

Onderzoek naar verspreiding, effecten en risico's van microplastics in het Vlaamse oppervlaktewater

Deelrapport 3 : Analyse van massa- en deeltjesstromen
in waterzuiveringsinstallaties

Onderzoek naar verspreiding, effecten en risico's van microplastics in het Vlaamse oppervlaktewater

Opdrachtgever: Vlaamse Milieumaatschappij

Partners:

VMM

Universiteit Gent

VITO

Dr. Maaïke Vercauteren

Ilias Semmouri

Emmanuel Van Acker

Emmy Pequeur

Leen Van Esch

Inge Uljee

Prof. Dr. ir. Jana Asselman

Prof. Dr. Colin Janssen

Ghent University (UGent)

Laboratory of Environmental Toxicology and Aquatic Ecology

Environmental Toxicology Unit (GhEnToxLab)

E Colin.Janssen@UGent.be

T +32 9 264 89 19 (secretary) or +32 9 264 37 75 (direct line)

Campus Coupure, Building F, 2nd Floor

Coupure Links 653, 9000 Ghent

www.ugent.be

<http://www.ecotox.ugent.be/>



**UNIVERSITEIT
GENT**



Voorwoord

Dit deelrapport beschrijft de stroming van massa en aantal deeltjes microplastics door een waterzuiveringsinstallatie. Aan de hand van twee casestudies proberen we een zo volledig mogelijk beeld te geven van de beweging en verwijdering van microplastics in een rioolwaterzuiveringsinstallatie. Deze studie kadert in een allesomvattende studie naar microplastic verontreiniging in Vlaanderen. Dit deelrapport is onlosmakelijk verbonden met het kernrapport getiteld 'Onderzoek naar verspreiding, effecten en risico's van microplastics in het Vlaamse oppervlaktewater' dat meer informatie bevat rond de werking en algemene zuivering efficiëntie van een RWZI. Dit kernrapport is terug te vinden via: www.vmm.be/publicaties

Deze studie kwam tot stand door een nauwe samenwerking tussen de Vlaamse milieumaatschappij (VMM), Universiteit Gent (GhEnToxLab) en de Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek (VITO).

Inhoudstafel

<u>Lijst van tabellen</u>	p.5
<u>Lijst van figuren</u>	p.5
<u>Afkortingen</u>	p.6
<u>Hoofdstuk 1: Inleiding</u>	p.7
<u>Hoofdstuk 2: Methode</u>	p.9
<u>Hoofdstuk 3: Rioolwaterzuiveringsinstallatie Aartselaar</u>	p.10
3.1 Stofstroomanalyse op basis van aantal microplastic deeltjes	
3.2 Stofstroomanalyse op basis van massa microplastic	
3.3 Gedifferentieerde stofstroomanalyse op basis van polymeertype	
3.4 Gedifferentieerde stofstroomanalyse op basis van partikelgrootte	
<u>Hoofdstuk 4: Rioolwaterzuiveringsinstallatie Grimbergen</u>	p.17
4.1 Stofstroomanalyse op basis van aantal microplastic deeltjes	
4.2 Stofstroomanalyse op basis van massa microplastic	
4.3 Gedifferentieerde stofstroomanalyse op basis van polymeertypes	
4.4 Gedifferentieerde stofstroomanalyse op basis van partikelgrootte	
<u>Hoofdstuk 5: Conclusies</u>	p.23
<u>Dankwoord</u>	p.25
<u>Referenties</u>	p.26

Lijst van tabellen

Tabel 1: Overzicht parameters staalname RWZI-Aartselaar	11
Tabel 2: Overzicht stofstroom analyse van microplastics (MP) in rioolwaterzuiveringsinstallatie in Aartselaar	13
Tabel 3: Overzicht parameters staalname RWZI-Grimbergen	18
Tabel 4: Overzicht stofstroom analyse van microplastics (MP) in rioolwaterzuiveringsinstallatie in Grimbergen	19

Lijst van figuren

Figuur 1: Schematische voorstelling van de verschillende zuiveringsstappen in een rioolwaterzuiveringsinstallatie	8
Figuur 2: Overzicht rioolwaterzuiveringsinstallatie in Aartselaar	10
Figuur 3: Stofstroomanalyse voor aantal microplastic deeltjes in rioolwaterzuiveringsinstallatie in Aartselaar bij nat (rood) en droog (groen) weer.	12
Figuur 4: Stofstroomanalyse voor massa microplastic in rioolwaterzuiveringsinstallatie in Aartselaar bij nat (rood) en droog (groen) weer.	12
Figuur 5: Gedifferentieerde stofstroomanalyse (deeltjes) in een rioolwaterzuiveringsinstallatie in Aartselaar in een droge staalnameperiode op basis van polymeertypes	14
Figuur 6: Gedifferentieerde stofstroomanalyse (deeltjes) in een rioolwaterzuiveringsinstallatie in Aartselaar in een natte staalnameperiode op basis van polymeertypes	14
Figuur 7: Gedifferentieerde stofstroomanalyse (deeltjes) in een rioolwaterzuiveringsinstallatie in Aartselaar in een droge staalnameperiode op basis van deeltjesgrootte	16
Figuur 8: Gedifferentieerde stofstroomanalyse (deeltjes) in een rioolwaterzuiveringsinstallatie in Aartselaar in een natte staalnameperiode op basis van deeltjesgrootte	16
Figuur 9: Overzicht rioolwaterzuiveringsinstallatie in Grimbergen	17
Figuur 10: Stofstroomanalyse voor aantal microplastic deeltjes in rioolwaterzuiveringsinstallatie in Grimbergen bij nat (rood) en droog (groen) weer.	18
Figuur 11: Stofstroomanalyse voor massa microplastic in rioolwaterzuiveringsinstallatie in Grimbergen bij nat (rood) en droog (groen) weer.	19
Figuur 12: Gedifferentieerde stofstroomanalyse (deeltjes) in een rioolwaterzuiveringsinstallatie in Grimbergen in een droge staalname periode op basis van polymeertypes.	20
Figuur 13: Gedifferentieerde stofstroomanalyse (deeltjes) in een rioolwaterzuiveringsinstallatie in Grimbergen in een natte staalname periode op basis van polymeertypes.	21
Figuur 14: Gedifferentieerde stofstroomanalyse (deeltjes) in een rioolwaterzuiveringsinstallatie in Grimbergen in een droge staalname periode op basis van deeltjesgrootte	22
Figuur 15: Gedifferentieerde stofstroomanalyse (deeltjes) in een rioolwaterzuiveringsinstallatie in Grimbergen in een natte staalname periode op basis van deeltjesgrootte	23

Afkortingen

BZV	Biologisch zuurstofverbruik
CZV	Chemisch zuurstofverbruik
IE	Inwoner equivalent
MP	Microplastic
N	Stikstof
P	Fosfor
PE	Polyethyleen
PET	Polyethyleentereftalaat
PP	Polypropyleen
PS	Polystyreen
PVC	Polyvinylchloride
RWZI	Rioolwaterzuiveringsinstallatie
WEISS	<i>Water Emissions Inventory Planning Support System</i>
ZS	zwevende stof

