorm van granulaten die opnieuw kunnen worden gebruikt als onderlaag, fundering enz... Deze granulaten kunnen in de toekomst zelfs een potentiële ontginningsslaag vormen van grondstoffen voor nieuwe producten.

3. Uitlooggedrag van beton :

kwantificering van de afgifte van zware metalen

Het *Nationaal Centrum voor Wetenschappelijk en Technisch Onderzoek der Cementnijverheid (CRIC-OCCN)* heeft de milieucompatibiliteit van beton onderzocht, meer in het bijzonder de eventuele uitwisseling van zware metalen met het milieu waaraan het beton wordt blootgesteld. De analytische aanpak is gebaseerd op een onderdompelingstest in statische omstandigheden met een periodieke vernieuwing van het uitloogmedium. In dit geval werden er twee uitloogvloeistoffen bestudeerd : een gedemineraliseerd water en een gemiddeld gemineraliseerd commercieel verkrijgbaar water.

Deze experimentele methode (de '*Tank Test*' zoals die in de norm NEN 7345 is beschreven) bestaat erin om betonproefstukken in de uitloogvloeistof onder te dompelen en na de genormaliseerde termijnen (6 uur en 1, 2, 3, 7, 14, 36 en 64 dagen) het eluaat op te vangen, te filteren, te analyseren en door een 'verse' vloeistof te vervangen. De analyse moet de aanwezigheid van zware metalen kwantificeren. Dit gebeurt door middel van ICP-MS (plasmatoorts in combinatie met een massaspectrometer).

De aandacht gaat in de eerste plaats naar de zware metalen vermeld onder de 'chemische parameters' die het voorwerp zijn van specificaties in de Europese richtlijn 98/83/CE – '*Kwaliteit van water bedoeld voor menselijk gebruik*' (beter bekend onder de generieke naam '*Drinkwaterrichtlijn*'). Het betreft volgende elementen:

- Barium (Ba)
- Nikkel (Ni)
- Chroom (Cr)
- Antimonium (Sb)
- Selenium (Se)
- Mangaan (Mn)
- Kwik (Hg)
- Arsenicum (As)
- Zilver (Ag)
- Zink (Zn)
- Lood (Pb)
- Cadmium (Cd)
- Koper (Cu)

De onderzoeken betreffen enerzijds betonsoorten rijk aan cement (400 kg/m³) en met een lage W/C-factor (= 0,45), en anderzijds betontypes arm aan cement (105 kg/ m³). Er werd gewerkt met :

- CEM I 42,5 R ;
- CEM III/A 42,5 N LA ;
- CEM II/B-V of II/B-M (S-V) 32,5 ;
- CEM III/A, III/B en III/C 32,5 N LA.

Als granulaten werd steenslag gebruikt, ofwel porfier ofwel kalksteen. Tabel I geeft de typesamenstellingen.

(lees verder op p. 18)

Tabel I - Voorbeelden van betonsamenstellingen

Rijk beton CEM I 42,5 R		Schraal beton CEM III/A 32,5 N LA	
Porfier 7/20	745 kg/m ³	Kalksteen 7/20	940 kg/m ³
Porfier 2/7	465 kg/m ³	Kalksteen 2/7	620 kg/m ³
Rivierzand 0/5	650 kg/m ³	Gewassen kalksteenzand 0/2	530 kg/m ³
Cement CEM I 42,5 R	400 kg/m ³	Cement CEM III/A 32,5 N LA	105 kg/m ³
Water	180 l/m ³	Water	130 l/m ³
TOTAAL	2440 kg/m³	TOTAAL	2325 kg/m³
Druksterkte na 28 dagen gemeten op kubussen (zijde 158 mm):	66,1 N/mm²	Druksterkte na 28 dagen gemeten op kubussen (zijde 158 mm):	12,5 N/mm²

WATER EN DE BURGER

Elke dag loost de mens als gevolg van zijn activiteiten afvalwater. Dit wordt 'huishoudelijk afvalwater' genoemd. De Belgische burger verbruikt iedere dag gemiddeld 115 liter water voor het doorspoelen van toiletten, gebruik van douche en bad, schoonmaken, wassen enz...

Bij het huishoudelijk afvalwater dat vanuit de woning wordt geloosd, komt ook nog een hoeveelheid regenwater.

De kandidaat-bouwer of architect dient zich op de hoogte te stellen van de wetgeving inzake water, zuivering, aansluiting op de riolen,...

In België worden de wettelijke bepalingen door de Gewesten vastgelegd. In principe geldt de verplichting om zich op de riolen aan te sluiten, als die bestaan. Bovendien moet het een rechtstreekse aansluiting zijn en moeten de individuele waterzuiveringssystemen worden losgekoppeld (een septische put blijft nog toegelaten). Als de aansluiting uitzonderlijke kosten met zich meebrengt (bijvoorbeeld, omdat het gebouw afgelegen ligt), kan de gemeentelijke overheid een afwijking toestaan aan de bewoner, zodat die zijn toevlucht kan nemen tot een individuele waterzuiveringsinstallatie.

1. Collectieve of autonome sanering?

In het *Waal Gewest* wordt in dun bevolkte gebieden de voorkeur gegeven aan autonome (of individuele) sanering, omdat de aanleg van een rioleringsstelsel er duurder is en in sommige gevallen technisch onrealistisch of zelfs onmogelijk. Veertien 'Plans d'Assainissement par Sous-Bassins Hydrographiques' (PASH) duiden de zones aan waar een collectief saneringsregime geldt, de zones waar het water op een autonome manier moet worden gezuiverd en de zones met een overgangsregime, d.w.z. waar de collectieve of autonome sanering nog niet is gedefinieerd. Het is daarom altijd verstandig na te gaan welke regeling in een concrete situatie van toepassing is. Die informatie wordt verstrekt door de bevoegde dienst van de gemeente. De verplichtingen op het vlak van de sanering worden omschreven door het 'Règlement général d'Assainissement' (RGA), dat van kracht is sinds 20 juli 2003 ('Arrêté du Gouvernement wallon' van 22 mei 2003 – B. S. van 10.07.2003) :

- Zones met collectieve sanering : iedere woning waarvan de stedenbouwkundige vergunning vóór 20 juli 2003 werd afgeleverd, moet op het rioleringsstelsel aangesloten zijn, of moet er op aangesloten worden op het ogenblik dat in de straat rioleringswerken worden uitgevoerd. Iedere woning waarvan de stedenbouwkundige vergunning na 20 juli 2003 werd afgeleverd, moet uitgerust zijn met een systeem waarmee het regenwater en het afvalwater van elkaar worden gescheiden. Als het water niet

door een zuiveringsinstallatie wordt behandeld, moet de woning bovendien uitgerust zijn met een septische put van het type 'alle afvalwater', met een bypass en een vetafscheider, en moet de woning op het rioleringsnet (indien aanwezig) aangesloten zijn.

- Zones met autonome sanering : iedere woning moet uitgerust worden met een individueel zuiveringssysteem op het moment dat ze wordt gebouwd, of tegen 31 december 2009 als de woning al bestaat (31 december 2005 in een badzone).
- Overgangszones : iedere nieuwe woning moet beschikken over een systeem dat het regenwater van het afvalwater scheidt, en tevens over een septische put met bypass en vetafscheider.

In het *Vlaams Gewest* legt de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM) in samenwerking met de gemeenten de laatste hand aan een kaart met de verschillende zuiveringszones. In functie van die zones wordt de verplichting beschreven om zich op de riolen aan te sluiten of zijn afvalwater zelf te zuiveren. Om te weten tot welke zone hij behoort, vraagt de burger best informatie bij de gemeentelijke overheid.

Zolang deze kaart niet vastligt, blijft een individuele zuiveringsinstallatie verplicht voor elke nieuwe lozing in zone C en in niet-gerioleerde zones (zie tabel1).

Na de definitieve goedkeuring van het zoneringsplan zal elke woning in de zone met individuele zuivering met een individuele zuiveringsinstallatie moeten worden uitgerust. Bovendien zullen alleen gecertificeerde installaties toegestaan zijn (b.v. voorzien van het BENOR-merk – zie verder het kaderstuk 'CE-markering en BENOR-merk voor watersaneringssystemen'). Bij nieuwbouw moet de installatie samen met de woning gebouwd worden, bij bestaande woningen is er tijd tot 2012. Bestaande maar niet-gecertificeerde individuele zuiveringssystemen moeten binnen de 10 jaar vervangen worden, behalve indien wordt aangetoond dat ze aan de lozingsnormen voldoen.

In het *Brussels Hoofdstedelijk Gewest* moet het volledige grondgebied uitgerust zijn met een opvangsysteem voor afvalwater en moet het huishoudelijk afvalwater daarin terecht komen. Individuele systemen mogen ook worden gebruikt op voorwaarde dat ze een identiek niveau van milieubescherming bieden (*Besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering van 23 maart 1994, art. 14*).

2. Regenwater ?

Regenwater moet (of zal weldra moeten) worden gescheiden van het huishoudelijk afvalwater. De doeltreffendheid van een collectieve of individuele zuiveringsinstallatie verbetert immers naarmate de te behandelen vuilvracht meer geconcentreerd is.

Tabel 1 - Zuiveringszones in Vlaanderen

	Zuiveringszone			Niet gerioleerd
	A	B	C	
Definitie	Gerioleerd gebied. Afvalwater gaat naar een rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI).	Gerioleerd gebied. Aansluiting op een RWZI is gepland.	Gerioleerd gebied. Aansluiting op een RWZI is niet gepland.	Afvalwater wordt geloosd in het oppervlaktewater of dringt in de bodem.
Aansluiting op riool	Verplicht	Verplicht	Verplicht	Niet van toepassing
Septische put	Bij voorkeur niet	Bij voorkeur niet	Volstaat enkel in geval van bestaande lozingen (*)	Volstaat enkel in geval van bestaande lozingen (**)
Individuele zuivering	Neen	Neen	Verplicht in geval van nieuwe lozing (renovatie of nieuwbouw)	Verplicht in geval van nieuwe lozing (renovatie of nieuwbouw)
(*) Zone C : een 'bestaande lozing' is een lozing die bestond vóór 01.08.1995. (**) Niet gerioleerde zone : een 'bestaande lozing' is een lozing die bestond vóór 01.01.1993 en die gemeld werd vóór 01.03.1993.				

In de drie gewesten van het land is de installatie van een regenwatertank verplicht of sterk aanbevolen. In het Vlaams Gewest is de plaatsing van een watertank verplicht vanaf een dakoppervlakte van meer dan 75 m² (nieuwbouw of renovatie) of vanaf een dakoppervlakte van 50 m² die wordt uitgebreid. Regenwater dat terecht komt op een nieuw aangelegde ondoorlatende bodembedekking met een oppervlakte van meer dan 200 m², moet ook in een watertank worden opgevangen.

De overloop van de watertank moet worden verbonden met een infiltratiesysteem, met een gracht of een ander oppervlaktestelsel, of met een gescheiden riolering. Als al deze opties niet mogelijk zijn, mag de overloop met de gemengde riolering worden verbonden.

Bij een bestaande woning is de plaatsing van een regenwaterput niet verplicht. Op sommige plaatsen wordt ze door middel van een premie echter aangemoedigd.

Het verdient aanbeveling het regenwater niet te lozen. Door het toepassen van drainerende bodembedekkingen kan het in de bodem doordringen, zodat het de grondwatervoorraad aanvult. Of het kan worden opgevangen in een watertank en gebruikt in de plaats van leidingwater.

AANSLUITING OP OPENBARE RIOLERING

Als algemeen principe geldt de strikte verplichting om zich aan te sluiten op de riolering, wanneer die bestaat. Wanneer het niveau van de openbare riolering niet toegankelijk is, omdat ze niet diep genoeg ligt, mag de gebruiker zelf zijn afvalwater naar de riolering pompen. Onder aansluiting op de riolering moet bijgevolg worden verstaan : aansluiting door afvoer of onder druk.

De aansluiting op de riolering moet gebeuren volgens de technische voorschriften die door de gemeente worden opgelegd. *Figuur 1* wordt enkel als voorbeeld gegeven.

Er mag niet worden vergeten dat de aansluitingen moeten voorzien zijn van een toegankelijke inspectieput, op een zodanige plaats dat de controle van de hoeveelheid en van de kwaliteit van het afvalwater in alle omstandigheden mogelijk is.

