

# Inventarisatie van de emissies naar water in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

Studie uitgevoerd in opdracht van: BIM, Brussels Instituut voor Milieubeheer



## VITO NV

Boeretang 200 - 2400 MOL - BELGIE  
Tel. + 32 14 33 55 11 - Fax + 32 14 33 55 99  
vito@vito.be - [www.vito.be](http://www.vito.be)

BTW BE-0244.195.916 RPR (Turnhout)  
Bank 375-1117354-90 ING  
BE34 3751 1173 5490 - BBRUBEBB



**VITO NV**

Boeretang 200 - 2400 MOL - BELGIE  
Tel. + 32 14 33 55 11 - Fax + 32 14 33 55 99  
vito@vito.be - [www.vito.be](http://www.vito.be)

BTW BE-0244.195.916 RPR (Turnhout)  
Bank 375-1117354-90 ING  
BE34 3751 1173 5490 - BBRUBEBB





Eindrapport

# Inventarisatie van de emissies naar water in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest - Post 2: Analyserapport en Factsheets

Desmet Nele, Verbeeck Klaartje, Boënné Wesley

Studie uitgevoerd in opdracht van: BIM, Brussels Instituut voor Milieubeheer

Juni 2014



## VITO NV

Boeretang 200 - 2400 MOL - BELGIE  
Tel. + 32 14 33 55 11 - Fax + 32 14 33 55 99  
vito@vito.be - www.vito.be

BTW BE-0244.195.916 RPR (Turnhout)  
Bank 375-1117354-90 ING  
BE34 3751 1173 5490 - BBRUBEBB



## INHOUD

Inhoud	I
Lijst van afkortingen	III
Lijst van tabellen	I
Lijst van figuren	III
<b>HOOFDSTUK 1. Inleiding</b>	<b>4</b>
1.1. <i>Situering van de opdracht</i>	4
1.2. <i>Doelstellingen van de opdracht</i>	4
<b>HOOFDSTUK 2. Samenvattende kwantitatieve analyse van weerhouden elementen</b>	<b>8</b>
2.1. <i>Gekwantificeerde polluenten</i>	8
2.2. <i>Emissies van de gekwantificeerde polluenten</i>	10
2.3. <i>Emissieroutes van de gekwantificeerde polluenten</i>	14
2.4. <i>Voornaamste emissiebronnen van de gekwantificeerde polluenten</i>	16
<b>HOOFDSTUK 3. Kwalitatieve beschrijving van belangrijke niet weerhouden elementen</b>	<b>22</b>
3.1. <i>Priortitaire of prioritaire gevaarlijke stoffen – Onvoldoende info voor kwantificatie</i>	22
3.2. <i>Priortitaire of prioritaire gevaarlijke stoffen – Niet relevant</i>	25
3.3. <i>Niet Priortitaire stoffen – Relevant, maar onvoldoende info voor kwantificatie</i>	26
<b>HOOFDSTUK 4. Trend analyse - vergelijking met in het verleden gekwantificeerde emissies</b>	<b>29</b>
4.1. <i>Trend analyse</i>	29
4.1.1. <i>Methodiek vrachtberekening voor trend analyse</i>	29
4.1.2. <i>Vergelijking berekende emissies 1998, 2005, 2007 en 2010</i>	34
4.2. <i>Vergelijking met de huidige methodiek voor het referentiejaar 2010</i>	37
<b>HOOFDSTUK 5. cross-checking en gevoeligheidsanalyses</b>	<b>40</b>
5.1. <i>Cross-checking</i>	40
5.1.1. <i>Vuilvracht ter hoogte van de RWZI vs. berekende emissies in transportknooppunt "RWZI" (bruto)</i>	40
5.1.2. <i>Vuilvracht naar het oppervalkte water van het BHG vs. berekend emissies BHG (netto)</i>	42
5.1.3. <i>Vuilvracht per waterlichaam vs. berekende emissies per waterlichaam (netto)</i>	44
5.2. <i>Gevoeligheidsanalyse</i>	46
5.2.1. <i>Overstorten</i>	46
5.2.2. <i>Riool lekkage</i>	48
<b>HOOFDSTUK 6. Emissieroutes en Stroomschema's</b>	<b>50</b>
6.1. <i>Emissieroutes</i>	50

6.2.	<i>Transportschema / Stroomschema per stofgroep</i>	51
------	---	----

**LIJST VAN AFKORTINGEN**

ADSEI	Algemene Directie Statistiek en Economische informatie (FOD Economie)
AKRED	FOD Financiën
BISA	Brussels Instituut voor Statistiek en Analyse
BHG	Brussels Hoofdstedelijk Gewest
BIM	Brussels Instituut voor Milieubeheer
EF	Emissiefactor
EIW	Emissie Inventaris Water
EVV	Emissie Verklarende Variabele
FOD	Federal Overheidsdienst
KRW	Kaderrichtlijn Water
PAKs	Polyaromatische Koolwaterstoffen
RWZI	Rioolwaterzuiveringsinstallatie
VITO	Vlaamse Instelling voor Technologische Onderzoek
VMM	Vlaamse Milieumaatschappij



## LIJST VAN TABELLEN

Tabel 1: Gekwantificeerde polluenten	8
Tabel 2: Bruto en netto emissies (in kg) per stofgroep en netto aandeel (%) in het BHG voor het referentiejaar 2010.	12
Tabel 3: Bruto en netto emissies (in kg) per stof in het BHG voor het referentiejaar 2010.	12
Tabel 4: Forfaitaire conversiecoëfficiënten per sector die aangewend zijn om voor bedrijven met een forfaitaire heffingsberekeningen de vuilvracht per polluent en per sector te berekenen.	31
Tabel 5	32
Tabel 6: Gemiddeld zuiveringsrendement zware metalen RWZI's in Vlaanderen 1997-2006 (VMM Afdeling Rapportering Water, 2005)	34
Tabel 7: Netto emissies voor BZV, CZV, zwevende stof en nutriënten berekend volgens de methodiek uit ERM-Belgroma 2002b voor de referentiejaar 1998, 2005, 2007 en 2010. Voor het referentiejaar 2010 zijn tevens details van de emissies per bron en per route gegeven.	35
Tabel 8: Netto emissies van zware metalen berekend volgens de methodiek uit ERM-Belgroma 2002b voor de referentiejaar 1998, 2005, 2007 en 2010. Voor het referentiejaar 2010 zijn tevens details van de emissies per bron en per route gegeven.	36
Tabel 9: Diffuse vervuiling door atmosferische depositie (kg/jaar) berekend volgens de methodiek uit ERM-Belgroma 2002b voor de referentiejaar 1998, 2005, 2007 en 2010.	36
Tabel 10: Bruto en netto emissies voor BZV, CZV, zwevende stof en nutriënten (N en P) afkomstig van huishoudelijk afvalwater, gekwantificeerd volgens de WEISS methodiek voor het referentiejaar 2010.	38
Tabel 11: Bruto en netto emissies voor BZV, CZV, zwevende stof en nutriënten (N en P) afkomstig van industrieel afvalwater, gekwantificeerd volgens de WEISS methodiek voor het referentiejaar 2010.	38
Tabel 12: Bruto emissies van metalen afkomstig van atmosferische depositie, gekwantificeerd volgens de WEISS methodiek voor het referentiejaar 2010.	38
Tabel 13: Gemeten, berekende en onverklaarde vrachten van BZV, CZV, stikstof, fosfor en zwevende stof ter hoogte van de knooppunten RWZI Noord en RWZI Zuid. De gemeten influent vracht is gecorrigeerd voor de vuilvrachten afkomstig uit Vlaanderen. Het onverklaarde aandeel is procentueel uitgedrukt t.o.v. de gemeten vracht.	41
Tabel 14: Berekende instromende ( $BHG_{in}$ ) en uitstromende ( $BHG_{out}$ ) vrachten van CZV, BZV, zwevend stof en nutriënten (N en P) op basis van gemeten concentraties in de waterlopen en debieten voor het referentiejaar 2010. De vuilvracht vanuit het BHG naar het oppervlaktewater ( $\Delta$ ) is berekende als het verschil tussen de instromende en uitstromende vracht.	43
Tabel 15: Berekende emissies vanuit het BHG naar het oppervlaktewater voor het referentiejaar 2010 gebaseerd op de opgemaakte emissie-inventaris in het WEISS-systeem.	43
Tabel 16: Berekende instromende ( $Zenne_{in}$ ) en uitstromende ( $Zenne_{out}$ ) vrachten van CZV, BZV, zwevend stof en nutriënten (N en P) in de Zenne op basis van gemeten concentraties en debieten voor het referentiejaar 2010. De vuilvracht vanuit het BHG naar de Zenne ( $\Delta$ ) is berekende als het verschil tussen de instromende en uitstromende vracht.	44
Tabel 17: Berekende instromende ( $Kanaal_{in}$ ) en uitstromende ( $Kanaal_{out}$ ) vrachten van CZV, BZV, zwevend stof en nutriënten (N en P) in het Kanaal op basis van gemeten concentraties en debieten voor het referentiejaar 2010. De vuilvracht vanuit het BHG naar het Kanaal ( $\Delta$ ) is berekende als het verschil tussen de instromende en uitstromende vracht.	45
Tabel 18: Berekende uitstromende ( $Woluwe_{out}$ ) vrachten van CZV, BZV, zwevend stof en nutriënten (N en P) van de Woluwe op basis van gemeten concentraties en debieten voor het referentiejaar 2010.	45

Tabel 19: Resultaten van de gevoelheidsanalyse m.b.t. het overstortpercentage. Effect van het overstortpercentage op het aandeel van overstorten in de netto emissies van stikstof in het BHG. _____	46
Tabel 20: Resultaten van de gevoelheidsanalyse m.b.t. het overstortpercentage. Berekende netto emissies van stikstof in het BHG bij een overstortpercentage van 2%. _____	47
Tabel 21: Resultaten van de gevoelheidsanalyse m.b.t. het overstortpercentage. Berekende netto emissies van stikstof in het BHG bij een overstortpercentage van 4%. _____	47
Tabel 22: Resultaten van de gevoelheidsanalyse m.b.t. het overstortpercentage. Berekende netto emissies van stikstof in het BHG bij een overstortpercentage van 6%. _____	48
Tabel 23: Resultaten van de gevoelheidsanalyse m.b.t. het rioollekagepercentage. Effect van het rioollekagepercentage op het verlies van stikstofvuilvracht naar bodem en grondwater in het BHG. _____	48



## LIJST VAN FIGUREN

Figuur 1: Studiegebied – Brussels Hoofdstedelijk Gewest omfattende 19 gemeentes. (bron: BISA, Mini-Bru 2013)	5
Figuur 2: Aandeel van RWZI Noord en RWZI Zuid per stofgroep	15
Figuur 3: Aandeel van de verschillende transportroutes per stofgroep	16
Figuur 4: Aandeel van de verschillende bronnen tot de emissies van organische vracht (BOD en COD)	18
Figuur 5: Aandeel van de verschillende bronnen tot de emissies van nutriënten (N en P)	18
Figuur 6: Aandeel van de verschillende bronnen tot de emissies van metalen (som)	19
Figuur 7: Aandeel van de verschillende bronnen tot de emissies van PAK (som)	19
Figuur 8: Aandeel van de verschillende bronnen tot de emissies van BTEX (som)	20
Figuur 9: Aandeel van de verschillende bronnen tot de emissies van PCB (som)	20
Figuur 10: Aandeel van de verschillende bronnen tot de emissies van de gekwantificeerde overige organische polluenten (som)	21
Figuur 11: Aandeel van de verschillende bronnen tot de emissies van de gekwantificeerde overige polluenten (zwevend stof, minerale olie, cyaniden)	21
Figuur 12: Vuilvrachtbalans voor organische vrachten (BZV en CZV) ter hoogte van de RWZI's. De gemeten vrachten zijn gecorrigeerd voor het aandeel afkomstig uit Vlaanderen.	42
Figuur 13: Vuilvrachtbalans voor zwevende stof ter hoogte van de RWZI's. De gemeten vrachten zijn gecorrigeerd voor het aandeel afkomstig uit Vlaanderen.	42
Figuur 14: Vuilvrachtbalans voor nutriënten (N en P) ter hoogte van de RWZI's. De gemeten vrachten zijn gecorrigeerd voor het aandeel afkomstig uit Vlaanderen.	42
Figuur 15: Aanduiding van de verliesterm voor lekkage vanuit de riolering naar bodem en grondwater (gele cirkel) in het stroomschema van de stikstofemissies voor het BHG. De weergegeven emissies zijn berekend bij een riolekkagepercentage van 4%	49
Figuur 16: Aandeel van de verschillende emissieroutes; alle polluenten samen beschouwd.	51
Figuur 17: Het stroomschema van WEISS dat ingezet wordt om het transport van polluenten van de bron tot het oppervlaktewater door te rekenen	52
Figuur 18: Stroomschema voor de biologische zuurstofvraag BZV (in ton)	53
Figuur 19: Stroomschema voor chemische zuurstofvraag CZV (in ton)	53
Figuur 20: Stroomschema voor zwevende stoffen (in ton)	54
Figuur 21: Stroomschema voor de som van metalen (in ton)	54
Figuur 22: Stroomschema voor stikstof (in ton)	55
Figuur 23: Stroomschema voor fosfor (in ton)	55
Figuur 24: Stroomschema voor de som van PAK (in kg)	56
Figuur 25: Stroomschema voor de som van BTEX (in kg)	56
Figuur 26: Stroomschema voor de som van PCB (in kg)	57
Figuur 27: Stroomschema voor de som van gekwantificeerde overige organische polluenten (in kg)	57
Figuur 28: Stroomschema voor de som van gekwantificeerde organochloorpesticiden (in kg)	58
Figuur 29: Stroomschema voor de som van gekwantificeerde niet-gechloreerde pesticiden (in kg)	58

## HOOFDSTUK 1. INLEIDING

---

### 1.1. SITUERING VAN DE OPDRACHT

De Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) en haar dochterrichtlijnen bepalen het integraal waterbeleid en haar doelstellingen. Eén van de belangrijkste doelstellingen betreft het behalen van de “goede toestand” voor alle waterlichamen in Europa. De toestand van oppervlaktewateren wordt geëvalueerd op basis van fysicochemische, biologische en chemische criteria. Het chemisch luik wordt in grote mate bepaald door de dochterrichtlijn 2008/105/EG. Artikel 5 van deze dochterrichtlijn betreft in het bijzonder de opmaak van een emissie-inventaris van alle emissies, lozingen en verliezen van de prioritaire en prioritair gevaarlijke stoffen. Deze Europese richtlijn werd op 24 maart 2011 omgezet in Brussels Recht (BRBHG 24/03/2011). In 2013 volgde een herziening (richtlijn 2013/39/EG) van de Kaderrichtlijn Water (RL 2000/60/CE) en de dochterrichtlijn (RL 2008/105/EG) m.b.t. de prioritair stoffen in water.

In navolging van bovenvermelde wetgeving, dient de overheid, Leefmilieu Brussel – BIM, departement Strategie Water, tegen eind 2013 te beschikken over een emissie inventaris water (EIW).

Naast de wettelijke verplichting is een dergelijke emissie-inventaris ook zeer nuttig en relevant voor de bevoegde administratie, in het bijzonder m.b.t. diverse andere doelstellingen en vereisten van de Europese Kaderrichtlijn Water.

- Een emissie-inventaris verschaft inzicht over het belang/aandeel van verschillende bronnen in de emissies van bepaalde pollutanten naar oppervlaktewateren.
- De kennis en informatie verworven uit een emissie-inventaris kan aangewend worden om de meest pertinente maatregelen te definiëren voor inclusie in het tweede generatie maatregelenprogramma horende bij de tweede generatie stroomgebiedbeheerplannen (planperiode 2016-2021). In de tweede fase ligt de nadruk immers op maatregelen die zich toespitsen op het verminderen van de emissiebronnen intra het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (BHG).
- Een emissie-inventaris is tevens noodzakelijk om de kosteneffectiviteitsanalyse van het maatregelenprogramma te kunnen uitvoeren.

### 1.2. DOELSTELLINGEN VAN DE OPDRACHT

#### → Algemene doelstelling

De studie wil komen tot een emissie-inventaris water (EIW) voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest conform de bepalingen van artikel 5 van richtlijn 2008/105/EG.

Het technische richtsnoer van de Common Implementation Strategy (CIS) met advies en richtlijnen voor het opstellen van een emissie-inventaris (GD N°28) benadrukt dat alle mogelijke bronnen (emissies, lozingen en verliezen) in rekening gebracht moeten worden voor zover deze een significante emissie opleveren. Concreet dienen zowel punt- als diffuse bronnen aan bod te komen.

Het te beschouwen “ontvangend milieu” zijn de oppervlaktewaterlichamen. Voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest zijn de betreffende waterlichamen het Kanaal, de Zenne en de Woluwe.

In het bijzonder is de doelstelling van de opdracht dat op basis van de resultaten en output van deze studie inzicht bekomen wordt in de belangrijkste bronnen van de polluenten binnen de groepen

- fysico-chemie, organische vrachten en nutriënten,
- metalen,
- PAKs,
- en binnen de groep van overige (micro) organische polluenten ten minste voor de prioritaire en prioritaire gevaarlijke stoffen.

#### → Studiegebied

Het studiegebied is het Brusselse deel van het Internationaal Stroomgebied van de Schelde, m.a.w. het gehele Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Daar de opdracht een emissie-inventaris water betreft en voortvloeit uit dochterlijn 2008/105/EG van de Europese Kaderrichtlijn water, ligt de focus in het bijzonder op de emissies, lozingen en verliezen naar de drie voornaamste oppervlaktewateren van het BHG waarover aan de Europese Commissie wordt gerapporteerd: de Zenne, het Kanaal en de Woluwe.



*Figuur 1: Studiegebied – Brussels Hoofdstedelijk Gewest omvattende 19 gemeentes. (bron: BISA, Mini-Bru 2013)*

### → Referentieperiode

De KRW dochterrichtlijn 2008/105/EG stelt dat een jaar tussen 2008, 2009 en 2010 dient gekozen te worden als referentieperiode. Enkel voor bepaalde P(G)S die onder Richtlijn 91/414/EEG vallen, mag men gebruik maken van een gemiddelde waarde berekend over de jaren 2008, 2009 en 2010. Er is verkozen om in deze studie, waar mogelijk, het meest recente jaar (2010) te kiezen als referentieperiode voor de emissie-inventaris, in zoverre de benodigde data voor het vooropgestelde referentiejaar (2010) beschikbaar zijn. Indien de nodige data niet beschikbaar zijn voor het referentiejaar 2010, wordt in overleg met de opdrachtgever bepaald welke alternatieve dataset gehanteerd kan worden. Afwijkingen van het referentiejaar 2010 worden duidelijk vermeld bij de emissieberekeningen en in de rapportage.

### → Onderdelen van de opdracht

De opdracht omvat twee posten waarbinnen diverse deeltaken onderscheiden worden.

#### **Post 1 – Voorstudie**

De voorstudie heeft als doel de nodige relevante gegevens en informatie te verzamelen over het studiegebied, mogelijke polluenten en mogelijke emissie-bronnen om een selectie te maken van *a priori* de meest pertinente emissiebronnen en polluenten voor het BHG. Enkel voor de geselecteerde polluenten/emissiebronnen zullen (voor zover haalbaar) de emissies gekwantificeerd worden aan de hand van factsheets (post 2).

Post 1 bestaat uit volgende onderdelen

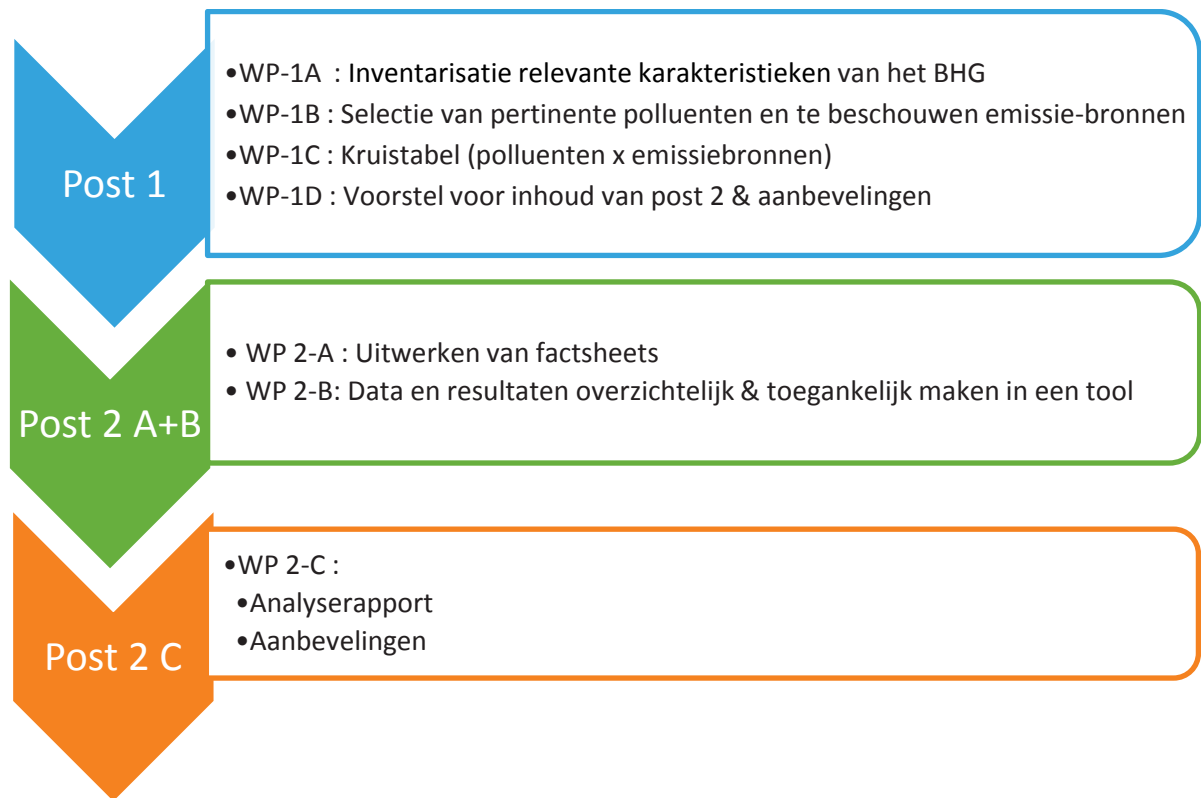
- Inventarisatie en korte beschrijving van de relevante karakteristieken van het BHG
- Selectie van pertinente polluenten voor het BHG
- Selectie van te beschouwen emissie-bronnen
- Kruistabel (pertinente polluenten x belangrijkste emissiebronnen)
- Voorstel voor inhoud van post 2 & aanbevelingen

#### **Post 2 – Emissie-inventaris water aan de hand van factsheets**

Daar het resultaat van Post 1 bepalend is voor de invulling en afbakening van Post 2, worden de inhoud en doelstellingen voor Post 2, na uitvoering van Post 1, met de opdrachthouder besproken en vastgelegd.

Post 2 bestaat uit de volgende onderdelen:

- Uitwerken van factsheets voor de overeengekomen polluenten x emissie-bron(nen)
- Verzamelende data en schattingsmethodieken op overzichtelijke wijze toegankelijk maken aan de hand van een tool
- Opmaak van afsluitend analyserapport met daarin ook informatie en inzichten uit Post 1.



De resultaten van Post 1 zijn beschreven in het rapport “Inventarisatie van de emissies naar water in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest - Post 1: Voorstudie”

Dit rapport “Inventarisatie van de emissies naar water in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest - Post 2: Analyserapport en Factsheets “ beschrijft de analyseresultaten van de studie.

Voor alle gekwantificeerde bronnen zijn factsheets opgemaakt. Deze zijn afzonderlijk opgeleverd en zijn ook bijgevoegd in dit rapport (HOOFDSTUK 7).

De opgestelde emissie-inventaris water voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest is dynamisch toegankelijk (data, kaarten, analysegrafieken, tabellen) gemaakt m.b.v. de WEISS-tool. Het instrument WEISS-BHG is opgeleverd aan het Brussels Instituut voor Milieubeheer.

Details over de kwantificatie van de bronnen en de data die gebruik zijn voor de emissie-inventaris zijn terug te vinden in de respectievelijk factsheets. De uitwerking van de emissieroutes in de WEISS-tool en de daarvoor gebruikte en verwerkte data zijn beschreven in een afzonderlijke technische nota “Transport naar het oppervlaktewater binnen WEISS voor Brussels Hoofdstedelijk Gewest”

## HOOFDSTUK 2. SAMENVATTENDE KWANTITATIEVE ANALYSE VAN WEERHOUDEN ELEMENTEN

### 2.1. GEKWANTIFICEERDE POLLUENTEN

Tabel 1 geeft een overzicht van de stoffen die weerhouden werden voor kwantificatie en waarvoor dus de emissies in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest gekwantificeerd zijn. De stoffen zijn gegroepeerd. Er worden 12 stofgroepen onderscheiden: Metalen, organische vracht, nutriënten, PAK-16, BTEX, PCB, BDE, medicijnen, organochloorpesticiden, niet-gechloreerde pesticiden, overige organische (micro)polluënten en overige polluënten. In Tabel 1 is tevens aangeduid welke de prioritaire stoffen (WFD PS) en prioritaire gevaarlijke stoffen (WFD PHS) zijn volgens de Kaderrichtlijn Water (RL 2000/60/CE), de dochterrichtlijn (RL 2008/105/EG) en de herzieningsrichtlijn 2013/39/EG.

Tabel 1: Gekwantificeerde polluënten

Stofgroep	Stofnaam	Symbool	CAS n°	WFD PS	WFD PHS
<b>Metalen</b>	Zilver	Ag	7440-22-4		
	Aluminium	Al	7429-90-5		
	Arseen	As	7440-38-2		
	Cadmium	Cd	7440-43-9	x	x
	Chroom	Cr	7440-47-3		
	Kobalt	Co	7440-48-4		
	Koper	Cu	7440-50-8		
	Kwik	Hg	7439-97-6	x	x
	Mangaan	Mn	7439-96-5		
	Nikkel	Ni	7440-02-0	x	
	Lood	Pb	7439-92-1	x	
	Tin	Sn	7440-31-5		
	Antimoon	Sb	7440-36-0		
	Zink	Zn	7440-66-6		
<b>Organische vracht</b>	Biologische Zuurstofvraag	BZV	10003		
	Chemische Zuurstofvraag	CZV	10004		
<b>Nutriënten</b>	Stikstof	N	7727-37-9		
	Fosfor	P	7723-14-0		
<b>PAK-16</b>	Acenafteen	Acenaft	83-32-9		
	Acenaftyleen	Acenafty	208-96-8		
	Antraceen	Ant	120-12-7	x	x
	Benzo(a)antraceen	B(a)A	56-55-3		
	Benzo(a)pyreen	B(a)P	50-32-8	x	x
	Benzo(b)fluorantheen	B(b)Flu	205-99-2	x	x

	Benzo(k)fluorantheen	B(k)Flu	207-08-9	x	x
	Chryseen	Chr	218-01-9		
	Dibezo(a,h)antraceen	dBz(ah)A	53-70-3		
	Fenantreen	Fen	85-01-8		
	Fluorantheen	Flu	206-44-0	x	
	Fluoreen	Fluoreen	86-73-7		
	Benzo(g,h,i)peryleen	B(ghi)Pe	191-24-2	x	x
	Indeno(1,2,3-cd)pyreen	IP	193-39-5	x	x
	Naftaleen	Naft	91-20-3	x	
	Pyreen	Pyr	129-00-0		
<b>BTEX</b>	Benzeen	Benz	71-43-2	x	
	Tolueen	Tol	108-88-3		
	Ethylbenzeen	EthBenz	100-41-4		
	Xyleen	Xyl	1330-20-7		
<b>PCB</b>	2,3',4,4',5-Pentachloorbifenyyl	PCB-118	31508-00-6	x	x
	2,2',3,4,4',5'-Hexachlorobiphenyl	PCB-138	35065-28-2		
	2,2',4,4',5,5'-Hexachlorobiphenyl	PCB-153	35065-27-1		
	2,2',3,4,4',5,5'-Heptachlorobiphenyl	PCB-180	35065-29-3		
<b>BDE</b>	2,2',4,4'-Tetrabromodiphenyl ether	BDE-47	5436-43-1	x	
	Decabromodiphenyl ether	BDE-209	1163-19-5	x	
<b>Medicijnen</b>	Diclofenac	Diclo	15307-86-5	x	
<b>Organochloor Pesticiden (OCP)</b>	2,4-Dichloorfenoxiazijnzuur	2,4-D	94-75-7		
	Chloordaan	CDA	12789-03-6		
	Chloorpyrifos	CPF	2921-88-2	x	
	Clopyralid	CPL	1702-17-6		
	Endosulfan	ES	115-29-7	x	x
	Fluroxypyr	FP	69377-81-7		
	Heptachloor	HpC	76-44-8	x	x
	Heptachloorepoxide	HpCE	1024-57-3	x	x
	Hexachloorcyclohexaan	HCH	608-73-1	x	x
	2-Methyl-4-Chloorfenoxiazijnzuur	MCPA	94-74-6		
	Triclopyr	TCP	55335-06-3		
<b>Niet-gechloreerde Pesticiden</b>	Bentazon	Bent	25057-89-0		
	Diflufenican	DFF	83164-33-4		
	Flufenacet	FF	142459-58-3		
	Glyfosaat	Gly	1071-83-6		
	Isoproturon	IPU	34123-59-6	x	
<b>Overige Organische Polluenten</b>	1,2-Dichloorethaan	DCE	107-06-2	x	
	1,2-dichloorpropan	DCP	78-87-5		
	4-(1,1',3,3'-tetramethylbutyl)fenol	4-Ofenol	140-66-9	x	
	4-nonylfenol	4-Nfenol	104-40-5	x	x
	Carbon-tetrachloride	CCl4	56-23-5	x	

	Chlooralkanen C10-C13	Cl-alk	85535-84-8	x	x
	Di(2-ethylhexyl)ftalaat	DEHP	117-81-7	x	
	Dichloormethaan	DCM	75-09-2	x	
	1,2-dichloorbenzeen	ODCB	95-50-1		
	1,3-dichloorbenzeen	MDCB	541-73-1		
	1,4-dichloorbenzeen	PDCB	106-46-7		
	Dioxinen	Diox		x	
	Hexachloorbutadieen	HCBu	87-68-3	x	x
	Nonylfenolen	Nfenol	25154-52-3	x	x
	Octylfenolen	Ofenol	1806-26-4	x	
	Pentachloorbenzeen	PeCB	608-93-5	x	x
	Pentachloorfenol	PCP	87-86-5	x	
	Tetrachloro-ethyleen	TeCE	127-18-4	x	
	Tributyltinverbindingen	TBT		x	x
	Trichloorbenzenen	TCB	12002-48-1	x	
	Trichloormethaan (chloroform)	TCM	67-66-3	x	
	Trichloroethyleen	TCE	79-01-6	x	
<b>Overige polluenten</b>	Cyaniden	CN	57-12-5		
	Minerale olie	MinOlie			
	Zwevende Stof	ZS			

## 2.2. EMISSIES VAN DE GEKWANTIFICEERDE POLLUENTEN

Belangrijkste polluenten wat betref de omvang van de emissies zijn:

- organische vrachten (BZV en CZV),
- zwevend stof,
- en nutriënten (N en P).

De jaarlijkse bruto emissies van organische vracht naar water in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest leveren een belasting van ruim  $16.10^3$  ton BZV en bijna  $40.10^3$  ton CZV. Zwevende stof is naar omvang de belangrijkste polluent in de stofgroep "overige polluenten" en de jaarlijkse bruto emissies naar water in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest bedragen ruim  $15.10^3$  ton. De geschatte emissies van zwevende stof dienen met de nodige omzichtigheid geëvalueerd te worden. Voor diverse potentiële bronnen van zwevendstof was onvoldoende informatie beschikbaar om een kwantitatieve inschatting te maken van de emissies. De geschatte emissies van zwevend stof zijn daardoor minder betrouwbaar en waarschijnlijk worden de effectieve emissies onderschat. Ongeveer 30% van de bruto emissies van organische vracht en zwevend stof komen als netto emissies effectief in het oppervlaktewater terecht. De jaarlijkse bruto emissie van nutriënten naar water in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest bedraagt ruim  $6.10^3$  ton. Daarin heeft stikstof een aandeel van bijna 90% en fosfor een aandeel van 10%. De netto emissies van nutriënten naar oppervlaktewater bedraagt ongeveer  $2,5.10^3$  ton wat overeenstemt met circa 40% van de bruto emissies. Voor alle overige polluenten is de jaarlijkse bruto emissie kleiner dan 50 ton.

Polluenten met emissies van middelgrootte omvang (> 1 ton bruto emissie per jaar) zijn:

- metalen,
- BTEX,



- Di(2-ethylhexyl)ftalaat,
- Minerale olie.

De jaarlijkse bruto emissie van metalen naar water in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest bedraagt ongeveer 4,8 ton waarvan 64% zink emissies, 22% koper emissies en 6% lood emissies. Nikkel en chroom hebben ieder een aandeel van ongeveer 2,5% van de metaal emissies. Voor alle ander metalen is de bijdrage <1%. Van deze bruto emissies komt ongeveer 36% effectief in het oppervlaktewater terecht, dit is een netto emissies van ruim 1,7 ton metalen per jaar.

De jaarlijkse bruto emissie van BTEX naar water in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest bedraagt ongeveer 5 ton waarvan 61% tolueen emissies en 20% xyleen emissies. Benzeen en ethylbenzeen hebben respectievelijk een aandeel van 13% en 6%. De jaarlijkste netto emissie van BTEX naar oppervlaktewater bedraagt ongeveer 1,3 ton wat overeenstemt met 26% van de bruto emissies.

Binnen de stofgroep “overige organische (micro)polluenten” is Di(2-ethylhexyl)ftalaat (DEHP) met een aandeel van ruim 30% de belangrijkste polluent wat betreft omvang van de emissies. De jaarlijkse bruto emissies van DEHP naar water bedraagt ruim 1,5 ton en daarvan komt ongeveer 28% effectief in het oppervlaktewater terecht als netto emissie.

De jaarlijkse bruto emissie van minerale olie naar water in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest bedraagt bijna 33 ton en daarvan komt ruim 10 ton (32%) effectief in het oppervlaktewater terecht als netto emissies.

Stofgroepen met een jaarlijkse bruto emissies kleiner dan < 1 ton) zijn:

- PAK,
- Pesticiden,
- Medicijnen,
- PCB,
- BDE.

Deze polluentgroepen omvatten evenwel de meeste prioritaire en gevaarlijke stoffen.

Voor de PAK-16 bedragen de jaarlijkse bruto emissies naar water in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest ruim 0,5 ton. Daarvan komt 26% effectief in het oppervlaktewater terecht als netto emissies. De gekwantificeerde pesticiden leveren in totaal een bruto emissie naar water in het Brussels Hoofdstedelijk gewest van bijna 170 kg waarvan 16% afkomstig is van organochloorpesticiden (OCP). Ruim 66% van de bruto emissies van pesticiden komen effectief in het oppervlaktewater terecht. In geval van pesticiden is het netto aandeel hoog omwille van oppervlakkige afspoeling in niet-gerioleerde zones of in niet op RWZI aangesloten zones.

De berekende bruto emissies van medicijnen zijn een onderschatting van de werkelijke emissies van medicijnen daar er slechts één polluent gekwantificeerd werd in deze groep (Diclofenac). De jaarlijkse bruto emissie van Diclofenac in het Brussels hoofdstedelijk Gewest bedraagt 69 kg.

Ook voor PCBs en BDEs kan aangenomen worden dat de werkelijke emissies groter zullen zijn dan de berekende totalen voor deze stofgroepen omdat slechts enkele polluenten uit de groep gekwantificeerd werden. De gekwantificeerde PCBs en BDEs zijn binnen die stofgroepen wel de voornaamste polluenten voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest zoals blijkt uit de waterkwaliteitsmetingen.

Tabel 2: Bruto en netto emissies (in kg) per stofgroep en netto aandeel (%) in het BHG voor het referentiejaar 2010.

Stofgroep	Bruto emissies (kg)	Netto emissies (kg)	Netto aandeel
Organische vracht	56.437.678	17.290.056	30.64%
Nutriënten	6.247.238	2.509.958	40.18%
Metalen	47.731	17.279	36.20%
PAK	514	134	26.00%
BTEX	4.974	1.302	26.17%
PCB	10.413	2.961	28.44%
BDE	0.306	0.306	99.96%
Medicijnen	69.02	37.78	54.69%
Niet-gechloreerde Pesticiden	140.411	74.894	53.34%
Organochloor pesticiden (OCP)	21.99	14.83	66.21%
Overige Organische Polluenten	4.871	1.942	39.86%
Overige polluenten	15.627.639	4.759.374	30.45%

Tabel 3: Bruto en netto emissies (in kg) per stof in het BHG voor het referentiejaar 2010.

Stofgroep	Stof	Bruto emissies (kg)	Netto emissies (kg)	Netto aandeel
BDE	Decabromodiphenyl ether	0.141	0.141	99.96%
BDE	2,2',4,4'-Tetrabromodiphenyl ether	0.165	0.165	99.96%
BTEX	Benzeen	654.966	167.649	25.60%
BTEX	Ethylbenzeen	312.401	96.012	30.73%
BTEX	Tolueen	3056.041	769.675	25.19%
BTEX	Xyleen	950.607	268.383	28.23%
Medicijnen	Diclofenac	56.107	30.683	54.69%
Metalen	Zilver	1.912	1.807	94.51%
Metalen	aluminium	111.171	71.904	64.68%
Metalen	Arseen	214.932	155.170	72.19%
Metalen	Cadmium	61.915	36.325	58.67%
Metalen	Kobalt	377.383	256.568	67.99%
Metalen	Chroom	1160.033	589.709	50.84%
Metalen	Koper	10615.317	3763.183	35.45%
Metalen	Kwik	142.155	61.936	43.57%
Metalen	Mangaan	4.904	2.575	52.51%
Metalen	Nikkel	1222.170	748.836	61.27%
Metalen	Lood	3100.350	1218.312	39.30%
Metalen	Antimoon	2.166	0.789	36.42%

Metalen	Tin	1.764	1.763	99.97%
Metalen	Zink	30714.640	10370.300	33.76%
Niet-gechloreerde Pesticiden	Bentazon	0.131	0.024	18.58%
Niet-gechloreerde Pesticiden	Diflufenican	2.141	1.251	58.44%
Niet-gechloreerde Pesticiden	Flufenacet	1.063	0.607	57.14%
Niet-gechloreerde Pesticiden	Glyfosaat	136.852	72.968	53.32%
Niet-gechloreerde Pesticiden	Isoproturon	0.225	0.044	19.62%
Nutriënten	Stikstof	5456063.155	2204059.661	40.40%
Nutriënten	Fosfor	791175.043	305898.470	38.66%
Organische vracht	Biologische Zuurstofvraag	16802099.359	4660944.062	27.74%
Organische vracht	Chemische Zuurstofvraag	39635578.966	12629111.711	31.86%
Organochloor pesticiden (OCP)	2,4-Dichloorfenoxiazijnzuur	11.463	9.115	79.51%
Organochloor pesticiden (OCP)	Chloordaan	0.000	0.000	100.00%
Organochloor pesticiden (OCP)	Chloorpyrifos	0.137	0.036	25.90%
Organochloor pesticiden (OCP)	Clopyralid	0.482	0.295	61.13%
Organochloor pesticiden (OCP)	Endosulfan	0.006	0.006	100.00%
Organochloor pesticiden (OCP)	Hexachloorcyclohexaan	0.002	0.002	100.00%
Organochloor pesticiden (OCP)	Heptachloorepoxide	0.000	0.000	100.00%
Organochloor pesticiden (OCP)	2-Methyl-4-Chloorgenoxiazijnzuur	9.904	5.377	54.29%
Organochloor pesticiden (OCP)	Triclopyr	5.280	3.228	61.13%
Overige Organische Polluenten	4-nonylfenol	791.058	416.118	52.60%
Overige Organische Polluenten	4-(1,1',3,3'-tetramethylbutyl)fenol	79.109	41.615	52.60%
Overige Organische Polluenten	Carbon-tetrachloride	43.294	12.685	29.30%
Overige Organische Polluenten	1,2-Dichloorethaan	0.677	0.677	100.00%
Overige Organische Polluenten	Dichloormethaan	537.578	187.608	34.90%
Overige Organische Polluenten	1,2-dichloorpropaan	5.785	2.672	46.20%
Overige Organische Polluenten	Di(2-ethylhexyl)ftalaat	1590.815	451.996	28.41%
Overige Organische Polluenten	Dioxinen	0.000	0.000	28.43%
Overige Organische Polluenten	Hexachloorbutadieen	0.037	0.037	100.00%
Overige Organische Polluenten	1,3-dichloorbenzeen	102.695	36.495	35.54%
Overige Organische Polluenten	Nonylfenolen	791.079	416.137	52.60%
Overige Organische Polluenten	1,2-dichloorbenzeen	2.914	1.235	42.38%
Overige Organische Polluenten	Octylfenolen	79.106	41.612	52.60%
Overige Organische Polluenten	Pentachloorfenol	0.033	0.033	100.00%
Overige Organische Polluenten	1,4-dichloorbenzeen	522.081	218.917	41.93%
Overige Organische Polluenten	Pentachloorbenzeen	0.001	0.001	100.00%

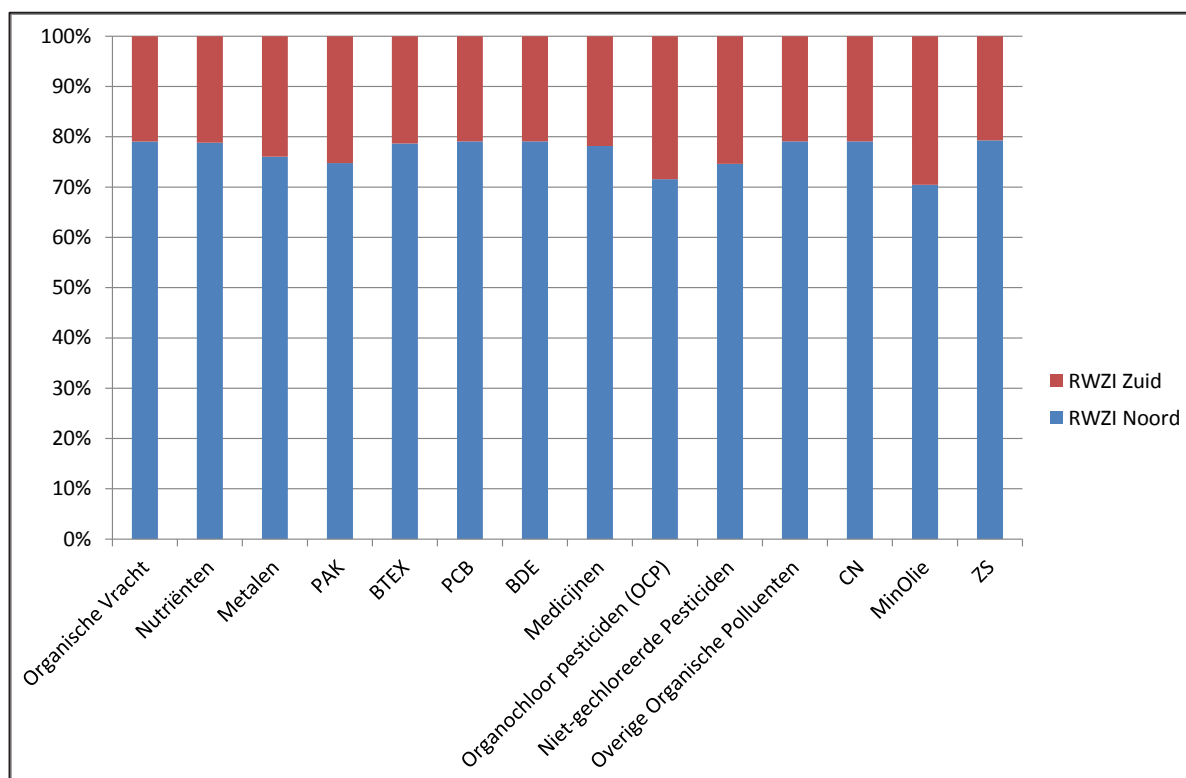
Overige Organische Polluenten	Tributyltinverbindingen	0.003	0.003	100.00 %
Overige Organische Polluenten	Trichloorbenzenen	280.907	97.847	34.83%
Overige Organische Polluenten	Trichlooretheen	0.364	0.364	100.00 %
Overige Organische Polluenten	Trichloormethaan (chloroform)	43.486	15.467	35.57%
Overige Organische Polluenten	Tetrachloro-ethyleen	0.130	0.130	100.00 %
Overige pollutanten	Cyaniden	440.206	354.356	80.50%
Overige pollutanten	Minerale olie	32829.527	10567.794	32.19%
Overige pollutanten	Zwevende stof	15594369.676	4748452.287	30.45%
PAK	Acenafteen	22.984	6.898	30.01%
PAK	Acenafthyleen	25.694	7.215	28.08%
PAK	Anthraceen	10.495	2.758	26.28%
PAK	Benzo[a]anthraceen	21.726	5.448	25.08%
PAK	Benzo[a]pyreen	21.819	5.364	24.58%
PAK	Benzo[b]fluorantheen	29.551	7.114	24.07%
PAK	Benzo[g,h,i]peryleen	29.763	7.109	23.89%
PAK	Benzo[k]fluorantheen	10.144	2.343	23.09%
PAK	Chryseen	25.763	5.406	20.99%
PAK	Dibenzo[a,h]anthraceen	16.800	4.875	29.02%
PAK	Fenanthreen	59.410	14.705	24.75%
PAK	Fluorantheen	73.192	17.507	23.92%
PAK	Fluoreen	49.070	13.226	26.95%
PAK	Indo[1,2,3-cd]pyreen	13.010	4.194	32.24%
PAK	Naftaleen	50.387	16.964	33.67%
PAK	Pyreen	54.019	12.472	23.09%
PCB	2,3',4,4',5-Pentachloorbifenyyl	2.603	0.740	28.42%
PCB	2,2',3,4,4',5,5'-Hexachlorobiphenyl	2.603	0.740	28.43%
PCB	2,2',4,4',5,5'-Hexachlorobiphenyl	2.603	0.741	28.47%
PCB	2,2',3,4,4',5,5'	2.603	0.740	28.43%

### 2.3. EMISSIEROUTES VAN DE GEKWANTIFICEERDE POLLUENTEN

Het relatief aandeel van de verschillende emissieroutes varieert behoorlijk tussen verschillende stofgroepen. Dit hangt enerzijds samen met de aard van de emissiebronnen (bv. schepen vooral directe emissies naar oppervlaktewater, huishoudens vooral indirecte emissies naar het rioolstelsel), maar wordt ook mede bepaald door de geografisch localisatie van de bronnen (bv. al dan niet in gelegen in gerioleerd of aangesloten gebied).

Daar het grootste deel van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest gerioleerd is, komen de meeste emissies naar water in het rioleringsstelsel terecht (bruto emissies). Vanuit het rioleringsstelsel zijn er drie mogelijke emissieroutes naar oppervlaktewater (netto emissies): via het effluent van het RWZI behandelingsbekken (DWA), via het effluent van het RWZI stormwaterbekken (RWA,

regenwaterstraat), of via overstorten. De overstorten hebben een groot aandeel in de emissies omdat via overstorten behoorlijke hoeveelheden ongezuiverd rioolwater in het oppervlaktewater terechtkomen. Vanuit het rioostelsel komen, afhankelijk van de stof, 70-80% van de bruto emissies terecht op RWZI Noord en 20-30% op RWZI Zuid. Met name voor pesticiden en minerale olie is het relatief aandeel van RWZI Zuid iets groter.

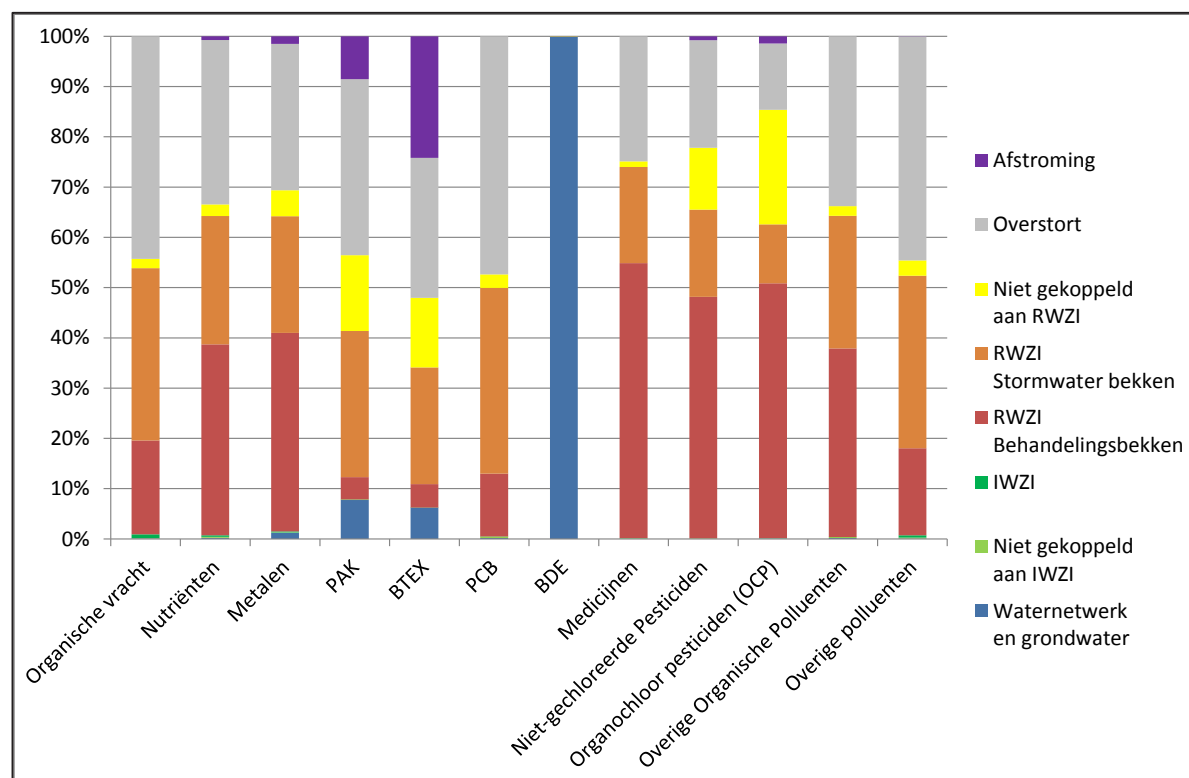


Figuur 2: Aandeel van RWZI Noord en RWZI Zuid per stofgroep

Voor de meeste stofgroepen is de belangrijkste emissieroute naar oppervlaktewater via effluent van een RWZI. Hoe beter het rendement van de RWZI voor verwijdering van een bepaalde pollut, hoe kleiner het relatief aandeel van het effluent van het behandlingsbekken en hoe groter het relatief aandeel van het stormwaterbekken. Immers, hoe hoger het verwijderingspercentage, hoe groter het verschil tussen behandeld en onbehandeld water. In het huidige WEISS systeem kan geen verwijdering in rekening gebracht worden voor het water dat via het stormwaterbekken (RWA, regenwaterstraat) stroomt. In de praktijk is er echter wel een beperkte verwijdering van bepaalde pollenten in de regenwaterstraat.

Het relatief aandeel van de route via het RWZI behandlingsbekken varieert van slechts 30% voor BTEX emissies tot 75% voor emissies van medicijnen. Voor BTEX is afstroming een belangrijke route omdat atmosferische depositie de voornaamse emissiebron is.

Het aandeel van de route "niet gekoppeld aan RWZI" wordt voornamelijk bepaald door de geografische ligging van de belangrijkste emissieroutes. De bijdrage van deze route neemt toe naarmate meer bronnen gelegen zijn in niet-gerioleerd of niet aangesloten gebieden. Bronnen waarvan de emissie relatief meer in oppervlaktewater terecht komen via een de route "niet gekoppeld aan RWZI" zijn atmosferische depositie en landbouwkundig gebruik van pesticiden. Dit weerspiegelt zich in het relatief grotere aandeel van deze route voor PAK en BTEX (atmosferische depositie) en pesticiden (landbouwkundig gebruik).



Figuur 3: Aandeel van de verschillende transportroutes per stofgroep

## 2.4. VOORNAAMSTE EMISSIEBRONNEN VAN DE GEKWANTIFICEERDE POLLUENTEN

Voor de meeste stofgroepen is bevolking, d.w.z. emissies door huishoudens, de belangrijkste emissiebron. Voor nutriënten, PCBs, overige organische (micro)polluenten, overige polluenten, organische vracht en medicijnen varieert het aandeel van huishoudens in de bruto emissies van 70% tot 99%. Voor deze stofgroepen is de tweede belangrijkste bron de handel en diensten sector omdat ook daar heel wat afvalwater van huishoudelijk type geproduceerd wordt.

Wat betreft de emissies van nutriënten komt de belangrijkste bijdrage van huishoudelijk afvalwater binnen de handel en diensten sector van hotels & restaurants (32%), handelzaken (26%), overige diensten (25%) en onderwijs (13%).

Wat betreft emissies van organische vrachten komt de belangrijkste bijdrage van huishoudelijk afvalwater binnen de handel en diensten sector van overige diensten (73%), handelszaken (13%), gezondheidszorg (7%) en kantoren & administratie (6%).

Voor BTEX is duidelijk atmosferische depositie de belangrijkste bron die bijdraagt tot ruim 80% van de bruto emissies. Op tweede en derde plaats zijn voor BTEX belangrijke emissiebronnen: handel en diensten en bevolking.

Ruim de helft (55%) van de PAK emissies zijn afkomstig van transport, want dan ook de belangrijkste emissiebron is voor PAK. Daarnaast heeft ook bevolking een belangrijk aandeel (25%), gevolgd door atmosferische depositie (12%) en handel en diensten (8%).

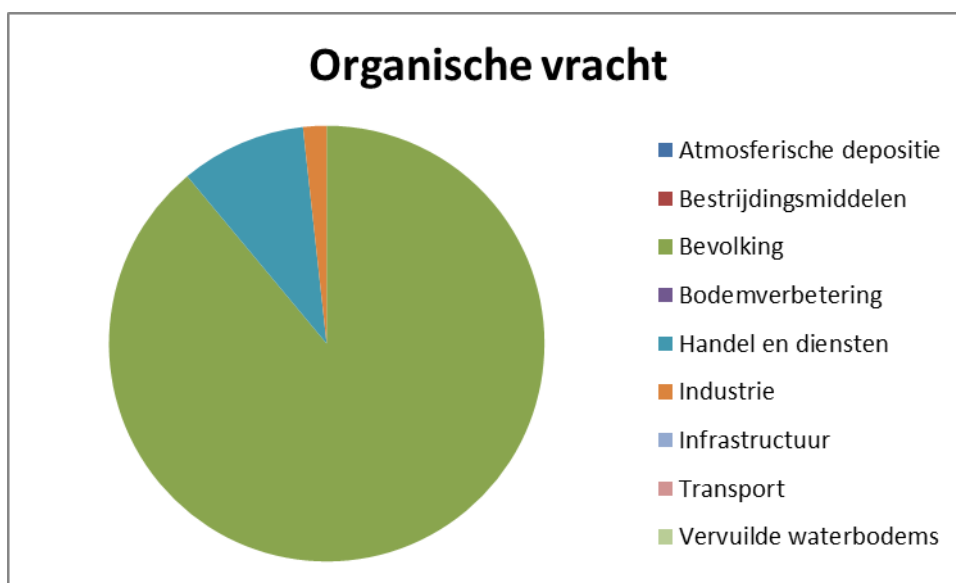
De emissies door transport zijn voor 65% afkomstig van wegverkeer waarbij 31% komt van wegdeklijtage, 27% komt van bandenslijtage en 7% is toe te wijzen aan lekkage van motorolie. Het

spoorverkeer draagt voor 23% bij tot de PAK emissies door transport. Dit is te wijtenaan PAK emissies door smeerolieverlies van spoorvoertuigen. De scheepvaart draagt voor 12% bij tot de PAK emissies door transport. Dit zijn in hoofdzaak emissies afkomstig van coating van schepen.

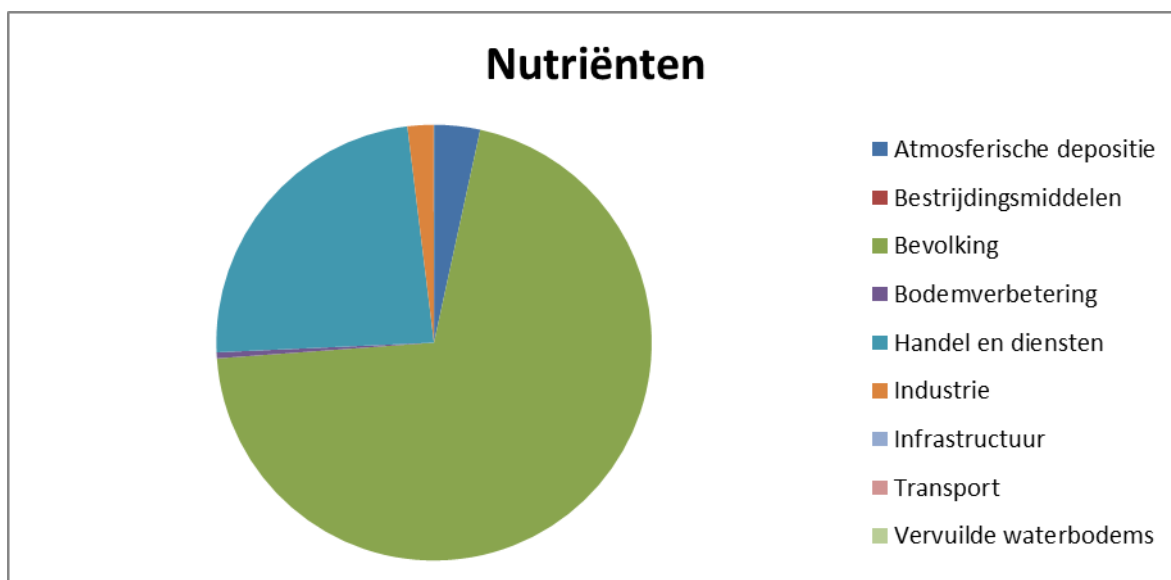
Iets minder dan de helft (48%) van de metaal emissies zijn afkomstig van infrastructuur (gebouwschil en leidingen). Tweede belangrijke bron van metaal emissies is transport met een aandeel van 26%. Op de derde en vierde plaats komen bevolking en handel en diensten, ieder met een bijdrage van 12%. De metaal emissies afkomstig van infrastructuur zijn voor 90% toe te wijzen aan corrosie van de gebouwschil. Slechts 10% van de emissie wordt veroorzaakt door corrosie van waterleidingen. Het aandeel van corrosie van roestvrijstaal van industriële gebouwen is verwaarloosbaar ( $< 0.01\%$ ). De metaal emissies door transport zijn voor 52% afkomstig van spoorverkeer waarbij slijtage van bovenleidingen een aandeel heeft van 41% en slijtage van koolsleepstukken bijdraagt voor 10%. Het wegverkeer draagt voor 45% bij tot de metaal emissies door transport. Dit zijn in hoofdzaak emissies afkomstig van bandenslijtage. De scheepvaart draagt voor slechts 3% bij tot de metaal emissies door transport. Dit zijn in hoofdzaak emissies afkomstig van beschermingsanodes op schepen.

Voor BDE is op basis van deze emissie-inventaris de belangrijkste bron emissies afkomstig van verontreinigde waterbodem. BDE accumuleert in sedimenten van de waterbodem. De vrijstelling vanuit de waterbodem is in deze studie sterk vereenvoudigd benaderd en kan mogelijk een overschatting met zich meebrengen. Op basis van de concentraties in de waterbodem en de omvang van de waterloop, bepalen het aandeel van de verschillen waterlopen in het BHG tot de waterbodem emissies van BDE. Zo'n 57% van de waterbodem emissies zijn toe te wijzen aan het Kanaal. De bijdrage van de Zenne bedraagt ongeveer 37% en de Neerpedebeek heeft een aandeel van 6%. Emissies van de waterbodem van de Woluwe en de Rodekloosterbeek zijn te verwaarlozen t.o.v. de eerstgenoemde waterlopen.

De emissiebron "bestrijdingsmiddelen" omvat enkel emissies van pesticiden, waardoor deze bron logischerwijs de belangrijkste is voor de stofgroepen OCPs en niet-OCPs. Binnen het gebruik van bestrijdingsmiddelen worden vier deelbronnen onderscheiden in deze emissie-inventaris: landbouwkundig gebruik, niet-landbouwkundig gebruik door particulieren, niet-landbouwkundig gebruik langs spoorwegen en niet-landbouwkundig gebruik door gemeenten. In het Brussels Hoofdstedelijk Gewest is, omwille van de zeer beperkte landbouwactiviteit, het niet-landbouwkundig gebruik van pesticiden de belangrijkste bron. Daarbij is 64%-74% van de emissies afkomstig van particulier gebruik, 20%-33% is afkomstig van gebruik langs spoorwegen en slechts 3%-6% is toegewezen aan gebruik door gemeenten. Er dient echter opgemerkt te worden dat in kader van deze emissie-inventaris slechts een selectie van pesticiden beschouwd wordt. Afhankelijk van de beschouwde active stof kunnen de bijdragen van de verschillende deelbronnen aanzienlijk verschuiven.

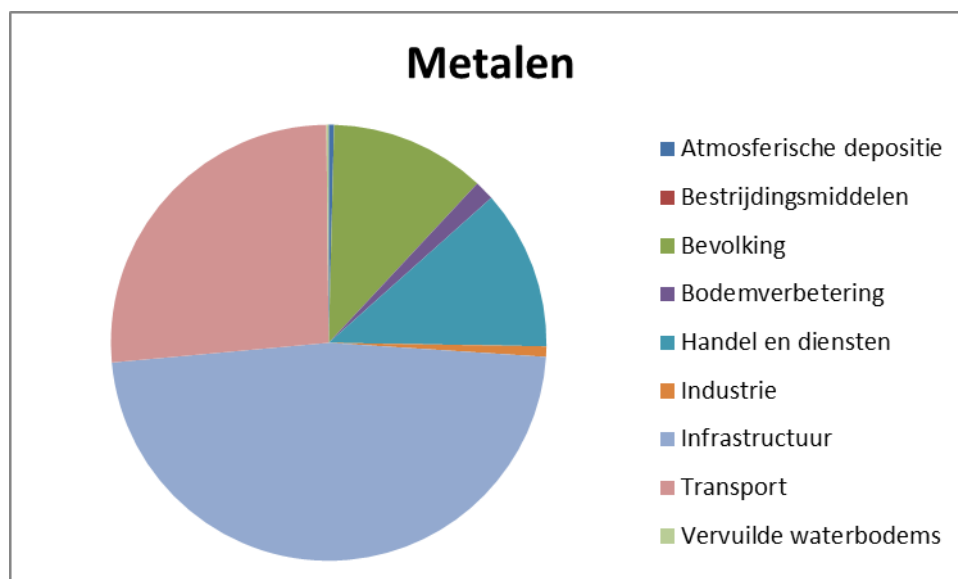


Figuur 4: Aandeel van de verschillende bronnen tot de emissies van organische vracht (BOD en COD)

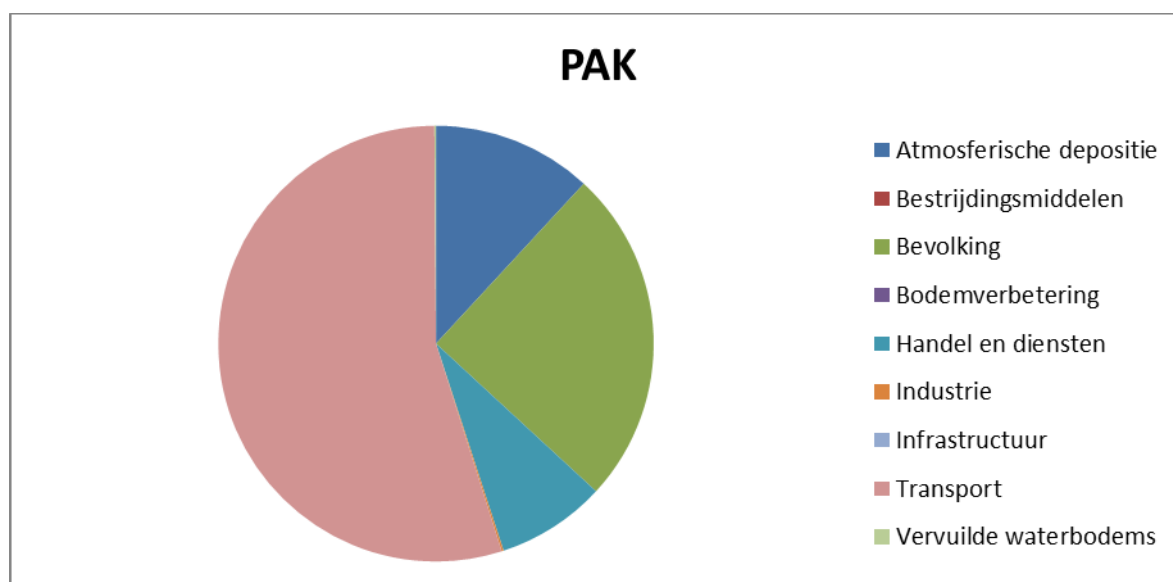


Figuur 5: Aandeel van de verschillende bronnen tot de emissies van nutriënten (N en P)

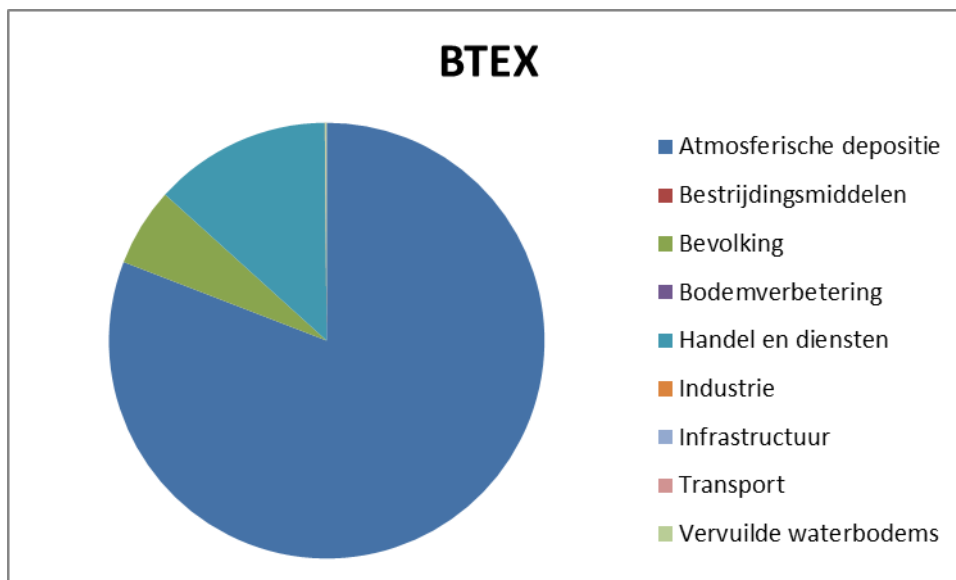




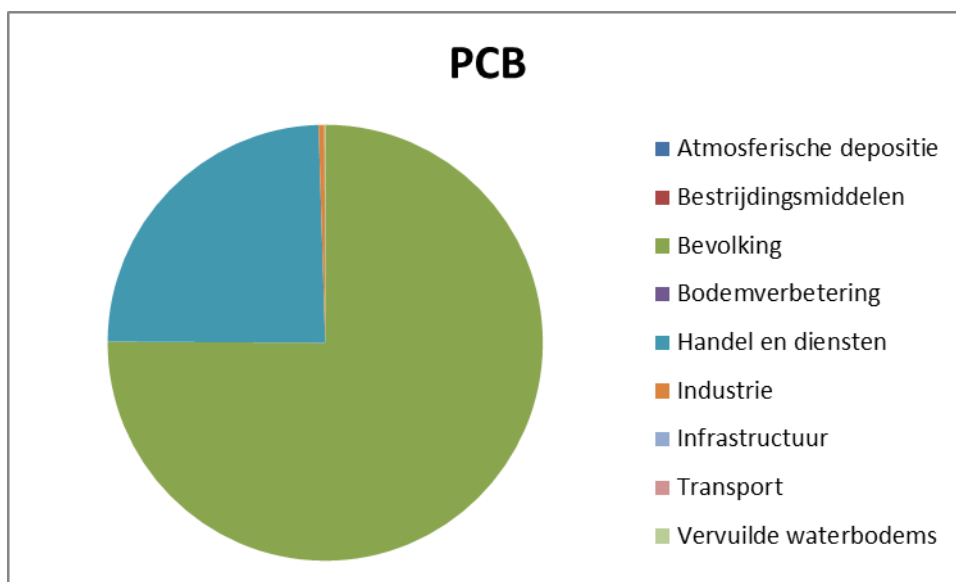
Figuur 6: Aandeel van de verschillende bronnen tot de emissies van metalen (som)



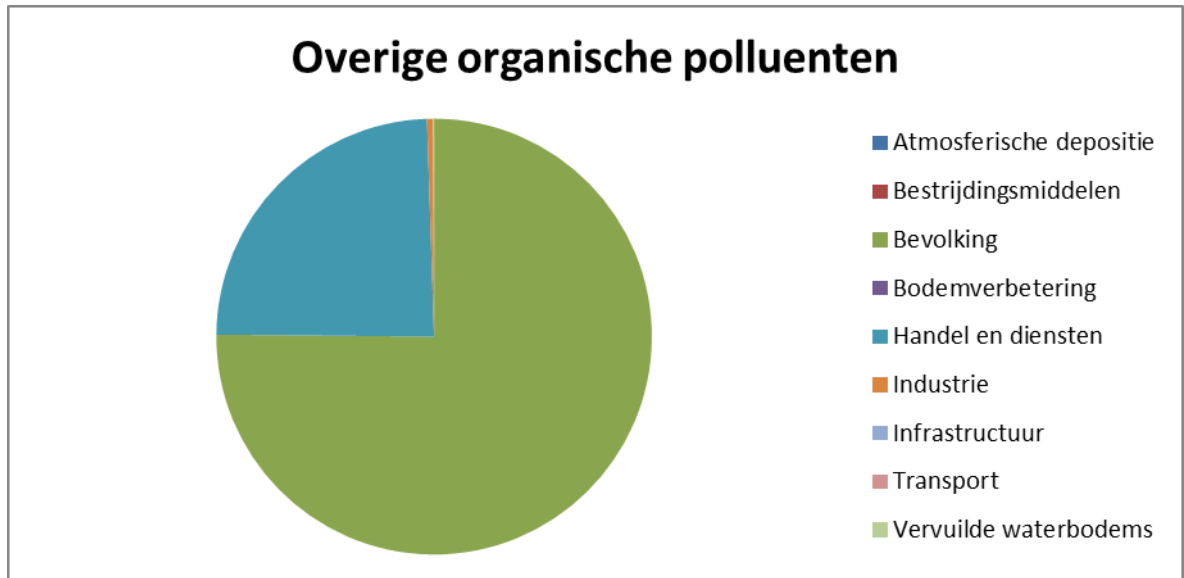
Figuur 7: Aandeel van de verschillende bronnen tot de emissies van PAK (som)



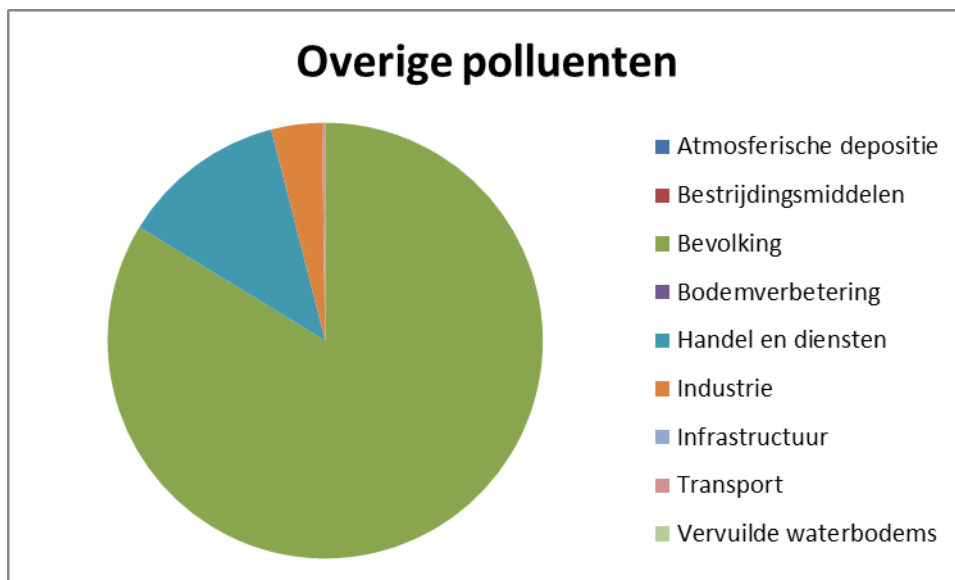
*Figuur 8: Aandeel van de verschillende bronnen tot de emissies van BTEX (som)*



*Figuur 9: Aandeel van de verschillende bronnen tot de emissies van PCB (som)*



Figuur 10: Aandeel van de verschillende bronnen tot de emissies van de gekwantificeerde overige organische polluenten (som)



Figuur 11: Aandeel van de verschillende bronnen tot de emissies van de gekwantificeerde overige polluenten (zwevend stof, minerale olie, cyaniden)

### HOOFDSTUK 3. KWALITATIEVE BESCHRIJVING VAN BELANGRIJKE NIET WEERHOUDEN ELEMENTEN

---

Op basis van alle verzamelde informatie & inzichten in Post 1 wordt in dit hoofdstuk een kwalitatieve beschrijving gegeven voor die elementen die niet gekwantificeerd konden worden en

- verondersteld zijn een pertinente/significante bijdrage te leveren aan de totale emissies (zie pollutententabel van Post 1),
- of verondersteld zijn geen pertinent/significant bijdrage te leveren maar aangeduid zijn als prioritaire of prioritaire gevaarlijke stof binnen RL 2008/105/EG:
  - KRW 2008/105/EG bijlage X (33+8),
  - kandidaatstoffen herziening KRW 2008/105/EG bijlage X (12+3).

#### 3.1. PRIORITAIRE OF PRIORITAIRE GEVAARLIJKE STOFFEN – ONVOLDOENDE INFO VOOR KWANTIFICATIE

Volgende pollutanten zijn aangeduid als **prioritaire of prioritaire gevaarlijke stof** maar werden **niet weerhouden** voor kwantificatie in Post 2 wegens **gebrek aan informatie of gegevens**. Voor deze stoffen zijn geen emissiefactoren beschikbaar of af te leiden uit andere studies. Nader onderzoek in later studies is aanbevolen voor deze stoffen. Het betreft nieuwe prioritaire (gevaarlijke) stoffen die vanaf 2016 moeten opgenomen worden in het waterkwaliteitsmonitoringsmeetnet van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

- 17-alpha-ethinylestradiol
- 17-beta-estradiol
- Perfluorooctaan sulfonzuur (PFOS)
- Hexabromocyclododecaan (HBCDD)
- Aclonifen
- Bifenox
- Cypermethrin
- Quinoxifen

#### **17-beta-estradiol en 17-alpha-ethinylestradiol**

De stof 17-beta-estradiol of oestradiol (E2) is een oestrogeen hormoon dat veelvuldig voorkomt in farmaceutische preparaten. De stof 17-alpha-ethinylestradiol is het synthetische derivaat van oestradiol (EE2) wat veelvuldig gebruikt wordt in anticonceptiepillen. Er zijn tal van anticonceptiepillen op de markt zijn. De meest combineren een oestrogeen met een progestageen en het meest gebruikte synthetische oestrogeen is 17-alpha-ethinylestradiol met een gemiddelde dagelijkse dosis van 30-35 µg EE2 per pil. In combinatie pillen is de concentratie hoger ( $\geq 1$  mg per pil). De mens excreteert de natuurlijke en eventueel ingenomen synthetische oestrogenen via de urine waardoor de oestrogenen in afvalwater en vervolgens in oppervlaktewater terecht kunnen komen.

Gezien de hoge bevolkingsdichtheid in het BHG zijn significante bruto emissies van beide stoffen te verwachten. De gemiddelde excretie van E2 bij mannen wordt geschat op ongeveer 1.6 µg per dag. Bij vrouwen neemt de excretie toe bij specifieke hormonale gesteldheden: 2.3 µg/d tijdens de

menopauze, 3.5 µg/d tijdens menstruaties en 259 µg/d bij zwangerschap. Zwangerschappen buiten beschouwing gelaten, bedraagt de gemiddelde excretie ongeveer 2,5 µg/d. Ruw geschat zou dit voor het BHG met ongeveer 1.1 miljoen inwoners resulteren in bijna 1 kg bruto emissies van 17β-estradiol per jaar.

Volgens het Centraal Bureau voor de Statistiek in Nederland, gebruikt ongeveer 37% van de vrouwen tussen 16 en 50 jaar de anticonceptiepil. Rekeninghoudend met de bevolkingscijfers in Nederland is daaruit geschat dat 17-alpha-ethinylestradiol uit anticonceptiepillen slechts 1% van de totale oestrogeen excretie bedraagt. Het natuurlijke 17β-estradiol heeft een aandeel van 20-30% in de totale oestrogeen excretie (E1, E2, EE2 en E3). Wanneer we deze percentages doortrekken voor het BHG, zou ruw geschat de jaarlijkse bruto emissie van 17-alpha-ethinylestradiol ongeveer 30-50 g bedragen.

Beide stoffen worden goed verwijderd in waterzuiveringsinstallaties. Afhankelijk van de behandelingstechniek variëren de rendementen van 80% tot 99%. Menselijke excreties komen in het BHG hoofdzakelijk in het rioleringsstelsel terecht en zullen dus grotendeels behandeld worden in een RWZI. De verwachte netto emissies liggen dus nog een stuk onder de geschatte bruto emissies.

### **Perfluorooctaan sulfonzuur (PFOS)**

vnl. in metaal coating en in brandblusschuim; impregneren van textiel, papier en leer; in wax, polijst, verf, vernis, schoonmaakmiddelen, tapijt; halfgeleider industrie

Geperfluoreerde verbindingen zijn uitsluitend van antropogeen van oorsprong en komen van nature niet in het milieu voor. Ze worden gebruikt in diverse van toepassingen zoals o.a. bij oppervlaktebehandeling van tapijten, leder en textiel, bij het impregneren vna textiel, als vlek- en waterafstotend behandelingsproducten voor papier, in polymeren (bv. Teflon), in brandblusschumen, als surfactanten voor de mijnbouw en oliewinning, in de productie van metalen platen en in elektrische etsbaden, in metaal coating en in de halfgeleiderindustrie. De meest gangbare huishoudelijke toepassingen zijn basische schoonmaakmiddelen, polijstmiddelen voor vloeren, schoonmaakmiddelen in de tandheelkunde, fotografische films, shampoos, insecticides, adhesieven (bv. plakbriefjes), waterafstotend en vetvrij papier, en oppervlaktebehandeling van kookgerei (bijvoorbeeld Tefal) (Giesy en Kannan, 2001; Hekster et al., 2002).

De meest gebruikte verbinding is PFOS (C<sub>8</sub>F<sub>17</sub>SO<sub>3</sub>H, perfluorooctaan sulfonzuur), een eindmetabool van diverse geperfluoreerde verbindingen dat niet verder degradeerbaar is. PFOS is afkomstig van een brede waaier industriële en huishoudelijke producten. PFOS is de laatste vijftig jaar in grote volumes geproduceerd, maar er zijn weinig data beschikbaar over geproduceerde hoeveelheden. Voor het bedrijf dat in de periode van 1949 tot 2002 wereldwijd de grootste producent van PFOS was (3M Company), zijn er enkele cijfers gekend over de productie in zijn vestigingen in Decatur (VS) en Antwerpen (België) in het jaar 2000. In dat jaar bedroeg de productie van PFOS en afgeleide zouten gebruikt als afgewerkte producten ruim 90 ton<sup>3</sup> en de productie van op PFOS gebaseerde stoffen bedroeg 4481 ton<sup>3</sup> (3M Company, 2000). Over de emissies van geperfluoreerde verbindingen door de andere producenten zijn geen cijfers bekend.

Geperfluoreerde organoverbindingen (PFOC's) kunnen in het milieu terechtkomen bij het chemisch productieproces en door ongecontroleerde, onzorgvuldige en foutieve toepassing of verwijdering (afval) van gebruiksvoorwerpen en produkten die PFOC's bevatten. PFOC's worden wereldwijd gedetecteerd in het terrestrische en aquatische milieu (Smithwick et al., 2005). Deze stoffen zijn afkomstig van een brede waaier industriële en huishoudelijke producten die "gevestigde waarden of producten" zijn in onze Westerse maatschappij. Over de manier waarop de verspreiding in het milieu plaatsvindt bestaat nog veel onduidelijkheid. Gegevens over het voorkomen van PFOS in

verschillende trofische niveaus wijzen wel op bioaccumulatie en biomagnificatie waarbij de hoogste concentraties voorkomen in predatoren bovenaan in de voedselketen (Kannan et al., 2002a).

Door de brede toepassing van PFOS en de weinige cijfers die beschikbaar zijn over geproduceerde of gebruikte hoeveelheden, is het momenteel niet mogelijk om de omvang van de emissies in te schatten. Tevens zijn er weinig of geen monitoringsgegevens van PFOS in water beschikbaar.

### **Hexabromocyclododecaan (HBCDD)**

HBCD wordt voornamelijk toegepast bij polymeersynthese in de productie van extruderend polystyreenschuim (XPS) en expanderend (EPS) polystyreenschuim. Deze polystyreenschuimen worden gebruikt als thermische isolatie in de bouwnijverheid. Een tweede belangrijke toepassing van HBCD is het gebruik als brandvertrager in textiel bestemd voor het stofferen van meubels.

In commerciële producten worden 3 isomeren onderscheiden ( $\alpha$ ,  $\beta$  en  $\gamma$ -HBCD).  $\gamma$ -HBCD omvat 70 tot 90%, terwijl het  $\alpha$ -isomeer slechts voor ongeveer 6% voorkomt. Toch is het vooral het  $\alpha$ -isomeer dat bioaccumuleert in vissen en zoogdieren door biotransformatie van  $\beta$  en  $\gamma$  HBCD tot  $\alpha$ -HBCD (Janak et al 2005; Dodder et al. 2006; Stapleton et al. 2006).

In 2001 werd in België ongeveer 1000 ton HBCD verbruikt (RDC, 2001), voornamelijk via verwerking in kunststoffen en textielartikelen. Het Belgische verbruik is ruim 10% van het Europese verbruik wat in 1999 ongeer 9000 ton bedroeg (BSEF, 2000).

Er zijn momenteel onvoldoende gegevens beschikbaar om de emissies van HBCD te kwantificeren. Tevens zijn er weinig of geen monitoringsgegevens van PFOS in water beschikbaar. Gebromeerde vlamvertragers zoals HBCDD komen in het milieu voornamelijk voor in sedimenten en in aquatische biota. Het bepalen van de concentraties aan gebromeerde vlamvertragers in water wordt bemoeilijkt door de lage oplosbaarheid waardoor de meetwaarden veelal onder de analytische detectielimieten vallen. Voor kwantificatie van de hoeveelheden in het aquatische milieu zijn metingen op zwevend materiaal of waterbodem meer zinvol.

### **Aclonif**

Aclonifen is een herbicide dat gebruikt wordt in de landbouw.

De verkochte hoeveelheden in België liggen in de grootteorde van 45 ton. Dit is iets minder dan de verkochte hoeveelheden Flufenacet.

Gezien beperkte landbouw in BHG weinig emissies verwacht. Gezien de vergelijkbare verkochte hoeveelheden en vergelijkbare toepassing kan aangenomen worden dat de emissies van aclonifen in dezelfde grootteorde liggen als de gekwantificeerde emissies van flufenacet voor landbouwkundig gebruik.

### **Bifenox**

Bifenox is een herbicide voor landbouwkundig gebruik dat voornamelijk toegepast wordt in de graanteelt. Bifenox is een toegelaten bestrijdingsmiddel in België. Gezien beperkte landbouw in BHG weinig emissies verwacht.

### **Cypermethrin**

Cypermethrin is een pyrethroïde insecticide. De werking is gebaseerd op het verstoren van het overbrengen van zenuwpulsen en is effectief tegen een brede waaier insecten en mijten (Fishel, 2005). Synthetische pyrethoïden worden vervaardigd uit petroleumderivaten en worden veelvuldig gebruikt als insecticiden in huizen en tuinen ter behandeling van huisdieren, vee, in transportvoertuigen en als bescherming tegen muggen en andere ectoparasieten. Cypermethrin is toegelaten voor gebruik in België. De verkochte hoeveelheid in België bedraagt ongeveer 15 kg. Gezien het beperkte gebruiksvolume kan men er van uit gaan dat de emissies zeer beperkt zijn.

### Quinoxifen

Quinoxifen is een fungicide dat gebruikt wordt in de landbouw.

Het wordt ingezet tegen echte meeldauw op diverse teelten.

Quinoxifen is opgenomen in de lijst van pesticiden die door de lidstaten van de Europese Unie erkend mogen worden [2] In België is Quinoxifen erkend[3] voor gebruik op graangewassen, hop, bieten, aardbeien, bosbessen, stekelbessen en aalbessen.

Quinoxifen is slecht oplosbaar in water waardoor de er weinig of geen monitoringsgegevens zijn daar de waarden veelal onder de detectielimiet liggen. Voor kwantificatie van de hoeveelheden in het aquatische milieu zijn metingen op zwevend materiaal of waterbodem meer zinvol. Het is bekend dat Quinoxifen accumuleert in biota.

De gebruiksdosis bedraagt 0,150 kg/ha. Rekeninghoudend met het beperkte aantal hectare landbouwgrond in het BHG waarop Quinoxifen toegepast kan worden, zijn er weinig emissies van Quinoxifen in het BHG te verwachten.

### **3.2. PRIORITAIRE OF PRIORITAIRE GEVAARLIJKE STOFFEN – NIET RELEVANT**

Volgende polluenten zijn aangeduid als *prioritaire of prioritaire gevaarlijke stof* maar werden *niet weerhouden* daar het gaat om pesticiden **die niet meer toegelaten zijn in België** en waarvoor er na 2009 **geen overschrijdingen** van de MKN in de waterkolom meer werden vastgesteld.

