

VERKENNING BELANG EMISSIEROUTE RIOLERING VOOR  
ORGANISCHE MICROVERONTREINIGINGEN

RAPPORT

2018

72



# COLOFON

UITGAVE Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer  
Postbus 2180  
3800 CD Amersfoort

AUTEUR(S) Dr.ir. Jeroen Langeveld, met bijdragen van ir. Erik Liefting, dr. Erwin Roex (Deltares)

DRUK Kruyt Grafisch Adviesbureau  
STOWA STOWA 2018-72

COPYRIGHT Teksten en figuren uit dit rapport mogen alleen worden overgenomen met bronvermelding.

DISCLAIMER Deze uitgave is met de grootst mogelijke zorg samengesteld. Niettemin aanvaarden de auteurs en de uitgever geen enkele aansprakelijkheid voor mogelijke onjuistheden of eventuele gevolgen door toepassing van de inhoud van dit rapport.

# DE STOWA IN HET KORT

STOWA is het kenniscentrum van de regionale waterbeheerders (veelal de waterschappen) in Nederland. STOWA ontwikkelt, vergaart, verspreidt en implementeert toegepaste kennis die de waterbeheerders nodig hebben om de opgaven waar zij in hun werk voor staan, goed uit te voeren. Deze kennis kan liggen op toegepast technisch, natuurwetenschappelijk, bestuurlijk-juridisch of sociaalwetenschappelijk gebied.

STOWA werkt in hoge mate vraaggestuurd. We inventariseren nauwgezet welke kennisvragen waterschappen hebben en zetten die vragen uit bij de juiste kennisleveranciers. Het initiatief daarvoor ligt veelal bij de kennisvragende waterbeheerders, maar soms ook bij kennisinstellingen en het bedrijfsleven. Dit tweerichtingsverkeer stimuleert vernieuwing en innovatie.

Vraaggestuurd werken betekent ook dat we zelf voortdurend op zoek zijn naar de 'kennisvragen van morgen' – de vragen die we graag op de agenda zetten nog voordat iemand ze gesteld heeft – om optimaal voorbereid te zijn op de toekomst.

STOWA ontzorgt de waterbeheerders. Wij nemen de aanbesteding en begeleiding van de gezamenlijke kennisprojecten op ons. Wij zorgen ervoor dat waterbeheerders verbonden blijven met deze projecten en er ook 'eigenaar' van zijn. Dit om te waarborgen dat de juiste kennisvragen worden beantwoord. De projecten worden begeleid door commissies waar regionale waterbeheerders zelf deel van uitmaken. De grote onderzoekslijnen worden per werkveld uitgezet en verantwoord door speciale programmacommissies. Ook hierin hebben de regionale waterbeheerders zitting.

STOWA verbindt niet alleen kennisvragers en kennisleveranciers, maar ook de regionale waterbeheerders onderling. Door de samenwerking van de waterbeheerders binnen STOWA zijn zij samen verantwoordelijk voor de programmering, zetten zij gezamenlijk de koers uit, worden meerdere waterschappen bij één en het zelfde onderzoek betrokken en komen de resultaten sneller ten goede aan alle waterschappen.

De grondbeginselen van STOWA zijn verwoord in onze missie:

*Het samen met regionale waterbeheerders definiëren van hun kennisbehoeften op het gebied van het waterbeheer en het voor én met deze beheerders (laten) ontwikkelen, bijeenbrengen, beschikbaar maken, delen, verankeren en implementeren van de benodigde kennis.*

# VERKENNING BELANG EMISSIEROUTE RIOLERING VOOR ORGANISCHE MICROVERONTREINIGINGEN

## INHOUD

### DE STOWA IN HET KORT

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| <b>1</b>  | <b>INLEIDING</b>  | <b>1</b>  |
|           | 1.1 Aanleiding  | 1         |
|           | 1.2 Doelstelling  | 1         |
|           | 1.3 Werkwijze   | 2         |
|           | 1.4 Leeswijzer  | 2         |
| <b>2</b>  | <b>RESULTAAT INVENTARISATIE</b>   | <b>3</b>  |
|           | 2.1 Geraadpleegde literatuur  | 3         |
|           | 2.2 Vergelijking internationale literatuur en rekenwaarden volgens uit emissieregistratie                                   | 4         |
|           | 2.3 Duiding verschillen internationale literatuur en rekenwaarden emissieregistratie:<br>kennishiaten en onderzoeksbehoefte | 6         |
|           | 2.4 Hoe belangrijk is het opvullen van de kennishiaten?   | 8         |
| <b>3</b>  | <b>VOORSTEL AANPAK KENNISHIATEN</b>   | <b>10</b> |
| BIJLAGE 1 | Excel overzicht vergelijking internationale metingen en emissieregistratie  | 12        |

# 1

## INLEIDING

### 1.1 AANLEIDING

De mogelijke risico's van opkomende stoffen zoals geneesmiddelen en personal care products (PCP's) voor aquatische systemen staan op het moment erg in de belangstelling. Zo is deze groep van stoffen een belangrijk speerpunt in de huidige Delta-aanpak zoetwater en waterkwaliteit van het ministerie van I&M. Omdat de mens de belangrijkste bron van deze groep van stoffen is, worden logischerwijs rioolwaterzuiveringen (rwzi's) ook als belangrijkste emissiebron gezien. Uit analyses blijkt dat de verwijdering van dit soort stoffen op de rwzi erg kan verschillen en afhankelijk is van de fysisch-chemische eigenschappen van de stof. Hoewel de lozingsroute van het grootste deel van deze stoffen via de rwzi loopt, wordt ook een deel rechtstreeks geloosd via overstorten van de gemengde riolering en door de aanwezige foutaansluitingen ook via regenwateruitlaten. Daarnaast komt een deel van de organische microverontreinigingen, zoals pesticiden en schimmelwerende stoffen uit verf, vrij via het afstromend hemelwater en zo uiteindelijk ook via regenwateruitlaten, riooloverstorten en de rwzi.

Uit recent buitenlands onderzoek blijkt dat water uit hemelwateruitlaten een groot scala aan organische microverontreinigingen kan bevatten, en dat voor een aantal stoffen de regenwateruitlaten een belangrijkere emissiebron kunnen zijn dan de rwzi. Dit geldt dan vooral voor stoffen die goed verwijderd worden op de rwzi.

Het onderzoek dat op dit gebied tot nu toe is uitgevoerd, is afkomstig uit de ons omringende landen, zoals Duitsland, Frankrijk en Denemarken. Over de emissies van organische microverontreinigingen vanuit overstorten en uitlaten in Nederland is nauwelijks iets bekend. Belangrijk aandachtspunt hierbij is dat bij gemengde rioolstelsels in Nederland jaarlijks ongeveer 7% van het regenwater overstort, terwijl dit in Duitsland ongeveer 50% is. Dit betekent nogal wat voor de relatieve bijdrage aan de totale emissie.

Om een goede afweging in eventueel te nemen emissiereducerende maatregelen te kunnen maken, is het belangrijk om inzicht te hebben in de relatieve emissies van verschillende bronnen.

### 1.2 DOELSTELLING

Dit project heeft als doel om een eerste inzicht te verkrijgen in de emissies van riooloverstorten en uitlaten en dit af te zetten tegen de emissies vanuit andere bronnen, zoals rwzi's. Op basis van dit eerste inzicht kan de programmacommissie Waterketen een goed onderbouwde keuze maken voor eventueel gericht praktijkonderzoek, bestaande uit gecontroleerde monsternamen en labanalyse.

### 1.3 WERKWIJZE

In het project zijn de volgende stappen doorlopen:

- *Selectie stoffen.* In het project is uitgegaan van de stoffen uit de emissieregistratie, aangevuld met stoffen waaraan de afgelopen jaren op RWZI's onderzoek is verricht in het kader van de verwijdering van organische microverontreinigingen.
- *Verzamelen meetgegevens uit (inter)nationale literatuur.* De internationale meetgegevens zijn verzameld uit congrespapers en journal papers en, indien mogelijk, rechtstreeks opgevraagd bij de onderzoekers.
- *Afleiden rekenconcentraties.* In de recent geupdate emissieregistratie zijn emissies voor organische microverontreinigingen opgenomen. Deze zijn teruggerekend naar rekenconcentraties bij overstorten en regenwateruitlaten. Sinds de update is de volumebalans van de emissieregistratie in orde (o.a. door toevoeging rioolvreemd water) waardoor deze terugrekening vrij betrouwbaar uitgevoerd kan worden.
- *Vergelijken Nederland versus buitenland.* De metingen uit internationale literatuur zijn vergeleken met de rekenwaarden op basis van Nederlandse data uit de emissieregistratie, de WATSON database en STOWA regenwaterdatabase. Daarbij is bij verschillen verkend of deze te wijten zijn aan verschillen in stofgebruik tussen landen of door (verouderde) aannames in de emissieregistratie.
- *Opstellen projectidee.* Vaststellen kennishiaten en onderzoeksbehoefte, geconcretiseerd in aangepast projectidee.

### 1.4 LEESWIJZER

Hoofdstuk 2 beschrijft de resultaten van de inventarisatie, op basis waarvan in hoofdstuk 3 een voorstel voor de te volgen aanpak is geformuleerd.