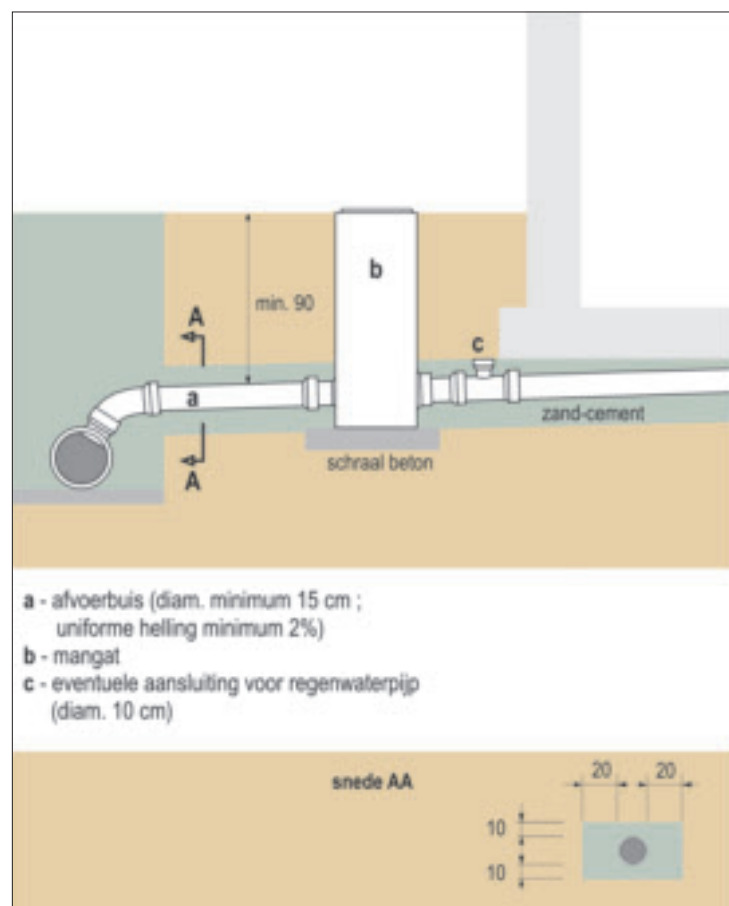
De aansluitingen worden uitgevoerd volgens een rechtlijnig tracé en met een minimumhelling van 2%, tenzij dat wegens de aanwezigheid van plaatselijke obstakels niet mogelijk is. De binnendiameter van de leidingen bedraagt meestal 15 cm. Betonnen buizen (die conform zijn met de richtlijnen van de normen NBN EN 1916 en NBN B21-106 voor buizen die niet aan een inwendige druk worden blootgesteld en van de norm NBN EN 641 voor de buizen die wel aan een inwendige druk worden blootgesteld) zijn hiervoor uitstekend geschikt. Zij hebben immers een heel goede druksterkte en zijn gemakkelijk vervoerbaar (lengte 1 meter). Bovendien is het binnenoppervlak van betonnen buizen geschikt voor de afvoer van afvalwater in alle omstandigheden (zie kaderstuk op volgende pagina).

Iedere aansluiting op een hoofdleiding gebeurt door middel van een speciaal onderdeel (aansluitstuk) dat in een opening in de buis wordt bevestigd. De opening wordt aangebracht tijdens de fabricage van de buis of wordt ter plaatse geboord zonder de buis te beschadigen. Het aansluitstuk wordt met een soepele waterdichte voeg op de riolering bevestigd en mag aan de binnenkant van de buis niet meer dan 3 cm uitspringen. Het aansluitstuk bevindt zich best ter hoogte van de bovenwelling van de buis, of in ieder geval in het bovenste derde ervan, zodat het afvalwater niet naar het gebouw wordt teruggestuwd wanneer de riolering volloopt.

Een aantal voorzorgsmaatregelen zijn eveneens nuttig:

- indien mogelijk regenwater en afvalwater gescheiden houden tot aan de grens met het openbaar domein, zodat later een gescheiden afvoer kan worden gerealiseerd zonder het tracé te moeten wijzigen ;
- geen bomen planten waarvan de kruin reikt tot boven de plaats waar zich de rioolaansluiting bevindt en die veel water nodig hebben : de wortels van die bomen kunnen immers snel door een gebrekkige voeg dringen en de buis verstoppen ;
- indien mogelijk een inspectieput voorzien aan de grens met het openbaar domein of in het trottoir : dit vergemakkelijkt een eventuele reiniging achteraf en maakt het mogelijk het geloosde water te controleren ;
- de aansluiting op een diepte van minstens 0,9 meter aanbrengen om ze te beschermen tegen vorst en overbelasting ;
- de aanaarding of de diepte aanpassen indien op de plaats van de aansluiting voertuigen zullen rijden ;
- een vetafscheider voorzien bij grootkeukens en restaurants, om te vermijden dat de aansluiting verstopt raakt door vet dat zich op de koude buiswand vastzet ;
- een septische put voorzien voor fecaal water als de helling van een deel van de aansluiting minder dan 2% bedraagt.

Fig. 1 - Individuele aansluiting



OPPERVLAKTETOESTAND VAN BETONBUIZEN

Een kanalisatie heeft als functie het industrieel en huishoudelijk afvalwater en het regenwater in alle omstandigheden af te voeren. Naast de helling van de leiding, de aard van het effluent en zijn snelheid, is ook de ruwheid van de buiswand een belangrijke factor bij de hydraulische berekening van een leiding.

Het *Laboratoire de Génie Civil* en de *Service d'Hydraulique van de Université Catholique de Louvain* (UCL) hebben aan de hand van experimenten de ruwheidscoëfficiënten van Manning-Strickler bepaald van 3 verschillende types leidingen: beton, gres en gietijzer.

De coëfficiënten worden bepaald door de rechtstreekse meting van de verhouding tussen de hoogte van het water/debiet in de geteste leidingen.

Voor een uniforme afvoer bestaat er een eenduidige verhouding tussen het debiet en de diepte van het water. Deze verhouding wordt de uniforme hoogte h_u genoemd en wordt gewoonlijk beschreven door de formules van Manning en Strickler:

$$Q = \frac{1}{n} A R_h^{2/3} S_0^{1/2} = K A R_h^{2/3} S_0^{1/2}$$

In deze formule is :

- Q het debiet;
- A de bevochtigde zone van de sectie ;
- R_h de hydraulische straal van de sectie, gedefinieerd als de verhouding van de bevochtigde zone A tot de bevochtigde omtrek P ;
- S_0 de helling van de bodem van de leiding ;
- n de ruwheidscoëfficiënt van Manning ;
- en K de ruwheidscoëfficiënt van Strickler ($K= 1/n$).

Op basis van de geteste debietwaarden, de gemeten waterhoogtes en de formules hierboven worden de ruwheidscoëfficiënten van Manning (n) en Strickler (K) bepaald. De waarden voor n en K variëren respectievelijk als volgt :

- beton : 0,010 - 0,011 s/m^{1/3} en 90 - 100 m^{1/3}/s ;
- gietijzer : 0,008 - 0,011 s/m^{1/3} en 95 - 120 m^{1/3}/s ;
- gres : 0,011 - 0,012 s/m^{1/3} en 80 - 90 m^{1/3}/s.

Deze resultaten tonen aan dat leidingen in gres ruwer zijn (n groter en K kleiner) dan leidingen in beton. Leidingen in gietijzer zijn daarentegen gladder. Rekening houdend met de precisie van de metingen zijn de verschillen tussen de verkregen ruwheidscoëfficiënten slechts in geringe mate significant. Redelijkerwijs mag daarom worden gesteld dat de ruwheidscoëfficiënten voor de 3 types buizen vergelijkbaar zijn.

HET BEHEER VAN REGENWATER

De gebeurtenissen van de afgelopen jaren tonen het aan : hoge waterstanden, modderstromen en overstromingen die enorme schade aanrichten, komen steeds vaker voor. Dit is geen toeval, vermits het beheer van het regenwater in stedelijke zones over het algemeen beperkt blijft tot de systematische afvoer via de riolen. Deze riolen volstaan echter niet altijd. Bovendien voeren ze het water zeer snel af naar de rivieren, met wateroverlast tot gevolg.

Toch zijn dergelijke rampen te vermijden. Indien van bij de ontwerpfase voorrang wordt verleend aan de opvang of de natuurlijke infiltratie van het regenwater, zou dit de situatie al kunnen verbeteren. Deze vorm van beheer, die intussen al wordt toegepast in Zwitserland (wettelijke bepaling), zorgt ervoor dat de natuurlijke cycli voor de voeding van de grondwaterlagen worden gerespecteerd en dat de rivieren minder vaak piekdebieten moeten verwerken.

Er bestaan verschillende mogelijkheden om overal waar dat mogelijk is, de natuurlijke insijpeling van het water te bevorderen: opslag in watertanks (1), rechtstreekse infiltratie (2) en retentie (vertraagde afvoer) (3). Overigens kan op plaatsen waar rechtstreekse infiltratie noch retentie mogelijk zijn, het water vaak nog via goten naar infiltratie- of retentiezones worden afgeleid.

1. Opslag van regenwater in watertanks

Bewustmakingscampagnes voor een verstandig gebruik van regenwater in het huishouden passen volledig in de context van duurzaam beheer van water. Er bestaan heel wat redenen om regenwater te gebruiken:

- *ecologisch*

De grondwaterlagen worden minder aangesproken. Dankzij de scheikundige kenmerken van regenwater hoeven minder schoonmaakproducten te worden gebruikt, wat dan weer een gunstige invloed heeft op de eutrofiëring van de rivieren. Een groter gebruik van regenwater leidt tot een geringere verdunning van het afvalwater in de riolen en bijgevolg tot een betere werking van de zuiveringsstations.

- *economisch*

Lager verbruik van leidingwater vertaalt zich in een kleinere factuur. Het gebruik van regenwater en de afvoer ervan als afvalwater zijn gratis.

- *praktisch*

Regenwater is van nature zacht en van goede kwaliteit. Het voorkomt ketelsteenvorming in waterleidingen en wasmachine. Er kan worden bespaard op waterverzachters.

Niet-drinkbaar water kan in heel wat huishoudelijke toepassingen worden gebruikt: WC, wasmachine, schoonmaak (huis, auto,...), douche, tuin,...

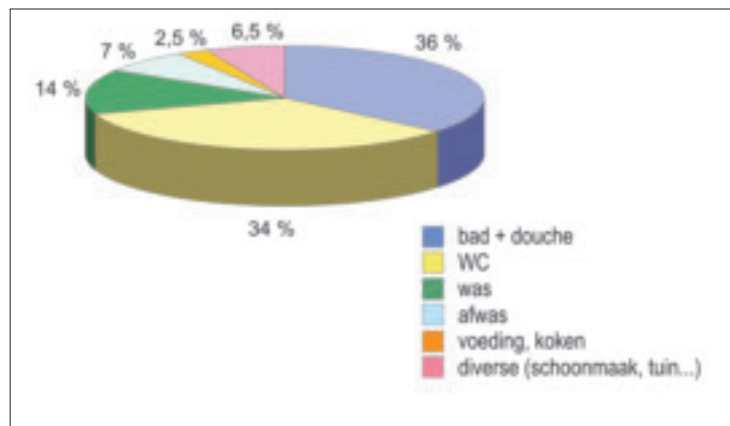
Figuur 2 toont waar het water binnen een gezin naartoe gaat. Wie regenwater gebruikt voor de posten die hierboven werden opgesomd, kan meer dan 50 % besparen op zijn verbruik van leidingwater.

Tabel 2 - Minimumcapaciteit voor regenwatertanks

Dakoppervlakte [m ²] (horizontale projectie)	Nuttige tankinhoud [liter]
50 - 60	3000
61 - 80	4000
81 - 100	5000
101 - 120	6000
121 - 140	7000
141 - 160	8000
161 - 180	9000
181 - 200	10000
> 200	5000 per 100 m ²

Fig. 2 - Drinkwaterverbruik

[bron : VMM - Vlaamse Milieumaatschappij]



Figuur 3 illustreert schematisch hoe regenwater in het huishouden kan worden gevaloriseerd :

- Dak

Dakbedekkingen op basis van teer worden best niet gebruikt. Zij kunnen immers koolwaterstoffen afgeven.

- Voorfilter

Hiermee worden dode bladeren tegengehouden voordat het water in de watertank terecht komt.

Aan de uitgang van de pompinstallatie kan eventueel een filter worden voorzien met mazen van ongeveer 20 micrometer. Hiermee kunnen fijne deeltjes worden tegengehouden. Dit volstaat evenwel niet om het water drinkbaar te maken.

- Watertank

Wie een watertank wil met een maximum capaciteit, zodat al het water van het dak kan worden opgevangen, moet rekening houden met het nadeel dat het water langer in de tank blijft staan. De watertank wordt dan ook beter gedimensioneerd op basis van 1000 liter per 20 m² dakoppervlakte (horizontale projectie). Voor een oppervlakte van 50 m² volstaat dus een tank met een inhoud van 3000 liter. Hierbij speelt ook de oriëntatie van het dak ten opzichte van de overheersende regenrichting een rol. Tabel 2 geeft de minimumcapaciteiten voor regenwatertanks volgens de 'Code van goede praktijk' in Vlaanderen.

Het is aangeraden om een watertank in beton te gebruiken, want met deze laatste kan het natuurlijke zuurgehalte van het regenwater worden geneutraliseerd.

Op betonnen wanden hechten zich bovendien – in tegenstelling tot watertanks in kunststofmaterialen – micro-organismen vast, die de organische materie afbreken en zo het water zuiveren. De watertank kan gefabriceerd zijn (zie kaderstuk 'Geprefabriceerde bekoupingen in beton') of ter plaatse worden gegoten.