- Alachloor
- Aldrin
- Atrazine
- Chloorfenvinfos
- Cybutryne
- DDT
- Dichloorvos
- Dicofol
- Dieldrin
- Diuron (DCMU)
- Endrin
- Hexachloorbenzeen
- Isodrin
- Lindaan (gamma-HCH)
- Simazine
- Terbutryn
- Trifluraline

De hierboven vermelde stoffen werden in het verleden gebruikt als actief ingrediënt van pesticiden. In België is het gebruik van deze stoffen al één of meerder jaren niet meer toegelaten. De concentraties die nog in oppervlaktewater gemeten worden zijn afkomstig van historische emissies (residu's in bodem, grondwater, sediment) of eventueel van het gebruik van resterende voorraden. Dergelijk gebruik is zeer moeilijk te kwantificeren. In elk geval kan aangenomen worden dat de emissies van deze stoffen en de concentraties in oppervlaktewater in de loop der tijd verder zullen afnemen. Voor de hierboven opgelijste stoffen werden na 2009 geen overschrijdingen van de MKN meer vastgesteld in de bemonsterde oppervlaktewateren van het BHG. **Op basis van de monitoringsresultaten kan dus aangenomen worden dat de eventuele residuele emissies van deze stoffen in het BHG niet meer van een relevante grootte orde zijn.**

### 3.3. NIET PRIORTITAIRE STOFFEN – RELEVANT, MAAR ONVOLDOENDE INFO VOOR KWANTIFICATIE

Volgende polluenten zijn **waarschijnlijk relevant voor BHG maar niet prioritair of prioritair gevaarlijk** en werden **niet weerhouden** wegens gebrek aan informatie of gegevens. Het is echter aanbevolen om deze stoffen in beschouwing te nemen in later vervolgstudies. Het zijn stoffen waarvoor na 2009 nog overschrijding van de MKN vastgesteld is of waarvoor een concentratietoename vastgesteld is.

- 2,3-dichloorpropeen
- alfa-chloortolueen (benzylchloride)
- Boor (B)
- Chloortoluidine
- Coumafos
- Demethon
- Dichloorbenzidine
- Dimethoat
- Foxim
- Trichloorfon (Merifonaat)
- Anionische oppervlakte-actieve stoffen
- Non-ionische oppervlakte-actieve stoffen

#### **2,3-dichloorpropeen**

De stof 2,3-dichloorpropeen is een tussenproduct chemische synthese in diverse takken van de chemische industrie. Er zijn in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest chemische industrieën gevestigd die mogelijks 2,3-dichloorpropeen genereren of gebruiken in het productieproces. Er zijn echter geen gegevens beschikbaar om te kwantificeren om welke hoeveelheden het gaan en welke hoeveelheden er bv. via afvalwater in het milieu terecht komen.

#### **alfa-chloortolueen (benzylchloride)**

De stof alfa-chloortolueen, ook benzylchloride genoemd, is een derivaat van tolueen, waarin één waterstofatoom in de methylgroep (dit is op de zogenaamde  $\alpha$ -positie) vervangen is door een chlooratoom. Benzylchloride wordt in de chemische industrie verwerkt tot andere producten (voornamelijk benzylalcohol). Het is een bouwsteen in de chemische synthese van o.a. weekmakers, farmaceutica, parfums en vulkaniseerversnellers. Er zijn in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest chemische industrieën gevestigd die mogelijks benzylchloride genereren of gebruiken in het productieproces. Er zijn echter geen gegevens beschikbaar om te kwantificeren om welke hoeveelheden het gaan en welke hoeveelheden er bv. via afvalwater in het milieu terecht komen.

#### **Boor (B)**

Boor wordt gebruikt in de textielindustrie en in de halfgeleiderindustrie. Er zijn in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest industrieën gevestigd die mogelijks boor gebruiken in het productieproces. Er zijn echter geen gegevens beschikbaar om te kwantificeren om welke hoeveelheden het gaan en welke hoeveelheden er bv. via afvalwater in het milieu terecht komen.

#### **Chloortoluidine**



Chloortoluidine wordt toegepast in de chemische synthese van kleurstoffen en pesticiden. Er zijn in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest industrieën gevestigd die mogelijks boor gebruiken in het productieproces. Er zijn echter geen gegevens beschikbaar om te kwantificeren om welke hoeveelheden het gaan en welke hoeveelheden er bv. via afvalwater in het milieu terecht komen.

### **Coumafos**

Coumafos is een insecticide met als atief bestanddeel perizin. Perizin wordt voornamelijk toegepast wordt ter bestrijding van varroase (mijten) bij bijen. Het gebruik van perizin als pesticide is sinds 2010 niet meer toegelaten in België. Er zijn van deze stof bijgevolg geen relevante emissies te verwachten in het BHG.

### **Demethon**

Demeton is een insecticide en acaricide

Het gebruik van demethon is niet meer toegelaten in België. Er zijn van deze stof bijgevolg geen relevante emissies te verwachten in het BHG.

### **Dichloorbenzidine**

Dichloorbenzidine wordt als tussenproduct gebruikt in de chemische synthese van kleurstoffen die toegepast worden in inkt en lakken voor papier, textiel, metaal en plastic materialen. Er zijn in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest industrieën gevestigd die mogelijks boor gebruiken in het productieproces. Er zijn echter geen gegevens beschikbaar om te kwantificeren om welke hoeveelheden het gaan en welke hoeveelheden er bv. via afvalwater in het milieu terecht komen.

### **Dimethoaat**

Dimethoaat is een organofosforverbinding die gebruikt wordt als insecticide in land- en tuinbouw. In België zijn producten met dimethoaat als werkzame stof erkend voor gebruik bij de teelt van onder andere kersbomen, bieten, aardappelen, wortelen, cichorei, knolselderij, schorseneren, uien, bloemkool en witlofwortels.

Gezien beperkte landbouw in BHG worden weinig emissies verwacht.

### **Foxim**

Foxim is een insecticide en acaricide, dat behoort tot de organothiofosfaten. Foxim wordt voornamelijk toegepast in bestrijdingsmiddelen tegen mieren. De foxim gebaseerde bestrijdingsmiddelen zijn in diverse vormen op de markt: als poeder dat uitgestrooid kan worden of als poeder dat met water gemengd en vervolgens gespreid wordt, in mierenlokdozen die naast het insecticide een honinggel bevatten om de insecten te lokken (merknaam: Baygon).

Daarnaast wordt Foxim ook ingezet tegen luizen, mijten en andere ectoparasieten bij dieren (varkens, geiten, schapen, kippen, nertsen...) door middel van spuiten, wassen of opgieten.

Foxim is sinds eind 2007 niet meer toegelaten voor gebruik in gewasbeschermingsmiddelen in de Europese Unie. Hoewel Foxim in België niet meer toegelaten is als pesticide, mag de active stof wel nog gebruikt worden in dierengeneesmiddelen voor de behandeling van luizen bij o.a. varkens. De toegepaste hoeveelheden zijn zeer beperkt en er zijn van deze stof geen relevante emissies te verwachten in het BHG.

### **Trichloorfon (Merifonaat)**

Trichloorfon, ook wel Merifonaat genoemd, is een insecticide dat niet meer toegelaten is in België. Er zijn van deze stof bijgevolg geen relevante emissies te verwachten in het BHG.

### **Anionische en non-ionische oppervlakte-actieve stoffen**

Anionische en non-ionische oppervlakte-actieve stoffen komen voor in tal van producten die ruim verspreid gebruikt worden: afwasmiddel, crème, detergent, douchegel, inkt, lijm, shampoo, verf, wasmiddel, tandpasta, zeep. Omwille van het zeer algemene gebruik zijn er relevante emissies van deze stoffen te verwachten in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Er zijn op dit ogenblik echter onvoldoende gegevens beschikbaar om de mogelijke emissies te kwantificeren.

## HOOFDSTUK 4. TREND ANALYSE - VERGELIJKING MET IN HET VERLEDEN GEKWANTIFICEERDE EMISSIES

---

Voor een aantal parameters (organische vrachten, nutriënten en zware metalen) zijn in het verleden reeds emissies gekwantificeerd (ERM, 2002; VITO, 2008 en VITO, 2010). Voor deze parameters worden in dit hoofdstuk berekende emissies voor de referentie jaren 1997, 2005, 2007 en 2010 vergeleken (trend analyse) en worden de voornaamste evoluties besproken.

Om een correcte vergelijking mogelijk te maken zijn de emissies voor 2010 gekwantificeerd volgens dezelfde methode en zijn dezelfde emissiebronnen in rekening gebracht. De beschikbare gegevens voor 2010 zijn aangewend om op analoge wijze als in de studie “Economische beoordeling van kosten voor het leefmilieu veroorzaakt door de lozingen op het oppervlaktewater “ (VITO, 2010) de emissies te berekenen voor de bronnen en polluenten beschouwd in deze en voorgaande studies (ERM, 2002; VITO, 2008 en VITO, 2010). Dit zijn slechts een beperkt aantal van de bronnen en polluenten die in de huidige studie gekwantificeerd werden (13 in vergelijking met de 86 polluenten beschouwd in deze studie).

In het tweede luik van dit hoofdstuk wordt de methodiek gehanteerd in eerder uitgevoerde studies (ERM, 2002; VITO, 2008 en VITO, 2010) vergeleken met de huidige methodiek. De belangrijkste verschillen van de methodieken worden belicht. De resulterende berekende emissies worden vergeleken en verklaard rekening houdend met de verschillen in de methodieken of gekozen emissiefactoren.

### 4.1. TREND ANALYSE

#### 4.1.1. METHODIEK VRACHTBEREKENING VOOR TREND ANALYSE

De trend analyses van de vuilvrachten kon enkel worden opgemaakt voor stoffen en bronnen waarvan de emissies in het verleden reeds gekwantificeerd werden (ERM, 2002; VITO, 2008 en VITO, 2010). Het betreft volgende polluenten:

- Biologische zuurstofverbruik (BZV)
- Chemisch zuurstofverbruik (CZV)
- Stikstof (N totaal)
- Fosfor (P totaal)
- Zware metalen: As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn.

In de vrachtberekening wordt een onderscheid gemaakt tussen (op basis van de VITO 2010 berekeningswijze):

- Industrieel afvalwater
- Huishoudelijk afvalwater
- Diffuse verontreiniging (depositie, transport, gebouwen en landbouw)
- Bijschatting ter hoogte van de RWZI's op basis van gemeten influent

Er worden slechts 2 emissieroutes beschouwd (op basis van de VITO 2010 berekeningswijze):

- Direct naar oppervlaktewater (geen zuivering)
- Via riolering en zuiveringsstratation (RWZI Noord en RWZI Zuid)

Onderstaande tabel geeft aan welke routes toegepast zijn per bron.

Bron	Emissieroute	
	Riolering en RWZI	Oppervlaktewater
Industrieel afvalwater bedrijven	x	x
Huishoudelijk afvalwater	x	x
Diffuse veronreininging door atmosferische depositie	x	
Diffuse veronreininging door uitspoeling nutriënten landbouw		x

#### → Industrieel afvalwater

De emissies afkomstig van industrieel afvalwater worden gekwantificeerd op basis van de afvalwaterheffingendatabank. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen bedrijven met een heffingsberekening op basis van analyseresultaten en bedrijven met een forfaitaire heffingsberekening. Daarnaast wordt er voor de belangrijkste sectoren een bijschatting gemaakt voor bedrijven met minder dan 7 werknemers op basis van het waterverbruik.

Voor bedrijven met heffingsberekening op basis van analyseresultaten is per bedrijf de vuilvracht per pollutant kunnen berekend worden op basis van de gemeten concentratie en het lozingsdebiet. De meeste van deze bedrijven lozen op de riolering.

Voor bedrijven met een forfaitaire heffingsberekeningen is per sector de vuilvracht per pollutant berekend op basis van de forfaitaire conversiecoëfficiënten (per sector) en het gesommeerde lozingsdebiet van de bedrijven behorende tot de beschouwde sector. In functie van de vergelijkbaarheid van de berekende vuilvrachten in de verschillende referentiejaar zijn steeds dezelfde conversiecoëfficiënten aangehouden. De toegepaste coëfficiënten zijn gegeven in Tabel 4.

De emissies worden niet ruimtelijk expliciet berekend in deze methode. Bijgevolgd moet voor elk bedrijf manueel aangeduid worden op welk zuiveringsstation het via de riolering is aangesloten. Voor 2010 is dit bepaald o.b.v. de ruimtelijk expliciete aanpak in het WEISS systeem, gebruik makend van de preciese localisatie van de bedrijven, het rioleringsnetwerk en de afbakening van de zuiveringsgebieden. In de berekeningen van 2005 en 2007 zijn bedrijven toegewezen aan een RWZI op basis van postcode. Bedrijven waarvoor geen postcode bekend was, zijn beschouwd als zijnde verbonden met het RWZI Noord. In 1998 waren de RWZI's nog niet operationeel en werden deze dus niet in beschouwing genomen voor de emissieberekening. In 2005 was het RWZI Noord nog niet operationeel en bijgevolg werd voor de daaraan toegewezen bedrijven geen zuivering in rekening gebracht.

*Tabel 4: Forfaitaire conversiecoëfficiënten per sector die aangewend zijn om voor bedrijven met een forfaitaire heffingsberekeningen de vuilvracht per pollutant en per sector te berekenen.*

Activiteit	BOD	COD	ZS	N	P	Hg	Cd	Pb	As	Cr	Ni	Cu	Zn	Ag
A.040	1305	2213	381	131	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A.090	163	517	70	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A.103	710	1065	600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A.105	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A.500	1387	2536	450	75	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B.021	169	416	80	30	10	0	0,01	0,05	0	0,34	0,29	0,71	1,81	0,01
B.024	0	0	0	0	0	0	0,60	1,00	0,50	5,00	5,00	4,00	7,00	0
B.040	139	709	85	30	6	0	0	0,07	0,00	0,09	0,03	0,14	0,72	0
B.041	243	739	130	0	0	0	0,01	0,09	0,00	0,06	0,03	0,40	0,53	0
C.040	700	1265	110	18	7	0	0	0,02	0,01	0,01	0,01	0,06	0,67	0,01
C.041	700	1265	110	18	7	0	0	0,02	0,01	0,01	0,01	0,06	0,67	0,01
C.050	148	296	60	20	10	0	0	0,01	0	0,02	0,00	0,03	0,29	0,03
D.019	1000	3000	300	60		0	0	0,50	0	0	0,50	0,50	3,00	0,00
D.020	803	1631	200	50	10	0	0	0,02	0	0,03	0,02	0,34	0,27	0,19
E.050	360	929	143	13	17	0	0	0,08	0	0,03	0,02	0,11	0,53	0
F.013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0
F.029	1500	2250	800	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0
G.020	15	150	60	50	2	0	0	0	0,10	0	0	0,10	0,50	0,50
G.023	15	150	60	50	2	0	0	0	0,10	0	0	0,10	0,50	0,50
G.030	50	200	200	20	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H.010	67	389	220	0	0	0	0,01	0,10	0	0,04	0,03	0,56	0,74	0,01
M.010	2145	3250	600	100	20	0,05	0,20	0,50	0	0,10	0,50	0,50	0,50	0,00
M.011	2143	3214	600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M.020	400	600	600	20	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M.021	265	602	350	60	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M.023	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M.025	14	52	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M.500	257	386	600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

De bijschatting van de industriële vuilvracht afkomstig van bedrijven met minder dan 7 werknemers is gebaseerd op het waterverbruik per sector. Vier belangrijke sectoren worden beschouwd voor deze bijschatting:

- Gezondheidszorg en maatschappelijke dienstverlening (NACE 8500)
- Industriële waterrijen (NACE 9300)
- Zwembaden (NACE 9626)
- Vervaardiging van producten uit metaal, machines en apparaten (NACE 2800 en 2900).

De andere sectoren hebben een relatief laag waterverbruik of een waterverbruik dat hoofdzakelijk gerelateerd is aan normale dagdagelijkse activiteiten van werknemers (huishoudelijk type afvalwater) en dat dus proportioneel is aan het aantal werknemers. Het gaat bijvoorbeeld om de dienstensector, de horeca en het onderwijs. Dergelijke emissies worden in deze methodiek niet beschouwd als industrieel afvalwater maar als huishoudelijk afvalwater (zie verder).

De bijschatting is gebaseerd op het waterverbruik per sector, verminderd met

- waterverbruik van de bedrijven met analyseheffing
- waterverbruik van de bedrijven met forfaitaire heffing

- waterverbruik van werknemers (beschouwd als huishoudelijk afvalwater).

Het waterverbruik van werknemers is voor de beschouwde sectoren van de bijschatting enkel relevant in de gezondheidssector. Voor de andere sectoren (wasserijen, zwembaden en metaalproductie) wordt dit niet in rekening gebracht (ERM-Belgroma, 2002b). Voor het waterverbruik door werknemers wordt geteld met een aangenomen gemiddeld gebruik van 10 m<sup>3</sup>/persoon/jaar. In deze niet ruimtelijk expliciete emissieberekening worden de bijschattingen verdeeld over het 2 zuiveringsstations op basis van de proportionele verdeling van de huishoudens.

#### → Huishoudelijk afvalwater

De emissies afkomstig van huishoudelijk afvalwater worden gekwantificeerd door vermenigvuldiging van het aantal inwonerssequivalenten (IE) in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest met een emissiefactor per stof. Het aantal IE wordt bepaald op basis van

- Personen die wonen in en werken/studeren in het BHG: 1 IE per persoon
- Personen die wonen maar werken/studeren buiten het BHG: 0,795 IE per person
- Personen die wonen buiten maar werken/studeren in het BHG: 0,205 IE per persoon
- Personen die tijdelijk in het BHG verblijven (hotel, B&B,...): 0,205 IE per persoon.

De emissiefactoren die gehanteerd werden in ERM-Belgroma (2002a) zijn aangehouden voor alle referentiejaren om de vergelijkbaarheid van de berekende emissies mogelijk te maken. Merk wel op dat deze emissiefactoren verschillend zijn van de emissiefactoren die gehanteerd zijn bij de kwantificatie van de emissies in het WEISS syteem. Daar is bij voorkeur gekozen voor emissiefactoren in overeenstemming met degene die gehanteerd worden voor VMM. Ter info zijn in Tabel 5 de verschillende emissiefactoren naast elkaar gezet.

Een ander belangrijk verschilpunt met de emissieberekeningen in het WEISS syteem is dat in deze methodiek naast de inwoners van het BHG ook de tijdelijke verblijven (werk/toerisme) in het BHG meegenomen worden bij het bepalen van de huishoudelijke vuilvracht. In de WEISS methodiek wordt huishoudelijk afvalwater van werknemers en toerisme beschouwd als emissies afkomstig van bedrijven (handel- en dienstensector).

Tabel 5

parameter	unit	BIM voorgaande studies (ERM-BELGROMA, 2002)	VMM (EPAS 2, Syncera 2005)
Q	liter/day.IE	150	136
BOD	g/day.IE	54	38
COD	g/day.IE	135	89
ZS	g/day.IE	90	33
N	g/day.IE	10	9.7
P	g/day.IE	2	1.4
Hg	mg/day.IE	0.18	0.017
Cd	mg/day.IE	0.36	0.014
Pb	mg/day.IE	16.2	2.367
As	mg/day.IE	/	0.34
Cr	mg/day.IE	3.6	1.3
Ni	mg/day.IE	7.2	1.1
Cu	mg/day.IE	27	5.534
Zn	mg/day.IE	90	11.77

### → Diffuse verontreiniging

De diffuse emissies van nutriënten werden in ERM-Belgroma (2002b) geïnventariseerd voor de bronnen landbouw (uitspoeling van stikstof en fosfor) en atmosferische depositie (stikstof). Ugaande van de berekende emissies voor 1988 (ERM-Belgroma, 2002b) werd afgeleid dat deze diffuse bronnen een maximaal aandeel van 3% hebben in de totale emissies van nutriënten. Op basis van die vaststelling zijn diffuse emissies van nutriënten als verwaarloosbaar beschouwd en niet meer opgenomen in de emissieberekeningen van de daaropvolgende referentie jaren. Deze emissies zijn dan ook niet opgenomen in deze trend analyse.

Voor metalen zijn werden in ERM-Belgroma (2002b) volgende diffuse bronnen beschouwd: atmosferische depositie, transport en uitloging van bouwmaterialen. Emissies van verontreinigde bodems werden aangestipt als potentiële bron, maar de emissies zijn niet gekwantificeerd in de ERM-Belgroma studie noch in de daaropvolgende studies.

#### Atmosferische depositie van metalen

Atmosferische depositie van metalen werd in ERM-Belgroma (2002b) afgeleid uit concentraties van metalen in regenwater en lucht. De berekende emissies zijn gebaseerd op Nederlandse concentratiegegevens van 1998 voor regenwater en Nederlandse gegevens van 1990 voor droge. De gegevens werden herrekend met neerslaggegevens van de respectievelijke referentie jaren zijnde 914 L/m<sup>2</sup> 880 L/m<sup>2</sup> in 2007, 752 L/m<sup>2</sup> in 2005 en 948 L/m<sup>2</sup> in 1998. De berekende emissies voor atmosferische depositie zijn weer gegeven in Tabel 9. De emissies variëren met de hoeveelheid neerslag in het beschouwde jaar met de hoogste waarden in het natste jaar (1998) en de laagste waarden in het droogste jaar (2005). De geschatte hoeveelheid verharde oppervlakte bedroeg 50% in de berekening van 1998 (verondersteld bij gebrek aan gegevens). Voor de berekeningen van 2005, 2007 en werd een aangepaste inschatting van de verharde oppervlakte gehanteerd op basis van beschikbare gegevens.

#### Transportactiviteiten

Voor de berekening van de emissies door transport zijn in ERM-Belgroma (2002b) volgende deelbronnen beschouwd: stooizouten, uitlaat gassen, bandenslijtage, asfaltslijtage en lekkage van koelvloeistof. Bandenslijtage en asfaltslijtage leveren de voornaamste bijdrage en dat zijn de deelbronnen tevens beschouwd zijn in de huidige emissie-inventaris.

Voor de berekening van de emissies zijn de meest emissiefactoren uit ERM-Belgroma (2002b) aangehouden voor de verschillende jaren. Enkel het brandstofgebruik is gactualiseerd van 10 liter per 100 km (ERM-Belgroma, 2002b) naar 7,07 liter per 100 km vanaf 2005 (VITO, 2006). De emissieverklarende variabelen zijn aangepast in functie van het beschoude jaar. Het gaat om de lengte van het wegennet, afgelegde voertuigkilometers en aantal voertuigen. De betreffende cijfers zijn afkomstig van BISA, FOD economie en FOD economie.

#### Bouwmaterialen

De inschatting van diffuse verontreiniging veroorzaakt door slijtage van bouwmaterialen zijn de emissiefactoren uit ERM-Belgroma (2002b) aangehouden voor de verschillende jaren. De emissieverklarende variabelen zijn aangepast in functie van het beschoude jaar.

#### Verdeling over collectieve zuivering

Voor alle diffuse bronnen is het niet geweten hoe deze lozingen zich verdelen naar de zuiveringsstations. Dit wordt à rato verdeeld op basis van het aantal aangesloten inwoners. Voor alle diffuse bronnen wordt verondersteld dat de emissies in de riolering terecht komen.

→ **Collectieve zuivering: RWZI's**

De verwijdering van stoffen via de collectieve zuiveringsinstallaties (RWZI's) is cruciaal voor de emissie-inventaris van het BHG. In 1998 waren de zuiveringsinstallatie nog niet operationeel dus werden voor dat referentiejaar geen zuiveringrendementen in rekening gebracht. In 2005 was RWZI Noord nog niet operationeel en is er bijgevolg enkel een zuiveringsrendement in rekening gebracht voor RWZI Zuid. In 2007 en 2010 was RWZI Noord eveneens operationeel en werden voor beide stations de beschikbare gegevens m.b.t. het zuiveringsrendement voor verschillende stoffen in rekening gebracht. De rendement voor BZV, CZV, zwevend stof, stikstof en fosfor zijn per referentiejaar berekend op basis van de beschikbare gegevens over influent/effluent vrachten in de stations. De efficiëntie van de zuiveringsstations in het BHG wat betreft zware metalen is voor alle referentie jaren berekend op basis van 10-jarige gemiddeldes uit Vlaanderen (Tabel 6).

*Tabel 6: Gemiddeld zuiveringsrendement zware metalen RWZI's in Vlaanderen 1997-2006 (VMM Afdeling Rapportering Water, 2005)*

<b>Stof</b>	<b>Rendement</b>
As	30%
Ag	49%
Cr	76%
Zn	79%
Cu	82%
Cd	63%
Pb	73%
Ni	55%
Hg	72%

Voor industrie is hoger beschreven hoe de lozingen per referentiejaar toegewezen zijn aan de zuiveringsgebieden van de stations. Voor bevolking werd voor de emissieberekeningen van de referentie jaren 2005 en 2007 dezelfde verdeling de inwoners verblijvend in het BHG over de beide zuiveringsgebieden aangehouden. Deze verhouding werd eveneens toegepast worden voor de inwoners niet verblijvend in het BHG. De niet geconnecteerde huishoudens werden beschouwd te lozen op de Zenne. Voor de emissieberekeningen van het referentiejaar 2010 is de verdeling van de inwoners over de zuiveringgebieden en de niet-geconnecteerd huishoudens overgenomen uit het WEISS-systeem (verdeling bepaald op basis van GIS data).

#### 4.1.2. VERGELIJKING BEREKENDE EMISSIES 1998, 2005, 2007 EN 2010

→ **Organische vrachten, nutriënten en zwevende stof**

De berekening van de emissies voor 2010 volgens de methodiek uit de voorgaande studie (gebaseerd op ERM-Belgroma, 2002b) is weergegeven in Tabel 7:. Voor het referentiejaar 2010 zijn de emissies per deelbron weergegeven. Voor de andere referentie jaren zijn enkel de totalen per bron (industriële afvalwater en huishoudelijk afvalwater) en per stof gegeven i.f.v. de analyses van de evolutie van de berekende emissie over de verschillende referentie jaren.

De emissies aan de bron (bruto emissies, geen zuivering) nemen over de verschillende referentie jaren toe door toename van de lozingen (industriële afvalwater) en door toename van het aantal inwoners. De netto emissies naar water (rekeninghoudend met zuivering waar van toepassing) van BZV, CZV en zwevende stof nemen echter echter. Dit is de wijten aan de



voortschrijdende implementatie van collectieve zuivering (RWZI's en aansluitingen) in het BHG over de verschillende referentie jaren. In 1998 was er nog geen operationele collectieve zuivering. In 2005 zijn de netto vuilvrachten voor BZV, CZV en zwevende stof afgenomen t.o.v. 1998 door de indienstneming van de RWZI Zuid. Omdat de RWZI Zuid geen tertiaire zuivering heeft was het effect op N en P beperkt. In 2007 en 2010 zijn de netto vuilvrachten voor BOD, COD, ZS, N en P afgenomen t.o.v. 2005 door de indienstneming van de RWZI Noord. In 2010 is er nog een verdere afname van de netto vuilvrachten door toename van de aansluitingsgraad waardoor minder afvalwater in oppervlaktewater geloosd wordt en meer afvalwaterstromen via de riolering aangesloten zijn op de collectieve zuiveringsinfrastructuur.

*Tabel 7: Netto emissies voor BZV, CZV, zwevende stof en nutriënten berekend volgens de methodiek uit ERM-Belgroma 2002b voor de referentie jaren 1998, 2005, 2007 en 2010. Voor het referentiejaar 2010 zijn tevens details van de emissies per bron en per route gegeven.*

Bron	Route	Emissies na zuivering (in ton)					
		Q	BOD	COD	ZS	N	P
Industrieel afvalwater							
Bedrijven > 7 werknemers, analyse	OW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bedrijven > 7 werknemers, analyse	RWZI Noord	1 219	13	109	19	10	1
Bedrijven > 7 werknemers, analyse	RWZI Zuid	657	16	44	8	19	19
Bedrijven > 7 werknemers, forfaitair	OW	49	52	97	18	2.6	0.5
Bedrijven > 7 werknemers, forfaitair	RWZI Noord	1 329	19	155	26	8.6	2.0
Bedrijven > 7 werknemers, forfaitair	RWZI Zuid	231	11	28	7.3	6.7	1.4
Bedrijven, andere							
Gezondheid	RWZI Noord	1 177	7.7	72	28	14	2.1
	RWZI Zuid	276	6.3	18	9.1	17	2.8
Wasserijen	RWZI Noord	499	4.5	47	4.8	1.2	1.5
	RWZI Zuid	117	3.6	12	1.6	1.5	2.0
Zwembaden	RWZI Noord	204	0.1	1.1	0.7	0.0	0.0
	RWZI Zuid	48	0.1	0.3	0.2	0.0	0.0
Vervaardigen van metaalproducten	RWZI Noord	31	0.1	1.3	0.2	0.2	0.1
	RWZI Zuid	7.2	0.1	0.3	0.1	0.2	0.1
SUBTOTAAL 2010		5 843	134	584	122	81	33
2007		5 729	133	579	121	79	32
2005		5 498	1 210	2 716	871	174	42
1998		5 224	1 251	3 192	1 066	159	34
Huishoudelijk afvalwater							
personen BHG lozend op OW	OW	356	128	321	214	24	5
personen BHG lozend op RWZI	RWZI Noord	48 279	431	4 407	1 943	617	117
personen BHG lozend op RWZI	RWZI Zuid	11 318	350	1 079	638	256	37
personen Vlaams Gewest lozend op RWZI	RWZI Noord	5 602	50	511	225	72	14
personen Vlaams Gewest lozend op RWZI	RWZI Zuid	1 208	37	115	68	27	4
SUBTOTAAL 2010		66 763	997	6 433	3 089	996	177
2007		67 137	1 735	9 111	6 013	1 315	230
2005		57 360	17 022	43 474	28 710	3 455	682
1998		56 592	20 379	50 522	34 017	3 694	750

## → Zware metalen

Tabel 8: Netto emissies van zware metalen berekend volgens de methodiek uit ERM-Belgroma 2002b voor de referentiejaar 1998, 2005, 2007 en 2010. Voor het referentiejaar 2010 zijn tevens details van de emissies per bron en per route gegeven.

Bron	Route	Emissies na zuivering (in kg)							
		Hg	Cd	Pb	As	Cr	Ni	Cu	Zn
Industrieel afvalwater									
Bedrijven > 7 werknemers, analyse	OW	0	0	0	0	0	0	0	0
Bedrijven > 7 werknemers, analyse	RWZI Noord	0	1	3	126	16	7	36	7
Bedrijven > 7 werknemers, analyse	RWZI Zuid	0	0	3	2	2	55	0	11
Bedrijven > 7 werknemers, forfaitair	OW	0	0	0	0	0	0	0	0
Bedrijven > 7 werknemers, forfaitair	RWZI Noord	0	0	2	0	2	3	6	17
Bedrijven > 7 werknemers, forfaitair	RWZI Zuid	0	0	0	0	0	0	1	2
Bedrijven, andere		0	0	0	0	0	0	0	0
Gezondheid	RWZI Noord	0	0	0	0	0	0	0	0
	RWZI Zuid	0	0	0	0	0	0	0	0
Wasserijen	RWZI Noord	0	0	13	0	4	4	12	69
	RWZI Zuid	0	0	3	0	1	1	3	16
Zwembaden	RWZI Noord	0	0	0	0	0	0	0	0
	RWZI Zuid	0	0	0	0	0	0	0	0
Vervaardigen van metaalproducten	RWZI Noord	0	0	0	0	1	2	2	5
	RWZI Zuid	0	0	0	0	0	0	0	1
SUBTOTAAL 2010		1	3	25	128	27	73	60	128
2007		1	3	25	128	27	73	60	128
2005		4	9	92	3	91	167	255	622
1998		11	3	96	3	227	436	509	1 224
Huishoudelijk afvalwater									
personen BHG lozend op OW	OW	2	3	154	0	34	68	256	854
personen BHG lozend op RWZI	RWZI Noord	16	41	1 365	0	261	986	1 459	5 709
personen BHG lozend op RWZI	RWZI Zuid	4	9	309	0	59	224	331	1 294
personen Vlaams Gewest lozend op RWZI	RWZI Noord	3	7	236	0	45	170	252	986
personen Vlaams Gewest lozend op RWZI	RWZI Zuid	1	2	54	0	10	39	58	227
SUBTOTAAL 2010		24	62	2 118	0	410	1 487	2 355	9 070
2007		24	62	2 102	0	407	1 476	2 339	9 006
2005		59	120	5 294	0	1 166	2 448	8 620	28 945
1998		68	135	6 090	0	1 353	2 706	10 149	33 831
Diffuse verontreiniging									
atmosferische depositie	RWZI Noord	0	5	58	2	0	0	12	175
atmosferische depositie	RWZI Zuid	0	1	13	1	0	0	3	40
Emissies transportactiviteiten	RWZI Noord	0	0	0	0	0	0	0	0
Emissies transportactiviteiten	RWZI Zuid	0	10	367	7	1 235	763	118	1 045
Uitloging bouwmaterialen	RWZI Noord	0	2	83	2	280	173	27	237
Uitloging bouwmaterialen	RWZI Zuid	0	4	1 280	0	347	6	0	5 278
SUBTOTAAL 2010		0	22	1 802	12	1 862	943	160	6 774
2007		0	22	1 902	18	1 863	948	215	6 744
2005		0	52	6 444	25	6 932	1 906	1 018	30 590
1998		0	35	6 521	28	1 665	70	667	15 256

Tabel 9: Diffuse vervuiling door atmosferische depositie (kg/jaar) berekend volgens de methodiek uit ERM-Belgroma 2002b voor de referentiejaar 1998, 2005, 2007 en 2010.

Parameter	Hg	Cd	Pb	As	Cr	Ni	Cu	Zn
<b>2010</b>	/	18	268	4	/	/	86	1078
<b>2007</b>	/	17	260	4	/	/	82	1036
<b>2005</b>	/	15	238	4	/	/	69	905
<b>1998</b>	/	20	298	4	/	/	97	1212

#### 4.2. VERGELIJKING MET DE HUIDIGE METHODIEK VOOR HET REFERENTIEJAAR 2010

De beschikbare gegevens voor het referentiejaar 2010 zijn aangewend om op analoge wijze als in de de voorgaande studies (ERM, 2002; VITO, 2008 en VITO, 2010) de emissies te berekenen voor de selectie van bronnen en polluenten die beschouwd werden in deze voorgaande studies (zie paragraaf 4.1.1 en paragraaf 4.1.2).

Deze paragraaf wordt de methodiek gehanteerd in eerder uitgevoerde studies (ERM, 2002; VITO, 2008 en VITO, 2010) vergeleken met de huidige methodiek. De belangrijkste verschilpunten van de methodieken worden belicht. De resulterende berekende emissies worden vergeleken en verklaard rekening houdend met de verschillen in de methodieken of gekozen emissiefactoren.

Er zijn drie belangrijke conceptuele verschillen tussen de huidige aanpak (m.b.v. WEISS tool) en de methodiek die in het verleden gehanteerd werd:

- De WEISS methodiek is ruimtelijke expliciet.
- De WEISS methodiek hanteert verschillende transportroutes (bruto naar netto emissies) en houdt ook rekening met overstorten.
- De WEISS methodiek maakt geen bijschatting op basis van vrachtverschil ter hoogte van RWZI's. De RWZI worden beschouwd als knooppunten voor cross-checking (aandeel niet-verklaarde vrachten).

Een ander belangrijk verschil tussen de methodieken betreft de gebruikt emissiefactoren. In de huidige studie is geopteerd om de emissiefactoren waar mogelijk en zinvol af te stemmen op de Vlaamse emissie-inventaris die opgesteld is volgens dezelfde methodiek en tevens gebruik maakt van de WEISS tool. Verder zijn de emissiefactoren gebaseerd op zo recent mogelijke literatuur en databronnen. In de voorgaande studies zijn hoofdzakelijk de emissiefactoren uit ERM-Belgrom 2002b overgenomen.

Verder zijn in de huidige studie zijn veel meer bronnen en polluenten beschouwd dan degene die in het verleden gekwantificeerd werden (zie paragraaf 4.1.1). Voor de polluenten en bronnen die zowel in het verleden als in de huidige studie gekwantificeerd werden, zijn onderstaand de berekende emissies vergeleken. Deze vergelijking illustreert de verschillen tussen beide methodieken.

Tabel 10 toont de bruto en netto emissies voor BZV, CZV, zwevende stof en nutriënten (N en P) afkomstig van huishoudelijk afvalwater zoals gekwantificeerd voor het referentiejaar 2010 in deze emissie-inventaris m.b.v. de WEISS tool. De bekomen bruto emissie o.b.v. de WEISS aanpak lager dan de berekende emissies voor 2010 volgens de methodiek uit de voorgaande studies. Hiervoor zijn twee verklaringen. Enerzijds wordt er anders omgegaan met het aantal inwoners en inwonerequivalenten in beide methodieken. De toewijzing van inwonerequivalenten voor pendelaars verschilt en in de WEISS methodiek worden tijdelijke verblijven (toerisme) niet onder de bron huishoudelijk afvalwater beschouwd maar toegewezen aan de handel- en dienstensector. Anderzijds worden er ook verschillen emissiefactoren gehanteerd in beide methodieken (Tabel 5). Ondanks de lagere bruto emissies, zijn de netto emissies berekend o.b.v. de WEISS methodiek hoger dan wanneer de methodiek uit de voorgaande studies aangehouden wordt. De voornaamste verklaring hiervoor is het feit dat er in de WEISS methodiek rekening gehouden wordt met overstorten. Zoals uit de analyse van de resultaten blijkt (en ook bekend is uit de praktijk), hebben de emissies via overstorten een belangrijk aandeel. Via overstorten komt een deel van de vuilvracht van zones aangesloten op de RWZI's toch ongezuiverd in het oppervlaktewater terecht. In de methodiek uit de voorgaande studies zijn overstorten niet beschouwd en wordt dus aangenomen dat alle vuilvracht van zones aangesloten op de RWZI's ook effectief gezuiverd wordt.

*Tabel 10: Bruto en netto emissies voor BZV, CZV, zwevende stof en nutriënten (N en P) afkomstig van huishoudelijk afvalwater, gekwantificeerd volgens de WEISS methodiek voor het referentiejaar 2010.*

Stof	Emissies (ton/j)	
	Bruto	Netto
N	3850	1570
P	555	215
BZV	14900	4120
CZV	35200	11200
ZS	13100	3930

Tabel 10 toont de bruto en netto emissies voor BZV, CZV, zwevende stof en nutriënten (N en P) afkomstig van industrieel afvalwater zoals gekwantificeerd voor het referentiejaar 2010 in deze emissie-inventaris m.b.v. de WEISS tool. De berekende emissies kunnen moeilijk vergeleken worden met de emissies berekend volgens de methodiek uit de voorgaande studies. Er zijn grote verschillen tussen beide methodes in de beschouwde bedrijfssectoren en de kwantificatie ervan. Tevens wordt in beide methodieken verschillend omgegaan met bijschattingen. Desalniettemin is het ook voor de emissies van industrieel afvalwater duidelijk dat de WEISS methodiek hogere netto emissies oplevert. Zoals hoger reeds vermeld is de voornaamste verklaring hiervoor het feit dat er in de WEISS methodiek rekening gehouden wordt met overstorten.

*Tabel 11: Bruto en netto emissies voor BZV, CZV, zwevende stof en nutriënten (N en P) afkomstig van industrieel afvalwater, gekwantificeerd volgens de WEISS methodiek voor het referentiejaar 2010.*

Stof	Emissies (ton/j)	
	Bruto	Netto
N	1420	582
P	255	101
BZV	1861	537
CZV	4347	1459
ZS	2771	922

*Tabel 12: Bruto emissies van metalen afkomstig van atmosferische depositie, gekwantificeerd volgens de WEISS methodiek voor het referentiejaar 2010.*

Stofgroep	Stofnaam	Bruto emissies (kg/j)
Metalen	Arseen	10
	Cadmium	12
	Koper	15
	Kwik	14
	Nikkel	213

---

	Lood	10
--	------	----

## HOOFDSTUK 5. CROSS-CHECKING EN GEVOELIGHEIDSANALYSES

---

### 5.1. CROSS-CHECKING

De opdrachtgever heeft gevraagd om – conform de aanbevelingen van de EU GD n°28 (zie figuur 7 pagina 39) - een gevoeligheidsanalyse uit te voeren op de berekende emissies voor 2010 via het WEISS systeem (zoals hierboven weergegeven in Hoofdstuk 2) met als doel inzicht te verwerven in de volledigheid van de berekening en de aannemelijkheid ervan.

Deze gevoeligheidsanalyse gebeurt door berekeningen via verschillende mogelijke aanpakken met elkaar te vergelijken (cf. cross-checking). Deze cross-checking wordt uitgevoerd op 3 niveaus:

- Vuilvracht in het BHG berekend aan de hand van meetgegevens in de waterlopen vs. berekend emissies BHG via het WEISS systeem;
- Vuilvracht per waterlichaam (Zenne, Woluwe, Kanaal) berekend aan de hand van meetgegevens in de waterlopen vs. berekende emissies per waterlichaam via het WEISS systeem;
- Vuilvracht ter hoogte van de WZI berekend aan de hand van meetgegevens ter hoogte van de WZI's vs. berekende emissies in transportknooppunt "WZI" via het WEISS systeem.

Daarbij zal het niet-verklaarde aandeel gelijk zijn aan de het verschil tussen de vuilvracht 2010 berekend op basis van gemeten concentraties in de waterlopen of ter hoogte van de WZI's, en de berekende emissies 2010 via het WEISS systeem.

De vuilvracht op basis van gemeten concentraties wordt als volgt berekend o.b.v. de beschikbare debietsgegevens en waterkwaliteitsdata, nl. gemeten concentraties in de waterlopen en gemeten concentraties ter hoogte van de WZI's.

$$\text{vuilvracht} = \sum C_i * Q_i * \Delta t$$

De debietsgegevens ( $Q_i$ ) worden vermenigvuldigd met de overeenkomstige concentratiegegevens ( $C_i$ ) en het bijhorende tijdsvenster ( $\Delta t$ ). Voor het berekenen van een jaarlijkse vuilvracht worden opeenvolgende vermenigvuldigingen van concentratie, debiet en tijdsvenster opgeteld over de periode van één jaar.

#### 5.1.1. VUILVRACHT TER HOOGTE VAN DE RWZI VS. BEREKENDE EMISSIES IN TRANSPORTKNOOPPUNT "RWZI" (BRUTO)

De gemeten vuilvracht ter hoogte van de RWZI's is berekend o.b.v. de beschikbare gegevens van concentraties in het influent ( $C_i$ ) en influentdebieten ( $Q_i$ ).

$$\text{vuilvracht} = \sum C_i * Q_i * \Delta t$$

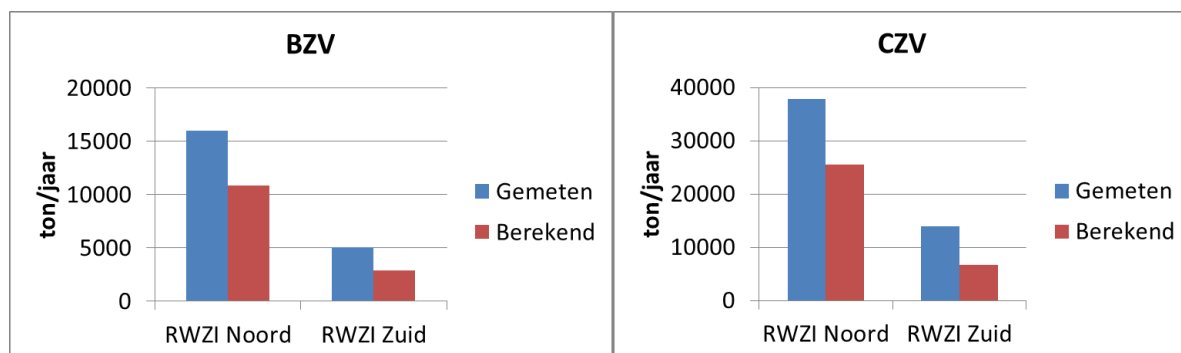
Het gemeten influent van RWZI Noord en RWZI Zuid omvat ook vuilvrachten die afkomstig zijn uit Vlaanderen. Deze vuilvrachten zijn echter niet opgenomen in de emissieberekeningen ter hoogte van het RWZI knooppunt. Het WEISS-systeem voor het BHG beschouwt enkel emissies van bronnen binnen de grenzen van het BHG. Om de berekende vuilvrachten met de gemeten vuilvrachten te

vergelijken is het dus noodzakelijk om de metingen te corrigeren voor het aandeel afkomstig uit Vlaamse gemeenten. Voor RWZI Noord is de Vlaamse bijdrage ongeveer 15% en voor RWZI is de Vlaamse bijdrage ongeveer 12%. De gecorrigeerde influentvrachten (gemeten vuilvracht) en de berekende vrachten in de RWZI knooppunten zijn gegeven in Tabel 13 voor BZV, CZV, stikstof, fosfor en zwevende stof. Het verschil tussen de gemeten en de berekende vracht is de onverklaarde vracht. Het onverklaarde aandeel is procentueel uitgedrukt t.o.v. de gemeten vracht. De vuilvracht balansen ter hoogte van de RWZI's zijn grafisch weergegeven in Figuur 12, Figuur 13 en Figuur 14. In de meeste gevallen is de gemeten vuilvracht groter dan de berekende vracht, hetgeen resulteert in een positief onverklaard percentage. Dit geeft aan dat de emissie-inventaris de vuilvracht onderschat. Dit is enerzijds te wijten aan het ontbreken van bronnen. Anderzijds wordt de omvang van bepaalde bronnen mogelijk onderschat door onderschatting van de emissieverklarende variabele en/of door een onderschatting in de gebruikte emissiefactoren. Voor zwevend stof is de onverklaarde vracht grotendeel toe te wijzen aan het ontbreken van bronnen. Zwevende stoffen omvatten ook organisch materiaal wat bijdraagt tot verhoging van BZV en CZV. Het is bijgevolg logisch dat er bij onderschatting van de zwevend stof vrachten ook een onderschatting van BZV en CZV is.

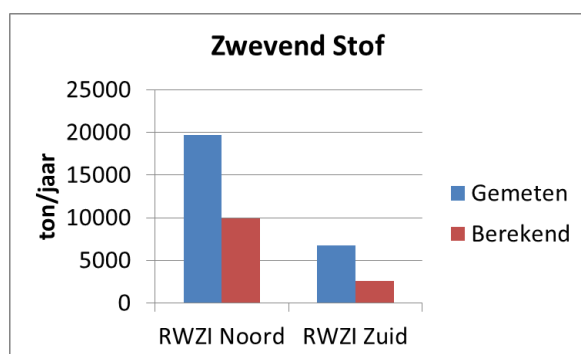
Voor de nutriënten is het onverklaarde aandeel beperkt. Voor fosfor ter hoogte van het knooppunt RWZI Noord is er zelfs een overschatting van de berekende vracht o.b.v. de emissie-inventaris.

*Tabel 13: Gemeten, berekende en onverklaarde vrachten van BZV, CZV, stikstof, fosfor en zwevende stof ter hoogte van de knooppunten RWZI Noord en RWZI Zuid. De gemeten influent vracht is gecorrigeerd voor de vuilvrachten afkomstig uit Vlaanderen. Het onverklaarde aandeel is procentueel uitgedrukt t.o.v. de gemeten vracht.*

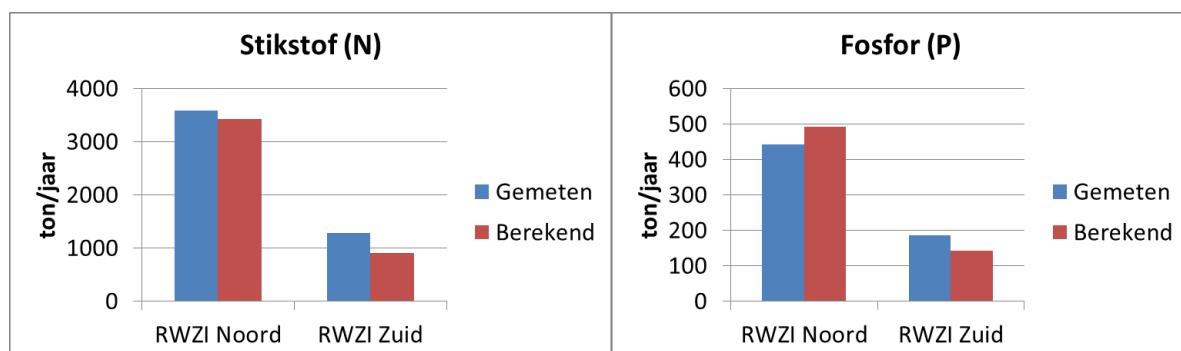
Stof	RWZI	Gemeten influent vracht (ton)	Berekend influent vracht (ton)	Onverklaarde vracht (ton)	%onverklaard
<b>BZV</b>	<i>RWZI Noord</i>	15984	10857	5128	32%
<b>BZV</b>	<i>RWZI Zuid</i>	5012	2863	2149	43%
<b>CZV</b>	<i>RWZI Noord</i>	37920	25537	12384	33%
<b>CZV</b>	<i>RWZI Zuid</i>	13947	6776	7171	51%
<b>N</b>	<i>RWZI Noord</i>	3579	3426	153	4%
<b>N</b>	<i>RWZI Zuid</i>	1284	909	375	29%
<b>P</b>	<i>RWZI Noord</i>	441	493	-52	-12%
<b>P</b>	<i>RWZI Zuid</i>	187	143	44	23%
<b>ZS</b>	<i>RWZI Noord</i>	19683	9892	9792	50%
<b>ZS</b>	<i>RWZI Zuid</i>	6725	2586	4139	62%



Figuur 12: Vuilvrachtbalans voor organische vrachten (BZV en CZV) ter hoogte van de RWZI's. De gemeten vrachten zijn gecorrigeerd voor het aandeel afkomstig uit Vlaanderen.



Figuur 13: Vuilvrachtbalans voor zwevende stof ter hoogte van de RWZI's. De gemeten vrachten zijn gecorrigeerd voor het aandeel afkomstig uit Vlaanderen.



Figuur 14: Vuilvrachtbalans voor nutriënten (N en P) ter hoogte van de RWZI's. De gemeten vrachten zijn gecorrigeerd voor het aandeel afkomstig uit Vlaanderen.

#### 5.1.2. VUILVRACHT NAAR HET OPPERVALKTE WATER VAN HET BHG VS. BEREKEND EMISSIES BHG (NETTO)

De vuilvracht naar het oppervlaktewater van het BHG is berekend o.b.v. de beschikbare gegevens van concentraties in de waterlopen ( $C_i$ ) en debieten ( $Q_i$ ) (zie algemene formule hogerop). De vuilvracht afkomstig uit het BHG is het verschil tussen de instroom ter hoogte van de grenzen van het BHG (waterlopen met een bovenstrooms deel buit het BHG) en de uitstroom ter hoogte van de



grenzen van het BHG. De beschouwde instroompunten zijn Zenne-in ( $Z_i$ ) en Kanaal-in ( $K_i$ ). De beschouwde uitstroompunten zijn Zenne-out ( $Z_o$ ), Kanaal-out ( $K_o$ ) en Woluwe-out ( $W_o$ ).

$$vuilvrachtracht = vracht_{BHG,out} - vracht_{BHG,in}$$

$$vracht_{BHG,out} = \sum C_{Z_o} * Q_{Z_o} * \Delta t + \sum C_{K_o} * Q_{K_o} * \Delta t + \sum C_{W_o} * Q_{W_o} * \Delta t$$

$$vracht_{BHG,in} = \sum C_{Z_i} * Q_{Z_i} * \Delta t + \sum C_{K_i} * Q_{K_i} * \Delta t$$

De berekende instromende en uitstromende vrachten van BZV, CZV, zwevende stof en nutriënten (N-totaal en P-totaal) zijn gegeven in Tabel 14, evenals de resulterende vuilvracht (verschil tussen instroom en uitstroom).

*Tabel 14: Berekende instromende ( $BHG_{in}$ ) en uitstromende ( $BHG_{out}$ ) vrachten van CZV, BZV, zwevend stof en nutriënten (N en P) op basis van gemeten concentraties in de waterlopen en debieten voor het referentiejaar 2010. De vuilvracht vanuit het BHG naar het oppervlaktewater ( $\Delta$ ) is berekende als het verschil tussen de instromende en uitstromende vracht.*

Berekende vrachten o.b.v. metingen (ton/jaar)					
	BZV	CZV	Zwevend stof	N-totaal	P-totaal
$BHG_{in}$	518	5487	8202	663	82
$BHG_{out}$	4710	23589	16368	2067	379
$\Delta (BHG_{out} - BHG_{in})$	4191	18102	8166	1403	297

Ter cross-checking wordt de vuilvracht, berekend op basis van metingen in het instromende en uitstromende oppervlaktewater, vergeleken met de berekende netto emissies naar oppervlaktewater zoals gekwantificeerd in de WEISS gebaseerd emissie-inventaris, weergegeven in Tabel 15. De vergelijking is gemaakt voor de vrachten van BZV, CZV, zwevend stof, stikstof en fosfor. De berekende vrachten uit de emissie-inventaris stemmen behoorlijk goed overeen met de berekende vrachten gebaseerd op metingen. De berekende netto emissies liggen voor de meeste stoffen wat hoger dan de gemeten vuilvracht, behalve in geval van zwevende stof. Een mogelijke verklaring voor het aanzienlijke verschil tussen de gemeten vracht van zwevend stof en de emissieberekeningen is het feit dat zwevend stof in de waterloop zowel emissies van zwevend materiaal naar het oppervlaktewater omvat als de opwerveling van waterbodemslib. Verder zijn ook afspoeling van bodemmateriaal en stof niet meegenomen in de emissie-inventaris. Deze kunnen een belangrijke bijkomende diffuse bron van zwevend stof zijn.

*Tabel 15: Berekende emissies vanuit het BHG naar het oppervlaktewater voor het referentiejaar 2010 gebaseerd op de opgemaakte emissie-inventaris in het WEISS-systeem.*

Berekende netto emissies naar water (ton/jaar)		
<b>BZV</b>	Biologische Zuurstofvraag	4661
<b>CZV</b>	Chemische Zuurstofvraag	12629
<b>ZS</b>	Zwevende stof	4748
<b>N</b>	Stikstof	2204
<b>P</b>	Fosfor	306

### 5.1.3. VUILVRACHT PER WATERLICHAAM VS. BEREKENDE EMISSIES PER WATERLICHAAM (NETTO)

De vuilvracht naar het oppervlaktewater van de belangrijkste waterlichamen van het BHG (Zenne, Kanaal en Woluwe) is berekend o.b.v. de beschikbare gegevens van concentraties in de waterlopen ( $C_i$ ) en debieten ( $Q_i$ ) (zie algemene formule hogerop). De vuilvracht afkomstig uit het BHG die terechtkomt in de beschouwde waterloop is berekend als het verschil tussen de instroom ter hoogte van de grenzen van het BHG (waterlopen met een bovenstrooms deel buit het BHG) en de uitstroom ter hoogte van de grenzen van het BHG. De beschouwde instroompunten zijn Zenne-in ( $Z_i$ ) en Kanaal-in ( $K_i$ ). De beschouwde uitstroompunten zijn Zenne-out ( $Z_o$ ), Kanaal-out ( $K_o$ ) en Woluwe-out ( $W_o$ ). Voor de Woluwe is er geen instroom van uiten het BHG. Bijgevolg is de vuilvracht afkomstig uit het BHG die terechtkomt in de Woluwe gelijk aan de uistromende vracht.

$$vuilvracht = vracht_{out} - vracht_{in}$$

$$vuilvracht_{Zenne} = \sum C_{Z_o} * Q_{Z_o} * \Delta t - \sum C_{Z_i} * Q_{Z_i} * \Delta t$$

$$vracht_{Kanaal} = \sum C_{K_o} * Q_{K_o} * \Delta t - \sum C_{K_i} * Q_{K_i} * \Delta t$$

$$vuilvracht_{Woluwe} = \sum C_{W_o} * Q_{W_o} * \Delta t$$

De berekende instromende en uitstromende vrachten van BZV, CZV, zwevende stof en nutriënten (N-totaal en P-totaal) voor de Zenne zijn gegeven in Tabel 16, evenals de resulterende vuilvracht (verschil tussen instroom en uitstroom).

De berekende instromende en uitstromende vrachten van BZV, CZV, zwevende stof en nutriënten (N-totaal en P-totaal) voor het Kanaal zijn gegeven in Tabel 17, evenals de resulterende vuilvracht (verschil tussen instroom en uitstroom).

De berekende uitstromende vrachten van BZV, CZV, zwevende stof en nutriënten (N-totaal en P-totaal) voor de zijn gegeven in Tabel 18. Voor de Woluwe is de uitstromende vracht tevens de vuilvracht daar er geen instroom is van buiten het BHG.

*Tabel 16: Berekende instromende ( $Zenne_{in}$ ) en uitstromende ( $Zenne_{out}$ ) vrachten van CZV, BZV, zwevend stof en nutriënten (N en P) in de Zenne op basis van gemeten concentraties en debieten voor het referentiejaar 2010. De vuilvracht vanuit het BHG naar de Zenne ( $\Delta$ ) is berekende als het verschil tussen de instromende en uitstromende vracht .*

Berekende vrachten o.b.v. metingen (ton/jaar)					
	BZV	CZV	Zwevend stof	N-totaal	P-totaal
$Zenne_{in}$	437	5164	7512	582	75
$Zenne_{out}$	4696	23442	16265	2050	378
$\Delta$ ( $Zenne_{out} - Zenne_{in}$ )	4259	18278	8753	1467	303

Tabel 17: Berekende instromende ( $Kanaal_{in}$ ) en uitstromende ( $Kanaal_{out}$ ) vrachten van CZV, BZV, zwevend stof en nutriënten (N en P) in het Kanaal op basis van gemeten concentraties en debieten voor het referentiejaar 2010. De vuilvracht vanuit het BHG naar het Kanaal ( $\Delta$ ) is berekende als het verschil tussen de instromende en uitstromende vracht.

Berekende vrachten o.b.v. metingen (ton/jaar)					
	BZV	CZV	Zwevend stof	N-toaal	P-totaal
$Kanaal_{in}$	5361	71271	149796	18887	1123
$Kanaal_{out}$	9327	105225	180318	38439	1546
$\Delta$ ( $Kanaal_{out} - Kanaal_{in}$ )	3966	33954	30522	19552	423

Tabel 18: Berekende uitstromende ( $Woluwe_{out}$ ) vrachten van CZV, BZV, zwevend stof en nutriënten (N en P) van de Woluwe op basis van gemeten concentraties en debieten voor het referentiejaar 2010.

Berekende vrachten o.b.v. metingen (ton/jaar)					
	BZV	CZV	Zwevend stof	N-toaal	P-totaal
$Woluwe_{out}$	14	147	103	17	1

## 5.2. GEVOELIGHEIDSANALYSE

In de gevoeligheidsanalyse is nagegaan in welke mate de parameterwaarden van de emissieroutes van het WEISS systeem de resulterende netto emissies beïnvloeden. Daarbij is gefocused op de parameters waarvoor weinig of geen data of informatie beschikbaar voor BHG was om een onderbouwde parameterwaarde te schatten of af te leiden. Voor deze parameters zijn waarden gekozen o.b.v. expert judgement en vergelijking met andere studie (niet specifiek voor BHG). Het gaat om volgende parameters

- Overstortpercentage van niet-bemeten overstorten in het BHG. Het overstortpercentage is het percentage van de vuilvracht dat op jaarbasis via overstortwerking rechtstreeks en ongezuiverd in het oppervlaktewater terecht komt.
- Rioollekpercentage van de riolering in het BHG. Het rioollekpercentage is het percentage van de vuilvracht dat op jaarbasis via lekken in het rioleringsstelsel terecht komt in bodem en grondwater. Dit is een verliesterm in de emissie-inventaris.

Voor meer details over de emissieroutes in het WEISS systeem, de overstorten en de rioollekkage wordt de lezer verwezen naar de technische nota “Transport naar het oppervlaktewater binnen WEISS voor Brussels Hoofdstedelijk Gewest “

### 5.2.1. OVERSTORTEN

Overstorten zijn knooppunten in de emissieroute waar de vuilvracht rechtstreeks en ongezuiverd in het oppervlaktewater terecht komt wanneer het overstort in werking treedt. Typisch gebeurt dit bij intense neerslag wanneer het rioolstelsel teveel water te verwerken krijgt.

Per overstortknooppunt wordt de vuilvracht die op jaarbasis via overstortwerking rechtstreeks en ongezuiverd in het oppervlaktewater terecht komt gekwantificeerd op basis van het overstortpercentage. Voor bemeten overstorten van het BHG is dit percentage afgeleid uit de metingen. Voor de niet-bemeten overstorten wordt in de huidige emissie-inventaris voor het BHG in het WEISS systeem een overstortpercentage van 2% aangehouden.

In de gevoeligheidsanalyse is nagegaan wat het effect is van een verdubbeling (4%) of een verdrievoudiging van het overstortpercentage (6%) op de netto emissie en op het aandeel van overstorten in de netto emissies. De resultaten zijn samengevat in Tabel 19. Bij een verdubbeling van het overstortpercentage neemt het aandeel van overstorten in de netto emissie toe met 7%. Bij een verdrievoudiging van het overstortpercentage stijgt het aandeel overstorten in de netto emissies met 12%.












*Tabel 19: Resultaten van de gevoeligheidsanalyse m.b.t. het overstortpercentage. Effect van het overstortpercentage op het aandeel van overstorten in de netto emissies van stikstof in het BHG.*

<b>Overstort% (niet-bemeten overstorten)</b>	<b>Aandeel overstort in de netto emissies van stikstof</b>	<b>Vershil</b>
2% (default)	33%	-
4%	40%	+7%
6%	45%	+12%












Het overstortpercentage beïnvloedt niet allen het aandeel van overstorten in de netto emissie, maar heeft ook een grote invloed op de resulterende netto emissies zoals de zien bij vergelijking van de stikstofemissies getoond in Tabel 20, Tabel 21 en Tabel 22.

Bij een overstortpercentage van 2% bedragen de netto emissie van stikstof ongeveer 1568 ton. Bij een verdubbeling van het overstortpercentage nemen de netto emissies van stikstof via overstorten met ruim 130 ton toe. Voor de totale netto emissies resulteert dit in 90 ton meer netto stikstof emissies naar oppervlaktewater. Dit is een stijging van bijna 6%. Bij een verdrievoudiging van het overstortpercentage verhogen de netto emissies van stikstof via overstorten met ruim 250 ton. Voor de totale netto emissies resulteert dit in een toename met ruim 170 ton. Dit is een stijging van 11%.

*Tabel 20: Resultaten van de gevoeligheidsanalyse m.b.t. het overstortpercentage. Berekende netto emissies van stikstof in het BHG bij een overstortpercentage van 2%.*

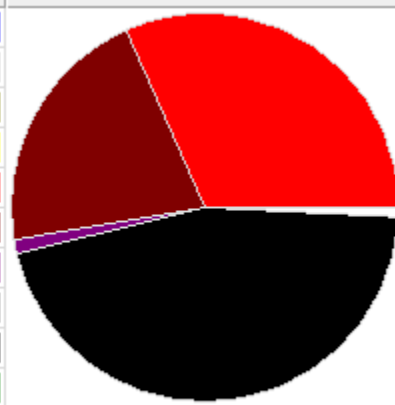
Stof	Zone	Type	Emissie	Percentage		
N	Totaal	Waternetwerk en grondwater	0,0000	0,00		
N	Totaal	Regenwater riolering (private)	0,0000	0,00		
N	Totaal	Niet gekoppeld aan IWZI	2.831,8108	0,18		
N	Totaal	IWZI	37,6117	0,00		
N	Totaal	Behandelingsbekken	616.035,2910	39,30		
N	Totaal	Stormwater bekken	402.501,2243	25,68		
N	Totaal	Niet gekoppeld aan RWZI	22.484,4497	1,43		
N	Totaal	Regenwater riolering	0,0000	0,00		
N	Totaal	Overstort	523.701,8149	33,41		
N	Totaal	Afstroming	0,0000	0,00		
N	Totaal	Netto emissie in oppervlakte wa	567.592,2024	100,00		

*Tabel 21: Resultaten van de gevoeligheidsanalyse m.b.t. het overstortpercentage. Berekende netto emissies van stikstof in het BHG bij een overstortpercentage van 4%.*

Stof	Zone	Type	Emissie	Percentage		
N	Totaal	Waternetwerk en grondwater	0,0000	0,00		
N	Totaal	Regenwater riolering (private)	0,0000	0,00		
N	Totaal	Niet gekoppeld aan IWZI	2.831,8108	0,17		
N	Totaal	IWZI	37,6117	0,00		
N	Totaal	Behandelingsbekken	585.021,2240	35,29		
N	Totaal	Stormwater bekken	386.325,1540	23,31		
N	Totaal	Niet gekoppeld aan RWZI	22.484,4497	1,36		
N	Totaal	Regenwater riolering	0,0000	0,00		
N	Totaal	Overstort	660.824,8865	39,87		
N	Totaal	Afstroming	0,0000	0,00		
N	Totaal	Netto emissie in oppervlakte wa	657.525,1367	100,00		

Tabel 22: Resultaten van de gevoeligheidsanalyse m.b.t. het overstortpercentage. Berekende netto emissies van stikstof in het BHG bij een overstortpercentage van 6%.

Stof	Zone	Type	Emissie	Percentage	
N	Totaal	Waternetwerk en grondwater	0,0000	0,00	
N	Totaal	Regenwater riolering (private)	0,0000	0,00	
N	Totaal	Niet gekoppeld aan IWZI	2.831,8108	0,16	
N	Totaal	IWZI	37,6117	0,00	
N	Totaal	Behandelingsbekken	555.982,5023	31,91	
N	Totaal	Stormwater bekken	371.038,9565	21,30	
N	Totaal	Niet gekoppeld aan RWZI	22.484,4497	1,29	
N	Totaal	Regenwater riolering	0,0000	0,00	
N	Totaal	Overstort	789.938,4550	45,34	
N	Totaal	Afstroming	0,0000	0,00	
N	Totaal	Netto emissie in oppervlakte w	742.313,7860	100,00	



### 5.2.2. RIOOLLEKKAGE

Door lekken in het rioleringsstels verdwijnt een deel van de vuilvracht op de route naar de RWZI. De betreffende vuilvracht komt terecht in bodem en grondwater. Rioollekage wordt beschouwd als een verliesterm in deze emissie-inventaris m.b.t. emissies naar oppervlaktewater.

De vuilvracht die op jaarbasis via lekkage verdwijnt uit het rioolstelsel (verlies naar bodem en grondwater) wordt gekwantificeerd op basis van het rioollekagepercentage. In de huidige emissie-inventaris voor het BHG wordt in het WEISS systeem een rioollekagepercentage van 4% aangehouden.

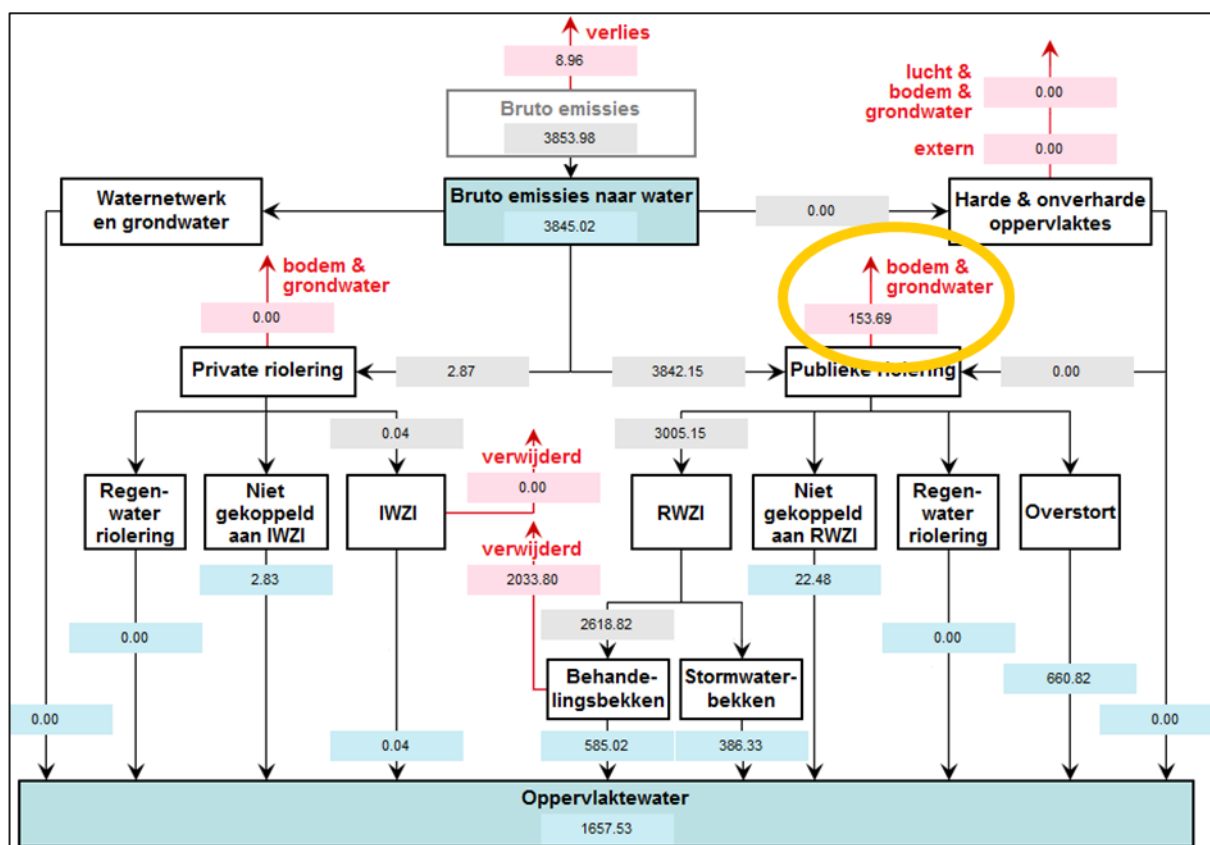
In de gevoeligheidsanalyse is nagegaan wat het effect is van een halvering (2%) of een verdubbeling van het rioollekagepercentage (8%) op basis van de emissieberekening voor stikstof. De resultaten zijn samengevat in . Het effect van rioollekage percentage op de verliesterm naar bodem en grondwater is proportioneel met het percentage. Bij een halvering van het rioollekagepercentage halveert de vuilvracht die in bodem en grondwater terecht komt. Bij een verdubbeling van het rioollekagepercentage verdubbelt de verliesterm.

In Figuur 15 is de verliesterm voor lekkage vanuit de riolering naar bodem en grondwater aangeduid op het stroomschema van de stikstofemissies voor het BHG. De weergegeven emissies in Figuur 15 zijn berekend bij een rioollekagepercentage van 4%.

Tabel 23: Resultaten van de gevoeligheidsanalyse m.b.t. het rioollekagepercentage. Effect van het rioollekagepercentage op het verlies van stikstofvuilvracht naar bodem en grondwater in het BHG.

<b>Rioollekage (%)</b>	<b>Stikstof verlies (ton) naar bodem en grondwater</b>
4% (default)	154
2%	77
8%	307

Figuur 15: Aanduiding van de verliesterm voor lekkage vanuit de riolering naar bodem en grondwater (gele cirkel) in het stroomschema van de stikstofemissies voor het BHG. De weergegeven emissies zijn berekend bij een rioollekagepercentage van 4%



## HOOFDSTUK 6. EMISSIEROUTES EN STROOMSCHEMA'S

---

### 6.1. EMISSIEROUTES

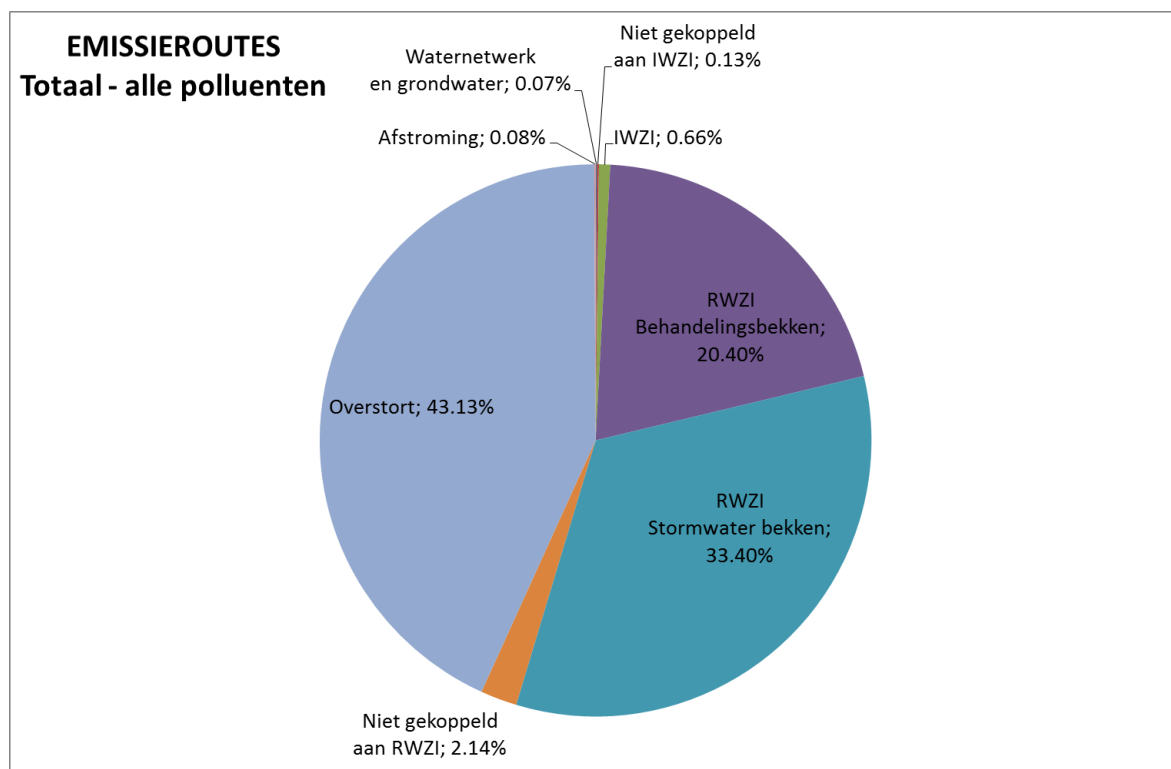
Daar het grootste deel van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest gerioleerd is, komen de meeste emissies naar water in het rioleringsstelsel terecht (bruto emissies). Vanuit het rioleringsstelsel zijn er drie mogelijke emissieroutes naar oppervlaktewater (netto emissies): via het effluent van het RWZI behandelingsbekken (DWA), via het RWZI stormwaterbekken (RWA, regenwaterstraat), of via overstorten.

In Figuur 16 is weergegeven welk aandeel de verschillende emissieroutes hebben tot de netto emissies wanneer alle polluenten samen beschouwd worden. De grootste bijdrage is afkomstig van emissies via overstorten. Deze route heeft een aandeel van 43% in de totale netto emissies naar oppervlaktewater in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. De overstorten leveren een grote bijdrage in de netto emissies omdat via overstorten behoorlijke hoeveelheden ongezuiverd rioolwater in het oppervlaktewater terechtkomen. Ruim 55% van de netto emissies komen via de RWZI's in het oppervlaktewater terecht waarbij 33% van de emissies via het stormwaterbekken (regenwaterstraat) komt en 20% via het behandelingsbekken. Ter hoogte van de RWZI's gaat het grootste deel van de aankomende vuilvracht (bruto emissies) over het behandelingsbekken waarbij het water gezuiverd wordt. De zuivering zorgt voor een aanzienlijke reductie van de emissies waardoor aandeel van deze route in de netto emissies lager uitvalt dan het aandeel van de regenwaterstraat terwijl minder vuilvracht (bruto emissies) via het stormwaterbekken passeert. In de praktijk is er een beperkte zuivering via de regenwaterstraat. In de huidige vorm van het WEISS systeem kon dit echter niet geïmplementeerd worden. In de berekeningen m.b.v. WEISS wordt aangenomen dat via het stormwaterbekken de vuilvracht ongezuiverd in het oppervlaktewater terecht komt. Het aandeel van het stormwaterbekken tot de netto emissies wordt hier bijgevolg wat overschat.

De emissies vanuit zones die (nog) niet geconnecteerd zijn aan de RWZI's hebben een aandeel van ruim 2% in de netto emissies. De bijdrage van de overige emissieroutes is met een aandeel kleiner dan 1% als verwaarloosbaar te beschouwen.

Het relatief aandeel van de verschillende emissieroutes varieert behoorlijk tussen verschillende stofgroepen. Dit hangt enerzijds samen met de aard van de emissiebronnen (bv. schepen vooral directe emissies naar oppervlaktewater, huishoudens vooral indirecte emissies naar het rioolstelsel), maar wordt ook mede bepaald door de geografische localisatie van de bronnen (bv. al dan niet in gelegen in gerioleerd of aangesloten gebied). De emissieroutes van de gekwantificeerde polluenten zijn besproken in paragraaf 2.2 en het aandeel van de routes per stofgroep is weergegeven in Figuur 3.





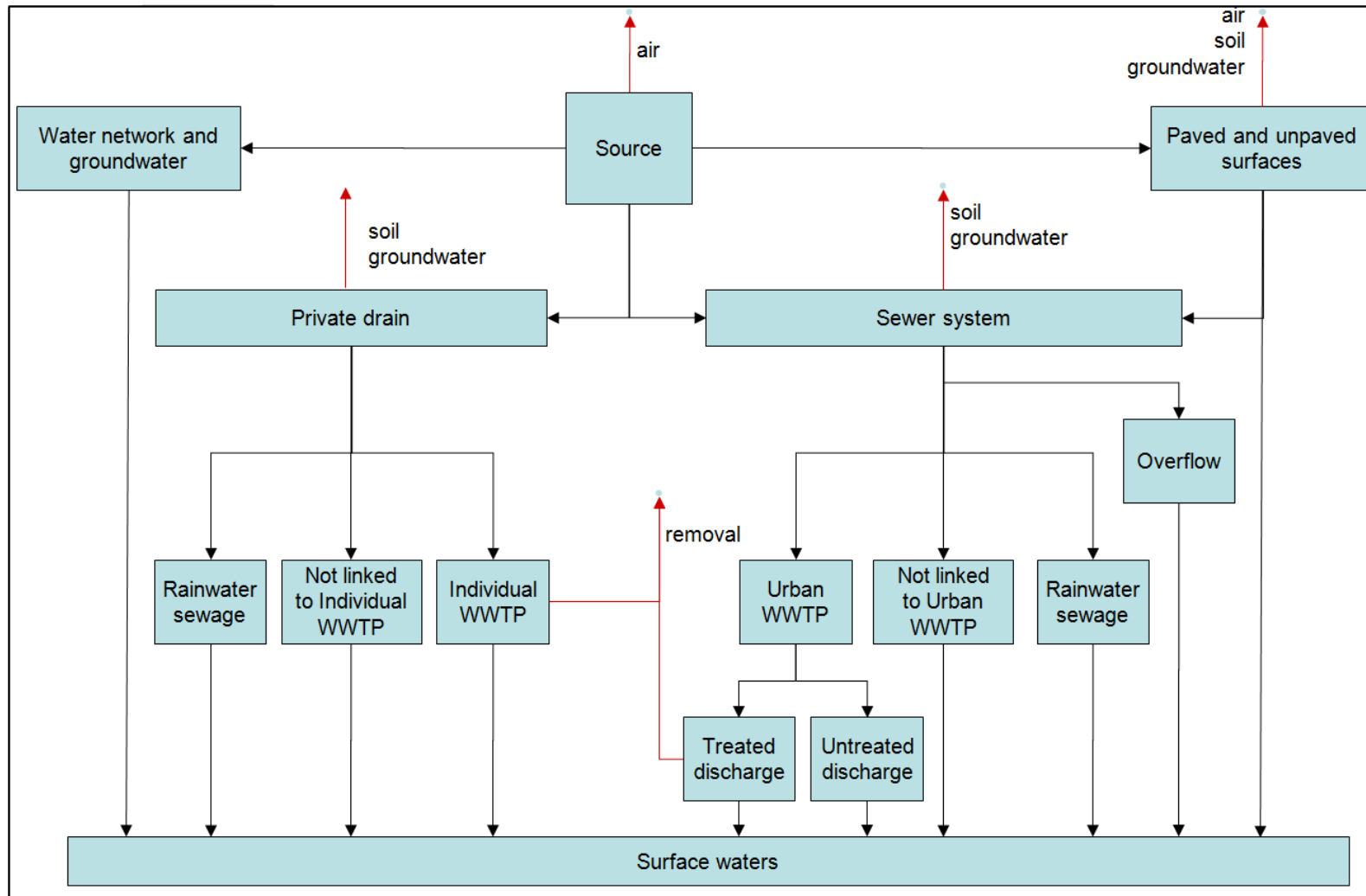
*Figuur 16: Aandeel van de verschillende emissieroutes; alle polluenten samen beschouwd.*

## 6.2. TRANSPORTSCHEMA / STROOMSCHEMA PER STOFGROEP

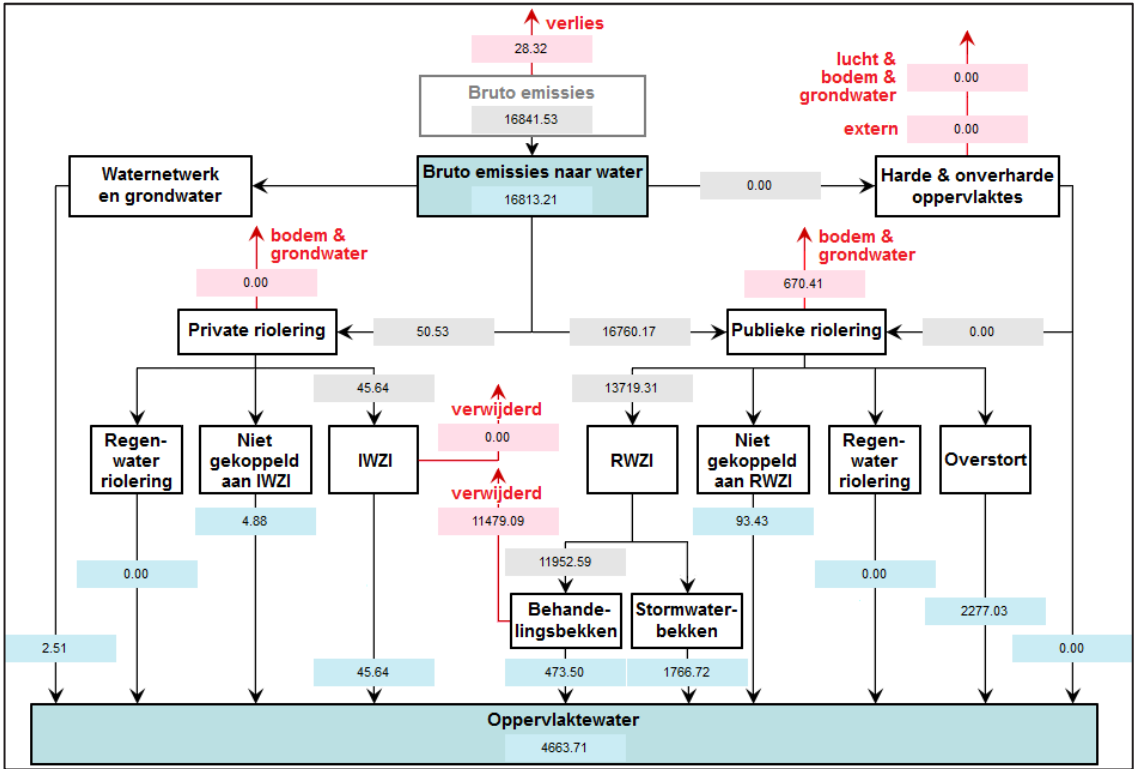
Het WEISS systeem is gebruikt om de emissie-inventaris op te bouwen. De tool is gericht op jaarlijkse vrachten per stof en per bron. De vrachten kan men sommeren per sector, of per deelgebied, per stof, enzovoort. Dit kan zowel aan de bron als in elk punt van het stroomschema (Figuur 17). Het is dus mogelijk om de stof te volgen op zijn weg naar het oppervlaktewater en steeds te weten welke bijdrage wordt geleverd door verschillende vervuilers op een geografisch expliciete wijze. WEISS verschaft op die manier inzicht in de oorsprong van de vuilvrachten die in het oppervlaktewater terechtkomen.

In onderstaande figuren (Figuur 18 t/m Figuur 29) is het stroomschema voor de verschillende stofgroepen weergegeven. Per route en deelroute zijn de emissies in getalwaarde (massa) weergegeven op the stroomschema.

