

Vlaanderen
is milieu

Medicijnen in de waterketen

Resultaten verkennend onderzoek in de periode 2014-2016

VLAAMSE
MILIEUMAATSCHAPPIJ

www.vmm.be

DOCUMENTBESCHRIJVING

Titel
Medicijnen in de waterketen.
Resultaten van verkennend onderzoek in de periode 2014-2016.

Samenstellers
Afdeling Rapportering Water, VMM
Dienst Sturing en Rapportering Water, Team Gegevensbeheer en Rapportering Water
Dienst Meetnet Afvalwater
Dienst Meetnet Oppervlaktewater
Dienst Laboratorium

Afdeling Operationeel Waterbeheer
Dienst Grondwater en Lokaal waterbeheer, Team Watervoorziening en -gebruik

Inhoud
Dit rapport geeft een beeld van de aanwezigheid van medicijnen. De aanwezigheid van medicijnen werd onderzocht in 2014 en/of 2015 in afvalwater van RWZI's, ziekenhuizen, industrie en gezinnen. Daarnaast gebeurden analyses in het oppervlaktewater, in het oppervlaktewater dat bestemd is voor de productie van drinkwater en in het drinkwater zelf.

Wijze van refereren
Vlaamse Milieumaatschappij (2017), Medicijnen in de waterketen. Resultaten van verkennend onderzoek in de periode 2014-2016.

Verantwoordelijke uitgever
Michiel Van Peteghem, Vlaamse Milieumaatschappij

Vragen in verband met dit rapport
Vlaamse Milieumaatschappij
Dokter De Moorstraat 24-26
9300 Aalst
Tel: 053 72 62 10
info@vmm.be

Depotnummer
D/2017/6871/007

SAMENVATTING

Medicijnen worden veel gebruikt in Vlaanderen, zowel voor dieren als door mensen. Dit rapport handelt enkel over geneesmiddelen voor menselijk gebruik. Na gebruik kunnen de medicijnen via het toilet in de waterketen terechtkomen.

VMM analyseerde verschillende delen van de waterketen om het probleem in kaart te brengen: afvalwater van gezinnen, bedrijven en ziekenhuizen, gevolgd door analyses van oppervlaktewater, waaronder drinkwaterinnamepunten. Er werden 26 stoffen geanalyseerd. Van deze stoffen worden ook de analyseresultaten in het drinkwater opgevolgd.

Het afvalwater van gezinnen werd bemonsterd aan de rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's). Zowel in het niet behandelde water (influent) als in het gezuiverde water (effluent) vinden we een groot deel van de gezochte stoffen terug; voor een aantal stoffen is dit in meer dan 90%van de stalen. Sommige stoffen worden goed (>90%) verwijderd door de RWZI's, andere stoffen (<30%) veel minder. Niet alle RWZI's hebben dezelfde verwijderingsefficiëntie. De gemiddelde concentraties in het geloosde water zijn voor diclofenac, propanolol en sulfamethoxazol hoger dan de concentraties waarbij geen schadelijke effecten vastgesteld worden bij organismen in het water (PNEC).

VMM analyseerde het afvalwater van 9 ziekenhuizen. In elk ziekenhuis vinden we minstens 19 medicijnen terug. De concentraties in het ziekenhuisafvalwater zijn meestal hoger dan bij de influenten van de RWZI's en variëren per ziekenhuis. Vooral röntgencontrastmiddelen worden soms in zeer hoge concentraties teruggevonden.

Naast de ziekenhuizen analyseerde VMM ook het afvalwater van bedrijven uit de farmaceutische sector en van een aantal controlebedrijven die niets met de farmaceutische sector te maken hebben. Bij beide groepen bedrijven werden veel minder vaak medicijnen teruggevonden dan bij ziekenhuizen of RWZI's. Vooral het afvalwater van de werknemers is de oorzaak van de aanwezigheid van medicijnen in het bedrijfsafvalwater. In een aantal gevallen konden zeer hoge concentraties gelinkt worden aan de productie van medicijnen door het bedrijf. Deze hoge concentraties werden geloosd in de riolering en op die manier nog verdund in de riolering en gezuiverd in de RWZI.

Naast analyses op afvalwater, stelde VMM ook nog een inventaris van bronnen van medicijnen in oppervlaktewater op. Deze inventaris toont aan dat voor zo goed als alle medicijnen de gezinnen de belangrijkste bron (>90%) van medicijnen zijn. Daarnaast zijn vooral ziekenhuizen een bron van medicijnen.

Analyses in heel Vlaanderen tonen aan dat medicijnen wijd verspreid zijn in het oppervlaktewater. Carbamazepine, gabapentine, irbesartan en sotalol worden in meer dan 90% van de meetpunten teruggevonden. Op 65% van de meetpunten worden meer dan 15 medicijnen teruggevonden. De concentraties in oppervlaktewater zijn voor onder meer diclofenac en clarithromycine soms hoger dan de PNEC. Lozingen van RWZI's zorgen meestal voor een stijging van de concentraties medicijnen (door de lozing van relatief hoge concentraties), maar soms, vooral bij reeds vervuilde waterlopen, voor een daling (verdunning).

Analyses van 10 meetpunten in oppervlaktewater dat gebruikt wordt voor de productie van drinkwater tonen aan dat ook in deze meetpunten minstens 7 en maximum 19 medicijnen teruggevonden worden. Dit is voornamelijk zo ter hoogte van de innamepunten gelegen in West-Vlaanderen.

In het gezuiverde drinkwater komen slechts 4 van de opgevolgde stoffen voor. In alle gevallen liggen de vastgestelde concentraties onder de 100 nanogram per liter. Dit wijkt niet af van de vaststellingen van de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO, 2011) die concludeert dat gezondheidseffecten bij deze lage concentraties erg onwaarschijnlijk zijn.

INHOUD

1 Situering 9
2 Bronnen van medicijnen 10
3 Selectie medicijnen 10
4 Metingen in afvalwater 12
4.1 RWZI'S 12
4.1.1 Individuele resultaten 13
4.1.2 Gemiddelde influent- en effluentconcentraties 17
4.1.3 Zuiveringsrendementen 21
4.1.4 Influent- en effluentvrachten Vlaanderen 22
4.1.5 Besluit 23
4.2 Ziekenhuizen 24
4.2.1 Individuele resultaten 25
4.2.2 Gemiddelde lozingsconcentraties 27
4.2.3 Besluit 29
4.3 Industrie 30
4.3.1 Individuele resultaten 31
4.3.2 Gemiddelde concentraties 33
4.3.3 Besluit 35
5 Inschatting van de bronnen van medicijnen 36
5.1 Situering 36
5.2 Resultaten 37
5.2.1 Bruto- en netto-emissies 37
5.2.2 Validatie influentvrachten op RWZI 41
5.3 Besluit 46
6 Metingen in oppervlaktewater 47
6.1 Aanwezigheid van geneesmiddelen 47
6.2 Effecten op het waterleven 49
6.3 Effect van RWZI-lozingen op de oppervlaktewaterkwaliteit 51
7 Metingen in oppervlaktewater bestemd voor de productie van drinkwater en in drinkwater 53
7.1 Situering 53
7.2 Drinkwaterproductie uit oppervlaktewater bestemd voor de productie van drinkwater 54
7.2.1 Drinkwaterproductie uit oppervlaktewater – het proces 54
7.2.2 Geselecteerde meetlocaties 54
7.3 Resultaten van de medicijnanalyses in oppervlaktewater bestemd voor de productie van drinkwater 55
7.3.1 Toetsen aan de bepaalbaarheidsgrens 56
7.3.2 Toetsen aan de 100 nanogram per liter (WGO) 57

7.4 Resultaten van de medicijnanalyses in drinkwater 60
8 Besluit 62
8.1 Afvalwater 62
8.2 Oppervlaktewater 62
8.3 Oppervlaktewater bestemd voor de productie van drinkwater en drinkwater 63
bijlage 1 Beschrijving medicijnen 65
bijlage 2 Gemiddelde influent concentraties van medicijnen per RWZI ten opzichte van de gemiddeldes voor Vlaanderen (2014) 68
bijlage 3 Gemiddelde effluent concentraties van medicijnen per RWZI ten opzichte van de gemiddeldes voor Vlaanderen (2014) 69
bijlage 4 Gemiddelde lozingsconcentraties van medicijnen per ziekenhuis ten opzichte van de gemiddeldes over 8 ziekenhuizen (2014) 70
bijlage 5 Het WEISS-model 71
Verklaring van de begrippen bruto- en netto-emissie 71

LIJST VAN TABELLEN

Tabel 1: Lijst van medicijnen waarvoor in afvalwater (RWZI's, ziekenhuizen en bedrijven in 2014 en 2015) en oppervlaktewater (2015) metingen gebeurd zijn, en bijhorende bepaalbaarheidsgrenzen. 11
Tabel 2: Lijst van 16 RWZI's met metingen van 24 medicijnen in 2014. 12
Tabel 3: Overzicht metingen medicijnen op influenten en effluenten van RWZI's in Vlaanderen (2014).....15
Tabel 4: Overzicht van het aantal RWZI's waar een medicijn werd aangetroffen op het influent en/of het effluent in 2014. 16
Tabel 5: Gemiddelde influent en effluent concentraties gemeten op 16 RWZI's in 2014, mét toetsing van de effluent concentraties aan PNEC-waarden (in ng/L). 18
Tabel 6: Resultaat van de toetsing op RWZI-niveau van de gemiddelde effluent concentraties van 14 medicijnen aan PNEC-waarden (2014). 20
Tabel 7: Zuiveringsrendementen berekend uit metingen op 16 RWZI's in 2014 en uit de studie van Grontmij. 22
Tabel 8: Berekende influent- en effluentvrachten (in kg) totaal Vlaanderen op basis van metingen op 16 RWZI's in 2014. 23
Tabel 9: Lijst met 13 in 2014 bemonsterde afvalwatermeetputten van 9 ziekenhuizen. 24
Tabel 10: Overzicht van het aantal medicijnen dat per ziekenhuis werd aangetroffen. 25
Tabel 11: Overzicht van de metingen van 24 medicijnen bij 9 ziekenhuizen in Vlaanderen (2014). 26
Tabel 12: Gemiddelde lozingsconcentraties uit metingen medicijnen in het afvalwater van 9 ziekenhuizen in 2014, naast die van de RWZI influenten (2014) in ng/L. 28
Tabel 13: Overzicht van 34 bedrijven en hun 36 meetputten waarop metingen van 24 medicijnen zijn uitgevoerd in 2015.....30
Tabel 14: Overzicht van de metingen van 24 medicijnen bij de industrie in Vlaanderen (2015). 31
Tabel 15: Overzicht gevonden maximum concentraties van medicijnen in ng/L, naast de gemiddelde concentraties van de RWZI influenten (2014) in ng/L. 33
Tabel 16: Overzicht gemiddelde concentraties medicijnen van de andere sectoren (2015), naast die van de RWZI influenten (2014) in ng/L. 34
Tabel 17: Emissiefactoren en verwijderingsrendementen op RWZI voor medicijnen uit de studie van Grontmij.....37
Tabel 18: Bruto en netto emissies medicijnen uit humaan gebruik (cijfers WEISS 2013; in kg). 38
Tabel 19: Overzicht metingen medicijnen in oppervlaktewater in 2015 48
Tabel 20: Aantal meetplaatsen met overschrijdingen van de PNEC waarde 50
Tabel 21: Meetplaatsen met 5 overschrijdingen van de minimum PNEC. 51
Tabel 22: Meetpunten ter hoogte van de innamepunten van drinkwatermaatschappijen 55
Tabel 23: Overzicht van de metingen van medicijnen in oppervlaktewater bestemd voor de productie van drinkwater (BG = bepaalbaarheidsgrens).....56
Tabel 24: Maximaal gemeten concentratie medicijnen in nanogram per liter ter hoogte van de innamepunten van de spaarbekkens gebruikt voor de productie van drinkwater.....59
Tabel 25: Overzicht van de metingen van medicijnen in drinkwater in nanogram per liter.....61

LIJST VAN FIGUREN

Figuur 1: Waterketen van medicijnen voor humaan gebruik 9
Figuur 2: Aantal medicijnen dat per RWZI wordt teruggevonden in influent of effluent (2014) 13
Figuur 3: Percentage metingen boven BG van medicijnen op influenten en effluenten van RWZI's in Vlaanderen (2014). 14
Figuur 4 Gemiddelde effluent concentraties van medicijnen per RWZI ten opzichte van de gemiddeldes (rood) voor Vlaanderen (2014).....19
Figuur 5: Gemiddelde lozingsconcentraties van medicijnen per ziekenhuis ten opzichte van de gemiddeldes (rood) over 8 ziekenhuizen (2014). 29
Figuur 6: Bijdrage van gezinnen en ziekenhuizen aan de netto emissies in Vlaanderen (cijfers WEISS 2013). 39
Figuur 7: Bruto en netto emissies gabapentine en ibuprofen (cijfers WEISS 2013). 40
Figuur 8: Aandeel routes naar oppervlaktewater in de netto emissie ibuprofen (links) en gabapentine (rechts) door gezinnen en ziekenhuizen (cijfers WEISS 2013). 40
Figuur 9: Verhouding van de gemodelleerde influent vracht uit WEISS (2013) ten opzichte van de berekende influent vracht uit metingen op 16 RWZI's (2014). 42
Figuur 10: Verhouding van de gemodelleerde influentvracht per RWZI uit WEISS (2013) ten opzichte van de berekende influentvracht uit metingen voor 16 RWZI's (2014) – deel 1. 44
Figuur 11: Verhouding van de gemodelleerde influent vracht per RWZI uit WEISS (2013) ten opzichte van de berekende influent vracht uit metingen voor 16 RWZI's (2014) – deel 2. 45
Figuur 12: Aantal medicijnen dat per meetplaats wordt teruggevonden (2015). 49
Figuur 13: Aantal overschrijdingen van de PNEC min per meetplaats.....51
Figuur 14: Verhouding concentraties stroomafwaarts/stroomopwaarts voor de verschillende RWZI's 52
Figuur 15: locatie van de spaarbekkens van de drinkwatermaatschappijen 55
Figuur 16: Het aantal vastgestelde medicijnen ter hoogte van de drinkwaterinnamepunten.....57
Figuur 17: Het aantal vastgestelde medicijnen boven 100 ng/l ter hoogte van de drinkwaterinnamepunten 58

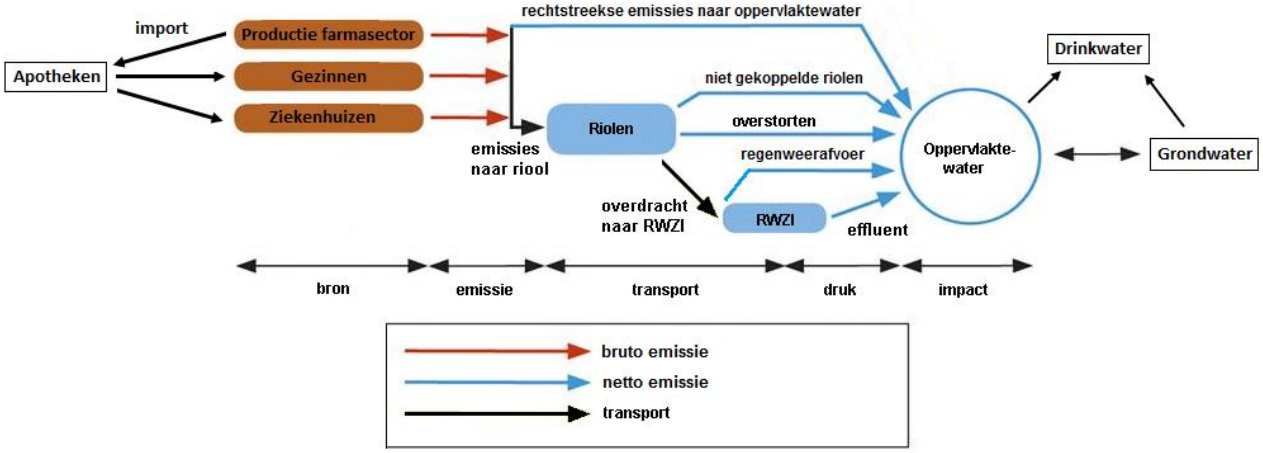
1 SITUERING

Medicijnen worden veel gebruikt in België. In 2014 werden meer dan 5 miljard dosissen van terugbetaalde geneesmiddelen gebruikt[1]. België scoort ook het hoogst in de EU in het gebruik van voorgeschreven medicijnen[2]. Na inname kunnen ze terechtkomen in de waterketen. Onder medicijnen verstaan we in dit rapport alle stoffen die voor farmaceutisch gebruik kunnen toegediend worden aan personen. Medicijnen worden zowel in grote als in kleine waterlopen in Vlaanderen regelmatig aangetroffen. In het oppervlaktewater kunnen medicijnen of hun afbraakproducten schadelijke effecten hebben op waterorganismen. In dit rapport worden enkel medicijnen voor humaan gebruik onderzocht.

Grondwater en oppervlaktewater zijn twee belangrijke bronnen voor drinkwater. Wanneer medicijnresten in oppervlaktewater terechtkomen, kunnen ze rechtstreeks, of onrechtstreeks via het grondwater, het drinkwater verontreinigen (zie Figuur 1).

Een goede kennis van potentiële bronnen en de transportroutes van medicijnen doorheen de waterketen is nodig om de juiste maatregelen te kunnen nemen om medicijnresten in oppervlaktewater terug te dringen. Om die kennis te vergroten voerde VMM in 2014 en 2015 onderzoek uit op het afvalwater van RWZI's, ziekenhuizen en farmaceutische bedrijven (o.a. producenten), én werden medicijnen uit humaan gebruik in het WEISS-model opgenomen en gemodelleerd. Als laatste stap werden ook medicijnen geanalyseerd in oppervlaktewater, onder meer in de drinkwaterwingebieden.

Figuur 1: Waterketen van medicijnen voor humaan gebruik



[1] RIZIV (2014) Farmaceutische kengetallen van de farmaceutische verstrekkingen in de Ambulante praktijk 2014 COMITE VOOR DE EVALUATIE VAN DE MEDISCHE PRAKTIJK INZAKE GENEESMIDDELEN, http://www.inami.fgov.be/SiteCollectionDocuments/farma_kengetallen_verslag_2014.pdf

[2] Eurostat (2017) Self-reported use of prescribed medicines by sex, age and degree of urbanization. http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=hlth_ehis_md1u&lang=en

2 BRONNEN VAN MEDICIJNEN

Medicijnen worden geproduceerd door de farmaceutische sector. Bij het productieproces is het niet ondenkbaar dat resten van medicijnen in het afvalwater terechtkomen, en rechtstreeks of via de openbare riolering in het oppervlaktewater terechtkomen. In deze studie gaan we na of de farmaceutische sector in Vlaanderen een primaire bron is van medicijnen naar oppervlaktewater (zie deel 4.3).

Via de apotheken komen de medicijnen bij de ziekenhuizen en de gezinnen terecht, waar ze door patiënten gebruikt worden. Via excretie kunnen resten van medicijnen in het afvalwater terechtkomen, en rechtstreeks of onrechtstreeks via de publieke riolering in het oppervlaktewater belanden. In dit rapport trachten we het belang van de ziekenhuizen als primaire bron van medicijnen naar oppervlaktewater in kaart te brengen (zie deel 4.2 en deel 5).

De medicijnresten die in de riolen terechtkomen, gaan voor het grootste deel naar de RWZI's. In de RWZI ondergaat het afvalwater een zuiveringsproces, waarbij medicijnen geheel of gedeeltelijk verwijderd worden. De restvrachten worden via het effluent in het oppervlaktewater geloosd. Hierdoor zijn de RWZI's een secundaire bron van medicijnen naar oppervlaktewater. In deze studie brengen we de vrachten en concentraties aan het influent en het effluent in beeld, en leiden we zuiveringsrendementen voor medicijnen af (zie deel 4.1 en deel 5).

Een andere mogelijk primaire bron van medicijnen is deze uit veterinair gebruik. Bepaalde antibiotica worden bijvoorbeeld als voedingssupplement via het veevoeder toegediend. Bij de VMM loopt er in 2016-2017 een studie om het belang van deze bron bij de belasting op oppervlaktewater te kunnen inschatten. Dit rapport handelt enkel over medicijnen voor humaan gebruik.

3 SELECTIE MEDICIJNEN

In België zijn een 2000-tal actieve farmaceutische stoffen erkend. Hieruit selecteerde de VMM 26 stoffen op basis van:

- de Europese aandachtstoffenlijst[3];
- een lijst van stoffen die Nederland vooropstelde om te meten;
- informatie over verkoopcijfers (verwacht voorkomen);
- analytische haalbaarheid.

Het resultaat van deze selectie staat in Tabel 1. De VMM voerde voor deze selectie medicijnen in 2014 en 2015 metingen uit in oppervlaktewater en in het afvalwater van RWZI's, ziekenhuizen en medicijnen. Voor oppervlaktewater werden twee extra stoffen, valsartan en clarithromycine, geanalyseerd. De resultaten van de metingen worden verder in deze studie beschreven.

[3] Uitvoeringsbesluit (EU) 2015/495 van de Commissie van 20 maart 2015 tot vaststelling van een aandachtstoffenlijst van in de hele Unie te monitoren stoffen op het gebied van het waterbeleid overeenkomstig Richtlijn 2008/105/EG van het Europees Parlement en de Raad

De medicijnen werden geanalyseerd door het laboratorium van de VMM. Per medicijn en per medium (afvalwater of oppervlaktewater) is er een bepaalbaarheidsgrens (zie Tabel 1). De bepaalbaarheidsgrens is de laagste concentratie van een component in een monster, die met de gebruikte analysemethode kan gekwantificeerd worden.

Tabel 1: Lijst van medicijnen waarvoor in afvalwater (RWZI's, ziekenhuizen en bedrijven in 2014 en 2015) en oppervlaktewater (2015) metingen gebeurd zijn, en bijhorende bepaalbaarheidsgrenzen.

Medicijn	**Type**	**BG in AW (ng/L)**	**BG in OW (ng/L)**
Amidotrizoïnezuur	Röntgencontrastmiddel	300	30
Atenolol	Bètablokker	50	20
Bezafibraat	Cholesterolverlager (lipiden-normaliserend middel)	50	20
Carbamazepine	Anti-epilepticum	50	10
Clarithromycine	Antibioticum	(niet gemeten)	20
Clindamycine	Antibioticum	100	10
Clozapine	Antipsychoticum	50	10
Diclofenac	Pijnstiller, ontstekingsremmer	250	50
Dimetridazol	Antibioticum	50	10
Fenazon	Pijnstiller	150	10
Fluoxetine	Antidepressivum	200	30
Gabapentine	Anti-epilepticum	100	10
Hydrochloorthiazide	Thiazidediureticum	150	30
Iopamidol	Röntgencontrastmiddel	100	10
Iopromide	Röntgencontrastmiddel	150	20
Irbesartan	Angiotensine-II-receptorantagonist	100	20
Ketoprofen	Pijnstiller, ontstekingsremmer	50	10
Lidocaïne	Pijnstiller	50	10
Metoprolol	Bètablokker	50	10
Naproxen	Pijnstiller, ontstekingsremmer	100	20
Pentoxifylline	Bloedviscositeitverlager	100	10
Propanolol	Bètablokker	200	30
Sotalol	Bètablokker	100	10
Sulfamethoxazol	Antibioticum	50	10
Trimethoprim	Antibioticum	100	10
Valsartan	Angiotensine-II-receptorantagonist	(niet gemeten)	10

BG in AW (ng/L): Bepaalbaarheidsgrens van de analysemethode van het medicijn in afvalwater (in ng per liter);
BG in OW (ng/L): Bepaalbaarheidsgrens van de analysemethode van het medicijn in oppervlaktewater (in ng per liter);

4 METINGEN IN AFVALWATER

In 2014 en 2015 werden door de VMM metingen van de 24 medicijnen uit Tabel 1 uitgevoerd op influenten en effluenten van RWZI's, op lozingspunten van ziekenhuizen en op lozingspunten van de industrie.