## 2

## RESULTAAT INVENTARISATIE

## 2.1 GERAADPLEEGDE LITERATUUR

In de inventarisatie zijn de in tabel 2.1 opgenomen bronnen verzameld. Per bron is tevens kort aangegeven welke gegevens hieruit zijn afgeleid. Een aantal auteurs heeft aangegeven dat de onderliggende data beschikbaar komen na publicatie in een wetenschappelijk tijdschrift. De dataset kan hierdoor in de toekomst nog groeien. De meeste data zijn afkomstig uit Frankrijk en Duitsland.

TABEL 1.1 OVERZICHT GEBRUIKTE LITERATUUR

| Artikel/bron  | Beschikbare data  |
|---|---|
| Wicke, D., Matzinger, A., Caradot, N., Sonnenberg, H., Schubert, R.L., Von Seggern, D., Heinzmann, B., Roualt, P. (2016) Extent and dynamics of classic and emerging contaminants in stormwater of urban catchment types. Proceedings Novatech 2016   | Meetwaarden 5 wijken met gescheiden stelsel in Bertijn. Tevens achterliggend rapport beschikbaar met ruwe data. Dit omvat o.a. standaard parameters, metalen, PAK, bestrijdingsmiddelen, ftalaten, organofosfaten, medicijnresten                                 |
| Beckers, L.m.; Busch, W., Krauss, M., Schulze, T., Brack, W.(2017). Characterisation and exposure assessment of seasonal mixtures from wastewater discharge. Proceedings of ICUD2017.   | Resultaten onderzoek organische microverontreinigingen. 149 chemicaliën, waarvan 89 aangetoond in effluent en 67 in regenwaterriolen. Onderliggende data zijn niet vrijgegeven, maar wordt 'binnenkort' gepubliceerd.   |
| Launay, M.A., Dittmer, U., Steinmetz, H. (2016) Organic micropollutants discharged by combined sewer overflows - Characterisation of pollutant sources and stormwater-related processes. Water Research 104 (2016) 82-92  | Metingen bij 7 riooloverstortingen. Achterliggende data beschikbaar via supplementary material voor stofgroepen afvalwater microverontreinigingen, biociden/ PAKs, herbiciden, industriële chemicaliën, brandvertragers, plastificeerders, contrast vloeistoffen. |
| Granger, D., Capdeville, M.J., Dumora, C., Dufour, V., Polard, T., Gonthier, A., Mazerat, S., Ducos, T., Dalcin, W., Cruz, J., Lemenach, K., Pouly, N., Chambolle, M., Budzinski, H., (2016). Micropollutants reduction strategy at the scale of an urban area: comparison between effluents from stormwater overflows and from wastewater treatment plant. Proceedings Novatech 2016 | Metingen op 3 locaties met gescheiden rioolstelsel voor 162 stoffen, waarvan 94 aangetroffen in regenwateruitlaat. Concentraties medicijnresten is erg hoog, waarschijnlijk zeer veel foute aansluitingen.  |
| Gasperi, J., Zgheib, S., Cladiere, M., Rocher, V., Moilleron, R., Chebbo, G., (2012). Priority pollutants in urban stormwater: Part 2 - Case of combined sewers. Water Research 46 (2012) 6693 -6703  | Metingen bij 4 riooloverstortingen. Ruwe data beschikbaar in supplement. 49 van de 88 gemeten stoffen zijn aangetroffen.  |
| Deshayes, S., Gasperi, J., Ayrault, S., Budzinski, H., Caupos, E., Flanagan, K., Labadie, P., Neveu, P., Paupardin, J., Varnede, L., Gromaire, M.C. (2017). Quantificatio of twelves families of emerging pollutants in road and car park runoff. Proceedings ICUD 2017   | Onderliggende data niet beschikbaar. Komt wel beschikbaar na publicatie in journal.   |
| Launay, M.A., Dittmer, U., Steinmetz, H. (2016) Contribution of combined sewer overflows to micropollutant loads discharged into urban receiving water. Proceedings Novatech 2016   | Zelfde data als artikel Launay et al in Water Research  |
| Zgheib, S., Moilleron, R., Chebbo, G., (2012). Priority pollutants in urban stormwater: Part 1 – Case of separate storm sewers. Water Research 46 (2012) 6683 -6692   | Metingen bij 3 hemelwateruitlaten bij in totaal 20 buien. Ruwe data beschikbaar. 55 van de 88 gemeten stoffen zijn aangetroffen.  |
| Hajj-Mohamad, M., Aboulfadl, K., Darwano, H., Madoux-Humery, A.-S. Gu´erineau, H., Sauv´e, S., Pr´evost, M., en Dornera, S.. (2014) Wastewater micropollutants as tracers of sewage contamination: analysis of combined sewer overflow and stream sediments. Environ. Sci.: Processes Impacts, 2014, 16, 2442   | Meetgegevens voor 3 gebeurtenissen aan sediment uit riooloverstort.   |

| Artikel/bron   | Beschikbare data  |
|--|---|
| Phillips, P. J., Chalmers, A. T., Gray, J.L., Kolpin, D. W., Foreman, W. T. and Wall G. R. (2012). Combined Sewer Overflows: An Environmental Source of Hormones and Wastewater Micropollutants. Environ. Sci. Technol. 2012, 46, 5336–5343  | Metingen aan hormonen en aantal organische microverontreinigingen bij riooloverstorten.                       |
| Zgheib, S., Moilleron, R., Chebbo, G., (2010). What priority pollutants occur in stormwater and wastewater? WIT Transactions on Ecology and the Environment, Vol 135   | Geen data, wel overzicht van aan- of afwezigheid microverontreinigingen.                                      |
| Zgheib, S., Moilleron, R., Chebbo, G., (2011). Influence of the land use pattern on the concentrations and fluxes of priority pollutants in urban stormwater. Water Science & Technology 64(7). 1450-1458  | Zelfde data als Zgheib, S., Moilleron, R., Chebbo, G., (2012, maar met duiding locaties                       |
| Becouze-Lareure, C., Dembélé, A., Coquery, M., Cren-Olivé, C., Barillon, B., & Bertrand-Krajewski, J.-L. (2016) Source characterisation and loads of metals and pesticides in urban wet weather discharges, Urban Water Journal, 13:6, 600-617   | 2 locaties: 1 uitlaat en 1 riooloverstort met elk 6 buien met metalen en bestrijdingsmiddelen.                |
| Launay, M., Steinmetz, H., Dittmer, U. (2017). Total emissions of micropollutants from combined sewer systems – What is the dominant pathway?. Proceedings of ICUD2017   | Zelfde data als artikel Launay et al in Water Research  |
| Launay, M., Steinmetz, H., Dittmer, U. (2017). Organic micropollutants discharged by combined sewer overflows (CSOs): what about inter- and intra-event variability?. Proceedings of ICUD2017  | Zelfde data als artikel Launay et al in Water Research  |
| Gasperi, J., Sebastian, C., Ruban, v., Delamain, M., Percot, S., Wiest, L., Mirande, C., Caupos, E., Demare, D., Diallo, Kessoo Kessoo, M., Saad, M., Schwartz, J. J. Dubois, P. Fratta, C. Wolff, H., Moilleron, R., Chebbo, G., Cren, C., Millet, M., Barraud, S., Gromaire, M. C. (2014). Micropollutants in urban stormwater: occurrence, concentrations, and atmospheric contributions for a wide range of contaminants in three French catchments Environ Sci Pollut Res (2014) 21:5267–5281 | Metingen bij regenwateruitlaten op 3 locaties en in totaal 28 buien voor metalen, PAK en bestrijdingsmiddelen |

## 2.2 VERGELIJKING INTERNATIONALE LITERATUUR EN REKENWAARDEN VOLGEND UIT EMISSIEREGISTRATIE

De meetdata uit de internationale literatuur en de rekenwaarden uit de emissieregistratie zijn met elkaar vergeleken. Om dit mogelijk te maken is een koppeling aangebracht tussen beide databronnen aan de hand van de stofcode uit de emissieregistratie. Voor 92 stoffen die in de emissieregistratie voorkomen zijn meetdata beschikbaar in de internationale literatuur. Voor 31 stoffen die wel zijn opgenomen in de emissieregistratie en waarvoor ook metingen beschikbaar zijn in de internationale literatuur is de emissieroute via overstorten en regenwateruitlaten niet ingevuld. Dat wil zeggen dat in de emissieregistratie wordt aangenomen dat de riolering voor deze stoffen geen emissieroute is. Het betreft voornamelijk (deels verboden) bestrijdingsmiddelen, zie tabel 2.2.