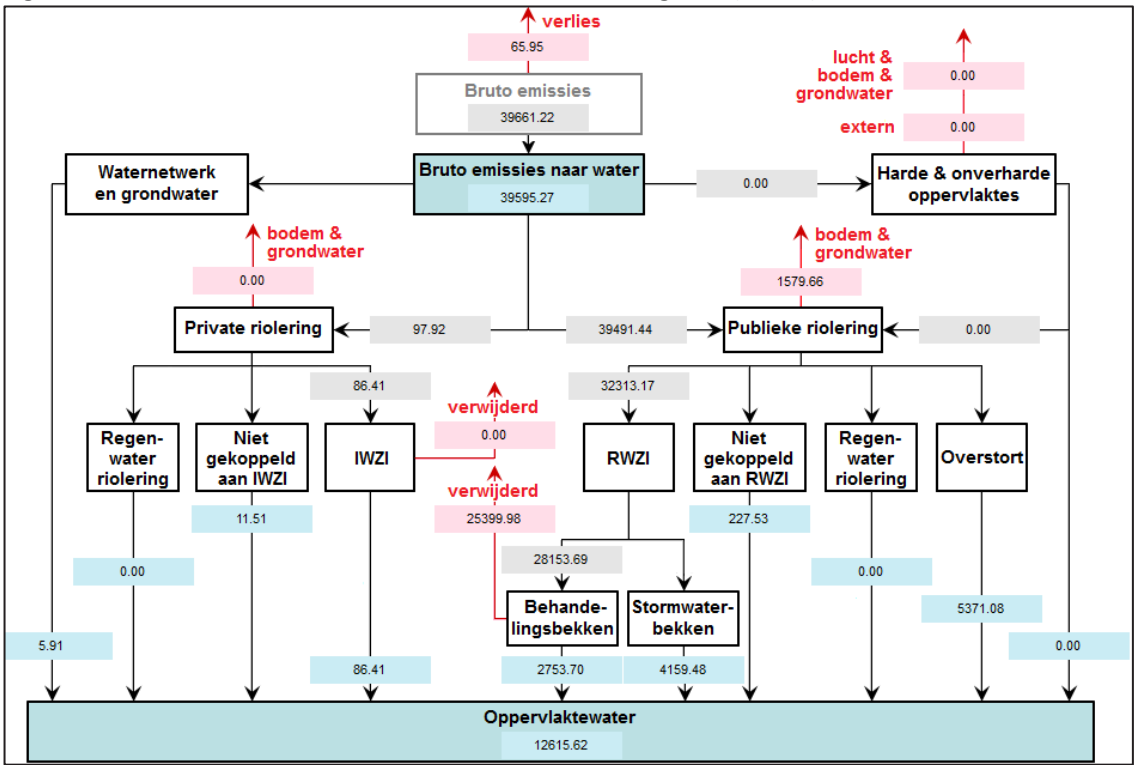
Figuur 17: Het stroomschema van WEISS dat ingezet wordt om het transport van polluenten van de bron tot het oppervlaktewater door te rekenen



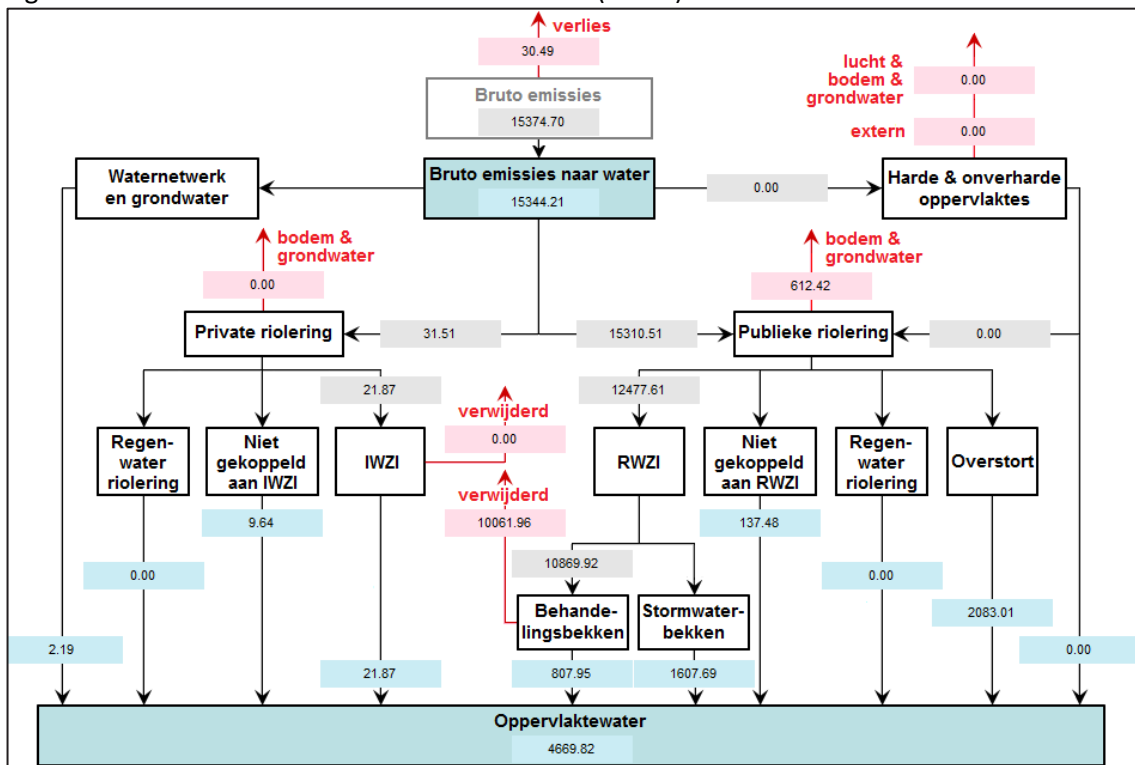
Figuur 18: Stroomschema voor de biologische zuurstofvraag BZV (in ton)



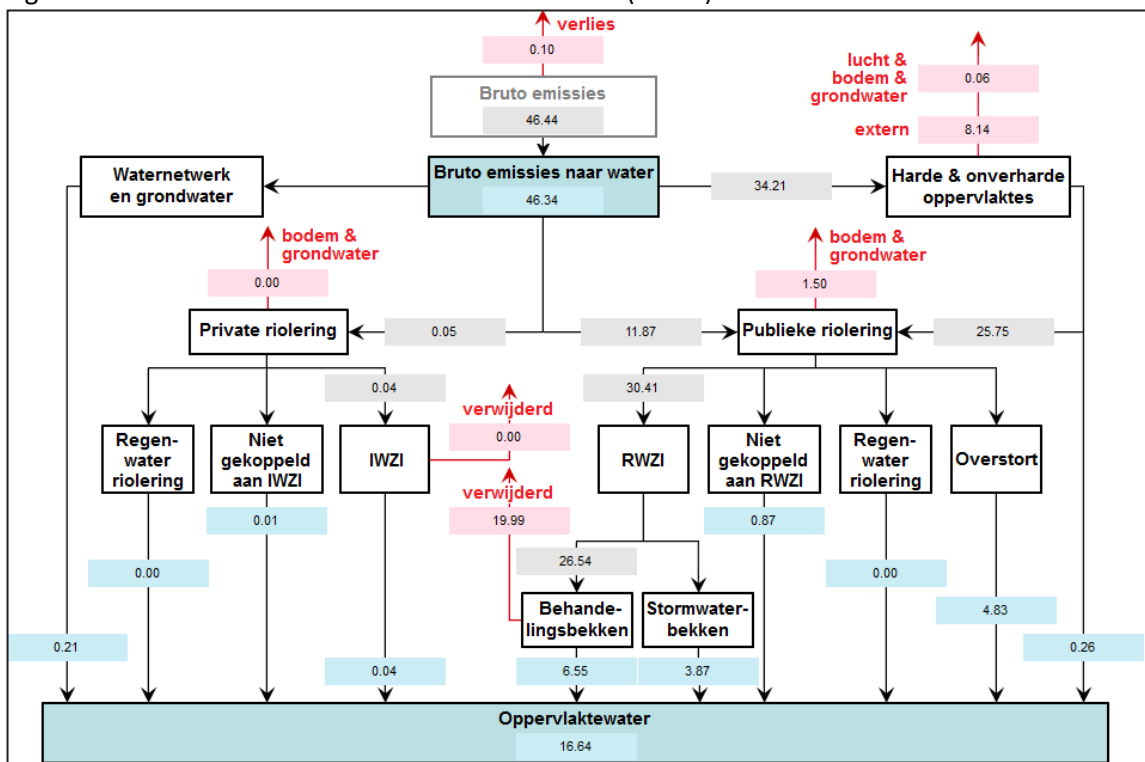
Figuur 19: Stroomschema voor chemische zuurstofvraag CZV (in ton)



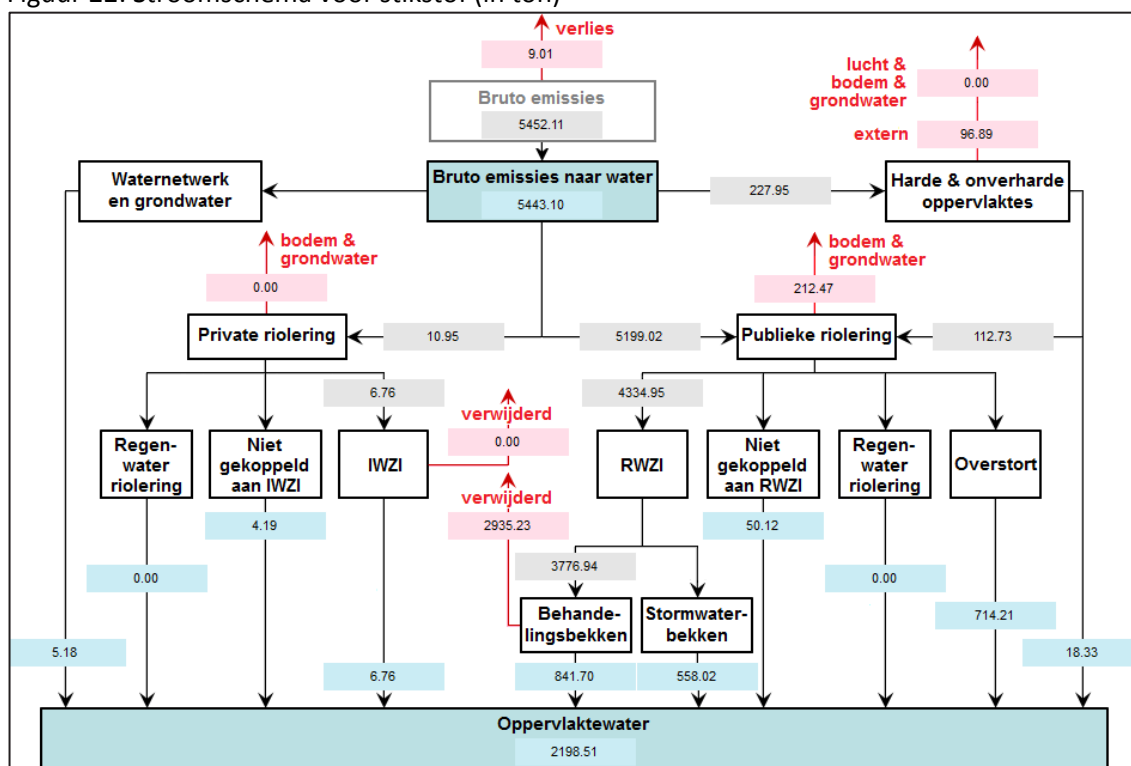
Figuur 20: Stroomschema voor zwevende stoffen (in ton)



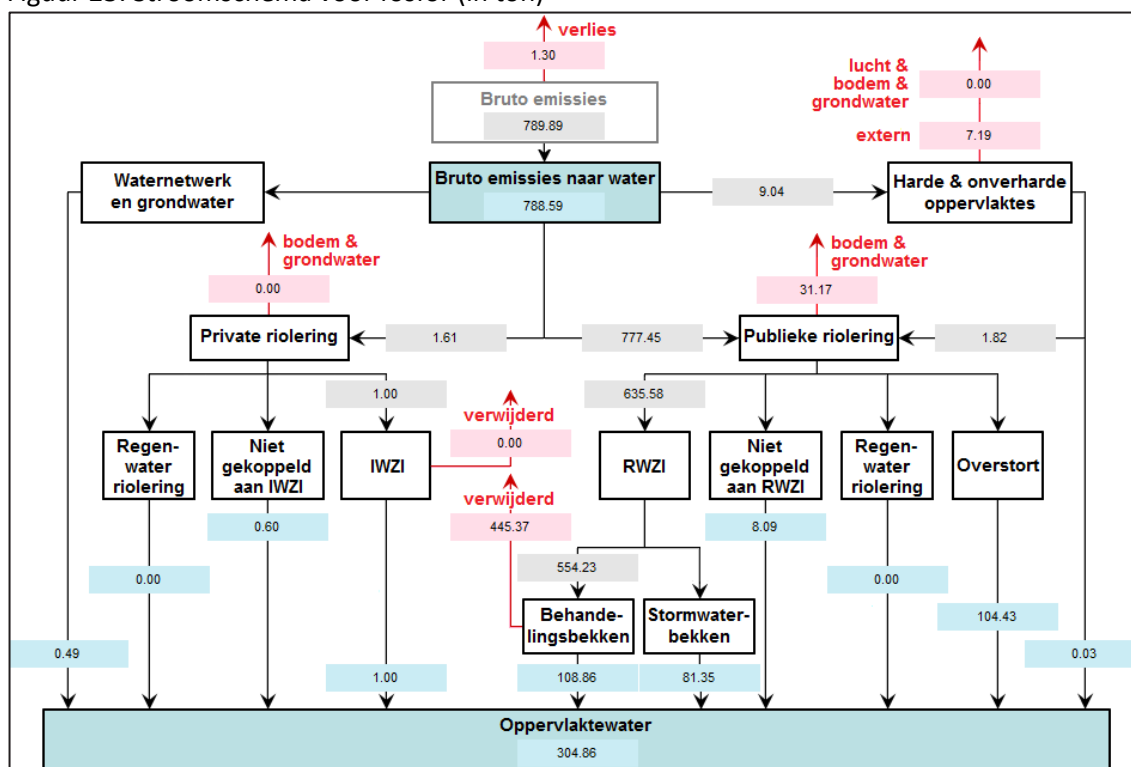
Figuur 21: Stroomschema voor de som van metalen (in ton)



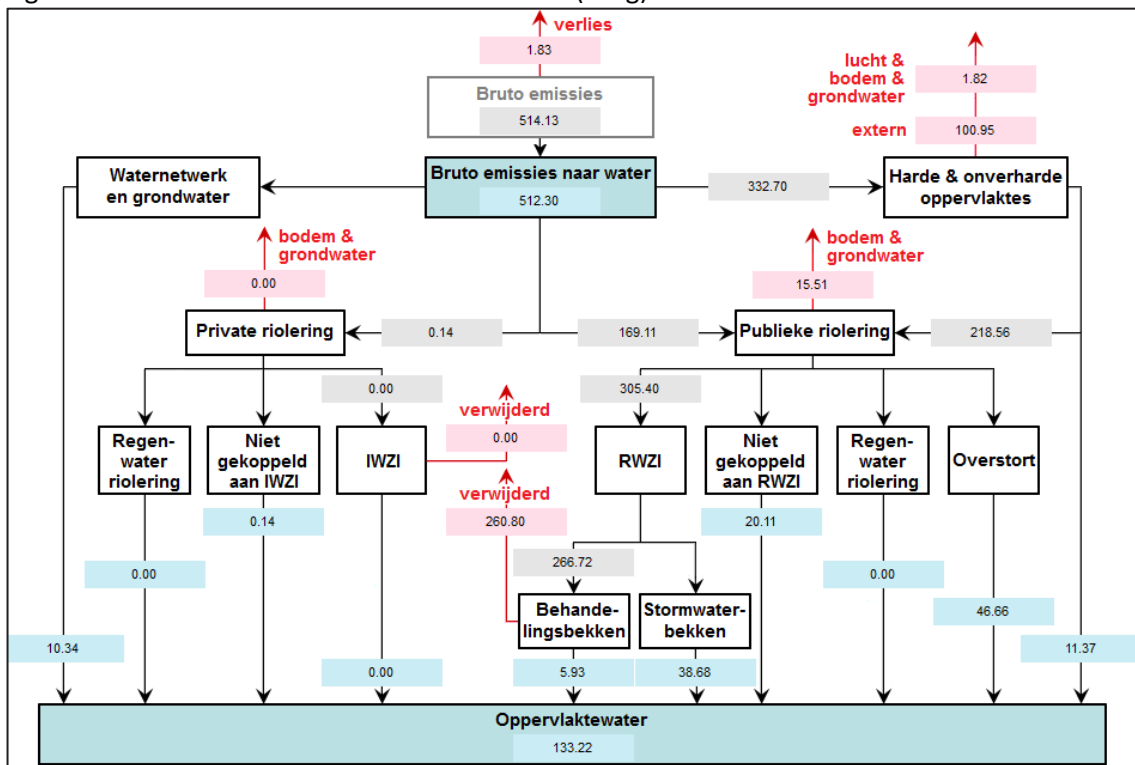
Figuur 22: Stroomschema voor stikstof (in ton)



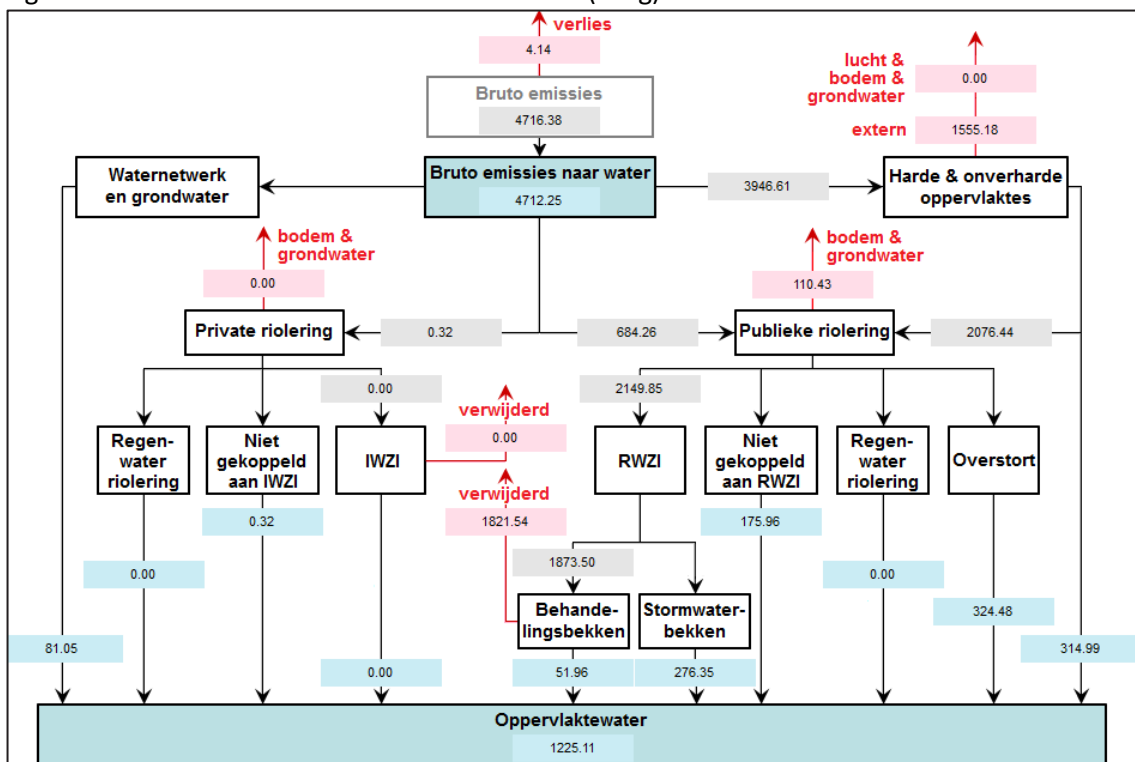
Figuur 23: Stroomschema voor fosfor (in ton)



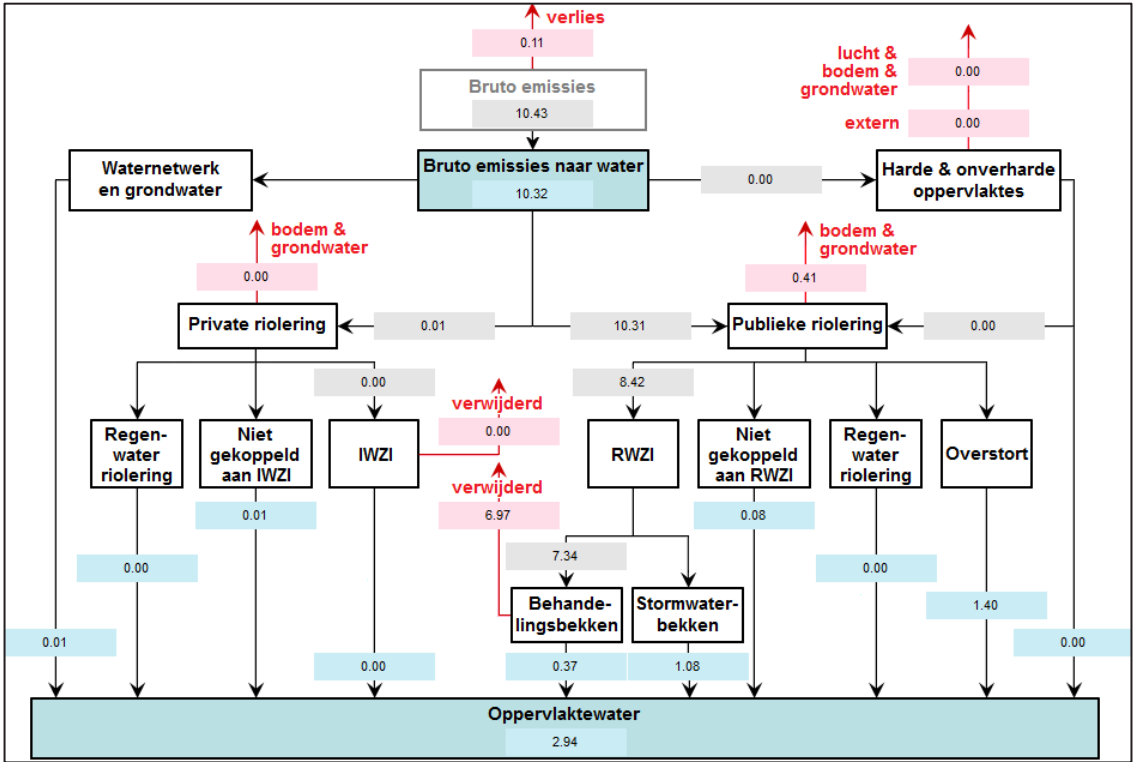
Figuur 24: Stroomschema voor de som van PAK (in kg)



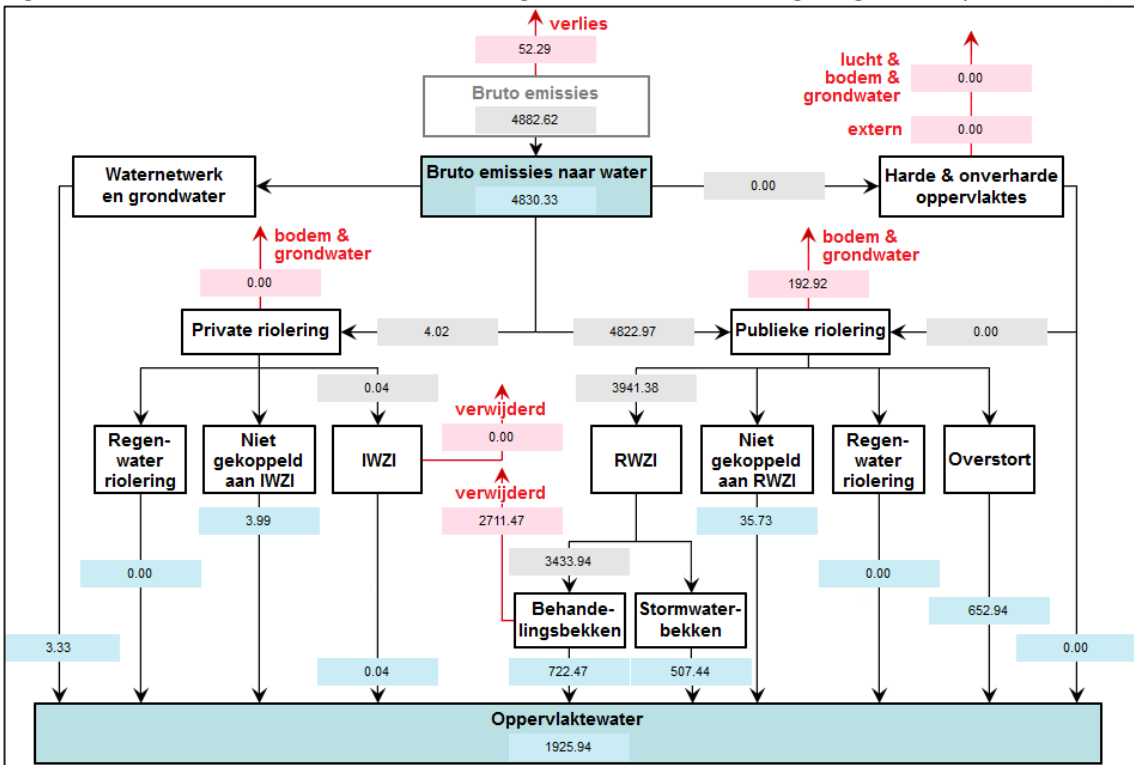
Figuur 25: Stroomschema voor de som van BTEX (in kg)



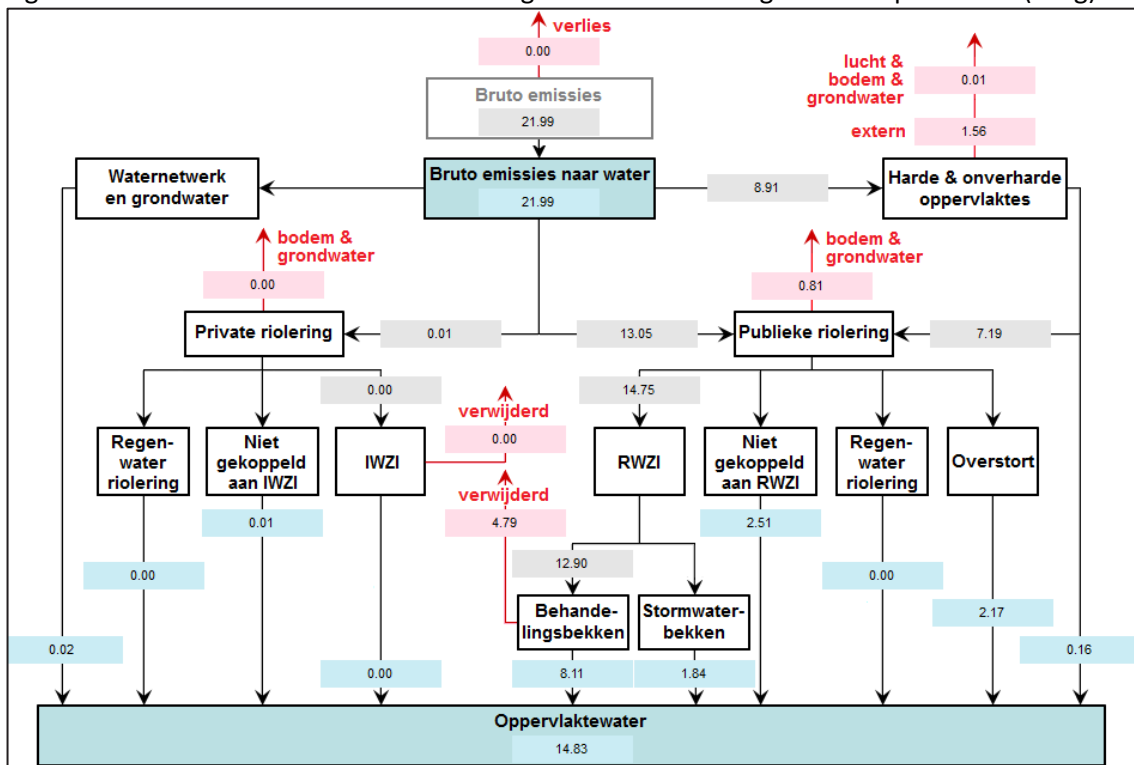
Figuur 26: Stroomschema voor de som van PCB (in kg)



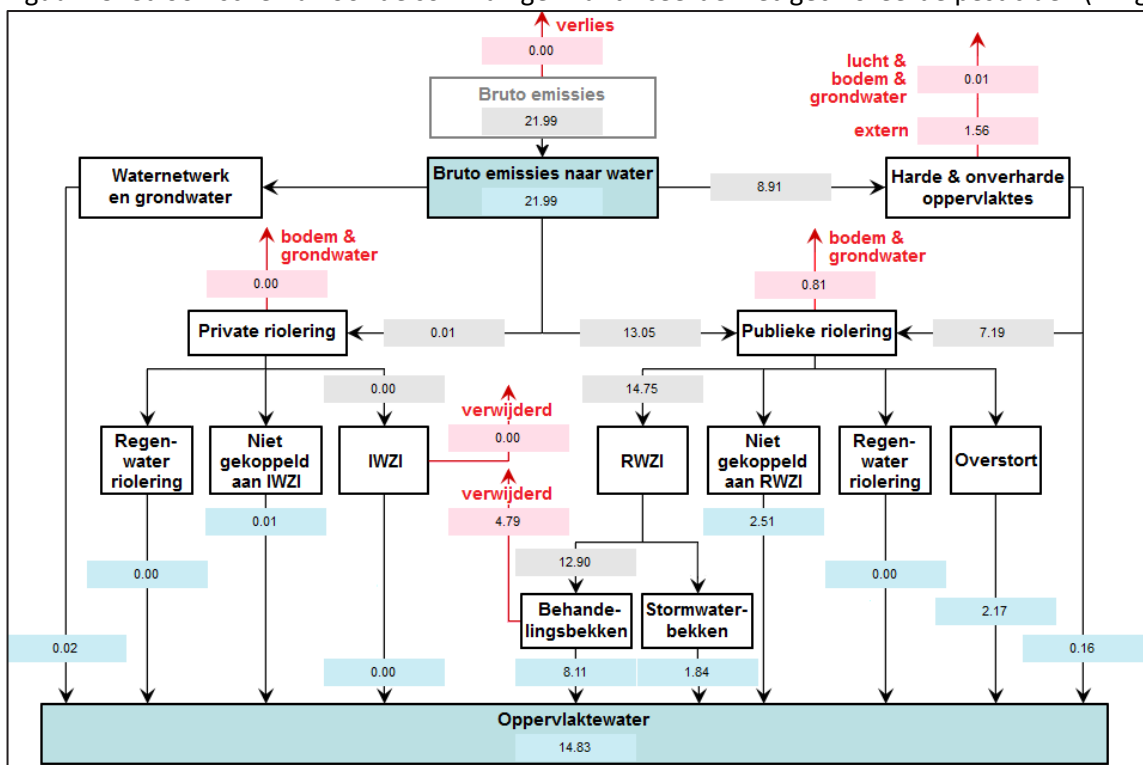
Figuur 27: Stroomschema voor de som van gekwantificeerde overige organische polluenten (in kg)



Figuur 28: Stroomschema voor de som van gekwantificeerde organochloorpesticiden (in kg)



Figuur 29: Stroomschema voor de som van gekwantificeerde niet-gechloreerde pesticiden (in kg)





## HOOFDSTUK 7. **FACTSHEETS**

---

Emissies naar het oppervlaktewater in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

# **Afvalwater van Huishoudens**

Opgemaakt door VITO

In opdracht van Leefmilieu Brussel - BIM

**2014**

## **1 Omschrijving emissiebron**

Deze factsheet beschrijft de emissies van huishoudelijk afvalwater. Dit is het afvalwater geproduceerd door huishoudens. Emissies van bedrijven die enkel huishoudelijk afvalwater produceren, zijn niet beschouwd in deze factsheet, maar komen aan bod in de factsheets “Bedrijfsafvalwater – industrie” en “Bedrijfsafvalwater – handel & diensten”. Huishoudelijk afvalwater omvat het grijze en het zwart afvalwater van huishoudens, alsook de emissies ten gevolge van corrosie van het leidingensysteem. De emissies van huishoudens zijn vooral afkomstig van humane excretie, voedselresten, vaatwasmiddel, schoonmaakproducten, oliën,...

Tot deze bron behoren niet de emissies ten gevolge van corrosie van bouwmetalen gebruikt in de woningbouw (zoals daklood en dakgoten). Deze emissies worden behandeld in de factsheets “Emissies door corrosie van gebouwen”.

Emissies van huishoudens worden beschouwd als puntbronnen die lozen op een riool. Het rioolstelsel bepaalt of deze emissies via de riolering direct naar oppervlaktewater gaan (collector mondt uit in waterloop) dan wel of deze emissies op een RWZI terechtkomen (indirecte route).

## **2 Berekeningswijze van de emissies**

De emissies worden berekend door de vermenigvuldiging van een emissieverklarende variabele (EVV), hier het aantal inwoners in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, met een emissiefactor (EF) per beschouwde stof, uitgedrukt in emissie per eenheid van de EVV.

$$E_s = EVV \times EF$$

Waarbij:

$E_s$  = Emissie van stof s (g/jaar)

EVV = Aantal inwoners in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (inw)

EF = Emissiefactor voor stof s (g/inw/jaar/)

Als basis is gebruikt gemaakt van de Vlaamse en Nederlandse factsheets “Huishoudelijk afvalwater” [2][3].

Referentiejaar voor de berekeningen is 2010.

### 3 Emissieverklarende variabele/basisgegevens

De emissieverklarende variabele is het aantal inwoners in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Als basisgegevens is hiervoor het aantal inwoners per statistische sector in het BHG gebruikt voor het referentiejaar 2010.

Op 1 januari 2010 telde het Brussels Hoofdstedelijk Gewest bijna 1,1 miljoen inwoners (*Tabel 1*) [7]. De gemiddelde bevolkingsdichtheid bedroeg in 2010 ongeveer 6750 inwoners per km<sup>2</sup>. De dichtst bevolkte gemeenten zijn Sint-Joris-ten-Noode, Sint-Gillis, Koekelberg, Schaarbeek en Etterbeek met een twee- tot ruim driedubbele bevolkingsdichtheid. Relatief dun bevolkte gemeenten in het BHG zijn Watermaal-Bosvoorde, Oudergem en Ukkel. Dit zijn tevens de gemeenten met een relatief groter aandeel groene ruimte (o.a. Zoniënwoud).

In de emissiefactoren (zie Tabel 2) wordt onderscheid gemaakt tussen gebieden die anno 2010 nog niet aangesloten waren op een waterzuiveringsinstallatie ("zone Ukkel" en "zone Neerpedebeek") en alle overige bieden die wel aangesloten zijn. De verdeling van het aantal inwoner is als volgt: 3777 inwoners in "zone Ukkel", 2730 inwoners in "zone Neerpedebeek" en 1082031 inwoners in de rest van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

*Tabel 1: Bevolking, oppervlakte en bevolkingsdichtheid per gemeente in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest voor het referentiejaar 2010*

Bevolking, oppervlakte en dichtheid per gemeente	2010		
	Bevolking (inwoners)	Oppervlakte (km <sup>2</sup> )	Dichtheid (inw./km <sup>2</sup> )
Anderlecht	104.647	17,7	5.898
Oudergem	30.811	9,0	3.411
Sint-Agatha-Berchem	22.185	2,9	7.521
Brussel	157.673	32,6	4.836
Etterbeek	44.352	3,1	14.083
Evere	35.803	5,0	7.135
Vorst	50.258	6,2	8.044
Ganshoren	22.589	2,5	9.200
Elsene	80.183	6,3	12.638
Jette	46.818	5,0	9.283
Koekelberg	19.812	1,2	16.898
Sint-Jans-Molenbeek	88.181	5,9	14.967
Sint-Gillis	46.981	2,5	18.608
Sint-Joost-ten-Noode	26.338	1,1	23.057
Schaarbeek	121.232	8,1	14.893
Ukkel	77.589	22,9	3.387
Watermaal-Bosvoorde	24.260	12,9	1.876
Sint-Lambrechts-Woluwe	50.749	7,2	7.024
Sint-Pieters-Woluwe	39.077	8,9	4.415
<b>Totaal BHG</b>	<b>1.089.538</b>	<b>161,4</b>	<b>6.751</b>

Bron: ADSEI

## 4 Emissiefactoren

De emissiefactoren voor huishoudelijk afvalwater zijn overgenomen uit de Vlaamse en Nederlandse factsheets “Huishoudelijk afvalwater” [2][3]. Indien beschikbaar voor de betreffende stof, zijn preferentieel de emissiefactoren uit de Vlaamse emissie-inventaris water overgenomen<sup>1</sup>. Voor de emissiefactoren van metalen gaat de voorkeur uit naar de Vlaamse emissie-inventaris water omdat in de Nederlandse emissie-inventaris de emissies door corrosie van waterleidingen onder de bron huishoudelijk afvalwater beschouwd worden (wat aanleiding geeft tot grotere emissiefactoren voor metalen). In deze emissie-inventaris voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest zijn de emissies door corrosie van waterleidingen beschouwd onder de bron “emissies door corrosie van gebouwen.

De Nederlandse emissie-inventaris omvat veel meer stoffen dan de Vlaamse en is daarom als aanvullende dataset gehanteerd. Voor cyaniden is de emissiefactor overgenomen uit het STOWA rapport m.b.t. emissies vanuit RWZI's [6]. Voor octylfenol is de emissiefactor afgeleid van de emissiefactor voor nonylfenolen, rekening houdend met de concentratieverhouding gemeten in RWZI effluënten [3][8][9].

Een overzicht van de gebruikte emissiefactoren per stof en per stofgroep is gegeven in *Tabel 2*.

Aangezien in bepaalde zones een groot aandeel individuele voorbehandeling plaatsvindt in de vorm van septische putten en het percentage en de rendementen van deze septische put niet geregionaliseerd ingegeven kan worden, werd geopteerd om de EF van het huishoudelijk afvalwater in deze zones aan te passen. In het WEISS-systeem is het immers wel mogelijk om de EF te regionaliseren en dus een andere EF toe te kennen aan deze zones.

De betrokken zones zijn gerioleerde zones die nog niet aangesloten zijn op een waterzuiveringsinstallatie in 2010, meer bepaald “zone Neerpedebeek” en “zone Ukkel” (zone Ukkel is in 2010 nog niet gerioleerd. Anno 2013 is de riolering daar in aanleg).

In “zone Neerpedebeek” wordt verondersteld dat in 80% van de huishoudens een individuele behandeling van afvalwater voorzien is onder de vorm van een septische put. Deze septische put doet de biologische en chemische zuurstofvraag met 20% afnemen, waardoor dus de EF van deze stoffen met 16% ( $80\% \times 20\%$ ) afneemt in dit gebied.

In de “zone Ukkel” wordt verondersteld dat in elk huishouden (100%) een individuele voorbehandeling van afvalwater voorzien is in de vorm van een septische put met opnieuw een zuivering van BZV en CZV van 20%. Deze EF-waardes werden in WEISS ingeladen in de vorm van een rasterkaart met verschillende waardes naargelang de hierboven beschreven zones. Verschillend met “zone Neerpedebeek” wordt echter in de “zone Ukkel” ook een substantieel aandeel verlies naar de bodem (66%) beschouwd (cf. sterfputten). Om dit mee in rekening te brengen in het WEISS systeem, wordt het huishoudelijk afvalwater in de zone Ukkel als een aparte bron beschouwd ten opzichte van het huishoudelijk afvalwater in de overige zones, waardoor het te volgen pad aangepast kan worden.

---

<sup>1</sup> Aan de grenzen van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest zijn er in- en uitstromen van afvalwater van en naar het Vlaamse Gewest. In functie van interpretatie en samenbrengen van de cijfers van beide gewesten lijkt het te verkiezen om dezelfde emissiefactoren te hanteren.

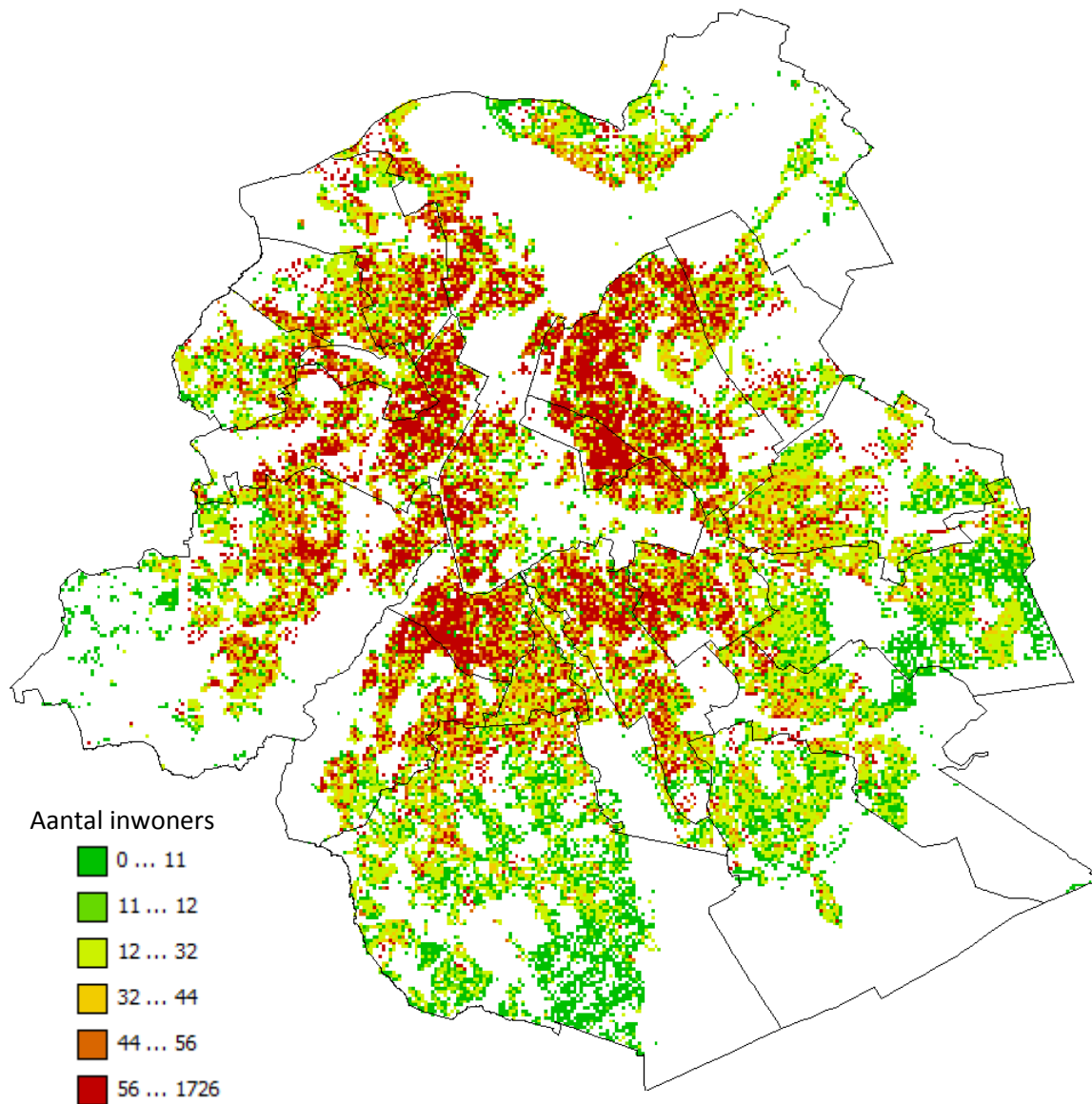
Tabel 2: Emissiefactoren voor huishoudelijk afvalwater. Voor de zones Ukkel en Neerpedebeek is enkel een emissiefactor opgenomen in de betreffende kolom van de tabel indien de EF verschillend is van de EF in de overige zones.

Stofgroep	Stofnaam	Symbool	EF (g/inw/jaar)			Referentie
			Overige zones	Zone Neerpedebeek	Zone Ukkel	
<b>Metalen</b>	Arseen	As	0.12			[2]
	Cadmium	Cd	0.005			[2]
	Chroom	Cr	0.475			[2]
	Kobalt	Co	0.248			[3]
	Koper	Cu	2.2811			[2]
	Kwik	Hg	0.006			[2]
	Nikkel	Ni	0.402			[2]
	Lood	Pb	0.79			[3]
	Zink	Zn	0.7545			[2]
<b>Organische vracht</b>	Biologische Zuurstofvraag	BZV	13780	11575	11024	[2]
	Chemische Zuurstofvraag	CZV	32485	27287	25988	[2]
<b>Nutriënten</b>	Stikstof	N	3540.5			[2]
	Fosfor	P	511			[2]
<b>PAK-16</b>	Acenafteen	Acenaft	0.00738			[2]
	Acenaftyleen	Acenafty	0.00738			[2]
	Antraceen	Ant	0.00071			[2]
	Benzo(a)antraceen	B(a)A	0.00263			[2]
	Benzo(a)pyreen	B(a)P	0.0041			[2]
	Benzo(b)fluorantheen	B(b)Flu	0.00738			[2]
	Benzo(k)fluorantheen	B(k)Flu	0.00095			[2]
	Chryseen	Chr	0.00163			[2]
	Dibezo(a,h)antraceen	dBz(ah)A	0.00428			[2]
	Fenantreen	Fen	0.00738			[2]
	Fluorantheen	Flu	0.0146			[2]
	Fluoreen	Fluoreen	0.025			[2]
	Benzo(g,h,i)peryleen	B(ghi)Pe	0.00738			[2]
	Indeno(1,2,3-cd)pyreen	IP	0.00084			[2]
	Naftaleen	Naft	0.017			[2]
	Pyreen	Pyr	0.00947			[2]
<b>BTEX</b>	Benzeen	Benz	0.01			[4]
	Tolueen	Tol	0.23			[3]
	Ethylbenzeen	EthBenz	0.01			[3]
	Xyleen	Xyl	0.0167			[3]

Stofgroep	Stofnaam	Symbool	EF (g/inw/jaar)			Referentie
			Overige zones	Zone Neerpedebeek	Zone Ukkel	
PCB	2,3',4,4',5-Pentachloorbifenyyl	PCB-118	0.0018			[3]
	2,2',3,4,4',5'-Hexachlorobiphenyl	PCB-138	0.0018			[3]
	2,2',4,4',5,5'-Hexachlorobiphenyl	PCB-153	0.0018			[3]
	2,2',3,4,4',5,5'-Heptachlorobiphenyl	PCB-180	0.0018			[3]
BDE	2,2',4,4'-Tetrabromodiphenyl ether	BDE-47	6.50E-08			[3]
	Decabromodiphenyl ether	BDE-209	6.50E-08			[3]
Medicijnen	Diclofenac	Diclo	0.051			[3]
Overig organische polluenten	1,2-dichloorpropaan	DCP	0.004			[3]
	4-(1,1',3,3'-tetramethylbutyl)fenol	4-Ofenol	0.0547			[3][8][9]
	4-nonylfenol	4-Nfenol	0.547			[3]
	Carbon-tetrachloride	CCl4	0.03			[3]
	Di(2-ethylhexyl)ftalaat	DEHP	1.1			[3]
	Dichloormethaan	DCM	0.373			[3]
	1,2-dichloorbenzeen	ODCB	0.002			[3]
	1,3-dichloorbenzeen	MDCB	0.071			[3]
	1,4-dichloorbenzeen	PDCB	0.361			[3]
	Dioxinen	Diox	1.3E-09			[3]
	Nonylfenolen	Nfenol	0.547			[3]
	Octylfenolen	Ofenol	0.0547			[3][8][9]
	Trichloorbenzenen	TCB	0.196			[3]
	Trichloormethaan (chloroform)	TCM	0.03			[3]
Overige polluenten	Cyaniden	CN	0.109			[6]
	Minerale olie	MinOlie	0.145			[3]
	Zwevend stof	ZS	12045			[2]

## 5 Geografische spreiding

Voor de geografische spreiding van de emissies van huishoudens is gebruik gemaakt van de puntendataset met aantal inwoners per gebouw opgesteld door BIM (september 2013). De dataset is samengesteld op basis van gegevens van (i) Urbis voor de ligging van de gebouwen, (ii) databank van de bestaande feitelijke toestand van de gebouwen<sup>2</sup> en (iii) het aantal inwoners per statistische sector in 2010. De geografische spreiding van het aantal inwoners in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest is weergegeven in Figuur 1. Dit is de EVV kaart die na vermenigvuldiging met de EF voor een bepaald stof resulteert in de bruto emissie kaart.



Figuur 1: Spreiding van het aantal inwoners in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

<sup>2</sup> Databank beheerd door Brussel Stedelijke Ontwikkeling (ex-BROH).



## **6 Emissieroutes en bruto-netto-emissies**

De totale bruto-emissie wordt berekend zoals is beschreven in de paragraaf “berekeningswijze”. De netto-emissie wordt berekend op basis van gegevens of aannames over de weg die de emissies volgen naar de verschillende waterlopen.

Definitie bruto emissie: emissie van puntbronnen of diffuse bronnen ter hoogte van de bron

Definitie netto emissie: deel van de bruto emissie die effectief in de waterloop terecht komt (vracht)

### **6.1 Emissieroutes**

De voornaamste emissieroute voor het huishoudelijk afvalwater is indirect transport naar oppervlaktewater via de riolering en de RWZI's. In gerioleerde gebieden komt alle afvalwater van huishoudens in het rioolstelsel terecht. Het rioolstelsel bepaalt of deze emissies via de riolering direct naar oppervlaktewater gaan (collector mondt uit in waterloop) dan wel of deze emissies op een RWZI terechtkomen (indirect route).

In het Brussels Hoofdstedelijk Gewest zijn anno 2010 nog niet alle collectoren aangesloten op een RWZI. Het afvalwater van niet-aangesloten collectoren komt direct in oppervlaktewater terecht (via een uitlaat). Voor 8 collectoren is het lozingspunt gekend waar de riolering uitmondt in oppervlaktewater. Daarnaast zijn er ook collectoren waarvan het lozingspunt niet exact gekend is (diffuse lozing). Voor deze collectoren wordt de diffuse lozing berekend op basis van een reeks (fictieve) lozingspunten (met tussenafstand 100 m) over volledige breedte van het collectorengedebiet evenwijdig met het ontvangend oppervlaktewater.

Onderstaande tabellen geven de netto emissies naar oppervlaktewater per transportroute en het procentueel aandeel van de verschillende transportroutes voor volgende stofgroepen: organische vracht (BZV en CZV), nutriënten, metalen, PAK en BTEX. Het afvalwater van huishoudens levert ook bijdrage aan emissies van PCB (congeneren 118, 135, 153 en 180), BDE (congeneren 47 en 209), medicijnen (Diclofenac), diverse organische polluenten (o.a. dioxinen en fenolen) en andere polluenten die niet tot bovengenoemde stofgroepen behoren. Om het aantal tabellen te beperken, zijn voor deze polluenten de emissies per transportroute niet opgenomen in de factsheet. Voor alle polluenten vermeld in Tabel 2 zijn de emissies per transportroute beschikbaar in de emissie-inventaris tool WEISS-BHG die de volledige database van de opgemaakte emissie-inventaris voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest omvat.

De belangrijkste transportroutes naar oppervlaktewater van emissies door huishoudens zijn voor alle polluenten de waterzuiveringsstations (behandelingsbekken (DWA) en stormwaterbekken (RWA)) en de overstorten.

Tabel 3: Netto emissies van organische vracht (BZV en CZV) door huishoudens in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Netto emissies naar oppervlaktewater per transportroute en procentueel aandeel van de verschillende routes.

Transportroute	BZV		CZV	
	Netto Emissies (kg/j)	Aandeel per route	Netto Emissies (kg/j)	Aandeel per route
Waternetwerk en grondwater	0.00E+00	0.0%	0.00E+00	0.0%
Regenwater riolering (private)	0.00E+00	0.0%	0.00E+00	0.0%
Niet gekoppeld aan IWZI	4.87E+03	0.1%	1.15E+04	0.1%
IWZI	1.17E+02	0.0%	2.76E+02	0.0%
Behandelingsbekken	4.36E+05	10.6%	2.46E+06	22.0%
Stormwater bekken	1.57E+06	38.0%	3.69E+06	33.1%
Niet gekoppeld aan RWZI	7.86E+04	1.9%	1.85E+05	1.7%
Regenwater riolering	0.00E+00	0.0%	0.00E+00	0.0%
Overstort	2.04E+06	49.4%	4.81E+06	43.1%
Afstroming	0.00E+00	0.0%	0.00E+00	0.0%
<b>Netto emissie in oppervlakte water</b>	<b>4.12E+06</b>	<b>100%</b>	<b>1.12E+07</b>	<b>100%</b>

Tabel 4: Netto emissies van nutriënten (N en P) door huishoudens in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Netto emissies naar oppervlaktewater per transportroute en procentueel aandeel van de verschillende routes.

Transportroute	Stikstof (N)		Fosfor (P)	
	Netto Emissies (kg/j)	Aandeel per route	Netto Emissies (kg/j)	Aandeel per route
Waternetwerk en grondwater	0.00E+00	0.0%	0.00E+00	0.0%
Regenwater riolering (private)	0.00E+00	0.0%	0.00E+00	0.0%
Niet gekoppeld aan IWZI	2.83E+03	0.2%	4.09E+02	0.2%
IWZI	3.76E+01	0.0%	5.43E+00	0.0%
Behandelingsbekken	6.16E+05	39.3%	7.76E+04	36.1%
Stormwater bekken	4.03E+05	25.7%	5.81E+04	27.0%
Niet gekoppeld aan RWZI	2.25E+04	1.4%	3.25E+03	1.5%
Regenwater riolering	0.00E+00	0.0%	0.00E+00	0.0%
Overstort	5.24E+05	33.4%	7.56E+04	35.2%
Afstroming	0.00E+00	0.0%	0.00E+00	0.0%
<b>Netto emissie in oppervlakte water</b>	<b>1.57E+06</b>	<b>100%</b>	<b>2.15E+05</b>	<b>100%</b>

Tabel 5: Netto emissies van metalen door huishoudens in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.  
Netto emissies naar oppervlaktewater per transportroute en procentueel aandeel van de verschillende routes.

Transportroute	METALEN	
	Netto Emissies (kg/j)	Aandeel per route
Waternetwerk en grondwater	0.00E+00	0.0%
Regenwater riolering (private)	0.00E+00	0.0%
Niet gekoppeld aan IWZI	4.06E+00	0.2%
IWZI	5.40E-02	0.0%
Behandelingsbekken	1.16E+03	46.0%
Stormwater bekken	5.78E+02	22.8%
Niet gekoppeld aan RWZI	3.23E+01	1.3%
Regenwater riolering	0.00E+00	0.0%
Overstort	7.52E+02	29.7%
Afstroming	0.00E+00	0.0%
<b>Netto emissie in oppervlakte water</b>	<b>2.53E+03</b>	<b>100%</b>

Tabel 6: Netto emissies van PAK en BTEX door huishoudens in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.  
Netto emissies naar oppervlaktewater per transportroute en procentueel aandeel van de verschillende routes.

Transportroute	PAK		BTEX	
	Netto Emissies (kg/j)	Aandeel per route	Netto Emissies (kg/j)	Aandeel per route
Waternetwerk en grondwater	0.00E+00	0.0%	0.00E+00	0.0%
Regenwater riolering (private)	0.00E+00	0.0%	0.00E+00	0.0%
Niet gekoppeld aan IWZI	9.45E-02	0.3%	2.13E-01	0.3%
IWZI	1.25E-03	0.0%	2.83E-03	0.0%
Behandelingsbekken	2.04E+00	6.0%	3.59E+00	4.8%
Stormwater bekken	1.34E+01	39.8%	3.03E+01	40.3%
Niet gekoppeld aan RWZI	7.50E-01	2.2%	1.69E+00	2.3%
Regenwater riolering	0.00E+00	0.0%	0.00E+00	0.0%
Overstort	1.75E+01	51.7%	3.94E+01	52.4%
Afstroming	0.00E+00	0.0%	0.00E+00	0.0%
<b>Netto emissie in oppervlakte water</b>	<b>3.38E+01</b>	<b>100%</b>	<b>7.53E+01</b>	<b>100%</b>

## 6.2 Bruto emissies

In *Tabel 7* staan de bruto en netto emissies door huishoudens in het Brussel Hoofdstedelijk Gewest voor de verschillende stoffen, uitgedrukt in kg/jaar. In *Tabel 8* zijn de bruto en netto emissies gesommeerd per stofgroep weergegeven.

De emissies zijn berekend door vermenigvuldiging van de emissiefactoren met de emissieverklarende variabele. Daarnaast is per stof ook de verhouding van netto over bruto emissies gegeven. Globaal over alle polluenten heen bedragen de netto emissies door huishoudens ongeveer 31% van de bruto emissies. Afhankelijk van de beschouwde stof varieert het netto aandeel van 25% tot 70%.

*Tabel 7: Bruto en netto emissies door huishoudens in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Emissies per stof en verhouding van netto over bruto emissies.*

Stofgroep	Stof	Emissies (kg/j)		Netto/Bruto
		Bruto	Netto	%
BDE	BDE-209	7.06E-05	2.25E-05	32%
	BDE-47	7.06E-05	2.25E-05	32%
BTEX	Benz	1.09E+01	2.77E+00	25%
	EthBenz	1.09E+01	3.38E+00	31%
	Tol	2.50E+02	6.36E+01	25%
	Xyl	1.81E+01	5.52E+00	30%
Medicijnen	Diclo	5.54E+01	3.03E+01	55%
Metalen	As	1.30E+02	9.08E+01	70%
	Cd	5.43E+00	3.40E+00	63%
	Co	2.69E+02	1.82E+02	68%
	Cr	5.16E+02	2.66E+02	52%
	Cu	2.48E+03	9.92E+02	40%
	Hg	6.52E+00	3.66E+00	56%
	Ni	4.37E+02	2.80E+02	64%
	Pb	8.58E+02	3.77E+02	44%
	Zn	8.19E+02	3.36E+02	41%
Nutriënten	N	3.85E+06	1.57E+06	41%
	P	5.55E+05	2.15E+05	39%
Organische vracht	BZV	1.49E+07	4.12E+06	28%
	CZV	3.52E+07	1.12E+07	32%

Tabel 7 (vervolg)

Stofgroep	Stof	Emissies (kg/j)		Netto/Bruto
		Bruto	Netto	%
Overige Organische Polluenten	4-Nfenol	5.94E+02	3.12E+02	53%
	4-Ofenol	5.94E+01	3.12E+01	53%
	CCl4	3.26E+01	9.46E+00	29%
	DCM	4.05E+02	1.41E+02	35%
	DCP	4.34E+00	2.00E+00	46%
	DEHP	1.19E+03	3.38E+02	28%
	Diox	1.41E-06	4.00E-07	28%
	MDCB	7.71E+01	2.73E+01	35%
	Nfenol	5.94E+02	3.12E+02	53%
	ODCB	2.17E+00	9.09E-01	42%
	Ofenol	5.94E+01	3.12E+01	53%
	PDCB	3.92E+02	1.64E+02	42%
	TCB	2.13E+02	7.39E+01	35%
	TCM	3.26E+01	1.13E+01	35%
Overige polluenten	CN	1.18E+02	5.46E+01	46%
	MinOlie	1.57E+02	6.14E+01	39%
	ZS	1.31E+07	3.93E+06	30%
PAK	Acenaft	8.01E+00	2.10E+00	26%
	Acenaftyl	8.01E+00	1.98E+00	25%
	Ant	7.71E-01	1.96E-01	25%
	B(a)A	2.86E+00	7.88E-01	28%
	B(a)P	4.45E+00	1.17E+00	26%
	B(b)Flu	8.01E+00	2.15E+00	27%
	B(ghi)Pe	8.01E+00	2.09E+00	26%
	B(k)Flu	1.03E+00	2.78E-01	27%
	Chr	1.77E+00	4.54E-01	26%
	dBz(ah)A	4.65E+00	1.45E+00	31%
	Fen	8.02E+00	2.11E+00	26%
	Flu	1.59E+01	4.16E+00	26%
	Fluoreen	2.71E+01	6.89E+00	25%
	IP	9.12E-01	2.45E-01	27%
	Naft	1.85E+01	5.10E+00	28%
	Pyr	1.03E+01	2.62E+00	25%
PCB	PCB-118	1.95E+00	5.53E-01	28%
	PCB-138	1.95E+00	5.53E-01	28%
	PCB-153	1.95E+00	5.53E-01	28%
	PCB-180	1.95E+00	5.53E-01	28%
Som van alle polluenten		6.77E+07	2.10E+07	31%

*Tabel 8: Bruto en netto emissies door huishoudens in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Emissies gesommeerd per stofgroep en verhouding van netto over bruto emissies.*

Stofgroep	Emissies (kg/j)		Netto/Bruto
	Bruto	Netto	%
BDE	1.41E-04	4.50E-05	32%
BTEX	2.90E+02	7.53E+01	26%
Medicijnen	5.54E+01	3.03E+01	55%
Metalen	5.52E+03	2.53E+03	46%
Nutriënten	4.40E+06	1.78E+06	41%
Organische vracht	5.02E+07	1.53E+07	30%
Overige Organische Polluenten	3.66E+03	1.45E+03	40%
Overige polluenten	1.31E+07	3.93E+06	30%
PAK	1.28E+02	3.38E+01	26%
PCB	7.82E+00	2.21E+00	28%
<b>Som van alle polluenten</b>	<b>6.77E+07</b>	<b>2.10E+07</b>	<b>31%</b>

### 6.3 Netto emissies

In *Tabel 9* staan de netto emissies van huishoudens naar oppervlaktewater voor de verschillende stofgroepen, uitgedrukt in kg/jaar. De netto emissies zijn weergegeven per ontvangend oppervlaktewaterlichaam (Kanaal, Woluwe, Zenne). Per stofgroep is ook het relatief aandeel van ieder ontvangend oppervlaktewater gegeven.

In *Tabel 10* staan de netto emissies naar oppervlaktewater voor de verschillende stofgroepen, uitgedrukt in kg/jaar. De emissies zijn weergegeven per zuiveringszone (niet-gerioleerd, niet-gezuiverd (riolering nog niet aangesloten op WZI), RWZI Noord, RWZI Zuid). Per stofgroep is ook het relatief aandeel van ieder zuiveringsgebied gegeven.

Tabel 9: Netto emissies van huishoudens naar oppervlaktewater in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Netto emissies per stofgroep en per ontvangend oppervlaktewater. Relatief aandeel van Kanaal, Woluwe en Zenne per stofgroep.

Stofgroep	Ontvangend oppervlaktewater	Netto Emissies (kg/j)	Aandeel (%)
BDE	Kanaal	8.94E-06	20%
	Woluwe	5.92E-07	1%
	Zenne	3.54E-05	79%
BTEX	Kanaal	1.83E+01	24%
	Woluwe	1.21E+00	2%
	Zenne	5.55E+01	74%
Medicijnen	Kanaal	3.51E+00	12%
	Woluwe	2.32E-01	1%
	Zenne	2.65E+01	88%
Metalen	Kanaal	3.50E+02	14%
	Woluwe	2.31E+01	1%
	Zenne	2.15E+03	85%
Nutriënten	Kanaal	2.79E+05	16%
	Woluwe	1.84E+04	1%
	Zenne	1.48E+06	83%
Organische vracht	Kanaal	3.15E+06	21%
	Woluwe	2.11E+05	1%
	Zenne	1.19E+07	78%
Overige Organische Polluenten	Kanaal	2.32E+02	16%
	Woluwe	1.53E+01	1%
	Zenne	1.20E+03	83%
Overige polluenten	Kanaal	8.29E+05	21%
	Woluwe	5.48E+04	1%
	Zenne	3.04E+06	77%
PAK	Kanaal	8.12E+00	24%
	Woluwe	5.37E-01	2%
	Zenne	2.50E+01	74%
PCB	Kanaal	4.95E-01	22%
	Woluwe	3.28E-02	1%
	Zenne	1.68E+00	76%
<b>Som van alle polluenten</b>	<b>Kanaal</b>	<b>4.26E+06</b>	<b>20%</b>
	<b>Woluwe</b>	<b>2.84E+05</b>	<b>1%</b>
	<b>Zenne</b>	<b>1.64E+07</b>	<b>78%</b>

Tabel 10: Netto emissies van huishoudens naar oppervlaktewater in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest per stofgroep en per zuiveringsgebied. Relatief aandeel van de zuiveringsgebieden per stofgroep.

Stofgroep	Zuiveringsgebied	Netto Emissies (kg/j)	Aandeel (%)
BDE	niet gerioleerd	5.65E-04	1%
	niet gezuiverd	7.01E-03	16%
	RWZI Noord	2.98E-02	67%
	RWZI Zuid	7.40E-03	17%
BTEX	niet gerioleerd	1.16E+03	2%
	niet gezuiverd	1.44E+04	19%
	RWZI Noord	4.81E+04	64%
	RWZI Zuid	1.12E+04	15%
Medicijnen	niet gerioleerd	2.22E+02	1%
	niet gezuiverd	2.75E+03	9%
	RWZI Noord	2.14E+04	71%
	RWZI Zuid	5.84E+03	19%
Metalen	niet gerioleerd	2.21E+04	1%
	niet gezuiverd	2.74E+05	11%
	RWZI Noord	1.71E+06	68%
	RWZI Zuid	5.17E+05	20%
Nutriënten	niet gerioleerd	1.76E+07	1%
	niet gezuiverd	2.18E+08	12%
	RWZI Noord	1.14E+09	64%
	RWZI Zuid	3.97E+08	22%
Organische vracht	niet gerioleerd	2.01E+08	1%
	niet gezuiverd	2.49E+09	16%
	RWZI Noord	9.95E+09	65%
	RWZI Zuid	2.57E+09	17%
Overige Organische Polluenten	niet gerioleerd	1.47E+04	1%
	niet gezuiverd	1.82E+05	13%
	RWZI Noord	9.94E+05	69%
	RWZI Zuid	2.59E+05	18%
Overige polluenten	niet gerioleerd	5.24E+07	1%
	niet gezuiverd	6.49E+08	17%
	RWZI Noord	2.55E+09	65%
	RWZI Zuid	6.64E+08	17%
PAK	niet gerioleerd	5.13E+02	2%
	niet gezuiverd	6.37E+03	19%
	RWZI Noord	2.16E+04	64%
	RWZI Zuid	5.07E+03	15%
PCB	niet gerioleerd	3.13E+01	1%
	niet gezuiverd	3.88E+02	18%
	RWZI Noord	1.44E+03	65%
	RWZI Zuid	3.45E+02	16%
<b>Som van alle polluenten</b>	<b>niet gerioleerd</b>	<b>2.71E+08</b>	<b>1%</b>
	<b>niet gezuiverd</b>	<b>3.36E+09</b>	<b>16%</b>

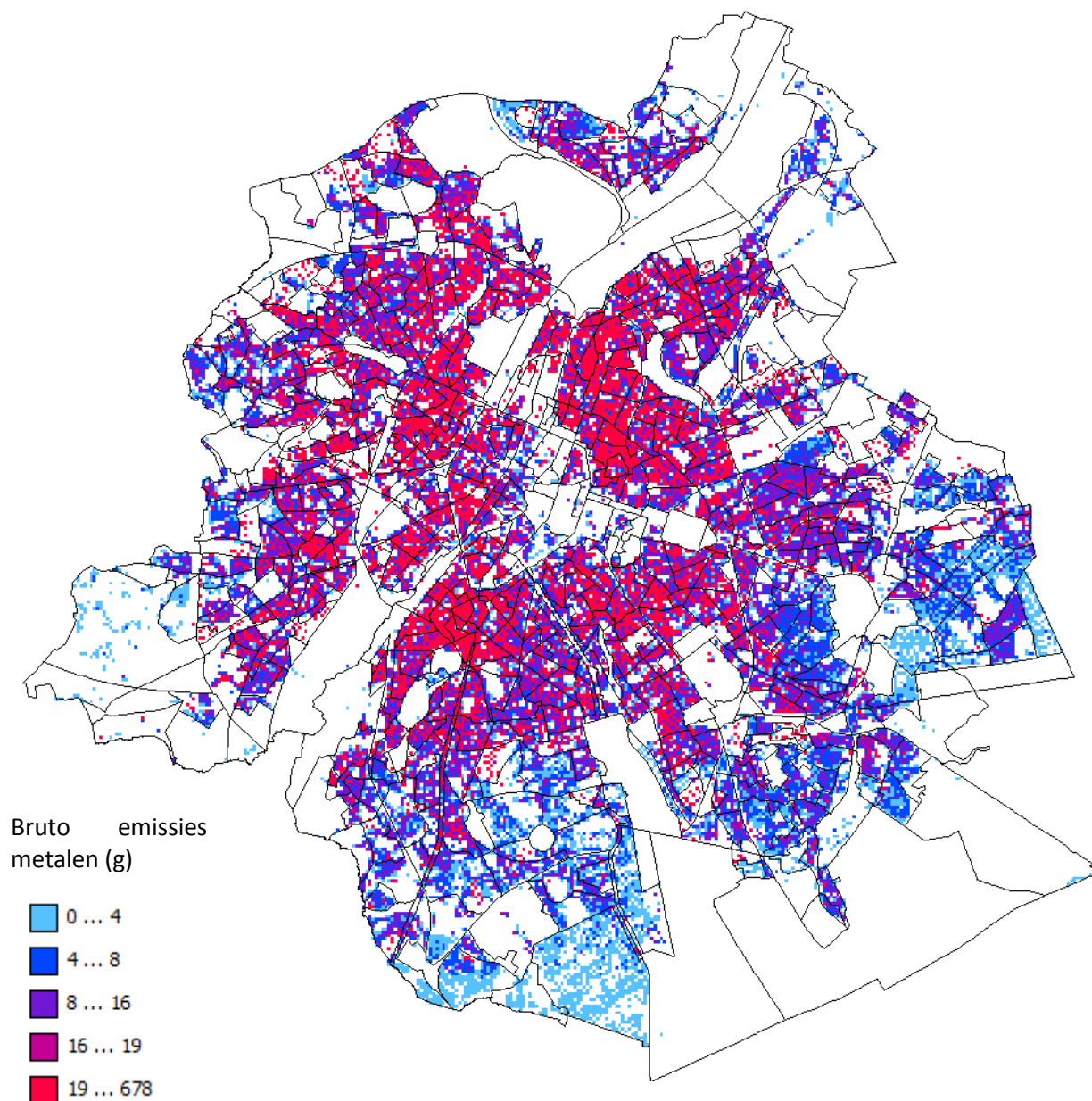


*Afvalwater van Huishoudens*

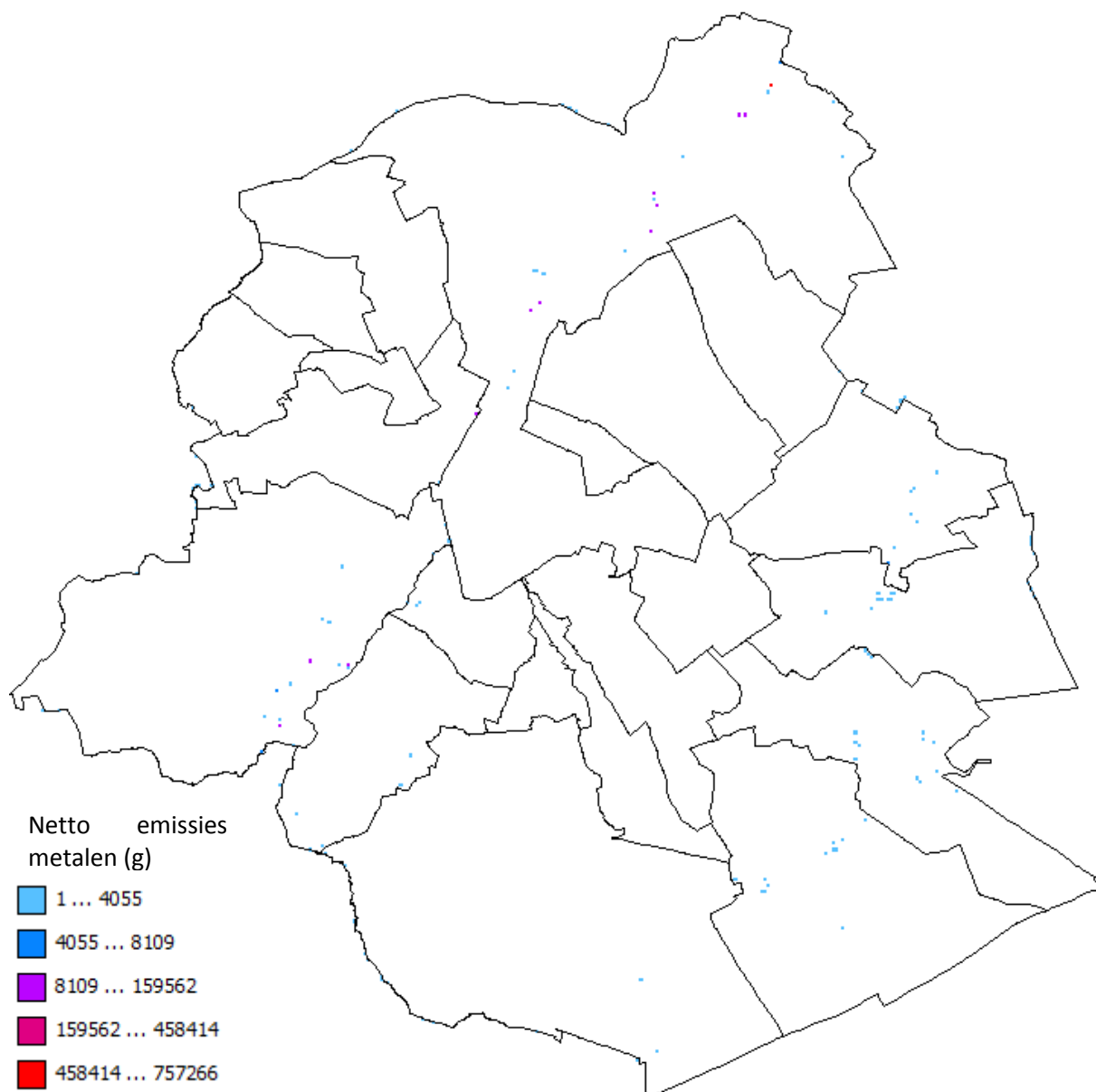
	<b><i>RWZI Noord</i></b>	<b><i>1.36E+10</i></b>	<b><i>65%</i></b>
--	--------------------------	------------------------	-------------------

## 7 Geografische kwantificering van de emissies

De geografische spreiding van de bruto en netto emissies door huishoudens is weergegeven in Figuur 2 en Figuur 3. De ruimtelijke spreiding van de bruto emissies wordt bepaald door de ruimtelijke verdeling van de emissieverklarende variabele (zie Figuur 1). De ruimtelijke spreiding van de netto emissies in de ontvangende oppervlaktewateren wordt bepaald door de transportroutes (zie paragraaf 6.1). De geografische spreiding is geïllustreerd voor de stofgroep metalen.



Figuur 2: Geografische spreiding van de bruto emissies (metalen) ten gevolge van huishoudelijk afvalwater geproduceerd in de woningen.



*Figuur 3: Geografische spreiding van de netto emissies (metalen) ten gevolge van huishoudelijk afvalwater geproduceerd in de woningen.*

## 8 Betrouwbaarheid en verbeterpunten

Bij de classificatie van de kwaliteit van de informatie wordt zoveel mogelijk aangesloten bij de werkwijze die in de publicatiereeks Emissieregistratie wordt aangehouden [1]. Deze werkwijze is gebaseerd op de methodiek van CORINAIR (CORE emission INventories AIR). Hierbij worden de volgende kwaliteitsclassificaties aangehouden:

- A voor een getal gebaseerd op een groot aantal metingen aan representatieve locaties;
- B voor een getal gebaseerd op een aantal metingen aan een deel van de voor de sector representatieve locaties;
- C voor een getal gebaseerd op een beperkt aantal metingen, aangevuld met schattingen op basis van de technische kennis van het proces;
- D voor een getal gebaseerd op een gering aantal metingen, aangevuld met schattingen op basis van aannames;
- E voor een getal gebaseerd op een technische berekening op basis van een aantal aannames.

De emissieverklarende variabele, het aantal inwoners in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, is zeer nauwkeurig gekend. Voor dit onderdeel is de betrouwbaarheidsklasse A.

De betrouwbaarheid van de emissiefactoren varieert met de stof. Voor nutriënten zijn een behoorlijk aantal meetgegevens beschikbaar zodat klasse B toegekend kan worden. De emissiefactoren voor zware metalen en PAKs zijn gebaseerd op minder meetwaarden en krijgen daarom een classificatie C. Voor de overige stoffen zijn de emissiefactoren afgeleid van een gering aantal metingen en/of aannames. Daarom wordt aan deze factoren klasse D toegekend.

De belangrijkste emissieroute voor huishoudelijk afvalwater is de riolering. Het rioleringsnetwerk is goed gekend zodat classificatie A toegekend kan worden. De ruimtelijke spreiding (regionalisatie) van het aantal inwoners is eveneens goed gekend. Dit onderdeel krijgt ook een classificatie A.

Tabel 11: Betrouwbaarheid onderdelen emissieberekening.

Onderdeel emissieberekening	Betrouwbaarheidsklasse
Emissieverklarende variabele	A
Emissiefactoren	
- Nutriënten	B
- Metalen	C
- PAKs	C
- overige	D
Emissieroutes naar water	A
Regionalisatie	A

Verbeterpunten:

- Actualisatie van de emissiefactoren. Heel wat factoren zijn momenteel gebaseerd op verouderde meetresultaten. Sommige stoffen zijn ondertussen verboden, terwijl voor andere het gebruik is toegenomen
- Aanvulling van de dataset emissiefactoren. Er worden immers regelmatig nieuwe polluenten naar voorgeschoven als aandachtstof (bv. herziening van KRW).

## **9 Referenties**

- [1] Most, P.F.J. van der *et al.* (1998). Methoden voor de bepaling van emissies naar lucht en water. Publicatiereeks Emissieregistratie, nr. 44.
- [2] VMM (2010) Emissie-Inventaris Water voor Vlaanderen – update van Syncera (2006). Emissie-inventaris Water voor Vlaanderen – Metalen, Factsheet “Huishoudelijk afvalwater.
- [3] Van den Roovaart J.C., van den Boomen R., Driesprong A. & van Duijnhoven N. (2009). Kwantificering van de wateremissies van PAK in Vlaanderen. Factsheet “Huishoudelijk afvalwater”. Deltares.
- [4] Rijkswaterstaat - Waterdienst, Deltares, TNO (2013). Emissieschattingen Diffuse bronnen, Factsheet “Huishoudelijk afvalwater”. Emissieregistratie, [www.emissieregistratie.nl](http://www.emissieregistratie.nl)
- [5] Schipper P.N.M., et al. (2010) Emissies van gevaarlijke stofgroepen in beeld, Bronnenanalyse verbeterd voor geneesmiddelen röntgencontrastmiddelen, bestrijdingsmiddelen, nonylfenolen en broomvlamvertragers. Grontmij.
- [6] Baltussen J.J.M. (2013). Watergerelateerde emissies vanuit rwzi's in het kader van de iPRTR. STOWA 2013-W01.
- [7] BISA, Brussels Instituut voor Statistiek en Analyse (2011). Mini-Bru 2012, Het Brussels Hoofdstedelijk Gewest in cijfers. IRIS Uitgaven – D/2011/6374/217
- [8] Rijkswaterstaat - Waterdienst, Deltares, TNO (2012). Emissieschattingen Diffuse bronnen, Factsheet “Emissies alkylfenolen uit de zeescheepvaart”. Emissieregistratie, [www.emissieregistratie.nl](http://www.emissieregistratie.nl)
- [9] Loyo-Rosales, J.E., Rice, C.P. & Torrents, A. (2007). Fate of octyl- and nonylphenol ethoxylates and some carboxylated derivatives in three American wastewater treatment plants. *Environmental Science and Technology* 41, 6185-6821.

Emissies naar het oppervlaktewater in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

## **Afvalwater van bedrijven - Industrie**

Opgemaakt door VITO

In opdracht van Leefmilieu Brussel - BIM

**2014**

## **1 Omschrijving emissiebron**

Deze factsheet beschrijft de emissies van industrieel afvalwater. Dit is het afvalwater geproduceerd door industriële bedrijven (secundaire sector). Emissies van huishoudelijk afvalwater door deze bedrijven, worden eveneens beschouwd in deze factsheet.

Emissies van bedrijven zijn puntbronnen die lozen op een riool of rechtstreeks op oppervlaktewater. Het rioolstelsel bepaalt of de emissies via de riolering direct naar oppervlaktewater gaan (collector mondt uit in waterloop) dan wel of deze emissies op een RWZI terechtkomen (indirect route).

## **2 Berekeningswijze van de emissies**

De emissies van industriële bedrijven gebeuren hoofdzakelijk via puntbronnen waarvan de exacte emissies geanalyseerd of geschat kunnen worden per locatie. Afhankelijk van de beschikbare data, werden deze op volgende wijze ingevoerd en berekend:

- Bedrijven die EPRTTR plichtig zijn: de rapportagecijfers betreffende emissies werden gebruikt.
- Bedrijven die afvalwaterheffing betalen, maar geen EPRTTR plichtig bedrijf zijn:
  - Rapportagecijfers voor de bedrijven die afvalwaterheffing betalen op basis van analyses
  - Forfaitaire emissies o.b.v. de activiteit, het activiteitsvolume en het afvalwaterlozingsvolume, voor die bedrijven die een forfaitaire heffing betalen op basis van hun activiteit en hun activiteitsvolume.
  - Huishoudelijke emissies o.b.v. huishoudelijke lozingsvolumes en de emissie factoren van huishoudelijk afvalwater. Hierbij werden de emissiefactoren van Afvalwater van Huishoudens (g/inw/j) gedeeld door 35m<sup>3</sup> om te komen tot een eenheid van m<sup>3</sup>/j. Deze waarde wordt ook in de afvalheffingendatabank gebruikt per inwoner om forfaitaire huishoudelijke volumes te berekenen. De huishoudelijke emissies worden zowel berekend voor bedrijven die afvalwaterheffing betalen op basis van analyses, als bedrijven die een forfaitaire heffing betalen op basis van hun activiteit als bedrijven die enkel huishoudelijk afvalwater lozen.

Bijschattingen gebeuren voor die bedrijven waarvan geen exacte emissiewaardes gekend of berekend kunnen worden per locatie. De locaties en activiteiten van bedrijven zijn gekend, maar er zijn geen specifieke gegevens over de geloosde vracht. Als bijschatting wordt het drinkwatergebruik per sector gelijkmatig gespreid over alle locaties van bedrijven binnen een bepaalde sector. De locaties en activiteiten van de bedrijven zijn bekomen uit de milieuvergunningendatabank (AUTONET). Voor industriële bedrijven zijn er enkel bijschatting voor de voedingssector, meer bepaald voor voedingproducerende bedrijven. Voor alle andere sectoren en subsectoren zijn de emissies per locatie gekend op basis van gemeten vrachten (lozingsvolume en concentratie) of op basis van forfaitaire vrachtberekeningen.

De emissies voor de bijschatting worden berekend door de vermenigvuldiging van een emissieverklarende variabele (EVV), hier het waterverbruik per sector en per gemeente, met een emissiefactor (EF) per stof, uitgedrukt in emissie per eenheid van de EVV.

$$E_s = EVV \times EF$$

Waarbij:

$E_s$	=	Emissie van stof s (kg/jaar)
EVV	=	Emisieverklarende variable, hier het waterverbruik (m <sup>3</sup> /jaar)
EF	=	Emissiefactor voor stof s, hier de concentratie in het afvalwater (g/m <sup>3</sup> )

Referentiejaar voor de berekeningen is 2010.

In onderstaande tabel is een overzicht gegeven van de subsectoren en subsubsectoren die beschouwd worden binnen de sector “industrie”. Per subsubsector is aangeduid welke gegevens gebruikt zijn voor het berekenen van de emissies via afvalwater van de bedrijven.

Sector INDUSTRIE		Gebruikte gegevens					
Subsector	Subsubsector	EPTR	Afvalwaterheffingen			Milieuvergunningen	
		analyses	ANA	FOR	HH	Debiet	Conc.
Afval & afvalwater	afval & sanering			x	x		
Chemie	verv. chemische basisproducten	x					
Chemie	verv. farmaceutische grondstoffen en producten	x	x	x	x		
Chemie	verv. overige chemische producten		x	x	x		
Grafische industrie	grafische industrie		x	x	x		
Metaalnijverheid	machines, apparaten			x	x		
Metaalnijverheid	verv. metalen in primaire vorm				x		
Metaalnijverheid	verv. producten van metaal (excl. machines, apparaten)	x	x	x	x		
Metaalnijverheid	verv. transportmiddelen	x					
Overige industrie	houtindustrie	x		x	x		
Overige industrie	verv. andere niet-metaalhoudende minerale producten		x	x	x		
Papier	verv. papier- en papierwaren			x	x		
Textiel	textiel	x					
Voeding	verv. van dranken					Q <sub>gem</sub> heffingen	FOR heffingen
Voeding	verv. van voeding	x	x	x	x	Q <sub>gem</sub> heffingen	Lozings-normen

ANA = vracht berekend o.b.v. waterkwaliteitsanalyse van het afvalwater

FOR = vracht berekend o.b.v. forfaitaire samenstelling van het afvalwater

HH = naast bedrijfsafvalwater is er ook een vracht van huishoudelijk afvalwater; vracht berekend o.b.v. emissiefactoren voor huishoudelijk afvalwater.

Q<sub>gem</sub> heffingen = bijschatting van de emissies voor bedrijven geregistreerd in de Milieuvergunningen databank op basis van het gemiddelde debiet van bedrijven uit dezelfde sector waarvoor debiet gekend is uit de Milieuheffingen databank.

FOR heffingen = bijschatting van de emissies voor bedrijven geregistreerd in de Milieuvergunningen databank op basis van de forfaitaire samenstelling van het afvalwater zoals in de Milieuheffingen databank voor bedrijven uit dezelfde sector.



### **3 Emissieverklarende variabele/basisgegevens**

De emissies van industriële bedrijven zijn hoofdzakelijk puntbronnen waarvan de exacte emissies gemeten of geschat zijn per locatie. Voor deze emissies is de berekeningswijze op basis van emissieverklarende variabele en emissiefactoren niet van toepassing.

Voor de bijschattingen wordt wel gebruik gemaakt van de EVV x EF berekeningswijze. De emissieverklarende variabele is dan het afvalwaterdebiet. Voor de bijschattingen van emissies van industriële bedrijven per sector, wordt voor de betreffende sector als afvalwaterdebiet het gemiddelde debiet uit de afvalwaterheffingen databank gehanteerd.

### **4 Emissiefactoren**

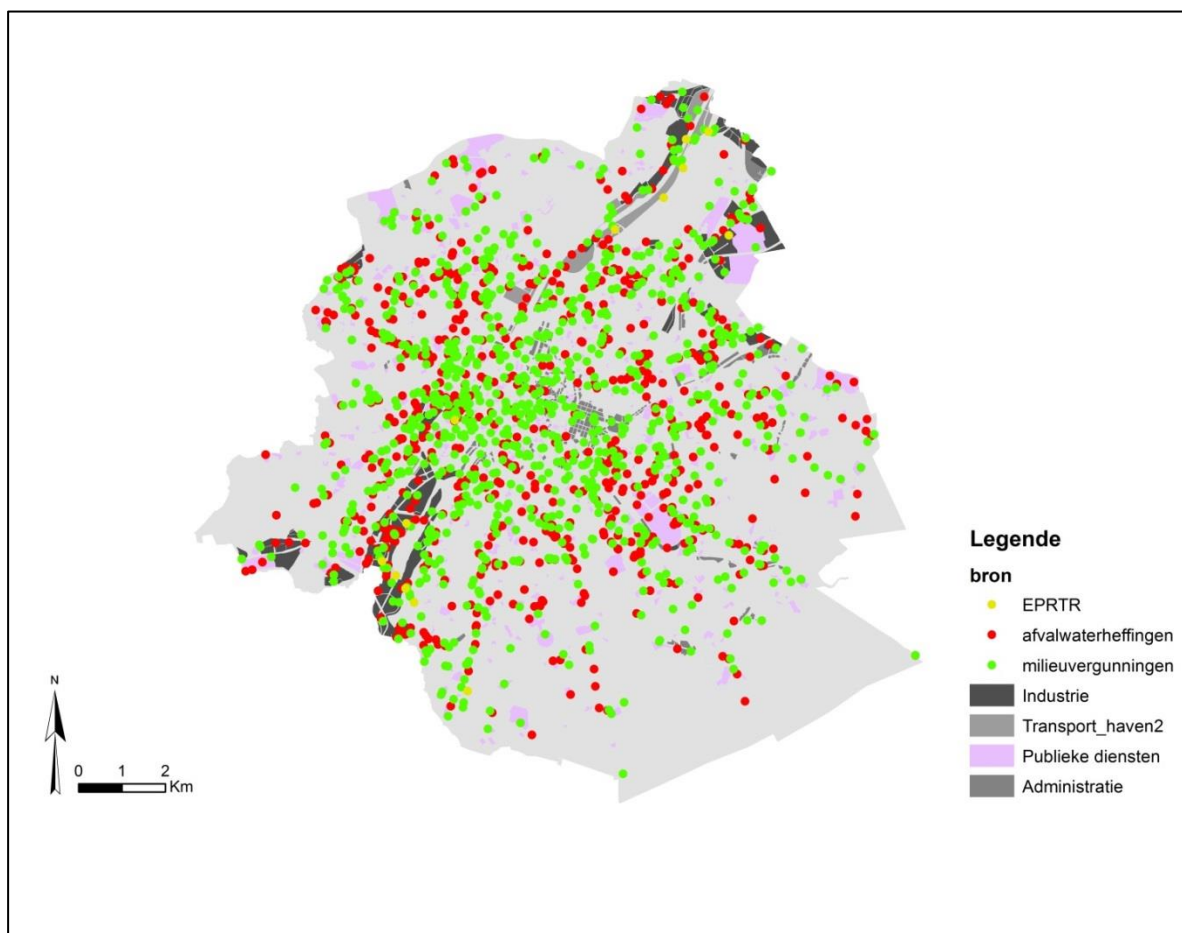
De emissies van industriële bedrijven zijn hoofdzakelijk puntbronnen waarvan de exacte emissies gemeten of geschat zijn per locatie. Voor deze emissies is de berekeningswijze op basis van emissieverklarende variabele en emissiefactoren niet van toepassing.

Voor de bijschattingen wordt wel gebruik gemaakt van de EVV x EF berekeningswijze. De emissiefactor is de stofconcentratie in het afvalwater. Voor de bijschattingen van emissies van industriële bedrijven per sector, worden voor de betreffende sector als stofconcentraties de sectorale lozingsnormen aangehouden. Indien er voor de beschouwde sector geen lozingsnormen beschikbaar zijn, worden de concentraties aangehouden die gehanteerd worden bij de forfaitaire emissieberekening in de afvalwaterheffingen databank.

## 5 Geografische spreiding

Voor de geografische spreiding van de emissies van industrieel bedrijfsafvalwater is gebruik gemaakt van de adressen van de bedrijven, die gegeolocaliseerd werden naar coördinaten.

Figuur 1 toont de ligging van de bedrijven geregistreerd in de EPRT, afwaterheffingen en milieuvergunningen databanken van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest



Figuur 1: Geografische spreiding van de bedrijven in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest op basis van de geregistreerde localisatie in de EPRT, afwaterheffingen en milieuvergunningen databanken.

## 6 Emissieroutes en bruto-netto-emissies

De totale bruto-emissie wordt berekend zoals is beschreven in de paragraaf “berekeningswijze”. De netto-emissie wordt berekend of geschat op basis van gegevens of veronderstellingen over de weg die de emissies volgen naar de verschillende waterlopen.

Definitie bruto emissie: emissie door de punt en diffuse bronnen

Definitie netto emissie: deel van de bruto emissie die effectief in de waterloop terecht komt (vracht)

### 6.1 Emissieroutes

Emissies van bedrijven zijn puntbronnen die lozen op een riool of rechtstreeks op oppervlaktewater. Het rioolstelsel bepaalt of de emissies via de riolering direct naar oppervlaktewater gaan (collector mondt uit in waterloop) dan wel of deze emissies op een RWZI terechtkomen (indirect route).

Onderstaande tabellen geven de netto emissies naar oppervlaktewater per transportroute en het procentueel aandeel van de verschillende transportroutes voor volgende stofgroepen: organische vracht (BZV en CZV), nutriënten, metalen, PAK en BTEX. Industrieel afvalwater levert ook bijdrage aan emissies van PCB (congeneren 118, 135, 153 en 180), BDE (congeneren 47 en 209), , diverse organische polluenten (o.a. dioxinen en fenolen) en andere polluenten die niet tot bovengenoemde stofgroepen behoren. Om het aantal tabellen te beperken, zijn voor deze polluenten de emissies per transportroute niet opgenomen in de factsheet. Voor alle kwantificeerde polluenten zijn de emissies per transportroute beschikbaar in de emissie-inventaris tool WEISS-BHG die de volledige database van de opgemaakte emissie-inventaris voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest omvat.

De belangrijkste transportroutes naar oppervlaktewater van emissies van industrieel afvalwater zijn voor alle polluenten de waterzuiveringsstations (behandelingsbekken (DWA) en stormwaterbekken (RWA)) en de overstorten.

*Tabel 1: Netto emissies van organische vracht (BZV en CZV) afkomstig van industrieel afvalwater in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Netto emissies naar oppervlaktewater per transportroute en procentueel aandeel van de verschillende routes.*

Transportroute	BZV		CZV	
	Netto Emissies (kg/j)	Aandeel per route	Netto Emissies (kg/j)	Aandeel per route
Waternetwerk en grondwater	0.00E+00	0.0%	0.00E+00	0.0%
Regenwater riolering (private)	0.00E+00	0.0%	0.00E+00	0.0%
Niet gekoppeld aan IWZI	0.00E+00	0.0%	0.00E+00	0.0%
IWZI	0.00E+00	0.0%	0.00E+00	0.0%
Behandelingsbekken	5.81E+03	6.0%	4.36E+04	16.2%
Stormwater bekken	2.72E+04	27.9%	6.76E+04	25.1%
Niet gekoppeld aan RWZI	8.92E+03	9.2%	2.58E+04	9.6%
Regenwater riolering	0.00E+00	0.0%	0.00E+00	0.0%
Overstort	5.54E+04	56.9%	1.33E+05	49.2%
Afstroming	0.00E+00	0.0%	0.00E+00	0.0%
<b>Netto emissie in oppervlakte water</b>	<b>9.73E+04</b>	<b>100%</b>	<b>2.69E+05</b>	<b>100%</b>

Tabel 2: Netto emissies van nutriënten (N en P) afkomstig van industrieel afvalwater in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Netto emissies naar oppervlaktewater per transportroute en procentueel aandeel van de verschillende routes.

Transportroute	Stikstof (N)		Fosfor (P)	
	Netto Emissies (kg/j)	Aandeel per route	Netto Emissies (kg/j)	Aandeel per route
Waternetwerk en grondwater	0.00E+00	0.0%	0.00E+00	0.0%
Regenwater riolering (private)	0.00E+00	0.0%	0.00E+00	0.0%
Niet gekoppeld aan IWZI	0.00E+00	0.0%	0.00E+00	0.0%
IWZI	4.57E+02	1.3%	2.14E+01	0.1%
Behandelingsbekken	1.34E+04	36.9%	5.86E+03	39.0%
Stormwater bekken	8.07E+03	22.2%	3.41E+03	22.7%
Niet gekoppeld aan RWZI	4.43E+03	12.2%	1.28E+03	8.5%
Regenwater riolering	0.00E+00	0.0%	0.00E+00	0.0%
Overstort	9.93E+03	27.4%	4.44E+03	29.6%
Afstroming	0.00E+00	0.0%	0.00E+00	0.0%
<b>Netto emissie in oppervlakte water</b>	<b>3.63E+04</b>	<b>100%</b>	<b>1.50E+04</b>	<b>100%</b>

Tabel 3: Netto emissies van metalen afkomstig van industrieel afvalwater in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Netto emissies naar oppervlaktewater per transportroute en procentueel aandeel van de verschillende routes.

Transportroute	METALEN	
	Netto Emissies (kg/j)	Aandeel per route
Waternetwerk en grondwater	0.00E+00	0.0%
Regenwater riolering (private)	0.00E+00	0.0%
Niet gekoppeld aan IWZI	0.00E+00	0.0%
IWZI	3.66E+01	19.0%
Behandelingsbekken	1.17E+02	60.8%
Stormwater bekken	3.15E+01	16.4%
Niet gekoppeld aan RWZI	2.34E+00	1.2%
Regenwater riolering	0.00E+00	0.0%
Overstort	5.03E+00	2.6%
Afstroming	0.00E+00	0.0%
<b>Netto emissie in oppervlakte water</b>	<b>1.93E+02</b>	<b>100%</b>

Tabel 4: Netto emissies van PAK en BTEX afkomstig van industrieel afvalwater in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Netto emissies naar oppervlaktewater per transportroute en procentueel aandeel van de verschillende routes.

Transportroute	PAK		BTEX	
	Netto Emissies (kg/j)	Aandeel per route	Netto Emissies (kg/j)	Aandeel per route
Waternetwerk en grondwater	0.00E+00	0.0%	0.00E+00	0.0%
Regenwater riolering (private)	0.00E+00	0.0%	0.00E+00	0.0%
Niet gekoppeld aan IWZI	0.00E+00	0.0%	0.00E+00	0.0%
IWZI	0.00E+00	0.0%	0.00E+00	0.0%
Behandelingsbekken	1.19E-02	5.4%	2.09E-02	4.3%
Stormwater bekken	7.55E-02	34.3%	1.70E-01	34.7%
Niet gekoppeld aan RWZI	5.46E-02	24.8%	1.23E-01	25.1%
Regenwater riolering	0.00E+00	0.0%	0.00E+00	0.0%
Overstort	7.80E-02	35.5%	1.76E-01	35.9%
Afstroming	0.00E+00	0.0%	0.00E+00	0.0%
<b>Netto emissie in oppervlakte water</b>	<b>2.20E-01</b>	<b>100%</b>	<b>4.90E-01</b>	<b>100%</b>

## 6.2 Bruto emissies

In Tabel 5 staan de bruto en netto emissies afkomstig van industrieel afvalwater in het Brussel Hoofdstedelijk Gewest voor de verschillende stoffen, uitgedrukt in kg/jaar. In Tabel 6 zijn de bruto en netto emissies gesommeerd per stofgroep weergegeven.

De emissies zijn berekend door vermenigvuldiging van de emissiefactoren met de emissieverklarende variabele. Daarnaast is per stof ook de verhouding van netto over bruto emissies gegeven. Globaal over alle pollutanten heen bedragen de netto emissies ongeveer 37% van de bruto emissies.

De bruto emissies zijn de som van

- gemeten en berekende vrachten ter hoogte van de puntbronnen;
- bijgeschatte vrachten per sector. De bijstelling is berekend door vermenigvuldiging van de emissiefactoren met de emissieverklarende variabele.

Tabel 5: Bruto en netto emissies afkomstig van industrieel afvalwater in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Verhouding tussen van netto over bruto emissies.

Stofgroep	Stof	Emissies (kg/j)		Netto/Bruto
		Bruto	Netto	%
BDE	BDE-209	4.25E-07	1.44E-07	34%
	BDE-47	4.25E-07	1.44E-07	34%
BTEX	Benz	6.53E-02	1.81E-02	28%
	EthBenz	6.53E-02	2.17E-02	33%
	Tol	1.50E+00	4.15E-01	28%
	Xyl	1.09E-01	3.54E-02	32%
Metalen	As	1.51E+00	1.27E+00	84%
	Cd	9.89E-01	7.63E-01	77%
	Co	1.62E+00	1.11E+00	68%
	Cr	4.89E+01	2.19E+01	45%
	Cu	2.35E+01	1.35E+01	57%
	Hg	9.77E-02	8.10E-02	83%
	Mn	2.00E-02	2.00E-02	100%
	Ni	2.11E+02	1.10E+02	52%
	Pb	1.06E+01	7.64E+00	72%
	Sn	3.92E-03	3.45E-03	88%
	Zn	7.20E+01	3.58E+01	50%
Nutriënten	N	8.30E+04	3.63E+04	44%
	P	3.75E+04	1.50E+04	40%
Organische vracht	BZV	2.81E+05	9.73E+04	35%
	CZV	6.96E+05	2.69E+05	39%
Overige Organische Polluenten	4-Nfenol	3.57E+00	1.93E+00	54%
	4-Ofenol	3.57E-01	1.93E-01	54%
	CCl4	1.96E-01	6.09E-02	31%
	DCM	2.44E+00	8.92E-01	37%
	DCP	2.61E-02	1.25E-02	48%
	DEHP	7.19E+00	2.18E+00	30%
	Diox	8.49E-09	2.58E-09	30%
	MDCB	4.64E-01	1.73E-01	37%
	Nfenol	3.57E+00	1.93E+00	54%
	ODCB	1.31E-02	5.69E-03	44%
	Ofenol	3.57E-01	1.93E-01	54%
	PDCB	2.36E+00	1.03E+00	44%
	TCB	1.28E+00	4.69E-01	37%
	TCM	1.96E-01	7.18E-02	37%
Overige pollutanten	CN	7.87E-01	3.70E-01	47%
	MinOlie	9.47E-01	3.86E-01	41%
	ZS	5.89E+05	2.13E+05	36%
PAK	Acenaft	4.82E-02	1.37E-02	28%
	Acenaftyl	4.82E-02	1.30E-02	27%
	Ant	4.64E-03	1.28E-03	28%
	B(a)A	1.72E-02	5.10E-03	30%
	B(a)P	2.68E-02	7.59E-03	28%

	B(b)Flu	4.82E-02	1.40E-02	29%
	B(ghi)Pe	4.82E-02	1.37E-02	28%
	B(k)Flu	6.21E-03	1.80E-03	29%
	Chr	1.06E-02	2.94E-03	28%
	dBz(ah)A	2.80E-02	9.27E-03	33%
	Fen	4.82E-02	1.37E-02	28%
	Flu	9.54E-02	2.70E-02	28%
	Fluoreen	1.63E-01	4.51E-02	28%
	IP	5.49E-03	1.59E-03	29%
	Naft	1.11E-01	3.30E-02	30%
	Pyr	6.23E-02	1.72E-02	28%
PCB	PCB-118	1.18E-02	3.58E-03	30%
	PCB-138	1.18E-02	3.58E-03	30%
	PCB-153	1.03E-02	2.66E-03	26%
	PCB-180	1.18E-02	3.58E-03	30%
<b>Som van alle polluenten</b>		<b>1.69E+06</b>	<b>6.32E+05</b>	<b>37%</b>

Tabel 6: Bruto en netto emissies afkomstig van industrieel afvalwater in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Emissies gesommeerd per stofgroep en verhouding van netto over bruto emissies.

Stofgroep	Emissies (kg/j)		Netto/Bruto
	Bruto	Netto	%
BDE	8.49E-07	2.87E-07	34%
BTEX	1.74E+00	4.90E-01	28%
Metalen	3.70E+02	1.93E+02	52%
Nutriënten	1.20E+05	5.13E+04	43%
Organische vracht	9.76E+05	3.67E+05	38%
Overige Organische Polluenten	2.20E+01	9.13E+00	41%
Overige polluenten	5.89E+05	2.13E+05	36%
PAK	7.72E-01	2.20E-01	28%
PCB	4.55E-02	1.34E-02	29%
<b>Som van alle polluenten</b>	<b>1.69E+06</b>	<b>6.32E+05</b>	<b>37%</b>

### 6.3 Netto emissies

In Tabel 7 staan de netto emissies van industrieel afvalwater naar oppervlaktewater voor de verschillende stofgroepen, uitgedrukt in kg/jaar. De netto emissies zijn weergegeven per ontvangend oppervlaktewaterlichaam (Kanaal, Woluwe, Zenne). Per stofgroep is ook het relatief aandeel van ieder ontvangend oppervlaktewater gegeven.

In *Tabel 8* staan de netto emissies naar oppervlaktewater voor de verschillende stofgroepen, uitgedrukt in kg/jaar. De emissies zijn weergegeven per zuiveringszone (niet-gerioleerd, niet-gezuiverd (riolering nog niet aangesloten op WZI), RWZI Noord, RWZI Zuid). Per stofgroep is ook het relatief aandeel van ieder zuiveringsgebied gegeven.

*Tabel 7: Netto emissies naar oppervlaktewater in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest afkomstig van industrieel afvalwater. Netto emissies per stofgroep en per ontvangend oppervlaktewater. Relatief aandeel van Kanaal, Woluwe en Zenne per stofgroep.*

Stofgroep	Ontvangend oppervlaktewater	Netto Emissies (kg/j)	Aandeel (%)
BDE	Kanaal	3.83E-08	13%
	Woluwe	3.82E-09	1%
	Zenne	2.45E-07	85%
BTEX	Kanaal	7.87E-02	16%
	Woluwe	7.81E-03	2%
	Zenne	4.04E-01	82%
Metalen	Kanaal	1.52E+00	1%
	Woluwe	1.49E-01	0%
	Zenne	1.70E+02	99%
Nutriënten	Kanaal	7.40E+03	14%
	Woluwe	1.19E+02	0%
	Zenne	4.37E+04	85%
Organische vracht	Kanaal	1.51E+05	41%
	Woluwe	1.36E+03	0%
	Zenne	2.14E+05	58%
Overige Organische Polluenten	Kanaal	9.94E-01	11%
	Woluwe	9.87E-02	1%
	Zenne	8.04E+00	88%
Overige polluenten	Kanaal	5.25E+04	25%
	Woluwe	3.53E+02	0%
	Zenne	1.61E+05	75%
PAK	Kanaal	3.49E-02	16%
	Woluwe	3.46E-03	2%
	Zenne	1.82E-01	83%
PCB	Kanaal	2.12E-03	16%
	Woluwe	2.11E-04	2%
	Zenne	1.11E-02	83%
<b>Som van alle polluenten</b>	<b>Kanaal</b>	<b>2.11E+05</b>	<b>33%</b>
	<b>Woluwe</b>	<b>1.83E+03</b>	<b>0%</b>
	<b>Zenne</b>	<b>4.19E+05</b>	<b>66%</b>

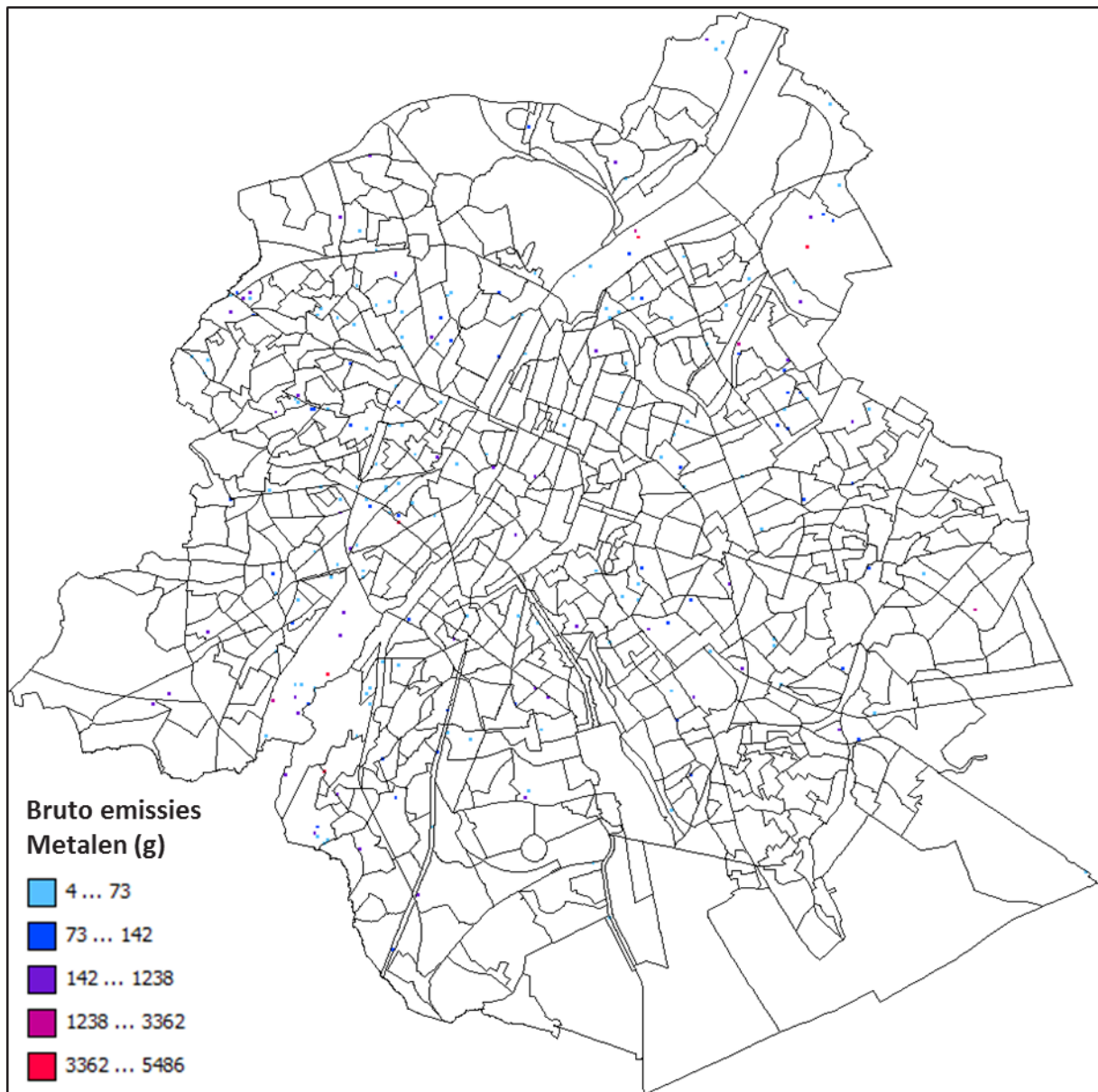


Tabel 8: Netto emissies naar oppervlaktewater in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest afkomstig van industrieel afvalwater. Emissies per stofgroep en per zuiveringsgebied. Relatief aandeel van de zuiveringsgebieden per stofgroep.

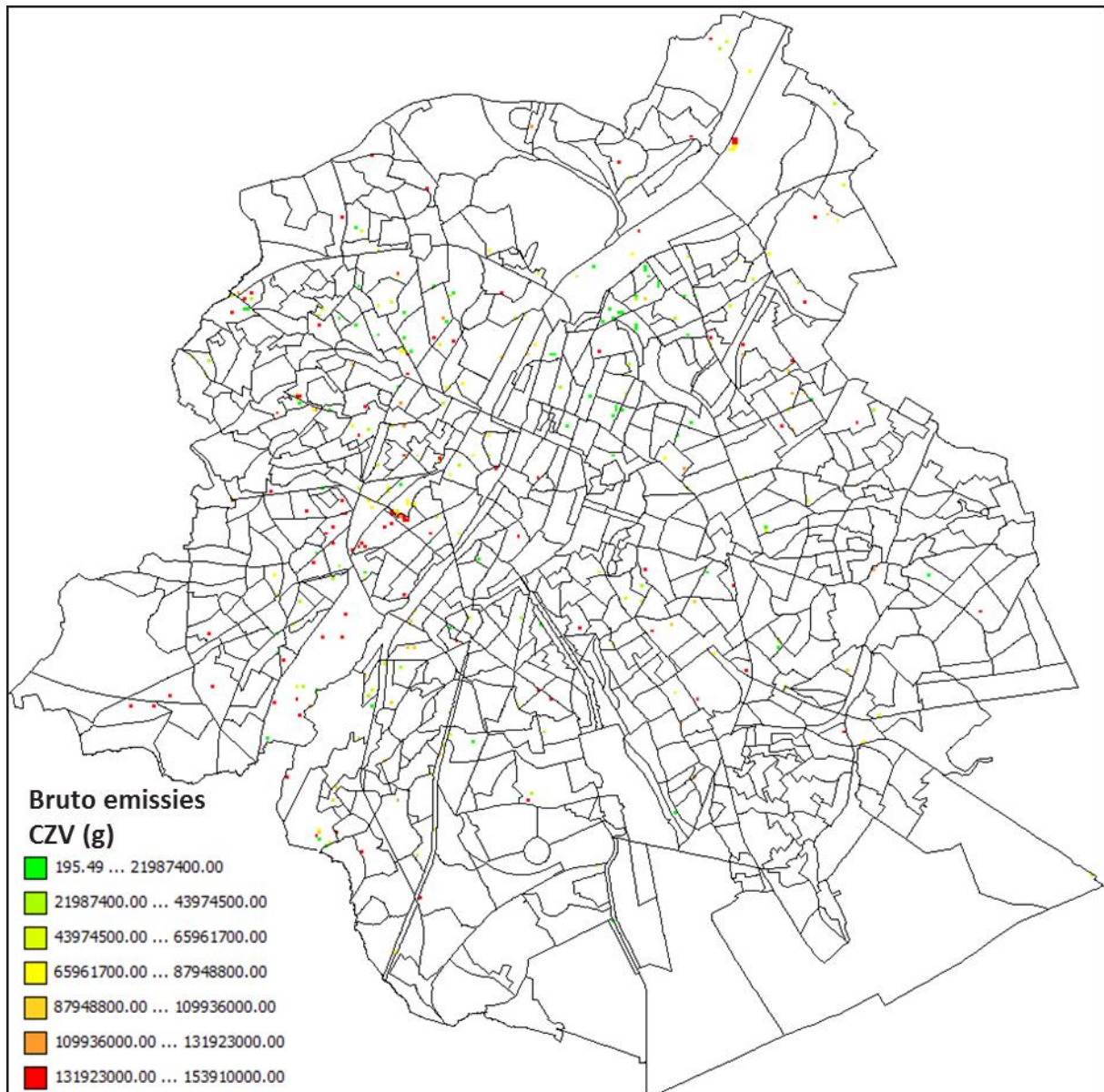
Stofgroep	Zuiveringsgebied	Netto Emissies (kg/j)	Aandeel (%)
BDE	niet gerioleerd	3.82E-06	1%
	niet gezuiverd	2.67E-05	9%
	RWZI Noord	2.05E-04	72%
	RWZI Zuid	5.08E-05	18%
BTEX	niet gerioleerd	7.81E+00	2%
	niet gezuiverd	5.47E+01	11%
	RWZI Noord	3.53E+02	72%
	RWZI Zuid	7.28E+01	15%
Metalen	niet gerioleerd	1.49E+02	0%
	niet gezuiverd	1.74E+03	1%
	RWZI Noord	4.94E+04	26%
	RWZI Zuid	1.41E+05	73%
Nutriënten	niet gerioleerd	1.19E+05	0%
	niet gezuiverd	6.93E+06	14%
	RWZI Noord	2.91E+07	57%
	RWZI Zuid	1.51E+07	29%
Organische vracht	niet gerioleerd	1.36E+06	0%
	niet gezuiverd	2.76E+07	8%
	RWZI Noord	3.13E+08	85%
	RWZI Zuid	2.47E+07	7%
Overige Organische Polluenten	niet gerioleerd	9.87E+01	1%
	niet gezuiverd	6.92E+02	8%
	RWZI Noord	6.47E+03	71%
	RWZI Zuid	1.85E+03	20%
Overige polluenten	niet gerioleerd	3.53E+05	0%
	niet gezuiverd	4.69E+07	22%
	RWZI Noord	1.54E+08	72%
	RWZI Zuid	1.17E+07	5%
PAK	niet gerioleerd	3.46E+00	2%
	niet gezuiverd	2.42E+01	11%
	RWZI Noord	1.58E+02	72%
	RWZI Zuid	3.31E+01	15%
PCB	niet gerioleerd	2.11E-01	2%
	niet gezuiverd	1.48E+00	11%
	RWZI Noord	9.45E+00	71%
	RWZI Zuid	2.20E+00	16%
<b>Som van alle polluenten</b>	<b>niet gerioleerd</b>	<b>1.83E+06</b>	<b>0%</b>
	<b>niet gezuiverd</b>	<b>8.14E+07</b>	<b>13%</b>
	<b>RWZI Noord</b>	<b>4.96E+08</b>	<b>79%</b>
	<b>RWZI Zuid</b>	<b>5.16E+07</b>	<b>8%</b>

## 7 Koppeling van de gegevens aan GIS-data en kwantificering

De geografische spreiding van de bruto emissies van industrieel afvalwater is weergegeven in Figuur 2 voor metalen en in Figuur 3 voor CZV. De ruimtelijke spreiding van de bruto emissies wordt bepaald door de ruimtelijke verdeling van de emissieverklarende variabele (zie Figuur 1). De ruimtelijke spreiding van de netto emissies in de ontvangende oppervlaktewateren wordt bepaald door de transportroutes (zie paragraaf 6.1).



Figuur 2 Geografische spreiding van de bruto emissies van metalen (som) gegenereerd door de industrie.



*Figuur 3 Geografische spreiding van de bruto emissies van CZV gegenereerd door de industrie.*

## 8 Betrouwbaarheid en verbeterpunten

Bij de classificatie van de kwaliteit van de informatie wordt zoveel mogelijk aangesloten bij de werkwijze die in de publicatiereeks Emissieregistratie wordt aangehouden [1]. Deze werkwijze is gebaseerd op de methodiek van CORINAIR (CORE emission INventories AIR). Hierbij worden de volgende kwaliteitsclassificaties aangehouden:

- A voor een getal gebaseerd op een groot aantal metingen aan representatieve locaties;
- B voor een getal gebaseerd op een aantal metingen aan een deel van de voor de sector representatieve locaties;
- C voor een getal gebaseerd op een beperkt aantal metingen. aangevuld met schattingen op basis van de technische kennis van het proces;
- D voor een getal gebaseerd op een gering aantal metingen. aangevuld met schattingen op basis van aannames;
- E voor een getal gebaseerd op een technische berekening op basis van een aantal aannames.

De emissieverklarende variabelen, dit zijn de lozingsdebieten of het waterverbruik van de bedrijven, zijn voor sommige sectoren voor een groot aantal bedrijven gekend, maar voor andere sectoren zijn de gegevens minder betrouwbaar daar er gebruik gemaakt wordt van sectorale gemiddelden. Rekening houdend met beide, krijgt dit onderdeel is de betrouwbaarheidsklasse B.

De betrouwbaarheid van de emissiefactoren is gerelateerd aan de beschikbaarheid van gegevens over de samenstelling van het afvalwater van de bedrijven. Voor een beperkt aantal bedrijven zijn er metingen van de concentraties in het afvalwater beschikbaar, maar in de meeste gevallen worden sectorale factoren (gemiddelde samenstellen) gehanteerd omdat er geen meetgegevens zijn. Daar het aantal metingen beperkt is, krijgt dit onderdeel de betrouwbaarheidsklasse C toegewezen.

De emissieroutes zijn behoorlijk goed gekend zodat classificatie A toegekend kan worden.

De ruimtelijke spreiding (regionalisatie) van de emissies is behoorlijk betrouwbaar daar voor heel veel bedrijven de geografische ligging bekend is. Dit onderdeel krijgt daarom een classificatie A.

Tabel 9: Betrouwbaarheid onderdelen emissieberekening.

Onderdeel emissieberekening	Betrouwbaarheidsklasse
Emissieverklarende variabele	B
Emissiefactoren	C
Emissieroutes naar water	A
Regionalisatie	A

Verbeterpunten:

- Meer betrouwbare en betere emissiefactoren voor de kwantificatie van de emissies van industriële bedrijven. Dit kan door meer bedrijfsafvalwater te (laten) analyseren naar samenstelling en dit voor bedrijven uit alle relevante sectoren (in functie van de parameter).
- Verbeteren van de integratie van de gegevens uit de verschillende databank met gegevens over bedrijven, de aard van het afvalwater, lozingsvolumes en waterverbruik. Aandachtspunten daarbij zijn eenduidige identificatie van bedrijven (om overlap tussen databanken gemakkelijk te detecteren), geografische lokalisatie (coördinaten) en afstemming van de indeling van sectoren

## **9 Referenties**

- [1] Van der Most, P.F.J. *et al.* (1998). Methoden voor de bepaling van emissies naar lucht en water. Publicatiereeks Emissieregistratie, nr. 44.
- [2] EPRTTR databank van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. [www.leefmilieubrussel.be/e-prtr](http://www.leefmilieubrussel.be/e-prtr)
- [3] Afvalwaterheffingen databank van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. HYDROBRU
- [4] Milieuheffingen databank van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (AUTONET).
- [5] Ministerie van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (2008). Bijlage 3 bij het Beheerscontract tussen de regering van voor de kwantificatie van de emissies van industriële bedrijven en de Brusselse Maatschappij voor Waterbeheer (BMWV) – Modaliteiten voor de raming en de toepassing van de zuiveringseenheidsprijzen – Finale versie. Belgisch Staatblad 28.03.2008, Ed .2, p. 17403-17421.

Emissies naar het oppervlaktewater in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

## **Afvalwater van bedrijven – Handel & Diensten**

Opgemaakt door VITO

In opdracht van Leefmilieu Brussel - BIM

**2014**

## **1 Omschrijving emissiebron**

Deze factsheet beschrijft de emissies van afvalwater van bedrijven uit de tertiaire sector (handel en diensten). Emissies van huishoudelijk afvalwater door deze bedrijven, worden eveneens beschouwd in deze factsheet.

Emissies van bedrijven zijn puntbronnen die lozen op een riool of rechtstreeks op oppervlaktewater. Het rioolstelsel bepaalt of de emissies via de riolering direct naar oppervlaktewater gaan (collector mondt uit in waterloop) dan wel of deze emissies op een RWZI terechtkomen (indirect route).

## **2 Berekeningswijze van de emissies**

De berekening van emissies veroorzaakt door bedrijven binnen de handel en dienstensector gebeurt zowel door middel van puntbronnen als door middel van bijschattingen.

Puntbronnen zijn bronnen waarvan de exacte emissiewaardes geanalyseerd of geschat kunnen worden per locatie. Afhankelijk van de beschikbare data, werden deze op volgende wijze ingevoerd en berekend:

- Bedrijven die EPRTTR plichtig zijn: Er zijn in het BHG binnen de handel en dienstensectoren geen EPRTTR plichtige bedrijven.
- Bedrijven die afvalwaterheffing betalen, maar geen EPRTTR plichtig bedrijf zijn:
  - Rapportagecijfers van bedrijven die afvalwaterheffing betalen op basis van analyses
  - Forfaitaire emissies o.b.v. de activiteit, het activiteitsvolume en het afvalwaterlozingsvolume, voor die bedrijven die een forfaitaire heffing betalen op basis van hun activiteit en hun activiteitsvolume.
  - Huishoudelijke emissies o.b.v. huishoudelijke lozingsvolumes en de emissie factoren van huishoudelijk afvalwater. Hierbij werden de emissiefactoren van Afvalwater van Huishoudens (g/inw/j) gedeeld door 35m<sup>3</sup> om te komen tot een eenheid van m<sup>3</sup>/j. Deze waarde wordt ook in de afvalheffingendatabank gebruikt per inwoner om forfaitaire huishoudelijke volumes te berekenen. De huishoudelijke emissies worden zowel berekend voor bedrijven die afvalwaterheffing betalen op basis van analyses, als bedrijven die een forfaitaire heffing betalen op basis van hun activiteit als bedrijven die enkel huishoudelijk afvalwater lozen.

Bijschattingen gebeuren voor die bedrijven waarvan geen exacte emissiewaardes gekend of berekend kunnen worden per locatie. De locaties en activiteiten van bedrijven zijn gekend, maar er zijn geen specifieke gegevens over het volume lozingen. Als bijschatting wordt het watergebruik per sector (activiteit) en per gemeente evenredig gespreid over alle locaties van bedrijven binnen een bepaalde sector en gemeente. De locaties en activiteiten van de bedrijven werden bekomen door middel van de milieuvergunningendatabank en de SitEx.

De emissies voor de bijschatting worden berekend door de vermenigvuldiging van een emissieverklarende variabele (EVV), hier het waterverbruik per sector en per gemeente, met een emissiefactor (EF) per stof, uitgedrukt in emissie per eenheid van de EVV.

$$E_s = EVV \times EF$$

Waarbij:

$E_s$	=	Emissie van stof s (kg/jaar)
EVV	=	Emisieverklarende variable, hier het waterverbruik (m <sup>3</sup> /jaar)
EF	=	Emissiefactor voor stof s, hier de concentratie in het afvalwater (g/m <sup>3</sup> )

In onderstaande tabel is een overzicht gegeven van de subsectoren en subsubsectoren die beschouwd worden binnen de sector “handel & diensten”. Per subsubsector is aangeduid welke gegevens gebruikt zijn voor het berekenen van de emissies via afvalwater van de bedrijven.

Sector HANDEL & DIENSTEN		Beschikbare gegevens						
Subsector	Subsubsector	Afvalwaterheffingen			Milieuvergunningen		Sitex	
		ANA	FOR	HH	Debiet	Conc.	EVV	EF
Gezondheidszorg	ziekenhuizen	x	x		Qgem heffingen	lozings-normen		
Gezondheidszorg	overige gezondheidszorg			x			Qgem heffingen	EF huishoudens
Gezondheidszorg	tandartsen		x	x			# praktijken	EF voor Hg (g/j)
Handel	handel		x	x			Q NACE	EF huishoudens
Handel	Garages & carwashes	x	x		Qgem heffingen	FOR heffingen		
Handel	transport & verkeer	x					Q NACE	EF huishoudens
Hotels & restaurants	eet- en drink-gelegenheden						Q NACE	EF huishoudens
Hotels & restaurants	verschaffen van accommodatie						Q NACE	EF huishoudens
Kantoren & administratie	kantoren & administratie		x	x			Q NACE	EF huishoudens
Onderwijs	onderwijs	x	x	x			Q NACE	EF huishoudens
Laboratoria	laboratoria	x	x	x	Qgem heffingen	lozings-normen		
Overige diensten	andere diensten	x	x				Q NACE	EF huishoudens
Overige diensten	wasserijen	x	x		Qgem heffingen	lozings-normen		
Overige diensten	zwembaden		x	x			Qgem heffingen	FOR / huishoudelijk

ANA = vracht berekend o.b.v. waterkwaliteitsanalyse van het afvalwater

FOR = vracht berekend o.b.v. forfaitaire samenstelling van het afvalwater

HH = naast bedrijfsafvalwater is er ook een vracht van huishoudelijk afvalwater; vracht berekend o.b.v. emissiefactoren voor huishoudelijk afvalwater.

Q<sub>gem</sub> heffingen = bijschatting van de emissies voor bedrijven geregistreerd in de Milieuvergunningen databank op basis van het gemiddelde debiet van bedrijven uit dezelfde sector waarvoor debiet gekend is uit de Milieuheffingen databank.

FOR heffingen = bijschatting van de emissies voor bedrijven geregistreerd in de Milieuvergunningen databank op basis van de forfaitaire samenstelling van het afvalwater zoals in de Milieuheffingen databank voor bedrijven uit dezelfde sector.



### 3 Emissieverklarende variabele/basisgegevens

Voor de bijschattingen wordt als emissieverklarende variabele de hoeveelheid drinkwatergebruik per activiteit en per gemeente (NACE indeling) gehanteerd. Er kan aangenomen worden dat het gebruikte drinkwater voornamelijk resulteert in afvalwater, zodat het drinkwaterverbruik gelijk gesteld kan worden met de hoeveelheid geloosd afvalwater.

<b>gemeente</b>	<b>Handel</b>	<b>Transport &amp; verkeer</b>	<b>Eet- en drink- gelegenh.</b>	<b>Versch. van accommodatie</b>	<b>Onderwijs</b>	<b>Andere diensten</b>	<b>Kantoren</b>
<b>Anderlecht</b>	372.285	83.430	109.866	69.497	161.343	111.710	90.804
<b>Auderghem</b>	34.220	15.373	29.846	17.172	27.726	37.406	85.134
<b>Berchem-St- Agathe</b>	33.346	242	16.388	0	13.259	20.774	6.896
<b>Bruxelles</b>	477.456	209.323	683.014	974.716	393.212	537.962	2050.245
<b>Etterbeek</b>	76.538	1.903	64.879	34.019	58.420	25.149	119.255
<b>Evere</b>	34.098	5.946	28.265	35.666	20.686	33.080	88.003
<b>Forest</b>	54.506	55.138	36.387	7.362	39.246	42.701	110.278
<b>Ganshoren</b>	13.117	140	13.532	5.023	19.856	20.859	10.159
<b>Koekelberg</b>	13.943	2.534	13.209	9.135	18.689	15.068	5.702
<b>Molenbeek- St-Jean</b>	208.343	9.638	75.203	13.004	51.651	60.504	112.822
<b>Saint-Gilles</b>	92.095	76.407	120.596	162.221	38.225	61.511	219.916
<b>Saint-Josse- Ten-Noode</b>	39.778	3.922	65.482	204.044	12.747	38.438	300.658
<b>Schaerbeek</b>	205.963	45.306	180.087	44.296	106.880	140.579	171.557
<b>Uccle</b>	108.350	4.329	101.676	15.964	121.064	81.276	81.996
<b>Woluwe-St- Lambert</b>	62.688	1.288	50.254	44.309	109.189	65.962	64.344
<b>Woluwe-St- Pierre</b>	38.941	3.359	26.602	10.318	39.247	59.604	56.595
<b>Ixelles</b>	209.315	10.743	223.250	227.342	209.782	75.379	224.771
<b>Jette</b>	54.625	1.057	44.948	29.122	48.686	27.518	19.602
<b>Watermael- Boitsfort</b>	18.917	327	20.676	8.372	26.772	23.789	57.584
<b>TOTAL</b>	2.148.521	530.403	1.904.159	1.911.580	1.516.681	1.479.269	3876.319

### 4 Emissiefactoren

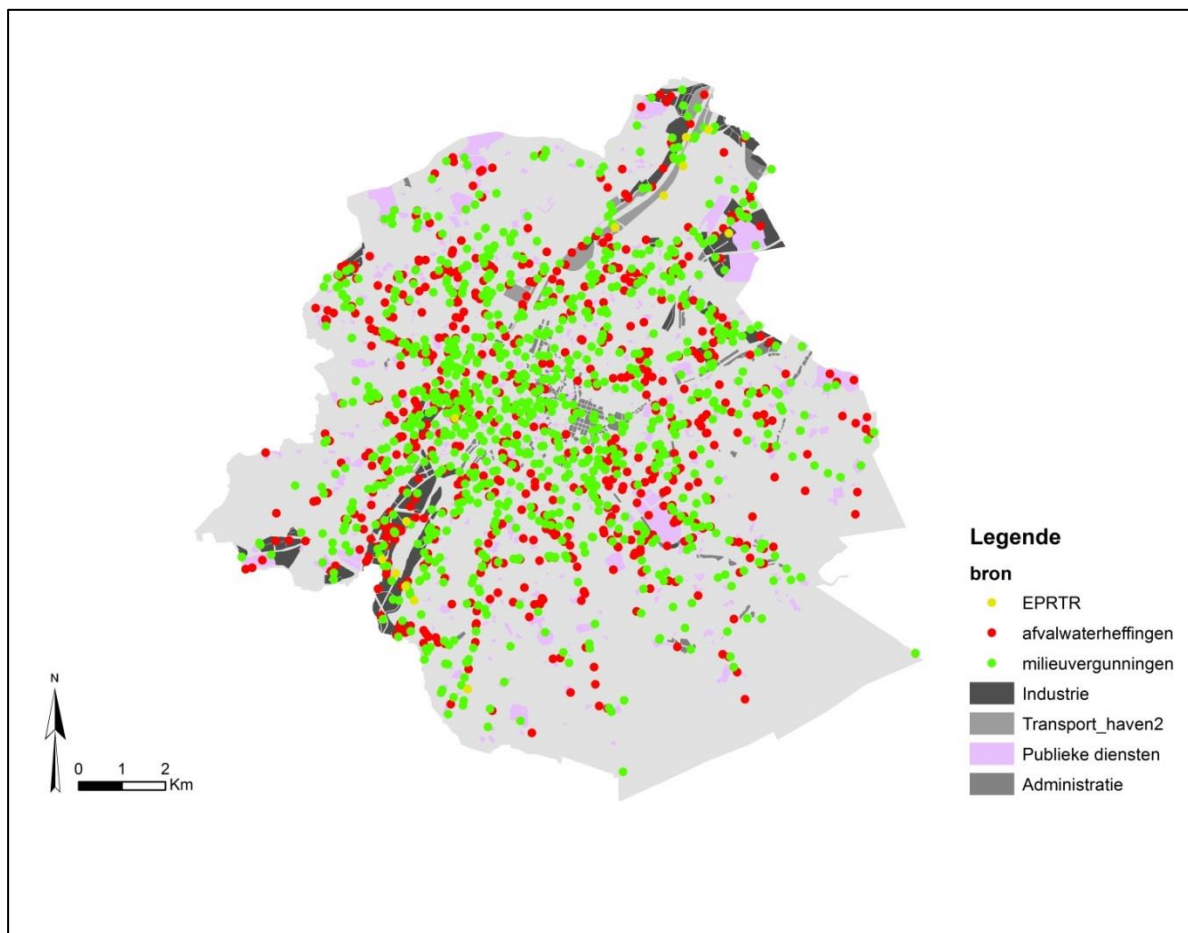
De emissies van bedrijfsafvalwater uit de tertiaire sector zijn gedeeltelijk puntbronnen waarvan de exacte emissies gemeten of geschat zijn per locatie. Voor deze emissies is de berekeningswijze op basis van emissieverklarende variabele en emissiefactoren niet van toepassing.

Voor de bijschattingen wordt wel gebruik gemaakt van de EVV x EF berekeningswijze. De emissiefactor is de stofconcentratie in het afvalwater. Voor de bijschatting van emissies van bedrijfsafvalwater per sector, worden voor de betreffende sector als stofconcentraties de sectorale lozingsnormen aangehouden. Indien er voor de beschouwde sector geen lozingsnormen beschikbaar zijn, worden de concentraties aangehouden die gehanteerd worden bij de forfaitaire emissieberekening in de afvalwaterheffingen databank.

## 5 Geografische lokaties

Voor de geografische spreiding van de emissies van industrieel bedrijfsafvalwater is gebruik gemaakt van de adressen van de bedrijven, die gegeolocaliseerd werden naar coördinaten.

*Figuur 1* toont de ligging van de bedrijven geregistreerd in de EPRT, afwaterheffingen en milieuvergunningen databanken van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest



*Figuur 1: Geografische spreiding van de bedrijven in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest op basis van de geregistreerde localisatie in de EPRT, afwaterheffingen en milieuvergunningen databanken.*

## 6 Emissieroutes en bruto-netto-emissies

De totale bruto-emissie wordt berekend zoals is beschreven in de paragraaf “berekeningswijze”. De netto-emissie wordt berekend of geschat op basis van gegevens of veronderstellingen over de weg die de emissies volgen naar de verschillende waterlopen.

Definitie bruto emissie: emissie door de punt en diffuse bronnen

Definitie netto emissie: deel van de bruto emissie die effectief in de waterloop terecht komt (vracht)

### 6.1 Emissieroutes

Emissies van bedrijven zijn puntbronnen die lozen op een riool of rechtstreeks op oppervlaktewater. Het rioolstelsel bepaalt of de emissies via de riolering direct naar oppervlaktewater gaan (collector mondt uit in waterloop) dan wel of deze emissies op een RWZI terechtkomen (indirecte route).

Onderstaande tabellen geven de netto emissies naar oppervlaktewater per transportroute en het procentueel aandeel van de verschillende transportroutes voor volgende stofgroepen: organische vracht (BZV en CZV), nutriënten, metalen, PAK en BTEX. Industrieel afvalwater levert ook bijdrage aan emissies van PCB (congeneren 118, 135, 153 en 180), BDE (congeneren 47 en 209), , diverse organische polluenten (o.a. dioxinen en fenolen) en andere polluenten die niet tot bovengenoemde stofgroepen behoren. Om het aantal tabellen te beperken, zijn voor deze polluenten de emissies per transportroute niet opgenomen in de factsheet. Voor alle kwantificeerde polluenten zijn de emissies per transportroute beschikbaar in de emissie-inventaris tool WEISS-BHG die de volledige database van de opgemaakte emissie-inventaris voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest omvat.

De belangrijkste transportroutes naar oppervlaktewater van emissies van industrieel afvalwater zijn voor alle polluenten de waterzuiveringsstations (behandelingsbekken (DWA) en stormwaterbekken (RWA)) en de overstorten.

*Tabel 1: Netto emissies van organische vracht (BZV en CZV) afkomstig van bedrijfsafvalwater uit de handel- en dienstensector van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Netto emissies naar oppervlaktewater per transportroute en procentueel aandeel van de verschillende routes.*

Transportroute	BZV		CZV	
	Netto Emissies (kg/j)	Aandeel per route	Netto Emissies (kg/j)	Aandeel per route
Waternetwerk en grondwater	0.00E+00	0.0%	0.00E+00	0.0%
Regenwater riolering (private)	0.00E+00	0.0%	0.00E+00	0.0%
Niet gekoppeld aan IWZI	8.25E+00	0.0%	1.54E+01	0.0%
IWZI	4.55E+04	10.4%	8.61E+04	7.2%
Behandelingsbekken	3.13E+04	7.2%	2.57E+05	21.4%
Stormwater bekken	1.72E+05	39.3%	4.03E+05	33.5%
Niet gekoppeld aan RWZI	5.92E+03	1.4%	1.73E+04	1.4%
Regenwater riolering	0.00E+00	0.0%	0.00E+00	0.0%
Overstort	1.82E+05	41.7%	4.40E+05	36.5%
Afstroming	0.00E+00	0.0%	0.00E+00	0.0%
<b>Netto emissie in oppervlakte water</b>	<b>4.36E+05</b>	<b>100%</b>	<b>1.20E+06</b>	<b>100%</b>

Tabel 2: Netto emissies van nutriënten (N en P) afkomstig van bedrijfsafvalwater uit de handel- en dienstensector van Hoofdstedelijk Gewest. Netto emissies naar oppervlaktewater per transportroute en procentueel aandeel van de verschillende routes.

Transportroute	Stikstof (N)		Fosfor (P)	
	Netto Emissies (kg/j)	Aandeel per route	Netto Emissies (kg/j)	Aandeel per route
Waternetwerk en grondwater	0.00E+00	0.0%	0.00E+00	0.0%
Regenwater riolering (private)	0.00E+00	0.0%	0.00E+00	0.0%
Niet gekoppeld aan IWZI	1.36E+03	0.3%	1.96E+02	0.3%
IWZI	6.27E+03	1.2%	9.74E+02	1.3%
Behandelingsbekken	1.98E+05	37.5%	2.57E+04	34.8%
Stormwater bekken	1.37E+05	26.1%	2.01E+04	27.2%
Niet gekoppeld aan RWZI	1.48E+04	2.8%	2.21E+03	3.0%
Regenwater riolering	0.00E+00	0.0%	0.00E+00	0.0%
Overstort	1.70E+05	32.2%	2.47E+04	33.5%
Afstroming	0.00E+00	0.0%	0.00E+00	0.0%
<b>Netto emissie in oppervlakte water</b>	<b>5.27E+05</b>	<b>100%</b>	<b>7.39E+04</b>	<b>100%</b>

Tabel 3: Netto emissies van metalen afkomstig van bedrijfsafvalwater uit de handel- en dienstensector van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Netto emissies naar oppervlaktewater per transportroute en procentueel aandeel van de verschillende routes.

Transportroute	METALEN	
	Netto Emissies (kg/j)	Aandeel per route
Waternetwerk en grondwater	0.00E+00	0.0%
Regenwater riolering (private)	0.00E+00	0.0%
Niet gekoppeld aan IWZI	1.95E+00	0.1%
IWZI	0.00E+00	0.0%
Behandelingsbekken	1.13E+03	43.4%
Stormwater bekken	5.80E+02	22.3%
Niet gekoppeld aan RWZI	1.53E+02	5.9%
Regenwater riolering	0.00E+00	0.0%
Overstort	7.38E+02	28.4%
Afstroming	0.00E+00	0.0%
<b>Netto emissie in oppervlakte water</b>	<b>2.60E+03</b>	<b>100%</b>

Tabel 4: Netto emissies van PAK en BTEX afkomstig van bedrijfsafvalwater uit de handel- en dienstensector van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Netto emissies naar oppervlaktewater per transportroute en procentueel aandeel van de verschillende routes.

Transportroute	PAK		BTEX	
	Netto Emissies (kg/j)	Aandeel per route	Netto Emissies (kg/j)	Aandeel per route
Waternetwerk en grondwater	0.00E+00	0.0%	0.00E+00	0.0%
Regenwater riolering (private)	0.00E+00	0.0%	0.00E+00	0.0%
Niet gekoppeld aan IWZI	4.53E-02	0.4%	1.02E-01	0.1%
IWZI	0.00E+00	0.0%	0.00E+00	0.0%
Behandelingsbekken	6.59E-01	5.9%	1.94E+01	9.9%
Stormwater bekken	4.46E+00	40.0%	6.60E+01	33.6%
Niet gekoppeld aan RWZI	5.10E-01	4.6%	2.56E+01	13.0%
Regenwater riolering	0.00E+00	0.0%	0.00E+00	0.0%
Overstort	5.47E+00	49.1%	8.54E+01	43.5%
Afstroming	0.00E+00	0.0%	0.00E+00	0.0%
<b>Netto emissie in oppervlakte water</b>	<b>1.11E+01</b>	<b>100%</b>	<b>1.97E+02</b>	<b>100%</b>

## 6.2 Bruto emissies

In Tabel 5 staan de bruto en netto emissies afkomstig van bedrijfsafvalwater uit de handel- en dienstensector van het Brussel Hoofdstedelijk Gewest voor de verschillende stoffen, uitgedrukt in kg/jaar. In Tabel 6 zijn de bruto en netto emissies gesommeerd per stofgroep weergegeven.

De emissies zijn berekend door vermenigvuldiging van de emissiefactoren met de emissieverklarende variabele. Daarnaast is per stof ook de verhouding van netto over bruto emissies gegeven. Globaal over alle pollutanten heen bedragen de netto emissies ongeveer 33% van de bruto emissies.

De bruto emissies zijn de som van

- gemeten en berekende vrachten ter hoogte van de puntbronnen;
- bijgeschatte vrachten per sector. De bijstelling is berekend door vermenigvuldiging van de emissiefactoren met de emissieverklarende variabele.

Tabel 5: Bruto en netto emissies afkomstig van bedrijfsafvalwater uit de handel- en dienstensector van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Verhouding tussen van netto over bruto emissies.

Stofgroep	Stof	Emissies (kg/j)		Netto/Bruto
		Bruto	Netto	%
BDE	BDE-209	2.22E-05	7.15E-06	32%
	BDE-47	2.22E-05	7.15E-06	32%
BTEX	Benz	1.44E+02	4.02E+01	28%
	EthBenz	1.44E+02	4.81E+01	33%

	Tol	2.21E+02	6.03E+01	27%
	Xyl	1.46E+02	4.79E+01	33%
Medicijnen	Diclo	7.11E-01	3.91E-01	55%
Metalen	Ag	8.05E-02	2.09E-02	26%
	As	4.25E+01	2.98E+01	70%
	Cd	3.96E+01	2.51E+01	64%
	Co	8.77E+01	5.93E+01	68%
	Cr	5.46E+02	2.86E+02	52%
	Cu	1.18E+03	4.78E+02	40%
	Hg	2.74E+01	1.54E+01	56%
	Mn	2.58E+00	1.58E+00	61%
	Ni	5.20E+02	3.36E+02	65%
	Pb	6.57E+02	2.95E+02	45%
	Zn	2.54E+03	1.07E+03	42%
Nutriënten	N	1.29E+06	5.27E+05	41%
	P	1.89E+05	7.39E+04	39%
Organische vracht	BZV	1.57E+06	4.36E+05	28%
	CZV	3.69E+06	1.20E+06	33%
Overige Organische Polluenten	4-Nfenol	1.93E+02	1.02E+02	53%
	4-Ofenol	1.93E+01	1.02E+01	53%
	CCl4	1.04E+01	3.05E+00	29%
	DCM	1.29E+02	4.52E+01	35%
	DCP	1.41E+00	6.56E-01	46%
	DEHP	3.89E+02	1.11E+02	29%
	Diox	4.42E-07	1.27E-07	29%
	MDCB	2.51E+01	8.97E+00	36%
	Nfenol	1.93E+02	1.02E+02	53%
	ODCB	7.07E-01	2.98E-01	42%
	Ofenol	1.93E+01	1.02E+01	53%
	PDCB	1.28E+02	5.37E+01	42%
	TCB	6.67E+01	2.34E+01	35%
	TCM	1.02E+01	3.59E+00	35%
Overige pollutanten	CN	4.03E+01	1.87E+01	46%
	MinOlie	5.12E+01	2.01E+01	39%
	ZS	1.92E+06	6.00E+05	31%
PAK	Acenaft	2.61E+00	6.92E-01	27%
	Acenaftyl	2.61E+00	6.55E-01	25%
	Ant	2.51E-01	6.48E-02	26%
	B(a)A	9.29E-01	2.60E-01	28%
	B(a)P	1.45E+00	3.84E-01	27%
	B(b)Flu	2.61E+00	7.10E-01	27%
	B(ghi)Pe	2.61E+00	6.92E-01	27%
	B(k)Flu	3.35E-01	9.13E-02	27%
	Chr	5.76E-01	1.49E-01	26%
	dBz(ah)A	1.51E+00	4.76E-01	31%

	Fen	2.61E+00	6.92E-01	27%
	Flu	5.16E+00	1.37E+00	27%
	Fluoreen	8.84E+00	2.28E+00	26%
	IP	2.97E-01	8.09E-02	27%
	Naft	6.01E+00	1.68E+00	28%
	Pyr	3.35E+00	8.65E-01	26%
PCB	PCB-118	6.36E-01	1.82E-01	29%
	PCB-138	6.36E-01	1.82E-01	29%
	PCB-153	6.35E-01	1.82E-01	29%
	PCB-180	6.36E-01	1.82E-01	29%
<b>Som van alle pollutanten</b>		<b>8.68E+06</b>	<b>2.84E+06</b>	<b>33%</b>

Tabel 6: Bruto en netto emissies afkomstig van bedrijfsafvalwater uit de handel- en dienstensector van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Emissies gesommeerd per stofgroep en verhouding van netto over bruto emissies.

Stofgroep	Emissies (kg/j)		Netto/Bruto
	Bruto	Netto	%
BDE	4.43E-05	1.43E-05	32%
BTEX	6.55E+02	1.97E+02	30%
Medicijnen	7.11E-01	3.91E-01	55%
Metalen	5.65E+03	2.60E+03	46%
Nutriënten	1.48E+06	6.01E+05	41%
Organische vracht	5.26E+06	1.64E+06	31%
Overige Organische Polluenten	1.19E+03	4.75E+02	40%
Overige pollutanten	1.92E+06	6.00E+05	31%
PAK	4.17E+01	1.11E+01	27%
PCB	2.54E+00	7.29E-01	29%
<b>Som van alle pollutanten</b>	<b>8.68E+06</b>	<b>2.84E+06</b>	<b>33%</b>

### 6.3 Netto emissies

In Tabel 7 staan de netto emissies van industrieel afvalwater naar oppervlaktewater voor de verschillende stofgroepen, uitgedrukt in kg/jaar. De netto emissies zijn weergegeven per ontvangend oppervlaktewaterlichaam (Kanaal, Woluwe, Zenne). Per stofgroep is ook het relatief aandeel van ieder ontvangend oppervlaktewater gegeven.

In Tabel 8 staan de netto emissies naar oppervlaktewater voor de verschillende stofgroepen, uitgedrukt in kg/jaar. De emissies zijn weergegeven per zuiveringszone (niet-gerioleerd, niet-gezuiverd (riolering nog niet aangesloten op WZI), RWZI Noord, RWZI Zuid). Per stofgroep is ook het relatief aandeel van ieder zuiveringsgebied gegeven.

Tabel 7: Netto emissies naar oppervlaktewater in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest afkomstig van bedrijfsafvalwater uit de handel- en dienstensector. Netto emissies per stofgroep en per ontvangend oppervlaktewater. Relatief aandeel van Kanaal, Woluwe en Zenne per stofgroep.

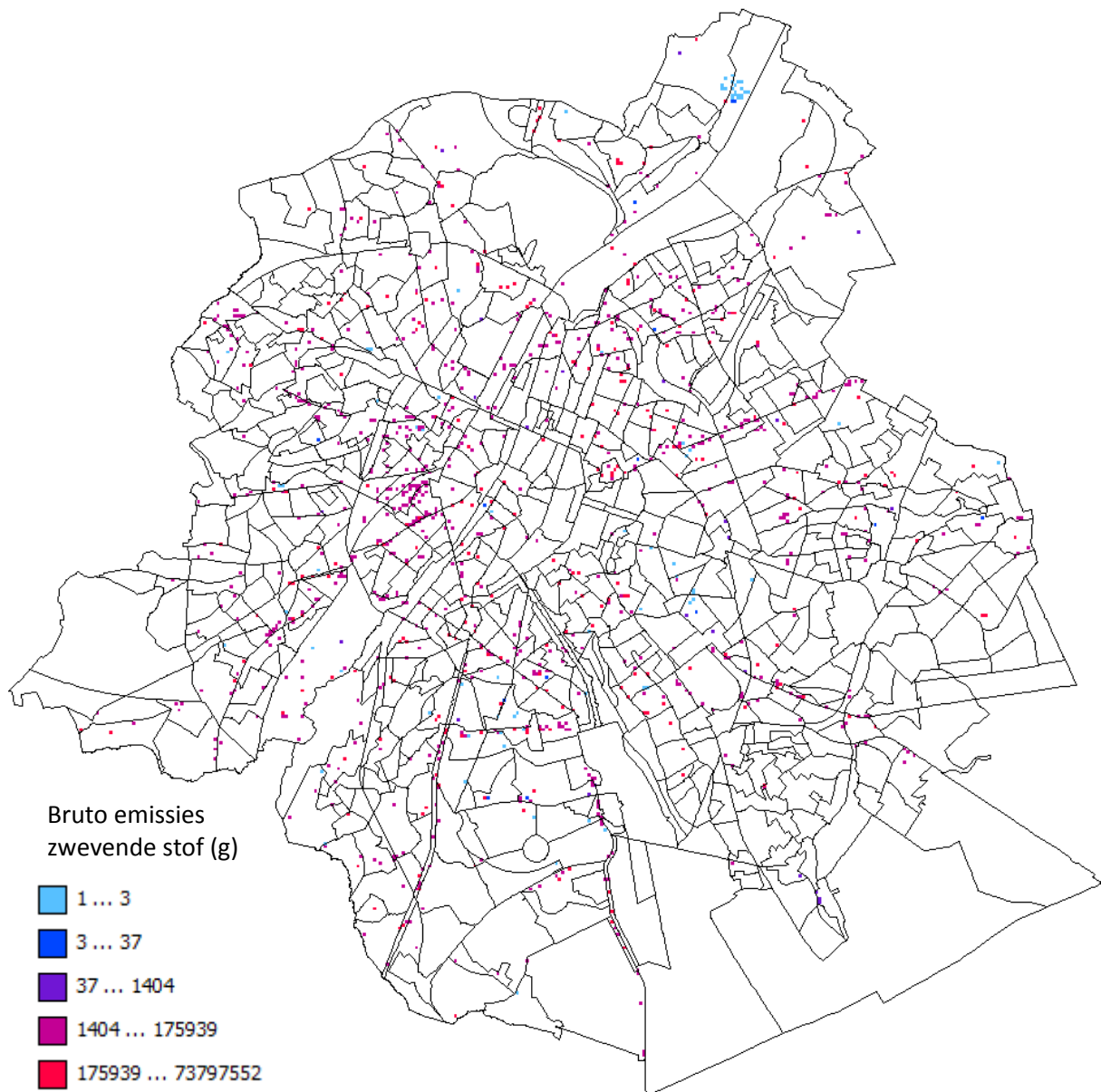
Stofgroep	Ontvangend oppervlaktewater	Netto Emissies (kg/j)	Aandeel (%)
BDE	Kanaal	1.75E-06	12%
	Woluwe	6.86E-07	5%
	Zenne	1.18E-05	83%
BTEX	Kanaal	5.60E+01	28%
	Woluwe	2.47E+00	1%
	Zenne	1.38E+02	70%
Medicijnen	Kanaal	5.45E-02	14%
	Woluwe	1.59E-03	0%
	Zenne	3.35E-01	86%
Metalen	Kanaal	3.92E+02	15%
	Woluwe	3.59E+01	1%
	Zenne	2.17E+03	84%
Nutriënten	Kanaal	6.04E+04	10%
	Woluwe	2.15E+04	4%
	Zenne	5.11E+05	86%
Organische vracht	Kanaal	1.05E+05	7%
	Woluwe	2.22E+05	15%
	Zenne	1.18E+06	78%
Overige Organische Polluenten	Kanaal	4.75E+01	10%
	Woluwe	1.80E+01	4%
	Zenne	4.08E+02	86%
Overige polluenten	Kanaal	8.15E+04	14%
	Woluwe	5.78E+04	10%
	Zenne	4.39E+05	76%
PAK	Kanaal	1.68E+00	15%
	Woluwe	6.31E-01	6%
	Zenne	8.78E+00	79%
PCB	Kanaal	1.02E-01	14%
	Woluwe	3.85E-02	5%
	Zenne	5.85E-01	81%
<b>Som van alle polluenten</b>	<b>Kanaal</b>	<b>2.48E+05</b>	<b>9%</b>
	<b>Woluwe</b>	<b>3.01E+05</b>	<b>11%</b>
	<b>Zenne</b>	<b>2.13E+06</b>	<b>80%</b>



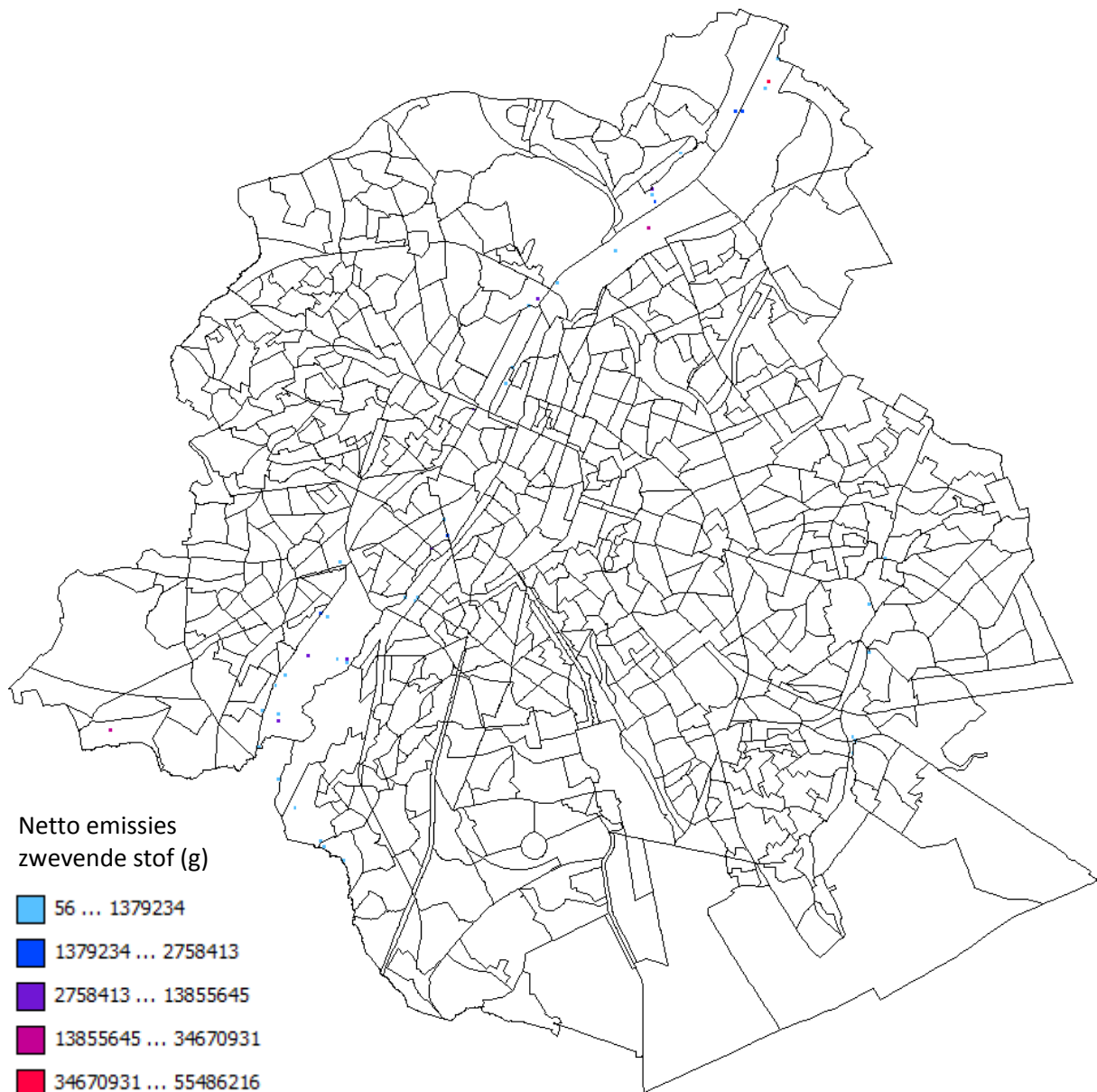
Tabel 8: Netto emissies naar oppervlaktewater in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest afkomstig van bedrijfsafvalwater uit de handel- en dienstensector. Emissies per stofgroep en per zuiveringsgebied. Relatief aandeel van de zuiveringsgebieden per stofgroep.

Stofgroep	Zuiveringsgebied	Netto Emissies (kg/j)	Aandeel (%)
BDE	niet gerioleerd	4.12E-04	3%
	niet gezuiverd	2.87E-03	20%
	RWZI Noord	9.05E-03	63%
	RWZI Zuid	1.94E-03	14%
BTEX	niet gerioleerd	1.68E+03	1%
	niet gezuiverd	3.47E+04	18%
	RWZI Noord	1.12E+05	57%
	RWZI Zuid	4.73E+04	24%
Medicijnen	niet gerioleerd	1.59E+00	0%
	niet gezuiverd	3.45E+01	9%
	RWZI Noord	2.53E+02	65%
	RWZI Zuid	1.01E+02	26%
Metalen	niet gerioleerd	2.36E+04	1%
	niet gezuiverd	3.11E+05	12%
	RWZI Noord	1.67E+06	64%
	RWZI Zuid	5.89E+05	23%
Nutriënten	niet gerioleerd	1.30E+07	2%
	niet gezuiverd	1.01E+08	17%
	RWZI Noord	3.78E+08	63%
	RWZI Zuid	1.08E+08	18%
Organische vracht	niet gerioleerd	1.12E+08	7%
	niet gezuiverd	3.60E+08	22%
	RWZI Noord	1.06E+09	65%
	RWZI Zuid	1.07E+08	7%
Overige Organische Polluenten	niet gerioleerd	1.09E+04	2%
	niet gezuiverd	7.54E+04	16%
	RWZI Noord	3.18E+05	67%
	RWZI Zuid	6.97E+04	15%
Overige polluenten	niet gerioleerd	2.90E+07	5%
	niet gezuiverd	1.16E+08	19%
	RWZI Noord	3.74E+08	63%
	RWZI Zuid	7.92E+07	13%
PAK	niet gerioleerd	3.83E+02	3%
	niet gezuiverd	2.65E+03	24%
	RWZI Noord	6.59E+03	59%
	RWZI Zuid	1.49E+03	13%
PCB	niet gerioleerd	2.33E+01	3%
	niet gezuiverd	1.61E+02	22%
	RWZI Noord	4.43E+02	61%
	RWZI Zuid	9.95E+01	14%
<b>Som van alle polluenten</b>	<b>niet gerioleerd</b>	<b>1.54E+08</b>	<b>5%</b>
	<b>niet gezuiverd</b>	<b>5.78E+08</b>	<b>20%</b>
	<b>RWZI Noord</b>	<b>1.81E+09</b>	<b>64%</b>
	<b>RWZI Zuid</b>	<b>2.95E+08</b>	<b>10%</b>

## 7 Koppeling van de gegevens aan GIS-data en kwantificering



Figuur 2: Geografische spreiding van de bruto emissies (zwevende stof) gegenereerd door handel & diensten



Figuur 3 Geografische spreiding van de netto emissies (zwevende stof) gegenereerd door handel & diensten

## 8 Betrouwbaarheid en verbeterpunten

Bij de classificatie van de kwaliteit van de informatie wordt zoveel mogelijk aangesloten bij de werkwijze die in de publicatiereeks Emissieregistratie wordt aangehouden **Error! Reference source not found..** Deze werkwijze is gebaseerd op de methodiek van CORINAIR (COrRe emission INventories AIR). Hierbij worden de volgende kwaliteitsclassificaties aangehouden:

- A voor een getal gebaseerd op een groot aantal metingen aan representatieve locaties;
- B voor een getal gebaseerd op een aantal metingen aan een deel van de voor de sector representatieve locaties;
- C voor een getal gebaseerd op een beperkt aantal metingen. aangevuld met schattingen op basis van de technische kennis van het proces;
- D voor een getal gebaseerd op een gering aantal metingen. aangevuld met schattingen op basis van aannames;
- E voor een getal gebaseerd op een technische berekening op basis van een aantal aannames.

De emissieverklarende variabelen, dit zijn de lozingsdebieten of het waterverbruik van de bedrijven, zijn voor sommige sectoren voor een groot aantal bedrijven gekend, maar voor andere sectoren zijn de gegevens minder betrouwbaar daar er gebruik gemaakt wordt van sectorale gemiddelden. Rekening houdend met beide, krijgt dit onderdeel is de betrouwbaarheidsklasse B.

De betrouwbaarheid van de emissiefactoren is gerelateerd aan de beschikbaarheid van gegevens over de samenstelling van het afvalwater van de bedrijven. Voor een beperkt aantal bedrijven zijn er metingen van de concentraties in het afvalwater beschikbaar, maar in de meeste gevallen worden sectorale factoren (gemiddelde samenstellen) gehanteerd omdat er geen meetgegevens zijn. Daar het aantal metingen beperkt is, krijgt dit onderdeel de betrouwbaarheidsklasse C toegewezen.

De emissieroutes zijn behoorlijk goed gekend zodat classificatie A toegekend kan worden.

De ruimtelijke spreiding (regionalisatie) van de emissies is behoorlijk betrouwbaar daar voor heel veel bedrijven de geografische ligging bekend is. Dit onderdeel krijgt daarom een classificatie A.

Tabel 9: Betrouwbaarheid onderdelen emissieberekening.

Onderdeel emissieberekening	Betrouwbaarheidsklasse
Emissieverklarende variabele	B
Emissiefactoren	C
Emissieroutes naar water	A
Regionalisatie	A

Verbeterpunten:

- Meer betrouwbare en betere emissiefactoren voor de kwantificatie van de emissies van industriële bedrijven. Dit kan door meer bedrijfsafvalwater te (laten) analyseren naar samenstelling en dit voor bedrijven uit alle relevante sectoren (in functie van de parameter).
- Verbeteren van de integratie van de gegevens uit de verschillende databank met gegevens over bedrijven, de aard van het afvalwater, lozingsvolumes en waterverbruik. Aandachtspunten daarbij zijn eenduidige identificatie van bedrijven (om overlap tussen databanken gemakkelijk te detecteren), geografische lokalisatie (coördinaten) en afstemming van de indeling van sectoren

## **9 Referenties**

- [1] Van der Most, P.F.J. *et al.* (1998). Methoden voor de bepaling van emissies naar lucht en water. Publicatiereeks Emissieregistratie, nr. 44.
- [2] Afvalwaterheffingen databank van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. HYDROBRU
- [3] Milieuheffingen databank van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (AUTONET).
- [4] Ministerie van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (2008). Bijlage 3 bij het Beheerscontract tussen de regering van voor de kwantificatie van de emissies van industriële bedrijven en de Brusselse Maatschappij voor Waterbeheer (BMWV) – Modaliteiten voor de raming en de toepassing van de zuiveringseenheidsprijzen – Finale versie. Belgisch Staatsblad 28.03.2008, Ed .2, p. 17403-17421.

Emissies naar het oppervlaktewater in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

## **Gebouwen – Corrosie van metaal**

Opgemaakt door VITO

In opdracht van Leefmilieu Brussel - BIM

**2014**

## 1 Omschrijving emissiebron

Deze factsheet beschrijft de emissies veroorzaakt door corrosie van metalen onderdelen van bouwwerken. Aan de buitenzijde van het gebouw (gebouwschil) omvat dit de corrosie door regenwater van bladlood, koperen oppervlakken en zinken oppervlakken. Aan de binnenzijde van het gebouw omvat dit de emissies door corrosie van de waterleidingen.

Emissies van gebouwen worden beschouwd als bronnen die lozen op een riool daar zowel van het gebouw afstromend regenwater als afvalwater in hoofdzaak in de riolering gecollecteerd worden (geen gescheiden riolering). De emissies door corrosie aan de buitenzijde van het gebouw komen voornamelijk via de regenwaterafvoer van het gebouw in de riolering terecht. De emissies door corrosie van de waterleiding komen via de afwaterafvoer van het gebouw in de riolering terecht. Het rioolstelsel bepaalt of deze emissies via de riolering direct naar oppervlaktewater gaan (collector mondt uit in waterloop) dan wel of deze emissies op een RWZI terechtkomen (indirect route).

## 2 Berekeningswijze van de emissies

De emissies worden berekend door de vermenigvuldiging van een emissieverklarende variabele (EVV), hier het aantal gebouwen (per gebouwtype) in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, met een emissiefactor (EF) per stof en per gebouwtype, uitgedrukt in emissie per eenheid van de EVV.

$$E_s = EVV \times EF$$

Waarbij:

$E_s$  = Emissie van stof s (kg/jaar)

EVV = aantal gebouwen per gebouwtype (aantal gebouwen)

EF = Emissiefactor voor stof s per gebouwtype (g/gebouw/jaar)

## 3 Emissieverklarende variabele/basisgegevens

De emissieverklarende variabele is het aantal gebouwen van een bepaald type: handelshuizen, industriële gebouwen, appartementsgebouwen, open woonhuizen, gesloten woonhuizen, halfgesloten woonhuizen, bijgebouwen (waaronder tuinhuizen, garageboxen en annexen) en de andere gebouwen. Deze data werd gecreëerd met behulp van de SitEx databank [5] en UrbAdm\_Bu shapefile [6]. In de SitEx wordt aan elk gebouw een type toegeschreven. Deze data werd gebruikt om het onderscheid te maken tussen handelshuizen, industriële gebouwen, bijgebouwen, woonhuizen (waaronder appartementsgebouwen) en andere gebouwen. Vervolgens werd de UrbAdm\_Bu gebruikt om een onderscheid te maken binnen de woonhuizen tussen appartementsgebouwen en gesloten, open en halfgesloten bebouwing. Als appartementsgebouw zijn beschouwd alle gebouwen met 3 of meer verdiepingen.

Een overzicht van het aantal gebouwen per bouwtype is gegeven in *Tabel 1*. In het Brussels Hoofdstedelijk Gewest zijn er, op basis van de SitEx databank, in totaal 206.787 gebouwen.

*Tabel 1: Het aantal gebouwen per type in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest gebruikt als emissieverklarende variabele*

Gebouwtype	Aantal gebouwen
andere gebouwen	279
appartementengebouwen	44541
bijgebouwen	5699
gesloten bebouwing	93583
halfopen bebouwing	16580
handelshuizen	28741
industriële gebouwen	11401
open gebouwen	5963
<b>Totaal BHG</b>	<b>206787</b>

#### 4 Emissiefactoren

De emissiefactoren zijn overgenomen uit de Vlaamse Emissie-inventaris water [2][3][4].

Een overzicht van de emissiefactoren per stof en per bouwtype is gegeven in *Tabel 2* voor corrosie van metalen oppervlakken aan de buitenzijde van het gebouw (gebouwschil) en in *Tabel 3* voor corrosie van waterleidingen.

*Tabel 2: Emissiefactoren voor corrosie van metalen oppervlakken aan de buitenzijde van gebouwen.*

Gebouwtype	Emissiefactoren (g/gebouw/jaar)		
	Cu	Pb	Zn
andere gebouwen	7.863	0.844	108.405
appartementengebouwen	1.8833	0.8232	201.133
bijgebouwen	0	0.455	11.449
gesloten bebouwing	1.5974	4.2388	29.1706
halfopen bebouwing	1.377	4.1222	18.7242
handelshuizen	1.896	4.196	60.27
industriële gebouwen	0	24.587	486.878
open gebouwen	2.2095	4.1203	46.4671



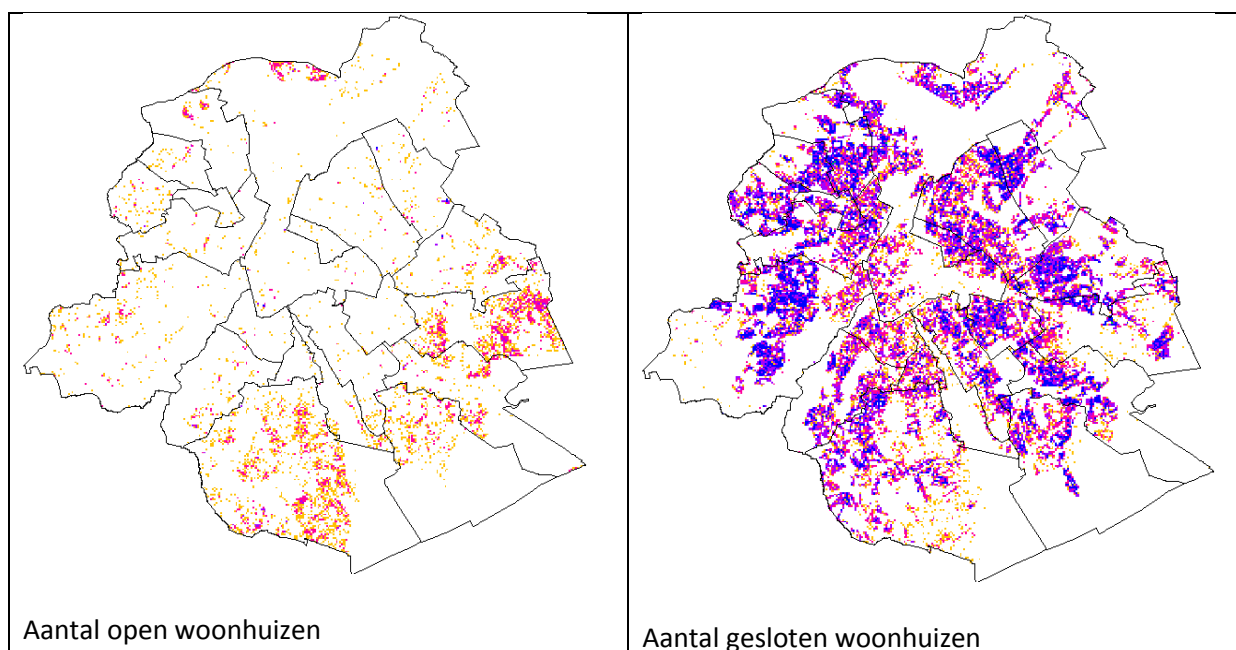
Tabel 3: Emissiefactoren voor corrosie van waterleidingen van gebouwen.