4.1 RWZI'S

Het humane medicijnengebruik situeert zich bij de gezinnen en de ziekenhuizen. Er wordt dan ook verwacht dat medicijnresten na excretie in het rioolstelsel belanden. De medicijnresten komen dan, na zuivering in de RWZI's of rechtstreeks zonder zuivering, in het oppervlaktewater terecht. Enkele factoren die meespelen voor het al dan niet terugvinden van medicijnen in het rioolstelsel zijn:

- het aantal patiënten dat een bepaald medicijn gebruikt;
- de frequentie van inname;
- de dosis per inname;
- de excretiefactor: deze bepaalt hoeveel er van de ingenomen hoeveelheid na gedeeltelijke afbraak in het lichaam uitgescheiden wordt.

In 2014 werden door de VMM metingen van 24 medicijnen (zie Tabel 1) uitgevoerd op influenten en effluenten van 16 RWZI's verspreid over Vlaanderen. De RWZI's zijn zo gekozen dat ze qua ligging, grootte en type representatief zijn voor Vlaanderen (zie Tabel 2).

Tabel 2: Lijst van 16 RWZI's met metingen van 24 medicijnen in 2014.

RWZI Nummer	RWZI Naam	Gemeente	Ontwerpcapaciteit (IE)
18	RWZI Brugge	Brugge	300.000
20	RWZI Gent	Gent	230.000
39	RWZI Mechelen - Noord	Mechelen	90.000
57	RWZI Schilde	Schilde	28.000
79	RWZI Geel	Geel	30.000
81	RWZI Tessenderlo	Tessenderlo	39.000
120	RWZI Oudenaarde	Oudenaarde	60.000
133	RWZI Riemst	Lanaken	10.000
137	RWZI Houthalen - Centrum	Houthalen-Helchteren	30.000
140	RWZI Tervuren	Tervuren	17.000
152	RWZI Waregem	Waregem	80.000
182	RWZI Grimbergen	Grimbergen	100.000
198	RWZI Zichen	Riemst	8.500
266	RWZI Bierbeek - Kleinbeek	Bierbeek	210
401	KWZI Lennik - Varenbergbeek	Lennik	70
474	RWZI Lummen - Geneiken	Lummen	200

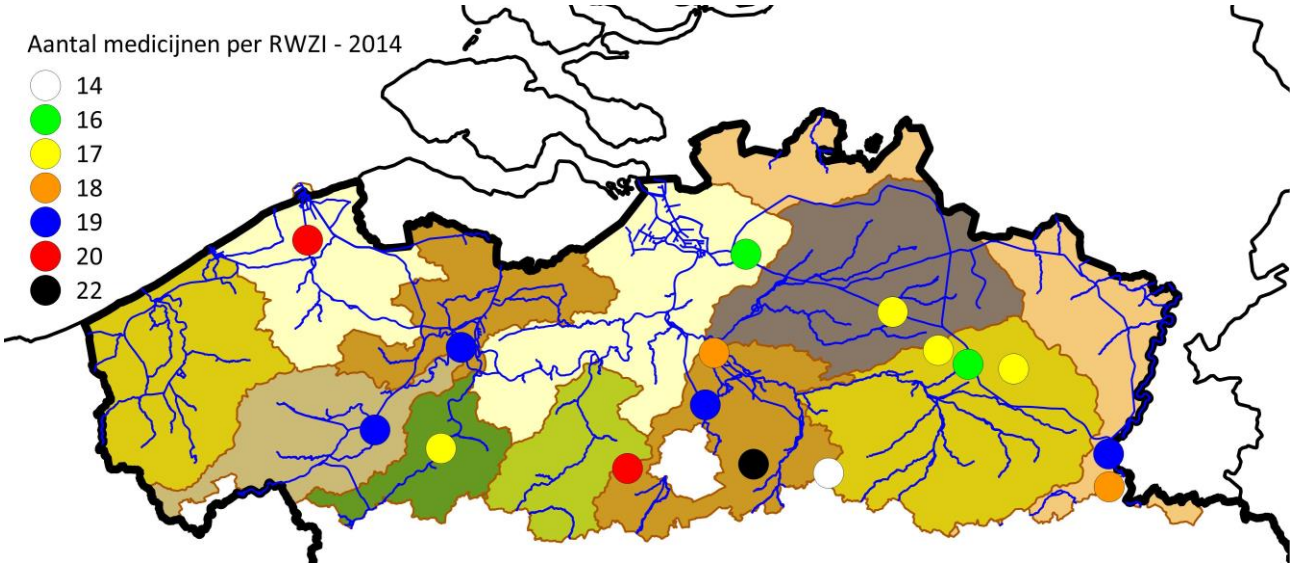
IE: Aantal inwonersequivalenten; een inwonersequivalent komt overeen met de gemiddelde hoeveelheid afvalwater die één persoon per dag produceert.

4.1.1 Individuele resultaten

4.1.1.1 Per RWZI

Op alle 16 RWZI's worden medicijnen aangetroffen in het influent en/of het effluent. Het aantal medicijnen dat per RWZI werd aangetroffen varieert van 14 voor RWZI Bierbeek – Kleinbeek tot 22 voor RWZI Tervuren (zie Figuur 2).

Figuur 2: Aantal medicijnen dat per RWZI wordt teruggevonden in influent of effluent (2014)



4.1.1.2 Totaal 16 RWZI's

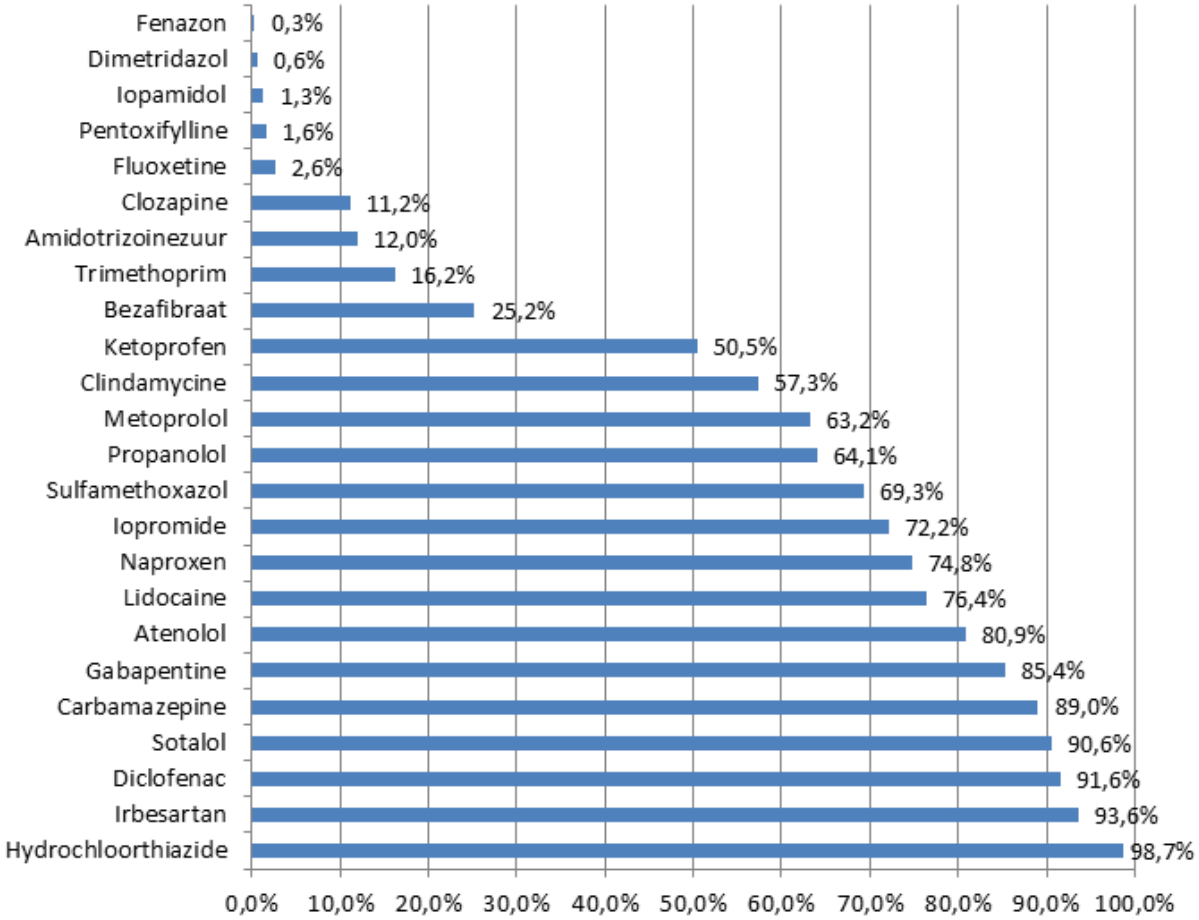
Op de 16 influenten samen worden 23 van de 24 onderzochte medicijnen aangetroffen. Enkel fenazon werd op geen enkel influent teruggevonden.

Op de 16 effluenten samen worden alle 24 onderzochte medicijnen aangetroffen. Fenazon werd eenmalig aangetroffen op het effluent van KWZI Lennik - Varenbergbeek.

De Figuur 3 toont in welke percentages van het totale aantal metingen medicijnen worden aangetroffen op de RWZI's (influenten en effluenten samen).

Vijf medicijnen worden in minder dan 3% van de metingen op RWZI aangetroffen terwijl 4 medicijnen in 11% tot 26% van de metingen op RWZI worden teruggevonden. Alle andere 15 medicijnen worden in meer dan 50% van de metingen op RWZI aangetroffen. Hydrochloorthiazide (98,7%) is de stof die het meest teruggevonden wordt.

Figuur 3: Percentage metingen boven BG van medicijnen op influenten en effluenten van RWZI's in Vlaanderen (2014).



Tabel 3 toont het totaal aantal metingen dat per medicijn werd uitgevoerd op het influent of effluent van de 16 RWZI's, en de frequentie waarin die medicijnen worden aangetroffen. Veelal liggen de frequenties van voorkomen in influent en effluent in dezelfde grootteorde.

Tabel 3: Overzicht metingen medicijnen op influenten en effluenten van RWZI's in Vlaanderen (2014)

		Influent		Effluent	
Medicijn	Aantal RWZI's	Aantal metingen	% metingen >= BG	Aantal metingen	% metingen >= BG
Hydrochloorthiazide	16	154	97,4%	155	100,0%
Irbesartan	16	109	93,6%	110	93,6%
Naproxen	16	154	91,6%	155	58,1%
Diclofenac	16	154	90,9%	155	92,3%
Carbamazepine	16	109	88,1%	110	90,0%
Sotalol	16	154	87,7%	155	93,5%
Atenolol	16	154	87,0%	155	74,8%
Gabapentine	16	109	84,4%	110	86,4%
Iopromide	16	154	78,6%	155	65,8%
Propanolol	16	103	73,8%	103	54,4%
Metoprolol	16	148	72,3%	148	54,1%
Sulfamethoxazol	16	154	72,1%	155	66,5%
Lidocaïne	16	154	69,5%	155	83,2%
Ketoprofen	16	154	68,2%	155	32,9%
Clindamycine	16	103	41,7%	103	72,8%
Bezafibraat	16	154	33,1%	155	17,4%
Trimethoprim	16	154	25,3%	155	7,1%
Clozapine	16	107	13,1%	108	9,3%
Amidotrizoïnezuur	16	154	10,4%	155	13,5%
Fluoxetine	16	154	3,2%	155	1,9%
Pentoxifylline	16	154	1,9%	155	1,3%
Iopamidol	16	154	1,9%	155	0,6%
Dimetridazol	16	154	0,6%	155	0,6%
Fenazon	16	154	0,0%	155	0,6%

Aantal RWZI's: Aantal RWZI's waar gezocht is naar het medicijn in het influent of het effluent;
Aantal metingen: Totaal aantal metingen uitgevoerd op het medicijn in het influent of het effluent;
% metingen >= BG: Het percentage van de metingen waarbij het medicijn in het influent of effluent werd aangetroffen (in een concentratie groter dan of gelijk aan de bepaalbaarheidsgrens van de analysemethode).

De medicijnen die het vaakst in het influent worden aangetroffen zijn hydrochloorthiazide (97,4%), irbesartan (93,6%), naproxen (91,6%), diclofenac (90,9%) en carbamazepine (88,1%).

Verder valt op dat de 4 bètablokkers sotalol (87,7%), atenolol (87,0%), propanolol (73,8%) en metoprolol (72,3%) veelvuldig worden teruggevonden in de influenten van RWZI's.

De medicijnen die het vaakst in het effluent worden aangetroffen zijn hydrochloorthiazide (100%), irbesartan (93,6%), sotalol (93,5%), diclofenac (92,3%) en carbamazepine (90,0%).

In Tabel 4 zien we dat 12 medicijnen werden aangetroffen op alle 16 RWZI's, dat 3 medicijnen werden aangetroffen op 15 RWZI's en dat 1 medicijn werd aangetroffen op 14 RWZI's. Deze 16 medicijnen zitten dus verspreid in het afvalwater over gans Vlaanderen. Huishoudelijk afvalwater heeft het belangrijkste aandeel in de emissie van deze medicijnen. Andere mogelijke bronnen voor medicijnen zijn de ziekenhuizen en de farmaceutische industrie.

Tabel 4: Overzicht van het aantal RWZI's waar een medicijn werd aangetroffen op het influent en/of het effluent in 2014.

Medicijn	Influent	Effluent	Totaal (Inf+Eff)
Diclofenac	16	16	16
Naproxen	16	16	16
Propanolol	16	16	16
Hydrochloorthiazide	16	16	16
Lidocaïne	16	16	16
Irbesartan	16	16	16
Iopromide	16	15	16
Metoprolol	16	15	16
Ketoprofen	16	12	16
Sotalol	15	16	16
Clindamycine	15	16	16
Gabapentine	15	15	16
Carbamazepine	15	15	15
Atenolol	15	14	15
Sulfamethoxazol	14	15	15
Bezafibraat	14	8	14
Trimethoprim	10	6	10
Amidotrizoïnezuur	6	7	8
Clozapine	6	3	6
Fluoxetine	3	3	4
Pentoxifylline	3	2	3
Iopamidol	3	1	3
Dimetridazol	1	1	2
Fenazon	0	1	1

Influent: Het aantal RWZI's waar het medicijn minstens 1-maal in het influent werd aangetroffen (in een concentratie groter dan of gelijk aan de bepaalbaarheidsgrens van de analysemethode);
Effluent: Het aantal RWZI's waar het medicijn minstens 1-maal in het effluent werd aangetroffen (in een concentratie groter dan of gelijk aan de bepaalbaarheidsgrens van de analysemethode);
Totaal (Inf+Eff): Het aantal RWZI's waar het medicijn minstens 1-maal in het influent of het effluent werd aangetroffen (in een concentratie groter dan of gelijk aan de bepaalbaarheidsgrens van de analysemethode).

4.1.2 Gemiddelde influent- en effluentconcentraties

Uit de resultaten van de analyses en de debieten van de RWZI's werden voor alle 24 medicijnen gewogen gemiddelde influent- en effluentconcentraties voor Vlaanderen afgeleid (Tabel 5). Deze gemiddelde concentraties kunnen gebruikt worden als emissiefactoren (EF) om totale jaarvrachten te berekenen (per RWZI of voor totaal Vlaanderen,…) door ze te vermenigvuldigen met jaardebieten (per RWZI of voor totaal Vlaanderen,…). Dit laatste geeft voor Vlaanderen een beeld van de vrachten uit medicijnengebruik die toekomen op RWZI en die het oppervlaktewater via RWZI belasten (zie verder hoofdstuk 4.1.4). De inwoners die niet aangesloten zijn op RWZI worden berekend via de emissie inventaris water (WEISS, zie hoofdstuk 5).

Door de vele metingen onder de bepaalbaarheidsgrens zijn er onzekerheden bij de berekende gemiddelde concentraties van bepaalde medicijnen. Dit is het geval op zowel influenten als effluenten voor dimetridazol, fenazon, fluoxetine, iopamidol en pentoxifylline (blauw in de Tabel 5).

Bij andere medicijnen springen één tot enkele metingen er bovenuit. De waarden zijn hoger dan bij de rest van de metingen voor dat medicijn. Soms gaat dat over één meting, soms over enkele metingen bij één of enkele RWZI's. Die enkele hogere waarden leiden tot onzekerheden over de berekende gemiddelde concentraties van die medicijnen, omdat ze de gemiddelde concentratie voor dat medicijn omhoogtrekken. Toch wensen we die metingen niet uit te sluiten bij de berekeningen, omdat die hogere concentraties effectief gemeten werden. Dit is het geval op zowel influent als effluent voor amidotrizoïnezuur en clozapine, op influent voor propanolol, en op effluent voor iopromide (blauw in Tabel 5). Amidotrizoïnezuur bijvoorbeeld wordt telkens bij enkele metingen in hogere concentraties aangetroffen op zowel het influent als het effluent van RWZI Gent, en wordt bij telkens één meting in hoge concentratie aangetroffen op zowel het influent als het effluent van RWZI Tessenderlo.

Tabel 5: Gemiddelde influent en effluent concentraties gemeten op 16 RWZI's in 2014, mét toetsing van de effluent concentraties aan PNEC-waarden (in ng/L).

Medicijn	Inf. conc. (ng/L)	Eff. Conc (ng/L).	PNEC min (ng/L)	PNEC max (ng/L)
Gabapentine	2.640	1.860		
Iopromide	5.980	1.530	100.000.000	100.000.000
Amidotrizoïnezuur	1.960	1.370		
Sotalol	1.400	1.230	300.000	300.000
Hydrochloorthiazide	1.320	1.190		
Irbesartan	770	529		
Carbamazepine	496	508	500	2.000
Diclofenac	542	503	100	100
Atenolol	781	301	7.900	330.000
Propanolol	1.210	244	50	160
Clindamycine	90,0	137	8.500	8.500
Sulfamethoxazol	327	131	27	600
Naproxen	1.430	125	640	190.000
Lidocaïne	112	111		
Metoprolol	91,6	57,2	8.600	62.000
Bezafibraat	145	48,6	230	6.000
Ketoprofen	119	38,7	500	10.400
Iopamidol	10,7	5,28	100	380.000.000
Clozapine	14,7	4,73		
Pentoxifylline	12,0	4,54		
Fluoxetine	1,59	2,02		
Trimethoprim	53,1	1,50	16.000	800.000
Dimetridazol	0,0639	0,0280		
Fenazon	0	0,00125		

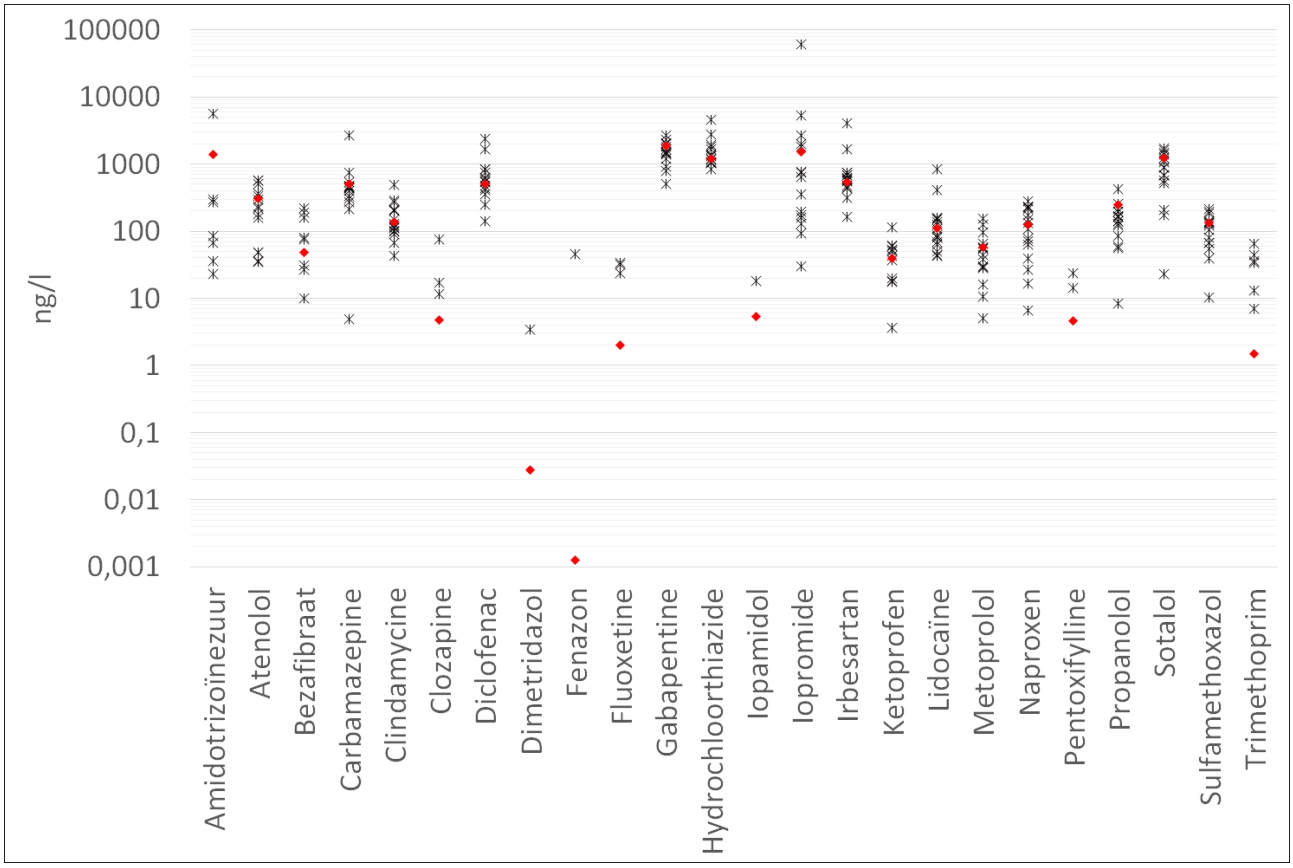
PNEC min: De laagste gevonden PNEC-waarde voor dit medicijn uit openbare literatuur;
PNEC max: De hoogste gevonden PNEC-waarde voor dit medicijn uit openbare literatuur;
PNEC: Is de afkorting voor 'Predicted no effect concentration'. Het is geen wettelijke milieukwaliteitsnorm, maar een volgens dezelfde methode berekende drempelwaarde, die ervan uitgaat dat er geen gevolgen op lange termijn zijn voor het milieu zolang de gemiddelde concentratie in oppervlaktewater deze drempelwaarde niet overschrijdt.

De hoogste gemiddelde influent concentraties (> 1000 ng/L) worden gevonden voor iopromide, gabapentine, amidotrizoïnezuur, naproxen, sotalol, hydrochloorthiazide en propanolol.

De hoogste gemiddelde effluent concentraties (> 1000 ng/L) worden gevonden voor gabapentine, iopromide, amidotrizoïnezuur, sotalol en hydrochloorthiazide.

De spreiding van de gemiddelde effluentconcentraties per RWZI ten opzichte van de gemiddelde effluentconcentraties voor Vlaanderen, laten we zien in Figuur 4. De rode stippen stellen de gemiddelde effluentconcentraties voor Vlaanderen voor, de kruisjes stellen de gemiddelde effluentconcentraties van de 16 RWZI's voor. Aangezien Figuur 4 een logaritmische schaal heeft, zijn de RWZI's waar geen concentraties voor een bepaald medicijn werden gevonden, niet te zien. Voor een volledig beeld hebben we in bijlage 3 de tabel waarop Figuur 4 gebaseerd is ingesloten, samen met een gelijkaardige tabel voor de influentconcentraties (bijlage 2).

Figuur 4 Gemiddelde effluent concentraties van medicijnen per RWZI ten opzichte van de gemiddeldes (rood) voor Vlaanderen (2014)



Om de gemiddelde effluentconcentraties en de gevolgen voor het milieu in te schatten, werd Tabel 5 verder aangevuld met PNEC-waarden (PNEC min en PNEC max) uit de wetenschappelijke literatuur. De ranges zijn in sommige gevallen zeer breed. Naarmate meer onderzoek zal gebeuren naar de ecotoxicologische effecten van medicijnen zouden meer en beter onderbouwde PNEC-waarden ter beschikking moeten komen. Voor diclofenac werd de PNEC gebruikt die door de Europese Commissie is afgeleid[4] omdat die een goed onderbouwde solide basis heeft (1 waarde voor zowel PNEC min als PNEC max).

