

Seminarie 'Milieubeheer in ziekenhuizen en verzorgingsinrichtingen'
ESHER – 25 mei 2007



Water- en afvalwaterbeheer in ziekenhuizen

Jan Gruwez – TREVI nv



TREVI nv
Dulle-Grietlaan 17/1
B-9050 Gentbrugge
Tel. +32 9 220 05 77
Fax +32 9 222 88 89
www.trevi-env.com

Inhoud

- Deel 1 – Buffering en infiltratie van hemelwater
 - Besluit Vlaamse Regering 01/10/04
 - Uitgangsprincipe en toepassingsgebied
 - Opvang en gebruik (hemelwaterput)
 - Infiltratie
 - Vertraagde afvoer

- Deel 2 - (Afval)waterbeheer in ziekenhuizen
 - Waterverbruikers
 - Lozingsvoorwaarden
 - Parameters van vervuiling
 - Bronbeperkende maatregelen
 - Zuiveringstechnieken

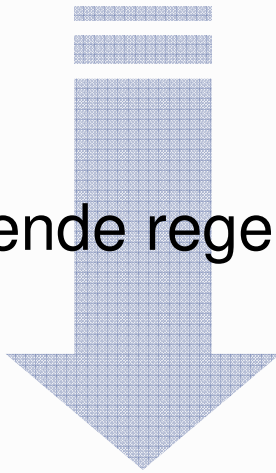
DEEL 1 - Hemelwater

Besluit 1 oktober 2004



- Besluit van de Vlaamse Regering van 01/10/04 houdende vaststelling van een gewestelijke stedenbouwkundige verordening inzake hemelwaterputten, infiltratievoorzieningen, buffervoorzieningen en gescheiden lozing van afvalwater en hemelwater
 - Besluit van de Vlaamse regering van 01/10/04
 - Gepubliceerd in het Belgisch Staatsblad op 08/11/04
 - Trad in werking op 01/02/05
 - Inhoud: bevat minimale voorschriften voor lozing van niet-verontreinigd regenwater afkomstig van verharde oppervlakken

Uitgangsprincipe

- In eerste instantie zo veel mogelijk hergebruik van niet-verontreinigd regenwater
 - In tweede instantie dient het resterende regenwater te worden geïnfiltreerd
 - Zodat ten laatste een beperkt debiet vertraagd wordt afgevoerd
- 
- Principe ook geldig voor plaatsing van de overloop van hemelwaterput en infiltratievoorziening

Toepassingsgebied



- Bouwen of herbouwen van gebouw met horizontaal dakoppervlakte $> 75 \text{ m}^2$
- Uitbreiding van horizontaal dakoppervlakte van een gebouw $> 50 \text{ m}^2$
- Aanleggen of heraanleggen van verharde oppervlakken met referentieoppervlakte $> 200 \text{ m}^2$
- Het referentieoppervlak van de verharding:
 - Is gelijk aan de verharde oppervlakte, exclusief de dakoppervlakte
 - Indien de verharding wordt aangelegd met waterdoorlatende klinkers, dan wordt de verharde oppervlakte door twee gedeeld

Uitzonderingen

- Gebouwen op een goed kleiner dan 3 are
 - Rieten daken of groendaken
 - Grondoppervlakken met voldoende infiltratie (bijvoorbeeld steenslag, grastegels,...)
 - Openbaar wegdomrein
 - Mogelijkheid tot natuurlijke infiltratie naast het verhard oppervlakte (op eigen bodem)
 - Vervuild regenwater (wordt als bedrijfsafvalwater beschouwd)
- Op de plannen dient te worden aangegeven welke verharde oppervlakken onder één van de bovenvermelde uitzonderingen vallen !!!