TABEL 2.2 OVERZICHT STOFFEN DIE NIET ZIJN OPGENOMEN IN EMISSIEROUTE OVERSTORTEN EN REGENWATERUITLATEN

| stofnummer | stofnaam                        | Stofgroep            |
|------------|---------------------------------|----------------------|
| 546        | CZV, Chemisch Zuurstof verbruik | Algemene parameter   |
| 551        | Tributyltinverbindingen         | Pesticide/biocide    |
| 553        | Octylfenolen                    | Industrial chemical  |
| 556        | Chloorfenvinfos                 | Pesticide            |
| 564        | Lambda-Cyhalothrin              | Pesticide            |
| 577        | Terbutylazine                   | Pesticide            |
| 581        | Aldrin                          | Pesticide            |
| 584        | Dieldrin                        | Pesticide/biocide    |
| 585        | Endrin                          | Pesticide/biocide    |
| 592        | Hexachloorcyclohexaan, gamma-   | Pesticide/biocide    |
| 642        | Perfluor-octaanzuur (PFOA)      | Industrial chemical  |
| 647        | Isoproturon                     | Biociden/ herbiciden |
| 651        | Atrazine                        | Pesticide            |
| 661        | Diuron                          | Biocide/ herbicide   |



| stofnummer | stofnaam             | Stofgroep          |
|------------|----------------------|--------------------|
| 672        | Simazine             | Pesticide/biocide  |
| 68         | BZV                  | Algemene parameter |
| 710        | Amitrol              | Herbicide          |
| 725        | Glufosinaat-ammonium | Herbicide          |
| 744        | Metolachloor         | Pesticide          |
| 753        | Propiconazol         | Pesticide          |
| 765        | Azoxystrobine        | Pesticide          |
| 787        | Difenoconazool       | Pesticide          |
| 788        | Diflufenican         | Pesticide          |
| 792        | Epoxiconazool        | Fungicide          |
| 841        | Fipronil             | Pesticide          |
| 850        | Imidacloprid         | Pesticide/biocide  |
| 877        | Tebuconazool         | Pesticide/biocide  |
| 882        | Thiacloprid          | Insecticide        |
| 886        | Trifloxystrobine     | Pesticide          |
| 898        | Metaldehyde          | Biocide            |
| 955        | Gemfibrozil          | Medicijn           |

Voor maar liefst 61 stoffen die zijn opgenomen in de emissieregistratie, zijn ook metingen beschikbaar in de internationale literatuur. Deze stoffen zijn opgenomen in tabel 2.3.

**TABEL 2.3 OVERZICHT STOFFEN DIE WEL ZIJN OPGENOMEN IN EMISSIEROUTE OVERSTORTEN EN REGENWATERUITLATEN EN WAARVOOR METINGEN UIT INTERNATIONALE LITERATUUR BESCHIKBAAR ZIJN**

| Stofgroep                           | Stoffen  |
|-------------------------------------|--|
| Metalen                             | Arseenverb. (als As), Cadmiumverb. (als Cd), Chroomverb. (als Cr), Kobaltverb. (als Co), Koperverb. (als Cu), Loodverb. (als Pb), Molybdeenverb. (als Mo), Nikkelverb. (als Ni), Titaanverb. (als Ti), Vanadiumverb. (als V), Zinkverb. (als Zn), Strontiumverb (als Sr)         |
| Biociden/herbiciden                 | Carbendazim  |
| BTEX (aromatische koolwaterstoffen) | Ethylbenzeen, Benzeen, Toluene, Xylenen (Totaal)   |
| Ftalaten                            | Ftalaten, Dibutylftalaat   |
| Industriële chemicaliën             | Methyl-T-butylether, Nonylfenol/Ethoxylaten(Np/Npe), Di(2-Ethylhexyl), Ftalaat, Bisfenol A   |
| Bestrijdingsmiddelen                | 2,4-Dichloorfenoxiazijnzuur, Mecoprop, Glyfosaat   |
| Insecticide                         | DEET (Diethyl-m-Toluamide),  |
| Medicijnen                          | Carbamazepine, Diclofenac, Bezafibraat, Metoprolol, Naproxen, Ibuprofen, Gabapentine, Oxazepam   |
| PCBs                                | PCBs   |
| PAKs                                | Fenanthreen, Anthraceen, Fluorantheen, Chryseen, Benzo(a)Anthraceen, Benzo(a)Pyreen, Benzo(b)Fluorantheen, Benzo(k)Fluorantheen, Benzo(ghi)Peryleene, Indeno (1,2,3-c,d)Pyreen, Naftaleen, Acenaftheen, Acenafthyleen, dibenzo(ah)anthraceen, fluoreen, pyreen, PAK (16 van EPA) |
| VOCs                                | Tetrachlooretheen, Trichlooretheen, Trichloormethaan   |

Voor deze stoffen is een vergelijking gemaakt tussen de getallen uit de literatuur en de terugerekende waarden uit de emissieregistratie. Daarnaast is een vergelijking gemaakt tussen de getallen uit de emissieregistratie en de beschikbare influentmetingen uit de WATSON database. Dit laatste biedt een extra mogelijkheid om data uit Nederland en uit het buitenland te vergelijken.

De waarden uit de emissieregistratie zijn gedeeld door de gemiddelde waarde uit de internationale literatuur. Gegeven alle onzekerheden is aangehouden dat de data uit Nederland en de internationale literatuur goed overeenkomen wanneer het verschil kleiner is dan een factor 2, ofwel ligt tussen 50% en 200%.

Dit levert een aantal verschillende soorten uitkomsten:

- Overeenkomst is zowel voor uitlaten als overstorten hoog: geen aanvullende kennisbehoefte
- Overeenkomst is hoog voor uitlaten, maar niet voor overstorten of andersom: nadere duiding van verschillen nodig
- Data uit emissieregistratie zowel voor uitlaten als voor overstorten relatief zeer hoog: nagaan of emissieroute voor stof correct is of nagaan of er ander gebruik is in Nederland ten opzichte van buitenland
- Data uit emissieregistratie zowel voor uitlaten als voor overstorten relatief zeer laag: nagaan of emissieroute voor stof correct is of nagaan of er ander gebruik is in Nederland ten opzichte van buitenland

Een totaaloverzicht van de berekende waarden is opgenomen in de als bijlage 1 bijgevoegde excel file. De duiding per stof(groep) is opgenomen in de volgende paragraaf.

### 2.3 DUIDING VERSCHILLEN INTERNATIONALE LITERatuur EN REKENWAARDEN EMISSIEREGISTRATIE: KENNISHIATEN EN ONDERZOEKSBEHOEFTE

De mate van overeenstemming tussen de internationale literatuur en de rekenwaarden uit de emissieregistratie verschilt per stof(groep).

**Metalen** Voor metalen geven de internationale meetdata van riooloverstorten een redelijk goede overeenkomst met de emissieregistratie, maar voor regenwateruitlaten niet. De waarden voor metalen uit de emissieregistratie zijn in de editie van 2017 echter gefit op de meetwaarden uit Nederlandse metingen aan regenwater. Het verschil tussen de internationale literatuur en de emissieregistratie wordt zeer waarschijnlijk veroorzaakt doordat een zeer groot deel van de internationale data uit Frankrijk/Parijs komt en bekend is dat daar relatief veel metalen daken etc. aanwezig zijn en de metingen daardoor relatief hoog liggen. Daarnaast valt op dat de rekenwaardes van metalen in de emissieregistratie fors afwijken van die uit de WATSON database. Aangezien de emissieregistratie is gebaseerd op CBS data van influent van rwzi's (gebaseerd op 24 uurs monsters) en de WATSON database voor sommige metalen maar weinig waarden bevat, wordt er vanuit gegaan dat de getallen die nu in de emissieregistratie zitten juist zijn.

Voor metalen is derhalve geen extra meetcampagne nodig. Wel zal in 2018 nog een aantal verbeteringen worden doorgevoerd in de emissieregistratie, waaronder ten aanzien van vuurwerk en de atmosferische depositie. Na deze aanpassingen is een check met Nederlandse metingen noodzakelijk.

**PAKs** De verzamelparameter PAK16 (stofcode 947) komt goed overeen voor zowel uitlaten als overstorten. De onderliggende individuele PAKs vertonen wel zeer veel variatie met grote verschillen naar boven en beneden. Het is zinvol om voor de Nederlandse situatie de beschikbare meetgegevens per PAK te vergelijken met de data uit de emissieregistratie en te kijken of dit leidt tot een betere fit, aangezien in de laatste update uit 2017 alleen PAK16 is meegenomen. Voor PAKs lijkt een extra meetcampagne ook niet echt nodig.

**BTEX** (benzeen, toluen, xylenen, ethylbenzeen). Voor benzeen geldt dat de waarden uit de emissieregistratie ordes van grootte hoger liggen dan volgt uit de beschikbare metingen uit de internationale literatuur (en ook dan die uit de Nederlandse regenwaterdatabase en de WATSON database). Dit lijkt te duiden op een onjuiste aanname in de emissieregistratie. De

emissiefactoren voor BTEX stammen uit begin van de eeuw en zijn aan een update toe. De grote discrepantie met internationale metingen voor Benzeen verdient aandacht.

**Ftalaten** De concentratie ftalaten in regenwater is volgens de emissieregistratie 14 keer zo hoog als volgt uit internationale metingen, terwijl de concentratie dibutylftalaat in de emissieregistratie juist lager ligt dan de internationale metingen. Gezien het hoge aantal beschikbare internationale metingen verdient het aandacht om te controleren of de aannames in de emissieregistratie kloppen en indien hier geen verklaring voor is te vinden, aanvullende metingen in Nederland uit te voeren.

**Industrial chemicals** Zowel voor nonylfenol/ethoxylaten (\*stofgroep 550) als bisfenol A (stofgroep 937) als di (2-ethylhexyl)ftalaat) geldt dat de concentraties in de metingen bij zowel uitlaten over overstorten fors (10 tot 50 keer) hoger zijn dan volgt uit de emissieregistratie. Dit lijkt erop te duiden dat in de emissieregistratie de route voor deze industriële chemicaliën wellicht niet klopt of onvolledig is en aanpassing van de emissiefactoren wenselijk is. De metingen uit de WATSON database ondersteunen deze bevinding, omdat deze stoffen wel in hogere concentraties in influent zijn gemeten. In de STOWA regenwaterdatabase komen deze stoffen niet voor, zodat het zinvol is om via metingen te controleren of de internationale waardes ook voor Nederland representaties zijn.