Bij 4 medicijnen overschrijdt de gemiddelde effluentconcentratie de minimum PNEC-waarde: carbamazepine, diclofenac, propanolol en sulfamethoxazol (rood inTabel 5). Voor diclofenac en propanolol overschrijdt de gemiddelde effluent concentratie ook de maximum PNEC-waarde (rood in Tabel 5).

De gemiddelde effluentconcentraties per RWZI werden eveneens getoetst aan de 14 PNEC-waarden uit Tabel 5. Daarbij zijn het opnieuw dezelfde 4 medicijnen waarvan de minimum PNEC-waarde op meerdere

[4] Diclofenac EQS dossier 2011. (https://circabc.europa.eu/sd/a/d88900c0-68ef-4d34-8bb1-baa9af220afd/Diclofenac%20EQS%20dossier%202011.pdf)

RWZI's overschreden wordt. Dit zijn carbamazepine, diclofenac, propanolol en sulfamethoxazol (rood in Tabel 6). Voor propanolol overschrijden de gemiddelde effluentconcentraties van 8 RWZI's ook de maximum PNEC-waarde (rood in Tabel 6). Bij diclofenac wordt de PNEC-waarde (minimum = maximum) op alle 16 RWZI's overschreden.

De nuance moet hier wel gemaakt worden dat de PNEC-waarden gelden in oppervlaktewater. Wanneer een effluent met een bepaalde concentratie aan een verontreinigende stof in oppervlaktewater terechtkomt, treedt er nog verdunning op. Niettemin kan deze toetsing als indicatief worden beschouwd voor de relevantie van deze stoffen in het effluent. Voor de 10 medicijnen waarvoor we geen PNEC-waarden vonden, kan de toetsing niet gebeuren. We kunnen dan ook geen uitspraken doen over de relevantie van die medicijnen in het effluent.

Tabel 6: Resultaat van de toetsing op RWZI-niveau van de gemiddelde effluent concentraties van 14 medicijnen aan PNEC-waarden (2014).

Medicijn	# RWZI's	# RWZI's met PNEC min overschrijding	% RWZI's met PNEC min overschrijding	# RWZI's met PNEC max overschrijding	% RWZI's met PNEC max overschrijding
Atenolol	16	0	0%	0	0%
Bezafibraat	16	0	0%	0	0%
Carbamazepine	16	3	19%	1	6%
Clindamycine	16	0	0%	0	0%
Diclofenac	16	16	100%	16	100%
Iopamidol	16	0	0%	0	0%
Iopromide	16	0	0%	0	0%
Ketoprofen	16	0	0%	0	0%
Metoprolol	16	0	0%	0	0%
Naproxen	16	0	0%	0	0%
Propanolol	16	15	94%	8	50%
Sotalol	16	0	0%	0	0%
Sulfamethoxazol	16	14	88%	0	0%
Trimethoprim	16	0	0%	0	0%

 # RWZI's: Aantal RWZI's waar op het effluent metingen op het medicijn gebeurd zijn;
 # RWZI's met PNEC min overschrijding: Aantal RWZI's waar de gemiddelde effluentconcentratie in 2014 de PNEC min waarde overschrijdt;
% RWZI's met PNEC min overschrijding: Procentueel aantal RWZI's waar de gemiddelde effluentconcentratie in 2014 de PNEC min waarde overschrijdt;
 # RWZI's met PNEC max overschrijding: Aantal RWZI's waar de gemiddelde effluentconcentratie in 2014 de PNEC max waarde overschrijdt;
% RWZI's met PNEC max overschrijding: Procentueel aantal RWZI's waar de gemiddelde effluentconcentratie in 2014 de PNEC max waarde overschrijdt.

4.1.3 Zuiveringsrendementen

Door de vele metingen onder de bepaalbaarheidsgrens konden voor dimetridazol, fenazon en fluoxetine geen betrouwbare zuiveringsrendementen afgeleid worden. Doordat voor clindamycine de concentratie in het effluent vaak hoger is dan de concentratie in het influent kon ook voor clindamycine geen zuiveringsrendement bepaald worden. Voor de overige 20 medicijnen konden wel zuiveringsrendementen worden afgeleid (Tabel 7). Het grootste deel van de zuiveringsrendementen kunnen uit Tabel 5 met gemiddelde influent- en effluentconcentraties afgeleid worden. Voor carbamazepine en lidocaïne werd een andere berekeningsmethode gebruikt, waarbij we de dataset beperkten toft enkel die resultaten op dagen met positieve dagrendementen (effluent concentratie is kleiner dan of gelijk aan de influent concentratie). De resultaten op dagen met negatieve dagrendementen (effluent concentratie is groter dan de influent concentratie) werden dus uitgesloten. Er is een grote variatie in de zuiveringspercentages van medicijnen. Dit is logisch aangezien het vaak over totaal verschillende verbindingen gaat met totaal verschillende eigenschappen.

In 2013 liet de VMM door Grontmij Nederland B.V. een studie uitvoeren om de emissies van medicijnen uit humaan gebruik naar oppervlaktewater in Vlaanderen in te schatten[5]. In die studie worden ook zuiveringsrendementen van medicijnen afgeleid op basis van een uitgebreide literatuurstudie. De zuiveringsrendementen uit de studie van Grontmij zijn later overgenomen in het WEISS-model, dat bronnen van verontreinigende stoffen kwantificeert en regionaliseert (zie ook hoofdstuk 5: Inschatting van de bronnen van medicijnen). Ter vergelijking hebben we de zuiveringsrendementen uit de studie van Grontmij mee opgenomen in Tabel 7 die de berekende zuiveringsrendementen uit de metingen van VMM laat zien. Voor de meeste medicijnen liggen beide zuiveringsrendementen in dezelfde lijn. De grootste afwijkingen zijn er voor amidotrizoïnezuur, bezafibraat, diclofenac, gabapentine, sotalol en trimethoprim. Deze nieuwe zuiveringsrendementen zullen in de toekomst ook binnen WEISS gebruikt worden.

Tabel 7: Zuiveringsrendementen berekend uit metingen op 16 RWZI's in 2014 en uit de studie van Grontmij.

Medicijn	Metingen VMM (%)	Studie Grontmij (%)
Trimethoprim	97	42
Naproxen	91	93
Propanolol	80	-
Iopromide	74	-
Clozapine	68	56
Ketoprofen	67	63
Bezafibraat	66	86
Pentoxifylline	62	-
Atenolol	61	50
Sulfamethoxazol	60	68
Iopamidol	51	-
Metoprolol	38	34
Lidocaïne	32	-
Irbesartan	31	-
Amidotrizoïnezuur	30	85
Gabapentine	30	15
Carbamazepine	21	26
Sotalol	12	31
Hydrochloorthiazide	10	-
Diclofenac	7	36

4.1.4 Influent- en effluentvrachten Vlaanderen

Op basis van de gemiddelde influent- en effluentconcentraties uit Tabel 5 berekenen we voor Vlaanderen influent- en effluentvrachten (Tabel 8). Dit gebeurt door de gemiddelde influent- en effluentconcentraties te vermenigvuldigen met het totale influent- of effluentdebiet voor alle RWZI's in Vlaanderen.

Net zoals bij de gemiddelde concentraties zijn er voor de vrachten van bepaalde medicijnen grote onzekerheden door de vele concentratiemetingen onder de bepaalbaarheidsgrens en/of enkele metingen die eruit springen. Het gaat dan over dezelfde medicijnen als degene die in hoofdstuk 4.1.2 opgesomd worden (blauw in Tabel 8).

Tabel 8: Berekende influent- en effluentvrachten (in kg) totaal Vlaanderen op basis van metingen op 16 RWZI's in 2014.

Medicijn	Influent vracht (kg)	Effluent vracht (kg)
Gabapentine	2.060	1.450
Iopromide	4.660	1.190
Amidotrizoïnezuur	1.530	1.070
Sotalol	1.090	955
Hydrochloorthiazide	1.030	927
Irbesartan	599	412
Carbamazepine	387	395
Diclofenac	423	392
Atenolol	608	235
Propanolol	946	190
Clindamycine	70,1	107
Sulfamethoxazol	255	102
Naproxen	1.120	97,2
Lidocaïne	87,6	86,7
Metoprolol	71,3	44,6
Bezafibraat	113	37,9
Ketoprofen	92,5	30,2
Iopamidol	8,37	4,11
Clozapine	11,5	3,68
Pentoxifylline	9,37	3,54
Fluoxetine	1,24	1,58
Trimethoprim	41,3	1,17
Dimetridazol	0,0498	0,0218
Fenazon	0,0	0,000977

Iopromide, gabapentine, amidotrizoïnezuur, naproxen, sotalol, hydrochloorthiazide en propanolol hebben de hoogste influentvrachten (> 900 kg).

Gabapentine, iopromide, amidotrizoïnezuur, sotalol en hydrochloorthiazide hebben de hoogste effluent vrachten (> 900 kg).

4.1.5 Besluit

In 2014 werden door de VMM metingen van 24 medicijnen (zie Tabel 1) uitgevoerd op influenten en effluenten van 16 RWZI's verspreid over Vlaanderen (zie Tabel 2).

Op alle 16 RWZI's worden medicijnen aangetroffen in het influent en/of het effluent. Op de 16 influenten samen worden 23 van de 24 onderzochte medicijnen aangetroffen. Op de 16 effluenten samen worden alle 24 onderzochte medicijnen aangetroffen.

De medicijnen die het vaakst in het influent worden aangetroffen zijn hydrochloorthiazide, irbesartan, naproxen, diclofenac, sotalol en carbamazepine. 12 medicijnen worden op alle 16 RWZI's in het influent of

het effluent aangetroffen. Een aantal stoffen komt zowel in het influent als het effluent voor in concentraties hoger dan 1 µg/l.

Voor volgende 4 medicijnen overschrijdt de gemiddelde effluentconcentratie (voor het totaal van de 16 RWZI's) de minimum PNEC-waarde: carbamazepine, diclofenac, propanolol en sulfamethoxazol. Voor diclofenac en propanolol overschrijdt de gemiddelde effluentconcentratie (voor het totaal van de 16 RWZI's) ook de maximum PNEC-waarde. Ook per RWZI zijn overschrijdingen van de PNEC-waarden vast te stellen. Opvallend daarbij is dat alle RWZI's de PNEC-waarde voor diclofenac overschrijden.

Voor 20 medicijnen konden gemiddelde zuiveringsrendementen op RWZI afgeleid worden. Deze variëren van 7% voor diclofenac tot 97% voor trimethoprim.

4.2 Ziekenhuizen

In 2014 werden metingen van 24 medicijnen (zie Tabel 1) uitgevoerd op 13 meetputten van in totaal 9 ziekenhuizen (zie Tabel 9). Die 13 meetputten lozen allen op - aan RWZI gekoppelde – riolen.

Tabel 9: Lijst met 13 in 2014 bemonsterde afvalwatermeetputten van 9 ziekenhuizen.

Naam	Adres	Postcode	Gemeente	Meetput	Lozend op
AZ Groeninge Campus Kennedylaan	President Kennedylaan 4	8500	Kortrijk	8500030	riool
				8500031	riool
AZ Sint-Jan	Ruddershove 10	8000	Brugge	8000044	riool
AZ Sint-Jozef	Oude Liersebaan 4	2390	Malle	2980003	riool
AZ Sint-Lucas	Groenebriel 1	9000	Gent	9000106	riool
				9000195	riool
				9000196	riool
Heilig Hartziekenhuis	Mechelsestraat 24	2500	Lier	2500033	riool
UZ Antwerpen	Wilrijkstraat 10	2650	Edegem	2650001	riool
UZ Gent	De Pintelaan 185	9000	Gent	9000131	riool
UZ Leuven Campus Gasthuisberg	Herestraat 49UZ	3000	Leuven	3000005	riool
ZNA Middelheim	Lindendreef 1	2020	Antwerpen	2020008	riool
				2610007	riool

4.2.1 Individuele resultaten

4.2.1.1 Per ziekenhuis

Het aantal medicijnen dat per ziekenhuis werd teruggevonden varieert van 19 voor UZ Gent tot 22 voor UZ Leuven Campus Gasthuisberg (zie Tabel 10).

Tabel 10: Overzicht van het aantal medicijnen dat per ziekenhuis werd aangetroffen.

Ziekenhuis	Aantal medicijnen >= BG
UZ Leuven Campus Gasthuisberg	22
AZ Sint-Jozef	21
AZ Groeninge Campus Kennedylaan	21
UZ Antwerpen	21
AZ Sint-Jan	20
ZNA Middelheim	20
AZ Sint-Lucas	20
Heilig Hartziekenhuis	20
UZ Gent	19

Aantal medicijnen >= BG: Het aantal medicijnen die minstens 1-maal in het lozingswater van het ziekenhuis werden aangetroffen (in een concentratie groter dan of gelijk aan de bepaalbaarheidsgrens van de analysemethode).

4.2.1.2 Totaal 9 ziekenhuizen

Elk van de 24 medicijnen werd ergens teruggevonden (zie Tabel 11). Lidocaïne werd bij alle 97 metingen teruggevonden. Ook carbamazepine (98,8%), gabapentine (98,8%), naproxen (97,9%), sotalol (97,9%), atenolol (97,9%), propanolol (97,5%) en hydrochloorthiazide (96,9%) werden met hoge frequenties bij alle 9 ziekenhuizen teruggevonden. Fluoxetine, fenazon, iopamidol, pentoxifylline werden met zeer lage frequenties en bij slechts enkele ziekenhuizen teruggevonden.

Ter vergelijking werden in Tabel 11 de percentages van terugvinden op de influenten van RWZI's in 2014 toegevoegd. Bij de meeste medicijnen liggen de percentages van terugvinden op de lozingspunten van ziekenhuizen hoger dan op de influenten van RWZI's. Voor volgende medicijnen liggen de percentages van terugvinden op de lozingspunten van ziekenhuizen echter lager dan op de influenten van RWZI's: hydrochloorthiazide, diclofenac, irbesartan, ketoprofen, bezafibraat en fluoxetine. We kunnen er vanuit gaan dat huishoudelijk afvalwater een belangrijk aandeel heeft in de emissies van deze medicijnen. Omgekeerd zijn voor lidocaïne, propanolol, clindamycine, trimethoprim, amidotrizoïnezuur en clozapine de percentages van terugvinden veel hoger dan in de influenten van de RWZI's.

Tabel 11: Overzicht van de metingen van 24 medicijnen bij 9 ziekenhuizen in Vlaanderen (2014).

Medicijn	Aantal metingen	% metingen >= BG	Aantal ziekenhuizen >= BG	Inf % metingen >= BG
Lidocaïne	97	100,0%	9	69,5%
Carbamazepine	84	98,8%	9	88,1%
Gabapentine	84	98,8%	9	84,4%
Naproxen	97	97,9%	9	91,6%
Sotalol	97	97,9%	9	87,7%
Atenolol	97	97,9%	9	87,0%
Propanolol	79	97,5%	9	73,8%
Hydrochloorthiazide	97	96,9%	9	97,4%
Clindamycine	79	91,1%	9	41,7%
Diclofenac	97	89,7%	9	90,9%
Metoprolol	92	84,8%	9	72,3%
Sulfamethoxazol	97	84,5%	9	72,1%
Iopromide	97	82,5%	9	78,6%
Irbesartan	84	82,1%	9	93,6%
Trimethoprim	97	74,2%	9	25,3%
Amidotrizoïnezuur	96	62,5%	9	10,4%
Ketoprofen	97	43,3%	9	68,2%
Clozapine	80	41,3%	8	13,1%
Dimetridazol	97	20,6%	7	0,6%
Bezafibraat	97	19,6%	5	33,1%
Pentoxifylline	97	5,2%	3	1,9%
Fenazon	97	4,1%	2	0,0%
Iopamidol	97	4,1%	4	1,9%
Fluoxetine	97	2,1%	2	3,2%

Aantal metingen: Totaal aantal metingen over de 13 meetputten van 9 ziekenhuizen uitgevoerd op het medicijn;
% metingen >= BG: Het percentage van de metingen waarbij het medicijn werd aangetroffen (in een concentratie groter dan of gelijk aan de bepaalbaarheidsgrens van de analysemethode);
Aantal ziekenhuizen >= BG: Het aantal ziekenhuizen waar het medicijn minstens 1-maal werd aangetroffen (in een concentratie groter dan of gelijk aan de bepaalbaarheidsgrens van de analysemethode).
Inf % metingen >= BG: Het percentage van de metingen waarbij het medicijn in het influent van RWZI's werd aangetroffen in 2014 (in een concentratie groter dan of gelijk aan de bepaalbaarheidsgrens van de analysemethode).

4.2.2 Gemiddelde lozingsconcentraties

Uit de resultaten van de analyses voor alle 24 medicijnen debietsgewogen gemiddelde concentraties afgeleid (zie Tabel 12). Voor AZ Groeninge Campus Kennedylaan beschikten we niet over een debiet in 2014, waardoor we de resultaten van dat ziekenhuis niet konden meenemen voor de berekening van de gewogen gemiddelde concentraties. De gemiddelde concentraties zijn toepasselijk op 8 overblijvende ziekenhuizen, maar worden best niet overgenomen als gemiddeldes voor gans Vlaanderen. Daarvoor zijn er te grote verschillen tussen de ziekenhuizen onderling, zoals bijvoorbeeld aantal bedden, soorten specialisaties, …

Door de vele metingen onder de bepaalbaarheidsgrens zijn er onzekerheden bij de berekende gemiddelde concentraties van fenazon, fluoxetine, iopamidol en pentoxifylline (blauw in Tabel 12).

Bij andere medicijnen steken één tot enkele metingen er bovenuit. De waarden zijn hoger dan bij de rest van de metingen voor dat medicijn. Het kan gaan om één of enkele metingen bij één of enkele ziekenhuizen. Die enkele hogere waarden leiden tot onzekerheden over de berekende gemiddelde concentraties van die medicijnen (in Tabel 12), omdat ze de gemiddelde concentratie voor dat medicijn omhoog trekken. We sluiten deze metingen niet uit bij de berekeningen, omdat die hoge concentraties effectief gemeten werden. Dit is het geval voor amidotrizoïnezuur, bezafibraat, clozapine, en dimetridazol (blauw in Tabel 12). Clozapine bijvoorbeeld wordt bij alle 9 metingen bij AZ Sint-Jozef in hogere concentraties aangetroffen dan bij de andere ziekenhuizen.

Tabel 12 werd ter vergelijking verder aangevuld met de gemiddelde RWZI influent concentraties uit metingen 2014 uit Tabel 5. Deze zijn immers een indicatie voor de te verwachten concentraties medicijnen in sanitair afvalwater.

Wat opvalt zijn de zeer hoge gemiddelde lozingsconcentraties van de 2 röntgencontrastmiddelen amidotrizoïnezuur en iopromide (zie Tabel 12). Voor iopromide is deze meer dan 100 maal hoger dan de gemiddelde influent concentratie op RWZI. Blijkbaar komen de zeer hoge concentraties iopromide die geloosd worden door de ziekenhuizen sterk verdund toe op RWZI.

Verder worden er door de ziekenhuizen ook hoge gemiddelde concentraties gabapentine en sulfamethoxazol geloosd.

Fenazon wordt bij 2 ziekenhuizen gemeten, maar werd in 2014 niet teruggevonden in de influenten van de RWZI's.

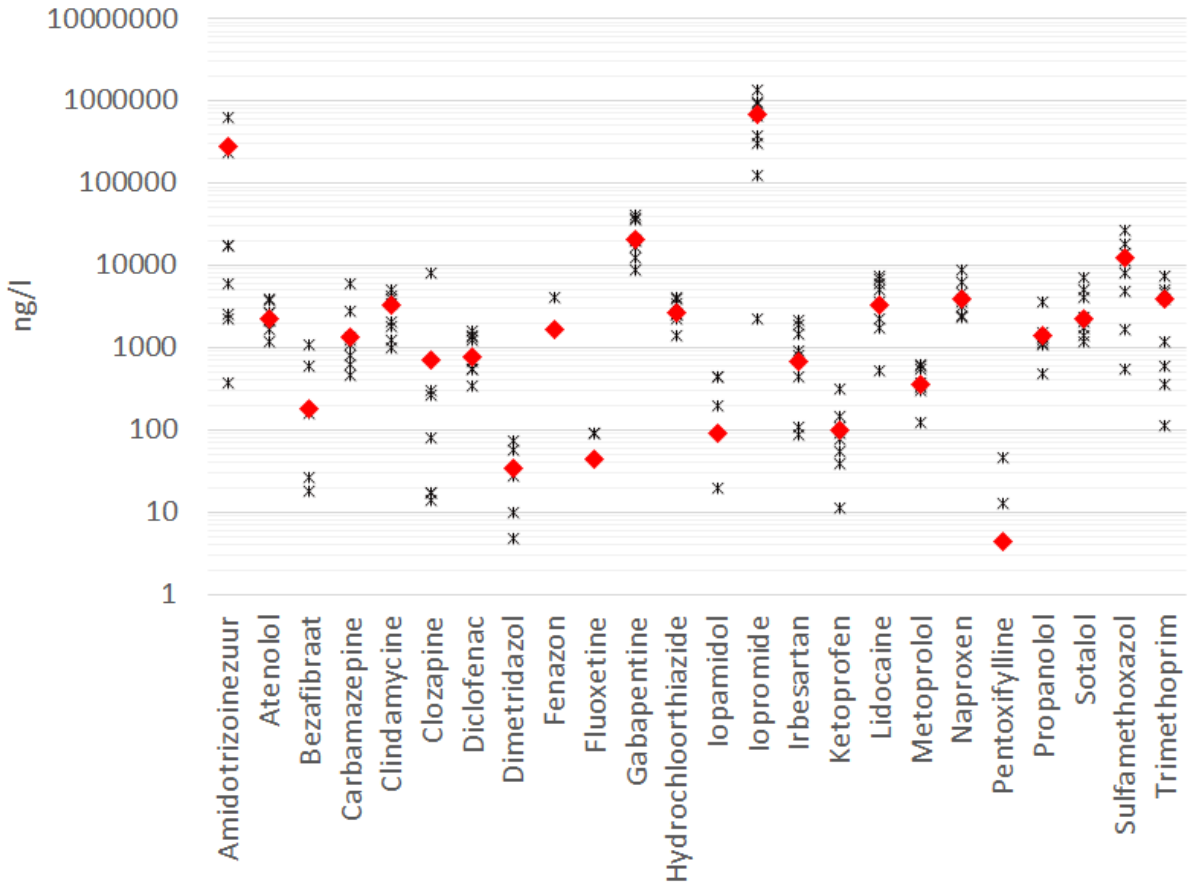
De gemiddelde lozingsconcentraties van irbesartan en ketoprofen door ziekenhuizen liggen lager dan de gemiddelde influentconcentraties op RWZI (zie Tabel 12). Blijkbaar mengen de lagere concentraties irbesartan en ketoprofen die geloosd worden door de ziekenhuizen met hogere concentraties aan huishoudelijk of industrieel afvalwater.

Tabel 12: Gemiddelde lozingsconcentraties uit metingen medicijnen in het afvalwater van 9 ziekenhuizen in 2014, naast die van de RWZI influenten (2014) in ng/L.

Medicijnen	Gemiddelde concentratie (ng/L)	
	Ziekenhuizen	Influent RWZI
Iopromide	694.000	5.980
Amidotrizoïnezuur	285.000	1.960
Gabapentine	20.400	1.860
Sulfamethoxazol	12.200	327
Trimethoprim	3.970	53,1
Naproxen	3.940	1.430
Lidocaïne	3.300	112
Clindamycine	3.300	90,0
Hydrochloorthiazide	2.640	1.320
Sotalol	2.270	1.400
Atenolol	2.250	781
Fenazon	1.690	0
Propanolol	1.380	1.210
Carbamazepine	1.330	496
Diclofenac	769	542
Clozapine	724	14,7
Irbesartan	690	770
Metoprolol	352	91,6
Bezafibraat	181	145
Ketoprofen	100	119
Iopamidol	90,4	10,7
Fluoxetine	44,1	1,59
Dimetridazol	34,3	0,0639
Pentoxifylline	4,36	12,0

In Figuur 5 stellen de rode stippen de gemiddelde lozingsconcentraties over de 8 ziekenhuizen voor, de kruisjes stellen de jaargemiddelde lozingsconcentraties per ziekenhuis voor. Deze spreiding laat zien welke gemiddelde concentraties per ziekenhuis er aan de basis liggen van de gemiddelde concentratie voor de 8 ziekenhuizen. Aangezien Figuur 5 een logaritmische schaal heeft, zijn de ziekenhuizen met een gemiddelde concentratie van een bepaald medicijn gelijk aan nul, niet te zien. Voor een volledig beeld hebben we in bijlage 4 de tabel waarop Figuur 5 gebaseerd is, ingesloten.