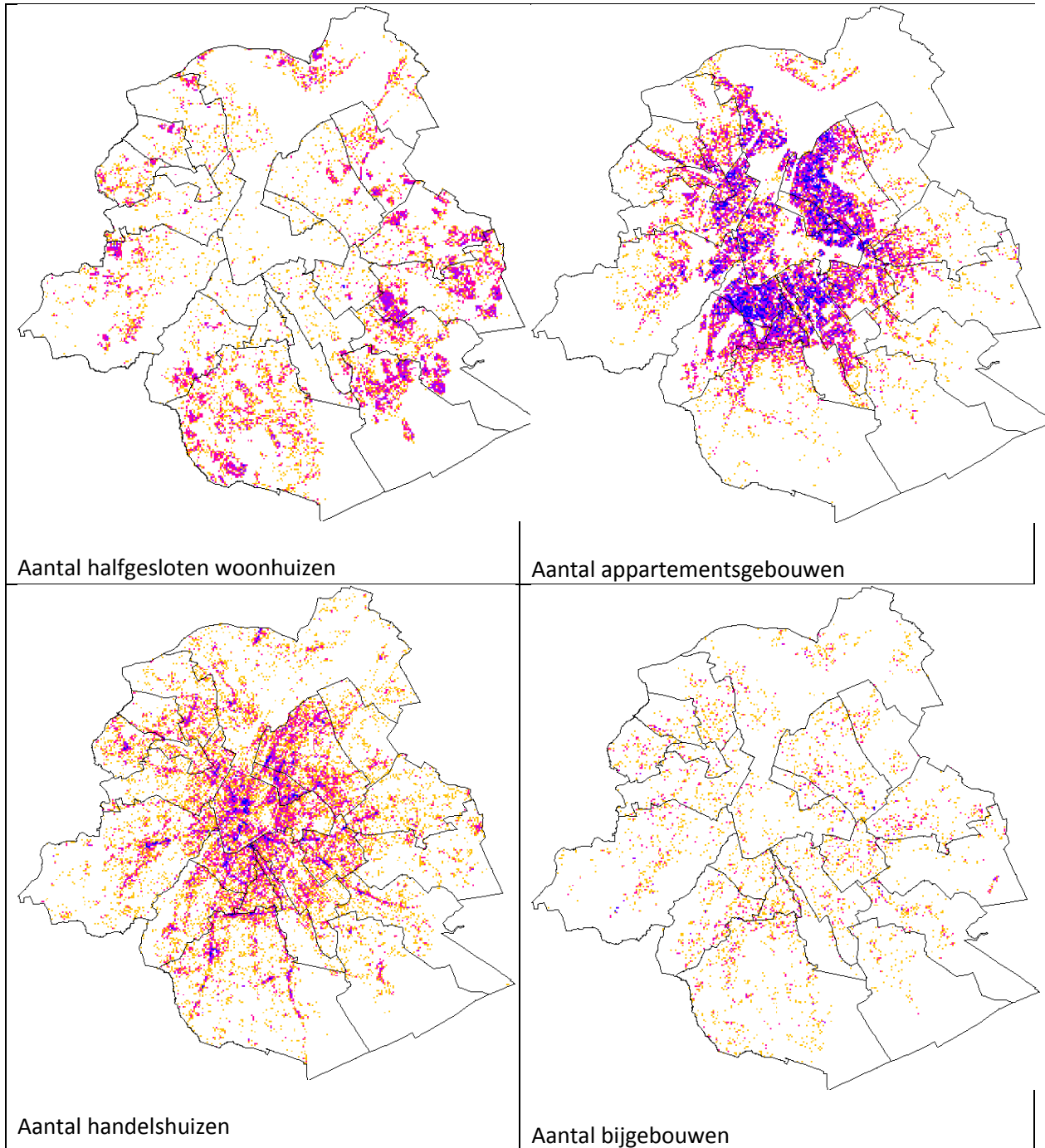
Gebouwtype	Emissiefactoren (g/gebouw/jaar)		
	Cu	Pb	Zn
andere gebouwen	9.819	6.38	33.957
appartementengebouwen	0.713	0.128	5.382
bijgebouwen	0	0	0
gesloten bebouwing	0.415	0.252	7.306
halfopen bebouwing	0.541	0.2	6.495
handelshuizen	0.401	0.258	7.397
industriële gebouwen	5.956	3.863	20.587
open gebouwen	0.717	0.126	5.354

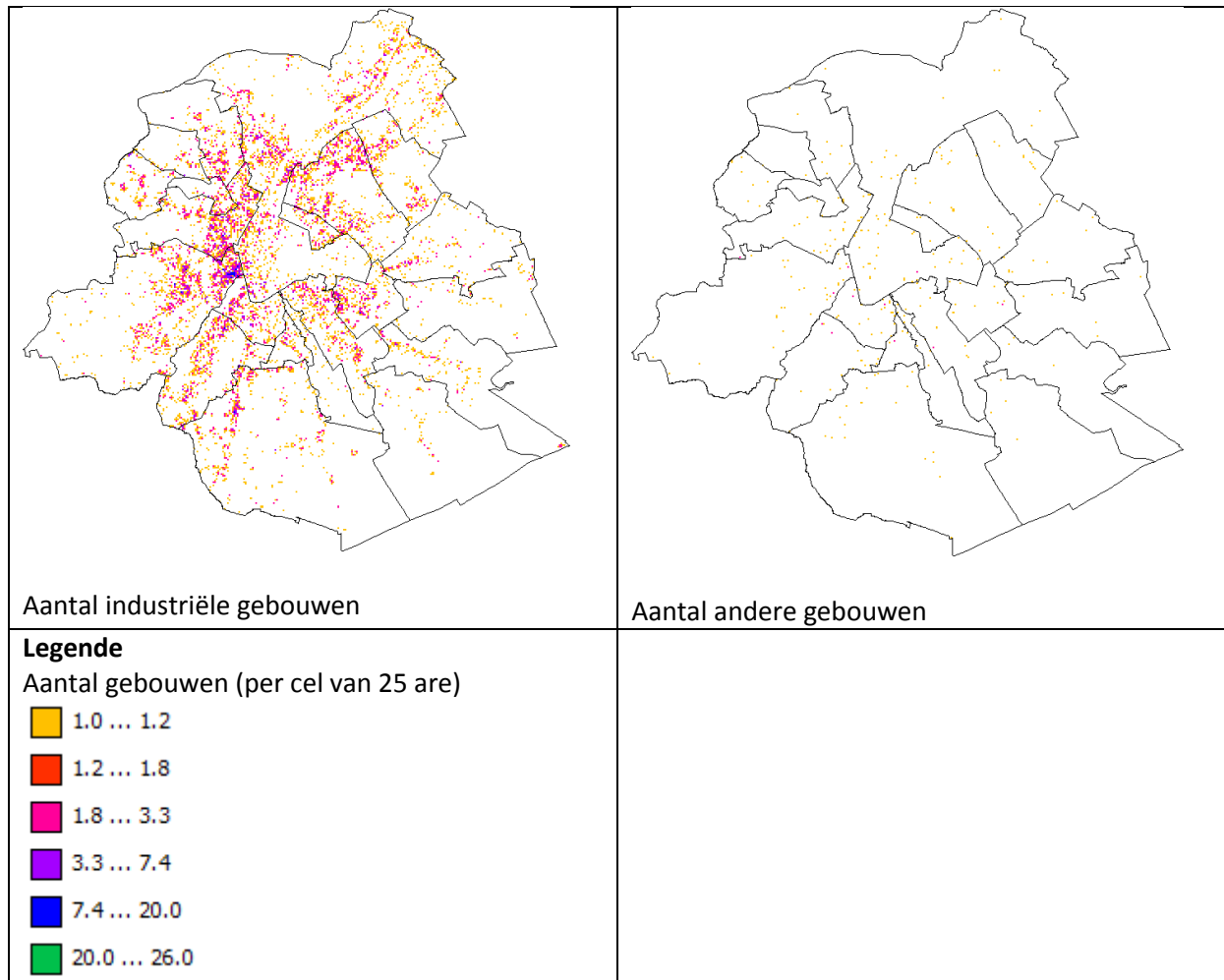
## 5 Geografische spreiding

Voor de geografische spreiding van de emissies door corrosie van gebouwen is gebruik gemaakt van de SitEx databank. Hierbinnen geven punten de aanwezigheid van gebouwen aan, die met behulp van de SitEx databank [5] en UrbAdm\_Bu shapefile [6] ingedeeld werden in de 8 gebouwcategorieën. De beschouwde gebouwtypen zijn: handelshuizen, industriële gebouwen, appartementengebouwen, open woonhuizen, gesloten woonhuizen, halfgesloten woonhuizen, bijgebouwen (waaronder tuinhuizen, garageboxen en annexen) en de andere gebouwen.

De geografische spreiding van de verschillende gebouwtypes is weergegeven in onderstaande kaarten.







## 6 Emissieroutes en bruto-netto-emissies

De totale bruto-emissie wordt berekend zoals is beschreven in de paragraaf “berekenningswijze”. De netto-emissie wordt berekend of geschat op basis van gegevens of veronderstellingen over de weg die de emissies volgen naar de verschillende waterlopen.

Definitie bruto emissie: emissie door de punt en diffuse bronnen

Definitie netto emissie: deel van de bruto emissie die effectief in de waterloop terecht komt (vracht)

### 6.1 Emissieroutes

De voornaamste emissieroutes voor corrosie van gebouwen is indirect transport naar oppervlaktewater via de riolering en de RWZI's. In gerioleerde gebieden komen zowel het regenwater dat afstroomt van gebouwen als het afvalwater van gebouwen in de riolering terecht (geen gescheiden riolering). De emissies door corrosie aan de buitenzijde van het gebouw komen voornamelijk via de regenwaterafvoer van het gebouw in de riolering. Het rioolstelsel bepaalt of deze emissies via de riolering direct naar oppervlaktewater gaan (collector mondt uit in waterloop) dan wel of deze emissies op een RWZI terechtkomen (indirect route).

In het Brussels Hoofdstedelijk Gewest zijn anno 2010 nog niet alle collectoren aangesloten op een RWZI. Het afvalwater van niet-aangesloten collectoren komt direct in oppervlaktewater terecht (via een uitlaat). Voor 8 collectoren is het lozingspunt gekend waar de riolering uitmondt in oppervlaktewater. Daarnaast zijn er ook collectoren waarvan het lozingspunt niet exact gekend is (diffuse lozing). Voor deze collectoren wordt de diffuse lozing berekend op basis van een reeks (fictieve) lozingspunten (met tussenafstand 100 m) over volledige breedte van het collectoreng gebied evenwijdig met het ontvangend oppervlaktewater.

In Tabel 4 staan de netto emissies van metalen (som) naar oppervlaktewater per transportroute en het procentueel aandeel van de verschillende transportroutes. De emissies zijn gegeven voor de deelbronnen “corrosie gebouwschil” en “corrosie waterleidingen”. Voor de individuele metalen die vrij komen bij corrosie van gebouwen (vermeld in Tabel 2) zijn de emissies per transportroute beschikbaar in de emissie-inventaris tool WEISS-BHG die de volledige database van de opgemaakte emissie-inventaris voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest omvat.

*Tabel 4: Netto emissies van metalen door corrosie aan de buitenzijde van gebouwen (gebouwschil) en door corrosie van waterleidingen in gebouwen. Netto emissies naar oppervlaktewater per transportroute en procentueel aandeel van de verschillende routes.*

Emissies van METALEN door corrosie				
Transportroute	Gebouwschil		Waterleidingen	
	Netto Emissies (kg/j)	Aandeel per route	Netto Emissies (kg/j)	Aandeel per route
Waternetwerk en grondwater	0.00E+00	0.0%	0.00E+00	0.0%
Regenwater riolering (private)	0.00E+00	0.0%	0.00E+00	0.0%
Niet gekoppeld aan IWZI	0.00E+00	0.0%	3.15E+00	0.4%
IWZI	0.00E+00	0.0%	0.00E+00	0.0%
Behandelingsbekken	2.69E+03	39.1%	2.88E+02	39.3%
Stormwater bekken	1.71E+03	24.9%	1.83E+02	25.1%
Niet gekoppeld aan RWZI	2.46E+02	3.6%	3.29E+01	4.5%
Regenwater riolering	0.00E+00	0.0%	0.00E+00	0.0%
Overstort	2.20E+03	32.0%	2.25E+02	30.7%
Afstroming	3.30E+01	0.5%	0.00E+00	0.0%
<b>Netto emissie in oppervlakte water</b>	<b>6.88E+03</b>	<b>100%</b>	<b>7.32E+02</b>	<b>100%</b>

## 6.2 Bruto emissies

Tabel 4 geeft per gebouwtype de netto emissies naar oppervlaktewater van de metalen die vrij komen door corrosie aan de buitenzijde van gebouwen (gebouwschil) en door corrosie van waterleidingen in gebouwen. De emissies zijn uitgedrukt in kg/jaar. De bruto emissies zijn berekend door vermenigvuldiging van de emissiefactoren met de emissieverklarende variabele.

In Tabel 6 staan de bruto en netto emissies per stof gesommeerd over alle gebouwtypes. Daarnaast is per stof ook de verhouding van netto over bruto emissies gegeven. In Tabel 7 staan zijn de emissies gesommeerd voor de stofgroep metalen. Globaal over alle metalen en bronnen (gebouwschil en leidingen) heen bedragen de netto emissies van metaal door corrosie van gebouwen ongeveer 34% van de bruto emissies.

Tabel 5: Bruto emissies in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest veroorzaakt door corrosie van metaal aan de buitenzijde van gebouwen (gebouwschil) en door corrosie van waterleidingen in gebouwen.

Bruto emissies (kg/jaar)						
Gebouwtype	Gebouwschil			Waterleidingen		
	Cu	Pb	Zn	Cu	Pb	Zn
andere gebouwen	2.2	0.2	30.2	2.7	1.8	9.5
appartementengebouwen	83.9	36.7	8958.7	31.8	5.7	239.7
bijgebouwen	0.0	2.6	65.2	0.0	0.0	0.0
gesloten bebouwing	141.4	375.3	2582.8	36.7	22.3	646.9
halfopen bebouwing	22.8	68.3	310.4	9.0	3.3	107.7
handelshuizen	54.5	120.6	1732.2	11.5	7.4	212.6
industriële gebouwen	0.0	280.3	5550.9	67.9	44.0	234.7
open gebouwen	13.2	24.6	277.5	4.3	0.8	32.0
<b>TOTAAL</b>	<b>318.0</b>	<b>908.7</b>	<b>19508.1</b>	<b>2.7</b>	<b>1.8</b>	<b>9.5</b>

Tabel 6: Bruto en netto emissies in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest veroorzaakt door corrosie van metaal aan de buitenzijde van gebouwen (gebouwschil) en door corrosie van waterleidingen in gebouwen. Emissies per stof en verhouding van netto over bruto emissies.

			Cu	Pb	Zn
Gebouwschil	Emissies (kg/j)	Bruto	3.26E+02	9.30E+02	1.97E+04
		Netto	9.48E+01	3.03E+02	6.48E+03
	Netto/Bruto	%	29%	33%	33%
Waterleiding	Emissies (kg/j)	Bruto	1.66E+02	8.66E+01	1.52E+03
		Netto	6.80E+01	3.87E+01	6.25E+02
	Netto/Bruto	%	41%	45%	41%
<b>TOTAAL</b>	<b>Emissies (kg/j)</b>	<b>Bruto</b>	<b>4.92E+02</b>	<b>1.02E+03</b>	<b>2.12E+04</b>
		<b>Netto</b>	<b>1.63E+02</b>	<b>3.42E+02</b>	<b>7.10E+03</b>
	<b>Netto/Bruto</b>	<b>%</b>	<b>33%</b>	<b>34%</b>	<b>34%</b>

Tabel 7: Bruto en netto emissies in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest veroorzaakt door corrosie van metaal aan de buitenzijde van gebouwen (gebouwschil) en door corrosie van waterleidingen in gebouwen. Emissies gesommeerd per stofgroep en verhouding van netto over bruto emissies.

Stofgroep	Bron	Emissies (kg/j)		Netto/Bruto
		Bruto	Netto	%
Metalen	Corrosie gebouw schil	2.09E+04	6.88E+03	33%
	Corrosie leidingen	1.77E+03	7.32E+02	41%
<b>Som van alle pollutanten en bronnen</b>		<b>2.27E+04</b>	<b>7.61E+03</b>	<b>34%</b>

### 6.3 Netto emissies

Tabel 8 geeft de netto emissies van metalen naar oppervlaktewater afkomstig van corrosie van gebouwen (gebouwschil, waterleidingen, en som van beide), uitgedrukt in kg/jaar. De netto emissies zijn weergegeven per ontvangend oppervlaktewaterlichaam: Kanaal, Woluwe, Zenne.

Tabel 9 geeft de bruto en netto emissies van metalen naar oppervlaktewater afkomstig van corrosie van gebouwen (gebouwschil, waterleidingen, en som van beide), uitgedrukt in kg/jaar. De emissies zijn weergegeven per zuiveringszone: niet-gerioleerde gebieden, gebieden waar de riolering nog niet aangesloten is op een WZI (niet gezuiverd), gerioleerde gebieden aangesloten op RWZI Noord en gerioleerde gebieden aangesloten op RWZI Zuid.

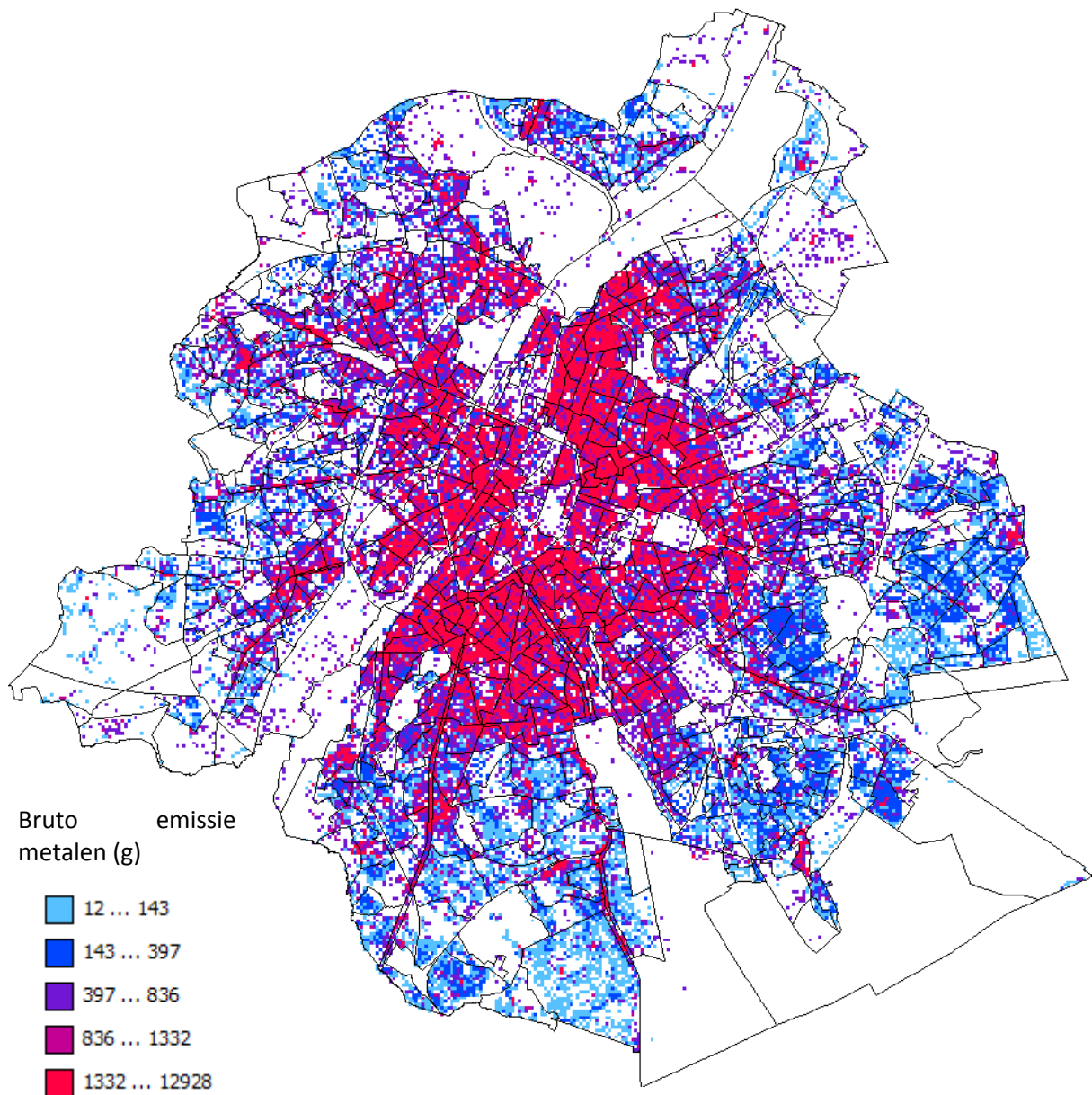
*Tabel 8: Netto emissies van metalen (som) afkomstig van corrosie van gebouwen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Emissies per ontvangend oppervlaktewater en relatief aandeel van Kanaal, Woluwe, en Zenne.*

	Emissies van METALEN door corrosie		
	Ontvangend oppervlaktewater	Netto Emissies (kg/j)	Aandeel (%)
<b>Gebouwschil</b>	Kanaal	8.08E+02	12%
	Woluwe	4.70E+01	1%
	Zenne	6.02E+03	88%
<b>Waterleiding</b>	Kanaal	1.10E+02	15%
	Woluwe	9.41E+00	1%
	Zenne	6.10E+02	84%
<b>TOTAAL</b>	<b>Kanaal</b>	<b>9.17E+02</b>	<b>12%</b>
	<b>Woluwe</b>	<b>5.64E+01</b>	<b>1%</b>
	<b>Zenne</b>	<b>6.63E+03</b>	<b>87%</b>

*Tabel 9: Bruto en netto emissies van metalen (som) afkomstig van corrosie van gebouwen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Emissies per zuiveringszone en relatief aandeel van de beschouwde zuiveringszones: niet-gerioleerd, niet-gezuiverd (riolering nog niet aangesloten op WZI), RWZI Noord, RWZI Zuid.*

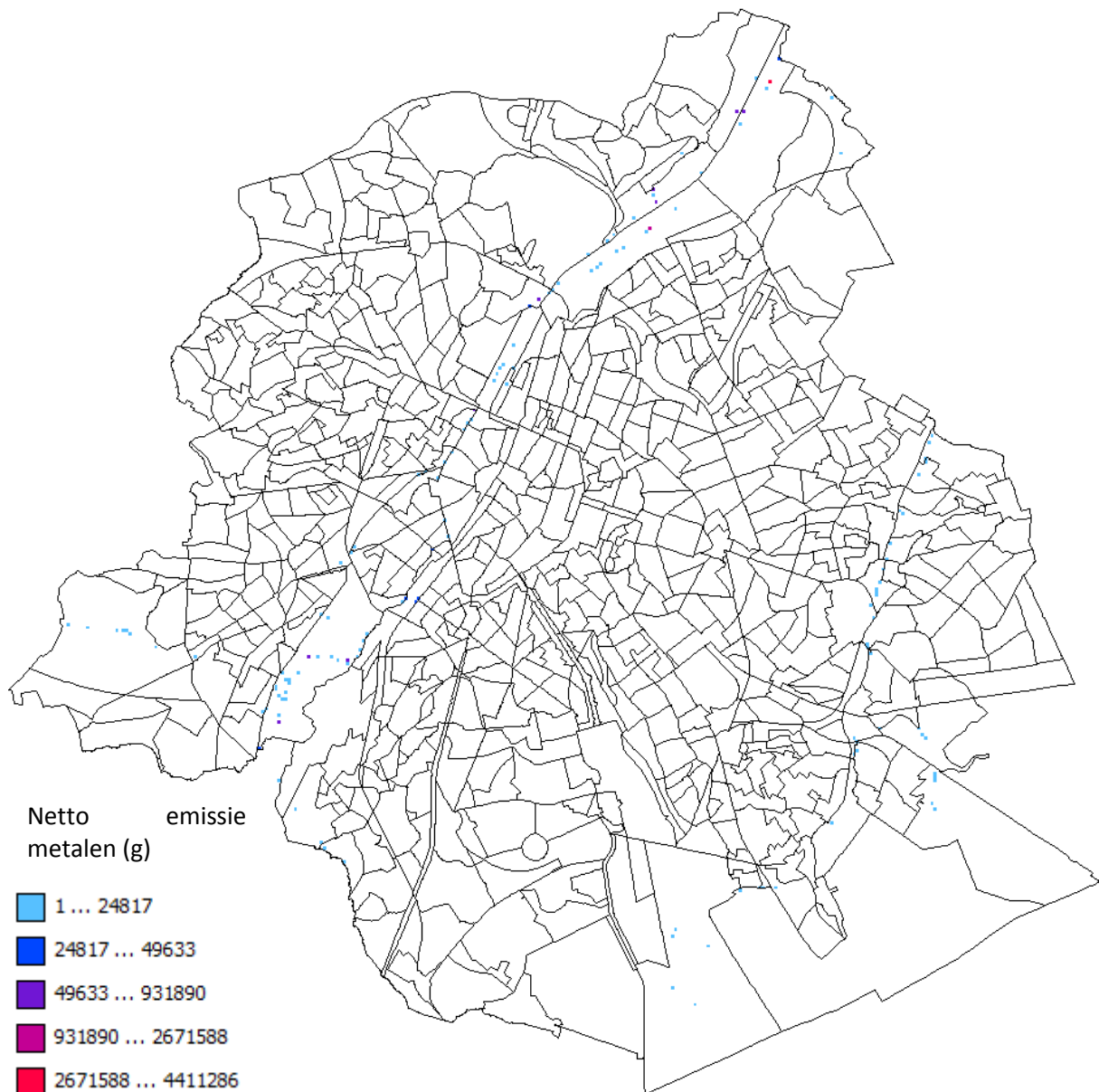
	Emissies van METALEN door corrosie		
	Zuiveringsgebied	Netto Emissies (kg/j)	Aandeel (%)
<b>Gebouwschil</b>	niet gerioleerd	4.18E+04	1%
	niet gezuiverd	1.07E+06	16%
	RWZI Noord	4.45E+06	65%
	RWZI Zuid	1.30E+06	19%
<b>Waterleiding</b>	niet gerioleerd	9748.354441	1%
	niet gezuiverd	84843.82735	12%
	RWZI Noord	480508.3863	66%
	RWZI Zuid	152949.7908	21%
<b>TOTAAL</b>	<b>niet gerioleerd</b>	<b>5.15E+04</b>	<b>1%</b>
	<b>niet gezuiverd</b>	<b>1.16E+06</b>	<b>15%</b>
	<b>RWZI Noord</b>	<b>4.93E+06</b>	<b>65%</b>
	<b>RWZI Zuid</b>	<b>1.46E+06</b>	<b>19%</b>

## 7 Koppeling van de gegevens aan GIS-data en kwantificering



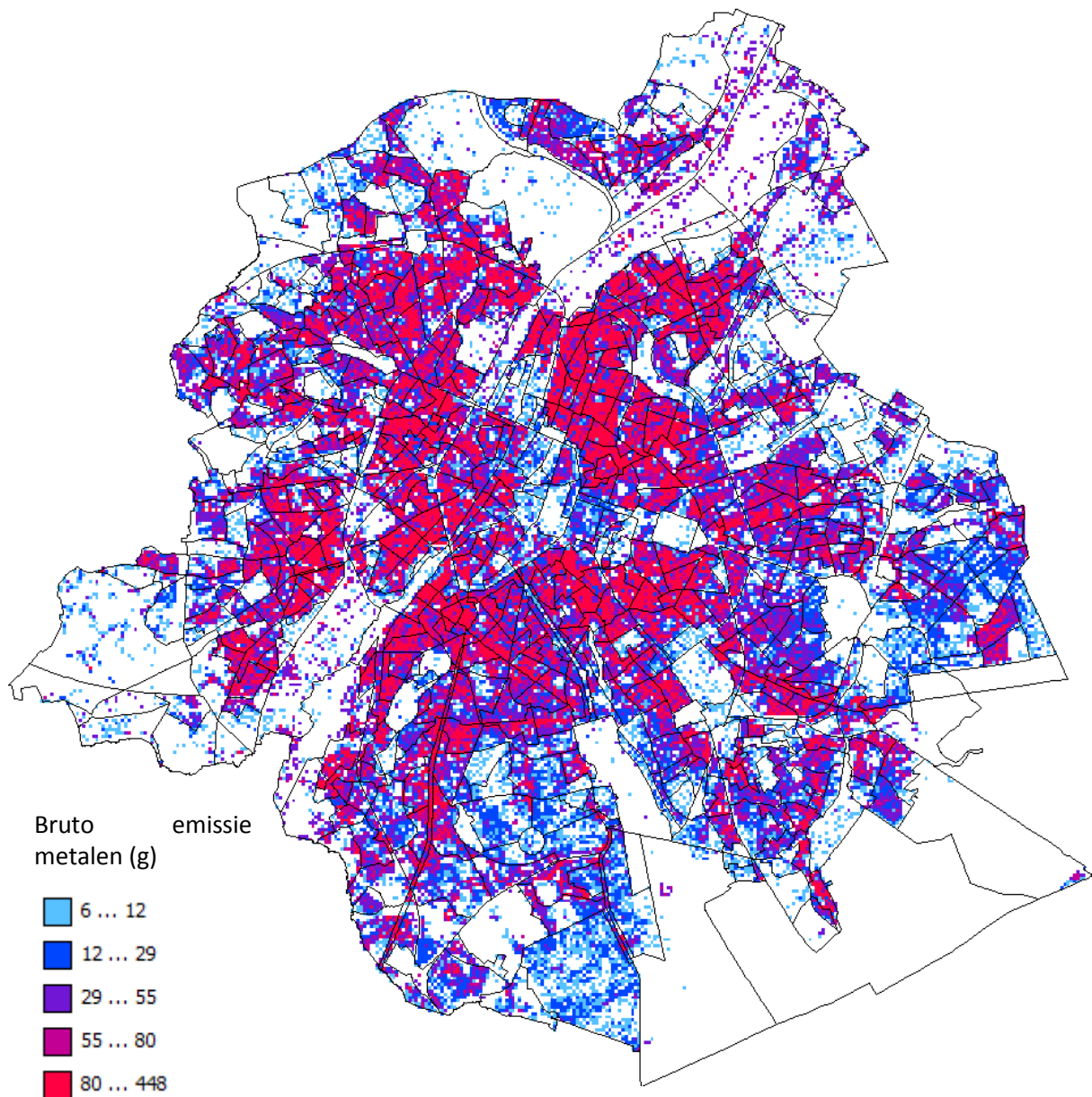
Figuur 1: Geografische spreiding van de bruto emissies (metalen) ten gevolge van corrosie van de bouwschil.



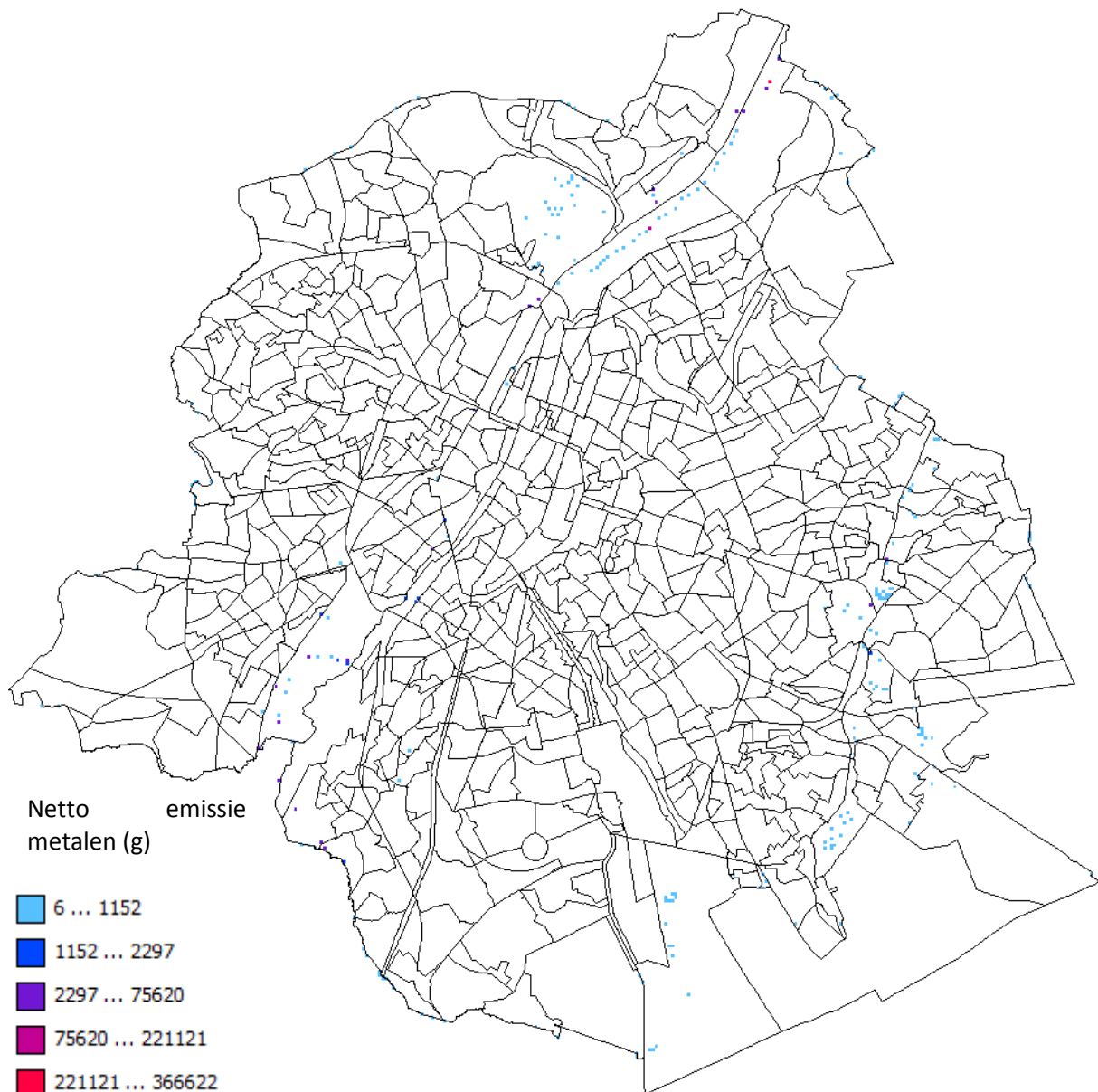


Figuur 2: Geografische spreiding van de netto emissies (metalen) ten gevolge van corrosie van de bouwschil.





Figuur 3: Geografische spreiding van de bruto emissies (metalen) ten gevolge van corrosie van de leidingen.



Figuur 4: Geografische spreiding van de netto emissies (metalen) ten gevolge van corrosie van de leidingen.

## 8 Betrouwbaarheid en verbeterpunten

Bij de classificatie van de kwaliteit van de informatie wordt zoveel mogelijk aangesloten bij de werkwijze die in de publicatiereeks Emissieregistratie wordt aangehouden [1]. Deze werkwijze is gebaseerd op de methodiek van CORINAIR (CORE emission INventories AIR). Hierbij worden de volgende kwaliteitsclassificaties aangehouden:

- A voor een getal gebaseerd op een groot aantal metingen aan representatieve locaties;
- B voor een getal gebaseerd op een aantal metingen aan een deel van de voor de sector representatieve locaties;
- C voor een getal gebaseerd op een beperkt aantal metingen, aangevuld met schattingen op basis van de technische kennis van het proces;

- D voor een getal gebaseerd op een gering aantal metingen, aangevuld met schattingen op basis van aannames;
- E voor een getal gebaseerd op een technische berekening op basis van een aantal aannames.

De emissieverklarende variabele, het aantal gebouwen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, is behoorlijk nauwkeurig gekend en de verdeling per bouwtype kon op basis van de beschikbare gegevens afgeleid worden. Voor dit onderdeel is de betrouwbaarheidsklasse A.

De emissiefactoren zijn uitgedrukt per bouwtype. Per bouwtype kan het werkelijk blootgestelde metaaloppervlak behoorlijk variëren afhankelijk van de werkelijke grootte van het gebouw en de gebruikte materialen. Daarom wordt aan deze factoren klasse C toegekend.

De belangrijkste emissieroute is de riolering. Het rioleringsnetwerk is goed gekend zodat classificatie A toegekend kan worden.

De ruimtelijke spreiding (regionalisatie) van de gebouwen (per bouwtype) is eveneens goed gekend. Dit onderdeel krijgt ook een classificatie A.

Tabel 10: Betrouwbaarheid onderdelen emissieberekening.

Onderdeel emissieberekening	Betrouwbaarheidsklasse
Emissieverklarende variabele	A
Emissiefactoren	C
Emissieroutes naar water	A
Regionalisatie	A

Verbeterpunten:

- Emissiefactoren per bouwtype uitgedrukt in functie van gebouwdimensies kunnen bijdragen tot een betere kwantificatie van de emissies op voorwaarde dat eveneens de geschikte EVV data beschikbaar zijn. Voor de emissieverklarende variabele zijn in dat geval gegevens over de gebouwdimensie nodig.

## 9 Referenties

- [1] Van der Most, P.F.J. *et al.* (1998). Methoden voor de bepaling van emissies naar lucht en water. Publicatiereeks Emissieregistratie, nr. 44.
- [2] Syncera (2006). Emissie-inventaris Water voor Vlaanderen – Metalen, Factsheet “Corrosie van bladlood van gebouwen”
- [3] Syncera (2006). Emissie-inventaris Water voor Vlaanderen – Metalen, Factsheet “Corrosie van koperen oppervlakken van gebouwen”
- [4] Syncera (2006). Emissie-inventaris Water voor Vlaanderen – Metalen, Factsheet “Corrosie van bladzinken oppervlakken van gebouwen”

- [5] SitEX, databank aangeleverd door BIM, Brussels Instituut voor Milieubeheer: Situation Existante de fait databank van AATL, Versie 2010
- [6] emf\_bati.shp, GIS bestand aangeleverd door BIM, Brussels Instituut voor Milieubeheer: Urbis shapefile UrbAdm\_Bu (Urbis versie 2011).

Emissies naar het oppervlaktewater in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

## **Gebouwen – Corrosie van roestvrij staal**

Opgemaakt door VITO

In opdracht van Leefmilieu Brussel - BIM

**2014**

## **1 Omschrijving emissiebron**

Deze factsheet beschrijft de emissies van nikkel en chroom door corrosie van roestvrijstaal aan de buitenzijde van industriële bouwconstructies (gebouwen en procesinstallaties).

Emissies door corrosie van industriële gebouwen en installaties worden beschouwd als diffuse bronnen. Er wordt aangenomen dat bedrijfsterreinen ter hoogte van gebouwen en procesinstallaties verhard zijn waardoor het afstromend regenwater via runoff in de regenwaterafvoer terecht komt. De emissies worden via runoff volledig (100%) getransporteerd naar de riolering indien het terrein in gerioleerd gebied ligt. Het rioolstelsel bepaalt of deze emissies via de riolering direct naar oppervlaktewater gaan (collector mondt uit in waterloop) dan wel of deze emissies op een RWZI terechtkomen (indirect route).

## **2 Berekeningswijze van de emissies**

De emissies worden berekend door de vermenigvuldiging van een emissieverklarende variabele (EVV), hier het blootgestelde oppervlak roestvrijstaal op industrieterreinen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, met een emissiefactor (EF) per stof, uitgedrukt in emissie per eenheid van de emissieverklarende variabele.

$$E_s = EVV \times EF$$

Waarbij:

$E_s$  = Emissie van stof s (kg/jaar)

EVV = blootgestelde oppervlak roestvrijstaal op industrieterreinen (m<sup>2</sup>)

EF = Emissiefactor voor stof s (g/m<sup>2</sup>)

## **3 Emissieverklarende variabele/basisgegevens**

De emissieverklarende variabele is de blootgestelde oppervlakte roestvrij staal. Op basis van Nederlandse cijfers over het gebruik van roestvrijstaal in industriële bouwwerken en het landgebruik, werd in de Nederlandse emissie-inventaris de blootgestelde oppervlakte roestvrij staal gerelateerd aan de grondoppervlakte van industriezones en havengebieden [2]. Deze relatie is toegepast om voor het Brussels Hoofdstedelijk gewest de oppervlakte roestvrij staal van industriële bouwwerken te schatten. De grondoppervlakte van industriezones en havengebieden werd afgeleid uit het bestemmingsplan van het Brusselse Gewest (PRAS), waaruit de categorieën “Zone de transport et d’activités portuaires” en “Zone d’industries urbaines” werden geselecteerd.

De totale oppervlakte industrie- en haventerreinen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest bedraagt 7818177 m<sup>2</sup>. De blootgestelde oppervlakte roestvrijstaal wordt geschat op 9.1% van de oppervlakte van industrie- en haventerreinen [2]. Voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest resulteert dit in een blootgestelde oppervlakte roestvrijstaal van 711454 m<sup>2</sup>.

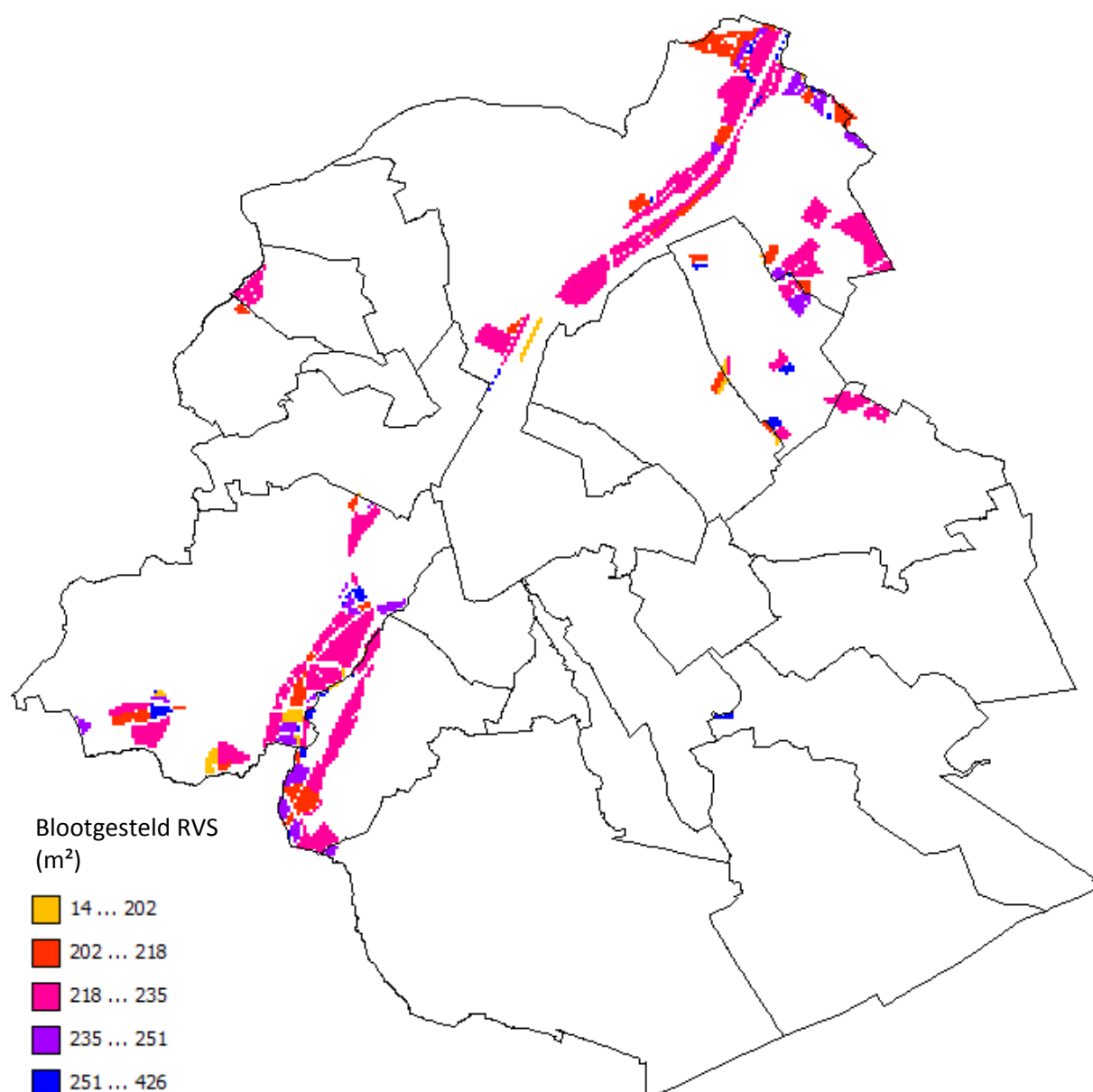
## 4 Emissiefactoren

De emissiefactoren zijn overgenomen uit de factsheet “Corrosie roestvast staal - Industrie” van de Nederlandse emissie-inventaris water [2]. Daarin werden op basis van de literatuurreferenties [3][4][5][6][7][8] volgende emissiefactoren afgeleid:

- Chroom: 0.3 mg per m<sup>2</sup> blootgestelde oppervlakte roestvrijstaal per jaar,
- Nikkel: 0.5 mg nikkel per m<sup>2</sup> blootgestelde oppervlakte roestvrijstaal per jaar.

## 5 Geografische spreiding

Voor de geografische spreiding van de emissies door corrosie van roestvrijstaal van industriële constructies is gebruik gemaakt van het bestemmingsplan van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (PRAS).



## 6 Emissieroutes en bruto-netto-emissies

De totale bruto-emissie wordt berekend zoals is beschreven in de paragraaf “berekeningswijze”. De netto-emissie wordt berekend of geschat op basis van gegevens of veronderstellingen over de weg die de emissies volgen naar de verschillende waterlopen.

Definitie bruto emissie: emissie door de punt en diffuse bronnen

Definitie netto emissie: deel van de bruto emissie die effectief in de waterloop terecht komt (vracht)

### 6.1 Emissieroutes

De voornaamste emissieroute voor de corrosie emissies van industriële gebouwen is indirect transport naar oppervlaktewater via de riolering. Er wordt aangenomen dat bedrijfsterreinen ter hoogte van gebouwen en procesinstallaties verhard zijn waardoor de bruto emissies in de runoff transportroute terecht komen. Indien de terreinen in gerioleerd gebied liggen, worden de emissies via runoff volledig (100%) getransporteerd naar de riolering.

Onderstaande tabel geeft de netto emissies van metalen (som) naar oppervlaktewater per transportroute en het procentueel aandeel van de verschillende transportroutes. Voor de individuele metalen die vrij komen bij corrosie van roestvrij staal aan de buitenzijde van industriële gebouwen (Cu en Ni) zijn de emissies per transportroute beschikbaar in de emissie-inventaris tool WEISS-BHG die de volledige database van de opgemaakte emissie-inventaris voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest omvat.

*Tabel 1: Netto emissies van metalen door corrosie roestvrij staal aan de buitenzijde van industriële gebouwen. Netto emissies naar oppervlaktewater per transportroute en procentueel aandeel van de verschillende routes.*

Stof	Zone	Type	Emissie (g)	Percentage
<b>Metalen</b>	Totaal	Waternetwerk en grondwater	0	0
<b>Metalen</b>	Totaal	Regenwater riolering (private)	0	0
<b>Metalen</b>	Totaal	Niet gekoppeld aan IWZI	0	0
<b>Metalen</b>	Totaal	IWZI	0	0
<b>Metalen</b>	Totaal	Behandelingsbekken	149	55,09
<b>Metalen</b>	Totaal	Stormwater bekken	42	15,55
<b>Metalen</b>	Totaal	Niet gekoppeld aan RWZI	54	20,07
<b>Metalen</b>	Totaal	Regenwater riolering	0	0
<b>Metalen</b>	Totaal	Overstort	21	7,85
<b>Metalen</b>	Totaal	Afstroming	4	1,44
<b>Metalen</b>	Totaal	Netto emissie in oppervlakte water	271	100

### 6.2 Bruto emissies

Tabel 2 geeft de emissies voor de verschillende stoffen per jaar weer, uitgedrukt in kg/jaar. De emissies zijn berekend door vermenigvuldiging van de emissiefactoren met de emissieverklarende variabele.



Tabel 2: Bruto emissies door corrosie van blootgestelde oppervlakken roestvrijstaal van industriële constructies in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

Stofnaam	Symbool	Bruto Emissie (kg/jaar)
Chroom	Cr	0.213
Nikkel	Ni	0.355

### 6.3 Netto emissies

Onderstaande tabel geeft de netto emissies van metalen naar oppervlaktewater afkomstig van corrosie van roestvrij staal aan de buitenzijde van industriële gebouwen, uitgedrukt in g/jaar. De netto emissies zijn weergegeven per ontvangend oppervlaktewaterlichaam (Kanaal, Woluwe, Zenne) en gesommeerd voor het volledig Brussels Hoofdstedelijk Gewest (totaal).

Tabel 3: Netto emissies van metalen naar oppervlaktewater (Kanaal, Woluwe, Zenne) afkomstig van corrosie van staal aan de buitenzijde van industriële gebouwen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest en procentueel aandeel van de ontvangende waterlichamen.

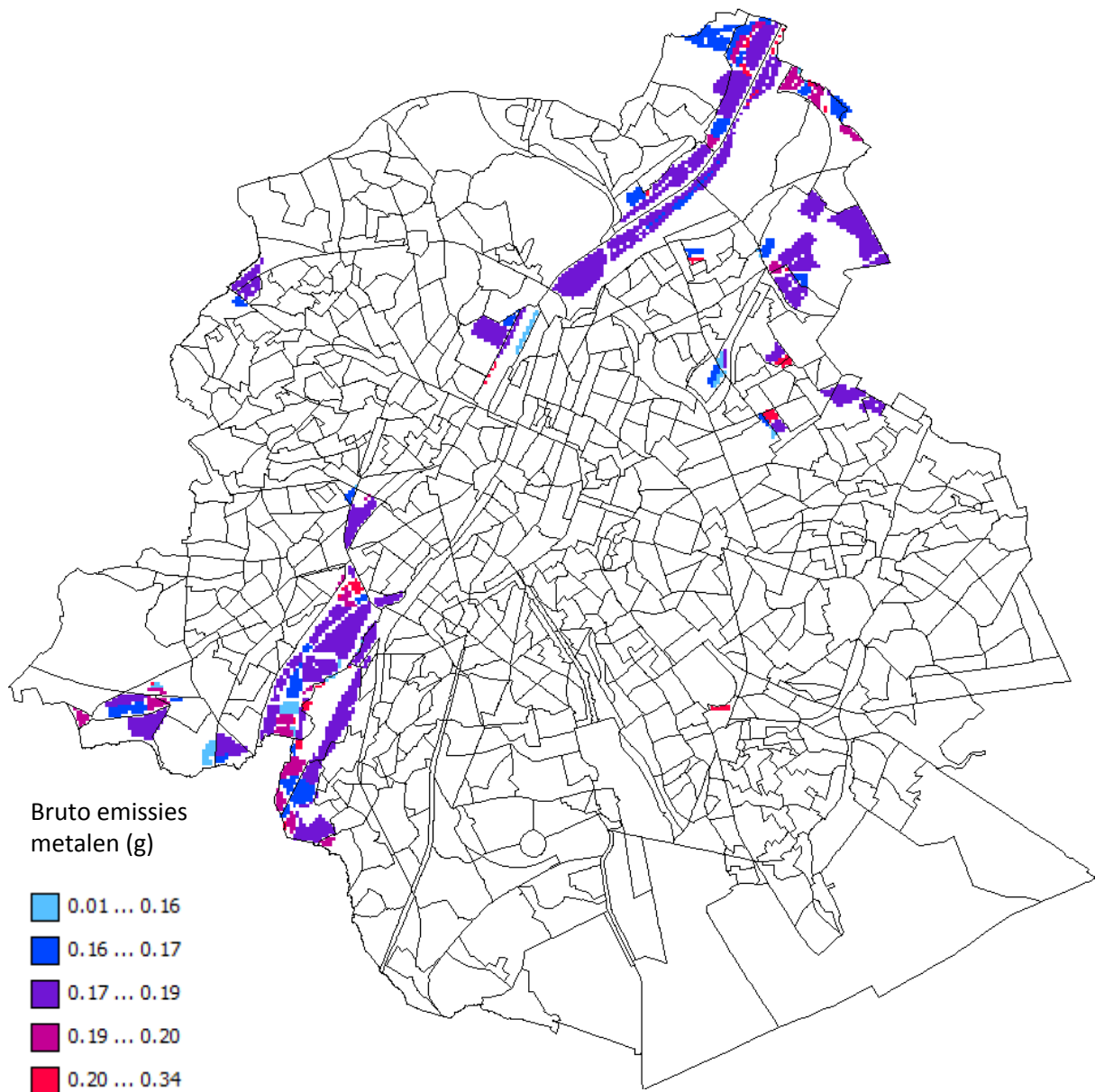
Stof	Zone	Type	Netto emissie (g)	Percentage
<b>Metalen</b>	kanaal	Corrosie roestvrij staal	16	7,79
<b>Metalen</b>	zenne	Corrosie roestvrij staal	184	92,17
<b>Metalen</b>	woluwe	Corrosie roestvrij staal	0	0
<b>Metalen</b>	Totaal	Corrosie roestvrij staal	200	100

Onderstaande tabellen geven de bruto en netto emissies van metalen naar oppervlaktewater afkomstig van corrosie van roestvrij staal aan de buitenzijde van industriële gebouwen, uitgedrukt in g/jaar. De emissies zijn weergegeven per zuiveringszone (niet-gerioleerd, niet-gezuiverd (riolering nog niet aangesloten op WZI), RWZI Noord, RWZI Zuid) en gesommeerd voor het volledig Brussels Hoofdstedelijk Gewest (totaal).

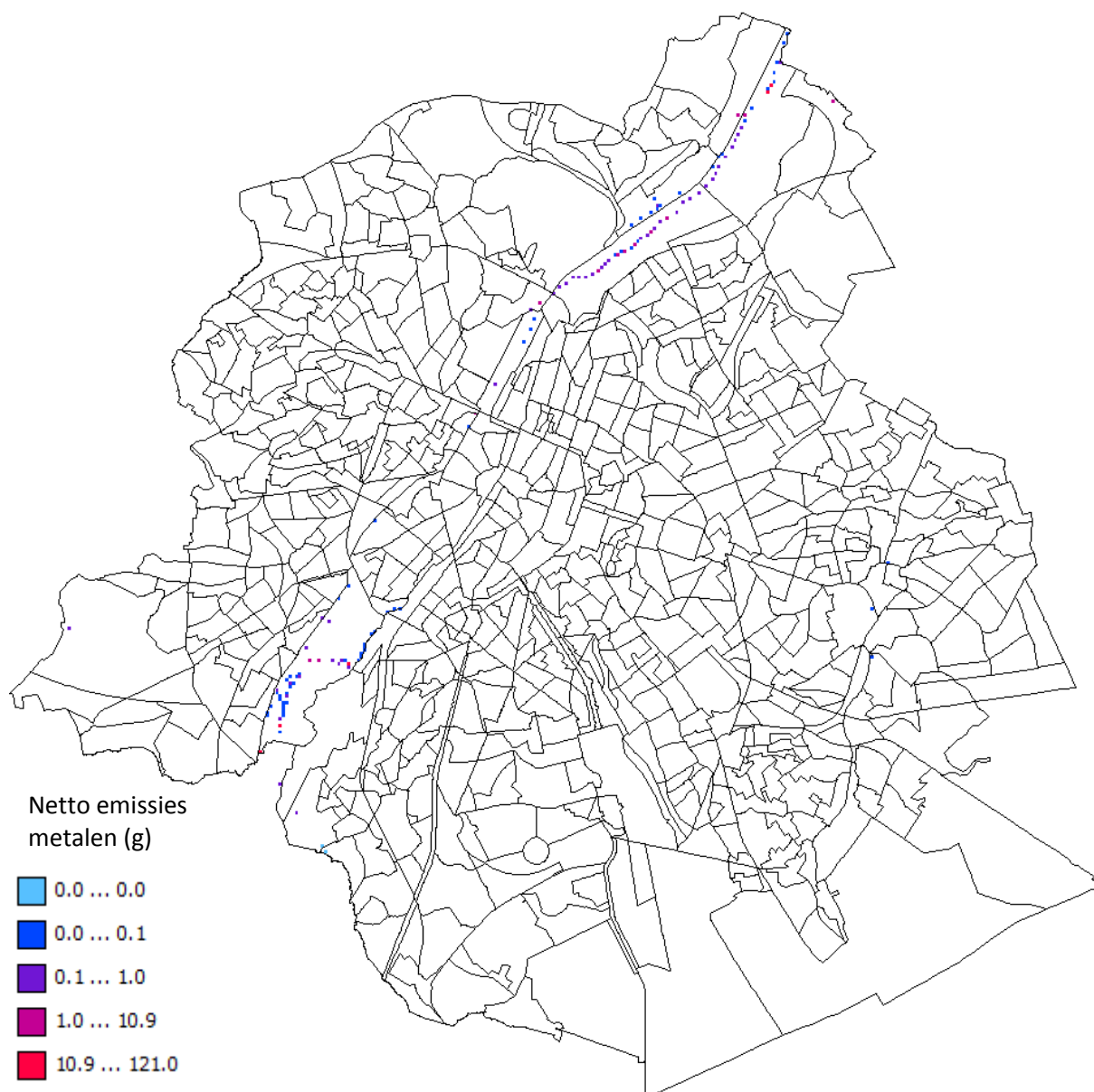
Tabel 4: Bruto en netto emissies naar oppervlaktewater in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest afkomstig van corrosie van roestvrij staal aan de buitenzijde van industriële gebouwen. De emissies zijn weergegeven per zuiveringszone en gesommeerd voor het volledig Brussels Hoofdstedelijk Gewest (totaal). De beschouwde zuiveringszones zijn: niet-gerioleerde gebieden, gebieden waar de riolering nog niet aangesloten is op een WZI (niet gezuiverd), gerioleerde gebieden aangesloten op RWZI Noord en gerioleerde gebieden aangesloten op RWZI Zuid.

Stof	Zone	Bron	Bruto emissies naar water	Netto emissies	Percentage
<b>Metalen</b>	niet gerioleerd	Corrosie roestvrij staal	0	0,1063	
<b>Metalen</b>	niet gezuiverd	Corrosie roestvrij staal	81,4672	22,5615	27,69
<b>Metalen</b>	RWZI Noord	Corrosie roestvrij staal	301,1951	156,1033	51,83
<b>Metalen</b>	RWZI Zuid	Corrosie roestvrij staal	183,212	92,126	50,28
<b>Metalen</b>	Totaal	Corrosie roestvrij staal	565,8743	270,8971	47,87

## 7 Koppeling van de gegevens aan GIS-data en kwantificering



*Figuur 1 Geografische spreiding van de bruto emissies (metalen) ten gevolge van corrosie van roestvrij staal aan de buitenzijde van industriële gebouwen.*



*Figuur 2: Geografische spreiding van de netto emissies (metalen) ten gevolge van corrosie van roestvrij staal aan de buitenzijde van industriële gebouwen.*

## 8 Betrouwbaarheid en verbeterpunten

Bij de classificatie van de kwaliteit van de informatie wordt zoveel mogelijk aangesloten bij de werkwijze die in de publicatiereeks Emissieregistratie wordt aangehouden [1]. Deze werkwijze is gebaseerd op de methodiek van CORINAIR (COrRe emission INventories AIR). Hierbij worden de volgende kwaliteitsclassificaties aangehouden:

- A voor een getal gebaseerd op een groot aantal metingen aan representatieve locaties;
- B voor een getal gebaseerd op een aantal metingen aan een deel van de voor de sector representatieve locaties;
- C voor een getal gebaseerd op een beperkt aantal metingen, aangevuld met schattingen op basis van de technische kennis van het proces;

- D voor een getal gebaseerd op een gering aantal metingen, aangevuld met schattingen op basis van aannames;
- E voor een getal gebaseerd op een technische berekening op basis van een aantal aannames.

De emissieverklarende variabele, de blootgestelde oppervlakte roestvrij staal is geschat op basis van de grondoppervlakte van industrie- en haventerreinen. Dit is met de beschikbare gegevens, de best mogelijke, maar een onzekere schatting. Voor dit onderdeel is de betrouwbaarheidsklasse E van toepassing.

De emissiefactoren zijn afgeleid op basis van gegevens uit verschillende studies. Daarom wordt aan deze factoren klasse B toegekend.

De belangrijkste emissieroute is de riolering. Het rioleringsnetwerk is goed gekend zodat classificatie A toegekend kan worden.

De ruimtelijke spreiding (regionalisatie) van de industrie- en haventerreinen is eveneens goed gekend. Dit onderdeel krijgt ook een classificatie A.

Tabel 5: Betrouwbaarheid onderdelen emissieberekening.

Onderdeel emissieberekening	Betrouwbaarheidsklasse
Emissieverklarende variabele	E
Emissiefactoren	B
Emissieroutes naar water	A
Regionalisatie	A

Verbeterpunten:

- Belangrijkste verbeterpunt is een betere schatting of kwantificatie van de emissieverklarende variabele, de blootgestelde oppervlakte roestvrij staal, op basis van gegevens over de industriële bouwconstructies. De schatting op basis van de grondoppervlakte van industrie- en haventerreinen, is met de huidige beschikbare gegevens, de best mogelijke aanpak, maar het is een behoorlijk onzekere schatting.

## 9 Referenties

- [1] Van der Most, P.F.J. *et al.* (1998). Methoden voor de bepaling van emissies naar lucht en water. Publicatiereeks Emissieregistratie, nr. 44.
- [2] Rijkswaterstaat - Waterdienst, Deltares, TNO (2013). Emissieschattingen Diffuse bronnen, Factsheet "Corrosie roestvast staal industrie". Emissieregistratie, [www.emissieregistratie.nl](http://www.emissieregistratie.nl)
- [3] Houska (2000). Metals for corrosion resistance: Part II. The construction specifier, November 2000.
- [4] Houska (2002). Stainless steels in architecture, buildings and Construction. NIDI publication.
- [5] Berggren D., Bertling S., Heijerick D., Herting G., Koundakjian P., Leygraf C., Odnevall Wallinder, I. (2004). Release of chromium, nickel and iron from stainless steel exposed under atmospheric

conditions and the environmental interaction of these metals. A combined field and laboratory investigation. Eurofer report.

- [6] Odnevall Wallinder I., Lu, Bertling S., Leygraf C. (2002). Release rates of chromium and nickel from 304 and 316 stainless during urban atmospheric exposure – a combined field and laboratory study. Corrosion Science 44, 2303-2319.
- [7] Centro Sviluppo Materiali S.p.A., Technical Bulletin Atmospheric corrosion resistance of steel sheets for Construction use.  
[http://www.acciaiterni.com/file/Vivinox/atmospheric\\_corrosion\\_resistance.pdf](http://www.acciaiterni.com/file/Vivinox/atmospheric_corrosion_resistance.pdf)
- [8] NIDI (1989). Technical Manual for the Design and Construction of Roofs of Stainless Steel Sheet, NiDI publication No. 12 006, Japanese Stainless Steel Association, and the Nickel Development Institute.

Emissies naar het oppervlaktewater in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

## **Wegverkeer - Bandenslijtage**

Opgemaakt door VITO

In opdracht van Leefmilieu Brussel - BIM

**2014**

## 1 Omschrijving emissiebron

Deze factsheet beschrijft de emissies ten gevolge van slijtage van banden van wegvoertuigen. De slijtage van banden veroorzaakt emissies van bandenstof dat bestaat uit fijn stof, grof stof, metalen en PAKs. In deze factsheet worden de emissies van metalen en PAKs gekwantificeerd.

De grootte van de emissies door bandenslijtage varieert met het type voertuig en het type weg. Hoe zwaarder het voertuig, hoe groter de emissies. Het type weg is maatgevend voor het rijgedrag (remmen, snelheid, versnelling, start-stop), wat mede de mate van bandenslijtage bepaalt.

Emissies door bandenslijtage van wegverkeer worden beschouwd als een diffuse bron. De emissies worden via runoff volledig (100%) getransporteerd naar de riolering indien de weg in gerioleerd gebied ligt.

## 2 Berekeningswijze van de emissies

De emissies worden berekend door de vermenigvuldiging van een emissieverklarende variabele (EVV), hier het aantal afgelegde voertuigkilometers in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, met een emissiefactor (EF) per stof, uitgedrukt in emissie per eenheid van de EVV.

$$E_s = EVV \times EF$$

Waarbij:

$E_s$  = Emissie van stof s (g/voertuigkilometer)

EVV = Voertuigkilometers in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (miljoen km/jaar)

EF = Emissiefactor voor stof s (kg/jaar)

De emissiefactor per stof wordt berekend als een fractie van de door slijtage vrijgestelde hoeveelheid stofdeeltjes. Daarbij wordt rekening gehouden met het gehalte van de betreffende stof in voertuigbanden.

## 3 Emissieverklarende variabele/basisgegevens

De emissieverklarende variabele is het aantal voertuigkilometer per wegtype (autosnelweg, gewestweg en gemeenteweg) en het voertuigtype (motor, personenwagen, lichte vrachtwagen, vrachtwagen en bus). Deze cijfers voor het jaar 2010 die hiervoor gebruikt werden, werden verzameld door het FOD Mobiliteit en Vervoer voor de publicaties van de verkeerstellingen en worden uitgedrukt per miljoen kilometer.

Tabel 1: Aantal voertuigkilometer ( $10^6$  km) afgelegd binnen het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, per voertuigtype en per type weg (FOD Economie en Mobiliteit).

Afgelegde voertuigkilometers in het BHG in 2010 (miljoen km/jaar)			
Voertuigtype	Autosnelwegen	Gewestwegen	Gemeentewegen
Motor	2.4	14.7	14.0
Personenwagen	350.3	1753.8	973.0
Bestelwagen	34.1	346.4	113.0
Vrachtwagen	44.6	78.0	6.0
Bus	2.8	36.9	2.0

#### 4 Emissiefactoren

Rubber van banden bevat PAKs en beperkte gehalten (zware) metalen die een bijdrage leveren aan de emissies.

##### **PAK in autobanden**

De PAK emissiefactoren voor bandenslijtage zijn gebaseerd op beschikbare literatuur over de vrijstelling van grof en fijn stof bij slijtage van voertuigbanden en de samenstelling van het materiaal. Voor emissies naar water wordt enkel grof stof meegenomen. Er kan aangenomen worden dat fijn stof emissies naar het compartiment lucht gaan.

Een samenvattend overzicht van de beschikbare data m.b.t. de stofemissies door bandenslijtage is gegeven in [4]. In Tabel 2 staan de afgeronde gemiddelde emissies aan grof en fijn stof door bandenslijtage per voertuigcategorie.

Tabel 2: Emissie van grof stof door bandenslijtage per voertuigcategorie

voertuigklasse	Bandenslijtage (mg/voertuigkilometer)	
	Grof stof	Fijn stof (PM10)
Motor	50	2.5
Personenwagen	100	5
Bestelwagen	140	7
Vrachtwagen	600	30
Bus	360	18

Er zijn verschillende studies uitgevoerd betreffende PAK in autobanden, maar het type en de toestand van de onderzochte banden en de beschouwde PAK componenten varieert. De gemeten PAK gehalten liggen bijgevolg soms ver uiteen. Tabel 3 toont een overzicht van de beschikbare gegevens per PAK-component en

Tabel 4 geeft een overzicht van de totaal PAK gehalten vermeld in diverse studies.

In [6] zijn twee verschillende banden geanalyseerd maar het is onbekend om welke type band het gaat en of het eventueel gaat om banden met een laag PAK gehalte in de extender-olie. In [7] wordt verwezen naar een Zweedse studie met PAK-gehalten van extender-oliën met hoog aroma gehalte [8]. Aromatische extender-oliën worden toegevoegd aan de loopvlakrubber van banden. Deze oliën



zijn de voornaamste bron van PAKs in autobanden. Gecombineerd met de gemiddelde gehalten aromatische extender-oliën in banden vermeld in [7], is het PAK-gehalte in banden berekend. De analyse van de extender-olie reduceert de meetfout door ontsluiting van PAK uit bandenrubber, maar het vermelde gehalte oliën in banden varieert van 10% tot 37%, waardoor de PAK gehalten in banden behoorlijk kunnen verschillen. In [11] zijn gebruikte en nieuwe banden verzameld en geanalyseerd. In [9] en [10] zijn vermalen autobanden onderzocht die gebruikt worden als bodemvulling voor sportvelden. Er dient bij deze cijfers dus rekening gehouden te worden met eventuele opgetreden uitloging.

In Tabel 3 is duidelijk dat de geanalyseerde PAK componenten variëren tussen de verschillende studies. De studies [6], [9] en [10] hebben de meeste PAK componenten onderzocht. Het gemiddeld VROM-PAK+BbF gehalte in autobanden bedraagt op basis van Tabel 3 ongeveer 38 ( $\pm 17$ ) mg/kg. Het gemiddeld PAK-16 gehalte bedraagt ongeveer 58 ( $\pm 17$ ) mg/kg

Andere literatuurbronnen vermelden geen individuele componenten maar wel een totaal PAK gehalte. Een overzicht daarvan is gegeven in

Tabel 4. Echter, in verschillende studies worden andere en meer of minder componenten in beschouwing genomen voor de bepaling van het totaal PAK gehalte. Daardoor lopen ook de gerapporteerde totaal gehalten behoorlijk uiteen.

Op basis van de cijfers in Tabel 3 en

Tabel 4 is in [4] een representatief PAK profiel opgesteld voor autobanden. Dit profiel is overgenomen in [3] en aangevuld met de PAK-16 componenten acenafteen, acenaftyleen, fluoreen en pyreen die ontbraken in het PAK profiel van [4]. De aanvulling is gebaseerd op de cijfers in Tabel 3, waarbij per component het gemiddelde gehalte berekend werd. In het algemene PAK profiel is vervolgens voor de ontbrekende componenten (acenafteen, acenaftyleen, fluoreen en pyreen) hetzelfde gehalte aangehouden als voor componenten met vergelijkbaar gehalte o.b.v. Tabel 3. Het resulterende PAK-16 profiel uit [3] is weergegeven in Tabel 5 waar de aangevulde gehalten cursief zijn aangeduid. Dit PAK-16 profiel uit [3] is eveneens aangehouden voor het kwantificeren van de emissies door bandenslijtage in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

**Tabel 3**

PAK-component	PAK-16	PAK-10 (VROM)	Gehalte in loopvlak rubber (mg/kg)						
			[6]		[7] [8]	[9]	[10]	[11]	
			PA	VA	PA	PA	PA	PA	VA
acenafteen	x		0.1	1		0.3	0.2		
acenaftyleen	x		0.4	0.3		5.6	0.6		
anthraceen	x	x	0.7	0.1	0.8	0.8	2.0	0.8	0.1
benzo(a)anthraceen	x	x	1.0	0.7	4.4	8.5	1.3	0.8	0.9
benzo(a)pyreen	x	x	3.0	0.4	1.7	3	2.1	1.3	2.6
benzo(b)fluorantheen	x	x			9.5	3.3	2.4		
benzo(b,j,k)fluorantheen		x	3.8	1.9		5.8	3	1.8	2.1
benzo(e)pyreen					14.7			5.5	5.9
benzo(g,h,i)peryleen	x	x	0.5	2.4	2.3	6	3.6	12.9	7.3
benzo(k)fluorantheen	x		3.8	1.9	4.2	5.8	3	1.8	2.1
chryseen	x	x	7.0	2.3	51.3	6	2.2	5.5	5.3
dibenzo(a,h)anthraceen	x		0.1	0.2	0.7	0.5	1.1	1.2	0.8

fenanthreen	x	x	4.2	2.3		4.3	5.5		
fluorantheen	x	x	7.4	3.8	1.4	4.3	7.5	9.4	15.4
fluoreen	x		0.1	4.4		0.2	0.4		
indeno(1,2,3-c,d)pyreen	x	x	0.1	0.4	0.8	0.2	0.8	2.3	1.0
naftaleen	x	x	2.7	4.5		0.6	0.4		
pyreen	x		14	3.5	3.3	17	23.5	24.2	33.2
<b>PAK-16</b>			45.1	28.2	80.4	66.4	56.6	60.2	68.7
<b>PAK-10 (VROM) + BbF</b>			30.4	18.8	72.2	42.8	30.8	34.8	34.7

Tabel 4: totaal PAK gehalte in banden volgens verschillende literatuurbronnen

Totaal PAK gehalte in banden (mg/kg) per voertuigklassen						
Referentie	vrachtauto			Personenauto		
	min.	max.	gem.	min.	max.	gem.
[12]	13.5	31.5	22.5	18	112	65
[13]				30	360	195
[9]						62
[10]						67
[14]			14			33
[15][17]						47
[16][17]			90			112

Tabel 5: Gehalte per PAK-16 component zoals gehanteerd in de emissiefactoren voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

PAK-component	Gehalte in loopvlakrubber (mg/kg)	
acenaftheen	1.7	idem als *
acenaftyleen	5.4	idem als **
anthraceen	2.1	
benzo(a)anthraceen	6.5	
benzo(a)pyreen	5.4	**
benzo(b)fluorantheen	16.4	
benzo(ghi)peryleen	12.6	
benzo(k)fluorantheen	9.1	
chryseen	24	***
dibenzo(a,h)anthraceen	1.7	*
fenanthreen	10.9	
fluorantheen	19.1	
fluoreen	1.7	idem als *
indeno(1,2,3-c,d)pyreen	2	
naftaleen	7.2	
pyreen	24	idem als **

<b>Totaal PAK-16</b>	<b>149.8</b>	
----------------------	--------------	--

Recentere literatuur met metingen van het PAK gehalte in banden wijzen op een daling van de het PAK gehalte in nieuwere banden (). Verder is in EU-directieve EG 76/769 (EU, 2005) bepaald dat vanaf 1 januari 2010 geen banden meer op de markt mogen komen, geproduceerd met aromatische oliën die meer dan 1 mg/kg benzo(a)pyreen of meer dan 10 mg/kg van de EU-PAKs bevatten. Voor deze studie met als referentiejaar 2010 is dit nog niet in rekening gebracht omdat aangenomen kan worden dat in 2010 slechts een gering aandeel van wagens uitgerust is met banden conform de nieuwe regelgeving.

**Tabel 6: Recentere literatuurwaarden voor PAK componenten in autobanden (niet meegenomen in de huidige emissiefactoren)**

PAK-component	PAK-16	PAK-10 (VROM)				
			[17]	[17]	[18]	[19]
			*	**		
acenaftheen	x		0.4	0.4		0.1
acenaftyleen	x		0.3	0.8		0.1
anthraceen	x	x	6.6		4.3	0.1
benzo(a)anthraceen	x	x	1.2			0.1
benzo(a)pyreen	x	x	0.3	1.4		0.1
benzo(b)fluorantheen	x	x	0.7	1.2		0.1
benzo(b,j,k)fluorantheen		x				
benzo(e)pyreen						0.9
benzo(g,h,i)peryleen	x	x	0.6	4.3	17.8	1.8
benzo(k)fluorantheen	x		0.6	0.5		0.9
chryseen	x	x	3.9	3.9		3
dibenzo(a,h)anthraceen	x					0.9
fenanthreen	x	x				0.9
fluorantheen	x	x	9.6			1.6
fluoreen	x					
indeno(1,2,3-c,d)pyreen	x	x	0.7			
naftaleen	x	x	0.1	0.6		
pyreen	x					
<b>PAK-16</b>			<b>25.0</b>	<b>13.1</b>	<b>22.1</b>	<b>9.7</b>
<b>PAK-10 (VROM) + BbF</b>			<b>23.7</b>	<b>11.4</b>	<b>22.1</b>	<b>7.7</b>

\* vermalen autobanden gebruikt als instrooirubber op sportvelden (kunstgrasveld); analyse van rubber dat van velden gehaald werd

\*\* vermalen autobanden bedoeld als instrooirubber voor kunstgrasvelden; analyse van vermalen banden die nog niet waren ingestrooid

De emissiefactoren zijn berekende op basis van de slijtage en de samenstelling van autobandrubber. Vermenigvuldiging van de gemiddelde grof stof emissies per afgelegde voertuigkilometer (Tabel 2) met het PAK gehalte in het rubberen loopvlak van de banden (Tabel 5) resulteert in gemiddelde emissiefactoren per voertuigtype. Daar bandenslijtage toeneemt wanneer er meer geremd en geacceleereerd wordt, zijn de emissiefactoren gedifferentieerd naar twee types rijgedrag gekoppeld aan het wegtype. Er wordt onderscheid gemaakt tussen traag verkeer met frequent remmen en versnellen (in [2] en [3] benoemd als verkeer binnen de bebouwde kom) en snel verkeer met minder frequent remmen en versnellen (in [2] en [3] benoemd als verkeer buiten de bebouwde kom).

Volgende correctiefactoren zijn aangehouden voor het verschil in rijgedrag: vermenigvuldiging van de gemiddelde emissiefactoren met 1.5 voor traag verkeer en vermenigvuldiging van de gemiddelde emissiefactoren met 0.75 voor snel verkeer.

### **Metalen in autobanden**

Bandenrubber bevat zware metalen die een bijdrage leveren aan de emissies. Voor de meeste zware metalen is het gehalte in bandenrubber <200 mg/kg. Enkel zink komt in aanzienlijke hogere concentraties voor (9.5-17 g/kg). Dit omdat ZnO als katalysator in het vulkanisatieproces wordt toegevoegd [4][25][26][27].

Voor de metalen arseen, cadmium, chroom, koper, kwik, nikkel en zink zijn de emissiefactoren overgenomen uit de Vlaamse Emissie-inventaris Water [2]. Voor de andere metalen vermeld in Voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest wordt aangenomen dat op de gewest- en gemeentewegen voornamelijk traag verkeer met veel remmen en accelereren voorkomt, terwijl op autosnelwegen minder geremd en geaccelereerd wordt. Dit resulteert in twee sets (per wegtype) emissiefactoren per voertuigtype. De emissiefactoren per voertuigtype op autosnelwegen, gewestwegen en gemeentewegen zijn weergegeven in respectievelijk **Error! Not a valid bookmark self-reference.** en *Tabel 5*. De emissiefactor voor Seleen is ter informatie toegevoegd in de tabellen. Voor Seleen zijn echter geen emissies gekwantificeerd omdat deze stof niet weerhouden is als te kwantificeren pollutant in de huidige emissie-inventaris voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

*Tabel 4* en *Tabel 8* zijn de emissiefactoren afgeleid van de emissiefactoren uit [2] rekening houdend met het metaalgehalte in banden van wegvoertuigen. Hiertoe is gebruik gemaakt van de beschikbare literatuurgegevens van metaalgehalten in banden van wegvoertuigen [4][21][22][23][24][25][26][27]. De kobalt-, mangaan- en seleengehalten zijn van dezelfde grootte als het chroomgehalte. Het antimoongehalte is van dezelfde grootte als het cadmiumgehalte. Het loodgehalte is een factor 10 groter dan het chroomgehalte. Het zilveragehalte is een factor 10 kleiner dan het arseengehalte. En het aluminiumgehalte is een factor 100 kleiner dan het zinkgehalte.

De metaalgehalten vermeld in recentere studies [12][20] zijn weinig verschillend van de voorgaande studies. Er is dus geen reden tot aanpassing van de emissiefactoren voor zware metalen.

de emissiefactoren per stof en per stofgroep zijn gegeven in onderstaande tabellen. De emissiefactoren variëren met het voertuigtype en het type weg. De aard van het voertuig en het rijgedrag (gemiddelde snelheid, aantal start-stop, versnelling etc. gerelateerd aan het wegtype) zijn bepalend voor de mate waarin bandenslijtage optreedt.

### **Emissiefactoren**

Voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest wordt aangenomen dat op de gewest- en gemeentewegen voornamelijk traag verkeer met veel remmen en accelereren voorkomt, terwijl op autosnelwegen minder geremd en geaccelereerd wordt. Dit resulteert in twee sets (per wegtype) emissiefactoren per voertuigtype. De emissiefactoren per voertuigtype op autosnelwegen, gewestwegen en gemeentewegen zijn weergegeven in respectievelijk **Error! Not a valid bookmark self-reference.** en *Tabel 8*. De emissiefactor voor Seleen is ter informatie toegevoegd in de tabellen. Voor Seleen zijn echter geen emissies gekwantificeerd omdat deze stof niet weerhouden is als te kwantificeren pollutant in de huidige emissie-inventaris voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

Tabel 7: Emissiefactoren voor bandenslijtage op autosnelwegen

Emissiefactoren (g/miljoen km) - Autosnelweg								
Stof-groep	Stofnaam	Symbool	motor	personen-wagen	bestel-wagen	vracht-wagen	bus	Ref.
Metalen	Zilver	Ag	0.0044	0.002	0.0029	0.02	0.011	[2]*
	Aluminium	Al	4.17	1.9	2.72	19.21	10.51	[2]*
	Arseen	As	0.044	0.02	0.029	0.2	0.11	[2]
	Cadmium	Cd	0.087	0.04	0.057	0.4	0.22	[2]
	Chroom	Cr	0.17	0.08	0.11	0.81	0.44	[2]
	Kobalt	Co	0.17	0.08	0.11	0.81	0.44	[2]*
	Koper	Cu	21	9.8	14	99	54	[2]
	Kwik	Hg	7	3.2	4.6	32	18	[2]
	Mangaan	Mn	0.17	0.08	0.11	0.81	0.44	[2]*
	Nikkel	Ni	0.87	0.4	0.57	4	2.2	[2]
	Lood	Pb	1.7	0.8	1.1	8.1	4.4	[2]*
	<i>Seleen</i>	<i>Se</i>	<i>0.17</i>	<i>0.08</i>	<i>0.11</i>	<i>0.81</i>	<i>0.44</i>	[2]*
	Antimoon	Sb	0.087	0.04	0.057	0.4	0.22	[2]*
	Zink	Zn	417	190	272	1921	1051	[2]
PAK-16	Acenafteen	Acenaft	0.12	0.06	0.12	0.74	0.45	[2]
	Acenaftyleen	Acenafty	0.41	0.2	0.41	2.43	1.46	[2]
	Antraceen	Ant	0.16	0.08	0.16	0.95	0.57	[2]
	Benzo(a)antraceen	B(a)A	0.49	0.24	0.49	2.93	1.76	[2]
	Benzo(a)pyreen	B(a)P	0.41	0.2	0.41	2.43	1.46	[2]
	Benzo(b)fluorantheen	B(b)Flu	1.23	0.62	1.23	7.38	4.43	[2]
	Benzo(k)fluorantheen	B(k)Flu	0.95	0.47	0.95	5.67	3.4	[2]
	Chryseen	Chr	0.68	0.34	0.68	4.1	2.46	[2]
	Dibezo(a,h)antraceen	dBz(ah)A	1.8	0.9	1.8	10.8	6.48	[2]
	Fenantreen	Fen	0.12	0.06	0.12	0.74	0.45	[2]
	Fluorantheen	Flu	0.82	0.41	0.82	4.91	2.94	[2]
	Fluoreen	Fluoreen	1.43	0.72	1.43	8.6	5.16	[2]
	Benzo(g,h,i)peryleen	B(ghi)Pe	0.12	0.06	0.12	0.74	0.45	[2]
	Indeno(1.2.3-cd)pyreen	IP	0.15	0.07	0.15	0.89	0.53	[2]
	Naftaleen	Naft	0.54	0.27	0.54	3.24	1.94	[2]
	Pyreen	Pyr	1.8	0.9	1.8	10.8	6.48	[2]

\* Emissiefactoren afgeleid van emissiefactoren uit [2] rekening houdend met de verhouding tussen metalen in banden van wegvoertuigen afgeleid uit metaalgehalten vermeld in de literatuur.


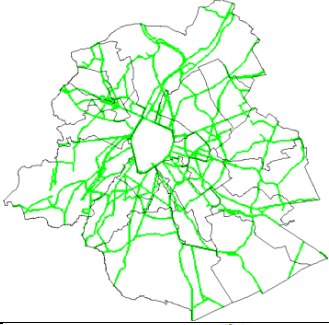



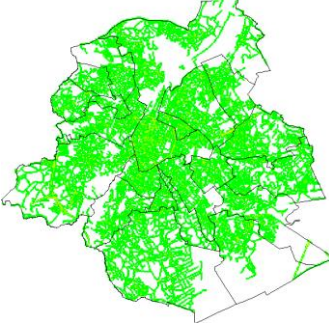

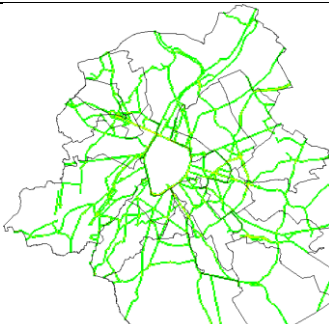


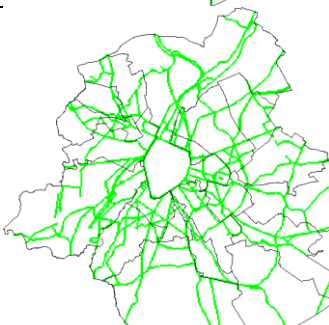

Tabel 8: Emissiefactoren voor bandenslijtage op Gewestwegen, Provinciewegen en Gemeentewegen

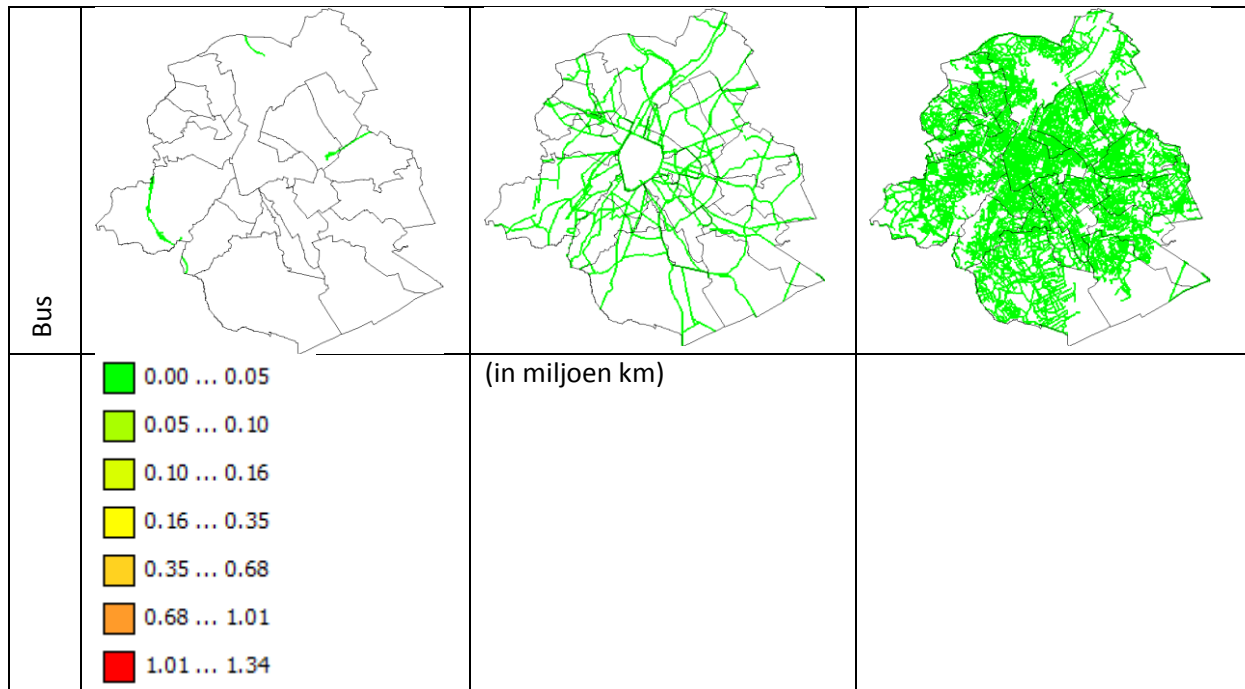
Emissiefactoren (g/miljoen km) – Gewestweg, Provincieweg en Gemeenteweg								
Stof-groep	Stofnaam	Symbool	motor	personen-wagen	bestel-wagen	vracht-wagen	bus	Ref.
Metalen	Zilver	Ag	0.0044	0.012	0.017	0.15	0.082	[2]*
	Aluminium	Al	4.17	11.24	16.31	143.5	78.3	[2]*
	Arseen	As	0.044	0.12	0.17	1.5	0.82	[2]
	Cadmium	Cd	0.087	0.24	0.34	3	1.6	[2]
	Chroom	Cr	0.17	0.47	0.68	6	3.3	[2]
	Kobalt	Co	0.17	0.47	0.68	6	3.3	[2]*
	Koper	Cu	21	58	84	737	402	[2]
	Kwik	Hg	7	19	27	241	131	[2]
	Mangaan	Mn	0.17	0.47	0.68	6	3.3	[2]*
	Nikkel	Ni	0.87	2.4	3.4	30	16	[2]
	Lood	Pb	1.7	4.7	6.8	60	33	[2]*
	<i>Seleen</i>	<i>Se</i>	<i>0.17</i>	<i>0.47</i>	<i>0.68</i>	<i>6</i>	<i>3.3</i>	[2]*
	Antimoon	Sb	0.087	0.24	0.34	3	1.6	[2]*
	Zink	Zn	417	1124	1631	14350	7830	[2]
PAK-16	Acenafteen	Acenaft	0.06	0.25	0.35	1.49	0.89	[3][2]
	Acenaftyleen	Acenafty	0.20	0.81	1.13	4.86	2.92	[3]
	Antraceen	Ant	0.08	0.32	0.44	1.89	1.13	[3][2]
	Benzo(a)antraceen	B(a)A	0.24	0.98	1.37	5.85	3.51	[3]
	Benzo(a)pyreen	B(a)P	0.20	0.81	1.13	4.86	2.92	[3][2]
	Benzo(b)fluorantheen	B(b)Flu	0.62	2.46	3.44	14.76	8.86	[3]
	Benzo(k)fluorantheen	B(k)Flu	0.47	1.89	2.65	11.34	6.8	[3][2]
	Chryseen	Chr	0.34	1.37	1.91	8.19	4.91	[3]
	Dibezo(a.h)antraceen	dBz(ah)A	0.90	3.6	5.04	21.6	12.96	[3][2]
	Fenantreen	Fen	0.06	0.25	0.35	1.49	0.89	[3]
	Fluorantheen	Flu	0.41	1.64	2.29	9.81	5.89	[3][2]
	Fluoreen	Fluoreen	0.72	2.87	4.01	17.19	10.3	[3]
	Benzo(g.h.i)peryleen	B(ghi)Pe	0.06	0.25	0.35	1.49	0.89	[3][2]
	Indeno(1.2.3-cd)pyreen	IP	0.07	0.3	0.42	1.78	1.07	[3]
	Naftaleen	Naft	0.27	1.08	1.51	6.48	3.09	[3][2]
	Pyreen	Pyr	0.90	3.6	5.04	21.6	12.96	[3]

\* Emissiefactoren afgeleid van emissiefactoren uit [2] rekening houdend met de verhouding tussen metalen in banden van wegvoertuigen afgeleid uit metaalgehalten vermeld in de literatuur

## 5 Geografische spreiding

Voor de geografische spreiding van de emissies van bandenslijtage door wegverkeer is gebruik gemaakt van de beschikbare digitale kaartgegevens van het wegennet in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest **Error! Reference source not found..** Er worden 3 wegtypes onderscheiden: autosnelwegen, gewestwegen en gemeentewegen. Het statistisch cijfer per wegtype en per voertuigtype (zie Emissie Verklarende Variabele) werd lineair gespreid over deze wegen.

