



Lideke Vergouwen, Grontmij
Barry Pieters, Grontmij
Bert Palsma, STOWA

Geneesmiddelen in afvalwater: aanpak bij zorginstellingen of woonwijken?

Geneesmiddelen zijn ongewenst in oppervlaktewater vanuit het oogpunt van ecologische waterkwaliteit en drinkwaterbereiding. Daarnaast veroorzaakt de aanwezigheid van geneesmiddelen in het milieu maatschappelijke onrust. Om te weten waar je zinvol zou kunnen ingrijpen in de waterketen, moet de omvang van de bronnen bekend zijn. In het project ZORG zijn daarom in het beheergebied van de waterschappen Vallei & Eem, Roer en Overmaas, Hunze en Aa's, Aa en Maas, Scheldestromen, Rivierenland, De Dommel en Brabantse Delta metingen verricht naar geneesmiddelen in afvalwater van verschillende typen zorginstellingen en woonwijken en van in- en effluënten van rwzi's. Samen met de meetresultaten bij ziekenhuizen uit het eerder uitgevoerde project Verg(h)ulde Pillen zijn kentallen afgeleid voor de emissies vanuit deze verschillende bronnen. Die zijn te extrapoleren naar onbekende situaties. Het blijkt dat de totaalvracht aan geneesmiddelen uit woonwijken vele malen groter is dan die uit zorginstellingen, ondanks het feit dat mensen uit zorginstellingen veel meer geneesmiddelen per persoon uitscheiden. Ook zijn er duidelijke verschillen in de typen geneesmiddelen vanuit de bronnen.

Zowel humane als veterinaire geneesmiddelen zijn al regelmatig aangetoond in grond-, drink- en oppervlaktewater. Waterschappen willen graag emissies van geneesmiddelen naar oppervlaktewater verminderen. Geneesmiddelen zijn immers ongewenst in het watersysteem. Daarnaast zijn er mogelijk schadelijke gevolgen voor het aquatische ecosysteem en kan de kwaliteit beïnvloed worden van uit oppervlaktewater bereid drinkwater. Om maatregelen te kunnen nemen, is het nodig te weten wat de belangrijkste bronnen van deze geneesmiddelen zijn.

Geneesmiddelen komen na inname door uitscheiding van feces en vooral urine in het afvalwater terecht en bereiken zo via het effluent van rwzi's het oppervlaktewater. In het project Verg(h)ulde Pillen¹⁾ is gemeten wat de relatieve bijdrage van ziekenhuizen is aan de vracht geneesmiddelen in het influent van rwzi's. De resultaten van dit project waren voor STOWA en acht waterschappen aanleiding om ook de bijdrage vanuit zorginstellingen en woonwijken te inventariseren. Het aantal bewoners van zorginstellingen is namelijk vele malen groter dan het

aantal patiënten in ziekenhuizen. In 2009 is daarom gezamenlijk het project ZORG opgestart. Begonnen is met een inventarisatie van de inname van geneesmiddelen bij verschillende typen zorginstellingen in een bureaustudie^{2),3)}. Met behulp van uitscheidingsfactoren uit literatuur zijn de concentraties van verschillende geneesmiddelen in het afvalwater berekend. In vervolg op deze bureaustudie zijn daadwerkelijke metingen verricht in het beheersgebied van de acht deelnemende waterschappen. De deelresultaten zijn gerapporteerd in acht deelrapporten⁴⁾. In een eindrapportage zijn alle resultaten geïntegreerd⁵⁾.

Kentallen emissies op basis van metingen

Op basis van metingen van geneesmiddelen in afvalwater van drie ziekenhuizen¹⁾, acht zorginstellingen van verschillende typen en zeven woonwijken en van in- en effluënten van acht rwzi's⁵⁾, zijn kentallen (gram/persoon/jaar) afgeleid voor emissie van geneesmiddelen. Bij de kentallen is onderscheid gemaakt in verschillende groepen geneesmiddelen volgens de classificatie van de internationaal erkende-ATC codering (zie tabel 1).

Wat meten we wel en niet?

Lang niet alle geneesmiddelen komen in de gangbare analysepakketten voor. Andere geneesmiddelen, die wel geanalyseerd worden, zijn vaak niet met voldoende lage rapportagegrenzen gerapporteerd. Deze geneesmiddelen kunnen daarom niet in vrachtberekeningen meegenomen worden. Gelukkig worden de geneesmiddelen die in de grootste vrachten voorkomen, wel gemeten en in vrachtberekeningen betrokken.

In zorginstellingen is sprake van een relatief homogene populatie (ouderen, gehandicapten en GGZ-patiënten) en bewoners verblijven er vaak langere tijd of zelfs continu. De toe te dienen geneesmiddelen zijn veelal bestemd voor chronische ziekten. De emissie naar het afvalwater zal in het verloop van een jaar daarom niet veel variëren. Dit maakt het mogelijk voor zorginstellingen een uitspraak te doen over de verwachte vrachten geneesmiddelen in het afvalwater op basis van innamegegevens of recepten van apotheken. De meetresultaten blijken redelijk goed overeen te komen met de berekende resultaten uit de bureaustudie^{2),3)}.

| bron | ziekenhuizen | verpleeg- en verzorgingshuizen | instellingen voor gehandicapten | GGZ-instellingen | woonwijken | influent rwzi | effluent rwzi |
|--|--------------|--------------------------------|---------------------------------|------------------|------------|---------------|---------------|
| type geneesmiddel | | | | | | | |
| spijsvertering (metformine) | | 26,6 | 6,1 | 17,6 | 5 | 6,7 | 0,5 |
| bloed- en bloedvormende organen | | 1,1 | 0,6 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,01 |
| hart- en vaatmiddelen | 2,3 | 1,8 | 0,7 | 0,7 | 0,3 | 0,6 | 0,4 |
| anti-infectiemiddelen (antibiotica) | 15,2 | 0,2 | 0,4 | 0,3 | 0 | 0,05 | 0,03 |
| immunomodulerend | | | | | 0,001 | | |
| spier- en skeletstelsel | 4,8 | 0,9 | 1,5 | 2,5 | 1 | 1,2 | 0,07 |
| zenuwstelsel | 0,2 | 3,8 | 8,4 | 7,6 | 0,3 | 1 | 0,5 |
| varia (röntgencontrastmiddelen) | 507 | | | | | | |
| overig | 1,6 | | | | 0 | | |
| totale vracht (g/p/j) | 531,2 | 34,5 | 17,6 | 28,9 | 6,8 | 9,7 | 1,5 |
| totale vracht (g/p/j) exclusief röntgencontrastmiddelen en metformine | 24,2 | 7,9 | 11,5 | 11,3 | 1,8 | 3 | 1 |

Tabel 1. Kentallen vrachten geneesmiddelen (gram/persoon/jaar) in afvalwater van ziekenhuizen, zorginstellingen, woonwijken en in- en effluënten van rwzi's op basis van metingen onderverdeeld naar ATC-hoofdgroepen.

In ziekenhuizen wisselt het aantal patiënten sterk, patiënten verblijven er veelal kort en het type toegediende geneesmiddelen betreft vaak incidentele ziekten. Bovendien worden geneesmiddelen in ziekenhuizen vaak meegegeven aan patiënten voor thuisgebruik. Voor specifieke medicijnen zal de variatie van de emissie naar het afvalwater daarom groot zijn. Voor ziekenhuizen is het op basis van innamegegevens of recepten van apotheken dan ook moeilijk voor specifieke geneesmiddelen een uitspraak te kunnen doen over de verwachte vrachten geneesmiddelen in het afvalwater. Voor de meest gangbare medicijnen in ziekenhuizen, die in totaal ook

in de grootste vrachten worden toegediend, zal de emissie, evenals de emissie van deze middelen uit woonwijken, naar verwachting niet veel variatie kennen.

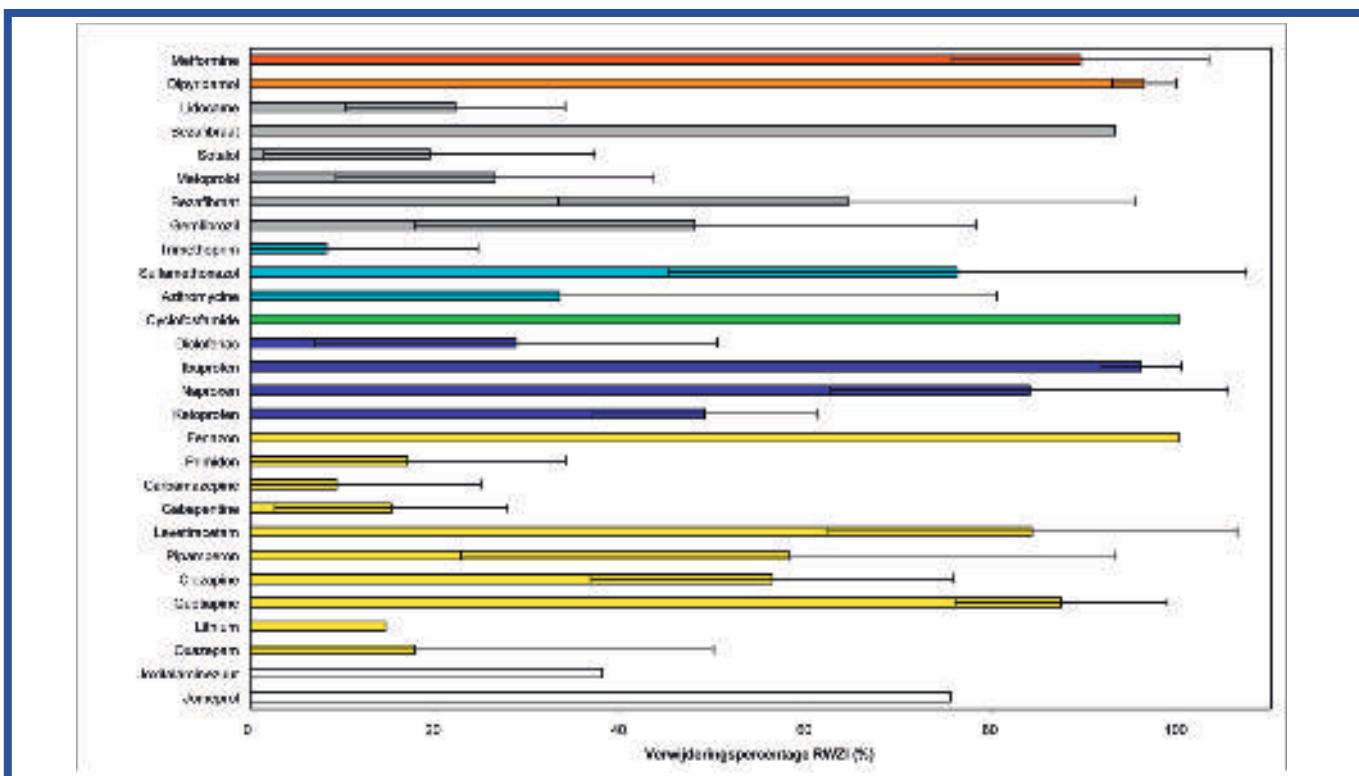
Verwijderingspercentages in rwzi's

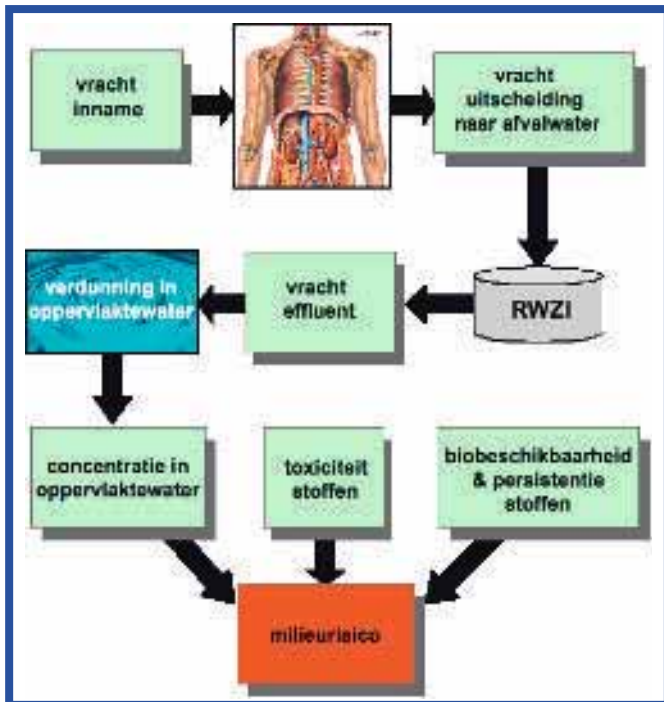
Tussen de geneesmiddelen bestaan grote verschillen in de mate van verwijdering door een rwzi. Sommige worden vrijwel volledig door de de rwzi verwijderd en andere vrijwel niet (zie afbeelding 1). Ook binnen dezelfde groep geneesmiddelen is sprake van een grote spreiding in de verwijderingspercentages. Zo wordt het anti-epilepticum levitiracetam voor 84 procent verwijderd