Figuur 5: Gemiddelde lozingsconcentraties van medicijnen per ziekenhuis ten opzichte van de gemiddeldes (rood) over 8 ziekenhuizen (2014).



4.2.3 Besluit

In 2014 werden metingen van 24 medicijnen uitgevoerd op 13 meetputten van in totaal 9 ziekenhuizen. Bij alle ziekenhuizen werden 19 of meer medicijnen teruggevonden.

Lidocaïne, carbamazepine, gabapentine, naproxen, sotalol, atenolol, propanolol en hydrochloorthiazide werden met hoge frequenties bij alle 9 ziekenhuizen teruggevonden.

Bij de meeste medicijnen liggen de percentages van terugvinden op de lozingspunten van ziekenhuizen hoger dan op de influenten van RWZI's.

Er zijn zeer hoge gemiddelde lozingsconcentraties (> 280.000 ng/L) voor de 2 röntgencontrastmiddelen amidotrizoïnezuur en iopromide, en hoge gemiddelde lozingsconcentraties voor gabapentine en sulfamethoxazol. Voor iopromide is de gemiddelde lozingsconcentratie meer dan 100 maal hoger dan de gemiddelde influentconcentratie op RWZI.

4.3 Industrie

In 2015 werden gespreid over het jaar metingen van 24 medicijnen (zie Tabel 1) uitgevoerd op 36 meetputten van in totaal 34 bedrijven, waarvan 17 bedrijven uit de farmaceutische sector en 17 bedrijven uit andere sectoren (zie Tabel 13). Van die 36 meetputten lozen er 19 rechtstreeks in oppervlaktewater en 17 in - aan RWZI gekoppelde - riolen. Niet alle bedrijven die in Tabel 13 bij de farmaceutische sector worden ingedeeld, produceren of verwerken medicijnen. Sommigen houden zich bijvoorbeeld enkel bezig met verpakking van medicijnen. Het onderscheid tussen de farmaceutische en niet-farmaceutische sector wordt gemaakt om te kunnen nagaan of verschillen in geloosde concentraties of vrachten kunnen verklaard worden door de productie of de verwerking van farmaceutisch actieve verbindingen. Bij de farmaceutische bedrijven die geen medicijnen produceren of verwerken, worden uiteraard geen verhoogde concentraties of vrachten verwacht.

Tabel 13: Overzicht van 34 bedrijven en hun 36 meetputten waarop metingen van 24 medicijnen zijn uitgevoerd in 2015.

Exploitatie Naam	Adres	Postcode	Gemeente	Farma	Meetput	Lozend op
AJINOMOTO OMNICHEM	Japanse-Kerselarenlaan	2490	Balen	1	2490001	Oppervlaktewater
AJINOMOTO OMNICHEM	Cooppallaan 91	9230	Wetteren	1	9230004	Oppervlaktewater
ALCON-COUVREUR	Rijksweg 14	2870	Puurs	1	2870002	Oppervlaktewater
					2870003	Riool - RWZI
CONFORMA	Zenderstraat 10	9070	Destelbergen	1	9070001	Riool - RWZI
Genzyme	Cipalstraat 8	2440	Geel	1	2440030	Riool - RWZI
					2440042	Oppervlaktewater
IMPEXTRACO	Wiekevorstsesteenweg	2220	Heist-op-den-Berg	1	2220017	Riool - RWZI
JANSSEN PHARMACEUTICA	Turnhoutseweg 30	2340	Beerse	1	2340003	Oppervlaktewater
JANSSEN PHARMACEUTICA	Janssen-	2440	Geel	1	2440006	Riool - RWZI
KELA LABORATORIA	Sint Lenaartseweg 48	2320	Hoogstraten	1	2320005	Riool - RWZI
LABORATORIA QUALIPHAR	Rijksweg 9	2880	Bornem	1	2880024	Riool - RWZI
LAPICOR	Roosveld 2	3400	Landen	1	3400002	Riool - RWZI
MEDGENIX BENELUX	Vliegveld 21	8560	Wevelgem	1	8560009	Riool - RWZI
MSD SCHERING-PLOUGH LABO	Industriepark 30	2220	Heist-op-den-Berg	1	2220018	Riool - RWZI
PFIZER MANUFACTURING	Rijksweg 10	2870	Puurs	1	2870011	Oppervlaktewater
PFIZER MANUFACTURING	Lichterstraat Z/N	2870	Puurs	1	2870031	Riool - RWZI
PURNA PHARMACEUTICALS	Rijksweg 17	2870	Puurs	1	2870035	Riool - RWZI
SANICO	Veedijk 57	2300	Turnhout	1	2300024	Riool - RWZI
3M BELGIUM	Canadastraat 11	2070	Zwijndrecht	0	2070003	Oppervlaktewater
ARLENXEO BELGIUM	Canadastraat 21	2070	Zwijndrecht	0	2070004	Oppervlaktewater
Aurubis Belgium	Watertorenstraat 35	2250	Olen	0	2250003	Oppervlaktewater
BELCROOM	Kachtemsestraat 163	8800	Roeselare	0	8800052	Riool - RWZI
BELGOMILK AFDELING	Stationstraat 149	8890	Moorslede	0	8890001	Oppervlaktewater
BP CHEMBEL	Amocolaan 2	2440	Geel	0	2440002	Oppervlaktewater
DE BRUYCKER	Begoniastraat 1	9810	Nazareth	0	9810003	Riool - RWZI
DUVEL MOORTGAT	Breendonk-Dorp 58	2870	Puurs	0	2870008	Oppervlaktewater
FROMUNION	Statiestraat 111	8980	Zonnebeke	0	8980001	Oppervlaktewater
GUNVOR PETROLEUM	Scheldelaan 490	2040	Antwerpen	0	2030001	Oppervlaktewater
INEOS	Nieuwe Weg 1	2070	Zwijndrecht	0	2070001	Oppervlaktewater
LAMAIRE BARTS POTATO	Westvleterenstraat 25A	8640	Oostvleteren	0	8640004	Oppervlaktewater
SINT-BERNARD BROUWERIJ	Trappistenweg 23	8970	Poperinge	0	8978001	Oppervlaktewater
SLACHTHUIS GEEL	Winkelom 52	2440	Geel	0	2440011	Riool - RWZI
T.W.Z.	Philips Landsbergiuslaan	9000	Gent	0	9042027	Oppervlaktewater
TANKTERMINAL	Dijkstraat 9	9160	Lokeren	0	9160059	Riool - RWZI
VPK Paper	Oude baan 120	9200	Dendermonde	0	9200013	Oppervlaktewater

Farma: Bedrijf behoort al dan niet tot de farmaceutische sector (1 = JA; 0 = NEE).

4.3.1 Individuele resultaten

22 van de 24 medicijnen worden teruggevonden in het geanalyseerde industrieel afvalwater (zie Tabel 14). Enkel fluoxetine en pentoxifylline werden nergens teruggevonden.

Bij de farmaceutische sector werden in 8,3% van de metingen medicijnen aangetroffen. Bij de andere sectoren werden in 4,7% van de metingen medicijnen aangetroffen. Aangezien er ook bij de andere sectoren in het geloosde afvalwater medicijnen worden aangetroffen, kunnen we besluiten dat een groot deel van de gevonden medicijnen afkomstig zijn van het gebruik van medicijnen door werknemers en na excretie via het huishoudelijke afvalwater van het bedrijf mee geloosd worden.

Tabel 14: Overzicht van de metingen van 24 medicijnen bij de industrie in Vlaanderen (2015).

	Farmaceutische sector			Andere sectoren		
Medicijn	**Aantal metingen**	**% metingen >= BG**	**Aantal bedrijven >= BG**	**Aantal metingen**	**% metingen >= BG**	**Aantal bedrijven >= BG**
Amidotrizoïnezuur	101	2%	1	35	0%	0
Atenolol	101	12%	2	35	0%	0
Bezafibraat	101	4%	1	35	9%	1
Carbamazepine	99	2%	1	35	3%	1
Clindamycine	99	16%	4	35	3%	1
Clozapine	98	1%	1	30	0%	0
Diclofenac	101	18%	6	35	9%	2
Dimetridazol	100	3%	1	35	0%	0
Fenazon	99	6%	2	35	0%	0
Fluoxetine	98	0%	0	35	0%	0
Gabapentine	101	2%	1	35	11%	3
Hydrochloorthiazide	100	13%	4	35	6%	1
Iopamidol	101	0%	0	35	3%	1
Iopromide	99	0%	0	35	6%	2
Irbesartan	93	15%	6	34	3%	1
Ketoprofen	101	11%	3	35	23%	7
Lidocaïne	101	29%	11	35	11%	2
Metoprolol	99	6%	1	35	6%	2
Naproxen	101	20%	6	35	11%	2
Pentoxifylline	99	0%	0	35	0%	0
Propanolol	99	8%	3	35	3%	1
Sotalol	101	5%	1	35	0%	0
Sulfamethoxazol	99	15%	4	35	6%	2
Trimethoprim	99	11%	2	35	0%	0
Totaal	**2390**	**8,3%**		**834**	**4,7%**	

Aantal metingen: Totaal aantal metingen uitgevoerd op het medicijn bij de farmaceutische sector of de andere sectoren;
% metingen >= BG: Het percentage van de metingen waarbij het medicijn werd aangetroffen (in een concentratie groter dan of gelijk aan de bepaalbaarheidsgrens van de analysemethode).
Aantal bedrijven >= BG: Het aantal bedrijven waar het medicijn minstens 1-maal werd aangetroffen (in een concentratie groter dan of gelijk aan de bepaalbaarheidsgrens van de analysemethode).

Volgende medicijnen worden vaker aangetroffen bij de farmaceutische sector dan bij de andere sectoren: atenolol, clindamycine, diclofenac, fenazon, hydrochloorthiazide, irbesartan, lidocaïne, naproxen, propanolol, sotalol, sulfamethoxazol en trimethoprim.

Volgende medicijnen worden vaker aangetroffen bij de andere sectoren dan bij de farmaceutische sector: bezafibraat, gabapentine, iopromide en ketoprofen.

Wanneer de gevonden maximumconcentraties per lozingstype (lozend op riool of oppervlaktewater) van de farmaceutische sector naast die van de andere sectoren gezet worden, valt op dat die van de farmaceutische sector lozend op riool vaak veel hoger zijn dan die van de farmaceutische sector lozend op oppervlaktewater en die van de andere sectoren (zie Tabel 15). Zo zijn er hoge of veel hogere maximum concentraties voor: atenolol, bezafibraat, clindamycine, diclofenac, fenazon, ketoprofen, lidocaïne, naproxen, propanolol, sotalol, sulfamethoxazol en trimethoprim. Deze hoge maximumwaarden kunnen een indicatie zijn voor het lozen van proceswater uit de productie of de verwerking van medicijnen. De tabel werd ter vergelijking verder aangevuld met de gemiddelde RWZI influent concentraties uit metingen 2014 uit Tabel 5. Deze zijn immers een indicatie voor de te verwachten concentraties medicijnen in sanitair afvalwater.

Tabel 15: Overzicht gevonden maximum concentraties van medicijnen in ng/L, naast de gemiddelde concentraties van de RWZI influenten (2014) in ng/L.

	Maximum concentratie (ng/l)				
	Farmaceutische sector		Andere sectoren		Gemiddelde concentratie (ng/l)
Medicijn	**Oppw**	**Riool**	**Oppw**	**Riool**	**Influent RWZI**
Amidotrizoïnezuur		0	0	0	1.960
Atenolol	0	1.100.000	0	0	781
Bezafibraat	0	27.000	90	0	145
Carbamazepine	90	0	410	0	496
Clindamycine	1.500	41.000	110	0	90,0
Clozapine	0	61	0	0	14,7
Diclofenac	3.900	18.000.000	1.700	0	542
Dimetridazol	0	480	0	0	0,0639
Fenazon	0	2.700.000	0	0	0
Fluoxetine	0	0	0	0	1,59
Gabapentine	590	0	1.100	0	2.640
Hydrochloorthiazide	150	9.000	0	1.200	1.320
Iopamidol	0	0	120	0	10,7
Iopromide	0	0	210	0	5.980
Irbesartan	3.700	1.500	110	0	770
Ketoprofen	0	7.300.000	740	200	119
Lidocaïne	1.100	44.000	900	0	112
Metoprolol	0	290	150	0	91,6
Naproxen	280	26.000	0	480	1.430
Pentoxifylline	0	0	0	0	12,0
Propanolol	900	2.300.000	0	320	1.210
Sotalol	0	26.000	0	0	1.400
Sulfamethoxazol	0	110.000	58	380	327
Trimethoprim	0	13.000.000	0	0	53,1

Oppw: Lozend op oppervlaktewater;
Riool: Lozend op openbare riolering.

4.3.2 Gemiddelde concentraties

4.3.2.1 Farmaceutische versus andere sectoren

Uit de resultaten van de analyses en de debieten van de bedrijven kunnen gewogen gemiddelde concentraties berekend worden.
Door enkele zeer hoge gevonden concentraties aan medicijnen bij 1 of enkele bedrijven uit de farmaceutische sector, is het niet wenselijk om gemiddelde concentraties voor de farmaceutische sector te berekenen. Die enkele hoge waarden zouden het gemiddelde voor de farmaceutische sector omhoog trekken, waardoor ze geen representatief beeld laten zien voor de meerderheid van de farmaceutische bedrijven.

In Tabel 16 worden de gemiddelde concentraties (in ng/L) van de andere sectoren naast de gemiddelde RWZI-influentconcentraties uit metingen 2014 uit Tabel 5 getoond. Deze zijn immers een indicatie voor de te verwachten concentraties medicijnen in sanitair afvalwater.

Door de vele metingen onder de bepaalbaarheidsgrens zijn er onzekerheden bij de berekende gemiddelde concentraties van de meeste medicijnen bij de andere sectoren. Toch wensen we de gemiddeldes te berekenen en te laten zien omdat de gemiddelde concentraties bijna steeds lager zijn dan de gemiddelde influentconcentraties op RWZI, en dus een indicatie zijn dat het om sanitair afvalwater gaat. Enkel de gemiddelde concentratie van iopamidol is een klein beetje hoger.

Tabel 16: Overzicht gemiddelde concentraties medicijnen van de andere sectoren (2015), naast die van de RWZI influenten (2014) in ng/L.

Medicijn	Andere sectoren	Influent RWZI
Amidotrizoïnezuur	0	1.960
Atenolol	0	781
Bezafibraat	0,753	145
Carbamazepine	40,3	496
Clindamycine	10,8	90,0
Clozapine	0	14,7
Diclofenac	28,5	542
Dimetridazol	0	0,0639
Fenazon	0	0
Fluoxetine	0	1,59
Gabapentine	179	2.640
Hydrochloorthiazide	0,424	1.320
Iopamidol	11,8	10,7
Iopromide	59,5	5.980
Irbesartan	10,8	770
Ketoprofen	74,3	119
Lidocaïne	90,6	112
Metoprolol	10,3	91,6
Naproxen	1,30	1.430
Pentoxifylline	0	12,0
Propanolol	0,0886	1.210
Sotalol	0	1.400
Sulfamethoxazol	5,81	327
Trimethoprim	0	53,1

4.3.2.2 Individuele bedrijven

De geloosde gemiddelde concentraties van bepaalde medicijnen zijn bij bepaalde individuele farmaceutische bedrijven lozend op riool zo hoog, dat er een verband vermoed wordt met de medicijnen die ze produceren of verwerken. Navraag bij 4 farmaceutische bedrijven bevestigt deze stelling. Het gaat om volgende 10 medicijnen: atenolol, clindamycine, diclofenac, dimetridazol, fenazon, ketoprofen,

lidocaïne, propanolol, sulfamethoxazol en trimethoprim. Die hoge gemiddelde concentraties leiden tot hoge vuilvrachten, ondanks het feit dat deze 4 bedrijven lage gemiddelde dagdebieten (< 50 m^3/dag) hebben.

Daarnaast is er nog 1 farmaceutische bedrijf met een laag gemiddeld dagdebiet (< 50 m^3/dag), en eveneens lozend op riool, dat in 2014 zeer hoge gemiddelde concentraties diclofenac loost. Bij navraag bevestigt het bedrijf dat er in het verleden (vóór de staalnames) diclofenac werd geproduceerd, en dat er daardoor nog resten in het afvalwater konden teruggevonden worden. De dalende concentraties diclofenac bij de metingen in 2014 bevestigen deze uitleg.

Bij de andere sectoren zijn het voornamelijk 6 bedrijven met elk meer dan 300 werknemers en gemiddelde dagdebieten hoger dan 1000 m^3 die zorgen voor grotere vuilvrachten medicijnen. We zien voor bepaalde van die 6 bedrijven hoge vuilvrachten voor volgende 11 medicijnen: carbamazepine, clindamycine, diclofenac, gabapentine, iopamidol, iopromide, irbesartan, ketoprofen, lidocaïne, metoprolol en sulfamethoxazol. De gemiddelde concentraties medicijnen die hier in het afvalwater worden aangetroffen zijn veelal niet of niet veel hoger dan de gemiddelde influentconcentraties op RWZI. Heel waarschijnlijk zijn de gevonden concentraties afkomstig van het gebruik van medicijnen door het personeel. Het geloosde afvalwater van die 6 bedrijven bevat ook sanitair afvalwater. Aangezien deze bedrijven veel werknemers hebben, zijn er grotere vuilvrachten mogelijk dan bij kleinere bedrijven.

4.3.3 Besluit

In 2015 werden metingen van medicijnen uitgevoerd op het geloosde afvalwater van 34 bedrijven, waarvan 17 bedrijven uit de farmaceutische sector en 17 bedrijven uit andere sectoren.

Aangezien er zowel bij de farmaceutische als bij de andere sectoren in het geloosde afvalwater medicijnen worden aangetroffen, kan er besloten worden dat een groot deel van de gevonden medicijnen afkomstig is van het gebruik van medicijnen door werknemers.

De maximum gevonden concentraties van de farmaceutische sector lozend op riool zijn vaak veel hoger dan die van de farmaceutische sector lozend op oppervlaktewater en die van de andere sectoren. De gemiddelde concentraties van de andere sectoren zijn bijna steeds lager dan de gemiddelde influentconcentraties op RWZI.

Voor 4 farmaceutische bedrijven werd aangetoond dat er een verband is met de medicijnen die ze produceren of verwerken.

Bij de andere sectoren zijn het voornamelijk de 6 grootste bedrijven die zorgen voor grote gemiddelde dagvrachten. De concentraties aan medicijnen in het afvalwater zijn veelal niet hoger dan de gemiddelde influentconcentraties op RWZI, en zijn dus afkomstig van het gebruik van medicijnen door werknemers.

5 INSCHATTING VAN DE BRONNEN VAN MEDICIJNEN

5.1 Situering

Naast metingen heeft VMM ook studiewerk verricht om de verspreiding van medicijnen in kaart te brengen. Hierbij wordt gebruik gemaakt van het WEISS-model, de emissie-inventaris water van VMM. Meer uitleg over het WEISS-model en de daarin gebruikte begrippen bruto- en netto-emissie staat in bijlage 5. In 2013 werd in opdracht van VMM een studie uitgevoerd door het studiebureau Grontmij Nederland B.V., met als doel het toevoegen van de belangrijkste humane geneesmiddelen in WEISS.[5]

In die studie werd een selectie gemaakt van 23 geneesmiddelen (zie tabel 17) met relevante bruto-emissies naar oppervlaktewater voor Vlaanderen. Voor die selectie werd gebruik gemaakt van meetresultaten uit monitoring van effluenten van RWZI's en van oppervlaktewater in Vlaanderen en Nederland, en van gekende verkoopcijfers.

Cijfers voor medicijnengebruik in Vlaanderen of België werden afgeleid door gebruik te maken van verkoopshoeveelheden bij apotheken (terugbetaalde geneesmiddelen) en ziekenhuizen, en van niet terugbetaalde geneesmiddelen. Op die cijfers werden nog excretiefactoren en voor de bron gezinnen aantallen inwoners toegepast, om te komen tot emissiefactoren voor ziekenhuisbedden (in gram/bed/jaar) en voor personen (in gram/persoon/jaar) (zie tabel 17).

Verder worden in de studie van Grontmij op basis van literatuurstudie voor 17 van de 23 geselecteerde medicijnen betrouwbare verwijderingsrendementen afgeleid (zie tabel 17).

[5] Pieters B.J. & A.A. Vergouwen, Grontmij Nederland B.V., Amsterdam, in opdracht van VMM, GM-0120176, 11 december 2013. Geneesmiddelen: kwantificering emissies naar oppervlaktewater.

Tabel 17: Emissiefactoren en verwijderingsrendementen op RWZI voor medicijnen uit de studie van Grontmij

Medicijn	Type	EF (g/bed/j)	EF (g/persoon/j)	Verwijderingsrendement (RWZI)
17-beta-Estradiol	Geslachtshormoon	0,000155	0,000107	-
Bezafibraat	Cholesterolverlager	0,00714	0,00534	86%
Carbamazepine	Anti-epilepticum	0,428	0,0692	26%
Clozapine	Antipsychoticum	0,207	0,00208	56%
Diclofenac	Pijnstiller, ontstekingsremmer	0,278	0,0730	36%
Dipyramidol	Trombocytenaggregatieremmer	0,261	0,120	96%
Erythromycine	Antibioticum	0,588	0,0192	-
Gabapentine	Anti-epilepticum	1,299	0,258	15%
Ibuprofen	Pijnstiller, ontstekingsremmer	1,924	2,378	98%
Ketoprofen	Pijnstiller, ontstekingsremmer	0,00231	0,00253	63%
Levetiracetam	Anti-epilepticum	9,749	0,906	84%
Lincomycine	Antibioticum	0,00280	0,000768	-
Metoprolol	Bètablokker	0,0692	0,0342	34%
Naproxen	Pijnstiller, ontstekingsremmer	0,0710	0,0520	93%
Pipamperon	Antipsychoticum	0,834	0,0200	58%
Primidon	Anti-epilepticum	0,0817	0,0151	17%
Propanolol	Bètablokker	0,0291	0,0137	-
Quetiapine	Antipsychoticum	1,015	0,0304	87%
Sotalol	Bètablokker	0,807	0,322	31%
Sulfamethoxazol	Antibioticum	0,0906	0,00617	68%
Tramadol	Pijnstiller	1,411	0,127	-
Trimethoprim	Antibioticum	0,0453	0,00309	42%
Venlafaxine	Antidepressivum	0,157	0,0240	-

De emissiefactoren en de verwijderingsrendementen uit de studie van Grontmij worden in WEISS gebruikt bij de bronnen gezinnen en ziekenhuizen om bruto en netto emissies van medicijnen naar water te kwantificeren.

5.2 Resultaten

5.2.1 Bruto- en netto-emissies

Tabel 18 geeft een overzicht van de resultaten uit de WEISS-modellering van medicijnen bij de bronnen gezinnen en ziekenhuizen. Voor medicijnen waarvoor in de studie van Grontmij geen betrouwbare verwijderingsrendementen konden afgeleid worden, toont Tabel 18 geen netto-emissies.

Wat opvalt, is dat zowel bij de bruto- als bij de netto-emissies, het aandeel van de gezinnen veel groter is dan het aandeel van de ziekenhuizen (zie Figuur 6 ter illustratie voor de netto emissies).