Opvang en hergebruik (1)



- Hemelwaterputten:
 - Bij meerdere gebouwen op één goed slechts 1 regenwaterput verplicht
 - Bij landbouwbedrijven zonder woning geen regenwaterput verplicht mits infiltratievoorziening en/of vertraagde afvoer
 - Het volledige dak dient in 1 of meerdere putten af te wateren

- Aanduiden op plannen:
 - Exacte inplanting
 - Inhoud (in liter)
 - Totale dakoppervlakte (in m²)
 - Totale overige verharde oppervlakte (in m²)
 - Aftappunten van het hemelwater

Opvang en hergebruik (2)



- Volume hemelwaterput :
 - In verhouding tot horizontaal dakoppervlakte:
 - < 100 m²: minstens 3000 liter
 - 100-150 m²: minstens 5000 liter
 - 150-200 m²: minstens 7500 liter
 - > 200 m²: keuze
 - per extra 50 m²: 2500 liter extra volume
 - infiltratie en/of vertraagde afvoer

Infiltratie

- Buffervolume infiltratievoorziening in verhouding tot infiltratiedebiet:
 - Inhoud: minimaal 300 liter per begonnen 20 m² referentieoppervlakte (d.i. 150 m³/ha)
 - Oppervlakte: minimaal 2 m² per begonnen 100 m² referentieoppervlakte

- Aanduiden op plannen:
 - Exacte inplanting
 - Omvang en diepte
 - Buffervolume (in liters)
 - Totale verharde grondoppervlakte (in m²)

Vertraagde afvoer (1)

- Vertraagde afvoer mag indien:
 - Doorlatendheidsfactor k_f van de bodem $< 10^{-5}$ m/s (omgerekend < 36 mm/h)
 - Voortdurend hoge grondwaterstanden
 - Referentieoppervlak > 1000 m² (voor deel vanaf 1000 m²)

- Vertraagde afvoer moet indien in beschermingszone 1 of 2 van een drinkwaterwingebied

Vertraagde afvoer (2)

- Doorlaatbaarheidsfactoren:

grondsoort	infiltratiecapaciteit
grof zand	500 mm/h
vertraagde afvoer	36 mm/h
fijn zand	20 mm/h
leemachtig fijn zand	11 mm/h
lichte zavel	10 mm/h
Limburgse klei	6 mm/h
veen	2,2 mm/h
leem	2,1 mm/h
lichte klei	1,5 mm/h
matig zware klei	0,5 mm/h
kleiige leem	0,4 mm/h

In principe dus enkel voor zandige bodems maar op provinciaal en gemeentelijk niveau kunnen bijkomende voorwaarden worden opgelegd

Vertraagde afvoer (3)



- Voorwaarden:
 - Via een afvoerbegrenzer met een maximaal lozingsdebiet van 1500 liter/uur en per 100 m² referentieoppervlak (omgerekend 41,67 l/s.ha)
 - Een buffervolume van 400 liter per begonnen 20 m² referentieoppervlak (d.i. 200 m³/ha)

- Aanduiden op plannen:
 - Exacte inplanting
 - Buffervolume van voorziening voor vertraagde afvoer (in liter)
 - Totale verharde grondoppervlakte (in m²)

Vertraagde afvoer (4)

- Vergelijking Besluit 01/10/04 en Code van Goede Praktijk:

	Besluit 1 oktober 2004	Code van Goede Praktijk (1996)
Minimale buffer (m ³ /ha)	± 200	100
Maximale afvoer (liter/u.100 m ²)	1500	360
Bui 1x om de 5 jaar (liter/u.100 m ²)	± 1000	

- Tegenstrijdig op sommige gebieden
 - Verplichte buffercapaciteit is niet afgestemd op maximale afvoer (te groot buffervolume in verhouding tot toegelaten lozingsdebiet)
- Nieuwe Code van Goede Praktijk momenteel in opmaak

Algemene bemerkingen (1)



- Combinatie van hemelwaterput, infiltratievoorziening en/of vertraagde lozing: verdeling van horizontale dakoppervlakte en referentieoppervlakte over de verschillende oplossingen
- Zowel aanleg van individuele als collectieve voorzieningen (= voor meerdere onroerende goederen) mogelijk
- Plaatsing en ingebruikname: maximaal 6 maanden nadat het gebouw of verharding in gebruik is genomen
- Compenserende maatregelen mogelijk, bijvoorbeeld het verwijderen van bestaande verharde oppervlakken