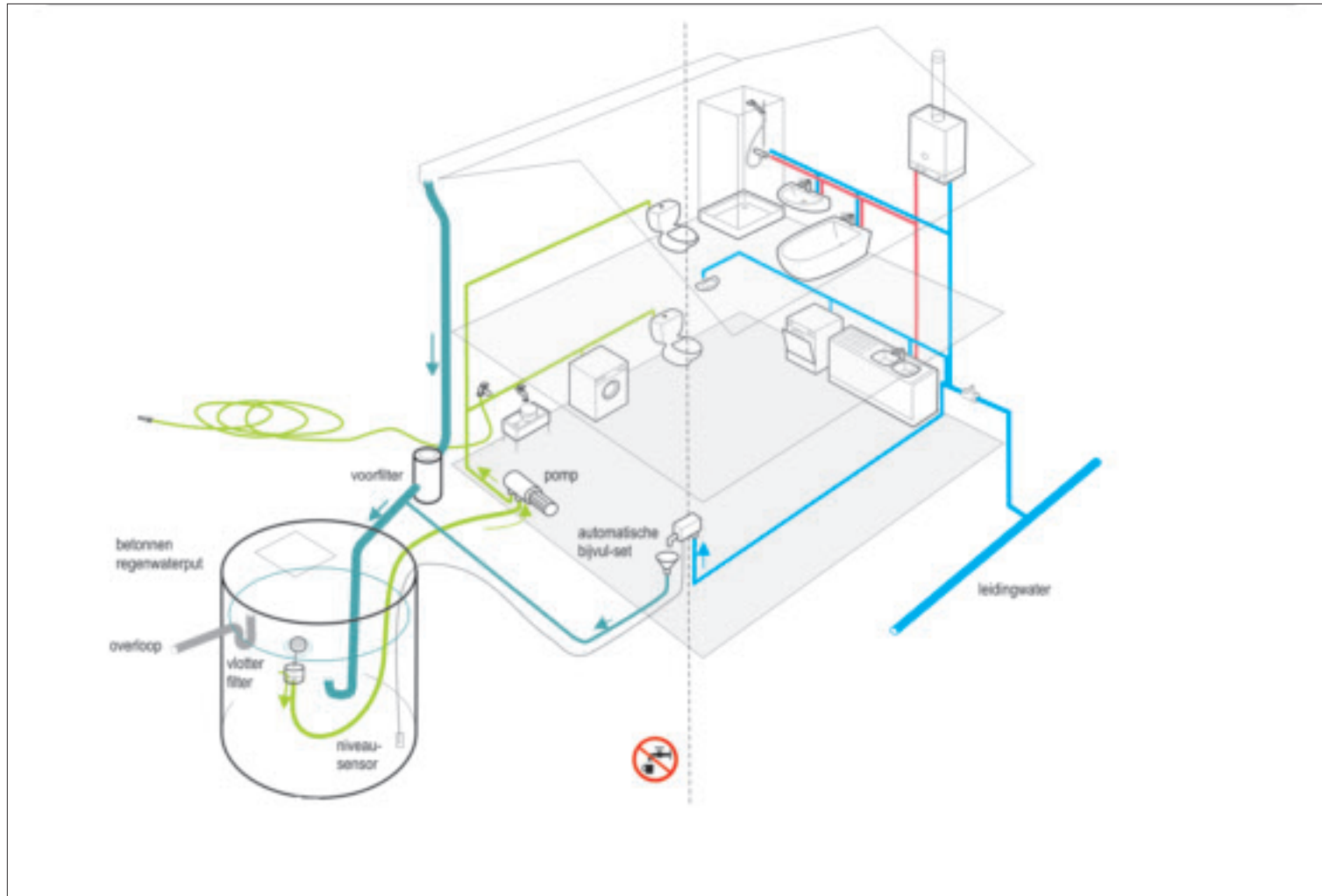
- Overloop

Deze wordt aangesloten op een verspreidingsstelsel (infiltratie in de bodem) of een beek, maar zeker niet op een riolering die met een zuiveringsstation is verbonden. Dit veroorzaakt immers een verdunning van het te behandelen water, hetgeen de goede werking van het station schaadt.

Niet te vergeten bij de keuze van de installatie van een regenwatertank :

- Het verdient aanbeveling om beide dakvlakken van een huis aan te sluiten. Vermijd vooral dat enkel de noordoostkant wordt aangesloten.
- Bij klassieke huizen volstaat de dakoppervlakte niet om aan alle behoeften in huishoudelijk water te voldoen. Zij volstaat nochtans bijna altijd indien het gebruik beperkt blijft tot de wasmachine, het schoonmaken en het sproeien van de tuin.
- Bij een nieuwbouw mag worden gerekend met een relatief groot regenwaterverbruik, aangezien de installatiekost laag is.
- De installatie van een watertank met een nuttig volume van minimum 5 m³ is zeker gerechtvaardigd in onze streken.

Fig. 3 - Regenwaterinstallatie



PREFAB BEKUIPINGEN IN BETON VOOR REGENWATERTANKS, SEPTISCHE PUTTEN EN ZUIVERINGSINSTALLATIES VOOR HUISHOUDELIJK AFVALWATER

De betonindustrie biedt een ruim gamma aan prefab bekuipingen aan, in ongewapend of gewapend beton, of in staalvezelbeton.

Bekuipingen voorzien van het BENOR-merk zijn conform met de technische voorschriften PTV 114. Dit document vormt een aanvulling bij de algemene PTV 100 voor betonproducten bestemd voor infrastructuurwerken. De BENOR-licentie wordt toegekend door PROBETON.

Deze PTV's bevatten technische specificaties met betrekking tot de materialen voor de bekuipingen en de karakteristieken van afgewerkte regenwatertanks. Enkele voorbeelden :

- De druksterkte van beton gemeten op kubussen met zijde 150 mm moet minstens 45 N/ mm² bedragen.
- De waterabsorptie door onderdompeling, gemeten op proefstukken afkomstig uit de betontank, mag niet groter zijn dan 6,5%.
- De fabricagematen van de bekuiping moeten voldoen aan de volgende eisen :
 - de wanden van een tank in gewapend beton zijn minstens 70 mm dik ;
 - de toegangsopening voor personen tot de tank bedraagt minstens 60 cm. Deze waarde wordt vermeerderd tot 70 cm indien de verbindingsschacht tussen de bovenkant van de kuip en maaiveld langer is dan 1 m. Voor tanks niet toegankelijk voor personen en met een capaciteit kleiner dan 6 m³ bedraagt de toegangsopening 40 cm.
- De inlaat- en uitlaatopeningen zijn zodanig dat de nominale binnendiameter (DN) van de aangesloten buizen niet kleiner is dan :
 - 100 mm voor alle regenwaterputten, voor septische putten met een nominale capaciteit tot 6 m³ en voor waterzuiveringsinstallaties met een nominaal waterdebiet tot 4 m³ per dag ;
 - 150 mm voor septische putten met een nominale capaciteit van meer dan 6 m³ en voor waterzuiveringsinstallaties met een nominaal waterdebiet van meer dan 4 m³ per dag.

Wat de mechanische sterkte van de kuip betreft, moet de producent de volgende informatie opgeven:

- de maximum plaatsingsdiepte ;
- de maximumhoogte van het grondwater boven de maximum plaatsingsdiepte van de kuip ;
- de verkeersklasse :
 - A15 als er geen voertuigen over rijden ;
 - B125 bij lichte voertuigen ;
 - C250 bij licht wegverkeer (o.a. parkeerterreinen) ;
 - D400 bij gewoon wegverkeer.

Tevens moet worden vermeld dat PTV 114 een eis stelt inzake waterdichtheid. Die is van toepassing voor de volledige tank en voor de verbindingsschacht (indien aanwezig).

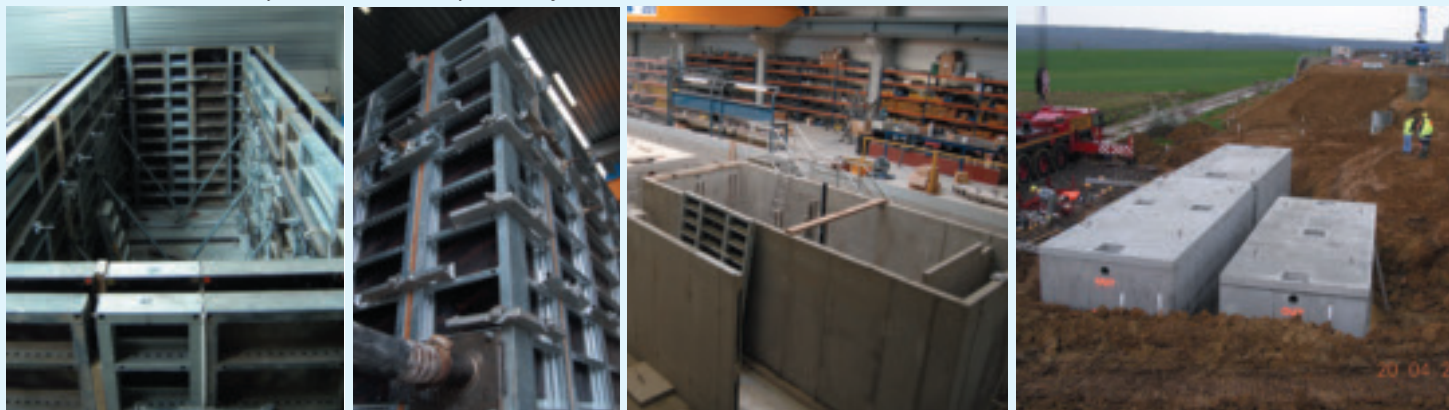
De prefabrikanten bieden een breed assortiment watertanks aan met een inhoud van 1500 tot 20000 liter. Het is ook mogelijk om verschillende watertanks onderling te verbinden om zo de capaciteit te vergroten. In dat geval worden de watertanks op een 15 tot 20 cm dikke plaat in gewapend beton van sterkteklasse C20/25 geplaatst, zodat ze niet onderhevig zijn aan differentiële zetting. Hun gewicht varieert van 1100 kg voor een watertank van 1500 liter, tot 6500 kg voor een watertank van 10 000 liter, of zelfs 11 000 kg voor een watertank met een capaciteit van 20 000 liter.

Met het oog op een perfecte afdichting ter hoogte van de aansluitingen, worden de perforaties in de wanden van de tank en de plaatsing van de flexibele pakkingen in kunststof bij voorkeur in de fabriek uitgevoerd.

Naast deze 'klassieke' formaten maken bepaalde prefabrikanten ook monolithische reservoirs met aanzienlijk grotere capaciteiten, namelijk 50 of zelfs 60 m³. Deze volumes kunnen bovendien nog opgevoerd worden. Vermits het modulaire elementen betreft, zijn volumes van 200 à 300 m³ gemakkelijk haalbaar. Het transport van dergelijke elementen valt nog binnen de limieten van het normale wegvervoer.

Vermelden we tenslotte nog dat het voor de betonformulering mogelijk is het gebruik van HSR-LA-cement te eisen, indien het beton blootgesteld zal worden aan afvalwaters die sulfaten of andere agressieve stoffen bevatten.

Grote betonnen tanks in zelfverdichtend beton [foto's Eloy&zoon].



PLAATSING VAN EEN BETONNEN KUIP

(regenwatertank, vetafscheider, septische put, individuele waterzuiveringsinstallatie)

1. Grondwerken

De bodem van de uitgegraven put moet volkomen vlak zijn. De breedte van de put is gelijk aan de buitendiameter van de bekuijing, plus twee keer 50 cm werkrimte errond. De diepte wordt berekend op basis van de totale hoogte van de bekuijing, de dikte van de laag gestabiliseerd zand of de funderingsplaat in beton (15 tot 20 cm dik), de niveau's van aanvoer- en afvoerbuizen. Zo moet worden gerekend met een helling van 2 tot 4 % voor de aan te sluiten buizen voor afvalwater en van 0,5 tot 1 % voor gezuiverd water of regenwater. Wat de afdekking met aarde betreft, zijn de bekuijingen voorzien van een bovenplaat met een drukweerstand die overeenkomt met een laag aarde van ongeveer 80 cm. Als die afdeklag meer dan 80 cm dik is, moet een verdeelplaat worden voorzien in gewapend beton. Hetzelfde geldt indien boven de bekuijing wegverkeer rijdt.

2. Fundering

Om de spanningen in het beton in de bodem van de bekuijing te beperken, moet onder de bekuijing een stabiel, dragend en perfect horizontaal funderingsbed worden aangebracht. Een correcte funderingslaag is 15 tot 20 cm dik en wordt in het geval van een verharde betonnen funderingsplaat afgewerkt met een uitvlaklaag van zand. Het zandoppervlak moet vlak zijn en horizontaal. De zandlaag wordt geëffend en verdicht, zodat de bekuijing nergens op een hard of zwak punt steunt.

Afhankelijk van de verkeersklasse zal de funderingslaag worden uitgevoerd in zand, in zand-cement of in beton van sterkteklasse C20/25. Ze moet over de volledige omtrek breder zijn dan de bekuijing.

3. Transport en plaatsing

Omdat een betonnen bekuijing relatief zwaar is, wordt gebruik gemaakt van een kraanwagen. Vooraf moet worden nagegaan of die kraanwagen tot bij de put kan rijden.

4. Aanaarding en aansluitingen

Onmiddellijk na de plaatsing wordt de ruimte rond de bekuijing tot op de gewenste hoogte opgevuld met grond waarin geen stukken rots of verhard zand-cement zitten. De verdichting gebeurt in lagen van maximum 50 cm dik.