De gezinnen hebben een gemiddeld aandeel van 92% in de netto-emissies van medicijnen uit humaan gebruik, ten opzichte van 8% voor de ziekenhuizen (zie Figuur 6). Voor volgende medicijnen is het aandeel van de ziekenhuizen in de netto emissie relatief gezien nog het grootst: clozapine (41,3%), pipamperon (22,9%) en quetiapine (21,9%). Voor volgende medicijnen is het aandeel van de gezinnen in de netto

emissie relatief gezien het grootst: ketoprofen (99,3%), ibuprofen (99,2%), bezafibraat (98,9%), naproxen (98,8%), en metoprolol (98,7%).

De medicijnen met de grootste bruto en netto emissies zijn ibuprofen (15.300 en 3.310 kg), levetiracetam (6.170 en 2.030 kg), sotalol (2.090 en 1.510 kg) en gabapentine (1.700 en 1.440 kg).

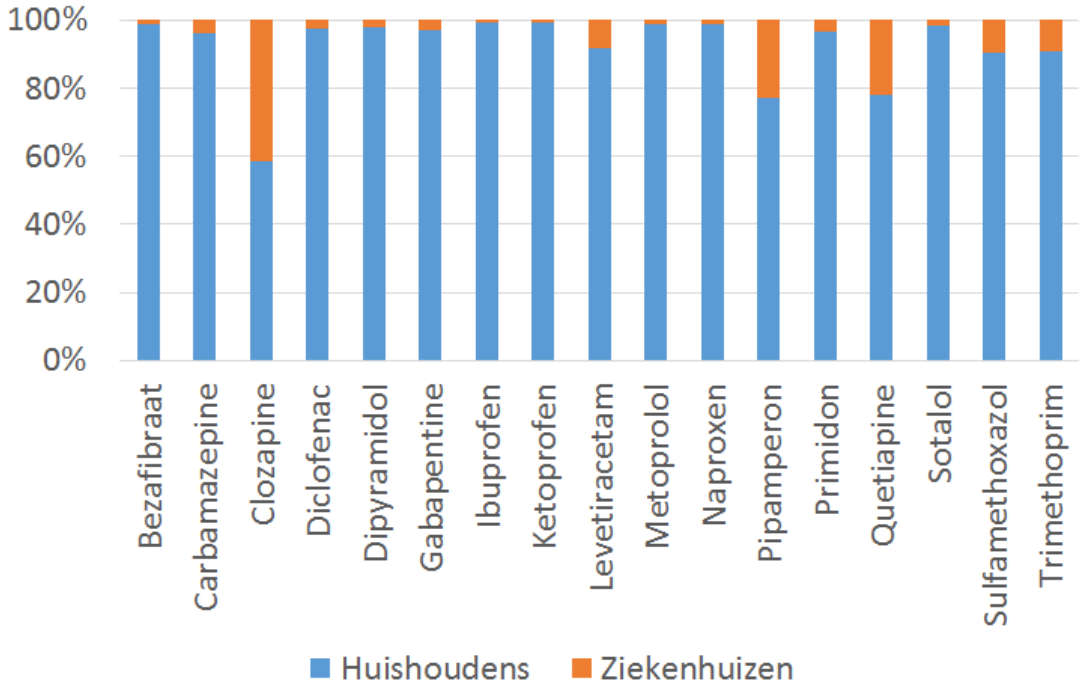
Bij de bron ziekenhuizen zijn de medicijnen met de grootste bruto-emissies levetiracetam (389 kg), ibuprofen (76,7 kg), tramadol (56,3 kg) en gabapentine (51,8 g).

Tabel 18: Bruto en netto emissies medicijnen uit humaan gebruik (cijfers WEISS 2013; in kg).

	Gezinnen		Ziekenhuizen		Gezinnen + Ziekenhuizen		
Medicijn	**Bruto**	**Netto**	**Bruto**	**Netto**	**Bruto**	**Netto**	**Verhouding**
17-beta-Estradiol	0,683		0,00618		0,689		
Bezafibraat	34,1	10,5	0,285	0,117	34,4	10,6	31%
Carbamazepine	442	337	17,1	13,6	459	351	76%
Clozapine	13,3	7,10	8,26	4,99	21,5	12,1	56%
Diclofenac	466	320	11,1	8,13	477	328	69%
Dipyramidol	765	177	10,4	3,60	775	181	23%
Erythromycine	123		23,5		146		
Gabapentine	1.650	1.390	51,8	45,0	1.700	1.440	85%
Ibuprofen	15.200	3.290	76,7	25,6	15.300	3.310	22%
Ketoprofen	16,2	7,79	0,0921	0,0515	16,3	7,84	48%
Levetiracetam	5.780	1.860	389	165	6.170	2.030	33%
Lincomycine	4,90		0,112		5,02		
Metoprolol	219	153	2,76	2,06	221	155	70%
Naproxen	332	84,4	2,83	1,03	335	85,5	26%
Pipamperon	128	66,4	33,3	19,7	161	86,0	53%
Primidon	96,5	80,1	3,26	2,79	99,8	82,9	83%
Propanolol	87,4		1,16		88,6		
Quetiapine	194	58,2	40,4	16,4	235	74,6	32%
Sotalol	2.060	1.490	32,2	24,6	2.090	1.510	72%
Sulfamethoxazol	39,4	17,5	3,61	1,90	43,0	19,4	45%
Tramadol	813		56,3		869		
Trimethoprim	19,7	12,6	1,81	1,25	21,5	13,9	65%
Venlafaxine	153		6,25		159		

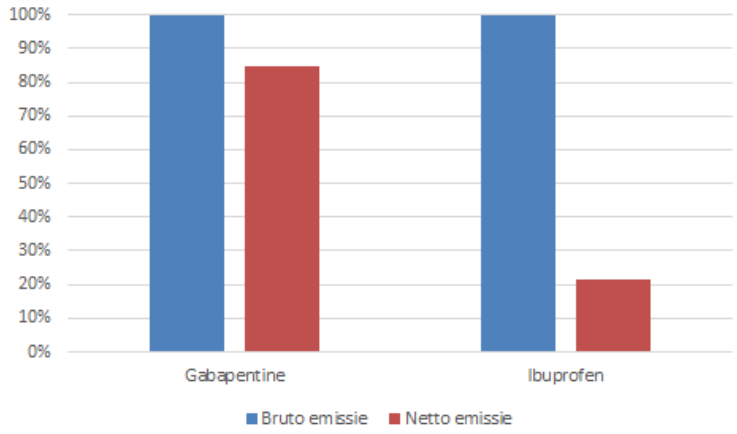
Bruto: Bruto emissie (kg);
Netto: Netto emissie (kg);
Verhouding: De verhouding van de netto emissie ten opzichte van de bruto emissie.

Figuur 6: Bijdrage van gezinnen en ziekenhuizen aan de netto emissies in Vlaanderen (cijfers WEISS 2013).



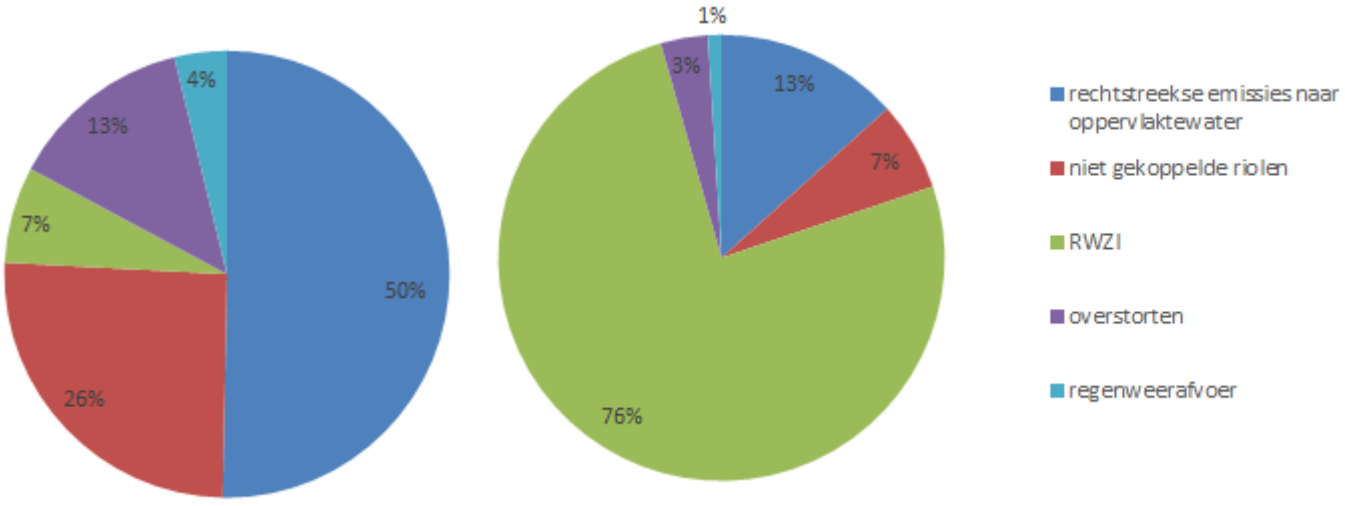
Voor medicijnen met lage verwijderingspercentages op RWZI (tabel 17) zijn de relatieve verschillen tussen de bruto- en de netto-emissies klein. Voor medicijnen met hoge verwijderingspercentages op RWZI zijn er relatief grote verschillen tussen de bruto- en de netto-emissies. Als voorbeelden laten we in Figuur 7 de bruto en de netto emissies zien van gabapentine en ibuprofen. Gabapentine heeft in de studie van Grontmij een laag zuiveringspercentage van 15%, ibuprofen heeft een hoog zuiveringspercentage van 98%. Het gevolg is dat de netto-emissie van gabapentine 85% van de bruto-emissie is, de netto-emissie van ibuprofen is slechts 22% van de bruto emissie. De verhoudingen van de netto emissies ten opzichte van de bruto-emissies worden voor het totaal van de bronnen gezinnen en ziekenhuizen ter informatie getoond in Tabel 18.

Figuur 7: Bruto en netto emissies gabapentine en ibuprofen (cijfers WEISS 2013).



Door het lage verwijderingspercentage van gabapentine op RWZI krijgt de route via RWZI (Figuur 1) een belangrijk aandeel van 76% in de totale netto-emissie van gezinnen en ziekenhuizen (zie Figuur 8), terwijl voor ibuprofen het aandeel van de route via RWZI een heel stuk kleiner is door het hogere verwijderingsrendement.

Figuur 8: Aandeel routes naar oppervlaktewater in de netto emissie ibuprofen (links) en gabapentine (rechts) door gezinnen en ziekenhuizen (cijfers WEISS 2013).



Wenst men de druk op oppervlaktewater voor een bepaald medicijn te verminderen dan zijn er 2 mogelijkheden:

- Men zorgt ervoor dat de bruto emissie daalt door te voorkomen dat het medicijn in het afvalwater terechtkomt;
- Men zorgt ervoor dat de netto emissie daalt door het verbeteren van de saneringsinfrastructuur. Hier kan het beleid afhangen van de aandelen van de verschillende routes in de netto emissie (zie Figuur 1). Voor medicijnen waar de route via RWZI het grootste aandeel heeft, kan ingezet worden op extra zuivering. Voor medicijnen waar andere routes de grootste aandelen hebben, kan extra

riolering voorzien worden, kunnen niet gekoppelde riolen worden aangesloten op RWZI, kan men het overstortpercentage doen verminderen, ...

5.2.2 Validatie influentvrachten op RWZI

5.2.2.1 Voor het totaal van 16 RWZI's

De vrachten uit metingen van medicijnen op de influenten van 16 RWZI's (cijfers 2014; zieTabel 5) kunnen gebruikt worden om de gemodelleerde influentvrachten voor dezelfde 16 RWZI's uit WEISS te valideren. In onderstaande Figuur 9 worden de verhoudingen van de gemodelleerde influentvracht voor het totaal van de 16 RWZI's ten opzichte van de berekende influentvracht uit metingen voorgesteld op een logaritmische schaal. Wanneer de verhouding dicht tegen 1 ligt, betekent dit dat de gemodelleerde influent vracht de berekende influent vracht uit metingen benadert. Wanneer de verhouding groter is dan 1, dan betekent dit dat de vracht uit modellering groter is dan deze uit metingen, en omgekeerd.

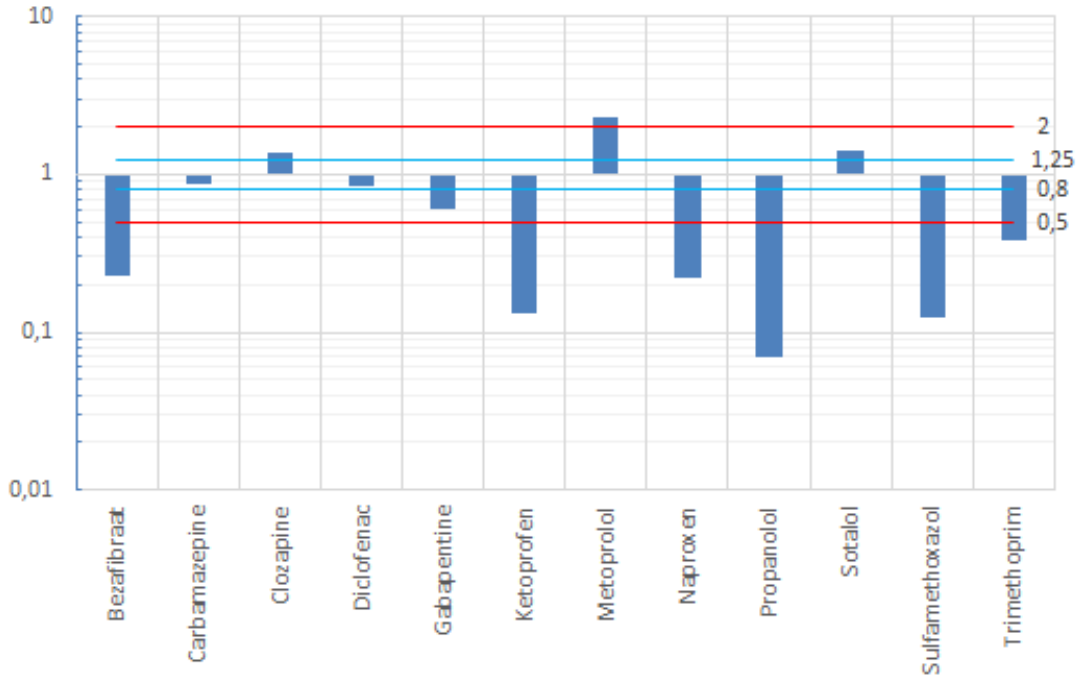
Voor 2 medicijnen komt de gemodelleerde en de gemeten influent vracht zeer goed overeen: carbamazepine (vracht verhouding is 0,88) en diclofenac (vracht verhouding is 0,83).

Voor 3 medicijnen komt de gemodelleerde en de berekende gemeten vracht vrij goed overeen: clozapine (vracht verhouding is 1,38), gabapentine (vracht verhouding is 0,61) en sotalol (vracht verhouding is 1,41).

Voor de andere 7 medicijnen is de overeenkomst veel minder goed (vracht verhoudingen zijn groter dan 2 of kleiner dan 0,5):

- Voor 6 medicijnen is de gemodelleerde influent vracht veel kleiner dan de gemeten vracht: bezafibraat, ketoprofen, naproxen, propanolol, sulfamethoxazol en trimethoprim;
- Voor metoprolol is de gemodelleerde influent vracht veel groter dan de gemeten vracht.

Figuur 9: Verhouding van de gemodelleerde influent vracht uit WEISS (2013) ten opzichte van de berekende influent vracht uit metingen op 16 RWZI's (2014).



5.2.2.2 Per RWZI

De vrachten uit metingen van medicijnen op de influenten van 16 RWZI's (cijfers 2014) kunnen gebruikt worden om de gemodelleerde influentvrachten per RWZI uit WEISS te valideren. In onderstaande 2 grafieken (Figuur 10 en Figuur 11) worden de verhoudingen van de gemodelleerde influentvrachten per RWZI ten opzichte van de berekende influentvrachten uit metingen voorgesteld op een logaritmische schaal. Wanneer de verhouding dicht tegen 1 ligt, betekent dit dat de gemodelleerde influentvracht de berekende influentvracht uit metingen benadert. Wanneer de verhouding groter is dan 1, dan betekent dit dat de vracht uit modellering groter is dan deze uit metingen, en omgekeerd. Wanneer er geen verhouding te zien is voor een combinatie RWZI - medicijn betekent dit dat er een 0-vracht gemeten werd, en alle metingen onder de bepaalbaarheidsgrens zaten. WEISS modelleert voor alle RWZI – medicijn combinaties uit onderstaande grafieken immers wél influentvrachten.

Voor carbamazepine en diclofenac is de overeenkomst tussen de gemodelleerde en de gemeten influentvracht per RWZI het grootst. De gemodelleerde influentvracht is bij het ene RWZI groter en bij het andere RWZI kleiner dan de gemeten influentvracht.

Voor bezafibraat, clozapine en gabapentine is de overeenkomst tussen de gemodelleerde en gemeten influentvrachten per RWZI al iets minder groot. Opnieuw is de verhouding niet constant, én is de gemodelleerde influentvracht bij het ene RWZI groter en bij het andere RWZI kleiner dan de berekende influentvracht uit metingen.

Voor ketoprofen, naproxen en propanolol zijn de gemodelleerde influentvrachten, op enkele uitzonderingen na, lager dan deze berekend uit metingen.

Voor sulfamethoxazol en trimethoprim zijn de gemodelleerde influentvrachten steeds lager dan deze berekend uit metingen (behalve bij 0-vrachten uit metingen).

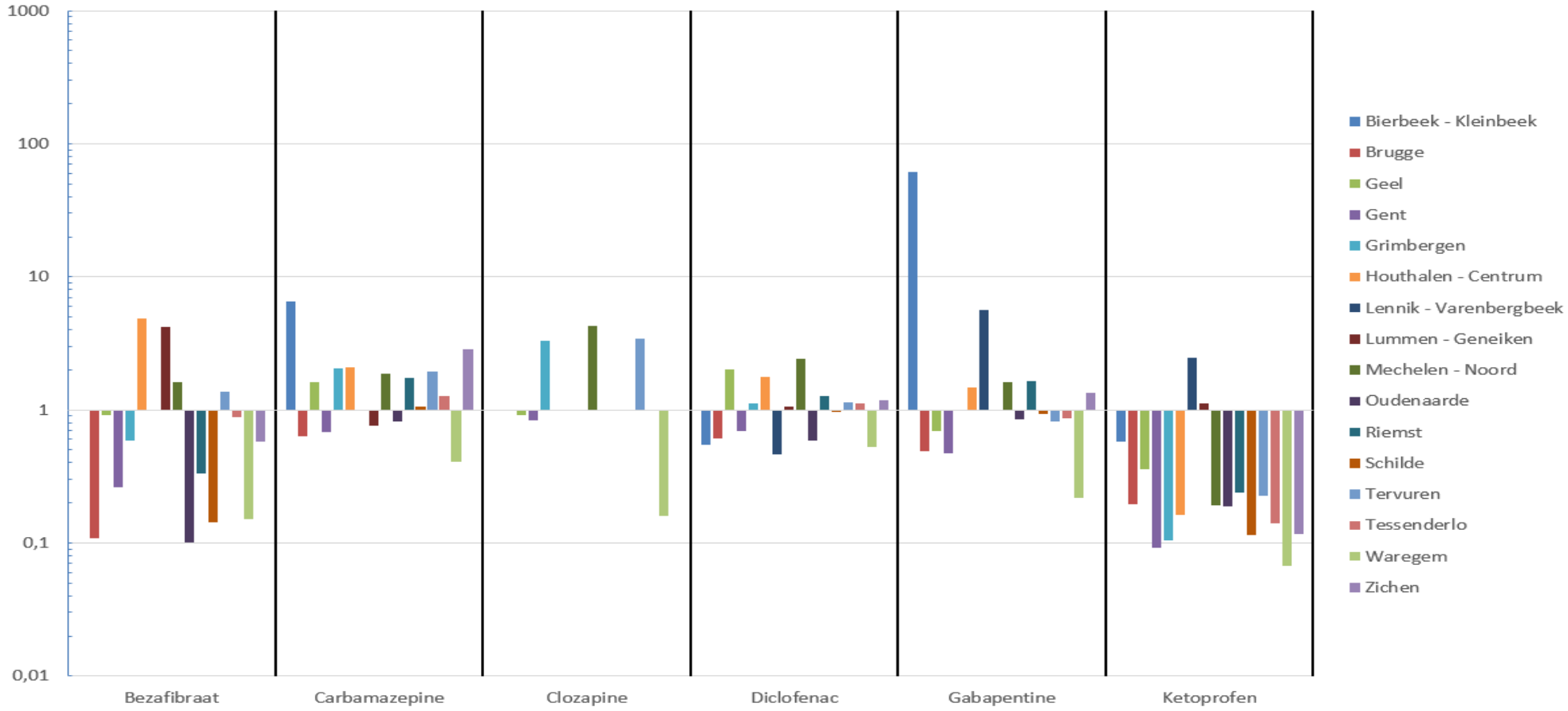
Voor sotalol zijn de gemodelleerde influentvrachten, op enkele uitzonderingen na, hoger dan deze berekend uit metingen.

Voor metoprolol zijn de gemodelleerde influentvrachten steeds hoger dan deze berekend uit metingen.

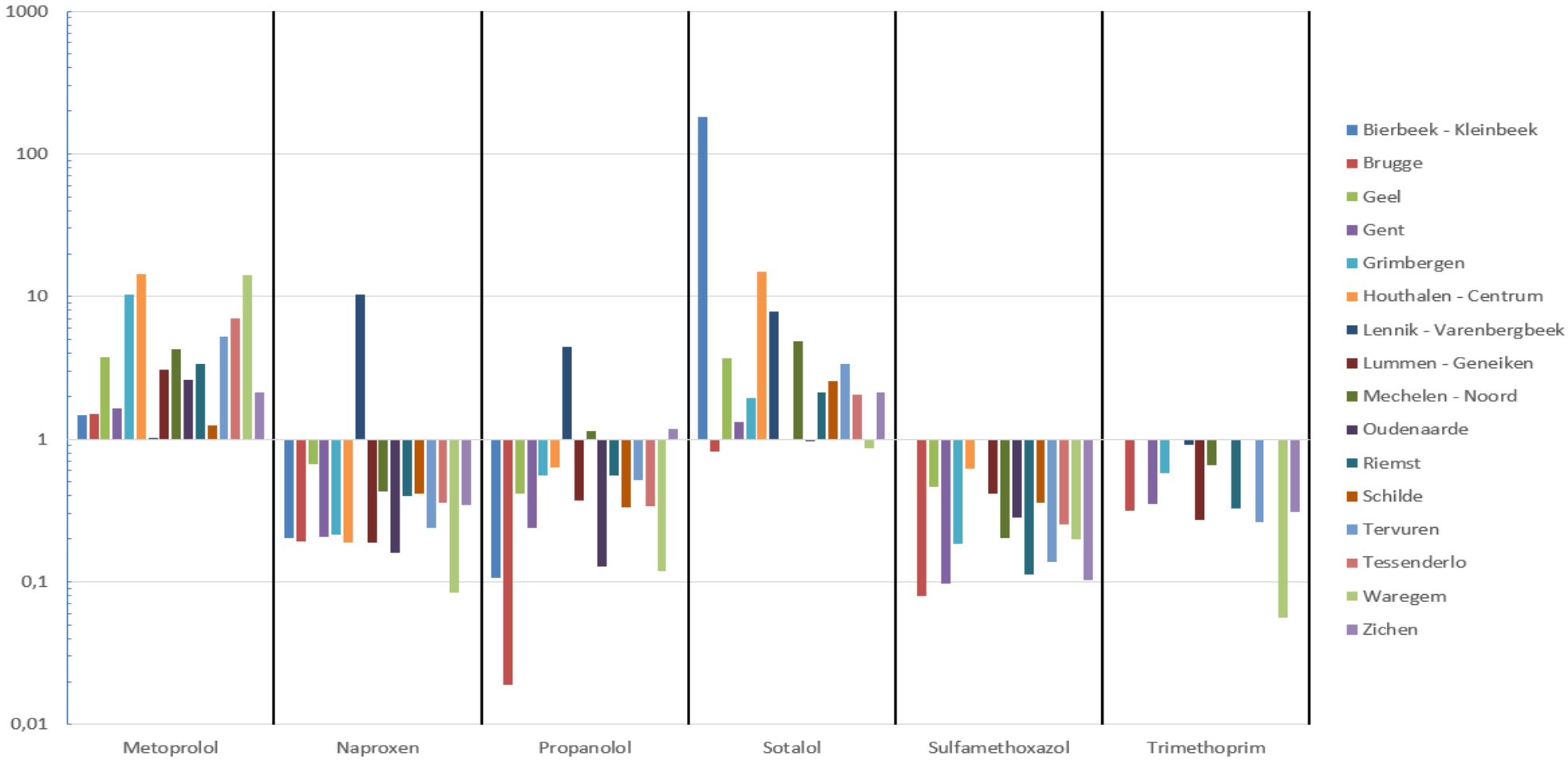
Voor volgende 14 RWZI – medicijn combinaties zijn er grote verschillen tussen de gemodelleerde influentvrachten en de berekende uit metingen (vracht verhoudingen zijn groter dan 10 of kleiner dan 0,1):

- Gabapentine bij RWZI Bierbeek – Kleinbeek;
- Ketoprofen bij RWZI's Gent en Waregem;
- Metoprolol bij RWZI's Grimbergen, Houthalen – Centrum en Waregem;
- Naproxen bij KWZI Lennik – Varenbergbeek en RWZI Waregem;
- Propanolol bij RWZI Brugge;
- Sotalol bij RWZI's Bierbeek – Kleinbeek en Houthalen – Centrum
- Sulfamethoxazol bij RWZI's Brugge en Gent
- Trimethoprim bij RWZI Waregem.