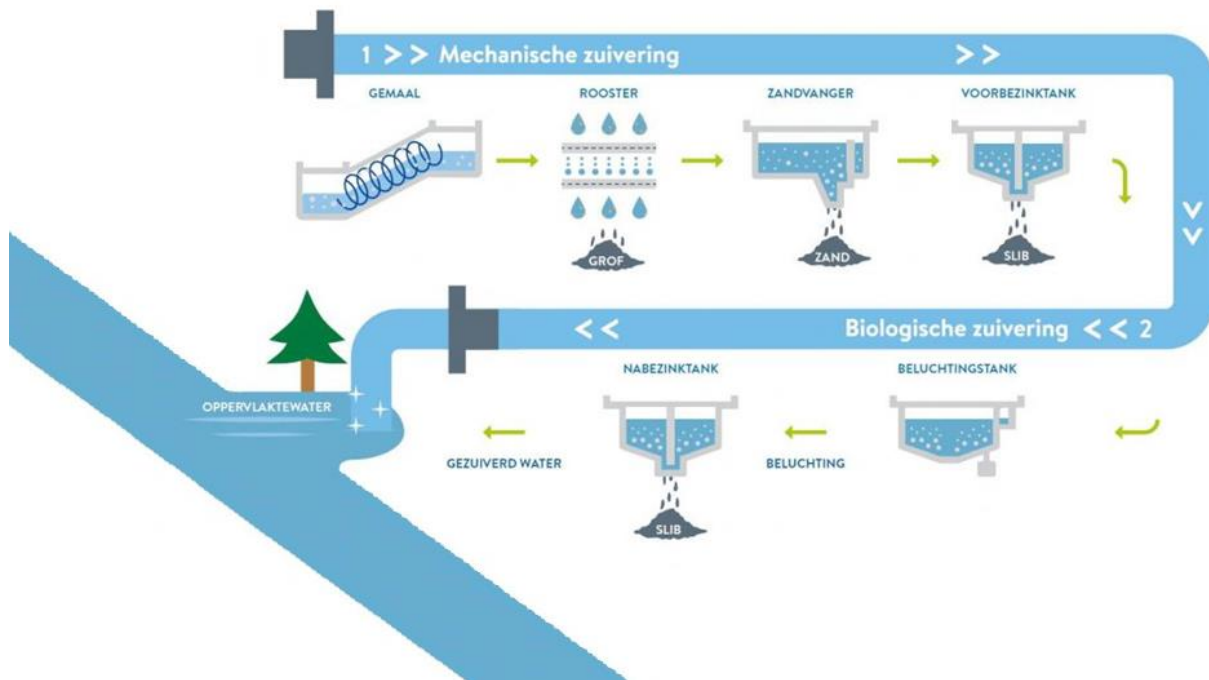
Hoofdstuk 1: Inleiding

Aquafin is de beheerder van de rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) in Vlaanderen. In 2019 waren er 321 rioolwaterzuiveringsinstallaties actief in Vlaanderen die samen zorgden voor de zuivering van 84 % van het huishoudelijke afvalwater (Aquafin, 2020). Voor de zuivering zijn het Vlaamse Gewest, de gemeenten én waterverbruikers zelf verantwoordelijk. Dit wil zeggen dat wanneer een riolering aanwezig is, de eigenaar van het gebouw verplicht is om de lozing van zijn afvalwater hierop aan te sluiten. Indien er geen riolering aanwezig is, is de eigenaar zelf verantwoordelijk voor de zuivering van het afvalwater voor lozing.

Een RWZI bootst het natuurlijke zuiveringsproces van water na op een grote schaal. Het zuiveringsproces bestaat uit verschillende opeenvolgende stappen (Figuur 1):

- 1) Mechanische voorzuivering
 - Het binnenkomende afvalwater wordt met behulp van vijzels naar een fijnmazig rooster gebracht waarbij grotere voorwerpen waaronder takken, papiertjes maar ook plastic verpakkingen tegengehouden worden.
- 2) Vet- en/of zandvanger (optioneel)
 - In sommige RWZI's wordt de mechanische zuivering gevolgd door een vet- en/of zandvanger.
 - De vetvanger zal alle bovendrijvende vetten en oliën van het water schrapen.
 - In de zandvanger zal de stroom vertraagd worden waardoor grind en zand de kans krijgen om te bezinken en dus afgevoerd kunnen worden.
- 3) Voorbezinktank (optioneel)
 - In sommige installaties haalt een voorbezinktank de laatste fractie van het bezinkbaar materiaal uit het water.
- 4) Biologische zuivering
 - Micro-organismen (aanwezig in het zogenaamde actief slib) gebruiken vervuiling in het rioolwater als koolstofbron waarbij deze de vervuilende stoffen afbreken tot CO₂ en water. Door afwisselend het water wel en niet te beluchten worden zowel stikstof als fosfor verwijderd.
- 5) Nabezinktank
 - In deze fase krijgt het slib de tijd om naar de bodem te zinken waar het met een metalen schraper naar het centrum van de tank wordt gebracht en verwijderd. Het slib wordt verzameld en keert grotendeels terug naar de tank voor biologische zuivering. Het teveel aan slib (de micro-organismen groeien continu aan) zal na ontwatering en droging verbrand worden voor energieproductie.

Na dit proces loopt het gezuiverde afvalwater over de rand van het bekken en wordt dit geloosd in de nabije waterloop.



Figuur 1: Schematische voorstelling van de verschillende zuiveringsstappen in een rioolwaterzuiveringsinstallatie

Een RWZI combineert verschillende methoden om uiteindelijk voldoende zuiver water (effluent) te bekomen. De gebruikte zuiveringsstappen zijn afhankelijk per zuiveringsinstallatie en zullen afhankelijk zijn van

- Aantal inwoners en dus het verwachte debiet
- Vervuilingsgraad van het water

De vervuilings- en zuiveringsgraad van het water wordt gemeten aan de hand van 5 metingen:

- Hoeveelheid zwevende stof (ZS; g/dag). Zwevende stoffen zijn alle niet-opgeloste stoffen in het afvalwater
- Biologisch zuurstofverbruik (BZV; g/dag), een maat voor biologisch afbreekbare vuilvracht in het afvalwater.
- Chemisch zuurstofverbruik (CZV; g/dag), maat voor zuurstofverbruik nodig voor zuivering van het afvalwater via chemisch processen.
- Fosfor (P) en stikstof (N) gehalte in het afvalwater

Wanneer we dit vanuit het perspectief van de microplastic vervuiling bekijken, kunnen we onmiddellijk opmerken dat rioolwaterzuiveringsinstallaties niet specifiek uitgerust zijn om microplastics uit het afvalwater te verwijderen. Het is dus belangrijk om na te gaan of de gebruikte zuiveringsprocessen ook de microplastics uit het water kunnen zuiveren.

We kunnen het zuiveringsrendement van microplastics berekenen aan de hand van het aantal microplastics in het influent¹ en die in het effluent². Dit wordt uitgebreid besproken in het kernrapport sectie 4.3 (www.vmm.be/publicaties). Algemeen slagen de bemonsterde RWZI's erin om ongeveer

¹ Het influent is het vuile afvalwater dat voor zuivering naar een zuiveringsinstallatie aangevoerd wordt.

² Het effluent is het gezuiverde water dat de rioolwaterzuiveringsinstallatie verlaat en in het oppervlaktewater wordt geloosd.

98% van de binnenstromende microplastic deeltjes uit het water te zuiveren. Om na te gaan welke stappen in de zuivering nu het meest effectief zijn voor de verwijdering van microplastics, kunnen we de deelstromen en verwijderde fracties in de RWZI's bekijken en op basis hiervan een stroom analyse (o.b.v. massa en deeltjes) uit te voeren. Deze analyse werd uitgevoerd in twee geselecteerde RWZI's, in Aartselaar en Grimbergen.

Hoofdstuk 2: Methode

Om de stroming van microplastics te gaan onderzoeken werden twee casestudies opgezet die de massa-en deeltjes stroom in twee verschillende RWZI's, namelijk RWZI-Aartselaar en RWZI-Grimbergen, bestuderen. De geselecteerde zuiveringsinstallaties werken op basis van de klassieke zuivering met behulp van actief slib.

Er werden op verschillende stappen in het zuiveringsproces stalen genomen om het aantal microplastics en hun massa te bepalen. De methode voor het verzamelen van deze stalen wordt uitgebreid besproken in Deelrapport 1 (zie www.vmm.be/publicaties).

De gemeten concentraties (massa of deeltjes per L) voor influent en effluent worden omgezet naar een totaal aantal of massa microplastic per matrix, op basis van het debiet gemeten gedurende de staalname (drie dagen). De concentratie microplastic per gram nat gewicht van slib en zandstalen werd herrekend naar het totaal aantal kg slib of zand dat per dag of drie dagen verwijderd werd uit de RWZI, rekening houdend met de densiteit (bepaald op 100 ml voor het slib en 10 L voor het zand). De concentratie microplastics in de drijfslag werd herrekend naar het totale volume verwijderd per omgang van de *skimmer*, wat opnieuw werd omgerekend naar het totale verwijderd volume per dag (op basis van de gemiddelde duur van een rondgang).

De fractie die per stap in het zuiveringsproces verwijderd werd, werd uitgedrukt in percentage van het totaal aantal deeltjes teruggevonden in het influent.

De stofstroom-analyse van microplastic door de RWZI werd opgemaakt op basis van zowel massa als aantal deeltjes. Verder werd er ook een diepgaande analyse uitgevoerd naar de eigenschappen (grootteverdeling en type polymeren) van microplastics die in elke fase teruggevonden worden.

De verwijderingspercentages kunnen een beetje afwijken van de percentages gerapporteerd in Sectie 4.3 in het kernrapport (www.vmm.be/publicaties), gezien een andere methode gehanteerd werd om deze te berekenen. In het kernrapport gebruiken we een gemiddelde, hier in dit rapport tellen we de waarden van de drie opeenvolgende staalname dagen op.