**Tetrachlooretheen/trichlooretheen (VOC)** Voor de VOC stoffen is er een zeer groot verschil tussen metingen bij uitlaten en overstorten. De internationale metingen en de metingen uit de WATSON database liggen ordes van grootte lager dan de getallen uit de emissieregistratie. De situatie voor deze stoffen is vergelijkbaar met die van Benzeen. Kennelijk komen deze vluchtige stoffen minder in het rioolwater terecht dan gedacht (of vervluchtigen ze?). Voor trichloormethaan geldt dit overigens niet en passen de metingen goed op de emissieregistratie voor hemelwater *inclusief* foutaansluitingen, hetgeen erop duidt dat de emissieroute via het afvalwater relevant is. Voor de VOC stoffen is een aantal metingen beschikbaar in de regenwaterdatabase. Vrijwel alle getalswaarden lijken echter een veelvoud te zijn van een detectiegrens, waardoor de metingen uit de regenwaterdatabase hiervoor beperkt bruikbaar zijn.

**Pesticiden** Voor veel pesticiden geldt dat deze wel worden gemeten in hemelwater, maar niet zijn opgenomen in de emissieregistratie voor riolering. Voor de pesticiden/biociden/herbiciden die wel zijn opgenomen in de emissieregistratie voor riolering, zoals carbendazim of mecoprop, geldt dat de emissieregistratie met fors lagere concentraties komt dan volgt uit internationale metingen en volgt uit de WATSON database. Voor Glyfosaat geldt juist het tegenovergestelde: de gehalten die voortkomen uit de emissieregistratie zijn 3 keer zo hoog als internationaal gemeten (en bijna 100 keer zo hoog als die het hemelwaterproject in Almere zijn gemeten), maar komen juist wel weer overeen met de waardes uit de WATSON database. Alleen voor 2,4-dichloorfenoxyazijnzuur komen de gehalten in regenwater uit de emissieregistratie en de internationale metingen goed overeen, terwijl de waarde voor deze stof in de WATSON database 30 keer zo hoog ligt.

Voor pesticiden lijkt het zinvol om via meetcampagnes grip te krijgen op de concentraties en daarnaast een vergelijking te maken van eventuele verschillen in gebruik in Nederland, Frankrijk en Duitsland.

**Medicijnen.** De gehalten die zijn gemeten in overstortwater komen redelijk overeen met de gehalten uit de emissieregistratie en deze gehalten komen ook redelijk overeen met de getallen

uit de WATSON database en de metingen uit STOWA 2011-09. De internationale metingen betreffen voornamelijk meetgegevens uit Duitsland en aangezien in Duitsland overstorten eerder aanspringen dan in Nederland (dus bij een lagere verdunningsgraad), is dit een beeld dat redelijk past op de verwachting. Uit een vergelijking van influentmetingen in Nederland en Duitsland volgt echter wel dat het relatieve gebruik van medicijnen fors verschilt tussen beide landen. Dit houdt in dat de getalswaarde van metingen bij overstorten met enige voorzichtigheid vergeleken moet worden, omdat de referentiewaardes bij droog weer verschillen. De gehalten in regenwater bij regenwateruitlaten zijn het gevolg van foutaansluitingen en hier is de overeenstemming tussen metingen en emissieregistratie zeer beperkt. Hier lijkt, vooral door de kleine dataset, dat het toevallige aandeel van foutaansluitingen gecombineerd met een toevallig aandeel dat bepaalde medicijnen gebruikt bepalend te zijn. Carbamazepine geeft bijvoorbeeld een totaal ander beeld dan Ibuprofen. Voor Ibuprofen geldt bijvoorbeeld dat de rekenwaarde die volgt uit de literatuur voor regenwateruitlaten ligt op 8,3 µg/l, terwijl de emissieregistratie 0,17 µg/l geeft. Het gehalte uit de literatuur is het gemiddelde van 3 locaties, waarbij 1 locatie een concentratie heeft van 24 µg/l, een gehalte voor onverdund afvalwater, en het gemiddelde van de twee andere locaties ligt op 0,06 µg/l, een waarde die verwacht mag worden in hemelwater bij een laag percentage foutaansluitingen.

DEET is een stof waarvoor de gehalten bij overstorten en regenwateruitlaten redelijk goed overeen komen.

Nadere duiding, mogelijk aan hand van influentmetingen, en meetcampagnes lijken voor medicijnen op zijn plaats.

#### 2.4 HOE BELANGRIJK IS HET OPVULLEN VAN DE KENNISHIATEN?

Onzekerheid in metingen en gebrek aan kennis zullen er altijd blijven. De vraag is of de geschetste kennishiaten zouden kunnen leiden tot onjuiste of ondoelmatige maatregelen of beleidskeuzes. Om dit te verkennen is voor een beperkte set stoffen uit tabel 2.4 het volgende nagegaan:

- Wat is de relatieve bijdrage aan de totale belasting van het oppervlaktewater vanuit de waterketen op basis van de huidige kentallen uit de ER
- Wat is de relatieve bijdrage van hemelwateruitlaten, riooloverstorten en rwzi effluent aan de emissie vanuit de afvalwaterketen?
- Verandert dit beeld indien gebruik wordt gemaakt van kentallen uit internationale literatuur ipv ER kentallen?
- Vormt de stof een probleem op basis van beschikbare metingen in watersysteem voor oppervlaktewaterkwaliteit? Hiervoor is de rapportage Bestrijdingsmiddelen in oppervlaktewater Vergelijking tussen Nederland en andere Europese landen. RIVM briefrapport 601714026/2014 C.E. Smit | D. Kal gebruikt.
- Vormt de stof een probleem voor de drinkwaterwinning? Hiervoor is de website van VEWIN gebruikt.

Uit tabel 2.4 komt naar voren dat voor Carbendazim en Mecoprop geldt dat deze worden gezien als probleemstof en dat op basis van de huidige kentallen uit de emissieregistratie een ander besluit genomen zou worden om deze probleemstoffen aan te pakken dan wanneer kentallen uit de internationale literatuur gebruikt worden. Beide stoffen worden niet alleen gebruikt als pesticide, maar ook in schimmelwerende verf (carbendazim) of wortelwerende stof in bitumen dakbedekking (Mecoprop). Deze voorbeelden laten zien dat het huidige kennishiaat ingevuld moet worden om juiste beleidskeuzes te kunnen maken.

TABEL 2.4 BELANG OPVULLEN KENNISHIATEN. VETGEDRUKTE STOFFEN VORMEN PROBLEEM VOOR WATERSYSTEEM OP BASIS VAN RIVM RAPPORT, ONDERSTREEPTE STOFFEN VORMEN PROBLEEM VOLGENS VEWIN

| stofnaam            | Stofgroep   | Aandeel waterketen landelijke belasting volgens ER | Aandeel overstorten/ uitlaten van aandeel waterketen volgens ER | Invloed kentallen internationale literatuur  |
|---------------------|---|--|---|--|
| Carbamazepine       | Medicijn, verwijdering op rwzi 29%  | >95%   | 0,6%  | Geen   |
| Ibuprofen           | Medicijn, verwijdering op rwzi 98%  | >95%   | 22%   | Geen   |
| BTEX                | BTEX,   | 3%   | 81%   | Geen   |
| PAK16               | PAK, verwijdering op rwzi 80%   | 5%   | 40%   | Geen   |
| Bisfenol A          | Industrial chemical, verwijdering op rwzi 84%                                     | 98%  | 4%  | Bij toepassing internationale literatuur neemt emissie via overstorten/uitlaten met factor 20-50 toe                           |
| <u>DEET</u>         | Insect repellent, verwijdering op rwzi 78%  | 99%  | 3%  | Geen   |
| <u>Glyfosaat</u>    | Herbicide, verwijdering op rwzi 58%   | 98%  | 50%   | Geen   |
| <b>Imidacloprid</b> | Pesticide, gewasbescherming, anti vlooien, kakkerlakken, verwijdering op rwzi 46% | 52%*   | Niet bekend   | Geen   |
| <b>Carbendazim</b>  | Fungicide, zit ook in schimmelwerende verf, verwijdering op rwzi 48%              | 33%**  | 1%  | Bij toepassing internationale metingen wordt aandeel overstorten/ uitlaten 28% en neemt aandeel waterketen toe                 |
| <u>Mecoprop</u>     | Biocide, zit ook in bitumen   | 0%   | Niet bekend   | Bij toepassing internationale metingen neemt emissie in Nederland met factor 4 toe. Bijdrage via waterketen wordt dan 80%. *** |

\* Het aandeel Imidacloprid via de waterketen is gecontroleerd aan de hand van metingen aan rwzi effluent uit de PRTR metingen uit STOWA2015-38. De ER geeft hiervoor 90 kg/jaar, STOWA 2015-38 126 kg/jaar (op basis van totaal effluent volume en gemiddelde concentratie)

\*\*\* Het aandeel Carbendazim via de waterketen is gecontroleerd aan de hand van metingen aan rwzi effluent uit de PRTR metingen uit STOWA2015-38. De ER geeft hiervoor 65 kg/jaar, STOWA 2015-38 55 kg/jaar (op basis van totaal effluent volume en gemiddelde concentratie)

\*\*\* Deze verhouding komt overeen met die is gevonden in Zwitserland: M. Burkhardt, T. Kupper, S. Hean, R. Haag, P. Schmid, M. Kohler and M. Boller (2007). Biocides used in building materials and their leaching behavior to sewer systems. Water Science & Technology 56 (12) 63-67

# 3

## VOORSTEL AANPAK KENNISHIATEN

De vergelijking tussen rekenwaardes in water dat wordt geloosd bij regenwateruitlaten en riooloverstorten op basis van de emissieregistratie en (recente) internationale metingen heeft laten zien dat soms zeer grote verschillen tussen beiden bestaan.