Figuur 10: Verhouding van de gemodelleerde influentvracht per RWZI uit WEISS (2013) ten opzichte van de berekende influentvracht uit metingen voor 16 RWZI's (2014) – deel 1.



Figuur 11: Verhouding van de gemodelleerde influent vracht per RWZI uit WEISS (2013) ten opzichte van de berekende influent vracht uit metingen voor 16 RWZI's (2014) – deel 2.



5.3 Besluit

In 2013 werd in opdracht van VMM een studie uitgevoerd door het studiebureau Grontmij Nederland B.V., met als doel het toevoegen van de belangrijkste humane geneesmiddelen in WEISS.

In die studie werd een selectie gemaakt van 23 geneesmiddelen met relevante bruto emissies naar oppervlaktewater voor Vlaanderen. Voor die 23 geneesmiddelen werden emissiefactoren voor ziekenhuisbedden (in gram/bed/jaar) en personen (in gram/persoon/jaar) afgeleid. Voor 17 van de 23 geselecteerde medicijnen werden verwijderingsrendementen bepaald. De emissiefactoren en de verwijderingsrendementen worden in WEISS gebruikt bij de bronnen gezinnen en ziekenhuizen om bruto en netto emissies van medicijnen naar water te kwantificeren.

De gezinnen hebben een gemiddeld aandeel van 92% in de netto emissies ten opzichte van 8% voor de ziekenhuizen. Ook bij de bruto emissies is het aandeel van de gezinnen veruit het grootst.

De medicijnen met de grootste bruto en netto emissies zijn ibuprofen (15.300 en 3.310 kg), levetiracetam (6.170 en 2.030 kg), sotalol (2.090 en 1.510 kg) en gabapentine (1.700 en 1.440 kg).

De vrachten uit metingen van medicijnen op de influenten van 16 RWZI's (cijfers 2014) werden gebruikt om de gemodelleerde influent vrachten voor dezelfde 16 RWZI's uit WEISS te valideren. Voor 5 geneesmiddelen was de overeenkomst goed tot vrij goed overeen, terwijl voor de andere 7 medicijnen de overeenkomst veel minder goed is.

Met deze validatie zal in de toekomst rekening gehouden worden om de cijfers voor medicijnen in het WEISS-model bij te sturen.

6 METINGEN IN OPPERVLAKTEWATER

In 2015 werden op 76 meetplaatsen in oppervlaktewater 26 medicijnen (zie Tabel 1) 6 keer geanalyseerd. Het is de eerste keer dat in Vlaanderen op dergelijke schaal metingen van geneesmiddelen uitgevoerd werden. Deze meetplaatsen liggen verspreid over Vlaanderen, 54 op Vlaamse waterlichamen, 14 op lokale waterlichamen van eerste orde en 9 op lokale waterlichamen van 2de orde. De Vlaamse waterlichamen zijn de grotere eenheden oppervlaktewater in Vlaanderen, waarover we rapporteren aan de Europese Commissie (namelijk lichamen met een afstroomgebied van meer dan 50 km²). De lokale waterlichamen van eerste orde hebben een afstroomgebied tussen 10 en 50 km² en de lokale waterlichamen van tweede orde een afstroomgebied kleiner dan 10 km².

Zoals eerder vermeld zijn voor de medicijnen geen milieukwaliteitsnormen bepaald. In de literatuur werden wel voor een beperkt aantal stoffen PNEC waarden gevonden (zie Tabel 5).

6.1 Aanwezigheid van geneesmiddelen

Tabel 19 geeft aan hoeveel analyses er uitgevoerd werden en in hoeveel van die analyses de stof teruggevonden werd boven de laagst meetbare concentratie (Bepaalbaarheidsgrens, BG). Verschillende stoffen worden in de meerderheid van de stalen teruggevonden (meer dan 70% is aangeduid in grijs). Carbamazepine, gabapentine en sotalol worden in meer dan 80% van de analyses teruggevonden. Enkel fluoxetine wordt bijna nergens teruggevonden.

In dezelfde tabel is ook aangegeven op hoeveel procent van de meetplaatsen een stof minstens 1 keer teruggevonden is boven de laagste meetbare concentratie. Carbamazepine, gabapentine, irbesartan en sotalol worden in meer dan 90% van de meetplaatsen teruggevonden.

Tabel 19: Overzicht metingen medicijnen in oppervlaktewater in 2015

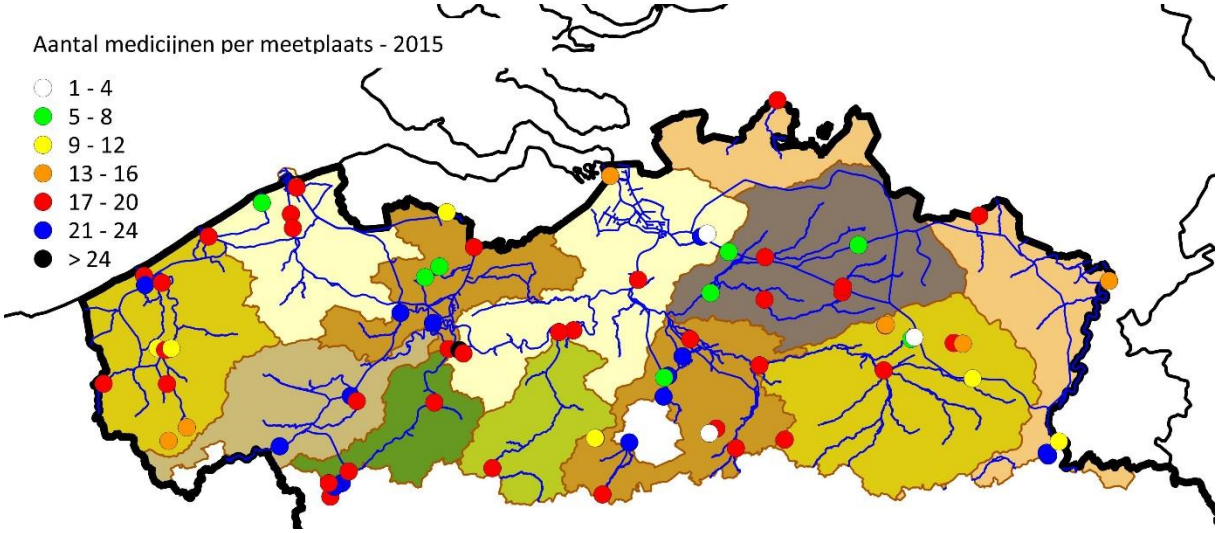
	2015			
Medicijn	**Aantal metingen**	**% metingen >= BG**	**Aantal meetplaatsen**	**% meetplaatsen >=BG**
Amidotrizoïnezuur	418	41,6%	76	65,8%
Atenolol	423	65,7%	76	73,7%
Bezafibraat	423	8,5%	76	19,7%
Carbamazepine	423	84,4%	76	93,4%
Clarithromycine	80	55,0%	74	51,4%
Clindamycine	422	56,9%	76	80,3%
Clozapine	385	9,6%	76	14,5%
Diclofenac	423	61,5%	76	77,6%
Dimetridazol	423	21,0%	76	38,2%
Fenazon	423	9,2%	76	15,8%
Fluoxetine	418	0,5%	76	2,6%
Gabapentine	423	89,1%	76	94,7%
Hydrochloorthiazide	420	67,1%	76	80,3%
Iopamidol	417	30,0%	76	48,7%
Iopromide	422	78,9%	76	89,5%
Irbesartan	355	79,2%	76	90,8%
Ketoprofen	423	26,7%	76	59,2%
Lidocaïne	423	69,5%	76	89,5%
Metoprolol	422	53,3%	76	65,8%
Naproxen	423	62,9%	76	76,3%
Pentoxifylline	423	3,5%	76	11,8%
Propanolol	423	34,5%	76	53,9%
Sotalol	417	85,6%	76	92,1%
Sulfamethoxazol	423	67,6%	76	82,9%
Trimethoprim	422	29,1%	76	53,9%
Valsartan	82	79,3%	76	75,0%

% metingen >= BG: Het percentage van de metingen waarbij het medicijn in het oppervlaktewater werd aangetroffen (in een concentratie groter dan of gelijk aan de bepaalbaarheidsgrens van de analysemethode).
% meetplaatsen >= BG: Het percentage van de meetplaatsen waarbij het medicijn minstens 1 keer in het oppervlaktewater werd aangetroffen (in een concentratie groter dan of gelijk aan de bepaalbaarheidsgrens van de analysemethode).

Figuur 12 toont het aantal geneesmiddelen dat per meetplaats aangetroffen wordt. Het terugvinden van een geneesmiddel betekent dat de concentratie in de waterloop hoger is dan de laagst mogelijke meetbare concentratie. In 2015 zijn er 18 meetplaatsen waar minstens 21 van de 26 gemeten medicijnen minstens 1 keer teruggevonden worden.

Medicijnresten worden dus regelmatig tot zeer frequent teruggevonden. Op bijna alle meetplaatsen is een cocktail van verschillende medicijnen (tot 25 stoffen) aanwezig.

Figuur 12: Aantal medicijnen dat per meetplaats wordt teruggevonden (2015).



6.2 Effecten op het waterleven

Om na te gaan of de verontreinigende stoffen een invloed hebben op het waterleven worden de gemeten concentraties getoetst aan de milieukwaliteitsnormen (MKN) of andere referentiewaarden. Vaak bestaan dergelijke MKN uit een dubbele voorwaarde: zowel voor de jaargemiddelde concentratie als voor de maximale concentratie wordt een drempelwaarde bepaald die niet mag worden overschreden. Worden die drempelwaarden overschreden, dan zijn er acute of chronische effecten op fauna en flora mogelijk.

Voor de gemeten medicijnen zijn er geen MKN vastgelegd, niet in Vlaanderen en niet in Europa. Bij het ontbreken van een MKN voor het jaargemiddelde, wordt de 'predicted no effect concentration' (PNEC) of concentratie waarbij geen enkel nadelig effect op biota verwacht wordt, als drempelwaarde voor de jaargemiddelde concentratie genomen. De 15 in de wetenschappelijke literatuur beschikbare PNEC-waarden staan in Tabel 20 (PNEC-min en PNEC max). De ranges zijn in sommige gevallen zeer breed. Naarmate meer onderzoek zal gebeuren naar de ecotoxicologische effecten van medicijnen zouden meer en beter onderbouwde PNEC-waarden ter beschikking moeten komen.

De jaargemiddelde concentraties per meetpunt werden vergeleken met zowel de PNEC min als de PNEC max voor het jaar 2015 (Tabel 20). De PNEC min waarden wordt voor een aantal medicijnen frequent overschreden (op een totaal van 76 meetplaatsen): diclofenac (53), sulfamethoxazol (42), clarithromycine (17), iopamidol (14) en propanolol (14). Dit betekent dat indien de laagste PNEC waarden bevestigd worden, er op een hele reeks meetplaatsen chronische effecten van individuele medicijnen te verwachten

zijn. Specifiek voor iopamidol is het verschil tussen de PNEC min en de PNEC max zeer groot waardoor de overschrijdingen met nodige voorzichtigheid dienen bekeken te worden.

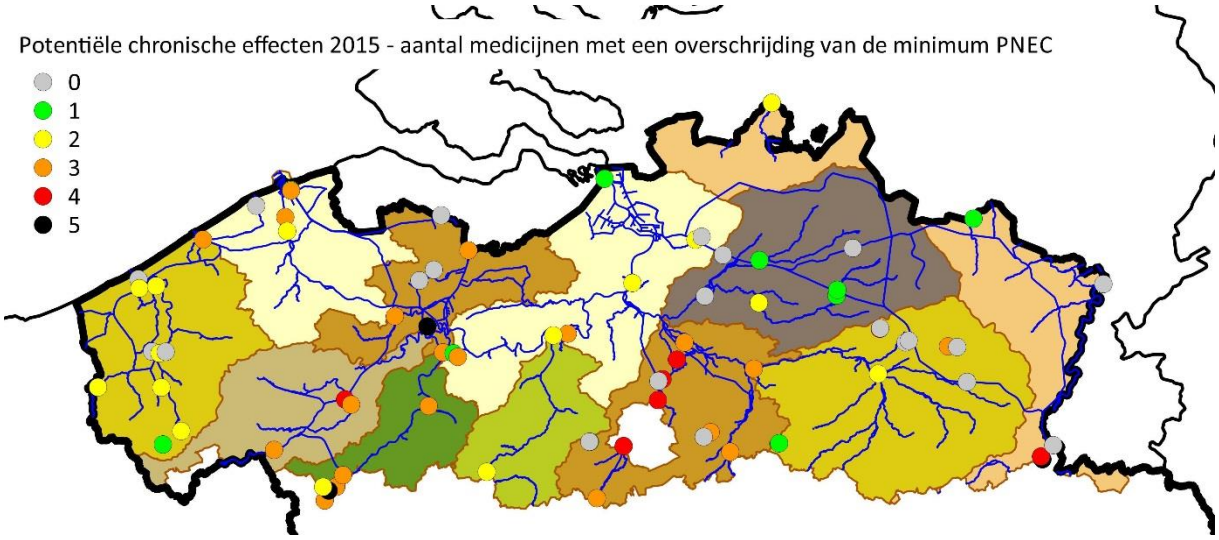
De maximale waarde uit de beschikbare PNEC waarden wordt overschreden voor clarithromycine (3 meetplaatsen) en propanolol (op 7 meetplaatsen). Op deze meetplaatsen zijn voor deze stoffen bijna zeker chronische effecten te verwachten. Voor diclofenac werd een betrouwbare PNEC afgeleid zodat ook daar chronische effecten mogelijk zijn.

Tabel 20: Aantal meetplaatsen met overschrijdingen van de PNEC waarde

Parameter	PNEC min (ng/l)	Aantal overschrijdingen PNEC min	PNEC max (ng/l)	Aantal overschrijdingen PNEC max
Atenolol	7900	0	330000	0
Bezafibraat	230	0	6000	0
Carbamazepine	500	3	2000	0
Clarithromycine	40	26	310	3
Clindamycine	8500	0		0
Diclofenac	100	33		0
Iopamidol	100	14	380000000	0
Iopromide	100000000	0		0
Ketoprofen	500	0	10400	0
Metoprolol	8600	0	62000	0
Naproxen	640	1	190000	0
Propanolol	50	14	160	3
Sotalol	300000	0		0
Sulfamethoxazol	27	42	600	0
Trimethoprim	16000	0	800000	0

Naast de effecten van de stoffen apart, kan er ook een negatieve invloed zijn door blootstelling aan verschillende stoffen tegelijkertijd. Onderstaande kaart (Figuur 13) toont het aantal medicijnen met overschrijdingen van de PNEC min op de verschillende meetplaatsen.

Figuur 13: Aantal overschrijdingen van de PNEC min per meetplaats



Er zijn 3 meetplaatsen (Tabel 21) waar 5 medicijnen gemeten worden met een overschrijding van de minimum PNEC. Op plaatsen waar meer dan 1 medicijn de minimum PNEC overschrijdt, is er een grotere waarschijnlijkheid dat er chronische effecten optreden op het biologisch leven.

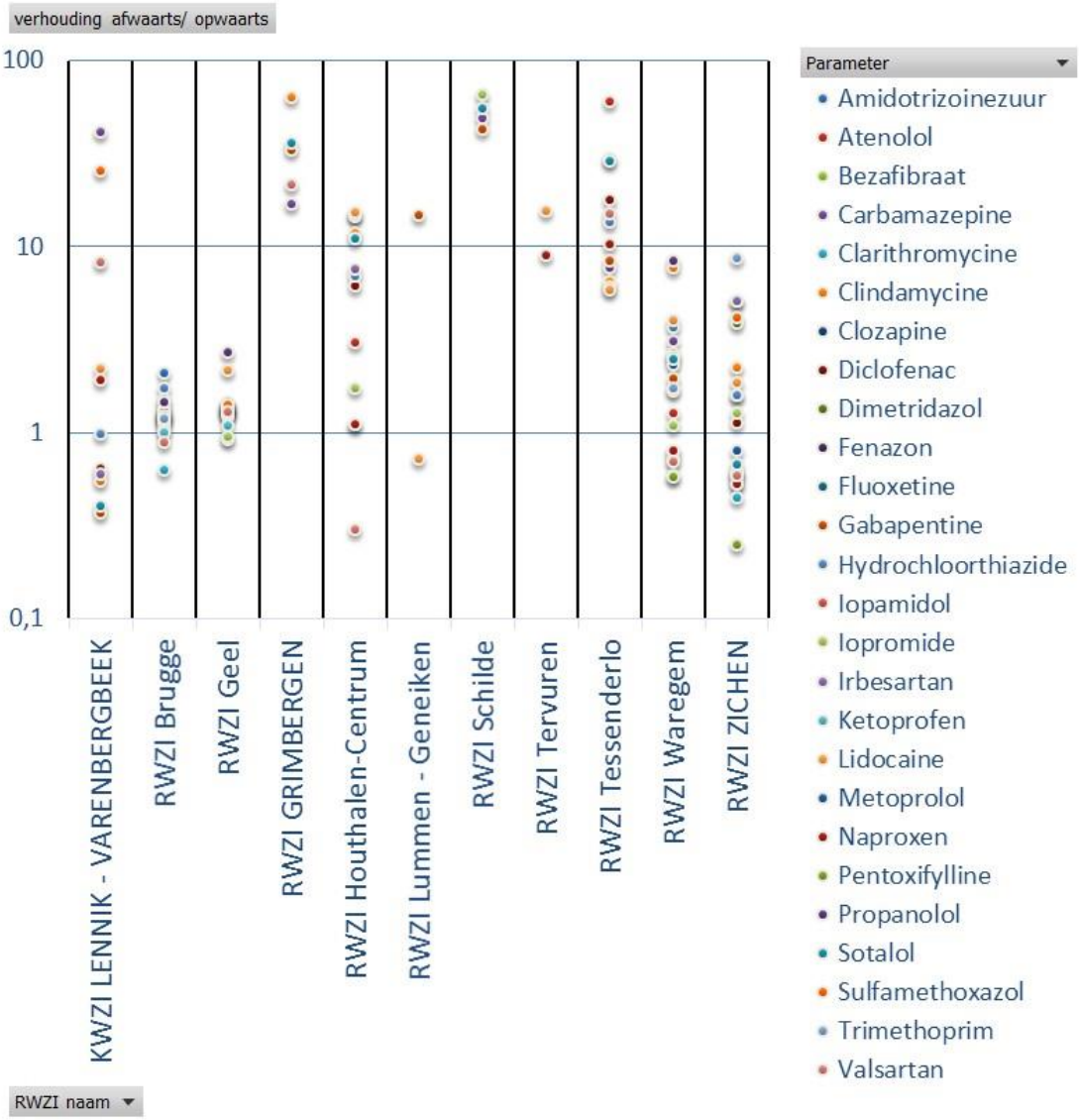
Tabel 21: Meetplaatsen met 5 overschrijdingen van de minimum PNEC.

Meetplaats	Gemeente	Waterloop	Bekken
146200	Bitsingen (Bassenge)	Zouw	Maasbekken
569500	Gent	Drongensemeersen	Leiebekken
744000	Spiere	Zwarte Spiere	Boven-Scheldebekken

6.3 Effect van RWZI-lozingen op de oppervlaktewaterkwaliteit

Omdat er in het effluent van RWZI's medicijnen aanwezig zijn, is het te verwachten dat een lozing van een RWZI een impact heeft op de gemeten concentraties in het oppervlaktewater. Daarom zijn bij 11 RWZI's de concentraties stroomopwaarts en stroomafwaarts van de RWZI gemeten. De resultaten worden weergegeven in Figuur 14. De verhouding tussen de jaargemiddelde concentratie stroomafwaarts en de jaargemiddelde concentratie stroomopwaarts wordt getoond. Een waarde hoger dan 1 betekent dat de RWZI zorgt voor een stijging van de medicijnconcentratie, terwijl een waarde lager dan 1 wil zeggen dat de RWZI zorgt voor een daling van de concentratie. Afwezigheid van een stof betekent dat de stof niet teruggevonden wordt in het stroomopwaartse of het stroomafwaartse meetpunt.

Figuur 14: Verhouding concentraties stroomafwaarts/stroomopwaarts voor de verschillende RWZI's



Uit Figuur 14 blijkt duidelijk dat de situatie heel erg verschilt van stof tot stof en heel erg verschilt van RWZI tot RWZI. Dat heeft onder meer te maken met de verdunning die optreedt bij het lozen van het effluent in de ontvangende waterloop. Voor RWZI Grimbergen is de concentratie voor de stoffen die teruggevonden worden in beide meetplaatsen steeds meer dan een factor 10 hoger in het stroomafwaartse punt dan in het stroomopwaartse punt. Hierbij kan dus een duidelijke invloed vastgesteld worden op de waterkwaliteit door de lozing van de RWZI. Voor RWZI Zichen, waarbij de waterloop reeds veel medicijnen bevat, zijn er stoffen waarbij de RWZI zorgt voor een daling van de concentratie, maar tegelijkertijd zijn er ook stoffen waarbij de concentratie stijgt door de lozing van het effluent. Voor elk van de RWZI's is een apart gedrag vast te stellen.

7 METINGEN IN OPPERVLAKTEWATER BESTEMD VOOR DE PRODUCTIE VAN DRINKWATER EN IN DRINKWATER

7.1 Situering

Het besluit van de Vlaamse Regering van 13 december 2002 houdende reglementering inzake de kwaliteit en de levering van water, bestemd voor menselijke consumptie stelt het volgende: “De exploitant van het openbaar waterdistributienetwerk borgt de kwaliteit van het productie- en distributieproces en het geleverde water, bestemd voor menselijke consumptie, onder meer door de nodige controle te verzekeren en door de implementatie van een risico-evaluatie- en risicobeheerstrategie”.
Via deze risico-evaluatie en risicobeheerstrategie heeft de exploitant de verantwoordelijkheid om de risico’s van geneesmiddelen voor de productie van drinkwater te evalueren en te beheren. Een risicogebaseerde opvolging van de aanwezigheid van medicijnen in het water dat gebruikt wordt voor de productie van drinkwater en in het drinkwater zelf is hierbij belangrijk.

Het beschermen van de bronnen en het beheren van de risico’s verbonden aan de bron is echter een gedeelde verantwoordelijkheid van de overheid en de watermaatschappijen. De VMM nam als overheid het initiatief (sinds 2015) om de geselecteerde medicijnen ook te bepalen in het oppervlaktewater dat gebruikt wordt voor de productie van drinkwater. De resultaten werden overgemaakt aan de watermaatschappijen zodat de informatie kan worden geïntegreerd in de risico-evaluatie- en risicobeheerstrategie en een gepaste doorvertaling kan krijgen in de operationele controle.