Hoofdstuk 3: Rioolwaterzuiveringsinstallatie Aartselaar

De RWZI Aartselaar is een waterzuiveringsinstallatie gekoppeld aan de Grote struisbeek (Figuur 2). RWZI-Aartselaar kan per dag 397 354 m³ afvalwater ontvangen en verwerken, wat overeenkomt met 48 810 inwoner equivalenten³ (IE). Het is een klassieke RWZI en de zuivering is dus gebaseerd op actief slib (met micro-organismen). Bij aanvang van de waterzuivering is echter ook een zandvanger voorzien. Er wordt ongeveer 80 % huishoudelijk afvalwater opgevangen en ongeveer 7 % industrieel afvalwater, hoofdzakelijk afkomstig van de vervaardiging van dranken (WEISS, versie 2019). Een deel van het effluent van de RWZI wordt afgeleid naar ISVAG, het afvalverwerkingsbedrijf naast de RWZI waar het water gebruikt wordt als spoelwater tijdens het afvalverwerkingsproces. Dit gaat over een kleinere fractie van het totale effluent debiet (0,5 – 1,4 % op de bemonsterde dagen). Hun afvalwater wordt hergebruikt en niet geloosd in het oppervlaktewater in een latere fase.

Er werden twee campagnes uitgevoerd, één in een droge periode en één in een natte, waarbij er telkens drie achtereenvolgende dagen stalen verzameld werden (Tabel 1). Om de dagelijkse variabiliteit in rekening te brengen werd het totaal van deze 3 staalname dagen gebruikt om de stofstroom-analyse uit te voeren.

Wanneer veel neerslag valt, kan het debiet van het influent de capaciteit van de RWZI overstijgen. In dat geval zal het overtollige water gestort worden op een nabijgelegen veld. Dit was het geval op de tweede dag in staalname periode bij nat weer (Tabel 1). Het verlies van de overstort werd in rekening gebracht, hierbij werd de concentratie van het influent gebruikt om de hoeveelheid microplastic in de overstort te bepalen aangezien het overstort water enkel de mechanische zuiveringsstap doormaakt, en geen bijkomstige zuiveringsstappen. De zuiveringscapaciteit van de mechanische zuiveringsstap voor microplastic wordt heel laag ingeschat waardoor deze redenering valabel is.



Figuur 2: Overzicht rioolwaterzuiveringsinstallatie in Aartselaar

³ Het inwonersequivalent (IE) is een (meet)eenheid van verontreiniging en is de gemiddelde hoeveelheid afvalwater die één persoon per dag produceert.

Tabel 1: Overzicht parameters staalname RWZI-Aartselaar

	Nat weer	Droog weer
Datum	30/09/2019 – 3/10/2019	16/09/2019 – 19/09/2019
Gemiddeld dagelijks debiet	37 884 m ³	4279 m ³
Overstort	Ja	Neen

De stroom-analyse van microplastics door de RWZI wordt opgemaakt op basis van zowel massa als aantal deeltjes (overzicht Tabel 2). Verder wordt er ook een diepgaande analyse uitgevoerd naar de eigenschappen (grootteverdeling en type polymeren) van plastics die in elke fase teruggevonden worden.

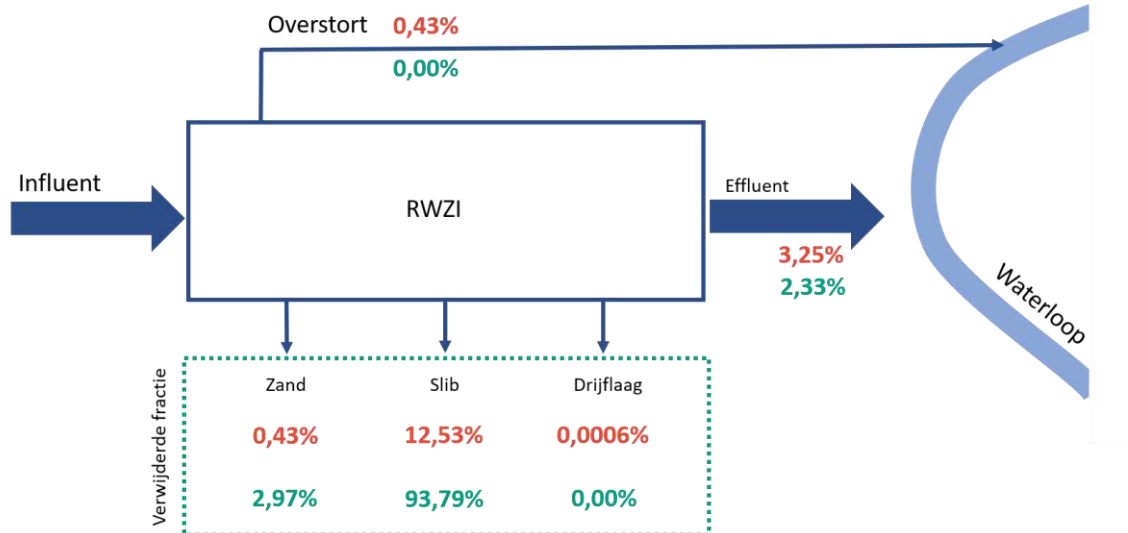
3.1 Stofstroomanalyse op basis van aantal microplastic deeltjes

In Figuur 3 is een schematisch overzicht gegeven van de stofstroom analyse waarbij het aantal deeltjes teruggevonden in het influent wordt weergegeven, alsook het aantal deeltjes in de verwijderde fracties als percentage van het aantal toekomstige deeltjes in het influent.

Wat opvalt is dat het slib de voornaamste fractie van de microplastics bevat, namelijk 12,53 % bij nat weer en 93,79 % bij droog weer. Andere stappen vangen veel minder microplastics (Figuur 3). De drijfslag bleek wel belangrijk voor het verzamelen en afvoeren van macroplastic in het afvalwater (Figuur 3).

Er is een verschil te zien tussen de stofstroom bij nat weer en bij droog weer. Het debiet bij nat weer (37 884 m³) is veel hoger is dan bij droog weer (4279 m³) wat gekoppeld is aan een hogere stroomsnelheid binnen het systeem waardoor alles wat minder tijd krijgt om te bezinken, wat mogelijk niet ten goede komt voor de microplastic verwijdering.

Het stofstroom schema bij nat weer, bevat echter daarnaast ook nog een grote onverklaarde fractie (83,35 %) van plastics in het influent, maar die niet werden teruggevonden in andere matrices.

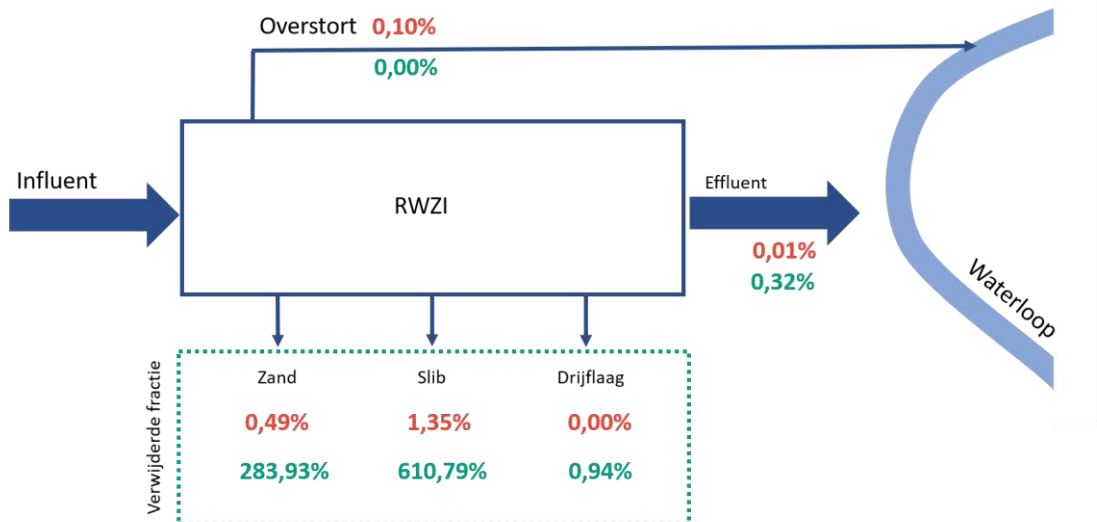


Stofstroom bij nat weer
Stofstroom bij droog weer

Figuur 3: Stofstroomanalyse voor aantal microplastic deeltjes in rioolwaterzuiveringsinstallatie in Aartselaar bij nat (rood) en droog (groen) weer.

3.2 Stofstroomanalyse op basis van massa microplastic

De massa balans van microplastic in RWZI-Aartselaar toont dat ook op vlak van massa het slib de grootste fractie microplastics bevat, hoewel dat bij het natte weer slechts 1,35 % van de massa in het influent bedroeg (Figuur 4). De percentages in het zand en het slib bij droog weer zijn groter dan 100%, dit zou kunnen wijzen op een hogere bezinking door een lager debiet of het loskomen van een aantal deeltjes die in leidingen vast zaten voordien. Dit is uiteraard hypothetisch en opnieuw gekoppeld aan een grote variatie in de data.



Stofstroom bij nat weer
Stofstroom bij droog weer

Figuur 4: Stofstroomanalyse voor massa microplastic in rioolwaterzuiveringsinstallatie in Aartselaar bij nat (rood) en droog (groen) weer.

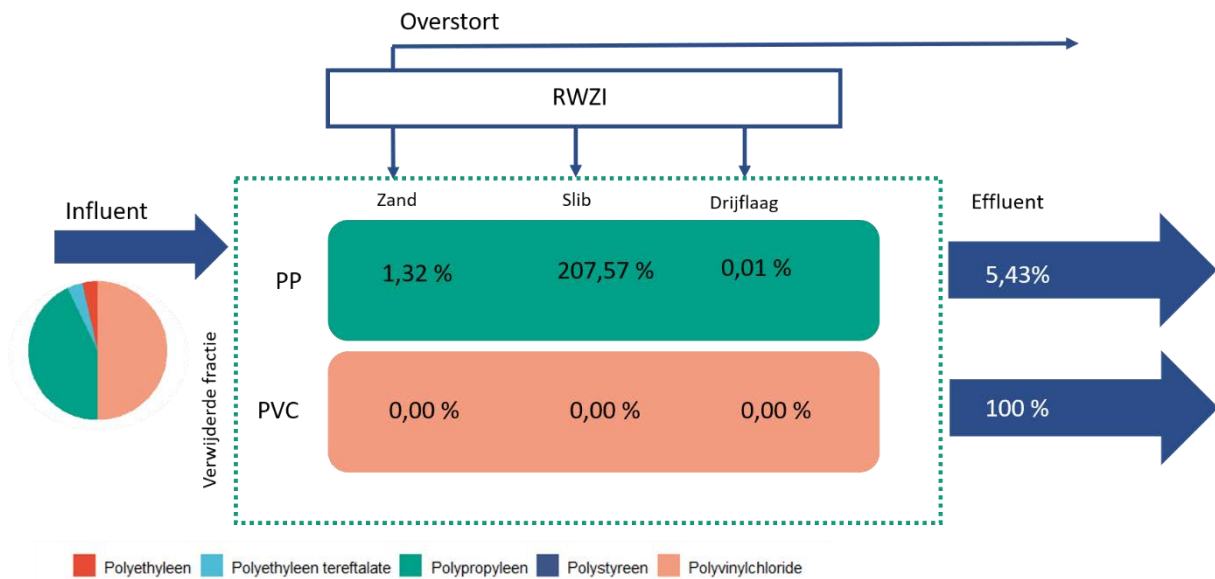
Tabel 2: Overzicht stofstroom analyse van microplastics (MP) in rioolwaterzuiveringsinstallatie in Aartselaar

		MP	Percentage	g MP	Percentage
Nat weer	Influent	4,56E+09		102054,11	
	Zandvanger	1,96E+07	0,43%	500,74	0,49%
	Slib	5,72E+08	12,53%	1374,92	1,35%
	Drijfslag	2,70E+04	0,00%	0,48	0,00%
	Overstort	1,98E+07	0,43%	101,60	0,10%
	Effluent	1,48E+08	3,25%	14,58	0,01%
	Onverklaarde vracht		83,35%		98,05%
Droog weer	Influent	1,56E+08		88,36	
	Zandvanger	4,63E+06	2,97%	250,87	283,93%
	Slib	1,46E+08	93,79%	539,67	610,79%
	Drijfslag	5,25E+03	0,00%	0,83	0,94%
	Overstort	0,00E+00	0,00%	0,00	0,00%
	Effluent	3,63E+06	2,33%	0,28	0,32%
	Onverklaarde vracht		0,90%		-795,98%

3.3 Gedifferentieerde stofstroomanalyse op basis van polymeertype

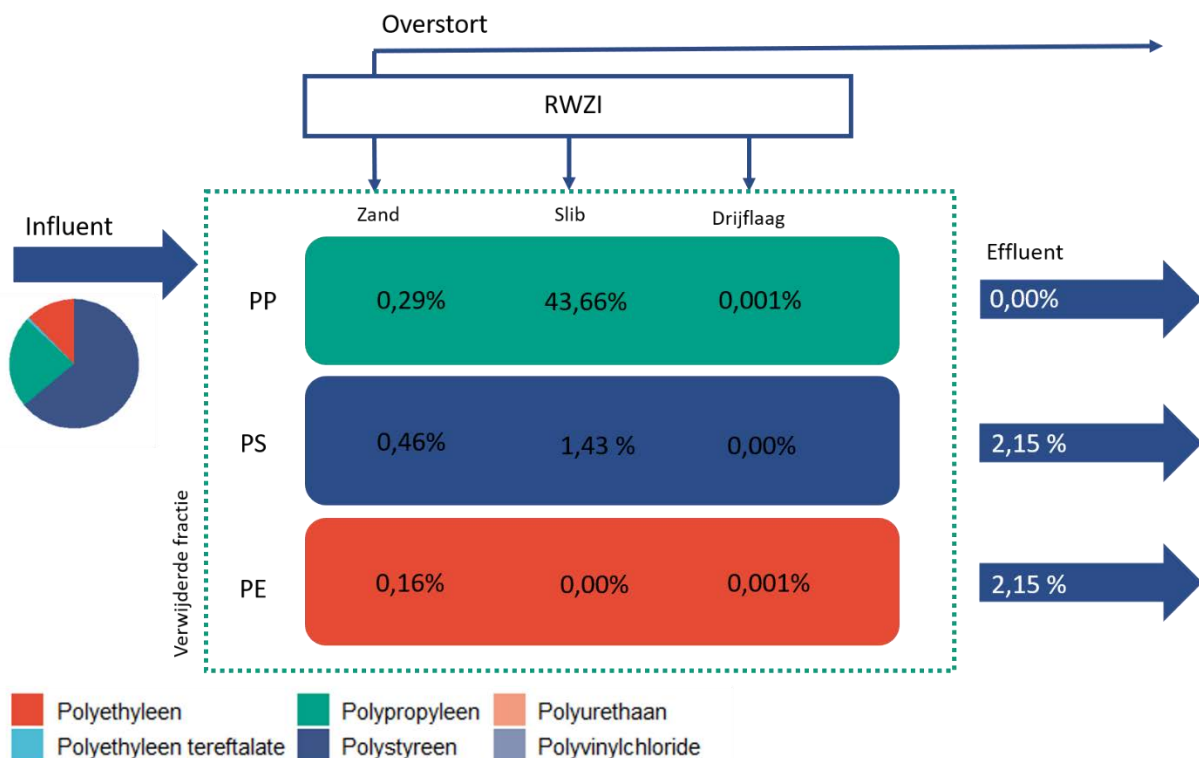
Een gedifferentieerde stofstroom werd opgesteld voor de voornaamste polymeertypes in het influent bij nat en droog weer. Deze gedifferentieerde stofstroom werd enkel berekend op basis van het aantal deeltjes en niet op basis van massa.

Bij droog weer (Figuur 5) was voornamelijk polypropyleen (PP) en polyvinylchloride (PVC) aanwezig in het influent. Voor PP werd 207,57% van de binnengestroomde microplastics teruggevonden in de slib fractie en 5% in het effluent. Opnieuw kunnen hier deeltjes aanwezig geweest zijn van de vorige dagen waardoor de fractie in het slib groter is dan 100 %. Hoewel PVC ongeveer de helft van het staal uitmaakte, konden we hiervan bijna niets terugvinden in de verwijderde fracties. Enkel in de drijfslag werd 0,0002% van het PVC in het influent teruggevonden.



Figuur 5: Gedifferentieerde stofstroomanalyse (deeltjes) in een rioolwaterzuiveringsinstallatie in Aartselaar in een droge staalname periode op basis van polymeertypes

Bij nat weer (Figuur 6) werd voornamelijk PP, polystyreen (PS) en polyethyleen (PE) teruggevonden in het influent. PP lijkt het best gevangen te worden in het slib (43,66 %). Voor PS en PE is er geen grote retentie in één van de verwijderde fracties te vinden.



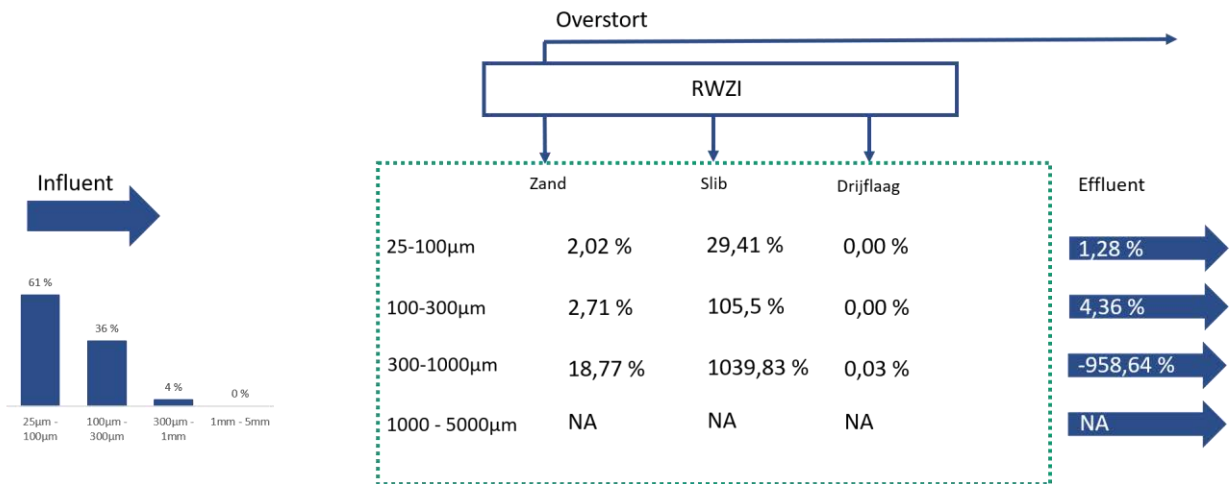
Figuur 6: Gedifferentieerde stofstroomanalyse (deeltjes) in een rioolwaterzuiveringsinstallatie in Aartselaar in een natte staalname periode op basis van polymeertypes

3.4 Gedifferentieerde stofstroomanalyse op basis van partikelgrootte

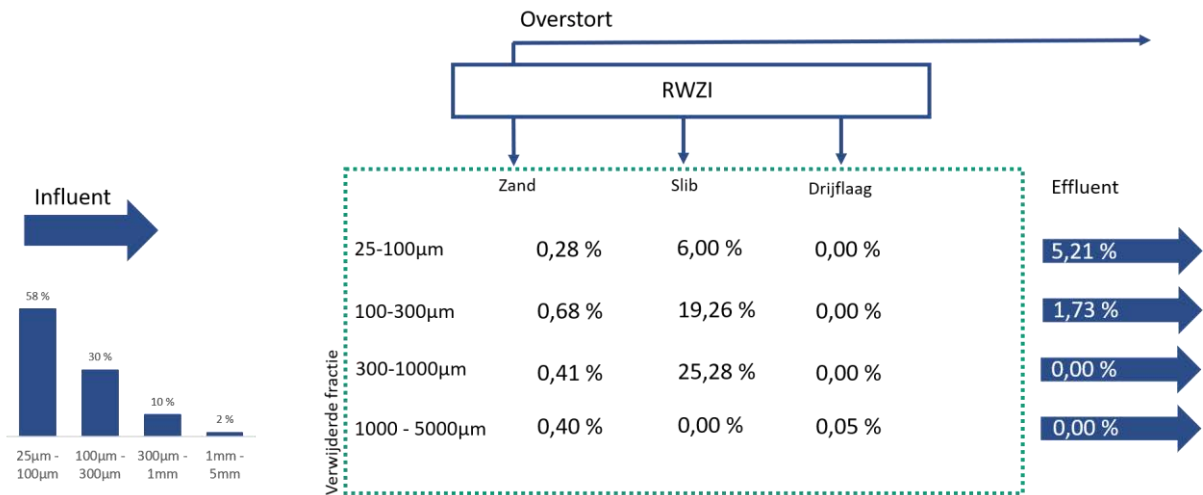
Een gedifferentieerde stofstroom werd opgesteld op basis van partikelgrootte in het influent bij nat en droog weer. Deze gedifferentieerde stofstroom werd enkel berekend op basis van het aantal deeltjes en niet op basis van massa.

Bij droog weer (Figuur 7) zien we dat partikels van 100-300 μm en 300-1000 μm bijna volledig in het slib gevangen worden. Ook de kleinere partikels 25-100 μm , werd voor 29 % in het slib gevangen. De grotere partikels werden meer in de zandfractie teruggevonden (18,77 %).

Bij nat weer (Figuur 8), is de stofstroomanalyse minder volledig (zoals reeds beschreven), we zien nog steeds dat partikels voornamelijk in het slib terugkomen, waarbij de fractie 25-100 μm minder aanwezig is in het slib dan de grotere partikels.



Figuur 7: Gedifferentieerde stofstroomanalyse (deeltjes) in een rioolwaterzuiveringsinstallatie in Aartselaar in een droge staalname periode op basis van deeltjesgrootte



Figuur 8: Gedifferentieerde stofstroomanalyse (deeltjes) in een rioolwaterzuiveringsinstallatie in Aartselaar in een natte staalname periode op basis van deeltjesgrootte

Hoofdstuk 4: Riolwaterzuiveringsinstallatie Grimbergen

De RWZI Grimbergen is een waterzuiveringsinstallatie gekoppeld aan de Tangebeek (Figuur 9). RWZI-Grimbergen kan per dag 150 682 m³ afvalwater ontvangen en verwerken, wat overeenkomt met 65388 IE. Het is een klassieke RWZI en de zuivering is dus gebaseerd op actief slib (met micro-organismen). In tegenstelling tot de RWZI-Aartselaar, is in de RWZI-Grimbergen geen zandvanger voorzien aan het begin van het zuiveringsproces. Er wordt ongeveer 92 % huishoudelijk afvalwater opgevangen en ongeveer 2,5 % industrieel afvalwater (WEISS, versie 2019). Het gezuiverde effluent water wordt geloosd in de Tangebeek.

Er werden twee campagnes uitgevoerd, één in een droge periode en één in een natte, waarbij er telkens drie dagen stalen verzameld werden (Tabel 3). In dit geval was er tussen staalname dag twee en drie ongeveer één week verschil. Om de dagelijkse variabiliteit in rekening te brengen werd het totaal van deze drie staalname dagen gebruikt om de stofstroom-analyse uit te voeren.

Wanneer veel neerslag valt, kan het debiet van het influent de capaciteit van de RWZI overstijgen en kan overtollig water zonder zuivering op een naburig terrein geloosd worden, hierover is geen data beschikbaar voor de staalname periode.



Figuur 9: Overzicht rioolwaterzuiveringsinstallatie in Grimbergen

Tabel 3: Overzicht parameters staalname RWZI-Grimbergen

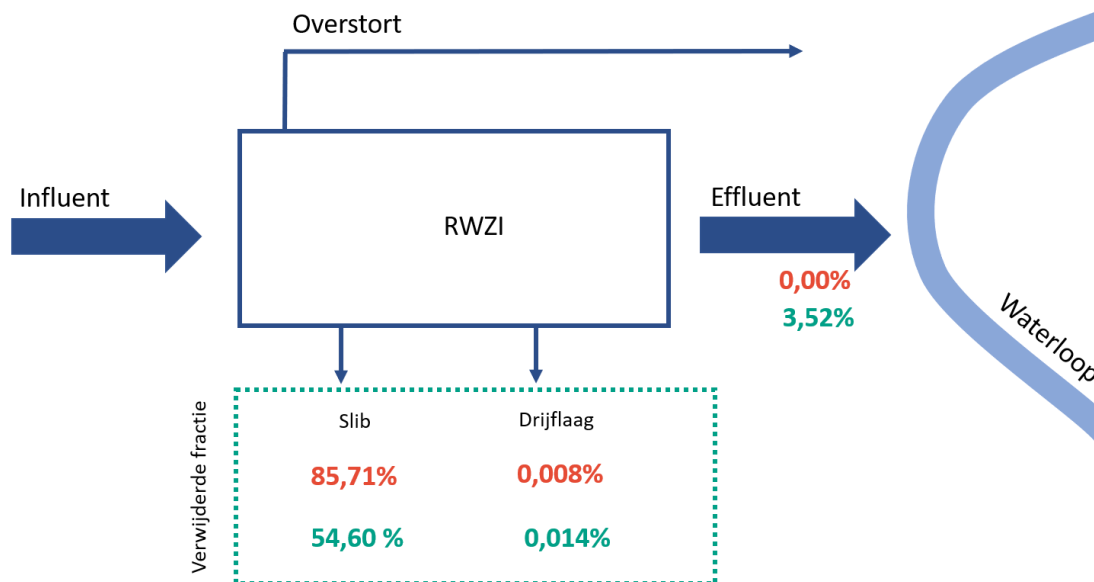
	Nat	Droog
Datum	6/11/2019 – 14/11/2019	9/09/2019 – 12/09/2019
Gemiddeld dagelijks debiet	37 884 m ³	4279 m ³
Overstort	Geen gegevens beschikbaar	Geen gegevens beschikbaar

De stroomanalyse van microplastic door de RWZI wordt opgemaakt op basis van massa en aantal deeltjes (Overzicht Tabel 4). Beide kunnen belangrijke informatie weergeven. Verder wordt er ook een diepgaande analyse uitgevoerd naar de karakteristieken (grootteverdeling en type polymeren) van plastics die in elke fase teruggevonden worden.

4.1 Stofstroomanalyse op basis van aantal microplastic deeltjes

In figuur 10 kan je een schematisch overzicht terugvinden in welke matrices de microplastics teruggevonden worden (weergegeven als % van de influent microplastic concentratie).

Opnieuw worden de meeste deeltjes teruggevonden in het verwijderde slib waarbij tussen 54.60 % en 85.7 % van de binnengekomen microplastic deeltjes achterblijven, bij respectievelijk droog en nat weer (Figuur 10). De drijfslag bevat, net zoals het geval was in RWZI-Aartselaar, een zeer kleine fractie van de microplastics (< 0.05%; Figuur 10). Het verschil van een betere retentie bij droog weer wordt hier echter niet waargenomen. Dit kan te maken hebben met de totale capaciteit van het RWZI en met het feit dat in de natte periode ook geen overstort werd waargenomen bij deze staalname, wat een indicatie geeft dat de capaciteit van de RWZI niet overschreven werd.



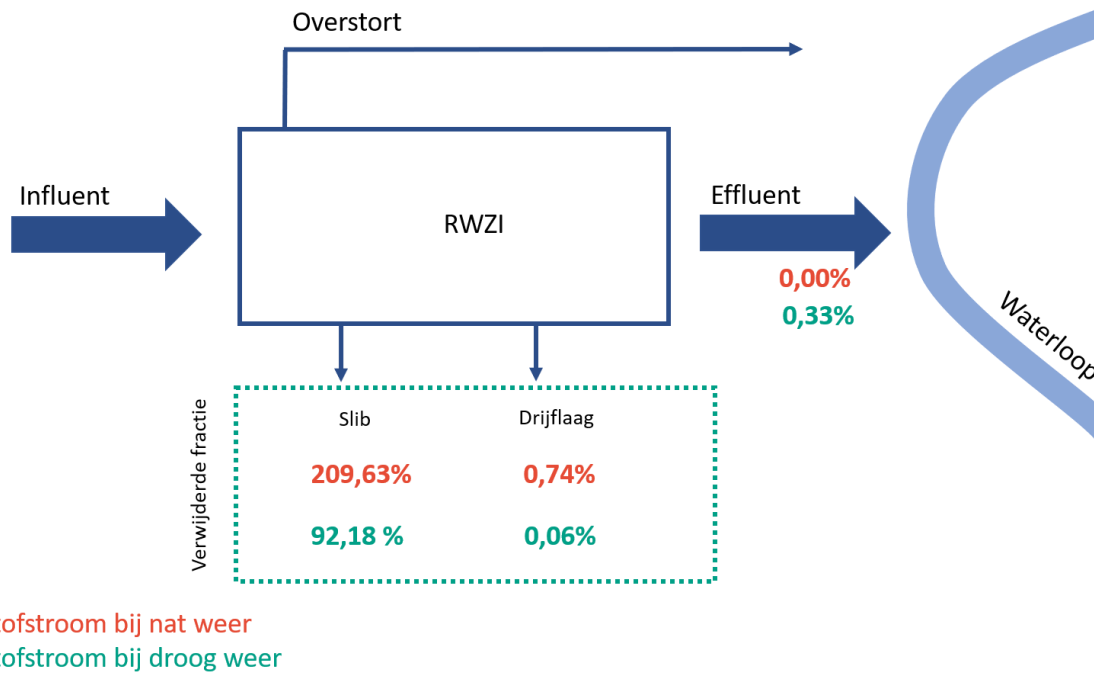
Stofstroom bij nat weer

Stofstroom bij droog weer

Figuur 10: Stofstroomanalyse voor aantal microplastic deeltjes in rioolwaterzuiveringsinstallatie in Grimbergen bij nat (rood) en droog (groen) weer.

4.2 Stofstroomanalyse op basis van massa microplastic

De stofstroomanalyse op basis van massa microplastics in RWZI-Grimbergen toont dat - op vlak van massa - het slib eveneens de grootste fractie verwijderde microplastics bevat, en dit zowel bij nat als bij droog weer (Figuur 11).



Figuur 11: Stofstroomanalyse voor massa microplastic in rioolwaterzuiveringsinstallatie in Grimbergen bij nat (rood) en droog (groen) weer.

Tabel 4: Overzicht stofstroom analyse van microplastics (MP) in rioolwaterzuiveringsinstallatie in Grimbergen

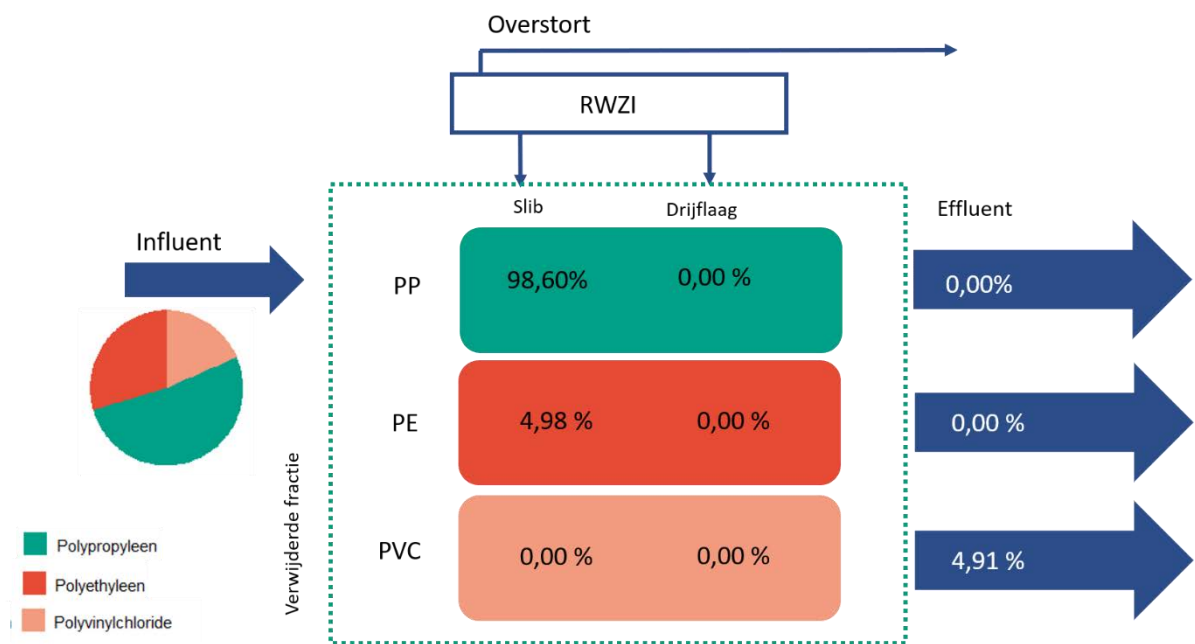
		MP	Percentage	g MP	Percentage
Nat weer	Influent	3,68E+08		362,19	
	Slib	3,15E+08	85,71 %	759,28	209,63 %
	Drijfslaag	29363,65	0,01 %	2,71	0,75 %
	Overstort	NA	NA	NA	NA
	Effluent	0,00	0,00 %	0,00	0,00 %
	Onverklaarde vracht		14,28 %		-110,38 %
Droog weer	Influent	2,43E+08		147,17	
	Slib	1,33E+08	54,60 %	135,65	92,18 %
	Drijfslaag	33103,80	0,01 %	0,09	0,06 %
	Overstort	NA	NA	NA	NA
	Effluent	8560464	3,52 %	0,48	0,33 %
	Onverklaarde vracht		41,86 %		7,43 %

4.3 Gedifferentieerde stofstroomanalyse op basis van polymeertype

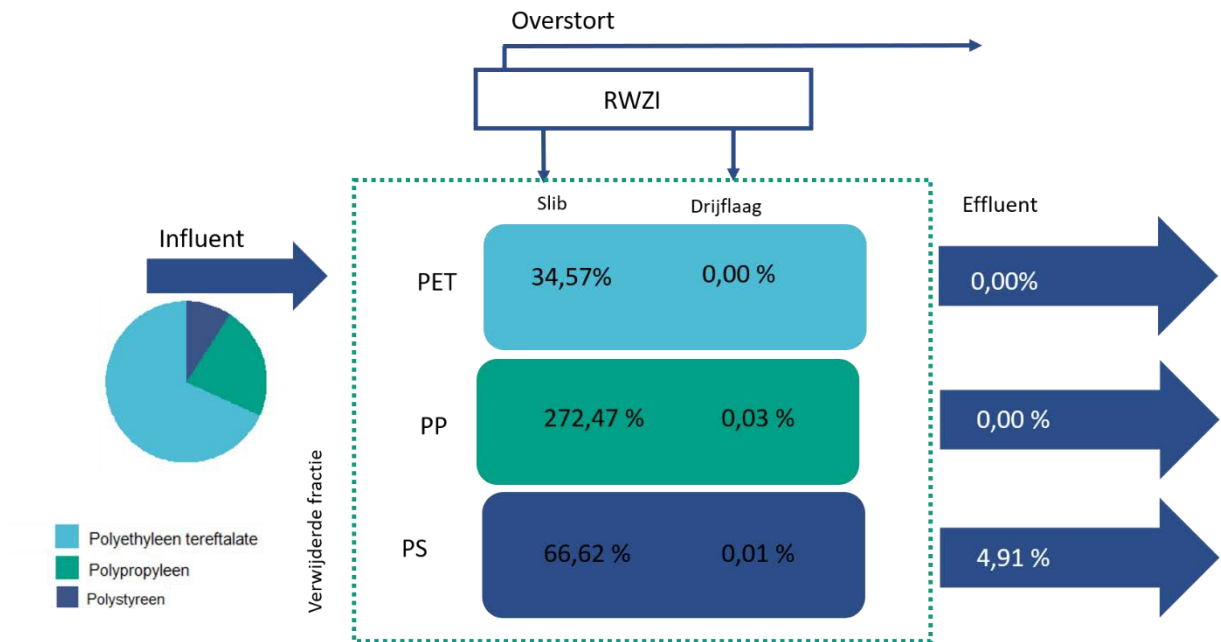
Een gedifferentieerde stofstroom werd opgesteld voor de voornaamste polymeertypes in het influent bij nat en droog weer. Deze gedifferentieerde stofstroom werd enkel berekend op basis van het aantal deeltjes en niet op basis van massa.

Bij droog weer (Figuur 12), was voornamelijk PP, PE en PVC aanwezig in het influent. Voor PP werd de grootste fractie (99%) verwijderd met het slib, PE toonde ook een verwijdering via het slib, hoewel dit een kleinere fractie was (5%). PVC werd, net zoals bij RWZI-Aartselaar, niet teruggevonden in de verwijderde fractie en slechts 5% in het effluent.

Bij nat weer (Figuur 13), werd voornamelijk polyethyleentereftalaat (PET) teruggevonden en in mindere mate PP en PS. Al deze polymeertypes vertoonden de beste verwijdering in de slibfractie (35 – 272 %).



Figuur 12: Gedifferentieerde stofstroomanalyse (deeltjes) in een rioolwaterzuiveringsinstallatie in Grimbergen in een droge staalname periode op basis van polymeertypes.



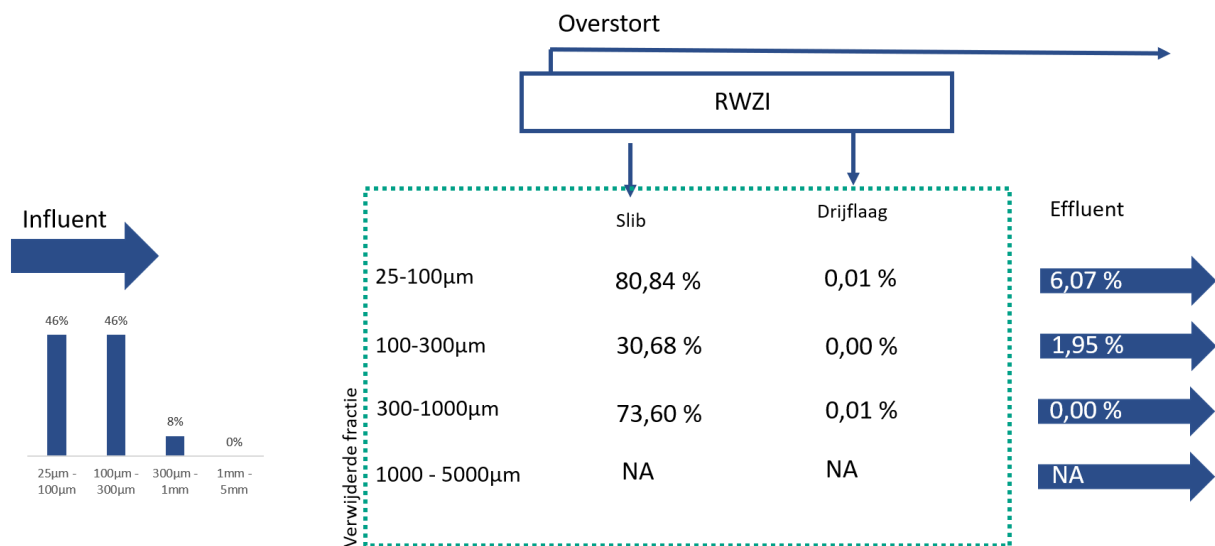
Figuur 13: Gedifferentieerde stofstroomanalyse (deeltjes) in een rioolwaterzuiveringsinstallatie in Grimbergen in een natte staalname periode op basis van polymeertypes.

4.4 Gedifferentieerde stofstroomanalyse op basis van partikelgrootte

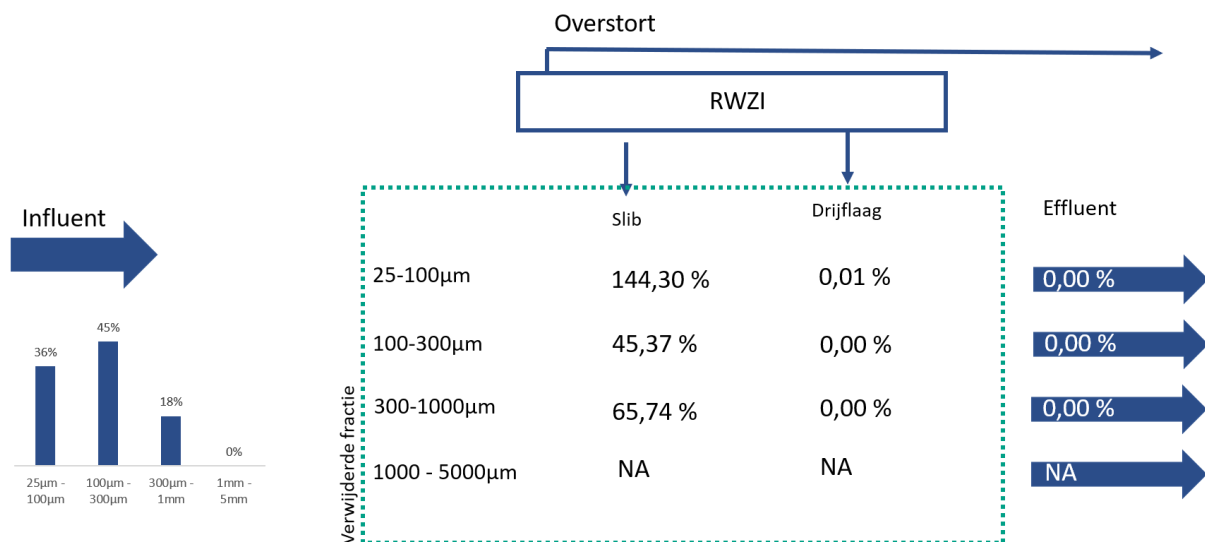
Een gedifferentieerde stofstroom werd opgesteld op basis van partikelgrootte in het influent bij nat en droog weer. Deze gedifferentieerde stofstroom werd enkel berekend op basis van het aantal deeltjes en niet op basis van massa.