De eerste slag die gemaakt moet worden is het kritisch doorlopen van de emissiefactoren uit de emissieregistratie voor stoffen waarbij de emissieregistratie zowel voor regenwateruitlaten als riooloverstorten de metingen systematisch overschat of onderschat. Deze stoffen komen voor in alle stofgroepen.

Voor de meeste pesticiden geldt dat de emissieroute via overstorten en regenwateruitlaten nog niet gebruikt wordt in de emissieregistratie. Dit betekent dat hier vanuit de emissieregistratie gerichte aandacht voor benodigd is om deze waar zinvol toe te voegen.

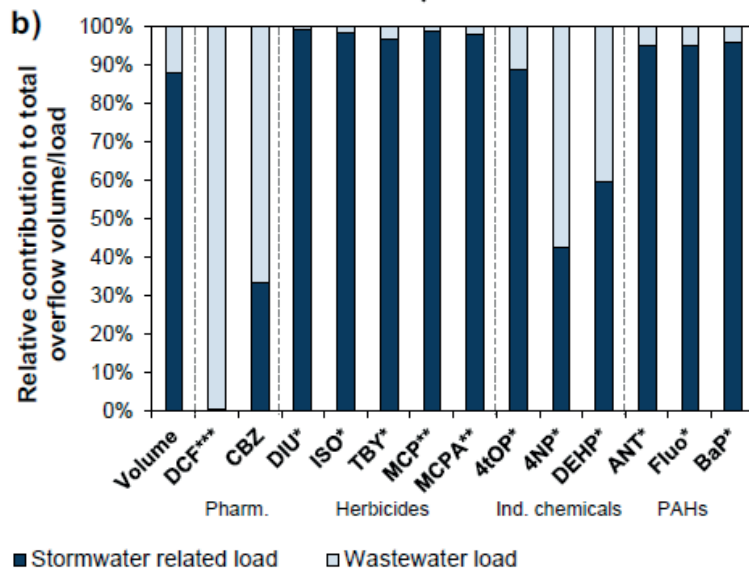
Voor geneesmiddelen geldt dat het tegelijk ook nodig is om na te gaan in hoeverre het verbruik in Nederland overeen komt met het verbruik in Frankrijk en Duitsland en op basis van die informatie de beschikbare data nader te duiden. De gemiddelde gehalten c.q. de verwachtingswaarden in normaal afvalwater bij droog weer en het percentage van de bevolking dat specifieke medicijnen gebruikt, zijn daarbij vooral van belang voor het bepalen van de emissie via regenwateruitlaten: immers, bij lage aantallen gebruikers en lage concentraties is dit zeer lastig via meetcampagnes te verifiëren.

Daar waar de beschikbare informatie tekortschiet om de emissieregistratie goed onderbouwd aan te passen, zijn aanvullende metingen als tweede slag noodzakelijk. Dit is zeer waarschijnlijk niet nodig voor PAKs en metalen, maar wel voor alle overige stofgroepen. Het gebrek aan data zijn het grootst bij pesticiden en medicijnen.

Voor de tweede slag wordt voorgesteld om voor de stofgroepen die dominant voorkomen in afvalwater, zoals medicijnen, BTEX, ftalaten, industriële chemicaliën als Bisfenol A en nonylfenol (en in mindere mate DEHP, omdat deze stof ook via afstroming van neerslag van wegen vrijkomt, zie figuur 3.1) via metingen de gehalten te verifiëren.

FIGUUR 3.1

RELATIEVE BIJDRAGE AAN VRACHT VIA RIOOLOVERSTORT VAN REGENWATER EN AFVALWATER



De meest eenvoudige meetmethode hiertoe is het bemonsteren van het influent van een (aantal) rwzi (s) tijdens droog weer om zo te bepalen of Nederlands afvalwater vergelijkbaar is met het afvalwater in Duitsland en Frankrijk. Vervolgens kan ook van het influent een aantal monsters worden genomen tijdens buien om zo (indirect) de orde van grootte te bepalen in het overstortende water. Door in de metingen ook een aantal tracerstoffen voor afvalwater mee te nemen (Launay et al. 2016 bevelen Naproxen, Ibuprofen en Diclofenac aan als tracer), is het mogelijk om te corrigeren voor de verdunningsgraad en zo de gemiddelde concentraties bij riooloverstortingen te bepalen uit de gemiddelde verdunningsgraad bij overstortingen.

Daarnaast is het op die manier ook mogelijk om voor de bestrijdingsmiddelen een goed beeld te krijgen van het gebruik in Nederland. Onder de aanname dat de bestrijdingsmiddelen alleen voor rekening komen van het regenwater (klopt vrij aardig, alleen niet voor Carbendazim, dat ook in afvalwater bij DWA voorkomt), kan uit dezelfde verdunningsgraad het aandeel regenwater worden teruggerekend en daarmee ook de concentratie van bestrijdingsmiddelen in afstromend regenwater.

Voordelen van meten bij rwzi's zijn de eenvoud en lage kosten van de monsternamen en de snelheid waarmee een redelijk aantal gebeurtenissen kan worden bemeaten. Bij riooloverstorten kan dit anders al snel enkele jaren duren. Daarnaast is meten van bestrijdingsmiddelen bij gescheiden rioolstelsels wellicht minder representatief doordat relatief kleine oppervlakken afvoeren per uitlaat en het gebruik door particulieren niet voor alle stoffen even wijd verbreid zal zijn. Bij het meten in het influent heeft de monsternamen al snel betrekking op een groot gebied, waardoor dit toeval zal afnemen.

**BIJLAGE 1**

**EXCEL OVERZICHT VERGELIJKING  
INTERNATIONALE METINGEN EN  
EMISSIEREGISTRATIE**



| Code | Naam                    | Toepassing                       | Hemelwater           |                               |                                  |                                  |                              |                          |                          |                               |                      |                               | CSO                                 |                |                               |       |
|------|-------------------------|----------------------------------|----------------------|-------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------|----------------------|-------------------------------|-------------------------------------|----------------|-------------------------------|-------|
|      |                         |                                  | n internat. metingen | gemiddelde internat. metingen | Concentratie ER riolen excl. dwa | Concentratie ER riolen incl. dwa | Concentratie influent Watson | ER excl. dwa tovmetingen | ER incl. dwa tovmetingen | ER incl. tovinfluent metingen | n internat. metingen | gemiddelde internat. metingen | Concentratie ER CSO influent Watson | ER tovmetingen | ER incl. tovinfluent metingen |       |
| 103  | Arsenverb. (als As)     | Metals                           | 28                   | 2,66                          | 0,55                             | 3,94                             | 2,025                        | 21%                      | 148%                     | 195%                          | 0,00                 | 0,00                          | 1,07                                | 2,025          | 0%                            | 53%   |
| 104  | Cadmiumverb. (als Cd)   | Metals                           | 97                   | 0,53                          | 0,14                             | 0,15                             | 0,077                        | 27%                      | 29%                      | 201%                          | 10,00                | 0,56                          | 0,34                                | 0,077          | 60%                           | 439%  |
| 105  | Chroomverb. (als Cr)    | Metals                           | 134                  | 8,90                          | 3,46                             | 4,38                             | 8,556                        | 39%                      | 49%                      | 51%                           | 4,00                 | 15,50                         | 11,99                               | 8,556          | 77%                           | 140%  |
| 108  | Kobaltverb. (als Co)    | Metals                           | 28                   | 3,45                          | 0,20                             | 0,20                             | 18,25                        | 6%                       | 6%                       | 1%                            | 6,00                 | 0,49                          | 0,36                                | 18,25          | 73%                           | 2%    |
| 109  | Koperverb. (als Cu)     | Metals                           | 186                  | 202,31                        | 26,59                            | 29,14                            | 66,67                        | 13%                      | 14%                      | 44%                           | 10,00                | 62,45                         | 74,79                               | 66,67          | 120%                          | 112%  |
| 111  | Loodverb. (als Pb)      | Metals                           | 163                  | 516,02                        | 32,92                            | 33,07                            | 5,683                        | 6%                       | 6%                       | 582%                          | 10,00                | 48,79                         | 61,98                               | 5,683          | 127%                          | 1091% |
| 113  | Molybdeenverb. (als Mo) | Metals                           | 28                   | 7,68                          | 0,15                             | 0,36                             | 4,263                        | 2%                       | 5%                       | 9%                            | 0,00                 | 0,00                          | 0,71                                | 4,263          | 0%                            | 17%   |
| 114  | Nikkelverb. (als Ni)    | Metals                           | 108                  | 6,74                          | 4,50                             | 5,56                             | 6,34                         | 67%                      | 83%                      | 88%                           | 10,00                | 1,41                          | 11,44                               | 6,34           | 812%                          | 180%  |
| 117  | Titaanverb. (als Ti)    | Metals                           | 170                  | 50,22                         | 0,15                             | 0,15                             | 0                            | 0%                       | 0%                       | 0%                            | 6,00                 | 38,59                         | 0,16                                | 0              | 0%                            | 0%    |
| 118  | Vanadiumverb. (als V)   | Metals                           | 101                  | 5,92                          | 1,14                             | 1,14                             | 2,274                        | 19%                      | 19%                      | 50%                           | 0,00                 | 0,00                          | 1,18                                | 2,274          | 0%                            | 52%   |
| 120  | Zinkverb. (als Zn)      | Metals                           | 186                  | 774,86                        | 116,36                           | 174,49                           | 137                          | 15%                      | 23%                      | 127%                          | 10,00                | 443,15                        | 280,49                              | 137            | 63%                           | 205%  |
| 134  | Strontiumverb. (als Sr) | Metals                           | 28                   | 56,93                         | 49,28                            | 49,28                            | 216,7                        | 87%                      | 87%                      | 23%                           | 0,00                 | 0,00                          | 49,28                               | 216,7          | 0%                            | 23%   |
| 302  | P - Totaal              | Nutrients                        | 141020               | 450,11                        | 244,57                           | 1271,22                          | 7396                         | 54%                      | 282%                     | 17%                           | 0,00                 | 0,00                          | 1673,33                             | 7396           | 0%                            | 23%   |
| 303  | N - Totaal              | Nutrients                        | 20                   | 4350,00                       | 2338,19                          | 7569,16                          | 46930                        | 54%                      | 174%                     | 16%                           | 0,00                 | 0,00                          | 9673,98                             | 46930          | 0%                            | 21%   |
| 512  | Ethylbenzeen            | BTEX                             | 24                   | 0,05                          | 0,00                             | 0,02                             | 2,383                        | 0%                       | 31%                      | 1%                            | 4,00                 | 0,65                          | 0,04                                | 2,383          | 6%                            | 2%    |
| 515  | Benzeen                 | BTEX                             | 9                    | 0,01                          | 7,25                             | 7,29                             | 0,239                        | 61946%                   | 62280%                   | 3055%                         | 4,00                 | 0,00                          | 7,36                                | 0,239          | 0%                            | 3087% |
| 520  | Ftalaten                | Ftalaten                         | 92                   | 0,09                          | 0,00                             | 1,30                             | 0                            | 0%                       | 1439%                    | 0%                            | 0,00                 | 0,00                          | 8,18                                | 0              | 0%                            | 0%    |
| 526  | Tolueen                 | BTEX                             | 24                   | 0,15                          | 0,00                             | 0,12                             | 9,458                        | 0%                       | 84%                      | 1%                            | 4,00                 | 1,24                          | 0,31                                | 9,458          | 25%                           | 3%    |
| 529  | Xylenen (Totaal)        | BTEX                             | 24                   | 0,11                          | 0,00                             | 0,01                             | 0                            | 0%                       | 6%                       | 0%                            | 4,00                 | 0,74                          | 0,02                                | 0              | 2%                            | 0%    |
| 532  | Dibutylftalaat          | Ftalaten                         | 92                   | 0,18                          | 0,00                             | 0,06                             | 7,633                        | 0%                       | 33%                      | 1%                            | 0,00                 | 0,00                          | 0,21                                | 7,633          | 0%                            | 3%    |
| 534  | Fenaantheen             | Polycyclic aromatic hydrocarbons | 119                  | 0,16                          | 0,38                             | 0,39                             | 0,170                        | 244%                     | 246%                     | 228%                          | 11,00                | 0,12                          | 0,53                                | 0,170          | 449%                          | 310%  |
| 535  | Anthraceen              | Polycyclic aromatic hydrocarbons | 119                  | 0,03                          | 0,03                             | 0,03                             | 0,016                        | 108%                     | 109%                     | 194%                          | 11,00                | 0,03                          | 0,04                                | 0,016          | 160%                          | 270%  |
| 536  | Fluorantheen            | Polycyclic aromatic hydrocarbons | 138                  | 0,32                          | 0,20                             | 0,21                             | 0,164                        | 64%                      | 66%                      | 128%                          | 11,00                | 0,21                          | 0,40                                | 0,164          | 188%                          | 246%  |
| 537  | Chyseen                 | Polycyclic aromatic hydrocarbons | 119                  | 0,15                          | 0,06                             | 0,06                             | 0,064                        | 42%                      | 42%                      | 100%                          | 11,00                | 0,14                          | 0,16                                | 0,064          | 113%                          | 248%  |

| Code | Naam                              | Toepassing                       | Hemelwater           |                               |                                  |                                  |                              |                           |                           |                                |                      |                               | CSO                                 |                 |                                |      |       |
|------|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------|-------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------------|----------------------|-------------------------------|-------------------------------------|-----------------|--------------------------------|------|-------|
|      |                                   |                                  | n internat. metingen | gemiddelde internat. metingen | Concentratie ER riolen excl. dwa | Concentratie ER riolen incl. dwa | Concentratie influent Watson | ER excl. dwa tov metingen | ER incl. dwa tov metingen | ER incl. tov influent metingen | n internat. metingen | gemiddelde internat. metingen | Concentratie ER CSO influent Watson | ER tov metingen | ER incl. tov influent metingen |      |       |
| 538  | Benzo(a)Anthraceen                | Polycyclic aromatic hydrocarbons | 119                  | 0,12                          | 0,04                             | 0,04                             | 0,057                        | 0,057                     | 33%                       | 34%                            | 71%                  | 11,00                         | 0,10                                | 0,04            | 0,057                          | 40%  | 74%   |
| 539  | Benzo(a)Pyreen                    | Polycyclic aromatic hydrocarbons | 110                  | 0,09                          | 0,03                             | 0,03                             | 0,048                        | 0,048                     | 28%                       | 29%                            | 54%                  | 11,00                         | 0,10                                | 0,07            | 0,048                          | 65%  | 140%  |
| 540  | Benzo(b)Fluorantheen              | Polycyclic aromatic hydrocarbons | 119                  | 0,15                          | 0,03                             | 0,03                             | 0,061                        | 0,061                     | 21%                       | 21%                            | 52%                  | 11,00                         | 0,18                                | 0,08            | 0,061                          | 42%  | 127%  |
| 541  | Benzo(k)Fluorantheen              | Polycyclic aromatic hydrocarbons | 110                  | 0,06                          | 0,20                             | 0,19                             | 0,028                        | 0,028                     | 318%                      | 310%                           | 682%                 | 7,00                          | 0,06                                | 0,48            | 0,028                          | 781% | 1718% |
| 542  | Benzo(ghi)Peryleen                | Polycyclic aromatic hydrocarbons | 119                  | 0,07                          | 0,05                             | 0,04                             | 0,044                        | 0,044                     | 68%                       | 66%                            | 100%                 | 4,00                          | 0,14                                | 0,11            | 0,044                          | 77%  | 255%  |
| 543  | Indeno (1,2,3-c,d) Pyreen         | Polycyclic aromatic hydrocarbons | 110                  | 0,08                          | 0,02                             | 0,02                             | 0,045                        | 0,045                     | 27%                       | 27%                            | 45%                  | 11,00                         | 0,11                                | 0,05            | 0,045                          | 49%  | 114%  |
| 544  | Organotinverbindingen             |                                  | 16                   | 0,00                          | 0,00                             | 0,00                             | 0                            | 0                         | 0%                        | 0%                             | 0%                   | 0,00                          | 0,00                                | 0,00            | 0                              | 0%   | 0%    |
| 545  | Naftaleen                         | Polycyclic aromatic hydrocarbons | 119                  | 0,01                          | 0,27                             | 0,28                             | 0,191                        | 0,191                     | 1967%                     | 2012%                          | 14,7%                | 4,00                          | 0,13                                | 0,30            | 0,191                          | 223% | 157%  |
| 546  | Chemisch Zuurstof gebruik         |                                  | 121000               | 115000,00                     | 0,00                             | 0,00                             | 501900                       | 501900                    | 0%                        | 0%                             | 0%                   | 0,00                          | 0,00                                | 0,00            | 501900                         | 0%   | 0%    |
| 547  | Methyl-T-butylether               | Industrial chemicals             | 30                   | 0,00                          | 0,00                             | 0,00                             | 0                            | 0                         | 0%                        | 0%                             | 0%                   | 0,00                          | 0,00                                | 0,00            | 0                              | 0%   | 0%    |
| 550  | Nonyfenol/<br>Ethoxylaten(Np/Npe) | Industrial chemicals             | 116                  | 1,64                          | 0,02                             | 0,03                             | 13,93                        | 13,93                     | 1%                        | 2%                             | 0%                   | 11,00                         | 0,72                                | 0,06            | 13,93                          | 8%   | 0%    |
| 551  | Tributyltinverbindingen           |                                  | 14                   | 0,02                          | 0,00                             | 0,00                             | 0,013                        | 0,013                     | 0%                        | 0%                             | 0%                   | 4,00                          | 0,05                                | 0,00            | 0,013                          | 0%   | 0%    |
| 553  | Octylfenolen                      | Industrial chemicals             | 120                  | 0,09                          | 0,00                             | 0,00                             | 0,658                        | 0,658                     | 0%                        | 0%                             | 0%                   | 11,00                         | 0,24                                | 0,00            | 0,658                          | 0%   | 0%    |
| 556  | Chloorfeninfos                    | Pesticides                       | 23                   | 0,00                          | 0,00                             | 0,00                             | 0                            | 0                         | 0%                        | 0%                             | 0%                   | 4,00                          | 0,00                                | 0,00            | 0                              | 0%   | 0%    |
| 564  | Lambda-Cyhalothrin                | Pesticides                       | 9                    | 0,00                          | 0,00                             | 0,00                             | 0                            | 0                         | 0%                        | 0%                             | 0%                   | 0,00                          | 0,00                                | 0,00            | 0                              | 0%   | 0%    |
| 577  | Terbutylazine                     | Pesticides                       | 63                   | 0,05                          | 0,00                             | 0,00                             | 6,14                         | 6,14                      | 0%                        | 0%                             | 0%                   | 0,00                          | 0,00                                | 0,00            | 6,14                           | 0%   | 0%    |
| 581  | Aldrin                            |                                  | 14                   | 0,00                          | 0,00                             | 0,00                             | 0                            | 0                         | 0%                        | 0%                             | 0%                   | 4,00                          | 0,23                                | 0,00            | 0                              | 0%   | 0%    |
| 584  | Dieldrin                          | Pesticiden/biociden              | 23                   | 0,01                          | 0,00                             | 0,00                             | 0                            | 0                         | 0%                        | 0%                             | 0%                   | 4,00                          | 0,51                                | 0,00            | 0                              | 0%   | 0%    |
| 585  | Endrin                            |                                  | 14                   | 0,00                          | 0,00                             | 0,00                             | 0                            | 0                         | 0%                        | 0%                             | 0%                   | 4,00                          | 0,00                                | 0,00            | 0                              | 0%   | 0%    |

| Code | Naam                            | Toepassing                       | Hemelwater           |                               |                                  |                                  |                              |                           | CSO                       |                                |                      |                               |                                     |                 |                                |       |      |         |
|------|---------------------------------|----------------------------------|----------------------|-------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------------|----------------------|-------------------------------|-------------------------------------|-----------------|--------------------------------|-------|------|---------|
|      |                                 |                                  | n internat. metingen | gemiddelde internat. metingen | Concentratie ER riolen excl. dwa | Concentratie ER riolen incl. dwa | Concentratie influent Watson | ER excl. dwa tov metingen | ER incl. dwa tov metingen | ER incl. metingen tov influent | n internat. metingen | gemiddelde internat. metingen | Concentratie ER CSO influent Watson | ER tov metingen | ER incl. metingen tov influent |       |      |         |
| 592  | Hexachloorcyclohexaan, gamma-   | Pesticiden/biociden              | 9                    | 0,00                          | 0,00                             | 0,00                             | 0,011                        | 0,011                     | 0%                        | 0%                             | 0%                   | 0%                            | 4,00                                | 0,00            | 0,00                           | 0,011 | 0%   | 0%      |
| 594  | Di(2-Ethylhexyl)ftalaat         | Industrial chemicals             | 115                  | 3,93                          | 0,00                             | 0,36                             | 23,95                        | 23,95                     | 0%                        | 9%                             | 2%                   | 0%                            | 11,00                               | 5,67            | 0,91                           | 23,95 | 16%  | 4%      |
| 619  | Tetrachlooretheen               | Volatile Organic Compounds       | 9                    | 0,02                          | 51,14                            | 51,13                            | 0                            | 246647%                   | 246587%                   | 0%                             | 0%                   | 0%                            | 4,00                                | 6,15            | 52,37                          | 0     | 852% | 0%      |
| 621  | Trichlooretheen                 | Volatile Organic Compounds       | 9                    | 0,05                          | 2,44                             | 2,46                             | 0,002                        | 0,002                     | 4704%                     | 4729%                          | 106476%              | 0%                            | 4,00                                | 0,90            | 2,49                           | 0,002 | 277% | 108063% |
| 622  | Trichloormethaan                | Volatile Organic Compounds       | 9                    | 0,07                          | 0,00                             | 0,05                             | 0,517                        | 0,517                     | 0%                        | 71%                            | 10%                  | 0%                            | 4,00                                | 0,00            | 0,13                           | 0,517 | 0%   | 25%     |
| 642  | Perfluor-octaanzuur (PFOA)      | Industrial chemicals             | 47                   | 0,01                          | 0,00                             | 0,00                             | 0,02                         | 0,02                      | 0%                        | 0%                             | 0%                   | 0%                            | 0,00                                | 0,00            | 0,00                           | 0,02  | 0%   | 0%      |
| 643  | Carbendazim                     | Biociden/ herbiciden             | 122                  | 0,14                          | 0,00                             | 0,00                             | 0,273                        | 0,273                     | 0%                        | 2%                             | 1%                   | 0%                            | 7,00                                | 0,03            | 0,01                           | 0,273 | 20%  | 2%      |
| 647  | Isoproturon                     | Biociden/ herbiciden             | 128                  | 0,03                          | 0,00                             | 0,00                             | 0,014                        | 0,014                     | 0%                        | 0%                             | 0%                   | 0%                            | 16,00                               | 0,05            | 0,00                           | 0,014 | 0%   | 0%      |
| 651  | Atrazine                        | Pesticides                       | 9                    | 0,00                          | 0,00                             | 0,00                             | 0,014                        | 0,014                     | 0%                        | 0%                             | 0%                   | 0%                            | 9,00                                | 0,01            | 0,00                           | 0,014 | 0%   | 0%      |
| 656  | 2,4-Dichloofenoxyazijnzuur      | Pesticiden/biociden              | 94                   | 0,01                          | 0,01                             | 0,01                             | 0,3                          | 0,3                       | 74%                       | 74%                            | 2%                   | 0%                            | 0,00                                | 0,00            | 0,01                           | 0,3   | 0%   | 3%      |
| 661  | Diuron                          | Biociden/ herbiciden             | 137                  | 0,27                          | 0,00                             | 0,00                             | 0,064                        | 0,064                     | 0%                        | 0%                             | 0%                   | 0%                            | 16,00                               | 0,22            | 0,00                           | 0,064 | 0%   | 0%      |
| 672  | Simazine                        | Pesticiden/biociden              | 78                   | 0,00                          | 0,00                             | 0,00                             | 0,005                        | 0,005                     | 0%                        | 0%                             | 0%                   | 0%                            | 9,00                                | 0,00            | 0,00                           | 0,005 | 0%   | 0%      |
| 68   | BZV                             |                                  | 56000                | 22000,00                      | 0,00                             | 0,00                             | 0                            | 0                         | 0%                        | 0%                             | 0%                   | 0%                            | 0,00                                | 0,00            | 0,00                           | 0     | 0%   | 0%      |
| 681  | PCB's                           | Polychlorinated biphenyls (PCBs) | 41                   | 0,11                          | 0,00                             | 0,00                             | 8,325                        | 8,325                     | 4%                        | 4%                             | 0%                   | 0%                            | 11,00                               | 0,00            | 0,01                           | 8,325 | 0%   | 0%      |
| 689  | Mecoprop                        | Pesticiden/biociden              | 113                  | 0,42                          | 0,00                             | 0,01                             | 0                            | 0                         | 0%                        | 2%                             | 0%                   | 0%                            | 0,00                                | 0,00            | 0,02                           | 0     | 0%   | 0%      |
| 698  | Gebromeerde Difenylethers, PBDE |                                  | 46                   | 0,03                          | 0,01                             | 0,01                             | 0,055                        | 0,055                     | 26%                       | 33%                            | 16%                  | 0%                            | 4,00                                | 0,00            | 0,03                           | 0,055 | 0%   | 55%     |
| 710  | Amitrol                         |                                  | 15                   | 0,36                          | 0,00                             | 0,00                             | 0                            | 0                         | 0%                        | 0%                             | 0%                   | 0%                            | 4,00                                | 0,30            | 0,00                           | 0     | 0%   | 0%      |
| 725  | Glufosinaat-ammonium            |                                  | 19                   | 0,76                          | 0,00                             | 0,00                             | 0                            | 0                         | 0%                        | 0%                             | 0%                   | 0%                            | 0,00                                | 0,00            | 0,00                           | 0     | 0%   | 0%      |
| 726  | Glyfosaat                       | Pesticiden/biociden              | 137                  | 1,35                          | 4,29                             | 4,29                             | 4,465                        | 4,465                     | 317%                      | 317%                           | 96%                  | 0%                            | 4,00                                | 0,71            | 4,29                           | 4,465 | 604% | 96%     |
| 744  | Metolachloor                    | Pesticides                       | 9                    | 0,01                          | 0,00                             | 0,00                             | 0,732                        | 0,732                     | 0%                        | 0%                             | 0%                   | 0%                            | 0,00                                | 0,00            | 0,00                           | 0,732 | 0%   | 0%      |
| 753  | Propiconazol                    | Pesticides                       | 9                    | 0,07                          | 0,00                             | 0,00                             | 0,026                        | 0,026                     | 0%                        | 0%                             | 0%                   | 0%                            | 0,00                                | 0,00            | 0,00                           | 0,026 | 0%   | 0%      |