Algemene bemerkingen (2)



- Verplichting om het overtollige regenwater minstens tot aan het lozingspunt gescheiden af te voeren van het afvalwater
- Lozen van regenwater op openbare gemengde riolering: enkel indien afwezigheid van kunstmatige afvoerweg voor regenwater of een oppervlaktewater
- Indien aanleg van nieuwe openbare riolering op plaats waar nog geen riolering aanwezig was: aanleg van gescheiden stelsel (Droog Weer Afvoer en Regen Water Afvoer)
- Provinciale en stedenbouwkundige verordeningen kunnen dit besluit aanvullen en strengere normen opleggen

Algemene bemerkingen (3)



- Indien regenwater wordt verontreinigd door de activiteiten dan wordt dit beschouwd als bedrijfsafvalwater
- Er bestaan geen eenduidige normen om te toetsen of regenwater al dan niet vervuild is (alternatief: basiskwaliteitsdoelstellingen)

DEEL 2 - (afval)waterbeheer in ziekenhuizen

Waterverbruik in ziekenhuizen

- Ziekenhuis is verzameling van verscheiden activiteiten:
 - Behandeling:
 - Ambulante opname, daghospitaal, **verpleegafdelingen** (voornaamste qua volume en vracht), orthodontie, stomatologie, hemodialyse, oncologie, radiotherapie, chemotherapie, fysiotherapie, hydrotherapie, brandwonden
 - Diagnostiek:
 - Laboratoria, anatome pathologie, medische beeldvorming, endoscopie
 - Ondersteuning:
 - Keuken, wasserij, onderwijs
- Waterverbruik:
 - ± 400 liter waterverbruik per ligdag in Algemene Ziekenhuizen
 - Persoonlijk waterverbruik in Vlaanderen bedraagt 110 liter/dag

Definitie huishoudelijk afvalwater

- In grote mate vergelijkbaar met huishoudelijk afvalwater (cfr. verpleegafdelingen):
 - Vlarem I, art 1, °10: huishoudelijk afvalwater is afvalwater dat enkel bestaat uit het water afkomstig van:
 - normale huishoudelijke activiteiten; sanitaire installaties; keukens; afvalwater afkomstig van wassalons, waar de toestellen uitsluitend door het cliënteel zelf worden bediend;
 - het reinigen van gebouwen zoals woningen, kantoren, plaatsen waar groot- of kleinhandel wordt gedreven, zalen voor vertoningen, kazernen, kampeerterreinen, gevangenissen, onderwijsinrichtingen met of zonder internaat, klinieken, hospitalen en andere inrichtingen waar **niet besmettelijke zieken** opgenomen en verzorgd worden, zwembaden, hotels, restaurants, drankgelegenheden, kapsalons.

Lozingsvoorwaarden (1)

- Ministeriële omzendbrief (BS 25/07/2003) met addendum bij omzendbrief van 21/11/2001
- Afvalwater van ziekenhuizen, hospitalen, verzorgingsinstellingen dient niet als bedrijfsafvalwater te worden beschouwd
- Specifieke afvalwaterstromen dienen evenwel te worden afgevoerd of lokaal te worden gezuiverd
- Geen sectorale lozingsnormen voor ziekenhuizen
- Wel voorstel van normen in BBT voor ziekenhuizen
- Meestal bijzondere lozingsvoorwaarden met verbod op lozing van bactericide stoffen, fixeer en ontwikkelaar
- Wel toepasselijke sectorale normen voor deelstromen

Lozingsvoorwaarden (2)