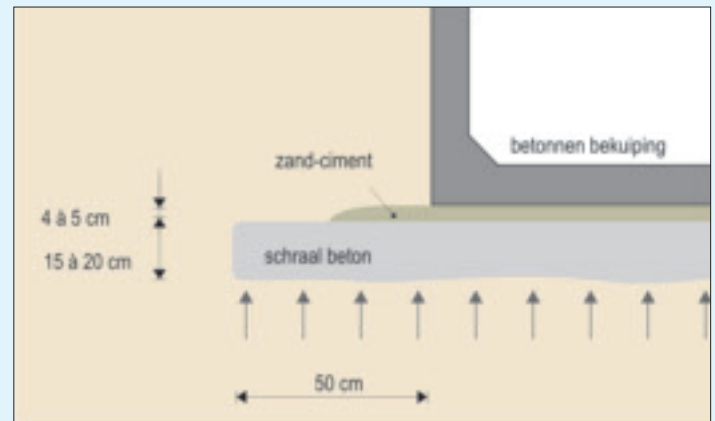
Indien de grondwaterlaag niet diep zit, moet de tank na het aanaarden gedeeltelijk worden gevuld, om te vermijden dat hij omhoog wordt gestuwd.

Vervolgens worden de aansluitingen gerealiseerd door middel van te voorziene openingen (of vooraf aangebrachte perforaties). De leidingen worden aangesloten met behulp van soepele aansluitingen (b.v. pakking in elastomeer of rubber), die de natuurlijke zettingen van de grond na de definitieve aanaarding opvangen.

Aard van de onderlaag in functie van het verkeer

Belastingsklasse verkeer	Onderlaag
A 15 (geen voertuigen)	zand
B 125 (lichte voertuigen)	- zand indien vaste bodem (rots, grind...) - zand-cement indien zachte bodem (klei...)
C 250 (licht wegverkeer)	- zand-cement indien vaste bodem - schraal beton C 20/25 indien zachte bodem
D 400 (gewoon wegverkeer)	schraal beton C 20/25

Fundering



Verdeelplaat in gewapend beton



2. Rechtstreekse insijpeling

Het water infiltreert best zoveel mogelijk ter plaatse. Deze rechtstreekse insijpeling is mogelijk op niet-bedekte natuurlijke bodems (grasvelden, weiden,...) of terrassen, parkeerterreinen, enz... die speciaal werden voorzien van een waterdoorlatende bodembedekking (straatstenen, grastegels).

De mogelijkheden voor rechtstreekse infiltratie zijn afhankelijk van de doorlatendheid van de bodem en van het grondwaterniveau. De doorlatendheid kan worden geschat op basis van de aard van de bodem. *Tabel 3* geeft voor verschillende types bodem de doorlatendheidscoëfficiënt k (weergegeven in $m^3/s/m^2$). Die coëfficiënt komt overeen met het volume water dat per tijdseenheid door een bepaalde oppervlakte dringt.

Het grondwaterniveau moet zich op minstens 0,7 meter diepte bevinden. Als dat niet het geval is, zal de infiltratie meer tijd in beslag nemen en zal de drainerende bedekking veeleer de rol vervullen van een tijdelijke opslagruimte voor het water. Indien de bedekking die taak niet aankan, kunnen overstromingen ontstaan, tenzij er aan de oppervlakte een afvoersysteem via goten is voorzien.

Indien de rechtstreekse insijpelingszone zich vlak naast een gebouw bevindt, dient een dichtheidsmembraan te worden geplaatst langs de muren, vooral langs de keldermuren. Bovendien is het altijd verstandig om op het laagste punt een draineerbuis te leggen en voor de afvoer van het water een helling van minstens 1 % naar buiten te voorzien.

Waterdoorlatende betonnen straatstenen als bodembekleding

Er bestaan 3 types drainerende bestratingsproducten in beton:

- bestratingsproducten met een draineringsopening : deze producten zijn van beton met gesloten structuur, maar ze hebben een zodanige vorm dat de bodembedekking waartoe ze dienen, openingen vertoont ;
- bestratingsproducten met verbrede voegen : het beton heeft een gesloten structuur, de straatstenen zijn voorzien van afstandhouders en/ of inkepingen (*zie foto*) ;
- poreuze bestratingsproducten : dit zijn bestratingsproducten gemaakt van beton met open structuur.

De producten met het BENOR-merk voldoen aan de technische voorschriften PTV 122 van PROBETON. Dit document omvat niet alleen informatie over afmetingen en vormkenmerken, maar ook over de minimum mechanische en fysieke eigenschappen van deze producten. Zo vermeldt het ondermeer dat de doorlatendheidscoëfficiënt gemiddeld niet minder mag bedragen dan $5,4 \cdot 10^{-5}$ m/s ($5,0 \cdot 10^{-5}$ m/s individueel).

De keuze van het type betonnen bestrating wordt vooral bepaald door de plaats waar de bestrating zal worden toegepast. Betonnen bestratingen met verbrede voegen of met drainerende openingen zijn bijzonder geschikt voor industriële terreinen, residentiële wijken met weinig verkeer, parkeerterreinen en pleinen.

Straatstenen met brede voegen zijn minder comfortabel voor voetgangers dan straatstenen met drainerende openingen. De brede voegen maken ze bovendien ongeschikt voor fietspaden.

Straatstenen in poreus beton zijn door hun smalle voegen en hun beperkte vellingen comfortabeler voor voetgangers en fietsers. Omwille van hun lagere mechanische weerstand zijn ze echter minder bruikbaar op parkeerterreinen, in residentiële wijken en op industriële terreinen.

Grasbetontegels

Grasbetontegels zijn tegels die voorzien zijn van openingen waarlangs de planten kunnen groeien. Dergelijke producten zijn bijzonder geschikt voor opritten voor garages en parkeerterreinen.

De prefabrikanten bieden een ruime keuze aan types grastegels. Meestal worden types met een prismatische vorm gebruikt (600 mm x 400 mm) met een totale dikte die varieert van 80 tot 150 mm. Per m^2 bodem zijn iets meer dan 4 grastegels nodig.

Om een goede bezoding te realiseren, moeten tegels gebruikt worden met een totale gatoppervlakte (d.w.z. perforaties doorheen de tegel) van minstens 30 % en een totale oppervlakte voor het inzaaien (d.w.z. de beschikbare oppervlakte voor de begroeiing) van minstens 65 %.

Grasbetontegels met het BENOR-merk zijn conform aan de technische voorschriften PTV 121 van PROBETON. Dit document omvat, naast de algemene voorschriften van PTV 100 voor geprefabriceerde betonnen producten voor infrastructuurwerken, specifieke technische eisen voor grastegels in beton.

PTV 121 definieert ondermeer drie verschillende sterkteklassen op basis van een conventionele buigproef en een beschrijving van het type verkeer waarvoor de platen die tot die klassen behoren, bestemd zijn. Het document beschrijft eveneens de testmethodes.

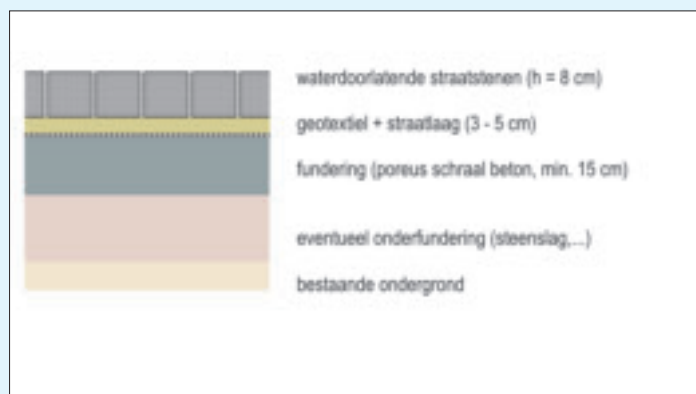
Tabel 3 - Doorlatendheid van verschillende bodemtypes

Aard van de bodem	Doorlatendheidscoëfficiënt k [$m^3/s/m^2$] of [m/s]	Klassificatie
zand / grind	$10^{-3} - 10^{-5}$	zeer doorlatend
leemhoudend zand	$10^{-4} - 10^{-7}$	goed doorlatend
zandhoudend leem	$10^{-5} - 10^{-8}$	matig doorlatend
leem	$10^{-6} - 10^{-9}$	slecht doorlatend
klei	$10^{-9} - 10^{-11}$	niet doorlatend

Straatstenen met afstandhouders [foto A. Nullens]



VOORBEELDEN VAN TYPEDOORSNEDES



Terras, toegang garage...

Onderfundering (eventueel) :

Deze bestaat uit steenslag of vulgrond die niet met cement is gebonden en waarvan het gehalte aan fijne deeltjes ($\leq 0,063$ mm) tot een minimum is beperkt.

Fundering

Een fundering in poreus mager beton vormt een uitstekende oplossing. Die biedt immers een goed draagvermogen en een hoge doorlatendheid. De doorlatendheidscoëfficiënt van dit type materiaal bedraagt minstens $4 \cdot 10^{-4}$ m/s.

Bulletin nr. 33 van het *Dossier Cement* geeft meer informatie over funderingen in poreus mager beton.

De dikte van de onderfundering en van de fundering wordt bepaald in functie van de doorlatendheid van de bestaande bodem. In het geval van een bodem met een goede doorlatendheid volstaat een dikte van 15 cm ruimschoots. In andere gevallen moet de dikte worden vermeerderd met een onderfundering. De fundering en de onderfundering doen dan dienst als tijdelijke opslagruimte. De infiltratie zal dan trager verlopen. Een grotere dikte is ook aangewezen wanneer de bestaande ondergrond vorstgevoelig is.

Het is overigens raadzaam de (onder)fundering te verdichten in lagen van maximum 20 cm dikte.

Straatlaag

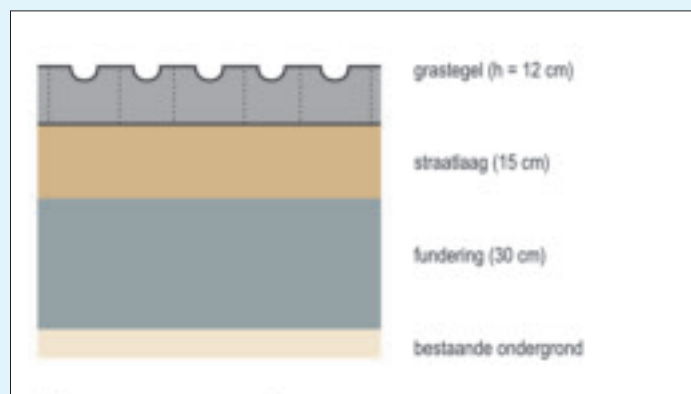
Net zoals bij een klassieke opbouw is de straatlaag minstens 3 cm dik. Na het verdichten mag ze niet dikker zijn dan 5 cm. De laag bestaat uit steenslag 2/4, wat een optimale doorlatendheid oplevert.

Om te voorkomen dat de straatlaag wegzakt in de holtes van de fundering in poreus mager beton, wordt er tussen beide lagen een geweven membraan geplaatst.

Waterdoorlatende bestrating

De aanleg van dit type bestrating wijkt niet af van een klassieke verharding. Voor de voegen wordt gewoonlijk gebruik gemaakt van eenzelfde steenslag als voor de straatlaag, namelijk 2/4.

Bestratingen in poreus beton vereisen daarentegen wel een specifieke aanpak. Bij dit type drainerende bestrating zijn de voegen niet breder dan bij de klassieke straatsteenverharding (doorgaans 1 tot 2 mm). Ze moeten worden gevuld met voegmateriaal 0,5/1 of 0,5/2. Door de fractie 0/0,5 weg te laten wordt vermeden dat het oppervlak van de bestrating dichtslibt bij het inbezemen van het voegmateriaal. Met een klassiek voegmateriaal 0/2 is dit onvermijdelijk.



Toegang garage, parking...

Fundering

Deze bestaat uit steenslag of vulgrond 0/32 die niet met cement gebonden is.

Straatlaag

Dit is een homogeen mengsel van 2/3 grind en 1/3 klei.

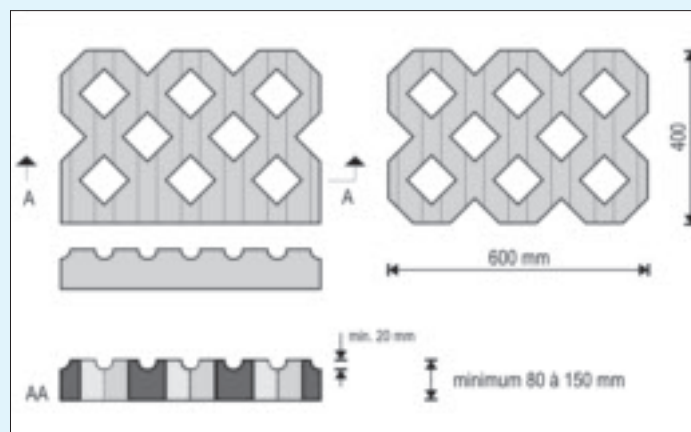
Grasbetontegels

De grasbetontegels moeten van weerstandsklasse 10 zijn volgens PTV 121 en minstens 12 cm dik. De tegels worden rand tegen rand gelegd en met behulp van een trilplaat vastgezet.

De gaten worden met humushoudende aarde opgevuld. Dit mengsel wordt uitgespreid a rato van minstens 50 liter/m². De holtes worden gelijkmatig gevuld tot op een hoogte van 1,5 à 2 cm onder de nokken. Vervolgens worden de tegels ingezaaid met een zaadmengsel voor gazongras.

In plaats van de tegels in te zaaien, kunnen de holtes ook opgevuld worden met gekleurd grind.

Grasdallen



3. Waterretentie

Wanneer rechtstreekse infiltratie van het water niet mogelijk is, kan eventueel waterretentie overwogen worden, d.w.z. dat de afvoer vertraagd wordt en de infiltratie uitgesteld.