Het rapport ‘Pharmaceuticals in drinkingwater’ van de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO - 2011)[6] concludeert dat geneesmiddelen een aandachtspunt zijn voor het opvolgen van de kwaliteit van het water dat bestemd is voor de productie van drinkwater. De WGO stelt dat gerapporteerde concentraties aan medicijnen in oppervlaktewater typisch lager zijn dan 100 nanogram per liter (1ng= 1/1.000.000 van 1 gram). In dit rapport gebruiken we dan ook 100 nanogram per liter als toetswaarde om de situatie in Vlaanderen te evalueren.

Wanneer medicijnen worden aangetroffen in het ruwe water dat wordt gebruikt voor de productie van drinkwater, stelt zich de vraag of deze stoffen al dan niet worden verwijderd tijdens het zuiveringsproces. De watermaatschappijen rapporteren jaarlijks aan de VMM over de uitgevoerde operationele controle waarbij eveneens gegevens over niet-genormeerde stoffen worden overgemaakt.

Op basis van de beschikbare gegevens bij de watermaatschappijen wordt in dit rapport nagegaan in welke mate de 24 geselecteerde stoffen die door de VMM worden opgevolgd ook in het drinkwater zelf aanwezig zijn en in welke hoeveelheden.

De Wereldgezondheidsorganisatie (WGO -2011) evalueerde de mogelijke impact van de aanwezigheid van medicijnen in drinkwater en komt tot de conclusie dat bij de vastgestelde concentraties in drinkwater, die typisch lager dan 100 nanogram per liter zijn, effecten erg onwaarschijnlijk zijn. De WGO pleit voor een

[6] http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/2011/pharmaceuticals_20110601.pdf

risicogebaseerde en locatiespecifieke aanpak waar zo nodig aandacht moet gaan naar een brongerichte aanpak.

7.2 Drinkwaterproductie uit oppervlaktewater bestemd voor de productie van drinkwater

7.2.1 Drinkwaterproductie uit oppervlaktewater – het proces

Drinkwater kan geproduceerd worden uit grondwater of oppervlaktewater. Dit opgepompte water wordt gezuiverd in een waterproductiecentrum. Ruw water (grondstof) wordt er tot reinwater (drinkwater) gemaakt dat voldoet aan de kwaliteitsnormen op fysisch, bacteriologisch en chemisch gebied en dus drinkbaar is.
Oppervlaktewater heeft doorgaans een meer doorgedreven zuivering nodig dan grondwater om aan de kwaliteitsnormen van drinkwater te voldoen.

Bij alle waterproductiecentra waar drinkwater gewonnen wordt uit oppervlaktewater gebeurt een zuivering met actief koolfilters. Via absorptie door de actieve kool worden resten van bestrijdingsmiddelen, detergenten, en andere ongewenste organische stoffen verwijderd. Door de toenemende druk op de kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater investeren de drinkwatermaatschappijen in bijkomende behandelingstechnieken om het ruwe water te zuiveren.

Drinkwatermaatschappijen hanteren eveneens een slimme innamestrategie waarbij het oppervlaktewater enkel ingenomen wordt als de kwaliteit voldoende is.

7.2.2 Geselecteerde meetlocaties

Om de toestand van het oppervlaktewater ter hoogte van de innamepunten op te volgen werden 10 bestaande VMM-meetlocaties geselecteerd. Deze locaties liggen telkens in de buurt van de innamepunten van de drinkwatermaatschappijen.

De Figuur 15 en Tabel 22 geven een overzicht van de verschillende meetpunten gekoppeld aan het spaarbekken en de waterloop. De afkorting opgenomen in de laatste kolom worden verder in de bespreking gebruikt.

Figuur 15: locatie van de spaarbekkens van de drinkwatermaatschappijen



Tabel 22: Meetpunten ter hoogte van de innamepunten van drinkwatermaatschappijen

Spaarbekken	Meetpunt t.h.v. innamepunt	Waterloop	Afkorting
De Blankaart	910900	IJzer	IJZ
	934000	Stenensluisvaart	STE
	678010	Reepdijk	REE
De Gavers	659070	Kanaal Bossuit-Kortrijk	KBK
Dikkebus	952000	Dikkebusbeek	DIK
Kluizen	790000	Burggravenstroom	BUR
	792000	Brakeleike	BRA
Notmeir-Walem	850000	Netekanaal	NET
Oelegem	810100	Albertkanaal	ALB
Zillebeke	948010	Ieperlee	IEP

7.3 Resultaten van de medicijnanalyses in oppervlaktewater bestemd voor de productie van drinkwater

In dit onderdeel worden de resultaten besproken. Eerst wordt getoetst of de stof aangetroffen wordt. Dit betekent dat de stof boven de bepalingsgrens teruggevonden wordt. In het tweede deel wordt getoetst aan de waarde van de Wereldgezondheidsorganisatie.

7.3.1 Toetsen aan de bepaalbaarheidsgrens

Het aantal gemeten stalen van een specifieke stof is opgenomen in Tabel 23. Daarnaast bevat deze tabel ook het percentage van het overschrijden van de bepaalbaarheidsgrens. Ook wordt weergegeven op hoeveel van de meetplaatsen een stof minstens één keer teruggevonden is boven de bepaalbaarheidsgrens. In dit oppervlaktewater werden 26 stoffen gemeten (meer over de selectie van de stoffen in hoofdstuk 3).

Fenazon, fluoxetine, pentoxifylline en clarithromycine werden geen enkele keer vastgesteld boven de bepaalbaarheidsgrens. De overige 22 geneesmiddelen werden minstens één keer gemeten boven de bepaalbaarheidsgrens. Carbamazepine, gabapentine, iopromide en sotalol worden in meer dan 50 % van de analyses teruggevonden.

Carbamazepine, gabapentine, iopromide en sotalol werden ook aan ieder innamepunt vastgesteld.

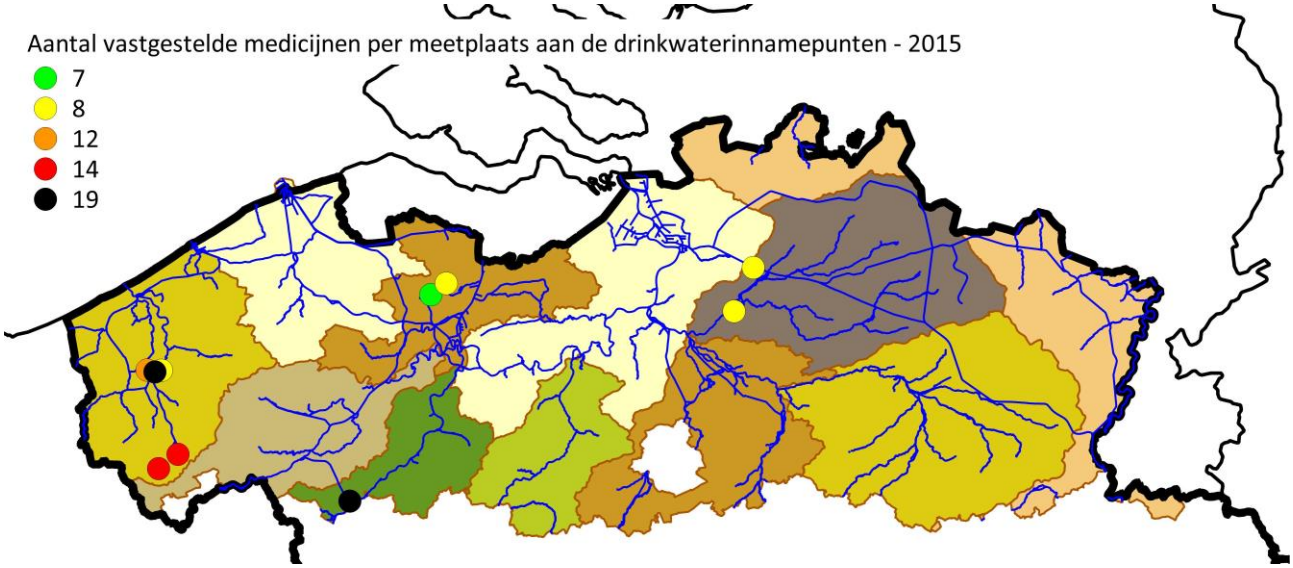
Tabel 23: Overzicht van de metingen van medicijnen in oppervlaktewater bestemd voor de productie van drinkwater (BG = bepaalbaarheidsgrens)

Stof	Aantal stalen gemeten	% stalen vastgesteld > BG	Aantal locaties gemeten	Aantal locaties vastgesteld > BG
Amidotrizoïnezuur	40	17,5	10	4
Atenolol	40	20,0	10	4
Bezafibraat	40	5,0	10	1
Carbamazepine	40	62,5	10	10
Clarithromycine	10	0,0	10	0
Clindamycine	40	25,0	10	6
Clozapine	35	5,7	10	2
Diclofenac	40	22,5	10	4
Dimetridazol	40	7,5	10	1
Fenazon	40	0,0	10	0
Fluoxetine	40	0,0	10	0
Gabapentine	40	70,0	10	10
Hydrochloorthiazide	40	27,5	10	4
Iopamidol	40	32,5	10	6
Iopromide	40	70,0	10	10
Irbesartan	36	50,0	10	9
Ketoprofen	40	5,0	10	2
Lidocaïne	40	35,0	10	6
Metoprolol	40	20,0	10	4
Naproxen	40	22,5	10	4
Pentoxifylline	40	0,0	10	0
Propanolol	40	2,5	10	1
Sotalol	40	62,5	10	10
Sulfamethoxazol	40	35,0	10	7
Trimethoprim	40	5,0	10	2
Valsartan	10	50,0	10	5

Onderstaande kaart (Figuur 16) toont het aantal geneesmiddelen dat per meetplaats aangetroffen wordt.

Aan het innamepunt van de Blankaart (IJZ) en Gavers (KBK) werden in 2015 de meeste medicijnen teruggevonden boven de bepaalbaarheidsgrens, namelijk 19 van de 26 gemeten medicijnen. Aan de innamepunten van de winning van Zillebeke (IEP) en Dikkebus (DIK) worden telkens 14 verschillende medicijnen vastgesteld.
De vier innamepunten waar de meeste medicijnen vastgesteld worden, zijn allemaal gelegen in West-Vlaanderen.

Figuur 16: Het aantal vastgestelde medicijnen ter hoogte van de drinkwaterinnamepunten



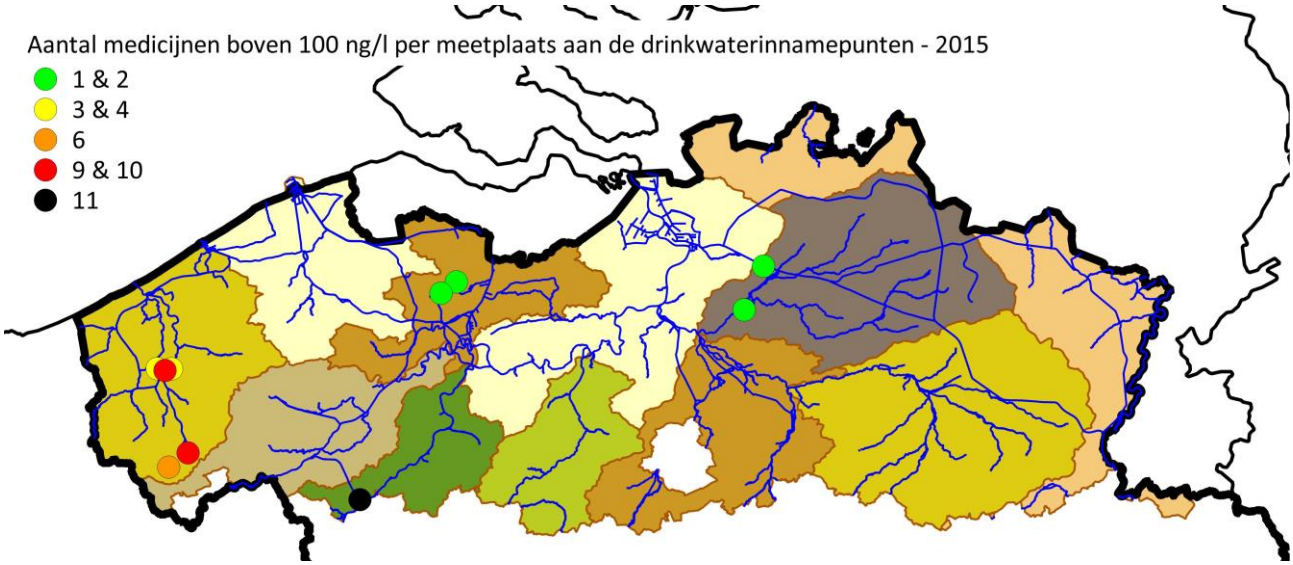
7.3.2 Toetsen aan de 100 nanogram per liter (WGO)

Het aantal medicijnen dat per meetplaats gemeten werd boven 100 ng/l wordt weergegeven in Figuur 17.

Het aantal medicijnen gemeten boven 100 ng/l bedraagt 11 aan het innamepunt van de Gavers (KBK), 10 aan het innamepunt van Zillebeke (IEP) en 9 aan het innamepunt van de Blankaart (IJZ).

Aan de innamepunten van Kluizen (BUR en BRA), Notmeir-Walem (NET) en Oelegem (ALB) worden duidelijk minder medicijnen vastgesteld boven de 100 ng/l.

Figuur 17: Het aantal vastgestelde medicijnen boven 100 ng/l ter hoogte van de drinkwaterinnamepunten



De maximaal gemeten concentraties per medicijn ter hoogte van de innamepunten zijn weergegeven in Tabel 24.

De volgende medicijnen worden voornamelijk vastgesteld vanaf 100 ng/l:

- röntgencontrastmiddelen: amidotrizoïnezuur, iopamidol, iopromide
- anti-epilepticum: carbamazepine, gabapentine
- ontstekingsremmer/pijnstillers: diclofenac, naproxen
- bètablokker: sotalol
- antibioticum: sulfamethoxazol
- bloeddrukverlager: hydrochloorthiazide, irbesartan
- pijnstiller: lidocaïne

De gemeten maximale concentraties verschillen sterk voor de verschillende innamepunten. Zo werd iopromide vastgesteld met een maximale concentratie van 21 ng/l in Dikkebusbeek en 4.200 ng/l in de Ieperlee.

Ook verschillen de maximaal gemeten concentraties tussen de innamepunten. Zo zijn de maximaal gemeten concentraties lager ter hoogte van de innamepunten van Kluizen (BUR en BRA), Notmeir-Walem (NET) en Oelegem (ALB). De innamepunten gelegen in West-Vlaanderen scoren slechter.

De vastgestelde concentratie van een aantal medicijnen ligt beduidend hoger dan de WGO aangeeft in hun rapport ‘Pharmaceuticals in drinking water’ (2011). Zo is de maximale gemeten concentratie voor onder andere gabapentine (anti-epilepticum) 10 keer hoger en iopromide (röntgencontrastmiddel) 40 keer hoger dan de concentratie van 100 ng/l.

Tabel 24: Maximaal gemeten concentratie medicijnen in nanogram per liter ter hoogte van de innamepunten van de spaarbekkens gebruikt voor de productie van drinkwater

Stof	IJZ	STE	REE	KBK	IEP	DIK	BUR	BRA	ALB	NET
Amidotrizoïnezuur	230	56	61	130	0	0	0	0	0	0
Atenolol	34	0	0	60	36	27	0	0	0	0
Bezafibraat	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0
Carbamazepine	470	210	230	150	270	130	11	43	32	28
Clarithromycine	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Clindamycine	42	11	14	15	58	20	0	0	0	0
Clozapine	11	0	12	0	0	0	0	0	0	0
Diclofenac	260	0	0	190	280	150	0	0	0	0
Fenazon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluoxetine	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dimetridazol	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0
Gabapentine	1.000	660	750	698	1.000	14	73	220	220	170
Hydrochloorthiazide	230	0	0	160	170	360	39	0	0	0
Iopamidol	41	0	14	350	0	0	0	30	61	35
Iopromide	900	130	220	370	4.200	21	80	360	120	90
Irbesartan	160	190	20	340	390	140	12	28	14	10
Ketoprofen	14	0	0	0	0	14	15	0	0	0
Lidocaïne	63	0	16	38	17	100	13	16	0	10
Metoprolol	59	0	10	0	29	49	0	0	0	0
Naproxen	53	0	0	110	240	80	0	0	0	0
Pentoxifylline	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Propanolol	0	0	0	35	0	0	0	0	0	0
Sotalol	260	15	100	330	160	120	290	61	38	31
Sulfamethoxazol	120	25	28	67	270	0	0	0	14	12
Trimethoprim	19	0	0	10	0	0	0	0	0	0
Valsartan	12	0	0	240	210	190	0	0	10	0

7.4 Resultaten van de medicijnanalyses in drinkwater

In dit hoofdstuk wordt geëvalueerd in welke mate de stoffen die door de VMM werden opgevolgd in verschillende soorten afvalwater (24 stoffen) en in het oppervlaktewater (26 stoffen) ook aanwezig zijn in het afgewerkte drinkwater. Zowel de innamestrategie als de aanwezige zuivering zijn immers bepalend voor de uiteindelijke aanwezigheid van deze stoffen in het afgewerkte drinkwater. Dit gebeurt op basis van de resultaten die bij de drinkwaterbedrijven reeds beschikbaar zijn.

Eerst wordt getoetst of de medicijnen aangetroffen wordt boven de bepalingsgrens in drinkwater. In een tweede toetsing wordt nagegaan in welke concentratie de vastgestelde medicijnen worden teruggevonden.

Uit tabel 25 blijkt duidelijk dat de bestaande waterbehandelingstechnieken die door de drinkwaterbedrijven worden ingezet in belangrijke mate de aanwezige stoffen verwijderen. Slechts vier stoffen worden nog teruggevonden in drinkwater op slechts één of twee locaties

De vier teruggevonden stoffen zijn carbamazepine (anti-epilepticum - 1 locatie), iopamidol (röntgencontrastmiddel - 1 locatie), iopromide (röntgencontrastmiddel - 2 locaties), lidocaïne (pijnstiller - 1 locatie).

De resultaten van deze verkennende analyse bevestigen de conclusies van de WGO (WGO, 2011) en diverse studies in onze buurlanden. De teruggevonden concentraties liggen zeer laag en onder de grens van 100 nanogram per liter. Bij dergelijke lage concentraties zijn volgens de WGO negatieve effecten ten gevolge van een blootstelling aan deze stoffen via drinkwater erg onwaarschijnlijk.

Een verdere opvolging van medicijnen in drinkwater is echter wenselijk en zal verzekerd worden via de risico-evaluatie- en risicobeheerstrategie binnen de drinkwaterbedrijven onder toezicht van de VMM.

Tabel 25: Overzicht van de metingen van medicijnen in drinkwater in nanogram per liter

Stof	Aantal locatie vastgesteld > BG*	Gemeten concentratie (ng/l) MIN-MAX
Amidotrizoïnezuur	0	0
Atenolol	0	0
Bezafibraat	0	0
Carbamazepine	1	0 – 12
Clarithromycine	0	0
Clindamycine	0	0
Clozapine	0	0
Diclofenac	0	0
Dimetridazol	0	0
Fenazon	0	0
Fluoxetine	0	0
Gabapentine	0	0
Hydrochloorthiazide	0	0
Iopamidol	1	0 – 60
Iopromide	2	0 – 77
Irbesartan	0	0
Ketoprofen	0	0
Lidocaïne	1	0 - 55
Metoprolol	0	0
Naproxen	0	0
Pentoxifylline	0	0
Propanolol	0	0
Sotalol	0	0
Sulfamethoxazol	0	0
Trimethoprim	0	0
Valsartan	0	0

*BG = bepaalbaarheidsgrens

8 BESLUIT

De VMM voerde de afgelopen jaren metingen van medicijnen uit bij RWZI's, bedrijven, ziekenhuizen en deed een modelleringsstudie om inzicht te verwerven in de problematiek van medicijnen in afvalwater en oppervlaktewater. In deze studie werden enkel humane geneesmiddelen onderzocht. De aanwezigheid van veterinaire geneesmiddelen werd nergens onderzocht.

8.1 Afvalwater

De 24 geanalyseerde medicijnen zijn zeer frequent aanwezig in zowel influent als effluent, zowel bij de grote als bij de kleine RWZI's. 15 stoffen worden in meer dan 50% van de stalen teruggevonden. Er zijn grote variaties in de gemeten concentraties bij de schepstalen per RWZI. Voor een aantal stoffen waaronder diclofenac is de effluentconcentratie hoger dan de PNEC-waarde.

Zuiveringsrendementen werden berekend voor 20 stoffen, maar verschillen soms van de waarden die in de literatuur teruggevonden worden.

Het afvalwater van 9 ziekenhuizen met 13 lozingspunten werd geanalyseerd op dezelfde 24 medicijnen. Ook in dit afvalwater werden zeer frequent medicijnen aangetroffen boven de detectielimiet, in de meeste gevallen nog frequenter dan in het influent van RWZI's. De concentraties van de medicijnen zijn hoger dan in het influent van RWZI's en variëren van enkele 100den ng/l tot enkele 100den µg/l. Vooral röntgencontrastmiddelen worden in hoge concentraties teruggevonden. Er is ook een grote variatie in concentraties tussen de ziekenhuizen onderling.

Het afvalwater van de farmaceutische industrie bevat veel minder medicijnen dan dat van ziekenhuizen of RWZI's. In de meeste gevallen gaat het om medicijnen afkomstig van het huishoudelijk afvalwater van de werknemers. Dit werd aangetoond doordat ook het afvalwater van bedrijven die niet tot de farmaceutische sector behoren vergelijkbare hoeveelheden medicijnen bevat. Daarnaast werden bij een aantal bedrijven hoge concentraties teruggevonden die gelinkt konden worden aan de productie en/of gebruik van de stof in kwestie.

Uit de inventarisatiestudie die uitgevoerd werd, kon met de emissie-inventaris WEISS, een inschatting gemaakt worden van de voornaamste bronnen. Gezinnen zijn in quasi alle gevallen de belangrijkste (meer dan 90%) bron van medicijnen. Daarnaast zijn ook ziekenhuizen een relevante bron voor een aantal medicijnen. Bij een lage afbreekbaarheid van een stof in een RWZI, is het effluent van de RWZI de belangrijkste route naar het oppervlaktewater, bij een hoge afbreekbaarheid worden de routes rechtstreekse lozing en niet aangekoppelde riolen belangrijker.

8.2 Oppervlaktewater

In oppervlaktewater worden medicijnen zeer frequent aangetroffen. Op alle 76 meetplaatsen worden medicijnen teruggevonden, in sommige gevallen 25 van de 26 gemeten stoffen. Bijna alle gemeten stoffen

worden in een groot deel van de stalen teruggevonden. Carbamazepine, gabapentine en sotalol worden in het meeste stalen en in meer dan 90% van de meetplaatsen teruggevonden.

Er zijn geen milieukwaliteitsnormen vastgelegd voor farmaceutische stoffen. Om te kunnen inschatten of de gevonden concentraties een invloed hebben op het waterleven, werd voor 15 stoffen de vergelijking gemaakt met de Predicted No Effect Concentration (PNEC) uit de wetenschappelijke literatuur. Hierbij werd vastgesteld dat voor diclofenac en sulfamethoxazol in meer dan de helft van de meetpunten de PNEC-waarde overschreden wordt. Er zijn ook een aantal meetplaatsen waar voor meer dan 1 stof de PNEC-waarde overschreden wordt, wat door cumulatieve effecten de kans op negatieve effecten verhoogt.

De lozing van het effluent van een RWZI heeft een invloed op de concentraties van medicijnen in het oppervlaktewater. De verhouding tussen de concentraties stroomopwaarts en stroomafwaarts van een RWZI is zeer variabel. Voor sommige stoffen en bij sommige RWZI's verdunt een RWZI de concentraties in de waterloop, voor andere stoffen is het net omgekeerd. De verhouding van het debiet van de ontvangende waterloop en van de RWZI en het feit dat stroomopwaarts een hogere of lagere concentratie aan medicijnen aanwezig is, maakt dat het effect van een RWZI-lozing onvoorspelbaar is.