	Autosnelweg	Gewestweg	Gemeenteweg
Motor			
Personenwagen			
Bestelwagen			
Vrachtwagen			



## 6 Emissieroutes en bruto-netto-emissies

De totale bruto-emissie wordt berekend zoals is beschreven in de paragraaf “berekenningswijze”. De netto-emissie wordt berekend of geschat op basis van gegevens of veronderstellingen over de weg die de emissies volgen naar de verschillende waterlopen.

Definitie bruto emissie: emissie door de punt en diffuse bronnen

Definitie netto emissie: deel van de bruto emissie die effectief in de waterloop terecht komt (vracht)

### 6.1 Emissieroutes

De voornaamste emissieroute voor wegverkeer is indirect transport naar oppervlaktewater via de riolering. Emissies door bandenslijtage worden beschouwd als een diffuse bron. De bruto emissies komen terecht in de runoff transportroute. Indien de weg in gerioleerd gebied ligt, wat grotendeels het geval is in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, worden de emissies via runoff volledig (100%) getransporteerd naar de riolering.

Stof	Zone	Type	Emissie	Percentage
<b>Metalen</b>	Totaal	Waternetwerk en grondwater	0	0
<b>Metalen</b>	Totaal	Regenwater riolering (private)	0	0
<b>Metalen</b>	Totaal	Niet gekoppeld aan IWZI	0	0
<b>Metalen</b>	Totaal	IWZI	0	0
<b>Metalen</b>	Totaal	Behandelingsbekken	818.241,91	36
<b>Metalen</b>	Totaal	Stormwater bekken	514.743,90	22,65



<b>Metalen</b>	Totaal	Niet gekoppeld aan RWZI	153.192,31	6,74
<b>Metalen</b>	Totaal	Regenwater riolering	0	0
<b>Metalen</b>	Totaal	Overstort	608.703,97	26,78
<b>Metalen</b>	Totaal	Afstroming	178.106,74	7,84
<b>Metalen</b>	Totaal	Netto emissie in oppervlakte water	2.272.988,83	100

<b>Stof</b>	<b>Zone</b>	<b>Type</b>	<b>Emissie</b>	<b>Percentage</b>
<b>PAK</b>	Totaal	Waternetwerk en grondwater	0	0
<b>PAK</b>	Totaal	Regenwater riolering (private)	0	0
<b>PAK</b>	Totaal	Niet gekoppeld aan IWZI	0	0
<b>PAK</b>	Totaal	IWZI	0	0
<b>PAK</b>	Totaal	Behandelingsbekken	1.579,60	7,02
<b>PAK</b>	Totaal	Stormwater bekken	7.425,21	33
<b>PAK</b>	Totaal	Niet gekoppeld aan RWZI	2.167,88	9,63
<b>PAK</b>	Totaal	Regenwater riolering	0	0
<b>PAK</b>	Totaal	Overstort	8.761,35	38,94
<b>PAK</b>	Totaal	Afstroming	2.567,82	11,41
<b>PAK</b>	Totaal	Netto emissie in oppervlakte water	22.501,87	100

<b>Stof</b>	<b>Zone</b>	<b>Type</b>	<b>Emissie</b>	<b>Percentage</b>
<b>Som</b>	Totaal	Waternetwerk en grondwater	0	0
<b>Som</b>	Totaal	Regenwater riolering (private)	0	0
<b>Som</b>	Totaal	Niet gekoppeld aan IWZI	0	0
<b>Som</b>	Totaal	IWZI	0	0
<b>Som</b>	Totaal	Behandelingsbekken	819.821,52	35,71
<b>Som</b>	Totaal	Stormwater bekken	522.169,11	22,75
<b>Som</b>	Totaal	Niet gekoppeld aan RWZI	155.360,19	6,77
<b>Som</b>	Totaal	Regenwater riolering	0,00	0,00
<b>Som</b>	Totaal	Overstort	617.465,32	26,90
<b>Som</b>	Totaal	Afstroming	180.674,56	7,87
<b>Som</b>	Totaal	Netto emissie in oppervlakte water	2.295.490,69	100,00

## 6.2 Bruto emissies

Tabel 9 geeft de bruto emissies voor de verschillende stoffen en per voertuigcategorie alsook de totale emissies per stof, uitgedrukt in kg/jaar. De emissies zijn berekend door vermenigvuldiging van de betreffende emissiefactoren met de overeenkomstige emissieverklarende variabelen.

Tabel 9: Bruto emissies van bandenslijtage uit wegverkeer, voor het referentiejaar 2010. .

Bruto Emissies (kg/jaar)								
Stof-groep	Stofnaam	Symbool	motor	personen-wagen	bestel-wagen	vracht-wagen	bus	TOTAAL
Metalen	Zilver	Ag	0.0001	0.0334	0.0079	0.0134	0.0033	<b>0.0581</b>
	Aluminium	Al	0.1318	31.3114	7.5807	12.8390	3.1123	<b>54.98</b>
	Arseen	As	0.0014	0.3342	0.0790	0.1342	0.0326	<b>0.5814</b>
	Cadmium	Cd	0.0027	0.6684	0.1580	0.2683	0.0636	<b>1.1611</b>
	Chroom	Cr	0.0054	1.3095	0.3159	0.5371	0.1312	<b>2.299</b>
	Kobalt	Co	0.0054	1.3095	0.3159	0.5371	0.1312	<b>2.299</b>
	Koper	Cu	0.6636	161.5700	39.0418	65.9549	15.9792	<b>283.2</b>
	Kwik	Hg	0.2212	52.9245	12.5526	21.5507	5.2082	<b>92.46</b>
	Mangaan	Mn	0.0054	1.3095	0.3159	0.5371	0.1312	<b>2.299</b>
	Nikkel	Ni	0.0275	6.6837	1.5804	2.6834	0.6361	<b>11.611</b>
	Lood	Pb	0.0537	13.0948	3.1594	5.3713	1.3116	<b>22.99</b>
	Seleen	Se	0.0054	1.3095	0.3159	0.5371	0.1312	<b>2.299</b>
	Antimoon	Sb	0.0027	0.6684	0.1580	0.2683	0.0636	<b>1.1611</b>
	Zink	Zn	13.18	3131.14	758.07	1283.90	311.23	<b>5497.5</b>
PAK-16	Acenafteen	Acenaft	0.0038	0.7027	0.1648	0.1574	0.0362	<b>1.0649</b>
	Acenafteleen	Acenafty	0.0130	2.2786	0.5328	0.5142	0.1188	<b>3.457</b>
	Antraceen	Ant	0.0051	0.9005	0.2075	0.2002	0.0460	<b>1.3592</b>
	Benzo(a)antraceen	B(a)A	0.0155	2.7561	0.6457	0.6192	0.1429	<b>4.179</b>
	Benzo(a)pyreen	B(a)P	0.0130	2.2786	0.5328	0.5142	0.1188	<b>3.457</b>
	Benzo(b)fluorantheen	B(b)Flu	0.0389	6.9245	1.6212	1.5616	0.3606	<b>10.507</b>
	Benzo(k)fluorantheen	B(k)Flu	0.0300	5.3178	1.2490	1.1998	0.2768	<b>8.073</b>
	Chryseen	Chr	0.0215	3.8545	0.9001	0.8667	0.1999	<b>5.843</b>
	Dibezo(a,h)antraceen	dBz(ah)A	0.0569	10.1309	2.3752	2.2853	0.5275	<b>15.376</b>
	Fenantreen	Fen	0.0038	0.7027	0.1648	0.1574	0.0362	<b>1.0649</b>
	Fluorantheen	Flu	0.0259	4.6152	1.0793	1.0381	0.2397	<b>6.998</b>
	Fluoreen	Fluoreen	0.0452	8.0774	1.8898	1.8189	0.4196	<b>12.251</b>
	Benzo(g,h,i)peryleen	B(ghi)Pe	0.0038	0.7027	0.1648	0.1574	0.0362	<b>1.0649</b>
	Indeno(1,2,3-cd)pyreen	IP	0.0047	0.8425	0.1979	0.1883	0.0435	<b>1.2770</b>
	Naftaleen	Naft	0.0171	3.0393	0.7117	0.6856	0.1268	<b>4.580</b>
	Pyreen	Pyr	0.0569	10.1309	2.3752	2.2853	0.5275	<b>15.376</b>

### 6.3 Netto emissies

Netto emissies geaggregeerd voor de 3 ontvangende waterlichamen: Zenne. Woluwe. Kanaal.

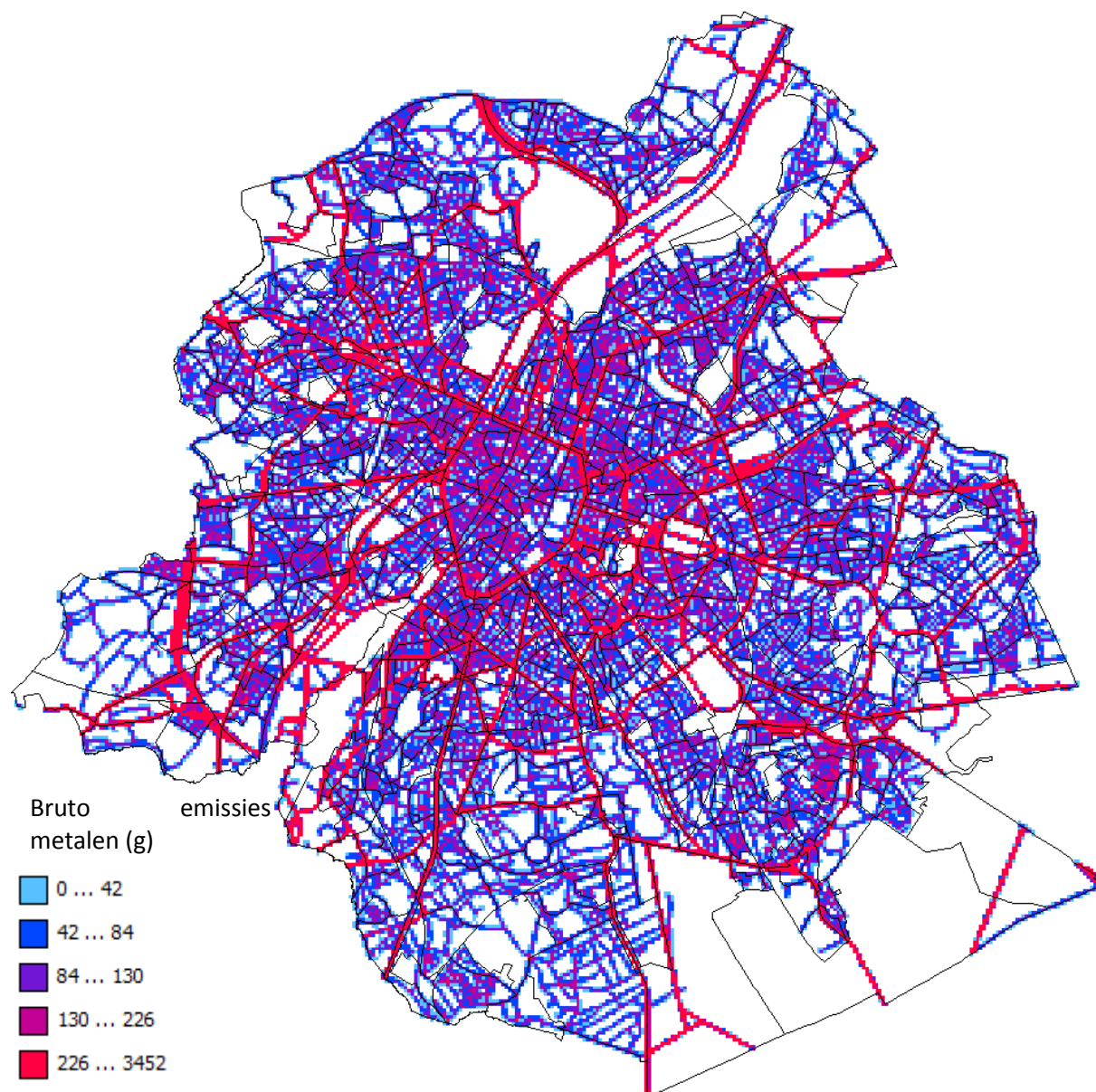
Stof	Zone	Bron	Netto emissies	Percentage
<b>Metalen</b>	kanaal	Bandenslijtage	212.797	13,53
<b>Metalen</b>	zenne	Bandenslijtage	1.228.586	78,09
<b>Metalen</b>	woluwe	Bandenslijtage	131.888	8,38
<b>Metalen</b>	Totaal	Bandenslijtage	1.573.271	100,00
<b>PAK</b>	kanaal	Bandenslijtage	3.072	22,32
<b>PAK</b>	zenne	Bandenslijtage	8.806	63,99
<b>PAK</b>	woluwe	Bandenslijtage	1.884	13,69
<b>PAK</b>	Totaal	Bandenslijtage	13.762	100,00
<b>Som</b>	kanaal	Bandenslijtage	215.869	13,60
<b>Som</b>	zenne	Bandenslijtage	1.237.391	77,97
<b>Som</b>	woluwe	Bandenslijtage	133.773	8,43
<b>Som</b>	Totaal	Bandenslijtage	1.587.033	100,00

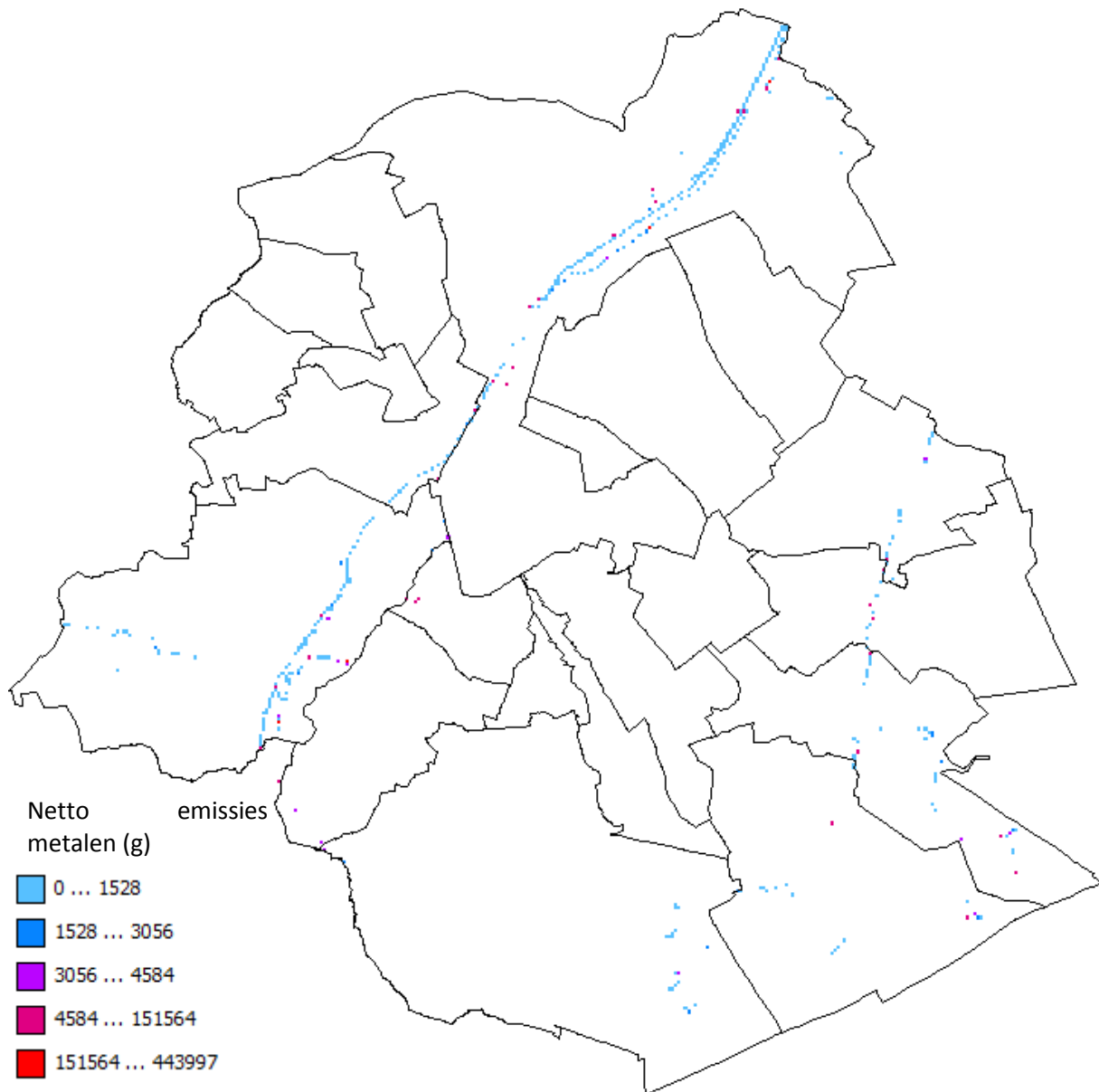
Netto emissies geaggregeerd voor de 2 RWZI's en de niet aangesloten zones

Stof	Zone	Bruto emissies naar water	Netto emissies	Percentage
<b>Metalen</b>	niet gerioleerd	0	0	
<b>Metalen</b>	niet gezuiverd	275772	277412	100,59
<b>Metalen</b>	RWZI Noord	5460756	1391187	25,48
<b>Metalen</b>	RWZI Zuid	1694565	468125	27,63
<b>Metalen</b>	Totaal	7431093	2136724	28,75
<b>PAK</b>	niet gerioleerd	0	0	
<b>PAK</b>	niet gezuiverd	3844	3976	103,44
<b>PAK</b>	RWZI Noord	78251	12431	15,89
<b>PAK</b>	RWZI Zuid	24909	4142	16,63
<b>PAK</b>	Totaal	107003	20549	19,2
<b>Som</b>	niet gerioleerd	0	0	0
<b>Som</b>	niet gezuiverd	279616	281388	100,63
<b>Som</b>	RWZI Noord	5539007	1403618	25,34
<b>Som</b>	RWZI Zuid	1719474	472267	27,47
<b>Som</b>	Totaal	7538097	2157273	28,62

## 7 Koppeling van de gegevens aan GIS-data en kwantificering

De geografische spreiding van de bruto emissies ter hoogte van de wegen en de resulterende netto emissies ter hoogte van de ontvangende oppervlaktewateren zijn weergegeven in onderstaande figuren.





## 8 Betrouwbaarheid en verbeterpunten

Bij de classificatie van de kwaliteit van de informatie wordt zoveel mogelijk aangesloten bij de werkwijze die in de publicatiereeks Emissieregistratie wordt aangehouden [1]. Deze werkwijze is gebaseerd op de methodiek van CORINAIR (CORE emission INventories AIR). Hierbij worden de volgende kwaliteitsclassificaties aangehouden:

- A voor een getal gebaseerd op een groot aantal metingen aan representatieve locaties;
- B voor een getal gebaseerd op een aantal metingen aan een deel van de voor de sector representatieve locaties;
- C voor een getal gebaseerd op een beperkt aantal metingen. aangevuld met schattingen op basis van de technische kennis van het proces;

- D voor een getal gebaseerd op een gering aantal metingen. aangevuld met schattingen op basis van aannames;
- E voor een getal gebaseerd op een technische berekening op basis van een aantal aannames.

De emissieverklarende variabele, verkeersprestatie per wegtype, is gebaseerd op meetgegevens (verkeerstellingen). De beschikbare dataset met ruimtelijk verdeelde verkeertellingen was wegens versnipperde en heterogene samenstelling niet geschikt voor gebruik als EVV. Daarom is geopteerd om gebruik te maken van de totalen per wegtype gerapporteerd door FOD Mobiliteit en Vervoer. Bijgevolg krijgt de EVV een classificatie B.

De emissiefactoren zijn overgenomen uit de Vlaamse en Nederlandse factsheets voor bandenslijtage en deze factoren zijn bepaald op basis van een behoorlijk set aan beschikbare literatuurwaarden. Vergelijking van de literatuurbedata toont dat de cijfers soms behoorlijk uiteen kunnen lopen, maar in de meeste gevallen zijn de grootteordes en de verhoudingen tussen stoffen consistent over de diverse studies. Bijgevolg krijgt de EF een classificatie B.

De emissieroutes naar water krijgen een classificatie A. Het rioleringsnetwerk van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest is gekend en kan gebruikt worden om de afwatering van wegen naar de riolering te bepalen. Indien de weg in gerioleerd gebied ligt, worden de emissies via runoff volledig (100%) getransporteerd naar de riolering.

De regionalisatie van de emissies is gebaseerd op de beschikbare wegenkaart waarin 3 wegtypes onderscheiden worden. Een betrouwbaarheidsclassificatie B is toegekend omdat de verkeersintensiteit uniform gespreid werd over de wegtypes bij gebrek aan bruikbare ruimtelijk gespreide verkeerstellingen. De beschikbare dataset met ruimtelijk verdeelde verkeertellingen was wegens versnipperde en heterogene samenstelling niet geschikt voor gebruik als geografische gedifferentieerde EVV.

Tabel 10: Betrouwbaarheid onderdelen emissieberekening.

Onderdeel emissieberekening	betrouwbaarheidsklasse
Emissieverklarende variabele	B
Emissiefactoren	B
Emissieroutes naar water	A
Regionalisatie	B

Verbeterpunten:

- Een gebiedsdekkende en tijdsvariabele (spits, week, weekend) dataset met verkeerstellingen zou de regionalisatie van de EVV aanzienlijk verbeteren.

## 9 Referenties

- [1] Most, P.F.J. van der *et al.* (1998). Methoden voor de bepaling van emissies naar lucht en water. Publicatiereeks Emissieregistratie. nr. 44.
- [2] Syncera (2006). Emissie-inventaris Water voor Vlaanderen – Metalen. Factsheet “Wegverkeer – Slijtage van banden”.

- [3] Van den Roovaart J.C., van den Boomen R., Driesprong A. & van Duijnhoven N. (2009). Kwantificering van de wateremissies van PAK in Vlaanderen. Factsheet "Wegverkeer - Bandenslijtage". Deltares.
- [4] Rijkswaterstaat - Waterdienst. Deltares. TNO (2013). Emissieschattingen Diffuse bronnen. Factsheet "Emissies door bandenslijtage afkomstig van het wegverkeer". Emissieregistratie. [www.emissieregistratie.nl](http://www.emissieregistratie.nl)
- [5] Leefmilieu Brussel – BIM.
- [6] Baumann, W. et al. (1997). Exemplarische erfassung der Umweltexposition ausgewählter Kautschukderivate bei der bestimmungsgemäßen Verwerndung in Reifen und deren Entsorgung – UBA-FB 98-003, 1997.
- [7] BLIC. (2002). Tyre particulates as a source of PAHs in the environment. Cited in CSTEE (2003).
- [8] KEMI (2003). HA oils in automotive tyres – prospects of a national ban. Report on a government commission. Swedish National chemicals Inspectorate.
- [9] LUT, Lulea University of Technology (2004). Technical and Environmental Properties of Tyre Shreds Focusing on Ground Engineering Applications. <http://epubl.ltu.se/1402-1536/2004/05/index.html>
- [10] NBI, Norges Byggforskninginstitut (2004). Potensielle helse- og miljeoeffekter tilknyttet kunstgresssystemer- sluttrapport. Byggforsk rapport O-10820. 15p.
- [11] Nilsson. N., Feilberg. A. & Pommer. K. (2005). Emissions and evaluation of health effects of PAH's and aromatic mines from tyres. Survey of Chemical Substances in Consumer Products, No. 54.
- [12] CSTEE (2003). Opinion of the scientific committee on toxicity, ecotoxicity and the environment (CSTEE) on "Questions to the CSTEE relating to scientific evidence of risk to health and the environment from polycyclic aromatic hydrocarbon in extender oils and tyres". Adopted by the CSTEE during the 40th plenary meeting of 12-13 November 2003.
- [13] Rauterberg-Wulff A. (2003). Tyre wear as source of PAH, Umweltbundesamt, Berlin CSTEE/2003/18/4.
- [14] Hofstra U. (2006). Instrooirubber op kunstgrasvelden uit geshredderde autobanden. Onderzoek naar milieu- en gezondheidsrisico's. Intron.
- [15] TUV, Technological University Berlin, Fachgebiet Luftreinhaltung (2000). Untersuchung über die Bedeutung der Straubaufwirbelung für die PM10 Immission an einer Hauptverkehrsstrasse. Cited in Noordermeer (2006).
- [16] Keuken M., Teeuwisse S., ten Brink H.M. (1999). Research on the contribution of road dust emissions to PM10 concentrations in the Netherlands. TNO Report R99/505, TNO-MEP, Appeldoron, The Netherlands. Cited in Noordermeer (2006)
- [17] Noordermeer (2006). Stellingname betreffende beantwoording Kamervragen 2050603510 door de Staatsecretaris van Volksgezondheid, Welzijn en Sport. Universiteit Twente, Faculteit Technische Natuurwetenschappen, Rubberttechnologie.

- [18] Intron (2006) – Milieu- en gezondheidsaspecten van instrooirubber; gemalen rubber van autobanden als instrooimateriaal op kunstgrasvelden.
- [19] Aatmeeyata. M. (2010). Polycyclic Aromatic Hydrocarbons. elemental and organic carbon emissions from tire-wear. *Science of the Total Environment*, 408: 4563 – 4568.
- [20] Kreider. M., Panko. J., McAtee. B., Sweet. L. & Finley. B. (2010). Physical and chemical characterization of tire-related particles: Comparison of particles generated using different methodologies; *Science of the Total Environment*, 408: 652–659.
- [21] Malmqvist P.A. (1983) Urban storm water pollutant sources – Chalmers University, Gothenberg, Sweden.
- [22] Brewer P. (1997). Vehicles as a source of heavy metal contamination in the environment (unpublished). MSc thesis, University of Reading, Berkshire, UK, 1997. Geciteerd in <http://vergina.eng.auth.gr/>
- [23] Legret M. & Pagotto C. (1999). Evaluation of pollutant loadings in the runoff waters from a major rural highway. *The science of the total environment*, 235: 143 – 150.
- [24] San Miguel G., Fowler G. & Sollars C. (2002) The leaching of inorganic species from activated carbons produced from waste tyre rubber. *Water Research*, 36: 1939 – 1946.
- [25] BLIC and ZOPA (2001a). Comments on the 17 November draft RAR of Zn and compounds, Letter of Alex Coursier, 2 February 2001 (UMZC/Mktg/AC05/02/01). Cited in Blok (2005).
- [26] BLIC and ZOPA. (2001b) Industry comments on RAR draft of February 2001. Releases of zinc to the environment form the wearing of tyres, Lettre of April 27, 2001. Cited in Blok (2005).
- [27] Blok, J. (2005). Environmental exposure of road borders to zinc. *Science of the Total Environment*, Volume 348, Issues 1-3: 173-190.



Emissies naar het oppervlaktewater in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

## **Wegverkeer - Remslijtage**

Opgemaakt door VITO

In opdracht van Leefmilieu Brussel - BIM

**2014**

## 1 Omschrijving emissiebron

Deze factsheet beschrijft de emissies ten gevolge van remslijtage van wegvoertuigen. De slijtage van de remvoering veroorzaakt emissies van stof dat diverse metalen bevat. De metallische fibers van de remvoering bevatten vooral koper, maar ook lood, antimoon en zink. Veder worden in het stof afkomstig van remslijtage beperkte gehalten cadmium en nikkel aangetroffen.

Emissies door remslijtage van wegverkeer worden beschouwd als een diffuse bron. De emissies worden via runoff volledig (100%) getransporteerd naar de riolering indien de weg in gerioleerd gebied ligt.

## 2 Berekeningswijze van de emissies

De emissies worden berekend door de vermenigvuldiging van een emissieverklarende variabele (EVV), hier het aantal afgelegde voertuigkilometers in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, met een emissiefactor (EF) per stof, uitgedrukt in emissie per eenheid van de EVV.

$$E_s = EVV \times EF$$

Waarbij:

$E_s$  = Emissie van stof s (g/voertuigkilometer)

EVV = Voertuigkilometers in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (miljoen km/jaar)

EF = Emissiefactor voor stof s (kg/jaar)

De emissiefactor per metaal wordt berekend als een fractie van de door slijtage vrijgestelde hoeveelheid stofdeeltjes. Daarbij wordt rekening gehouden met het specifieke metaalgehalte in de remvoering.

## 3 Emissieverklarende variabele/basisgegevens

De emissieverklarende variabele is het aantal voertuigkilometer per wegtype (autosnelweg, gewestweg en gemeenteweg) en het voertuigtype (motor, personenwagen, lichte vrachtwagen, vrachtwagen en bus). Deze cijfers voor het jaar 2010 die hiervoor gebruikt werden, werden verzameld door het FOD Mobiliteit en Vervoer voor de publicaties van de verkeerstellingen en worden uitgedrukt per miljoen kilometer.

Tabel 1: Aantal voertuigkilometer ( $10^6$  km) afgelegd binnen het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, per voertuigtype en wegtype (FOD Economie en Mobiliteit).

Afgelegde voertuigkilometers in het BHG in 2010 (miljoen km/jaar)			
Voertuigtype	Autosnelwegen	Gewestwegen	Gemeentewegen
Motor	2.4	14.7	14.0
Personenwagen	350.3	1753.8	973.0
Bestelwagen	34.1	346.4	113.0
Vrachtwagen	44.6	78.0	6.0
Bus	2.8	36.9	2.0

#### 4 Emissiefactoren

De emissiefactoren zijn afgeleid uit de beschikbare literatuurbedata over de vrijstelling van stofdeeltjes bij remslijtage en de samenstelling van het materiaal van de remvoering [2].

In de literatuur zijn verschillende schattingen van de remslijtage beschikbaar voor diverse voertuigcategorieën. Daarbij wordt de emissie meestal berekend op basis van het gewicht van de remvoering, de slijtagefractie bij vervanging en de levensduur (in km). Een overzicht van de berekende stofemissies per voertuigtype, gebaseerd op deze methodiek, is gegeven in [2]. De emissiefactoren uit [3] blijken de meest betrouwbare omdat deze zijn berekend op basis van metingen van het gewichtsverlies van de remschijven waarbij ook het aantal verreden kilometers nauwkeurig gekend was. Uit deze studie zijn echter enkel cijfers voor personenauto's beschikbaar (8.8 mg stof per km). Voor bestelwagens en vrachtwagens zijn de best beschikbare schattingen de cijfers uit [4]. Dit is 12.2 mg stof per km voor bestelwagens en 25 mg stof per km voor vrachtwagens. Deze waarden zijn eveneens gebaseerd op meting van gewichtsverlies van de remschijven maar de verreden kilometers zijn geschat. Voor motoren zijn enkel de minder betrouwbare cijfers van [5] beschikbaar. Deze zijn gebaseerd op schattingen van zowel gewichtsverlies als verreden kilometers (4 mg stof per km).

De ritsnelheid en de remfrequentie zijn eveneens bepalende factoren voor de mate waarin remslijtage optreedt. Daarom wordt bij het afleiden van emissiefactoren ook rekening gehouden met het wegtype als indicator voor het rijgedrag. Er wordt onderscheid gemaakt tussen traag verkeer met frequent remmen en versnellen (in [2] benoemd als verkeer binnen de bebouwde kom) en snel verkeer met minder frequent remmen en versnellen (in [2] benoemd als verkeer buiten de bebouwde kom). De invloed van de gemiddelde ritsnelheid op de slijtage van de remvoering van personenwagens is onderzocht door [3]. Daaruit blijkt dat bij een verdubbeling van de ritsnelheid de slijtage per kilometer nog slechts 40% bedraagt. Op basis van deze resultaten is in [2] aangenomen dat de emissies afkomstig van snel verkeer 40% bedragen van de emissies afkomstig van traag verkeer. Rekening houdend met deze aanname en de verhouding snel verkeer t.o.v. traag verkeer, zijn de hoger vermelde gemiddelde emissies van stof uit remvoeringen gedifferentieerd voor snel en traag verkeer [2] (Tabel 2).

Tabel 2: Emissies van stof van remvoeringen in het wegverkeer per voertuigtype voor snel en traag verkeer.

Emissie van stof uit remvoering (mg/voertuigkilometer)					
	motor	personenwagen	bestelwagen	vrachtwagen	bus
snel verkeer	5.9	16.1	17.4	52.7	39.7
traag verkeer	2.3	6.4	7	21.1	16.1

Voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest is aangenomen dat het snel verkeer toegewezen kan worden aan de autosnelwegen en dat het trage verkeer toegewezen kan worden aan gewest- en gemeentewegen.

Schattingen van het aandeel fijn stof in de door remslijtage vrijgestelde stofdeeltjes lopen behoorlijk uiteen. Op basis van de beschikbare literatuurgegevens schat [6] het aandeel fijn stof op 49%. Voor emissies naar water wordt enkel grof stof meegenomen. Er kan aangenomen worden dat fijn stof emissies naar het compartiment lucht gaan.

Het stof afkomstig van de remvoering heeft een complexe samenstelling. De metallische fibers van de remvoering bevatten vooral koper, maar ook lood, antimoon en zink. Verder worden in het stof afkomstig van remslijtage beperkte gehalten cadmium en nikkel aangetroffen. Op basis van de beschikbare literatuur is een gemiddeld metaalprofiel voor remvoering afgeleid (Tabel 3, [2]).

De emissiefactoren voor remslijtage zijn berekend, rekening houdend met het gemiddeld metaalgehalte in remvoering (Tabel 3) en op basis van de remslijtage per voertuigtype bij snel en traag verkeer (Tabel 2). Voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest is het snelle verkeer toegewezen aan de autosnelwegen en het trage verkeer is toegewezen aan gewest- en gemeentewegen. Een overzicht van de emissiefactoren per stof en per stofgroep is gegeven in *Tabel 4* en

Tabel 5.

Tabel 3: Gemiddeld metaalgehalte van stof van remvoeringen (mg/kg gevormd stof).

	Gehalte in stof remvoering (mg/kg)
koper	100 000
cadmium	10
nikkel	100
lood	10 000
zink	10 000

Tabel 4: Emissiefactoren voor remslijtage van wegverkeer op autosnelwegen


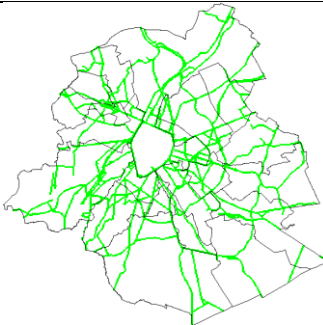
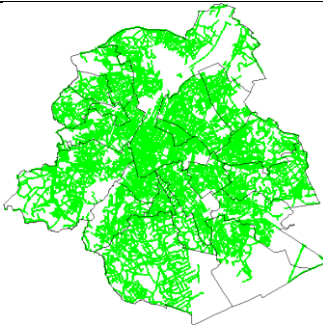

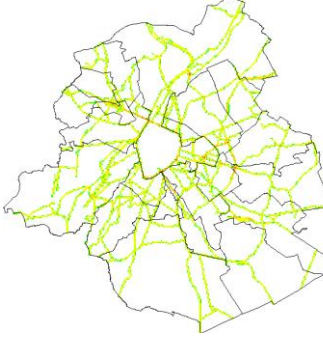

Stofnaam	Symbool	Emissiefactoren (g/miljoen km)				
		Autosnelwegen				
		motor	personen-wagen	bestel-wagen	vracht-wagen	bus
Cadmium	Cd	0.000023	0.000064	0.00007	0.000211	0.000161
Koper	Cu	0.23	0.64	0.7	2.11	1.61
Nikkel	Ni	0.00023	0.00064	0.0007	0.00211	0.00161
Lood	Pb	0.023	0.064	0.07	0.211	0.161
Antimoon	Sb	0.023	0.064	0.07	0.211	0.161
Zink	Zn	0.023	0.064	0.07	0.211	0.161

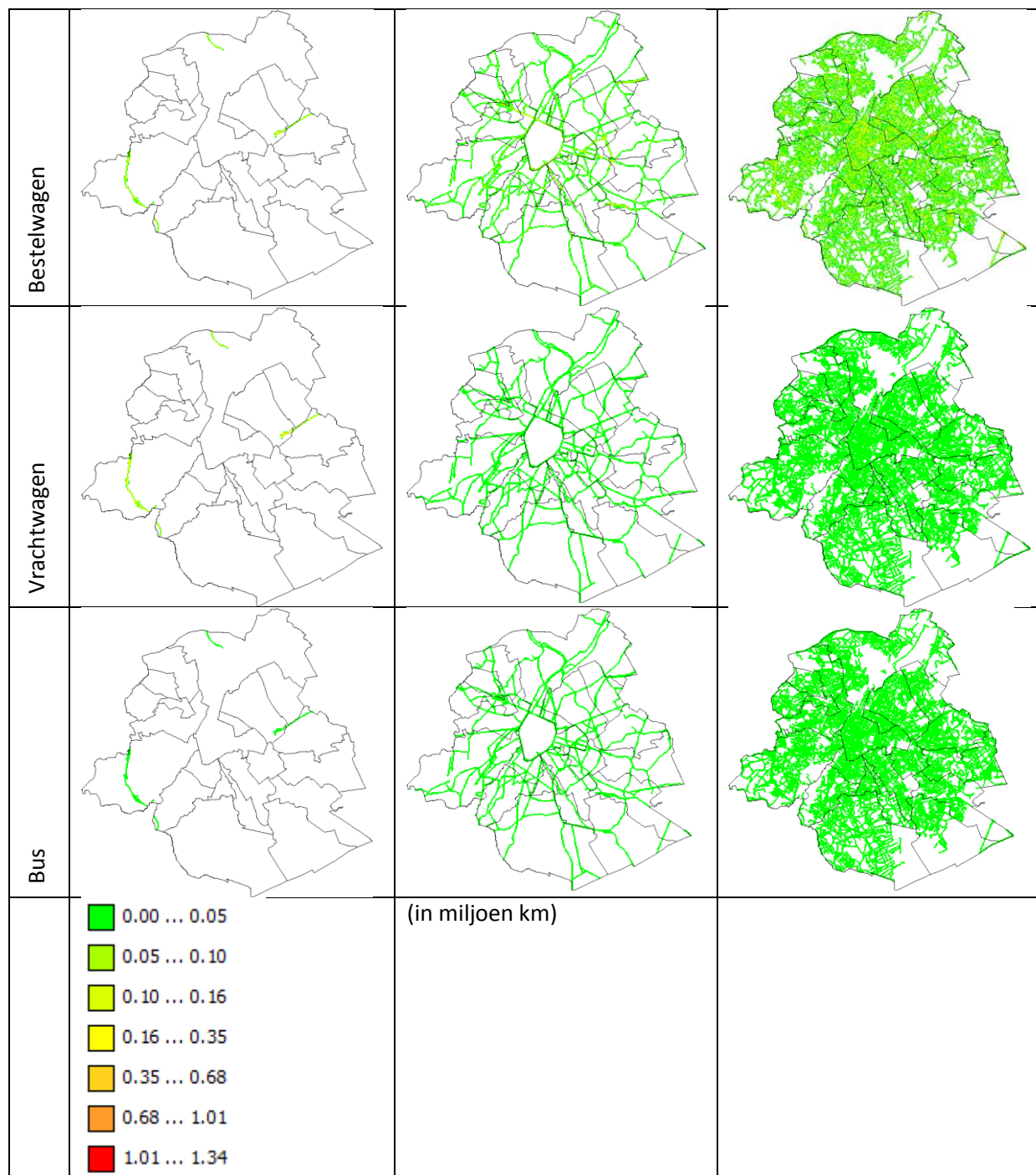
Tabel 5: Emissiefactoren voor remslijtage van wegverkeer op Gewestwegen en gemeentewegen

Stofnaam	Symbool	Emissiefactoren (g/miljoen km)				
		Gewestwegen en Gemeentewegen				
		motor	personen-wagen	bestel-wagen	vracht-wagen	bus
Cadmium	Cd	0.000059	0.000161	0.000174	0.000527	0.000397
Koper	Cu	0.59	1.61	1.74	5.27	3.97
Nikkel	Ni	0.00059	0.00161	0.00174	0.00527	0.00397
Lood	Pb	0.059	0.161	0.174	0.527	0.397
Antimoon	Sb	0.059	0.161	0.174	0.527	0.397
Zink	Zn	0.059	0.161	0.174	0.527	0.397

## 5 Geografische spreiding

Voor de geografische spreiding van de emissies van bandenslijtage door wegverkeer is gebruik gemaakt van de beschikbare digitale kaartgegevens van het wegennet in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest [7]. Er worden 3 wegtypes onderscheiden: autosnelwegen, gewestwegen en gemeentewegen. Het statistisch cijfer per wegtype en per voertuigtype (zie Emissie Verklarende Variabele) werd lineair gespreid over deze wegen.

	Autosnelweg	Gewestweg	Gemeenteweg
Motor			
Personenwagen			



## 6 Emissieroutes en bruto-netto-emissies

De totale bruto-emissie wordt berekend zoals is beschreven in de paragraaf “berekenningswijze”. De netto-emissie wordt berekend of geschat op basis van gegevens of veronderstellingen over de weg die de emissies volgen naar de verschillende waterlopen.

Definitie bruto emissie: emissie door de punt en diffuse bronnen

Definitie netto emissie: deel van de bruto emissie die effectief in de waterloop terecht komt (vracht)

## 6.1 Emissieroutes

De voornaamste emissieroute voor wegverkeer is indirect transport naar oppervlaktewater via de riolering. Emissies door bandenslijtage worden beschouwd als een diffuse bron. De bruto emissies komen terecht in de runoff transportroute. Indien de weg in gerioleerd gebied ligt, wat grotendeels het geval is in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, worden de emissies via runoff volledig (100%) getransporteerd naar de riolering.

Stof	Zone	Type	Emissie	Percentage
<b>Metalen</b>	Totaal	Waternetwerk en grondwater	0	0
<b>Metalen</b>	Totaal	Regenwater riolering (private)	0	0
<b>Metalen</b>	Totaal	Niet gekoppeld aan IWZI	0	0
<b>Metalen</b>	Totaal	IWZI	0	0
<b>Metalen</b>	Totaal	Behandelingsbekken	979,7706	34,07
<b>Metalen</b>	Totaal	Stormwater bekken	661,6586	23,01
<b>Metalen</b>	Totaal	Niet gekoppeld aan RWZI	203,7702	7,09
<b>Metalen</b>	Totaal	Regenwater riolering	0	0
<b>Metalen</b>	Totaal	Overstort	776,1884	26,99
<b>Metalen</b>	Totaal	Afstroming	254,588	8,85
<b>Metalen</b>	Totaal	Netto emissie in oppervlakte water	2.875,98	100

## 6.2 Bruto emissies

Tabel 6 geeft de bruto emissies voor de verschillende stoffen en per voertuigcategorie alsook de totale emissies per stof, uitgedrukt in kg/jaar. De emissies zijn berekend door vermenigvuldiging van de betreffende emissiefactoren met de overeenkomstige emissie verklarende variabelen.

Tabel 6: Bruto emissies van remslijtage uit wegverkeer, voor het referentiejaar 2010.

Bruto Emissies (g/jaar)							
Stofnaam	Symbool	motor	personen-wagen	bestel-wagen	vracht-wagen	bus	TOTAAL
Cadmium	Cd	0.0018	0.4614	0.0823	0.0534	0.0161	<b>0.6149</b>
Koper	Cu	17.7800	4614.0800	822.7040	534.1510	160.6040	<b>6149.3190</b>
Nikkel	Ni	0.0178	4.6141	0.8227	0.5342	0.1606	<b>6.1493</b>
Lood	Pb	1.7780	461.4080	82.2704	53.4151	16.0604	<b>614.9319</b>
Antimoon	Sb	1.7780	461.4080	82.2704	53.4151	16.0604	<b>614.9319</b>
Zink	Zn	1.7780	461.4080	82.2704	53.4151	16.0604	<b>614.9319</b>

## 6.3 Netto emissies

Netto emissies geaggregeerd voor de 3 ontvangende waterlichamen: Zenne. Woluwe. Kanaal.



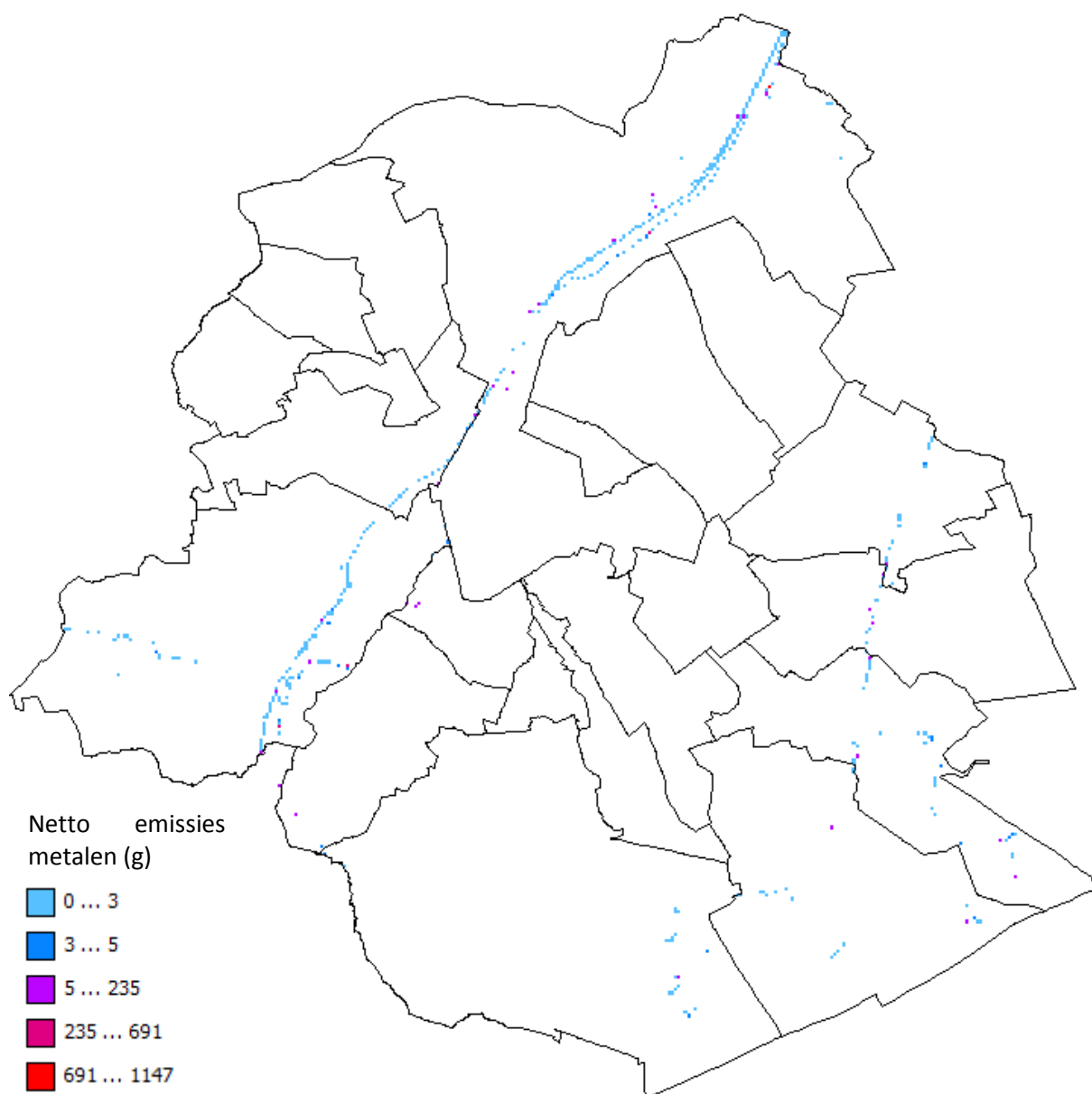
Stof	Zone	Netto emissies
<b>Metalen</b>	kanaal	138
<b>Metalen</b>	woluwe	181
<b>Metalen</b>	zenne	1.468
<b>Metalen</b>	Totaal	1.787

Netto emissies g eaggregeerd voor de 2 RWZI's en de niet aangesloten zones

Stof	Zone	Bron	Bruto emissies naar water	Netto emissies	Percentage
<b>Metalen</b>	niet gerioleerd	Remslijtage	0	0	
<b>Metalen</b>	niet gezuiverd	Remslijtage	339	363	107,06
<b>Metalen</b>	RWZI Noord	Remslijtage	6963	1622	23,29
<b>Metalen</b>	RWZI Zuid	Remslijtage	2210	704	31,84
<b>Metalen</b>	Totaal	Remslijtage	9512	2688	28,26

## 7 Koppeling van de gegevens aan GIS-data en kwantificering

De geografische spreiding van de netto emissies ter hoogte van de ontvangende oppervlaktewateren is weergegeven in onderstaande figuur.



*Figuur 1: Geografische spreiding van de netto emissies (metalen) ten gevolge van remslijtage van wegverkeer in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.*

## 8 Betrouwbaarheid en verbeterpunten

Bij de classificatie van de kwaliteit van de informatie wordt zoveel mogelijk aangesloten bij de werkwijze die in de publicatiereeks Emissieregistratie wordt aangehouden [1]. Deze werkwijze is

gebaseerd op de methodiek van CORINAIR (CORE emission INventories AIR). Hierbij worden de volgende kwaliteitsclassificaties aangehouden:

- A voor een getal gebaseerd op een groot aantal metingen aan representatieve locaties;
- B voor een getal gebaseerd op een aantal metingen aan een deel van de voor de sector representatieve locaties;
- C voor een getal gebaseerd op een beperkt aantal metingen. aangevuld met schattingen op basis van de technische kennis van het proces;
- D voor een getal gebaseerd op een gering aantal metingen. aangevuld met schattingen op basis van aannames;
- E voor een getal gebaseerd op een technische berekening op basis van een aantal aannames.

De emissieverklarende variabele (verkeersprestatie per wegtype) is gebaseerd op meetgegevens (verkeerstellingen). De beschikbare dataset met ruimtelijk verdeelde verkeertellingen was wegens versnipperde en heterogene samenstelling niet geschikt voor gebruik als EVV. Daarom is geopteerd om gebruik te maken van de totalen per wegtype gerapporteerd door FOD Mobiliteit en Vervoer. Bijgevolg krijgt de EVV een classificatie B.

De emissiefactoren zijn berekend op basis van de beschikbare cijfers in de Nederlandse factsheets voor remslijtage. De emissiefactor voor koper is bepaald op basis van een behoorlijk set aan beschikbare literatuurwaarden. Voor de overige metalen zijn minder gegevens beschikbaar en zijn de afgeleide emissiefactoren daarom minder betrouwbaar. Bijgevolg krijgt de EF voor koper een classificatie B, terwijl voor de overige metalen een classificatie D aangehouden wordt.

De emissieroutes naar water krijgen een classificatie A. Het rioleringsnetwerk van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest is gekend en kan gebruikt worden om de afwatering van wegen naar de riolering te bepalen. Indien de weg in gerioleerd gebied ligt, worden de emissies via runoff volledig (100%) getransporteerd naar de riolering.

De regionalisatie van de emissies is gebaseerd op de beschikbare wegenkaart waarin 3 wegtypes onderscheiden worden. Een betrouwbaarheidsclassificatie B is toegekend omdat de verkeersintensiteit uniform gespreid werd over de wegtypes bij gebrek aan bruikbare ruimtelijk gespreide verkeerstellingen. De beschikbare dataset met ruimtelijk verdeelde verkeertellingen was wegens versnipperde en heterogene samenstelling niet geschikt voor gebruik als geografische gedifferentieerde EVV.

*Tabel 7: Betrouwbaarheid onderdelen emissieberekening.*

onderdeel emissieberekening	Betrouwbaarheidsklasse
Emissieverklarende variabele	B
Emissiefactoren	
- Cu	B
- overige metalen	D
Emissieroutes naar water	A
Regionalisatie	B

Verbeterpunten:

- Een werkbare, gebiedsdekkende en tijdsvariabele (spits, week, weekend) dataset met verkeerstellingen zou de regionalisatie van de EVV aanzienlijk verbeteren.

## 9 Referenties

- [1] Most, P.F.J. van der *et al.*, juli 1998. *Methoden voor de bepaling van emissies naar lucht en water*. Publicatiereeks Emissieregistratie, nr. 44.
- [2] Rijkswaterstaat - Waterdienst, Deltares, TNO (2013). Emissieschattingen Diffuse bronnen, Factsheet "Wegverkeer - Remslijtage". Emissieregistratie, [www.emissieregistratie.nl](http://www.emissieregistratie.nl)
- [3] Luhana L., Sokhi R., Warner L., Mao H, Boulter P., McCrae I., Wright J & Osborn D. (2004). PARTICULATES - Characterisation of Exhaust Particulate Emissions from Road Vehicles, Deliverable 8, Measurement of non-exhaust particulate matter, Version 2.0 – October 2004, University of Hertfordshire, College Lane, Hatfield, Herts AL10 9AB, UK.
- [4] Pagotto C., Étude sur l'émission et le transfert dans les eaux et les sols des éléments traces métalliques et des hydrocarbures en domaine routier. Thèse pour obtenir le grade de docteur de l'Université de Poitiers.
- [5] Klein J. *et al.*, Taakgroep Verkeer en Vervoer van het project Emissieregistratie (2006). Methodes voor de berekening van de emissies door mobiele bronnen in Nederland, Rapportagereeks Milieumonitor, Nr.4
- [6] Van Hyfte A., *et al.* (2005). EU Risk Assessment on Copper and copper compounds - Assessment of Regional Exposure, Ecolas, Antwerpen, België.
- [7] Leefmilieu Brussel – BIM.

Emissies naar het oppervlaktewater in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

## **Wegverkeer – Lekkage van Motorolie**

Opgemaakt door VITO

In opdracht van Leefmilieu Brussel - BIM

**2014**

## **1 Omschrijving emissiebron**

Deze factsheet beschrijft de emissies veroorzaakt door lekkage van motorolie van wegvoertuigen. Lekkage van motorolei leidt tot emissies van zware metalen (As, Cd, Cr, Cu, Pb, Ni en Zn) en PAKs naar het milieu. Zink is het metaal met de hoogste concentratie in motor olie. Alle andere metalen zijn aanwezig in veel lager concentraties.

Emissies door remslijtage van wegverkeer worden beschouwd als een diffuse bron. De emissies worden via runoff volledig (100%) getransporteerd naar de riolering indien de weg in gerioleerd gebied ligt.

## **2 Berekeningswijze van de emissies**

De emissies worden berekend door de vermenigvuldiging van een emissieverklarende variabele (EVV), hier het aantal afgelegde voertuigkilometers het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, met een emissiefactor (EF) per stof, uitgedrukt in emissie per eenheid van de EVV.

$$E_s = EVV \times EF$$

Waarbij:

$E_s$  = Emissie van stof s (g/voertuigkilometer)

EVV = Voertuigkilometers in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (miljoen km/jaar)

EF = Emissiefactor voor stof s (kg/jaar)

De emissiefactoren voor PAKs en zware metalen worden berekend als het product van de motorolielekkage per kilometer vermenigvuldigd met het PAK/metaal gehalte in motorolie.

## **3 Emissieverklarende variabele/basisgegevens**

De emissieverklarende variabele is het aantal voertuigkilometer per wegtype (autosnelweg, gewestweg en gemeenteweg) en het voertuigtype (motor, personenwagen, lichte vrachtwagen, vrachtwagen en bus). Deze cijfers voor het jaar 2010 die hiervoor gebruikt werden, werden verzameld door het FOD Mobiliteit en Vervoer voor de publicaties van de verkeerstellingen en worden uitgedrukt per miljoen kilometer.

Tabel 1: Aantal voertuigkilometer ( $10^6$  km) afgelegd binnen het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, per voertuigtype en wegtype (FOD Economie en Mobiliteit).

Afgelegde voertuigkilometers in het BHG in 2010 (miljoen km/jaar)			
Voertuigtype	Autosnelwegen	Gewestwegen	Gemeentewegen
Motor	2.4	14.7	14.5
Personenwagen	350.9	1753.8	972.6
Bestelwagen	34.1	346.4	112.7
Vrachtwagen	44.6	77.5	6.0
Bus	2.6	36.9	2.5

#### 4 Emissiefactoren

De emissiefactoren zijn overgenomen uit de Vlaamse en Nederlandse factsheets “Lekkage motorolie” [2][3]. Op basis van [4] en [5] wordt in beide factsheets gerekend met een verlies van motorolie van 10 mg/km. Dit is een gemiddelde over alle voertuigtypes en -leeftijden. Aangezien er geen recentere informatie in de literatuur terug te vinden is wordt deze waarde ook toegepast voor het verkeer in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest om op basis van de afgelegde voertuigkilometers de totale lekkage van motorolie te bepalen.

Motorolie is een smeerolie voor motoren. De motorolie bestaat voor 75-80% uit minerale olie [10]. Voor de berekening van de EF voor minerale olie is de lekkage van motorolie per kilometer vermenigvuldigd met 80%. De EF voor minerale olie bedraagt dan 8 mg/km.

Motorolie bevat PAKs en zware metalen. Voor beide stofgroepen zijn de emissiefactoren berekend als het product van de motorolielekkage per kilometer vermenigvuldigd met het PAK/metaal gehalte in motorolie.

##### **Zware metalen in motorolie**

Het gemiddelde metaalgehalte uit [5] en [6] wordt in de Vlaamse en Nederlandse factsheets “Lekkage motorolie” [2][3] gehanteerd voor de berekening van de emissiefactoren. Die concentraties zijn vergelijkbaar met de metaalgehalten die gerapporteerd worden in andere literatuur [8] [9]. De metaalgehalten uit [5] en [6] zijn eveneens aangehouden voor het berekenen van de emissiefactoren voor het Brussels Hoofdstedelijke Gewest. De waarden zijn weergegeven in Tabel 2.

Tabel 2: Gehalte zware metalen in motorolie.

Metaalgehalte (mg/kg) in motorolie	
arseen	8.1
cadmium	1.3
koper	33.8
chroom	7.7
nikkel	3.3
lood	148
zink	825

## PAKs in motorolie

Tabel 3 geeft een overzicht van literatuurwaarden voor het gehalte van diverse PAK componenten in motorolie. In de Vlaamse en Nederlandse factsheets “Lekkage motorolie” [1] en [2] wordt een gemiddeld PAK-profiel gehanteerd afgeleid uit PAK gehalten vermeld in literatuurbronnen [5] en [7]. In recentere literatuur worden aanzienlijk lagere PAK concentraties gerapporteerd [8] [9]. De PAK component gehalten vermeld in [8] en [9] zijn de PAK component gehalten gemiddeld ruim 80% lager dan in [5] en [7]. Het verschil is wellicht toe te wijzen aan toenemend gebruik of bijmenging van synthetische olie die van nature minder PAKs bevat. Daarnaast zijn ook verbeteringen in motortechnologie doorgevoerd. Voor de berekening van de emissiefactoren voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest zijn de gemiddelde PAK-gehalten uit [8][8] en [9] aangehouden.

Tabel 3: Literatuurwaarden voor PAK gehalte in motorolie

PAK gehalte (mg/kg) in motorolie					
Stof	[5]	[7]	[8]*	[9]**	Gemiddelde [8] en [9]
acenaftheen		200	6.9	3.7	5.3
acenaftyleen		100	6.0	1.5	3.8
anthraceen	130		18.4	22	20.2
benzo(a)anthraceen	175		15.4	38	26.7
benzo(a)pyreen	180		8.9	15	12.0
benzo(b)fluorantheen	100		12.5	15.3*	13.9
benzo(ghi)peryleen	220		23.2	72	47.6
benzo(k)fluorantheen	100			15.3*	15.3
chryseen	180			45	45.0
dibenzo(ah)anthraceen		100	0.2	1.5	0.9
fenanthreen	1000		70.1	200	135.1
fluorantheen	200		23.7	55	39.4
fluoreen		100	18.7	67	42.9
indeno(123-cd)pyreen	65		2.1	14	8.1
naftaleen	6000		388.0	52	220.0
pyreen		200	56.9	120	88.5

\*gebruikte en ongebruikte olie

\*\*gebruikte olie

## Emissiefactoren

De emissiefactoren voor PAKs en zware metalen zijn het product van de motorolielekkage per kilometer vermenigvuldigd met het gehalte in motorolie. Daar bandenslijtage toeneemt wanneer er meer geremd en geaccelereerd wordt, zijn de emissiefactoren gedifferentieerd naar twee types rijgedrag. Er wordt onderscheid gemaakt tussen traag verkeer met frequent remmen en versnellen (in [2] en [3] benoemd als verkeer binnen de bebouwde kom) en snel verkeer met minder frequent remmen en versnellen (in [2] en [3] benoemd als verkeer buiten de bebouwde kom). Er kan aangenomen worden dat 80% van de lekkage optreedt bij het rijden in de bebouwde kom [2][3]. Bij het afleiden van emissiefactoren wordt daarom rekening gehouden met het wegtype als indicator voor het rijgedrag. Voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest wordt aangenomen dat op de gewest- en gemeentewegen voornamelijk traag verkeer met veel remmen en accelereren voorkomt, terwijl op autosnelwegen minder geremd en geaccelereerd wordt. Dit resulteert in twee sets factoren:



emissiefactoren voor traag verkeer op gewest- en gemeentewegen en emissiefactoren voor snel verkeer op autosnelwegen.

Een overzicht van de emissiefactoren per stof en per stofgroep is gegeven in *Tabel 4*.


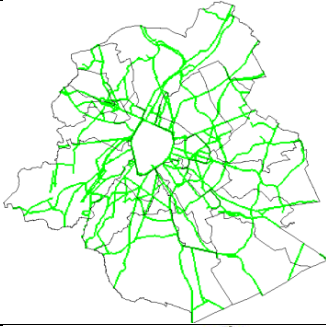
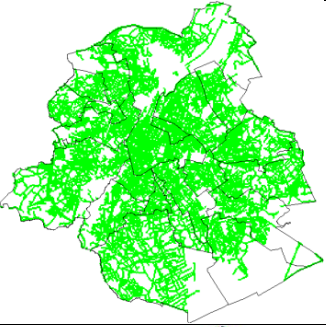


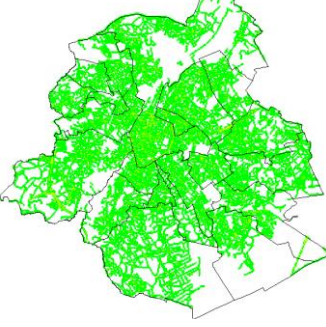


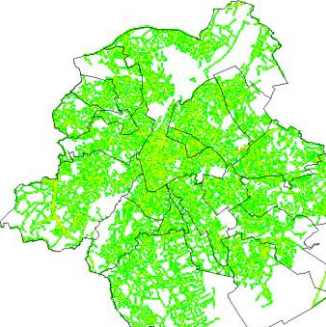


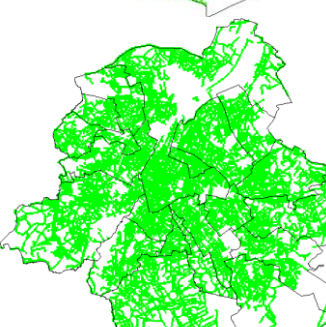
De gebruikte emissiefactoren voor lekkage motorolie variëren enkel met het wegtype (snel verkeer of traag verkeer).

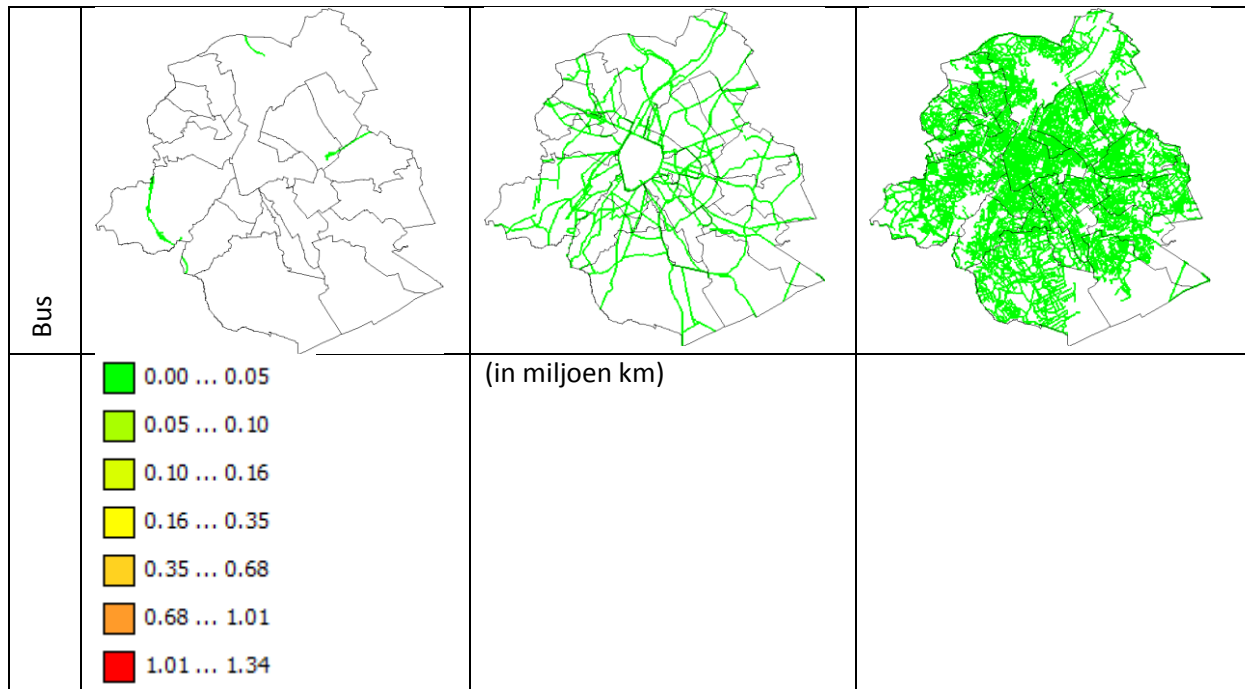
*Tabel 4: Emissiefactoren voor lekkage van motorolie door voertuigen op autosnelwegen, gewest- en gemeentewegen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.*

Emissiefactoren (g/miljoen km) voor alle voertuigtypes				
Stofgroep	Stofnaam	Symbool	Autosnelwegen	Gewest- en Gemeentewegen
<b>Metalen</b>	Arseen	As	0.02025	0.081
	Cadmium	Cd	0.0032	0.0128
	Chroom	Cr	0.01925	0.077
	Koper	Cu	0.0845	0.338
	Nikkel	Ni	0.00813	0.0325
	Lood	Pb	0.37	1.48
	Zink	Zn	2.0625	8.25
<b>PAK-16</b>	Acenaften	Acenaft	0.01325	0.053
	Acenaftyleen	Acenafty	0.0095	0.038
	Antraceen	Ant	0.0505	0.202
	Benzo(a)antraceen	B(a)A	0.06675	0.267
	Benzo(a)pyreen	B(a)P	0.03	0.12
	Benzo(b)fluorantheen	B(b)Flu	0.03475	0.139
	Benzo(k)fluorantheen	B(k)Flu	0.119	0.476
	Chryseen	Chr	0.03825	0.153
	Dibezo(a.h)antraceen	dBz(ah)A	0.1125	0.45
	Fenantreen	Fen	0.00225	0.009
	Fluorantheen	Flu	0.33775	1.351
	Fluoreen	Fluoreen	0.0985	0.394
	Benzo(g.h.i)peryleen	B(ghi)Pe	0.10725	0.429
	Indeno(1.2.3-cd)pyreen	IP	0.02025	0.081
	Naftaleen	Naft	0.55	2.2
	Pyreen	Pyr	0.22125	0.885
<b>Overige polluenten</b>	Minerale olie	MinOlie	2000	8000

## 5 Geografische spreiding

Voor de geografische spreiding van de emissies van bandenslijtage door wegverkeer is gebruik gemaakt van de beschikbare digitale kaartgegevens van het wegennet in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest [11]. Er worden 3 wegtypes onderscheiden: autosnelwegen, gewestwegen en gemeentewegen. Het statistisch cijfer per wegtype en per voertuigtype (zie Emissie Verklarende Variabele) werd lineair gespreid over deze wegen.

	Autosnelweg	Gewestweg	Gemeenteweg
Motor			
Personenwagen			
Bestelwagen			
Vrachtwagen			



## 6 Emissieroutes en bruto-netto-emissies

De totale bruto-emissie wordt berekend zoals is beschreven in de paragraaf “berekenningswijze”. De netto-emissie wordt berekend of geschat op basis van gegevens of veronderstellingen over de weg die de emissies volgen naar de verschillende waterlopen.

Definitie bruto emissie: emissie door de punt en diffuse bronnen

Definitie netto emissie: deel van de bruto emissie die effectief in de waterloop terecht komt (vracht)

### 6.1 Emissieroutes

De voornaamste emissieroute voor wegverkeer is indirect transport naar oppervlaktewater via de riolering. Emissies door lekkage van motorolie worden beschouwd als een diffuse bron. De bruto emissies komen terecht in de runoff transportroute. Indien de weg in gerioleerd gebied ligt, wat grotendeels het geval is in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, worden de emissies via runoff volledig (100%) getransporteerd naar de riolering.

Stof	Zone	Type	Emissie	Percentage
<b>Metalen</b>	Totaal	Waternetwerk en grondwater	0	0
<b>Metalen</b>	Totaal	Regenwater riolering (private)	0	0
<b>Metalen</b>	Totaal	Niet gekoppeld aan IWZI	0	0
<b>Metalen</b>	Totaal	IWZI	0	0
<b>Metalen</b>	Totaal	Behandelingsbekken	3.115,13	36,78
<b>Metalen</b>	Totaal	Stormwater bekken	1.887,72	22,29
<b>Metalen</b>	Totaal	Niet gekoppeld aan RWZI	560,7529	6,62
<b>Metalen</b>	Totaal	Regenwater riolering	0	0

<b>Metalen</b>	Totaal	Overstort	2.223,18	26,25
<b>Metalen</b>	Totaal	Afstroming	682,284	8,06
<b>Metalen</b>	Totaal	Netto emissie in oppervlakte water	8.469,07	100

<b>Stof</b>	<b>Zone</b>	<b>Type</b>	<b>Emissie</b>	<b>Percentage</b>
<b>PAK</b>	Totaal	Waternetwerk en grondwater	0	0
<b>PAK</b>	Totaal	Regenwater riolering (private)	0	0
<b>PAK</b>	Totaal	Niet gekoppeld aan IWZI	0	0
<b>PAK</b>	Totaal	IWZI	0	0
<b>PAK</b>	Totaal	Behandelingsbekken	2.445,91	6,58
<b>PAK</b>	Totaal	Stormwater bekken	15.511,92	41,74
<b>PAK</b>	Totaal	Niet gekoppeld aan RWZI	725,2104	1,95
<b>PAK</b>	Totaal	Regenwater riolering	0	0
<b>PAK</b>	Totaal	Overstort	17.523,65	47,15
<b>PAK</b>	Totaal	Afstroming	955,9125	2,57
<b>PAK</b>	Totaal	Netto emissie in oppervlakte water	37.162,61	100

<b>Stof</b>	<b>Zone</b>	<b>Type</b>	<b>Emissie</b>	<b>Percentage</b>
<b>Som</b>	Totaal	Waternetwerk en grondwater	0	0,00
<b>Som</b>	Totaal	Regenwater riolering (private)	0	0,00
<b>Som</b>	Totaal	Niet gekoppeld aan IWZI	0	0,00
<b>Som</b>	Totaal	IWZI	0	0,00
<b>Som</b>	Totaal	Behandelingsbekken	5561,045	12,19
<b>Som</b>	Totaal	Stormwater bekken	17399,65	38,13
<b>Som</b>	Totaal	Niet gekoppeld aan RWZI	1285,963	2,82
<b>Som</b>	Totaal	Regenwater riolering	0	0,00
<b>Som</b>	Totaal	Overstort	19746,83	43,27
<b>Som</b>	Totaal	Afstroming	1638,197	3,59
<b>Som</b>	Totaal	Netto emissie in oppervlakte water	45631,68	100,00

## 6.2 Bruto emissies

Tabel 5 geeft de emissies voor de verschillende stoffen en per voertuigtype alsook de totale emissies per stof, uitgedrukt in kg/jaar. De emissies zijn berekend door vermenigvuldiging van de emissiefactoren met de emissieverklarende variabele.

Tabel 5: Bruto emissies van lekkage motorolie in het wegverkeer, voor het referentiejaar 2010

Bruto Emissies (kg/jaar)								
Stof-groep	Stofnaam	Symbool	motor	personen-wagen	bestel-wagen	vracht-wagen	bus	TOTAAL
	Arseen	As	0.002414	0.2279441	0.037878	0.007667	0.003244	<b>0.27915</b>
	Cadmium	Cd	0.000381	0.0360208	0.005986	0.001212	0.000513	<b>0.04411</b>
	Chroom	Cr	0.002295	0.2166876	0.036007	0.007288	0.003084	<b>0.26536</b>
	Koper	Cu	0.010072	0.9511743	0.158057	0.031992	0.013537	<b>1.16483</b>
	Nikkel	Ni	0.000969	0.0914591	0.015198	0.003076	0.001302	<b>0.112</b>
	Lood	Pb	0.044104	4.164905	0.692085	0.140082	0.059274	<b>5.10045</b>
	Zink	Zn	0.24585	23.216531	3.857906	0.780863	0.330413	<b>28.4316</b>
PAK-16	Acenafteen	Acenaft	0.001579	0.1491486	0.024784	0.005016	0.002123	<b>0.18265</b>
	Acenaftyleen	Acenafty	0.001132	0.1069368	0.01777	0.003597	0.001522	<b>0.13096</b>
	Antraceen	Ant	0.00602	0.5684533	0.09446	0.019119	0.00809	<b>0.69614</b>
	Benzo(a)antraceen	B(a)A	0.007957	0.7513714	0.124856	0.025272	0.010693	<b>0.92015</b>
	Benzo(a)pyreen	B(a)P	0.003576	0.337695	0.056115	0.011358	0.004806	<b>0.41355</b>
	Benzo(b)fluorantheen	B(b)Flu	0.004142	0.3911634	0.065	0.013156	0.005567	<b>0.47903</b>
	Benzo(k)fluorantheen	B(k)Flu	0.014185	1.3395235	0.22259	0.045053	0.019064	<b>1.64042</b>
	Chryseen	Chr	0.004559	0.4305611	0.071547	0.014481	0.006128	<b>0.52728</b>
	Dibezo(a,h)antraceen	dBz(ah)A	0.01341	1.2663563	0.210431	0.042593	0.018023	<b>1.55081</b>
	Fenantreen	Fen	0.000268	0.0253271	0.004209	0.000852	0.00036	<b>0.03102</b>
	Fluorantheen	Flu	0.04026	3.8018829	0.631761	0.127872	0.054108	<b>4.65588</b>
	Fluoreen	Fluoreen	0.011741	1.1087653	0.184244	0.037292	0.01578	<b>1.35782</b>
	Benzo(g,h,i)peryleen	B(ghi)Pe	0.012784	1.2072596	0.200611	0.040605	0.017181	<b>1.47844</b>
	Indeno(1.2.3-cd)pyreen	IP	0.002414	0.2279441	0.037878	0.007667	0.003244	<b>0.27915</b>
	Naftaleen	Naft	0.06556	6.191075	1.028775	0.20823	0.08811	<b>7.58175</b>
	Pyreen	Pyr	0.026373	2.4905006	0.413848	0.083765	0.035444	<b>3.04993</b>
Overige polluenten	Minerale olie	MinOlie	238.4	22513	3741	757.2	320.4	<b>27570</b>

### 6.3 Netto emissies

Netto emissies geaggregeerd voor de 3 ontvangende waterlichamen: Zenne. Woluwe. Kanaal.

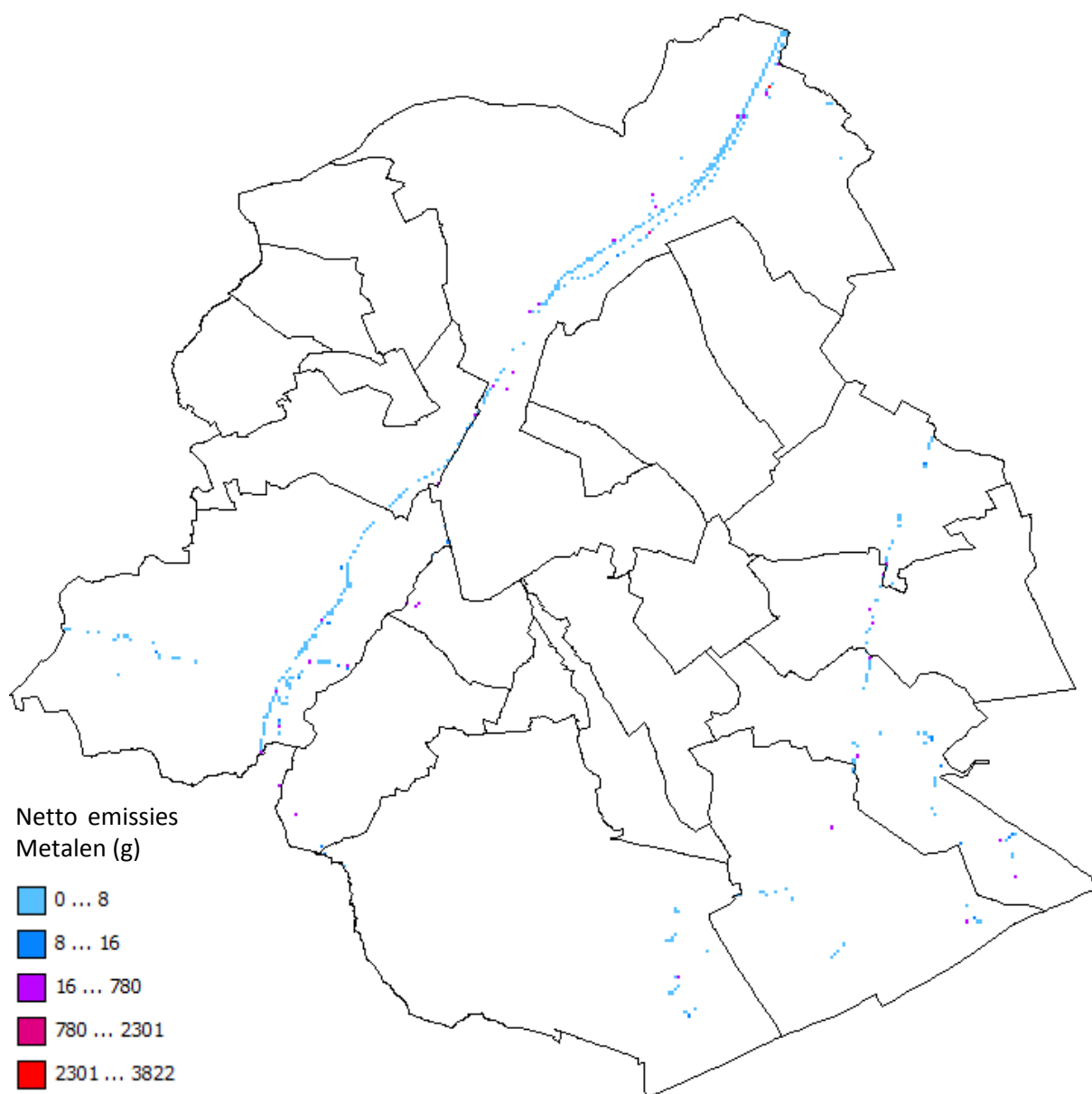
Stof	Zone	Netto emissies	%
<b>Metalen</b>	kanaal	374	6,83
<b>PAK</b>	kanaal	1524	9,09
<b>Som</b>	kanaal	1898	8,53
<b>Metalen</b>	woluwe	495	9,04
<b>PAK</b>	woluwe	350	2,08
<b>Som</b>	woluwe	844	3,80
<b>Metalen</b>	zenne	4603	84,13
<b>PAK</b>	zenne	14902	88,83
<b>Som</b>	zenne	19505	87,67
<b>Metalen</b>	Totaal	5472	
<b>PAK</b>	Totaal	16776	
<b>Som</b>	Totaal	22247	

Netto emissies g eaggregeerd voor de 2 RWZI's en de niet aangesloten zones.

Stof	Zone	Bruto emissies naar water	Netto emissies	Percentage
<b>Metalen</b>	niet gerioleerd	0	0	
<b>PAK</b>	niet gerioleerd	0	0	
<b>Som</b>	niet gerioleerd	0	0	
<b>Metalen</b>	niet gezuiverd	968	1022	105,53
<b>PAK</b>	niet gezuiverd	1188	4803	404,21
<b>Som</b>	niet gezuiverd	2157	5825	270,11
<b>Metalen</b>	RWZI Noord	19895	5158	25,92
<b>PAK</b>	RWZI Noord	127260	20353	15,99
<b>Som</b>	RWZI Noord	147154	25511	17,34
<b>Metalen</b>	RWZI Zuid	6303	1776	28,18
<b>PAK</b>	RWZI Zuid	89626	11431	12,75
<b>Som</b>	RWZI Zuid	95929	13207	13,77
<b>Metalen</b>	Totaal	27166	7956	29,29
<b>PAK</b>	Totaal	218074	36587	16,78
<b>Som</b>	Totaal	245240	44543	18,16

## 7 Koppeling van de gegevens aan GIS-data en kwantificering

De geografische spreiding van de netto emissies ter hoogte van de ontvangende oppervlaktewateren is weergegeven in onderstaande figuur.



## 8 Betrouwbaarheid en verbeterpunten

Bij de classificatie van de kwaliteit van de informatie wordt zoveel mogelijk aangesloten bij de werkwijze die in de publicatiereeks Emissieregistratie wordt aangehouden [1]. Deze werkwijze is gebaseerd op de methodiek van CORINAIR (CORE emission INventories AIR). Hierbij worden de volgende kwaliteitsclassificaties aangehouden:

- A voor een getal gebaseerd op een groot aantal metingen aan representatieve locaties;
- B voor een getal gebaseerd op een aantal metingen aan een deel van de voor de sector representatieve locaties;
- C voor een getal gebaseerd op een beperkt aantal metingen. aangevuld met schattingen op basis van de technische kennis van het proces;
- D voor een getal gebaseerd op een gering aantal metingen. aangevuld met schattingen op basis van aannames;
- E voor een getal gebaseerd op een technische berekening op basis van een aantal aannames.

De emissieverklarende variabele, verkeersprestatie per wegtype, is gebaseerd op meetgegevens (verkeerstellingen). De beschikbare dataset met ruimtelijk verdeelde verkeertellingen was wegens versnipperde en heterogene samenstelling niet geschikt voor gebruik als EVV. Daarom is geopteerd om gebruik te maken van de totalen per wegtype gerapporteerd door FOD Mobiliteit en Vervoer. Bijgevolg krijgt de EVV een classificatie B.

De emissiefactoren zijn overgenomen uit de Nederlandse factsheet voor lekkage van motorolie en aangevuld met literatuurwaarden voor PAK gehalten in motorolie. De PAK en metaal gehalten in motorolie zijn bepaald op basis van een behoorlijk set aan beschikbare literatuurwaarden, maar de schatting van de lekkage per verkeersprestatie is onzeker. Bijgevolg krijgt de EF een classificatie D.

De emissieroutes naar water krijgen een classificatie A. Het rioleringsnetwerk van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest is gekend en kan gebruikt worden om de afwatering van wegen naar de riolering te bepalen. Indien de weg in gerioleerd gebied ligt. worden de emissies via runoff volledig (100%) getransporteerd naar de riolering.

De regionalisatie van de emissies is gebaseerd op de beschikbare wegenkaart waarin 3 wegtypes onderscheiden worden. Een betrouwbaarheidsclassificatie B is toegekend omdat de verkeersintensiteit uniform gespreid werd over de wegtypes bij gebrek aan bruikbare ruimtelijk gespreide verkeerstellingen. De beschikbare dataset met ruimtelijk verdeelde verkeertellingen was wegens versnipperde en heterogene samenstelling niet geschikt voor gebruik als geografische gedifferentieerde EVV.

Tabel 6: Betrouwbaarheid onderdelen emissieberekening.

Onderdeel emissieberekening	betrouwbaarheidsklasse
Emissieverklarende variabele	B
Emissiefactoren	D
Emissieroutes naar water	A
Regionalisatie	B

Verbeterpunten:

- Een gebiedsdekkende en tijdsvariabele (spits. week. weekend) dataset met verkeerstellingen zou de regionalisatie van de EVV aanzienlijk verbeteren.
- De emissiefactor kan voornamelijk verbeterd worden m.b.t. de schatting van de motorolielekkage per verkeersprestatie.