Hiervoor worden betonnen infiltratieputten (fig. 4) of draineerbuizen aangewend. Via de bodem of via de poreuze wanden van de buis kan het water in de ondergrond sijpelen.

Voor een goede insijpeling via een infiltratieput moet het grondwatervniveau zich minstens 1 meter onder de bodem van de put bevinden. De diepte van de put is met andere woorden functie van dat grondwatervniveau. Het onderste gedeelte van de put is voorzien van openingen (geperforeerde ringen) waardoor de put in verbinding staat met het terrein. De diepte van de waterdichte en de doorlatende zones moet ter plaatse worden bepaald in functie van de geologische aard van het terrein. Te noteren valt dat de installatie van een infiltratieput meestal onderworpen is aan een voorafgaandelijke toelating door de gemeentelijke overheid.

Wanneer het grondwater niet voldoende laag zit of een behoorlijke insijpeling door middel van een infiltratieput niet mogelijk is, kunnen drainerende buizen in poreus beton worden gebruikt. Die worden dan horizontaal geplaatst en beschikken over een grote waterretentiecapaciteit. De buizen worden omwikkeld met geotextiel en aangeaard met een relatief grof steenachtig materiaal, zodat een goede doorlatendheid gegarandeerd blijft.

De buizen in poreus beton die het BENOR-merk dragen, zijn conform met de technische voorschriften PTV 104 (+ Addendum) van PROBETON. Deze beschrijven de karakteristieken waaraan deze buizen moeten voldoen, ondermeer op het vlak van breuksterkte en waterinsijpeling.

Buizen in poreus beton zijn verkrijgbaar met binnendiameters variërend van 200 tot 500 mm en een nuttige lengte van 1 meter.

De infiltratiecapaciteit van poreus beton is erg belangrijk. Die moet inderdaad voldoende zijn, maar toch ook niet te groot. Indien het water te snel infiltreert, raakt de grond ter plaatse verzadigd en kan het terrein onder water komen te staan.

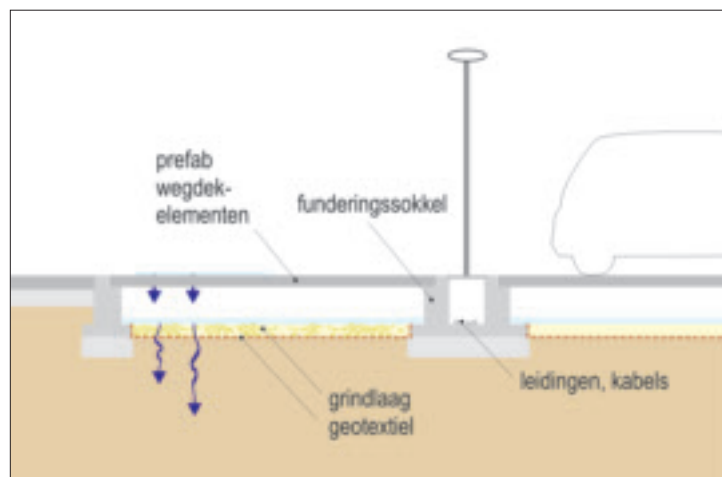
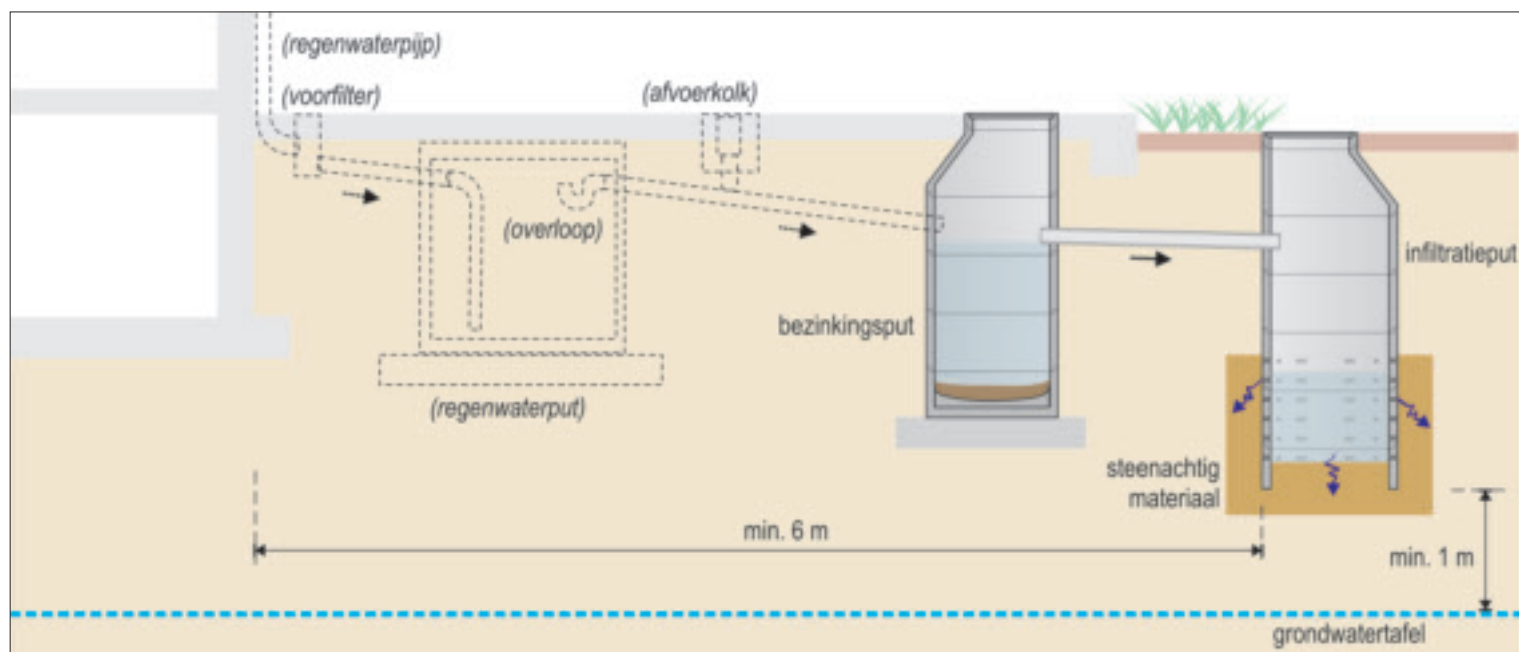


Fig. 5 - Buffering en infiltratie onder parking

Recent zijn op de markt geprefabriceerde wegdekelementen verschenen die eveneens kunnen bijdragen tot een uitgestelde regenwaterinfiltratie (fig. 5). De elementen rusten op funderingszolen en vormen een doorlatende verharding. Via de voegen tussen de elementen valt het regenwater in een vide die als bufferruimte fungeert. Vandaar dringt het langzaam in de bodem. Het oppervlak van de prefab elementen is meestal uitgevoerd in uitgewassen beton, hetgeen een goede esthetische kwaliteit biedt.

Fig. 4 - Bezinkingsput en infiltratieput ('verloren put')



AUTONOME SANERING

Met autonome (niet-collectieve of individuele) sanering wordt iedere installatie bedoeld die zorgt voor het opvangen, het vooraf behandelen, het zuiveren, het infiltreren of het afvoeren van huishoudelijk afvalwater van gebouwen die niet op het openbaar rioleringsstelsel zijn aangesloten. Deze saneringswijze wordt toegepast in dun bevolkte zones waar de bouw van een collectief netwerk te duur zou zijn.

Drie grote families uitrustingen maken deel uit van de autonome sanering: de vetafscheiders (1), de septische putten (2) en de individuele zuiveringssystemen (3).

1. Vetafscheiders

Een vetafscheider is een kuip die voorzien is van een wandensysteem waarmee vetten en oliën op het oppervlak kunnen worden tegengehouden. Afvalwater afkomstig van de keuken, de badkamer en de wasplaats kan na zijn doortocht door de vetafscheider naar de septische put worden afgevoerd.

De werking van de vetscheider is gebaseerd op het principe van de scheiding van vloeistoffen op basis van hun dichtheidsverschillen (fig. 6). Het vethoudende water komt in het apparaat terecht, waar een wand P1 het vertraagt en dwingt om te zakken. Daar stuit het op een tweede schot P2, dat zorgt voor een opwaartse beweging. De vetten, die lichter zijn dan water, komen aan de oppervlakte drijven en worden tussen de wanden P1 et P3 vastgehouden. Tenslotte stroomt het water, dat geen vetten meer bevat, onder de wand P3 naar de uitlaatopening.

De vetafscheider moet gedimensioneerd zijn op basis van het piekdebiet dat erin kan worden toegelaten. De vetten die zich aan het oppervlak verzamelen, moeten immers gedurende een minimale tijd in de vetafscheider verblijven. Voor eengezinswoningen (≤ 20 inwonerequivalent (IE) – zie *onderstaand kaderstuk*) moet de vetafscheider een minimumcapaciteit van 500 liter hebben. In andere gevallen (restaurants, sportzalen,...) moet duidelijkheid bestaan over het aantal en de aard van de geïnstalleerde huishoudelijke apparaten.

De fabrikanten beschikken over specifieke methoden waarmee ze een correcte dimensionering kunnen berekenen.

Als de vetafscheider geïnstalleerd is als aanvulling op een septische put voor 'sanitair water', stroomt het water vanaf de uitgang van de vetafscheider naar een zuiveringselement. Als de vetafscheider daarentegen geïnstalleerd is als aanvulling op een septische put van het type 'alle afvalwater', wordt het water van de uitgang van de vetafscheider naar de septische put gevoerd voordat het doorheen het zuiveringselement wordt geleid.

Het gebruik van een vetafscheider is verplicht als de septische put van het type 'sanitair water' is en de individuele waterzuiveringseenheid niet voorzien is van een vetafscheider.

De vetafscheider kan in het gebouw worden geïnstalleerd. In ieder geval bevindt hij zich op minder dan 2 meter van de woning. Wanneer het afvalwater veel bezinsel of zware afvalstoffen bevat, moet er vóór de vetafscheider een slibafscheider met een uitneembare mand worden geïnstalleerd, waar die deeltjes kunnen worden opgevangen. Het nuttige volume van de slibafscheider bedraagt 200 liter per liter per seconde piekdebiet van de binnenkomende afvalwaterstroom, met een minimum van 200 liter.

Het is raadzaam het drijvende vet weg te scheppen, zodra er zich een laag van 15 cm heeft gevormd.

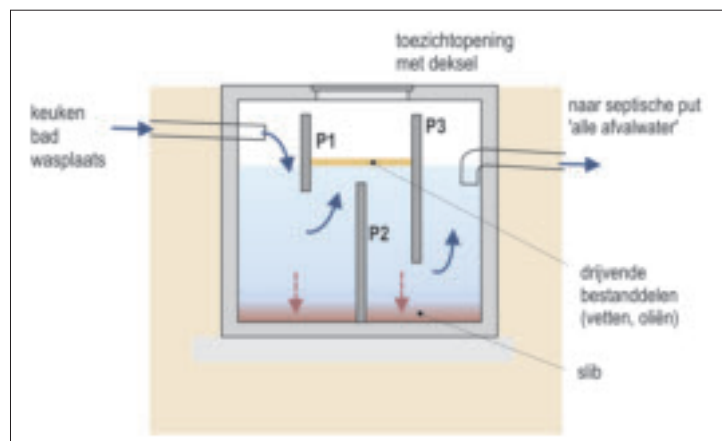


Fig. 6 - Voorbeeld van vetafscheider in beton

2. Septische putten

Een septische put is een installatie die tot doel heeft het afvalwater gedeeltelijk te behandelen, namelijk door de sedimenteerbare stoffen die in dit afvalwater zitten, te laten bezinken. In ieder geval haalt een septische put slechts een beperkt rendement op het vlak van de verwijdering van organische materie. Zo'n put kan dan ook niet als een individueel zuiveringssysteem worden beschouwd.

De zware deeltjes bezinken op de bodem van de put, waar ze zich ophopen en slijk vormen, zodat ze langzaam kunnen worden verteerd door anaërobe micro-organismen (d.w.z. zonder zuurstof). Door deze processen ontstaan allerlei gassen, de meeste met een misselijkmakende stank. Het omwoelen van het bezinksel door de plotse massale toevoer van water en/of een slecht ontwerp van de installatie kan de sedimentatie verstoren of het slib opnieuw in suspensie brengen.

De septische put kan ook dienst doen als vetafscheider indien hij zo ontworpen is dat hij de vetten en de drijvende bestanddelen boven het wateroppervlak kan vasthouden. In dat geval zal het afvoeropening voorzien zijn van een duikend bochtstuk of worden beschermd door een deflector die tot minstens 30 cm onder het oppervlak reikt.

De septische put moet een zo groot mogelijke oppervlakte hebben, met een minimum hoogte van 1 meter onder het wateroppervlak. In de put moet natuurlijke ventilatie worden voorzien, zodat de gassen, die ontstaan door de anaërobe vertering van het primaire bezinksel, kunnen worden afgevoerd (zie *kaderstuk op volgende pagina*). In geen geval mag de put (zelfs gedeeltelijk) op het afvoernet voor het regenwater worden aangesloten.