- Tandheelkunde: Hg < 0,3 mg/l (sectorale norm tandartsen)
- Medische beeldvorming: Ag < 1 mg/l (norm grafische nijverheid)
- **Wasserij** (sectorale normen wasserijen en linnenverhuurders)
 - Temperatuur: < 45 °C
 - pH: 6,0 - 10,5
 - Zevende stoffen: 1000 mg/l
 - Totaal koper: 0,5 mg/l
 - Totaal chroom: 0,5 mg/l
 - Totaal lood: 0,5 mg/l
 - Totaal zink: 2,0 mg/l
 - Totaal arseen: 0,1 mg/l
 - Totaal cadmium: 0,1 mg/l
 - Totaal kwik: 0,05 mg/l

Lozingsvoorwaarden (3)

- Labo (sectorale normen laboratoria)
 - Temperatuur: < 45 °C
 - pH: 6,0 - 9,5
 - Zwevende stoffen: 1000 mg/l
 - Detergenten: 15 mg/l
 - Petroleum extraheerbare stoffen: 500 mg/l
 - Vlampunt > 50 °C
 - Totaal arseen: 0,01 mg/l
 - Totaal cadmium: 0,05 mg/l
 - Totaal kwik: 0,01 mg/l

Lozingsvoorwaarden (4)

- Voorstel BBT lozingsnormen algemeen:
 - Op openbare riolering:
 - AOX: 2 mg/l
 - Formaldehyde: 2 mg/l
 - Totaal barium: 10 mg/l
 - Totaal zink: 1 mg/l
 - Totaal koper: 0,5 mg/l
 - Totaal lood: 0,1 mg/l
 - Totaal cadmium: 0,01 mg/l
 - Totaal zilver: 0,05 mg/l
 - Totaal kwik: 0,005 mg/l
 - Chloriden: 1000 mg/l
 - Op oppervlaktewater:
 - BOD: 25 mg/l
 - COD: 125 mg/l
 - Zwevende stoffen: 60 mg/l
 - Totaal stikstof: 15 mg N/l (*)
 - Totaal fosfor: 2 mg P/l (*)

(*) indien meer dan 10.000 IE
- Bijkomende voorwaarden voor lozing op riool:
 - Goede verhouding BOD/COD (> 0,25), BOD/N (> 4) en BOD/P (> 25), aanvaardbare concentraties zwarte-en grijze lijst stoffen, beschikbare capaciteit in RWZI, geen nadelige invloed op rioleringen,...

Parameters van vervuiling (1)

- Organische verbindingen (parameters COD, BOD en zwevende stoffen) en nutriënten (stikstof en fosfor), afkomstig van:
 - Keuken, toiletten, reiniging, wasserij,...

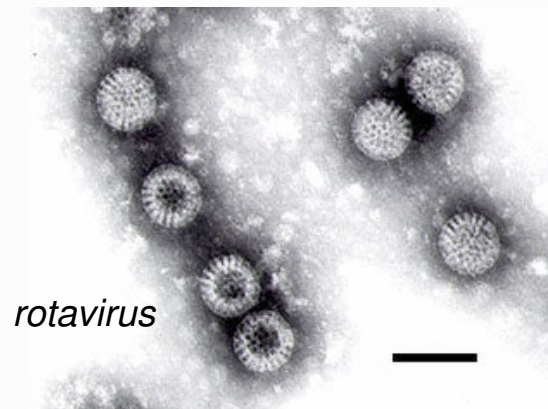
Parameter	Afvalwater Algemene Ziekenhuizen	Huishoudelijk afvalwater	Huishoudelijk afvalwater na septische put
BOD	200 mg O ₂ /l	500 mg O ₂ /l	300 mg O ₂ /l
COD	500 mg O ₂ /l	1100 mg O ₂ /l	600 mg O ₂ /l
SS	130 mg/l	1000 mg/l	700 mg/l
Totaal N	50 mg N/l	120 mg N/l	70 mg N/l
Totaal P	10 mg P/l	30 mg P/l	15 mg P/l

Parameters van vervuiling (2)