| Code | Naam                       | Toepassing                                  | Hemelwater           |                               |                               |                                  |                              |                           | CSO                       |                                |                      |                               |                                     |                 |                                |      |
|------|----------------------------|---|----------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------------|----------------------|-------------------------------|-------------------------------------|-----------------|--------------------------------|------|
|      |                            |   | n internat. metingen | gemiddelde internat. metingen | Concentratie riolen excl. dwa | Concentratie ER riolen incl. dwa | Concentratie influent Watson | ER excl. dwa tov metingen | ER incl. dwa tov metingen | ER incl. tov influent metingen | n internat. metingen | gemiddelde internat. metingen | Concentratie ER CSO influent Watson | ER tov metingen | ER incl. tov influent metingen |      |
| 765  | Azoxystrobin               | Pesticides                                  | 9                    | 0,00                          | 0,00                          | 0,00                             | 0,00                         | 0                         | 0%                        | 0%                             | 0%                   | 0,00                          | 0,00                                | 0               | 0%                             | 0%   |
| 787  | Difenoconazol              | Pesticides                                  | 9                    | 0,00                          | 0,00                          | 0,00                             | 0,00                         | 0                         | 0%                        | 0%                             | 0%                   | 0,00                          | 0,00                                | 0               | 0%                             | 0%   |
| 788  | Diflufenican               | Pesticides                                  | 9                    | 0,01                          | 0,00                          | 0,00                             | 0,00                         | 0                         | 0%                        | 0%                             | 0%                   | 0,00                          | 0,00                                | 0               | 0%                             | 0%   |
| 792  | Epoxiconazol               | Pesticides                                  | 9                    | 0,00                          | 0,00                          | 0,00                             | 0,00                         | 0                         | 0%                        | 0%                             | 0%                   | 0,00                          | 0,00                                | 0               | 0%                             | 0%   |
| 841  | Fipronil                   | Pesticides                                  | 9                    | 0,00                          | 0,00                          | 0,00                             | 0,00                         | 0                         | 0%                        | 0%                             | 0%                   | 0,00                          | 0,00                                | 0               | 0%                             | 0%   |
| 850  | Imidacloprid               | Pesticiden/biociden                         | 10                   | 0,00                          | 0,00                          | 0,00                             | 0,00                         | 0,267                     | 0%                        | 0%                             | 0%                   | 0,00                          | 0,00                                | 0,267           | 0%                             | 0%   |
| 877  | Tebuconazol                | Pesticiden/biociden                         | 94                   | 0,02                          | 0,00                          | 0,00                             | 0,00                         | 0                         | 0%                        | 0%                             | 0%                   | 0,00                          | 0,00                                | 0               | 0%                             | 0%   |
| 882  | Thiacloprid                | Pesticides                                  | 76                   | 0,00                          | 0,00                          | 0,00                             | 0,00                         | 0,002                     | 0%                        | 0%                             | 0%                   | 0,00                          | 0,00                                | 0,002           | 0%                             | 0%   |
| 886  | Trifloxystrobin            | Pesticides                                  | 9                    | 0,00                          | 0,00                          | 0,00                             | 0,00                         | 0                         | 0%                        | 0%                             | 0%                   | 0,00                          | 0,00                                | 0               | 0%                             | 0%   |
| 898  | Metaldelhyde               | Pharmaceuticals                             | 15                   | 0,13                          | 0,00                          | 0,00                             | 0,00                         | 0                         | 0%                        | 0%                             | 0%                   | 4,00                          | 0,00                                | 0               | 0%                             | 0%   |
| 920  | Carbamazepine              | Pharmaceuticals                             | 103                  | 0,00                          | 0,00                          | 0,02                             | 0,02                         | 0,534                     | 0%                        | 6199%                          | 4%                   | 10,00                         | 0,06                                | 0,05            | 0,534                          | 86%  |
| 921  | Diclofenac                 | Pharmaceuticals                             | 9                    | 0,67                          | 0,00                          | 0,02                             | 0,02                         | 0                         | 0%                        | 2%                             | 0%                   | 10,00                         | 0,11                                | 0,04            | 0                              | 38%  |
| 922  | Bezafibrat                 | Pharmaceuticals                             | 9                    | 0,002                         | 0,00                          | 0,00                             | 0,00                         | 0,176                     | 0%                        | 157%                           | 2%                   | 7,00                          | 0,09                                | 0,02            | 0,176                          | 20%  |
| 932  | Metoprolol                 | Pharmaceuticals                             | 9                    | 0,001                         | 0,00                          | 0,06                             | 0,06                         | 2,458                     | 0%                        | 12830%                         | 3%                   | 7,00                          | 0,20                                | 0,16            | 2,458                          | 80%  |
| 933  | Naproxen                   | Pharmaceuticals                             | 9                    | 0,02                          | 0,00                          | 0,03                             | 0,03                         | 4,418                     | 0%                        | 193%                           | 1%                   | 7,00                          | 0,12                                | 0,09            | 4,418                          | 73%  |
| 934  | Sotalol                    | Pharmaceuticals                             | 9                    | 0,07                          | 0,00                          | 0,05                             | 0,05                         | 1,519                     | 0%                        | 65%                            | 3%                   | 0,00                          | 0,00                                | 0,12            | 1,519                          | 0%   |
| 937  | Bisfenol A                 | Industrial chemicals                        | 72                   | 0,22                          | 0,00                          | 0,01                             | 0,01                         | 1,363                     | 0%                        | 4%                             | 1%                   | 17,00                         | 0,21                                | 0,02            | 1,363                          | 11%  |
| 938  | Ibuprofen                  | Pharmaceuticals                             | 9                    | 8,30                          | 0,00                          | 0,17                             | 0,17                         | 0                         | 0%                        | 2%                             | 0%                   | 7,00                          | 1,24                                | 0,50            | 0                              | 40%  |
| 940  | DEET (Diethyl-m-Toluamide) | Personal care products/ Pesticiden/biociden | 74                   | 0,03                          | 0,00                          | 0,04                             | 0,04                         | 0                         | 0%                        | 124%                           | 0%                   | 10,00                         | 0,05                                | 0,09            | 0                              | 196% |
| 942  | Acenaftheen                | Polycyclic aromatic hydrocarbons            | 110                  | 0,00                          | 0,04                          | 0,04                             | 0,04                         | 0                         | 1403%                     | 1401%                          | 0%                   | 11,00                         | 0,01                                | 0,04            | 0                              | 434% |
| 943  | Acenafthyleen              | Polycyclic aromatic hydrocarbons            | 110                  | 0,01                          | 0,03                          | 0,03                             | 0,03                         | 0                         | 248%                      | 248%                           | 0%                   | 11,00                         | 0,01                                | 0,04            | 0                              | 252% |
| 944  | dibenzo(ah)anthraceen      | Polycyclic aromatic hydrocarbons            | 110                  | 0,02                          | 0,01                          | 0,01                             | 0,01                         | 0                         | 24%                       | 23%                            | 0%                   | 11,00                         | 0,03                                | 0,01            | 0                              | 46%  |
| 945  | fluoreen                   | Polycyclic aromatic hydrocarbons            | 110                  | 0,02                          | 0,07                          | 0,07                             | 0,07                         | 0                         | 333%                      | 332%                           | 0%                   | 11,00                         | 0,02                                | 0,09            | 0                              | 379% |

| Code | Naam             | Toepassing                       | Hemelwater           |                               |                                  |                                  |                              |                           | CSO                       |                       |                      |                               |   |                 |                              |      |      |
|------|------------------|----------------------------------|----------------------|-------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------------|---|-----------------|------------------------------|------|------|
|      |                  |                                  | n internat. metingen | gemiddelde internat. metingen | Concentratie ER riolen excl. dwa | Concentratie ER riolen incl. dwa | Concentratie influent Watson | ER excl. dwa tov metingen | ER incl. dwa tov metingen | ER incl. tov influent | n internat. metingen | gemiddelde internat. metingen | Concentratie ER CSO tie influent Watson | ER tov metingen | ER incl. tov Watson influent |      |      |
| 946  | pyreen           | Polycyclic aromatic hydrocarbons | 138                  | 0,28                          | 0,16                             | 0,17                             | 0,134                        | 0,134                     | 58%                       | 58%                   | 124%                 | 11,00                         | 0,20                                    | 0,29            | 0,134                        | 146% | 220% |
| 947  | PAK (16 van EPA) | Polycyclic aromatic hydrocarbons | 129                  | 1,66                          | 1,13                             | 1,14                             | 0                            | 0                         | 68%                       | 69%                   | 0%                   | 0,00                          | 0,00                                    | 2,51            | 0                            | 0%   | 0%   |
| 949  | Gabapentine      | Pharmaceuticals                  | 76                   | 0,02                          | 0,00                             | 0,11                             | 0                            | 0                         | 0%                        | 609%                  | 0%                   | 0,00                          | 0,00                                    | 0,27            | 0                            | 0%   | 0%   |
| 951  | Oxazepam         | Pharmaceuticals                  | 9                    | 0,07                          | 0,00                             | 0,02                             | 0                            | 0                         | 0%                        | 22%                   | 0%                   | 0,00                          | 0,00                                    | 0,04            | 0                            | 0%   | 0%   |
| 955  | Gemfibrozil      | Pharmaceuticals                  | 9                    | 0,00                          | 0,00                             | 0,00                             | 0                            | 0                         | 0%                        | 0%                    | 0%                   | 0,00                          | 0,00                                    | 0,00            | 0                            | 0%   | 0%   |