## 9 Referenties

- [1] Most, P.F.J. van der *et al.*, juli 1998. *Methoden voor de bepaling van emissies naar lucht en water*. Publicatiereeks Emissieregistratie, nr. 44.
- [2] Van den Roovaart J.C., van den Boomen R., Driesprong A. & van Duijnhoven N. (2009). Kwantificering van de wateremissies van PAK in Vlaanderen. Factsheet “Wegverkeer – Lekkage motorolie”. Deltares.
- [3] Rijkswaterstaat - Waterdienst, Deltares, TNO (2013). Emissieschattingen Diffuse bronnen, Factsheet “Wegverkeer – Lekkage motorolie”. Emissieregistratie, [www.emissieregistratie.nl](http://www.emissieregistratie.nl)
- [4] Feenstra, J.F. & van der Most P.J.F. (1985). Diffuse bronnen van waterverontreiniging, IVMrapport E85/15, Instituut voor Milieuvraagstukken, Amsterdam.
- [5] Klein J. *et al.*, Taakgroep Verkeer en Vervoer van het project Emissieregistratie (2006). Methoden voor de berekening van de emissies door mobiele bronnen in Nederland, Rapportagereeks Milieumonitor, Nr.4.
- [6] Klein, J. *et al.* (2012). Methods for calculating the emissions of transport in the Netherlands, CBS, TNO, PBL en RWS.
- [7] VITO, 2005. Evaluatie van de blootstelling aan PAK's- inventarisatiestudie. Deel 1: voorstel gidsstoffen en inventarisatie emissie, immissie en omzettingsreacties. C. Cornelis *et al.* Studie uitgevoerd in opdracht van Aminal. 2005/IMS/R Februari, 2005.
- [8] Fujita, E.; Campbell, D.; Zielinska, B. – Desert Research Institute, 2006 - Chemical Analysis of Lubrication Oil Samples from a Study to Characterize Exhaust Emissions from Light-Duty Gasoline Vehicles in the Kansas City Metropolitan Area.
- [9] Irwin, R. – Oil, used motor oil entry – Environmental Contaminants Encyclopedia; 1997.
- [10] Deltares & VITO (2012). Emissies naar het oppervlaktewater in het Antwerpse havengebied, Factsheet “Lekkage motorolie wegverkeer”.
- [11] Leefmilieu Brussel – BIM.

Emissies naar het oppervlaktewater in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

## **Wegverkeer – Wegdekslijtage**

Opgemaakt door VITO

In opdracht van Leefmilieu Brussel - BIM

**2014**

## 1 Omschrijving emissiebron

Deze factsheet beschrijft de emissies ten geloge van slijtage van het wegdek. Wanneer voertuigen over het wegdek rijden slijt het wegdek door de wrijving van de banden op het wegdek. Voor de emissies van wegdekslijtage is het belangrijk onderscheid te maken tussen asfalt en ander wegdek. Asfalt is een mengsel van minerale bestanddelen (stenen, zand en vulstof) en een bindmiddel ( $\pm 5\%$ ) dat in meer of mindere mate PAKs bevat. Slijtage van asfaltwegen resulteert dus in PAK emissies. Andere wegdektypes bestaan volledig uit minerale grondstoffen zoals steen, klei, grind en zand.

Emissies door wegdekslijtage worden beschouwd als een diffuse bron. De emissies worden via runoff volledig (100%) getransporteerd naar de riolering indien de weg in gerioleerd gebied ligt.

## 2 Berekeningswijze van de emissies

De emissies worden berekend door de vermenigvuldiging van een emissieverklarende variabele (EVV), hier het aantal afgelegde voertuigkilometers in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, met een emissiefactor (EF) per stof, uitgedrukt in emissie per eenheid van de EVV.

$$E_s = EVV \times EF$$

Waarbij:

$E_s$  = Emissie van stof s (g/voertuigkilometer)

EVV = Voertuigkilometers in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (miljoen km/jaar)

EF = Emissiefactor voor stof s (kg/jaar)

De PAK emissiefactoren worden berekend als een fractie van de door slijtage vrijgestelde hoeveelheid wegdekdeeltjes. Daarbij wordt rekening gehouden met het PAK-gehalte in functie van het wegdektype. Er wordt onderscheid gemaakt tussen mineraal wegdek (EF=0), teerhoudend asfalt en niet-teerhoudend asfalt.

## 3 Emissieverklarende variabele/basisgegevens

De emissieverklarende variabele is het aantal voertuigkilometer per wegtype (autosnelweg, gewestweg en gemeenteweg) en het voertuigtype (motor, personenwagen, lichte vrachtwagen, vrachtwagen en bus). De cijfers voor het jaar 2010 die hiervoor gebruikt werden, werden verzameld door het FOD Mobiliteit en Vervoer voor de publicaties van de verkeerstellingen en worden uitgedrukt per miljoen kilometer.

Tabel 1: Aantal voertuigkilometer ( $10^6$  km) afgelegd binnen het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, per voertuigtype en wegtype (FOD Economie en Mobiliteit).

Afgelegde voertuigkilometers in het BHG in 2010 (miljoen km/jaar)			
Voertuigtype	Autosnelwegen	Gewestwegen	Gemeentewegen
Motor	2.4	14.7	14.5
Personenwagen	350.9	1753.8	972.6
Bestelwagen	34.1	346.4	112.7
Vrachtwagen	44.6	77.5	6.0
Bus	2.6	36.9	2.5

#### 4 Emissiefactoren

De emissiefactoren zijn overgenomen uit de Vlaamse Emissie-inventaris Water [2][3]. De wijze waarop de emissiefactoren voor PAKs zijn berekend en de aannames zijn in detail beschreven in [3] en [4]. Bij de berekening van de emissiefactoren is rekening gehouden met de effecten van het voertuigtype en het wegtype (indicatief voor het rijgedrag) op de wegdekslijtage, met de aard van het wegdek en met de samenstelling van het materiaal (PAK en metaalgehalte)

Op basis van de beschikbare gegevens in de literatuur is in [2] en [3] een schatting gemaakt van de emissies van grof stof door wegdekslijtage van tweewielers, lichte voertuigen en zware voertuigen. Daarbij is aangenomen dat zware voertuigen (vrachtwagens en bussen) vijfmaal meer slijtage veroorzaken dan lichte voertuigen (personenwagens en bestelwagens). Voor tweewielers (bromfietsen en motorfietsen) is de helft van de slijtage door lichte voertuigen aangehouden.

Het wegdek slijt meer indien er meer geremd en geaccelereerd wordt, en op wegen met meer bochten. Er zijn echter geen gegevens beschikbaar om dit te kwantificeren. In overeenstemming met [3] en [4] is verondersteld dat wegdekslijtage bij traag verkeer op gewone wegen (in [2], [3] en [4] benoemd als verkeer binnen de bebouwde kom) tweemaal hoger is dan bij snel verkeer op grote wegen (in [2], [3] en [4] benoemd als verkeer buiten de bebouwde kom). Voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest wordt aangenomen dat op de gewest- en gemeentewegen voornamelijk traag verkeer met veel remmen en accelereren voorkomt, terwijl op autosnelwegen minder geremd en geaccelereerd wordt. Gewestwegen en gemeentewegen zijn dus beschouwd vergelijkbaar te zijn met de situatie op wegen binnen de bebouwde kom. Voor autosnelwegen is aangenomen dat het rijgedrag vergelijkbaar is met wegen buiten de bebouwde kom.

Met betrekking tot de aard van het wegdek is gebruik gemaakt van de beschikbare gegevens over het wegdek materiaal in het GIS bestand van het Brusselse wegennetwerk **Error! Reference source not found..** Deze gegevens dateren van 2005. Volgende wegdekken worden daarin onderscheiden: geasfalteerde beton, gegoten asfalt, split-mastix / korrelige asfalt, grote tegels in beton, plaveisel in natuurlijke steen, gegoten beton. Er kan dus een onderscheid gemaakt worden tussen geasfalteerde wegen en wegen uit minerale bouwstof.

De beschouwde emissies zijn enkel afkomstig van geasfalteerde wegen. Uit de beschikbare dataset blijkt dat in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest alle snelwegen en 80% van de gemeente- en gewestwegen geasfalteerd zijn.

Het PAK gehalte kan erg verschillend zijn afhankelijk van de aard van het bindmiddel. Vroeger werd veelal teer gebruikt als bindmiddel, maar tegenwoordig is dit vervangen door bitumen. Het PAK gehalte in teerhoudend asfaltgranulaat (TAG) is een factor 1000 tot 3000 hoger dan in niet-teerhoudend asfalt (met bitumen als bindmiddel) [3]. Voor Vlaanderen is op basis van informatie van

het Opzoekingscentrum voor de wegenbouw (www.brrc.be) het percentage TAG wegdek geschat op 9% in de bebouwde kom en 4% buiten de bebouwde kom. De categoriën en omschrijvingen in het GIS bestand met gegeven m.b.t. de wegdeksamenstelling in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest lieten helaas niet toe om een onderscheid te maken tussen TAG en niet-TAG asfalt. Daarom zijn voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest dezelfde TAG percentages aangehouden als in Vlaanderen (zie hoger) waarbij de gewest- en gemeentewegen beschouwd zijn als vergelijkbaar met wegen binnen de bebouwde kom (9% TAG) en autosnelwegen beschouwd zijn als vergelijkbaar met wegen buiten de bebouwde kom (4% TAG).

Voor de samenstelling van het materiaal (PAK en metaalgehalte) zijn de cijfers uit de Vlaamse Emissie-inventaris Water aangehouden [2][3].

Een overzicht van de emissiefactoren per stof en per voertuigtype is gegeven in *Tabel 2* voor autosnelwegen, in *Tabel 3* voor gewestwegen en gemeentewegen.

*Tabel 2: Emissiefactoren voor wegdekslijtage van wegverkeer op autosnelwegen*

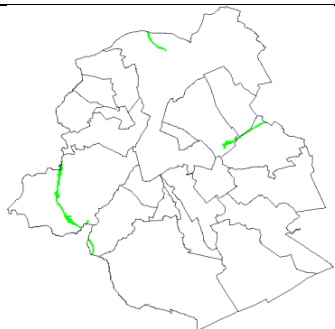
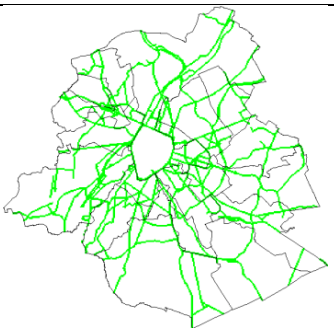
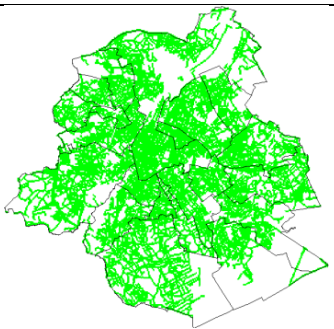

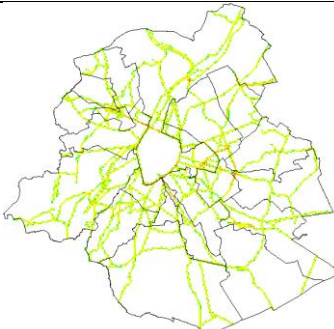
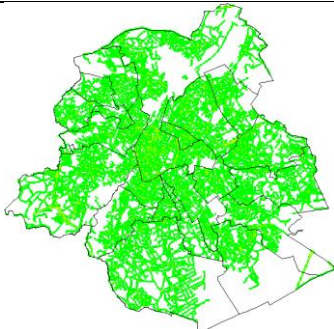
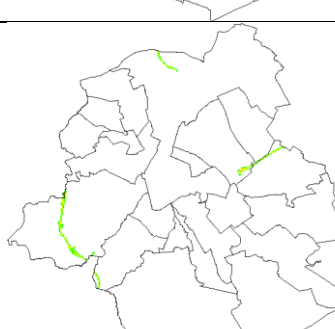
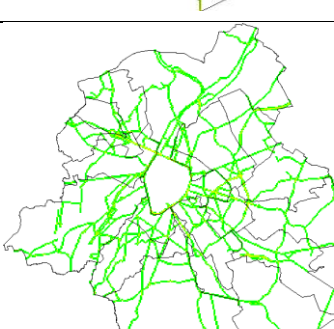
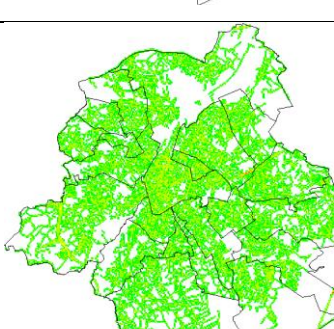
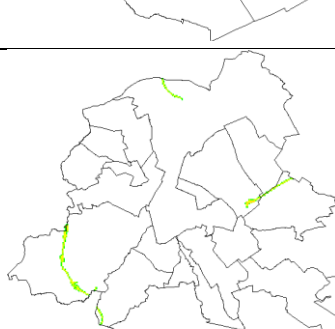

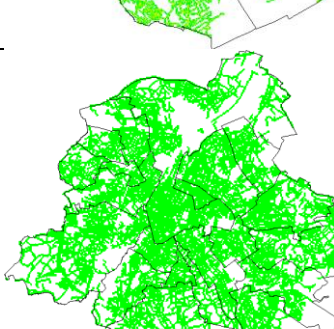
Emissiefactoren (g/miljoen km) - Autosnelweg							
Stofgroep	Stofnaam	Symbool	motor	personen-wagen	bestel-wagen	vracht-wagen	bus
Metalen	Cadmium	Cd	0.1	0.21	0.27	1.1	0.81
	Chroom	Cr	4.2	8.3	11	45	32
	Koper	Cu	1.2	2.5	3.2	13	9.7
	Nikkel	Ni	1.6	3.1	4.1	17	12
	Lood	Pb	2.1	4.1	5.4	22	16
	Zink	Zn	3.6	7.2	9.5	39	28
PAK-16	Acenafteen	Acenaft	0.13	0.31	0.31	1.57	1.57
	Acenaftyleen	Acenafty	0.13	0.31	0.31	1.57	1.57
	Antraceen	Ant	0.13	0.31	0.31	1.57	1.57
	Benzo(a)antraceen	B(a)A	0.13	0.33	0.33	1.66	1.66
	Benzo(a)pyreen	B(a)P	0.12	0.3	0.3	1.5	1.5
	Benzo(b)fluorantheen	B(b)Flu	0.16	0.4	0.4	2.02	2.02
	Benzo(k)fluorantheen	B(k)Flu	0.06	0.16	0.16	0.81	0.81
	Chryseen	Chr	0.04	0.11	0.11	0.56	0.56
	Dibezo(a.h)antraceen	dBz(ah)A	0.13	0.32	0.32	1.64	1.64
	Fenantreen	Fen	0.13	0.31	0.31	1.57	1.57
	Fluorantheen	Flu	0.66	1.62	1.62	8.23	8.23
	Fluoreen	Fluoreen	0.42	1.02	1.02	5.21	5.21
	Benzo(g.h.i)peryleen	B(ghi)Pe	0.13	0.31	0.31	1.57	1.57
	Indeno(1.2.3-cd)pyreen	IP	0.06	0.15	0.15	0.76	0.76
	Naftaleen	Naft	0.00176	0.00445946	0.00446	0.02243	0.02243
	Pyreen	Pyr	0.13	0.31	0.31	1.57	1.57

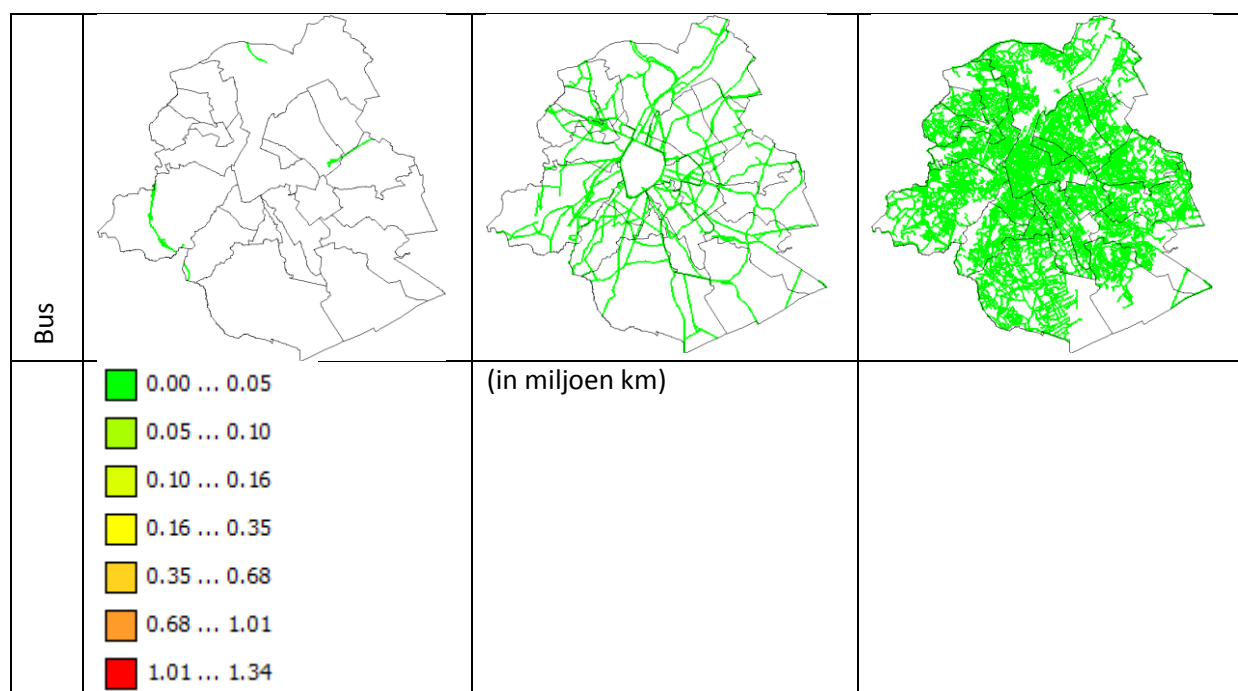
Tabel 3: Emissiefactoren voor wegdekslijtage van wegverkeer op gewestwegen en gemeentewegen

Emissiefactoren (g/miljoen km) – Gewestwegen en Gemeentewegen							
Stofgroep	Stofnaam	Symbool	motor	personen-wagen	bestel-wagen	vracht-wagen	bus
<b>Metalen</b>	Cadmium	Cd	0.07	0.14	0.18	0.74	0.54
	Chroom	Cr	2.8	5.5	7.2	30	22
	Koper	Cu	0.83	1.7	2.2	8.9	6.5
	Nikkel	Ni	1	2.1	2.7	11	8.1
	Lood	Pb	1.4	2.8	3.6	15	11
	Zink	Zn	2.4	4.8	6.3	26	19
<b>PAK-16</b>	Acenafteen	Acenaft	0.57	1.4	1.4	7.16	7.16
	Acenaftyleen	Acenafty	0.57	1.4	1.4	7.16	7.16
	Antraceen	Ant	0.57	1.4	1.4	7.16	7.16
	Benzo(a)antraceen	B(a)A	0.61	1.48	1.48	7.57	7.57
	Benzo(a)pyreen	B(a)P	0.55	1.34	1.34	6.85	6.85
	Benzo(b)fluorantheen	B(b)Flu	0.74	1.8	1.8	9.21	9.21
	Benzo(k)fluorantheen	B(k)Flu	0.29	0.72	0.72	3.68	3.68
	Chryseen	Chr	0.2	0.5	0.5	2.56	2.56
	Dibezo(a.h)antraceen	dBz(ah)A	0.6	1.46	1.46	7.47	7.47
	Fenantreen	Fen	0.57	1.4	1.4	7.16	7.16
	Fluorantheen	Flu	3	7.34	7.34	37.54	37.54
	Fluoreen	Fluoreen	1.9	4.64	4.64	23.37	23.37
	Benzo(g.h.i)peryleen	B(ghi)Pe	0.57	1.4	1.4	7.16	7.16
	Indeno(1.2.3-cd)pyreen	IP	0.28	0.68	0.68	3.48	3.48
	Naftaleen	Naft	0.0082	0.02	0.02	0.1023	0.102
	Pyreen	Pyr	0.57	1.4	1.4	7.16	7.16

## 5 Geografische spreiding

Voor de geografische spreiding van de emissies van wegdekslijtage door wegverkeer is gebruik gemaakt van de beschikbare digitale kaartgegevens van het wegennet in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest **Error! Reference source not found..** Er worden 3 wegtypes onderscheiden: autosnelwegen, gewestwegen en gemeentewegen. Het statistisch cijfer per wegtype en per voertuigtype (zie Emissie Verklarende Variabele) werd lineair gespreid over deze wegen.

	Autosnelweg	Gewestweg	Gemeenteweg
Motor			
Personenwagen			
Bestelwagen			
Vrachtwagen			



## 6 Emissieroutes en bruto-netto-emissies

De totale bruto-emissie wordt berekend zoals is beschreven in de paragraaf “berekenningswijze”. De netto-emissie wordt berekend of geschat op basis van gegevens of veronderstellingen over de weg die de emissies volgen naar de verschillende waterlopen.

Definitie bruto emissie: emissie door de punt en diffuse bronnen

Definitie netto emissie: deel van de bruto emissie die effectief in de waterloop terecht komt (vracht)

### 6.1 Emissieroutes

De voornaamste emissieroute voor wegverkeer is indirect transport naar oppervlaktewater via de riolering. Emissies door wegdekslijtage worden beschouwd als een diffuse bron. De bruto emissies komen terecht in de runoff transportroute. Indien de weg in gerioleerd gebied ligt, wat grotendeels het geval is in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, worden de emissies via runoff volledig (100%) getransporteerd naar de riolering.

Stof	Zone	Type	Emissie	Percentage
<b>Metalen</b>	Totaal	Waternetwerk en grondwater	0	0,00
<b>Metalen</b>	Totaal	Regenwater riolering (private)	0	0,00
<b>Metalen</b>	Totaal	Niet gekoppeld aan IWZI	0	0,00
<b>Metalen</b>	Totaal	IWZI	0	0,00
<b>Metalen</b>	Totaal	Behandelingsbekken	13.292	48,11
<b>Metalen</b>	Totaal	Stormwater bekken	5.279	19,11



<b>Metalen</b>	Totaal	Niet gekoppeld aan RWZI	1.313	4,75
<b>Metalen</b>	Totaal	Regenwater riolering	0	0,00
<b>Metalen</b>	Totaal	Overstort	6.169	22,33
<b>Metalen</b>	Totaal	Afstroming	1.574	5,70
<b>Metalen</b>	Totaal	Netto emissie in oppervlakte water	27.627	100,00

<b>Stof</b>	<b>Zone</b>	<b>Type</b>	<b>Emissie</b>	<b>Percentage</b>
<b>PAK</b>	Totaal	Waternetwerk en grondwater	0	0,00
<b>PAK</b>	Totaal	Regenwater riolering (private)	0	0,00
<b>PAK</b>	Totaal	Niet gekoppeld aan IWZI	0	0,00
<b>PAK</b>	Totaal	IWZI	0	0,00
<b>PAK</b>	Totaal	Behandelingsbekken	1.014	5,28
<b>PAK</b>	Totaal	Stormwater bekken	6.435	33,52
<b>PAK</b>	Totaal	Niet gekoppeld aan RWZI	1.904	9,92
<b>PAK</b>	Totaal	Regenwater riolering	0	0,00
<b>PAK</b>	Totaal	Overstort	7.593	39,55
<b>PAK</b>	Totaal	Afstroming	2.252	11,73
<b>PAK</b>	Totaal	Netto emissie in oppervlakte water	19.198	100,00

<b>Stof</b>	<b>Zone</b>	<b>Type</b>	<b>Emissie</b>	<b>Percentage</b>
<b>Som</b>	Totaal	Waternetwerk en grondwater	0	0,00
<b>Som</b>	Totaal	Regenwater riolering (private)	0	0,00
<b>Som</b>	Totaal	Niet gekoppeld aan IWZI	0	0,00
<b>Som</b>	Totaal	IWZI	0	0,00
<b>Som</b>	Totaal	Behandelingsbekken	14.306	30,55
<b>Som</b>	Totaal	Stormwater bekken	11.714	25,02
<b>Som</b>	Totaal	Niet gekoppeld aan RWZI	3.217	6,87
<b>Som</b>	Totaal	Regenwater riolering	0	0,00
<b>Som</b>	Totaal	Overstort	13.762	29,39
<b>Som</b>	Totaal	Afstroming	3.825	8,17
<b>Som</b>	Totaal	Netto emissie in oppervlakte water	46.825	100,00

## 6.2 Bruto emissies

Tabel 4 geeft de emissies voor de verschillende stoffen en per voertuigcategorie alsook de totale emissies per stof, uitgedrukt in kg/jaar. De emissies zijn berekend door vermenigvuldiging van de emissiefactoren met de emissieverklarende variabele.

Tabel 4: Bruto emissies van wegdekslijtage in het wegverkeer, voor het referentiejaar 2010.

Bruto Emissies (kg/jaar)								
Stof-groep	Stofnaam	Symbool	motor	personen-wagen	bestel-wagen	vracht-wagen	bus	TOTAAL
	Cadmium	Cd	0.0023	0.4554	0.0918	0.1109	0.0234	<b>0.6837</b>
	Chroom	Cr	0.0918	17.9077	3.6806	4.5120	0.9500	<b>27.1421</b>
	Koper	Cu	0.0271	5.5121	1.1191	1.3230	0.2813	<b>8.2627</b>
	Nikkel	Ni	0.0330	6.8132	1.3794	1.6767	0.3503	<b>10.2527</b>
	Lood	Pb	0.0459	9.0726	1.8369	2.2337	0.4750	<b>13.6641</b>
	Zink	Zn	0.0787	15.6132	3.2163	3.9104	0.8214	<b>23.6400</b>
PAK-16	Acenafteen	Acenaft	0.0041	0.9540	0.1529	0.2011	0.0659	<b>1.3780</b>
	Acenaftyleen	Acenafty	0.0041	0.9540	0.1529	0.2011	0.0659	<b>1.3780</b>
	Antraceen	Ant	0.0041	0.9540	0.1529	0.2011	0.0659	<b>1.3780</b>
	Benzo(a)antraceen	B(a)A	0.0041	1.0155	0.1628	0.2126	0.0697	<b>1.4647</b>
	Benzo(a)pyreen	B(a)P	0.0038	0.9232	0.1480	0.1922	0.0630	<b>1.3301</b>
	Benzo(b)fluorantheen	B(b)Flu	0.0051	1.2309	0.1973	0.2588	0.0848	<b>1.7769</b>
	Benzo(k)fluorantheen	B(k)Flu	0.0019	0.4924	0.0789	0.1038	0.0340	<b>0.7110</b>
	Chryseen	Chr	0.0013	0.3385	0.0543	0.0717	0.0235	<b>0.4893</b>
	Dibezo(a.h)antraceen	dBz(ah)A	0.0041	0.9847	0.1578	0.2101	0.0689	<b>1.4256</b>
	Fenantreen	Fen	0.0041	0.9540	0.1529	0.2011	0.0659	<b>1.3780</b>
	Fluorantheen	Flu	0.0209	4.9852	0.7990	1.0543	0.3457	<b>7.2050</b>
	Fluoreen	Fluoreen	0.0133	3.1388	0.5031	0.6674	0.2188	<b>4.5414</b>
	Benzo(g.h.i)peryleen	B(ghi)Pe	0.0041	0.9540	0.1529	0.2011	0.0659	<b>1.3780</b>
	Indeno(1.2.3-cd)pyreen	IP	0.0019	0.4616	0.0740	0.0974	0.0319	<b>0.6667</b>
	Naftaleen	Naft	0.0001	0.0137	0.0022	0.0029	0.0009	<b>0.0198</b>
	Pyreen	Pyr	0.0041	0.9540	0.1529	0.2011	0.0659	<b>1.3780</b>

### 6.3 Netto emissies

Netto emissies geaggregeerd voor de 3 ontvangende waterlichamen: Zenne. Woluwe. Kanaal.

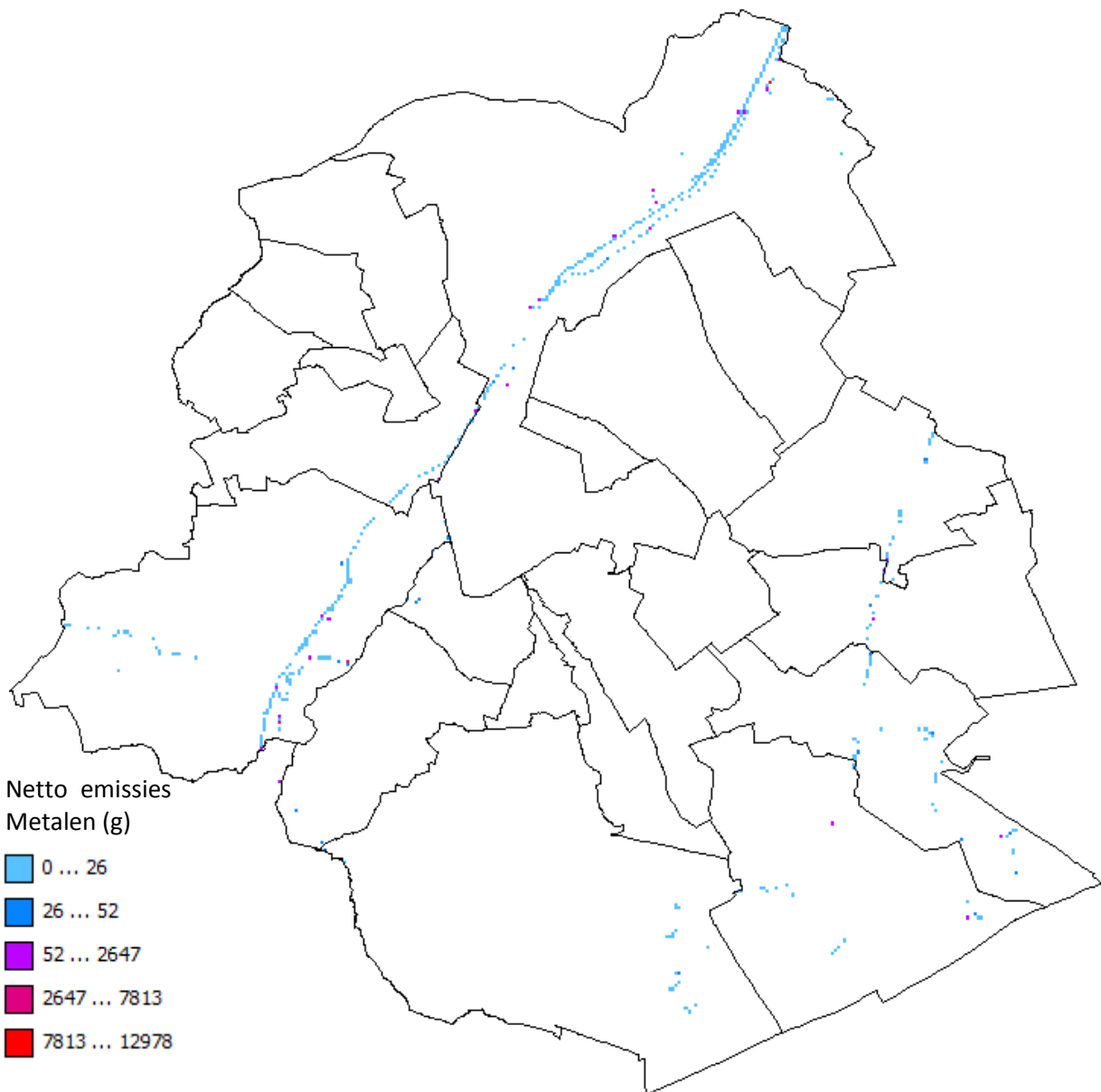
Stof	Zone	Netto emissies	Percentage
<b>Metalen</b>	kanaal	939	5%
<b>PAK</b>	kanaal	1251	12%
<b>Som</b>	kanaal	2190	8%
<b>Metalen</b>	woluwe	1122	6%
<b>PAK</b>	woluwe	1651	16%
<b>Som</b>	woluwe	2773	10%
<b>Metalen</b>	zenne	16214	89%
<b>PAK</b>	zenne	7345	72%
<b>Som</b>	zenne	23558	83%
<b>Metalen</b>	Totaal	18275	100%
<b>PAK</b>	Totaal	10246	100%
<b>Som</b>	Totaal	28521	100%

Netto emissies geaggregeerd voor de 2 RWZI's en de niet aangesloten zones.

Stof	Zone	Bruto emissies naar water	Netto emissies	Percentage
<b>Metalen</b>	niet gezuiverd	2.290	2.606	113,79
<b>PAK</b>	niet gezuiverd	3.371	3.460	102,64
<b>Som</b>	niet gezuiverd	5.661	6.066	107,15
<b>Metalen</b>	RWZI Noord	53.211	16.586	31,17
<b>PAK</b>	RWZI Noord	67.938	10.539	15,51
<b>Som</b>	RWZI Noord	121.149	27.125	22,39
<b>Metalen</b>	RWZI Zuid	20.206	7.259	35,92
<b>PAK</b>	RWZI Zuid	21.468	3.490	16,26
<b>Som</b>	RWZI Zuid	41.674	10.748	25,79
<b>Metalen</b>	Totaal	75.708	26.451	34,94
<b>PAK</b>	Totaal	92.777	17.489	18,85
<b>Som</b>	Totaal	168.485	43.940	26,08

## 7 Koppeling van de gegevens aan GIS-data en kwantificering

De geografische spreiding van de netto emissies ter hoogte van de ontvangende oppervlaktewateren is weergegeven in onderstaande figuur.



## 8 Betrouwbaarheid en verbeterpunten

Bij de classificatie van de kwaliteit van de informatie wordt zoveel mogelijk aangesloten bij de werkwijze die in de publicatiereeks Emissieregistratie wordt aangehouden [1]. Deze werkwijze is gebaseerd op de methodiek van CORINAIR (CORE emission INventories AIR). Hierbij worden de volgende kwaliteitsclassificaties aangehouden:

- A voor een getal gebaseerd op een groot aantal metingen aan representatieve locaties;
- B voor een getal gebaseerd op een aantal metingen aan een deel van de voor de sector representatieve locaties;
- C voor een getal gebaseerd op een beperkt aantal metingen. aangevuld met schattingen op basis van de technische kennis van het proces;
- D voor een getal gebaseerd op een gering aantal metingen. aangevuld met schattingen op basis van aannames;
- E voor een getal gebaseerd op een technische berekening op basis van een aantal aannames.

De emissieverklarende variabele (verkeersprestatie per wegtype) is gebaseerd op meetgegevens (verkeerstellingen). De beschikbare dataset met ruimtelijk verdeelde verkeertellingen was wegens versnipperde en heterogene samenstelling niet geschikt voor gebruik als EVV. Daarom is geopteerd om gebruik te maken van de totalen per wegtype gerapporteerd door FOD Mobiliteit en Vervoer. Bijgevolg krijgt de EVV een classificatie B.

De emissiefactoren zijn berekend op basis van de beschikbare cijfers in de Vlaamse factsheets voor wegdekslijtage. De emissiefactoren zijn berekend op basis van wegdekslijtage, aard van het wegdek en samenstelling van het materiaal. De wegdekslijtage per voertuigkilometer is afgeleid uit eerder indicatieve literatuurwaarden. Het aandeel TAG wegen is geschat en de samenstelling van het wegdek materiaal is gebaseerd op een beperkt aantal metingen met een grote spreiding. Bijgevolg wordt aan de emissiefactoren een classificatie C toegekend.

De emissieroutes naar water krijgen een classificatie A. Het rioleringsnetwerk van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest is gekend en kan gebruikt worden om de afwatering van wegen naar de riolering te bepalen. Indien de weg in gerioleerd gebied ligt, worden de emissies via runoff volledig (100%) getransporteerd naar de riolering.

De regionalisatie van de emissies is gebaseerd op de beschikbare wegenkaart waarin 3 wegtypes onderscheiden worden. Een betrouwbaarheidsclassificatie B is toegekend omdat de verkeersintensiteit uniform gespreid werd over de wegtypes bij gebrek aan bruikbare ruimtelijk gespreide verkeerstellingen. De beschikbare dataset met ruimtelijk verdeelde verkeertellingen was wegens versnipperde en heterogene samenstelling niet geschikt voor gebruik als geografische gedifferentieerde EVV.

*Tabel 5: Betrouwbaarheid onderdelen emissieberekening.*

onderdeel emissieberekening	Betrouwbaarheidsklasse
Emissieverklarende variabele	B
Emissiefactoren	C
Emissieroutes naar water	A
Regionalisatie	B

Verbeterpunten:

- Een gebiedsdekkende en tijdsvariabele (spits, week, weekend) dataset met verkeerstellingen zou de regionalisatie van de EVV aanzienlijk verbeteren.
- De emissiefactoren kunnen verbeterd worden indien er beter gegevens zouden zijn over de wegdekslijtage in relatie tot de verkeersintensiteit.
- De emissieberekeningen kunnen verbeterd en beter afgestemd worden op de situatie in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest indien er gegevens zouden zijn over het percentage wegen met TAG-wegdek. Er kan aangenomen worden dat TAG-wegdek in de toekomst verder zal uitfasen en dat de PAK emissies van wegdekslijtage bijgevolg zullen afnemen. Het PAK gehalte van niet-teerhoudend asfalt is immers veel lager dan het gehalte in TAG.

## 9 Referenties

- [1] Most, P.F.J. van der *et al.*, juli 1998. *Methoden voor de bepaling van emissies naar lucht en water*. Publicatiereeks Emissieregistratie, nr. 44.
- [2] Syncera (2006). Emissie-inventaris Water voor Vlaanderen – Metalen. Factsheet “Wegverkeer – Wegdekslijtage”.
- [3] Van den Roovaart J.C., van den Boomen R., Driesprong A. & van Duijnhoven N. (2009). Kwantificering van de wateremissies van PAK in Vlaanderen. Factsheet “Wegverkeer – Wegdekslijtage”. Deltares.
- [4] Rijkswaterstaat - Waterdienst, Deltares, TNO (2013). Emissieschattingen Diffuse bronnen, Factsheet “Emissies door wegdekslijtage afkomstig van het wegverkeer”. Emissieregistratie, [www.emissieregistratie.nl](http://www.emissieregistratie.nl)
- [5] Leefmilieu Brussel - BIM

Emissies naar het oppervlaktewater in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

## **Spoorverkeer – Bovenleiding en Sleepstukken**

Opgemaakt door VITO

In opdracht van Leefmilieu Brussel - BIM

**2014**

## **1 Omschrijving emissiebron**

Deze factsheet beschrijft de emissies door slijtage van de bovenleidingen en de sleepstukken van stroomafnemers bij elektrisch spoorverkeer. De treinen, trams en metro's in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest worden elektrisch voortbewogen. De elektriciteit wordt geleverd via koperen bovenleidingen waarmee de voertuigen connecteren via stroomafnemers. Het deel van de stroomafnemers dat contact maakt met de bovenleidingen, het sleepstuk, bestaat voornamelijk uit koolstof met daarin verwerkt koper en lood. Tijdens het rijden slijten zowel de bovenleidingen als de sleepstukken van de stroomafnemers. De slijtage zorgt voor emissies van fijn stof, koper en lood.

Emissies door slijtage van de bovenleidingen en de sleepstukken van stroomafnemers bij elektrisch spoorverkeer worden beschouwd als een diffuse bron. De emissies worden via runoff volledig (100%) getransporteerd naar de riolering indien de spoorweg in gerioleerd gebied ligt.

## **2 Berekeningswijze van de emissies**

De emissies worden berekend door de vermenigvuldiging van een emissieverklarende variabele (EVV), hier het aantal afgelegde spoorvoertuig in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, met een emissiefactor (EF) per stof, uitgedrukt in emissie per eenheid van de EVV.

$$E_s = EVV \times EF$$

Waarbij:

$E_s$  = Emissie van stof s (g/voertuigkilometer)

EVV = Spoorvoertuigkilometers in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (miljoen km/jaar)

EF = Emissiefactor voor stof s (kg/jaar)

## **3 Emissieverklarende variabele/basisgegevens**

De emissieverklarende variabele voor spoorverkeer is het aantal afgelegde voertuigkilometers per spoorvoertuigtype. Hierbij wordt een onderscheid gemaakt tussen treinen, trams en metro's. Alle spoorverkeer in het Brussels Hoofdstedelijk gewest is elektrisch.

### **Treinen**

Een geografische dataset met de spoorlijnen en hun locaties werd beschikbaar gesteld door Infrabel. Deze geografische informatie werden gekoppeld met de beschikbare data m.b.t. verkeersintensiteit. De dataset van spoorverkeerintensiteit werd verzameld t.b.v. de opmaak van de geluidskaart 2006 en bestaat uit een Acces databank met aantal treinen per spoorlijnsegment. De frequentie op elk spoorsegment werd vermenigvuldigd met de lengte van het betreffende segment om het aantal afgelegde voertuigkilometers te berekenen.

In totaal werden in 2010 in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest bijna 6 miljoen voertuigkilometers afgelegd door de treinen.



### **Trams**

Elke tramlijn wordt gekenmerkt door een vast aantal ritten per dag. Het aantal ritten per dag is berekend op basis van de frequentie van dienstverlening. De rittfrequentie varieert afhankelijk van de periode van de dag en afhankelijk van de dag in de week. Op basis van de beschikbare rittfrequentiedata werd berekend dat er in 2010 in het Brussels Hoofdstedelijk gewest 73178 ritten plaatsvonden per lijnnummer, voor beide rijrichtingen gecombineerd. Afhankelijk van het aantal tramlijnen per spoorsegment passeren, werd dit cijfer vermenigvuldigd met de lengte van het betreffende segment om te komen tot het aantal voertuigkilometers per segment.

In totaal werden in 2010 in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest ruim 24 miljoen voertuigkilometers afgelegd door de trams.

### **Metro's**

Voor de metrodiensten waren geen frequentiegegevens per lijn of segment beschikbaar. Voor metro's is daarom gerekend met het totaal aantal jaarlijkse rijstelkilometers afgelegd door metrostellen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. In 2010 werden in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest ruim 5 miljoen rijstelkilometers afgelegd [6].

*Tabel 1: Emissieverklarende variabele – afgelegde spoorvoertuigkilometers in het Brussels Hoofdstedelijk gewest voor trein, tram en metro*

<b>Spoorverkeer</b>	<b>Afgelegde voertuigkilometers in BHG in 2010</b>
Trein	62580451 km
Tram	24116918 km
Metro	5319385 km

## **4 Emissiefactoren**

De emissiefactoren zijn afgeleid uit [2] waar de emissiefactoren berekend zijn uit waargenomen slijtages, het metaalgehalte van de bovenleidingen en sleepstukken, en het elektriciteitsverbruik van treinen, trams en metro's in Nederland. Vergelijkbare emissies per eenheid van stroomgebruik zijn gerapporteerd voor treinverkeer in Zwitserland [3]. De emissies per stroomverbruik zijn omgerekend naar emissies per afgelegde spoorvoertuigkilometer op basis van een geschat gemiddeld verbruik van 10 kWh/km voor reguliere treinen (merk op: het verbruik voor hogesnelheidstreinen ligt hoger) en 5 kWh/km voor trams en metro's [4][5].

De emissiefactoren voor slijtage van de bovenleidingen en slijtage van de sleepstukken zijn per stof en per spoorvoertuigtype gegeven in Tabel 2 en Tabel 3.

Tabel 2: Emissiefactoren voor slijtage van bovenleidingen van spoorverkeer

Stofnaam	Symbool	Emissiefactoren (g/km)		
		trein	tram	metro
Koper	Cu	0.173	0.134	0.134

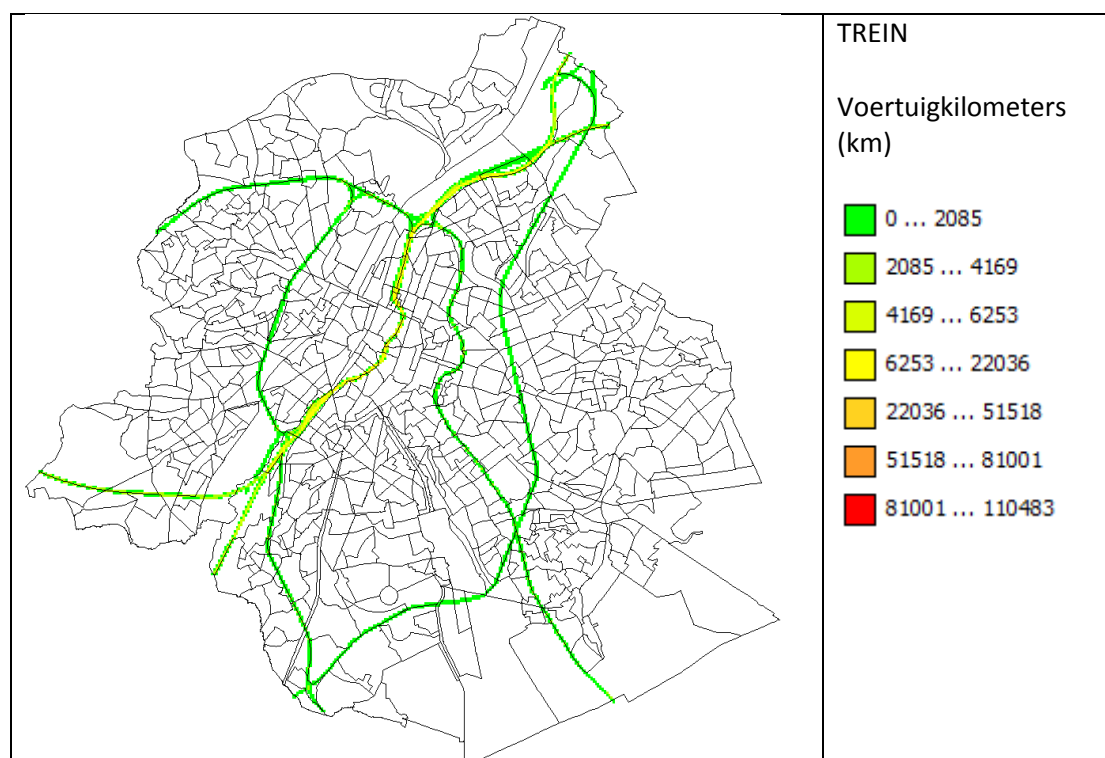
Tabel 3: Emissiefactoren voor slijtage van sleepstukken van spoorverkeer

Stofnaam	Symbool	Emissiefactoren (g/km)		
		trein	tram	metro
Koper	Cu	0.025	0.025	0.025
Lood	Pb	0.01	0.01	0.01

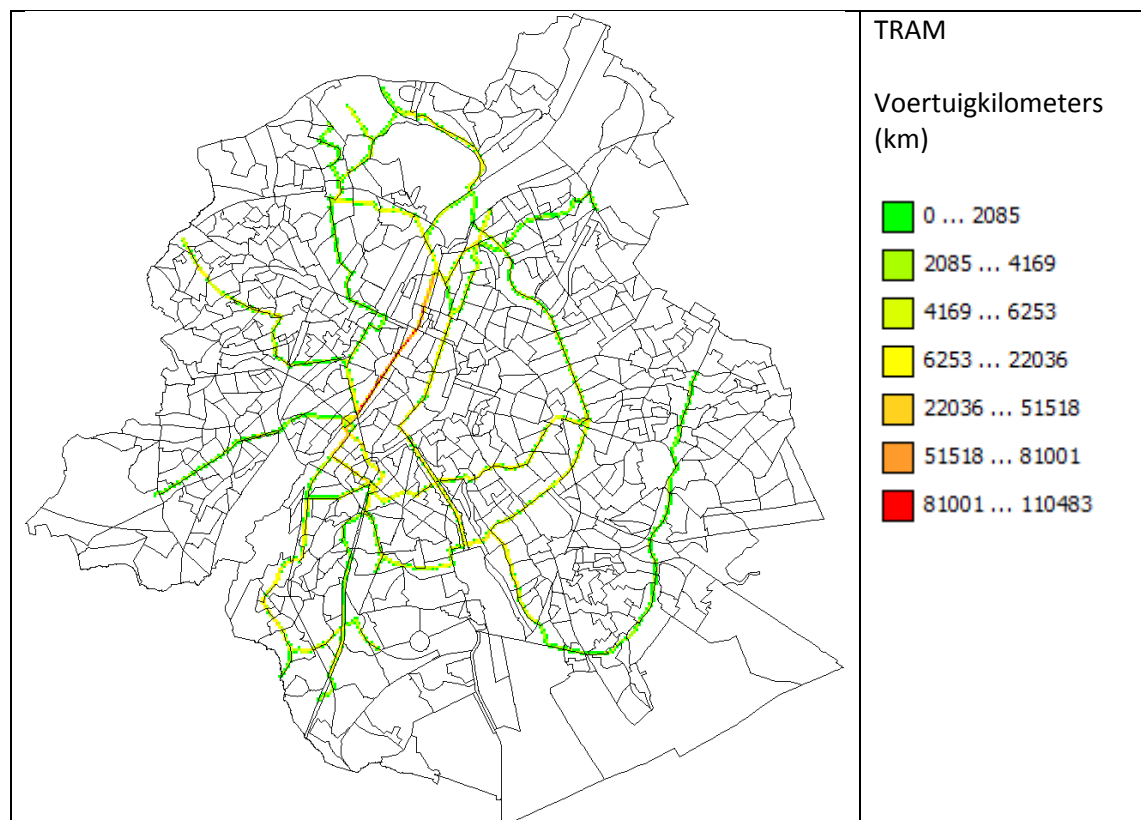
## 5 Geografische spreiding

Voor de geografische spreiding van de emissies van spoorvoertuigen is gebruik gemaakt van de van de beschikbare digitale kaartgegevens van de spoorwegen (Infrabel), tramlijnen en metrolijnen (MIVB) in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

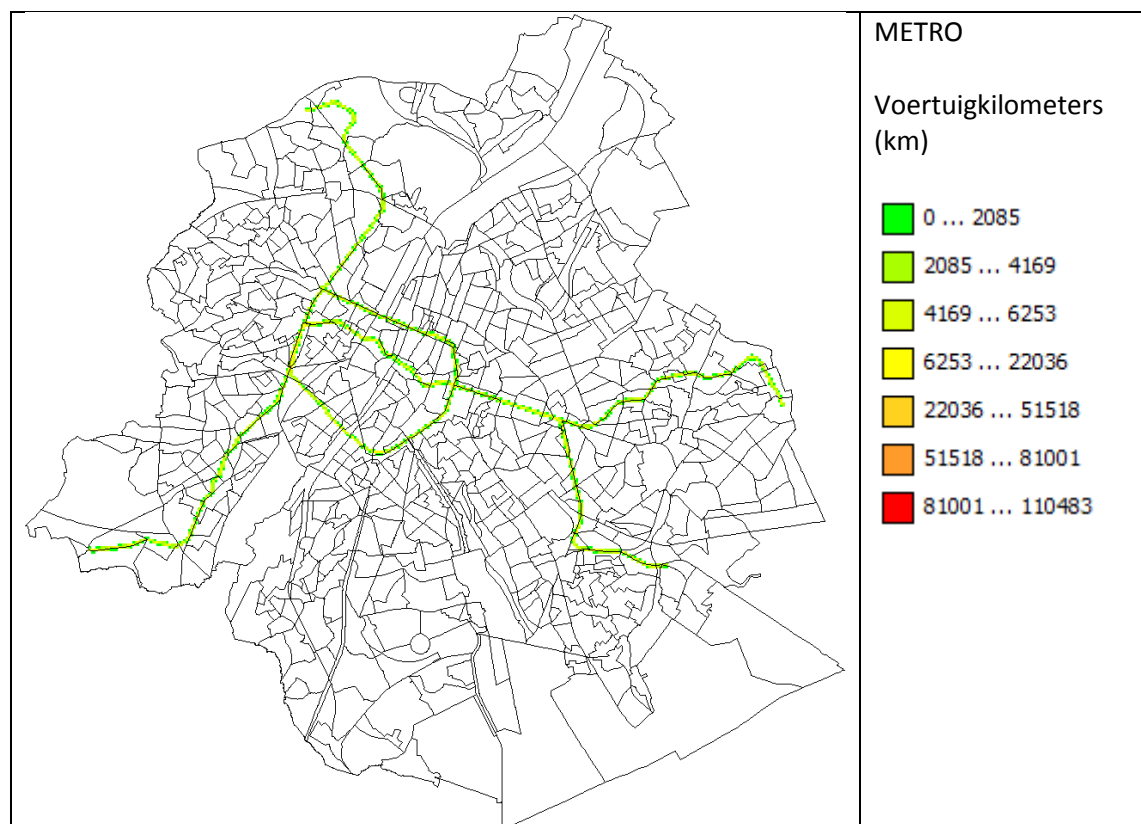
De ruimtelijke spreiding van de emissieverklarende variabele, de afgelegde spoorvoertuigkilometers, is per type spoorverkeer (trein, tram, metro) weergegeven in Figuur 1, Figuur 2, en Figuur 3.



Figuur 1: Ruimtelijke variatie van de afgelegde voertuigkilometers van treinen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.



Figuur 2: Ruimtelijke variatie van de afgelegde voertuigkilometers van trams in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.



Figuur 3: Ruimtelijke variatie van de afgelegde voertuigkilometers van metro's in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

## 6 Emissieroutes en bruto-netto-emissies

De totale bruto-emissie wordt berekend zoals is beschreven in de paragraaf “berekeningswijze”. De netto-emissie wordt berekend of geschat op basis van gegevens of veronderstellingen over de weg die de emissies volgen naar de verschillende waterlopen.

Definitie bruto emissie: emissie door de punt en diffuse bronnen

Definitie netto emissie: deel van de bruto emissie die effectief in de waterloop terecht komt (vracht)

### 6.1 Emissieroutes

De voornaamste emissieroute voor spoorverkeer is indirect transport naar oppervlaktewater via de riolering. Emissies door slijtage van de bovenleidingen en de sleepstukken worden beschouwd als een diffuse bron. De bruto emissies komen terecht in de runoff transportroute. Indien de weg in gerioleerd gebied ligt, wat grotendeels het geval is in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, worden de emissies via runoff volledig (100%) getransporteerd naar de riolering.

Onderstaande tabellen geven de netto emissies van metalen (som) naar oppervlaktewater per transportroute en het procentueel aandeel van de verschillende transportroutes. De emissies zijn gegeven voor de deelbronnen “bovenleidingen” en “koolsleepstukken”, alsook voor de som van beide. Voor de individuele metalen die vrij komen door slijtage van bovenleidingen en koolsleepstukken van spoorverkeer (vermeld in **Error! Reference source not found.** en Tabel 3) zijn de emissies per transportroute beschikbaar in de emissie-inventaris tool WEISS-BHG die de volledige database van de opgemaakte emissie-inventaris voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest omvat.

Tabel 4: Netto emissies van metalen door slijtage van de bovenleidingen van spoorverkeer. Netto emissies naar oppervlaktewater per transportroute en procentueel aandeel van de verschillende routes.

<b>bovenleiding</b>				
<b>Stof</b>	<b>Zone</b>	<b>Type</b>	<b>Emissie (g)</b>	<b>Percentage</b>
<b>Metalen</b>	Totaal	Waternetwerk en grondwater	0	0
<b>Metalen</b>	Totaal	Regenwater riolering (private)	0	0
<b>Metalen</b>	Totaal	Niet gekoppeld aan IWZI	0	0
<b>Metalen</b>	Totaal	IWZI	0	0
<b>Metalen</b>	Totaal	Behandelingsbekken	598872	35,58
<b>Metalen</b>	Totaal	Stormwater bekken	402713	23,92
<b>Metalen</b>	Totaal	Niet gekoppeld aan RWZI	150365	8,93
<b>Metalen</b>	Totaal	Regenwater riolering	0	0
<b>Metalen</b>	Totaal	Overstort	489600	29,09
<b>Metalen</b>	Totaal	Afstroming	41762	2,48
<b>Metalen</b>	Totaal	Netto emissie in oppervlakte water	1683313	100

Tabel 5: Netto emissies van metalen door slijtage van de koolsleepstukken van spoorverkeer. Netto emissies naar oppervlaktewater per transportroute en procentueel aandeel van de verschillende routes.

<b>koolsleepstukken</b>				
<b>Stof</b>	<b>Zone</b>	<b>Type</b>	<b>Emissie (g)</b>	<b>Percentage</b>
<b>Metalen</b>	Totaal	Waternetwerk en grondwater	0	0
<b>Metalen</b>	Totaal	Regenwater riolering (private)	0	0
<b>Metalen</b>	Totaal	Niet gekoppeld aan IWZI	0	0
<b>Metalen</b>	Totaal	IWZI	0	0
<b>Metalen</b>	Totaal	Behandelingsbekken	159579	37,51
<b>Metalen</b>	Totaal	Stormwater bekken	100570	23,64
<b>Metalen</b>	Totaal	Niet gekoppeld aan RWZI	32648	7,67
<b>Metalen</b>	Totaal	Regenwater riolering	0	0
<b>Metalen</b>	Totaal	Overstort	123114	28,94
<b>Metalen</b>	Totaal	Afstroming	9495	2,23
<b>Metalen</b>	Totaal	Netto emissie in oppervlakte water	425405	100

Tabel 6: Netto emissies van metalen door slijtage van zowel bovenleidingen als koolsleepstukken van spoorverkeer. Netto emissies naar oppervlaktewater per transportroute en procentueel aandeel van de verschillende routes.

<b>Totaal</b>				
<b>Stof</b>	<b>Zone</b>	<b>Type</b>	<b>Emissie (g)</b>	<b>Percentage</b>
<b>Metalen</b>	Totaal	Waternetwerk en grondwater	0	0
<b>Metalen</b>	Totaal	Regenwater riolering (private)	0	0
<b>Metalen</b>	Totaal	Niet gekoppeld aan IWZI	0	0
<b>Metalen</b>	Totaal	IWZI	0	0
<b>Metalen</b>	Totaal	Behandelingsbekken	758451	35,97
<b>Metalen</b>	Totaal	Stormwater bekken	503284	23,87
<b>Metalen</b>	Totaal	Niet gekoppeld aan RWZI	183013	8,68
<b>Metalen</b>	Totaal	Regenwater riolering	0	0,00
<b>Metalen</b>	Totaal	Overstort	612714	29,06
<b>Metalen</b>	Totaal	Afstroming	51257	2,43
<b>Metalen</b>	Totaal	Netto emissie in oppervlakte water	2108718	100,00

## 6.2 Bruto emissies

Tabel 7 geeft de koperemissies t.g.v. slijtage van de bovenleidingen bij spoorverkeer, uitgedrukt in kg/jaar. Tabel 8 geeft de emissies van koper en lood t.g.v. slijtage van de stroomafnemers bij spoorverkeer, uitgedrukt in kg/jaar. De emissies zijn berekend door vermenigvuldiging van de emissiefactoren met de emissieverklarende variabele.

Tabel 7: Bruto emissies door slijtage van bovenleidingen bij spoorverkeer.

Stofnaam	Symbool	Bruto Emissies (kg/jaar)		
		trein	tram	metro
Koper	Cu	1027	3232	713

Tabel 8: Bruto emissies door slijtage van sleepstukken bij spoorverkeer.

Stofnaam	Symbool	Bruto Emissies (kg/jaar)		
		trein	tram	metro
Koper	Cu	148	603	133
Lood	Pb	59	241	53

### 6.3 Netto emissies

De netto emissies door slijtage van bovenleidingen en sleepstukken zijn weergegeven in *Tabel 9* waarbij de emissies geaggregeerd zijn per waterlichaam. In *Tabel 10* zijn de bruto en netto emissies weergegeven, geaggregeerd per zuiveringsgebied (WZI-N en WZI-Z) en voor de niet-aangesloten en niet-gezuiverde gebieden.

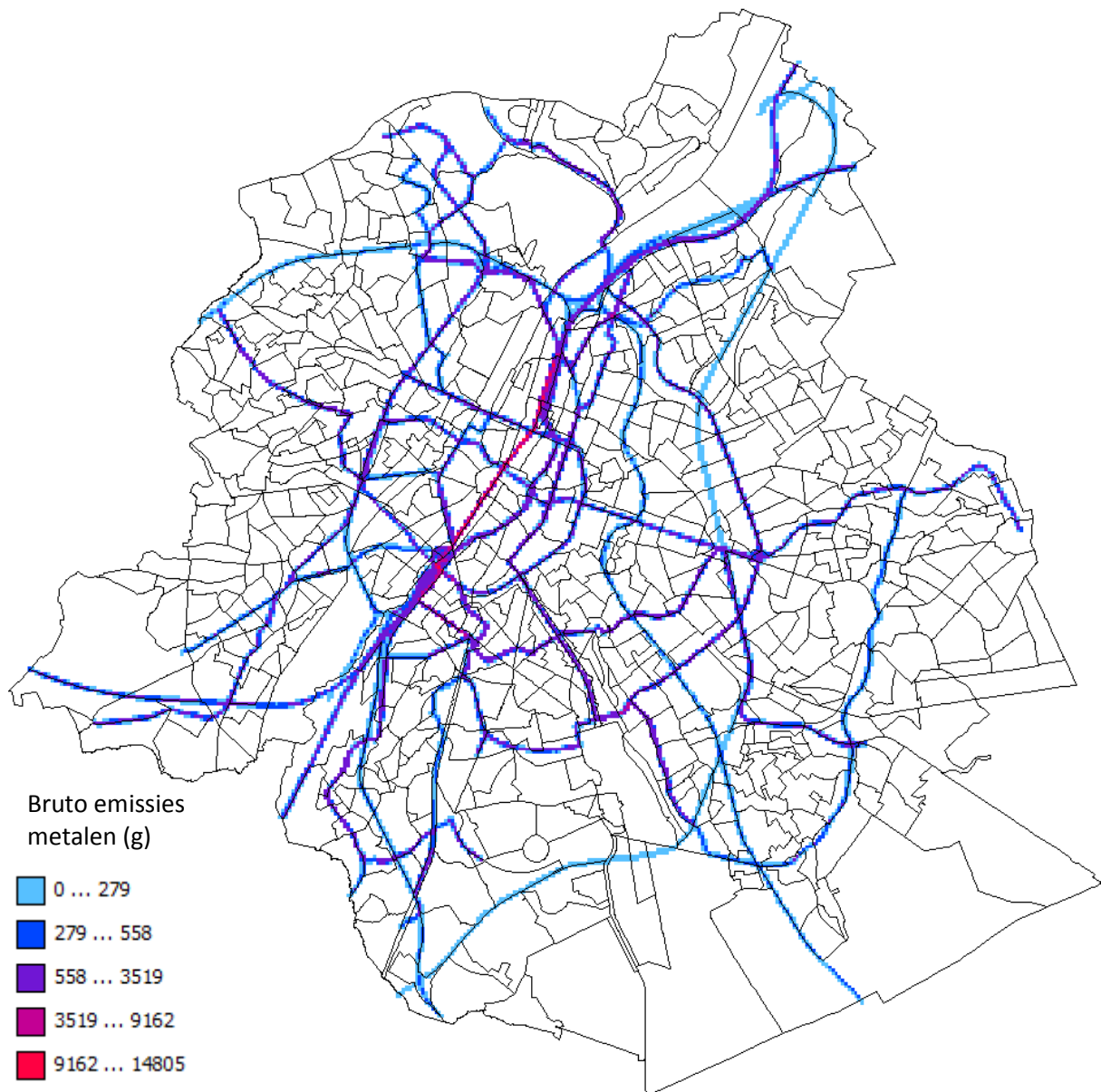
Tabel 9: Netto emissies van metalen per waterlichaam in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

Zone	Bron	Netto emissies
kanaal	Slijtage bovenleiding	69.875,25
kanaal	Slijtage koolsleepstukken	17.644,51
kanaal	Som	87.519,76
zenne	Slijtage bovenleiding	965726
zenne	Slijtage koolsleepstukken	247868
zenne	Som	1.213.593,60
woluwe	Slijtage bovenleiding	30199
woluwe	Slijtage koolsleepstukken	6880
woluwe	Som	37.078,64
Totaal	Slijtage bovenleiding	1065800
Totaal	Slijtage koolsleepstukken	272392
Totaal	Som	1.338.192,00

Tabel 10: Bruto en netto emissies zuiveringsgebied in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

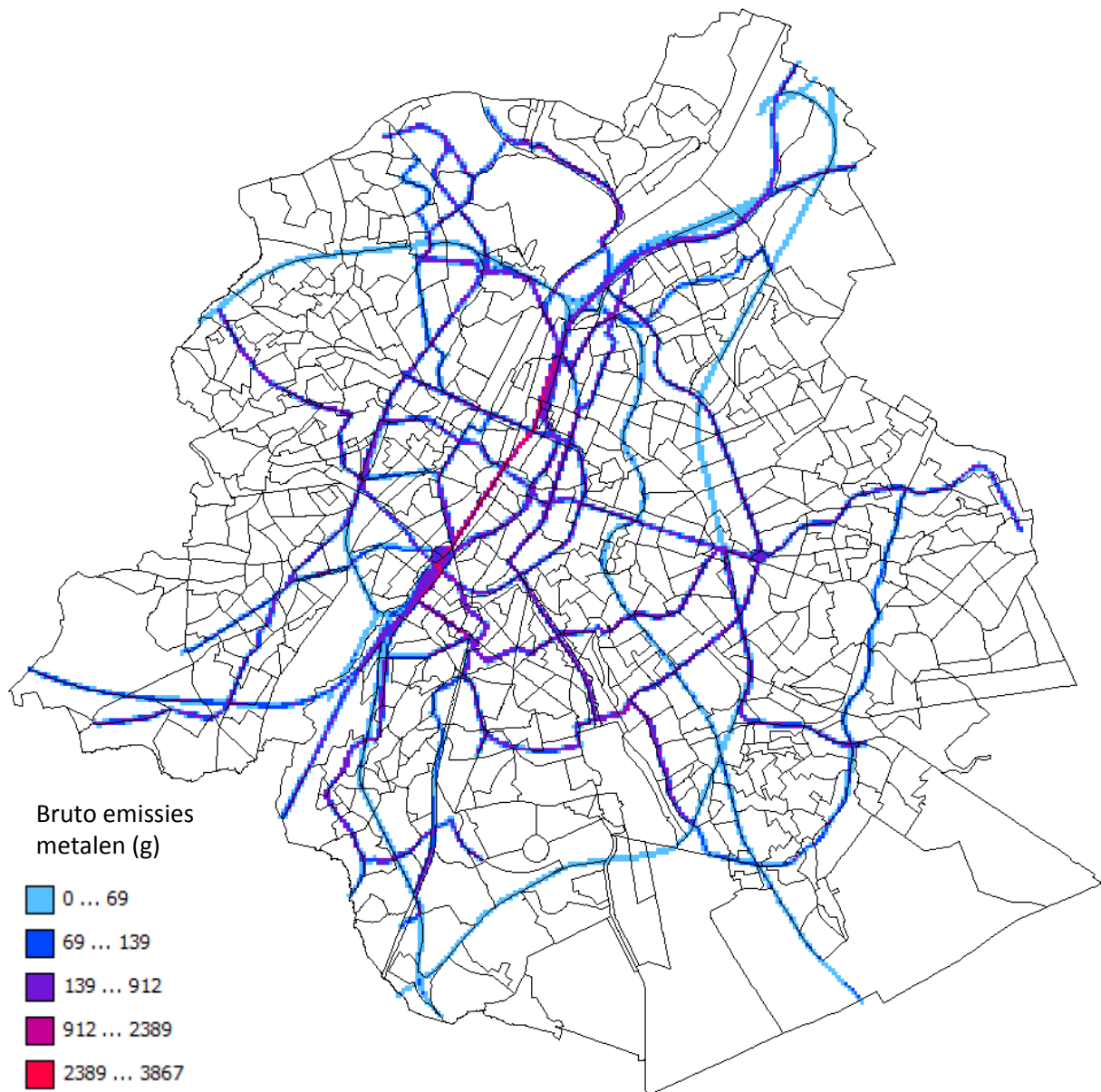
Stof	Zone	Bron	Bruto emissies naar water (g)	Netto emissies (g)	Percentage (%)
<b>Metalen</b>	niet gerioleerd	Slijtage bovenleiding	25.724	28.378	110,32
<b>Metalen</b>	niet gerioleerd	Slijtage koolsleepstukken	5.845	6.538	111,86
<b>Metalen</b>	niet gerioleerd	Som	31.569	34.916	110,60
<b>Metalen</b>	niet gezuiverd	Slijtage bovenleiding	201.261	313.963	156,00
<b>Metalen</b>	niet gezuiverd	Slijtage koolsleepstukken	43.513	78.421	180,22
<b>Metalen</b>	niet gezuiverd	Som	244.775	392.384	160,30
<b>Metalen</b>	RWZI Noord	Slijtage bovenleiding	3.698.567	955.162	25,83
<b>Metalen</b>	RWZI Noord	Slijtage koolsleepstukken	927.003	247.926	26,74
<b>Metalen</b>	RWZI Noord	Som	4.625.570	1.203.088	26,01
<b>Metalen</b>	RWZI Zuid	Slijtage bovenleiding	1.125.910	383.851	34,09
<b>Metalen</b>	RWZI Zuid	Slijtage koolsleepstukken	277.862	92.023	33,12
<b>Metalen</b>	RWZI Zuid	Som	1.403.772	475.874	33,90
<b>Metalen</b>	Totaal	Slijtage bovenleiding	5.051.462	1.681.354	33,28
<b>Metalen</b>	Totaal	Slijtage koolsleepstukken	1.254.224	424.909	33,88
<b>Metalen</b>	Totaal	Som	6.305.685	2.106.263	33,40

## 7 Koppeling van de gegevens aan GIS-data en kwantificering

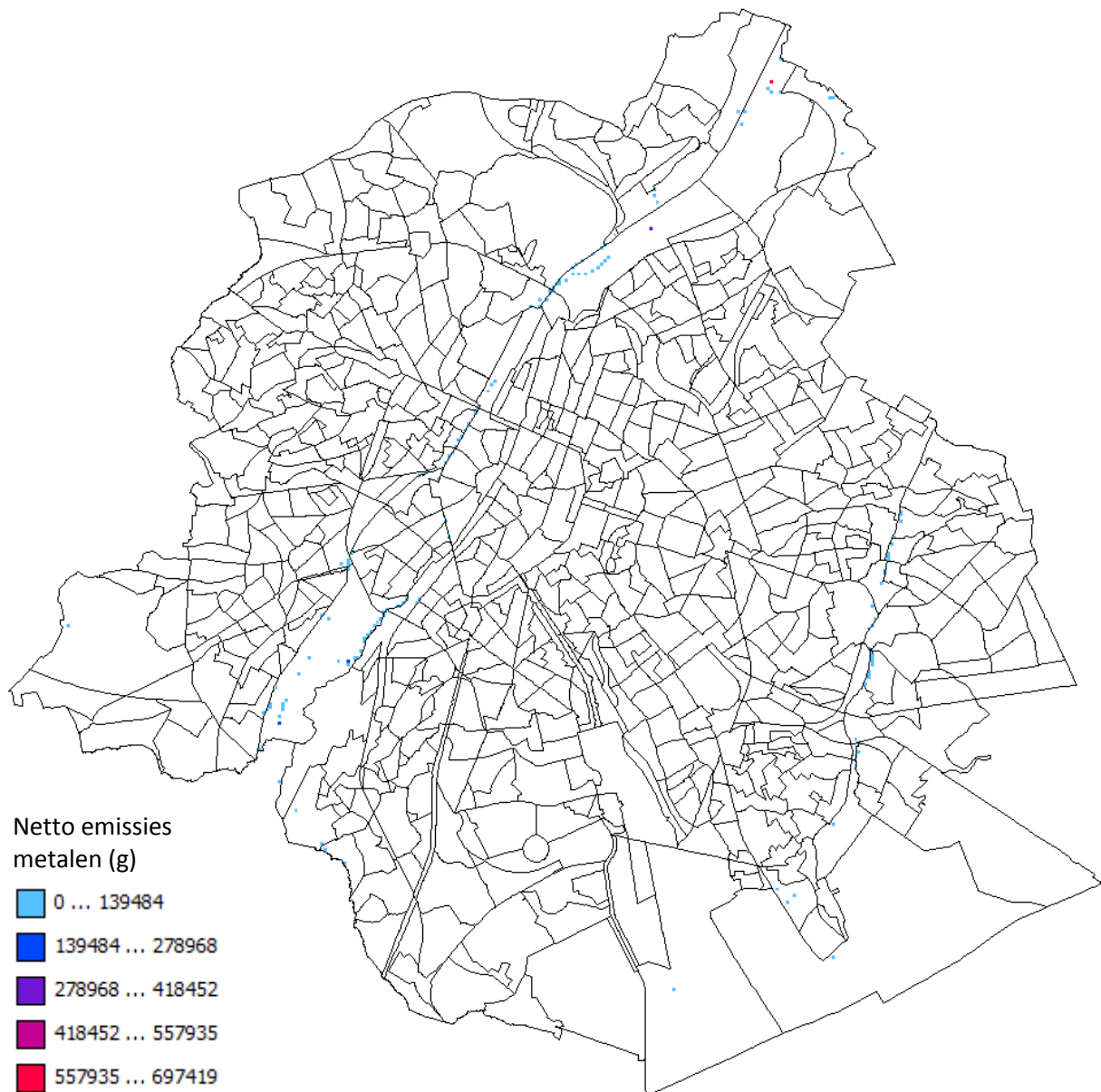


Figuur 4: Geografische spreiding van de bruto emissies door slijtage van de bovenleiding.

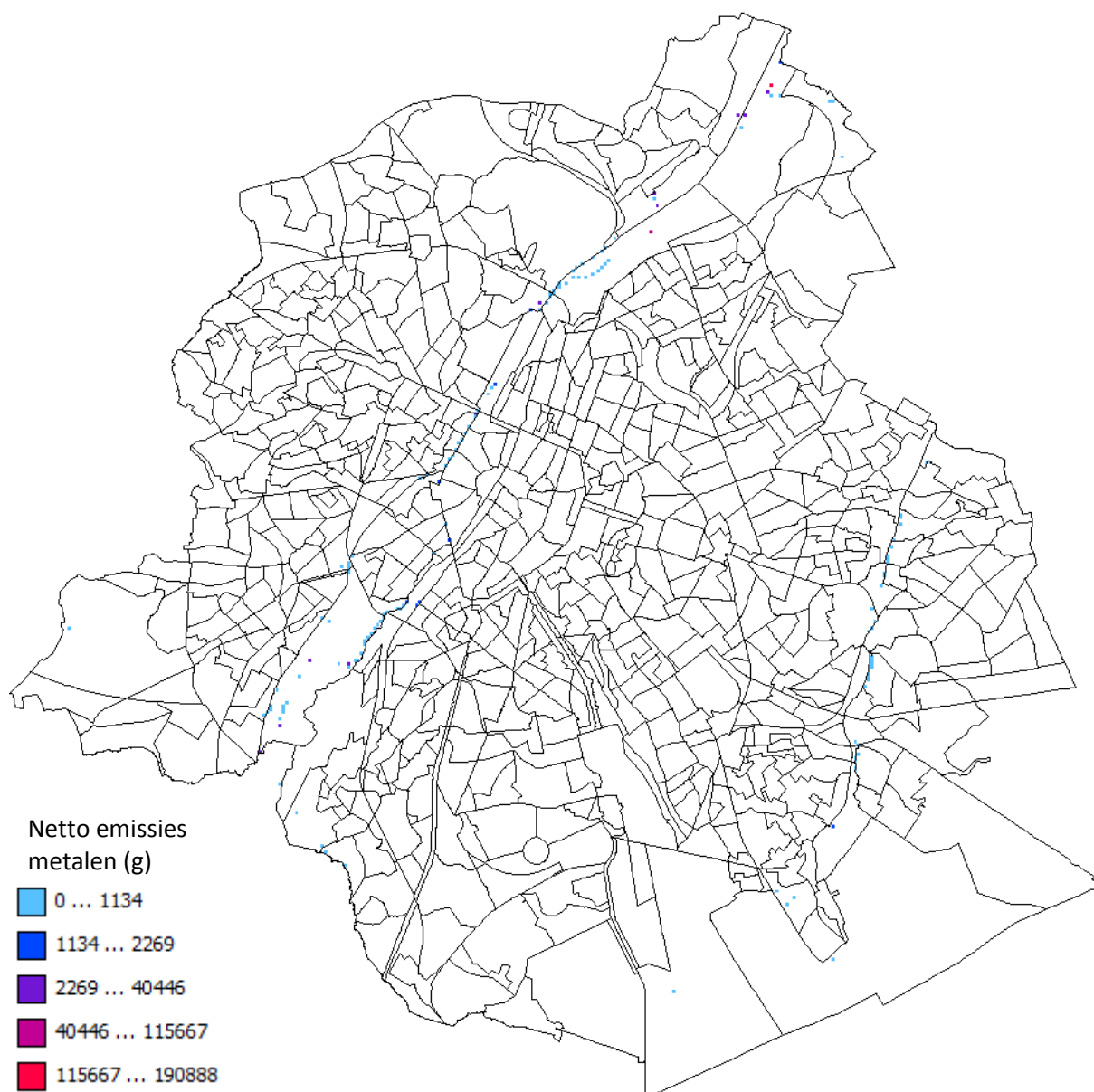




Figuur 5: Geografische spreiding van de bruto emissies door slijtage van koolsleepstukken



Figuur 6: Geografische spreiding van de netto emissies door slijtage van bovenleidingen



Figuur 7: Geografische spreiding van de netto emissies door slijtage van koolsleepstukken

## 8 Betrouwbaarheid en verbeterpunten

Bij de classificatie van de kwaliteit van de informatie wordt zoveel mogelijk aangesloten bij de werkwijze die in de publicatiereeks Emissieregistratie wordt aangehouden [1]. Deze werkwijze is gebaseerd op de methodiek van CORINAIR (COrRe emission INventories AIR). Hierbij worden de volgende kwaliteitsclassificaties aangehouden:

- A voor een getal gebaseerd op een groot aantal metingen aan representatieve locaties;
- B voor een getal gebaseerd op een aantal metingen aan een deel van de voor de sector representatieve locaties;
- C voor een getal gebaseerd op een beperkt aantal metingen, aangevuld met schattingen op basis van de technische kennis van het proces;

- D voor een getal gebaseerd op een gering aantal metingen. aangevuld met schattingen op basis van aannames;
- E voor een getal gebaseerd op een technische berekening op basis van een aantal aannames.

De emissieverklarende variabelen voor spoorverkeer, nl. de verkeersprestatie uitgedrukt in afgelegde voertuigkilometers, is voor treinverkeer gebaseerd op de beschikbare dataset met gemeten verkeersintensiteiten. Voor tramverkeer is de EVV gebaseerd op de frequentietabellen van de dienstverlening per lijn. Voor metroverkeer is het totale aantal rijstelkilometers gehanteerd als EVV. Alle emissieverklarende variabelen voor spoorverkeer zijn betrouwbaar gekwantificeerd en bijgevolg krijgt de EVV een classificatie A.

De emissiefactoren zijn overgenomen uit de Nederlandse factsheet voor slijtage van bovenleidingen en sleepstukken. Deze emissiefactoren zijn gebaseerd op een beperkt aantal metingen en aangevuld met schattingen. Voor omrekening van de emissiefactoren per stroomgebruik naar emissies per voertuigkilometer is een geschat gemiddeld stroomverbruik per afgelegde afstand aangehouden. Bijgevolg krijgt de EF een classificatie C.

De emissieroutes naar water krijgen een classificatie A. Het rioleringsnetwerk van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest is gekend en kan gebruikt worden om de afwatering van naar de riolering te bepalen. Indien de spoorweg, tram- of metrolijn in gerioleerd gebied ligt, worden de emissies via runoff volledig (100%) getransporteerd naar de riolering.

De regionalisatie van de emissies is gebaseerd op de beschikbare kaarten waarbij 3 types spoorverkeer onderscheiden worden: spoorwegen (trein), tramlijnen en metrolijnen. Een betrouwbaarheidsclassificatie B is toegekend m.b.t. de ruimtelijke spreiding van de emissies van metroverkeer omdat de totale afgelegde rijstelkilometers uniform gespreid zijn over de metro lijnen bij gebrek ruimtelijk gespreide gegevens. Voor treinen en trams waren ruimtelijk gespreide gegevens beschikbaar over de verkeersintensiteit per segment (trein) en de ritfrequentie per lijn (tram). Bijgevolg is een betrouwbaarheidsclassificatie A toegekend m.b.t. de ruimtelijke spreiding van de emissies van trein- en tramverkeer.

*Tabel 11: Betrouwbaarheid onderdelen emissieberekening.*

Onderdeel emissieberekening	betrouwbaarheidsklasse
Emissieverklarende variabele	A
Emissiefactoren	C
Emissieroutes naar water	A
Regionalisatie	
- Trein & tram	A
- Metro	B

Verbeterpunten:

- Een gebiedsdekkende en tijdsvariabele dataset voor het metroverkeer met verkeerstellingen of ritfrequenties per lijn zou de regionalisatie van het metroverkeer verbeteren.
- Kwantitatieve gegevens over de slijtage van bovenleidingen en sleepstukken in relatie tot de verkeersintensiteit zouden de EF betrouwbaarder kunnen maken.

- Omrekening van de emissies per energieverbruik naar emissies per afgelegde voertuigkilometer kan verbeterd worden met specifieke stroomverbruikscijfers (kWh per km) voor trein, tram en metro in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Het stroomverbruik wordt immers mede bepaald door de massa van het spoorvoertuig, de rijsnelheid en de start-stop frequentie per rit.

## **9 Referenties**

- [1] van der Most, P.F.J. et al. ( 1998). Methoden voor de bepaling van emissies naar lucht en water. Publicatiereeks Emissieregistratie, nr. 44.
- [2] Rijkswaterstaat - Waterdienst, Deltares, TNO (2013). Emissieschattingen Diffuse bronnen, Factsheet “Slijtage stroomafnemers en bovenleidingen spoorwegen”. Emissieregistratie, [www.emissieregistratie.nl](http://www.emissieregistratie.nl)
- [3] Burkhardt, M., Rossi, L., Boller, M., 2008. Diffuse release of environmental hazards by railways. Desalination 226; 106-113.
- [4] JØRGENSEN M.W. & SORENSON S.C. (1997). Estimating Emissions from Railway Traffic. Report for the Project MEET, Methodologies for Estimating Air Pollutant Emissions for Transport. Department of Energy Engineering, Technical University of Denmark, 136 p.
- [5] De Lijn. CO<sub>2</sub>-uitstoot van het verkeer. [http://www.delijn.be/over/milieu/co2\\_uitstoot\\_verkeer.htm](http://www.delijn.be/over/milieu/co2_uitstoot_verkeer.htm)
- [6] MIVB (2012). Activiteitenverslag 2011 van de MIVB. [http://www.stib.be/publications.html?l=nl&news\\_rid=/STIB-MIVB/INTERNET/ACTUS/STATIC/WEB\\_Article\\_1\\_1181297243401.xml](http://www.stib.be/publications.html?l=nl&news_rid=/STIB-MIVB/INTERNET/ACTUS/STATIC/WEB_Article_1_1181297243401.xml)

Emissies naar het oppervlaktewater in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

## **Spoorverkeer – Verlies van Smeerolie**

Opgemaakt door VITO

In opdracht van Leefmilieu Brussel - BIM

**2014**

## 1 Omschrijving emissiebron

Deze factsheet beschrijft de emissies door verlies van smeerolie in het spoorverkeer. Smeerolie emissies treden op bij rijden, stilstand, ontkoppelen en onderhoud van spoorvoertuigen. Op spoorvoertuigen worden smeermiddelen aangebracht ter hoogte van de wielen (wielkrans) en aan bewegende onderdelen van de koppeling tussen voertuigstellen (stangen, bouten en glijstoelen). Smeerolieverlies ter hoogte van de wielen treedt op tijdens het rijden. Smeerolieverlies ter hoogte van de koppeling tussen voertuigstellen treedt voornamelijk op tijdens wisselpassages.

Voor smering van spoorvoertuigen kunnen oliegebaseerde en niet-oliegebaseerde smeermiddelen gebruikt worden. De oliegebaseerde smeerproducten bevatten als hoofdcomponent sterk geraffineerde minerale olie. Dergelijke smeerproducten geven aanleiding tot emissies van minerale olie en PAKs.

Emissies door smeerolieverlies worden beschouwd als een diffuse bron. De emissies worden via runoff volledig (100%) getransporteerd naar de riolering indien de spoorweg in gerioleerd gebied ligt.

## 2 Berekeningswijze van de emissies

De emissies worden berekend door de vermenigvuldiging van een emissieverklarende variabele (EVV) met een emissiefactor (EF) per stof, uitgedrukt in emissie per eenheid van de EVV.

Smeerolieverlies door spoorvoertuigen treedt op tijdens het rijden en bij passage over een spoorwissel. Bijgevolg zijn er twee bronnen met corresponderende emissieverklarende variabelen te onderscheiden: de afgelegde afstand en het aantal passages over een wissel.

$$E_s = EVV \times EF$$

Verlies van olie aangebracht ter hoogte van de wielen (kranswiel) treedt op tijdens het rijden. Voor deze emissies is de EVV het aantal afgelegde voertuigkilometers in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

Waarbij:

$E_s$	=	Emissie van stof s (g/voertuigkilometer)
EVV	=	Spoorvoertuigkilometers in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (miljoen km/jaar)
EF	=	Emissiefactor voor stof s (kg/jaar)

Verlies van olie aangebracht op stangen, bouten en glijstoelen treedt hoofdzakelijk op bij passage over spoorwissels. Voor deze emissies is de EVV het aantal voertuigpassages over een spoorwissel. Smeerolieverlies bij wisselpassages wordt enkel beschouwd voor treinen. Voor trams en metro's is er geen informatie over spoorwissels beschikbaar.

Waarbij:

$E_s$	=	Emissie van stof s (g/wisselpassage)
EVV	=	Wisselpassages (trein) in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (aantal/jaar)
EF	=	Emissiefactor voor stof s (kg/jaar)

### 3 Emissieverklarende variabele/basisgegevens

#### Verlies smeerolie tijdens rijden – EVV voertuigkilometers

De emissieverklarende variabele voor smeerolieverlies ter hoogte van de wielen (wielkrans) tijdens het rijden is het aantal afgelegde voertuigkilometers per spoorvoertuigtype. Hierbij wordt een onderscheid gemaakt tussen treinen, trams en metro's. Alle spoorverkeer in het Brussels Hoofdstedelijk gewest is elektrisch.