en het anti-epilepticum carbamazepine voor 9 procent. Het gemiddelde verwijderingspercentage van de totaalvracht (exclusief röntgencontrastmiddelen) aan gemeten geneesmiddelen bedraagt 81 procent. Wanneer metformine niet in de berekening wordt meegenomen, daalt het verwijderingspercentage sterk naar 65 procent. Zeker gezien het feit dat de bemonsterde rwzi's geen nageschakelde zuiveringstappen hebben, worden door reguliere rwzi's dus al aanzienlijke vrachten geneesmiddelen verwijderd.

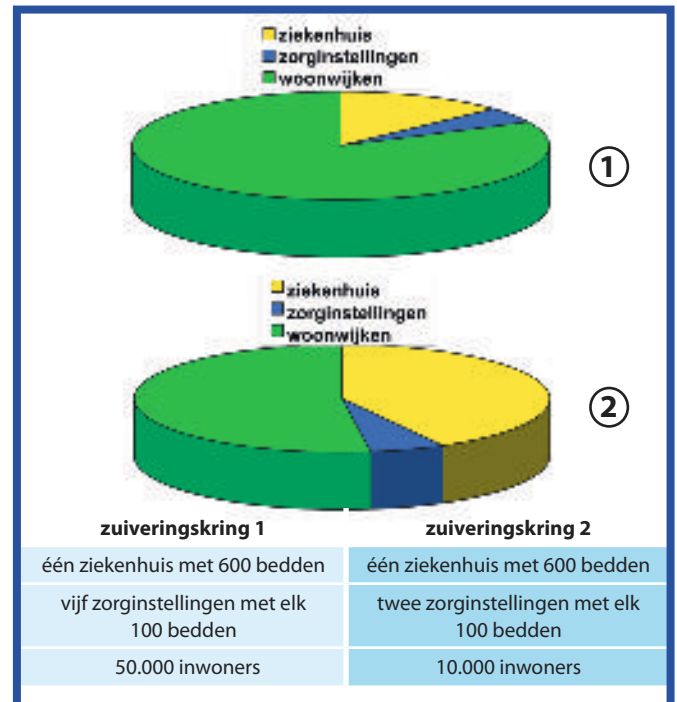
Bij één rwzi is het zuiveringsslib uit de

Afb. 1. Gemiddelde verwijderingspercentages op basis van metingen in in- en effluënten bij zeven rioolwater- en één afvalwaterzuiveringsinstallatie.





Afb. 2: De route van elk geneesmiddel naar het oppervlaktewater. De vracht in het effluent, de verdunding in het oppervlaktewater en de toxiciteit van het geneesmiddel bepalen uiteindelijk het milieurisico van het individuele geneesmiddel.



Afb. 3: De relatieve bijdrage van de vracht geneesmiddelen vanuit verschillende bronnen aan het influent en effluent van een rwzi verschilt per zuiveringskring. Twee fictieve voorbeelden.

nabezinktank geanalyseerd op aanwezigheid van geneesmiddelen om na te gaan in hoeverre slibafvoer in een rwzi bijdraagt aan verwijdering uit het oppervlaktewater. Enkele geneesmiddelen voor het zenuwstelsel blijken voor een aanzienlijk percentage afgevoerd te worden met zuiverings-slib (carbamazepine (4,5 procent), gabapentine (9,7 procent), pipamperon (14,6 procent), clozapine (39 procent), quetiapine (8,1 procent) en oxazepam (6,5 procent). Vergeleken met de overige geneesmiddelen zijn deze stoffen waarschijnlijk meer slibgebonden dan opgelost in de waterfractie. Slibafvoer uit de rwzi betekent daarom niet altijd dat geneesmiddelen uit het milieu verwijderd zijn. De route, verwerking en bestemming van het zuiverings-slib bepalen waar geneesmiddelen uiteindelijk terecht komen. De verwachting is dat alleen bij verbranding van zuiverings-slib geneesmiddelen volledig uit het milieu te verwijderen zijn.

Elk geneesmiddel is verschillend

Voor een schatting van het milieurisico van een medicijn moeten alle onderdelen van de route van het geneesmiddel in de hele waterketen meegenomen worden: de hoeveelheid geneesmiddel die ingenomen wordt, het percentage van deze hoeveelheid dat uitgescheiden wordt en in het afvalwater terecht komt, de hoeveelheid die verwijderd wordt door de rwzi, de toxiciteit van het geneesmiddel in het oppervlaktewater en de verdunding die optreedt in het oppervlaktewater (zie afbeelding 2). Met uitzondering van de verdunding, die afhankelijk is van lokale omstandigheden, is elk onderdeel verschillend voor elk geneesmiddel. De metingen in het project ZORG hebben voor de geanalyseerde geneesmiddelen meer duidelijkheid verschaft over hun gedrag bij enkele onderdelen in deze waterketen.

Kentallen zijn bruikbaar voor emissieschattingen

De afgeleide kentallen in deze studie zijn bruikbaar voor emissieschattingen en moeten daarom niet als harde cijfers beschouwd worden. Inherent aan kentallen is immers dat zij gebaseerd zijn op (gewogen) gemiddelden en elk individueel geval kan afwijken. Bovendien is duidelijk geworden dat een aantal onzekerheden bestaat in de aannamen en berekeningsmethoden van de afgeleide kentallen. Zo zijn niet voor alle geneesmiddelen chemische analyses beschikbaar en bestaan verschillen tussen de samenstelling van de analysepakketten van het project bij de ziekenhuizen en de zorginstellingen. Ook kennen de analyses zelf een onzekerheid en zijn de extrapolaties gebaseerd op een momentopname, ondanks het feit dat meerdere monsternamen hebben plaatsgevonden. De kentallen zijn generiek genoeg en kunnen voldoende houvast bieden om op basis daarvan beleid te kunnen formuleren.

Om voor een zuiveringskring globaal af te leiden welke vrachten geneesmiddelen van welke bronnen afkomstig zijn, kunnen de volgende getallen gehanteerd worden: ziekenhuizen 24 g/p/j, zorginstellingen 10 g/p/j en woonwijken 1,8 g/p/j (zie tabel 2). Berekening op basis van deze kentallen geeft inzicht in de onderlinge verhoudingen vanuit de verschillende bronnen bij verschillende zuiveringskringen (zie voorbeelden in afbeelding 3).

In afbeelding 4 is het landelijk beeld te zien van de emissievrachten vanuit de verschillende bronnen. In het influent van de rwzi's komt jaarlijks circa 32 ton geneesmiddelen waarvan 28 ton afkomstig is van woonwijken. Vanuit het effluent van de rwzi's komt jaarlijks elf ton geneesmiddelen in de Nederlandse wateren terecht.

Vooruitblik

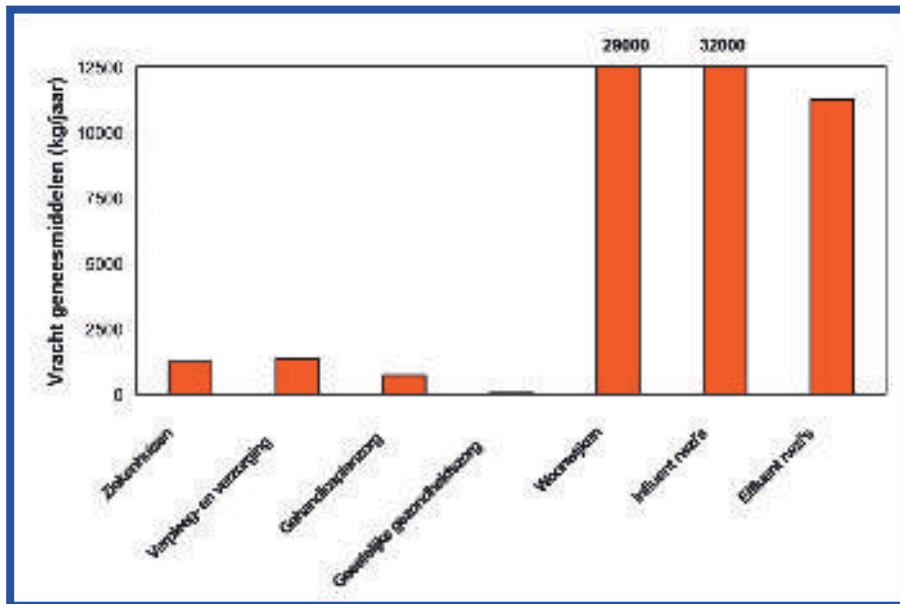
De route van geneesmiddelen door de afvalwaterketen heen is complex. Ook de ecologische risicobeoordeling van geneesmiddelen in het aquatisch milieu is geen eenvoudige zaak, omdat weinig bekend is van de ecotoxiciteit, biobeschikbaarheid en persistentie van geneesmiddelen. In oppervlaktewater bevinden zich naast humane geneesmiddelen ook andere stoffen die een risico vormen voor het milieu en drinkwaterbereiding. Hieronder vallen bijvoorbeeld veterinaire geneesmiddelen en hormoonverstorende stoffen, zoals brandvertragers en weekmakers (nonylfenolen). De 'andere' stoffen kennen naast verspreiding via de (afval)waterketen ook andere verspreidingsroutes. Op basis van de resultaten van de projecten ZORG en Verg(h)ulde Pillen zijn kentallen gegenereerd voor emissies van humane geneesmiddelen uit verschillende typen zorginstellingen, ziekenhuizen, woonwijken en voor vrachten in in- en effluent van rwzi's. Deze kentallen voor humane geneesmiddelen dragen bij aan een onderbouwing van de besluitvorming óf er maatregelen in de afvalwaterketen genomen moeten worden om de emissie van deze geneesmiddelen naar het afvalwater te reduceren en zo ja op welke plaats deze maatregelen het best genomen kunnen worden. Het effect van maatregelen bij een specifieke bron blijkt vaak verschillend te zijn. Voor individuele situaties kan het voor de beantwoording van een specifieke vraag noodzakelijk zijn aanvullende metingen te verrichten. Globale kentallen dragen immers bij aan globale oplossingen en voor specifieke situaties zijn mogelijk specifieke getallen nodig. Specifieke situaties blijven maatwerk.

Beoordeling van de risico's voor het milieu op basis van kennis van individuele stoffen blijft

lastig: kilo's per jaar in effluenten van rzwi's zegt niets over ecotoxiciteit. Het zal moeilijk blijven alle individuele geneesmiddelen te analyseren en hun toxiciteit te beoordelen. Daarnaast zijn veel geneesmiddelen

individueel niet direct problematisch, maar zijn de totaalvracht en de combinatie van specifieke geneesmiddelen uiteindelijk relevanter voor eventuele humane of ecotoxicologische effecten. STOWA en de

waterschappen verkennen momenteel de mogelijkheden van effectmetingen als screeninginstrument. Het grote voordeel van deze aanpak is dat de verschillende effecten van alle stoffen samen beoordeeld kunnen worden.



Afb. 4: Landelijk beeld emissies geneesmiddelen vanuit verschillende bronnen.

LITERATUUR

- 1) Roorda J., J. Derksen, M. Kuiper en S. Kools (2009). Verg(h)ulde pillen eindrapport. STOWA. Rapport 2009-06.
- 2) Pieters B., A. Vergouwen, J. Derksen, J. Horstman en N. Coutton (2010). ZORG. Zoeken naar Oplossingen voor Reductie van Geneesmiddelenemissies uit zorginstellingen. Deel A. Bureaustudie. STOWA. Rapport 2010-06.
- 3) Pieters B., A. Vergouwen, B. Palsma en J. Derksen (2010). Emissies van geneesmiddelen uit zorginstellingen. H₂O nr. 25/26 pag. 52-54.
- 4) Vergouwen A. en B. Pieters (2011). ZORG Deel B Metingen. 8 rapporten met 8 casestudies. Waterschappen Aa en Maas, Vallei & Eem, Roer en Overmaas, Hunze en Aa's, Scheldestromen, Rivierenland, Dommel en Brabantse Delta. STOWA. Rapporten 2011-W01A t/m W01H.
- 5) Vergouwen A., B. Pieters en S. Kools (2011). ZORG. Inventarisatie van emissie van geneesmiddelen uit zorginstellingen. Deel C eindrapportage. STOWA. Rapport 2011-02.