- Aanwezigheid van zware metalen:
 - Arseen en chroom: laboratoria
 - Barium: röntgen (contrastmiddelen)
 - Cadmium: laboratoria, röntgen (uit ontzilvering en spoelwater)
 - Koper: laboratoria, technische installaties (corrosie leidingen), verpleegafdelingen en apotheken (geneesmiddelen)
 - Kwik: laboratoria, verpleegafdelingen (thermometers en geneesmiddelen), apotheken (geneesmiddelen), tandheelkunde (fijn metallisch)
 - Lood: laboratoria, verpleegafdelingen (geneesmiddelen)
 - Tin: tandheelkunde (fijn metallisch)
 - Zilver: laboratoria, röntgen (ontzilvering en spoelwater), tandheelkunde (fijn metallisch)
 - Zink: laboratoria, technische installaties (corrosie leidingen), verpleegafdelingen (schoonmaakmiddelen en geneesmiddelen), apotheken (geneesmiddelen)

Parameters van vervuiling (3)

- Microbiële pathogenen (beperkte data aanwezig):
 - Bacteriën, virussen, protozoa, wormen
 - Verwaarloosbare hogere concentratie t.o.v. huishoudelijk afvalwater
 - Gevolgen voor verspreiding van en besmetting met pathogenen valt hier niet uit af te leiden
 - Alle onderzochte kiemen hebben hogere resistentie t.o.v. antibiotica in vergelijking met huishoudelijk afvalwater



Parameters van vervuiling (4)

- Farmaceutische stoffen (beperkte data aanwezig):
 - Afkomstig van labo, diagnostiek en feces/urine patiënten
 - Kunnen nadelig effect hebben op waterloop / RWZI
 - Antibiotica: kleine halfwaardetijd en hoge uitscheidingsconcentraties (15% tot 90%) in urine van patiënt: gevaar voor antibiotica-resistentie, genotoxiciteit en verstoring van ecologische evenwichten
 - Hart- en vaatmiddelen: weinig ecotoxisch maar slecht biologisch afbreekbaar
 - Pijnstillers: meestal minder toxisch en wel goed afbreekbaar
 - Antitumorale stoffen: zeer toxisch en weinig afbreekbaar (wel relatief lage verbruiken wegens specifieke toepassing)
 - Endocriene stoffen: uitgescheiden als in-actieve vorm, maar in RWZI terug geactiveerd ten gevolge van bacteriële activiteit
 - Joodhoudende contrastvloeistoffen: weinig toxisch en geen bioaccumulatie (organische halogeenverbindingen zijn evenwel strikt gelimiteerd in bijlage 2C van Vlarem I)

Parameters van vervuiling (5)

- Onstmettingsmiddelen:
 - In veel hogere vrachten dan farmaceutische producten
 - Geraamd op dagelijks 4000 mg/bed of 10 mg/l in afvalwater
 - Desinfectiemiddelen zijn vaak goed afbreekbaar zodat mogelijke effecten (inhibitie RWZI, mutageniteit, ecotoxiciteit) niet worden waargenomen

- Voorzorgsprincipe:
 - Te weinig info om negatieve effecten uit te sluiten
 - Bijgevolg aanwezigheid in afvalwater zoveel mogelijk terugdringen

Reduceren waterverbruik



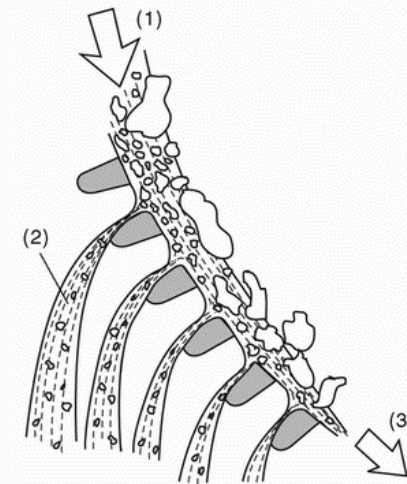
- Organisatorisch:
 - Bewustmaking personeel (sensibilisering, motivering, opleiding en training van werknemers)
 - Zorgvuldig onderhoud van installaties (bv. controles op en reparaties van lekkende kranen en spoelbakken toiletten)
 - Zoveel mogelijk douches ipv een bad waar mogelijk
 - Implementatie milieumanagementsystemen en uitvoeren van periodieke audits
- Technisch:
 - Spaarknoppen op toiletten en douches
 - Zelfsluitende kranen
 - Kranen niet onnodig laten lopen (bijvoorbeeld tijdens afwas)
 - Evalueren waar regenwater kan gebruikt worden (bijvoorbeeld spoelen toiletten, wasserij, kuisen)
 - Gesloten koelwatersystemen

Beperking vervuiling (1)

- Evalueren waar milieuvriendelijker producten en/of methodes kunnen gebruikt worden, bijvoorbeeld:
 - Laboratorium:
 - Kan test worden uitgevoerd met half volume?
 - Gebruik van goed afbreekbare desinfectantia
 - Opvang en afvoer van concentraten
 - Wasserij, keuken en kuisactiviteiten:
 - Correcte dosering van producten
 - Gebruik van waterverzachters
 - Vermijden van complexeerders en slecht afbreekbare producten
 - Weren van voedselresten in vaatwas
 - Verpleegkunde:
 - Vermijden van routinematig gebruik van medicijnen
 - Gebruik van medicijnen met lagere ecotoxiciteit en/of betere biologische afbreekbaarheid
 - Opvang en afvoer van besmet bloed

Beperking vervuiling (2)

- Afkoppelen en voorzuiveren deelstromen:
 - Medische beeldvorming: zilverterugwinning
 - Tandheelkunde: amalgaamseparator



- Keuken: vetvang
- Wasserij: vezelafscheiding via zeven of roosters
- Apotheek: geen lozing van vervallen geneesmiddelen
- Gipsafval: afvoer via bezinkingsbekken

Uitvoeren (afval)wateraudit



- Inventariseren waterverbruik en afvalwaterlozingen:
 - Hoe groot is het waterverbruik?
 - Wat is het relatieve aandeel per proces en afdeling?
 - Waar is er potentieel aanwezig voor sanering?
 - Welke acties zijn aangewezen om deze sanering te realiseren?

- Aanpak:
 - Opmaak waterbalans (bv. aan de hand van watertellers, facturen voor aankoop van water,...)
 - Staalname en analyse van relevante deelstromen
 - Opmaak vuilvrachtbalansen
 - Uitwerken saneringsvoorstellen (kostenbaten)

Zuivering van afvalwater (1)

- Primaire zuiveringstechnieken:
 - Zeven en roosters
 - Bezinking en flotatie
 - Buffering (egalisatie van debiet en samenstelling)
 - Neutralisatie (pH-correctie)
 - Coagulatie en flocculatie (fysico-chemische zuivering)
 - Vetvang en olie afscheider

- Secundaire zuiveringstechnieken:
 - Aerobe biologische zuivering: omzetting van organische stoffen (COD) naar koolzuurgas (CO_2) in aanwezigheid van zuurstof
 - Anaerobe biologische zuivering: omzetting van organische stoffen (COD) naar methaan (CH_4) in afwezigheid van zuurstof

Zuivering van afvalwater (2)



- Tertiaire technieken:
 - Biologische stikstofverwijdering:
 - Nitrificatie: omzetting van ammonium (NH_4^+) naar nitraat (NO_3^-) in aerobe omstandigheden
 - Denitrificatie: omzetting van nitraat (NO_3^-) naar stikstofgas (N_2) in anoxisch milieu
 - Fosforverwijdering:
 - Fysico-chemisch: dosering ijzer- of aluminiumzouten
 - Biologisch: specifieke sturing (complex en weinig toegepast)
 - Zand- en actief koolfiltratie
- Slibverwerking:
 - Indikken, conditioneren, ontwateren, drogen, afvoeren, verbranden

Zuivering van afvalwater (3)

■ Principeschema afvalwatercircuit ziekenhuis:

