



# 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](http://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

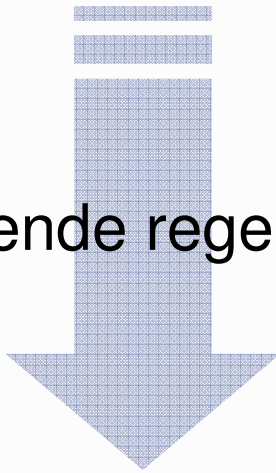
# DEEL 1 - Hemelwater

# 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 m<sup>2</sup>)
  - Totale overige verharde oppervlakte (in m<sup>2</sup>)
  - Aftappunten van het hemelwater



# Opvang en hergebruik (2)



- Volume hemelwaterput :
  - In verhouding tot horizontaal dakoppervlakte:
    - < 100 m<sup>2</sup>: minstens 3000 liter
    - 100-150 m<sup>2</sup>: minstens 5000 liter
    - 150-200 m<sup>2</sup>: minstens 7500 liter
    - > 200 m<sup>2</sup>: keuze
      - per extra 50 m<sup>2</sup>: 2500 liter extra volume
      - infiltratie en/of vertraagde afvoer

# Infiltratie

- Buffervolume infiltratievoorziening in verhouding tot infiltratiedebiet:
  - Inhoud: minimaal 300 liter per begonnen 20 m<sup>2</sup> referentieoppervlakte (d.i. 150 m<sup>3</sup>/ha)
  - Oppervlakte: minimaal 2 m<sup>2</sup> per begonnen 100 m<sup>2</sup> referentieoppervlakte
  
- Aanduiden op plannen:
  - Exacte inplanting
  - Omvang en diepte
  - Buffervolume (in liters)
  - Totale verharde grondoppervlakte (in m<sup>2</sup>)

# 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  $> 1000$  m<sup>2</sup> (voor deel vanaf 1000 m<sup>2</sup>)
  
- 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 m<sup>2</sup> referentieoppervlak (omgerekend 41,67 l/s.ha)
  - Een buffervolume van 400 liter per begonnen 20 m<sup>2</sup> referentieoppervlak (d.i. 200 m<sup>3</sup>/ha)
  
- Aanduiden op plannen:
  - Exacte inplanting
  - Buffervolume van voorziening voor vertraagde afvoer (in liter)
  - Totale verharde grondoppervlakte (in m<sup>2</sup>)

# 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 <sup>3</sup> /ha)	± 200	100
Maximale afvoer (liter/u.100 m <sup>2</sup> )	1500	360
Bui 1x om de 5 jaar (liter/u.100 m <sup>2</sup> )	± 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, kampeerterrainen, 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,...

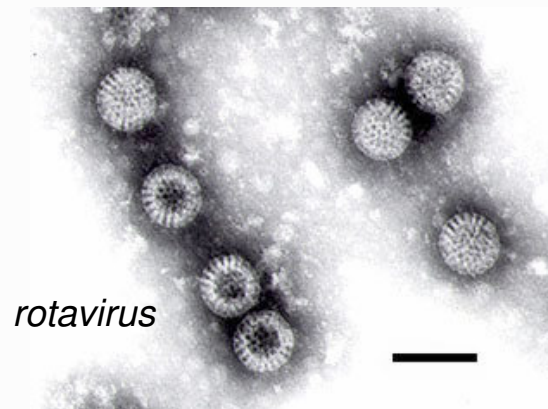
Parameter	Afvalwater Algemene Ziekenhuizen	Huishoudelijk afvalwater	Huishoudelijk afvalwater na septische put
BOD	200 mg O <sub>2</sub> /l	500 mg O <sub>2</sub> /l	300 mg O <sub>2</sub> /l
COD	500 mg O <sub>2</sub> /l	1100 mg O <sub>2</sub> /l	600 mg O <sub>2</sub> /l
SS	130 mg/l	1000 mg/l	700 mg/l
Totaal 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



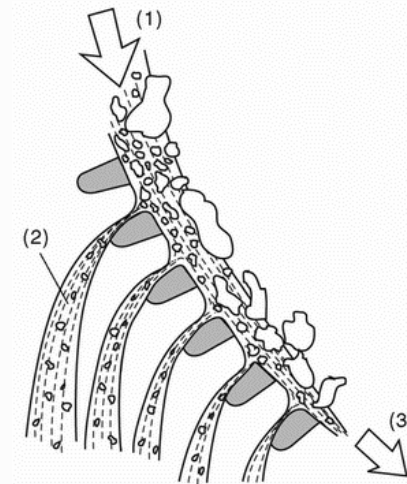
- Organisatorisch:
  - Bewustmaking personeel (sensibilisering, motivering, opleiding en training van werknemers)
  - Zorgvuldig onderhoud van installaties (bv. controles op en reparaties van lekkende kranen en spoelbakken toiletten)
  - Zoveel mogelijk douches ipv een bad waar mogelijk
  - Implementatie 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 ( $\text{CO}_2$ ) in aanwezigheid van zuurstof
  - Anaerobe biologische zuivering: omzetting van organische stoffen (COD) naar methaan ( $\text{CH}_4$ ) in afwezigheid van zuurstof

# Zuivering van afvalwater (2)



- Tertiaire technieken:
  - Biologische stikstofverwijdering:
    - Nitrificatie: omzetting van ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) naar nitraat ( $\text{NO}_3^-$ ) in aerobe omstandigheden
    - Denitrificatie: omzetting van nitraat ( $\text{NO}_3^-$ ) naar stikstofgas ( $\text{N}_2$ ) 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:

