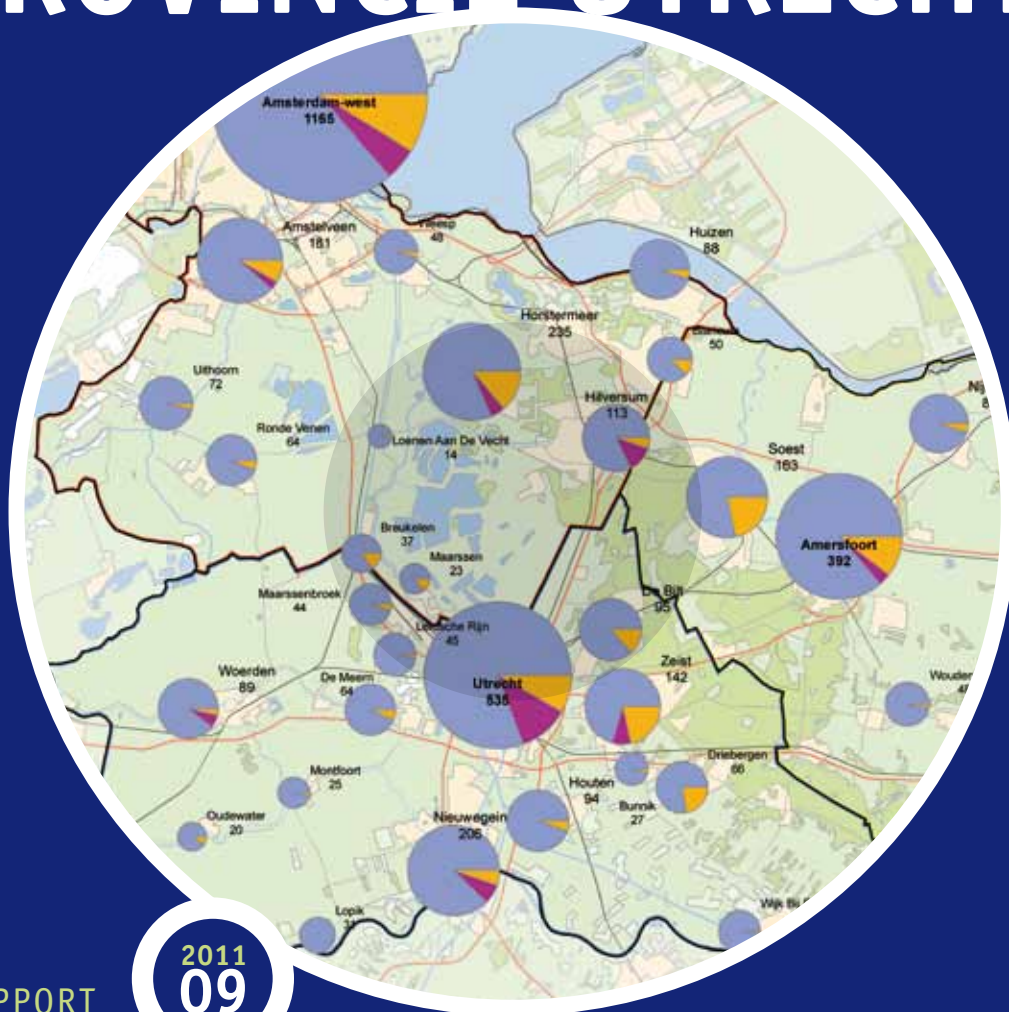


# GEBIEDSTUDIE GENEESMIDDELEN PROVINCIE UTRECHT



RAPPORT

2011  
09

GEBIEDSSTUDIE GENEESMIDDELEN  
PROVINCIE UTRECHT

**RAPPORT**

2011

**09**

ISBN 978.90.5773.518.9



# COLOFON

UITGAVE STOWA, Amersfoort 2011

## AUTEURS

Dr. A.A. (Lideke) Vergouwen	Grontmij
Ir. M.J. (Mattijs) Hehenkamp	Grontmij
Dr. M.J.M. (Marc) Vissers	Grontmij
Drs. B.H. (Bart) Jannink	Grontmij

## BEGELEIDINGSCOMMISSIE

Henry van Veldhuizen/Frans de Bles	Waterschap Vallei & Eem
Jacques van Alphen	Waterschap Amstel Gooi en Vecht
Paul Timmermans	Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden
Rob Breedveld	Vitens
Harrie Timmer	Oasen
Bert Palsma	STOWA

Deze studie is tot stand gekomen met subsidie van de Provincie Utrecht.

DRUK Kruyt Grafisch Adviesbureau

STOWA STOWA 2011-09  
ISBN 978.90.5773.518.9

# TEN GELEIDE

De aanwezigheid van humane geneesmiddelen in oppervlaktewater krijgt met grote regelmaat maatschappelijke en politieke aandacht.

Er is weinig bekend over de gevolgen van de aanwezigheid van geneesmiddelen in oppervlaktewater, over de herkomst en de chemische analyse van geneesmiddelen in afvalwater of oppervlaktewater. Om de maatschappelijke en politieke discussie naast emoties ook te voeren op basis van gegevens heeft een groot aantal betrokkenen een inventarisatie uitgevoerd naar de regionale impact van geneesmiddelen in afvalwater.

Naast humane geneesmiddelen zijn er ook andere stoffen die een risico vormen voor het ecosysteem waaronder veterinaire geneesmiddelen en hormoonverstorende stoffen zoals sommige brandvertragers (bijvoorbeeld PBDE's) en weekmakers (bijvoorbeeld nonylfenolen). De 'andere' stoffen kennen naast verspreiding via de (afval)waterketen ook andere verspreidingsroutes.

Het voorliggende rapport geeft samen met andere recente onderzoeken naar herkomst en emissies van geneesmiddelen een uitgebreid eerste beeld.

Wij hopen dat dit rapport bij zal dragen aan een betere perceptie van ernst en effecten en een mogelijke onderbouwing van maatregelen.

Amersfoort, april 2011

De directeur van de STOWA  
Ir. J.M.J. Leenen

# SAMENVATTING

## DE GEBIEDSSTUDIE

De 'Gebiedsstudie geneesmiddelen Utrecht' schetst een beeld van de verwachte concentraties van geneesmiddelen in de oppervlaktewateren van het beheersgebied van de drie Utrechts waterschappen (Vallei en Eem (V & E), Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden (HDSR) en Amstel, Gooi en Vecht (AGV)). Tevens is een indicatie verkregen wat de belangrijkste bronnen van deze geneesmiddelen zijn en welke maatregelen genomen kunnen worden om de geneesmiddelenemissie te reduceren. Deze studie is mogelijk gemaakt door een bijdrage uit de Stimuleringsregeling Waterketen van de provincie Utrecht.

## RISICO'S GENEESMIDDELEN

Humane geneesmiddelen zijn al regelmatig aangetoond in oppervlaktewater. Berichten in verschillende media over dit voorkomen hebben het onderwerp op de kaart gezet en hebben maatschappelijke onrust veroorzaakt. Hoewel er nog weinig bekend is over de effecten van deze humane geneesmiddelen op het aquatisch ecosysteem is het al wel bekend dat er effecten zijn. Zo kunnen geneesmiddelen hormoonverstoring en aantasting van de reproductie van aquatische organismen tot gevolg hebben. Zeker is ook dat de effecten groter zijn naarmate de concentraties geneesmiddelen in de watergangen hoger zijn. Daarnaast willen drinkwaterbedrijven ter bescherming van de drinkwaterkwaliteit geen geneesmiddelen in oppervlaktewater waaruit drinkwater wordt bereid.

## ROUTE GENEESMIDDELEN

Humane geneesmiddelen komen vooral via urine maar ook via feces in het afvalwater. Via het rioolsysteem komen geneesmiddelen bij de rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) terecht. Deze RWZI's zijn ontworpen voor verwijdering van organische stof, stikstof en fosfaat, maar niet voor de verwijdering van geneesmiddelen. Geneesmiddelen worden dan ook niet volledig in de RWZI's verwijderd en komen via lozing van het gezuiverde afvalwater (effluent) en via overstorten in het oppervlaktewater terecht.

## DE BRONNEN IN BEELD

In andere studies zijn kentallen<sup>1</sup> voor de emissie van geneesmiddelen uit ziekenhuizen, zorginstellingen en woonwijken afgeleid en tevens is vastgesteld in hoeverre de geneesmiddelen door een RWZI (rioolwaterzuiveringsinstallatie) verwijderd worden.

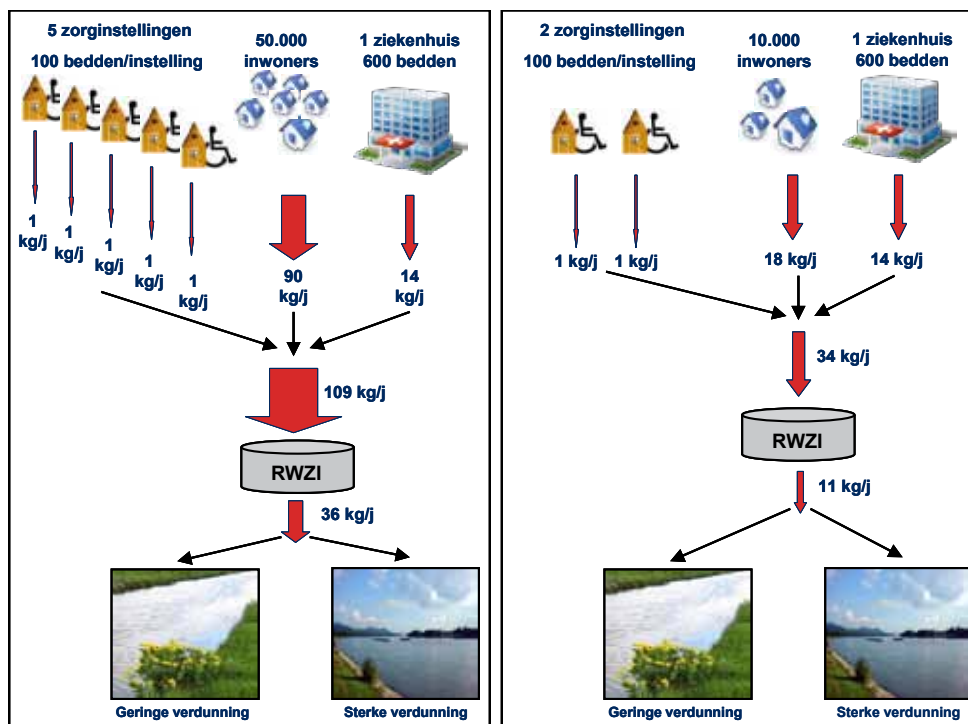
## RISICO'S ZIJN CONCENTRATIEAFHANKELIJK

Het effect op het ecosysteem van geneesmiddelen, die via het effluent van een RWZI in het oppervlaktewater terecht komen, hangt af van de vracht geneesmiddelen in het effluent en van de verdunning die optreedt in het ontvangende water. De vrachten geneesmiddelen die via het effluent in het oppervlaktewater terecht komen zijn sterk afhankelijk van de opbouw van de zuiveringskring van die RWZI en deze opbouw bepaalt ook wat de onderlinge verhouding is van de verschillende bronnen. Dit principe is geïllustreerd in figuur 0-1 aan twee fictieve zuiveringskringen.

1 STOWA, 2009-06, 2010-08, 2011-02

FIGUUR 0-1

BIJDRAGE (ABSOLUTE EN RELATIEVE) VRACHT GENEESMIDDELEN UIT ZIEKENHUIZEN, ZORGINSTELLINGEN EN WOONWIJKEN AAN INFLUENT RWZI'S VAN TWEE FICTIEVE ZUIVERINGSKRINGEN. DE BIJDRAGE VAN EEN ZIEKENHUIS IN EEN KLEINE GEMEENTE IS VEEL GROTER DAN DE BIJDRAGE VAN EENZELFDE ZIEKENHUIS IN EEN GROTE GEMEENTE. DE VERDUNNING IN DE ONTVANGENDE WATERGANG VAN DE VRACHT IN HET EFFLUENT BEPAALT UITEINDELIJK DE CONCENTRATIE IN DE WATERGANG EN OOK DE RISICO'S



### VRACHTEN EN CONCENTRATIES IN UTRECHTSE WATERGANGEN

In de beheersgebieden van de Utrechtse waterschappen is in beeld gebracht wat de bijdrage is van de verschillende bronnen aan de vracht geneesmiddelen in het influent en effluent van de RWZI's. De verdunningsfactoren van het effluent van de RWZI's in de watergangen zijn bepaald en met behulp van deze verdunningsfactoren zijn de concentraties geneesmiddelen in de watergangen berekend (zie figuur 0-1).

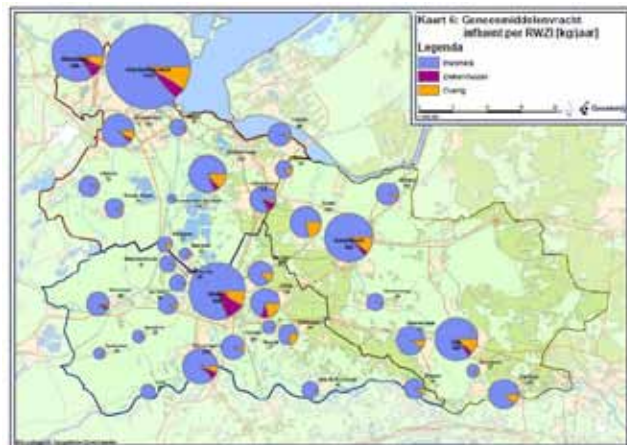
### VERIFICATIEMETINGEN

Bij zes RWZI's zijn, ter verificatie van de berekende vrachten op basis van kentallen, met metingen de vrachten geneesmiddelen in influent en effluent van de RWZI's bepaald en zijn de concentraties in de ontvangende oppervlaktewateren gemeten. De gemeten vrachten in het effluent van vijf van de zes RWZI's (Bennekom, Amersfoort, De Bilt, Utrecht, Uithoorn) komen goed overeen met de berekende vrachten (binnen een factor 2). Zeist is hierop een uitzondering.

De gemeten concentraties in de watergangen komen bij vier van de zes watergangen goed overeen (binnen een factor 2) met de berekende concentraties. De Zeister en Biltsche Grift zijn hierop een uitzondering. Fluctuaties in debieten kunnen aan de afwijkingen ten grondslag liggen.

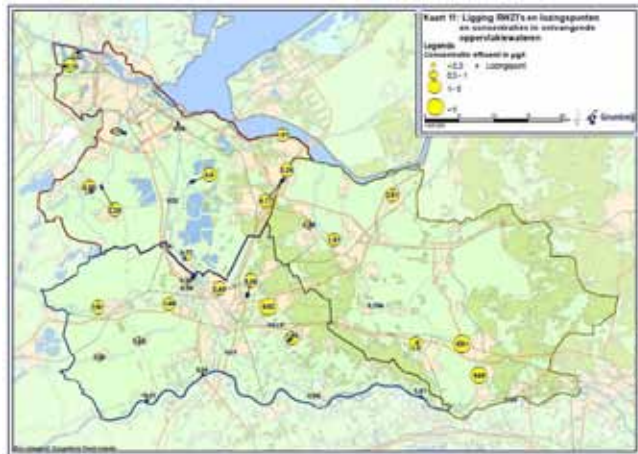
FIGUUR 0-2

A. VRACHT GENEESMIDDELEN IN INFLUENT RWZI'S EN PROCENTUELE BIJDRAGE VERSCHILLENDE BRONNEN;  
B. BEREKENDE CONCENTRATIES IN OPPERVLAKTEWATER



a. Vracht geneesmiddelen in influent RWZI's en bijdrage verschillende bronnen

- bewoners
- ziekenhuizen
- zorginstellingen



b. concentraties geneesmiddelen in oppervlaktewateren

### DRINKWATERWINNINGEN

In winningen met jong water en waarvan de bescherming niet optimaal is, is schoon oppervlaktewater van het grootste belang. Dit zijn de winningen Edese Bos, Hoenderloo, Groenekan, Cothen, Tull en 't Waal, Leidsche Rijn, Linschoten, Bunnik, Woerden – Kamerik.

In grondwater dat wordt beïnvloed door rivieren en/of regionaal oppervlaktewater worden in bijna alle gevallen medicijnresten aangetroffen. Binnen het studiegebied zijn dit Bethunepolder, Lopik, Leersum en Groenekan.

Lekkende riolering kan ook de drinkwaterwinning beïnvloeden. Er zijn weinig metingen van bekend. Op basis van de macrochemie is bekend dat invloed van riolering vooral in de (zeer) kwetsbare winningen plaatsvindt. Dit zijn Edese Bos, Laren, Amersfoort Berg, Soestduinen, Bilthoven, Beerschoten, Zeist, Doorn, Bunnik, Woerden – Kamerik en de Bethunepolder.

### MAATREGELEN

Het is mogelijk geneesmiddelen te verwijderen uit een apart ingezamelde urinestroom of uit de totale afvalwaterstroom bij een RWZI. Voor beide zijn geschikt technieken voor handen. Verwijdering uit een urinestroom heeft het voordeel dat de kosten relatief laag zijn. Immers het is een kleine geconcentreerde stroom. Nadeel is dat het lang duurt voordat er resultaat bereikt wordt omdat aanleg van dergelijke systemen alleen kosteneffectief zijn in nieuwbouw of verbouwsituaties.

Verwijdering uit het effluent van RWZI's heeft het voordeel dat ook andere aanwezige organische microverontreinigingen verwijderd worden zoals brandvertragers en weekmakers. Het nadeel is dat het volume te behandelen water groot is met navenant hoge kosten. Het nemen van maatregelen bij RWZI's kan geprioriteerd worden op basis van het verwijderen van de grootste vrachten naar het milieu of op basis van de RWZI's die de grootste concentraties geneesmiddelen in de watergangen veroorzaken (zie tabel 0-1).

TABEL 0-1 PRIOTERING NEMEN VAN MAATREGELLEN BIJ RWZI'S OP BASIS VAN VRACHTBENADERING EN CONCENTRATIEBENADERING

Vrachtbenadering			Concentratiebenadering				
RWZI	Debiet 2008 $m^3 \cdot 10^3/\text{jaar}$	Watergang	Medicijn vracht effluent kg/jaar	RWZI	Debiet 2008 $m^3 \cdot 10^3/\text{jaar}$	Watergang	Berekende concentratie in oppervlaktewater in $\mu\text{g/l}$
Amsterdam-West	59.210	Noordzeekanaal	408	Bennekom	1.316	Dijkgraafse Wetering	6,59
Utrecht	25.323	Vecht	187	Ede	15.048	Zijdewetering	5,81
Westpoort	20.570	Noordzeekanaal	156	Zeist	4.664	Zeister Grift	5,62
Amersfoort	18.408	Valleikanaal	137	Horstermeer	9.370	Vecht	3,5
Ede	15.048	Zijdewetering	105	De Bilt	5.053	Biltsche Grift	3,05
Horstermeer	9.370	Vecht	82	Uithoorn	3.950	Amstel	3,03
Nieuwegein	9.434	Lek	72	Amersfoort	18.408	Eem	1,37
Amstelveen	11.340	Amstel	63				
Renkum	5.987	Nederrijn	51				
Soest	8.252	Kromme Sloot	57				

### ALGHELE CONCLUSIES

Het blijkt goed mogelijk op basis van kentallen van emissies van geneesmiddelen uit ziekenhuizen, zorginstellingen en woonwijken vrachten geneesmiddelen te berekenen in het effluent van RWZI's. De verificatiemetingen laten overwegend een marge zien binnen een factor 2. De bijdragen aan deze vrachten door individuele instellingen kunnen inzichtelijk worden gemaakt. Dit biedt een voldoende handvat om de effectiviteit van maatregelen op locatieniveau in te schatten en een keuze te maken waar maatregelen kunnen worden genomen. Deze studie maakt de complexiteit inzichtelijk van de route van geneesmiddelen vanaf de bron naar het oppervlaktewater en van de berekeningen die leiden tot concentraties in het oppervlaktewater. Deze studie maakt de complexiteit ook behapbaar voor het nemen van beleidsmatige beslissingen.

### AANBEVELINGEN

Wanneer besloten wordt locatiespecifiek maatregelen te nemen wordt aanbevolen voorafgaande aan het nemen van deze maatregelen aanvullende metingen te verrichten om het rendement beter te kunnen bepalen. Het betreft:

- Jaar rond metingen van influent en effluent RWZI en concentratie in oppervlaktewater;
- Meting van ander organische microverontreinigingen.

Daarnaast is het landelijk gezien belangrijk:

- meer inzicht te krijgen in de afbraak van (specifieke) geneesmiddelen in oppervlaktewater en de zee om het nemen van maatregelen te kunnen vergelijken met autonomen ontwikkelingen.
- Meer inzicht te verkrijgen in de ecotoxicologische effecten van geneesmiddelen
- Meer inzicht te verkrijgen in het gedrag van geneesmiddelen in de ondergrond om de juiste maatregelen ter bescherming van de drinkwatervoorraad te kunnen dimensioneren.



# DE STOWA IN HET KORT

De Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, kortweg STOWA, is het onderzoeksplatform van Nederlandse waterbeheerders. Deelnemers zijn alle beheerders van grondwater en oppervlaktewater in landelijk en stedelijk gebied, beheerders van installaties voor de zuivering van huishoudelijk afvalwater en beheerders van waterkeringen. Dat zijn alle waterschappen, hoogheemraadschappen en zuiveringsschappen en de provincies.

De waterbeheerders gebruiken de STOWA voor het realiseren van toegepast technisch, natuurwetenschappelijk, bestuurlijk juridisch en sociaal-wetenschappelijk onderzoek dat voor hen van gemeenschappelijk belang is. Onderzoeksprogramma's komen tot stand op basis van inventarisaties van de behoefte bij de deelnemers. Onderzoekssuggesties van derden, zoals kennisinstituten en adviesbureaus, zijn van harte welkom. Deze suggesties toetst de STOWA aan de behoeften van de deelnemers.

De STOWA verricht zelf geen onderzoek, maar laat dit uitvoeren door gespecialiseerde instanties. De onderzoeken worden begeleid door begeleidingscommissies. Deze zijn samengesteld uit medewerkers van de deelnemers, zonodig aangevuld met andere deskundigen.

Het geld voor onderzoek, ontwikkeling, informatie en diensten brengen de deelnemers samen bijeen. Momenteel bedraagt het jaarlijkse budget zo'n 6,5 miljoen euro.

U kunt de STOWA bereiken op telefoonnummer: 033 - 460 32 00.

Ons adres luidt: STOWA, Postbus 2180, 3800 CD Amersfoort.

Email: [stowa@stowa.nl](mailto:stowa@stowa.nl).

Website: [www.stowa.nl](http://www.stowa.nl)

# GEBIEDSSTUDIE GENEESMIDDELEN PROVINCIE UTRECHT

## INHOUD

	TEN GELEIDE	
	SAMENVATTING	
	STOWA IN HET KORT	
<b>1</b>	<b>INLEIDING</b>	<b>1</b>
1.1	Inleiding	1
1.2	Achtergrond	1
1.3	Doelstelling	3
1.4	Leeswijzer	3
<b>2</b>	<b>WERKWIJZE</b>	<b>4</b>
2.1	Inleiding	4
2.2	Geneesmiddelenkant	4
2.3	Waterkant	5
2.4	Verificatie resultaten berekeningen met metingen	5
2.5	Drinkwateronttrekkingen	5
2.6	Analyse hot spots en maatregelen	6

<b>3</b>	<b>GENEESMIDDELENKANT</b>	<b>7</b>
<b>3.1</b>	Inleiding	7
<b>3.2</b>	RWZI's, rioleringsgebieden en inwoners per RWZI	7
<b>3.3</b>	Ziekenhuizen en zorginstellingen: ligging en bedden	8
<b>3.4</b>	Kentallen geneesmiddelen	11
<b>3.5</b>	Vrachten geneesmiddelen in influent zuiveringen	16
<b>3.6</b>	Vrachten geneesmiddelen in effluent zuiveringen	17
<b>3.7</b>	Röntgencontrastmiddelen	17
<b>4</b>	<b>WATERKANT</b>	<b>19</b>
<b>4.1</b>	Inleiding	19
<b>4.2</b>	RWZI in relatie tot het ontvangend oppervlaktewater	19
<b>4.3</b>	Verdunning	20
<b>4.4</b>	Berekende concentraties in het oppervlaktewater en selectie monsterlocaties	22
<b>4.5</b>	Conclusie	25
<b>5</b>	<b>VERIFICATIEMETINGEN</b>	<b>26</b>
<b>5.1</b>	Inleiding	26
<b>5.2</b>	Monstername en analysering	26
	5.2.1 Monstername	26
	5.2.2 Analysering	27
<b>5.3</b>	Vrachten geneesmiddelen in influent en effluent in kg/jaar	28
<b>5.4</b>	Vrachten geneesmiddelen in influent en effluent in gram/persoon/jaar	29
<b>5.5</b>	Concentraties geneesmiddelen in oppervlaktewater	31
<b>5.6</b>	Vergelijking berekeningen en metingen	33
<b>5.7</b>	Onzekerheden in meetresultaten	35
<b>5.8</b>	Conclusie	35
<b>6</b>	<b>MEDICIJNRESTEN IN DRINKWATERWINNINGEN</b>	<b>36</b>
<b>6.1</b>	Inleiding	36
<b>6.2</b>	Rivieren en oppervlaktewater	36
<b>6.3</b>	Regionaal oppervlaktewater	36
<b>6.4</b>	Stedelijk water	37
<b>6.5</b>	Conclusie	39
<b>7</b>	<b>ER-CALUX EN GR-CALUX</b>	<b>40</b>
<b>7.1</b>	Achtergrond	40
<b>7.2</b>	Methodiek Calux assays	40
	7.2.1 ER-Calux	40
	7.2.2 GR-Calux	40
<b>7.3</b>	Resultaten	41
<b>7.4</b>	Vergelijking overige studies ER-Calux activiteit	43
	7.4.1 Vergelijking meetwaarden	43
	7.4.2 Effecten ER-Calux activiteit	44
<b>7.5</b>	Vergelijking overige studies GR-Calux activiteit	45
	7.5.1 Vergelijking meetwaarden	45
	7.5.2 Effecten GR-Calux activiteit	46
<b>7.6</b>	Samenvatting analyseresultaten Calux-metingen	46

<b>8</b>	<b>MOGELIJKE MAATREGELEN</b>	<b>47</b>
<b>8.1</b>	Inleiding	47
<b>8.2</b>	Waterstromen	47
<b>8.3</b>	Technieken	49
	8.3.1 Voorkeurstechieken	49
	8.3.2 Lokaal versus communaal	50
	8.3.3 Kosten	50
	8.3.4 Milieu	52
<b>8.4</b>	Scenario's geneesmiddelen verwijdering	53
	8.4.1 Prioritering implementatiescenario's	55
<b>8.5</b>	Mogelijke scenario's in het onderzoeksgebied	56
<b>9</b>	<b>CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN</b>	<b>58</b>
<b>9.1</b>	Algehele conclusies	58
<b>9.2</b>	Samenvattende conclusies	58
<b>9.3</b>	Aanbevelingen	60
<b>10</b>	<b>REFERENTIES</b>	<b>61</b>
	<b>BIJLAGEN</b>	
1	KAARTEN	63
2	ANALYSEPAKKETTEN	79
3	OVERZICHT ANALYSERESULTATEN	85
4	OVERZICHT ANALYSERESULTATEN BOVEN RAPPORTAGEGREN	93
5	VRACHTEN INFLUENT EN EFFLUENT RWZI'S	97
6	INZAMELINGSSYSTEMEN AFVALWATERSTROMEN	99
7	VERWIJDERINGSTECHNIEKEN	103
8	METHODIEK ER- EN GR-CALUX ASSAYS	111
9	ITERATUUROVERZICHT CALUX ACTIVITEIT RWZI'S	113
9	LITERATUUROVERZICHT EFFECTEN GENEESMIDDELEN OP AQUATISCH ECOSYSTEEM	115
10	ANALYSECERTIFICATEN	119



# 1

## INLEIDING

### 1.1 INLEIDING

Voor u liggen de resultaten van de 'Gebiedsstudie geneesmiddelen Utrecht'. In dit project wordt een beeld geschetst van de verwachte concentraties van geneesmiddelen in de oppervlaktewateren van het beheersgebied van de drie Utrechts waterschappen (Vallei en Eem (V & E), Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden (HDSR) en Amstel, Gooi en Vecht (AGV)). Tevens is een indicatie verkregen wat de belangrijkste bronnen van deze geneesmiddelen zijn en welke maatregelen genomen kunnen worden om de geneesmiddelenemissie te reduceren. Deze studie is mogelijk gemaakt door een bijdrage uit de Stimuleringsregeling Waterketen van de provincie Utrecht.

### 1.2 ACHTERGROND

#### RISICO'S

Humane geneesmiddelen zijn al regelmatig aangetoond in oppervlaktewater. Berichten in verschillende media over dit voorkomen hebben het onderwerp op de kaart gezet en hebben maatschappelijke onrust veroorzaakt. Hoewel er nog weinig bekend is over de effecten van deze humane geneesmiddelen op het aquatisch ecosysteem is het al wel bekend dat er effecten zijn. Zo kunnen geneesmiddelen hormoonverstoring en aantasting van de reproductie van aquatische organismen tot gevolg hebben. Daarnaast willen drinkwaterbedrijven ter bescherming van de drinkwaterkwaliteit geen geneesmiddelen in oppervlaktewater waaruit drinkwater wordt bereid.

#### ROUTE GENEESMIDDELEN

Humane geneesmiddelen komen vooral via urine maar ook via feces in het afvalwater. Via het rioolsysteem komen geneesmiddelen in het afvalwater bij de rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) terecht. Deze RWZI's zijn ontworpen voor verwijdering van organische stof, stikstof en fosfaat, maar niet voor de verwijdering van geneesmiddelen. Geneesmiddelen worden dan ook niet volledig in de RWZI's verwijderd en komen via lozing van het gezuiverde afvalwater (effluent) en via overstorten in het oppervlaktewater terecht.

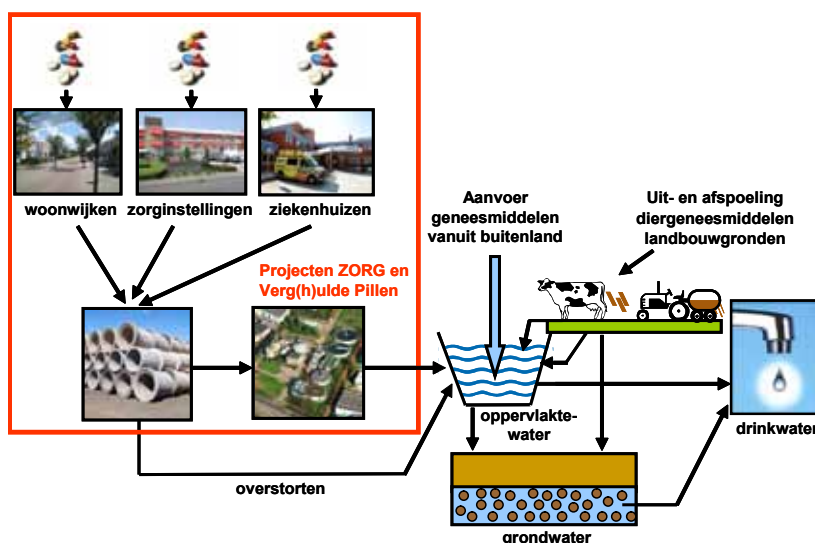
#### DE BRONNEN IN BEELD

In de projecten ZORG<sup>1</sup> (STOWA, 2010-08 en 2011-02) en Verg(h)ulde Pillen (STOWA, 2009-06) zijn de belangrijkste bronnen van humane geneesmiddelen naar het afvalwater en het oppervlaktewater in beeld gebracht. Bij het identificeren en kwantificeren van de bronnen van geneesmiddelen naar het afvalwater is onderscheid gemaakt in ziekenhuizen en zorginstellingen, beide mogelijke hotspots, en woonwijken.

1 Zoeken naar Oplossingen voor Reductie van Geneesmiddelen uit zorginstellingen

FIGUUR 1-1

ROUTES GENEESMIDDELEN NAAR OPPERVLAKTEWATER EN DRINKWATER EN AFBAKENING PROJECTEN ZORG EN VERG(H)ULDE PILLEN  
(BRON ZORG, DEEL C (STOWA, 2011-02))



Het effect van lozing van een vracht geneesmiddelen op het ecosysteem in het oppervlakte-water hangt sterk af van de concentraties van de geneesmiddelen in het ontvangende water. Deze concentratie wordt bepaald door de vracht geneesmiddelen die via de effluenten geloosd wordt en de mate van verdunning die in het ontvangende oppervlaktewater optreedt. Deze verdunning is voor ieder ontvangend water verschillend.

Nu uit de projecten Verg(h)ulde Pillen en ZORG van STOWA een beeld is verkregen van de emissie van geneesmiddelen uit ziekenhuizen, zorginstellingen en woonwijken (uitgedrukt in gram/persoon/jaar) is het mogelijk per zuiveringskring af te leiden wat de vracht geneesmiddelen in het effluent van iedere RWZI zal zijn. Door deze vrachten in het effluent te combineren met de verdunningsfactoren in de ontvangende wateren is het mogelijk een indicatie te verkrijgen van de geneesmiddelenconcentraties in de ontvangende wateren. Op die manier kan een prioritering vastgesteld worden van de wateren waar de risico's voor effecten op het ecosysteem door emissie van geneesmiddelen het grootst zal zijn.

#### AFBAKENING STUDIEGEBIED.

In Nederland is nog niet eerder gebiedsbreed vastgesteld wat de gevolgen van geneesmiddelen-emissies kunnen zijn voor de oppervlaktewateren. De Stimuleringsregeling Waterketen van de provincie Utrecht heeft de mogelijkheid geboden aan de drie Utrechtse waterschappen (Vallei en Eem, HDSR en AGV voor hun beheersgebieden uit te laten zoeken welke concentraties in welke wateren te verwachten zijn. Deze beheersgebieden zijn provinciegrensoverschrijdend. Er is voor gekozen als onderzoeksgebied de waterschapsgebieden te nemen en niet de provincie om de besluitvorming door de waterschappen t.a.v. eventueel te nemen maatregelen per waterschapsgebied te kunnen nemen. Bovendien hebben de waterschappen hun relevante gegevens gebiedsbreed beschikbaar.

### 1.3 DOELSTELLING

Het doel van het project is binnen het beheersgebied van de drie Utrechtse waterschappen (HDSR, Vallei en Eem en AGV (Waternet)):

- de hot spots te identificeren:
  - bij welke RWZI's de geneesmiddelen in het effluent een significante bijdrage leveren aan de kwaliteit van het oppervlaktewater (of drinkwater) t.a.v. geneesmiddelen (identificatie kwetsbare RWZI's);
  - welke ziekenhuizen of zorginstellingen een significante bijdrage leveren (t.o.v. woonwijken) aan de emissie vanuit de RWZI's.
- te identificeren op welke plaats (aan de bron bij ziekenhuizen of zorginstellingen, bij de RWZI of bij de drinkwaterwinning) welke maatregelen genomen kunnen worden om zo kosteneffectief mogelijk de belasting van het oppervlaktewater met geneesmiddelen tegen te gaan.

### ~ 1.4 LEESWIJZER

Hoofdstuk 2 geeft een overzicht van de structuur van het project, n.l. het onderscheid tussen de werkzaamheden t.b.v. de geneesmiddelenkant (emissie, vrachten etc.) en de waterkant (debieten, verdunning etc.). In hoofdstuk 3 worden de resultaten van de vrachtberekeningen geneesmiddelen uit de verschillende bronnen gepresenteerd. Hoofdstuk 4 laat de effecten van de emissie van vrachten geneesmiddelen uit de RWZI's op het oppervlaktewater op basis van berekeningen zien. In hoofdstuk 5 worden de resultaten van de concentratiemetingen bij de in- en effluenten van 6 RWZI's en het bijbehorende ontvangende oppervlaktewater, ter verificatie van de berekeningen, gepresenteerd. Hoofdstuk 6 gaat in op de potentiële effecten van de geneesmiddelenemissies op de drinkwaterwinningen. In hoofdstuk 7 worden de resultaten van de toxiciteitsmetingen (ER-Calux en GR-Calux ) beschreven en wordt een relatie gelegd tussen de toxiciteitsmetingen en de gemeten concentraties. In hoofdstuk 8 worden mogelijke maatregelen beschreven om de geneesmiddelenemissie te reduceren en wordt ingegaan op de afwegingen die gemaakt kunnen worden om maatregelen te prioriteren. Tot slot worden in hoofdstuk 9 conclusies getrokken en worden aanbevelingen gedaan.



# 2

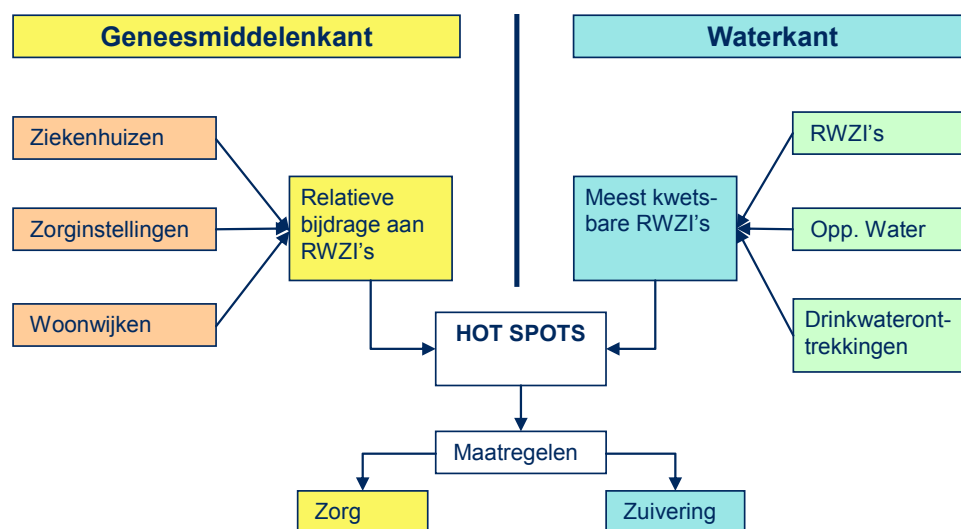
## WERKWIJZE

### 2.1 INLEIDING

Bij de werkzaamheden zijn twee hoofdonderdelen te onderscheiden, n.l. de geneesmiddelenkant en de waterkant (zie Figuur 2-1):

FIGUUR 2-1

SCHEMATISCHE WEERGAVEN VAN DE ONDERDELEN VAN HET PROJECT



### 2.2 GENEESMIDDELENKANT

Bij dit onderdeel is vastgesteld wat de vracht geneesmiddelen is die bij iedere RWZI aankomt vanuit verschillende bronnen. Hiertoe hebben de volgende werkzaamheden plaatsgevonden:

- Inventarisatie ligging RWZI's en ligging bij de RWZI's behorende rioleringsgebieden;
- Toekennen aantal inwoners aan zuiveringskringen;
- Ziekenhuizen en zorginstellingen:
  - Inventarisatie ligging;
  - Vaststellen tot welk rioleringsgebied de instellingen behoren;
  - Onderscheid in type zorginstelling (verpleeg- en verzorging, gehandicapten, GGZ etc);
  - Inventarisatie aantal bedden per instelling;
- Inventarisatie kentallen geneesmiddelenemissies uit woonwijken, ziekenhuizen en zorginstellingen in gram/persoon/jaar uit de projecten ZORG en Verg(h)ulde pillen (STOWA 2009-06 en 2011-02);
- Berekenen per zuiveringskring vrachten geneesmiddelen per tijdseenheid in het afvalwater van de geïnventariseerde ziekenhuizen, zorginstellingen en woonwijken, berekenen vrachten geneesmiddelen in het influent van de RWZI en berekenen relatieve bijdrage ziekenhuizen, zorginstellingen en woonwijken aan het influent van de RWZI's.

De werkzaamheden en de resultaten van dit onderdeel worden toegelicht in hoofdstuk 3.

## 2.3 WATERKANT

Bij dit onderdeel is vastgesteld wat de verdunning is van het effluent uit de RWZI's door het ontvangende oppervlaktewater. Hiertoe zijn de volgende werkzaamheden verricht:

- RWZI's:
  - Inventarisatie ligging (zie ook paragraaf 2.2);
  - Inventarisatie ligging uitstroompunten van effluent van RWZI's in het oppervlaktewater
  - Inventarisatie jaardebieten effluent;
- Ontvangende oppervlaktewater:
- Inventariseren debieten ontvangende oppervlaktewateren;
- Vaststellen verdunning effluenten door het ontvangende oppervlaktewater (emissie-imissietoets);
- Identificeren kwetsbare combinaties van RWZI's / oppervlaktewatersystemen (die RWZI's die een significante bijdrage leveren aan de voeding van een watersysteem);

De resultaten van dit onderdeel zijn uniform toepasbaar en zijn relevant voor de emissies van alle stoffen uit effluenten van RWZI's en niet alleen voor geneesmiddelen.

Verder worden de resultaten van de geneesmiddelenkant en de waterkant met elkaar gecombineerd. De wateren worden geïdentificeerd waar de concentraties geneesmiddelen het hoogst zijn. Deze concentraties zijn een combinatie van vrachten in het effluent en de verdunning van het effluent door het oppervlaktewater.

De volgende werkzaamheden worden verricht:

- Inventariseren verwijderingspercentages geneesmiddelen door RWZI's uit de projecten ZORG en Verg(h)ulde pillen
- Bepalen vrachten geneesmiddelen in de effluenten van de RWZI's
- Bepalen concentraties geneesmiddelen in oppervlaktewater door vrachten in effluent te combineren met de verdunningsfactoren door het ontvangende oppervlaktewater

De werkzaamheden en de resultaten van dit onderdeel worden toegelicht in hoofdstuk 4.

## 2.4 VERIFICATIE RESULTATEN BEREKENINGEN MET METINGEN

Bij in totaal 6 RWZI's (2 per waterschap) zijn 24-uurs debiet proportionele monsters genomen van influent en effluent. Tevens zijn monsters genomen in het oppervlaktewater waar de effluenten van deze RWZI's op uitmonden. Deze metingen zijn verricht om de berekeningen over de vrachten geneesmiddelen in het influent en effluent van de RWZI's en de concentraties in het oppervlaktewater te verifiëren. De resultaten van de metingen zijn toegelicht in hoofdstuk 5.

## 2.5 DRINKWATERONTREKKINGEN

Naast het oppervlaktewater zijn ook drinkwaterwinningen van belang. In hoofdstuk 6 worden drinkwaterwinningen geïdentificeerd die onder invloed staan van door regionaal oppervlaktewater. Daarnaast worden de winningen besproken die mogelijk onder invloed staan van lekkende riolering.

## 2.6 ANALYSE HOT SPOTS EN MAATREGELEN

Bij dit onderdeel in hoofdstuk 8 wordt een gebiedsbrede analyse gepresenteerd op welke plaatsen het best maatregelen genomen kunnen worden om de emissie van geneesmiddelen te reduceren. Hierbij komen aan de orde aspecten als:

- Vrachtbenadering of concentratiebenadering. Gaat het er om zo veel mogelijk te voorkomen dat er geneesmiddelen in het milieu terecht komen (vrachtbenadering) of gaat het om het reduceren van geneesmiddelenemissies op die plaatsen waar er risico's zijn voor effecten (concentratiebenadering);
- Bijdrage instellingen aan geneesmiddelen in influent (en dus ook aan effluent). Bij dit onderdeel worden de instellingen geïdentificeerd die een significante bijdrage leveren aan de vracht geneesmiddelen in het influent van de bijbehorende RWZI's'.

# 3

## GENEESMIDDELENKANT

### 3.1 INLEIDING

In dit hoofdstuk worden de werkzaamheden toegelicht die uitgevoerd zijn om te berekenen wat de jaarlijkse vracht geneesmiddelen is die bij iedere RWZI aankomt vanuit verschillende bronnen.

### 3.2 RWZI'S, RIOLERINGSGEBIEDEN EN INWONERS PER RWZI

#### RWZI'S

De locaties van de RWZI's en de lozingslocaties van de effluenten zijn aangeleverd door de waterschappen. Dit zijn per RWZI de naam, de locatie van de RWZI en het lozingspunt, de ontwerpbelasting (ie), de belasting in 2008 (ie) en het debiet in 2008 (m<sup>3</sup>/jaar). Daarnaast zijn gegevens aangeleverd van het ontvangende oppervlaktewater: naam, beheerder, gemiddelde afvoer en de afmetingen. Deze gegevens worden gebruikt om de concentratie van geneesmiddelen in het oppervlaktewater te berekenen.

#### RIOLERINGSGEBIEDEN

Rioleringsgebieden zijn de gebieden waarbinnen het rioolwater uitkomt op de bijbehorende RWZI.

De rioleringsgebieden zijn aangeleverd door de drie waterschappen in de vorm van shapefiles, ieder voor hun eigen gebied. Dit vergde in de grensgebieden tussen de waterschappen enige aanpassing in de samenvoeging. In het westen liggen enkele rioleringsgebieden die wel in het onderzoeksgebied liggen, maar afwateren op RWZI's buiten het studiegebied. Deze zijn niet meegenomen binnen deze studie.

#### INWONERS EN ZORGINSTELLINGEN PER RIOLERINGSGEBIED

Bij RWZI's wordt als eenheid niet het aantal daadwerkelijke inwoners maar het aantal inwonerequivalenten (i.e.'s) gehanteerd. Dit is een maat voor de vuillast op de RWZI. Afhankelijk van de aanwezigheid van bijvoorbeeld industrie kan het aantal inwoners sterk afwijken van het aantal i.e.'s. De emissie van geneesmiddelen is afhankelijk van het aantal daadwerkelijke inwoners van het rioleringsgebied. Daarom is in deze studie aan ieder rioleringsgebied een aantal inwoners toegekend. De gebruikte inwonergegevens zijn afkomstig van de buurtdata 2007 van het CBS<sup>3</sup>. Dit is een kaart die een overzicht geeft van de bevolkingsdichtheid. Per buurt is het middelpunt bepaald. Per punt is bepaald in (of dichtbij) welk rioleringsgebied dit ligt. De inwoners van de betreffende buurt zijn toegekend aan dit rioleringsgebied. De rioleringsgebieden zijn niet vlakdekkend. Punten die hier buiten vallen zijn ondergebracht bij het rioleringsgebied dat het dichtste bij ligt. De foutenmarge zal niet groot zijn, omdat punten buiten de rioleringsgebieden allemaal in dunbevolkt gebied liggen.

3 CBS 2007, BEV DICHTH [inw/km<sup>2</sup>)

Het toekennen van zorginstellingen aan rioleringsgebieden is vergelijkbaar gegaan. De zorginstelling is toegekend aan het rioleringsgebied waarin (of waar in de buurt) deze ligt.

In Tabel 3-1 is het aantal inwoners per RWZI weergegeven, zoals afgeleid op bovenbeschreven wijze.

**TABEL 3-1 INWONERAANTAL PER RWZI, AFGELEID OP BASIS VAN BEVOLKINGSDICHTHEDEKAARTEN**

RWZI	Aantal inwoners	RWZI	Aantal inwoners	RWZI	Aantal inwoners
Amersfoort	188020	Houten	49510	Rhenen	33630
Amstelveen	88750	Huizen	46300	Ronde Venen	33260
Amsterdam-West	558830	Leidsche Rijn	24440	Soest	70970
Bennekom	13950	Loenen aan de Vecht	7680	Uithoorn	38390
Blaricum	24430	Lopik	17220	Utrecht	240140
Breukelen	17430	Maarsse	10710	Veenendaal	69900
Bunnik	14560	Maarssebroek	23080	Weesp	25540
De Bilt	46080	Montfoort	13470	Westpoort	211340
De Meern	33360	Nieuwegein	100390	Wijk bij Duurstede	24290
Driebergen	28480	Nijkerk	44580	Woerden	44360
Ede	141370	Oudewater	10220	Woudenberg	25830
Hilversum	51570	Renkum	70760	Zeist	55550
Horstermeer	106200				

Bijlage 1, kaart 1 geeft de ligging en de naam van de RWZI's weer.

Bijlage 1, kaart 2 geeft de grootte van de RWZI's, uitgedrukt in aantal inwoners weer.

Bijlage 1, kaart 3 laat de ligging van de bijbehorende rioleringsgebieden zien.

Bijlage 1, kaart 4 geeft de bevolkingsdichtheid van het onderzoeksgebied weer volgens CBS. Op basis van de gegevens die ten grondslag liggen aan deze kaart is het aantal inwoners per rioleringsgebied afgeleid.

### 3.3 ZIEKENHUIZEN EN ZORGINSTELLINGEN: LIGGING EN BEDDEN

Voor de ligging van de ziekenhuizen en zorginstellingen en voor het aantal bedden per instelling zijn de volgende bronnen geraadpleegd:

- Adresboeken
  - Adresboek VVZS (Verzorgings-, Verpleeg-, ziekenhuizen en serviceflats in Nederland), 2009
  - Adresboek gehandicaptenorganisaties in Nederland, 2009
- Zorgatlas  
De ligging van de ziekenhuizen en het aantal bedden per ziekenhuis zijn aanvullend aan de gegevens uit de bovengenoemde Adresboeken eveneens geïnventariseerd uit de Zorgatlas van het RIVM.<sup>4</sup>

De bovengenoemde adresboeken zijn aangekocht op CD ROM. Beide adresboeken samen geven een goed overzicht van de zorginstellingen en ziekenhuizen in Nederland. Het gaat hier om ziekenhuizen, verpleeghuizen, verzorgingshuizen, serviceflats en instellingen voor gehandicaptenzorg. Op de CD ROMs zijn de instellingen in verschillende typen te bewerken bestanden weergegeven. Op deze bestanden zijn naast de coördinaten van de instellingen ook

<sup>4</sup> www.zorgatlas.nl

het aantal opgenomen. Uit de bestanden zijn die instellingen geselecteerd die liggen in de beheersgebieden van de drie Utrechtse waterschappen. Instellingen die liggen binnen deze beheersgebieden, maar lozen op een RWZI buiten de beheersgebieden of op een RWZI met een lozingspunt buiten de beheersgebieden zijn niet opgenomen. Dit geselecteerde deel behoeft een nadere bewerking. Immers ook de kantoorpanden van de verschillende overkoepelende organisaties, dagbehandelingen en aanleunwoningen zijn opgenomen in de lijst. Locaties zonder bedden zijn eruit gefilterd. Ook van andere locaties was niet altijd het aantal bedden weergegeven. In die gevallen is op de websites van de individuele instellingen gekeken en ook zijn verschillende instellingen telefonisch benaderd.

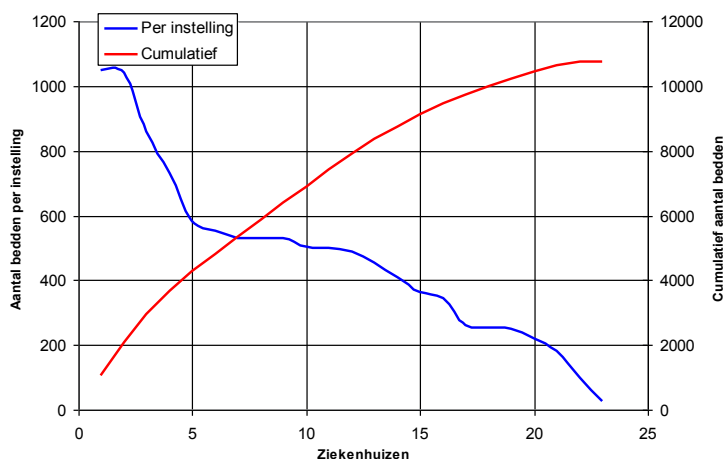
De indeling in categorieën in de adresboeken is niet altijd dezelfde als de indeling die gehanteerd is bij het project ZORG. In dit project zijn kentallen voor emissies van geneesmiddelen afgeleid voor de groepen: verpleeg- en verzorginstellingen, instellingen voor gehandicapten, GGZ-instellingen en ziekenhuizen.

De instellingen uit de adresboeken zijn allemaal opnieuw gerubriceerd naar een van deze groepen. Hiertoe zijn:

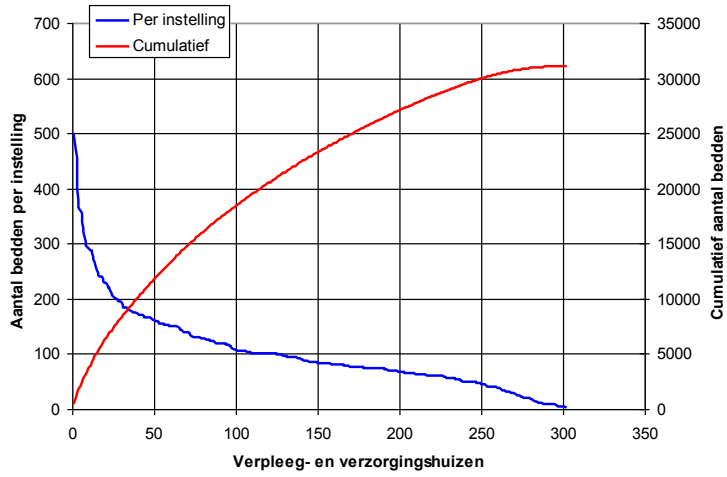
- servicewoningen gelijk gesteld aan verzorging bejaardentehuizen;
- verzorg- en verpleeghuizen gecombineerd ingedeeld als een aparte categorie;
- hospices bij verzorgingshuizen, of verpleeghuizen onderverdeeld;
- overige instellingen specifiek bekeken en onderverdeeld op basis van gebiedskennis en expert judgement.

In Figuur 3-1 t/m Figuur 3-4 is de verdeling van het aantal bedden over de verschillende instellingen weergegeven.

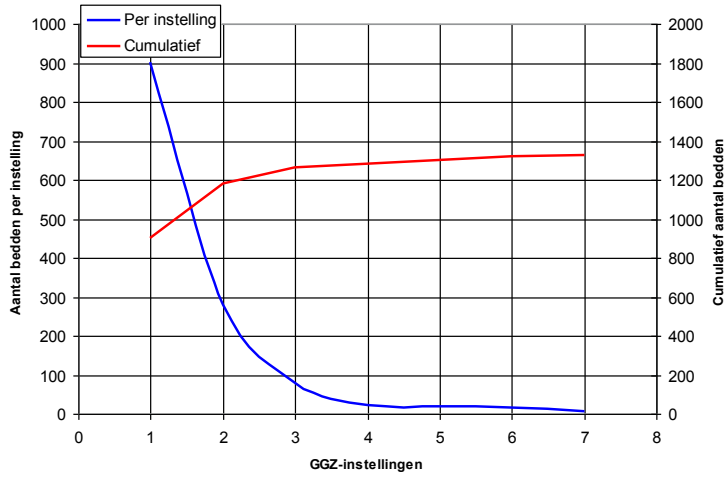
FIGUUR 3-1 VERDELING BEDDEN OVER DE VERSCHILLENDE ZIEKENHUIZEN



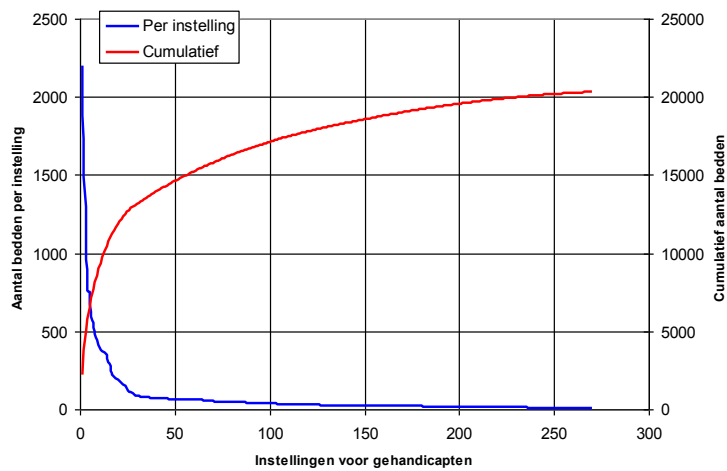
FIGUUR 3-2 VERDELING BEDDEN OVER DE VERSCHILLENDE VERPLEEG- EN VERZORGINGSHUIZEN



FIGUUR 3-3 VERDELING BEDDEN OVER DE VERSCHILLENDE GGZ-INSTELLINGEN



FIGUUR 3-4 VERDELING BEDDEN OVER DE VERSCHILLENDE INSTELLINGEN VOOR GEHANDICAPTEN



Tabel 3-2 geeft voor de verschillende typen instellingen het totaal aantal instellingen in het gebied van de drie waterschappen, het totaal aantal bedden en het aantal instellingen dat 50% van het aantal bedden heeft. Voor alle typen instellingen geldt dat er een paar hele grote zijn en de overigen zijn dan beduidend kleiner. Deze verdeling is het meest extreem bij de instellingen voor gehandicapten. Er zijn heel veel kleine instellingen (bijvoorbeeld 98 instellingen met minder dan 20 bedden).

TABEL 3-2 TOTAAL AANTAL INSTELLINGEN, TOTAAL AANTAL BEDDEN PER INSTELLINGSTYPE EN AANTAL INSTELLINGEN PER TYPE DAT 50% VAN HET TOTAAL AANTAL BEDDEN HEEFT

	Instellingen totaal aantal	Bedden totaal aantal	grootste instellingen aantal met gezamenlijk 50% van de bedden
Ziekenhuizen	23	10757	7
Verpleeg- en verzorgingshuizen	302	31109	76
Instellingen voor gehandicapten	270	20312	13
GGZ-instellingen	7	1324	1

De ligging van de ziekenhuizen en zorginstellingen en een indicatie van het aantal bedden per instelling is weergegeven in Bijlage 1, kaart 5.

### 3.4 KENTALLEN GENEESMIDDELEN

#### KENTALLEN EMISSIES OP BASIS VAN METINGEN

Op basis van metingen van geneesmiddelen in afvalwater zijn kentallen afgeleid voor de emissie van geneesmiddelen vanuit verschillende bronnen en vanuit RWZI's, uitgedrukt in gram/persoon/jaar. Kentallen zijn afgeleid op basis van metingen bij:

- drie ziekenhuizen<sup>5</sup> (afvalwater);
- acht zorginstellingen van verschillende typen (afvalwater);
- acht woonwijken (afvalwater);
- acht RWZI's (influent en effluent)<sup>6</sup>.

Op basis van deze kentallen kan voor onbekende situaties, wanneer het aantal inwoners per woonwijk of bedden per instelling bekend is, berekend worden wat de geneesmiddelenemissie per jaar zal zijn. Bij de kentallen is onderscheid gemaakt in verschillende groepen geneesmiddelen volgens de classificatie van de internationaal erkende ATC codes (zie Tabel 3-3 en Figuur 3-5). Voor toelichting op ATC codes, zie kader 1.

In de analysepakketten (zie bijlage 2) komen ook geneesmiddelen voor uit andere ATC hoofdgroepen dan hieronder vermeld. Bij de kentallen zijn alleen die ATC hoofdgroepen vermeld waaruit geneesmiddelen zijn gemeten in gehalten boven de rapportagegrens. Zo zijn er o.a. geen stoffen in rapporteerbare gehalten gemeten uit de groepen G en H, de (geslachts) hormonen, groepen waarvan bekend is dat zij hormoonverstorende effecten veroorzaken in het aquatisch milieu. De oorzaak hiervan is o.a. dat deze stoffen in zeer kleine hoeveelheden worden ingenomen en uitgescheiden, maar ook dat de rapportagegrens in afvalwater relatief hoog is.

5 Project Verg(h)ulde Pillen (STOWA, 2009-06, W-01, W-02, W-03)

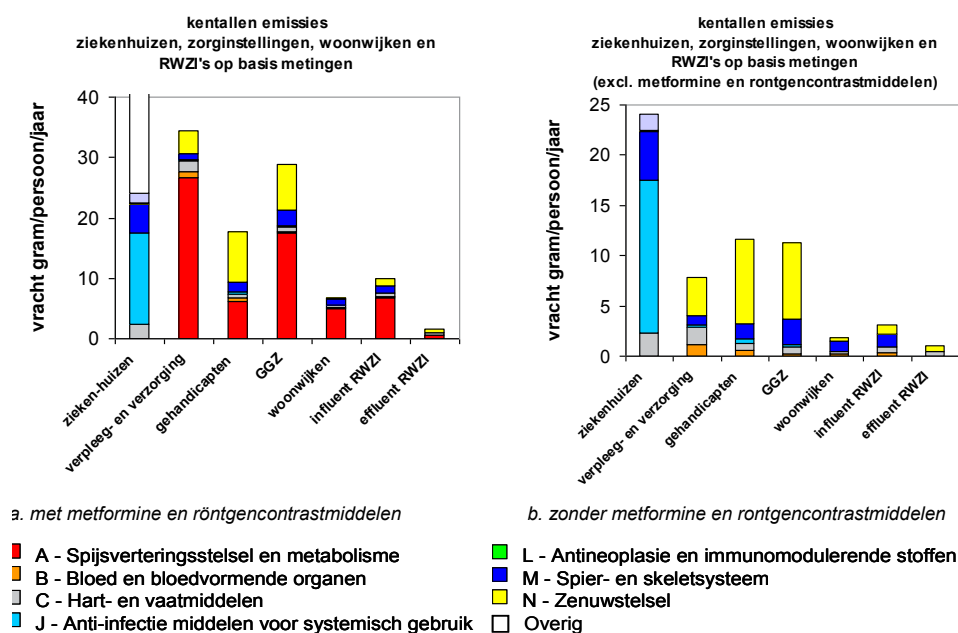
6 Project ZORG (STOWA 2010-06, STOWA 2011-02)



TABEL 3-3 KENTALLEN VRACHTEN GENEESMIDDELEN IN AFVALWATER VAN ZIEKENHUIZEN, ZORGINSTELLINGEN EN WOONWIJKEN EN INFLUENTEN EN EFFLUENTEN VAN RWZI'S OP BASIS VAN METINGEN (GRAM/PERSOON/JAAR) ONDERVERDEELD NAAR ATC HOOFDGROEPEN

Type geneesmiddel	Ziekenhuizen	Verpleeg en verzorgingshuizen	Instellingen voor gehandicapten	GGZ	Woonwijken	Influent RWZI	Effluent RWZI
A-spijsvertering (metformine)		26,6	6,1	17,6	5,0	6,7	0,5
B-Bloed en bloedvormende organen		1,1	0,6	0,2	0,2	0,3	0,01
C-hart en vaatmiddelen	2,3	1,8	0,7	0,7	0,3	0,6	0,4
J-anti-infectiemiddelen (antibiotica)	15,2	0,2	0,4	0,3		0,05	0,03
L-immunomodulerend						0,001	
M-spier- en skeletstelsel	4,8	0,9	1,5	2,5	1,0	1,2	0,07
N-zenuwstelsel	0,2	3,8	8,4	7,6	0,3	1,0	0,5
Overig	1,6						
V-varia (röntgencontrastmiddelen)	507						
Totaal	531,2	34,5	17,6	28,9	6,8	9,7	1,5
Totaal min röntgencontrastmiddelen en metformine	24,2	7,9	11,5	11,3	1,8	3,0	1,0

FIGUUR 3-5 KENTALLEN VRACHTEN GENEESMIDDELEN IN AFVALWATER VAN ZIEKENHUIZEN, ZORGINSTELLINGEN EN WOONWIJKEN EN INFLUENT EN EFFLUENT VAN RWZI'S OP BASIS VAN METINGEN (GRAM/PERSOON/JAAR) VERDEELD IN ATC HOOFDGROEPEN



Bij de ziekenhuizen komen in het afvalwater röntgencontrastmiddelen in een veel hogere vracht voor dan de overige geneesmiddelen. Bij zorginstellingen en woonwijken komt in het afvalwater het antidiabeticum metformine in een veel hogere vracht voor dan de overige geneesmiddelen. De ecotoxicologische relevantie van röntgencontrastmiddelen en metformine is voor beide voor zover bekend laag<sup>7</sup>. Vanwege deze reden en ook om de onderlinge verhoudingen van geneesmiddelenemissies uit de verschillende bronnen niet te overschaduwen, zijn voor een vergelijkend beeld deze geneesmiddelen weggelaten (zie Figuur 3-5b).

<sup>7</sup> Fent K., A.A. Weston en D. Caminada, 2005. Ecotoxicology of human pharmaceuticals. Aquatic Toxicology Vol 76, pag. 122-159.

**Kader 1. Toelichting ATC codes.**

Geneesmiddelen worden verhandeld onder een merknaam. De merknaam is in het kader van dit onderzoek niet relevant. Het gaat om de actieve stof (ook wel werkzame stof) die in het geneesmiddel zit. De actieve stoffen kunnen op veel manieren worden ingedeeld. Gangbare methoden om in te delen zijn naar orgaansystemen van het menselijk lichaam, chemische structuur, werkingsstrategie, oorsprong, toedieningweg of naar verstrekkingvorm. Een indeling die internationaal zeer veel wordt gebruikt is de ATC-classificatie. ATC betekent Anatomisch Therapeutisch Chemische classificatie. De ATC code is een code van zeven posities (letters en cijfers) die specifiek is voor een bepaald actief bestanddeel. De eerste positie geeft de hoofdgroep aan (zie tabel).

**ATC-hoofdgroepen**

ATC-code	Omschrijving hoofdgroep (eerste letter)
A	Spijverteringsstelsel en metabolisme
B	Bloed en bloedvormende organen
C	Cardiovasculair systeem
D	Dermatologica
G	Genito-urinaire systeem en geslachtshormonen
H	Systemische hormonale preparaten, met uitzondering van insuline en geslachtshormonen
J	Anti-infectie middelen voor systemisch gebruik
L	antineoplasie en immunomodulerende stoffen
M	Spier- en skeletstelsel
N	Zenuwstelsel
P	Antiparasitische middelen, insecticiden en repellents
Q	Veterinaire geneesmiddelen
R	Ademhalingssysteem
S	Sensorische organen
V	Varia

Er zijn tussen de verschillende bronnen niet alleen verschillen in de totaalvracht geneesmiddelen (uitgedrukt in gram/persoon/jaar) in het afvalwater maar ook in de typen dominante geneesmiddelen. Zo zijn de gemeten vrachten (gram/persoon/jaar) hart- en vaatmiddelen in het afvalwater van verpleeg- en verzorgingshuizen zijn hoger dan in het afvalwater van de andere typen zorginstellingen en de woonwijken. De gemeten vrachten geneesmiddelen (gram/persoon/jaar) voor het zenuwstelsel (psychopharmaca) zijn juist in het afvalwater van de instellingen voor gehandicapten en de GGZ-instellingen hoger dan in het afvalwater van verpleeg- en verzorgingshuizen, ziekenhuizen en woonwijken.

In het project ZORG zijn de kentallen voor de totale vrachten en voor de ATC hoofdgroepen uitgesplitst in kentallen voor individuele geneesmiddelen, maar focussen op individuele geneesmiddelen is voor onderhavige studie te gedetailleerd.

Wel moeten we ons realiseren dat ieder individueel geneesmiddel zijn eigen processen ondergaat vanaf het moment van inname tot het moment van verlaten van de RWZI.

**KENTALLEN ZIJN BRUIKBAAR VOOR SCHATTINGEN**

De afgeleide kentallen zijn bruikbaar voor schattingen en moeten daarom niet als harde cijfers beschouwd worden. Immers, inherent aan kentallen is dat zij gebaseerd zijn op (gewogen) gemiddelden en ieder individueel geval kan afwijken. Bovendien bestaan een aantal onzekerheden bestaan in de aannamen en berekeningsmethoden van de afgeleide kentallen. Zo zijn niet voor alle geneesmiddelen chemische analyses beschikbaar en bestaan verschillen tussen de samenstelling van de analysepakketten van het project bij de ziekenhuizen en de zorginstellingen. Ook kennen de analyses zelf een onzekerheid o.a. vanwege de matrixeffecten van afvalwater en zijn de extrapolaties gebaseerd op een momentopname ondanks het feit dat er meerdere monsternames hebben plaatsgevonden. De kentallen zijn generiek genoeg en kunnen voldoende houvast bieden om op basis daarvan beleid te kunnen formuleren.

Bij de kentallen voor de totale emissie uit verschillende bronnen en bij de kentallen voor specifieke hoofdgroepen geneesmiddelen (zie Tabel 3-3) moet steeds in het achterhoofd worden gehouden dat deze kentallen niet toegepast mogen worden op individuele geneesmiddelen. Met klem wordt opgemerkt dat voor de vaststelling van de vrachten geneesmiddelen op een specifieke locatie t.b.v. een specifieke vraagstelling aanvullend metingen van geneesmiddelen verricht dienen te worden.

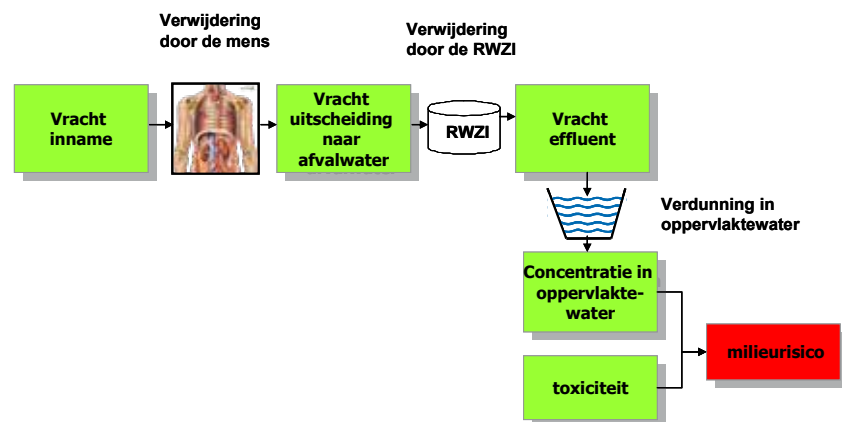
### DE ROUTE VAN GENEESMIDDELEN NAAR HET OPPERVLAKTEWATER

Om een indicatie van de verwachte concentratie in het oppervlaktewater en het daaraan verbonden ecologisch risico van een specifiek geneesmiddel te kunnen geven, moeten alle onderdelen van de route van het geneesmiddel in de hele waterketen meegenomen worden:

- de hoeveelheid geneesmiddel die ingenomen wordt;
- het percentage van deze hoeveelheid die uitgescheiden wordt en in het afvalwater terecht komt;
- de hoeveelheid die verwijderd wordt door de RWZI;
- de ecotoxiciteit van het geneesmiddel in het oppervlaktewater en;
- de verdunning die optreedt in het oppervlaktewater (zie Figuur 3-6).

Met uitzondering van de verdunning, die geneesmiddelonafhankelijk is en afhankelijk is van lokale omstandigheden, is ieder onderdeel verschillend voor ieder geneesmiddel. De metingen in het project ZORG hebben voor de geanalyseerde geneesmiddelen meer duidelijkheid verschaft over hun gedrag bij enkele onderdelen in deze waterketen.

FIGUUR 3-6 DE ROUTE VAN IEDER GENEESMIDDEL NAAR HET OPPERVLAKTEWATER. DE VRACHT IN HET EFFLUENT, DE VERDUNNING IN HET OPPERVLAKTEWATER EN DE TOXICITEIT VAN HET GENEESMIDDEL BEPALEN UITEINDELIJK HET MILIEURISICO VAN HET INDIVIDUELE GENEESMIDDEL

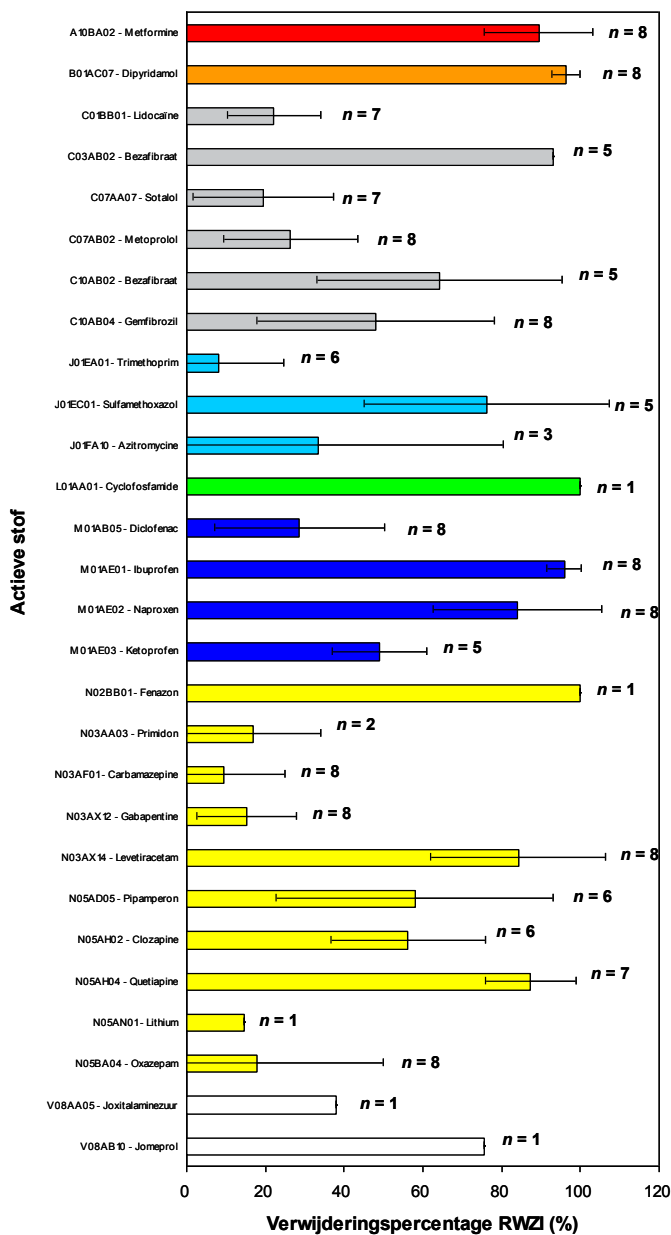


### VERWIJDERINGPERCENTAGES IN RWZI'S

Tussen de geneesmiddelen bestaan grote verschillen in de mate van verwijdering door een RWZI. Sommige geneesmiddelen worden vrijwel volledig door de verschillende processen in de RWZI verwijderd en andere geneesmiddelen worden vrijwel niet verwijderd (zie Figuur 3-7).

FIGUUR 3-7

GEMIDDELDE VERWIJDERINGSPERCENTAGES OP BASIS VAN METINGEN BIJ 7 RWZI'S EN ÉÉN AWZI. HET AANTAL BEPALINGEN (N) DIE PER WERKZAME STOF HEBBEN BIJGEDRAGEN AAN HET GEMIDDELDE IS PER WERKZAME STOF AANGEGEVEN EVENALS DE STANDAARDDEVIATIE (BALKEN IN DE INDIVIDUELE KOLOMMEN). LITHIUM EN DE JOODHOUDENDE RÖNTGENCONTRASTMIDDELEN KWAMEN MAAR 1 KEER IN HET ANALYSEPAKKET VOOR



Ook binnen de ATC hoofdgroepen is een grote spreiding in de verwijderingpercentages van de geneesmiddelen (voorbeeld: het antiëpilepticum levetiracetam wordt voor 84 % verwijderd en het antiëpilepticum carbamazepine voor 9%). Daarom is het niet verantwoord verwijderingpercentages voor de hoofdgroepen te presenteren, omdat dit een zekere uniformiteit binnen een hoofdgroep suggereert. Zo wordt vermeden dat verwijderingpercentages voor hoofdgroepen toegepast gaan worden op individuele geneesmiddelen.

Voor het totaal aan geneesmiddelen zijn wel verwijderingpercentages afgeleid:

- Het gemiddelde verwijderingpercentage is 81% van alle gemeten stoffen die aangetroffen zijn boven de rapportagegrens.
- Het gemiddelde verwijderingpercentage is 65% van alle gemeten stoffen die aangetroffen zijn boven de rapportagegrens exclusief metformine.

Bij deze verwijderingspercentages voor het totaal moet het doel van het gebruik van deze percentages in het oog worden gehouden, n.l. t.b.v. prioritering waar de hoogste totaalvracht in het oppervlaktewater terecht komt. Deze verwijderingspercentages voor het totaal kunnen niet worden gebruikt voor individuele geneesmiddelen.

Röntgencontrastmiddelen nemen een bijzondere positie in. Ze zijn voornamelijk afkomstig van ziekenhuizen. De vracht röntgencontrastmiddelen uit ziekenhuizen is zodanig hoog in vergelijking tot de overige bronnen en in vergelijking tot de overige groepen geneesmiddelen dat 'röntgencontrastmiddelen' als een aparte groep beschouwd wordt en niet meegenomen wordt in de kentallen voor de verwijderingpercentages van de totale hoeveelheden.

#### KENTALLEN VOOR DEZE STUDIE

Voor het bereiken van de doelstelling van deze studie (zie paragraaf 1.3) wordt het als voldoende beoordeeld de kentallen voor totaalvrachten te hanteren (zie Tabel 3-4):

TABEL 3-4

KENTALLEN VOOR DE EMISSIE VAN GENEESMIDDELEN VANUIT VERSCHILLENDE BRONNEN IN GRAM/PERSOON/JAAR

Emissiebron geneesmiddelen	Vracht gram/persoon/jaar
Verpleeg- en verzorgingshuizen	7,9
Instellingen voor gehandicapten	11,5
GGZ-instellingen	11,3
woonwijken	1,8
ziekenhuizen	24,2
verwijderingspercentage RWZI	65%

### 3.5 VRACHTEN GENEESMIDDELEN IN INFLUENT ZUIVERINGEN

#### VRACHTEN

Op basis van bovenstaande kentallen voor emissie van geneesmiddelen is voor ieder rioleringsgebied berekend welke vracht geneesmiddelen vanuit instellingen en woonwijken jaarlijks met het afvalwater in het influent van de RWZI's aankomt.

Deze vrachten zijn grafisch weergegeven in Bijlage 1, kaart 6. In deze bijlage is per RWZI ook de bijdrage van ieder type bron weergegeven (ziekenhuizen, zorginstellingen en woonwijken).

Op deze kaart 6 is het grote verschil te zien in de vrachten geneesmiddelen die op de RWZI's aankomen. De grootste vrachten komen aan bij de twee zuiveringen in Amsterdam, bij Utrecht, Amersfoort en Ede.

#### BIJDRAGE TYPE INSTELLINGEN AAN VRACHTEN

Bij die RWZI's waar ziekenhuizen op lozen varieert de bijdrage van de ziekenhuizen aan de vracht geneesmiddelen tussen 3,1 % (Amersfoort) en 12,6 % (Hilversum). Het gaat hierbij veelal om één ziekenhuis per RWZI, met uitzondering van de grote steden Amsterdam en Utrecht waar meerdere ziekenhuizen op dezelfde RWZI lozen.

De bijdrage van de zorginstellingen varieert tussen 0,86 % (Lopik) en 22,2 % (Driebergen). Deze bijdrage is de gesommeerde bijdrage van verschillende instellingen per RWZI.

#### **BIJDRAGE INDIVIDUELE LOCATIES**

Om het effect van maatregelen bij een instelling te kunnen bepalen gaat het er om wat de bijdrage van een specifieke locatie is aan de vracht geneesmiddelen in het influent van een RWZI.

In Bijlage 1, kaarten 7-1 t/m 7-4 zijn als voorbeeld bij vier deelgebiedjes de bijdragen van de verschillende instellingen aan de vrachten geneesmiddelen in het influent van de RWZI's weergegeven, n.l. Amsterdam, Amersfoort, Zeist en Uithoorn.

Bijlage 1, kaart 8 laat voor het hele studiegebied alleen die instellingen zien die voor meer dan 3% bijdragen aan de vrachten geneesmiddelen in het influent. Op deze kaart is te zien dat geen enkele individuele zorginstelling of ziekenhuis in Amsterdam voor meer dan 3 % bijdraagt aan de grote vracht in het influent van de Amsterdamse RWZI's. Bij de grote RWZI's Amersfoort en Utrecht zijn er wel enkele instellingen die meer dan 3% bijdragen aan de vracht geneesmiddelen in het influent van de RWZI's.

### **3.6 VRACHTEN GENEESMIDDELEN IN EFFLUENT ZUIVERINGEN**

Geneesmiddelen worden deels verwijderd door de processen die plaatsvinden in een RWZI. Het verwijderingspercentage verschilt sterk per geneesmiddel (zie Figuur 3-7). Voor het doel van deze studie is het voldoende een verwijderingspercentage voor de totale vracht geneesmiddelen te hanteren, n.l. 65%. Om na te gaan wat de concentratie van een specifiek geneesmiddel in het effluent van een RWZI is moet het specifieke verwijderingspercentage gehanteerd worden. De totaalvrachten geneesmiddelen in het effluent van de RWZI's is weergegeven in Bijlage 1, kaart 9.

### **3.7 RÖNTGENCONTRASTMIDDELEN**

Röntgencontrastmiddelen zijn een probleemstof voor de drinkwaterbereiding. Toch zijn röntgencontrastmiddelen niet meegenomen bij de kentallen die gehanteerd zijn om vrachten geneesmiddelen te berekenen die via effluents van zuiveringen in het oppervlaktewater terecht komen. De redenen hiervan is een combinatie van de volgende factoren:

- röntgencontrastmiddelen zijn stoffen waarvan het grootste deel binnen 24 uur met name in ziekenhuizen wordt uitgescheiden, al hebben metingen aangetoond dat röntgencontrastmiddelen ook in het afvalwater van woonwijken voorkomen.
- de vracht röntgencontrastmiddelen in het afvalwater van ziekenhuizen is vele malen groter dan de vracht overige geneesmiddelen ( 507 gram/persoon/jaar röntgencontrastmiddelen tegen 24,2 gram/persoon/jaar overige geneesmiddelen). Deze vracht overschaduwet in een combinatie met de andere geneesmiddelen het beeld dat van de vrachten geneesmiddelen geschetst wordt;
- röntgencontrastmiddelen zijn weinig toxisch voor het aquatisch ecosysteem, maar wel ongewenst in drinkwater;
- ieder ziekenhuis gebruikt zijn eigen voorkeursmiddelen. Het verwijderingspercentage van deze middelen bij een RWZI verschilt sterk per middel. Omdat de voorkeur van de verschillende ziekenhuizen niet bekend is, is het niet mogelijk per specifieke RWZI te berekenen wat de vracht röntgencontrastmiddelen zal zijn in het influent en effluent;
- röntgencontrastmiddelen worden nauwelijks verwijderd door zuiveringstechnieken die ingezet kunnen worden om de overige geneesmiddelen te verwijderen.

In het navolgende wordt een landelijk beeld geschetst van de vrachten röntgencontrastmiddelen in vergelijking met de in beschouwing genomen geneesmiddelen.

De vracht röntgencontrastmiddelen die vanuit de ziekenhuizen in het influent van de RWZI's terecht komt wordt geschat op 25 ton per jaar (gebaseerd op de metingen bij drie ziekenhuizen, STOWA, 2009-06). De vracht vanuit de woonwijken wordt geschat op 7 ton per jaar al bestaat er grote onzekerheid over deze laatste vracht omdat deze is berekend door extrapolatie van metingen bij slechts twee woonwijken (STOWA, 2011-02). Een deel van deze contrastmiddelen wordt verwijderd door de RWZI's. Geschat wordt dat ca 13 ton röntgencontrastmiddelen via het effluent van de RWZI's op de Nederlandse oppervlaktewateren terecht komt versus 32 ton overige geneesmiddelen<sup>8</sup>. De vracht röntgencontrastmiddelen die via de Rijn vanuit Duitsland bij Lobith ons land binnenkomt wordt geschat op 61 ton.

<sup>8</sup> Het betreft hier alleen de overige geneesmiddelen die in de analysepakketten voorkomen en gemeten zijn.

# 4

## WATERKANT

### 4.1 INLEIDING

In het voorgaande hoofdstuk is ingegaan op de waterketen en de zorginstellingen die uitkomen via de riolering op de RWZI. In dit hoofdstuk gaan we dieper in op de watergangen waar de RWZI's op lozen en het effect ervan. Hiervoor maken we gebruik van gegevens van het waterschap voor het debiet van het effluent en in de watergang. De ligging van de RWZI's is weergegeven in Bijlage 1, kaart 1. Het resultaat is een verdunningsfactor waarmee de concentratie geneesmiddelen in het oppervlaktewater wordt berekend op basis van de geneesmiddelenvracht uit het vorige hoofdstuk (Tabel 3-4).

### 4.2 RWZI IN RELATIE TOT HET ONTVANGEND OPPERVLAKTEWATER

In eerste instantie is onderzocht op welke watergangen de RWZI's lozen en met welk debiet. In Tabel 4-1 zijn de RWZI's weergegeven en op welke watergang ze lozen. In de tabel is ook aangegeven wie de beheerder is van het ontvangende oppervlaktewater. Dit is in veel gevallen dezelfde beheerder als de beheerder van de RWZI of Rijkswaterstaat. Uitzondering is RWZI Utrecht (HDSR) die op de Vecht loost (AGV).

Van de lijst in Tabel 4-1 kan worden geconcludeerd dat 12 van de 37 RWZI's lozen op Rijkswater. Deze Rijkswateren (Lek, Nederrijn, ARK, Noordzeekanaal) zijn over het algemeen groot en bevatten veel water. De verwachting is dat de lozingen van RWZI's op dit soort watergangen sterk worden verdund. Tevens treedt een pseudogetij op in het Amsterdam-Rijnkanaal en het Noordzeekanaal waardoor het water heen en weer stroomt.

Het debiet in de Amstelboezem varieert sterk wat te maken heeft met een pseudogetij op het Amsterdam-Rijnkanaal en het Noordzeekanaal. Hierdoor stroomt het water heen en weer met een debiet in de orde van grootte van binnen een dag  $-15 \text{ m}^3/\text{s}$  tot  $+30 \text{ m}^3/\text{s}$ . Dit effect treedt ook op bij de Ronde Venen en Uithoorn, in een orde van grootte van binnen een dag van  $-10 \text{ m}^3/\text{s}$  tot  $+10 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Watergangen in beheer van de waterschappen zijn over het algemeen kleiner en voeren minder water, al zijn de Vecht, de Amstel en de Hollandse IJssel geen kleine watergangen. De Biltsche en Zeister Grift en Leidsche en Oude Rijn zijn voor HDSR de kleinere watergangen waar een RWZI op loost.

Bij Vallei en Eem valt op dat sommige watergangen weinig water voeren. De Dijkgraafse wetering en de Kromme Sloot staan praktisch stil.

De Vecht wordt via de Weerdsloop in Utrecht gevoed met water vanuit het Kromme Rijngebied met een gemiddeld debiet van ca  $4 \text{ m}^3/\text{s}$ . In het zuidelijk deel van de Vecht komt het effluent van de RWZI Utrecht erbij (ca  $0,8 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Bij Maarssen stroomt vervolgens ca 70% van de aanvoer naar het ARK. Er blijft dan nog een debiet over van gemiddeld 1 a  $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$  in de Vecht ter hoogte van de effluentlozing van Loenen aan de Vecht.



TABEL 4-1 RWZI'S VAN DE WATERSCHAPPEN EN WAAR ZE OP LOZEN

Gegevens RWZI		Gegevens ontvangend oppervlaktewater			
Naam	Beheerder	Naam en beheerder	Afvoer (m <sup>3</sup> /s)	Breedte (m)	Diepte (m)
Breukelen	HDSR	Amsterdam-Rijnkanaal (RWS)	33	97	6
Bunnik	HDSR	Kromme Rijn (HDSR)	6	15	1,5
De Bilt	HDSR	Biltsche Grift (HDSR)	0,15-0,3	11	1,25
De Meern	HDSR	Leidsche Rijn (HDSR)	1	18,5	1,95
Driebergen	HDSR	Langbroekerwetering (HDSR)	1-1,5	9	1,05
Houten	HDSR	Amsterdam-Rijnkanaal (RWS)	33	97	6
Leidsche Rijn	HDSR	Amsterdam-Rijnkanaal (RWS)	33	97	6
Lopik	HDSR	Lek (RWS)	406	150	5
Maarssebroek	HDSR	Amsterdam-Rijnkanaal (RWS)	33	97	6
Monfoort	HDSR	Hollandse IJssel (HDSR)	0,5-2,5	10,58	1,46
Nieuwegein	HDSR	Lek (RWS)	406	150	5
Oudewater	HDSR	Hollandse IJssel (HDSR)	0,5-2,5	15,4	1,4
Rhenen	HDSR	Nederrijn (RWS)	406	150	5
Utrecht	HDSR	Vecht (AGV)	4	25	2,5
Wijk Bij Duurstede	HDSR	Amsterdam-Rijnkanaal (RWS)	33	97	6
Woerden	HDSR	Oude Rijn (HDSR)	0,4-2,5	19	1,85
Zeist	HDSR	Zeister Grift (HDSR)	0,2-0,4	10	1
Amersfoort	V&E	Valleikanaal (V&E)	6,5-12,2	40	2
Bennekom	V&E	Dijkgraafse Wetering (V&E)	0,003-0,005	2,8	0,26
Ede	V&E	Zijdewetering (V&E)	0,07-0,1	6,7	1,42
Nijkerk	V&E	Arkervaart (V&E)	0,12-0,32	54	2
Renkum	V&E	Nederrijn (RWS)	406	150	5
Soest	V&E	Eem (V&E)	6,5-12,2	40	2
Veenendaal	V&E	Valleikanaal (V&E)	1,45-2,58	12,5	2
Woudenberg	V&E	Valleikanaal (V&E)	2,62-4,74	12,5	2
Amstelveen	AGV	Amstel (AGV)	-15 / +30	68	3
Amsterdam-West	AGV	Noordzeekanaal (RWS)	90-100	270	6
Blaricum	AGV	Gooiergracht (AGV)	*	7	2
Hilversum	AGV	Gooiergracht (AGV)	*	7	2
Horstermeer	AGV	Vecht (AGV)	1 a 2	64	3,5
Huizen	AGV	Gooimeer (RWS)	**	2500	2
Loenen Aan De Vecht	AGV	Amsterdam-Rijnkanaal (RWS)	33	96	6
Maarsse	AGV	Vecht (AGV)	1-1,5	50	2,5
Ronde Venen	AGV	Amstel (AGV)	-10 / +10	60	3
Uithoorn	AGV	Amstel (AGV)	-10 / +10	85	3
Weesp	AGV	Amsterdam-Rijnkanaal (RWS)	33	97	6
Westpoort	AGV	Noordzeekanaal (RWS)	90-100	270	6

\* Gooiergracht wordt voor >80% gevoed met effluent. Via de Gooiergracht lozen de RWZI's Blaricum en Hilversum op het Eemmeer.

\*\* Het Gooimeer is een meer. In de CIW toetsing wordt uitgegaan van een gemiddelde stroomsnelheid tussen 1 en 2 cm/s. Aangezien het Gooimeer een groot meer is uitgegaan van 2 cm/s.

#### 4.3 VERDUNNING

Het effluent dat loost op oppervlaktewater mengt en zal in bepaalde mate worden verdund, afhankelijk van het debiet in de watergang ten opzichte van het debiet van het effluent. Beide afvoeren zijn niet constant in de tijd en dus is de mate van verdunning ook niet constant. Door te kijken naar een jaardebiet van de zuivering ten opzichte van de gemiddelde afvoer in een jaar van het ontvangende water wordt een indicatie gegeven van de mate van verdunning. Deze verdunningsfactor is berekend met de emissie-imissietoets van de CIW. Nog weinig

gegevens zijn bekend aangaande een achtergrondconcentratie. Voor deze rekensessie is aangenomen dat de achtergrondconcentratie nul is, waardoor de berekende concentratie in het oppervlaktewater alleen het gevolg is van verdunning met het oppervlaktewater. De CIW berekening gaat uit van een mengzone en berekend de concentratie in het oppervlaktewater op een bepaalde afstand L van het lozingspunt. Deze afstand is afhankelijk van de stroming en de afmeting van de watergang.

De mate van verdunning van het effluent in het oppervlaktewater is weergegeven in Tabel 4-2. Deze verdunningsfactor is ook per RWZI op kaart weergegeven in Bijlage 1, kaart 10.

TABEL 4-2 VERDUNNINGSFACOR VAN HET EFFLUENT VAN DE RWZI'S IN HET OPPERVLAKTEWATER

RWZI	Debiet 2008 m <sup>3</sup> /jaar	Vracht effluent (g/jaar)	Afstand L vanaf lozingspunt (m)*	Verdunningsfactor
Breukelen	1.700.876	12.895	970	166,4
Bunnik	1.999.720	9.505	150	35,6
De Bilt	5.052.568	33.398	110	2,2
De Meern	3.538.530	22.472	185	4,3
Driebergen	3.055.700	23.070	90	5,2
Houten	4.360.543	32.883	970	65,4
Leidsche Rijn	2.650.140	15.735	970	106,9
Lopik	1.507.972	10.943	1000	1320,7
Maarssebroek	2.400.410	15.289	970	118,1
Monfoort	1.473.188	8.770	106	10,3
Nieuwegein	9.433.783	71.998	1000	211,8
Oudewater	1.088.048	7.111	154	11,2
Rhenen	2.707.553	23.256	1000	735,6
Utrecht	25.323.216	187.394	250	3,0
Wijk Bij Duurstede	1.927.973	15.512	970	146,9
Woerden	5.150.772	31.164	190	3,2
Zeist	4.663.799	49.648	100	2,0
Amersfoort	18.408.460	137.051	400	5,5
Bennekom	1.315.997	9.543	28	1,1
Ede	15.047.683	104.860	67	1,2
Nijkerk	5.295.600	29.533	540	2,2
Renkum	5.986.602	50.748	1000	333,3
Soest	8.251.931	57.161	400	10,5
Veenendaal	8.498.310	48.087	125	4,4
Woudenberg	3.484.638	16.758	125	17,1
Amstelveen	11.340.000	63.297	680	7,3
Amsterdam-West	59.210.000	407.769	1000	5,8
Blaricum	2.380.000	17.409	70	3,2
Hilversum	4.120.000	39.531	70	2,3
Horstermeer	9.370.000	82.104	640	2,5
Huizen	3.260.000	30.693	892	6,4
Loenen Aan De Vecht	890.000	5.065	960	317,3
Maarsse	1.300.000	7.875	500	7,8
Ronde Venen	4.680.000	22.278	600	2,1
Uithoorn	3.950.000	25.059	850	2,1
Weesp	3.810.000	16.804	970	74,8
Westpoort	20.570.000	156.138	1000	14,5

\* De berekende afstand L is de afstand waarop in de immissietoets van de CIW wordt getoetst

Het doel van de verdunningsfactor in Tabel 4-2 is het identificeren van kwetsbare combinaties van RWZI's en ontvangend oppervlaktewater, waarbij een lage verdunningsfactor impliceert dat de RWZI's een grote bijdrage leveren aan de voeding van een watersysteem. Omgekeerd zegt een hoge factor dus dat het effluent sterk wordt verdund en dus een kleine bijdrage levert aan de voeding van het systeem.

Omdat we hier uitgaan van de verdunning en het identificeren van mogelijke kwetsbare combinaties gaan we dus uit van lokale invloeden waarbij lokaal de invloed van een RWZI groot kan zijn. Aan de andere kant is de totale vracht aan verontreinigende stoffen naar Nederlands water en zee ook een belangrijk gegeven, waardoor je ook moet kijken naar de grotere zuiveringen. Dit heeft vooral te maken met het afwegen van maatregelen. In eerste instantie kijken we echter in deze studie naar de mogelijk lokale invloeden.

Conform de verwachting worden bij de Rijkswateren grote verdunningsfactoren berekend. Uitzonderingen zijn Amsterdam-West en Westpoort die lozen op de Amerikahaven die uitkomt op het Noordzeekanaal, maar ook daar is de verwachting dat die combinatie een aardige verdunning oplevert. De verdunning in het Gooimeer is lastig te bepalen omdat dit een meer betreft. De verdunning is bepaald op basis van een geschatte stroomsnelheid.

Aan de andere kant van het spectrum vallen de RWZI's van Vallei en Eem op die lozen op een bijna stilstaande sloot (Bennekom, Ede en Nijkerk). Lokaal zouden daar dus relatief hogere concentraties te verwachten zijn. Conform de verwachting is ook de mate van verdunning in de Biltsche en Zeister Grift niet hoog. Het duurt ook even voordat het water in een wat grotere watergang zoals de Kromme Rijn komt. Verder levert de Gooiergracht een lage verdunning op, maar deze gracht wordt beschouwd als een effluentsloot. Interessanter is de Amstel, waar door het pseudogetij het water heen en weer stroomt. In het uiterste geval is de verdunning dus behoorlijk, maar bij weinig stroming vindt de verdunning alleen plaats door de hoeveelheid water in de Amstel ter plaatse van de lozing. Vooral RWZI's Uithoorn en Ronde Venen zijn interessant aangezien volgens AGV de stroming ter plaatse netto niet groot is.

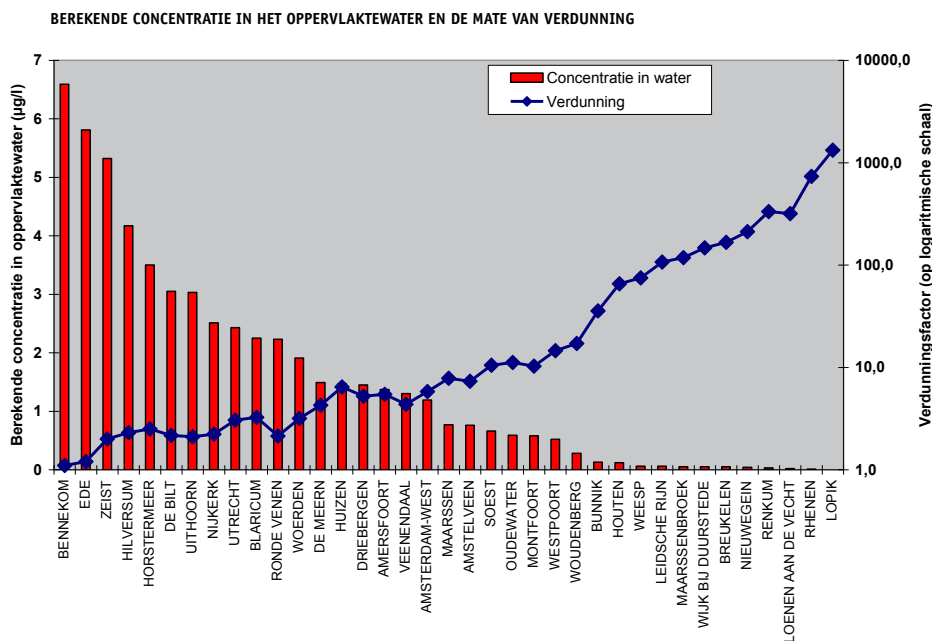
De middenmoot wordt gevormd door zuiveringen die lozen op watergangen als het Valleikanaal, de Hollandse IJssel of de Vecht. De verdunning is niet zo groot als in de Rijkswateren, maar groot genoeg om in deze studie niet als 'hot spot' naar voren te komen.

#### **4.4 BEREKENDE CONCENTRATIES IN HET OPPERVLAKTEWATER EN SELECTIE MONSTERLOCATIES**

Behalve de verdunning is de hoeveelheid geneesmiddelen van belang die (potentieel) aankomen op de zuivering en deels via het effluent worden geloosd. In deze stap van de analyse hebben we de vrachten geneesmiddelen die via de effluënten van de zuiveringen op de watergangen geloosd worden (zie Bijlage 1, kaart 9) gecombineerd met het effluent en het debiet in de watergang zoals opgenomen in Tabel 4-2.

Het resultaat is weergegeven in Tabel 4-3 en op kaart 11 in Bijlage 1 waarop de totaalconcentraties van geneesmiddelen in de ontvangende oppervlaktewateren zijn aangegeven. In Figuur 4-1 is het resultaat weergegeven in een grafiek.

FIGUUR 4-1



De berekende concentratie in het oppervlaktewater gaat uit van een schoon systeem waarop wordt geloosd. In de praktijk zal dit anders zijn, maar daar is op dit moment weinig over bekend. Zo kan er sprake zijn van een achtergrondconcentratie ten gevolge van voeding vanuit de Rijn, of van stroomopwaarts gelegen RWZI's. Daarnaast is ook weinig bekend over het gedrag van geneesmiddelen in het water. Invloeden van bijvoorbeeld temperatuur, zuurstofconcentratie of organische stofgehalte kunnen van invloed zijn op het gedrag van geneesmiddelen. Deze berekende concentraties moeten dan ook worden gezien als indicatie voor de concentratie in het oppervlaktewater, ook t.b.v. een onderlinge volgordebepaling.

De zuiveringen met een hoge verdunningsfactor blijken conform de verwachting een lage berekende concentratie geneesmiddelen in het oppervlaktewater op te leveren. Zelfs bij Amsterdam-West waar een zeer grote vracht geneesmiddelen aankomt in het influent, is de berekende concentratie in het oppervlaktewater maar 1,19 µg/l (in tegenstelling tot bijvoorbeeld 4,17 in de Gooiergracht).

#### MONSTERLOCATIES WATERSCHAP VALLEI EN EEM

Bij de zuiveringen die lozen op de kleine watergangen vallen dezelfde watergangen op die een lage verdunning hadden. In de Dijkgraafse Wetering (RWZI Bennekom) en de Zijdewetering (RWZI Ede) worden de grootste concentraties berekend. In deze watergangen stroomt weinig water. Het water wordt dus gedomineerd door het water van de zuivering, waardoor de berekende concentratie weinig verschilt van het effluent. Waterschap Vallei en Eem heeft om die reden RWZI Bennekom gekozen als locatie om te bemonsteren.

Waterschap Vallei en Eem heeft ook gekozen voor bemonstering van RWZI Amersfoort. Deze grote plaats veroorzaakt mogelijk hoge concentratie in de Eem als gevolg van onder andere het ziekenhuis dat op de RWZI loost. Volgens de berekeningen zou Nijkerk of ook Ede een goede keuze zijn om nader te onderzoeken gezien de mogelijk hogere concentraties in het oppervlaktewater.

TABEL 4-3

## BEREKENDE CONCENTRATIE IN EFFLUENT RWZI'S (KENTALLEN) EN IN OPPERVLAKTEWATER (CIW)

RWZI	Watergang	Berekende concentratie RWZI effluent ( $\mu\text{g/l}$ )	Berekende concentratie oppervlaktewater ( $\mu\text{g/l}$ )
Breukelen	Amsterdam-Rijnkanaal (RWS)	7,58	0,05
Bunnik	Kromme Rijn (HDSR)	4,75	0,13
De Bilt	Biltsche Grift (HDSR)	6,61	3,05
De Meern	Leidsche Rijn (HDSR)	6,35	1,49
Driebergen	Langbroekerwetering (HDSR)	7,55	1,45
Houten	Amsterdam-Rijnkanaal (RWS)	7,54	0,12
Leidsche Rijn	Amsterdam-Rijnkanaal (RWS)	5,94	0,06
Lopik	Lek (RWS)	7,26	<0,01
Maarssebroek	Amsterdam-Rijnkanaal (RWS)	6,37	0,05
Monfoort	Hollandse IJssel (HDSR)	5,95	0,58
Nieuwegein	Lek (RWS)	7,63	0,04
Oudewater	Hollandse IJssel (HDSR)	6,54	0,59
Rhenen	Nederrijn (RWS)	8,59	0,01
Utrecht	Vecht (AGV)	7,40	2,43
Wijk Bij Duurstede	Amsterdam-Rijnkanaal (RWS)	8,05	0,05
Woerden	Oude Rijn (HDSR)	6,05	1,91
Zeist	Zeister Grift (HDSR)	10,65	5,32
Amersfoort	Valleikanaal (V&E)	7,45	1,37
Bennekom	Dijkgraafse Wetering (V&E)	7,25	6,59
Ede	Zijdewetering (V&E)	6,97	5,81
Nijkerk	Arkervaat (V&E)	5,58	2,51
Renkum	Nederrijn (RWS)	8,48	0,03
Soest	Eem (V&E)	6,93	0,66
Veenendaal	Valleikanaal (V&E)	5,66	1,30
Woudenberg	Valleikanaal (V&E)	4,81	0,28
Amstelveen	Amstel (AGV)	5,58	0,76
Amsterdam-West	Noordzeekanaal (RWS)	6,89	1,19
Blaricum	Gooiergracht (AGV)	7,31	2,25
Hilversum	Gooiergracht (AGV)	9,59	4,17
Horstermeer	Vecht (AGV)	8,76	3,5
Huizen	Gooimeer (RWS)	9,42	1,47
Loenen Aan De Vecht	Amsterdam-Rijnkanaal (RWS)	5,69	0,02
Maarsse	Vecht (AGV)	6,06	0,77
Ronde Venen	Amstel (AGV)	4,76	2,23
Uithoorn	Amstel (AGV)	6,34	3,03
Weesp	Amsterdam-Rijnkanaal (RWS)	4,41	0,06
Westpoort	Noordzeekanaal (RWS)	7,59	0,52

**MONSTERLOCATIES HDSR**

In het gebied van HDSR worden hoge concentraties berekend in de Zeister Grift (RWZI Zeist) en De Biltsche Grift (RWZI De Bilt). Deze watergangen lopen op papier in elkaar over maar de lozingspunten worden gescheiden door een opvoergemaal. In een afvoersituatie zal de Biltsche Grift afvoeren naar de stad Utrecht (Minstream) en de Zeister Grift naar de Kromme Rijn. Als het droger is (in de zomer) zal het aanvoergemaal werken en zal (een deel van) het door RWZI De Bilt geloosde effluent richting de Zeister Grift worden geloosd waar het ook nog kan worden ingelaten in een wegzijgingsgebied (het deel ten zuiden van de Biltsche Grift en ten noorden van de A28). Het kan dus het freatisch grondwater beïnvloeden. Om die reden heeft HDSR gekozen om zowel RWZI De Bilt als RWZI Zeist te bemonsteren.

### MONSTERLOCATIES AGV

Bij AGV vallen de Gooiergracht (RWZI Hilversum en RWZI Blaricum), de Amstel (RWZI Uithoorn en RWZI de Ronde Venen) en de Vecht (RWZI Horstermeer) op. De Gooiergracht is een effluentsloot die uitkomt in de randmeren en is om die reden minder interessant voor deze studie. Aan de andere kant is de afstand die het effluent in de Gooiergracht moet afleggen tot de randmeren best groot waardoor in theorie lokaal de ecologie last kan hebben van de hogere medicijnconcentraties (en andere stoffen). AGV geeft echter te kennen dat dit puur een effluentsloot is, die niet is opgenomen voor de KRW. Daarom hebben andere watergangen voor AGV een hogere prioriteit.

Zoals eerder is aangegeven staat de Amstel onder invloed van het pseudogetij en stroomt het water heen en weer. In het uiterste geval is de verdunning dus behoorlijk, maar bij weinig stroming vindt de verdunning alleen plaats door de hoeveelheid water in de Amstel ter plaatse van de lozing. Vooral RWZI's Uithoorn en Ronde Venen zijn interessant aangezien volgens AGV de stroming ter plaatse netto niet groot is. Het water stroomt heen en weer. Ter plaatse van RWZI Amstelveen is de netto stroming groter en zal de verdunning groter zijn. AGV heeft er daarom voor gekozen RWZI Uithoorn te bemonsteren.

De Vecht is een rivier die stroomt van Utrecht naar het Markermeer en is onderweg op enkele plekken verbonden met het Amsterdam-Rijnkanaal. De RWZI's van Horstermeer, Maarssen en Utrecht lozen op deze rivier. De concentratie geneesmiddelen als gevolg van de lozing van RWZI Maarssen lijkt niet hoog te zijn. De berekende concentratie bij Horstermeer is hoger dan de concentratie bij Utrecht. Dit komt doordat het debiet in de Vecht bij Utrecht groter is dan bij de Horstermeer. Een groot deel van het debiet verlaat de Vecht bij de eerste verbinding met het Amsterdam-Rijnkanaal, nog voor Maarssen. Toch kiest AGV ervoor de zuivering van Utrecht te bemonsteren, omdat deze RWZI een groter deel van de Vecht beïnvloedt en indirect ook van belang kan zijn voor de waterkwaliteit op innamepunten voor drinkwater.

De andere zuiveringen die nog niet zijn besproken (Woerden, Veenendaal, Driebergen, De Meern, Montfoort, Oudewater, Woudenberg en Bunnik) hebben een gemiddelde vracht en voldoende water om een niet zo'n hoge concentratie te veroorzaken. Ten opzichte van de rest van de berekende concentraties wel te verstaan, want eigenlijk zijn er nog geen normen. De berekende concentraties als gevolg de lozingen van Woerden op Oude Rijn en ook Woudenberg op het Vallekanaal wijken eigenlijk nog niet eens zo heel veel af van de concentratie als gevolg van Utrechtse lozing.

## 4.5 CONCLUSIE

In Tabel 4-4 zijn de RWZI's en bijbehorende ontvangende watergangen weergegeven die gekozen zijn om te bemonsteren t.b.v. verificatiemetingen.

TABEL 4-4 GEKOZEN RWZI'S EN WATERGANGEN OM VERIFICATIEMETINGEN UIT TE VOEREN

RWZI	Watergang	Vracht effluent (g/jaar)	Berekende concentratie oppervlaktewater (µg/l)
Bennekom (V&E)	Dijkgraafse Wetering (V&E)	9.543	6,59
Zeist (HDSR)	Zeister Grift (HDSR)	49.648	5,32
De Bilt (HDSR)	Biltsche Grift (HDSR)	33.398	3,05
Uithoorn (AGV)	Amstel (AGV)	25.059	3,03
Utrecht (HDSR)	Vecht (AGV)	187.394	2,43
Amersfoort (V&E)	Vallekanaal (V&E)	137.051	1,37

# 5

## VERIFICATIEMETINGEN

### 5.1 INLEIDING

In de vorige hoofdstukken is afgeleid wat de te verwachten jaarlijkse vracht geneesmiddelen is bij het influent en effluent van de RWZI's en wat de concentratie in het ontvangende oppervlaktewater is. Bij ieder van de drie waterschappen zijn bij twee RWZI's monsters genomen van influenten en effluenten en van het oppervlaktewater ter verificatie van de verwachtingen. In dit hoofdstuk worden de analysesresultaten besproken.

### 5.2 MONSTERNAME EN ANALYSERING

#### 5.2.1 MONSTERNAME

Bij in totaal 6 RWZI's zijn monsters genomen van het influent en effluent gedurende een etmaal met 24-uurs debietsproportionele monsterapparatuur. Deze apparatuur legt ook het debiet in 24 uur vast. Per RWZI zijn er op twee dagen monsters genomen (in totaal 24 monsters bij 6 RWZI's influent en effluent). Bij het ontvangende oppervlaktewater van de RWZI's in waterschap Vallei en Eem zijn stroomafwaarts van de lozingspunten van de RWZI's monsters genomen op dezelfde dagen als de monstername van het influent en effluent.

Bij de ontvangende oppervlaktewateren van de overige waterschappen is er voor gekozen op één dag een monster te nemen stroomopwaarts en stroomafwaarts van het lozingspunt van de RWZI. Het monsternameschema bij de 6 RWZI's is weergegeven in Tabel 5-1.

TABEL 5-1 MONSTERNAME SCHEMA

waterschap	Monsterpunt	Monstername datum 1	Monstername datum 2
Vallei en Eem	Influent RWZI Amersfoort	17-11-2009	19-11-2009
	Effluent RWZI Amersfoort	17-11-2009	19-11-2009
	Eem stroomafwaarts RWZI	17-11-2009	19-11-2009
	Influent RWZI Bennekom	17-11-2009	19-11-2009
	Effluent RWZI Bennekom	17-11-2009	19-11-2009
	Dijkgraafwetering stroomafwaarts RWZI	17-11-2009	19-11-2009
HDSR	Influent RWZI Zeist	15-07-2010	19-07-2010
	Effluent RWZI Zeist	15-07-2010	19-07-2010
	Zeister Grift stroomopwaarts RWZI		19-07-2010
	Zeister Grift stroomafwaarts RWZI		19-07-2010
	Influent RWZI de Bilt	15-07-2010	19-07-2010
	Effluent RWZI de Bilt	15-07-2010	19-07-2010
	Biltse Grift stroomopwaarts lozingspunt effluentsloot		19-07-2010
	Biltse Grift stroomafwaarts lozingspunt effluentsloot		19-07-2010
	Influent RWZI Utrecht	15-07-2010	19-07-2010
	Effluent RWZI Utrecht	15-07-2010	19-07-2010
AGV	Vecht stroomopwaarts RWZI		19-07-2010
	Vecht stroomafwaarts RWZI		19-07-2010
	Influent RWZI Uithoorn	19-07-2010	21-07-2010
	Effluent RWZI Uithoorn	19-07-2010	21-07-2010
	Amstel stroomopwaarts RWZI		21-07-2010
	Amstel stroomafwaarts RWZI		21-07-2010

## 5.2.2 ANALYSERING

### CHEMISCHE ANALYSES

De geneesmiddelen in de monsters zijn geanalyseerd op het laboratorium van Omegam in Amsterdam. Naast het standaard analysepakket van Omegam voor geneesmiddelen is t.b.v. het project ZORG een aantal geneesmiddelen aan het analysepakket toegevoegd die op basis van geneesmiddeleninventarisaties naar voren zijn gekomen als geneesmiddelen die bij vrijwel alle typen zorginstellingen ingenomen en in relevante hoeveelheden uitgescheiden kunnen worden (zorgrelevante geneesmiddelen).

Voordat de analyse van deze aanvullende geneesmiddelen plaatsvond heeft Omegam eerst onderzocht in hoeverre het mogelijk is de aanvullende geneesmiddelen kwantitatief te bepalen. Dit bleek niet voor alle geneesmiddelen het geval te zijn. In Tabel 5-1 zijn de resultaten van het onderzoek weergegeven. Uit deze tabel kan worden afgeleid welke geneesmiddelen aanvullend aan de standaardpakketten kwantitatief bepaald zijn.

TABEL 5-2 ANALYSEMOGELIJKHEDEN AANVULLEND ANALYSEPAKKET

Geneesmiddel	Analysemogelijkheid
Acetylcysteïne	Semikwantitatief mogelijk
Metformine	Semikwantitatief mogelijk
Dipyramidol	Kwantitatieve bepaling mogelijk
Fuosemide	Analytisch niet gelukt
Valproïnezuur	Analytisch niet gelukt
Levetiracetam	Kwantitatieve bepaling mogelijk
Flucloaxilline	Analytisch niet gelukt
Metronidazol	Kwantitatieve bepaling mogelijk
Levothyroxine	Lost niet op en daarom analytisch niet gelukt
Vigabatrine	Semikwantitatief mogelijk
Gabapentine	Semikwantitatief mogelijk
Pimpamperon	Kwantitatieve bepaling mogelijk
Clozapine	Kwantitatieve bepaling mogelijk
Oxazepam	Kwantitatieve bepaling mogelijk
Quetiapine	Kwantitatieve bepaling mogelijk

In het kader van onderhavige gebiedsstudie is voor hetzelfde analysepakket gekozen als voor het project ZORG. Immers de kentallen zijn ook gebaseerd op dit analysepakket.

### TOXICITEITSMETINGEN

Analyses geven de concentraties van stoffen in het watermilieu. Op basis van deze concentraties kan geen volledig beeld van de potentiële effecten worden afgeleid. Daarom is er voor gekozen ER-Calux- en GR-Calux-metingen uit te laten voeren op het laboratorium van BDS (Bio Detection Systems) in Amsterdam. Met dit type metingen is inmiddels veel ervaring opgedaan bij dit laboratorium.

ER-Calux metingen meten de hormoonverstorende activiteit van het watermonster. De GR-Calux metingen meten de activiteit van de stoffen die werken als een corticosteroid. Deze stoffen worden gebruikt vanwege hun ontstekingsremmende en anti-allergische werking en kunnen niet altijd individueel worden bepaald volgens de aangeboden analysepakketten.

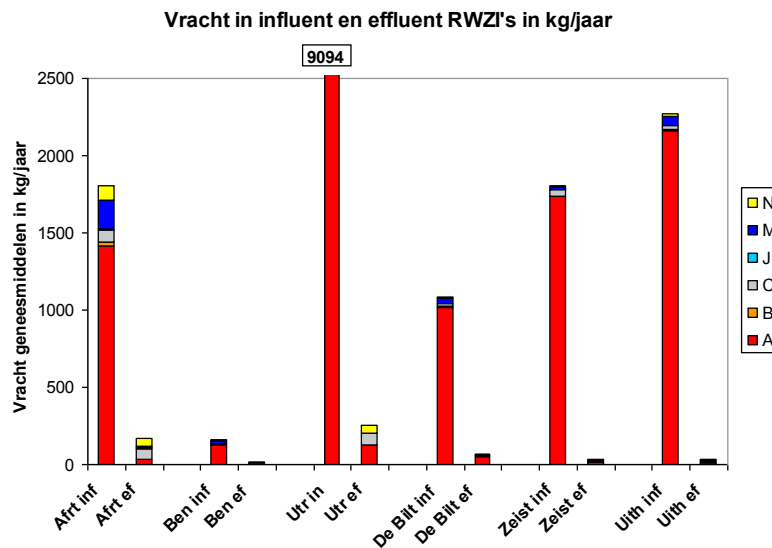


De analysepakketten zijn gedetailleerd weergegeven in Bijlage 2. De analysecertificaten zijn weergegeven in Bijlage 8. De verwerking van de analyseresultaten zijn per RWZI (influent, effluent en oppervlaktewater) weergegeven in Bijlage 3. De verwerking van de analyseresultaten met alleen de concentraties die boven de rapportagegrens komen zijn weergegeven in Bijlage 4.

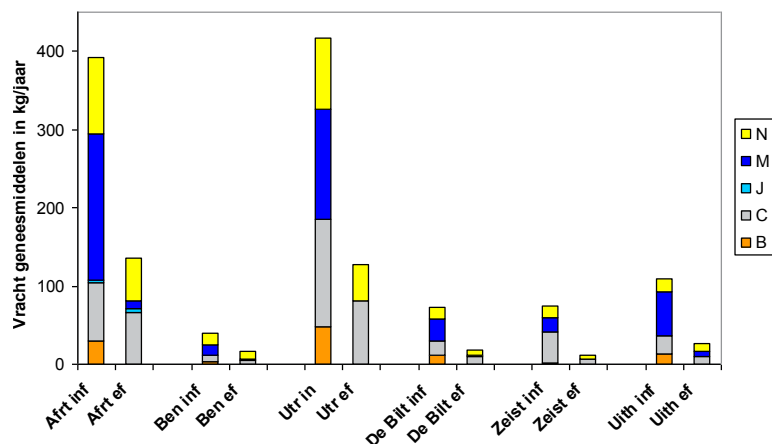
### 5.3 VRACHTEN GENEESMIDDELEN IN INFLUENT EN EFFLUENT IN KG/JAAR

De vrachten geneesmiddelen in het influent en het effluent zijn berekend op basis van de concentraties in het influent, het effluent en de debieten tijdens de 24 uren debietsproportionale monsternamen. De vrachten zijn omgerekend naar kg/jaar. De debieten en vrachten in kg/jaar zijn weergegeven in Bijlage 5.

FIGUUR 5-1 VRACHTEN GENEESMIDDELEN IN INFLUENT EN EFFLUENT RWZI'S AMERSFOORT, BENNEKOM, UTRECHT, DE BILT, ZEIST, UITHOORN, UITGEDRUKT IN KILOGRAM/JAAR, GESORTEERD NAAR ATC HOOFDCODE



a. met metformine (A-groep)



b zonder metformine (A-groep)

- A - Spijsverteringsstelsel en metabolisme
  - B - Bloed en bloedvormende organen
  - C - Hart- en vaatmiddelen
- J - Anti-infectie middelen voor systemisch gebruik
  - M - Spier- en skeletstelsel
  - N - Zenuwstelsel

TABEL 5-3 VRACHTEN GENEESMIDDELEN IN INFLUENT EN EFFLUENT RWZI'S UITGEDRUKT IN KG/JAAR, GESORTEERD NAAR ATC HOOFDGROEP

ATC hoofdgroep	Amersfoort (kg/jaar)		Bennekom (kg/jaar)		Utrecht (kg/jaar)		De Bilt (kg/jaar)		Zeist (kg/jaar)		Uithoorn (kg/jaar)	
	infl	effl	infl	effl	infl	effl	infl	effl	infl	effl	infl	effl
A	1415	36,9	124	2,56	9095	126	1015	52,2	1735	18,4	2160	8,70
B	29,1	0,00	3,88	0,00	47,4	0,00	11,7	0,30	1,51	0,00	12,5	0,00
C	74,8	66	7,38	5,66	138	81,4	18,6	9,8	40,4	6,61	24,2	10,4
J	4,37	5,63	0,60	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
M	186	8,97	12,9	0,83	140	0,00	27,6	0,68	18,2	0,71	55,3	5,72
N	97,8	55,1	14,3	9,45	90,8	45,8	14,6	7,65	14,2	4,85	18,0	9,7
Totaal	1807	172	163	18,9	9511	253	1088	70,7	1809	30,6	2270	34,5
<b>Totaal min metformine</b>	<b>392</b>	<b>135</b>	<b>39,1</b>	<b>16,4</b>	<b>416</b>	<b>127</b>	<b>72,5</b>	<b>18,5</b>	<b>74,4</b>	<b>12,2</b>	<b>110</b>	<b>25,8</b>

In Figuur 5-1 en Tabel 5-3 zijn de vrachten geneesmiddelen in influent en effluent van de RWZI's weergegeven gesorteerd naar ATC code (voor toelichting ATC codes, zie hoofdstuk 3).

In Figuur 5-1a zijn de vrachten weergegeven inclusief metformine (het enige geneesmiddel uit de A-groep dat voorkomt in een gehalte boven de detectiegrens). Uit deze figuur blijkt duidelijk dat metformine de grootste vracht in de influenten is en ook in de effluenten bepaalt metformine een groot deel van de vracht. In Figuur 5-1b zijn de vrachten weergegeven exclusief metformine.

De hoogte van de vrachten zijn in grote lijnen evenredig met het aantal inwoners dat loost op de RWZI (zie Tabel 5-4).

TABEL 5-4 AANTAL INWONERS RWZI'S WAAR METINGEN ZIJN UITGEVOERD

RWZI	Aantal inwoners	RWZI	Aantal inwoners
Amersfoort	188.020	De Bilt	46.080
Bennekom	13.950	Zeist	55.550
Utrecht	240.140	Uithoorn	33.390

Op basis van de vrachten in het influent en effluent zijn de volgende gemiddelde verwijderingspercentages per RWZI afgeleid.

TABEL 5-5 VERWIJDERINGSPERCENTAGES (%) OP BASIS METINGEN INFLUENT EN EFFLUENT RWZI'S

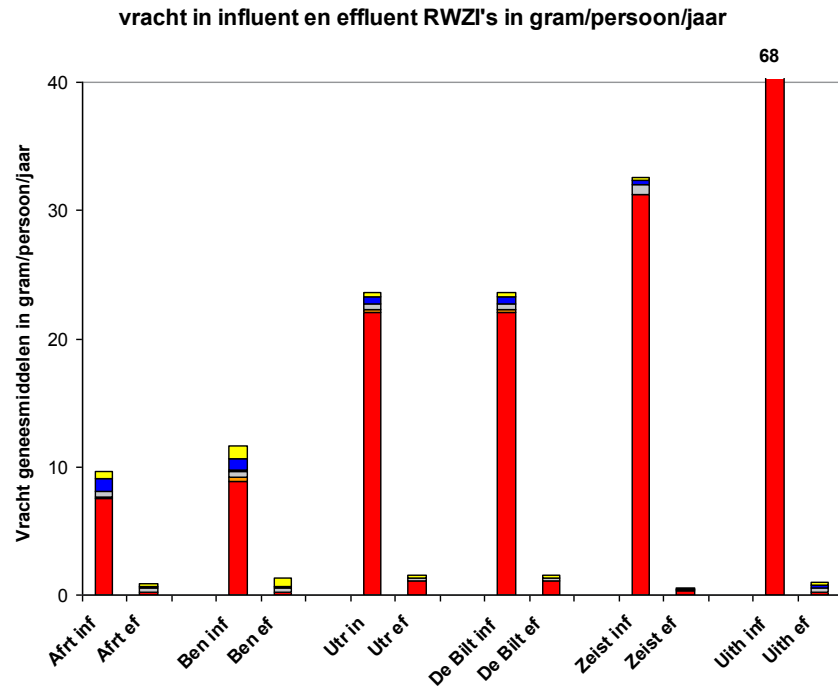
	Amersfoort	Bennekom	Utrecht	De Bilt	Zeist	Uithoorn
Totaal	90	88	97	94	98	98
totaal min metformine	65	58	69	75	84	77

#### 5.4 VRACHTEN GENEESMIDDELEN IN INFLUENT EN EFFLUENT IN GRAM/PERSOON/JAAR

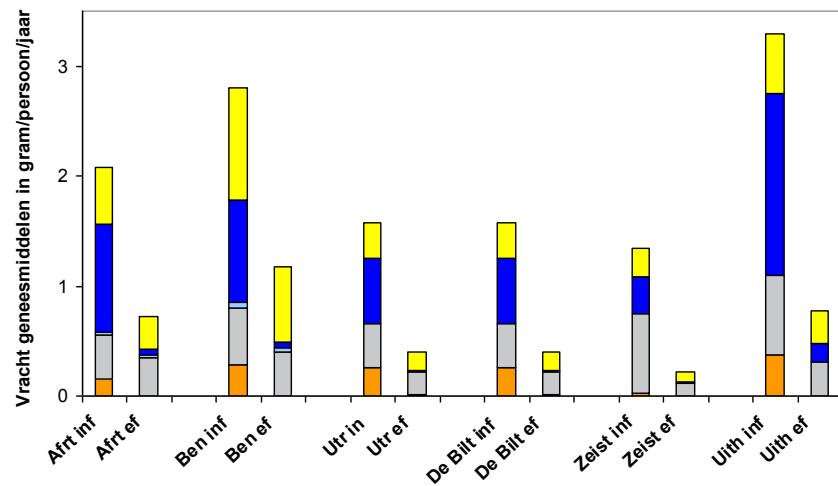
In Figuur 5-2 en Tabel 5-6 zijn de vrachten geneesmiddelen in influent en effluent van de RWZI's weergegeven gesorteerd naar ATC code en uitgedrukt in gram/persoon/jaar. Dit maakt een vergelijk tussen de vrachten in influent en effluent bij de verschillende RWZI's mogelijk. Ook hier is weer een figuur gemaakt met (Figuur 5-2a) en zonder (Figuur 5-2b) metformine.

FIGUUR 5 2

VRACHTEN GENEESMIDDELEN IN INFLUENT EN EFFLUENT RWZI'S AMERSFOORT, BENNEKOM, UTRECHT, DE BILT, ZEIST, UITHOORN, UITGEDRUKT IN GRAM/PERSOON/JAAR, GESORTEERD NAAR ATC HOOFDCODE



A. MET METFORMINE



- A - Spijsverteringsstelsel en metabolisme
  - B - Bloed en bloedvormende organen
  - C - Hart- en vaatmiddelen
- J - Anti-infectie middelen voor systemisch gebruik
  - M - Spier- en skeletstelsel
  - N - Zenuwstelsel

B. ZONDER METFORMINE

De vrachten metformine in gram/persoon/jaar verschillen sterk per RWZI, n.l. in Amersfoort en Bennekom veel lager dan bij de overige RWZI's<sup>9</sup>. De vrachten van de overige stofgroepen variëren binnen een factor 2 van elkaar (zie ook Tabel 5-6), met uitzondering van Zeist. De vracht in het effluent van Zeist (uitgedrukt in gram/persoon/jaar) is verreweg het laagst. De vrachten in influent en effluent zijn niet alleen afhankelijk van de onderlinge verhouding van ziekenhuizen, zorginstellingen en woonwijken, maar ook van de samenstelling van de bevolking. Zo neemt het geneesmiddelengebruik sterk toe met de leeftijd, met name hart- en vaatmiddelen en antidiabetica. De oorzaken voor het grote verschil in de vrachten metformine per persoon bij de verschillende RWZI's zijn niet nader onderzocht.

TABEL 5-6 VRACHTEN GENEESMIDDELEN IN INFLUENT EN EFFLUENT RWZI'S UITGEDRUKT IN GRAM/PERSOON/JAAR, GESORTEERD NAAR ATC HOOFDROEP

ATC hoofdgroep	Amersfoort (g/p/jaar)		Bennekom (g/p/jaar)		Utrecht (g/p/jaar)		De Bilt (g/p/jaar)		Zeist (g/p/jaar)		Uithoorn (g/p/jaar)	
	infl	effl	infl	effl	infl	effl	infl	effl	infl	Effl	infl	effl
A	7,52	0,20	8,88	0,18	37,87	0,53	22,03	1,13	31,23	0,33	64,70	0,26
B	0,15		0,28		0,20		0,25	0,01	0,03		0,37	
C	0,40	0,35	0,53	0,41	0,57	0,34	0,40	0,21	0,73	0,12	0,72	0,31
J	0,02	0,03	0,04	0,03								
M	0,99	0,05	0,93	0,06	0,58		0,60	0,01	0,33	0,01	1,66	0,17
N	0,52	0,29	1,02	0,68	0,38	0,19	0,32	0,17	0,26	0,09	0,54	0,29
Totaal	9,61	0,92	11,68	1,36	39,61	1,05	23,61	1,53	32,57	0,55	67,99	1,03
Totaal min metformine	2,09	0,72	2,80	1,17	1,73	0,53	1,57	0,40	1,34	0,22	3,29	0,77

## 5.5 CONCENTRATIES GENEESMIDDELEN IN OPPERVLAKEWATER

De resultaten van de analyse van monsters uit het oppervlaktewater zijn weergegeven in Bijlage 3 (alles) en Bijlage 4 (alleen die stoffen met een concentratie boven de rapportagegrens). De verzameling van de metingen in het oppervlaktewater boven de rapportagegrens is ook weergegeven in Tabel 5-7. De metingen zijn bij Vallei en Eem eerder uitgevoerd (november 2009) dan bij HDSR en AGV (juli 2010). In die eerdere meetronde is ervoor gekozen de meting in duplo benedenstrooms uit te voeren. De andere metingen zijn stroomopwaarts en stroomafwaarts uitgevoerd zodat een vergelijking zonder de achtergrondconcentratie kan worden uitgevoerd. Immers, bij de berekening is uitgegaan van verdunning met schoon oppervlaktewater.

Voor de vergelijking van de gemeten concentraties met de berekende concentraties zijn de concentraties in Tabel 5-7 opgeteld en vergeleken met het totaal van berekende concentraties, zonder metformine en lithium. Beide stoffen zijn wel aangetroffen in het water, maar niet gebruikt bij het maken van de kentallen (Tabel 3-3 en Tabel 3-4).

Van de duplo metingen van Amersfoort en Bennekom is een gemiddelde genomen van de totale concentratie zonder metformine en lithium. Dit is ook gedaan bij de metingen van de Amstel aangezien het water in deze watergang heen en weer stroomt. Bij Utrecht en Zeist is de bovenstroomse waarde afgetrokken van de benedenstroomse waarde.

9 De monsters van het influent en effluent van de RWZI's Amersfoort en Bennekom zijn geanalyseerd in november 2009, de overige monsters in juli 2010. Mogelijk heeft er een verschil in bewerking en/of analysering van de monsters plaatsgevonden. In Amersfoort en Bennekom heeft in ieder geval een heranalyse van metformine plaatsgevonden omdat aanvankelijk metformine voorkwam in een gehalte beneden de rapportagegrens, hetgeen niet verwacht werd.

Bij De Bilt is een gemiddelde genomen aangezien beide metingen sterk op elkaar lijken. De Bilt loost via een effluentsloot op de Biltsche Grift. In de metingen komt dit echter niet terug. Dit is vreemd en kan erop duiden dat de lozingswijze anders is dan gedacht.

Wat opvalt, is dat bij de metingen van Amersfoort (Valleikanaal) en Bennekom (Dijkgraafwetering) meer stoffen boven de rapportagegrens worden gemeten dan bij de andere locaties, o.a. diclofenac en ibuprofen. Het laboratorium heeft hier geen verklaring voor. Dezelfde voorbehandeling van monsters en dezelfde procedure is gevolgd bij de analysering.

TABEL 5-7 ANALYSERESULTATEN GENEESMIDDELEN IN OPPERVLAKTEWATER IN GEHALTEN > RAPPORTAGEGREN, UITGEDRUKT IN µG/L

Watergang		Valleikanaal		Dijkgraafse wetering		Vecht		Zeister Grift		Biltsche Grift		Amstel	
RWZI		Amersfoort		Bennekom		Utrecht		Zeist		De Bilt		Uithoorn	
Op = Stroomopwaarts		Af (1A)	Af (2A)	Af (1A)	Af (2A)	Op	Af	Op	Af	Op	Af	Op	Af
Af = Stroomafwaarts													
Actieve stof	ATC Code	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)
Metformine	A10BA02	1,50	0,40	3,10	2,70	2,70	2,90	3,80	4,80	3,10	2,80	3,10	3,20
Lidocaïne	C01BB01	0,03	0,02	0,06	0,07		0,10		0,06			0,04	0,04
Propranolol	C07AA05						0,57			0,24			
Sotalol	C07AA07	0,32	0,26	1,2	1,4	0,36	0,36	0,16	0,43			0,35	0,36
Metoprolol	C07AB02	0,55	0,41	1,5	1,6		0,91	0,28	0,94			0,54	0,58
Bezafibraat	C10AB02			0,02	0,02								
Gemfibrozil	C10AB04	0,08	0,05	0,16	0,18								
Trimethoprim	J01EA01	0,02		0,09	0,09								
Oleandomycine	J01FA05						0,48			0,28			
Sulfamethoxazol	J01EC01	0,03			0,04								
Diclofenac	M01AB05	0,06	0,05	0,18	0,25								
Ibuprofen	M01AE01	0,05	0,02	0,05	0,06								
Naproxen	M01AE02	0,07	0,03	0,1	0,08								
Carbamazepine	N03AF01	0,14	0,11	0,34	0,39	0,11	0,35	0,15	0,31	0,11	0,12	0,26	0,28
Gabapentine	N03AX12	0,76	0,90	4,28	4,55	0,2	0,8	0,3	1	0,3	0,3	0,9	0,8
Levetiracetam	N03AX14			0,14									
Pipamperon	N05AD05	0,49		0,18									
Clozapine	N05AH02	0,25		0,10									
Lithium	N05AN01			7	6,5								
Oxazepam	N05BA04	0,20	0,15	0,49	0,48								
<b>Totaal</b>		<b>4,56</b>	<b>2,39</b>	<b>18,98</b>	<b>18,41</b>	<b>3,01</b>	<b>6,47</b>	<b>4,25</b>	<b>6,11</b>	<b>3,51</b>	<b>3,22</b>	<b>5,19</b>	<b>5,26</b>
<b>Totaal minus metformine en lithium</b>		<b>3,06</b>	<b>1,99</b>	<b>8,88</b>	<b>9,21</b>	<b>0,31</b>	<b>3,57</b>	<b>0,45</b>	<b>1,31</b>	<b>0,41</b>	<b>0,42</b>	<b>2,09</b>	<b>2,06</b>
<b>Gemiddelde</b>		<b>2,53</b>		<b>9,05</b>		<b>-</b>		<b>-</b>		<b>0,42</b>		<b>2,08</b>	
<b>Af minus Op</b>		<b>-</b>		<b>-</b>		<b>3,26</b>		<b>0,86</b>					

## 5.6 VERGELIJKING BEREKENINGEN EN METINGEN

### VRACHTEN

In Tabel 5-8 is een vergelijking gegeven van de vrachten geneesmiddelen in het effluent van de RWZI's die afgeleid zijn van de metingen en van de berekeningen op basis van de kentallen. Deze kentallen zijn afgeleid op basis van het project ZORG (zie Tabel 3-3). Zowel voor de berekeningen als voor de metingen zijn de vrachten vergeleken zonder de vrachten metformine.

Uit de tabel kan worden geconcludeerd dat bij de RWZI's Amersfoort en Uithoorn de vrachten op basis van berekeningen en metingen vrijwel overeen komen. Ook de vrachten in de RWZI's van Bennekom, De Bilt en Utrecht komen goed overeen. De berekende vrachten verschillen op basis van metingen minder dan een factor 2. Uitschieter is RWZI Zeist waar de vracht op basis van metingen een factor 4 minder is dan de vracht op basis van berekeningen. De vracht, omgerekend naar gram/persoon/jaar, is bij Zeist ook beduidend lager dan bij de overige RWZI's.

TABEL 5-8 VERGELIJKING BEREKENDE VRACHT GENEESMIDDELEN (OP BASIS KENTALLEN TABEL 3-4) EN GEMETEN VRACHT IN EFFLUENTEN RWZI'S IN KG/JAAR

	Amersfoort (kg/jaar)	Bennekom (kg/jaar)	Utrecht (kg/jaar)	Zeist (kg/jaar)	De Bilt (kg/jaar)	Uithoorn (kg/jaar)
Metingen	135,5	16,4	127,2	12,2	18,5	25,8
Berekeningen	137,1	9,54	187,4	49,6	33,4	25,1

### OPPERVLAKTEWATERCONCENTRATIES

In Tabel 5-9 zijn de gemeten en berekende concentraties in het oppervlaktewater bij elkaar weergegeven. Zowel voor de berekeningen als voor de metingen zijn de vrachten vergeleken zonder de vrachten metformine en lithium.

De gemeten concentratie verschilt van de berekende concentratie. Alleen in de Amstel is de concentratie nagenoeg hetzelfde. Qua ordegrrootte zijn de concentraties overigens wel aardig in de buurt. De verschillen kunnen te maken hebben met de aankomende vracht (gemeten en berekend) op de zuivering, het gebruikte jaardebiet van de zuivering om de vracht te berekenen en de afwijking van het debiet van de zuivering en het debiet in de watergang op het moment van de meting. Het is idealiter van belang om naast het debiet van het effluent ook het debiet van de watergang te weten op het moment van monsterneming, zodat de concentratie kan worden gecorrigeerd. Dit is in deze meetronde niet gebeurd.

TABEL 5-9 VERGELIJKING BEREKENDE CONCENTRATIES GENEESMIDDELEN IN DE WATERGANG OP BASIS KENTALLEN TABEL 3-4, BEREKENDE CONCENTRATIES OP BASIS VAN DE GEMETEN VRACHTEN IN HET EFFLUENT TEN TIJDE VAN DE MONSTERNAME VAN DE WATERGANG EN GEMETEN CONCENTRATIES IN DE WATERGANG WAAR DE ZUIVERING OP LOOST

Watergang	Valleikanaal	Dijkgraafse wetering	Vecht	Zeister Grift	Biltsche Grift	Amstel
RWZI	Amersfoort (µg/l)	Bennekom (µg/l)	Utrecht (µg/l)	Zeist (µg/l)	De Bilt (µg/l)	Uithoorn (µg/l)
Metingen	2,53	9,05	3,26	0,86	0,42	2,08
Berekeningen 1 *	1,37	6,59	2,43	5,32	3,05	3,03
Berekeningen 2 **	1,35	6,23	1,65	1,31	1,69	3,12

\* op basis van kentallen (Tabel 3-4)

\*\* op basis van gemeten vracht effluent (Tabel 5-8)

De gemeten concentratie in het **Valleikanaal** is wat hoger dan de berekende concentratie, terwijl de berekende vracht en de gemeten vracht in het effluent van RWZI Amersfoort goed overeen komen. Het kan zijn dat het gemiddelde debiet in de watergang, waarvan bij de berekeningen is uitgegaan, in werkelijkheid lager is of op het moment van monsterneming lager is geweest.

Dat de concentratie in de **Dijkgraafse wetering** hoog zou zijn werd wel verwacht aangezien de afvoer in deze watergang klein is. In werkelijkheid is de concentratie nog hoger dan vooraf werd berekend. Lokaal zou de invloed op ecologie dus behoorlijk kunnen zijn. Veel hangt af van het debiet in de watergang ten tijde van de lozing. Het debiet is immers laag en dus sterk bepalend voor de mate van verdunning.

De concentratie in de **Vecht** is in de metingen hoger dan verwacht werd, terwijl de gemeten vracht kleiner is dan de berekende vracht. Kennelijk is het debiet in de Vecht op het moment van monsternaming lager geweest dan het gemiddelde jaardebiet waar bij de berekeningen vanuit is gegaan. De invloed van RWZI Utrecht op de Vecht is in ieder geval behoorlijk.

De concentratie in de **Zeister Grift** is een stuk lager dan werd verwacht op grond van de berekende vracht op basis van de kentallen. Dit heeft vooral te maken met de lagere vracht medicijnen die aankomt op de zuivering dan verwacht (zie Tabel 5-3). De reden dat de vracht zo veel lager is dan berekend is onbekend. Bij de andere zuiveringen komt de berekende vracht in het effluent goed overeen met de gemeten vracht. De gemeten concentratie in het oppervlaktewater komt redelijk overeen met de berekende concentratie als die wordt bepaald op basis van de gemeten vracht in het effluent.

De resultaten voor De **Biltsche Grift** zijn zoals eerder gezegd vreemd. Het lijkt erop dat het effluent helemaal niet in de Biltsche Grift uitkomt. In ieder geval is de concentratie in de Biltsche Grift laag in vergelijking met de andere watergangen en ook laag in vergelijking met de berekende concentratie. De effluentsloot waar RWZI De Bilt op loost komt uiteindelijk uit in de Biltsche Grift, maar de afstand is dan nog wel een kleine 2 kilometer. Mogelijk dat dit van invloed is en dat in dat traject het effluent al verdund wordt. Bovendien lijkt bij nadere inspectie een soort kunstwerk aanwezig te zijn bij de uitmonding van de effluentsloot.

Als de metingen in de wateren rondom Utrecht nader worden bekeken lijkt het wel of de wateren een achtergrondconcentratie hebben van 0,3-0,5 µg/l. Die waarde wordt bovengronds bij Utrecht, Zeist en De Bilt gevonden. Hier is in dit kader geen verder onderzoek naar gedaan. Een achtergrondconcentratie zou mogelijk afkomstig kunnen zijn van de Kromme Rijn en dus de Nederrijn. Het lijkt niet erg waarschijnlijk dat deze achtergrondconcentratie veroorzaakt is door diergeneesmiddelen gezien de weinig intensieve veeteelt in het Kromme Rijngebied en gezien het feit dat nauwelijks diergeneesmiddelen voorkomen in de gehanteerde analysepakketten.

De **Amstel** wordt met de berekeningen goed beschreven. Kennelijk staat het water ter plaatse van de zuivering ongeveer stil. Opgemerkt moet worden dat de zuivering van de Ronde Venen daar ook loost en de concentratie medicijnen in het water kan beïnvloeden.

## 5.7 ONZEKERHEDEN IN MEETRESULTATEN

Rekening moet worden gehouden met onzekerheden in de meetgegevens. Enkele hiervan zijn hieronder samengevat.

### MONSTERNAME

- Afvalwatermonsters (24-uurs debietproportionele monsters) zijn in tweevoud genomen. De berekende vrachten zijn gebaseerd op het gemiddelde van deze twee monsternames. De bepaling van een standaarddeviatie is pas mogelijk vanaf drie monsternames. Dit betekent dat er slechts beperkt inzicht wordt verkregen in de spreiding in de vrachten;
- Oppervlaktewatermonsters zijn op één moment genomen. De concentraties in het oppervlaktewater kunnen sterk verschillen en zijn o.a. afhankelijk van de verhouding in debiet van effluent en debiet van ontvangende oppervlaktewater ten tijde van monstername. Deze verhouding kan verspreid over een dag en verspreid over de seizoenen sterk verschillen.

### CHEMISCHE ANALYSES

- Chemische analyses zijn uitgevoerd op ongefilterde monsters, d.w.z. de totaalfractie afvalwater (opgelost plus gesuspendeerd materiaal).
- De matrix 'afvalwater' is een lastige matrix en kan de meting verstoren;
- De rapportagegrenzen (tot wel 5 µg/l) van veel werkzame stoffen lagen ruim boven de detectiegrenzen (tussen 0,01 – 0,1 µg/l). Dit is bijvoorbeeld het geval bij het hormoon 17a-ethynylestradiol, dat zelden gerapporteerd is, maar waarvan bekend is dat er al bij ng/l effecten optreden;
- In het kader van het meetonderzoek zijn 15 extra stoffen, die als relevant naar voren zijn gekomen in het project ZORG, opgenomen in het analysepakket. Hiervan konden 5 stoffen niet worden geanalyseerd, 7 stoffen konden kwantitatief worden bepaald en 3 stoffen zijn semi-kwantitatief bepaald (metformine, vigabatrine, gabapentine).

## 5.8 CONCLUSIE

- Op basis van de kentallen kan de vracht geneesmiddelen in het influent en effluent goed worden berekend
- Bij de RWZI's Amersfoort en Uithoorn komen de vrachten op basis van berekeningen en metingen vrijwel overeen.
- Bij de RWZI's Bennekom, De Bilt en Utrecht verschillen de vrachten op basis van metingen minder dan een factor 2 met de vrachten op basis van berekeningen.
- Bij de RWZI Zeist is de vracht op basis van metingen een factor 4 minder dan de vracht op basis van berekeningen.
- De gemeten concentraties in de watergangen komen bij vier van de zes watergangen goed overeen (binnen een factor 2) met de berekende concentraties, zowel de berekeningen op basis van kentallen, als berekende concentraties op basis van de gemeten vrachten in het effluent. Variatie in de debieten kunnen ten grondslag liggen aan de geringe afwijkingen.
- In de Biltsche Grift is de gemeten concentratie geneesmiddelen laag zowel boven als benedenstrooms, waardoor wordt getwijfeld aan de juistheid van het lozingspunt. De gemeten concentratie wijkt meer af dan een factor 2 van de berekende concentraties.
- De gemeten concentratie geneesmiddelen in de Zeister Grift wijkt meer dan een factor 2 af van de berekende concentratie op basis van de berekende vrachten (niet van de berekende concentratie op basis van gemeten vrachten). Mogelijk is het geneesmidde-  
lengebruik in Zeist relatief laag.
- De wateren rondom Utrecht lijken een achtergrondconcentratie te hebben van 0,3-0,5 µg/l.



# 6

## MEDICIJNRESTEN IN DRINKWATERWINNINGEN

### 6.1 INLEIDING

De risico's voor het aantreffen van medicijnresten in drinkwaterwinningen zijn in de laatste jaren op verschillende manieren onderzocht. Omdat weinig bekend is over het gedrag van medicijnresten in de bodem en omdat weinig gegevens beschikbaar zijn (deels door de lage incidentie van aantreffen), is het moeilijk dit risico kwantitatief vast te stellen. Voor het drinkwater is bij de waterwinbedrijven meestal een meetprogramma voor geneesmiddelen aanwezig, dat op risico-drinkwaterwinningen wordt toegepast. Dit zijn momenteel ongeveer 20 winningen in Nederland. De meeste winningen zijn 'gescreend' op medicijnresten.

In de studie van het RIVM<sup>10</sup> zijn risicowinningen gedefinieerd als winningen met één of meer van de volgende karakteristieken:

- Inname oppervlaktewater
- Spaarbekken
- Geïnfiltreerd oppervlaktewater
- Oeverwaterwinning
- Grondwater beïnvloed door grote rivieren
- Grondwater beïnvloed door regionaal oppervlaktewater

In Bijlage 1, kaart 12 is de ligging van de drinkwaterwinningen (intrekgebieden en boringsvrije zones) en de rioleringsgebieden weergegeven. In Bijlage 1, kaart 13 is de kwetsbaarheid van de winningen aangegeven.

### 6.2 RIVIEREN EN OPPERVLAKTEWATER

Uit de studie blijkt dat in grondwater beïnvloed door rivieren en / of oppervlaktewater in bijna alle gevallen medicijnresten worden aangetroffen. Binnen het onderhavige studiegebied valt alleen Bethunepolder, Lopik en Leersum in deze categorie. In Bethunepolder worden medicijnresten aangetroffen in het ruwwater (zie 'rode' winningen in Tabel 6-1).

### 6.3 REGIONAAL OPPERVLAKTEWATER

In sommige winningen beïnvloed door regionaal oppervlaktewater worden ook medicijnresten aangetroffen. Voor die winningen is het aantreffen een functie van de oppervlaktewaterkwaliteit, de beschermende werking van de bodem en van de verblijftijdcurve van het grondwater. In winningen met zeer oud water, in goed door kleilagen beschermde winningen en in

<sup>10</sup> Rapport RIVM 609715002, Geneesmiddelen in bronnen voor drinkwater. Monitoring, toekomstig gebruik en beleidsmaatregelen

gebieden met schoon oppervlaktewater worden geen medicijnresten aangetroffen. Vooral in winningen met jong water en waarvan de bescherming niet optimaal is, is schoon oppervlaktewater van het grootste belang. Voor winningen die als Niet Kwetsbaar zijn geclassificeerd (Tabel 6-1) wordt geen risico (oranje kleur) verondersteld. Voor de winning Woerden-Kamerik is op basis van bronnenanalyse (Grontmij, 2010) ook risico door infiltratie van regionaal oppervlaktewater aanwezig.

#### 6.4 STEDELIJK WATER

Een derde risicofactor voor medicijnresten wordt gevormd door lekkende riolering. In stedelijke gebieden met kwetsbare winningen vormt lekkende riolering vaak een bron van verhoogde gehalten ammonium (en nutriënten) en chloride. Medicijnresten verplaatsen langzamer door de bodem, maar kunnen op termijn ook een risico vormen. Het is op basis van de rioleringsgebiedenkaart (Bijlage 1, kaart 12) kwalitatief aan te geven welk oppervlaktepercentage rioleringsgebied aanwezig is. Dit zegt uiteraard niet alles over de staat van de riolering. Omdat via de macrochemie al bekend is dat invloed van riolering zich vooral in de zeer kwetsbare winningen laat zien zijn in Tabel 6-1 de zeer kwetsbare winningen met een significant aandeel rioleringsgebied geselecteerd als risicowinning.

In drinkwater (RIVM, 2007) worden de pijnstillers salicylzuur (overwegend afkomstig van aspirine) en fenazon, het anti-epilepticum carbamazepine en het antibioticum sulfamethoxazol het meest aangetroffen. In de meeste gevallen liggen de concentraties lager dan 50 ng/l, behalve voor salicylzuur en clofibrinezuur (circa 125 ng/l). De laatste twee zijn afbraakproducten van geneesmiddelen.

De meest aangetroffen stoffen in de in een bronnenonderzoek onderzochte winningen (Grontmij, 2010, te weten Woerden-Kamerik, Groenekan, Bethunepolder, Bunnik) zijn fenazon (een pijnstiller) en carbamazepine (een anti-epilepticum). In het ruwwater van Groenekan werden in 2005 8 stoffen aangetoond in het ruwwater en het drinkwater: salicylzuur, clofibrinezuur, sulfamethoxazol, fenazon, bezafibraat, diclofenac, prozac en fenofibraat. De concentraties zijn, behalve voor clofibrinezuur en fenazon, niet veel hoger dan de detectielimiet.

In tabel 6-2 en 6-3 is voor de winningen Groenekan en Bethunepolder aangegeven welke bronnen significant zijn. Hieruit is te zien dat net als voor bestrijdingsmiddelen veel en verschillende bronnen moeten worden onderscheiden. In Leersum is in 1988 de infiltratie van voorgezuiverd oevergrondwater in de Heuvelrug gestaakt, die in 1983 was gestart. Hier is het destijds geïnfiltreerde oeverwater de bron, welke nu dus niet meer aanwezig is.

TABEL 6-1 INDELING WINNINGEN OP KWETSBAARHEID EN LEEFTIJD

Nr	GWBAAM	GWSubst	Type*	Kwets- Baarheid	Risicofactoren RIVM^	Risico Riolering	Medicijn- resten Ruw^
1	Edese Bos	Zand	Frea	Zk	Region. opp. water	Klein	
2	Holk (Nijkerk)	Zand (klei)	Sp	Nk			
3	Hoenderloo (Otterlosew.)	Zand	Frea	Zk	Region. opp. water	Klein	
4	Oosterbeek (Arnhem, bij La Cabine)	Zand (klei)	SeSp	K		Klein	
5	Wageningen (Wag. berg)	Zand (klei)	Sp	Nk			
6	Fikkersdries	Klei (zand)	Sp	Nk		Klein	
7	Hemmen	Klei (zand)	Sp	Nk			
8	Herveldse veld (Zetten)	Klei (zand)	Sp	Nk			
9	Laren	Zand	Frea	Zk	Region. opp. water	Matig	Ja#
10	Amersfoort Berg	Zand	Frea	Zk		Matig	Ja#
11	Amersfoort Koedijkerweg	Zand (klei)	Sp	Nk			
12	Soestduinen	Zand	Frea	Zk		Matig	
13	Veenendaal	Zand (klei)	Sp	Nk			
14	Woudenberg	Zand (klei)	Sp	Nk			
15	Eemdijk	Klei (zand)	Sp	Nk			
16	Vianen **	Klei (zand)	SeSp	Nk			
17	Lopik	Klei (zand)	SeSp	K	Oevergrondwater	Klein	
18	Groenekan	Zand (klei)	SeSp	K	Region. opp. water	Klein	Ja#
19	Bethunepolder	Veen	Opp	Zk	Inname opp. water	Matig	Ja (uit ARK)
20	Cothen	Klei (zand)	Sp	Nk	Region. opp. water		
21	Tull en 't Waal	Klei (zand)	Sp	Nk	Region. opp. water		
22	Leidsche Rijn	Klei (zand)	SeSp	K	Region. opp. water		
23	Bilthoven	Zand (klei)	Frea	Zk		Matig	
24	Beerschoten	Zand (klei)	SeSp	K		Matig	Ja#
25	Zeist	Zand (klei)	SeSp	K		Groot	Ja#
26	Driebergen	Zand (klei)	Frea	Zk		Klein	
27	Leersum	Zand (klei)	SeSp	K	Oevergrondwater	Klein	Nee^^
28	De Meern	Klei (zand)	Sp	Nk			
29	Rhenen (Lijstereng)	Zand (klei)	Frea	K		Groot	
30	Nieuwegein	Klei (zand)	SeSp	Nk			
31	Linschoten	Klei (zand)	SeSp	Nk	Region. opp. water		
32	W. R. K. Nieuwegein **	Klei	Opp	Zk	Inname opp. water		Ja
33	Bunnik	Klei (zand)	SeSp	K	Region. opp. water	Groot	
	Vrumona Bunnik	Klei (zand)	SeSp	K			
34	Doorn	Zand	Frea	Zk		Groot	
35	Montfoort **	Klei (zand)	SeSp	K		Klein	
36	Woerden – Kamerik	Klei (zand)	SeSp	K	Region. opp. water	Groot	
37	Langerak	Klei (zand)	SeSp	K	Oevergrondwater		

\* Sp= Spanningswaterwinning, SeSp = SemiSpanningswater winning, Frea = freatische winning

\*\* Verplaatst, gestopt of verminderd

^ Rapport RIVM 609715002, Geneesmiddelen in bronnen voor drinkwater. Monitoring, toekomstig gebruik en beleidsmaatregelen

^^ Alleen acetylsalicylzuur, mogelijk deels van natuurlijke oorsprong.

# Data Vitens (pers. comm.)

Nieuwegein Geen risico op aantreffen medicijnresten

Doorn Risico op basis van kwetsbaarheid en aanwezigheid rioleringsgebied

W. R. K. Nieuwegein \*\* Risico door rivierwater / oppervlaktewater

Bunnik Risico door regionaal oppervlaktewater. Geen risico als winning als niet kwetsbaar is geclassificeerd.

TABEL 6-2 HERKOMST GENEESMIDDELEN IN WINNING GROENEKAN (BRONNENONDERZOEK GRONTMIJ, 2010)

bron / emissieroute:	stof	Geneesmiddelen
Landbouw 100 jaarzone		< 5 %
Spoor en sportvelden		< 5 %
RWZI De Bilt (nå 2008)		25 å 50 %
Lekkage riolering		15 a 30 %
Inlaatwater Kromme Rijn		20 å 60 %

TABEL 6-3 HERKOMST GENEESMIDDELEN IN WINNING BETHUNEPOLDER (BRONNENONDERZOEK GRONTMIJ, 2010)

bron / emissieroute:	stof	Humane geneesmiddelen	Dier geneesmiddelen
Landbouw in Bethunepolder (vnl. veeteelt)		nihil	mogelijk significant
Land- en glastuinbouw e.a. bedrijven omliggende polders		nihil	mogelijk significant
Recreatieplassen		gering	nihil
Stedelijk gebied Maarssen (overstorten)		Mogelijk significant	Nihil
ARK water, via directe inname Waterleidingplas		significant	Mogelijk significant
ARK-water, via suppletie op Loosdrechtse Plassen		Mogelijk significant	Mogelijk significant
Vechtwater		Mogelijk significant	Nihil

## 6.5 CONCLUSIE

- In grondwater dat wordt beïnvloed door rivieren en/of regionaal oppervlaktewater worden in bijna alle gevallen medicijnresten aangetroffen. Binnen het studiegebied zijn dit Bethunepolder, Lopik, Leersum en Groenekan.
- In winningen met zeer oud water, in goed door kleilagen beschermde winningen en in gebieden met schoon oppervlaktewater worden geen medicijnresten aangetroffen.
- In winningen met jong water en waarvan de bescherming niet optimaal is, is schoon oppervlaktewater van het grootste belang. Dit zijn de winningen Edese Bos, Hoenderloo, Groenekan, Cothen, Tull en 't Waal, Leidsche Rijn, Linschoten, Bunnik, Woerden – Kamerik.
- Lekkende riolering kan ook de drinkwaterwinning beïnvloeden. Er zijn weinig metingen van bekend. Op basis van de macrochemie is bekend dat invloed van riolering vooral in de (zeer) kwetsbare winningen plaatsvindt. Dit zijn Edese Bos, Laren, Amersfoort Berg, Soestduinen, Bilthoven, Beerschoten, Zeist, Doorn, Bunnik, Woerden – Kamerik en de Bethunepolder.

Wanneer in alle compartimenten het gehalte geneesmiddelen bekend is en meer kennis en ervaring opgedaan is met betrekking tot het gedrag in de ondergrond, kunnen de juiste maatregelen worden gedefinieerd.

# 7

## ER-CALUX EN GR-CALUX

### 7.1 ACHTERGROND<sup>11</sup>

Een nadeel van chemische analyses van de (afval)watermonsters in de huidige rapportage is dat een selectie is gemaakt van een beperkt aantal doelstoffen. Hierdoor zijn stoffen die onverwacht toch aanwezig zijn in het afvalwater niet aangetoond. Een bijkomend probleem van chemische analyses is dat er geen inzicht in de effecten op organismen verkregen kan worden. Het gebruik van effectmetingen ('bioassays') kan de bovengenoemde twee problemen oplossen. Een effectmeting geeft namelijk inzicht in het potentiële effect op organismen na blootstelling van *alle* bekende en onbekende stoffen. In het huidige onderzoek zijn daarom met de (afval)watermonsters ER- en GR-Calux assays uitgevoerd.

### 7.2 METHODIEK CALUX ASSAYS

#### 7.2.1 ER-CALUX

De ER-Calux is een maat voor de totale hormoonverstorende (=oestrogene) activiteit van het (afval)water. Hormoonverstorende stoffen veroorzaken vrouwelijkende effecten bij organismen. Een voorbeeld zijn mannelijke vissen die vrouwelijke geslachtskenmerken krijgen. Vaak zijn de hormoonverstorende stoffen in zulke lage concentraties aanwezig in het water, dat ze met chemische analyses niet aangetoond kunnen worden. Echter, al deze stoffen werken op dezelfde manier en kunnen in theorie gezamenlijk ook al in lage concentraties hormoonverstoring veroorzaken. Zo is bekend dat vooral de vrouwelijke hormonen al bij zeer lage concentraties effecten veroorzaken bij waterorganismen (STOWA, 2003). Stofgroepen die hormoonverstorende activiteit kunnen veroorzaken zijn onder andere weekmakers (ftalaten), brandvertragende stoffen (PBDE's), nonylfenolen en natuurlijke en synthetische hormonen zoals de 'pil'. In het analysepakket van Omegam zijn twee natuurlijke hormonen opgenomen: oestron en progesteron. Daarnaast is het synthetische hormoon 17 $\alpha$ -ethynylestradiol opgenomen in het stoffenpakket. De activiteit in de assay wordt uitgedrukt als equivalenten van het vrouwelijke hormoon 17 $\beta$ -oestradiol (ng EEQ/l). Een uitgebreidere uitleg van deze assay is opgenomen in bijlage 8.

#### 7.2.2 GR-CALUX

De GR-Calux is een maat voor de totale glucocorticoïde activiteit van het (afval)water. De GR-Calux assay is een assay die nog zeer weinig toegepast is op afvalwatermonsters en een assay waar nog vrij weinig van bekend is. Glucocorticoïden zijn steroïde hormonen die in het bijnierschors worden geproduceerd. Deze corticosteroiden induceren en stimuleren enzymsystemen die bij de glucogenese zijn betrokken; vandaar de term glucocorticoïden. Daarnaast hebben deze hormonen een ontstekingsremmende en anti-allergische werking. Om deze redenen worden het natuurlijke hormoon cortisol en vele synthetische glucocorticoïden (o.a. hydrocortison, cortisol, cortison, prednison, dexamethason) veelvuldig toege-

<sup>11</sup> De achtergrondinformatie in dit hoofdstuk is overgenomen uit het project ZORG, deel B en deel C (STOWA, 2011 in press)

past: glucocorticoïden behoren tot de meest gebruikte medicijnen wereldwijd. Verschillende glucocorticoïden zijn aangetoond in het (aquatische) milieu. Chang et al. (2009) hebben gericht onderzoek heeft gedaan naar de identificatie van de stoffen met een glucocorticoïde activiteit in effluenten van RWZI's wat resulteerde in de volgende stoffen: cortisol, cortison, prednison, prednisolon, en triamcinolone acetonide.

De hoeveelheid glucocorticoïde activiteit wordt gekwantificeerd door de activiteit te bepalen ten opzichte van een referentiestof, in het geval van de GR-Calux het synthetische glucocorticoïd dexamethasone. Een uitgebreidere uitleg van deze assay is opgenomen in bijlage 8.

## 7.3 RESULTATEN

### ANALYSERESULTATEN

In tabel 7-1 is een overzicht gegeven van de ER- en GR-Calux activiteiten bij alle meetpunten en de ER- en GR-Calux vrachten bij de RWZI's op de verschillende meetdagen.

De concentratiemetingen van het influent en effluent van RWZI's zijn metingen in 24-uurs debietproportionele monsters. De concentratiemetingen in het oppervlaktewater zijn bepaald aan monsters die op één moment genomen zijn. De vrachten in in- en effluent van RWZI's zijn berekend uit de 24-uurs concentratiemetingen en de tegelijkertijd gemeten debieten.

In figuur 7-1 is grafisch een vergelijking gegeven van de ER-Calux en GR-Calux in de monsters in het influent en effluent van RWZI's en van monsters die stroomopwaarts en stroomafwaarts van het lozingspunt in het oppervlaktewater genomen zijn (alles uitgedrukt in ng/l).

In figuur 7-2 zijn de verwijderingspercentages van de ER-Calux en de GR-Calux bij de 6 bemonsterde RWZI's weergegeven. De verwijderingspercentages zijn berekend uit de vrachten in het influent en de vrachten in het effluent van de RWZI's.

### ER-CALUX

De hormoonverstorende activiteit van het influent in RWZI's is veel hoger dan in het effluent. Deze activiteit wordt door RWZI's grotendeels verwijderd (gemiddelde verwijderingspercentage vrachten 93%). Dit betekent dat hormoonverstorende stoffen in het influent grotendeels worden afgebroken of worden verwijderd met het zuiveringsslib of worden omgezet in metabolieten (omzettingsproducten) die beduidend minder hormoonverstorend zijn dan de oorspronkelijke stoffen. Het is niet bekend welke stoffen verantwoordelijk zijn voor de resterende hormoonverstorende activiteit van het effluent: geneesmiddelen, natuurlijke of synthetische hormonen of andere hormoonverstorende stoffen.

De hormoonverstorende activiteit van de effluenten komt globaal overeen met de hormoonverstorende activiteit van het bijbehorende oppervlaktewater, zowel stroomopwaarts als stroomafwaarts, zeker wanneer in aanmerking genomen wordt dat de activiteit in het oppervlaktewater een momentopname is dat sterk kan fluctueren.

### GR-CALUX

De glucocorticoïde activiteit van het influent in RWZI's is bij slechts vier van de elf meetsets van influent en effluent hoger dan deze activiteit van het effluent. Bij de meeste zuiveringen neemt deze activiteit dus toe tijdens het proces in de zuivering. Het gemiddelde verwijderingspercentage (zie figuur 7-2) is dan ook negatief (-56%). Het is niet bekend welke stoffen

gevormd worden die verantwoordelijk zijn voor de toenemende glucocorticoïde activiteit van het effluent.

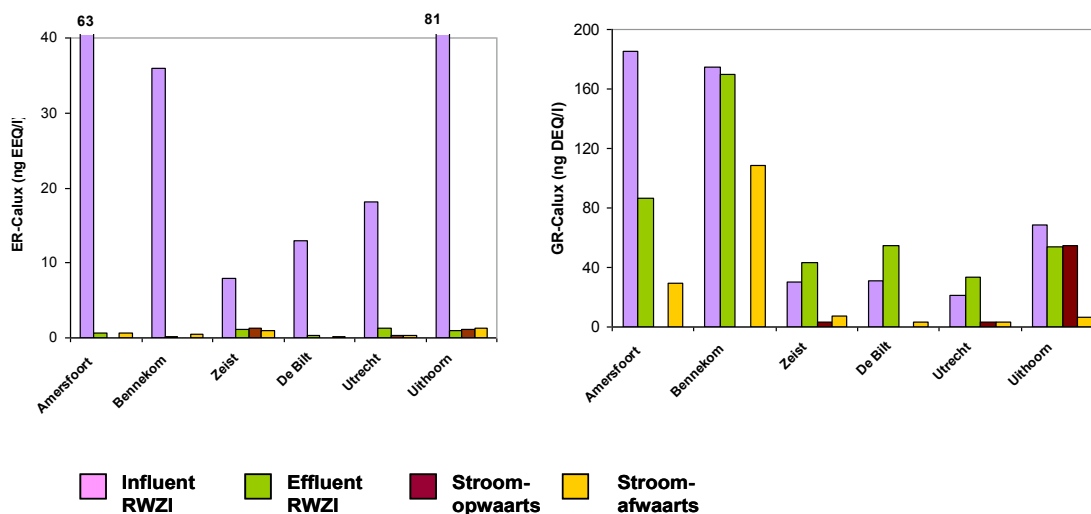
De glucocorticoïde activiteit in het oppervlaktewater varieert sterk bij de verschillende meetpunten en is in alle gevallen lager dan deze activiteit in de bijbehorende effluënten. Wat betreft de hoogte van deze activiteit bij de meetpunten stroomafwaarts van het lozingspunt lijkt er een zekere correlatie te bestaan met de hoogte van deze activiteit in het bijbehorende effluent van de RWZI.

Opmerkelijk is de hoge corticoïde activiteit in het oppervlaktewater stroomopwaarts van de RWZI Uithoorn. Hiervoor is geen directe verklaring.

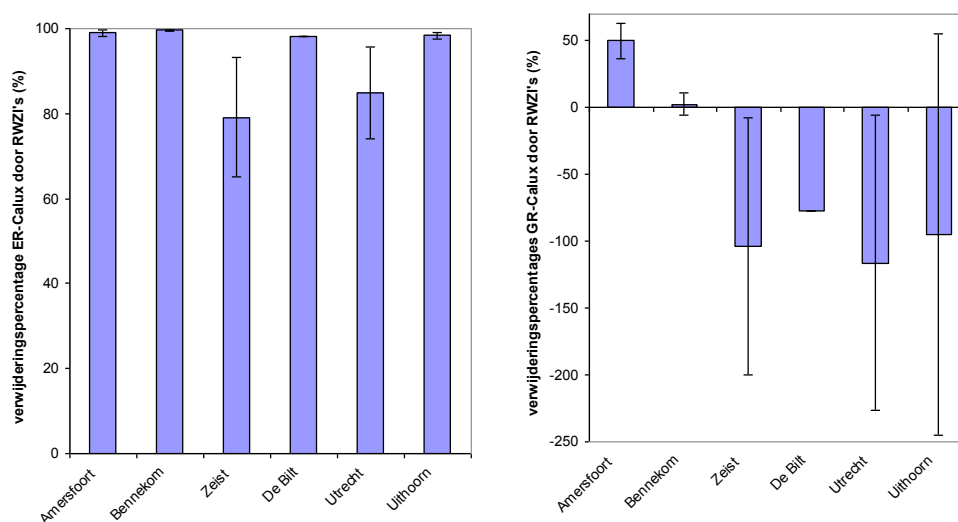
**TABEL 7-1 OVERZICHT VAN DE ER- EN GR-CALUX ACTIVITEITEN EN VRACHTEN (BIJ DE RWZI'S) OP DE VERSCHILLENDE MEETDAGEN EN BIJ DE VERSCHILLENDE MONSTERPUNTEN**

Monsterpunt	Monstername datum	ER-Calux (ng EEQ/l)	Vracht ER-Calux (g EEQ/jaar)	GR-Calux (ng DEQ/l)	Vracht GR-Calux (g DEQ/jaar)
Influent RWZI Amersfoort	17-11-2009	50	697	140	1953
	19-11-2009	76	1054	230	3190
Effluent RWZI Amersfoort	17-11-2009	0,087	1,2	89	1241
	19-11-2009	1,3	18	84	1165
Eem stroomafwaarts RWZI	17-11-2009	1,1		34	
	19-11-2009	0,3		25	
Influent RWZI Bennekom	17-11-2009	31	27	170	149
	19-11-2009	41	34	180	150
Effluent RWZI Bennekom	17-11-2009	0,098	0,1	180	158
	19-11-2009	0,22	0,2	160	133
Dijkgraafwetering stroomafwaarts RWZI	17-11-2009	0,13		120	
	19-11-2009	0,84		97	
Influent RWZI Zeist	15 -07-2010	4	5,5	11	15
	19-07-2010	12	24	50	102
Effluent RWZI Zeist	15 -07-2010	1,4	1,9	33	45
	19-07-2010	0,82	1,7	54	110
Zeister Grift stroomopwaarts RWZI	19-07-2010	1,3		<LOD	
Zeister Grift stroomafwaarts RWZI	19-07-2010	1,0		7,7	
Influent RWZI de Bilt	15 -07-2010	13	39	31	93
Effluent RWZI de Bilt	15 -07-2010	0,26	0,8	55	165
Biltse Grift stroomafwaarts lozingspunt effluentsloot	19-07-2010	0,17		<LOD	
Influent RWZI Utrecht	15 -07-2010	5,4	151	9,8	273
	19-07-2010	31	750	33	798
Effluent RWZI Utrecht	15 -07-2010	1,4	39	32	892
	19-07-2010	1,3	31	35	846
Vecht stroomopwaarts RWZI	19-07-2010	0,30		<LOD	
Vecht stroomafwaarts RWZI	19-07-2010	0,39		<LOD	
Influent RWZI Uithoorn	19-07-2010	115	282	15,8	39
	21-07-2010	47	112	121	289
Effluent RWZI Uithoorn	19-07-2010	0,88	2,2	54	134
	21-07-2010	1,1	2,7	53	129
Amstel stroomopwaarts RWZI	21-07-2010	1,1		55	
Amstel stroomafwaarts RWZI	21-07-2010	1,3		6,9	

FIGUUR 7-1 ER-CALUX EN GR-CALUX BIJ INFLUENT EN EFFLUENT RWZI'S EN BIJ HET ONTVANGENDE WATER STROOMOPWAARTS EN STROOMAFWAARTS VAN HET LOZINGSPUNT VAN DE RWZI. WANNEER 2 METWAARDEN BESCHIKBAAR ZIJN IS HET GEMIDDELDE GENOMEN (ZIE TABEL 7-1)



FIGUUR 7-2 VERWIJDERINGSPERCENTAGES ER-CALUX EN GR-CALUX BIJ ZES RWZI'S. DE PERCENTAGES PER ZUIVERING ZIJN DE GEMIDDELDEN VAN DE BEREKENINGEN OP BASIS VAN TWEE METINGEN. DE STANDAARDDEVIATIE IS AANGEGEVEN (BARS IN DE KOLOMMEN).



## 7.4 VERGELIJKING OVERIGE STUDIES ER-CALUX ACTIVITEIT

### 7.4.1 VERGELIJKING MEETWAARDEN

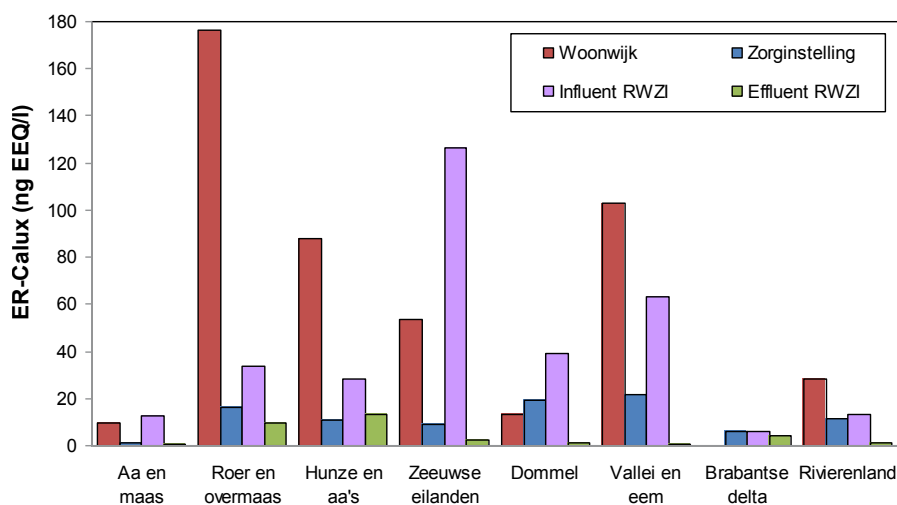
In bijlage 9 is een overzicht gegeven van locaties waar eerder hormoonverstorende activiteit in in- en effluenten van RWZI's is aangetroffen.

In het project ZORG<sup>12</sup> zijn Calux-metingen verricht bij afvalwater afkomstig van zorginstellingen, woonwijken en influenten en effluenten van RWZI's. De resultaten van de ER-Calux metingen in het ZORG project zijn ter vergelijking weergegeven in figuur 7-3. Ook uit de metingen bij het ZORG-project is de sterke verwijdering van hormoonverstorende activiteit door de RWZI's gebleken. Opvallend is de hoge hormoonverstorende activiteit in het afvalwater van woonwijken t.o.v. het afvalwater vanuit zorginstellingen. Dit kan o.a. veroorzaakt zijn door het hoge 'pil'gebruik in woonwijken.

12 STOWA, 2011 in press



FIGUUR 7-3 ER CALUX ACTIVITEIT (NG EEQ/L) IN AFVALWATERSTROMEN VAN WOONWIJKEN, INSTELLINGEN, RWZI-INFLUENT EN RWZI-EFFLUENT IN ACHT VERSCHILLENDE WATERSCHAPPEN. (N.B. BIJ BRABANTSE DELTA IS EEN APARTE ZUIVERING VOOR DE ZORGINSTELLING; HIER LOOST GEEN WOONWIJK OP. DE WOONWIJK HUNZE EN AA'S IS EEN SOM VAN TWEE APARTE DEELSTROMEN). BRON : ZORG, STOWA 2011-02



Wat betreft oppervlaktewateren heeft het RIWA onderzoek verricht naar de hormoonverstorende activiteit in de Rijn bij Lobith en Nieuwegein (RIWA, 2009). De hormoonverstorende activiteit in de onderzochte monsters was tussen 0,02 en 0,73 ng EEQ/l bij Lobith en tussen 0,025 en 0,4 ng EEQ/l bij Nieuwegein. De ER-Calux activiteit zoals aangetroffen in het effluent van RWZI Land van Cuijk (0,2 - 1,1 ng EEQ/l) is vergeleken met de RIWA studie (2009) vergelijkbaar. Een verdunningsfactor is in de huidige studie echter niet toegepast op het effluent van RWZI Land van Cuijk omdat de hydrologie van het ontvangende oppervlaktewater niet onderzocht is. Een één op één vergelijking waaraan conclusies verbonden zijn mag daarom niet gedaan worden.

#### 7.4.2 EFFECTEN ER-CALUX ACTIVITEIT

##### ALGEMEEN

Voor hormoonverstorende stoffen is er slechts een geringe hoeveelheid ecotoxicologische informatie beschikbaar en, indien aanwezig, met name over vissen. Vethaak et al. (2002) heeft een uitgebreid onderzoek gedaan naar het voorkomen van hormoonverstorende stoffen in oppervlaktewateren in Nederland en de effecten op vissen. De studie toonde aan dat in het veld lichte tot middelmatige hormoonverstorende effecten geobserveerd werden op brasem. Het voorkomen van vervrouwelijking in mannelijke brasems bleek het sterkste te zijn in kleine regionale wateren waar relatief hoge concentraties van hormoonverstorende stoffen uit RWZI's bleken te komen. Na verificatie van de geobserveerde effecten, door middel van uitgevoerde bioassays in het laboratorium, bleek vooral  $17\alpha$ -ethinylestradiol, oestron,  $17\beta$ -oestradiol en mogelijk nonylfenol(ethoxylaten) verantwoordelijk te zijn voor de effecten. De betekenis van de ER-Calux activiteit in oppervlaktewateren voor bijvoorbeeld vissen is lastig aan te geven omdat de effecten in de ER-Calux test (*in vitro*) niet 1-op-1 te vertalen zijn naar effecten op vissen in het water (*in vivo*). Een vuistregel kan echter de grens van 1 ng EEQ/l zijn, afgeleid van de zogenaamde *Predicted No Effect Concentration (PNEC)* voor  $17\beta$ -estradiol (uit: STOWA, 2003). Dit is de indicatieve 'veilige' concentratie van het hormoon  $17\beta$ -estradiol dat uit ecotoxicologisch onderzoek in het laboratorium is afgeleid; onder deze concentratie worden geen effecten verwacht in het aquatisch milieu (*in vivo*).

## LOCAAL

De PNEC-waarde van 1 ng EEQ/l wordt in de Eem stroomafwaarts, in de Zeister Grift stroomopwaarts en stroomafwaarts en in de Amstel stroomopwaarts en stroomafwaarts van de RWZI's in geringe mate overschreden.

Er is niet een eenduidige correlatie tussen gemeten totaal geneesmiddelenconcentraties en de ER-Calux. Immers in de Dijkgraafwetering bij RWZI Bennekom zijn de hoogste gehalten geneesmiddelen gemeten en de ER-Calux is hier < 1 ng EEQ/l. Ook in de Vecht bij RWZI Utrecht zijn de geneesmiddelenconcentraties relatief hoog en is de ER-Calux eveneens < 1 ng EEQ/l. De daadwerkelijke hormoonverstoring hangt af van de concentraties van de individuele geneesmiddelen en van de aanwezigheid van andere hormoonverstorende stoffen zoals brandvertragers en weekmakers.

## 7.5 VERGELIJKING OVERIGE STUDIES GR-CALUX ACTIVITEIT

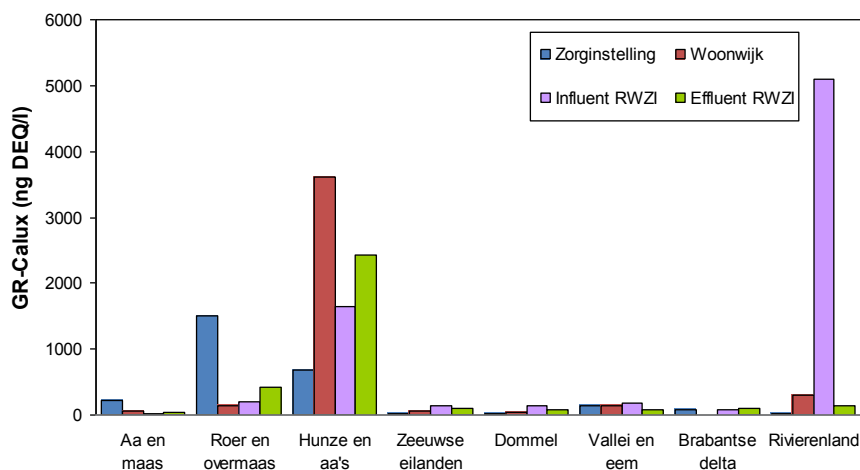
### 7.5.1 VERGELIJKING MEETWAARDEN

In de literatuur is nog weinig bekend glucocorticoïde activiteit in de afvalwaterketen of het oppervlaktewater. Chang et al. (2007) heeft een omvangrijke studie verricht naar het voorkomen van glucocorticoïden in RWZI's en ontvangende oppervlaktewateren die als groep als totaal concentratie gesommeerd zijn. De gevonden concentraties bleken tot maximaal 390 ng/l in RWZI's en tot maximaal 52 ng/l in ontvangende oppervlaktewateren te zijn.

De studie die daadwerkelijk de glucocorticoïde activiteit in oppervlaktewater heeft bepaald is door het RIWA uitgevoerd (RIWA, 2009). De resultaten geven een glucocorticoïde activiteit aan tussen 0,75 en 2,7 ng DEQ/l bij Lobith en tussen 0,41 en 2,5 ng DEQ/l bij Nieuwegein.

In het project ZORG<sup>13</sup> zijn Calux-metingen verricht bij afvalwater afkomstig van zorginstellingen, woonwijken en influenten en effluenten van RWZI's. De resultaten van de GR-Calux metingen in het ZORG project zijn ter vergelijking weergegeven in figuur 7-4. Ook uit de metingen bij het ZORG project blijkt de toename van deze activiteit in het effluent t.o.v. het influent bij enkele RWZI's. Er is een grote variatie in GR-Calux in het afvalwater van woonwijken en zorginstellingen.

FIGUUR 7-4 GR-CALUX ACTIVITEIT (NG DEQ/L) IN AFVALWATERSTROMEN VAN WOONWIJKEN, INSTELLINGEN, RWZI-INFLUENT EN RWZI-EFFLUENT IN ACHT VERSCHILLENDE WATERSCHAPPEN. (N.B. BIJ BRABANTSE DELTA IS EEN APARTE ZUIVERING VOOR DE ZORGINSTELLING; HIER LOOST GEEN WOONWIJK OP. DE WOONWIJK HUNZE EN AA'S IS EEN SOM VAN TWEE APARTE DEELSTROMEN). BRON : ZORG, STOWA 2011-02)



13 STOWA, 2011 in press

### 7.5.2 EFFECTEN GR-CALUX ACTIVITEIT

Een PNEC waarde - of enige andere drempelwaarde - voor glucocorticoïde activiteit in het aquatische milieu is niet bekend. De gehele glucocorticoïde stofgroep is nog nauwelijks in ogenschouw genomen in risicobeoordeling voor niet-humane organismen.

### 7.6 SAMENVATTING ANALYSERESULTATEN CALUX-METINGEN

- De hormoonverstorende activiteit (ER-Calux) van het influent van de bemonsterde RWZI's wordt grotendeels verwijderd door de processen in de RWZI's. De gemeten activiteit in de oppervlaktewateren komt globaal overeen met de activiteit in de effluenten, zowel stroomopwaarts als stroomafwaarts. Er is niet een eenduidige correlatie tussen de ER-Calux in de oppervlaktewateren en de gemeten totaal gehalten geneesmiddelen in de oppervlaktewateren. Wat betreft de hormoonverstoring gaat het om specifieke geneesmiddelen en hormonen en ook zijn er naast geneesmiddelen en hormonen andere stoffen die hormoonverstorend kunnen werken. Bij drie van de zes wateren zijn ER-Calux waarden aangetroffen  $> 1$  ng EEQ/l (de PNEC-waarde<sup>14</sup>).
- De glucocorticoïde activiteit (GR-Calux) van het effluent van RWZI's is bij de meeste gevallen hoger dan deze activiteit in het influent. Er zijn blijkbaar omzettingsproducten ten gevolge van de processen in een RWZI die een hogere glucocorticoïde activiteit hebben dan de oorspronkelijke stoffen in het influent. De activiteit in het oppervlaktewater is in alle gevallen lager dan de activiteit in het effluent. Er is nog weinig bekend over de toxiciteit van de GR-Calux voor niet humane organismen en er is ook nog geen drempelwaarde.

Een literatuuroverzicht van de effecten van individuele geneesmiddelen op het ecosysteem is gegeven in Bijlage 10.

Over het algemeen kan gesteld worden, hoe hoger de concentraties, des te groter de effecten op het ecosysteem.

14 Predicted No Effect Concentration (= 'veilige waarde')

# 8

## MOGELIJKE MAATREGELEN

### 8.1 INLEIDING

De emissie van geneesmiddelen naar het oppervlaktewater en de schadelijke effecten van deze emissie kan gereduceerd worden door maatregelen van zeer verschillende aard. Zo kan restrictieve voorschrijving worden gestimuleerd of gestimuleerd worden dat ingezet wordt op de ontwikkeling van afbreekbare geneesmiddelen (Green Pharmacy). Dit zijn maatregelen die niet op gebiedsniveau genomen kunnen worden. Tot dergelijke maatregelen kan alleen op generiek niveau nationaal en internationaal besloten worden.

Lokaal kan ingezet worden op verwijdering van geneesmiddelen met verschillende zuiveringstechnieken. In deze studie beperken we ons tot de beschrijving van maatregelen ter verwijdering van geneesmiddelen door zuiveringstechnieken.<sup>15</sup>

Geneesmiddelen kunnen verwijderd worden centraal bij de RWZI, maar ook decentraal, bijvoorbeeld bij een woonwijk of lokaal bij een instelling, een woonwijk of een flatgebouw. Er kan voor gekozen worden de geneesmiddelen te verwijderen uit de gezamenlijke totale afvalwaterstroom of uit aparte deelstromen.

Dit hoofdstuk geeft eerst een overzicht van de verschillende waterstromen waaruit geneesmiddelen verwijderd kunnen. Tevens wordt voor de verschillende stromen ingezoomd op mogelijkheden voor 'bijvangst' (hergebruik energie en nutriënten, verwijdering overige microverontreinigingen etc).

Daarna wordt ingegaan op de verschillende technieken voor verwijdering van geneesmiddelen uit afvalwater en op de kosten van de verschillende behandelingen.

Tot slot worden enkele mogelijkheden om geneesmiddelen te verwijderen beoordeeld op basis van verschillende criteria en worden verschillende strategieën voor prioritering van maatregelen gepresenteerd.

### 8.2 WATERSTROMEN

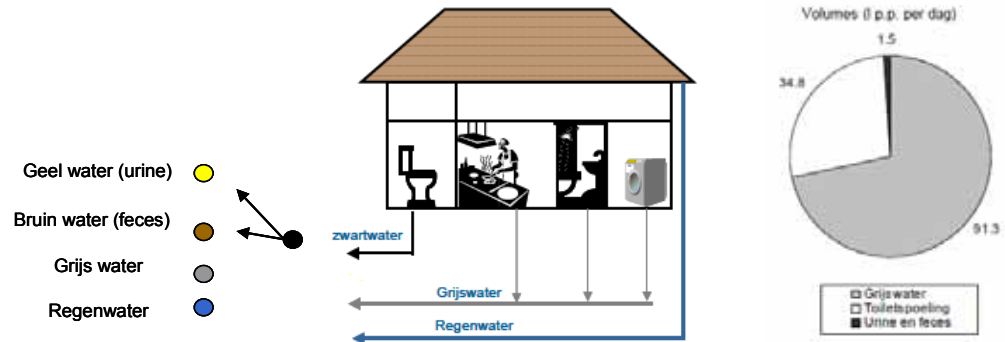
Het afvalwater dat dagelijks in een huishouden geloosd wordt (127 l/persoon/dag), kan opgesplitst worden in verschillende stromen (zie Figuur 8-1). Deze stromen zijn zwart water (bruinwater (feces) + geelwater (urine) en toiletspoeling), grijswater en regenwater. In Figuur 8-2 is aangegeven wat de bijdrage van de verschillende stromen aan de hoeveelheid stikstof en fosfaat in het totale afvalwater is.

<sup>15</sup> Een groot deel van de tekst van dit hoofdstuk is ontleend aan de rapportages in het kader van het project 'Zuivering geneesmiddelen uit afvalwater' dat door Grontmij is uitgevoerd in opdracht van het Ministerie van I & M.

Het overgrote deel van de geneesmiddelen die uitgescheiden worden bevindt zich in de urine (70-90%).

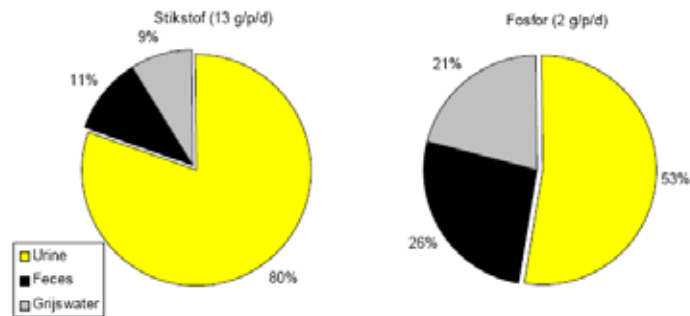
FIGUUR 8-1

AFVALWATERSTROMEN EN BIJBEHORENDE VOLUMINA (BRON: STOWA 2005-13). ZWART WATER (= GEELWATER + BRUINWATER), GRIJSWATER EN REGENWATER



FIGUUR 8-2

SAMENSTELLING URINE, FECES EN GRIJSWATER (STOWA 2005-13)



Iedere waterstroom heeft zijn specifieke kenmerken die mede bepalend zijn voor de keuze uit welke waterstroom geneesmiddelen het best verwijderd kunnen worden. Deze kenmerken zijn in bijlage 6 gedetailleerd toegelicht.

De kenmerken van de verschillende waterstromen zijn in Tabel 8-1 samengevat. In deze tabel is naast een relatieve indicatie van de vrachten van de verschillende componenten in de afzonderlijke stromen, ook een indicatie gegeven van de concentraties van die componenten gegeven. Immers dit aspect speelt voor de herwinning van nuttige componenten en voor de verwijdering van contaminanten ook een rol. Over het algemeen geldt: hoe hoger de concentratie, des te makkelijker terug te winnen of te verwijderen. Op dit aspect wordt in paragraaf 8-3, verwijderingstechnieken, nader ingegaan.

Uit deze tabel kan per deelstroom worden afgeleid welke componenten teruggewonnen kunnen worden en welke contaminanten verwijderd kunnen worden.

TABEL 8-1 KENMERKEN VERSCHILLENDE WATERSTROMEN. BIJ VRACHT + = AANWEZIG, -=NIET AANWEZIG . BIJ CONCENTRATIE + = HOGE CONCENTRATIE, - =LAGE CONCENTRATIE

	Totale afvalwaterstroom		Bruin water		Geel water		Zwart water		Grijs water	
	vracht	concentratie	vracht	concentratie	Vracht	concentratie	vracht	concentratie	vracht	concentratie
Herbruikbare stoffen										
Water	++		+/-		+/-		+/-		++	
Stikstof	++	--	+	+	+	++	++	+	+/-	-
Fosfaat	++	--	+	+	+	++	++	+	+/-	-
Energie	++	--	++	++	+/-	+/-	++	+	+/-	-
Contaminanten										
Geneesmiddelen	++	--	+	+	++	++	++	+	-	
Overige microverontreinigingen	++	--	-		-		-		++	-
Pathogenen	++	--	++	+	+/-	+/-	++	+	+	-

In Bijlage 6 is tevens een overzicht gegeven van verschillende inzamelingstechnieken om urine, zwart water etcetera separaat in te zamelen.

## 8.3 TECHNIEKEN

### 8.3.1 VOORKEURSTECHNIEKEN

Uit verschillende studies<sup>16,17,18,19</sup> is gebleken dat geneesmiddelen onvoldoende uit het afvalwater verwijderd worden door de huidige communale rioolwaterzuiveringen. Er zijn verschillende technieken die geschikt zijn voor de verwijdering van geneesmiddelen. De beschrijving van deze technieken is opgenomen in bijlage 7.

Uit wetenschappelijk onderzoek en de pilotonderzoeken is te herleiden dat de volgende technieken veelbelovend zijn op het gebied van medicijnverwijdering:

- Actiefkoolfiltratie
- Ozonisatie in combinatie met nageschakelde actiefkoolfiltratie
- Geavanceerde oxidatie (AOP) in combinatie met nageschakelde actiefkoolfiltratie
- Nanofiltratie in combinatie met nageschakelde actiefkoolfiltratie.

De verwijderingsrendementen van de verschillende technieken verschillen per soort geneesmiddel. Sommige geneesmiddelen worden niet verwijderd door actiefkoolfiltratie, maar wel door oxydatieve technieken en andersom. Gemiddeld genomen over alle geneesmiddelen-groepen kunnen voor de vaststelling van voorkeursscenario's de volgende rendementen worden gehanteerd:

- Aktiefkoolfiltratie: 70%
- Ozon en AOP: 90%
- Nano/RO: 95%

16 Grontmij – Derksen/Roorda (2005). Ketenanalyse humane en veterinaire geneesmiddelen in het watermilieu - indicatieve kwantitatieve analyse en mogelijkheden voor reductie van belasting van het watermilieu;

17 Grontmij – Roorda/Derksen (2006). Emissiereductie van humane geneesmiddelen naar watermilieu - advies aan de LBOW-werkgroep '(dier)geneesmiddelen en watermilieu';

18 Tweede Kamer (2007). Rapportage VROM aan Tweede Kamer over voortgang en acties werkgroep (dier)geneesmiddelen en watermilieu; vergaderjaar 2006–2007, 28 808, nr. 39.

19 STOWA (2009). Verg(h)ulde pillen eindrapport. Rapport nr. 2009-06. Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA). Utrecht.

In bijlage 7 wordt nader ingegaan op aspecten als ervaringen, bewezenheid en opschaalbaarheid van de technieken, op de relatie van de technieken met bestaande zuiveringen en op de operationele aspecten.

### 8.3.2 LOKAAL VERSUS COMMUNAAL

Alle bovengenoemde technieken kunnen lokaal toegepast worden maar zijn ook goed op te schalen, mits aan de voorwaarde van verwijdering van organische stof, voorafgaande aan de verwijdering van geneesmiddelen, is voldaan.

Wanneer gekozen wordt geneesmiddelen afkomstig van lokale stromen te verwijderen kan het gaan om relatief kleinschalige verwijderingsinstallaties bij een ziekenhuis of zorginstelling of woonwijk of zelfs woonhuis of om wat grotere installaties die gestationeerd zijn bij een RWZI. Voor de behandeling van kleinere stromen uit zorginstellingen of woonwijken zijn de investeringskosten voor de verschillende technieken relatief hoog per kubieke meter behandeld water in verband met aan te leggen civiele constructies en werktuigbouwkundige en elektrotechnische installaties. Des te meer verdund water behandeld moet worden, des te lager deze kosten per kubieke meter worden. Op een grootschalige RWZI geldt het voordeel dat hier reeds tanks voor biologische processen en infrastructuur voor de verwerking van afvalproducten aanwezig zijn, waardoor de benodigde investeringen minder zijn.

Het afvalwater uit zorginstellingen en ziekenhuizen bevat per kubieke meter afvalwater veel meer geneesmiddelen dan het effluent van een rioolwaterzuivering. Alhoewel de kubieke meterprijs van lokale behandeling dus hoger is aan de bron (deze worden voornamelijk bepaald door de installatiekosten en in veel mindere mate door de hogere energie en chemicaliënkosten), is de verwijderde vracht per kubieke meter hoger maar zijn de totaal te behandelen kubieke meters veel lager dan bij een RWZI.

### 8.3.3 KOSTEN

Een inschatting van de behandelingskosten per kubieke meter is weergegeven in Tabel 8-2.

TABEL 8-2 INSCHATTING KOSTEN IN EURO PER KUBIEKE METER (OP BASIS VAN EXPERT JUDGEMENT)

	Lokaal totale afval- water* (euro/m <sup>3</sup> )	Lokaal urinebehandeling (euro/m <sup>3</sup> )	Effluentnabehandeling RWZI** (euro/m <sup>3</sup> )	Urinebehandeling t.p.v. RWZI
Actiefkoolfiltratie	2,50	1,8	0,35	1,6
Ozonisatie	3,00	2,1	0,50	2,0
icm actiefkoolfiltratie				
Geavanceerde oxydatie	3,40	2,4	0,55	2,3
icm actiefkoolfiltratie				
Nanofiltratie	4,00	2,8	0,65	2,7
icm actiefkoolfiltratie				

\* In combinatie met voorzeving en MBR met ultrafiltratiemembranen. Voor urinebehandeling is deze voorbehandeling niet nodig en worden de lokale behandelkosten 30% lager

\*\* In combinatie met behandeling effluent met coagulatie en biovlokkingsfiltratie voor een RWZI schaalgrootte van 50.000 i.e. op basis van expert judgement en informatie uit STOWA 2005-28

In bovenstaande prijzen is voor de lokale situatie uitgegaan van normaal afvalwater waar de grove delen en organische stof nog uitgehaald moet worden voordat tot verwijdering van geneesmiddelen kan worden overgegaan en van urine.

Bovenstaande prijzen zijn gebaseerd op extrapolatie van pilot installaties en moeten als een indicatie worden beschouwd omdat nog nergens in Europa full scale technieken zijn beproefd.

In Zwitserland worden bijvoorbeeld bij kostenramingen voor actief koolfiltratie lagere prijzen gehanteerd (€ 0,30/m<sup>3</sup> voor een RWZI van 30.000 i.e. en (€ 0,10/m<sup>3</sup> voor een RWZI van 500.000 i.e.). Lagere tarieven zijn mogelijk, maar dat betekent ook lagere vrachtverwijdering. Zo is bij actief koolfiltratie het verwijderingspercentage voor humane geneesmiddelen en ook de kosten sterk afhankelijk van het aantal bedvolumina dat door het filter spoelt voordat de kool vervangen wordt).

In Bijlage 6 is een overzicht gegeven van specifieke inzamelingssystemen (zoals urinescheidingsstoiletten) die thans op de markt zijn, waardoor het afvalwater kan worden gesplitst aan de bron. Voor de verwijdering van geneesmiddelen geldt dat de benodigde investeringen en installaties beperkt zijn indien alleen de gele stroom (urine) behandeld moet worden. Immers een voorbehandeling voor verwijdering van grove delen en organische stof is dan niet nodig. De kosten voor het behandelen van urine zakken hierdoor met 30% per kubieke meter. Ook is het mogelijk de verzamelde urine te transporteren naar de lokatie van een RWZI. Er komen dan transportkosten bij maar de infrastructuur voor behandeling is wel aanwezig. Deze kosten per kubieke meter worden iets lager dan lokale behandeling van urine.

Op basis van het voorgaande is een analyse gemaakt van de kosten van het verwijderen van geneesmiddelen uit afvalwater en geel water (apart ingezamelde urine). Deze kosten zijn uitgerekend in:

- Euro/dag op basis van jaarlasten (investering + exploitatie)
- Euro/kg verwijderd geneesmiddelen

Hierbij is uitgegaan van behandeling met de genoemde technieken variërend in verwacht verwijderingsrendement van 70-95%. Verder is een situatie gebruikt van een fictieve eenheid van een kleine stad van 50.000 inwoners met 5 zorginstellingen met in totaal 500 bedden en 1 ziekenhuis met 600 bedden op basis van uitgangspunten en emissiekentallen uit het STOWA-project ZORG (zie Tabel 3-4). De uitkomsten van de berekeningen zijn samengevat in Tabel 8-3 (totale afvalwater) en Tabel 8-4 (urine).

TABEL 8-3 VRACHTEN EN KOSTEN VERWIJDERING GENEESMIDDELEN UIT TOTAAL AFVALWATER BIJ ZIEKENHUIZEN, ZORGINSTELLINGEN EN RWZI

	Behandeling gehele afvalwaterstroom ziekenhuis 600 bedden	Behandeling gehele afvalwaterstroom verzorgingshuizen 5 stuks à 100 bedden	Effluent RWZI* 50.000 inwoners
Kg/d verwijderd	0,035	0,012	0,27
Euro/kg verwijderd	22.000 – 27.000	50.000-60.000	24.000-30.000
Euro/dag	600-1000	500-800	1500-3000

\* Behandeling DWA-stroom op een zuivering. Hiermee wordt naar verwachting 85% van de geneesmiddelenvracht behandeld. 15% van de geneesmiddelenvracht wordt niet behandeld en direct geloosd op het oppervlaktewater.

Bij bovenstaande tabel moet opgemerkt worden dat voor een RWZI geldt dat er in de huidige situatie gemiddeld genomen over alle stoffen 66% wordt verwijderd. In de genoemde 0,27 kg/dag verwijderd bevindt zich dus al een hoeveelheid van 0,18 kg/d die door de normale zuiveringsprocessen wordt verwijderd. Door de extra effluentnabehandeling wordt 0,09 kg/d extra verwijderd. De euro's per kg verwijderd zijn betrokken op deze hoeveelheid.



TABEL 8-4 VRACHTEN EN KOSTEN VERWIJDERING GENEESMIDDELEN UIT URINE (GEEL WATER) BIJ ZIEKENHUIZEN, ZORGINSTELLINGEN EN RWZI

	Lokale behandeling urine ziekenhuis 600 bedden	Lokale behandeling urine verzorgingshuis 5 stuks à 100 bedden ieder	Lokale behandeling urine woonwijken (totaal 50.000 inwoners)
Kg/d verwijderd	0,03	0,01	0,2
Euro/kg verwijderd	100-300	300-600	800-1200
Euro/dag	6-10	5-8	150-250

Belangrijk is het te realiseren dat bij de zuiveringstechnieken die gericht zijn op geneesmiddelen alle geneesmiddelen voor een hoog percentage verwijderd worden. Bij een normale RWZI wordt weliswaar de totaalvracht met 65% gereduceerd, maar per individueel geneesmiddel is er een grote variatie zie (Figuur 3-7) in verwijderingspercentage.

Om bovenstaande in perspectief te plaatsen wordt tenslotte genoemd dat de huidige afvalwaterbehandeling circa 0,50 euro kost per kubieke meter (excl. Overige waterkwaliteitstaken zoals waterbodemsanering, belastinginning etc; bron: Benchmark BVZ en CBS Statline). Nabehandeling van effluent op een RWZI op de hiervoor beschreven wijze leidt dus grofweg tot een verdubbeling van deze kosten.

### 8.3.4 MILIEU

#### MILIEUBELASTING

Oxidatieve processen zoals ozon en AOP zijn zeer energie-intensief. Membraantechnieken zoals nanofiltratie en Reverse Osmosis (RO) gebruiken nog meer energie per behandelde kubieke meter afvalwater. Actiefkoolfiltratie kost nagenoeg geen energie.

Nanofiltratie en actiefkoolfiltratie leveren verder een afvalstroom op (respectievelijk concentraat en beladen kool) die verder moet worden behandeld.

Qua milieubelasting scoort actiefkoolfiltratie dus het best, vanwege het lage energieverbruik. Hierna komt ozon en geavanceerde oxydatie en als laatste de Nano/RO-techniek. Deze laatste techniek heeft als nadeel een hoog energieverbruik en productie van een afvalstroom, maar heeft wel het hoogste verwachte verwijderingsrendement.

De milieubelasting van de verschillende technieken zijn in Tabel 8-5 samengevat.

TABEL 8-5 SAMENVATTING MILIEUBELASTING VERSCHILLENDE TECHNIEKEN EN VERWIJDERINGSRENDEMENT

	Energie	Afvalstroom	Verwijderingsrendement
Actiefkoolfiltratie	Laag	Aanwezig	70 %
Ozon	Middel	Geen	90%
AOP	Middel	Geen	90%
Nano/RO	Hoog	Aanwezig	95 %

#### BIJVANGST

Een ander milieu-aspect dat meegenomen moet worden is of er al dan niet nutriënten kunnen worden teruggewonnen en of er tegelijkertijd verwijdering van overige organische micro-verontreinigingen optreedt (de zogenaamde bijvangst). Deze bijvangst hangt af van de gekozen afvalwaterstroom ( urine, bruin water, zwart water, totale afvalwaterstroom) en wordt niet beïnvloed door de keuze van technieken (zie Tabel 8-1).

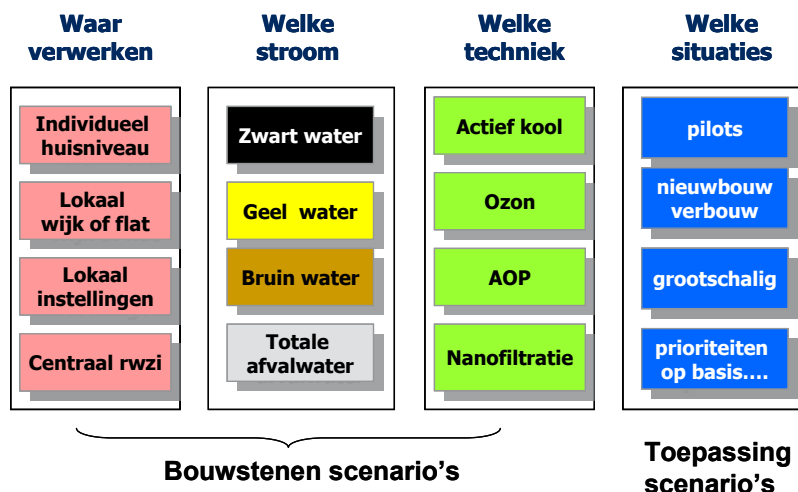
## 8.4 SCENARIO'S GENEESMIDDELEN VERWIJDERING

Op basis van de tot nu toe gepresenteerd informatie kunnen verschillende scenario's worden samengesteld om geneesmiddelen te verwijderen.

Bij het samenstellen van de scenario's dient gemotiveerd een keuze gemaakt te worden over de locaties waar geneesmiddelen verwijderd kunnen worden, het type waterstroom waaruit de geneesmiddelen verwijderd kunnen worden, de technieken en de schaal waarop deze technieken toegepast kunnen worden etc. (zie Figuur 8-3).

FIGUUR 8-3

VOORBEELDEN HOOFDGROUPEN BOUWSTENEN



Naast de keuze met welke technieken en op welke locaties geneesmiddelen verwijderd kunnen worden gaat het er ook om een keuze te maken in welke situaties deze geneesmiddelen verwijderd dienen te worden (prioritering van toepassing scenario's).

Een afweging van technieken is in eerste instantie niet relevant voor een scenarioselectie. Immers de kosten van de verschillende technieken zijn niet doorslaggevend uiteenlopend evenals de verwijderingsrendementen. Alle technieken kunnen op iedere schaal worden uitgevoerd.

Het ligt bij de huidige stand van techniek en ervaring het meest voor de hand als verwijderingstechniek voor verwijdering van geneesmiddelen een combinatie van actief kool met een oxidatietechniek (ozon) te kiezen omdat dit een bewezen combinatie is die relatief veel geneesmiddelen verwijderd tegen een relatief lage prijs.

Door een combinatie van de locatie waar geneesmiddelen verwijderd kunnen worden en het type stroom waaruit ze verwijderd kunnen worden kunnen 16 verschillende scenario's worden samengesteld.

### AFWEGING SCENARIO'S

Voor een afweging welke scenario's het meest geschikt zijn dienen de bouwstenen eerst getoetst te worden op basis van onderstaande criteria:

- Hoofdcriteria:
  - Vrachten;
  - Kosten;
  - Milieurendement (vrachten/kosten).

- Nevencriteria:
  - Milieubelasting;
  - Bijvangst;
  - Aanleg, operationalisering, onderhoud en risico's (de kosten hiervan zijn meegenomen bij de hoofdcriteria);
  - Gebruiksgemak;
  - Sociale acceptatie.

De eerste drie (hoofdcriteria) zijn het belangrijkste. Immers het gaat in principe om vrachtverwijdering tegen aanvaardbare kosten. De overige vijf criteria kunnen de doorslag geven voor de selectie van voorkeursbouwstenen.

Het voert voor deze studie te ver om een uitgebreide afweging te presenteren. In ieder geval kan gesteld worden dat behandeling van bruin of zwart water vanwege het hoge organische stofgehalte en de daaraan verbonden noodzakelijke voorbehandeling niet realistisch is. Tevens is lokale behandeling op huisniveau te duur en te complex.

De meest realistische scenario's zijn weergegeven in Tabel 8-6

**TABEL 8-6** KENMERKEN VIER MEEST REALISTISCHE SCENARIO'S

Scenario's	Hoofdkenmerken	Nevencriteria
1. Urine lokaal inzamelen bij woonwijk of flat en lokaal verwerken	Grote vracht (bij volledige implementatie) tegen relatief lage kosten (euro/kg). Afhankelijk van aanleg urinescheidingsstoiletten. Volledige implementatie duurt lang (minimaal 100 jaar).	Verwijdering geneesmiddelen alleen uit urine (ca 80% totaal) Bijvangst: stikstof en fosfaat terugwinning Ruimtebeslag in woonwijk Operator noodzakelijk
2. Urine lokaal inzamelen bij ziekenhuizen en zorginstellingen en lokaal verwerken	Matige vracht tegen lagere kosten dan woonwijk(euro/kg). Afhankelijk van aanleg urinescheidingsstoiletten. Volledige implementatie duurt lang (minimaal 40 jaar).	Verwijdering geneesmiddelen alleen uit urine (ca 80% totaal) Bijvangst: stikstof en fosfaat terugwinning Ruimtebeslag nabij instelling Operator noodzakelijk
3. Urine lokaal inzamelen, transporteren naar RWZI en centraal op de RWZI verwerken.	Grote vracht (bij volledige implementatie) tegen relatief lage kosten (euro/kg). Afhankelijk van aanleg urinescheidingsstoiletten. Transportafstand belangrijke prijsfactor. Volledige implementatie duurt lang (minimaal 40 jaar).	Verwijdering geneesmiddelen alleen uit urine (ca 80% totaal) Bijvangst: stikstof en fosfaat terugwinning Alleen ondergronds ruimtebeslag
4. Totale afvalwaterstroom op de RWZI verwerken	Alle geneesmiddelen tegen relatief hoge kosten (euro/kg) (verdubbeling van kosten reguliere behandeling afvalwater). Implementatie mogelijk in periode van 2-5 jaar na besluitvorming.	Verwijdering geneesmiddelen uit zowel urine als feces Bijvangst: alle organische microverontreinigingen worden verwijderd. Geen extra ruimtebeslag Gebruik maken van beschikbaar personeel

### CONCLUSIE SCENARIO'S

De kosten van verwijdering van geneesmiddelen worden niet sterk beïnvloed door de te kiezen combinatie van technieken maar eerder door het te behandelen volume (m<sup>3</sup>) en omdat de vracht geneesmiddelen per volume in gescheiden urine veel hoger is dan in het totale afvalwater zijn de kosten bij de behandeling van urine per te verwijderen vracht (euro/kg) veel lager dan bij de behandeling van de totale afvalwaterstroom. Deze kosten (euro/kg) zijn

bij de behandeling van urine afkomstig van ziekenhuizen weer lager dan bij urine afkomstig uit zorginstellingen en woonwijken vanwege de hogere vracht geneesmiddelen per persoon in de emissie vanuit ziekenhuizen.

De verwijdering van geneesmiddelen uit urine is afhankelijk van de aanleg van een urinescheidingsstelsel en dit zal alleen plaatsvinden bij nieuwbouw of verbouw<sup>20</sup>. Dit betekent dat, gezien de omlooptijd van instellingen (ca 40 jaar) en woonhuizen (ca 200 jaar) het een lange tijd zal duren voordat de effecten op het oppervlaktewater zichtbaar zijn. Urinescheidingsstelsels zullen vooral aangelegd worden vanwege de mogelijkheid tot hergebruik van nutriënten die uit de urine teruggewonnen kunnen worden en het is dan ook raadzaam voor de verwijdering van geneesmiddelen bij deze maatschappelijke ontwikkelingen aan te sluiten.

De kosten van verwijdering van geneesmiddelen bij een RWZI zijn, vanwege de grote volumina te behandelen effluent weliswaar hoog, maar hier worden wel alle geneesmiddelen aangepakt (ook die afkomstig zijn van feces) en bovendien worden ook alle overige organische microverontreinigingen die afkomstig zijn uit huishoudens, zoals brandvertragers en weekmakers, verwijderd.

Behandeling van de totale afvalwaterstroom bij een ziekenhuis is vanwege de noodzakelijke voorbehandeling en het grote volume relatief duur (bij de RWZI is hetzelfde proces goedkoper), maar kan lokaal vanwege andere ontwikkelingen toch tot de mogelijkheden behoren (projecten SLIK en Pharmafilter). Immers urinescheiding wordt niet in alle gevallen als wenselijk beoordeeld en behandeling van de totale afvalwaterstroom op een RWZI is vanwege het grote volume mogelijk niet haalbaar.

#### **8.4.1 PRIORITERING IMPLEMENTATIESCENARIO'S**

Waar en wanneer de scenario's bij voorkeur geïmplementeerd kunnen worden kan geprioriteerd worden op basis van de volgende keuzes:

- Vrachten naar ontvangende water
- Concentratie ontvangende water en toxiciteit
- Type ontvangende oppervlaktewater
- Bron voor drinkwaterbereiding
- Nieuwbouw en verbouw

#### **VRACHT- OF CONCENTRATIEBENADERING**

Een belangrijke keuze voor prioritering van maatregelen is de keuze tussen een vrachtbenadering of een concentratiebenadering.

Er is nog weinig bekend over toxicologische effecten van geneesmiddelen in oppervlaktewater. Zeker is dat de ecotoxicologische effecten bepaald worden door de concentraties van stoffen in het water en niet door de vracht die in het water terecht komt. In andere woorden, de verdunning van het aantal kilo's geneesmiddelen die in het water terecht komen bepaalt of er sprake zal zijn van ecotoxicologische risico's en niet het aantal kilo's zelf. Vanuit een risicobeoordeling dienen derhalve die emissies het eerst aangepakt te worden die leiden tot hoge concentraties in het oppervlaktewater.

<sup>20</sup> de kosten van aanleg van een urinescheidingsstelsel zijn niet bij de behandelingskosten meegenomen, omdat er vanuit wordt gegaan dat dit systeem uitsluitend bij nieuwbouw zal worden aangelegd. In nieuwbouwsituaties is de aanleg van een urinescheidingsstelsel nauwelijks hoger dan de aanleg van een conventioneel sanitatiesysteem.

Er zijn ook argumenten om vrachtreductie naar het oppervlaktewater als beoordelingscriterium voor prioritering van implementatie te hanteren, vanuit het principe dat je milieuvreemde stoffen niet in het milieu wilt hebben, ongeacht hun effect, en zoveel mogelijk aan de bron emissie naar het milieu moet reduceren. Vanuit dit principe is het ook niet geoorloofd grote vrachten geneesmiddelen in sterk verdunde stromen via grote wateren naar de zee te laten stromen.

#### TYPE ONTVANGEND WATER

Implementatie van scenario's kan na beoordeling op concentraties geprioriteerd worden op basis van het type water waar de RWZI's op lozen, n.l. hoge of lage natuurwaarde of wel of geen bron voor drinkwater.

### 8.5 MOGELIJKE SCENARIO'S IN HET ONDERZOEKSGBIED

#### VRACHTBENADERING

Wanneer gekozen wordt voor een vrachtbenadering binnen het onderzoeksgebied, bijvoorbeeld aanpak van de RWZI's met een vracht > 50 kg/jaar (zie Bijlage 1, kaart 9), leidt dit tot een prioritering zoals aangegeven in Tabel 8-7. In deze tabel staan de vrachten in kg/jaar aangegeven. In deze tabel staat tevens aangegeven hoeveel instellingen binnen het rioleringsgebied liggen die een bijdrage aan de vracht geneesmiddelen hebben van meer dan 3 %.

Uitgaande van een behandelingsprijs van € 0,50 euro per m<sup>3</sup> zijn de jaarlijkse extra kosten te berekenen wanneer wordt uitgegaan van behandeling op de RWZI (ca 30 miljoen euro/jaar Amsterdam West tot circa 4 miljoen in Soest).

TABEL 8-7 PRIORITERING AANPAK RWZI'S OP BASIS VAN VRACHTEN GENEESMIDDELEN IN HET EFFLUENT VAN DE RWZI'S

RWZI	Debiet 2008 m <sup>3</sup> /jaar	Watergang	Medicijnvracht effluent kg/jaar	Aantal instellingen met bijdrage vracht geneesmiddelen > 3 %
Amsterdam-West	59.210.000	Noordzeekanaal (RWS)	408	0
Utrecht	25.323.216	Vecht (AGV)	187	2 (4,7 en 4,7 %)
Westpoort	20.570.000	Noordzeekanaal (RWS)	156	0
Amersfoort	18.408.460	Valleikanaal (V&E)	137	1 (3,1 %)
Ede	15.047.683	Zijdewetering (V&E)	105	1 (4,1 %)
Horstermeer	9.370.000	Vecht (AGV)	82	0
Nieuwegein	9.433.783	Lek (RWS)	72	1 (6,9 %)
Amstelveen	11.340.000	Amstel (AGV)	63	1 (3,4 %)
Renkum	5.986.602	Nederrijn (RWS)	51	0
Soest	8.251.931	Kromme Sloot (V&E)	57	1 (11,3 %)

#### CONCENTRATIEBENADERING

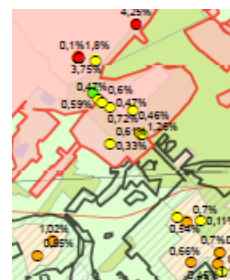
Wanneer gekozen wordt voor een concentratiebenadering komen in aanmerking de RWZI's die zijn opgenomen in Tabel 8-8.

In deze tabel staan de concentraties in het ontvangende oppervlaktewater aangegeven in µg/l. In deze tabel staat tevens aangegeven hoeveel instellingen binnen het rioleringsgebied liggen die een bijdrage aan de vracht geneesmiddelen hebben van meer dan 3 %.

TABEL 8-8 RWZI'S DIE LOZEN OP GEVOELIGE OPPERVLAKTEWATEREN MET EEN RELATIEF HOGE BEREKENDE CONCENTRATIE GENEESMIDDELEN IN DE WATERGANG

RWZI	Debiet 2008 m3/jaar	Watergang	Berekende concentratie in oppervlaktewater in ug/l	Aantal instellingen met bijdrage vracht geneesmiddelen > 3 %
Bennekom	1.315.997	Dijkgraafse Wetering (V&E)	6,59	0
Ede	15.047.683	Zijdewetering (V&E)	5,81	1 (4,1 %)
Zeist	4.663.799	Zeister Grift (HDSR)	5,62	3 (3,9; 3,8 en 4,2 %)
Horstermeer	9.370.000	Vecht (AGV)	3,5	0
De Bilt	5.052.568	Biltsche Grift (HDSR)	3,05	0
Uithoorn	3.950.000	Amstel (AGV)	3,03	1 (7,6 %)
Amersfoort	18.408.460	Eem (V&E)	1,37	1 (3,1 %)

De RWZI Zeist biedt nog de meeste mogelijkheden voor een efficiënte aanpak van reductie van geneesmiddelen emissie door een lokale behandeling. Op deze RWZI is niet alleen de bijdrage van 3 instellingen > 3%, maar bovendien liggen er een groot aantal andere instellingen met een geringere bijdrage dicht bij elkaar (zie plaatje hiernaast). Dit biedt mogelijkheden voor een gecombineerde aanpak zonder de hele RWZI te hoeven behandelen.



Hoewel de bijdrage van individuele instellingen aan de vracht geneesmiddelen niet significant is, moet toch verwijdering van geneesmiddelen bij een ziekenhuis of instelling als zinvol beschouwd worden, zeker wanneer aangesloten kan worden bij andere maatschappelijke ontwikkelingen die het mogelijk maken anders om te gaan met afval(water)stromen. Een bronbenadering sluit immers goed aan bij de aanpak van ook andere diffuse bronnen.

# 9

## CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

### 9.1 ALGHELE CONCLUSIES

- Het is goed mogelijk op basis van kentallen van emissies van geneesmiddelen uit ziekenhuizen, zorginstellingen en woonwijken vrachten geneesmiddelen te berekenen in het effluent van RWZI's.
- De bijdragen aan deze vrachten door individuele instellingen kunnen inzichtelijk worden gemaakt. Dit biedt een voldoende handvat om de effectiviteit van maatregelen op locatieniveau in te schatten en een keuze te maken waar maatregelen kunnen worden genomen.
- Deze studie maakt de complexiteit inzichtelijk van de route van geneesmiddelen vanaf de bron naar het oppervlaktewater en van de berekeningen die leiden tot concentraties in het oppervlaktewater. Deze studie maakt de complexiteit ook behapbaar voor het nemen van beleidsmatige beslissingen.

### 9.2 SAMENVATTENDE CONCLUSIES

#### VRACHTBEREKENINGEN

- De grootste vracht geneesmiddelen in het effluent wordt berekend op basis van kentallen in Amsterdam-West: 408 kg/jaar.
- De grote steden en gemeenten Amsterdam, Utrecht, Amersfoort en Ede hebben vrachten in het effluent boven 100 kg/jaar.
- De kleinste vracht geneesmiddelen in het effluent wordt berekend in Loenen aan de Vecht: 5 kg/jaar.
- In RWZI Zeist is het relatieve aandeel van ziekenhuizen en zorginstellingen samen ca 30%. Bij de overige RWZI's is de bijdrage maximaal ca 20%.
- De bijdrage van individuele locaties aan het in- en effluent is minder dan 5% met uitzondering van 5 locaties.
  - Ziekenhuis in Woerden
  - Zorginstelling Uithoorn
  - Ziekenhuis Hilversum
  - Ziekenhuis Nieuwegein
  - Zorginstelling Baarn

#### CONCENTRATIEBEREKENINGEN

- De concentratie in het oppervlaktewater hangt sterk samen met de vracht in het effluent en de verdunningsfactor van het effluent in het ontvangende water.
- Er worden relatief hoge concentraties berekend in:
  - Zijdewetering (Ede);
  - Dijkgraafwetering (Bennekom);
  - Biltsche Grift (De Bilt);

- Zeister Grift (Zeist);
- Gooiergracht (Hilversum en Blaricum);
- Amstel (Uithoorn);
- Vecht (Loenen);
- De grote vrachten in Amsterdam en Nieuwegein leiden tot lage concentraties door de grote verdunning in de Rijkswateren

#### VERIFICATIEMETINGEN

- De gemeten vrachten in het effluent van vijf van de zes RWZI's, die geselecteerd zijn voor verificatiemetingen, komen goed overeen met de berekende vrachten op basis van kentallen (binnen een factor 2). Zeist is hierop een uitzondering.
- De gemeten concentraties in de watergangen komen bij vier van de zes watergangen goed overeen (binnen een factor 2) met de berekende concentraties, zowel de berekeningen op basis van kentallen, als berekende concentraties op basis van de gemeten vrachten in het effluent. Variatie in de debieten kunnen ten grondslag liggen aan de geringe afwijkingen.
- In de Biltse Grift is de gemeten concentratie geneesmiddelen laag zowel boven als benedenstrooms, waardoor wordt getwijfeld aan de juistheid van het lozingspunt. De gemeten concentratie wijkt meer af dan een factor 2 van de berekende concentraties.
- De gemeten concentratie geneesmiddelen in de Zeister Grift wijkt meer dan een factor 2 af van de berekende concentratie op basis van de berekende vrachten (niet van de berekende concentratie op basis van gemeten vrachten). Mogelijk is het geneesmiddelengebruik in Zeist relatief laag.
- De wateren rondom Utrecht lijken een achtergrondconcentratie te hebben van 0,3-0,5 µg/l.

#### DRINKWATERWINNINGEN

- In grondwater dat wordt beïnvloed door rivieren en/of regionaal oppervlaktewater worden in bijna alle gevallen medicijnresten aangetroffen. Binnen het studiegebied zijn dit Bethunepolder, Lopik, Leersum en Groenekan.
- In winningen met zeer oud water, in goed door kleilagen beschermde winningen en in gebieden met schoon oppervlaktewater worden geen medicijnresten aangetroffen.
- In winningen met jong water en waarvan de bescherming niet optimaal is, is schoon oppervlaktewater van het grootste belang. Dit zijn de winningen Edese Bos, Hoenderloo, Groenekan, Cothen, Tull en 't Waal, Leidsche Rijn, Linschoten, Bunnik, Woerden – Kamerik.
- Lekkende riolering kan ook de drinkwaterwinning beïnvloeden. Er zijn weinig metingen van bekend. Op basis van de macrochemie is bekend dat invloed van riolering vooral in de (zeer) kwetsbare winningen plaatsvindt. Dit zijn Edese Bos, Laren, Amersfoort Berg, Soestduinen, Bilthoven, Beerschoten, Zeist, Doorn, Bunnik, Woerden – Kamerik en de Bethunepolder.

#### CALUX- METINGEN EN TOXICITEIT

- De hormoonverstorende activiteit (gemeten met de ER-Calux-meting) van het influent van de bemonsterde RWZI's wordt grotendeels verwijderd door de processen in de RWZI's. De gemeten activiteit in de oppervlaktewateren komt globaal overeen met de activiteit in de effluënten, zowel stroomopwaarts als stroomafwaarts. Er is niet een eenduidige correlatie tussen de ER-Calux in de oppervlaktewateren en de gemeten totaal gehalten geneesmiddelen in de oppervlaktewateren. Wat betreft de hormoonverstoring gaat het om specifieke geneesmiddelen en hormonen en deze zijn niet gemeten. Ook zijn er naast geneesmidde-



len en hormonen andere stoffen die hormoonverstorend kunnen werken. Bij drie van de zes wateren zijn ER-Calux waarden aangetroffen  $> 1$  ng EEQ/l ( de PNEC-waarde<sup>21</sup>).

- De glucocorticoïde activiteit (gemeten met de GR-Calux-meting) van het effluent van RWZI's is bij de meeste gevallen hoger dan deze activiteit in het influent. Er zijn blijkbaar omzettingen producten ten gevolge van de processen in een RWZI die een hogere glucocorticoïde activiteit hebben dan de oorspronkelijke stoffen in het influent. De activiteit in het oppervlaktewater is in alle gevallen lager dan de activiteit in het effluent. Er is nog weinig bekend over de toxiciteit van de GR-Calux voor niet humane organismen en er is ook nog geen drempelwaarde.

#### MAATREGELEN

- Het milieurendement<sup>22</sup> van de verwijdering van geneesmiddelen uit urine bij een ziekenhuis of zorginstelling is relatief hoog, maar de bijdrage aan de totale emissiereductie bij een RWZI is beperkt. Immers de grootste vracht geneesmiddelen die bij een RWZI aankomt is afkomstig van woonwijken;
- De verwijdering van geneesmiddelen bij RWZI's is, vanwege het grote volume te behandelen water, relatief duur, maar daar worden ook alle overige organische microverontreinigingen verwijderd;
- Uit deze studie blijkt uit welke RWZI's de grootste vracht geneesmiddelen afkomstig zijn. Deze vrachten kunnen gebruikt worden voor een prioritering van maatregelen op grond van een vrachtbenadering.
- Een concentratiebenadering in het oppervlaktewater en een analyse van gevoelige watergangen leidt tot een andere prioritering van RWZI's waar maatregelen moeten worden genomen.
- Hoewel de bijdrage van individuele instellingen aan de vracht geneesmiddelen niet significant is, moet toch verwijdering van geneesmiddelen bij een ziekenhuis of instelling als zinvol beschouwd worden, zeker wanneer aangesloten kan worden bij andere maatschappelijke ontwikkelingen die het mogelijk maken anders om te gaan met afval(water)stromen. Een bronbenadering sluit immers goed aan bij de aanpak van ook andere diffuse bronnen.

### 9.3 AANBEVELINGEN

Wanneer besloten wordt locatiespecifiek maatregelen te nemen wordt aanbevolen voor het nemen van deze maatregelen aanvullende metingen te verrichten om het rendement beter te kunnen bepalen. Het betreft:

- Jaar rond metingen van influent en effluent RWZI en concentratie in oppervlaktewater;
- Meting van ander organische microverontreinigingen.

Daarnaast is het landelijk gezien belangrijk:

- meer inzicht te krijgen in de afbraak van (specifieke) geneesmiddelen in oppervlaktewater en de zee om het nemen van maatregelen te kunnen vergelijken met autonomen ontwikkelingen.
- Meer inzicht te verkrijgen in de ecotoxicologische effecten van geneesmiddelen
- Meer inzicht te verkrijgen in het gedrag van geneesmiddelen in de ondergrond om de juiste maatregelen ter bescherming van de drinkwatervoorraad te kunnen dimensioneren.

21 Predicted No Effect Concentration (= 'veilige waarde')

22 euro/verwijderde kg geneesmiddel

# 10

## REFERENTIES

Aa, van der N.G.F.M., Kommer, G.J., de Groot, G.M. en Versteegh, J.F.M. (2008). Geneesmiddelen in bronnen voor drinkwater. Monitoring, toekomstig gebruik en beleidsmaatregelen. RIVM rapport 609715002/2008.

Caldwell, DJ, Mastrocco, Hutchinson TH, Länge R, Heijerick D, Janssen C, Anderson PD en JP Sumpter. (2008). Derivation of an aquatic predicted No-Effect-Concentration for the synthetic hormone, 17 $\alpha$ -Ethinylestradiol. *Environmental Science and Technology*, Vol 42, 7046 – 7054.

Chang, H., Hu J. and Shao B. (2007). Occurrence of natural and synthetic glucocorticoids in sewage treatment plants and receiving river waters. *Environmental science and technology*. 41: 3462-3468.

Chang, H., Wan Y. and Hu J. (2009). Determination and source apportionment of five classes of steroid hormones in urban rivers. *Environmental Science and technology*. 43: 7691-7698.

Christen, V., S. Hickmann, B. Rechenberg en K. Fent. (2010). Highly active human pharmaceuticals in aquatic systems: A concept for their identification based on their mode of action. *Aquatic Toxicology*. Vol 96. 167 -181.

Clevers, M. (2003). Aquatic ecotoxicity of pharmaceuticals including the assessment of combination effects. *Toxicology Letters* 142: 185-194.

Fent K., A.A. Weston en D. Caminada. (2005). Ecotoxicology of human pharmaceuticals. *Aquatic Toxicology* Vol 76, pag. 122-159.

Grontmij|AquaSense (2008). Monitoring hormonen en geneesmiddelen: Analyses van effluent en oppervlaktewater. Rapport in opdracht van Waterschap de Dommel. Rapportnummer 239607.

Grontmij|AquaSense. (2009). Onderzoek naar hormoonverstoorders en geneesmiddelen in effluent. RWZI Steenwijk, RWZI Echten en ziekenhuis Bethesda in Hoogeveen. Rapportnummer 261572.

Grontmij|AquaSense (2009). Monitoring hormoonverstorende activiteit in de Oude Rijn en de Kromme Rijn in 2008. Rapportnummer 244645.

Grontmij. Bronnenonderzoek bestrijdings- en geneesmiddelen drinkwater Utrecht. Trends en herkomst aangetroffen bestrijdingsmiddelen en geneesmiddelen in de winningen Bethunepolder, Woerden-Kamerik, Groenekan en Bunnik. Opdrachtgever provincie Utrecht.

Guler, Y., en A.T. Ford. (2010). Anti-depressants make amphipods see the light. *Aquatic Toxicology*. Vol 10.

Holland, W., Morrison, T., Chang, Y., Wiernsperger, N., Stith, B.J., 2004. Metformin (glucophage) inhibits tyrosine phosphatase activity to stimulate the insulin receptor tyrosine kinase. *Biochem. Pharmacol.* 67 (11), 2081–2091.

Huggett, D.B., Cook, J.C., Ericson, J.F., Williams, R.T. (2003). Theoretical Model for Utilizing Mammalian Pharmacology and Safety Data to Prioritize Potential Impacts of Human Pharmaceuticals to Fish. *Human and Ecological Risk Assessment*, 9, 1789-1799.

Kostisch, M., Lazorchak, J.M. (2008). Risks to aquatic organisms posed by human pharmaceutical use. *Science of the Total Environment*, 389 (2) 329-339(11).

Lienert et al, 2007. Lienert, J., Güdel, K., Escher, B. Screening Method for Ecotoxicological Hazard Assessment of 42 Pharmaceuticals Considering Human Metabolism and Excretory Routes. *Environ. Sci. Technol.* 2007, 41, 4471-4478.

Rademaker W. en M. de Lange. De risico's van geneesmiddelen in het aquatisch milieu (H20/5-2009).

RIWA (2009). Temporal variation in multiple hormonal activities of surface waters located in the Dutch part of the Rhine basin.

STOWA (2003). Verwijdering van hormoonverstorende stoffen in rioolwaterzuiveringsinstallaties. Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA), Utrecht. Rapportnummer 2003-15.

STOWA (2008). Bepaling geneesmiddelen en toxiciteit effluent RWZI's. Gecombineerd onderzoek, bio-assays en chemie. Grontmij | AquaSense met Kiwa Water Research en RIVM. In opdracht van STOWA, Utrecht.

STOWA, 2007-3. Verg(h)ulde Pillen deel A Bureaustudie. Grontmij

STOWA, 2009- W-01 Verg(h)ulde Pillen, Refaja Stadskanaal. Grontmij

STOWA, 2009- W-02 Verg(h)ulde Pillen, LUMC Leiden. Grontmij

STOWA, 2009-W-03 Verg(h)ulde Pillen, Antonius Nieuwegein. Grontmij

STOWA, 2009-06. Verg(h)ulde Pillen. Eindrapport: Deel B - Case studies bij het Refaja Ziekenhuis te Stadskanaal, het St. Antonius Ziekenhuis te Nieuwegein en het Leids Universitair Medisch Centrum. Grontmij

STOWA 2010-06. ZORG. Zoeken naar Oplossingen voor Reductie van Geneesmiddelen emissies uit zorginstellingen. Deel A. Bureaustudie. Grontmij

STOWA 2011 W-01 t/m W-08. ZORG. Deel B ( 8 individuele rapporten) en deel C (eindrapportage

STOWA 2011-02. ZORG. Deel C (eindrapportage).

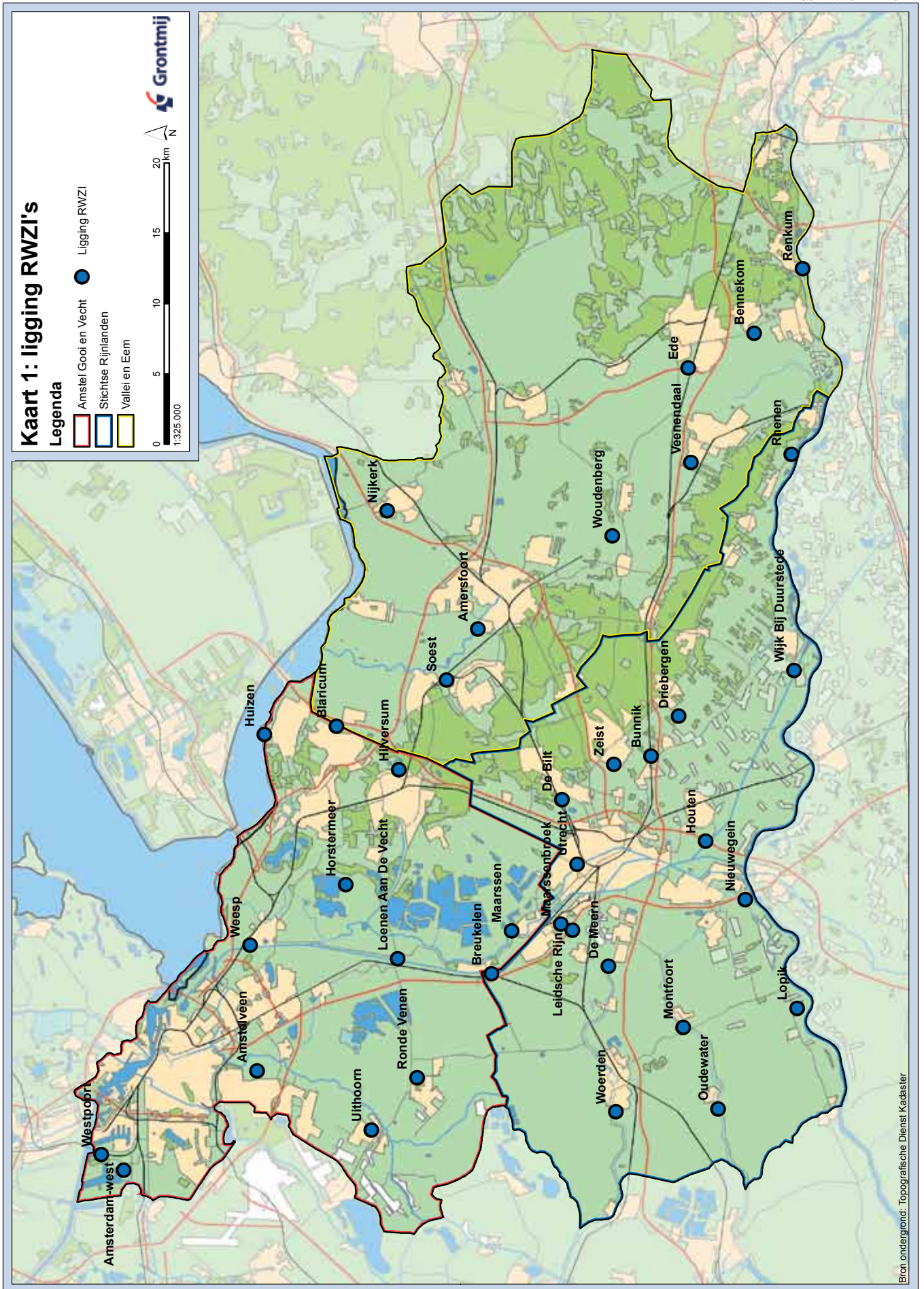
TU-Harburg database; <https://www.tu-harburg.de/aww/pharma/>

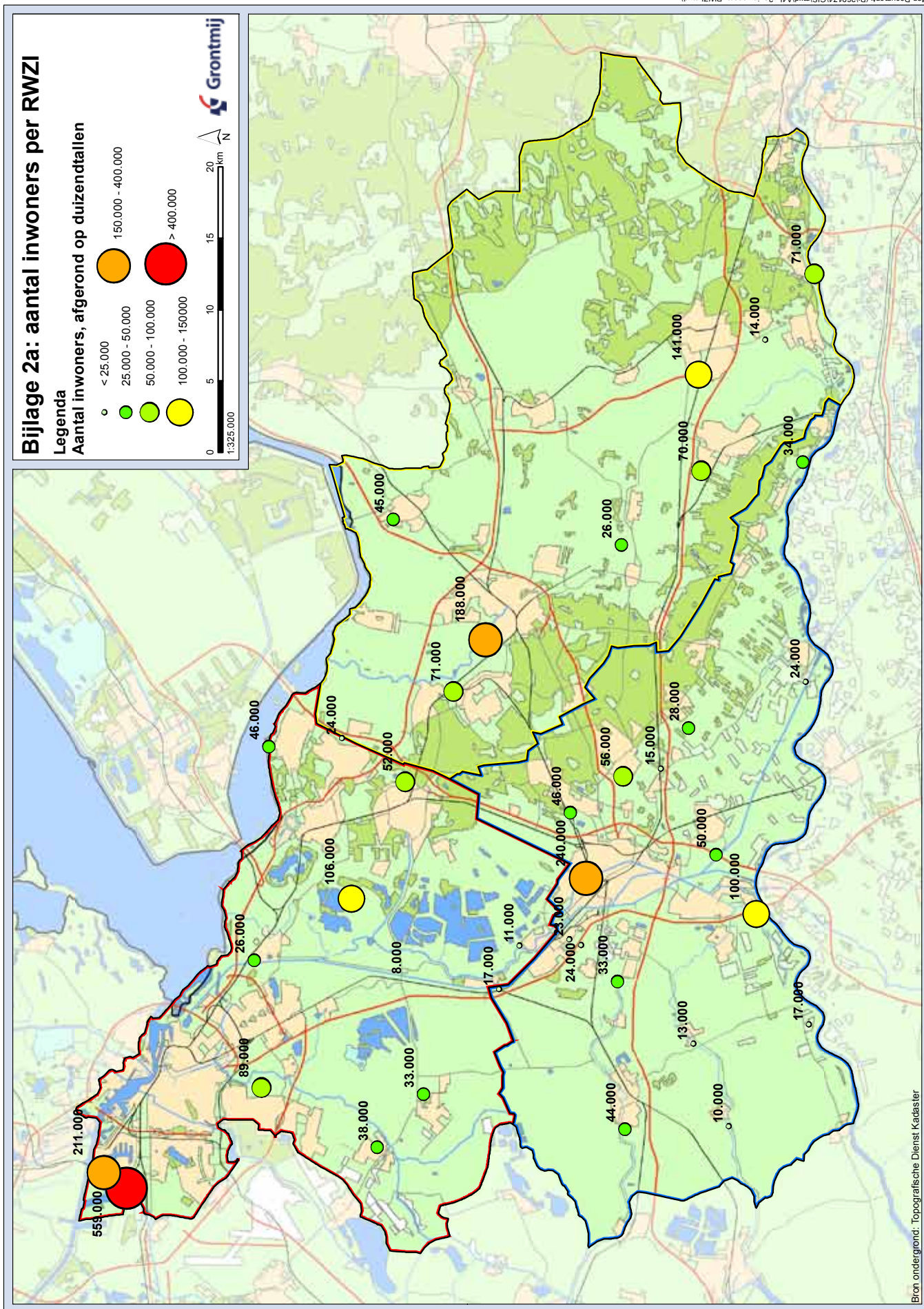
Vethaak, A.D., G.B.J. Rijs, S.M. Schrap, H. Ruiters, A. Gerritsen & J. Lahr (2002) Estrogens and xenoestrogens in the aquatic environment of the Netherlands. Occurrence, Potency and Biological Effects. Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment (RIZA) and Institute for Coastal and Marine Management (RIKZ). RIZA/RIKZ-report no. 2002.001

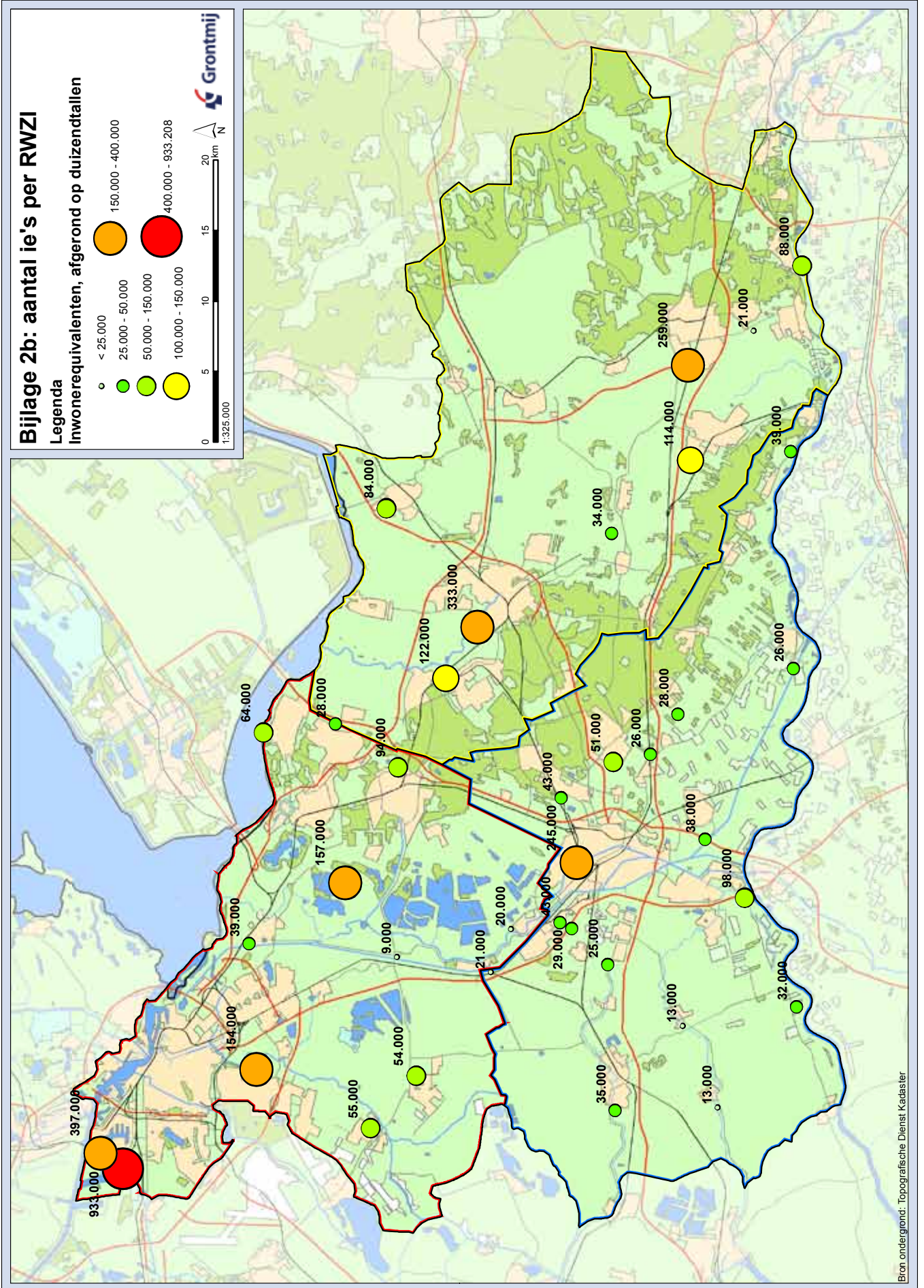
**BIJLAGE 1**

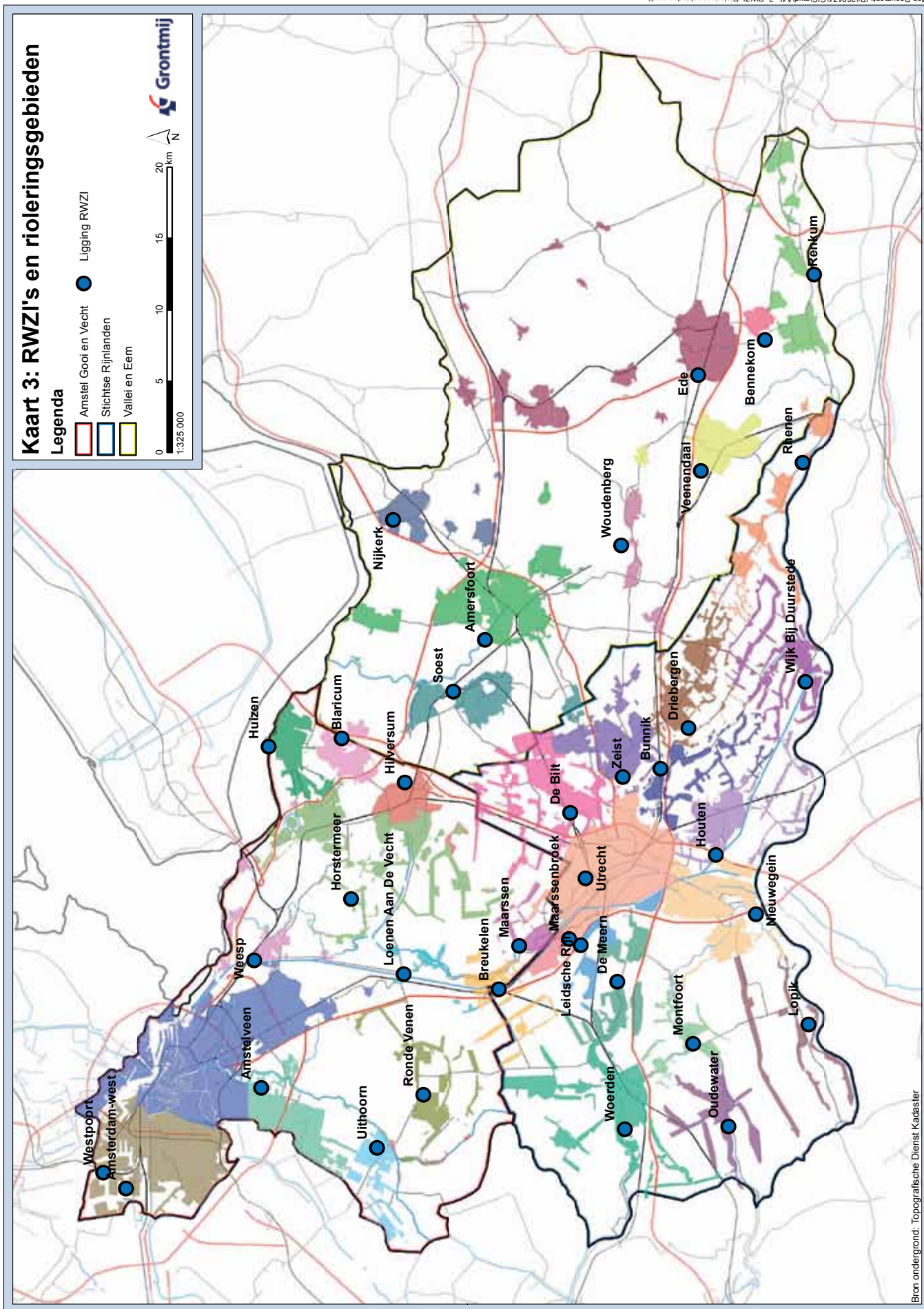
# KAARTEN

- KAART 1**    **LIGGING RWZI'S**
- KAART 2A**    **INWONERS PER RWZI**
- KAART 2B**    **INWONEREQUIVALENTEN PER RWZI**
- KAART 3**    **RIOLERINGSGEBIED PER RWZI**
- KAART 4**    **BEVOLKINGSDICHTHEID**
- KAART 5**    **ZORGINSTELLINGEN PER TYPE**
- KAART 6**    **GENEESMIDDELENVRACHT INFLUENT PER RWZI**
- KAART 7AB**    **BIJDRAGE ZORGINSTELLINGEN AAN RWZI ZEIST (A) EN AMERSFOORT (B)**
- KAART 7CD**    **BIJDRAGE ZORGINSTELLINGEN AAN RWZI AMSTERDAM (C) EN UITHOORN (D)**
- KAART 8**    **BIJDRAGE > 3% VAN ZORGINSTELLINGEN AAN VRACHT GENEESMIDDELEN IN INFLUENT**
- KAART 9**    **GENEESMIDDELENVRACHT EFFLUENT PER RWZI**
- KAART 10**    **LIGGING RWZI'S, LOZINGSPUNTEN EN VERDUNNINGSFACOR PER RWZI**
- KAART 11**    **TOTAALCONCENTRATIES GENEESMIDDELEN IN OPPERVLAKTEWATER**
- KAART 12**    **DRINKWATERWINNINGEN EN LIGGING RIOLERINGSGEBIEDEN**
- KAART 13**    **DIKTE DEKLAAG**

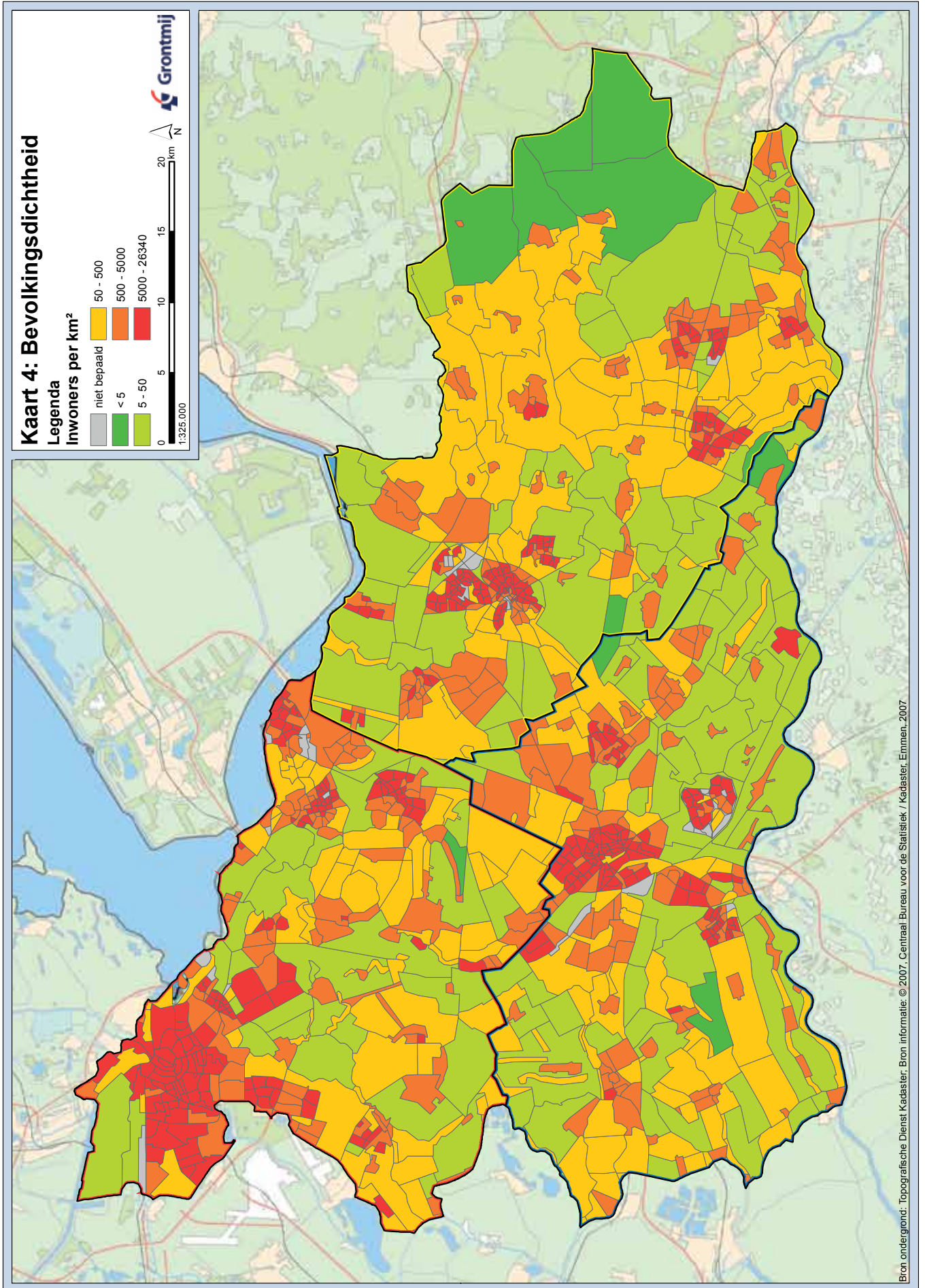


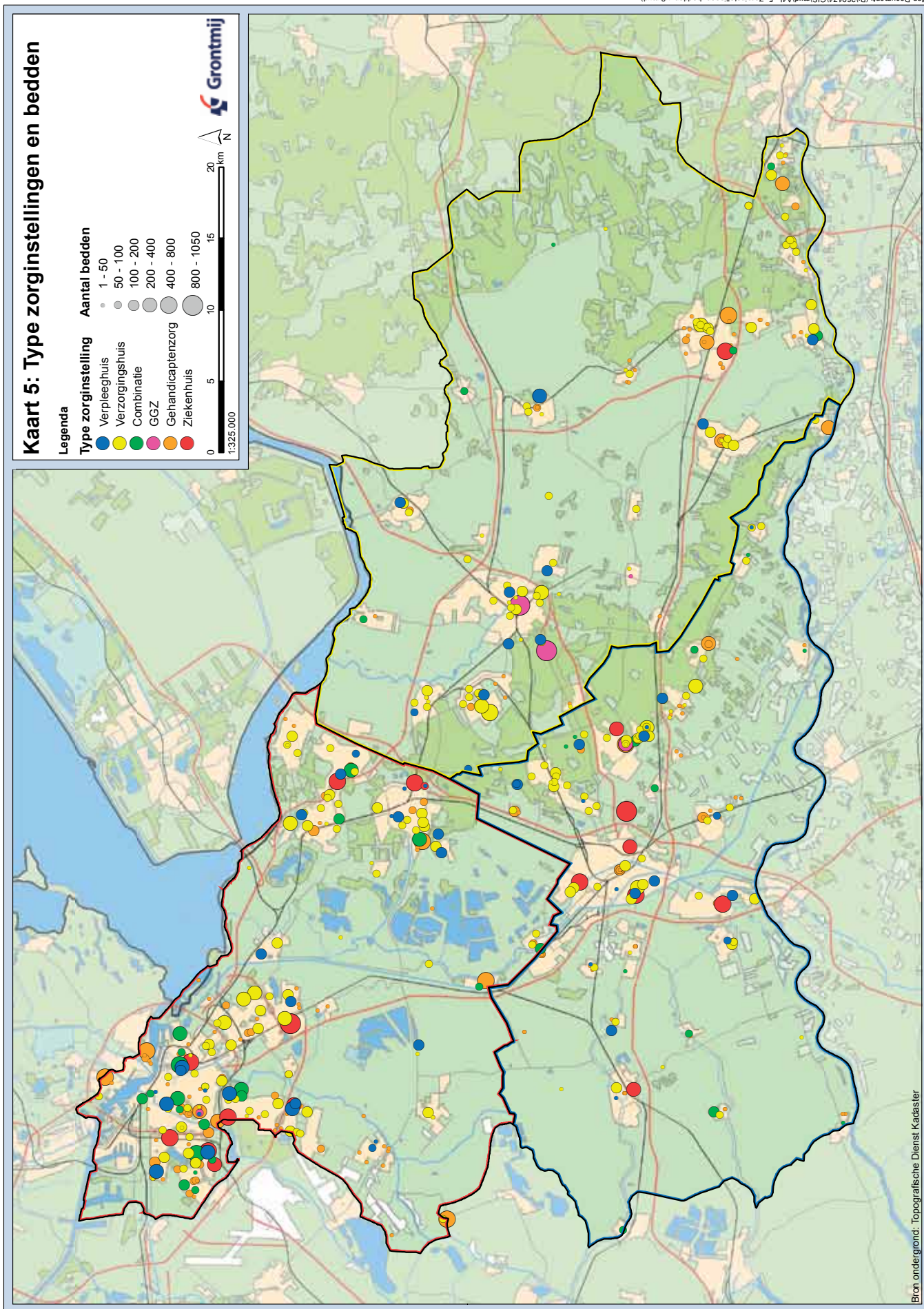


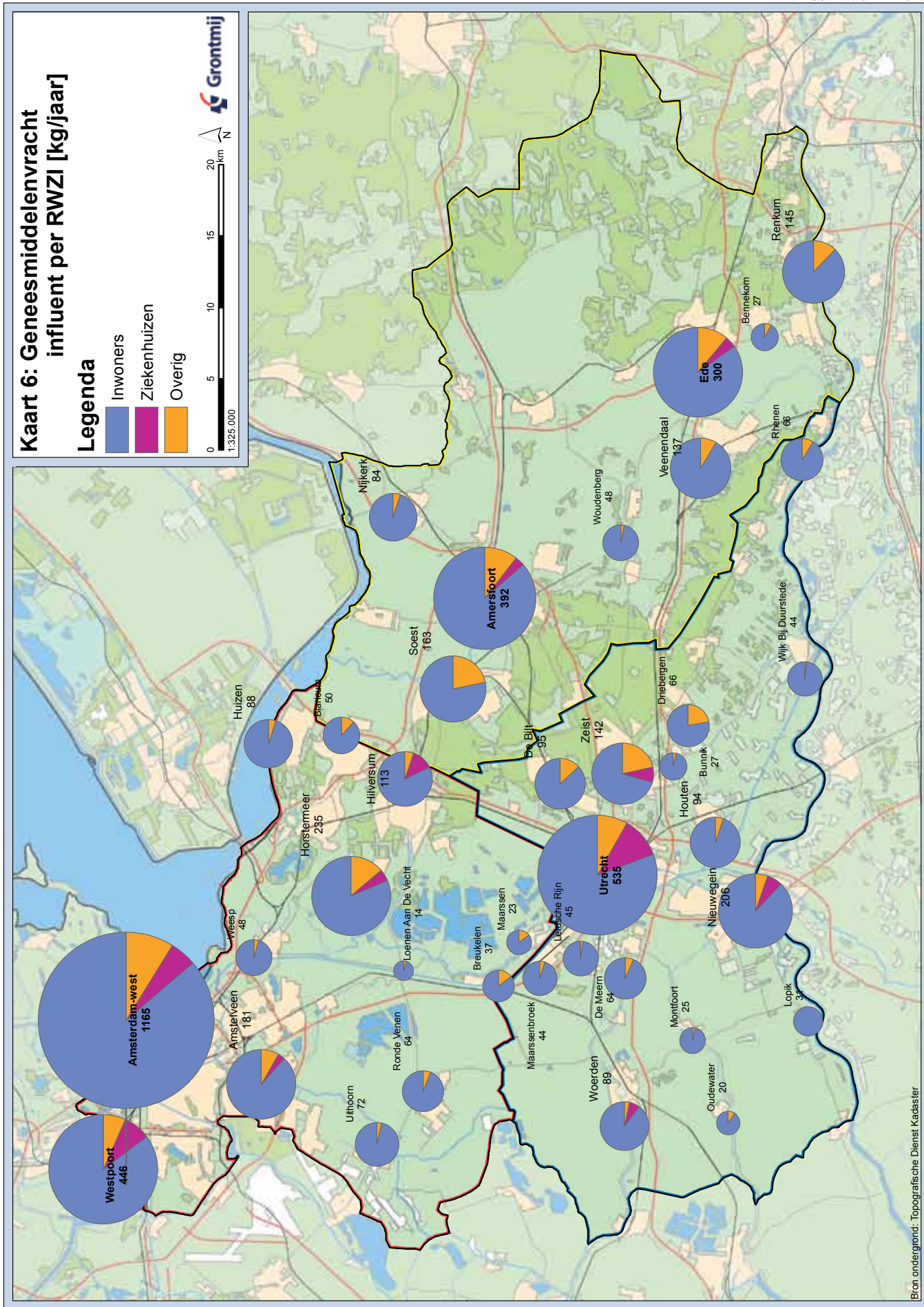


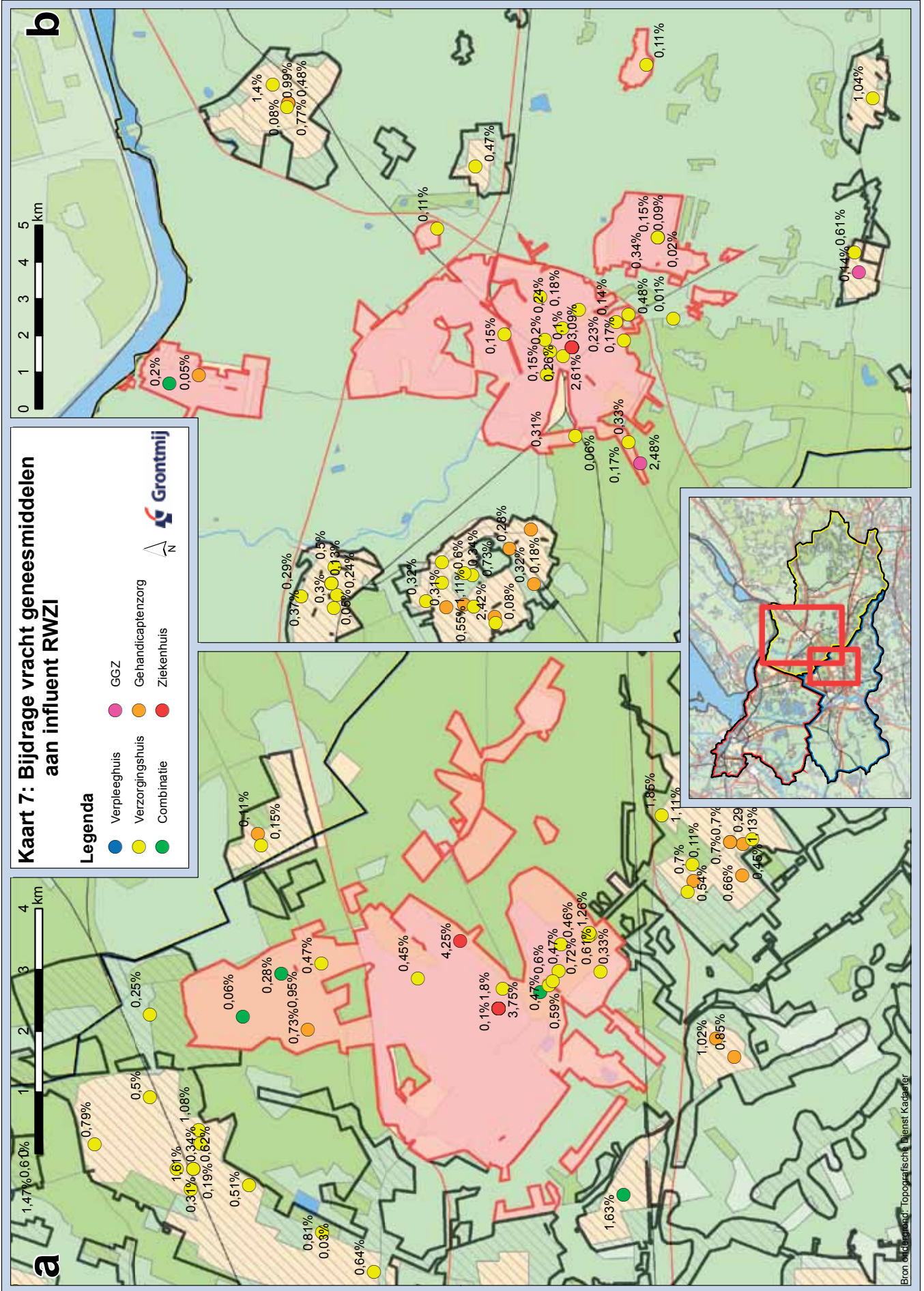


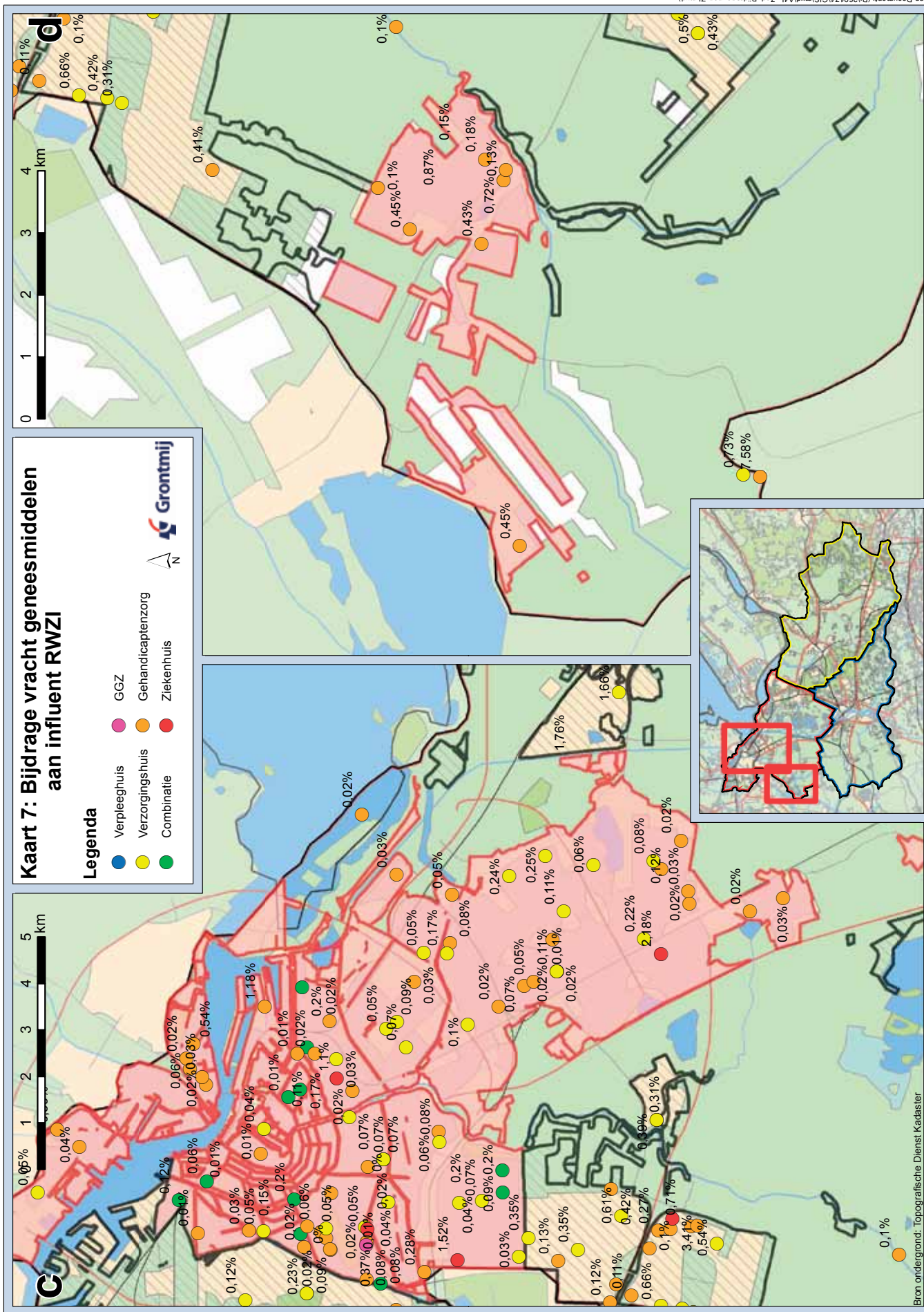








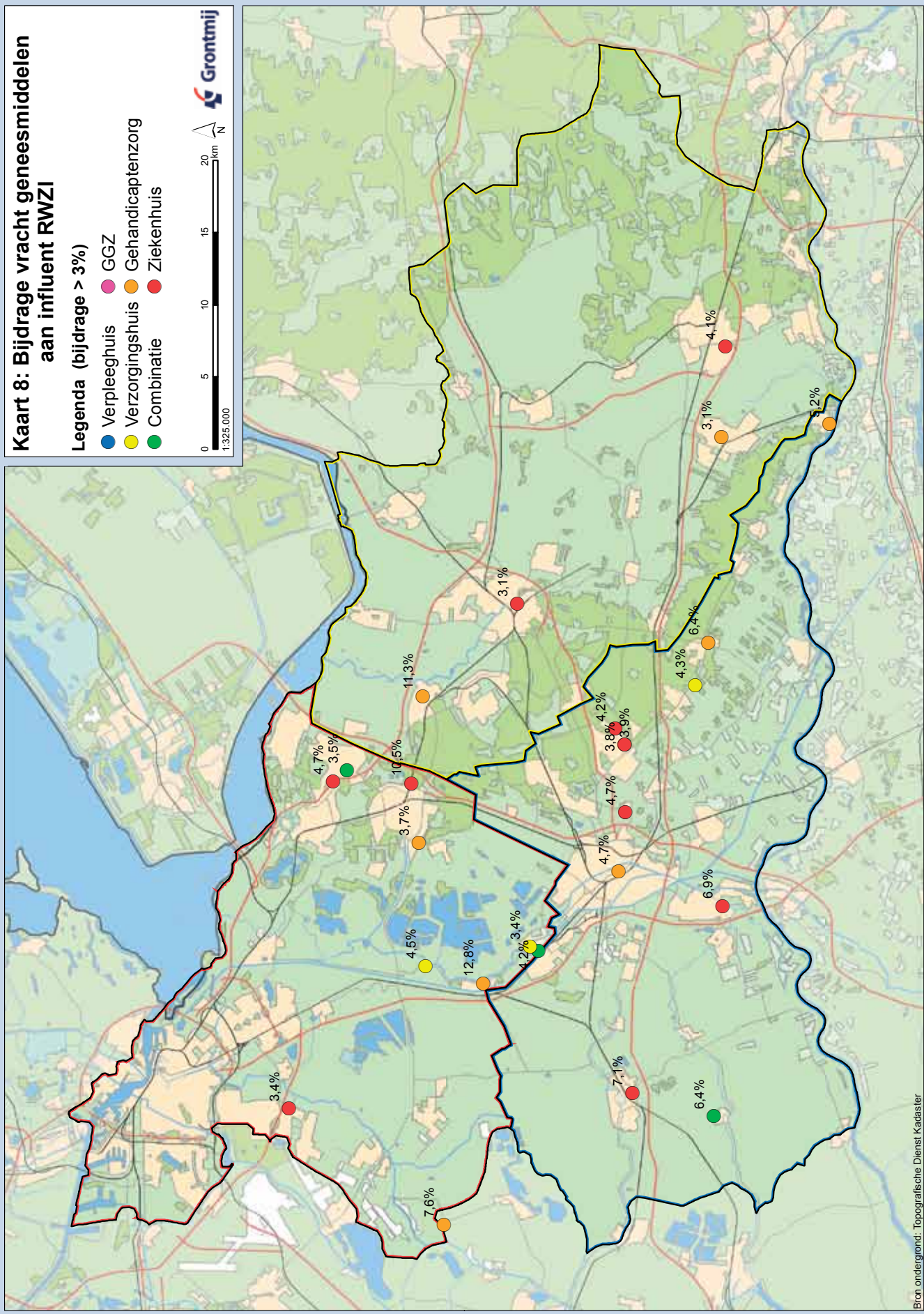




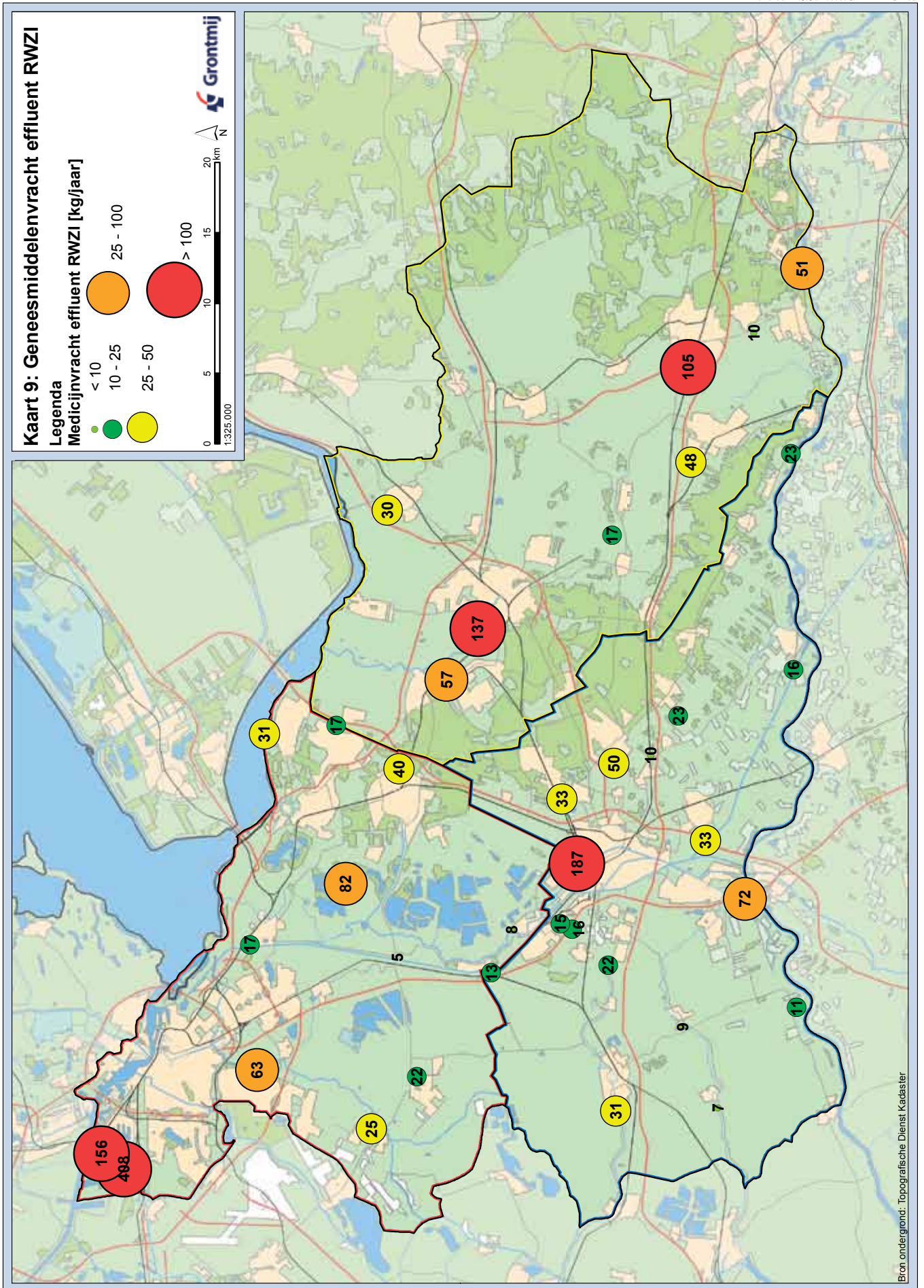
### Kaart 8: Bijdrage vracht geneesmiddelen aan influent RWZI

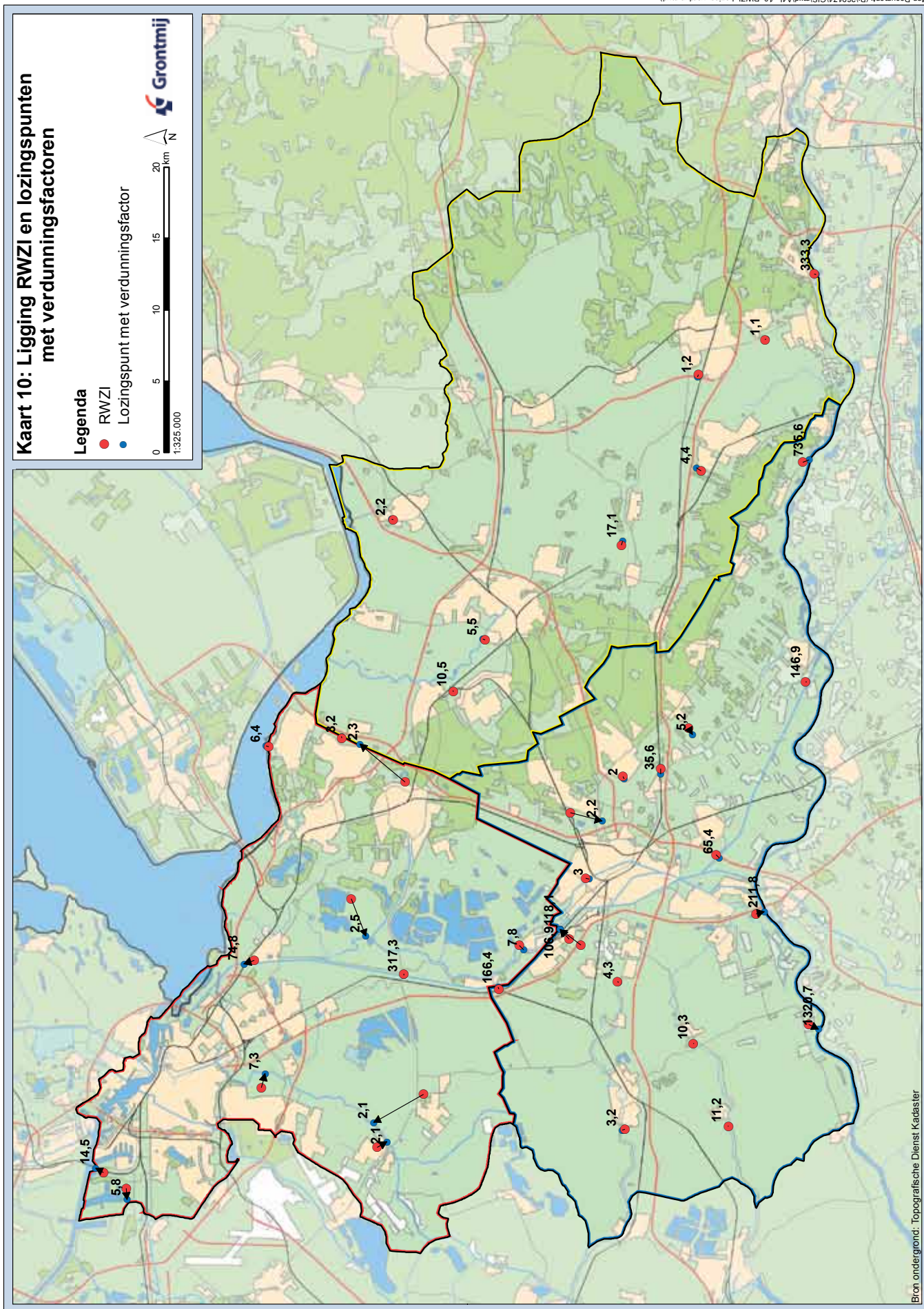
Legenda (bijdrage > 3%)

- Verpleeghuis
- GGZ
- Verzorgingshuis
- Gehandicapenzorg
- Combinatie
- Ziekenhuis

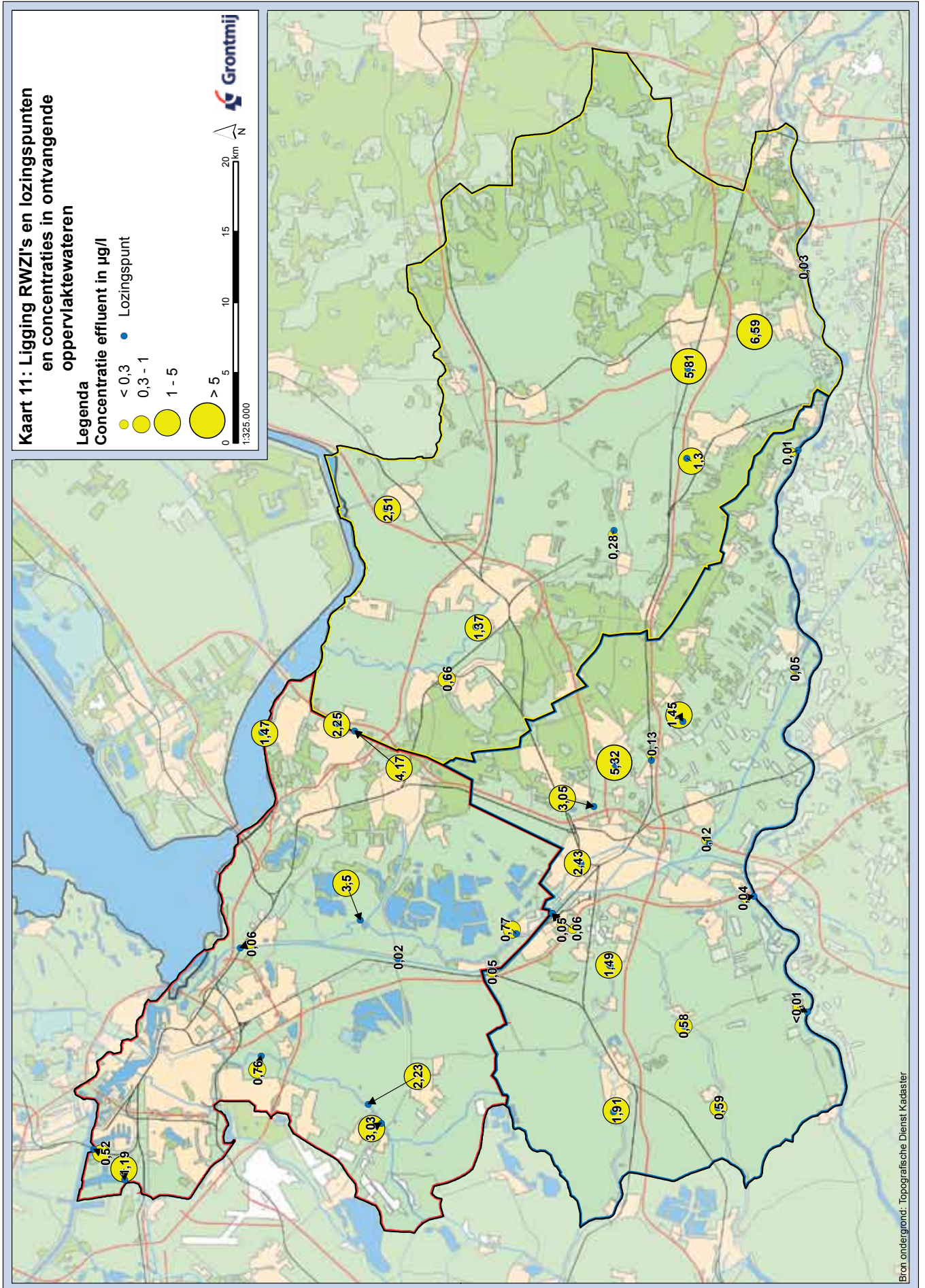


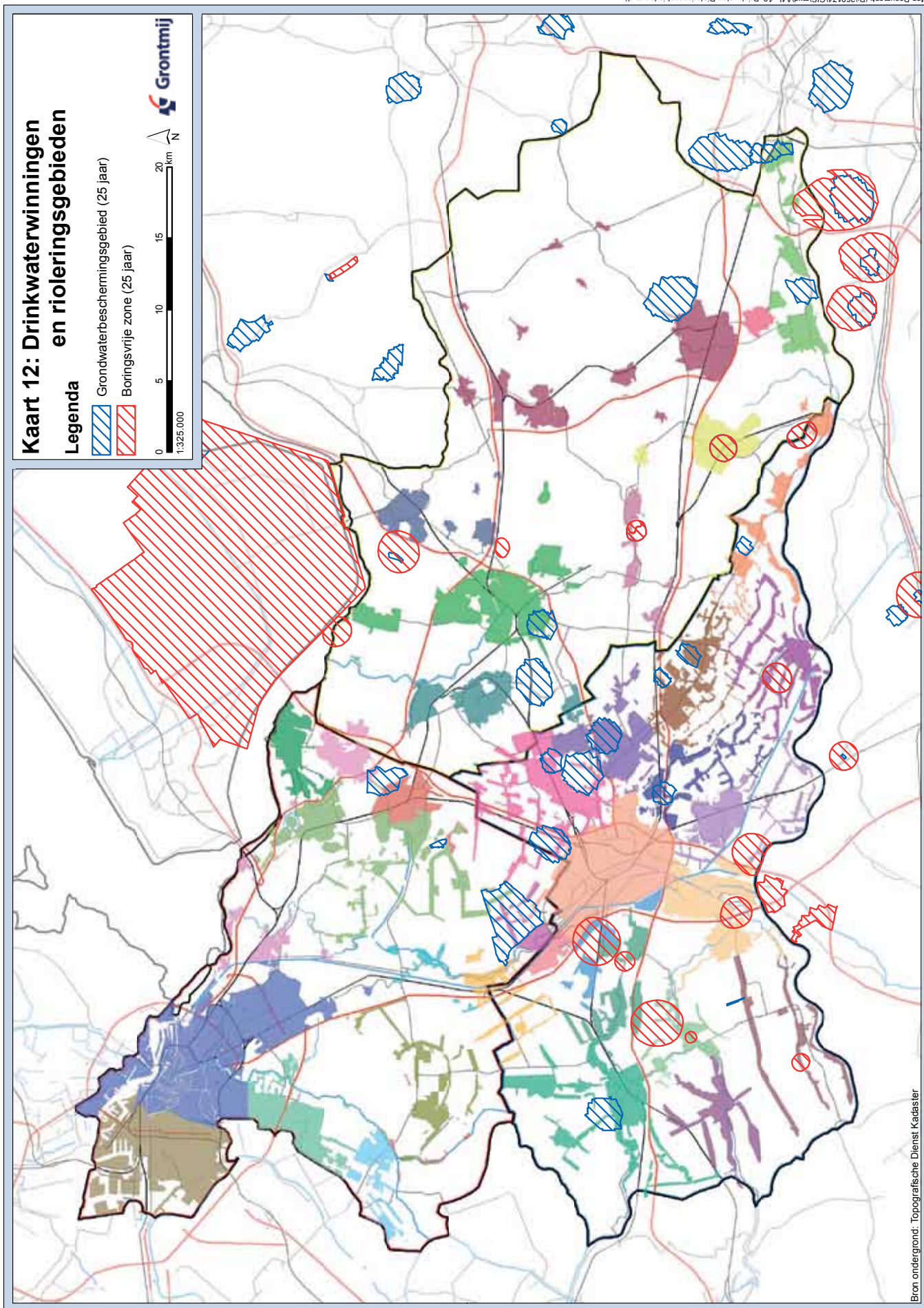
Bron ondergrond: Topografische Dienst Kadaster

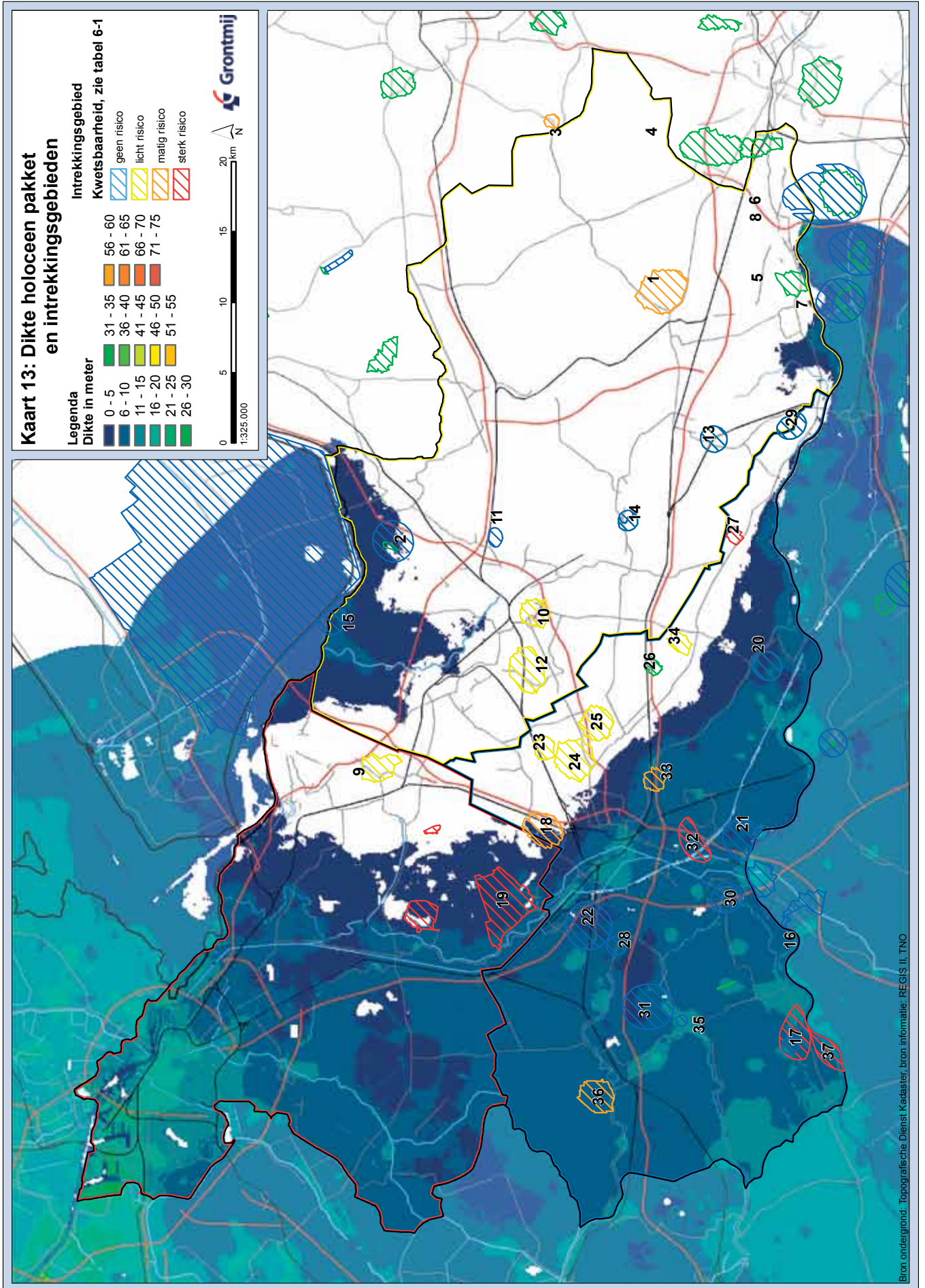












## BIJLAGE 2

## ANALYSEPAKKETTEN

Onderstaande analyses zijn uitgevoerd door het laboratorium van Omegam te Amsterdam.

## Pakketoverzicht

GENEESMIDDELEN PAKKET 1						
art.nr	matrix / verbindingen	CAS.nr	rap.grens	verpakking / toepassing	accr.	
<b>4813</b>	<b>Afvalwater</b>			<b>1 x OME 422</b>		
	bezafibraat	41859-67-0	0.01 µg/l	hart en vaatmiddel	Q	
	chloramphenicol	56-75-7	0.01 µg/l	antibiotica	-	
	clofibrinezuur	882-09-7	0.01 µg/l	metaboliët	-	
	cloxacilline	61-72-3	0.01 µg/l	antibiotica	Q	
	diclofenac	15307-86-5	0.01 µg/l	pijnstiller	Q	
	dicloxacilline	3116-76-5	0.01 µg/l	antibiotica	Q	
	fenopropfen	31879-5-7	0.01 µg/l	anti reumaticum	Q	
	gemfibrozil	25812-30-0	0.01 µg/l	hart en vaatmiddel	Q	
	ibuprofen	15687-27-1	0.01 µg/l	pijnstiller	-	
	indomethacine	53-86-1	0.02 µg/l	pijnstiller	-	
	ketoprofen	22071-15-4	0.01 µg/l	pijnstiller / anti reuma	-	
	naftilline	147-52-4	0.01 µg/l	antibiotica	-	
	naproxen	22204-53-1	0.02 µg/l	pijnstiller	Q	
	oxacilline	66-79-5	0.01 µg/l	antibiotica	Q	
	sulfamethoxazol	723-46-6	0.01 µg/l	antibiotica	Q	
	tolfenaminezuur	13710-19-5	0.01 µg/l	anti reumaticum	Q	
	<b>(16 verbindingen)</b>					

\*Q\* Deze verrichting maakt deel uit van de RVA-erkenning van Omegam Laboratoria voor de matrix oppervlaktewater.

GENEESMIDDELEN PAKKET 2						
art.nr	matrix / verbindingen	CAS.nr	rap.grens	verpakking / toepassing	accr.	
<b>4814</b>	<b>Afvalwater</b>			<b>1 x OME 422</b>		
	17a-ethynylestradiol	57-91-0	0.5 µg/l	synthetisch hormoon	-	
	4-dimethylaminoantipyrine	58-15-1	0.05 µg/l	pijnstiller	Q	
	carbamazepine	298-46-4	0.01 µg/l	anti epilepticum	Q	
	clofibraat	637-07-0	0.02 µg/l	hart en vaatmiddel	-	
	coffeine	58-08-2	0.05 µg/l	diversen	-	
	cyclofosfamide	50-18-0	0.01 µg/l	cytostatica	Q	
	dapson	80-08-0	0.05 µg/l	antibiotica	Q	
	erythromycine	114-07-8	0.01 µg/l	antibiotica	Q	
	fenazon	60-80-0	0.01 µg/l	pijnstiller	Q	
	fenofibraat	49562-28-9	0.01 µg/l	hart en vaatmiddel	-	
	fenoterol	13392-18-2	0.01 µg/l	bronchospasmodicum	-	
	lincomycine	154-21-2	0.01 µg/l	antibiotica	Q	
	metoprolol	37350-58-6	0.01 µg/l	hart en vaatmiddel	-	
	monensin	17090-79-8	0.01 µg/l	antibiotica	-	
	oestron	53-16-7	0.05 µg/l	natuurlijk hormoon	-	
	oleandomycine	7060-74-4	0.02 µg/l	antibiotica	-	
	pentoxifylline	6493-05-6	0.01 µg/l	hart en vaatmiddel	-	
	primidon	125-33-7	0.01 µg/l	anti epilepticum	Q	
	progesteron	57-83-0	0.01 µg/l	natuurlijk hormoon	Q	
	propranolol	318-98-9	0.01 µg/l	hart en vaatmiddel	Q	
	roxithromycine	80214-83-1	0.01 µg/l	antibiotica	-	
	spiramycine	8025-81-8	0.05 µg/l	antibiotica	-	
	sulfadimidine	57-68-1	0.05 µg/l	antibiotica	-	
	tiamine	55297-95-5	0.01 µg/l	antibiotica	-	
	trimethoprim	738-70-5	0.02 µg/l	antibiotica	Q	
	<b>(25 verbindingen)</b>					

\*Q\* Deze verrichting maakt deel uit van de RVA-erkenning van Omegam Laboratoria voor de matrix oppervlaktewater.

## Bijlage 2: Analysepakketten (Vervolg 1)

GENEESMIDDELEN PAKKET 3					
art.nr	matrix / verbindingen	CAS.nr	rap.grens	verpakking / toepassing	accr.
5686	<b>Afvalwater</b>			<b>1 x OME 422</b>	
	clarithromycine	81103-11-9	0.05 µg/l	antibiotica	-
	furazolidon	67-45-8	0.1 µg/l	antibiotica	-
	lidocaine	137-58-6	0.01 µg/l	pijnstiller	-
	sotalol	3930-20-9	0.05 µg/l	hart en vaatmiddel	-
	sulfadimethoxine	122-11-2	0.01 µg/l	antibiotica	-
	<i>(5 verbindingen)</i>				

GENEESMIDDELEN PAKKET 4					
art.nr	matrix / verbindingen	CAS.nr	rap.grens	verpakking / toepassing	accr.
5692	<b>Afvalwater</b>			<b>1 x OME 422</b>	
	sulfachloorpyridazine	80-32-0	0.1 µg/l	antibiotica	-
	sulfaquinoxaline	59-40-5	0.05 µg/l	antibiotica	-
	<i>(2 verbindingen)</i>				

GENEESMIDDELEN PAKKET 5					
art.nr	matrix / verbindingen	CAS.nr	rap.grens	verpakking / toepassing	accr.
5693	<b>Afvalwater</b>			<b>1 x OME 422</b>	
	azitromycine	83905-01-5	0.05 µg/l	antibiotica	-
	<i>(1 verbinding)</i>				

EXTRA GENEESMIDDELEN ONDERZOEKSPLAN					
art.nr	matrix / verbindingen	CAS.nr	rap.grens	verpakking / toepassing	accr.
4813	<b>Afvalwater</b>			<b>1 x OME 422</b>	
	acetylcysteine	616-91-1	- µg/l	-	-
	metformine	1115-70-4	- µg/l	-	-
	dipyridamol	85-32-2	- µg/l	-	-
	furosemide	54-31-9	- µg/l	-	-
	valproïnezuur	1069-66-5	- µg/l	-	-
	levatiracetam	102767-28-2	- µg/l	-	-
	fluclozilline	5250-39-5	- µg/l	-	-
	metronidazol	443-48-1	- µg/l	-	-
	levothyroxine	51-48-9	- µg/l	-	-
	vigabatrine	60643-86-9	- µg/l	-	-
	gabapentine	60142-96-3	- µg/l	-	-
	pipamperon	2448-68-2	- µg/l	-	-
	<i>(12 verbindingen)</i>				

**ONDERZOEK NIEUWE GENEESMIDDELEN**

T.b.v. de geneesmiddelen in het kader van het ZORG project heeft eerst een onderzoek plaatsgevonden om na te gaan in hoeverre deze geneesmiddelen kwantitatief te bepalen zijn. De resultaten van dit onderzoek door Omegam zijn hieronder weergegeven.



### ONDERZOEKSRAPPORT GENEESMIDDELEN IN AFVALWATER (VERZORGINGSTEHUIS)

OZP nummer : 1558  
 Datum : 10 september 2009  
 Van : Drs. Selim Gökmen  
 Aan :  
 Opdrachtgever : Dr. Barry J. Pieters (Grontmij / AquaSense)  
 Datum klaar :

#### **Inleiding**

Omegam is een onafhankelijk milieulaboratorium dat analyses (standaard en specialistisch) uitvoert gefundeerd op vier pijlers: kwaliteit, relaties, innovatie en kennis.

In dit project heeft de klant, Grontmij / AquaSense, aangegeven om een methode te willen ontwikkelen voor de analyse van 15 geneesmiddelen met behulp van LC-MS/MS. De klant heeft al te bekenen gegeven dat de matrix "afvalwater" is van verzorgingstehuizen.

Tabel 1 laat een overzicht zien van desbetreffende 15 geneesmiddelen.

Tabel 1: te onderzoeken 15 geneesmiddelen

Geneesmiddel	Cas nummer
Acetylcysteine	616-91-1
Metformine	1115-70-4
Dipyridamol	58-32-2
Furosemide	54-31-9
Valproïnezuur	1069-66-5
Levatiacetam	102767-28-2
Flucloaxilline	1847-24-1
Metronidazol	443-48-1
Levothyroxine	51-48-9
Vigabatrine	60643-86-9
Gabapentine	60142-96-3
Pipamperon	2448-68-2
Clozapine	5786-21-0
Oxazepam	604-75-1
Quetiapine	111974-72-2

Dit rapport beschrijft de analyse- resultaten welke behaald zijn tijdens de ontwikkeling van de analyse en extractie.



### Doel

Het doel van dit onderzoek is om een methode te ontwikkelen (in opdracht van Grondmij / AquaSense) voor de bepaling van 15 geneesmiddelen in afvalwater met behulp van Solid Phase Extractie (SPE) en LC-MS/MS.

Het onderzoek is opgesplitst in 3 etappes:

1. Bestellen van chemicaliën en literatuuronderzoek
2. Ontwikkeling LC-MS/MS
3. Ontwikkeling extractie (SPE)

### Materiaal en apparatuur

- LC-MS/MS
- SPE cartridge (Waters Oasis HLB, ENvichrom, Isolute ENVI+)
- Methanol
- Polpest eluatiemiddel
- Acetylcysteïne (cas 616-91-1)
- Metformine (cas 1115-70-4)
- Dipyridamol (cas 58-32-2)
- Furosemide (54-31-9)
- Valproïnezuur (cas 1009-66-5)
- Levatiracetam (cas 102767-26-2)
- Flucloxacilline (cas 1847-24-1)
- Metronidazol (cas 443-48-1)
- Levothyroxine (cas 51-48-0)
- Vigabatrine (cas 60643-86-9)
- Gabapentine (cas 60142-96-3)
- Pipamperon (cas 2448-68-2)
- Clozapine (cas 5786-21-0)
- Oxazepam (cas 604-75-1)
- Quetiapine hemifumarate (cas 111974-72-2)

### Procedures

Alle 15 geneesmiddelen zijn afzonderlijk opgelost in methanol, welke een concentratie hebben van ca. 1000 µg/ml. Van deze oplossing zijn de tussen en werkstandaarden gemaakt.

Hierbij is gebleken dat het component Levothyroxine niet oplosbaar was in methanol, maar ook niet in andere oplosmiddelen.

Uit literatuur [1] kan worden opgemaakt dat Levothyroxine inderdaad niet oplost, waardoor deze waarschijnlijk ook niet in het afvalwater zullen voorkomen.

Hierdoor is deze component in de ontwikkeling buiten beschouwing gehouden.

### Resultaten

De afzonderlijke geneesmiddel oplossingen zijn o.a. gebruikt om de HPLC scheiding en de MSMS detectie parameters te optimaliseren.

Tabel 2 laat de resultaten zien die ontwikkeld zijn voor MS/MS detectie, en Tabel 3 van de HPLC scheiding.



Tabel 2: Ontwikkelde parameters MS/MS

Component	cas	MW	precursor (m/z)	fragmentor	Quantifier	CK	Quantifier	CK	Opmerking
Acetylcysteine	64-19-1	151	164	103	76	15	59	35	
Dipyridamole	39-24-2	204	209	203	203	39	429	39	
Furosemide	54-21-9	320.7	329	203	209	6	51	24	
Metformine	11137-09-1	149	149	109	60	10	74	40	
Levetiracetam	107915-28-2	170.2	171	50	50	15	60	30	
Valproïnezuur	8963-26-5	144.14							list niet
Vigabatrin	204-15-66-6	129.16	130	30	71	10	113	0	
Metronidazole	445-48-1	171.12	172	30	128	10	80	25	
Gabapentin	601-82-98-3	151.14	152	123	153	10	137	14	
Levothyroxine	53-40-9	225.07							list niet op
Flucloxaciline	1681-241-1	425.8	426	151	117	12	182	12	
Pipamperon	2488-68-2	272	273	169	169	20	221	20	
Oxazepam	594-73-1	206	207	122	241	23	299	15	
Clozapine	5785-21-9	326	327	135	220	25	84	25	
Quetiapine hemifumarate	11187-4-72-2	382	384	142	233	22	279	22	

Tabel 3: Ontwikkelde HPLC analyse

Component	Retentietijd (min)	R <sup>2</sup>	Meetgebied (µg/l)	Opmerking
Acetylcysteine	3.9	0.9931	0.02 - 2	
Dipyridamole	11.2	0.99	0.005 - 0.5	
Furosemide				analytisch niet gelukt
Metformine	3.7	0.9983	0.005 - 0.5	
Levetiracetam	8.4	0.9953	0.005 - 0.5	
Valproïnezuur				analytisch niet gelukt
Vigabatrin	3.8	0.9984	0.005 - 0.5	
Metronidazole	8.3	0.9907	0.005 - 0.5	
Gabapentin	8.3	0.9971	0.005 - 0.5	
Levothyroxine				lost niet op
Flucloxaciline				analytisch niet gelukt
Pipamperon	9.8	0.9977	0.005 - 0.5	
Oxazepam	10.5	0.999	0.005 - 0.5	
Clozapine	11.2	0.9882	0.005 - 0.5	
Quetiapine hemifumarate	11	0.9885	0.005 - 0.5	

\* Rapportagegrens is afhankelijk van de matrix (verduunning)

Uit deze resultaten kan worden opgemaakt dat alle componenten met deze methode gemeten kunnen worden met uitzondering van Furosemide, Valproïnezuur, Levothyroxine en Flucloxaciline. Voor deze componenten is verder onderzoek / optimalisatie noodzakelijk.

Voor deze analyse zal 1 liter water worden opgewerkt. De opwerking is gedaan met behulp van Solid Phase Extraction (SPE).

Hiervoor zijn diverse SPE kolommen met verschillende stationaire fases en elutiemiddelen getest, waaronder ook een bestaande SPE methode, die door OMEGAM wordt toegepast, genaamd Polpest. Tabel 4 laat de behaalde resultaten zien met verschillende SPE kolommen.

Uit de resultaten van SPE kan worden opgemaakt dat de meeste componenten met Polpest geëxtraheerd worden, respectievelijk Dipyridamole, Levetiracetam, Metronidazole, Pipamperon, Oxazepam, Clozapine en Quetiapine.

De overige 4 componenten (Acetylcysteine, Metformine, Vigabatrin en Gabapentin) die wel goed gaan met de LC-MS/MS analyse geven niet acceptabele (relatief lage terugvindingen) resultaten met 4 verschillende SPE kolommen.





Tabel 4: Resultaten SPE

Component	Spike conc. (µg/ml)	Recovery Polpest %	Recovery Envichrom %	Recovery HLB %	Recovery ENVI+ %
Acetylcysteine	0.999	0.000	0.000	0.000	0.000
Dipyridamole	0.235	89.130	80.513	68.023	17.426
Furosemide	0.250	0.000	0.000	0.000	0.000
Metformine	0.250	0.000	0.000	0.000	0.000
Levetiracetam	0.239	56.735	59.014	10.620	72.037
Valproïnezuur	0.250	0.000	0.000	0.000	0.000
Vigabatrin	0.248	0.000	0.000	0.000	0.000
Metronidazole	0.250	54.568	63.839	48.020	109.596
Gabapentin	0.249	0.000	0.000	0.000	0.000
Levothyroxine	0.248	0.000	0.000	0.000	0.000
Flucloxaciline	2.239	0.000	0.000	0.000	0.000
Pipamperon	0.250	82.411	77.645	71.797	0.000
Oxazepam	0.250	111.840	96.600	105.640	87.200
Clozapine	0.262	81.584	65.161	56.778	0.000
Quetiapine hemifumarate	0.248	106.677	68.979	76.466	0.000

Uit de resultaten van SPE kan worden opgemaakt dat de meeste componenten met Polpest geëxtraheerd worden, respectievelijk Dipyridamole, Levetiracetam, Metronidazole, Pipamperon, Oxazepam, Clozapine en Quetiapine.

Van de overige 8 componenten, gaan 4 componenten respectievelijk (Acetylcysteine, Metformine, Vigabatrin en Gabapentin) wel goed gaan met de LC-MS/MS analyse geven niet acceptabele (relatief lage terugvindingen) resultaten met 4 verschillende SPE kolommen.

De overige 4 componenten respectievelijk Furosemide, Valproïnezuur, Levothyroxine en Flucloxaciline gaan überhaupt niet goed met de analyse.

### Conclusie

Uit de resultaten van dit onderzoek kan geconcludeerd worden, dat 7 componenten, respectievelijk Dipyridamole, Levetiracetam, Metronidazole, Pipamperon, Oxazepam, Clozapine en Quetiapine, kwantitatief bepaald kunnen worden in water met behulp van SPE-LC-MS/MS.

4 componenten, respectievelijk Acetylcysteine, Metformine, Vigabatrin en Gabapentin kunnen niet kwantitatief worden bepaald, omdat de extractie niet acceptabel is. Maar het is wel mogelijk om deze semi-kwantitaief te rapporteren, aangezien ze analytisch wel gemeten kunnen worden. Hierbij kan ondermeer gedacht worden aan direct injectie (groot volume), zonder SPE opwerking.

De resterende 4 componenten, respectievelijk Furosemide, Valproïnezuur, Levothyroxine en Flucloxaciline kunnen niet gerapporteerd worden, waarvan de analyse en de extractie niet acceptabel zijn. Verder onderzoek is noodzakelijk voor deze componenten.

### Literatuur

[1] Angela L. Batt; Mitch S. Kostich; and James M. Lazorchak. *Anal. Chem.* 2008, 80, 5021-5030

**BIJLAGE 3**

# OVERZICHT ANALYSERESULTATEN

TABEL B 3.1 OVERZICHT ANALYSERESULTATEN RWZI BENNEKOM EN DIJKGRAAFWETERING STROOMAFWAARTS VAN RWZI BENNEKOM

Werkzame stof	ATC Code	eenheid	Influent	Influent	Effluent	Effluent	Dijkgraaf-	Dijkgraaf-
			Bennekom 1A	Bennekom 3A	Bennekom 1A	Bennekom 3A	wetering stroomaf- waarts 1A	wetering stroomaf- waarts 2A
			17-11-2009	19-11-2009	17-11-2009	19-11-2009	17-11-2009	19-11-2009
17a-ethynylestradiol	G03CA01	µg/l	<2.00	<10.00	<1.00	<1.00	<1,00	<1,00
aminoantipyr	N02BB03	µg/l	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0,05	<0,05
Azitromycine	J01FA10	µg/l	<0.05	<0.10	<0.05	0.07	<0,05	<0,05
Bezafibraat	C10AB02	µg/l	0.40	0.43	0.05	0.03	0,02	0,02
Carbamazepine	N03AF01	µg/l	0.63	0.60	0.71	0.80	0,34	0,39
Chloramphenicol	S01AA01	µg/l	<0.30	<0.33	<0.10	<0.10	<0,10	<0,10
Clarithromycine	J01FA09	µg/l	<0.05	<0.10	<0.05	<0.10	<0,05	<0,05
Clofibraat	C10AB01	µg/l	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0,20	<0,20
Clofibrinezuur	C10AB01	µg/l	<0.02	<0.02	<0.01	<0.01	<0,01	<0,01
Coffeine	N06BC01	µg/l	160	170	<0.25	<0.25	<0,25	<0,25
Cyclofosfamide	L01AA01	µg/l	<0.05	<0.04	<0.03	<0.03	<0,05	<0,03
Dapson	D10AX05	µg/l	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0,50	<0,50
Diclofenac	M01AB05	µg/l	0.70	0.63	0.54	0.63	0,18	0,25
Fenazon	N02BB01	µg/l	<0.05	<0.05	<0.05	0.05	<0,05	<0,05
Fenofibraat	C10AB05	µg/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0,01	<0,01
Fenoprofen	M01AE04	µg/l	<0.03	0.03	<0.03	<0.03	<0,03	<0,03
Fenoterol	R03CC04	µg/l	<0.50	<0.20	<0.10	<0.10	<0,10	<0,10
Furazolidon	G01AX06	µg/l	<0.5	<0.20	<0.10	<0.10	<0,20	<0,20
Gemfibrozil	C10AB04	µg/l	0.96	1.0	0.36	0.36	0,16	0,18
Ibuprofen	M01AE01	µg/l	9.1	8.3	0.12	0.09	0,05	0,06
Indomethacine	M01AB01	µg/l	<0.25	<0.21	<0.20	<0.20	<0,20	<0,20
Ketoprofen	M01AE03	µg/l	0.15	0.17	0.08	0.07	<0,03	<0,03
Lidocaine	C01BB01	µg/l	0.22	0.08	0.14	0.14	0,06	0,07
Lincomycine	J01FF02	µg/l	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0,05	<0,05
Metoprolol	C07AB02	µg/l	4.4	5.1	3.0	3.3	1,5	1,6
Monensin	QP51AH03	µg/l	<0.01	<0.01	<0.06	<0.01	<0,01	<0,01
Naproxen	M01AE02	µg/l	5.8	5.4	0.22	0.19	0,1	0,08
Oestron	G03CA07	µg/l	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1,00	<1,00
Oleandomycine	J01FA05	µg/l	<0.20	<0.20	<0.10	<0.10	<0,10	<0,10
Pentoxifylline	C04AD03	µg/l	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0,05	<0,05
Primidon	N03AA03	µg/l	<0.25	<0.10	<0.10	<0.10	<0,10	<0,10
Progesteron	G03DA04	µg/l	<0.20	<0.10	<0.02	<0.02	<0,02	<0,02
Propranolol	C07AA05	µg/l	<0.20	<0.25	<0.20	<0.10	<0,10	<0,10
Roxithromycine	J01FA06	µg/l	<0.01	<0.01	<0.03	<0.01	<0,01	<0,01
Sotalol	C07AA07	µg/l	2.2	2.5	2.5	3.4	1,2	1,4
Spiramycine	J01RA04	µg/l	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1,00	<1,00
Sulfachloorpyridazine	QJ01EQ12	µg/l	<0.4	<0.6	<0.1	<0.1	<0,1	<0,1
Sulfadimethoxine	J01ED01	µg/l	<0.10	<0.05	<0.05	<0.05	<0,05	<0,05
Sulfadimidine	J01EB03	µg/l	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0,05	<0,05
Sulfamethoxazol	J01EC01	µg/l	0.46	0.65	0.35	0.24	<0,04	0,04
Sulfaquinoxaline	QJ01EQ16	µg/l	<2.20	<2.10	<0.25	<0.25	<0,25	<0,25
Tiamuline	QP51AX15	µg/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0,01	<0,01
Tolfenaminezuur	M01AG02	µg/l	<0.02	<0.05	<0.01	<0.01	<0,01	<0,01
Trimethoprim	J01EA01	µg/l	0.14	0.16	0.21	0.20	0,09	0,09
Clozapine	N05AH02	µg/l	0,1237	<0,1	0,1733	<0,1	0,1025	<0,1
Dipyridamol	B01AC07	µg/l	4,2941	4,8024	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Gabapentine	N03AX12	µg/l	10,3929	11,4299	8,3115	9,0305	4,2751	4,5473
Levetiracetam	N03AX14	µg/l	4,0162	3,6059	0,1365	0,1697	0,1357	<0,1
Metformine	A10BA02	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Metronidazol	P01AB01	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Oxazepam	N05BA04	µg/l	0,81	0,9571	0,8952	1,0171	0,4915	0,4849
Pipamperon	N05AD05	µg/l	0,2208	0,1354	0,345	<0,1	0,1772	<0,1
Quetiapine	N05AH04	µg/l	0,1653	0,2364	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Vigabatrine	N03AG04	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Lithium	N05AN01	µg/l	5.0	9.5	2.8	4.1	7	6.5

TABEL B 3.2 OVERZICHT ANALYSERESULTATEN RWZI AMERSFOORT EN EEM STROOMAFWAARTS VAN RWZI AMERSFOORT

Actieve stof	ATC Code	Eenheid	Influent	Influent	Effluent	Effluent	Eem	Eem
			Amersfoort 1A	Amersfoort 2A	Amersfoort 1A	Amersfoort 2A	stroom- afwaarts 1A	stroom- afwaarts 2A
			17-11-2009	19-11-2009	17-11-2009	19-11-2009	17-11-2009	19-11-2009
17a-ethynylestradiol	G03CA01	µg/l	<5,00	<10,00	<2,00	<2,00	<1,00	<1,00
4-dimethylaminoanti	N02BB03	µg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Azitromycine	J01FA10	µg/l	<0,05	<0,05	0,09	0,16	<0,05	<0,05
Bezafibraat	C10AB02	µg/l	0,27	0,27	0,03	0,03	<0,02	<0,01
Carbamazepine	N03AF01	µg/l	0,51	0,5	0,58	0,67	0,14	0,11
Chloramphenicol	S01AA01	µg/l	<0,21	<0,30	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Clarithromycine	J01FA09	µg/l	<0,10	<0,05	<0,05	<0,10	<0,05	<0,05
Clofibraat	C10AB01	µg/l	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Clofibrinezuur	C10AB01	µg/l	<0,01	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Coffeïne	N06BC01	µg/l	130	130	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25
Cyclofosfamide	L01AA01	µg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Dapson	D10AX05	µg/l	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Diclofenac	M01AB05	µg/l	0,18	0,32	0,24	0,39	0,06	0,05
Fenazon	N02BB01	µg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fenofibraat	C10AB05	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fenoprofen	M01AE04	µg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Fenoterol	R03CC04	µg/l	<0,30	<0,20	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Furazolidon	G01AX06	µg/l	<0,20	<0,2	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Gemfibrozil	C10AB04	µg/l	0,61	0,83	0,22	0,31	0,08	0,05
Ibuprofen	M01AE01	µg/l	6,1	7,9	0,04	0,06	0,05	0,02
Indomethacine	M01AB01	µg/l	<0,20	<0,25	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Ketoprofen	M01AE03	µg/l	0,17	0,18	0,09	0,1	<0,03	<0,03
Lidocaïne	C01BB01	µg/l	0,22	0,2	0,16	0,41	0,03	0,02
Lincomycine	J01FF02	µg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Metoprolol	C07AB02	µg/l	2,9	3,2	2,7	3	0,55	0,41
Monensin	QP51AH03	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Naproxen	M01AE02	µg/l	5,3	6,6	0,17	0,2	0,07	0,03
Oestron	G03CA07	µg/l	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,10	<1,00
Oleandomycine	J01FA05	µg/l	<0,10	<0,20	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Pentoxifylline	C04AD03	µg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Primidon	N03AA03	µg/l	<0,40	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Progesteron	G03DA04	µg/l	<0,02	<0,10	<0,02	<0,02	<0,02	<0,10
Propranolol	C07AA05	µg/l	<0,20	<0,15	<0,12	<0,15	<0,10	<0,10
Roxithromycine	J01FA06	µg/l	<0,02	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Sotalol	C07AA07	µg/l	0,96	1,3	1	1,6	0,32	0,26
Spiramycine	J01RA04	µg/l	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Sulfachloorpyridazin	QJ01EQ12	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Sulfadimethoxine	J01ED01	µg/l	<0,10	<0,10	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Sulfadimidine	J01EB03	µg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Sulfamethoxazol	J01EC01	µg/l	0,14	0,23	0,16	0,16	0,03	<0,03
Sulfaquinoxaline	QJ01EQ16	µg/l	<2,80	<0,45	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25
Tiamuline	QP51AX15	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Tolfenaminezuur	M01AG02	µg/l	<0,02	<0,02	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01
Trimethoprim	J01EA01	µg/l	<0,14	0,13	0,11	0,13	0,02	<0,02
Clozapine	N05AH02	µg/l	0,2071	0,195	0,1466	0,1186	0,2527	<0,1
Dipyridamol	B01AC07	µg/l	1,8886	2,2949	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Gabapentine	N03AX12	µg/l	2,3924	2,3802	2,0538	2,0877	0,7608	0,8955
Levetiracetam	N03AX14	µg/l	2,7388	2,5696	0,203	0,1809	<0,1	<0,1
Metformine	A10BA02	µg/l	102,2	101,2	2,8	2,5	1,5	0,4
Metronidazol	P01AB01	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Oxazepam	N05BA04	µg/l	0,941	1,0395	0,8743	1,0096	0,202	0,1484
Pipamperon	N05AD05	µg/l	0,1485	<0,1	<0,1	<0,1	0,492	<0,1
Quetiapine	N05AH04	µg/l	0,1789	0,1143	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Vigabatrine	N03AG04	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Lithium	N05AN01	µg/l	12	12	9,5	11	<2	<2

TABEL B 3.3 OVERZICHT ANALYSERESULTATEN RWZI ZEIST EN ZEISTER GRIFT STROOMOPWAARTS EN STROOMAF-WAARTS VAN RWZI ZEIST

Werkzame stof	ATC Code	eenheid	Influent	Influent	Effluent	Effluent	Stroomop	Stroomaf
			Zeist 1A	Zeist 2A	Zeist 1A	Zeist 2A	waarts	waarts
			15-7-2010	19-7-2010	15-7-2010	19-7-2010	Zeist	Zeist
							19-7-2010	19-7-2010
17a-ethynylestradiol	G03CA01	µg/l	<10.00	<10.00	<10.00	<10.00	<10.00	<10.00
4-dimethylaminoantipyrine	N02BB03	µg/l	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Azitromycine	J01FA10	µg/l	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Bezafibraat	C10AB02	µg/l	0.29	0.36	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
Carbamazepine	N03AF01	µg/l	0.76	0.86	0.32	0.75	0.15	0.31
Chloramphenicol	S01AA01	µg/l	<0.10	<0.10	<0.15	<0.10	<0.10	<0.10
Clarithromycine	J01FA09	µg/l	<0.10	<0.10	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Clofibraat	C10AB01	µg/l	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00
Clofibrinezuur	C10AB01	µg/l	<0.05	<0.10	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Coffeïne	N06BC01	µg/l	120	160	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00
Cyclofosfamide	L01AA01	µg/l	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
Dapson	D10AX05	µg/l	<0.35	<0.40	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25
Diclofenac	M01AB05	µg/l	0.45	0.54	<0.15	0.35	<0.15	<0.10
Fenazon	N02BB01	µg/l	<0.005	<0.05	<0.05	<0.06	<0.05	<0.05
Fenofibraat	C10AB05	µg/l	<0.06	<0.05	<0.10	<0.05	<0.05	<0.02
Fenoprofen	M01AE04	µg/l	<0.10	<0.06	<0.06	<0.05	<0.05	<0.05
Fenoterol	R03CC04	µg/l	<0.40	<0.50	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25
Furazolidon	G01AX06	µg/l	<0.50	<0.25	<0.20	<0.50	<0.20	<0.20
Gemfibrozil	C10AB04	µg/l	<0.80	0.96	<0.20	<0.05	<0.10	<0.15
Ibuprofen	M01AE01	µg/l	5.8	7.5	<0.07	<0.05	<0.15	<0.07
Indomethacine	M01AB01	µg/l	<2.00	<1.50	<0.10	<0.10	<0.10	<0.15
Ketoprofen	M01AE03	µg/l	<0.40	<0.35	<0.25	<0.10	<0.15	<0.15
Lidocaïne	C01BB01	µg/l	0.17	0.37	0.06	0.19	<0.02	0.06
Lincomycine	J01FF02	µg/l	<0.10	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Metoprolol	C07AB02	µg/l	4.0	5.3	1.3	2.8	0.28	0.94
Monensin	QP51AH03	µg/l	<1.5	<0.30	<0.50	<0.10	<0.30	<0.10
Naproxen	M01AE02	µg/l	2.5	4.0	<0.10	<0.15	<0.15	<0.10
Oestron	G03CA07	µg/l	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00
Oleandomycine	J01FA05	µg/l	<1.50	<0.25	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
Pentoxifylline	C04AD03	µg/l	<0.15	<0.20	<0.05	<0.10	<0.05	<0.06
Primidon	N03AA03	µg/l	<0.35	<0.30	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25
Progesteron	G03DA04	µg/l	<1.00	<0.70	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
Propanolol	C07AA05	µg/l	<1.00	<0.25	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20
Roxithromycine	J01FA06	µg/l	<0.15	<0.05	<0.15	<0.05	<0.05	<0.05
Sotalol	C07AA07	µg/l	2.8	4.6	0.74	2.1	0.16	0.43
Spiramycine	J01RA04	µg/l	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00
Sulfachloorpyridazine	QJ01EQ12	µg/l	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50
Sulfadimethoxine	J01ED01	µg/l	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07
Sulfadimidine	J01EB03	µg/l	<0.15	<0.20	<0.10	<0.20	<0.10	<0.10
Sulfamethoxazol	J01EC01	µg/l	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50
Tiamuline	QP51AX15	µg/l	<0.05	<0.02	<0.10	<0.02	<0.05	<0.02
Tolfenaminezuur	M01AG02	µg/l	<0.70	<0.09	<0.10	<0.05	<0.10	<0.05
Trimethoprim	J01EA01	µg/l	<0.40	<0.40	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25
Clozapine	N05AH02	µg/l	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
Dipyridamol	B01AC07	µg/l	1,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Gabapentine	N03AX12	µg/l	3,6	5,2	1,2	2,8	0,3	1
Levetiracetam	N03AX14	µg/l	2,2	3,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Metformine	A10BA02	µg/l	824,1	1151,1	14,8	8,1	3,8	4,8
Metronidazol	P01AB01	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Oxazepam	N05BA04	µg/l	0,1	0,2	<0,1	0,1	<0,1	<0,1
Pipamperon	N05AD05	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Quetiapine	N05AH04	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Vigabatrine	N03AG04	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

TABEL B 3.4 OVERZICHT ANALYSERESULTATEN RWZI DE BILT EN BILTSE GRIFT STROOMOPWAARTS EN STROOMAF-WAARTS VAN RWZI DE BILT

Werkzame stof	ATC Code	eenheid	Influent	Influent	Effluent	Effluent	Stroomop-	Stroomaf-
			De Bilt 15-7-2010	De Bilt 2A 19-7-2010	De Bilt 1A 15-7-2010	De Bilt 2A 19-7-2010	waarts De Bilt 19-7-2010	waarts De Bilt 19-7-2010
17a-ethynylestradiol	G03CA01	µg/l	<5.00	<15.00	<15.00	<15.00	<10.00	<15.00
4-dimethylaminoantipyrine	N02BB03	µg/l	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Azitromycine	J01FA10	µg/l	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Bezafibraat	C10AB02	µg/l	<0.20	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
Carbamazepine	N03AF01	µg/l	1.2	1.0	0.78	0.97	0.11	0.12
Chloramphenicol	S01AA01	µg/l	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
Clarithromycine	J01FA09	µg/l	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.20	<0.05
Clofibraat	C10AB01	µg/l	<1.50	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00
Clofibrinezuur	C10AB01	µg/l	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Coffeïne	N06BC01	µg/l	130	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00
Cyclofosfamide	L01AA01	µg/l	<0.10	<0.11	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
Dapson	D10AX05	µg/l	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25
Diclofenac	M01AB05	µg/l	0.37	0.27	<0.25	0.26	<0.05	<0.05
Fenazon	N02BB01	µg/l	<0.06	<0.05	<0.05	<0.06	<0.05	<0.05
Fenofibraat	C10AB05	µg/l	<0.05	<0.08	<0.07	<0.06	<0.05	<0.07
Fenoprofen	M01AE04	µg/l	<0.05	<0.06	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Fenoterol	R03CC04	µg/l	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25
Furazolidon	G01AX06	µg/l	<0.15	<0.27	<0.26	<0.15	<0.15	<0.15
Gemfibrozil	C10AB04	µg/l	1.1	<0.20	<0.13	<0.15	<0.05	<0.05
Ibuprofen	M01AE01	µg/l	6.1	<0.08	<0.05	<0.07	<0.05	<0.05
Indomethacine	M01AB01	µg/l	<0.50	<0.10	<0.15	<0.25	<0.10	<0.10
Ketoprofen	M01AE03	µg/l	<0.15	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
Lidocaine	C01BB01	µg/l	0.17	<0.10	<0.08	0.11	<0.03	<0.02
Lincomycine	J01FF02	µg/l	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Metoprolol	C07AB02	µg/l	3.9	2.3	1.8	2.6	<0.25	<0.25
Monensin	QP51AH03	µg/l	<0.06	<0.10	<0.05	<0.10	<0.15	<0.15
Naproxen	M01AE02	µg/l	2.8	<0.10	<0.15	<0.15	<0.10	<0.10
Oestron	G03CA07	µg/l	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00
Oleandomycine	J01FA05	µg/l	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	0.28	<0.10
Pentoxifylline	C04AD03	µg/l	<0.05	<0.05	<0.05	<0.06	<0.05	<0.05
Primidon	N03AA03	µg/l	<0.35	<0.25	<0.30	<0.25	<0.25	<0.25
Progesteron	G03DA04	µg/l	<0.10	<0.20	<0.10	<0.20	<0.20	<0.20
Propranolol	C07AA05	µg/l	<0.50	<0.20	<0.20	<0.20	0.24	<0.20
Roxithromycine	J01FA06	µg/l	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Sotalol	C07AA07	µg/l	2.5	1.7	1.0	1.5	<0.08	<0.11
Spiramycine	J01RA04	µg/l	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00
Sulfachloorpyridazine	QJ01EQ12	µg/l	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50
Sulfadimethoxine	J01ED01	µg/l	<0.12	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07
Sulfamidine	J01EB03	µg/l	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
Sulfamethoxazol	J01EC01	µg/l	<0.50	<0.20	<0.50	<0.20	<0.50	<0.05
Tiamuline	QP51AX15	µg/l	<0.01	<0.03	<0.02	<0.02	<0.02	<0.03
Toffenaminezuur	M01AG02	µg/l	<0.30	<0.05	<0.10	<0.05	<0.05	<0.05
Trimethoprim	J01EA01	µg/l	<0.50	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25
Clozapine	N05AH02	µg/l	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
Dipyridamol	B01AC07	µg/l	3,9	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Gabapentine	N03AX12	µg/l	3,6	2,2	1,3	2,1	0,3	0,3
Levetiracetam	N03AX14	µg/l	1,7	0,1	0,2	0,1	<0,1	<0,1
Metformine	A10BA02	µg/l	667,1	12,1	23,6	12,9	3,1	2,8
Metronidazol	P01AB01	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Oxazepam	N05BA04	µg/l	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Pipamperon	N05AD05	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Quetiapine	N05AH04	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Vigabatrine	N03AG04	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

TABEL B 3.5 OVERZICHT ANALYSERESULTATEN RWZI UTRECHT EN VECHT STROOMOPWAARTS EN STROOMAFWAARTS VAN RWZI UTRECHT

Werkzame stof	ATC Code	eenheid	Influent	Influent	Effluent	Effluent	Stroomop	Stroomaf
			Utrecht	Utrecht	Utrecht	Utrecht	waarts	waarts
			1A	2A	1A	2A	Utrecht	Utrecht
			15-7-2010	19-7-2010	15-7-2010	19-7-2010	19-7-2010	19-7-2010
17a-ethynylestradiol	G03CA01	µg/l	<10.00	<10.00	<10.00	<10.00	<10.00	<10.00
4-dimethylaminoantipyrine	N02BB03	µg/l	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Azitromycine	J01FA10	µg/l	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Bezafibraat	C10AB02	µg/l	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
Carbamazepine	N03AF01	µg/l	0.49	0.63	0.38	0.76	0.11	0.35
Chloramphenicol	S01AA01	µg/l	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
Clarithromycine	J01FA09	µg/l	<0.05	<0.20	<0.05	<0.10	<0.05	<0.05
Clofibraat	C10AB01	µg/l	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00
Clofibrinezuur	C10AB01	µg/l	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Coffeine	N06BC01	µg/l	72	63	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00
Cyclofosfamide	L01AA01	µg/l	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
Dapson	D10AX05	µg/l	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25
Diclofenac	M01AB05	µg/l	0.20	0.36	<0.20	0.33	<0.15	<0.17
Fenazon	N02BB01	µg/l	<0.05	<0.07	<0.05	<0.07	<0.05	<0.05
Fenofibraat	C10AB05	µg/l	<0.05	<0.10	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Fenoprofen	M01AE04	µg/l	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Fenoterol	R03CC04	µg/l	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25
Furazolidon	G01AX06	µg/l	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.20
Gemfibrozil	C10AB04	µg/l	0.41	0.46	<0.20	<0.20	<0.15	<0.15
Ibuprofen	M01AE01	µg/l	2.8	3.9	<0.10	<0.15	<0.15	<0.07
Indomethacine	M01AB01	µg/l	<0.35	<0.30	<0.15	<0.30	<0.15	<0.15
Ketoprofen	M01AE03	µg/l	<0.20	<0.30	<0.25	<0.30	<0.10	<0.15
Lidocaine	C01BB01	µg/l	1.7	0.33	0.42	0.34	<0.05	0.10
Lincomycine	J01FF02	µg/l	<0.05	<0.07	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Metoprolol	C07AB02	µg/l	1.7	2.2	1.0	2.0	<0.25	0.91
Monensin	QP51AH03	µg/l	<0.10	<0.90	<0.10	<0.30	<0.10	<0.15
Naproxen	M01AE02	µg/l	1.3	1.5	<0.25	<0.20	<0.15	<0.15
Oestron	G03CA07	µg/l	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00
Oleandomycine	J01FA05	µg/l	<0.10	<0.25	<0.10	<0.10	<0.10	0.48
Pentoxifylline	C04AD03	µg/l	<0.10	<0.10	<0.10	<0.05	<0.10	<0.10
Primidon	N03AA03	µg/l	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25
Progesteron	G03DA04	µg/l	<0.20	<0.50	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
Propanolol	C07AA05	µg/l	<0.20	<0.25	<0.20	<0.20	<0.20	0.57
Roxithromycine	J01FA06	µg/l	<0.05	<0.20	<0.05	<0.06	<0.05	<0.05
Sotalol	C07AA07	µg/l	1.3	1.8	1.0	1.6	0.36	0.36
Spiramycine	J01RA04	µg/l	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00
Sulfachloorpyridazine	QJ01EQ12	µg/l	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50
Sulfadimethoxine	J01ED01	µg/l	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07
Sulfamididine	J01EB03	µg/l	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
Sulfamethoxazol	J01EC01	µg/l	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50
Tiamuline	QP51AX15	µg/l	<0.02	<0.10	<0.02	<0.05	<0.02	<0.02
Tolfenaminezuur	M01AG02	µg/l	<0.05	<0.10	<0.05	<0.05	<0.05	<0.20
Trimethoprim	J01EA01	µg/l	<0.15	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25
Clozapine	N05AH02	µg/l	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
Dipyridamol	B01AC07	µg/l	1,5	1,9	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Gabapentine	N03AX12	µg/l	1,2	2	0,6	1,9	0,2	0,8
Levetiracetam	N03AX14	µg/l	1	1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Metformine	A10BA02	µg/l	302,2	350,6	4,8	4,9	2,7	2,9
Metronidazol	P01AB01	µg/l	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Oxazepam	N05BA04	µg/l	0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Pipamperon	N05AD05	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Quetiapine	N05AH04	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Vigabatrine	N03AG04	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

TABEL B 3.6 OVERZICHT ANALYSERESULTATEN RWZI UITHOORN EN AMSTEL STROOMOPWAARTS EN STROOMAF-WAARTS VAN RWZI UITHOORN

Werkzame stof	ATC Code	eenheid	Influent	Influent	Effluent	Effluent	Stroomop	Stroomafw
			Uithoorn 1A 19-7-2010	Uithoorn 2A 21-7-2010	Uithoorn 1A 19-7-2010	Uithoorn 2A 21-7-2010	waarts Uithoorn 21-7-2010	aarts Uithoorn 21-7-2010
17 $\alpha$ -ethynylestradiol	G03CA01	$\mu\text{g/l}$	<10.00	<10.00	<10.00	<10.00	<10.00	<10.00
4-dimethylaminoantip	N02BB03	$\mu\text{g/l}$	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Azitromycine	J01FA10	$\mu\text{g/l}$	<0.05	<0.05	0.09	<0.05	<0.05	<0.05
Bezafibraat	C10AB02	$\mu\text{g/l}$	0.69	2.2	<0.20	<0.35	<0.15	<0.10
Carbamazepine	N03AF01	$\mu\text{g/l}$	1.6	1.5	1.2	1.5	0.26	0.28
Chloramphenicol	S01AA01	$\mu\text{g/l}$	<0.10	<0.20	<0.25	<0.20	<0.20	<0.20
Clarithromycine	J01FA09	$\mu\text{g/l}$	<0.10	<0.20	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Clofibraat	C10AB01	$\mu\text{g/l}$	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00
Clofibrinezuur	C10AB01	$\mu\text{g/l}$	<0.05	<0.15	<0.15	<0.10	<0.10	<0.10
Coffeïne	N06BC01	$\mu\text{g/l}$	81	120	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00
Cyclofosfamide	L01AA01	$\mu\text{g/l}$	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
Dapson	D10AX05	$\mu\text{g/l}$	<0.30	<0.50	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25
Diclofenac	M01AB05	$\mu\text{g/l}$	<0.30	0.97	0.97	1.0	<0.15	<0.35
Fenazon	N02BB01	$\mu\text{g/l}$	<0.10	<0.07	0.08	<0.10	<0.05	<0.05
Fenofibraat	C10AB05	$\mu\text{g/l}$	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Fenoprofen	M01AE04	$\mu\text{g/l}$	<0.05	<0.10	<0.10	<0.10	<0.15	<0.10
Fenoterol	R03CC04	$\mu\text{g/l}$	<0.40	<1.00	<0.25	<0.50	<0.25	<0.25
Furazolidon	G01AX06	$\mu\text{g/l}$	<1.00	<0.50	<0.50	<0.50	<0.20	<0.20
Gemfibrozil	C10AB04	$\mu\text{g/l}$	<0.50	1.6	<0.50	<0.35	<0.35	<0.50
Ibuprofen	M01AE01	$\mu\text{g/l}$	6.7	21	<0.20	<0.20	<0.20	<0.40
Indomethacine	M01AB01	$\mu\text{g/l}$	<0.50	<2.00	<1.50	<1.50	<0.50	<0.50
Ketoprofen	M01AE03	$\mu\text{g/l}$	<0.15	<0.75	<0.40	<0.50	<0.50	<0.50
Lidocaïne	C01BB01	$\mu\text{g/l}$	0.14	0.25	0.19	0.23	0.04	0.04
Lincomycine	J01FF02	$\mu\text{g/l}$	<0.05	<0.10	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Metoprolol	C07AB02	$\mu\text{g/l}$	3.9	4.2	2.2	2.3	0.54	0.58
Monensin	QP51AH03	$\mu\text{g/l}$	<0.40	<0.15	<0.40	<0.10	<0.10	<0.10
Naproxen	M01AE02	$\mu\text{g/l}$	3.3	10	<0.20	<0.20	<0.30	<0.50
Oestrone	G03CA07	$\mu\text{g/l}$	<2.50	<2.00	<2.00	<2.00	<2.50	<3.00
Oleandomycine	J01FA05	$\mu\text{g/l}$	<0.30	<0.15	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
Pentoxifylline	C04AD03	$\mu\text{g/l}$	<0.15	<0.10	<0.10	<0.05	<0.05	<0.05
Primidon	N03AA03	$\mu\text{g/l}$	<0.50	<0.30	<0.25	<0.50	<0.25	<0.25
Progesteron	G03DA04	$\mu\text{g/l}$	<1.00	<0.50	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
Propranolol	C07AA05	$\mu\text{g/l}$	<0.25	<0.25	<0.25	<0.20	<0.20	<0.20
Roxithromycine	J01FA06	$\mu\text{g/l}$	<0.10	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Sotalol	C07AA07	$\mu\text{g/l}$	2.5	3.0	1.6	2.0	0.35	0.36
Spiramycine	J01RA04	$\mu\text{g/l}$	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00
Sulfachloorpyridazine	QJ01EQ12	$\mu\text{g/l}$	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50
Sulfadimethoxine	J01ED01	$\mu\text{g/l}$	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07
Sulfadimidine	J01EB03	$\mu\text{g/l}$	<0.10	<0.20	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
Sulfamethoxazol	J01EC01	$\mu\text{g/l}$	<0.50	<1.00	<0.70	<0.50	<0.50	<0.50
Tiamuline	QP51AX15	$\mu\text{g/l}$	<0.10	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Tolfenaminezuur	M01AG02	$\mu\text{g/l}$	<0.15	<0.20	<0.50	<0.10	<0.30	<0.15
Trimethoprim	J01EA01	$\mu\text{g/l}$	<0.50	<0.40	<0.40	<0.30	<0.25	<0.25
Clozapine	N05AH02	$\mu\text{g/l}$	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
Dipyridamol	B01AC07	$\mu\text{g/l}$	5,5	4,8	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Gabapentine	N03AX12	$\mu\text{g/l}$	2,8	4,5	2,2	2,6	0,9	0,8
Levetiracetam	N03AX14	$\mu\text{g/l}$	2,1	2,2	<0,1	0,1	<0,1	<0,1
Metformine	A10BA02	$\mu\text{g/l}$	861,7	925,3	3,4	3,7	3,1	3,2
Metronidazol	P01AB01	$\mu\text{g/l}$	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Oxazepam	N05BA04	$\mu\text{g/l}$	0,1	0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1
Pipamperon	N05AD05	$\mu\text{g/l}$	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Quetiapine	N05AH04	$\mu\text{g/l}$	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Vigabatrine	N03AG04	$\mu\text{g/l}$	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1





**BIJLAGE 4**

# OVERZICHT ANALYSERESULTATEN BOVEN RAPPORTAGEGREN

TABEL B ..1.

**OVERZICHT ANALYSERESULTATEN RWZI BENNEKOM EN DIJKGRAAFWETERING STROOMAFWAARTS VAN RWZI BENNEKOM,  
ALLEN GENEESMIDDELEN DIE > RAPPORTAGEGRENIS VOORKOMEN, GESORTEERD NAAR ATC CODE**

Werkzame stof	ATC Code	eenheid	Influent Bennekom 1A	Influent Bennekom 3A	Effluent Bennekom 1A	Effluent Bennekom 3A	Dijkgraaf- wetering stroomaf- waarts 1A	Dijkgraaf- wetering stroomaf- waarts 2A
Metformine	A10BA02	µg/l	143,2	146,8	2,7	3,3	3,1	2,7
Dipyridamol	B01AC07	µg/l	4,2941	4,8024	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Lidocaïne	C01BB01	µg/l	0,22	0,08	0,14	0,14	0,06	0,07
Sotalol	C07AA07	µg/l	2,2	2,5	2,5	3,4	1,2	1,4
Metoprolol	C07AB02	µg/l	4,4	5,1	3,0	3,3	1,5	1,6
Bezafibraat	C10AB02	µg/l	0,40	0,43	0,05	0,03	0,02	0,02
Gemfibrozil	C10AB04	µg/l	0,96	1,0	0,36	0,36	0,16	0,18
Trimethoprim	J01EA01	µg/l	0,14	0,16	0,21	0,20	0,09	0,09
Sulfamethoxazol	J01EC01	µg/l	0,46	0,65	0,35	0,24	<0,04	0,04
Diclofenac	M01AB05	µg/l	0,70	0,63	0,54	0,63	0,18	0,25
Ibuprofen	M01AE01	µg/l	9,1	8,3	0,12	0,09	0,05	0,06
Naproxen	M01AE02	µg/l	5,8	5,4	0,22	0,19	0,1	0,08
Ketoprofen	M01AE03	µg/l	0,15	0,17	0,08	0,07	<0,03	<0,03
Carbamazepine	N03AF01	µg/l	0,63	0,60	0,71	0,80	0,34	0,39
Gabapentine	N03AX12	µg/l	10,3929	11,4299	8,3115	9,0305	4,2751	4,5473
Levetiracetam	N03AX14	µg/l	4,0162	3,6059	0,1365	0,1697	0,1357	<0,1
Pipamperon	N05AD05	µg/l	0,2208	0,1354	0,345	<0,1	0,1772	<0,1
Clozapine	N05AH02	µg/l	0,1237	<0,1	0,1733	<0,1	0,1025	<0,1
Quetiapine	N05AH04	µg/l	0,1653	0,2364	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Lithium	N05AN01	µg/l	5,0	9,5	2,8	4,1	7	6,5
Oxazepam	N05BA04	µg/l	0,81	0,9571	0,8952	1,0171	0,4915	0,4849
Coffeïne	N06BC01	µg/l	160	170	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25

TABEL B ..2.

**OVERZICHT ANALYSERESULTATEN RWZI AMERSFOORT EN EEM STROOMAFWAARTS VAN RWZI AMERSFOORT,  
ALLEN GENEESMIDDELEN DIE > RAPPORTAGEGRENIS VOORKOMEN, GESORTEERD NAAR ATC CODE**

Actieve stof	ATC Code	Eenheid	Influent Amersfoort 1A	Influent Amersfoort 2A	Effluent Amersfoort 1A	Effluent Amersfoort t 2A	Eem stroom- afwaarts 1A	Eem stroom- afwaarts 2A
Metformine	A10BA02	µg/l	102,2	101,2	2,8	2,5	1,5	0,4
Dipyridamol	B01AC07	µg/l	1,89	2,29	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Lidocaïne	C01BB01	µg/l	0,22	0,2	0,16	0,41	0,03	0,02
Sotalol	C07AA07	µg/l	0,96	1,3	1	1,6	0,32	0,26
Metoprolol	C07AB02	µg/l	2,9	3,2	2,7	3	0,55	0,41
Bezafibraat	C10AB02	µg/l	0,27	0,27	0,03	0,03	<0,02	<0,01
Gemfibrozil	C10AB04	µg/l	0,61	0,83	0,22	0,31	0,08	0,05
Trimethoprim	J01EA01	µg/l	<0,14	0,13	0,11	0,13	0,02	<0,02
Sulfamethoxazol	J01EC01	µg/l	0,14	0,23	0,16	0,16	0,03	<0,03
Azitromycine	J01FA10	µg/l	<0,05	<0,05	0,09	0,16	<0,05	<0,05
Diclofenac	M01AB05	µg/l	0,18	0,32	0,24	0,39	0,06	0,05
Ibuprofen	M01AE01	µg/l	6,1	7,9	0,04	0,06	0,05	0,02
Naproxen	M01AE02	µg/l	5,3	6,6	0,17	0,2	0,07	0,03
Ketoprofen	M01AE03	µg/l	0,17	0,18	0,09	0,1	<0,03	<0,03
Carbamazepine	N03AF01	µg/l	0,51	0,5	0,58	0,67	0,14	0,11
Gabapentine	N03AX12	µg/l	2,39	2,38	2,05	2,09	0,76	0,90
Levetiracetam	N03AX14	µg/l	2,74	2,57	0,20	0,18	<0,1	<0,1
Pipamperon	N05AD05	µg/l	0,15	<0,1	<0,1	<0,1	0,49	<0,1
Clozapine	N05AH02	µg/l	0,21	0,20	0,15	0,12	0,25	<0,1
Quetiapine	N05AH04	µg/l	0,18	0,11	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Lithium	N05AN01	µg/l	12,00	12,00	9,50	11,00	<2	<2
Oxazepam	N05BA04	µg/l	0,94	1,04	0,87	1,01	0,20	0,15
Coffeïne	N06BC01	µg/l	130	130	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25

TABEL B ...3.

OVERZICHT ANALYSERESULTATEN RWZI ZEIST EN ZEISTER GRIFT STROOMOPWAARTS EN STROOMAF-WAARTS VAN RWZI ZEIST,  
ALLEEN GENEESMIDDELEN DIE > RAPPORTAGEGRENZ VOORKOMEN, GESORTEERD NAAR ATC CODE

Werkzame stof	ATC Code	eenheid	Influent Zeist 1A	Influent Zeist 2A	Effluent Zeist 1A	Effluent Zeist 2A	Stroomop- waarts Zeist	Stroomaf- waarts Zeist
Metformine	A10BA02	µg/l	824,1	1151,1	14,8	8,1	3,8	4,8
Dipyridamol	B01AC07	µg/l	1,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Lidocaïne	C01BB01	µg/l	0.17	0.37	0.06	0.19	<0.02	0.06
Sotalol	C07AA07	µg/l	2.8	4.6	0.74	2.1	0.16	0.43
Metoprolol	C07AB02	µg/l	4.0	5.3	1.3	2.8	0.28	0.94
Bezafibraat	C10AB02	µg/l	0.29	0.36	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
Diclofenac	M01AB05	µg/l	0.45	0.54	<0.15	0.35	<0.15	<0.10
Ibuprofen	M01AE01	µg/l	5.8	7.5	<0.07	<0.05	<0.15	<0.07
Naproxen	M01AE02	µg/l	2.5	4.0	<0.10	<0.15	<0.15	<0.10
Carbamazepine	N03AF01	µg/l	0.76	0.86	0.32	0.75	0.15	0.31
Gabapentine	N03AX12	µg/l	3,6	5,2	1,2	2,8	0,3	1
Levetiracetam	N03AX14	µg/l	2,2	3,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Oxazepam	N05BA04	µg/l	0,1	0,2	<0,1	0,1	<0,1	<0,1
Coffeïne	N06BC01	µg/l	120	160	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00

TABEL B ...4.

OVERZICHT ANALYSERESULTATEN RWZI DE BILT EN BILTSE GRIFT STROOMOPWAARTS EN STROOMAF-WAARTS VAN RWZI DE BILT,  
ALLEEN GENEESMIDDELEN DIE > RAPPORTAGEGRENZ VOORKOMEN, GESORTEERD NAAR ATC CODE

Werkzame stof	ATC Code	eenheid	Influent De Bilt 1A	Influent De Bilt 2A	Effluent De Bilt 1A	Effluent De Bilt 2A	Stroomop- waarts De Bilt	Stroomaf- waarts De Bilt
Metformine	A10BA02	µg/l	667,1	12,1	23,6	12,9	3,1	2,8
Dipyridamol	B01AC07	µg/l	3,9	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Lidocaïne	C01BB01	µg/l	0.17	<0.10	<0.08	0.11	<0.03	<0.02
Propranolol	C07AA05	µg/l	<0.50	<0.20	<0.20	<0.20	0.24	<0.20
Sotalol	C07AA07	µg/l	2.5	1.7	1.0	1.5	<0.08	<0.11
Metoprolol	C07AB02	µg/l	3.9	2.3	1.8	2.6	<0.25	<0.25
Gemfibrozil	C10AB04	µg/l	1.1	<0.20	<0.13	<0.15	<0.05	<0.05
Oleandomycine	J01FA05	µg/l	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	0.28	<0.10
Diclofenac	M01AB05	µg/l	0.37	0.27	<0.25	0.26	<0.05	<0.05
Ibuprofen	M01AE01	µg/l	6.1	<0.08	<0.05	<0.07	<0.05	<0.05
Naproxen	M01AE02	µg/l	2.8	<0.10	<0.15	<0.15	<0.10	<0.10
Carbamazepine	N03AF01	µg/l	1.2	1.0	0.78	0.97	0.11	0.12
Gabapentine	N03AX12	µg/l	3,6	2,2	1,3	2,1	0,3	0,3
Levetiracetam	N03AX14	µg/l	1,7	0,1	0,2	0,1	<0,1	<0,1
Oxazepam	N05BA04	µg/l	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Coffeïne	N06BC01	µg/l	130	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00

TABEL B ..5. OVERZICHT ANALYSERESULTATEN RWZI UTRECHT EN VECHT STROOMOPWAARTS EN STROOMAFWAARTS VAN RWZI UTRECHT, ALLEEN GENEESMIDDELEN DIE > RAPPORTAGEGREN S VOORKOMEN, GESORTEERD NAAR ATC CODE

Werkzame stof	ATC Code	eenheid	Influent	Influent	Effluent	Effluent	Stroomop	Stroomaf
			Utrecht	Utrecht	Utrecht	Utrecht	waarts	waarts
			1A	2A	1A	2A	Utrecht	Utrecht
Metformine	A10BA02	µg/l	302,2	350,6	4,8	4,9	2,7	2,9
Dipyridamol	B01AC07	µg/l	1,5	1,9	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Lidocaine	C01BB01	µg/l	1,7	0,33	0,42	0,34	<0,05	0,10
Propranolol	C07AA05	µg/l	<0,20	<0,25	<0,20	<0,20	<0,20	0,57
Sotalol	C07AA07	µg/l	1,3	1,8	1,0	1,6	0,36	0,36
Metoprolol	C07AB02	µg/l	1,7	2,2	1,0	2,0	<0,25	0,91
Gemfibrozil	C10AB04	µg/l	0,41	0,46	<0,20	<0,20	<0,15	<0,15
Oleandomycine	J01FA05	µg/l	<0,10	<0,25	<0,10	<0,10	<0,10	0,48
Diclofenac	M01AB05	µg/l	0,20	0,36	<0,20	0,33	<0,15	<0,17
Ibuprofen	M01AE01	µg/l	2,8	3,9	<0,10	<0,15	<0,15	<0,07
Naproxen	M01AE02	µg/l	1,3	1,5	<0,25	<0,20	<0,15	<0,15
Carbamazepine	N03AF01	µg/l	0,49	0,63	0,38	0,76	0,11	0,35
Gabapentine	N03AX12	µg/l	1,2	2	0,6	1,9	0,2	0,8
Levetiracetam	N03AX14	µg/l	1	1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Oxazepam	N05BA04	µg/l	0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Coffeine	N06BC01	µg/l	72	63	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00

TABEL B ..6. OVERZICHT ANALYSERESULTATEN RWZI UITHOORN EN AMSTEL STROOMOPWAARTS EN STROOMAFWAARTS VAN RWZI UITHOORN, ALLEEN GENEESMIDDELEN DIE > RAPPORTAGEGREN S VOORKOMEN, GESORTEERD NAAR ATC CODE

Werkzame stof	ATC Code	eenheid	Influent	Influent	Effluent	Effluent	Stroomop	Stroomafw
			Uithoorn	Uithoorn	Uithoorn	Uithoorn	waarts	aarts
			1A	2A	1A	2A	Uithoorn	Uithoorn
Metformine	A10BA02	µg/l	861,7	925,3	3,4	3,7	3,1	3,2
Dipyridamol	B01AC07	µg/l	5,5	4,8	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Lidocaine	C01BB01	µg/l	0,14	0,25	0,19	0,23	0,04	0,04
Sotalol	C07AA07	µg/l	2,5	3,0	1,6	2,0	0,35	0,36
Metoprolol	C07AB02	µg/l	3,9	4,2	2,2	2,3	0,54	0,58
Bezafibraat	C10AB02	µg/l	0,69	2,2	<0,20	<0,35	<0,15	<0,10
Gemfibrozil	C10AB04	µg/l	<0,50	1,6	<0,50	<0,35	<0,35	<0,50
Diclofenac	M01AB05	µg/l	<0,30	0,97	0,97	1,0	<0,15	<0,35
Ibuprofen	M01AE01	µg/l	6,7	21	<0,20	<0,20	<0,20	<0,40
Naproxen	M01AE02	µg/l	3,3	10	<0,20	<0,20	<0,30	<0,50
Carbamazepine	N03AF01	µg/l	1,6	1,5	1,2	1,5	0,26	0,28
Gabapentine	N03AX12	µg/l	2,8	4,5	2,2	2,6	0,9	0,8
Levetiracetam	N03AX14	µg/l	2,1	2,2	<0,1	0,1	<0,1	<0,1
Oxazepam	N05BA04	µg/l	0,1	0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1
Coffeine	N06BC01	µg/l	81	120	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00

## BIJLAGE 5

## VRACHTEN INFLUENT EN EFFLUENT RWZI'S

TABEL B 5.1 DEBIETEN INFLUENT EN EFFLUENT VAN 6 RWZI'S IN DE GEBIEDEN VAN WATERNET, HDSR EN VAL-LEI EN EEM UITGEDRUKT IN M3/DAG EN INWONERAANTAL RIOLERINGSGEBIED BEHORENDE BIJ DE 6 RWZI'S

	inwoneraantal	datum	influent	effluent		inwoneraantal	datum	influent	effluent
		monstername	m3/dag	m3/dag			monstername	m3/dag	m3/dag
RWZI Amersfoort	188.060	17 juli 2010	38215	38215	RWZI DE Bilt	46.060	15 juli 2010	8210	8210
		19 juli 2010	38000	38000			19 juli 2010	7150	7150
RWZI Bennekom	13.950	17 juli 2010	2406	2406	RWZI Zeist	55.780	15 juli 2010	3753	3753
		19 juli 2010	2277	2277			19 juli 2010	5571	5571
RWZI Utrecht	240.140	17 juli 2010	76340	76340	RWZI Uithoorn	33.740	19 juli 2010	6714	6782
		19 juli 2010	66260	66260			21 juli 2010	6540	6651

TABEL B 5.2 VRACHTEN GENEESMIDDELEN IN INFLUENT EN EFFLUENT VAN 6 RWZI'S IN DE GEBIEDEN VAN WA-TERNET, HDSR EN VALLEI EN EEM UITGEDRUKT IN KG/JAAR

Actieve stof	ATC Code	Amersfoort		Bennekom		Utrecht		De Bilt		Zeist		Uithoorn	
		influent	effluent	influent	effluent	influent	effluent	influent	effluent	influent	effluent	influent	effluent
		kg/jaar	kg/jaar	kg/jaar	kg/jaar	kg/jaar	kg/jaar	kg/jaar	kg/jaar	kg/jaar	kg/jaar	kg/jaar	kg/jaar
Metformine	A10BA02	1.415	36,9	124	2,56	9.095	126,13	1.015	52,19	1.735	18,37	2.160	8,70
Dipyridamol	B01AC07	29,1		3,88		47,4		11,7	0,30	1,51		12,47	
Lidocaine	C01BB01	2,92	3,96	0,13	0,12	28,3	9,96	0,51	0,29	0,49	0,23	0,47	0,51
Sotalol	C07AA07	15,7	18,1	2,00	2,51	43,2	33,3	5,96	3,46	6,59	2,64	6,64	4,41
Metoprolol	C07AB02	42,4	39,6	4,05	2,69	54,3	38,1	8,84	6,09	32,79	3,74	9,79	5,51
Bezafibraat	C10AB02	3,76	0,42	0,35	0,03	12,1				0,56		3,47	
Gemfibrozil	C10AB04	10,0	3,68	0,84	0,31			3,30				3,82	
Trimethoprim	J01EA01	1,80	1,67	0,13	0,18								
Sulfamethoxazol	J01EC01	2,57	2,23	0,47	0,25								
Azitromycine	J01FA10		1,74										
Diclofenac	M01AB05	3,47	4,38	0,57	0,50	7,80		0,91	0,68	0,86	0,71	2,32	2,41
Ibuprofen	M01AE01	97,3	0,70	7,44	0,09	93,3		18,3		11,60		33,27	
Naproxen	M01AE02	82,7	2,57	4,79	0,18	39,0		8,39		5,78		15,98	
Ketoprofen	M01AE03	2,43	1,32	0,14	0,06							3,75	3,31
Carbamazepine	N03AF01	7,02	8,69	0,53	0,64	15,6	14,5	3,10	2,53	1,39	0,98	3,75	3,31
Gabapentine	N03AX12	33,2	28,8	9,31	7,40	44,6	31,3	8,26	4,69	7,75	3,67	8,80	5,88
Levetiracetam	N03AX14	36,9	2,67	3,26	0,13	27,9		2,68	0,43	4,76		5,20	0,24
Pipamperon	N05AD05	2,07		0,15	0,30								
Clozapine	N05AH02	2,80	1,84	0,11	0,15								
Quetiapine	N05AH04	2,04		0,17									
Oxazepam	N05BA04	13,8	13,1	0,75	0,82	2,79		0,60		0,27	0,20	0,24	0,24
<b>Totaal</b>		<b>1.807</b>	<b>172</b>	<b>163</b>	<b>18,9</b>	<b>9.511</b>	<b>253</b>	<b>1.088</b>	<b>70,7</b>	<b>1.809</b>	<b>30,6</b>	<b>2.270</b>	<b>34,5</b>
<b>Totaal min metformine</b>		<b>392</b>	<b>135</b>	<b>39,1</b>	<b>16,4</b>	<b>416</b>	<b>127,2</b>	<b>72,5</b>	<b>18,5</b>	<b>74,4</b>	<b>12,2</b>	<b>110</b>	<b>25,8</b>

TABEL B 5.3 VRACHTEN GENEESMIDDELEN IN INFLUENT EN EFFLUENT VAN 6 RWZI'S IN DE GEBIEDEN VAN WA-TERNET, HDSR EN VALLEI EN EEM UITGEDRUKT IN GRAM/PERSOON/JAAR

Actieve stof	ATC Code	Amersfoort		Bennekom		Utrecht		De Bilt		Zeist		Uithoorn	
		influent	effluent	influent	effluent	influent	effluent	influent	effluent	influent	effluent	influent	effluent
		g/p/j	g/p/j	g/p/j	g/p/j	g/p/j	g/p/j	g/p/j	g/p/j	g/p/j	g/p/j	g/p/j	g/p/j
Metformine	A10BA02	7,52	0,20	8,88	0,18	37,87	0,53	22,04	1,13	31,10	0,33	64,03	0,26
Dipyridamol	B01AC07	0,15		0,28		0,20		0,25	0,01	0,03		0,37	
Lidocaine	C01BB01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,12	0,04	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,02
Sotalol	C07AA07	0,08	0,10	0,14	0,18	0,18	0,14	0,13	0,08	0,12	0,05	0,20	0,13
Metoprolol	C07AB02	0,23	0,21	0,29	0,19	0,23	0,16	0,19	0,13	0,59	0,07	0,29	0,16
Bezafibraat	C10AB02	0,02	0,002	0,03	0,002	0,05				0,01		0,10	
Gemfibrozil	C10AB04	0,05	0,02	0,06	0,02			0,07				0,11	
Trimethoprim	J01EA01	0,01	0,01	0,01	0,01								
Sulfamethoxazol	J01EC01	0,01	0,01	0,03	0,02								
Azitromycine	J01FA10		0,01										
Diclofenac	M01AB05	0,02	0,02	0,04	0,04	0,03		0,02	0,01	0,02	0,01	0,07	0,07
Ibuprofen	M01AE01	0,52	0,00	0,53	0,01	0,39		0,40	0,00	0,21		0,99	
Naproxen	M01AE02	0,44	0,01	0,34	0,01	0,16		0,18	0,00	0,10		0,47	
Ketoprofen	M01AE03	0,01	0,01	0,01	0,00							0,11	0,10
Carbamazepine	N03AF01	0,04	0,05	0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	0,05	0,03	0,02	0,11	0,10
Gabapentine	N03AX12	0,18	0,15	0,67	0,53	0,19	0,13	0,18	0,10	0,14	0,07	0,26	0,17
Levetiracetam	N03AX14	0,20	0,01	0,23	0,01	0,12		0,06	0,01	0,09		0,15	0,01
Pipamperon	N05AD05	0,01		0,01	0,02								
Clozapine	N05AH02	0,01	0,01	0,01	0,01								
Quetiapine	N05AH04	0,01		0,01									
Oxazepam	N05BA04	0,07	0,07	0,05	0,06	0,01		0,01		0,005	0,004	0,01	0,01
<b>Totaal</b>		<b>9,61</b>	<b>0,92</b>	<b>11,68</b>	<b>1,36</b>	<b>39,61</b>	<b>1,05</b>	<b>23,62</b>	<b>1,53</b>	<b>32,43</b>	<b>0,55</b>	<b>67,29</b>	<b>1,02</b>
<b>Totaal min metformine</b>		<b>2,1</b>	<b>0,72</b>	<b>2,80</b>	<b>1,17</b>	<b>1,73</b>	<b>0,53</b>	<b>1,57</b>	<b>0,40</b>	<b>1,33</b>	<b>0,22</b>	<b>3,26</b>	<b>0,77</b>



## BIJLAGE 6

# INZAMELINGSSYSTEMEN

## AFVALWATERSTROMEN

### INZAMELINGSSYSTEMEN

De verschillende waterstromen kunnen met verschillende inzamelingsystemen ingezameld worden. Hieronder een overzicht van de inzamelingsystemen van deelstromen die geneesmiddelen bevatten:

- Totale afvalwaterstroom.
  - Inzameling volgens het huidige conventionele systeem. Afvoer via een rioleringsstroom naar een communale zuivering (RWZI) of op lokaal niveau naar een IBA (Individuele Behandeling van Afvalwater). Bij koppeling met regenwaterafvoer zorgen overstorten voor de opvang van overmatige afvoer bij stortbuien. Er wordt uitgegaan van 2% foute aansluitingen, n.l. in het geval de afvoer van huishoudelijk water per abuis wordt gekoppeld aan een regenwateruitlaat op het oppervlaktewater.
- Zwart water.
  - Conventioneel spoeltoilet. De toiletstroom kan apart gehouden worden van de grijswaterstroom. De aanleiding voor apart verzamelen van zwart water zal nooit geneesmiddelenverwijdering zijn (veel te hoog organische stofgehalte, zie hoofdstuk 3), maar eerder terugwinning van energie door vergisting gecombineerd met terugwinning van mestproducten. Voor deze toepassingen is het watergehalte van een conventioneel spoeltoilet ongunstig; Voor geneesmiddelenverwijdering zal het spoelwater na vergisting eerst verder moeten worden behandeld met biologische en fysisch-chemische processen voordat dit geschikt is voor geneesmiddelenverwijdering.
  - Vacuümtoilet. Via een onderdruk wordt zwart water in het leidingsysteem afgevoerd (5 à 10 maal minder waterverbruik dan conventioneel toilet) (praktijkvoorbeeld woonwijk in Sneek). Met een UASB reactor wordt het ingezamelde zwarte water vergist en uit het restant (digestaat) wordt een fosfaat meststof gemaakt (struviet:  $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$ ). Digestaat na vergisting moet eerst verder worden behandeld met biologische en fysisch-chemische processen voordat dit geschikt is voor geneesmiddelenverwijdering.
  - Composttoilet en nonoilet.
  - Dit zijn droge systemen die geschikt zijn om het droge produkt direct als meststof op het land te brengen. Deze systemen zijn niet geschikt voor geneesmiddelenverwijdering.
- Bruin water en geel water
  - Urinescheidingstoilet (zie Figuur B 7-1). Speciaal ontwikkelde toiletten die bestaan uit twee compartimenten. In het voorste compartiment wordt de urine opgevangen, in het achterste deel wordt de feces afgevoerd wordt.
  - Urine wordt opgeslagen in een tank voor huisgebruik of in een tank op wijkniveau. Transport via een leidingsysteem over langere afstanden is niet mogelijk vanwege scaling (aanslag) van de leidingen. Hoeveelheid spoelwater is minder dan het spoelwaterverbruik van conventionele toiletten (5 a 7 x minder water). Totale waterbespa-



ring (t.o.v. totale huishoudelijk afvalwaterstroom) ca 20%. Productie meststof struviet ( $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) goed mogelijk. Voor en na struvietvorming is geneesmiddelenverwijdering mogelijk.

- Bruin water wordt afgevoerd naar RWZI of separaat behandeld. Minder geschikt dan zwart water voor energieproductie door vergisting vanwege hoger watergehalte dan met vacuümtoiletten ingezameld zwart water. Digestaat na vergisting moet eerst verder worden behandeld met biologische en fysisch-chemische processen voordat dit geschikt is voor geneesmiddelenverwijdering.

FIGUUR B 7-1 URINESCHEIDINGSTOILET (A) EN WATERLOOS URINOIR (B)



A. SEALSKIN OP HOGESCHOOL WINDESHEIM

B. F. ERNST AG – MODEL 8000

### TOT SLOT

De reden voor ontwikkeling van nieuwe sanitatiesystemen is tot nu toe niet de verwijdering van geneesmiddelen of andere ongewenste componenten, maar de ontwikkeling van een duurzaam afvalwaterbehandelingssysteem waarbij nutriënten en energie optimaal worden teruggewonnen en de RWZI's worden ontlast. Geneesmiddelenverwijdering is mogelijk, maar bij de meeste systemen pas nadat er biologische en fysisch-chemische processen aan toegevoegd worden. De enige stroom waaruit direct geneesmiddelen kunnen worden verwijderd is geel water (urine). Voor zwart- en bruinwater is een verdere behandeling noodzakelijk. Vanuit de invalshoek van nieuwe sanitatie wordt deze geneesmiddelenverwijdering als bijvangst gezien en niet als primair doel.

### VOORKEURSSYSTEMEN

Op basis van de samenstelling van de verschillende afvalwaterstromen en de mogelijkheden tot inzameling worden (nog onafhankelijk van de beschikbare technieken) als meest geschikte systemen beoordeeld:

- Urine-inzameling met urinescheidingstoiletten.
  - Voordelen: eenvoudige wijze van inzameling. Grootste vracht geneesmiddelen kan worden verwijderd zonder toevoeging van biologische en fysisch-chemische processen die bij zwart water en bruinwater wel noodzakelijk zijn. Terugwinning nutriënten relatief eenvoudig;
  - Nadelen: niet alle geneesmiddelen kunnen worden verwijderd (tot 10-30% bevindt zich in de feces, afhankelijk van het type geneesmiddel), geen verwijdering overige organische componenten, geen energieterugwinning

- Totale afvalwaterstroom: nabehandeling van effluent van RWZI's die reeds afvalwater behandelen, ingezameld met conventioneel rioleringsysteem.
  - Voordelen: alle geneesmiddelen kunnen worden meegenomen bij de verwijdering, overige microverontreinigingen worden meeeverwijderd; voor realisatie medicijnverwijdering kan aangesloten worden op bestaande infrastructuur RWZI (lagere investeringskosten dan lokaal)
  - Nadelen: terugwinning energie en nutriënten mogelijk, maar complexer dan bij zwart water.

#### **MINDER GESCHIKTE SYSTEMEN**

Als minder geschikt vanuit het oogpunt van geneesmiddelenverwijdering wordt beoordeeld (nadelen groter dan voordelen):

- Zwart waterinzameling met vacuümtoiletten.
  - Voordelen: alle geneesmiddelen kunnen worden meegenomen bij de verwijdering, energietrugwinning en terugwinning nutriënten relatief eenvoudig.
  - Nadelen: om geneesmiddelenverwijdering te bewerkstelligen moeten biologische en fysisch-chemische processen worden toegevoegd, alvorens de medicijnverwijderende technieken kunnen worden ingezet; geen verwijdering overige organische componenten
- Urine-inzameling en bruinwaterinzameling met urinescheidingstoiletten:
  - Geen voordelen t.o.v. zwartwaterinzameling, energietrugwinning moeilijker door hoger watergehalte.

#### **NIEUWBOUW VERSUS BESTAANDE BOUW**

Het installeren van nieuwe sanitatiesystemen voor inzamelen van gescheiden afvalwaterstromen bij bestaande bouw is vanwege de aanleg van nieuwe leidingsystemen complex en duur en daarom zeker voorlopig niet realistisch. Voor nieuwbouwsituaties is de aanleg van de systemen in pandig niet veel duurder dan conventionele systemen.

Ook de verwerking van de deelstromen is (onafhankelijk van de technieken voor verwijdering van geneesmiddelen) voorlopig nog duurder dan behandeling bij RWZI's, mede door de noveliteit van deze systemen. Bij veelvuldige toepassing, bij stijging van de kosten voor grondstoffen voor nutriënten en voor energie komen deze kosten steeds dichterbij elkaar. Daarnaast moet bij de afweging van de kosten in ieder geval ook worden meegenomen dat duurzaam omgaan met grondstoffen en het algemeen kringloopprincipe moeilijk in geld is uit te drukken.



## BIJLAGE 7

# VERWIJDERINGSTECHNIEKEN

## 1. VERWIJDERINGSTECHNIEKEN

Geneesmiddelen, hormoonverstorende stoffen en röntgencontrastmiddelen kunnen op wat voor schaal dan ook met verschillende technieken uit afvalwater worden verwijderd: oxidatietechnieken, fysisch-chemische technieken, filtratietechnieken en adsorptieve technieken. Deze worden in de navolgende paragrafen verder besproken.

### 1.1. FYSISCH-CHEMISCHE TECHNIKEN: STRIPPEN EN FILTRATIE

#### STRIPPEN

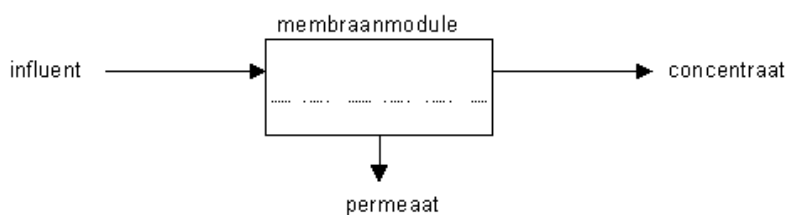
Vluchtige geneesmiddelenresten zouden in theorie door middel van strippen verwijderd kunnen worden. Omdat de vluchtigheid van veel geneesmiddelen zeer beperkt is, lijkt dit geen goede methode.

#### MEMBRAANFILTRATIE ALGEMEEN

Membraanfiltratie is een scheidingsmethode op grond van deeltjesgrootte (micro- en ultrafiltratie) en op grond van molecuulgewicht (nanofiltratie en reverse osmosis) (zie figuur 2.1). Geneesmiddelen zullen door micro- en ultrafiltratie niet worden tegengehouden, omdat de molecuulgrootte van geneesmiddelen te klein is. Nanofiltratie en reverse osmosis zijn wel in staat om een groot gedeelte van de geneesmiddelenresten tegen te houden. Bijzondere vormen van membraanfiltratie zijn bijvoorbeeld electro-dialyse, waarbij scheiden plaatsvindt op basis van lading van moleculen.

FIGUUR B 7-1

PRINCIPE VAN MEMBRAANFILTRATIE



#### NANOFILTRATIE

Voor de nabehandeling van effluent van een biologisch systeem lijkt de toepassing van nanofiltratie mogelijk, maar kostbaar. Afhankelijk van de groep geneesmiddelen worden verwijderingsrendementen van 50% tot 90% verwijderd. Een en ander is tevens afhankelijk van het type membraan, de bedrijfsvoering en de voorbehandeling (Roorda et al., 2005; Ternes, 2005). Nanofiltratie en/of reverse osmose (RO) zijn alléén niet voldoende in staat zijn om alle organische microverontreinigingen te verwijderen: een combinatie met actief koolfiltratie lijkt noodzakelijk om alle groepen geneesmiddelen afdoende te verwijderen. Een belangrijk nadeel bij nanofiltratie is de vrijkomende afvalstroom, het concentraat met hoge concentraties aan de verwijderde stoffen, dat ook verwerkt moeten worden. Dit is een kostenverhogende factor (STOWA, 2005).

### **ELECTRODIALYSE**

In dit proces worden geladen componenten uit het (geconcentreerde) afvalwater gebonden aan het geladen membraan. Deze methode is vooral geschikt om geneesmiddelen en hormonen te scheiden van opgeloste nutriënten. De opgeloste ionen en nutriënten worden daarbij door het elektrisch veld onttrokken, terwijl de geneesmiddelen achterblijven in het diluaat, maar worden verder niet afgebroken. Een aanvullende verwerkingsmethode is dan alsnog gewenst. Het concentraat kan direct worden benut als vloeibare N,P meststof of na struvietvorming (P en deels N verwijdering) biologisch worden verwerkt (verdergaande N verwijdering). Electrodialyse en struvietprecipitatie zijn de enige manieren om de nutriënten te scheiden van geneesmiddelen en hormonen. Van deze twee is electrodialyse de duurdere methode.

## **1.2 OXIDATIETECHNIKEN**

Oxidatietechnieken hebben als doel het oxideren van organische stoffen. De werking berust op een reactie van het oxidatiemiddel (oxidant) met organische verbindingen, die hierdoor worden geoxideerd en gedeeltelijk worden afgebroken tot kleinere moleculen (STOWA, 2005).

### **CHLORERING**

Dosering van chloor is onvoldoende effectief om alle geneesmiddelen volledig te oxideren. De verwijderingsrendementen zijn over het algemeen lager dan 10%, maar oestrogene middelen (de 'pil') en antibiotica kunnen wel voor meer dan 90% verwijderd worden. Een belangrijk nadeel van dit middel is, dat het om een zeer reactieve gasvormige stof gaat. Bijgevolg zijn de risico's voor het werken met deze stof op voorhand als hoog in te schatten.

### **OZONBEHANDELING**

Ozon (O<sub>3</sub>) is een oxidant die veel wordt gebruikt voor de behandeling van drinkwater en in toenemende mate voor de behandeling van afvalwater. Uit vierde trap onderzoek (nageschakelde techniek bij rioolwaterzuiveringsinstallaties) is bekend, dat ozon eerst de (rest-)CZV (chemisch zuurstof verbruik) aanpakt en pas daarna de organische microverontreinigingen. Escher *et al.* (2006) geven aan dat door ozon een aantal geneesmiddelen en hormonen (carbamazepine, diclofenac, ibuprofen, propranolol, sulfamethoxazole, estradiol) weliswaar volledig worden verwijderd, maar dat het effluent van ozonisatie (dosis 0,6 – 1,3 g/l) nog enige toxiciteit in een algentest vertoont. Zij concluderen daaruit dat ozon de genoemde stoffen niet volledig afbreekt, maar dat er metabolieten achterblijven.

### **WATERSTOFPEROXIDE EN GEAVANCEERDE OXIDATIE (AOP)**

Met alleen UV-behandeling is veel ervaring als methode voor desinfectie van drinkwater. In het algemeen kan gesteld worden dat UV geen effect zal hebben op medicijnen of hormonen, tenzij er specifieke stoffen door fotolyse kunnen worden omgezet. Afvalwaterbehandeling blijkt verder problematisch aangezien de vloeistof voldoende doorlatend moet zijn.

AOP-processen (Advanced Oxidation Processes) combineren UV-behandeling met stoffen als waterstoperoxyde en/of ozon. Deze combinatie veroorzaakt een versnelde oxidatie waarbij vrije hydroxide radicalen (OH) worden toegepast als sterke oxidant in plaats van de meer conventionele oxidanten zuurstof, ozon en chloride. Bij toepassing van AOP op effluent van RWZI's is een verwijdering van meer dan 90% gemeten voor geneesmiddelen. Deze combinatie blijkt de enige techniek te zijn die vrijwel alle middelen (behalve röntgencontrastmiddelen) effectief verwijdert (Ternes, 2005).

Ook bij de toepassing van geavanceerde oxydatie speelt het probleem van de troebelheid en lijkt dit pas mogelijk na een grote reductie van organische stof. Een “voor behandeling” met een Membraan Bio Reactor met Ultrafiltratiemembranen en nageschakelde actiefkoolfiltratie lijkt noodzakelijk.

### **METABOLIETEN**

De werking van oxidatieve technieken berust op een reactie van het oxidatiemiddel (oxidant) met organische verbindingen, die hierdoor worden geoxideerd en gedeeltelijk worden afgebroken tot kleinere moleculen. Door de gedeeltelijke afbraak van geneesmiddelen worden metabolieten gevormd. Verdere behandeling van het afvalwater, zoals bijvoorbeeld actief koolfiltratie is dan ook benodigd om de gevormde metabolieten te verwijderen.

## **1.3 ADSORPTIETECHNIKEN**

### **ACTIEF KOOLFILTRATIE**

Adsorptie aan actief kool kan door dosering van poederkool in het afvalwater (Powder Activated Carbon, PAC) of doorstromen van een korrelkoolreactor (Granular Activated Carbon, GAC). Als nageschakelde techniek zijn er goede pilotresultaten behaald, maar ook op een enkele RWZI is deze techniek full-scale ingezet. Op een RWZI in Duitsland is een goede verwijdering (>90%) van röntgencontrastmiddelen aangetoond (Metzger et al., 2005). Ook voor andere geneesmiddelenresten kan een vergaande reductie worden behaald (Joss, 2004). Uit RWZI-effluent is dit volgens Ternes (2005) aangetoond tot meer dan 90% verwijdering. Voor zover bekend, is er met de behandeling van geconcentreerde afvalwaterstromen zoals ziekenhuisafvalwater of urine voor geneesmiddelenreductie met alleen actief koolfiltratie (nog) geen ervaring opgedaan.

Actieve kool wordt ook veel ingezet als achtervang achter de oxidatieve technieken met ozon, UV en waterstofperoxyde om de gedeeltelijk en niet verwijderde stoffen verder af te vangen.

### **NANOKLEI**

Nanoklei is in gebruik als diergeneesmiddel dat in staat is gebleken complexe verbindingen te verwijderen door adsorptie. In een verkennende studie<sup>23</sup> naar de verwijdering van geneesmiddelen en hormoonverstoorders uit urine blijkt de nanoklei op de geneesmiddelen een matige tot zeer goede werking (>99% verwijdering) te hebben. De hormoonversturende activiteit werd met circa 75% gereduceerd. Het dient te worden gedoseerd als fijn poeder en daarna afgefilterd. Nanoklei lijkt zinvol te doseren, indien ook een ander adsorptief medium als actief kool als filtermedium wordt gebruikt.

## **2. ERVARINGEN, BEWEZENHEID EN OPSCHAALBAARHEID TECHNIEK**

Alle voorkeurstechnieken zijn bewezen in de drinkwaterwereld. Voor de behandeling van afvalwater speelt met name de aanwezigheid van organische stof een rol, zelfs na uitgebreide behandeling met biologische en fysisch-chemische processen in huidige RWZI's. Het effluent uit deze rioolwaterzuiveringen bevat nog te veel organische stof om medicijnverwijdering effectief en efficiënt te kunnen bewerkstelligen. Hierdoor zijn voor de afvalwaterwereld andere procesinstellingen nodig dan voor het produceren van drinkwater uit relatief schone bronnen, zoals oppervlaktewater en grondwater. Alhoewel er dus ervaring is met de technieken in de drinkwaterwereld, is de toepassing van deze technieken in de afvalwaterwereld niet

<sup>23</sup> Wortel, N.C., Van Dijk, C., december 2008; Verwijdering van geneesmiddelen uit urine door adsorptie met actieve kool, nanoklei en zeoliet

eenvoudig en loopt er momenteel veel pilotonderzoek om deze instellingen onder de knie te krijgen.

Om de technieken voor het verwijderen van geneesmiddelen op afvalwater effectief in te kunnen zetten dient eerst de organische stof vergaand verwijderd te worden. Dit verwijderingspercentage dient hoger te zijn dan nu gebruikelijk is in de communale afvalwaterzuivering. Ook bij lokale inzameling van deelstromen dient steeds zeer kritisch gekeken te worden naar het organische stofgehalte. Bij vergisting van bijvoorbeeld zwart water, zal het digestaat uit de vergister eerst opgewerkt moeten worden met behulp van biologische en fysisch-chemische processen. Deze opwerking moet leiden tot verlagen van het organisch stof gehalte en kan gecombineerd worden met terugwinning van stikstof en fosfaat. Ook deze combinaties van technieken op deelstromen als urine, zwart water en bruinwater worden momenteel uitgebreid gestest en op hun merites beoordeeld (terugwin- en verwijderingspercentages, kosten, bedrijfsvoeringsaspecten en risico's).

Uit het tot nu toe uitgevoerde pilotonderzoek blijkt dat alle technieken goed op te schalen zijn, mits aan de voorwaarde van verwijdering van organische stof is voldaan.

### 3. RELATIE MET BESTAANDE ZUIVERINGEN

Voor alle voorkeurstechieken geldt dat organische componenten voorafgaand vergaand verwijderd dienen te worden door bijvoorbeeld een MembraanBioReactor (MBR) met ultrafiltratiemembranen. Voor geavanceerde oxidatie lijkt zelfs een combinatie van een voorgeschaalde MBR met actiefkoolfilter noodzakelijk.

#### COMMUNALE ZUIVERING

De huidige communale afvalwaterzuiveringen omvatten over het algemeen geen MBR-installatie. Slib en organische opgeloste verontreinigingen worden met een veel lager rendement afgescheiden door middel van gravitatie in zogenaamde nabezinktanks. Voor de toepassing van de voorkeurstechieken zal het effluent daarom moeten worden opgewerkt. Dit kan door middel van membranen, maar een goedkopere oplossing is een combinatie van coagulatie en biovlokkingsfiltratie (STOWA 2005-28).

#### LOKALE DEELSTROMEN

Voor lokaal ingezamelde deelstromen geldt voor geel water (urine) dat hier geen verdere opwerking voor noodzakelijk is, aangezien urine weinig organische stof bevat. Wel kan gekozen worden om eerst nutriënten terug te winnen, maar dit is niet noodzakelijk vanuit het oogpunt van geneesmiddelenverwijdering.

Zwart- en bruin water dienen eerst vergist te worden en vervolgens biologisch en fysisch-chemisch behandeld te worden. In deze processen kan dan wel tegelijkertijd stikstof en fosfaat worden teruggewonnen. Ook moet aandacht worden besteed aan de verwijdering van grove delen (fijnzeving). Over het algemeen moeten verder membranen worden ingezet om de organische stof voldoende laag te krijgen. De goedkopere oplossing van biovlokkingsfiltratie die op grote verdunde stromen op effluent van RWZIs kan worden toegepast, is niet mogelijk voor kleine geconcentreerde stromen.

24 Communale zuivering: opwerking effluent met membranen of combinatie coagulatie en biovlokkingsfiltratie voorafgaande aan geneesmiddelenverwijdering.

## CONCLUSIE

- Deelstromen:
  - Zwart en bruinwater: fijnzeving, vergisting en fysisch chemische opwerking inclusief membranen voorafgaande aan geneesmiddelenverwijdering (biovlokkingsfiltratie niet mogelijk).
  - Geel water (urine): geneesmiddelenverwijdering kan direct zonder voorafgaande opwerking.

## 4. OPERATIONELE ASPECTEN

Actiefkoolfiltratie is de meest eenvoudige techniek en vereist het minste aandacht vanuit bedrijfsvoering. Voor ozonisatie, geavanceerde oxydatie en nanofiltratie/reverse osmosis is specifieke opleiding nodig van de operators en vereist een goede bewaking van de procesvoering.

Indien deze technieken op een RWZI worden geplaatst, heeft dit als voordeel dat er procesoperators aanwezig zijn die makkelijk bekend te maken zijn met het bedrijfsvoeren en onderhouden van de installaties. Bij lokale behandeling vergt het organiseren van de bedrijfsvoering en het onderhoud meer aandacht en zou dit bij voorkeur uitbesteed moeten worden aan specialisten wat extra kosten met zich mee brengt.

## 5. LOCATIE AFVALWATERBEHANDELING

Wanneer gekozen wordt geneesmiddelen afkomstig van lokale stromen te verwijderen kan het gaan om relatief kleinschalige verwijderingsinstallaties bij een ziekenhuis of zorginstelling of woonwijk of zelfs woonhuis of om wat grotere installaties bij een RWZI. Voor de behandeling van kleinere stromen uit zorginstellingen of woonwijken zijn de investeringskosten voor de verschillende technieken relatief hoog per kubieke meter behandeld water in verband met aan te leggen civiele constructies en werktuigbouwkundige en elektrotechnische installaties. Des te meer verdund water behandeld moet worden, des te lager deze kosten per kubieke meter worden. Op een grootschalige RWZI geldt het voordeel dat hier reeds tanks voor biologische processen en infrastructuur voor de verwerking van afvalproducten aanwezig zijn, waardoor de benodigde investeringen minder zijn.

Het afvalwater uit zorginstellingen en ziekenhuizen bevat per kubieke meter afvalwater veel meer geneesmiddelen dan het effluent van een rioolwaterzuivering. Alhoewel de kubieke meterprijs van lokale behandeling dus hoger is aan de bron (deze worden voornamelijk bepaald door de installatiekosten en in veel mindere mate door de hogere energie en chemicaliënkosten), is de verwijderde vracht per kubieke meter hoger maar zijn de totaal behandelde kubieke meters veel lager dan bij een RWZI.

## 6. ZUIVERINGSRENDEMENTEN

Aangezien er fysisch-chemische processen worden ingezet voor de geneesmiddelenverwijdering zijn de verwijderingsrendementen nagenoeg onafhankelijk van de vracht geneesmiddelen. Belangrijke voorwaarde is wel de verwijdering van organische stof. Het is dus niet zo dat de efficiëntie van een techniek groter wordt naarmate de concentratie geneesmiddelen groter wordt. Dezelfde rendementen kunnen worden aangehouden voor stromen als urine waarin zich veel geneesmiddelen bevinden en effluent van een RWZI waar lage concentraties heersen. Uiteraard moet het hydraulisch ontwerp van de technieken afgestemd zijn op de doorzet aan kubieke meters. Dit ontwerppunt is verwerkt in de kosten (zie paragraaf 7.3.7).



De verwijderingsrendementen van de verschillende technieken verschillen per soort geneesmiddel (zie Figuur 3-7). Sommige geneesmiddelen worden niet verwijderd door actiefkoolfiltratie, maar wel door oxydatieve technieken en andersom. Gemiddeld genomen over alle geneesmiddelengroepen kunnen voor de vaststelling van voorkeursscenario's de volgende rendementen worden gehanteerd:

- Actiefkoolfiltratie: 70%
- Ozon en AOP: 90%
- Nano/RO: 95%

## 7. KOSTEN

Een inschatting van de behandelingskosten per kubieke meter zijn weergegeven in tabel B 7-1.

TABEL B 7-1 INSCHATTING KOSTEN IN EURO PER KUBIEKE METER (OP BASIS VAN EXPERT JUDGEMENT)

	Lokaal totale afvalwater* (euro/m <sup>3</sup> )	Lokaal urine (euro/m <sup>3</sup> )	Effluentnabehandeling RWZI** (euro/m <sup>3</sup> )	Urinebehandeling t.p.v. RWZI
Actiefkoolfiltratie	2,50	1,8	0,35	1,6
Ozonisatie icm actiefkoolfiltratie	3,00	2,1	0,50	2,0
Geavanceerde oxydatie icm actiefkoolfiltratie	3,40	2,4	0,55	2,3
Nanofiltratie icm actiefkoolfiltratie	4,00	2,8	0,65	2,7

\* In combinatie met voorzeving en MBR met ultrafiltratiemembranen. Voor urinebehandeling is deze voorbehandeling niet nodig en worden de lokale behandelkosten 30% lager

\*\* In combinatie met behandeling effluent met coagulatie en biovlokkingsfiltratie voor een RWZI schaalgrootte van 50.000 i.e. op basis van expert judgement en informatie uit STOWA 2005-28

In bovenstaande prijzen is voor de lokale situatie uitgegaan van normaal afvalwater waar de grove delen en organische stof nog uitgehaald moet worden voordat tot verwijdering van geneesmiddelen kan worden overgegaan en van urine.

Bovenstaande prijzen zijn gebaseerd op extrapolatie van pilot installaties moeten als een indicatie worden beschouwd omdat nog nergens in Europa full scale technieken zijn beproefd. In Zwitserland worden bijvoorbeeld bij kostenramingen lagere prijzen gehanteerd.

In Bijlage 6 is een overzicht gegeven van specifieke inzamelingssystemen (zoals urinescheidingsstoiletten) die thans op de markt zijn, waardoor het afvalwater kan worden gesplitst aan de bron. Voor de verwijdering van geneesmiddelen geldt dat de benodigde investeringen en installaties beperkt zijn indien alleen de gele stroom (urine) behandeld moet worden. Immers een voorbehandeling voor verwijdering van grove delen en organische stof is dan niet nodig. De kosten voor het behandelen van urine zakken hierdoor met 30% per kubieke meter. Ook is het mogelijk de verzamelde urine te transporteren naar de lokatie van een RWZI, er komen dan transportkosten bij maar de infrastructuur voor behandeling is wel aanwezig. Deze kosten per kubieke meter worden iets lager dan lokale behandeling van urine

Op basis van het voorgaande is een analyse gemaakt van de kosten van het verwijderen van geneesmiddelen uit afvalwater en geel water (apart ingezamelde urine). Deze kosten zijn uitgerekend in:

- Euro/dag op basis van jaarlasten (investering + exploitatie)
- Euro/kg verwijderd geneesmiddelen

Hierbij is uitgegaan van behandeling met de genoemde technieken variërend in verwacht verwijderingsrendement van 70-95%. Verder is een situatie gebruikt van een fictieve eenheid van een kleine stad van 50.000 inwoners met 5 zorginstellingen met in totaal 500 bedden en 1 ziekenhuis met 600 bedden op basis van uitgangspunten en emissiekentallen uit het STOWA-project ZORG (zie Tabel 3-4). De uitkomsten van de berekeningen zijn samengevat in tabel B 7-2 (totale afvalwater) en Tabel B 7-3 (urine).

**TABEL B 7-2 VRACHTEN EN KOSTEN VERWIJDERING GENEESMIDDELEN UIT TOTAAL AFVALWATER BIJ ZIEKENHUIZEN, ZORGINSTELLINGEN EN RWZI**

	Behandeling gehele afvalwaterstroom ziekenhuis 600 bedden	Behandeling gehele afvalwaterstroom verzorgingshuizen 5 stuks à 100 bedden	Effluent RWZI* 50.000 inwoners
Kg/d verwijderd	0,035	0,012	0,27
Euro/kg verwijderd	22.000 – 27.000	50.000-60.000	24.000-30.000
Euro/dag	600-1000	500-800	1500-3000

\* Behandeling van de DWA-stroom op een zuivering. Hiermee wordt naar verwachting 85% van de geneesmiddelenvracht behandeld. 15% van de geneesmiddelenvracht wordt niet behandeld en direct geloosd op het oppervlaktewater.

Bij bovenstaande tabel moet opgemerkt worden dat voor een RWZI geldt dat er in de huidige situatie gemiddeld genomen over alle stoffen 66% wordt verwijderd. In de genoemde 0,27 kg/dag verwijderd bevindt zich dus al een hoeveelheid van 0,18 kg/d die door de normale zuiveringsprocessen wordt verwijderd. Door de extra effluentnabehandeling wordt 0,09 kg/d extra verwijderd. De euro's per kg verwijderd zijn betrokken op deze hoeveelheid.

Qua gevoeligheid van bovenstaande berekeningen is het goed om te realiseren dat een RWZI van 50.000 i.e. voor de Nederlandse situatie een relatief kleine zuivering is. De gemiddelde Nederlandse RWZI is 100.000 i.e. groot. De kosten per dag nemen toe naarmate de rwzi groter is. Uiteraard ook de verwijderde vracht. Voor een RWZI van 100.000 i.e zouden de kosten per dag uitkomen op 3000-6000 euro per dag. Hiervoor wordt in totaal 0,54 kg/d verwijderd oftewel 0,18 kg/d extra ten opzichte van de bestaande situatie.

**TABEL B 7-3 VRACHTEN EN KOSTEN VERWIJDERING GENEESMIDDELEN UIT URINE (GEEL WATER) BIJ ZIEKENHUIZEN, ZORGINSTELLINGEN EN RWZI**

	Lokale behandeling urine woonwijken (totaal 50.000 inwoners)	Lokale behandeling urine ziekenhuis 600 bedden	Lokale behandeling urine verzorgingshuis 5 stuks à 100 bedden ieder
Kg/d verwijderd	0,2	0,03	0,01
Euro/kg verwijderd	800-1200	100-300	300-600
Euro/dag	150-250	6-10	5-8

Bij de vrachten die in tabel B 7-2 en tabel B 7-3 voor de lokale behandeling bij woonwijken, ziekenhuizen en zorginstellingen zijn opgevoerd moet men zich wel realiseren dat zonder iets te doen door de RWZI er ook al 65% van de totaalvracht verwijderd. Hier is bij de kostenberekening (euro/kg) geen rekening gehouden.

Belangrijk is het te realiseren dat bij de zuiveringstechnieken die gericht zijn op geneesmiddelen alle geneesmiddelen voor een hoog percentage verwijderd worden. Bij een normale RWZI wordt weliswaar de totaalvracht met 65% gereduceerd, maar per individueel geneesmiddel is er een grote variatie zie (Figuur 3-7) in verwijderingspercentage.

Om bovenstaande in perspectief te plaatsen wordt tenslotte genoemd dat de huidige afvalwaterbehandeling circa 0,50 euro kost per kubieke meter (excl. Overige waterkwaliteitstaken zoals waterbodemsanering, belastinginning etc; bron: Benchmark BVZ en CBS Statline). Nabehandeling van effluent op een RWZI op de hiervoor beschreven wijze leidt dus grofweg tot een verdubbeling van deze kosten.

## 8. MILIEU

### 8.1 MILIEUBELASTING

Oxidatieve processen zoals ozon en AOP zijn zeer energie-intensief. Membraantechnieken zoals nanofiltratie en Reverse Osmosis (RO) gebruiken nog meer energie per behandelde kubieke meter afvalwater. Actiefkoolfiltratie kost nagenoeg geen energie.

Indien het energieverbruik van actiefkoolfiltratie op 100% wordt gesteld dan is voor de overige technieken meer energie nodig in de volgende orde grootte

Ozon inclusief nageschakelde actiefkoolfiltratie: 175%

AOP inclusief voor- en nageschakelde actiefkoolfiltratie: 250%

Nano/RO inclusief nageschakelde actiefkoolfiltratie: 300%

Nanofiltratie en actiefkoolfiltratie leveren verder een afvalstroom op (respectievelijk concentraat en beladen kool) die verder moet worden behandeld.

Qua milieubelasting scoort actiefkoolfiltratie dus het best, vanwege het lage energieverbruik. Hierna komt ozon en geavanceerde oxydatie en als laatste de Nano/RO-techniek. Deze laatste techniek heeft als nadeel een hoog energieverbruik en productie van een afvalstroom, maar heeft wel het hoogste verwachte verwijderingsrendement.

### 8.2 BIJVANGST

Een ander milieu-aspect dat meegenomen moet worden is of er al dan niet nutriënten kunnen worden teruggewonnen en of er tegelijkertijd verwijdering van overige organische micro-verontreinigingen optreedt (de zogenaamde bijvangst). Deze bijvangst hangt af van de gekozen afvalwaterstroom ( urine, bruin water, zwart water, totale afvalwaterstroom) en wordt niet beïnvloed door de keuze van technieken (zie tabel hieronder).

De milieuaspecten van de verschillende technieken zijn in Tabel B 7-4 samengevat.

TABEL B 7-4

SAMENVATTING MILIEUBELASTING VERSCHILLENDE TECHNIEKEN EN VERWIJDERINGSRENDEMENT

	Energie	Afvalstroom	Verwijderingsrendement
Actiefkoolfiltratie	Laag	Aanwezig	70 %
Ozon	Middel	Geen	90%
AOP	Middel	Geen	90%
Nano/RO	hoog	Aanwezig	95 %

**BIJLAGE 8**

# METHODIEK ER- EN GR-CALUX ASSAYS

**ER-CALUX**

De ER-Calux is een maat voor de totale oestrogene (= hormoonverstorende) activiteit in (afval) water. De ER-CALUX assay wordt uitgevoerd met de humane borstkanker T47D cellijn waarin van nature een oestrogen receptor aanwezig is. In de cel is een reporter gen (ERE) aangebracht, die gekoppeld is aan het Luc gen (luciferase). Wanneer nu een oestrogeen actieve stof de cel binnendringt, zal deze aan de ER receptor binden en deze daarmee activeren. De geactiveerde receptor zal vervolgens aan het ERE binden. Als gevolg hiervan wordt een hoeveelheid luciferase aangemaakt. Dit enzym is in staat het aan de celinhoud toegevoegde luciferine te oxideren, waarbij licht vrijkomt. De hoeveelheid licht vormt een maat voor de hoeveelheid oestrogene stoffen. De monsters zijn driemaal geëxtraheerd met methyl-tertbutylether (1 deel oplosmiddel op 5 delen monster). Deze extracten zijn samengevoegd, ingedampt (N2, 37°C) en overgebracht naar 50µl DMSO. De actief-slibmonsters zijn voor extractie gedroogd, waarna ze zijn geëxtraheerd met behulp van de ASE (methanol). Na extractie zijn de actief-slibextracten gedroogd en gefilterd over NaSO<sub>4</sub> en overgebracht naar 500 µl DMSO. Van alle extracten zijn verdunningen gemaakt in DMSO, welke vervolgens getest zijn in de ER-calux assay. In deze assay zijn de cellen 24 uur blootgesteld aan het extract. Het percentage DMSO tijdens de blootstelling bedroeg 0.1%. De resultaten worden uitgedrukt t.o.v. het natuurlijke oestrogene hormoon 17β-oestradiol, als oestradiol equivalenten (ng EEQ/l). Hiertoe wordt bij elke serie analyses een calibratiecurve met 17β-oestradiol meegenomen. De analyse is uitbesteed aan het laboratorium van Bio Detection Systems te Amsterdam waar de ER-Calux als standaard-analyse wordt uitgevoerd.

**GR-CALUX**

Glucocorticoïden bewerkstelligen hun biologische activiteit doordat ze binden aan een specifieke hormoonreceptor: de glucocorticoïd receptor (GR). Omdat ze allemaal op dezelfde receptor actief zijn, is de totale biologische activiteit een optelsom van de afzonderlijke activiteiten. De GR-Calux bestaat uit humane cellen (U2OS) die stabiel zijn getransfekteerd met het gen dat codeert voor het enzym luciferase. Dit enzym wordt aangemaakt wanneer glucocorticoïden - of stoffen die biologisch gezien genoeg op glucocorticoïden lijken om ook aan de receptor te kunnen binden - binden aan de glucocorticoïd receptoren in de cel. Wanneer een glucocorticoïd (achtige stof) bindt aan de GRs, bindt dit complex aan de Glucocorticoïd Responsieve Elementen (GREs) in de cel, waarna transcriptie plaatsvindt van het achtergelegen stuk DNA, dat in dit geval dus codeert voor het enzym luciferase. Nadat de cellen 24 uur zijn blootgesteld aan een stof of extract wordt de hoeveelheid luciferase bepaald. De hoeveelheid luciferase die de cellen produceren is een directe maat voor de hoeveelheid actieve stoffen in een monster. De hoeveelheid activiteit wordt gekwantificeerd door de activiteit te bepalen ten opzichte van een referentiestof, in het geval van de GR-Calux het synthetische glucocorticoïd dexamethasone.



## BIJLAGE 9

# LITERATUURVERZICHT

## CALUX ACTIVITEIT RWZI'S

Omschrijving studie en locatie	Extractie-methode <sup>a</sup>	Influent (ng EEQ/L)	Effluent (ng EEQ/L)	Oppervlakte-water (ng EEQ/L)	Aantal monsters, locaties	Referentie
RWZI Steenwijk	?	29	0,27	n.b.	<i>n</i> = 1, 3 locaties	Grontmij   AquaSense, 2008a
RWZI Echten	?	19	0,36	n.b.	<i>n</i> = 1, 2 locaties	Grontmij   AquaSense, 2008a
Ziekenhuis Bethesda	?	n.v.t.	54	n.b.	<i>n</i> = 1, 1 locatie	Grontmij   AquaSense, 2008a
RWZI Tilburg-Noord	?	n.b.	3,17	3,62	<i>n</i> = 1, 1 locatie	Grontmij   AquaSense, 2008b
RWZI Biest-Houtakker	?	n.b.	3,39	1,24	idem	Grontmij   AquaSense, 2008b
RWZI Haaren	?	n.b.	2,68	0,93	idem	Grontmij   AquaSense, 2008b
RWZI Soerendonk	?	n.b.	8,67	2,63	idem	Grontmij   AquaSense, 2008b
RWZI Eindhoven	?	n.b.	2,68	1,07	idem	Grontmij   AquaSense, 2008b
RWZI Sint-Oedenrode	?	n.b.	2,79	1,19	idem	Grontmij   AquaSense, 2008b
RWZI Boxtel	?	n.b.	2,77	1,19	idem	Grontmij   AquaSense, 2008b
RWZI Hapert	?	n.b.	2,93	2,58	idem	Grontmij   AquaSense, 2008b
Riwa onderzoek	Liquid / liquid (BDS)	n.v.t.	n.v.t.	<d.l. - 0,5	<i>n</i> = 75, 4 locaties <sup>a</sup>	Puijker, 2007
LOES (RWZI type onbekend)	Liquid / liquid (DEE)	38-3264	3,3	<d.l. - 0,17	<i>n</i> = 5, (effluent)	Vethaak <i>et al.</i> , 2002
pilot LOES (RWZI type onbekend)	SPE/methanol elutie	27 - 111	1,2 - 5,7	0,083 - 0,47	12 (6 locaties, 2x AWZI)	Vethaak <i>et al.</i> , 2002
<b>Conventionele RWZI</b>						
RWZI Steenwijk - Conventioneel	Liquid / liquid	58 - 89	<0,05 - 0,62 <sup>b</sup>	n.b.	<i>n</i> = 6, 3 locaties	Grontmij   AquaSense, 2005
Conventioneel	SPE	9,1 - 71,0 <sup>c</sup>	0,18 - 5,2	n.b.	<i>n</i> = 20, 7 locaties	STOWA, 2005
Conventioneel, Maasbommel	Liquid / liquid (BDS)	n.b.	0,03 - 1,02	n.b.	<i>n</i> = 1, 1 locatie	STOWA, 2007
RWZI Steenwijk - Conventioneel	Liquid / liquid	n.b.	<0,05 - 0,83	n.b.	<i>n</i> = 2, 1 locatie	Grontmij   AquaSense, 2007
Conventioneel	Liquid / liquid	n.b.	0,98 - 5,7	n.b.	<i>n</i> = 5, 5 locaties	Grontmij   AquaSense, 2008b
<b>RWZI met nageschakelde techniek</b>				n.b.		
Na zandfilter	SPE	n.b.	0,20 - 3,4	n.b.	<i>n</i> = 11, 4 locaties	STOWA, 2005
RWZI Steenwijk - na zandfilter	?	n.b.	0,31	n.b.	<i>n</i> = 1, 1 locatie	Grontmij   AquaSense, 2008a
RWZI Steenwijk - Zandfilter	Liquid / liquid	n.b.	0,33	n.b.	<i>n</i> = 1, 1 locatie	Grontmij   AquaSense, 2007
Na zandfilter, Maasbommel	Liquid / liquid (BDS)	n.b.	0,23 - 1,68	n.b.	<i>n</i> = 1, 1 locatie	STOWA, 2007
Na koelfilter, Maasbommel	Liquid / liquid (BDS)	n.b.	<d.l. - 0,76	n.b.	<i>n</i> = 1, 1 locatie	STOWA, 2007
Na zand- en actief koelfilter	SPE	n.b.	0,21 - 0,37	n.b.	<i>n</i> = 2, 1 locatie	STOWA, 2005
RWZI "F" - Nageschakelde MBR	SPE	n.b.	0,06 - 0,10	n.b.	<i>n</i> = 3, 1 locatie	STOWA, 2005

Bron: ZORG, Eindrapportage (deel C), STOWA in pres



## BIJLAGE 10

# LITERATUUROVERZICHT EFFECTEN GENEESMIDDELEN OP AQUATISCH ECOSYSTEEM

## 1. EFFECTEN VAN GENEESMIDDELEN OP AQUATISCHE ORGANISMEN

Geneesmiddelen zijn, vergeleken met andere groepen stoffen, goed onderzocht wat betreft werkingsmechanismen, mogelijke neven-effecten, farmacologische effecten op mensen en dieren (ratten en muizen).

Geneesmiddelen hebben enkele eigenschappen die relevant zijn voor ecologie:

- geneesmiddelen zijn ontworpen t.b.v. effecten op biologische processen te hebben. Hierdoor is het waarschijnlijk dat effecten veroorzaakt worden op non-target soorten na blootstelling.
- geneesmiddelen werken meestal heel specifiek op één receptor, enzym of biologisch proces om neveneffecten te vermijden.
- geneesmiddelen moeten werken op zeer lage concentraties. Hierdoor zijn ze zeer potent zijn.
- geneesmiddelen moeten persistent genoeg zijn om ongemetaboliseerd de organen in het menselijk lichaam te bereiken.

De potentiële risico's voor non-target organismen in het aquatisch milieu zal door toename van het geneesmiddelengebruik t.g.v. de vergrijzing alleen maar toenemen. Tot dusver zijn ongeveer 200 verschillende geneesmiddelen gedetecteerd in oppervlaktewateren. Dit aantal is slechts een fractie wat daadwerkelijk aanwezig kan zijn in oppervlaktewateren. Hoewel de meeste geneesmiddelen in zeer lage concentraties aanwezig zijn, kan de totale vracht waaraan organismen blootgesteld behoorlijk oplopen.

## VOORBEELDEN EFFECTEN

Hoewel er nog relatief weinig bekend is over de effecten van geneesmiddelen op het aquatisch milieu zijn er toch duidelijke negatieve effecten in de literatuur gerapporteerd. Het bekendste voorbeeld is de vervrouwelijking van mannelijke vissen na blootstelling aan het hormoon ethinylestradiol (de pil) (Vethaak et al., 2002). Effecten op het gedrag van maritieme garnalen zijn geobserveerd na blootstelling aan milieurelevante concentraties van het antidepressivum fluoxetine, met mogelijke cascade effecten op populatie en ecosysteem niveau (Guler en Ford, 2010). De laagst gemeten effectconcentratie bijblootstelling aan het anti-epilepticum carbamazepine is 1 µg/l waar nierschade bij karpers is aangetoond (Triebkorn et al. 2007) en vrouwelijke watervlooien eerder volgroeid waren en meer nakomelingen produceerden als gevolg van stress (Lürling et al., 2006). In een onderzoek waarin het effect van carbamazepine op het gedrag van vlokreeftjes werd getest, bedroeg de laagste effectconcentratie 0,01 µg/l. Bij deze concentratie was de activiteit van vlokreeftjes 30 procent lager dan in de controle (De Lange et al., 2006). De laagst gemeten effectconcentratie voor het ontstekingsremmende



pijnstillers diclofenac bij forellen was 0,5 µg/l (Hoeger et al., 2005). Bij dit onderzoek werden de forellen gedurende drie weken blootgesteld aan verschillende concentraties diclofenac. Nier-, kieuw- en leverschade werd waargenomen bij 0,5 µg/l. In een ander onderzoek bij regenboogforellen werd nier-, lever- en kieuwschade aangetoond bij 1,0 µg/l diclofenac (Triebkorn et al., 2004 en 2007). De bètablokker metoprolol werkt in op de hartspier en blokkeert de bèta-adrenalinereceptor, waardoor onder andere het hartritme wordt verlaagd. De bèta-adrenalinereceptor is aangetoond in vissen, amfibieën, zoogdieren en andere gewervelde organismen en vervult dezelfde functie als bij de mens (Nickerson et al., 2001). Door verlaging van het hartritme kan metoprolol bij waterorganismen invloed hebben op de groei en het vluchtgedrag. Effecten van bètablokkers zijn waargenomen op watervlooien en kroos (Cleuvers, 2005). In het oppervlaktewater is het mogelijk dat de antibiotica bacteriën elimineren en daarmee het evenwicht in het ecosysteem verstoren (Pomati et al., 2004; Ferrari et al. 2004). Ook dragen ze mogelijk bij aan de bacteriële resistentie tegen antibiotica. Combinatietoxiciteit van geneesmiddelen is zelden waargenomen. Alleen Cleuvers et al. (2003ab) heeft versterkte effecten waargenomen voor hormonen, antibiotica en pijnstillers.

### PEC/PNEC

Om het risico van milieuvreemde stoffen voor het aquatisch milieu te bepalen, wordt een risicobeoordeling uitgevoerd. Deze is gebaseerd op het quotiënt tussen de PEC (voorspelde concentratie in het milieu) en de PNEC (voorspelde nul-effectconcentratie). Een PEC/PNEC groter dan één betekent een hoog risico voor het aquatisch milieu; een PEC/PNEC kleiner dan één betekent een laag risico. PEC/PNEC ratio's groter dan één zijn Acetylsalicylzuur (Aspirine), allopurinol (ontstekingsremmende pijnstillers), amoxicilline (penicilline), estradiol en ethinyl-estradiol (hormonen), ketoconazol (antischimmelmiddel), mycofenolaat-mofetil (immunosuppressivum), norethisteron (hormoon), propranolol (bètablokker), raloxifeen (hormoon) en sertraline (antidepressivum) (Ågerstrand en Rudén, 2010).

## 2. LITERATUUR

- Ågerstrand M, Rudén C. 2010. Evaluation of the accuracy and consistency of the Swedish Environmental Classification and Information System for pharmaceuticals. *Science of the Total Environment*, 408: 2327–2339.
- Cleuvers, M. 2003a. Aquatic ecotoxicity of pharmaceuticals including the assessment of combination effects. *Toxicology Letters* 142: 185-194.
- Cleuvers M. 2003b. Mixture toxicity of the anti-inflammatory drugs diclofenac, ibuprofen, naproxen, and acetylsalicylic acid. *Ecotoxicology and Environmental Safety* nr. 59, pag. 309-315.
- De Lange H., W. Noordovena, A.J. Murkc, M. Lürlinga en E.T.H.M. Peeters. 2006. Behavioural responses of *Gammarus pulex* (Crustacea, Amphipoda) to low concentrations of pharmaceuticals. *Aquatic Toxicology* nr. 78, pag. 209-216.
- Fent K., A.A. Weston en D. Caminada, 2005. *Ecotoxicology of human pharmaceuticals*. *Aquatic Toxicology* Vol 76, pag. 122-159.
- Ferrari B., R. Mons, B. Vollat, B. Fraysse, N. Pax aus, R.L. Giudice, A. Pollio en J. Garric. 2004. Environmental risk assessment of six human pharmaceuticals: Are the current environmental risk assessment procedures sufficient for the protection of the aquatic environment? *Environmental Toxicology and Chemistry* nr. 23, pag.1344-1354.

- Guler, Y., en A.T. Ford 2010. Anti-depressants make amphipods see the light. *Aquatic Toxicology*. Vol 10.
- Hoeger B., Bernd Köllnerb, Daniel R. Dietricha en Bettina Hitzfeld, 2005. Water-borne diclofenac affects kidney and gill integrity and selected immune parameters in brown trout (*Salmo trutta*). *Aquatic Toxicology* nr. 75, pag. 53-64.
- Lahr, J. en de Lange, M. 2009. Hormoonverstoring in oppervlaktewater; waargenomen en verondersteldeffecten in de natuur, STOWA 2009-38
- Lürling M., Sargant E., Roessink I. 2006. Life-history consequences for *Daphnia pulex* exposed to pharmaceutical carbamazepine. *Environmental Toxicology* 21: 172-180.
- Nickerson, J.G., S.G. Dugan, G. Drouin en T.W. Moon. 2002. A putative beta adrenoceptor from the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Molecular characterisation and pharmacology. *European Journal of Biochemistry* nr. 268, pag. 6465-6472.
- Pomati F., A.G. Netting, D. Calamari en B.A. Neilan. 2004. Effects of erythromycin, tetracycline and ibuprofen on the growth of *Synechocystis* sp and *Lemna minor*. *Aquatic Toxicology* nr. 67, pag. 387-396.
- SFK, 2007. Data en Feiten 2008. Stichting Farmaceutische Kengetallen, augustus 2008. [www.sfk.nl/publicaties/2008denf.pdf](http://www.sfk.nl/publicaties/2008denf.pdf).
- Triebkorn R., H. Casper, A. Heyd, R. Eikemper, H. R. Köhler en J. Schwaiger. 2004. Toxic effects of the non-steroidal anti-inflammatory drug diclofenac Part II: Cytological effects in liver, kidney, gills and intestine of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquatic Toxicology* 68: 151-166.
- Triebkorn R., H. Casper, V. Scheil en J. Schwaiger 2007. Ultrastructural effects of pharmaceuticals (carbamazepine, clofibrilic acid, metoprolol, diclofenac) in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and common carp (*Cyprinus carpio*). *Analytical and Bioanalytical Chemistry* nr. 387, pag.1405-1416.
- Vethaak, A.D., G.B.J. Rijs, S.M. Schrap, H. Ruiter, A. Gerritsen en J. Lahr, 2002. Estrogens and xenoestrogens in the aquatic environment of the Netherlands. Occurrence, Potency and Biological Effects. Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment (RIZA) and Institute for Coastal and Marine Management (RIKZ). RIZA/RIKZ-report no. 2002.001.



**BIJLAGE 11**

# ANALYSECERTIFICATEN

## CHEMISCHE ANALYSES

Tabel 1 van 18

ANALYSECERTIFICAAT				
Project code	:	315831		
Project omschrijving	:	Waterschap Vallei en Eem - Gebiedsstudie		
Opdrachtgever	:	Grontmij AquaSense		
Monsterreferenties				
4794107 = ZS EEM 1A				
4794109 = ZS EFFL BENNEKOM 1A				
4794111 = ZS INFL BENNEKOM 1A				
Opgegeven bemonsteringsdatum	:	17/11/2009	17/11/2009	17/11/2009
Ontvangstdatum opdracht	:	20/11/2009	20/11/2009	20/11/2009
Startdatum	:	20/11/2009	20/11/2009	20/11/2009
Monstercode	:	4794107	4794109	4794111
Matrix	:	Afvalwater	Afvalwater	Afvalwater
Organische parameters - geneesmiddelen				
Geneesmiddelen - <i>humanaan</i> :				
17a-ethynyl-estradiol	µg/l	< 1,00	< 1,00	< 2,00
4-dimethylaminoantipyrine	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05
azitromycine	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05
bezafibraat	µg/l	< 0,02	0,05	0,40
carbamazepine	µg/l	0,14	0,71	0,63
chloramphenicol	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,30
clarithromycine	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05
clofibraat	µg/l	< 0,20	< 0,20	< 0,20
clofibrinezuur	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,02
coffeine	µg/l	< 0,25	< 0,25	160
cyclofosfamide	µg/l	< 0,03	< 0,03	< 0,05
dapson	µg/l	< 0,50	< 0,50	< 0,50
diclofenac	µg/l	0,06	0,54	0,70
fenazon	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05
fenofibraat	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01
fenoprofen	µg/l	< 0,03	< 0,03	< 0,03
fenoterol	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,50
furazolidon	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,5
gemfibrozil	µg/l	0,08	0,36	0,96
ibuprofen	µg/l	0,05	0,12	9,1
indomethacine	µg/l	< 0,20	< 0,20	< 0,25
ketoprofen	µg/l	< 0,03	0,08	0,15
lidocaine	µg/l	0,03	0,14	0,22
lincomycine	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05
metoprolol	µg/l	0,55	3,0	4,4
monensin	µg/l	< 0,01	< 0,06	< 0,01
naproxen	µg/l	0,07	0,22	5,8
oestron	µg/l	< 1,10	< 1,00	< 1,00
oleandomycine	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,20
pentoxifylline	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05
primidon	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,25
progesteron	µg/l	< 0,02	< 0,02	< 0,20
propranolol	µg/l	< 0,10	< 0,20	< 0,20
roxithromycine	µg/l	< 0,01	< 0,03	< 0,01
sotalol	µg/l	0,32	2,5	2,2
spiramycine	µg/l	< 1,00	< 1,00	< 1,00
sulfachloorpyridazine	µg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,4
sulfadimethoxine	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,10
sulfadimidine	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05
sulfamethoxazol	µg/l	0,03	0,35	0,46
sulfaquinoxaline	µg/l	< 0,25	< 0,25	< 2,20
tiamuline	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01
tolfenaminezuur	µg/l	< 0,02	< 0,01	< 0,02
trimethoprim	µg/l	0,02	0,21	0,14

Dit analyse-certificaat, inclusief voorblad en eventuele bijlage(n), mag niet anders dan in zijn geheel worden gereproduceerd.  
 - De met een 'Q' gemerkte analyses zijn door RvA geaccrediteerd (registratienummer LD86).

Opdrachtverificatiecode: UERF-XWXV-CJJS-ZAMF

Ref.: 315831\_certificaat\_v1

Tabel 2 van 18

ANALYSECERTIFICAAT			
Project code	: 315831		
Project omschrijving	: Waterschap Vallei en Eem - Gebiedsstudie		
Opdrachtgever	: Grontmij AquaSense		
Monsterreferenties			
4794107 = ZS EEM 1A			
4794109 = ZS EFFL BENNEKOM 1A			
4794111 = ZS INFL BENNEKOM 1A			
Opgegeven bemonsteringsdatum	: 17/11/2009	17/11/2009	17/11/2009
Ontvangstdatum opdracht	: 20/11/2009	20/11/2009	20/11/2009
Startdatum	: 20/11/2009	20/11/2009	20/11/2009
Monstercode	: 4794107	4794109	4794111
Matrix	: Afvalwater	Afvalwater	Afvalwater
Bijzonder onderzoek volgens	uitgevoerd	uitgevoerd	uitgevoerd
bijzonder onderzoek volgens			
onderzoeksplan			

Tabel 3 van 18

ANALYSECERTIFICAAT			
Project code	: 315831		
Project omschrijving	: Waterschap Vallei en Eem - Gebiedsstudie		
Opdrachtgever	: Grontmij AquaSense		
Monsterreferenties			
4794107 = ZS EEM 1A			
4794109 = ZS EFFL BENNEKOM 1A			
4794111 = ZS INFL BENNEKOM 1A			
Opgegeven bemonsteringsdatum	: 17/11/2009	17/11/2009	17/11/2009
Ontvangstdatum opdracht	: 20/11/2009	20/11/2009	20/11/2009
Startdatum	: 20/11/2009	20/11/2009	20/11/2009
Monstercode	: 4794107	4794109	4794111
Matrix	: Afvalwater	Afvalwater	Afvalwater
Uitbestede analyses			
GR kalux (ext.lab.)	bijlage	bijlage	bijlage
uitbesteding BDS	bijlage	bijlage	bijlage
Extra aangetroffen verbindingen			
Clozapine [[5786-21-0]]	µg/l	0,2527	0,1733
Dipyridamole [[58-32-2]]	µg/l	<0,1	<0,1
Gabapentin [[60142-96]]	µg/l	0,7608	8,3115
Levetiracetam [[102767-26]]	µg/l	<0,1	0,1365
Metformine [[1115-70-4]]	µg/l	<0,1	<0,1
Metronidazole [[443-48-1]]	µg/l	<0,1	<0,1
Oxazepam [[604-75-1]]	µg/l	0,2020	0,8952
Pipamperon [[2448-68-2]]	µg/l	0,4920	0,3450
Quetiapine [[111974-72-2]]	µg/l	<0,1	<0,1
Vigabatrin [[60643-86-9]]	µg/l	<0,1	<0,1

Tabel 4 van 18

ANALYSECERTIFICAAT				
Project code	:	315831		
Project omschrijving	:	Waterschap Vallei en Eem - Gebiedsstudie		
Opdrachtgever	:	Grontmij AquaSense		
<b>Monsterreferenties</b>				
4794113 = ZS DIJKGRAAFWET 1A				
4794115 = ZS INFL AMERSFRT 1A				
4794117 = ZS EFFL AMERSFRT 1A				
Opgegeven bemonsteringsdatum	:	17/11/2009	17/11/2009	17/11/2009
Ontvangstdatum opdracht	:	20/11/2009	20/11/2009	20/11/2009
Startdatum	:	20/11/2009	20/11/2009	20/11/2009
Monstercode	:	4794113	4794115	4794117
Matrix	:	Afvalwater	Afvalwater	Afvalwater
<b>Organische parameters - geneesmiddelen</b>				
<i>Geneesmiddelen - humaan:</i>				
17a-ethynyl-estradiol	µg/l	< 1,00	< 5,00	< 2,00
4-dimethylaminoantipyrine	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05
azitromycine	µg/l	< 0,05	< 0,05	0,09
bezafibraat	µg/l	0,02	0,27	0,03
carbamazepine	µg/l	0,34	0,51	0,58
chloramphenicol	µg/l	< 0,10	< 0,21	< 0,10
clarithromycine	µg/l	< 0,05	< 0,10	< 0,05
clofibrat	µg/l	< 0,20	< 0,20	< 0,20
clofibrinezuur	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01
coffeine	µg/l	< 0,25	130	< 0,25
cyclofosfamide	µg/l	< 0,05	< 0,03	< 0,03
dapson	µg/l	< 0,50	< 0,50	< 0,50
diclofenac	µg/l	0,18	0,18	0,24
fenazon	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05
fenofibraat	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01
fenoprofen	µg/l	< 0,03	< 0,03	< 0,03
fenoterol	µg/l	< 0,10	< 0,30	< 0,10
furazolidon	µg/l	< 0,20	< 0,20	< 0,10
gemfibrozil	µg/l	0,16	0,61	0,22
ibuprofen	µg/l	0,05	6,1	0,04
indomethacine	µg/l	< 0,20	< 0,20	< 0,20
ketoprofen	µg/l	< 0,03	0,17	0,09
lidocaine	µg/l	0,06	0,22	0,16
lincomycine	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05
metoprolol	µg/l	1,5	2,9	2,7
monensin	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01
naproxen	µg/l	0,10	5,3	0,17
oestron	µg/l	< 1,00	< 1,00	< 1,00
oleandomycine	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10
pentoxifylline	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05
primidon	µg/l	< 0,10	< 0,40	< 0,10
progesteron	µg/l	< 0,02	< 0,02	< 0,02
propranolol	µg/l	< 0,10	< 0,20	< 0,12
roxithromycine	µg/l	< 0,01	< 0,02	< 0,01
sotalol	µg/l	1,2	0,96	1,0
spiramycine	µg/l	< 1,00	< 1,00	< 1,00
sulfachloorpyridazine	µg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1
sulfadimethoxine	µg/l	< 0,05	< 0,10	< 0,05
sulfadimidine	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05
sulfamethoxazol	µg/l	< 0,04	0,14	0,16
sulfaquinoxaline	µg/l	< 0,25	< 2,80	< 0,25
tiamuline	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01
tofenaminezuur	µg/l	< 0,01	< 0,02	< 0,01
trimethoprim	µg/l	0,09	< 0,14	0,11

Dit analyse-certificaat, inclusief voorblad en eventuele bijlage(n), mag niet anders dan in zijn geheel worden gereproduceerd.  
 - De met een 'Q' gemerkte analyses zijn door RvA geaccrediteerd (registratienummer L086).

Opdrachtverificatiecode: UERF-XWV-CIJS-ZAMF

Ref.: 315831\_certificaat\_v1

Tabel 5 van 18

ANALYSECERTIFICAAT				
Project code	:	315831		
Project omschrijving	:	Waterschap Vallei en Eem - Gebiedsstudie		
Opdrachtgever	:	Grontmij AquaSense		
Monsterreferenties				
4794113 = ZS DIJKGRAAFWET 1A				
4794115 = ZS INFL AMERSFRT 1A				
4794117 = ZS EFFL AMERSFRT 1A				
Opgegeven bemonsteringsdatum	:	17/11/2009	17/11/2009	17/11/2009
Ontvangstdatum opdracht	:	20/11/2009	20/11/2009	20/11/2009
Startdatum	:	20/11/2009	20/11/2009	20/11/2009
Monstercode	:	4794113	4794115	4794117
Matrix	:	Afvalwater	Afvalwater	Afvalwater
Bijzonder onderzoek volgens				
onderzoek volgens	uitgevoerd	uitgevoerd	uitgevoerd	uitgevoerd
onderzoeksplan				

Tabel 6 van 18

ANALYSECERTIFICAAT				
Project code	:	315831		
Project omschrijving	:	Waterschap Vallei en Eem - Gebiedsstudie		
Opdrachtgever	:	Grontmij AquaSense		
Monsterreferenties				
4794113 = ZS DIJKGRAAFWET 1A				
4794115 = ZS INFL AMERSFRT 1A				
4794117 = ZS EFFL AMERSFRT 1A				
Opgegeven bemonsteringsdatum	:	17/11/2009	17/11/2009	17/11/2009
Ontvangstdatum opdracht	:	20/11/2009	20/11/2009	20/11/2009
Startdatum	:	20/11/2009	20/11/2009	20/11/2009
Monstercode	:	4794113	4794115	4794117
Matrix	:	Afvalwater	Afvalwater	Afvalwater
Uitbestede analyses				
GR kalux (ext.lab.)		bijlage	bijlage	bijlage
uitbesteding BDS		bijlage	bijlage	bijlage
Extra aangetroffen verbindingen				
Clozapine [[5786-21-0]]	µg/l	0,1025	0,2071	0,1466
Dipyridamole [[58-32-2]]	µg/l	<0,1	1,8886	<0,1
Gabapentin [[60142-96]]	µg/l	4,2751	2,3924	2,0538
Levetiracetam [[102767-28]]	µg/l	0,1357	2,7388	0,2030
Metformine [[1115-70-4]]	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1
Metronidazole [[443-48-1]]	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1
Oxazepam [[604-75-1]]	µg/l	0,4915	0,9410	0,8743
Pipamperon [[2448-66-2]]	µg/l	0,1772	0,1485	<0,1
Quetiapine [[11974-72-2]]	µg/l	<0,1	0,1789	<0,1
Vigabatrin [[60643-86-9]]	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1



Tabel 7 van 18

ANALYSECERTIFICAAT			
Project code	:	315831	
Project omschrijving	:	Waterschap Vallei en Eem - Gebiedsstudie	
Opdrachtgever	:	Grontmij AquaSense	
<b>Monsterreferenties</b>			
4794119 = ZS EEM 3A			
4794121 = ZS EFFL BENNEKOM 3A			
4794123 = ZS INFL BENNEKOM 3A			
Opgegeven bemonsteringsdatum	:	19/11/2009	19/11/2009
Ontvangstdatum opdracht	:	20/11/2009	20/11/2009
Startdatum	:	20/11/2009	20/11/2009
Monstercode	:	4794119	4794121
Matrix	:	Afvalwater	Afvalwater
<b>Organische parameters - geneesmiddelen</b>			
<i>Geneesmiddelen - humaan:</i>			
17a-ethynyl-estradiol	µg/l	< 1,00	< 10,00
4-dimethylaminoantipyrine	µg/l	< 0,05	< 0,05
azitromycine	µg/l	< 0,05	0,07
bezafibraat	µg/l	< 0,01	0,03
carbamazepine	µg/l	0,11	0,80
chloramphenicol	µg/l	< 0,10	< 0,10
clarithromycine	µg/l	< 0,05	< 0,10
clofibrinaat	µg/l	< 0,20	< 0,20
clofibrinezuur	µg/l	< 0,01	< 0,01
coffeine	µg/l	< 0,25	< 0,25
cyclofosfamide	µg/l	< 0,03	< 0,03
dapson	µg/l	< 0,50	< 0,50
diclofenac	µg/l	0,05	0,63
fenazon	µg/l	< 0,05	0,05
fenofibraat	µg/l	< 0,01	< 0,01
fenoprofen	µg/l	< 0,03	< 0,03
fenoterol	µg/l	< 0,10	< 0,10
furazolidon	µg/l	< 0,10	< 0,10
gemfibrozil	µg/l	0,05	0,36
ibuprofen	µg/l	0,02	0,09
indomethacine	µg/l	< 0,20	< 0,20
ketoprofen	µg/l	< 0,03	0,07
lidocaine	µg/l	0,02	0,14
lincomycine	µg/l	< 0,05	< 0,05
metoprolol	µg/l	0,41	3,3
monensin	µg/l	< 0,01	< 0,01
naproxen	µg/l	0,03	0,19
oestron	µg/l	< 1,00	< 1,00
oleandomycine	µg/l	< 0,10	< 0,10
pentoxifylline	µg/l	< 0,05	< 0,05
primidon	µg/l	< 0,10	< 0,10
progesteron	µg/l	< 0,10	< 0,02
propanolol	µg/l	< 0,10	< 0,10
roxithromycine	µg/l	< 0,01	< 0,01
sotalol	µg/l	0,26	3,4
spiramycine	µg/l	< 1,00	< 1,00
sulfachloorpyridazine	µg/l	< 0,1	< 0,1
sulfadimethoxine	µg/l	< 0,05	< 0,05
sulfadimidine	µg/l	< 0,05	< 0,05
sulfamethoxazol	µg/l	< 0,03	0,24
sulfaquinoxaline	µg/l	< 0,25	< 0,25
tiamuline	µg/l	< 0,01	< 0,01
toifenaminezuur	µg/l	< 0,01	< 0,01
trimethoprim	µg/l	< 0,02	0,20

Dit analyse-certificaat, inclusief voorblad en eventuele bijlage(n), mag niet anders dan in zijn geheel worden gereproduceerd.  
 - De met een 'Q' gemerkte analyses zijn door RvA geaccrediteerd (registratienummer LD86).

Opdrachtverificatiecode: UERF-XWXV-CIJS-ZAMF

Ref.: 315831\_certificaat\_v1

Tabel 8 van 18

ANALYSECERTIFICAAT			
Project code	: 315831		
Project omschrijving	: Waterschap Vallei en Eem - Gebiedsstudie		
Opdrachtgever	: Grontmij AquaSense		
<b>Monsterreferenties</b>			
4794119 = ZS EEM 3A			
4794121 = ZS EFFL BENNEKOM 3A			
4794123 = ZS INFL BENNEKOM 3A			
Opgegeven bemonsteringsdatum	: 19/11/2009	19/11/2009	19/11/2009
Ontvangstdatum opdracht	: 20/11/2009	20/11/2009	20/11/2009
Startdatum	: 20/11/2009	20/11/2009	20/11/2009
Monstercode	: 4794119	4794121	4794123
Matrix	: Afvalwater	Afvalwater	Afvalwater
Bijzonder onderzoek volgens			
bijzonder onderzoek volgens	uitgevoerd	uitgevoerd	uitgevoerd
onderzoeksplan			

Tabel 9 van 18

ANALYSECERTIFICAAT			
Project code	: 315831		
Project omschrijving	: Waterschap Vallei en Eem - Gebiedsstudie		
Opdrachtgever	: Grontmij AquaSense		
<b>Monsterreferenties</b>			
4794119 = ZS EEM 3A			
4794121 = ZS EFFL BENNEKOM 3A			
4794123 = ZS INFL BENNEKOM 3A			
Opgegeven bemonsteringsdatum	: 19/11/2009	19/11/2009	19/11/2009
Ontvangstdatum opdracht	: 20/11/2009	20/11/2009	20/11/2009
Startdatum	: 20/11/2009	20/11/2009	20/11/2009
Monstercode	: 4794119	4794121	4794123
Matrix	: Afvalwater	Afvalwater	Afvalwater
<b>Uitbestede analyses</b>			
GR kalux (ext.lab.)	bijlage	bijlage	bijlage
uitbesteding BDS	bijlage	bijlage	bijlage
<b>Extra aangetroffen verbindingen</b>			
Clozapine [[5786-21-0]]	µg/l	<0,1	<0,1
Dipyridamole [[58-32-2]]	µg/l	<0,1	4,8024
Gabapentin [[60142-96]]	µg/l	0,8955	9,0305
Levetiracetam [[102767-28]]	µg/l	<0,1	0,1697
Metformine [[1115-70-4]]	µg/l	<0,1	<0,1
Metronidazole [[443-48-1]]	µg/l	<0,1	<0,1
Oxazepam [[604-75-1]]	µg/l	0,1484	1,0171
Pipamperon [[2448-68-2]]	µg/l	<0,1	<0,1
Quetiapine [[11974-72-2]]	µg/l	<0,1	0,1354
Vigabatrin [[60643-86-9]]	µg/l	<0,1	<0,1

Tabel 10 van 18

ANALYSECERTIFICAAT			
Project code	:	315831	
Project omschrijving	:	Waterschap Vallei en Eem - Gebiedsstudie	
Opdrachtgever	:	Grontmij AquaSense	
<b>Monsterreferenties</b>			
4794125 = ZS DIJKGRAAFWET 3A			
4794134 = ZS INFL AMERSFRT 3A			
4794136 = ZS EFFL AMERSFRT 3A			
Opgegeven bemonsteringsdatum	:	19/11/2009	19/11/2009
Ontvangstdatum opdracht	:	20/11/2009	20/11/2009
Startdatum	:	20/11/2009	20/11/2009
Monstercode	:	4794125	4794134
Matrix	:	Afvalwater	Afvalwater
<b>Organische parameters - geneesmiddelen</b>			
<i>Geneesmiddelen - humaan:</i>			
17a-ethynyl-estradiol	µg/l	< 1,00	< 10,00
4-dimethylaminoantipyrine	µg/l	< 0,05	< 0,05
azitromycine	µg/l	< 0,05	< 0,05
bezafibraat	µg/l	0,02	0,27
carbamazepine	µg/l	0,39	0,50
chloramphenicol	µg/l	< 0,10	< 0,30
clarithromycine	µg/l	< 0,05	< 0,05
clofibraat	µg/l	< 0,20	< 0,20
clofibrinezuur	µg/l	< 0,01	< 0,02
coffeine	µg/l	< 0,25	130
cyclofosfamide	µg/l	< 0,03	< 0,03
dapson	µg/l	< 0,50	< 0,50
diclofenac	µg/l	0,25	0,32
fenazon	µg/l	< 0,05	< 0,05
fenofibraat	µg/l	< 0,01	< 0,01
fenopropfen	µg/l	< 0,03	< 0,03
fenoterol	µg/l	< 0,10	< 0,20
furazolidon	µg/l	< 0,20	< 0,2
gemfibrozil	µg/l	0,18	0,83
ibuprofen	µg/l	0,06	7,9
indomethacine	µg/l	< 0,20	< 0,25
ketoprofen	µg/l	< 0,03	0,18
lidocaine	µg/l	0,07	0,20
lincomycine	µg/l	< 0,05	< 0,05
metoprolol	µg/l	1,6	3,2
monensin	µg/l	< 0,01	< 0,01
naproxen	µg/l	0,08	6,6
oestron	µg/l	< 1,00	< 1,00
oleandomycine	µg/l	< 0,10	< 0,20
pentoxifylline	µg/l	< 0,05	< 0,05
primidon	µg/l	< 0,10	< 0,10
progesteron	µg/l	< 0,02	< 0,10
propranolol	µg/l	< 0,10	< 0,15
roxithromycine	µg/l	< 0,01	< 0,02
sotalol	µg/l	1,4	1,3
spiramycine	µg/l	< 1,00	< 1,00
sulfachloorpyridazine	µg/l	< 0,1	< 0,1
sulfadimethoxine	µg/l	< 0,05	< 0,10
sulfadimidine	µg/l	< 0,05	< 0,05
sulfamethoxazol	µg/l	0,04	0,23
sulfaquinoxaline	µg/l	< 0,25	< 0,45
tiamuline	µg/l	< 0,01	< 0,01
tolfenaminezuur	µg/l	< 0,01	< 0,02
trimethoprim	µg/l	0,09	0,13

Tabel 11 van 18

ANALYSECERTIFICAAT				
Project code	:	315831		
Project omschrijving	:	Waterschap Vallei en Eem - Gebiedsstudie		
Opdrachtgever	:	Grontmij AquaSense		
Monsterreferenties				
4794125 = ZS DIJKGRAAFWET 3A				
4794134 = ZS INFL AMERSFRT 3A				
4794136 = ZS EFFL AMERSFRT 3A				
Opgegeven bemonsteringsdatum	:	19/11/2009	19/11/2009	19/11/2009
Ontvangstdatum opdracht	:	20/11/2009	20/11/2009	20/11/2009
Startdatum	:	20/11/2009	20/11/2009	20/11/2009
Monstercode	:	4794125	4794134	4794136
Matrix	:	Afvalwater	Afvalwater	Afvalwater
Bijzonder onderzoek volgens onderzoeksplan		uitgevoerd	uitgevoerd	uitgevoerd
bijzonder onderzoek volgens onderzoeksplan		uitgevoerd	uitgevoerd	uitgevoerd

Tabel 12 van 18

ANALYSECERTIFICAAT				
Project code	:	315831		
Project omschrijving	:	Waterschap Vallei en Eem - Gebiedsstudie		
Opdrachtgever	:	Grontmij AquaSense		
Monsterreferenties				
4794125 = ZS DIJKGRAAFWET 3A				
4794134 = ZS INFL AMERSFRT 3A				
4794136 = ZS EFFL AMERSFRT 3A				
Opgegeven bemonsteringsdatum	:	19/11/2009	19/11/2009	19/11/2009
Ontvangstdatum opdracht	:	20/11/2009	20/11/2009	20/11/2009
Startdatum	:	20/11/2009	20/11/2009	20/11/2009
Monstercode	:	4794125	4794134	4794136
Matrix	:	Afvalwater	Afvalwater	Afvalwater
Uitbestede analyses				
GR kalux (ext.lab.)		bijlage	bijlage	bijlage
uitbesteding BDS		bijlage	bijlage	bijlage
Extra aangetroffen verbindingen				
Clozapine [[5786-21-0]]	µg/l	<0,1	0,1950	0,1186
Dipyridamole [[58-32-2]]	µg/l	<0,1	2,2949	<0,1
Gabapentin [[60142-96]]	µg/l	4,5473	2,3802	2,0877
Levetiracetam [[102767-28]]	µg/l	<0,1	2,5696	0,1809
Metformine [[1115-70-4]]	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1
Metronidazole [[443-48-1]]	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1
Oxazepam [[604-75-1]]	µg/l	0,4849	1,0395	1,0096
Pipamperon [[2448-68-2]]	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1
Quetiapine [[11974-72-2]]	µg/l	<0,1	0,1143	<0,1
Vigabatrin [[60643-86-9]]	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1

Tabel 13 van 18

ANALYSECERTIFICAAT	
Project code	: 315831
Project omschrijving	: Waterschap Vallei en Eem - Gebiedsstudie
Opdrachtgever	: Grontmij AquaSense

### Opmerkingen m.b.t. analyses

Uw referentie : ZS EEM 1A  
 Monstercode : 4794107

Opmerking(en) bij resultaten:

sulfaquinoxaline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
sulfadimethoxine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
bezafibraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
chloramphenicol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
fenopropfen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
indomethacine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
ketoprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
toifenaminezuur:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
17a-ethynyl-estradiol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
clofibraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
coffeine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
cyclofosfamide:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
dapson:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
fenazon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
fenoterol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
lincomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
oestron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
oleandomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
pentoxifylline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
primidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
progesteron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
propanolol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
spiramycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix

Uw referentie : ZS EFFL BENNEKOM 1A  
 Monstercode : 4794109

Opmerking(en) bij resultaten:

sulfaquinoxaline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
sulfadimethoxine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
chloramphenicol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
fenopropfen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
indomethacine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
17a-ethynyl-estradiol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
clofibraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
coffeine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
cyclofosfamide:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
dapson:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
fenazon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
fenoterol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
lincomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
monensin:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
oestron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
oleandomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
pentoxifylline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
primidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
progesteron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
propanolol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
roxithromycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
spiramycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix

Dit analyse-certificaat, inclusief voorblad en eventuele bijlage(n), mag niet anders dan in zijn geheel worden gereproduceerd.

Opdrachtverificatiecode: UERF-KWXV-CIJS-ZAMF

Ref: 315831\_certifcaat\_v1

Tabel 14 van 18

ANALYSECERTIFICAAT	
Project code	: 315831
Project omschrijving	: Waterschap Vallei en Eem - Gebiedsstudie
Opdrachtgever	: Grontmij AquaSense
Uw referentie	: ZS INFL BENNEKOM 1A
Monstercode	: 4794111
Opmerking(en) bij resultaten:	
sulfachloorpyridazine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
sulfaquinoxaline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
sulfadimethoxine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
furazolidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
chloramphenicol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
clofibrinezuur:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
fenoprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
indomethacine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
tolfenaminezuur:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
17a-ethynyl-estradiol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
clofibraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
cyclofosfamide:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
dapson:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
fenazon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
fenoterol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
lincomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
oestron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
oleandomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
pentoxifylline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
primidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
progesteron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
propranolol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
spiramycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
Uw referentie	: ZS DIJKGRAAFWET 1A
Monstercode	: 4794113
Opmerking(en) bij resultaten:	
sulfaquinoxaline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
sulfadimethoxine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
furazolidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
chloramphenicol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
fenoprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
indomethacine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
ketoprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
sulfamethoxazol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
17a-ethynyl-estradiol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
clofibraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
coffeine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
cyclofosfamide:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
dapson:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
fenazon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
fenoterol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
lincomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
oestron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
oleandomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
pentoxifylline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
primidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
progesteron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
propranolol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
spiramycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix

Dit analyse-certificaat, inclusief voorblad en eventuele bijlage(n), mag niet anders dan in zijn geheel worden gereproduceerd.

Opdrachtverificatiecode: UERF-XWXV-CIJS-ZAMF

Ref.: 315831\_certificaat\_v1

Tabel 15 van 18

ANALYSECERTIFICAAT	
Project code	: 315831
Project omschrijving	: Waterschap Vallei en Eem - Gebiedsstudie
Opdrachtgever	: Grontmij AquaSense
Uw referentie	: ZS INFL AMERSFRT 1A
Monstercode	: 4794115
Opmerking(en) bij resultaten:	
sulfaquinoxaline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
sulfadimethoxine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
clarithromycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
furazolidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
chloramphenicol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
fenopropfen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
indomethacine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
tolfenaminezuur:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
17a-ethynyl-estradiol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
clofibraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
cyclofosfamide:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
dapson:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
fenazon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
fenoterol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
lincomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
oestron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
oleandomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
pentoxifylline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
primidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
progesteron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
propranolol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
roxithromycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
spiramycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
trimethoprim:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
Uw referentie	: ZS EFFL AMERSFRT 1A
Monstercode	: 4794117
Opmerking(en) bij resultaten:	
sulfaquinoxaline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
sulfadimethoxine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
chloramphenicol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
fenopropfen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
indomethacine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
17a-ethynyl-estradiol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
clofibraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
coffeine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
cyclofosfamide:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
dapson:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
fenazon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
fenoterol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
lincomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
oestron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
oleandomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
pentoxifylline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
primidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
progesteron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
propranolol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
spiramycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix

Dit analyse-certificaat, inclusief voorblad en eventuele bijlage(n), mag niet anders dan in zijn geheel worden gereproduceerd.

Opdrachtverificatiecode: UERF-XWXV-CJUS-ZAMF

Ref.: 315831\_certificaat\_v1

Tabel 16 van 18

ANALYSECERTIFICAAT	
Project code	: 315831
Project omschrijving	: Waterschap Vallei en Eem - Gebiedsstudie
Opdrachtgever	: Grontmij AquaSense
Uw referentie	: ZS EEM 3A
Monstercode	: 4794119
Opmerking(en) bij resultaten:	
sulfaquinoxaline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
sulfadimethoxine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
chloramphenicol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
fenoprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
indomethacine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
ketoprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
sulfamethoxazol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
17a-ethynyl-estradiol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
clofibrat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
coffeine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
cyclofosfamide:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
dapson:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
fenazon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
fenoterol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
lincomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
oestron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
oleandomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
pentoxifylline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
primidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
progesteron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
propranolol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
spiramycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
Uw referentie	: ZS EFFL BENNEKOM 3A
Monstercode	: 4794121
Opmerking(en) bij resultaten:	
sulfaquinoxaline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
sulfadimethoxine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
clarithromycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
chloramphenicol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
fenoprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
indomethacine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
17a-ethynyl-estradiol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
clofibrat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
coffeine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
cyclofosfamide:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
dapson:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
fenoterol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
lincomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
oestron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
oleandomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
pentoxifylline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
primidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
progesteron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
propranolol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
spiramycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix

Dit analyse-certificaat, inclusief voorblad en eventuele bijlage(n), mag niet anders dan in zijn geheel worden gereproduceerd.

Opdrachtverificatiecode: UERF-XWV-CIJS-ZAMF

Ref.: 315831\_certificaat\_v1



Tabel 17 van 18

ANALYSECERTIFICAAT	
Project code	: 315831
Project omschrijving	: Waterschap Vallei en Eem - Gebiedsstudie
Opdrachtgever	: Grontmij AquaSense
Uw referentie	: ZS INFL BENNEKOM 3A
Monstercode	: 4794123
Opmerking(en) bij resultaten:	
sulfachloorpyridazine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
sulfaquinoxaline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
sulfadimethoxine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
clarithromycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
furazolidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
azitromycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
chloramphenicol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
clofibrinezuur:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
indomethacine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
toifenaminezuur:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
17a-ethynyl-estradiol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
clofibraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
cyclofosfamide:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
dapson:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
fenazon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
fenoterol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
lincomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
oestron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
oleandomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
pentoxifylline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
primidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
progesteron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
propranolol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
spiramycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
Uw referentie	: ZS DIJKGRAAFWET 3A
Monstercode	: 4794125
Opmerking(en) bij resultaten:	
sulfaquinoxaline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
sulfadimethoxine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
furazolidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
chloramphenicol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
fenoprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
indomethacine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
ketoprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
17a-ethynyl-estradiol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
clofibraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
coffeine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
cyclofosfamide:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
dapson:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
fenazon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
fenoterol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
lincomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
oestron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
oleandomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
pentoxifylline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
primidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
progesteron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
propranolol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix
spiramycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monsternatrix

Dit analyse-certificaat, inclusief voorblad en eventuele bijlage(n), mag niet anders dan in zijn geheel worden gereproduceerd.

Opdrachtverificatiecode: UERF-XXWV-CJUS-ZAMF

Ref.: 315831\_certificaat\_v1

Tabel 18 van 18

ANALYSECERTIFICAAT	
Project code	: 315831
Project omschrijving	: Waterschap Vallei en Eem - Gebiedsstudie
Opdrachtgever	: Grontmij AquaSense
Uw referentie	: ZS INFL AMERSFRT 3A
Monstercode	: 4794134
Opmerking(en) bij resultaten:	
sulfaquinoxaline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
sulfadimethoxine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
furazolidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
chloramphenicol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
clofibrinezuur:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
fenoprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
indomethacine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
toifenaminezuur:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
17a-ethynyl-estradiol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
clofibrat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
cyclofosfamide:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
dapson:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
fenazon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
fenoterol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
lincomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
oestron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
oleandomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
pentoxifylline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
primidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
progesteron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
propranolol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
roxithromycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
spiramycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
Uw referentie	: ZS EFFL AMERSFRT 3A
Monstercode	: 4794136
Opmerking(en) bij resultaten:	
sulfaquinoxaline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
sulfadimethoxine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
clarithromycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
chloramphenicol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
fenoprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
indomethacine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
17a-ethynyl-estradiol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
clofibrat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
caffeïne:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
cyclofosfamide:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
dapson:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
fenazon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
fenoterol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
lincomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
oestron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
oleandomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
pentoxifylline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
primidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
progesteron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
propranolol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
spiramycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix

Dit analyse-certificaat, inclusief voorblad en eventuele bijlage(n), mag niet anders dan in zijn geheel worden gereproduceerd.

Opdrachtverificatiecode: UERF-XWXV-CIJS-ZAMF

Ref.: 315831\_certificaat\_v1

Tabel 1 van 30

ANALYSECERTIFICAAT				
Project code	:	341670		
Project omschrijving	:	Waterschap HDSR Geneesmiddelen		
Opdrachtgever	:	Grontmij AquaSense		
<b>Monsterreferenties</b>				
2905911 = INFL ZEIST 1A				
2905912 = EFFL ZEIST 1A				
2905913 = STRMOP ZEIST 1A				
Opgegeven bemonsteringsdatum	:	15/07/2010	15/07/2010	19/07/2010
Ontvangstdatum opdracht	:	20/07/2010	20/07/2010	20/07/2010
Startdatum	:	21/07/2010	21/07/2010	21/07/2010
Monstercode	:	2905911	2905912	2905913
Matrix	:	Afvalwater	Afvalwater	Afvalwater
<b>Organische parameters - geneesmiddelen</b>				
<i>Geneesmiddelen - humaan:</i>				
17a-ethynyl-estradiol	µg/l	< 10,00	< 10,00	< 10,00
4-dimethylaminoantipyrine	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05
azitromycine	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05
bezafibraat	µg/l	0,29	< 0,10	< 0,10
carbamazepine	µg/l	0,76	0,32	0,15
chloramphenicol	µg/l	< 0,10	< 0,15	< 0,10
clarithromycine	µg/l	< 0,10	< 0,05	< 0,05
clofibrat	µg/l	< 2,00	< 2,00	< 2,00
clofibrinezuur	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05
coffeine	µg/l	120	< 1,00	< 1,00
cyclofosfamide	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10
dapsone	µg/l	< 0,35	< 0,25	< 0,25
diclofenac	µg/l	0,45	< 0,15	< 0,15
fenazon	µg/l	< 0,005	< 0,05	< 0,05
fenofibraat	µg/l	< 0,06	< 0,10	< 0,05
fenoprofen	µg/l	< 0,10	< 0,06	< 0,05
fenoterol	µg/l	< 0,40	< 0,25	< 0,25
furazolidon	µg/l	< 0,50	< 0,20	< 0,20
gemfibrozil	µg/l	< 0,80	< 0,20	< 0,10
ibuprofen	µg/l	5,8	< 0,07	< 0,15
indomethacine	µg/l	< 2,00	< 0,10	< 0,10
ketoprofen	µg/l	< 0,40	< 0,25	< 0,15
lidocaine	µg/l	0,17	0,06	< 0,02
lincomycine	µg/l	< 0,10	< 0,05	< 0,05
metoprolol	µg/l	4,0	1,3	0,28
monensin	µg/l	< 1,5	< 0,50	< 0,30
naproxen	µg/l	2,5	< 0,10	< 0,15
oestron	µg/l	< 2,00	< 2,00	< 2,00
oleandomycine	µg/l	< 1,50	< 0,10	< 0,10
pentoxifylline	µg/l	< 0,15	< 0,05	< 0,05
primidon	µg/l	< 0,35	< 0,25	< 0,25
progesteron	µg/l	< 1,00	< 0,10	< 0,10
propranolol	µg/l	< 1,00	< 0,20	< 0,20
roxithromycine	µg/l	< 0,15	< 0,15	< 0,05
sotalol	µg/l	2,8	0,74	0,16
spiramycine	µg/l	< 1,00	< 1,00	< 1,00
sulfachloorpyridazine	µg/l	< 0,50	< 0,50	< 0,50
sulfadimethoxine	µg/l	< 0,07	< 0,07	< 0,07
sulfadimidine	µg/l	< 0,15	< 0,10	< 0,10
sulfamethoxazol	µg/l	< 0,50	< 0,50	< 0,50
tiamuline	µg/l	< 0,05	< 0,10	< 0,05
toffenaminezuur	µg/l	< 0,70	< 0,10	< 0,10
trimethoprim	µg/l	< 0,40	< 0,25	< 0,25

Dit analyse-certificaat, inclusief voorblad en eventuele bijlage(n), mag niet anders dan in zijn geheel worden gereproduceerd.  
 - De met een 'Q' gemerkte analyses zijn door RvA geaccrediteerd (registratienummer LD86).

Opdrachtverificatiecode: PIGP-TJLS-XQEL-AZBT

Ref.: 341670\_certificaat\_v1

Tabel 2 van 30

ANALYSECERTIFICAAT				
Project code	:	341670		
Project omschrijving	:	Waterschap HDSR Geneesmiddelen		
Opdrachtgever	:	Grontmij AquaSense		
<b>Monsterreferenties</b>				
2905911 = INFL ZEIST 1A				
2905912 = EFFL ZEIST 1A				
2905913 = STRMOP ZEIST 1A				
Opgegeven bemonsteringsdatum	:	15/07/2010	15/07/2010	19/07/2010
Ontvangstdatum opdracht	:	20/07/2010	20/07/2010	20/07/2010
Startdatum	:	21/07/2010	21/07/2010	21/07/2010
Monstercode	:	2905911	2905912	2905913
Matrix	:	Afvalwater	Afvalwater	Afvalwater
<b>Bijzonder onderzoek volgens onderzoeksplan</b>				
bijzonder onderzoek volgens onderzoeksplan		uitgevoerd	uitgevoerd	uitgevoerd
<b>Extra aangetroffen verbindingen</b>				
Clozapine [[5786-21-0]]	µg/l	<0,4	<0,4	<0,4
Dipyridamole [[58-32-2]]	µg/l	1,1	<0,1	<0,1
Gabapentin [[60142-96]]	µg/l	3,6	1,2	0,3
Levetiracetam [[102767-28]]	µg/l	2,2	<0,1	<0,1
Metformine [[1115-70-4]]	µg/l	824,1	14,8	3,8
Metronidazole [[443-48-1]]	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1
Oxazepam [[604-75-1]]	µg/l	0,1	<0,1	<0,1
Pipamperon [[2448-68-2]]	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5
Quetiapine [[11974-72-2]]	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2
Vigabatrin [[60643-86-9]]	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1

Tabel 4 van 30

ANALYSECERTIFICAAT				
Project code	:	341670		
Project omschrijving	:	Waterschap HDSR Geneesmiddelen		
Opdrachtgever	:	Grontmij AquaSense		
<b>Monsterreferenties</b>				
2905914 = STRMAF ZEIST 1A				
2905915 = INFL ZEIST 2A				
2905916 = EFFL ZEIST 2A				
Opgegeven bemonsteringsdatum	:	19/07/2010	19/07/2010	19/07/2010
Ontvangstdatum opdracht	:	20/07/2010	20/07/2010	20/07/2010
Startdatum	:	21/07/2010	21/07/2010	21/07/2010
Monstercode	:	2905914	2905915	2905916
Matrix	:	Afvalwater	Afvalwater	Afvalwater
<b>Bijzonder onderzoek volgens onderzoeksplan</b>				
bijzonder onderzoek volgens onderzoeksplan		uitgevoerd	uitgevoerd	uitgevoerd
<b>Extra aangetroffen verbindingen</b>				
Clozapine [[5786-21-0]]	µg/l	<0,4	<0,4	<0,4
Dipyridamole [[58-32-2]]	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1
Gabapentin [[60142-96]]	µg/l	1,0	5,2	2,8
Levetiracetam [[102767-28]]	µg/l	<0,1	3,2	<0,1
Metformine [[1115-70-4]]	µg/l	4,8	1151,1	8,1
Metronidazole [[443-48-1]]	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1
Oxazepam [[604-75-1]]	µg/l	<0,1	0,2	0,1
Pipamperon [[2448-68-2]]	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5
Quetiapine [[11974-72-2]]	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2
Vigabatrin [[60643-86-9]]	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1

Tabel 3 van 30

ANALYSECERTIFICAAT				
Project code	:	341670		
Project omschrijving	:	Waterschap HDSR Geneesmiddelen		
Opdrachtgever	:	Grontmij AquaSense		
Monsterreferenties				
2905914 = STRMAF ZEIST 1A				
2905915 = INFL ZEIST 2A				
2905916 = EFFL ZEIST 2A				
Opgegeven bemonsteringsdatum	:	19/07/2010	19/07/2010	19/07/2010
Ontvangstdatum opdracht	:	20/07/2010	20/07/2010	20/07/2010
Startdatum	:	21/07/2010	21/07/2010	21/07/2010
Monstercode	:	2905914	2905915	2905916
Matrix	:	Afvalwater	Afvalwater	Afvalwater
Organische parameters - geneesmiddelen				
<i>Geneesmiddelen - humaan:</i>				
17a-ethynyl-estradiol	µg/l	< 10,00	< 10,00	< 10,00
4-dimethylaminoantipyrine	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05
azitromycine	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05
bezafibraat	µg/l	< 0,10	0,36	< 0,10
carbamazepine	µg/l	0,31	0,86	0,75
chloramphenicol	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10
clarithromycine	µg/l	< 0,05	< 0,10	< 0,05
clofibraat	µg/l	< 2,00	< 2,00	< 2,00
clofibrinezuur	µg/l	< 0,05	< 0,10	< 0,05
coffeine	µg/l	< 1,00	160	< 1,00
cyclofosfamide	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10
dapson	µg/l	< 0,25	< 0,40	< 0,25
diclofenac	µg/l	< 0,10	0,54	0,35
fenazon	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05
fenofibraat	µg/l	< 0,02	< 0,05	< 0,05
fenoprofen	µg/l	< 0,05	< 0,06	< 0,05
fenoterol	µg/l	< 0,25	< 0,50	< 0,25
furazolidon	µg/l	< 0,20	< 0,25	< 0,50
gemfibrozil	µg/l	< 0,15	0,96	< 0,05
ibuprofen	µg/l	< 0,07	7,5	< 0,05
indomethacine	µg/l	< 0,15	< 1,50	< 0,10
ketoprofen	µg/l	< 0,15	< 0,35	< 0,10
lidocaine	µg/l	0,06	0,37	0,19
lincomycine	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05
metoprolol	µg/l	0,94	5,3	2,8
monensin	µg/l	< 0,10	< 0,30	< 0,10
naproxen	µg/l	< 0,10	4,0	< 0,15
oestron	µg/l	< 2,00	< 2,00	< 2,00
oleandomycine	µg/l	< 0,10	< 0,25	< 0,10
pentoxifylline	µg/l	< 0,06	< 0,20	< 0,10
primidon	µg/l	< 0,25	< 0,30	< 0,25
progesteron	µg/l	< 0,10	< 0,70	< 0,10
propranolol	µg/l	< 0,20	< 0,25	< 0,20
roxithromycine	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05
sotalol	µg/l	0,43	4,6	2,1
spiramycine	µg/l	< 1,00	< 1,00	< 1,00
sulfachloorpyridazine	µg/l	< 0,50	< 0,50	< 0,50
sulfadimethoxine	µg/l	< 0,07	< 0,07	< 0,07
sulfadimidine	µg/l	< 0,10	< 0,20	< 0,20
sulfamethoxazol	µg/l	< 0,50	< 0,50	< 0,50
tiamuline	µg/l	< 0,02	< 0,02	< 0,02
tolfenaminezuur	µg/l	< 0,05	< 0,09	< 0,05
trimethoprim	µg/l	< 0,25	< 0,40	< 0,25

Dit analyse-certificaat, inclusief voorblad en eventuele bijlage(n), mag niet anders dan in zijn geheel worden gereproduceerd.  
 - De met een 'Q' gemerkte analyses zijn door RvA geaccrediteerd (registratienummer LD86).  
 Opdrachtverificatiecode: PIGP-TJLS-XQEL-AZBT

Ref.: 341670\_certificaat\_v1

Tabel 5 van 30

ANALYSECERTIFICAAT				
Project code	:	341670		
Project omschrijving	:	Waterschap HDSR Geneesmiddelen		
Opdrachtgever	:	Grontmij AquaSense		
<b>Monsterreferenties</b>				
2905917 = INFL UTRECHT 1A				
2905918 = EFFL UTRECHT 1A				
2905919 = STRMOP UTRECHT 1A				
Opgegeven bemonsteringsdatum	:	15/07/2010	15/07/2010	19/07/2010
Ontvangstdatum opdracht	:	20/07/2010	20/07/2010	20/07/2010
Startdatum	:	21/07/2010	21/07/2010	21/07/2010
Monstercode	:	2905917	2905918	2905919
Matrix	:	Afvalwater	Afvalwater	Afvalwater
<b>Organische parameters - geneesmiddelen</b>				
<i>Geneesmiddelen - humaan:</i>				
17a-ethynyl-estradiol	µg/l	< 10,00	< 10,00	< 10,00
4-dimethylaminoantipyrine	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05
azitromycine	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05
bezafibraat	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10
carbamazepine	µg/l	0,49	0,38	0,11
chloramphenicol	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10
clarithromycine	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05
clofibraat	µg/l	< 2,00	< 2,00	< 2,00
clofibrinezuur	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05
caffeine	µg/l	72	< 1,00	< 1,00
cyclofosfamide	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10
dapson	µg/l	< 0,25	< 0,25	< 0,25
diclofenac	µg/l	0,20	< 0,20	< 0,15
fenazon	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05
fenofibraat	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05
fenopropfen	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05
fenoterol	µg/l	< 0,25	< 0,25	< 0,25
furazolidon	µg/l	< 0,50	< 0,50	< 0,50
gemfibrozil	µg/l	0,41	< 0,20	< 0,15
ibuprofen	µg/l	2,8	< 0,10	< 0,15
indomethacine	µg/l	< 0,35	< 0,15	< 0,15
ketoprofen	µg/l	< 0,20	< 0,25	< 0,10
lidocaine	µg/l	1,7	0,42	< 0,05
lincomycine	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05
metoprolol	µg/l	1,7	1,0	< 0,25
monensin	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10
naproxen	µg/l	1,3	< 0,25	< 0,15
oestron	µg/l	< 2,00	< 2,00	< 2,00
oleandomycine	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10
pentoxifylline	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10
primidon	µg/l	< 0,25	< 0,25	< 0,25
progesteron	µg/l	< 0,20	< 0,10	< 0,10
propranolol	µg/l	< 0,20	< 0,20	< 0,20
roxithromycine	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05
sotalol	µg/l	1,3	1,0	0,36
spiramycine	µg/l	< 1,00	< 1,00	< 1,00
sulfachloorpyridazine	µg/l	< 0,50	< 0,50	< 0,50
sulfadimethoxine	µg/l	< 0,07	< 0,07	< 0,07
sulfadimidine	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10
sulfamethoxazol	µg/l	< 0,50	< 0,50	< 0,50
tiamuline	µg/l	< 0,02	< 0,02	< 0,02
tolfenaminezuur	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05
trimethoprim	µg/l	< 0,15	< 0,25	< 0,25

Dit analyse-certificaat, inclusief voorblad en eventuele bijlage(n), mag niet anders dan in zijn geheel worden gereproduceerd.

- De met een 'Q' gemerkte analyses zijn door RvA geaccrediteerd (registratienummer L086).

Opdrachtverificatiecode: PIGP-TJLS-XQEL-AZBT

Ref.: 341670\_certificaat\_v1

Tabel 6 van 30

ANALYSECERTIFICAAT			
Project code	:	341670	
Project omschrijving	:	Waterschap HDSR Geneesmiddelen	
Opdrachtgever	:	Grontmij AquaSense	
Monsterreferenties			
2905917 = INFL UTRECHT 1A			
2905918 = EFFL UTRECHT 1A			
2905919 = STRMOP UTRECHT 1A			
Opgegeven bemonsteringsdatum	:	15/07/2010	15/07/2010
Ontvangstdatum opdracht	:	20/07/2010	20/07/2010
Startdatum	:	21/07/2010	21/07/2010
Monstercode	:	2905917	2905918
Matrix	:	Afvalwater	Afvalwater
Bijzonder onderzoek volgens onderzoeksplan		uitgevoerd	uitgevoerd
bijzonder onderzoek volgens onderzoeksplan		uitgevoerd	uitgevoerd
Extra aangetroffen verbindingen			
Clozapine [[5786-21-0]]	µg/l	<0,4	<0,4
Dipyridamole [[58-32-2]]	µg/l	1,5	<0,1
Gabapentin [[60142-96]]	µg/l	1,2	0,6
Levetiracetam [[102767-28]]	µg/l	1,0	<0,1
Metformine [[1115-70-4]]	µg/l	302,2	4,8
Metronidazole [[443-48-1]]	µg/l	<0,1	<0,1
Oxazepam [[604-75-1]]	µg/l	0,1	<0,1
Pipamperon [[2448-68-2]]	µg/l	<0,5	<0,5
Quetiapine [111974-72-2]	µg/l	<0,2	<0,2
Vigabatrin [[60643-86-9]	µg/l	<0,1	<0,1

Tabel 8 van 30

ANALYSECERTIFICAAT			
Project code	:	341670	
Project omschrijving	:	Waterschap HDSR Geneesmiddelen	
Opdrachtgever	:	Grontmij AquaSense	
Monsterreferenties			
2905920 = STRMAF UTRECHT 1A			
2905921 = INFL UTRECHT 2A			
2905922 = EFFL UTRECHT 2A			
Opgegeven bemonsteringsdatum	:	19/07/2010	19/07/2010
Ontvangstdatum opdracht	:	20/07/2010	20/07/2010
Startdatum	:	21/07/2010	21/07/2010
Monstercode	:	2905920	2905921
Matrix	:	Afvalwater	Afvalwater
Bijzonder onderzoek volgens onderzoeksplan		uitgevoerd	uitgevoerd
bijzonder onderzoek volgens onderzoeksplan		uitgevoerd	uitgevoerd
Extra aangetroffen verbindingen			
Clozapine [[5786-21-0]]	µg/l	<0,4	<0,4
Dipyridamole [[58-32-2]]	µg/l	<0,1	1,9
Gabapentin [[60142-96]]	µg/l	0,8	2,0
Levetiracetam [[102767-28]]	µg/l	<0,1	1,0
Metformine [[1115-70-4]]	µg/l	2,9	350,6
Metronidazole [[443-48-1]]	µg/l	<0,1	0,1
Oxazepam [[604-75-1]]	µg/l	<0,1	0,1
Pipamperon [[2448-68-2]]	µg/l	<0,5	<0,5
Quetiapine [111974-72-2]	µg/l	<0,2	<0,2
Vigabatrin [[60643-86-9]	µg/l	<0,1	<0,1

Tabel 7 van 30

ANALYSECERTIFICAAT				
Project code	:	341670		
Project omschrijving	:	Waterschap HDSR Geneesmiddelen		
Opdrachtgever	:	Grontmij AquaSense		
<b>Monsterreferenties</b>				
2905920 = STRMAF UTRECHT 1A				
2905921 = INFL UTRECHT 2A				
2905922 = EFFL UTRECHT 2A				
Opgegeven bemonsteringsdatum	:	19/07/2010	19/07/2010	19/07/2010
Ontvangstdatum opdracht	:	20/07/2010	20/07/2010	20/07/2010
Startdatum	:	21/07/2010	21/07/2010	21/07/2010
Monstercode	:	2905920	2905921	2905922
Matrix	:	Afvalwater	Afvalwater	Afvalwater
<b>Organische parameters - geneesmiddelen</b>				
<i>Geneesmiddelen - humaan:</i>				
17a-ethynyl-estradiol	µg/l	< 10,00	< 10,00	< 10,00
4-dimethylaminoantipyrine	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05
azitromycine	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05
bezafibraat	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10
carbamazepine	µg/l	0,35	0,63	0,76
chloramphenicol	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10
clarithromycine	µg/l	< 0,05	< 0,20	< 0,10
clofibraat	µg/l	< 2,00	< 2,00	< 2,00
clofibrinezuur	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05
coffeine	µg/l	< 1,00	63	< 1,00
cyclofosfamide	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10
dapson	µg/l	< 0,25	< 0,25	< 0,25
diclofenac	µg/l	< 0,17	0,36	0,33
fenazon	µg/l	< 0,05	< 0,07	< 0,07
fenofibraat	µg/l	< 0,05	< 0,10	< 0,05
fenoprofen	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05
fenoterol	µg/l	< 0,25	< 0,25	< 0,25
furazolidon	µg/l	< 0,20	< 0,50	< 0,50
gemfibrozil	µg/l	< 0,15	0,46	< 0,20
ibuprofen	µg/l	< 0,07	3,9	< 0,15
indomethacine	µg/l	< 0,15	< 0,30	< 0,30
ketoprofen	µg/l	< 0,15	< 0,30	< 0,30
lidocaine	µg/l	0,10	0,33	0,34
lincomycine	µg/l	< 0,05	< 0,07	< 0,05
metoprolol	µg/l	0,91	2,2	2,0
monensin	µg/l	< 0,15	< 0,90	< 0,30
naproxen	µg/l	< 0,15	1,5	< 0,20
oestron	µg/l	< 2,00	< 2,00	< 2,00
oleandomycine	µg/l	0,48	< 0,25	< 0,10
pentoxifylline	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,05
primidon	µg/l	< 0,25	< 0,25	< 0,25
progesteron	µg/l	< 0,10	< 0,50	< 0,10
propranolol	µg/l	0,57	< 0,25	< 0,20
roxithromycine	µg/l	< 0,05	< 0,20	< 0,06
sotalol	µg/l	0,36	1,8	1,6
spiramycine	µg/l	< 1,00	< 1,00	< 1,00
sulfachloorpyridazine	µg/l	< 0,50	< 0,50	< 0,50
sulfadimethoxine	µg/l	< 0,07	< 0,07	< 0,07
sulfadimidine	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10
sulfamethoxazol	µg/l	< 0,50	< 0,50	< 0,50
tiamuline	µg/l	< 0,02	< 0,10	< 0,05
tofenaminezuur	µg/l	< 0,20	< 0,10	< 0,05
trimethoprim	µg/l	< 0,25	< 0,25	< 0,25

Dit analyse-certificaat, inclusief voorblad en eventuele bijlage(n), mag niet anders dan in zijn geheel worden gereproduceerd.  
- De met een 'Q' gemerkte analyses zijn door RvA geaccrediteerd (registratienummer LD86).

Opdrachtverificatiecode: PIGP-TJLS-XQEL-AZBT

Ref.: 341670\_certificaat\_v1



Tabel 9 van 30

ANALYSECERTIFICAAT				
Project code	:	341670		
Project omschrijving	:	Waterschap HDSR Geneesmiddelen		
Opdrachtgever	:	Grontmij AquaSense		
<b>Monsterreferenties</b>				
2905923 = INFL DE BILT 1A				
2905924 = EFFL DE BILT 1A				
2905925 = STRMOP DE BILT 1A				
Opgegeven bemonsteringsdatum	:	15/07/2010	15/07/2010	19/07/2010
Ontvangstdatum opdracht	:	20/07/2010	20/07/2010	20/07/2010
Startdatum	:	21/07/2010	21/07/2010	21/07/2010
Monstercode	:	2905923	2905924	2905925
Matrix	:	Afvalwater	Afvalwater	Afvalwater
<b>Organische parameters - geneesmiddelen</b>				
<i>Geneesmiddelen - humaan:</i>				
17a-ethynyl-estradiol	µg/l	< 5,00	< 15,00	< 10,00
4-dimethylaminoantipyrine	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05
azitromycine	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05
bezafibraat	µg/l	< 0,20	< 0,10	< 0,10
carbamazepine	µg/l	1,2	0,78	0,11
chloramphenicol	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10
clarithromycine	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,20
clofibraat	µg/l	< 1,50	< 2,00	< 2,00
clofibrinezuur	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05
coffeine	µg/l	130	< 1,00	< 1,00
cyclofosfamide	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10
dapson	µg/l	< 0,25	< 0,25	< 0,25
diclofenac	µg/l	0,37	< 0,25	< 0,05
fenazon	µg/l	< 0,06	< 0,05	< 0,05
fenofibraat	µg/l	< 0,05	< 0,07	< 0,05
fenoprofen	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05
fenoterol	µg/l	< 0,25	< 0,25	< 0,25
furazolidon	µg/l	< 0,15	< 0,26	< 0,15
gemfibrozil	µg/l	1,1	< 0,13	< 0,05
ibuprofen	µg/l	6,1	< 0,05	< 0,05
indomethacine	µg/l	< 0,50	< 0,15	< 0,10
ketoprofen	µg/l	< 0,15	< 0,10	< 0,10
lidocaine	µg/l	0,17	< 0,08	< 0,03
lincomycine	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05
metoprolol	µg/l	3,9	1,8	< 0,25
monensin	µg/l	< 0,06	< 0,05	< 0,15
naproxen	µg/l	2,8	< 0,15	< 0,10
oestron	µg/l	< 2,00	< 2,00	< 2,00
oleandomycine	µg/l	< 0,10	< 0,10	0,28
pentoxifylline	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05
primidon	µg/l	< 0,35	< 0,30	< 0,25
progesteron	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,20
propranolol	µg/l	< 0,50	< 0,20	0,24
roxithromycine	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05
sotalol	µg/l	2,5	1,0	< 0,08
spiramycine	µg/l	< 1,00	< 1,00	< 1,00
sulfachloorpyridazine	µg/l	< 0,50	< 0,50	< 0,50
sulfadimethoxine	µg/l	< 0,12	< 0,07	< 0,07
sulfadimidine	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10
sulfamethoxazol	µg/l	< 0,50	< 0,50	< 0,50
tiamuline	µg/l	< 0,01	< 0,02	< 0,02
tolfenaminezuur	µg/l	< 0,30	< 0,10	< 0,05
trimethoprim	µg/l	< 0,50	< 0,25	< 0,25

Dit analyse-certificaat, inclusief voorblad en eventuele bijlage(n), mag niet anders dan in zijn geheel worden gereproduceerd.  
 - De met een 'Q' gemerkte analyses zijn door RvA geaccrediteerd (registratienummer LD86).

Opdrachtverificatiecode: PIGP-TJLS-XQEL-AZBT

Ref.: 341670\_certificaat\_v1

Tabel 10 van 30

ANALYSECERTIFICAAT				
Project code	:	341670		
Project omschrijving	:	Waterschap HDSR Geneesmiddelen		
Opdrachtgever	:	Grontmij AquaSense		
<b>Monsterreferenties</b>				
2905923 = INFL DE BILT 1A				
2905924 = EFFL DE BILT 1A				
2905925 = STRMOP DE BILT 1A				
Opgegeven bemonsteringsdatum	:	15/07/2010	15/07/2010	19/07/2010
Ontvangstdatum opdracht	:	20/07/2010	20/07/2010	20/07/2010
Startdatum	:	21/07/2010	21/07/2010	21/07/2010
Monstercode	:	2905923	2905924	2905925
Matrix	:	Afvalwater	Afvalwater	Afvalwater
<b>Bijzonder onderzoek volgens onderzoeksplan</b>				
bijzonder onderzoek volgens onderzoeksplan		uitgevoerd	uitgevoerd	uitgevoerd
<b>Extra aangetroffen verbindingen</b>				
Clozapine [[5786-21-0]]	µg/l	<0,4	<0,4	<0,4
Dipyridamole [[58-32-2]]	µg/l	3,9	0,1	<0,1
Gabapentin [[60142-96]]	µg/l	3,6	1,3	0,3
Levetiracetam [[102767-28]]	µg/l	1,7	0,2	<0,1
Metformine [[1115-70-4]]	µg/l	667,1	23,6	3,1
Metronidazole [[443-48-1]]	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1
Oxazepam [[604-75-1]]	µg/l	0,2	<0,1	<0,1
Pipamperon [[2448-68-2]]	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5
Quetiapine [[11974-72-2]]	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2
Vigabatrin [[60643-86-9]]	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1

Tabel 12 van 30

ANALYSECERTIFICAAT				
Project code	:	341670		
Project omschrijving	:	Waterschap HDSR Geneesmiddelen		
Opdrachtgever	:	Grontmij AquaSense		
<b>Monsterreferenties</b>				
2905926 = STRMAF DE BILT 1A				
2905927 = INFL DE BILT 2A				
2905928 = EFFL DE BILT 2A				
Opgegeven bemonsteringsdatum	:	19/07/2010	19/07/2010	19/07/2010
Ontvangstdatum opdracht	:	20/07/2010	20/07/2010	20/07/2010
Startdatum	:	21/07/2010	21/07/2010	21/07/2010
Monstercode	:	2905926	2905927	2905928
Matrix	:	Afvalwater	Afvalwater	Afvalwater
<b>Bijzonder onderzoek volgens onderzoeksplan</b>				
bijzonder onderzoek volgens onderzoeksplan		uitgevoerd	uitgevoerd	uitgevoerd
<b>Extra aangetroffen verbindingen</b>				
Clozapine [[5786-21-0]]	µg/l	<0,4	<0,4	<0,4
Dipyridamole [[58-32-2]]	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1
Gabapentin [[60142-96]]	µg/l	0,3	2,2	2,1
Levetiracetam [[102767-28]]	µg/l	<0,1	0,1	0,1
Metformine [[1115-70-4]]	µg/l	2,8	12,1	12,9
Metronidazole [[443-48-1]]	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1
Oxazepam [[604-75-1]]	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1
Pipamperon [[2448-68-2]]	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5
Quetiapine [[11974-72-2]]	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2
Vigabatrin [[60643-86-9]]	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1

Tabel 11 van 30

ANALYSECERTIFICAAT			
Project code	:	341670	
Project omschrijving	:	Waterschap HDSR Geneesmiddelen	
Opdrachtgever	:	Grontmij AquaSense	
Monsterreferenties			
2905926 = STRMAF DE BILT 1A			
2905927 = INFL DE BILT 2A			
2905928 = EFFL DE BILT 2A			
Opgegeven bemonsteringsdatum	:	19/07/2010	19/07/2010
Ontvangstdatum opdracht	:	20/07/2010	20/07/2010
Startdatum	:	21/07/2010	21/07/2010
Monstercode	:	2905926	2905927
Matrix	:	Afvalwater	Afvalwater
Organische parameters - geneesmiddelen			
Geneesmiddelen - <i>humaan</i> :			
17a-ethynyl-estradiol	µg/l	< 15,00	< 15,00
4-dimethylaminoantipyrine	µg/l	< 0,05	< 0,05
azitromycine	µg/l	< 0,05	< 0,05
bezafibraat	µg/l	< 0,10	< 0,10
carbamazepine	µg/l	0,12	1,0
chloramphenicol	µg/l	< 0,10	< 0,10
clarithromycine	µg/l	< 0,05	< 0,05
clofibraat	µg/l	< 2,00	< 2,00
clofibrinezuur	µg/l	< 0,05	< 0,05
coffeine	µg/l	< 1,00	< 1,00
cyclofosfamide	µg/l	< 0,10	< 0,11
dapson	µg/l	< 0,25	< 0,25
diclofenac	µg/l	< 0,05	0,27
fenazon	µg/l	< 0,05	< 0,05
fenofibraat	µg/l	< 0,07	< 0,08
fenoprofen	µg/l	< 0,05	< 0,06
fenoterol	µg/l	< 0,25	< 0,25
furazolidon	µg/l	< 0,15	< 0,27
gemfibrozil	µg/l	< 0,05	< 0,20
ibuprofen	µg/l	< 0,05	< 0,08
indomethacine	µg/l	< 0,10	< 0,10
ketoprofen	µg/l	< 0,10	< 0,10
lidocaine	µg/l	< 0,02	< 0,10
lincomycine	µg/l	< 0,05	< 0,05
metoprolol	µg/l	< 0,25	2,3
monensin	µg/l	< 0,15	< 0,10
naproxen	µg/l	< 0,10	< 0,10
oestron	µg/l	< 2,00	< 2,00
oleandomycine	µg/l	< 0,10	< 0,10
pentoxifylline	µg/l	< 0,05	< 0,05
primidon	µg/l	< 0,25	< 0,25
progesteron	µg/l	< 0,20	< 0,20
propranolol	µg/l	< 0,20	< 0,20
roxithromycine	µg/l	< 0,05	< 0,05
sotalol	µg/l	< 0,11	1,7
spiramycine	µg/l	< 1,00	< 1,00
sulfachloorpyridazine	µg/l	< 0,50	< 0,50
sulfadimethoxine	µg/l	< 0,07	< 0,07
sulfadimidine	µg/l	< 0,10	< 0,10
sulfamethoxazol	µg/l	< 0,05	< 0,20
tiamuline	µg/l	< 0,03	< 0,03
tolfenaminezuur	µg/l	< 0,05	< 0,05
trimethoprim	µg/l	< 0,25	< 0,25

Dit analyse-certificaat, inclusief voorblad en eventuele bijlage(n), mag niet anders dan in zijn geheel worden gereproduceerd.  
 - De met een 'Q' gemerkte analyses zijn door RvA geaccrediteerd (registratienummer LD86).

Opdrachtverificatiecode: PIGP-TJLS-XQEL-AZBT

Ref.: 341670\_certificaat\_v1

Tabel 14 van 30

ANALYSECERTIFICAAT	
Project code	: 341670
Project omschrijving	: Waterschap HDSR Geneesmiddelen
Opdrachtgever	: Grontmij AquaSense
Uw referentie	: EFFL ZEIST 1A
Monstercode	: 2905912
Opmerking(en) bij resultaten:	
clofibrinezuur:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
indomethacine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
gemfibrozil:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
primidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
progesteron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
dapson:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
oleandomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
roxithromycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
sulfachloorpyridazine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
sulfamethoxazol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
ketoprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
naproxen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
diclofenac:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
tofenaminezuur:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
trimethoprim:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
clofibraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
monensin:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
caffeine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
sulfamethoxine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
furazolidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
chloramphenicol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
cyclofosamide:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
17a-ethynyl-estradiol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
sulfadiazine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
fenazon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
lincomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
propranolol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
fenofibraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
fenoterol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
oestron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
tamuline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
bezafibraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
ibuprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
spiramycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
fenoprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
peroxyfilline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix

Tabel 15 van 30

ANALYSECERTIFICAAT	
Project code	: 341670
Project omschrijving	: Waterschap HDSR Geneesmiddelen
Opdrachtgever	: Grontmij AquaSense
Uw referentie	: STRMOP ZEIST 1A
Monstercode	: 2905913
Opmerking(en) bij resultaten:	
clofibrinezuur:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
indomethacine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
gemfibrozil:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
dapson:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
progesteron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
primidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
oleandomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
roxithromycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
sulfachloorpyridazine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
sulfamethoxazol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
ketoprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
naproxen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
diclofenac:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
tofenaminezuur:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
caffeine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
clofibraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
trimethoprim:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
monensin:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
furazolidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
sulfadimethoxine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
chloramphenicol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
sulfadiazine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
cyclofosamide:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
lincomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
fenazon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
17a-ethynyl-estradiol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
liocaine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
tamuline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
fenoterol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
oestron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
propranolol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
fenofibraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
bezafibraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
ibuprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
spiramycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
fenoprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
peroxyfilline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix

Tabel 16 van 30

ANALYSECERTIFICAAT	
Project code	: 341670
Project omschrijving	: Waterschap HDSR Geneesmiddelen
Opdrachtgever	: Grontmij AquaSense
Uw referentie	: STRMAF ZEIST 1A
Monstercode	: 2905914
Opmerking(en) bij resultaten:	
clofibrinezuur:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
indomethacine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
gemfibrozil:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
dapson:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
primidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
clindamycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
progesteron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
roxithromycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
sulfachloorpyridazine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
sulfamethoxazol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
ketoprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
naproxen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
diclofenac:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
toferaminezuur:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
caffeine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
trimethoprim:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
clofibraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
monensin:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
sulfadimethoxine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
furazolidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
chloramphenicol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
fenazon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
17 $\alpha$ -ethynyl-estradiol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
sulfadiazine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
cyclofosfamide:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
lincomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
fenoterol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
oestron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
propanolol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
tamuline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
fenofibraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
baclofenaat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
ibuprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
spiramycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
fenoprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
pentoxifylline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix

Tabel 17 van 30

ANALYSECERTIFICAAT	
Project code	: 341670
Project omschrijving	: Waterschap HDSR Geneesmiddelen
Opdrachtgever	: Grontmij AquaSense
Uw referentie	: INFL ZEIST 2A
Monstercode	: 2905915
Opmerking(en) bij resultaten:	
clofibrinezuur:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
indomethacine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
primidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
roxithromycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
dapson:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
clindamycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
progesteron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
sulfachloorpyridazine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
ketoprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
sulfamethoxazol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
toferaminezuur:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
trimethoprim:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
clofibraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
monensin:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
chloramphenicol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
sulfadimethoxine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
furazolidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
17 $\alpha$ -ethynyl-estradiol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
sulfadiazine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
fenazon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
cyclofosfamide:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
lincomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
fenoterol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
oestron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
propanolol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
fenofibraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
tamuline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
clarithromycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
spiramycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
fenoprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
pentoxifylline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix

Tabel 18 van 30

ANALYSECERTIFICAAT	
Project code	: 341670
Project omschrijving	: Waterschap HDSR Geneesmiddelen
Opdrachtgever	: Grontmij AquaSense
Uw referentie	: EFFL ZEIST 2A
Monstercode	: 2905916
Opmerking(en) bij resultaten:	
indomethacine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
clofibrinezuur:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
gemfibrozil:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
primidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
progesteron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
dapson:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
oleandomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
roxithromycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
sulfachloorpyridazine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
sulfamethoxazol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
ketoprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
naproxen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
tofenaminezuur:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
trimethoprim:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
clofibraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
monensin:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
caffeine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
chloramphenicol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
sulfadimethoxine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
furazolidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
cyclofosfamide:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
17 $\alpha$ -ethynyl-estradiol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
sulfadimidine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
fenazon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
lincomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
propanolol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
fenofibraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
fenoterol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
oestron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
tiamuline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
bezafibraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
ibuprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
spiramycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
fenoprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
pentoxifylline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix

Tabel 19 van 30

ANALYSECERTIFICAAT	
Project code	: 341670
Project omschrijving	: Waterschap HDSR Geneesmiddelen
Opdrachtgever	: Grontmij AquaSense
Uw referentie	: INFL UTRECHT 1A
Monstercode	: 2905917
Opmerking(en) bij resultaten:	
dapson:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
primidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
oleandomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
progesteron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
roxithromycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
indomethacine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
clofibrinezuur:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
sulfamethoxazol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
sulfachloorpyridazine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
ketoprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
trimethoprim:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
clofibraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
monensin:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
tofenaminezuur:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
sulfadimidine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
cyclofosfamide:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
lincomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
fenazon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
17 $\alpha$ -ethynyl-estradiol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
chloramphenicol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
sulfadimethoxine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
furazolidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
fenoterol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
oestron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
propanolol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
tiamuline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
fenofibraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
spiramycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
bezafibraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
pentoxifylline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
fenoprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix

Tabel 20 van 30

ANALYSECERTIFICAAT	
Project code	: 341670
Project omschrijving	: Waterschap HDSR Geneesmiddelen
Opdrachtgever	: Grontmij AquaSense
Uw referentie	: EFFL UTRECHT 1A
Monstercode	: 2905918
Opmerking(en) bij resultaten:	
dapson:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
oleandomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
progesteron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
primidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
routhromycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
clofbrinezuur:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
gemfibrozil:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
indomethacine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
sulfamethoxazol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
sulfachloorpyridazine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
ketoprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
coffeine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
trimethoprim:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
clofbraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
monensin:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
diclofenac:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
tofenaminezuur:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
naproxen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
sulfamidine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
fenazon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
cyclofosamide:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
lincomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
17a-ethynyl-estradiol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
chloramphenicol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
sulfadimethovine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
furazolidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
tamuline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
fenoterol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
oestron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
propranolol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
fenofbraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
spiramycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
ibuprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
bezafbraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
pentoxifylline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
fenoprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix

Tabel 21 van 30

ANALYSECERTIFICAAT	
Project code	: 341670
Project omschrijving	: Waterschap HDSR Geneesmiddelen
Opdrachtgever	: Grontmij AquaSense
Uw referentie	: STRMOP UTRECHT 1A
Monstercode	: 2905919
Opmerking(en) bij resultaten:	
dapson:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
primidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
oleandomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
routhromycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
progesteron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
indomethacine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
clofbrinezuur:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
gemfibrozil:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
sulfachloorpyridazine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
sulfamethoxazol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
ketoprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
monensin:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
coffeine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
trimethoprim:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
metoprolol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
clofbraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
naproxen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
diclofenac:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
tofenaminezuur:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
fenazon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
17a-ethynyl-estradiol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
sulfamidine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
cyclofosamide:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
lincomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
chloramphenicol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
sulfadimethovine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
furazolidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
fenoterol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
oestron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
propranolol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
fenofbraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
tamuline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
idocaine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
spiramycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
bezafbraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
ibuprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
pentoxifylline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
fenoprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix

Tabel 22 van 30

ANALYSECERTIFICAAT	
Project code	: 341670
Project omschrijving	: Waterschap HDSR Geneesmiddelen
Opdrachtgever	: Grontmij AquaSense
Uw referentie	: STRMAF UTRECHT 1A
Monstercode	: 2905920
Opmerking(en) bij resultaten:	
dapson:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
primidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
progesteron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
indomethacine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
clofibrinezuur:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
gemfibrozil:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
roxithromycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
sulfamethoxazol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
sulfachloorpyridazine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
ketoprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
coffeine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
trimethoprim:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
clofibraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
naproxen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
diklofenac:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
tolfenaminezuur:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
monensin:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
sulfadimidine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
fenazon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
cyclofosamide:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
17a-ethynyl-estradiol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
lincomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
sulfadimethoxine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
furazolidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
chloramphenicol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
fenoterol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
oestron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
tiamuline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
fenofibraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
bezafibraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
ibuprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
spiramycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
pentoxifylline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
fenoprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix

Tabel 23 van 30

ANALYSECERTIFICAAT	
Project code	: 341670
Project omschrijving	: Waterschap HDSR Geneesmiddelen
Opdrachtgever	: Grontmij AquaSense
Uw referentie	: INFL UTRECHT 2A
Monstercode	: 2905921
Opmerking(en) bij resultaten:	
primidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
oleandomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
roxithromycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
dapson:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
progesteron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
indomethacine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
clofibrinezuur:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
sulfamethoxazol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
sulfachloorpyridazine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
ketoprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
trimethoprim:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
clofibraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
monensin:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
tolfenaminezuur:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
fenazon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
17a-ethynyl-estradiol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
sulfadimidine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
cyclofosamide:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
lincomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
chloramphenicol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
sulfadimethoxine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
furazolidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
fenoterol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
oestron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
propanolol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
fenofibraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
tiamuline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
spiramycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
bezafibraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
clarithromycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
pentoxifylline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix
fenoprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monsternatrix



Tabel 24 van 30

ANALYSECERTIFICAAT	
Project code	: 341670
Project omschrijving	: Waterschap HDSR Geneesmiddelen
Opdrachtgever	: Grontmij AquaSense
Uw referentie	: EFFL UTRECHT 2A
Monstercode	: 2905922
Opmerking(en) bij resultaten:	
primidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
roxithromycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
dapson:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
oleandomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
progesteron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
clofibrinezuur:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
gemfibrozil:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
indomethacine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
sulfamethoxazol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
sulfachloropyridazine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
ketoprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
trimethoprim:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
clofibrat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
monensin:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
coffeine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
tofenaminezuur:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
naproxen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
17 $\alpha$ -ethynyl-estradiol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
sulfadiazine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
fenazon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
cyclofosamide:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
lincosyline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
chloramphenicol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
sulfadimethoxine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
furazolidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
fenofenol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
oestron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
propranolol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
fenofibrat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
tiamuline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
spiramycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
ibuprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
bezafibrat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
clarithromycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
pentoxifylline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
fenoprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix

Tabel 25 van 30

ANALYSECERTIFICAAT	
Project code	: 341670
Project omschrijving	: Waterschap HDSR Geneesmiddelen
Opdrachtgever	: Grontmij AquaSense
Uw referentie	: INFL DE BILT 1A
Monstercode	: 2905923
Opmerking(en) bij resultaten:	
indomethacine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
clofibrinezuur:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
dapson:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
progesteron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
primidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
oleandomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
roxithromycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
sulfachloropyridazine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
sulfamethoxazol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
ketoprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
tofenaminezuur:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
clofibrat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
trimethoprim:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
monensin:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
chloramphenicol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
sulfadimethoxine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
furazolidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
sulfadiazine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
cyclofosamide:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
lincosyline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
fenazon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
17 $\alpha$ -ethynyl-estradiol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
fenofenol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
oestron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
propranolol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
fenofibrat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
bezafibrat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
spiramycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
fenoprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix
pentoxifylline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstermatrix

Tabel 26 van 30

ANALYSECERTIFICAAT	
Project code	: 341670
Project omschrijving	: Waterschap HDSR Geneesmiddelen
Opdrachtgever	: Grontmij AquaSense
Uw referentie	: EFFL DE BILT 1A
Monstercode	: 2905924
Opmerking(en) bij resultaten:	
indomethacine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
clofibrinezuur:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
gemfibrozil:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
primidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
dapson:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
progesteron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
oleandomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
roxithromycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
sulfachloorpyridazine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
sulfamethoxazol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
ketoprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
diclofenac:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
naproxen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
tolifenaminezuur:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
trimethoprim:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
coffeine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
clofibraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
monensin:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
chloramphenicol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
sulfadimethoxine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
furazolidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
fenazon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
sulfadiazine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
cyclofosfamide:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
lincomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
17a-ethynyl-estradiol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
lidocaine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
fenoterol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
tiamuline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
oestron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
propranolol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
fenofibraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
bezafibraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
ibuprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
spiramycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
fenoprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
pentoxifylline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix

Tabel 27 van 30

ANALYSECERTIFICAAT	
Project code	: 341670
Project omschrijving	: Waterschap HDSR Geneesmiddelen
Opdrachtgever	: Grontmij AquaSense
Uw referentie	: STRMOP DE BILT 1A
Monstercode	: 2905925
Opmerking(en) bij resultaten:	
clofibrinezuur:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
indomethacine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
gemfibrozil:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
dapson:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
primidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
progesteron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
roxithromycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
ketoprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
sulfachloorpyridazine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
sulfamethoxazol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
naproxen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
diclofenac:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
tolifenaminezuur:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
acetazol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
coffeine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
trimethoprim:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
metoprolol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
clofibraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
monensin:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
chloramphenicol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
sulfadimethoxine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
furazolidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
sulfadiazine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
fenazon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
cyclofosfamide:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
lincomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
17a-ethynyl-estradiol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
lidocaine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
fenoterol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
oestron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
tiamuline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
fenofibraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
bezafibraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
ibuprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
clarithromycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
spiramycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
fenoprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
pentoxifylline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix

Tabel 28 van 30

ANALYSECERTIFICAAT	
Project code	: 341670
Project omschrijving	: Waterschap HDRR Geneesmiddelen
Opdrachtgever	: Grontnij AquaSense
Uw referentie	: STRMAF DE BILT 1A
Monstercode	: 2905926
Opmerking(en) bij resultaten:	
clotriminezuur:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
indomethacine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
gemfibrozil:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
dapson:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
primidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
oleandomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
progesteron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
roxithromycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
sulfachloopyridazine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
sulfamethoxazol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
ketooprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
naproxen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
diclofenac:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
tolfenaminezuur:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
sotalol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
caffeine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
trimethoprim:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
metoprolol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
clofibraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
monensin:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
chloramphenicol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
sulfadimethoxine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
furazolidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
sulfadimidine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
fenazon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
cyclofoslamide:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
lincocmycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
17a-ethynyl-estradiol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
lidocaine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
fenoterol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
oestron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
propranolol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
tiamuline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
fenofibraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
bezafibraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
ibuprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
spiramycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
fenoprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
pentoxifylline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix

Tabel 29 van 30

ANALYSECERTIFICAAT	
Project code	: 341670
Project omschrijving	: Waterschap HDRR Geneesmiddelen
Opdrachtgever	: Grontnij AquaSense
Uw referentie	: INF L DE BILT 2A
Monstercode	: 2905927
Opmerking(en) bij resultaten:	
clotriminezuur:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
indomethacine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
gemfibrozil:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
dapson:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
primidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
oleandomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
progesteron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
roxithromycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
sulfachloopyridazine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
sulfamethoxazol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
ketooprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
naproxen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
tolfenaminezuur:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
caffeine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
trimethoprim:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
clofibraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
monensin:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
chloramphenicol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
sulfadimethoxine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
furazolidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
sulfadimidine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
fenazon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
cyclofoslamide:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
lincocmycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
17a-ethynyl-estradiol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
lidocaine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
fenoterol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
oestron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
propranolol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
tiamuline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
fenofibraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
bezafibraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
ibuprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
spiramycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
fenoprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix
pentoxifylline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstermatrix

Tabel 30 van 30

ANALYSECERTIFICAAT	
Project code	: 341670
Project omschrijving	: Waterschap HDSR Geneesmiddelen
Opdrachtgever	: Grontmij AquaSense
Uw referentie	: EFFL DE BILT 2A
Monstercode	: 2905928
Opmerking(en) bij resultaten:	
clofibrinezuur:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
indomethacine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
gemfibrozil:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
dapson:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
primidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
oleandomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
roxithromycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
progesteron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
sulfachloorpyridazine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
sulfamethoxazol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
ketoprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
naproxen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
tofenaminezuur:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
coffeine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
monensin:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
trimethoprim:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
clofibraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
chloramphenicol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
sulfadimethoxine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
furazolidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
sulfadimidine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
fenazon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
17 $\alpha$ -ethynyl-estradiol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
cyclofosfamide:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
lincomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
fenoterol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
oestron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
propranolol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
fenofibraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
tiamuline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
bezafibraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
ibuprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
spiramycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
fenoprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix
pentoxifylline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstermatrix

Tabel 1 van 10

ANALYSECERTIFICAAT				
Project code	:	341919		
Project omschrijving	:	Waternet Geneesmiddelen		
Opdrachtgever	:	Grontmij AquaSense		
<b>Monsterreferenties</b>				
2906703 = INFL UITHOORN 1A				
2906705 = EFFL UITHOORN 1A				
2906707 = STRMOP UITHOORN 1A				
Opgegeven bemonsteringsdatum	:	19/07/2010	19/07/2010	21/07/2010
Ontvangstdatum opdracht	:	22/07/2010	22/07/2010	22/07/2010
Startdatum	:	23/07/2010	23/07/2010	23/07/2010
Monstercode	:	2906703	2906705	2906707
Matrix	:	Afvalwater	Afvalwater	Afvalwater
<b>Organische parameters - geneesmiddelen</b>				
<i>Geneesmiddelen - humaan:</i>				
17a-ethynyl-estradiol	µg/l	< 10,00	< 10,00	< 10,00
4-dimethylaminoantipyrine	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05
azitromycine	µg/l	< 0,05	0,09	< 0,05
bezafibraat	µg/l	0,69	< 0,20	< 0,15
carbamazepine	µg/l	1,6	1,2	0,26
chloramphenicol	µg/l	< 0,10	< 0,25	< 0,20
clarithromycine	µg/l	< 0,10	< 0,05	< 0,05
clofibrat	µg/l	< 2,00	< 2,00	< 2,00
clofibrinezuur	µg/l	< 0,05	< 0,15	< 0,10
coffeine	µg/l	81	< 1,00	< 1,00
cyclofosfamide	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10
dapson	µg/l	< 0,30	< 0,25	< 0,25
diclofenac	µg/l	< 0,30	0,97	< 0,15
fenazon	µg/l	< 0,10	0,08	< 0,05
fenofibraat	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05
fenoprofen	µg/l	< 0,05	< 0,10	< 0,15
fenoterol	µg/l	< 0,40	< 0,25	< 0,25
furazolidon	µg/l	< 1,00	< 0,50	< 0,20
gemfibrozil	µg/l	< 0,50	< 0,50	< 0,35
ibuprofen	µg/l	6,7	< 0,20	< 0,20
indomethacine	µg/l	< 0,50	< 1,50	< 0,50
ketoprofen	µg/l	< 0,15	< 0,40	< 0,50
lidocaine	µg/l	0,14	0,19	0,04
lincomycine	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05
metoprolol	µg/l	3,9	2,2	0,54
monensin	µg/l	< 0,40	< 0,40	< 0,10
naproxen	µg/l	3,3	< 0,20	< 0,30
oestron	µg/l	< 2,50	< 2,00	< 2,50
oleandomycine	µg/l	< 0,30	< 0,10	< 0,10
pentoxifylline	µg/l	< 0,15	< 0,10	< 0,05
primidon	µg/l	< 0,50	< 0,25	< 0,25
progesteron	µg/l	< 1,00	< 0,10	< 0,10
propanolol	µg/l	< 0,25	< 0,25	< 0,20
roxithromycine	µg/l	< 0,10	< 0,05	< 0,05
sotalol	µg/l	2,5	1,6	0,35
spiramycine	µg/l	< 1,00	< 1,00	< 1,00
sulfachloorpyridazine	µg/l	< 0,50	< 0,50	< 0,50
sulfadimethoxine	µg/l	< 0,07	< 0,07	< 0,07
sulfadimidine	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10
sulfamethoxazol	µg/l	< 0,50	< 0,70	< 0,50
tiamuline	µg/l	< 0,10	< 0,02	< 0,02
tofenaminezuur	µg/l	< 0,15	< 0,50	< 0,30
trimethoprim	µg/l	< 0,50	< 0,40	< 0,25

Dit analyse-certificaat, inclusief voorblad en eventuele bijlage(n), mag niet anders dan in zijn geheel worden gereproduceerd.  
 - De met een 'Q' gemerkte analyses zijn door RvA geaccrediteerd (registratienummer L086).

Opdrachtverificatiecode: MGJC-SYGH-XVTG-TBOH

Ref.: 341919\_certificaat\_v1

Tabel 2 van 10

ANALYSECERTIFICAAT				
Project code	: 341919			
Project omschrijving	: Waternet Geneesmiddelen			
Opdrachtgever	: Grontmij AquaSense			
<b>Monsterreferenties</b>				
2906703 = INFL UITHOORN 1A				
2906705 = EFFL UITHOORN 1A				
2906707 = STRMOP UITHOORN 1A				
Opgegeven bemonsteringsdatum	: 19/07/2010	19/07/2010	21/07/2010	
Ontvangstdatum opdracht	: 22/07/2010	22/07/2010	22/07/2010	
Startdatum	: 23/07/2010	23/07/2010	23/07/2010	
Monstercode	: 2906703	2906705	2906707	
Matrix	: Afvalwater	Afvalwater	Afvalwater	
<b>Bijzonder onderzoek volgens onderzoeksplan</b>				
bijzonder onderzoek volgens onderzoeksplan	uitgevoerd	uitgevoerd	uitgevoerd	
<b>Extra aangetroffen verbindingen</b>				
Clozapine [[5788-21-0]]	µg/l	<0,4	<0,4	<0,4
Dipyridamole [[58-32-2]]	µg/l	5,5	<0,1	<0,1
Gabapentin [[60142-96]]	µg/l	2,8	2,2	0,9
Levetiracetam [[102767-28]]	µg/l	2,1	<0,1	<0,1
Metformine [[1115-70-4]]	µg/l	861,7	3,4	3,1
Metronidazole [[443-48-1]]	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1
Oxazepam [[804-75-1]]	µg/l	0,1	<0,1	<0,1
Pipamperon [[2448-68-2]]	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5
Quetiapine [[111974-72-2]]	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2
Vigabatrin [[80643-86-9]]	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1

Tabel 4 van 10

ANALYSECERTIFICAAT				
Project code	: 341919			
Project omschrijving	: Waternet Geneesmiddelen			
Opdrachtgever	: Grontmij AquaSense			
<b>Monsterreferenties</b>				
2906709 = STRMAF UITHOORN 1A				
2906711 = INFL UITHOORN 2A				
2906713 = EFFL UITHOORN 2A				
Opgegeven bemonsteringsdatum	: 21/07/2010	21/07/2010	21/07/2010	
Ontvangstdatum opdracht	: 22/07/2010	22/07/2010	22/07/2010	
Startdatum	: 23/07/2010	23/07/2010	23/07/2010	
Monstercode	: 2906709	2906711	2906713	
Matrix	: Afvalwater	Afvalwater	Afvalwater	
<b>Bijzonder onderzoek volgens onderzoeksplan</b>				
bijzonder onderzoek volgens onderzoeksplan	uitgevoerd	uitgevoerd	uitgevoerd	
<b>Extra aangetroffen verbindingen</b>				
Clozapine [[5788-21-0]]	µg/l	<0,4	<0,4	<0,4
Dipyridamole [[58-32-2]]	µg/l	<0,1	4,8	<0,1
Gabapentin [[60142-96]]	µg/l	0,8	4,5	2,6
Levetiracetam [[102767-28]]	µg/l	<0,1	2,2	0,1
Metformine [[1115-70-4]]	µg/l	3,2	925,3	3,7
Metronidazole [[443-48-1]]	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1
Oxazepam [[804-75-1]]	µg/l	<0,1	0,1	0,1
Pipamperon [[2448-68-2]]	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5
Quetiapine [[111974-72-2]]	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2
Vigabatrin [[80643-86-9]]	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1

Tabel 3 van 10

ANALYSECERTIFICAAT				
Project code	:	341919		
Project omschrijving	:	Waternet Geneesmiddelen		
Opdrachtgever	:	Grontmij AquaSense		
<b>Monsterreferenties</b>				
2906709 = STRMAF UITHOORN 1A				
2906711 = INFL UITHOORN 2A				
2906713 = EFFL UITHOORN 2A				
Opgegeven bemonsteringsdatum	:	21/07/2010	21/07/2010	21/07/2010
Ontvangstdatum opdracht	:	22/07/2010	22/07/2010	22/07/2010
Startdatum	:	23/07/2010	23/07/2010	23/07/2010
Monstercode	:	2906709	2906711	2906713
Matrix	:	Afvalwater	Afvalwater	Afvalwater
<b>Organische parameters - geneesmiddelen</b>				
<i>Geneesmiddelen - humaan:</i>				
17a-ethynyl-estradiol	µg/l	< 10,00	< 10,00	< 10,00
4-dimethylaminoantipyrine	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05
azitromycine	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05
bezafibraat	µg/l	< 0,10	2,2	< 0,35
carbamazepine	µg/l	0,28	1,5	1,5
chloramphenicol	µg/l	< 0,20	< 0,20	< 0,20
clarithromycine	µg/l	< 0,05	< 0,20	< 0,05
clofibraat	µg/l	< 2,00	< 2,00	< 2,00
clofibrinezuur	µg/l	< 0,10	< 0,15	< 0,10
coffeine	µg/l	< 1,00	120	< 1,00
cyclofosfamide	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10
dapson	µg/l	< 0,25	< 0,50	< 0,25
diclofenac	µg/l	< 0,35	0,97	1,0
fenazon	µg/l	< 0,05	< 0,07	< 0,10
fenofibraat	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05
fenoprofen	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10
fenoterol	µg/l	< 0,25	< 1,00	< 0,50
furazolidon	µg/l	< 0,20	< 0,50	< 0,50
gemfibrozil	µg/l	< 0,50	1,6	< 0,35
ibuprofen	µg/l	< 0,40	21	< 0,20
indomethacine	µg/l	< 0,50	< 2,00	< 1,50
ketoprofen	µg/l	< 0,50	< 0,75	< 0,50
lidocaine	µg/l	0,04	0,25	0,23
lincomycine	µg/l	< 0,05	< 0,10	< 0,05
metoprolol	µg/l	0,58	4,2	2,3
monensin	µg/l	< 0,10	< 0,15	< 0,10
naproxen	µg/l	< 0,50	10	< 0,20
oestron	µg/l	< 3,00	< 2,00	< 2,00
oleandomycine	µg/l	< 0,10	< 0,15	< 0,10
pentoxifylline	µg/l	< 0,05	< 0,10	< 0,05
primidon	µg/l	< 0,25	< 0,30	< 0,50
progesteron	µg/l	< 0,10	< 0,50	< 0,10
propranolol	µg/l	< 0,20	< 0,25	< 0,20
roxithromycine	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05
sotalol	µg/l	0,36	3,0	2,0
spiramycine	µg/l	< 1,00	< 1,00	< 1,00
sulfachloorpyridazine	µg/l	< 0,50	< 0,50	< 0,50
sulfadimethoxine	µg/l	< 0,07	< 0,07	< 0,07
sulfamidine	µg/l	< 0,10	< 0,20	< 0,10
sulfamethoxazol	µg/l	< 0,50	< 1,00	< 0,50
tiamuline	µg/l	< 0,02	< 0,02	< 0,02
tolfenaminezuur	µg/l	< 0,15	< 0,20	< 0,10
trimethoprim	µg/l	< 0,25	< 0,40	< 0,30

Dit analyse-certificaat, inclusief voorblad en eventuele bijlage(n), mag niet anders dan in zijn geheel worden gereproduceerd.  
 - De met een 'Q' gemerkte analyses zijn door RvA geaccrediteerd (registratienummer L086).

Opdrachtverificatiecode: MGJC-SYGH-XVTG-TBOH

Ref.: 341919\_certificaat\_v1

Tabel 5 van 10

ANALYSECERTIFICAAT	
Project code	: 341919
Project omschrijving	: Waternet Geneesmiddelen
Opdrachtgever	: Grontmij AquaSense
<b>Opmerkingen m.b.t. analyses</b>	
Uw referentie	: INF1 UITHOORN 1A
Monsterscode	: 2906703
Opmerking(en) bij resultaten:	
dapson:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
primidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
oleandomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
progesteron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
roxithromycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
indomethacine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
clofibrinezuur:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
gemfibrozil:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
sulfachloorpyridazine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
sulfamethoxazol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
ketoprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
trimehoprim:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
clofbraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
monensin:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
diclofenac:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
tofenaminezuur:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
sulfamidine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
fenazon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
17a-ethynyl-estradiol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
cyclofosfamide:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
lincomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
furazolidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
sulfamethoxime:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
chloramphenicol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
fenoterol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
oestron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
propranolol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
tiamuline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
fenofbraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
spiramycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
clarithromycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
pentoxifylline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
fenoprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix

Tabel 6 van 10

ANALYSECERTIFICAAT	
Project code	: 341919
Project omschrijving	: Waternet Geneesmiddelen
Opdrachtgever	: Grontmij AquaSense
Uw referentie	: EFFL UITHOORN 1A
Monsterscode	: 2906705
Opmerking(en) bij resultaten:	
dapson:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
oleandomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
progesteron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
primidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
roxithromycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
clofibrinezuur:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
indomethacine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
gemfibrozil:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
sulfachloorpyridazine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
sulfamethoxazol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
ketoprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
coffeine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
trimehoprim:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
clofbraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
monensin:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
naproxen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
tofenaminezuur:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
sulfamidine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
cyclofosfamide:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
lincomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
17a-ethynyl-estradiol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
chloramphenicol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
sulfadimethoxime:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
furazolidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
tiamuline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
fenoterol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
oestron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
propranolol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
fenofbraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
spiramycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
bezafbraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
ibuprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
pentoxifylline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix
fenoprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storingen in de monstrematrix



Tabel 7 van 10

ANALYSECERTIFICAAT	
Project code	: 341919
Project omschrijving	: Waternet Geneesmiddelen
Opdrachtgever	: Grontmij AquaSense
Uw referentie	: STRMOP UITHOORN 1A
Monstercode	: 2906707
Opmerking(en) bij resultaten:	
dapson:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
primidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
oleandomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
roxithromycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
progesteron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
clofibrinezuur:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
indomethacine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
gemfibrozil:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
sulfachloorpyridazine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
sulfamethoxazol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
ketoprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
monensin:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
coffeine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
trimethoprim:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
clofibrat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
naproxen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
diclofenac:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
tolfenaminezuur:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
fenazon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
17a-ethynyl-estradiol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
fenoterol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
cyclofosamide:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
lincomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
sulfadimethoxine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
furazolidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
chloramphenicol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
fenoterol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
oestron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
propranolol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
fenofibraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
tiamuline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
spiramycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
bezafibraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
ibuprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
pentoxifylline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
fenoprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix

Tabel 8 van 10

ANALYSECERTIFICAAT	
Project code	: 341919
Project omschrijving	: Waternet Geneesmiddelen
Opdrachtgever	: Grontmij AquaSense
Uw referentie	: STRMAP UITHOORN 1A
Monstercode	: 2906709
Opmerking(en) bij resultaten:	
dapson:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
clotrinnezuur:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
indomethacine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
gemfibrozil:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
oleandomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
primidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
progesteron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
roxithromycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
sulfachloorpyridazine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
sulfamethoxazol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
ketoprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
coffeine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
naproxen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
diclofenac:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
tolfenaminezuur:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
trimethoprim:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
clofibrat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
monensin:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
sulfadimidine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
fenazon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
furazolidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
sulfadimethoxine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
chloramphenicol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
lincomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
cyclofosamide:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
17a-ethynyl-estradiol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
fenoterol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
oestron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
propranolol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
fenofibraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
tiamuline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
bezafibraat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
ibuprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
spiramycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
fenoprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix
pentoxifylline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. steringen in de monstrematrix

Tabel 9 van 10

ANALYSECERTIFICAAT	
Project code	: 341919
Project omschrijving	: Waternet Geneesmiddelen
Opdrachtgever	: Grontmij AquaSense
Uw referentie	: INFL UITHOORN 2A
Monstercode	: 2906711
Opmerking(en) bij resultaten:	
clofibrinezuur:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
indomethacine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
dapson:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
progesteron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
primidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
oleandomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
roxithromycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
sulfachloorpyridazine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
sulfamethoxazol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
ketoprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
tolfenaminezuur:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
clofibrat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
trimethoprim:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
monensin:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
chloramphenicol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
sulfadimethoxine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
furazolidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
sulfadimidine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
cyclofosfamide:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
lincomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
fenazon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
17a-ethynyl-estradiol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
tiamuline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
fenoterol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
oestron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
propranolol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
fenofibrat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
clarithromycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
spiramycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
fenoprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
pentoxifylline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix

Tabel 10 van 10

ANALYSECERTIFICAAT	
Project code	: 341919
Project omschrijving	: Waternet Geneesmiddelen
Opdrachtgever	: Grontmij AquaSense
Uw referentie	: EFFL UITHOORN 2A
Monstercode	: 2906713
Opmerking(en) bij resultaten:	
clofibrinezuur:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
indomethacine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
gemfibrozil:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
dapson:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
oleandomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
roxithromycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
primidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
progesteron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
sulfachloorpyridazine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
sulfamethoxazol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
ketoprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
naproxen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
tolfenaminezuur:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
coffaine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
trimethoprim:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
clofibrat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
monensin:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
chloramphenicol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
sulfadimethoxine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
furazolidon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
sulfadimidine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
fenazon:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
lincomycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
cyclofosfamide:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
17a-ethynyl-estradiol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
fenoterol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
oestron:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
tiamuline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
propranolol:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
fenofibrat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
bezafibrat:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
ibuprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
spiramycine:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
fenoprofen:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix
pentoxifylline:	- verhoogde rapportagegrens t.g.v. storings in de monstrematrix

## CALUX-ANALYSES

## Results of analysis

Table 1. Coding, extracted amount of sample.

Client code	BDS-code	Amount of sample processed (ml)
4794107 ZS Eem 1A	23414	282
4794109 ZS Effl Bennekom 1A	23415	298
4794111 ZS Infl Bennekom 1A	23416	285
4794113 ZS Dijkgraafwet 1A	23417	282
4794115 ZS Infl Amersfrit 1A	23418	272
4794117 ZS Effl Amersfrit 1A	23419	299
4794119 ZS Eem 3A	23420	273
4794121 Effl Bennekom 3A	23421	280
4794123 ZS Infl Bennekom 3A	23422	283
4794125 ZS Dijkgraafwet 3A	23423	277
4794134 ZS Infl Amersfrit 3A	23424	290
4794136 ZS Effl Amersfrit 3A	23425	283

Table 2. Results of the ER and AR CALUX<sup>®</sup> bioassay.

Client code	BDS-code	ER CALUX <sup>®</sup> EEQ	GR CALUX <sup>®</sup>
		(pg 17 $\beta$ -estradiol EEQ/l water)	(ng dexamethasone DEQ/l water)
4794107 ZS Eem 1A	23414	1100	34
4794109 ZS Effl Bennekom 1A	23415	98	180
4794111 ZS Infl Bennekom 1A	23416	31000	170
4794113 ZS Dijkgraafwet 1A	23417	130	120
4794115 ZS Infl Amersfrit 1A	23418	50000	140
4794117 ZS Effl Amersfrit 1A	23419	87	89
4794119 ZS Eem 3A	23420	300	25
4794121 Effl Bennekom 3A	23421	220	160
4794123 ZS Infl Bennekom 3A	23422	41000	180
4794125 ZS Dijkgraafwet 3A	23423	840	97
4794134 ZS Infl Amersfrit 3A	23424	76000	230
4794136 ZS Effl Amersfrit 3A	23425	1300	84

Note 1: Data are quantifiable between the limit of quantification (LOQ) and the EC<sub>50</sub>. Only results within this range are included in the final analysis results. For results below the limit of quantification, an estimate is given (between parentheses).

## Results of analysis

Table 1. Coding, extracted amount of sample.

Client code	BDS-code	Amount of sample processed (ml)
2905929 infl Zeist 1A	27137	250
2905930 effl Zeist 1A	27138	252
2905946 effl De Bilt 2A	27139	---
2905945 infl De Bilt 2A	27140	---
2905944 stmaf De Bilt 1A	27141	252
2905943 strop De Bilt 1A	27142	---
2905942 effl De Bilt 1A	27143	267
2905941 infl De Bilt 1A	27144	256
2905940 effl Utrecht 2A	27145	256
2905939 infl Utrecht 2A	27146	253
2905938stmaf Utrecht 1A	27147	252
2905937 strop Utrecht 1A	27148	253
2905936 effl Utrecht 1A	27149	252
2905935 infl Utrecht 1A	27150	254
2905934 effl Zeist 2A	27151	255
2905933 infl Zeist 2A	27152	252
2905932 stmaf Zeist 1A	27153	250
2905931 strop Zeist 1A	27154	251

Table 2. Results of the ER and GR CALUX® bioassay.

Client code	BDS-code	ER CALUX® EEQ	GR CALUX® GEQ
		(ng 17 $\beta$ -estradiol EEQ/l water)	(ng dexamethasone GEQ/l water)
2905929 infl Zeist 1A	27137	4.0	11
2905930 effl Zeist 1A	27138	1.4	33
2905946 effl De Bilt 2A	27139	No analysis results	No analysis results
2905945 infl De Bilt 2A	27140	No analysis results	No analysis results
2905944 stmaf De Bilt 1A	27141	0.17	<LOD
2905943 strop De Bilt 1A	27142	No analysis results	No analysis results
2905942 effl De Bilt 1A	27143	0.26	56
2905941 infl De Bilt 1A	27144	13	31
2905940 effl Utrecht 2A	27145	1.3	35
2905939 infl Utrecht 2A	27146	31	33
2905938stmaf Utrecht 1A	27147	0.39	<LOD
2905937 strop Utrecht 1A	27148	0.30	<LOD
2905936 effl Utrecht 1A	27149	1.4	32
2905935 infl Utrecht 1A	27150	5.4	9.8
2905934 effl Zeist 2A	27151	0.82	54
2905933 infl Zeist 2A	27152	12	50
2905932 stmaf Zeist 1A	27153	1.0	7.7
2905931 strop Zeist 1A	27154	1.3	<LOD

Note 1: Data are quantifiable between the limit of quantification (LOQ) and the EC<sub>50</sub>. Only results within this range are included in the final analysis results. For results below the limit of quantification, an estimate is given (between parentheses). LOD GR CALUX = 3.5 ng dexamethasone GEQ/l water

**Results of analysis****Table 1.** Coding, extracted amount of sample.

Client code	BDS-code	Amount of sample processed (ml)
2906718 Infl. Uithoorn 1A	27131	256
2906728 Effl. Uithoorn 2A	27132	254
2906726 Infl. Uithoorn 2A	27133	256
2906724 Strmaf Uithoorn 1A	27134	251
2906722 Strmaf Uithoorn 1A	27135	256
2906720 Effl. Uithoorn 1A	27136	238

**Table 2.** Results of the ER and GR CALUX® bioassay.

Client code	BDS-code	ER CALUX®EEQ	GR CALUX®GEQ
		(ng 17β-estradiol EEQ/l water)	(ng dexamethasone GEQ/l water)
2906718 Infl. Uithoorn 1A	27131	115	15.8
2906728 Effl. Uithoorn 2A	27132	0.88	53
2906726 Infl. Uithoorn 2A	27133	47	121
2906724 Strmaf Uithoorn 1A	27134	1.3	6.9
2906722 Strmaf Uithoorn 1A	27135	1.1	55
2906720 Effl. Uithoorn 1A	27136	1.1	54

Note 1: Data are quantifiable between the limit of quantification (LOQ) and the EC<sub>50</sub>. Only results within this range are included in the final analysis results. For results below the limit of quantification, an estimate is given (between parentheses).