8.3 Oppervlaktewater bestemd voor de productie van drinkwater en drinkwater

Drinkwater wordt geproduceerd uit grondwater of oppervlaktewater. Het onttrokken water wordt daarna gezuiverd tot drinkwater. Het oppervlaktewater dat gebruikt wordt voor de productie van drinkwater ondergaat een doorgedreven zuivering vooraleer het in het drinkwaternet gepompt wordt.

De analysecampagne van de VMM gebeurde in 2015 op de verschillende locaties waar in Vlaanderen het oppervlaktewater gebruikt wordt voor de productie van drinkwater. 20 van de 26 opgevolgde medicijnen worden aangetroffen op minstens één innamepunt. De stoffen carbamazepine, gabapentine, iopromide en sotalol werden aan ieder innamepunt vastgesteld.

De vastgestelde concentratie van een aantal medicijnen ligt beduidend hoger dan de WGO aangeeft in hun rapport 'Pharmaceuticals in drinking water' (2011). Dit is voornamelijk zo ter hoogte van de innamepunten gelegen in West-Vlaanderen.

De beschikbare meetresultaten van het afgewerkte drinkwater tonen aan dat het merendeel van de aanwezige medicijnen verwijderd wordt tijdens de zuivering tot drinkwater. Slechts vier stoffen worden op enkele locaties aangetroffen in het drinkwater. Een risicoanalyse uitgevoerd door de WGO (2011) toont aan dat bij dergelijke concentratie, effecten op de gezondheid erg onwaarschijnlijk zijn.

BIJLAGEN

bijlage 1 Beschrijving medicijnen

17-beta-estradiol is een vrouwelijk geslachtshormoon. Het is belangrijk voor de vruchtbaarheid en houdt de botten stevig. Het wordt gebruikt voor verlichting van klachten na de overgang (zoals opvliegers), bij osteoporose (botontkalking), bij migraine of hoofdmijn rond de menstruatie, bij vertraagde puberteit en bij borstkanker omdat het de kankercellen remt in hun groei.

Amidotrizoïnezuur is een röntgencontrastmiddel dat gebruikt wordt bij gastro-intestinale onderzoeken, bij angiografie- en urografie-onderzoeken. Deze verbinding is giftig voor mens en dier.

Bètablokkers (bv. **sotalol**, **atenolol**, **propanolol** en **metoprolol**) zijn medicijnen die een remmende werking hebben op het centrale zenuwstelsel. Deze middelen worden vaak voorgeschreven bij hart- en vaatziekten. Bètablokkers blokkeren de bètareceptoren, die meestal op de cellen van het hart zitten. Het hart gaat hierdoor rustiger kloppen, de hartspier trekt minder krachtig samen en de bloeddruk wordt lager. Hierdoor wordt het hart minder belast en wordt er minder zuurstof gebruikt. De medicijnen zorgen ervoor dat de hartslag, de bloeddruk en de stofwisseling worden vertraagd. Dit zorgt ervoor dat het lichaam minder energie levert en aldus tot rust komt. Bètablokkers helpen hierdoor ook tegen stress. Bètablokkers worden door artsen voorgeschreven bij hoge bloeddruk, angina pectoris (hartkramp), hartritmestoornissen, migraine, te snelle schildklierwerking, hartfalen en hartinfarct. Ze worden vaak voorgeschreven na een hartaanval om herhaling te voorkomen. Ze kunnen ook worden voorgeschreven om angst- en stressgevoelens te verminderen. Bètablokkers worden meestal door oudere mensen gebruikt in verband met een hoger risico op hart- en vaatziekten.

Bezafibraat is een lipiden-normaliserend middel dat de hoeveelheid bloedvetten zoals cholesterol verlaagt en aderverkalking vermindert. Bezafibraat wordt gebruikt bij verhoogd cholesterol (hypercholesterolemie) of een teveel aan andere bloedvetten (hyperlipidemie), wanneer andere maatregelen, zoals een cholesterolverlagend dieet, alléén niet voldoende zijn. Het wordt ook voorgeschreven aan mensen die een verhoogd risico op hart- en vaat-problemen hebben, zoals bij angina pectoris (hartkramp) en bij diabetes.

Carbamazepine wordt gebruikt ter behandeling van epilepsie, bepaalde zenuwpijnen en euforische opgewondenheid bij bepaalde depressies (manisch-depressieve psychose).

Clindamycine is een antibioticum dat de groei van bacteriën en parasieten remt. Het wordt gebruikt ter behandeling van infecties met bacteriën, zoals van de longen, de luchtpijp, de huid, de vagina en de bijholtes (bv. bij cystische fibrose, ook wel taaislijmziekte genoemd). Verder wordt het ook gebruikt ter behandeling van infecties met parasieten, zoals toxoplasmose, malaria en trichomonas (geslachtsziekte).

Clozapine en **pipamperon** zijn antipsychotica. Ze verminderen in de hersenen het effect van natuurlijk voorkomende stoffen, voornamelijk dopamine. Hierdoor verminderen psychosen en onrust. Clozapine wordt gebruikt bij psychose, schizofrenie, bewegingsstoornissen, manie, depressie en onrust. Pipamperon wordt gebruikt bij psychose, schizofrenie en onrust.

Diclofenac behoort net als naproxen eveneens tot de groep van niet-steroïdale anti-inflammatoire stoffen. Het is dan ook net als naproxen ontstekingsremmend, verlicht de pijn en doet de koorts dalen. Het wordt gebruikt bij de behandeling van gewrichtspijn, reumatoïde artritis, ziekte van Bechterew, jicht, koliekpijn (bij paarden), menstruatieklachten en verkoudheid.

Erythromycine is een antibioticum behorend tot de groep der macroliden. Het heeft een breed werkingsspectrum tegen vele grampositieve micro-organismen. Het wordt gebruikt bij de behandeling van luchtweginfecties, met name bij mensen die overgevoelig zijn voor penicillines.

Fluoxetine is een antidepressivum dat als actieve stof ook terug te vinden is in Prozac (merknaam). Fluoxetine is een selectieve serotonine-heropnameblokker (SSRI). Het zorgt ervoor dat de vrijgekomen neurotransmitter serotonine, minder snel kan worden heropgenomen door de zenuwcel waaruit het komt.

Gabapentine is een anti-epilepticum dat overprikkelde zenuwen in de hersenen tot rust brengt. Het wordt voornamelijk gebruikt bij de behandeling van epilepsie en zenuwpijn, maar ook bij het complex regionaal pijnsyndroom (CPRS, ook posttraumatische dystrofie genoemd), hik, spierkrampen en bij opvliegers bij de behandeling van borstkanker.

Hydrochloorthiazide behoort tot de groep van de diuretica. Het middel zorgt ervoor dat het teveel aan vocht, dat aanwezig is in het lichaam, wordt uitgeplast. Hydrochloorthiazide verlaagt de bloeddruk en verbetert de pompkracht van het hart. Het wordt gebruikt bij de behandeling van hoge bloeddruk bij ouderen (ouder dan 55 jaar), chronisch hartfalen, vochtophoping (oedeem), hormonale nierziekte en nierstenen.

Ibuprofen behoort tot de klasse van de niet-steroïdale ontstekingswerende geneesmiddelen. Het werkt pijnstillend en koortswerend. Ibuprofen wordt aanbevolen bij de behandeling van matige pijn en ontsteking, zoals bijvoorbeeld spierpijn, rugpijn, gewrichtspijn of spanningspijn zoals reumatoïde artritis.

Iopromide is een röntgencontrastmiddel dat gebruikt wordt bij angiografie- en arteriografie-onderzoeken. Deze verbinding is giftig voor mens en dier.

Irbesartan behoort tot een groep geneesmiddelen die bekend zijn als angiotensine-II-receptorantagonisten. Angiotensine-II is een stof die in het lichaam wordt aangemaakt en die zich bindt aan receptoren in de bloedvaten. Hierdoor vernauwen de bloedvaten, met een stijging van de bloeddruk tot gevolg. Irbesartan verhindert de binding van angiotensine-II aan deze receptoren, waardoor de bloedvaten ontspannen en de bloeddruk daalt. Irbesartan vertraagt de afname van de nierfunctie bij patiënten met hoge bloeddruk en type 2-diabetes. Irbesartan wordt gebruikt bij de behandeling van hoge bloeddruk (essentiële hypertensie) en voor de bescherming van de nieren bij type 2-diabetespatiënten met hoge bloeddruk waarbij een verminderde nierfunctie is vastgesteld.

Ketoprofen is een pijnstiller met ontstekingsremmende werking, behorend tot de groep van niet-steroïde ontstekingsremmers (NSAID), waartoe onder andere ook ibuprofen behoort. Het werkt door de productie van prostaglandinen te remmen. Ketoprofen wordt gebruikt bij zowel acute pijn, zoals ontstekingen van spieren en pezen, hevige menstruatiepijn, pijnlijke ontstekingen na een operatie, als bij chronische gewrichtsontstekingen zoals reuma en artrose.

Levetiracetam is een anti-epilepticum, dat overprikkelde zenuwen in de hersenen tot rust brengt. Het wordt voorgeschreven voor de behandeling van verschillende types van epilepsie, zowel in monotherapie (zonder gebruik van andere geneesmiddelen) als adjuvante (aanvullende) therapie bij patiënten die reeds andere geneesmiddelen tegen epilepsie krijgen.

Lidocaïne is een pijnstiller die de huid tijdelijk gevoelloos maakt. Het wordt gebruikt voor lokale verdovingen (bv. door tandartsen) en bij pijnklachten en jeuk als gevolg van wondjes, aambeien, anusscheurtjes, insectenbeten en zenuwpijn.

Naproxen behoort tot de groep van niet-steroïdale anti-inflammatoire stoffen. Het werkt ontstekingsremmend, verlicht de pijn en doet de koorts dalen. Naproxen wordt gebruikt bij ziekten waarvan de symptomen door ontsteking worden veroorzaakt. Meer bepaald wordt het gebruikt bij gewrichtspijn, reumatoïde artritis, ziekte van Bechterew, jicht, hoofdpijn, menstruatieklachten, artrose (versleten gewrichten), spierpijn en griep of verkoudheid.

Quetiapine is een antipsychoticum. Het remt wanen en hallucinaties. Het wordt gebruikt bij psychose, schizofrenie, ernstige depressie, manie en onrust.

Sulfamethoxazol is een antibioticum dat effectief is tegen zowel gram negatieve als positieve bacteriën zoals Listeria monocytogenes en E. Coli. Het wordt gebruikt ter behandeling van bacteriële infecties zoals infecties van de urinewegen, bronchitis en prostatitis (ontsteking van de prostaatklier).

Tramadol is een morfine-achtige pijnstiller die tot de opioïden gerekend wordt. Het is een matige tot sterke pijnstiller, die gebruikt wordt bij plotselinge of langdurige hevige pijn na verwonding, na operatie of bij kanker, maar ook bij zenuwpijn en bij gewrichtspijn door artrose.

\\\

bijlage 2 Gemiddelde influent concentraties van medicijnen per RWZI ten opzichte van de gemiddeldes voor Vlaanderen (2014)

Medicijn	KWZI Lennik - Varenbergbe ek	RWZI Bierbeek -	RWZI Brugge	RWZI Geel	RWZI Gent	RWZI Grimbergen	RWZI Houthalen -	RWZI Lummen -	RWZI Mechelen -	RWZI Oudenaarde	RWZI Riemst	RWZI Schilde	RWZI Tervuren	RWZI Tessenderlo	RWZI Waregem	RWZI Zichen	Gemiddelde Vlaanderen
Amidotrizoïnezuur	74,9	0	168	0	8.430	0	0	0	0	0	61,9	0	48,3	640	0	0	1.960
Atenolol	195	91,2	775	358	1.070	803	217	0	678	529	649	1.040	1.040	518	581	348	781
Bezafibraat	0	0	230	30,6	148	64,7	7,14	35,3	24,1	256	161	232	39,2	42,3	133	74,5	145
Carbamazepine	0	127	525	238	782	245	219	2.540	272	406	398	410	356	384	649	195	496
Clindamycine	137	240	124	51,0	111	51,1	127	625	23,9	37,4	160	0	107	131	98,1	20,1	90,0
Clozapine	0	0	0	25,2	43,8	6,59	0	0	4,98	0	0	0	6,09	0	49,6	0	14,7
Diclofenac	2.620	1.580	570	196	787	476	270	1.910	222	595	571	470	639	459	526	492	542
Dimetridazol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,25	0	0	0	0	0	0,0639
Fenazon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluoxetine	142	0	0	0	0	0	39,2	0	0	0	0	0	44,7	0	0	0	1,59
Gabapentine	763	49,7	2.520	2.050	4.180	1.910	1.140	0	1.170	1.470	1.560	1.710	3.170	2.080	4.500	1.530	2.640
Hydrochloorthiazide	6.730	3.520	1.350	616	1.620	1.270	780	3.470	1.130	1.190	1.710	1.070	1.520	1.350	1.340	1.210	1.320
Iopamidol	11,7	0	36,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13,2	0	0	0	10,7
Iopromide	13.900	861	7.330	222	7.510	950	1.940	8,12	491	10.400	937	6.530	1.340	355	19.800	1.290	5.980
Irbesartan	62,9	3.190	1.260	348	421	772	270	5.400	483	627	604	853	613	402	1.050	540	770
Ketoprofen	16,9	52,4	60,9	37,2	196	174	101	63,0	96,1	65,6	107	138	111	126	142	175	119
Lidocaïne	212	42,2	137	60,6	177	89,2	30,2	532	50,0	87,8	84,0	83,1	64,3	42,7	76,7	51,0	112
Metoprolol	558	278	107	48,5	151	23,6	15,6	311	57,9	63,1	102	171	65,3	34,1	9,24	128	91,6
Naproxen	83,5	3.080	1.280	411	1.830	1.730	1.810	7.660	870	1.570	1.300	785	2.190	1.020	2.370	1.190	1.430
Pentoxifylline	253	0	40,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13,9	0	0	0	12,0
Propanolol	51,0	1.530	3.440	176	416	176	141	1.020	87,8	514	246	257	266	287	439	93,0	1.210
Sotalol	684	21,3	1.850	462	1.790	1.180	142	0	480	1.610	1.510	784	962	1.110	1.420	1.220	1.400
Sulfamethoxazol	0	0	388	81,5	550	255	64,7	413	234	106	554	108	452	170	117	480	327
Trimethoprim	56,4	0	48,4	0	75,3	40,5	0	317	35,8	0	95,2	0	117	0	211	80,5	53,1

bijlage 3 Gemiddelde effluent concentraties van medicijnen per RWZI ten opzichte van de gemiddeldes voor Vlaanderen (2014)

Medicijn	KWZI Lennik - Varenbergbeek	RWZI Bierbeek - Kleinbeek	RWZI Brugge	RWZI Geel	RWZI Gent	RWZI Grimbergen	RWZI Houthalen - Centrum	RWZI Lummen - Geneiken	RWZI Mechelen - Noord	RWZI Oudenaarde	RWZI Riemst	RWZI Schilde	RWZI Tervuren	RWZI Tessenderlo	RWZI Waregem	RWZI Zichen	Gemiddelde Vlaanderen
Amidotrizoïnezuur	66,1	0	271	0	5.690	83,9	0	0	0	0	0	0	22,7	293	35,5	0	1.370
Atenolol	36,1	0	222	338	232	576	48,9	0	561	293	180	508	34,4	370	48,7	157	301
Bezafibraat	0	0	9,93	0	74,9	79,2	30,9	0	0	159	189	219	0	26,7	0	0	48,6
Carbamazepine	0	4,95	544	398	736	269	301	2.680	336	466	452	452	439	435	474	211	508
Clindamycine	271	487	115	199	210	112	205	290	99,1	90,0	120	43,5	101	147	127	66,4	137
Clozapine	0	0	0	74,4	0	0	0	0	16,9	0	0	0	11,5	0	0	0	4,73
Diclofenac	1.650	589	356	441	741	625	141	2.390	405	547	839	473	835	617	251	543	503
Dimetridazol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,47	0,0280
Fenazon	45,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00125
Fluoxetine	23,3	0	0	0	0	0	0	0	0	34,1	0	0	32,2	0	0	0	2,02
Gabapentine	2.070	0	1.650	2.310	2.670	2.060	913	509	1.200	1.400	793	1.500	1.830	2.010	1.470	1.450	1.860
Hydrochloorthiazide	4.530	1.930	1.050	1.170	1.350	1.380	832	2.740	1.200	1.060	1.650	1.070	1.810	1.300	1.040	1.060	1.190
Iopamidol	0	0	18,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,28
Iopromide	60.900	349	2.000	0	1.840	775	94,0	30,1	175	5.300	129	2.710	158	196	754	646	1.530
Irbesartan	162	1.650	432	579	483	745	316	4.020	604	576	687	750	682	447	556	620	529
Ketoprofen	17,4	19,8	3,68	18,1	59,8	115	0	0	61,0	42,7	52,0	37,2	0	49,7	0	52,5	38,7
Lidocaïne	409	42,3	106	138	148	154	50,1	844	79,8	69,3	126	87,1	160	82,2	63,4	44,2	111
Metoprolol	155	29,0	54,7	56,9	95,5	15,9	5,04	28,5	56,8	38,2	43,8	127	10,6	30,2	0	64,9	57,2
Naproxen	62,9	148	16,4	109	215	233	39,0	26,6	70,8	280	176	227	6,53	134	77,2	228	125
Pentoxifylline	0	0	14,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23,4	0	0	0	4,54
Propanolol	55,4	142	421	83,9	212	120	58,7	195	196	259	143	170	162	162	130	8,44	244
Sotalol	575	174	1.400	681	1.700	1.220	210	22,7	517	1.630	1.460	673	895	1.050	898	1.120	1.230
Sulfamethoxazol	80,7	0	135	39,2	215	132	10,2	139	66,6	67,8	184	55,2	194	121	106	129	131
Trimethoprim	65,1	0	0	0	0	6,92	0	44,6	0	0	13,1	0	35,9	0	0	33,4	1,50

bijlage 4 Gemiddelde lozingsconcentraties van medicijnen per ziekenhuis ten opzichte van de gemiddeldes over 8 ziekenhuizen (2014)

Medicijn	AZ Sint-Jan	AZ Sint-Lucas	AZ Sint-Jozef	Heilig Hartziekenhuis	UZ Antwerpen	UZ Gent	UZ Leuven Campus Gasthuisberg	ZNA Middelheim	Gemiddelde 8 ziekenhuizen
Amidotrizoïnezuur	5.880	2.600	17.500	367	237.000	2.270	630.000	17.800	285.000
Atenolol	2.680	1.640	3.810	3.930	2.110	1.200	2.190	2.630	2.250
Bezafibraat	597	0	1.080	0	18,2	0	26,8	162	181
Carbamazepine	1.110	811	6.020	1.240	620	1.320	471	2.820	1.330
Clindamycine	5.150	1.010	1.830	2.070	3.510	1.210	3.960	4.190	3.300
Clozapine	0	17,3	8.110	271	13,8	81,8	17,0	299	724
Diclofenac	1.210	1.600	1.320	675	551	1.420	338	553	769
Dimetridazol	73,7	0	0	9,7	27,3	0	56,0	4,77	34,3
Fenazon	0	0	0	0	0	0	4.120	0	1.690
Fluoxetine	0	0	90,2	0	0	0	89,6	0	44,1
Gabapentine	12.600	8.650	36.200	40.500	38.200	20.300	16.830	20.200	20.400
Hydrochloorthiazide	2.590	1.390	2.510	4.160	3.850	2.250	2.590	3.400	2.640
Iopamidol	438	0	449	200	0	20,0	0	0	90,4
Iopromide	906.000	2.290	1.340.000	656.000	370.000	124.000	971.000	301.000	694.000
Irbesartan	799	87,1	927	2.160	1.870	108	437	1.440	690
Ketoprofen	55,0	39,7	92,1	145	315	11,5	106	78,7	100
Lidocaïne	5.060	529	2.290	5.980	7.440	3.550	1.730	6.750	3.300
Metoprolol	366	125	342	621	557	323	296	605	352
Naproxen	3.970	3.150	2.470	6.350	2.380	4.680	3.530	8.690	3.940
Pentoxifylline	0	45,8	0	0	12,7	0	0	0	4,36
Propanolol	1.510	474	3.610	1.260	1.090	1.320	1.150	1.370	1.380
Sotalol	5.100	1.730	1.380	7.200	2.090	4.020	1.200	2.370	2.270
Sulfamethoxazol	26.300	4.820	1.670	544	14.000	18.300	11.200	7.990	12.200
Trimethoprim	4.720	593	355	115	7.490	3.920	5.080	1.200	3.970

bijlage 5 Het WEISS-model

WEISS (Water Emissions Inventory Support System) is een VMM-model (http://weiss.vmm.be/nederlands; https://www.vmm.be/data/weiss/weiss) dat significante bronnen en hun bijdrage aan de waterverontreiniging in Vlaanderen in kaart brengt.

In een eerste fase worden bruto emissies van verontreinigende stoffen in WEISS gekwantificeerd en geregionaliseerd. Dit gebeurt door stof- en bronafhankelijke 'emissiefactoren' te vermenigvuldigen met geregionaliseerde bronafhankelijke 'emissie verklarende variabelen'. Als voorbeeld de 2 bronnen van medicijnen uit humaan gebruik:

- Gezinnen: De emissiefactoren die in WEISS gebruikt worden zijn hoeveelheden medicijnen (in gram) die per persoon per jaar worden uitgescheiden in Vlaanderen. De 'emissie verklarende variabele' is een rasterkaart van Vlaanderen met het aantal inwoners per hectare cel.
- Ziekenhuizen: De emissiefactoren die in WEISS gebruikt worden zijn hoeveelheden medicijnen (in gram) die per ziekenhuisbed per jaar worden uitgescheiden in Vlaanderen. De 'emissie verklarende variabele' is een rasterkaart van Vlaanderen met het aantal ziekenhuisbedden per hectare cel.

In een tweede fase worden de bruto emissies van medicijnen in WEISS doorgerekend tot netto emissies. Dit gebeurt door bruto emissies van medicijnen rechtstreeks naar oppervlaktewater of door het rioleringsstelsel te sturen. Onderweg in het rioleringsstelsel worden dan nog percentages voor overstorten en regenweerafvoer, en voor zuivering ter hoogte van de RWZI toegepast.

Verklaring van de begrippen bruto- en netto-emissie

Bruto-emissies van medicijnen naar water zijn alle emissies per medicijn uitgedrukt als vracht, die vrijkomen aan de bron (Figuur 1). De bruto-emissie is de som van de rechtstreekse emissies naar oppervlaktewater en de emissies naar riool.

De **netto-emissie** is het gedeelte van de bruto-emissie dat daadwerkelijk het oppervlaktewater bereikt (Figuur 1). Andere gangbare begrippen voor de netto-emissie zijn de druk of de belasting van het oppervlaktewater. De netto-emissie is de som van de vrachten via volgende routes:

- Rechtstreekse emissies naar oppervlaktewater: de bruto-emissie wordt rechtstreeks (vaak via private afvoerbuizen) in oppervlaktewater geloosd;
- Niet-gekoppelde riolen: de bruto-emissie komt in een openbaar riolenstelsel terecht dat niet aan een RWZI gekoppeld is;
- Overstorten: bij hevig regenweer treden in het riolenstelsel overstorten in werking om het overtollige afvalwater af te voeren; hierdoor komt een deel van het afvalwater ongezuiverd in het oppervlaktewater terecht;
- Regenweerafvoer: ter hoogte van de RWZI kan bij hevig regenweer het overtollige afvalwater afgeleid worden naar het stormwaterbekken; het afvalwater komt dan niet in het behandelingsbekken terecht, en ondergaat dan weinig of geen zuivering;
- RWZI: De rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) zuiveren het afvalwater dat via de riolen aangevoerd wordt en lozen de restvracht daarna via het effluent in het oppervlaktewater

Vlaamse Milieumaatschappij
Dokter De Moorstraat 24-26
9300 Aalst
www.vmm.be