Er dient ook zeker voldoende aandacht te worden besteed aan de toegankelijkheid van de septische put. Wanneer het slib ongeveer 2/3 van de waterhoogte bereikt, moet een erkende putruimer worden ingeschakeld. Er kan een klein deel van het slib in de put blijven, zodat snel weer bacteriën worden bijgekweekt.

INWONER EQUIVALENT

Een 'inwoner equivalent' (IE) is de eenheid die overeenkomt met de gemiddelde vuillast in de dagelijkse afvalwaterstroom van een inwoner. Bij eengezinswoningen is het aantal IE gelijk aan het aantal bewoners in die woning.

TYPES SEPTISCHE PUTTEN

In een septische put voor 'sanitair water' komt alleen het water uit de toiletten terecht. De minimum totale nuttige capaciteit onder het watervlak moet de volgende waarden halen :

- 300 l/IE voor een aantal IE tussen 1 en 10, met een minimum van 1500 l ;
- 225 l/IE vanaf de 11^{de} IE, met een minimum van 3000 l.

Een septische put 'sanitair water' is slechts toegestaan indien hij al aanwezig is. Nieuw te installeren putten moeten septische putten zijn van het type 'alle afvalwater'.

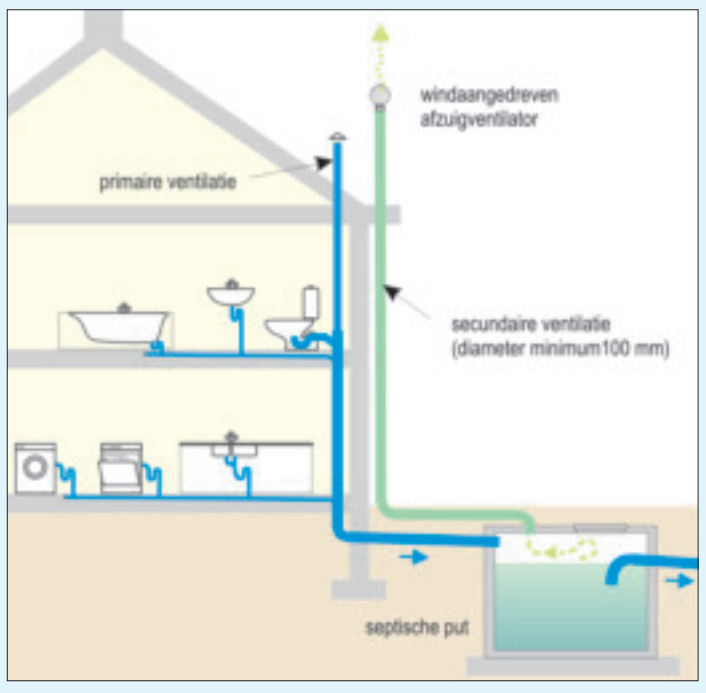
De septische put 'alle afvalwater' ontvangt al het huishoudelijke afvalwater (WC, bad, wasplaats, keuken). De minimum totale nuttige capaciteit onder het wateroppervlak bedraagt :

- 600 l/IE voor een aantal IE tussen 1 en 10, met een minimum van 3000 l ;
- 450 l/IE vanaf de 11^{de} IE, met een minimum van 6000 l.

ONTWERP VAN VENTILATIEVOORZIENINGEN VOOR SEPTISCHE PUTTEN

De septische put moet in ieder geval met een ventilatiesysteem worden uitgerust. De anaërobe vertering van het bezinksel genereert immers onaangenaam ruikende gassen die bij hoge concentraties gevaarlijk zijn (H₂S). Zij moeten door een doeltreffende ventilatie worden afgevoerd.

De lucht wordt meestal aangevoerd via de valleiding van het afvalwater. De gistingsgassen, die zwaarder zijn dan de lucht, worden boven het dak afgezogen door middel van een ventilatiesysteem voorzien van een statische of windaangedreven ventilator. Deze mag uiteraard niet in de buurt van vensters worden opgesteld. De buizen aan de ingang van het afvoersysteem van de gassen hebben een diameter identiek aan die van de afvalwaterbuizen (minimum 100 mm).



3. Individuele waterzuiveringssystemen

Met een individueel waterzuiveringssysteem kan het huishoudelijk afvalwater worden behandeld dat door een woning of een groep woningen wordt geloosd. Tussen de verschillende types individuele waterzuiveringssystemen wordt een onderscheid gemaakt in functie van hun omvang. Die wordt uitgedrukt in inwoner-equivalent (IE).

In Wallonië komt een particulier die zijn woning uitrust met een individueel waterzuiveringssysteem van minstens 5 IE, in aanmerking voor een premie (zie 'Arrêté du Gouvernement wallon du 9 oct. 2003' – Belgisch Staatsblad van 4 nov. 2003). Het bedrag van de premie varieert in functie van het type systeem dat wordt geplaatst. Belangrijk is dat in het Waals gewest erkende en niet-erkende systemen bestaan.

De lijst van de erkende individuele zuiveringssystemen kan worden geraadpleegd op website <http://mrw.wallonie.be/dgrne> onder de rubriek 'eau'.

De erkende systemen bieden de volgende voordelen:

- gegarandeerde prestaties ;
- lage werkingskosten (ruimingsoperaties gespreid in de tijd) ;
- levering vergezeld van een exploitatiehandleiding, zodat het systeem in optimale werkingsomstandigheden wordt ingezet ;
- en uitsluitend voor een plaatsing in het Waals gewest, een hogere premie dan voor niet-erkende systemen.

Ook in Vlaanderen kennen sommige gemeentelijke overheden een subsidie toe bij de plaatsing van een individueel waterzuiveringssysteem. En wanneer die gemeentelijke overheid een conventie met het Vlaamse gewest heeft ondertekend, voorziet deze laatste een extra subsidie die gelijk is aan die van de gemeente, met een maximum van € 1000.

In ieder geval is het nuttig om vooraf inlichtingen in te winnen bij zijn gemeentelijke overheid over de procedure die moet worden gevolgd bij de installatie van een individueel waterzuiveringssysteem en de toekenning van de overeenkomstige premies.

Systeem

Bij de zuivering van water worden drie grote fases onderscheiden : de voorbehandeling (voorbezinking); de tweede fase of de eigenlijke aërobe zuivering, en de derde fase of de nabezinking. Indien er eisen worden gesteld inzake stikstof en fosfor kan er ook nog een nabehandeling nodig zijn.

Tijdens de eerste fase worden door middel van fysieke en biologische procédés de vaste stoffen in suspensie in het afvalwater weggewerkt. Op die manier wordt de rest van de behandelingsinstallatie beschermd. Er bestaan twee grote principes voor de voorbehandeling: de vetafscheiding en de bezinking. Beide principes werden hierboven al beschreven.

De totale nuttige capaciteit onder het wateroppervlak van het voorbehandelingscompartiment moet minstens 600 liter per IE bedragen, met een minimum van 3000 liter. Bovendien moet dit volume over een zo groot mogelijke oppervlakte worden gespreid. Er moet natuurlijke verluchting worden voorzien, zodat de gassen worden afgevoerd die worden veroorzaakt door de anaërobe vertering van het primaire bezinksel.

De eigenlijke zuivering is meestal gebaseerd op een aëroob biologisch procédé dat geïnspireerd is op het natuurlijke fenomeen van de zelfzuivering in rivieren. De (organische) biologisch afbreekbare bestanddelen worden verteerd door micro-organismen die zuurstof verbruiken (aëroob) en die van nature in het water aanwezig zijn. Bepaalde leveranciers stellen voor om bacteriën toe te voegen, hoewel dat doorgaans niet nodig is. Deze bacteriën worden beter voorbehouden voor de zuivering van afvalwater uit niet-permanent bewoonde gebouwen (tweede verblijven,...).

Doordat de micro-organismen het vuil in een zuurstofhoudende omgeving consumeren, groeien ze aan en vermenigvuldigen ze zich. Het agglomeraat van micro-organismen vormt een secundair slib dat opnieuw door sedimentatie wordt opgevangen.

Deze secundaire bezinking moet in ieder geval in een afzonderlijk compartiment plaatsvinden. Het bezinksel wordt vervolgens naar het voorbezinkcompartiment teruggepompt. Zowel primair slib (voorbezinking) als secundair slib (nabezinking) kunnen zich ophopen en moeten regelmatig worden verwijderd.

Er bestaan in essentie twee types zuiveringsprocédés:

- de procédés met biomassa in suspensie, waarbij de micro-organismen zich in suspensie bevinden in het te behandelen water;
- de procédés met vaste biomassa, waarbij de micro-organismen zich vasthechten op een inerte ondergrond die gedeeltelijk of volledig in het te behandelen water is ondergedompeld.

Daarnaast is er ook een onderscheid tussen twee types zuivering:

- intensieve zuivering: de afbraak van de organische materialen door de micro-organismen wordt in een klein volume en in een beperkte tijd geforceerd;
- extensieve zuivering: zij leunt nauwer aan bij de natuurlijke procédés, maar vergt grotere volumes en meer tijd ('lagunage').

Algemene aanbevelingen

- Er bestaan betonnen en kunststoffen bekuijpingen. Beton is steviger, terwijl bekuijpingen in kunststof lichter zijn en dus gemakkelijker manipuleerbaar. Daartegenover staat dat de bekuijpingen in kunststof goed moeten worden verankerd en dat ze gevoelig zijn voor de druk veroorzaakt door aarde en grondwater.
- Er bestaan individuele zuiveringsinstallaties ondergebracht in één enkele kuip ('microstation') die in compartimenten is opgedeeld. Voorbehandeling en behandeling worden zo van elkaar gescheiden (zie kaderstuk hiernaast). Dit systeem biedt de volgende voordelen:
 - een compacte oplossing: één monolithische kuip in beton, voorzien van een deksel;
 - gemakkelijk te plaatsen: de betonnen kuip wordt rechtstreeks van de fabriek naar haar definitieve plaats op de werf gebracht, hetgeen heel wat tijdswinst oplevert en toelaat de uit te voeren grondwerken tot een minimum te beperken;
 - gemakkelijke installatie: fouten bij de aansluiting tussen de verschillende bekuijpingen worden vermeden.
- Het nabezinkcompartiment moet een zo groot mogelijke oppervlakte hebben, zodat een goede bezinking kan plaatsvinden. Het moet ook voldoende ruim zijn om te vermijden dat het bezinksel bij piekdebieten (b.v. leeglopend bad...) wordt opgewoeld.
- De elektromechanische onderdelen moeten van goede kwaliteit zijn. Ze moeten energiezuinig zijn en mogen geen lawaaihinder veroorzaken.
- De leidingen voor de luchtaanvoer en de circulatie van het bezinksel moeten bij voorkeur in een roestvrij materiaal zijn uitgevoerd (inox of kunststof).
- De plaats waar de individuele zuiveringsinstallatie wordt geïnstalleerd, moet voldoende groot zijn en alle nodige garanties bieden voor een gemakkelijke afvoer.
- Het regenwater moet van het afvalwater worden gescheiden. Regenwater moet uit een individuele zuiveringsinstallatie worden geweerd, want het verstoort de goede werking ervan.
- Tussen het laatste element van de individuele zuiveringsinstallatie en het afvoerelement van het gezuiverde water moet een inspectieput worden geïnstalleerd, zodat het gezuiverde water op een eenvoudige manier kan worden gecontroleerd.
- Het onderhoud van individuele zuiveringsinstallaties is onmisbaar om de kwaliteit van de zuivering te garanderen. Het is raadzaam om met de leverancier van het systeem een onderhoudscontract te sluiten.

Afvoervoorzieningen

Het gezuiverde water moet prioritair via een kunstmatige afvoerweg (aquaduct), of door lozing aan het oppervlak, of in een natuurlijke

VOORBEELD VAN

INDIVIDUELE WATERZUIVERINGSINSTALLATIE

Het huishoudelijk afvalwater en het afvalwater uit de toiletten worden (niet verdund met regenwater) zonder voorafgaande behandeling naar de zuiveringseenheid gevoerd. De installatie is immers uitgerust met een voorbezinker die tevens dienst doet als vetafscheider. In dit compartiment bezinken de zware bestanddelen en worden ze vloeibaar gemaakt.

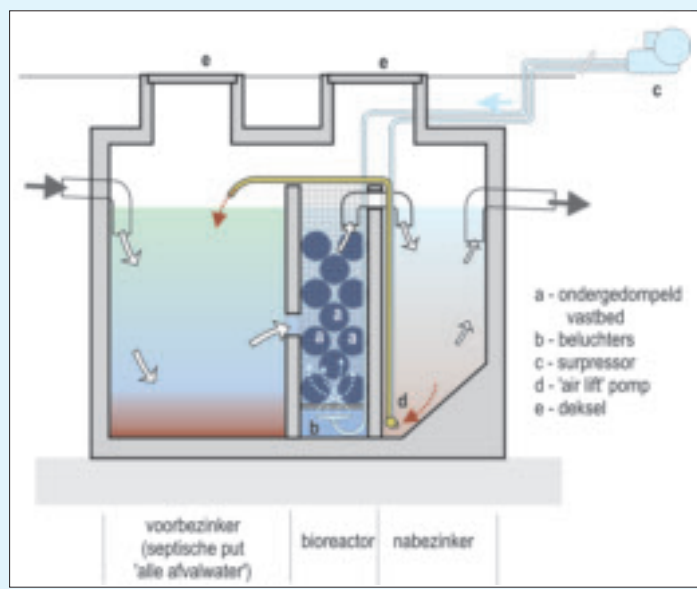
Na het bezinken stroomt het effluent onder invloed van de zwaartekracht door het compartiment met de vast-bed bioreactor. Daar wordt de organische vuilvrucht in een zuurstofhoudende omgeving door een aëroob ecosysteem gemineraliseerd. De zuurstof die nodig is voor de microbiologische behandeling, wordt door een surpressor geleverd en door een beluchter in het compartiment verspreid. Het systeem kan alleen maar goed functioneren indien continu zuurstof wordt aangevoerd.

Na deze behandeling door beluchting komt het afvalwater in de nabezinker terecht. In dit derde compartiment vormt het bezinksel vlokken, die zich van het gezuiverde water scheiden en in het onderste gedeelte van de nabezinker samenkomen. Het gezuiverde water wordt bovenaan afgevoerd via een bochtstuk dat ervoor zorgt dat er geen drijvende bestanddelen meestromen. Het slib uit de nabezinker wordt terug naar de voorbezinker gepompt met een airlift.

Oordeelkundig geplaatste mangaten (met deksel) zorgen ervoor dat de voorbezinker gemakkelijk kan worden leeggemaakt en/of dat er kan ingegrepen worden bij storing.

Met dit type individuele waterzuiveringseenheid hoeven geen vetafscheider en septische put te worden geplaatst, aangezien de voorbezinker de functies van deze twee onderdelen vervult. Indien er al een septische put aanwezig is, bieden de fabrikanten systemen aan die slechts twee compartimenten bevatten: bioreactor en nabezinker. Toch wordt aangeraden om na te gaan of de bestaande septische put voldoende nuttig volume biedt en behoorlijk werkt.

Microstation in beton



afvoerweg (gracht) worden afgevoerd. Wanneer geen enkele van deze oplossingen mogelijk is, moet de afvoer van het water gebeuren via de bodem, door middel van filterende greppels, een zandfilter of een filterende heuvel. Het technisch rapport CEN/TR 12566-2 : 2005 (*Kleine afvalwaterzuiveringsinstallaties ≤ 50 IE – Deel 2: Grond-infiltratiesystemen*) kan hier nuttige informatie bieden.

De keuze van de voorziening en de vereiste verspreidings-oppervlakte worden bepaald door de aard (doorlatendheid) van de bodem, het grondwaterniveau, de topografie van het terrein en de eventuele nabijheid van drinkwaterwinningspunten.

In het geval dat deze voorzieningen niet kunnen worden toegepast (ondoorlatende bodem aan de oppervlakte of beperkte beschikbare oppervlakte), en alleen in dat geval, mag een infiltratieput worden gebruikt, mits akkoord van de gemeentelijke overheid op gelijkkludend advies van het Gewest. Het gebruik van deze oplossing is evenwel verboden in preventiezones van waterwinningsgebieden.



Plaatsing van 4 tanks in serie:
 - vetafscheider
 - septische put
 - bioreactor
 - nabezinker
 [foto's André Nullens]

EMISSIENORMEN VOOR INDIVIDUELE WATERZUIVERINGSINSTALLATIES – WETGEVING

Voor de Vlaamse milieuwetgeving moet worden verwezen naar Vlare II, meer bepaald art. 4.2.7.1.1.: 'Lozing van huishoudelijk afvalwater in de gewone oppervlaktewateren of in kunstmatige afvoerwegen voor hemelwater'.

In het Waals Gewest moeten de individuele waterzuiverings-eenheden en -installaties conform zijn met de lozingsnormen van het 'Arrêté du Gouvernement wallon (Annexe II)' van 7 november 2002, waarin de integrale exploitatievoorwaarden worden vastgelegd (B.S. 15.11.2002).

In het Brussels Hoofdstedelijk Gewest geldt het Besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering van 8 oktober 1998 betreffende de behandeling van stedelijk afvalwater (B.S. 27.10.1998).

CE-MARKERING EN BENOR-MERK VOOR WATERBEHANDELINGSINSTALLATIES

Geprefabriceerde bekuipingen in niet-gewapend beton, gewapend beton en staalvezelbeton, voor septische putten en waterzuiveringsinstallaties tot 50 IE, en drager van het BENOR-merk zijn conform met de technische voorschriften PTV 114. Dit document geeft – in combinatie met PTV 100 – de technische specificaties met betrekking tot de materialen. De BENOR-licentie voor bekuipingen in beton wordt toegekend samen met de BENOR-licentie voor de installaties (septische putten of zuiveringssystemen) waarvan die bekuipingen deel uitmaken.

De BENOR-licentie wordt afgeleverd door CERTIPRO® (certificatie- en controledienst opgericht door het VITO) of door PROBETON, na vaststelling – ondermeer door middel van standaardproeven – van de conformiteit van de zuiveringscapaciteit met de gewestelijke reglementeringen op het vlak van het milieu en een bewijs van de constructieve integriteit en de waterdichtheid.

Deze laatste eigenschap wordt getest op een volledig met water gevulde kuip waarvan de aansluitingsvoorzieningen waterdicht zijn afgesloten. Na één uur mag er geen enkele vochtige plek op de buitenkant van de kuip of een lek ter hoogte van de aansluitingen zichtbaar zijn.

De standaardtests worden uitgevoerd :

volgens de norm NBN EN 12566-1 : 2000 en zijn amendement NBN EN 12566-1/A1: 2004 (*Kleine afvalwaterzuiveringsinstallaties tot 50 IE – Deel 1 : Geprefabriceerde septische tanks*),

of volgens de norm NBN EN 12566-3 : 2005 (*Kleine afvalwaterzuiveringsinstallaties tot 50 PTE – Deel 3 : Vooraf en/of ter plaatse geassembleerde afvalwaterzuiveringsinstallaties voor huishoudelijk afvalwater*).

Septische putten en waterzuiveringsinstallaties met het BENOR-merk zijn in orde met de Europese reglementering. Voor deze producten geldt immers de Europese Bouwproductenrichtlijn. Zij moeten (of zullen in de toekomst moeten) conform zijn met het geharmoniseerde deel van de hierboven vermelde Europese normen, d.w.z. de CE-markering dragen (zie onderstaande tabel met enkele andere producten).

Het BENOR-merk biedt echter een extra kwaliteitsgarantie. In tegenstelling tot de CE-markering wordt voor het BENOR-merk de verificatie van de conformiteit van de resultaten van de initiële typetests met de gewestelijke milieu-reglementeringen niet uitgevoerd door de fabrikant zelf, maar door het onafhankelijke certificatie-organisme CERTIPRO® of PROBETON. Het certificatie-organisme evalueert tevens de implementatie en de doeltreffendheid van het productiecontrolesysteem.

CE-markering van producten uit de sector van waterzuivering

Product	Norm	Geharmoniseerde norm sedert	CE-markering verplicht vanaf
Koolwaterstoffen-afscheider	NBN EN 858-1 en NBN EN 858-1/A1	01.09.2005	01.09.2006
Vetafscheider	NBN EN 1825-1	01.09.2005	01.09.2006
Septische put	NBN EN 12566-1 en NBN EN 12566-1/A1	01.12.2004	01.12.2005
Zuiveringsinstallatie huishoudelijk afvalwater tot 50 IE	NBN EN 12566-3	01.05.2006	01.07.2008

WATERZUIVERINGSSYSTEMEN – DEFINITIES

In het *Waals Gewest* wordt volgend onderscheid gemaakt :

- individuele waterzuiveringseenheid (*unité d'épuration individuelle*) voor de behandeling van een vuilvracht van hoogstens 20 IE ;
- individuele waterzuiveringsinstallatie (*installation d'épuration individuelle*) voor de behandeling van een vuilvracht begrepen tussen 20 en 100 IE ;
- individueel waterzuiveringsstation (*station d'épuration individuelle*) voor de behandeling van een vuilvracht van minstens 100 IE.

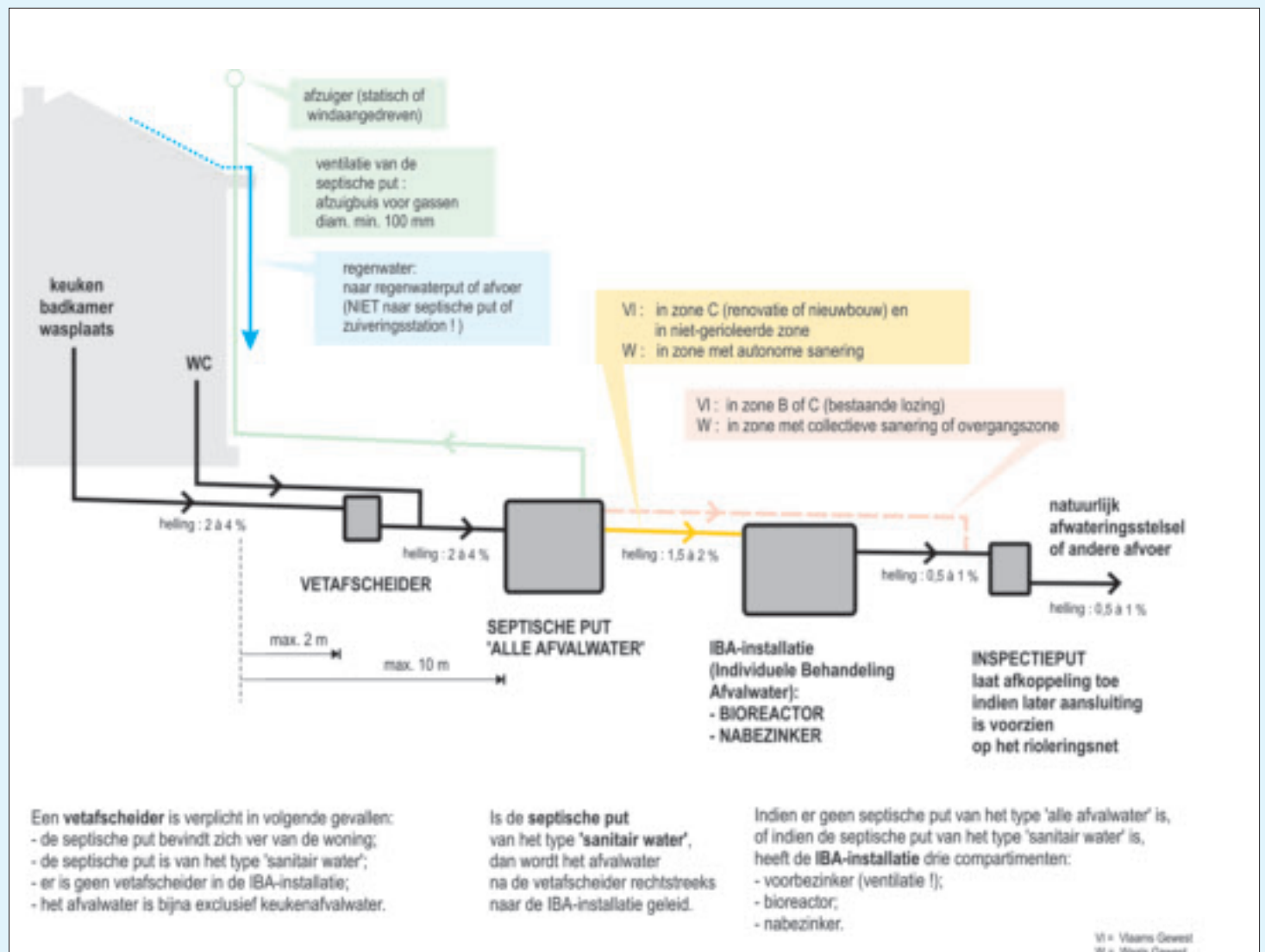
In het *Vlaams Gewest* bestaat een onderscheid tussen :

- IBA (*individuele behandeling van afvalwater*) voor 1 tot 20 IE ;
- KWZI (*kleinschalige waterzuiveringsinstallatie*) voor 20 tot 500 IE.

INPLANTING VAN

AUTONOME WATERZUIVERINGSSYSTEMEN

- Bekuiping horizontaal plaatsen op een laag zand-cement of op een betonnen funderingsplaat met dikte 15 tot 20 cm.
- Deksels van toegangsoeningen en inspectieputten moeten gewapend zijn indien er voertuigen over kunnen rijden.
- Toegankelijkheid verzekeren zodat de inhoud van de put kan worden overgepompt in een tankwagen.
- Buisdiameter : minimum 100 mm voor een capaciteit tot 6 m³ en anders 150 mm.
- Indien het behandelde afvalwater in de bodem sijpelt via een infiltratiesysteem, dan moet dit zich bevinden op :
 - min. 5 m van de woning ;
 - min. 35 m van een put of drinkwaterwinningspunt ;
 - min. 3 m van een naburige eigendom ;
 - min. 2 m van een boom.



(vervolg van pag. 3)

De belangrijkste conclusies uit het onderzoek door het CRIC-OCCN, kunnen als volgt worden samengevat :

- De betonsoorten gefabriceerd met verschillende cementtypes afkomstig van de Belgische courante productie kunnen voor wat de afgifte van zware metalen betreft, beschouwd worden als volledig onschadelijk voor het milieu. De hoeveelheden vrijgekomen zware metalen per 24 uur uit een beton dat in contact is met water, zijn inderdaad zeer laag. In *tabel II* staan bij wijze van voorbeeld de resultaten voor betontypes op basis van 400 kg cement. In de meeste gevallen zijn deze gehalten aan zware metalen overigens lager dan de concentraties van zware metalen in gewoon consumptiewater, zoals leidingwater en in de handel verkrijgbare minerale waters.
- De kwaliteit van het water is een doorslaggevende parameter voor het uitlooggedrag van cementgebonden materialen. Voor wat de activering van de uitloging betreft, blijkt water minder agressief te zijn naarmate het meer gemineraliseerd is. Welnu, de terreinomstandigheden zijn meestal dezelfde als die van beton in contact met gemineraliseerd water: alles lijkt er bijgevolg op te wijzen dat in die omstandigheden de uitloging van zware metalen door het beton onbeduidend of zelfs onbestaand is.
- Voor alle types cement zijn de uitloogwaarden van dezelfde grootteorde, zowel in het geval van beton rijk aan cement (400 kg/m³) als van mager beton (105 kg cement per m³). Met betrekking tot de milieucompatibiliteit bevestigt deze belangrijke vaststelling het niet-contaminerende karakter van het beton op het terrein, en dit in brede zin : de uitgeloopte hoeveelheden uit betonsoorten met een open structuur en met een compacte structuur zijn gelijk.
- Voor alle types cement zijn de totale gehalten aan zware metalen van betonsoorten, rijk of arm aan cement, van dezelfde grootteorde of zelfs lager dan de totale gehalten in niet-vervuilde Belgische bodems. Ten opzichte van die totale gehalten is de fractie die kan vrijkomen laag, zodat het risico van contaminatie door beton op het terrein als onbestaand mag worden beschouwd. Dit betekent ook dat het onwaarschijnlijk is dat het grondwater kan worden gecontamineerd door water dat in contact komt met beton.
- Het uitlooggedrag van het beton verandert niet als de klinker, binnen de limieten vastgelegd door de norm NBN EN 197-1, gedeeltelijk wordt gesubstitueerd door minerale toevoegsels zoals hoogovenslak of vliegas van thermische centrales. Een hoger gehalte slak of vliegas in het cement heeft geen vermeldenswaardige impact op de uitloogwaarden. Evenmin is er gevaar dat de milieucompatibiliteit van het beton in het gedrang komt wanneer in de cementfabriek op een gecontoleerde manier alternatieve stoffen worden ingezet met het doel fossiele brandstoffen en grondstoffen van natuurlijke origine gedeeltelijk te vervangen.

Tabel II - Uitloogwaarden van het beton en parameterwaarden van de Europese Richtlijn

« Tank test » - Gedemineraliseerd water - Porfierbeton, CEM I en CEM III/A 42,5 - Waarden uitgedrukt in ppb (µg / l) (*) (**)					
Element	Gemiddelde waarde gerapporteerd na 24 u contact				Parameterwaarden CE 98/83/CE (***)
	CEM I		CEM III/A		
	minimum	maximum	minimum	maximum	
Ba	6,4	22	8,0	8,8	geen
Ni	0,19	0,45	0,096	0,28	20
Cr	0,31	0,71	0,13	0,29	50
Sb	0,011	0,028	0,010	0,068	5
Se	< 0,060	< 0,060	< 0,060	< 0,060	10
Mn	< 0,006	< 0,006	< 0,006	0,008	50
Hg	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	1
As	< 0,002	0,006	< 0,002	0,007	10
Ag	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,003	geen
Zn	0,014	0,020	0,005	0,022	geen
Pb	< 0,001	0,027	< 0,001	< 0,001	10
Cd	< 0,001	0,002	< 0,001	< 0,001	5
Cu	< 0,004	0,015	< 0,004	< 0,004	2000

(*) ppb = (in het Engels: 'parts per billion' = deeltjes per miljard, bijv. microgram per kilo of liter water)

(**) Waarden voorafgegaan door '<' duiden op gehalten die kleiner zijn dan de meetbare ondergrens.

(***) De CE-parameterwaarden zijn vastgelegd op basis van de maximale hoeveelheden die door de mens in 24 uur mogen worden ingenomen zonder dat nevenwerkingen op zijn gezondheid te vrezen zijn

4. Beton in contact met drinkwater

Belgaqua, de Belgische federatie van de watersector, kent erkenningscertificaten toe voor materialen die in contact komen met drinkwater, waaronder cementgebonden materialen. Voordat het certificaat wordt toegekend, moeten de materialen waarvan sprake is, onderworpen worden aan een uitloogproef volgens de testmethode die wordt beschreven in het document 'Keuring van materialen in contact met drinkwater'. Ze moeten voldoen aan aanvaardbaarheids-criteria, t.t.z. maximum uitloogwaarden van elementen die als ongewenst worden beschouwd, zoals aluminium en zware metalen.

Kort samengevat komt het principe van de uitloogtest op het volgende neer: het staal wordt in het duister gedurende drie weken ondergedompeld in kunstmatig gemineraliseerd water, 'simulatievloeistof' genoemd, d.w.z. gedemineraliseerd water waaraan een bepaalde hoeveelheid NaHCO_3 en CaCl_2 is toegevoegd. De simulatievloeistof wordt iedere werkdag verversd en de waarde van de vrijgekomen hoeveelheden die in rekening wordt gebracht, is degene die overeenkomt met de laatste 24 uur – d.w.z. aan het eind van de 21 dagen onderdompeling. Vóór de eigenlijke onderdompeling worden de proefstukken geprepareerd door ze één week lang te spoelen onder stromend leidingwater.

Wat de eisen betreft, mogen de vrijgekomen concentraties tijdens de laatste 24 uur na 21 dagen onderdompeling de hieronder opgesomde waarden niet overschrijden (de waarden van de Richtlijn zijn ofwel toelaatbare maximale concentraties, ofwel richtwaarden, ofwel parametrische of indicatieve waarden):

- Sulfaat (SO_4^{2-}) : 250 mg/l
- Calcium (Ca) : 270 mg/l
- Magnesium (Mg) : 50 mg/l
- Aluminium (Al) : 100 $\mu\text{g/l}$
- Lood (Pb) : 50 $\mu\text{g/l}$
- Cadmium (Cd) : 5 $\mu\text{g/l}$
- Koper (Cu) : 1000 $\mu\text{g/l}$
- Nikkel (Ni) : 50 $\mu\text{g/l}$
- Zink (Zn) : 200 $\mu\text{g/l}$
- Arsenicum (As) : 10 $\mu\text{g/l}$
- Kwik (Hg) : 1 $\mu\text{g/l}$
- Chroom (Cr) : 50 $\mu\text{g/l}$

Het CRIC-OCCN paste deze uitloogmethode toe op betonsoorten met een cementgehalte van ongeveer 350 kg/m^3 en een WC-factor variërend van 0,51 tot 0,57. Het korrelskelet bevat een proportie van ongeveer 60 % kalksteengranulaten 2/20 en 40 % rivierzand 0/4. Als cement werd gebruikt :

- CEM I 42,5 N of R, eventueel LA of HSR LA ;
- CEM III / A of III / B 42,5 N LA ;
- CEM V / A (S-V) 32,5 N LA.

De resultaten kunnen als volgt worden samengevat :

- Uitloging van aluminium : de concentraties die aan het eind van de 21 dagen onderdompeling tijdens de laatste 24 uur zijn vrijgekomen, variëren van 1 tot 29 $\mu\text{g/l}$. Ze liggen dus zeer ver onder de toegelaten drempelwaarde (100 $\mu\text{g/l}$).
- Uitloging van magnesium en zware metalen : ongeacht het type beton kan uit de resultaten (zie tabel III) worden vastgesteld dat het gedrag van zware metalen absoluut geen enkel probleem oplevert. De uitgelogde gehalten liggen inderdaad ver onder de aanvaardbaarheidslimieten (max. Belgaqua).

Tabel III - Uitloogwaarden van beton voor magnesium en zware metalen

Element	Max. Belgaqua ($\mu\text{g/l}$)	Uitloogwaarden ($\mu\text{g/l}$)	
		minimum	maximum
Mg	50000	8,0	26,7
Pb	50	< 0,011 (*)	< 0,011
Cd	5	< 0,011	0,02
Cu	1000	0,30	0,35
Ni	50	1,61	1,76
Zn	200	0,4	7,4
As	10	0,37	0,42
Hg	1	< 0,020	0,181
Cr	50	0,66	1,93

(*) Waarden voorafgegaan door '*' duiden op gehalten die kleiner zijn dan de meetbare ondergrens.

VMW - arch. O. Deroo [foto's A. Nullens]



BIBLIOGRAFIE

MARION A.-M. ; DE LANEVE M. ; DE GRAUW A.
Béton en contact avec l'eau potable : lixiviation de l'aluminium selon la méthode Belgaqua (Beton in contact met drinkwater: uitloging van aluminium volgens de Belgaqua-methode)
OCCN, april 2002

MARION A.-M. ; DE LANEVE M. ; DE GRAUW A.
Onderzoek naar het uitlogingsgedrag van wegebeton : kwantificering van de hoeveelheden zware metalen uitgelooft tijdens de « Tank Test »
Verslag OCCN 1999-2000, pag. 5-24

MARION A.-M. ; DE LANEVE M. ; DE GRAUW A.
Studie van het uitlogingsgedrag van schraal beton in wegebouw funderingen: kwantificering van de hoeveelheden zware metalen uitgelooft tijdens de «Tank Test »
Verslag OCCN 2001-2002, pag. 3-21

Blautboek - Alles wat u had willen weten over uw drinkwater en de behandeling van het afvalwater
Brussel : BELGAQUA

Keuring van materialen in contact met drinkwater
Brussel : BELGAQUA, 16 mei 2006

Installation d'assainissement autonome pour maison individuelle Guide Pratique en application du DTU 64.1 (norme XP P16-603)
Parijs : CSTB, mei 2002

Ouvrages d'assainissement en béton, conception et réalisation
Collection Technique Cimbéton T 94
Parijs : CIMBETON, FIB, CERIB, juli 2001

Europese Richtlijn 98/83/CE van de Raad van 3 november 1998 met betrekking tot 'Kwaliteit van water bestemd voor menselijk gebruik'
Officieel Journaal van de Europese Gemeenschap 2330/32

Regenwatertanks
Tijdschrift Beton nr. 129
Brussel : FEBE, februari 1995

Drainerende verhardingen
Brussel : FEBESTRAL

PIRARD F.
Les différents systèmes d'épuration individuelle
Épuration individuelle des eaux usées domestiques
Studiedag georganiseerd door de 'DGRNE' en het 'Centre culturel du Brabant wallon', 7 mei 2002

Tout savoir sur l'épuration des eaux en Région wallonne
Namen : Région wallonne, 2004

L'infiltration des eaux usées, guide pratique – Système d'Assistance et d'Information wallon pour l'Épuration autonome (SAIWE) – Convention d'étude de méthodes et d'outils d'aide à la décision pour la planification et la mise en œuvre de systèmes d'épuration individuelle ou groupée
februari 2004

Recherche expérimentale du coefficient de rugosité de Manning – Strickler de conduits semi-circulaires de 3 matériaux différents
Dossier 382/1 – 2001 (niet gepubliceerd)
Louvain-la-Neuve : UCL, december 2001

Waterwegwijzer voor architecten – Een handleiding voor duurzaam watergebruik in en om de particuliere woning
Erembodegem : VMM, 2002

Technische voorschriften PROBETON

NB : De PTV's zijn gratis beschikbaar op de site 'Qualité & Construction' <http://qc.aoso.vlaanderen.be> onder de rubriek 'Technische Voorschriften' (of <http://qc.met.wallonie.be> - 'Prescriptions Techniques')

PTV 100
Geprefabriceerde producten van ongewapend, van gewapend en van staalvezelversterkt beton voor infrastructuurwerken
Editie 1 – 2002

PTV 100/A1
Geprefabriceerde producten van ongewapend, van gewapend en van staalvezelversterkt beton voor infrastructuurwerken
Addendum 1 bij PTV 100 (2002)
Editie 1 – 2006

PTV 104
Cirkelvormige geperforeerde en poreuze buizen van ongewapend beton voor draineer- en infiltratieleidingen
Editie 2 – 2004

PTV 114
Geprefabriceerde bekeringen van beton voor septische tanks, zuiveringsinstallaties van huishoudelijke afvalwater en regenwaterputten
Editie 1 – 2005

PTV 121
Grasbetontegels
Editie 1 – 2004

PTV 121/A1
Grasbetontegels – Addendum 1
Editie 1 – 2005

PTV 122
Bestratingsproducten van beton voor waterdoorlatende grondbekledingen
Editie 2 – 2005

Andere nuttige websites

www.waterloketvlaanderen.be
www.ciger.be/inasep
environnement.wallonie.be
www.aive.be
mrw.wallonie.be
www.certipro.be
www.eautarcie.com
www.vmm.be
www.ibgebim.be
www.cric.be
www.probeton.be

« In een min of meer nabije toekomst zullen we moeten kiezen tussen de collectieve zelfmoord of het intelligente gebruik van wetenschappelijke veroveringen »
(Albert Camus, 1945)



dit bulletin is een publicatie van:
FEBELCEM - Federatie van de Belgische Cementnijverheid
Voltastraat 8
1050 Brussel
tel. 02 645 52 11
fax 02 640 06 70
<http://www.febelcem.be>
info@felbelcem.be

auteur :
ir. C. Ployaert

verantw. uitgever :
J. P. Jacobs
wettelijk depot :
D/2006/0280/10