Bij droog weer (Figuur 14) zien we dat, onafhankelijk van de grootte van de partikels, de slibfractie een groot deel van de microplastics zal wegvangen (31 – 81 %). De drijfslaag vangt zo goed als geen partikels tussen 25 en 1000 µm. Aangezien geen partikels groter dan 1 mm werden gevonden in het influent, kunnen we hiervoor geen gedifferentieerde analyse uitvoeren.

Bij nat weer (Figuur 15), zien we opnieuw dat de slib fractie 45 % tot meer dan 100 % van de instromende partikels vangt, onafhankelijk van de grootte. Aangezien geen partikels groter dan 1 mm werden gevonden in het influent, kunnen we hiervoor geen gedifferentieerde analyse uitvoeren.



Figuur 14: Gedifferentieerde stofstroomanalyse (deeltjes) in een rioolwaterzuiveringsinstallatie in Grimbergen in een droge stalname periode op basis van deeltjesgrootte



Figuur 15: Gedifferentieerde stofstroomanalyse (deeltjes) in een rioolwaterzuiveringsinstallatie in Grimbergen in een natte staalname periode op basis van deeltjesgrootte

Hoofdstuk 5: Conclusies

Op basis van deze eerste verkennende analyse kunnen we stellen dat de verwijdering via slib een belangrijke fractie (12,53 tot > 100 %) van de binnenstromende microplastics zal wegvangen. Het is mogelijk dat de microplastics aggregaten vormen met ander organisch materiaal of dat er een biofilm zal gevormd worden rond de plastic deeltjes. Beide processen kunnen de densiteit van de plastics verhogen waardoor deze zullen bezinken. Dezelfde conclusie werd gevonden in de studie van Talvitie en collega's (Talvitie et al., 2017) die tot 80% van de microplastics in het gedroogde slib terugvonden. In Vlaanderen zal het gedroogde overtollige slib afgevoerd en verbrand worden voor energieproductie. Maar ongeveer de helft (53 %) van het overtollige slib in de Europese Unie wordt op landbouwgronden gebruikt als meststof (ECHA, 2019; Zubris en Richards, 2005). Dit zal uiteraard opnieuw microplastics in het terrestrisch ecosysteem introduceren en is dus opnieuw een bron van vervuiling.

Belangrijk is dat ook een groot deel van de stofstroom onverklaard blijft, niet alle plastics die via het influent binnenstromen kunnen we terugvinden in de verwijderde fracties of in het effluent. Een aantal mogelijke verklaringen hiervoor zijn:

- Er is veel variatie bij de microplastic concentratie in het influent wat een grotere onzekerheid introduceert in deze stofstroom.
- Er kunnen nog partikels achterblijven in de installatie die dus niet meegenomen worden in de verwijderde fractie.
- De staalname is geen gesloten circuit, een deel van de microplastics die op de 3^e staalname dag binnenkomen zullen nog meetellen voor het influent maar niet meer meetellen in het effluent.
- Ook kan er fragmentatie van plastics optreden tijdens het zuiveringsproces waardoor deze onder de detectielimiet van de gebruikte methode vallen.

Meer onderzoek is nodig om de stofstroom analyse verder uit te werken en te verfijnen om de onverklaarde fractie te verklaren.

Bij droog weer is de onverklaarde fractie het kleinste, waarbij 58,14 tot 99,10 % van de instromende microplastics teruggevonden worden in één van de verwijderde fracties of het effluent. Bij regenweer is er een grotere onverklaarde fractie. Doordat een kleinere hoeveelheid water de RWZI binnenstroomt bij droog weer, zal de tijd die het water in de RWZI verblijft, de retentietijd, verlengen wat de zuivering van de microplastics uit het afvalwater ten goede komt. Een verdunning van het water bij regenweer doet de zuiveringsefficiëntie dalen, wat ook beschreven wordt voor andere vervuilende stoffen.

Dankwoord

Dit project is het resultaat van een samenwerking tussen meerdere partners. Een dankwoord is dan ook op zijn plaats voor alle mensen die ons geholpen hebben om tot dit resultaat te komen.

We willen de Vlaamse overheid bedanken voor de financiële ondersteuning vanuit Technisch Wetenschappelijk Onderzoek Leefmilieu (TWOL).

Eerst en vooral willen we de medewerkers van VMM bedanken voor hun zorgvuldig werk in het voorbereiden van dit project en het verzamelen van kwaliteitsvolle stalen voor dit project: Steven Vanderwaeren, Joost Mertens, Evelien Van de Vyver, Sandra De Smedt, Maarten De Jonge, Marc Gielen, Laurens Vervoort, Ann De Meester, Wynton Reunes, Jurgen Dewolf, Alexander Desmet, Kurt Peelaers, Elien Vandenbroeck, Anneke Dezwarte, Raf Elst, Patrick De Boeck, Pieter Janssens, Gunter Vandenbroeck, Iris Mahieu, Dorine Quicke, Joost Lux, Tim Mertens, Kris Van der Auwera, Rutger Demuyndck, Geert Meganck, Leo De Kempeneer, Jan De Pril, Liesbet Poppe, Dorien Goossens en Deni Winarni.

Daarnaast bedanken we ook alle medewerkers van VMM uit de stuurgroep en lectoren voor hun adviezen: Marc Gielen, Ann De Meester, Greet Vos, Wim Gabriels, Jurgen Meirlaen, Ingrid Temmerman, Sofie Cattoir, Martin Verdievel (projectleider) en Rudy Cauttaerts (afdelingshoofd Rapportering Water).

Bedankt aan alle contactpersonen en verantwoordelijken op de RWZI's, KWZI's en WPC die ons de mogelijkheid gaven om de staalnames te laten doorgaan. Bedankt aan Ann de Swaef en Koen de Becker van Aquafin voor het voorzien van de metadata van de RWZI's. We willen graag Mattias Bossaer en Gert Everaert van het Vlaams Instituut voor de Zee (VLIZ) bedanken voor hun advies rond het gebruik van het FTIR toestel en toegang tot de SEM voor de analyse van de bandenpartikels. Bedankt aan Thermo Fisher voor de ondersteuning bij de installatie en gebruik van het FTIR toestel. Bedankt aan het *Research Institute for Chromatography* (RIC) in Kortrijk voor de analyse van de *run-off* stalen met de Pyr-GC/MS techniek. Bedankt aan VITO en alle betrokken medewerkers voor hun waardevol werk met het WEISS model.

Bedankt, Nancy De Saeyer (UGent), voor het helpen uitwerken van de staalname protocollen en de praktische ondersteuning. De stalen werden vakkundig verwerkt door Emmy Pequeur, Jolien Depecker en Zehlia Zaman, en met de technische ondersteuning van Mark Van der Borgh (UGent). Ook danken wij hier Thomas Osier en Thomas Blondeel. Bedankt voor jullie inspanningen. Tot slot willen we Marianne Van den Hove (UGent), Eveline D'hoossche (VMM) en Gudrun Goeman (VMM) bedanken voor de administratieve en logistieke ondersteuning.

Referenties

- Aquafin, 2020. Propere waterlopen voor de volgende generaties en een leefomgeving in harmonie met water [WWW Document]. URL https://www.aquafin.be/sites/aquafin/files/2020-06/bedrijfsbrochure%202020_def.pdf (accessed 3.31.21).
- ECHA, 2019. Annex XV Restriction report proposal for A restriction - Intentionally added microplastics [WWW Document]. URL <https://echa.europa.eu/documents/10162/05bd96e3-b969-0a7c-c6d0-441182893720> (accessed 10.8.20).
- Talvitie, J., Mikola, A., Setälä, O., Heinonen, M., Koistinen, A., 2017. How well is microlitter purified from wastewater? – A detailed study on the stepwise removal of microlitter in a tertiary level wastewater treatment plant. *Water Research* 109, 164–172.
<https://doi.org/10.1016/j.watres.2016.11.046>
- Zubris, K.A. V., Richards, B.K., 2005. Synthetic fibers as an indicator of land application of sludge. *Environmental Pollution* 138, 201–211.