##### Treinen

Een geografische dataset met de spoorlijnen en hun locaties werd beschikbaar gesteld door Infrabel. Deze geografische informatie werden gekoppeld met de beschikbare data m.b.t. verkeersintensiteit. De dataset van spoorverkeerintensiteit werd verzameld t.b.v. de opmaak van de geluidskaart 2006 en bestaat uit een Acces databank met aantal treinen per spoorlijnsegment. De frequentie op elk spoorsegment werd vermenigvuldigd met de lengte van het betreffende segment om het aantal afgelegde voertuigkilometers te berekenen.

In totaal werden in 2010 in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest bijna 6 miljoen voertuigkilometers afgelegd door de treinen.

##### Trams

Elke tramlijn wordt gekenmerkt door een vast aantal ritten per dag. Het aantal ritten per dag is berekend op basis van de frequentie van dienstverlening. De ritfrequentie varieert afhankelijk van de periode van de dag en afhankelijk van de dag in de week. Op basis van de beschikbare ritfrequentiedata werd berekend dat er in 2010 in het Brussels Hoofdstedelijk gewest 73178 ritten plaatsvonden per lijnnummer, voor beide rijrichtingen gecombineerd. Afhankelijk van het aantal tramlijnen per spoorsegment passeren, werd dit cijfer vermenigvuldigd met de lengte van het betreffende segment om te komen tot het aantal voertuigkilometers per segment.

In totaal werden in 2010 in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest ruim 24 miljoen voertuigkilometers afgelegd door de trams.

##### Metro's

Voor de metrodiensten waren geen frequentiegegevens per lijn of segment beschikbaar. Voor metro's is daarom gerekend met het totaal aantal jaarlijkse rijstelkilometers afgelegd door metrostellen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. In 2010 werden in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest ruim 5 miljoen rijstelkilometers afgelegd [3].

*Tabel 1: Emissieverklarende variabele – afgelegde spoorvoertuigkilometers in het Brussels Hoofdstedelijk gewest voor trein, tram en metro*

Spoorverkeer	Afgelegde voertuigkilometers in BHG in 2010
Trein	62580451 km
Tram	24116918 km
Metro	5319385 km

#### Verlies smeerolie tijdens wisselpassage – EVV wisselpassages



De emissieverklarende variabele voor smeeroilverlies ter hoogte van stangen, bouten en glijstoelen bij passage over wissel is het aantal wisselpassages in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Hierbij worden enkel treinen in beschouwing genomen omdat er voor trams en metro's geen informatie over spoorwissels beschikbaar is.

Voor de treinsporen is de locatie van de wissels gekend. Op basis van het aantal ritten per spoorlijn (spoorsegment) is het aantal wisselpassages berekend. Voor wissels tussen parallelle sporen is het gemiddelde van het jaarlijks aantal ritten gehanteerd. Volgens deze methode waren er in 2010 in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest ruim 60 miljoen wisselpassages door treinen.

#### 4 Emissiefactoren

De emissiefactoren zijn overgenomen uit [2]. De emissiefactoren zijn afgeleid op basis van de jaarlijks verbruikte hoeveelheid smeeroilie (voor wielkranssmering enerzijds en voor smering van glijstoelen, stangen en bouten anderzijds), het minerale oliegehalte in de gebruikte smeermiddelen en het gemiddeld PAK profiel van geraffineerde minerale olie.

Een overzicht van de emissiefactoren per stof is gegeven in *Tabel 2* voor wat betreft smeeroilverlies bij rijden (wielkranssmering) en in *Tabel 3* voor wat betreft smeeroilverlies bij passage over wissels (smering van stangen, bouten en glijstoelen).

*Tabel 2: Emissiefactoren voor smeeroilverlies tijdens rijden van spoorvoertuigen (wielkranssmering).*

Stofnaam	Symbool	Emissiefactor (g/10 <sup>6</sup> voertuigkm)
Acenafteen	Acenaft	29.8
Acenaftyleen	Acenafty	31.89
Antraceen	Ant	8.94
Benzo(a)antraceen	B(a)A	1.19
Benzo(a)pyreen	B(a)P	0.6
Benzo(b)fluorantheen	B(b)Flu	0.6
Benzo(k)fluorantheen	B(k)Flu	0.6
Benzo(g,h,i)peryleen	B(ghi)Pe	0.021
Chryseen	Chr	0.6
Dibezo(a,h)antraceen	dBz(ah)A	0.12
Fenantreen	Fen	44.71
Fluorantheen	Flu	26.82
Fluoreen	Fluoreen	5.96
Indeno(1,2,3-cd)pyreen	IP	0.6
Naftaleen	Naft	64.38
Pyreen	Pyr	4.77
Minerale olie	MinOlie	29805

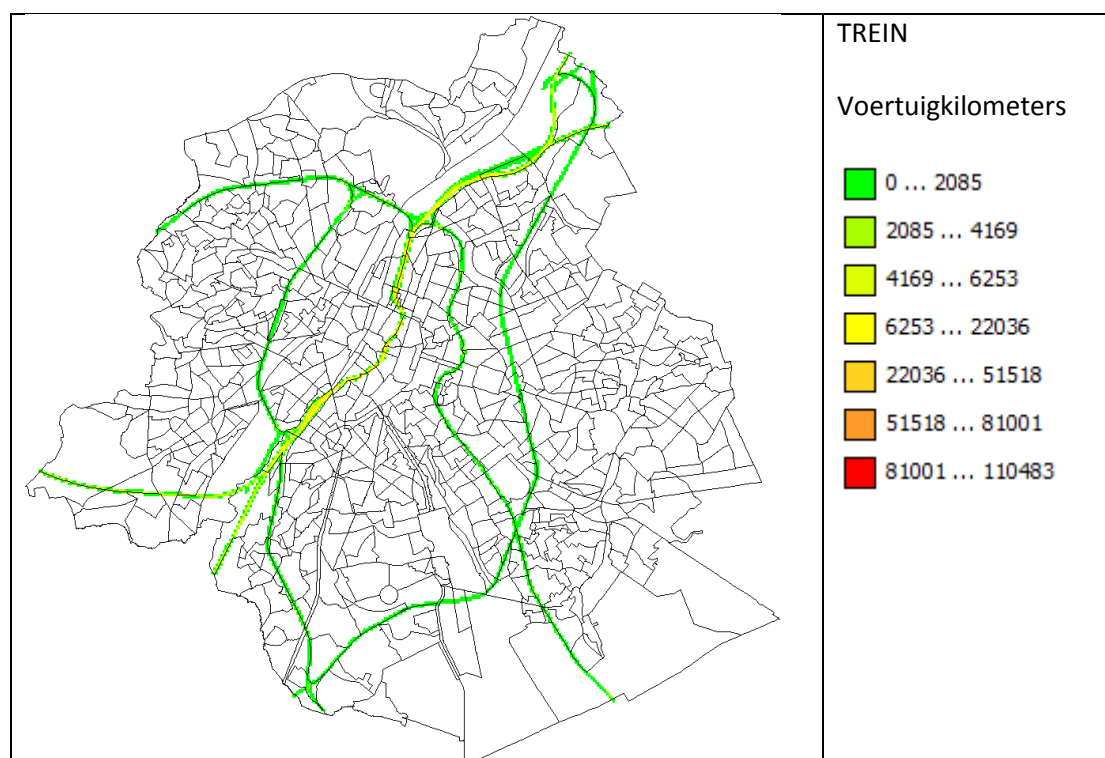
*Tabel 3: Emissiefactoren voor smeeroilverlies bij wisselpassages van spoorvoertuigen (smering van stangen, bouten en glijstoelen).*

Stofnaam	Symbool	Emissiefactor (g/10 <sup>6</sup> wisselpassage)
Acenafteen	Acenaft	76.37
Acenaftyleen	Acenafty	81.72
Antraceen	Ant	22.91
Benzo(a)antraceen	B(a)A	3.05
Benzo(a)pyreen	B(a)P	1.53
Benzo(b)fluorantheen	B(b)Flu	1.53
Benzo(k)fluorantheen	B(k)Flu	1.53
Benzo(g,h,i)peryleen	B(ghi)Pe	0.053
Chryseen	Chr	1.53
Dibezo(a,h)antraceen	dBz(ah)A	0.31
Fenantreen	Fen	114.56
Fluorantheen	Flu	15.27
Fluoreen	Fluoreen	68.73
Indeno(1.2.3-cd)pyreen	IP	1.53
Naftaleen	Naft	164.96
Pyreen	Pyr	12.22
Minerale olie	MinOlie	76371

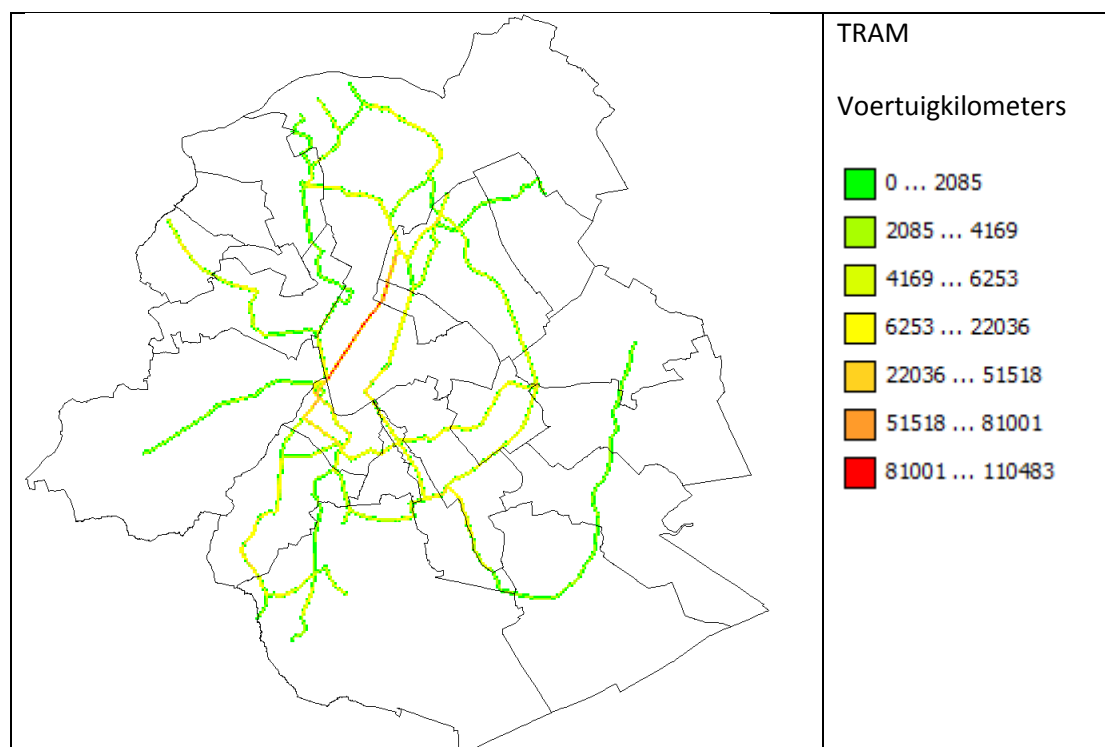
## 5 Geografische spreiding

Voor de geografische spreiding van de emissies van spoorvoertuigen is gebruik gemaakt van de van de beschikbare digitale kaartgegevens van de spoorwegen (Infrabel), tramlijnen en metrolijnen (MIVB) in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

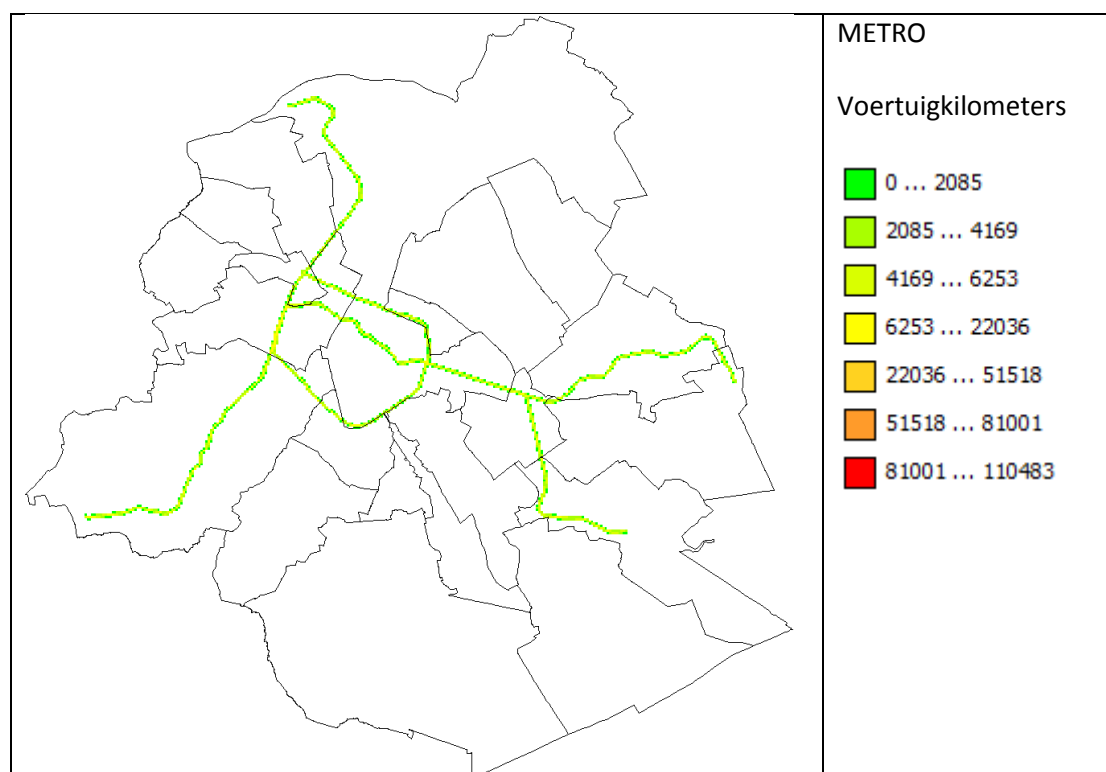
De ruimtelijke spreiding van de afgelegde spoorvoertuigkilometers, is per type spoorverkeer (trein, tram, metro) weergegeven in Figuur 1, Figuur 2, en Figuur 3. De ruimtelijke variatie van het aantal wisselpassages (enkel treinen beschouwd) is weergegeven in Figuur 4.



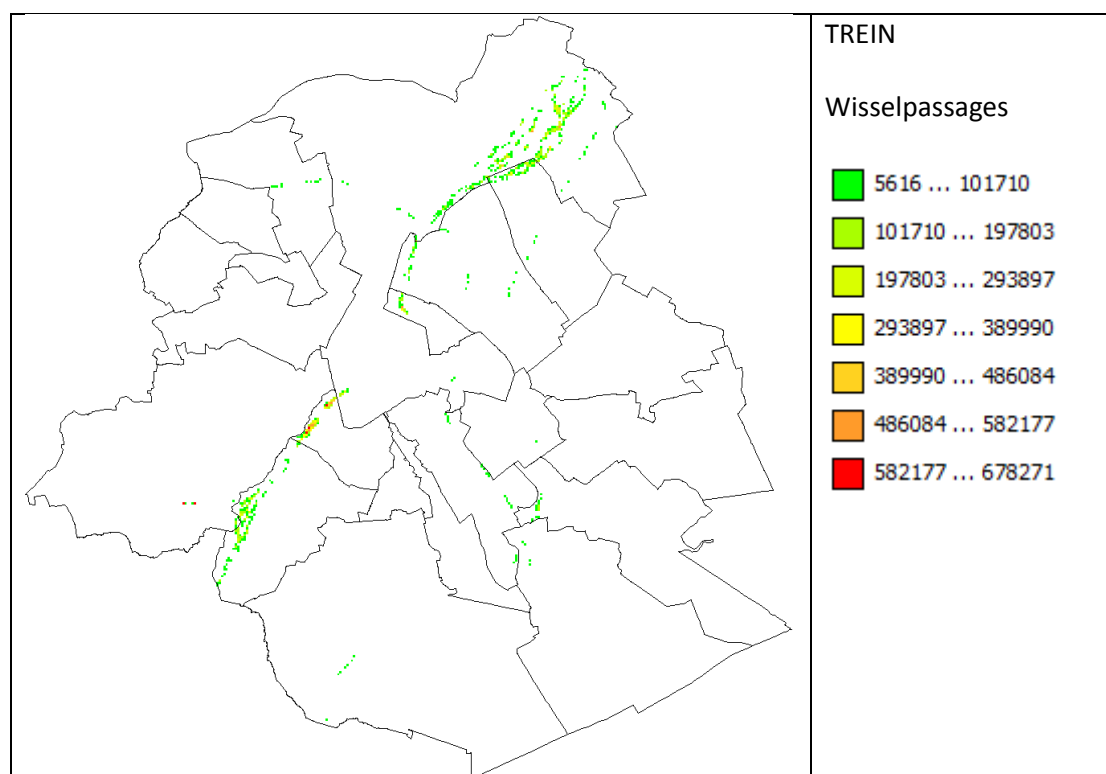
**Figuur 1: Ruimtelijke variatie van de afgelegde voertuigkilometers van treinen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.**



**Figuur 2: Ruimtelijke variatie van de afgelegde voertuigkilometers van trams in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.**



**Figuur 3: Ruimtelijke variatie van de afgelegde voertuigkilometers van trams in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.**



**Figuur 4: Aantal wisselpassages op de wissels**

## 6 Emissieroutes en bruto-netto-emissies

De totale bruto-emissie wordt berekend zoals is beschreven in de paragraaf “berekeningswijze”. De netto-emissie wordt berekend of geschat op basis van gegevens of veronderstellingen over de weg die de emissies volgen naar de verschillende waterlopen.

Definitie bruto emissie: emissie door de punt en diffuse bronnen

Definitie netto emissie: deel van de bruto emissie die effectief in de waterloop terecht komt (vracht)

### 6.1 Emissieroutes

De voornaamste emissieroute voor spoorverkeer is indirect transport naar oppervlaktewater via de riolering. Emissies door slijtage van de bovenleidingen en de sleepstukken worden beschouwd als een diffuse bron. De bruto emissies komen terecht in de runoff transportroute. Indien de weg in gerioleerd gebied ligt, wat grotendeels het geval is in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, worden de emissies via runoff volledig (100%) getransporteerd naar de riolering.

Stof	Zone	Type	Emissie (ton)	Percentage
PAK	Totaal	Waternetwerk en grondwater	0	0
PAK	Totaal	Regenwater riolering (private)	0	0
PAK	Totaal	Niet gekoppeld aan IWZI	0	0
PAK	Totaal	IWZI	0	0
PAK	Totaal	Behandelingsbekken	40	4
PAK	Totaal	Stormwater bekken	257	25,43
PAK	Totaal	Niet gekoppeld aan RWZI	369	36,51
PAK	Totaal	Regenwater riolering	0	0
PAK	Totaal	Overstort	266	26,27
PAK	Totaal	Afstroming	79	7,79
PAK	Totaal	Netto emissie in oppervlakte water	1012	100

## **6.2 Bruto emissies**

*Tabel 4* geeft emissie per stof (PAK en minerale olie) t.g.v. smeerolieverlies tijdens het rijden van spoorvoertuigen, uitgedrukt in kg/jaar.

Tabel 5 geeft de emissies per stof (PAK en minerale olie) t.g.v. wisselpassages van treinen (trams en metro's niet beschouwd), uitgedrukt in kg/jaar. De emissies zijn berekend door vermenigvuldiging van de emissiefactoren met de emissieverklarende variabele.

Tabel 4: Bruto emissies door smeerolieverlies (wielkranssmering) tijdens het rijden van spoorvoertuigen.

Stofnaam	Symbool	Bruto Emissies (kg/jaar)			
		Trein	Tram	Metro	TOTAAL
Acenafteen	Acenaft	0.177	0.719	0.159	<b>1.054</b>
Acenaftyleen	Acenafty	0.189	0.769	0.170	<b>1.128</b>
Antraceen	Ant	0.053	0.216	0.048	<b>0.316</b>
Benzo(a)antraceen	B(a)A	0.007	0.029	0.006	<b>0.042</b>
Benzo(a)pyreen	B(a)P	0.004	0.014	0.003	<b>0.021</b>
Benzo(b)fluorantheen	B(b)Flu	0.004	0.014	0.003	<b>0.021</b>
Benzo(k)fluorantheen	B(k)Flu	0.0001	0.0005	0.0001	<b>0.001</b>
Chryseen	Chr	0.004	0.014	0.003	<b>0.021</b>
Dibezo(a.h)antraceen	dBz(ah)A	0.004	0.014	0.003	<b>0.021</b>
Fenantreen	Fen	0.001	0.003	0.001	<b>0.004</b>
Fluorantheen	Flu	0.265	1.078	0.238	<b>1.581</b>
Fluoreen	Fluoreen	0.035	0.144	0.032	<b>0.211</b>
Benzo(g.h.i)peryleen	B(ghi)Pe	0.159	0.647	0.143	<b>0.949</b>
Indeno(1.2.3-cd)pyreen	IP	0.004	0.014	0.003	<b>0.021</b>
Naftaleen	Naft	0.382	1.553	0.342	<b>2.277</b>
Pyreen	Pyr	0.028	0.115	0.025	<b>0.169</b>
Minerale olie	MinOlie	177	719	159	<b>1054</b>

Tabel 5: Bruto emissies door smeerolieverlies tijdens wisselpassages van treinen (trams en metro's niet beschouwd).

Stofnaam	Symbool	Bruto Emissies (kg/jaar)
Acenafteen	Acenaft	4.62
Acenaftyleen	Acenafty	4.94
Antraceen	Ant	1.39
Benzo(a)antraceen	B(a)A	0.18
Benzo(a)pyreen	B(a)P	0.092
Benzo(b)fluorantheen	B(b)Flu	0.092
Benzo(k)fluorantheen	B(k)Flu	0.003
Chryseen	Chr	0.092
Dibezo(a,h)antraceen	dBz(ah)A	0.092
Fenantreen	Fen	0.018
Fluorantheen	Flu	6.93
Fluoreen	Fluoreen	0.92
Benzo(g,h,i)peryleen	B(ghi)Pe	4.16
Indeno(1,2,3-cd)pyreen	IP	0.092
Naftaleen	Naft	9.98
Pyreen	Pyr	0.74
Minerale olie	MinOlie	4618

### 6.3 Netto emissies

De netto emissies door smeerolieverlies van spoorvoertuigen zijn weergegeven in *Tabel 6* waarbij de emissies geaggregeerd zijn per waterlichaam. In *Tabel 7* **Error! Reference source not found.** zijn de bruto en netto emissies weergegeven, geaggregeerd per zuiveringsgebied (WZI-N en WZI-Z) en voor de niet-aangesloten en niet-gezuiverde gebieden.

Tabel 6: Netto emissies per waterlichaam in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

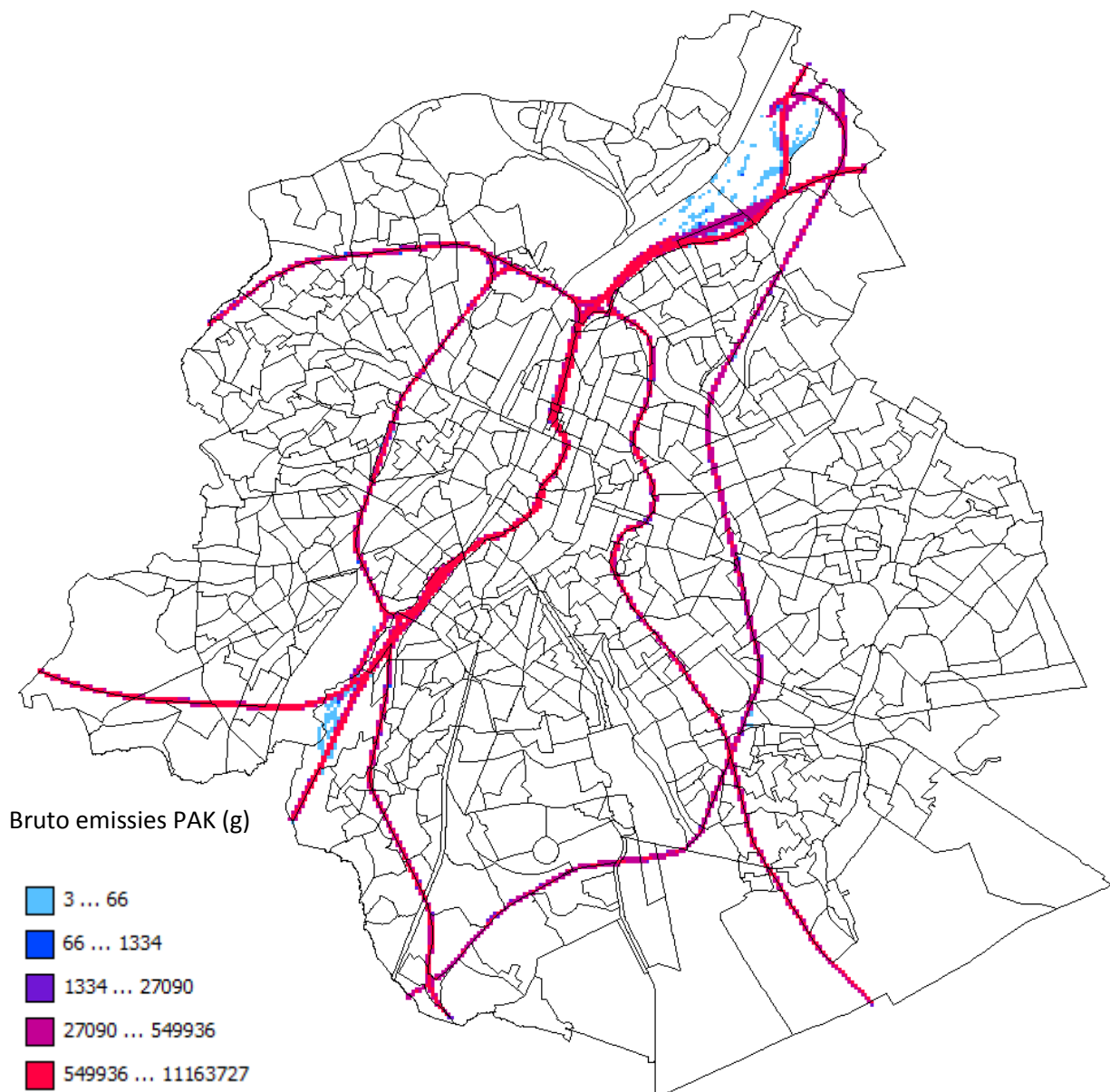
Stof	Zone	Bron	Netto emissies (kg)	Percentage
PAK	kanaal	Smeerolie	33806	4,72
PAK	zenne	Smeerolie	625721	87,42
PAK	woluwe	Smeerolie	56203	7,85
PAK	Totaal	Smeerolie	715730	



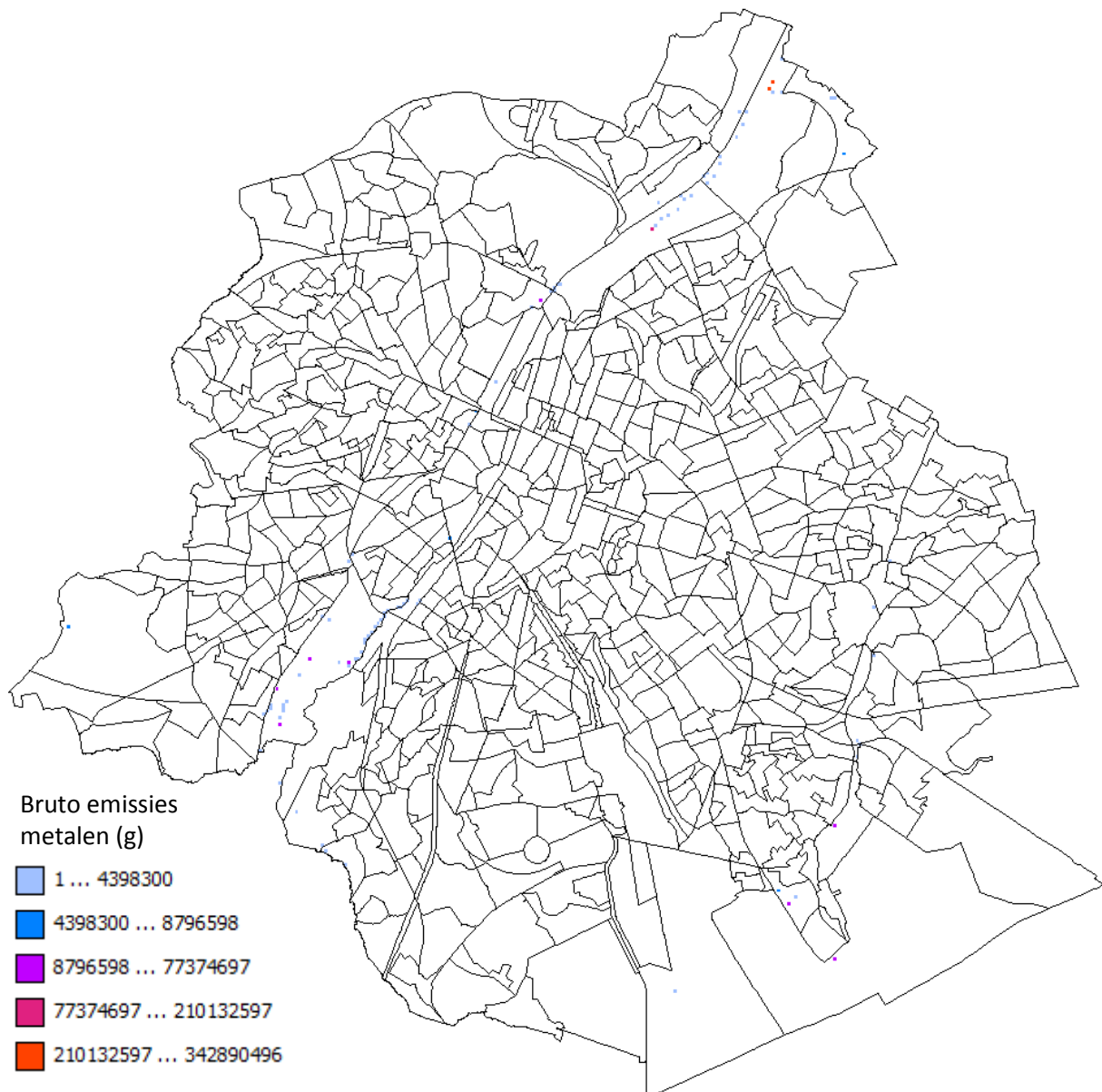
Tabel 7: Bruto en netto emissies per zuiveringsgebied in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

Stof	Zone	Bron	Bruto emissies naar water	Netto emissies (kg)	Percentage
PAK	niet gerioleerd	Smeerolie	48.701.984	48.700.743	100
PAK	niet gezuiverd	Smeerolie	504.719.974	199.764.240	39,58
PAK	RWZI Noord	Smeerolie	2.176.139.397	634.204.624	29,14
PAK	RWZI Zuid	Smeerolie	904.051.550	128.086.849	14,17
PAK	Totaal	Smeerolie	3.633.612.905	1.010.756.457	27,82

## 7 Koppeling van de gegevens aan GIS-data en kwantificering



Figuur 5: Geografische spreiding van de bruto emissies van smeerolie voor het spoorverkeer



Figuur 6 Geografische spreiding van de netto emissies van smeerolie voor het spoorverkeer

## 8 Betrouwbaarheid en verbeterpunten

Bij de classificatie van de kwaliteit van de informatie wordt zoveel mogelijk aangesloten bij de werkwijze die in de publicatiereeks Emissieregistratie wordt aangehouden [1]. Deze werkwijze is gebaseerd op de methodiek van CORINAIR (CORE emission INventories AIR). Hierbij worden de volgende kwaliteitsclassificaties aangehouden:

- A voor een getal gebaseerd op een groot aantal metingen aan representatieve locaties;
- B voor een getal gebaseerd op een aantal metingen aan een deel van de voor de sector representatieve locaties;
- C voor een getal gebaseerd op een beperkt aantal metingen, aangevuld met schattingen op basis van de technische kennis van het proces;
- D voor een getal gebaseerd op een gering aantal metingen, aangevuld met schattingen op basis van aannames;
- E voor een getal gebaseerd op een technische berekening op basis van een aantal aannames.

De emissieverklarende variabelen “afgelegde voertuigkilometers” is voor treinverkeer gebaseerd op de beschikbare dataset met gemeten verkeersintensiteiten. Voor tramverkeer is de EVV gebaseerd op de frequentietabellen van de dienstverlening per lijn. Voor metroverkeer is het totale aantal rijstelkilometers gehanteerd als EVV. Alle emissieverklarende variabelen voor spoorverkeer zijn betrouwbaar gekwantificeerd en bijgevolg krijgt deze EVV een classificatie A.

De emissieverklarende variabelen “wisselpassages” is afleid uit het aantal ritten per spoorlijn en de ligging van de wissels. Enkel voor treinen was informatie over wissels beschikbaar. Deze EVV krijgt daarom een classificatie B.

De emissiefactoren zijn overgenomen uit de emissie-inventaris water opgemaakt voor de haven van Antwerpen. Deze emissiefactoren zijn gebaseerd op een beperkt aantal en lokale (haven Antwerpen) verbruiksgegevens, product specifieke gegevens over de samenstelling m.b.t. minerale oliegehalte, en een gemiddeld PAK profiel voor minerale olie (niet-specifiek). Daarom krijgt de EF een classificatie C.

De emissieroutes naar water krijgen een classificatie A. Het rioleringsnetwerk van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest is gekend en kan gebruikt worden om de afwatering van naar de riolering te bepalen. Indien de spoorweg, tram- of metrolijn in gerioleerd gebied ligt, worden de emissies via runoff volledig (100%) getransporteerd naar de riolering.

De regionalisatie van de emissies is gebaseerd op de beschikbare kaarten waarbij 3 types spoorverkeer onderscheiden worden: spoorwegen (trein), tramlijnen en metrolijnen. Een betrouwbaarheidsclassificatie B is toegekend m.b.t. de ruimtelijke spreiding van de emissies van metroverkeer omdat de totale afgelegde rijstelkilometers uniform gespreid zijn over de metro lijnen bij gebrek ruimtelijk gespreide gegevens. Voor treinen en trams waren ruimtelijk gespreide gegevens beschikbaar over de verkeersintensiteit per segment (trein) en de ritfrequentie per lijn (tram). Bijgevolg is een betrouwbaarheidsclassificatie A toegekend m.b.t. de ruimtelijke spreiding van de emissies van trein- en tramverkeer.

Tabel 8: Betrouwbaarheid onderdelen emissieberekening.

Onderdeel emissieberekening	betrouwbaarheidsklasse
Emissieverklarende variabele	
- Spoorvoertuigkilometers	A
- Wisselpassages	B
Emissiefactoren	C
Emissieroutes naar water	A
Regionalisatie	
- Trein & tram	A
- Metro	B

Verbeterpunten:

- Een gebiedsdekkende en tijdsvariabele dataset voor het metroverkeer met verkeerstellingen of ritfrequenties per lijn zou de regionalisatie van het metroverkeer verbeteren.
- De EVV “wisselpassages” kan verbeterd worden indien er ook gegevens zijn over de wissels van tram- en metrolijnen.
- Kwantitatieve gegevens over het smeerolieverbruik in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, en gegevens over de aard en samenstelling van de smeerproducten zouden de EF betrouwbaarder kunnen maken.

## 9 Referenties

- [1] Van der Most, P.F.J. et al. (1998). Methoden voor de bepaling van emissies naar lucht en water. Publicatiereeks Emissieregistratie, nr. 44.
- [2] Deltares & VITO (2012). Emissies naar het oppervlaktewater in het Antwerpse havengebied, factsheet “Smeerolieverlies spoorverkeer”.
- [3] MIVB (2012). Activiteitenverslag 2011 van de MIVB.  
[http://www.stib.be/publications.html?l=nl&news\\_rid=/STIB-MIVB/INTERNET/ACTUS/STATIC/WEB\\_Article\\_1\\_1181297243401.xml](http://www.stib.be/publications.html?l=nl&news_rid=/STIB-MIVB/INTERNET/ACTUS/STATIC/WEB_Article_1_1181297243401.xml)

Emissies naar het oppervlaktewater in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

## **Spoorverkeer – Schroefasvet & Bilgewater**

Opgemaakt door VITO

In opdracht van Leefmilieu Brussel - BIM

**2014**

## **1 Omschrijving emissiebron**

Deze factsheet beschrijft de emissies ten gevolge van het verlies van schroefasvet en het lozen van met olie verontreinigd bilgewater door binnenvaartschepen. In het Brussels Hoofdstedelijk Gewest is er ongeveer 14 km vaarweg, vanaf de sluis te Anderlecht op het kanaal van Charleroi naar Brussel tot de brug te Vilvoorde op het kanaal van Brussel naar de Schelde.

De scheepvaartemissies van schroefasvet en bilgewater worden beschouwd als diffuse bronnen met emissies die rechtstreeks in het oppervlaktewater terechtkomen. Er is voor deze emissies dus geen transportroute naar water. Bijgevolg zijn de netto emissies gelijk aan de bruto emissies.

### **Schroefasvet**

Bij de meeste schepen bevinden de schroefas en de lagers zich in een tunnel die van de machinekamer naar de scheepshuid loopt. Aan de achterzijde van de tunnel zijn er afdichtingen die voorkomen dat water langs de as het schip en de machinekamer binnendringt. De lagers en afdichtingen van het schroefassysteem worden gesmeerd. Het smeermiddel heeft als functies het verlagen van wrijvingsweerstand, het koelen van de lagervoeringen en pakkingen, het tegenhouden van het intredende water en het remmen van corrosie.

Voor schroefasafdichting zijn er in de binnenvaart drie soorten smeersystemen. De traditionele vetgesmeerde systemen waren lang het meest gebruikt, maar omwille van de nadelen (ontstaan van afgewerkt vet, moeilijke verversing en aanzienlijke emissies naar oppervlaktewater) verliest dit systeem terrein ten voordele van water- of oliesmeringen.

### **Bilgewater**

In de bilgeruimte (d.i. onder de machinekamer) van binnenvaartschepen ontstaat met olie verontreinigd water dat bilgewater wordt genoemd. In principe mag bilgewater niet geloosd worden in het oppervlaktewater en moet het bilgewater door binnenvaartschippers worden afgegeven bij een daartoe erkende inzamelaar. Er wordt echter aangenomen dat een gedeelte toch nog illegaal geloosd en/of gemorst wordt.

## **2 Berekeningswijze van de emissies**

De emissies worden berekend door de vermenigvuldiging van een emissieverklarende variabele (EVV), hier de vervoersprestatie van scheepvaart (tonkilometers) in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, met een emissiefactor (EF) per stof, uitgedrukt in emissie per eenheid van de EVV.

$$E_s = EVV \times EF$$

Waarbij:

$E_s$  = Emissie van stof s (kg/jaar)

EVV = vervoersprestatie van scheepvaart in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (ladingtonkilometers)

EF = Emissiefactor voor stof s (g/miljoen tonkilometer)

### 3 Emissieverklarende variabele/basisgegevens

De emissieverklarende variabele voor de emissies van schroefasvet en bilgewater is de vervoersprestatie van scheepvaart in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, uitgedrukt in ladingtonkilometers. De vervoersprestaties zijn berekend op basis van de databank met scheepsregistraties van de Haven van Brussel [2]. In de scheepsregistratiedatabank wordt onderscheid gemaakt tussen binnenvarende schepen, uitvaarten en transits. De emissieverklarende variabele is uitgedrukt als ladingtonkilometers en wordt berekend door het gewicht van de lading (tonnage) te vermenigvuldigen met de afgelegde vaarweg. De vervoersprestatie (EVV) omvat dus enkel afgelegde tonkilometers van geladen schepen. In de overeenkomstige factsheets van de Vlaamse en Nederlandse emissie-inventaris water zijn de vervoersprestaties en de EVV op dezelfde wijze gedefinieerd en berekend. Bovendien bevat de databank geen gegevens over het leeggewicht van de schepen.

Voor schepen geregistreerd als transit vaart zijn de ladingtonkilometers berekend door vermenigvuldiging van de totale tonnage met de lengte van de vaarweg (het Kanaal) in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Voor schepen geregistreerd als binnenkomst of uitvaarten is in de databank aangegeven in welke richting de schepen varen vanaf een bepaald (registratie)punt. De ladingtonnage van een schip wordt toegekend aan het segment tussen het (registratie)punt en het meest noordelijk of zuidelijke punt (afhankelijke vaarrichting) op de vaarweg van het BHG (d.i. het Kanaal). Per segment worden de tonnages gesommeerd en vervolgens vermenigvuldigd met de lengte van het betreffende segment.

In 2010 bedroeg de totale vervoersprestatie (ladingtonkilometer) van de scheepvaart op het Kanaal ongeveer 48 miljoen tonkilometer. De vervoersprestaties voor binnenvaart en uitvaart (in-uit) zijn per segment en gesommeerd gegeven in *Tabel 1*, alsook de vervoersprestaties voor transitvaarten en de totale vervoersprestatie van scheepvaart in het Brussels Hoofdstedelijk gewest (EVV).

*Tabel 1: Vervoersprestaties (ladingtonkilometer) van scheepvaart in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest in 2010. Voor binnenkomst en uitvaart (in-uit) zijn naast het totaal ook de vervoersprestaties per segment weergegeven. Voor transitvaart is enkel de totale vervoersprestatie gegeven.*

Segment	Vervoerd tonnage in-uit per segment	Lengte segment (km)	Tonkilometer in-uit per segment
Noordgrens	4179248	1.14	4766892
Voorhaven/Marly	4179756	1.6	6703994
Heembeekkaai 2/L. Monnoyerkaai 2	1574796	1.2	1894700
Heembeekkaai 1/L. Monnoyerkaai 1	1162083	1.6	1860855
Werkhuizenkaai	1162083	1.2	1396138
Rederskaai/ Steamerskaai	501443	0.9	452542
Aakenkaai/Materialenkaai	447361	1.6	763778
St/ Jans Molenbeek	447361	2.4	1147800
Anderlecht Biestebroek	237919	1.7	404798
Anderlecht sluis	205747	0.87	179249
<b>TOTAAL in-uit (tonkilometer)</b>			<b>19570745</b>
<b>TOTAAL transit (tonkilometer)</b>			<b>28378100</b>
<b>TOTAAL</b>			<b>47948845</b>

## 4 Emissiefactoren

De emissiefactoren voor het verlies van schroefasvet zijn overgenomen uit [3] en [4].

Schroefasvetten bestaan voor het grootste deel uit minerale olie (ca. 90%) [3], aangevuld met additieven en zepen. Volgens de leveranciers zijn er geen emissies van benzeen en toluen te verwachten. De twee grootste leveranciers [4] geven aan dat de smeervetten tegenwoordig weinig of geen lood meer bevatten. Vanaf 1996 is lood in de meeste smeervetten vervangen door zink (zinknaftenaat). De emissies kunnen als verwaarloosbaar beschouwd worden. Verder bevatten de schroefaskokervetten volgens de informatie van de leveranciers geen PAKs. Voor het verlies van schroefasvet worden daarom enkel emissies van zink (zinknaftenaat) beschouwd. Bij de berekening van de emissiefactor voor schroefasverlies wordt uitgegaan van een geschat verliespercentage van 30% [4].

De emissiefactoren voor lozing van bilgewater zijn overgenomen uit [7] waar een gemiddelde berekend is op basis van Vlaamse en Nederlandse gegevens [8][9].

Voor het bepalen van de emissiefactoren m.b.t. bilgewater dient rekening gehouden te worden met de ingezamelde hoeveelheden bilgewater op inzamelpunten. Bilgewater wordt geproduceerd tijdens het varen en accumuleert aan boord van het schip. Het geproduceerde bilgewater wordt vervolgens afgegeven op een inzamelpunt en/of geloosd. Er zijn geen gegevens over de afgegeven hoeveelheid bilgewater schip, maar er zijn wel gegevens over de gecollecteerde hoeveelheden op inzamelpunten. Er zijn meerdere inzamelpunten. Om bij berekening van de emissiefactor de ingezamelde hoeveelheid te kunnen verrekenen, dient de totale bilgewaterproductie op grotere schaal (buiten het Brussels Hoofdstedelijk Gewest) bepaald te worden.

$$EF_{\text{minerale olie}} = \frac{(\text{bilgewater productie} - \text{bilgewater inzameling}) * \text{oliegehalte}}{\text{ladingtonkilometers}}$$

De geproduceerde hoeveelheid bilgewater (m<sup>3</sup>/jaar) is voor Vlaanderen en voor Nederland berekend op basis van een productie van 1.074 m<sup>3</sup> bilgewater per miljoen ladingtonkilometer. Het cijfer voor bilgewaterproductie overgenomen uit [8] is gebaseerd op een studie uit 1997 met data van 1985. Dit cijfer is gecorrigeerd met een reductiepercentage van 50% omwille van technologische evoluties waardoor de emissies tegenwoordig lager liggen [8]. Bij de berekening van de emissiefactor voor minerale olie is voor Vlaanderen rekening gehouden met ingezamelde hoeveelheden bilgewater (m<sup>3</sup>) in de havens van Antwerpen en Gent [7][8]. Voor Nederland is rekening gehouden met de ingezamelde hoeveelheden geregistreerde door de Stichting Scheepsafvalstoffen Binnenvaart (SAB) en een schatting van de afgegeven hoeveelheden in het buitenland [9]. In beide berekeningen is een gemiddeld oliegehalte in bilgewater van 275 mg/L aangehouden [6]. Op basis van de beschikbare gegevens voor het jaar 2010 bedraagt de berekende emissiefactor voor minerale olie voor Vlaanderen 0.062 kg olie per miljoen tonkilometer en voor Nederland 0.144 kg olie per miljoen tonkilometer. Daaruit volgt een gemiddelde EF voor minerale olie van 0.136 kg olie per miljoen tonkilometer.

**De emissiefactor voor minerale olie in bilgewater is verder omgerekend naar emissiefactoren voor PAKs op basis van het gemiddeld PAK-profiel van olie in bilgewater. Het gemiddeld PAK-profiel (**



Tabel 2) is afgeleid van het zwavelgehalte gemeten bij verwerkers van ingezameld bilgewater [8][9].

Een overzicht van de emissiefactoren per stof en per bron (schroefasvet en bilgewater) is gegeven in *Tabel 3*.

**Tabel 2: Gemiddeld PAK-profiel van de minerale olie in bilgewater**

Stofnaam	Gehalte in olie van bilgewater (g/kg)
Acenafteen	1.0000
Acenaftyleen	1.0701
Antraceen	0.3000
Benzo(a)antraceen	0.0400
Benzo(a)pyreen	0.0200
Benzo(b)fluorantheen	0.0200
Benzo(g,h,i)peryleen	0.0007
Benzo(k)fluorantheen	0.0200
Chryseen	0.0200
Dibezo(a,h)antraceen	0.0037
Fenantreen	1.5000
Fluorantheen	0.2000
Fluoreen	0.9000
Indeno(1.2.3-cd)pyreen	0.0200
Naftaleen	2.1600
Pyreen	0.1600

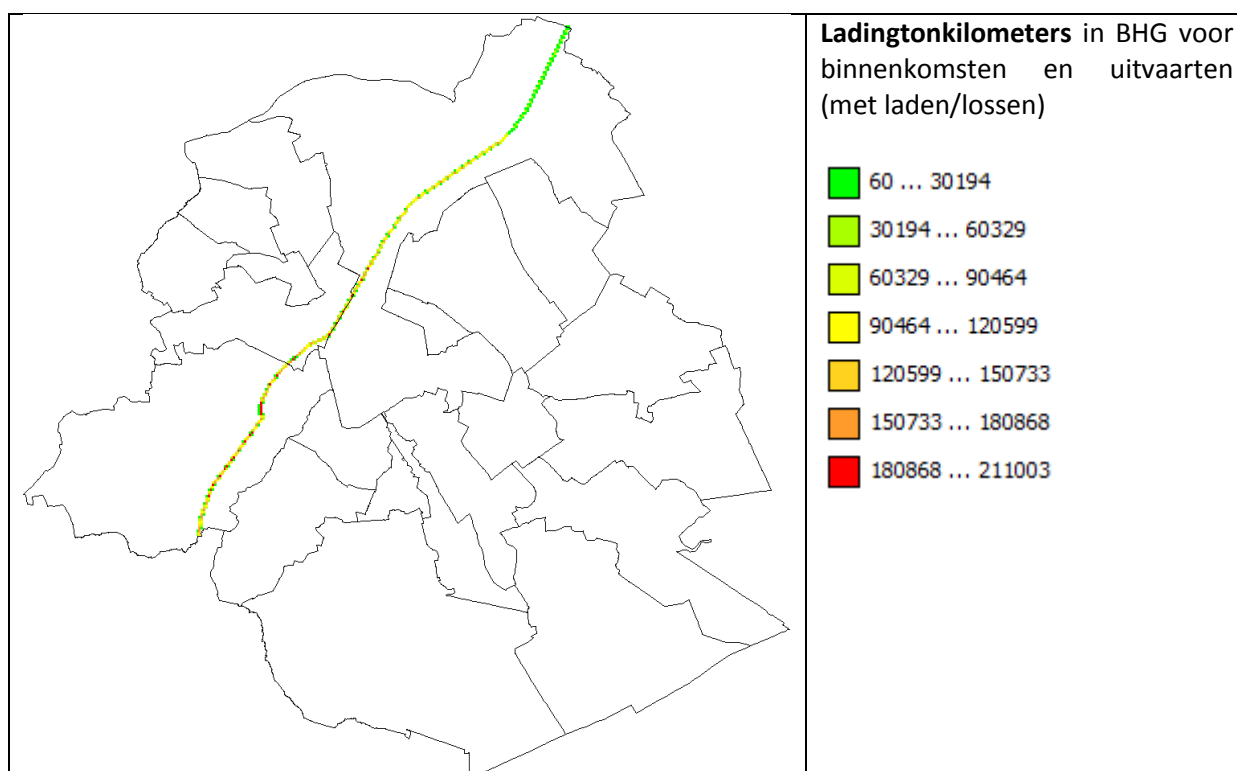
*Tabel 3: Emissiefactoren voor verlies van schroefasvet en voor lozing van bilgewater*

Stofgroep	Stofnaam	Symbool	Emissiefactoren (g/miljoen tonkm)	
			Schroefasvet	Bilgewater
<b>Metalen</b>	Lood	Pb	0.00006	
	Zink	Zn	4.05	
<b>PAK-16</b>	Acenafteen	Acenaft		0.135778
	Acenaftyleen	Acenafty		0.145296
	Antraceen	Ant		0.040733
	Benzo(a)antraceen	B(a)A		0.005431
	Benzo(a)pyreen	B(a)P		0.002716
	Benzo(b)fluorantheen	B(b)Flu		0.002716
	Benzo(g,h,i)peryleen	B(ghi)Pe		0.000095
	Benzo(k)fluorantheen	B(k)Flu		0.002716
	Chryseen	Chr		0.002716
	Dibezo(a,h)antraceen	dBz(ah)A		0.000501
	Fenantreen	Fen		0.203667
	Fluorantheen	Flu		0.027156
	Fluoreen	Fluoreen		0.122200
	Indeno(1.2.3-cd)pyreen	IP		0.002716
	Naftaleen	Naft		0.293280
	Pyreen	Pyr		0.021724
<b>Overige polluenten</b>	Minerale olie	MinOlie	1217	135.8

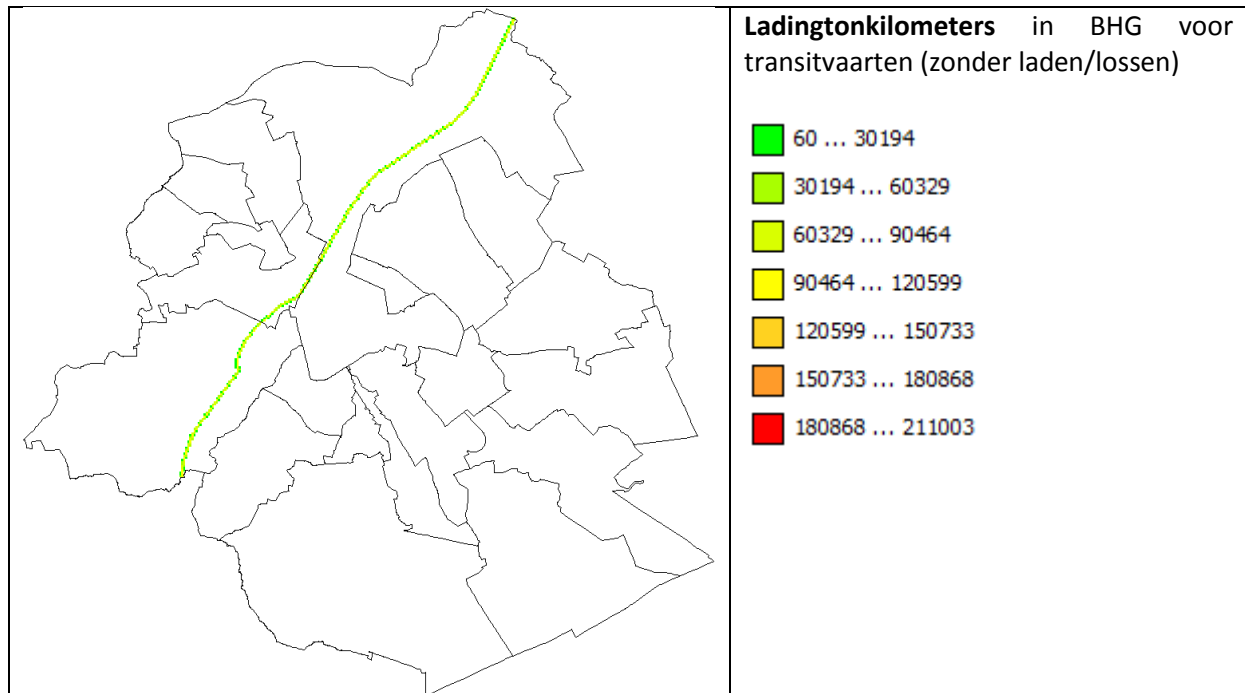
## 5 Geografische spreiding

Voor de geografische spreiding van de emissies van schroefasvet en bilgewater is gebruik gemaakt van de geografische informatie beschikbaar in de registratiedatabank van de haven van Brussel **Error! Reference source not found.** en de ruimtelijke afbakening van de daaruit af te leiden vaarvakken (segment) op het Kanaal. Voor transitvaarten (doorvaart zonder laden/lossen) zijn de emissies gespreid over de volledige vaarweg. Voor binnenkomst en uitvaart (met laden/lossen) zijn de emissies verdeeld over de segmenten van het Kanaal op basis van de gegevens in de geografische informatie in de beschikbare databank van de haven van Brussel. Voor schepen geregistreerd als binnenkomst of uitvaart is in de databank aangegeven in welke richting de schepen varen vanaf een bepaald (registratie)punt. De ladingtonnage van een schip wordt toegekend aan het segment tussen het (registratie)punt en het meest noordelijk of zuidelijke punt (afhankelijke vaarrichting) op de vaarweg van het BHG (d.i. het Kanaal).

De geografische spreiding van de EVV, vervoersprestaties uitgedrukt als ladingtonkilometers, voor binnenkomsten en uitvaarten is weergegeven in Figuur 1. De geografische spreiding van de EVV voor transitvaarten is weergegeven in Figuur 2



**Figuur 1: Geografische spreiding van vervoersprestaties, uitgedrukt als ladingtonkilometers, voor binnenkomsten en uitvaarten in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest in 2010**



**Figuur 2: Geografische spreiding van vervoersprestaties, uitgedrukt als ladingtonkilometers, voor transitvaarten in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest in 2010**

## 6 Emissieroutes en bruto-netto-emissies

De totale bruto-emissie wordt berekend zoals is beschreven in de paragraaf “berekeningswijze”. De netto-emissie wordt berekend of geschat op basis van gegevens of veronderstellingen over de weg die de emissies volgen naar de verschillende waterlopen.

Definitie bruto emissie: emissie door de punt en diffuse bronnen

Definitie netto emissie: deel van de bruto emissie die effectief in de waterloop terecht komt (vracht)

### 6.1 Emissieroutes

De scheepvaartemissies van schroefasvet en bilgewater worden beschouwd als diffuse bronnen met emissies die rechtstreeks in het oppervlaktewater terechtkomen. Er is voor deze emissies dus geen transportroute naar water. Bijgevolg zijn de netto emissies gelijk aan de bruto emissies.

Stof	Zone	Type	Emissie (kg)	Percentage
Som	Totaal	Waternetwerk en grondwater	230.482.993	100
Som	Totaal	Regenwater riolering (private)	0	0
Som	Totaal	Niet gekoppeld aan IWZI	0	0
Som	Totaal	IWZI	0	0
Som	Totaal	Behandelingsbekken	0	0
Som	Totaal	Stormwater bekken	0	0
Som	Totaal	Niet gekoppeld aan RWZI	0	0

<b>Som</b>	Totaal	Regenwater riolering	0	0
<b>Som</b>	Totaal	Overstort	0	0
<b>Som</b>	Totaal	Afstroming	0	0
<b>Som</b>	Totaal	Netto emissie in oppervlakte water	230.482.993	100

## **6.2 Bruto emissies**

*Tabel 4* geeft voor beide bronnen (schroefasvet en bilgewater) de bruto emissies voor de verschillende stoffen, uitgedrukt in kg/jaar. De emissies zijn berekend door vermenigvuldiging van de emissiefactoren met de emissieverklarende variabele.

Tabel 4: Bruto emissies door verlies van schroefasvet en lozing van bilgewater door schepen.

Stofgroep	Stofnaam	Symbool	Bruto emissie (kg/jaar)	
			Schroefasvet	Bilgewater
<b>Metalen</b>	Zink	Zn	0.194	
<b>PAK-16</b>	Acenafteen	Acenaft		0.0065
	Acenaftyleen	Acenafty		0.0070
	Antraceen	Ant		0.0020
	Benzo(a)antraceen	B(a)A		0.00026
	Benzo(a)pyreen	B(a)P		0.00013
	Benzo(b)fluorantheen	B(b)Flu		0.00013
	Benzo(k)fluorantheen	B(k)Flu		0.000005
	Chryseen	Chr		0.00013
	Dibezo(a.h)antraceen	dBz(ah)A		0.00013
	Fenantreen	Fen		0.00002
	Fluorantheen	Flu		0.0098
	Fluoreen	Fluoreen		0.0013
	Benzo(g.h.i)peryleen	B(ghi)Pe		0.0059
	Indeno(1.2.3-cd)pyreen	IP		0.0001
	Naftaleen	Naft		0.0141
	Pyreen	Pyr		0.0010
<b>Overige polluenten</b>	Minerale olie	MinOlie	58.4	6.5

### 6.3 Netto emissies

De scheepvaartemissies van schroefasvet en bilgewater gaan rechtstreeks naar oppervlaktewater. Bijgevolg zijn de netto emissies gelijk aan de bruto emissies.

De netto emissies afkomstig van schroefasvet en bilgewater zijn weergegeven in **Error! Reference source not found.** en

Stof	Zone	Bron	Netto emissies (kg)	Percentage
<b>PAK</b>	kanaal	Bilgewater	46.089	99,92
<b>PAK</b>	zenne	Bilgewater	39	0,08
<b>PAK</b>	woluwe	Bilgewater	0	
<b>PAK</b>	Totaal	Bilgewater	46.128	
<b>Overige polluenten</b>	kanaal	Bilgewater	6.200.084	99,92
<b>Overige polluenten</b>	zenne	Bilgewater	5.270	0,08
<b>Overige polluenten</b>	woluwe	Bilgewater	0	
<b>Overige polluenten</b>	Totaal	Bilgewater	6.205.354	
<b>Som</b>	kanaal	Bilgewater	6.246.174	99,92
<b>Som</b>	zenne	Bilgewater	5.310	0,08
<b>Som</b>	woluwe	Bilgewater	0	

<b>Som</b>	<b>Totaal</b>	<b>Bilgewater</b>	<b>6.251.484</b>
------------	---------------	-------------------	------------------

waarbij de emissies geaggregeerd zijn per waterlichaam. In

*Tabel 7* en *Tabel 8* zijn de bruto en netto emissies weergegeven, geaggregeerd per zuiveringsgebied (WZI-N en WZI-Z) en voor de niet-aangesloten en niet-gezuiverde gebieden.

*Tabel 5: Netto emissies van schroefasvet per waterlichaam in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.*

<b>Stof</b>	<b>Zone</b>	<b>Bron</b>	<b>Netto emissies (kg)</b>	<b>Percentage</b>
<b>Metalen</b>	kanaal	Schroefasvet	10,82	99,87
<b>Metalen</b>	zenne	Schroefasvet	0,01	0,13
<b>Metalen</b>	woluwe	Schroefasvet	0,00	0,00
<b>Metalen</b>	Totaal	Schroefasvet	10,84	
<b>Overige polluenten</b>	kanaal	Schroefasvet	219.636.584	99,87
<b>Overige polluenten</b>	zenne	Schroefasvet	280.654	0,13
<b>Overige polluenten</b>	woluwe	Schroefasvet	0	0,00
<b>Overige polluenten</b>	Totaal	Schroefasvet	219.917.238	
<b>Som</b>	kanaal	Schroefasvet	219.636.595	99,87
<b>Som</b>	zenne	Schroefasvet	280.654	0,13
<b>Som</b>	woluwe	Schroefasvet	0	0
<b>Som</b>	Totaal	Schroefasvet	219.917.249	

*Tabel 6: Netto emissies van bilgewater per waterlichaam in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.*

<b>Stof</b>	<b>Zone</b>	<b>Bron</b>	<b>Netto emissies (kg)</b>	<b>Percentage</b>
<b>PAK</b>	kanaal	Bilgewater	46.089	99,92
<b>PAK</b>	zenne	Bilgewater	39	0,08
<b>PAK</b>	woluwe	Bilgewater	0	
<b>PAK</b>	Totaal	Bilgewater	46.128	
<b>Overige polluenten</b>	kanaal	Bilgewater	6.200.084	99,92
<b>Overige polluenten</b>	zenne	Bilgewater	5.270	0,08
<b>Overige polluenten</b>	woluwe	Bilgewater	0	
<b>Overige polluenten</b>	Totaal	Bilgewater	6.205.354	
<b>Som</b>	kanaal	Bilgewater	6.246.174	99,92
<b>Som</b>	zenne	Bilgewater	5.310	0,08
<b>Som</b>	woluwe	Bilgewater	0	
<b>Som</b>	Totaal	Bilgewater	6.251.484	

*Tabel 7: Bruto en netto emissies van schroefasvet per zuiveringsgebied in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest*

<b>Stof</b>	<b>Zone</b>	<b>Bron</b>	<b>Bruto emissies (kg)</b>	<b>Netto emissies (kg)</b>	<b>Percentage</b>
-------------	-------------	-------------	----------------------------	----------------------------	-------------------

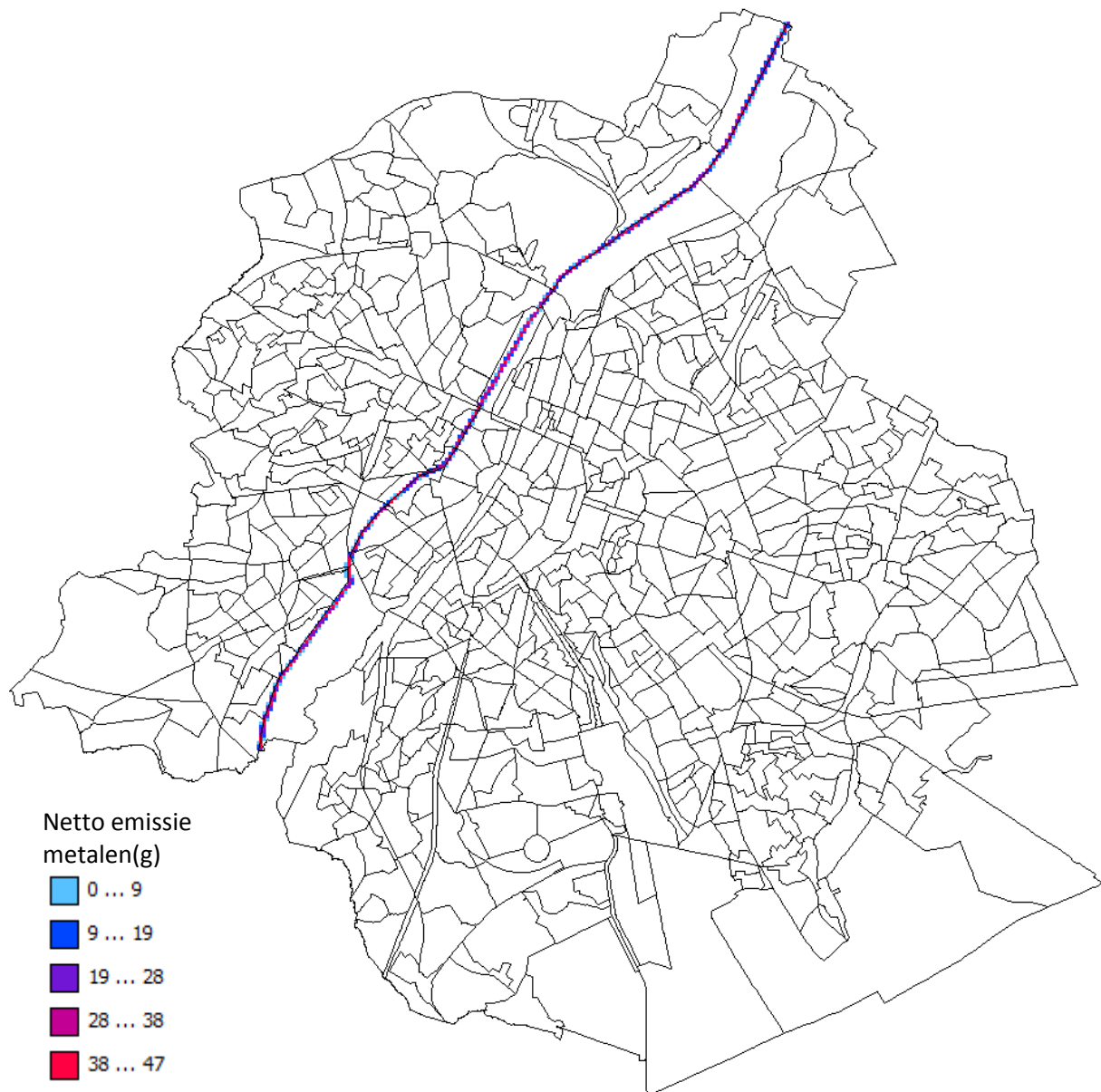


<b>PAK</b>	niet gerioleerd	Bilgewater vrachtvervoer	0	0	
<b>MinOlie</b>	niet gerioleerd	Bilgewater vrachtvervoer	0	0	
<b>Som</b>	niet gerioleerd	Bilgewater vrachtvervoer	0	0	
<b>PAK</b>	niet gezuiverd	Bilgewater vrachtvervoer	1641	1641	100
<b>MinOlie</b>	niet gezuiverd	Bilgewater vrachtvervoer	220782	220782	100
<b>Som</b>	niet gezuiverd	Bilgewater vrachtvervoer	222423	222423	100
<b>PAK</b>	RWZI Noord	Bilgewater vrachtvervoer	39228	39228	100
<b>MinOlie</b>	RWZI Noord	Bilgewater vrachtvervoer	5277104	5277104	100
<b>Som</b>	RWZI Noord	Bilgewater vrachtvervoer	5316332	5316332	100
<b>PAK</b>	RWZI Zuid	Bilgewater vrachtvervoer	7406	7406	100
<b>MinOlie</b>	RWZI Zuid	Bilgewater vrachtvervoer	996231	996231	100
<b>Som</b>	RWZI Zuid	Bilgewater vrachtvervoer	1003637	1003637	100
<b>PAK</b>	Totaal	Bilgewater vrachtvervoer	48275	48275	100
<b>MinOlie</b>	Totaal	Bilgewater vrachtvervoer	6494116	6494116	100
<b>Som</b>	Totaal	Bilgewater vrachtvervoer	6542391	6542391	100

*Tabel 8: Bruto en netto emissies van bilgewater per zuiveringsgebied in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest*

<b>Stof</b>	<b>Zone</b>	<b>Bron</b>	<b>Bruto emissies naar water (kg)</b>	<b>Netto emissies (kg)</b>	<b>Percentage</b>
<b>Metalen</b>	niet gerioleerd	Schroefasvet vrachtvervoer	0	0	
<b>MinOlie</b>	niet gerioleerd	Schroefasvet vrachtvervoer	0	0	
<b>Som</b>	niet gerioleerd	Schroefasvet vrachtvervoer	0	0	
<b>Metalen</b>	niet gezuiverd	Schroefasvet vrachtvervoer	0	0	100
<b>MinOlie</b>	niet gezuiverd	Schroefasvet vrachtvervoer	85777458	8577458	100
<b>Som</b>	niet gezuiverd	Schroefasvet vrachtvervoer	85777458	8577458	100
<b>Metalen</b>	RWZI Noord	Schroefasvet vrachtvervoer	8	8	100
<b>MinOlie</b>	RWZI Noord	Schroefasvet vrachtvervoer	169056372	169056372	100
<b>Som</b>	RWZI Noord	Schroefasvet vrachtvervoer	169056380	169056380	100
<b>Metalen</b>	RWZI Zuid	Schroefasvet vrachtvervoer	3	3	100
<b>MinOlie</b>	RWZI Zuid	Schroefasvet vrachtvervoer	52447626	52447626	100
<b>Som</b>	RWZI Zuid	Schroefasvet vrachtvervoer	52447629	52447629	100
<b>Metalen</b>	Totaal	Schroefasvet vrachtvervoer	11	11	100
<b>MinOlie</b>	Totaal	Schroefasvet vrachtvervoer	230081467	230081467	100
<b>Som</b>	Totaal	Schroefasvet vrachtvervoer	230081478	230081478	100

## 7 Koppeling van de gegevens aan GIS-data en kwantificering



Figuur 3: Geografische spreiding van de netto emissies (metalen) ten gevolge van schroefasvet.

## 8 Betrouwbaarheid en verbeterpunten

Bij de classificatie van de kwaliteit van de informatie wordt zoveel mogelijk aangesloten bij de werkwijze die in de publicatiereeks Emissieregistratie wordt aangehouden [1]. Deze werkwijze is gebaseerd op de methodiek van CORINAIR (CORE emission INventories AIR). Hierbij worden de volgende kwaliteitsclassificaties aangehouden:

- A voor een getal gebaseerd op een groot aantal metingen aan representatieve locaties;
- B voor een getal gebaseerd op een aantal metingen aan een deel van de voor de sector representatieve locaties;
- C voor een getal gebaseerd op een beperkt aantal metingen, aangevuld met schattingen op basis van de technische kennis van het proces;

- D voor een getal gebaseerd op een gering aantal metingen. aangevuld met schattingen op basis van aannames;
- E voor een getal gebaseerd op een technische berekening op basis van een aantal aannames.

De emissieverklarende variabele is gebaseerd op de registratiedatabank van de haven van Brussel. De lengte van de vaartrajecten is gekend en de passages worden geregistreerd. Sommige vaartuigen worden niet geregistreerd (o.a. politieboten), maar het gaat dan niet om vrachtvervoer. Er kan dus aangenomen worden dat de bijdrage van de niet-geregistreerde schepen tot de emissies beperkt is. Met de beschikbare gegevens kan de EVV behoorlijk betrouwbaar gekwantificeerd worden en daarom is classificatie A toegekend.

De emissiefactoren voor schroefasvet zijn afgeleid uit de overeenkomstige factsheet van de Nederlandse emissieregistratie en de overeenkomstige factsheet uit de emissie-inventaris water van de Antwerpse haven. De samenstelling van het schroefasvet is afgeleid uit metingen, maar het verliespercentage van 30% berust echter op een schatting. Op grond hiervan krijgt de EF voor schroefasvet een classificatie C.

De emissiefactoren voor bilgewater zijn gebaseerd op een grootschalig onderzoek naar samenstelling van het bilgewater, maar deze studie is gedateerd. Daarom wordt voor de EF van bilgewater de classificatie D aangehouden.

De emissieroutes naar water zijn duidelijk geheel naar oppervlaktewater, zodat hiervoor de categorie A wordt gehanteerd.

De regionalisatie van de emissies door verlies van schroefasvet is gebaseerd op beschikbare geografische informatie in de registratiedatabank van de haven van Brussel. Op basis daarvan kan de ruimtelijke spreiding behoorlijk betrouwbaar bepaald worden. Daarom wordt aan de regionalisatie van de schroefasvet emissies een betrouwbaarheidsclassificatie A toegekend.

De regionalisatie van de emissies door bilgewater is eveneens gebaseerd op de beschikbare geografische informatie in de registratiedatabank van de haven van Brussel. Echter de geografische spreiding van de vaartuigen is niet noodzakelijk representatief voor de geografische spreiding van de lozingen van bilgewater. Daarom wordt aan de regionalisatie van de bilgewateremissies een klasse D toegekend.

Tabel 9: Betrouwbaarheid onderdelen emissieberekening.

Onderdeel emissieberekening	Betrouwbaarheidsklasse	
	Schroefasvet	Bilgewater
Emissieverklarende variabele	A	A
Emissiefactoren	C	D
Emissieroutes naar water	A	A
Regionalisatie	A	D

#### Verbeterpunten:

- De EF voor schroefasvet kan verbeterd worden door inventarisatie van de gebruikte smeermiddelen en door analyse van de samenstelling ervan. Een belangrijke factor voor de onzekerheid van deze EF is de schatting van het verliespercentage. Die schatting kan verbeterd worden indien er meting/monitoring gegevens van actueel schroefasvet beschikbaar zouden zijn.
- De EF voor bilgewater kan verbeterd worden door betere registratie en kwantificatie van de ingezamelde hoeveelheden. Verder is ook een verbetering of actualisatie van de samenstelling van het geproduceerde bilgewater (oliegehalte en PAK gehalte) aangewezen. Daarnaast is ook een actualisatie van de geproduceerde hoeveelheid bilgewater per vervoerprestatie nodig. Het gehanteerde cijfer is gedateerd. Door technologische ontwikkeling en vernieuwing van de vloot zijn er hoogst waarschijnlijk minder emissie van bilgewater. De huidige correctie met een reductiefactor van 50% is slechts een ruwe inschatting.
- De regionalisatie van de emissies van bilgewater kan mogelijks verbeterd worden aan de hand van registraties van morsingen en lozingen. Dit is in de praktijk echter niet eenvoudig te realiseren.

## 9 Referenties

- [1] Van der Most, P.F.J. *et al.* (1998). Methoden voor de bepaling van emissies naar lucht en water. Publicatiereeks Emissieregistratie, nr. 44.
- [2] Haven van Brussel
- [3] Deltares & VITO (2012). Emissies naar het oppervlaktewater in het Antwerpse havengebied, factsheet “Schroefasvet binnenscheepvaart”.
- [4] Rijkswaterstaat - Waterdienst, Deltares, TNO (2013). Emissieschattingen Diffuse bronnen, Factsheet “Schroefasvet binnenscheepvaart”. Emissieregistratie, [www.emissieregistratie.nl](http://www.emissieregistratie.nl)
- [5] Wavren R.H. en I. Zeegers I. (1997). Watersysteemverkenningen 1996. Doelgroepstudie en Beleidsanalyse Binnenvaart. RIZA rapport 97.063.
- [6] Jan Stap. Onderzoek en Communicatie in opdracht van Inspectie Verkeer en Waterstaat (IVW), Emissies van bilgewater en schroefasvet, 2005.
- [7] Deltares & VITO (2012). Emissies naar het oppervlaktewater in het Antwerpse havengebied, factsheet “Bilgewater binnenscheepvaart”.

- [8] Van den Roovaart J.C., van den Boomen R., Driesprong A. & van Duijnhoven N. (2009). Kwantificering van de waterremissies van PAK in Vlaanderen. Factsheet “Bilgewater binnenscheepvaart”. Deltares.
- [9] Rijkswaterstaat - Waterdienst, Deltares, TNO (2013). Emissieschattingen Diffuse bronnen, Factsheet “Bilgewater binnenscheepvaart”. Emissieregistratie, [www.emissieregistratie.nl](http://www.emissieregistratie.nl)

Emissies naar het oppervlaktewater in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

## **Scheepvaart – Coating**

Opgemaakt door VITO

In opdracht van Leefmilieu Brussel - BIM

**2014**

## 1 Omschrijving emissiebron

Deze factsheet beschrijft de emissies van ten gevolge van het uitloggen van polluenten uit de coatingproducten die op binnenvaartschepen worden toegepaste coatingproducten. De emissies treden op tijdens het stilliggen en het varen van de schepen. In deze factsheet worden de emissies van PAK-houdende (koolteer), epoxy- en bitumencoatings behandeld. De epoxy- en bitumencoatings zijn alternatieven zonder PAK of met geringe PAK-gehalten.

De scheepvaartemissies door uitloging van scheepscoating worden beschouwd als diffuse bronnen met emissies die rechtstreeks in het oppervlaktewater terechtkomen. Er is voor deze emissies dus geen transportroute naar water. Bijgevolg zijn de netto emissies gelijk aan de bruto emissies.

## 2 Berekeningswijze van de emissies

De emissies worden berekend door de vermenigvuldiging van een emissieverklarende variabele (EVV), hier het product van nat scheepsoppervlak met de afgelegde weg in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, met een emissiefactor (EF) per stof, uitgedrukt in emissie per eenheid van de EVV.

$$E_s = EVV \times EF$$

Waarbij:

$E_s$  = Emissie van stof s (kg/jaar)

EVV = nat oppervlak x afgelegde weg in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest ( $m^2 km$ )

EF = Emissiefactor voor uitloging stof s uit scheepscoating ( $g / m^2 km$ )

## 3 Emissieverklarende variabele/basisgegevens

De emissieverklarende variabele voor de emissies van coating is “nat scheepsoppervlak x afgelegde weg” in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. De afgelegde weg is berekend op basis van de databank met scheepsregistraties van de Haven van Brussel **Error! Reference source not found.** waaruit de afgelegde kilometers per schip zijn bepaald. In de scheepsregistratiedatabank wordt onderscheid gemaakt tussen binnenvarende schepen, uitvaarten en transits. De emissieverklarende variabele is uitgedrukt als  $m^2 km$  en wordt berekend door het nat scheepsoppervlak te vermenigvuldigen met de afgelegde vaarweg.

Het nat scheepsoppervlak varieert met het type schip. De registratiedatabank van de haven van Brussel bevat echter geen gegevens over de dimensies van de schepen. Voor de berekening van de EVV is het gemiddeld nat scheepsoppervlak van de Vlaamse binnenvaartvloot gehanteerd. In [3] zijn de grootteklassen van de Vlaamse binnenvaartvloot gerelateerd aan de overeenkomstige Nederlandse CBS-klassen waarvoor op basis van [6] het gemiddeld scheepsoppervlak gekend is. Rekening houdend per het procentuele aandeel van iedere grootteklasse binnen de Vlaamse binnenvaartvloot is de gewogen gemiddelde waarde voor nat scheepsoppervlak berekend. Het gewogen gemiddeld nat scheepsoppervlak van de Vlaamse binnenvaartvloot bedraagt  $905 m^2$ . Deze

waard is gehanteerd voor omrekening van de afgelegde weg in Brussels Hoofdstedelijk Gewest naar de EVV in m<sup>2</sup>km.

Voor schepen geregistreerd als transit vaart zijn de ladingtonkilometers berekend door Voor schepen geregistreerd als transitvaart (doorvaart zonder laden/lossen) is de afgelegde weg de totale lengte van de vaarweg (het Kanaal) in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Voor schepen geregistreerd als binnenkomst of uitvaarten is in de databank aangegeven in welke richting de schepen varen vanaf een bepaald (registratie)punt. De afgelegde weg van een schip is de afstand tussen het (registratie)punt en het meest noordelijke of zuidelijke punt (afhankelijke vaarrichting) op de vaarweg van het BHG (d.i. het Kanaal).

In 2010 bedroeg de totale afgelegde afstand door scheepvaartverkeer op het Kanaal ongeveer 1.24 miljoen kilometer. Vermenigvuldigd met het gemiddeld nat scheepsoppervlak van de binnenvaartvloot (905 m<sup>2</sup>) bedraagt de EVV voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest 1122 miljoen m<sup>2</sup>km.

In **Error! Reference source not found.** zijn per segment/traject het totaal aantal schepen, de lengte van het traject en de totale afgelegde weg gegeven. In de onderste rij van de tabel zijn gegeven: het totaal aantal geregistreerde schepen en de totale afgelegde weg. Dit zijn de gegevens voor het jaar 2010.

*Tabel 1: Aantal schepen en afgelegde weg per traject voor binnenkomsten en uitvaarten (in-uit) en voor transitvaarten in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest in 2010.*

	Segment/Traject	Aantal schepen	Traject lengte (km)	Afgelegde weg (km)
in-uit	Noordgrens	9633	1.14	10982
	Voorhaven/Marly	9639	1.6	15422
	Heembeekkaai 2/L. Monnoyerkaai 2	4317	1.2	5180
	Heembeekkaai 1/L. Monnoyerkaai 1	3741	1.6	5986
	Werkhuizenkaai	3741	1.2	4489
	Rederskaai/ Steamerskaai	1857	0.9	1671
	Aakenkaai/Materialenkaai	1692	1.6	2707
	St/ Jans Molenbeek	1692	2.4	4061
	Anderlecht Biestebroek	1188	1.7	2020
	Anderlecht sluis	1116	0.87	971
transit	Volledig traject BHG	83387	14.23	1186597
<b>TOTAAL</b>		<b>122003</b>		<b>1240086</b>



## 4 Emissiefactoren

De emissiefactoren zijn overgenomen uit de Vlaamse en Nederlandse factsheets betreffende de emissies van coating op binnenvaartschepen [3][4].

Een overzicht van de emissiefactoren per stof (PAKs) is gegeven in **Error! Reference source not found..** Het zijn emissiefactoren voor koolteercoating en bitumencoating. Naast koolteercoating en bitumencoating worden ook epoxycoatings gebruikt in de binnenvaart, maar laatst genoemde coating bevatten geen PAKs en veroorzaken dus geen PAK emissies (EF = 0).

Tabel 2: Emissiefactoren voor uitloging van PAKs uit koolteercoating en bitumencoating.

Stofnaam	Symbool	Emissiefactoren (g/m <sup>2</sup> km)	
		Koolteercoating	Bitumencoating
Acenafteen	Acenaft	1.11E-05	3.29E-07
Acenaftyleen	Acenafty	1.11E-05	3.29E-07
Antraceen	Ant	9.56E-06	2.19E-07
Benzo(a)antraceen	B(a)A	9.56E-06	2.97E-07
Benzo(a)pyreen	B(a)P	9.56E-06	2.97E-07
Benzo(b)fluorantheen	B(b)Flu	1.11E-05	3.29E-07
Benzo(g,h,i)peryleen	B(ghi)Pe	9.56E-06	1.49E-07
Benzo(k)fluorantheen	B(k)Flu	4.69E-06	1.49E-07
Chryseen	Chr	9.56E-06	1.49E-07
Dibezo(a,h)antraceen	dBz(ah)A	1.11E-05	3.29E-07
Fenantreen	Fen	1.91E-05	1.49E-07
Fluorantheen	Flu	1.91E-05	7.05E-08
Fluoreen	Fluoreen	1.11E-05	3.29E-07
Indeno(1,2,3-cd)pyreen	IP	9.56E-06	1.48E-06
Naftaleen	Naft	1.96E-04	3.29E-07
Pyreen	Pyr	1.11E-05	3.29E-07

Om de PAK emissie te berekenen is een inschatting nodig van het relatieve aandeel van de verschillende typen coatings in de binnenvaart. In [5] is op basis van scheepswerfsinformatie geschat dat in Vlaanderen ongeveer 80% van de binnenvaartschepen een bitumencaoting heeft. Op maximaal 1% van de (vooral oudere) schepen komt nog koolteercoating (koolteer) voor. De overige binnenvaartschepen hebben een epoxycoating.

## 5 Geografische spreiding

Voor de geografische spreiding van de emissies van anodes op schepen is gebruikgemaakt van de beschikbare geografische informatie in de registratiedatabank van de haven van Brussel **Error! Reference source not found.** en de ruimtelijke afbakening van de daaruit af te leiden vaarvakken (segment) op het Kanaal. Voor transitvaarten (doorvaart zonder laden/lossen) zijn de emissies gespreid over de volledige vaarweg. Voor binnenkomst en uitvaart (met laden/lossen) zijn de emissies verdeeld over de segmenten van het Kanaal op basis van de gegevens in de geografische informatie in de beschikbare databank van de haven van Brussel. Voor schepen geregistreerd als binnenkomst of uitvaarten is in de databank aangegeven in welke richting de schepen varen vanaf een bepaald (registratie)punt. De emissies van een schip worden uitgespreid over het segment

tussen het (registratie)punt en het meest noordelijk of zuidelijke punt (afhankelijke vaarrichting) op de vaarweg van het BHG (d.i. het Kanaal).

## 6 Emissieroutes en bruto-netto-emissies

De totale bruto-emissie wordt berekend zoals is beschreven in de paragraaf “berekeningswijze”. De netto-emissie wordt berekend of geschat op basis van gegevens of veronderstellingen over de weg die de emissies volgen naar de verschillende waterlopen.

Definitie bruto emissie: emissie door de punt en diffuse bronnen

Definitie netto emissie: deel van de bruto emissie die effectief in de waterloop terecht komt (vracht)

### 6.1 Emissieroutes

De scheepvaartemissies door uitloging van coating worden beschouwd als diffuse bronnen met emissies die rechtstreeks in het oppervlaktewater terechtkomen. Er is voor deze emissies dus geen transportroute naar water. Bijgevolg zijn de netto emissies gelijk aan de bruto emissies.

Stof	Zone	Type	Emissie (kg)	Percentage
PAK	Totaal	Waternetwerk en grondwater	1,2211	100
PAK	Totaal	Regenwater riolering (private)	0	0
PAK	Totaal	Niet gekoppeld aan IWZI	0	0
PAK	Totaal	IWZI	0	0
PAK	Totaal	Behandelingsbekken	0	0
PAK	Totaal	Stormwater bekken	0	0
PAK	Totaal	Niet gekoppeld aan RWZI	0	0
PAK	Totaal	Regenwater riolering	0	0
PAK	Totaal	Overstort	0	0
PAK	Totaal	Afstroming	0	0
PAK	Totaal	Netto emissie in oppervlakte water	1,2211	100

### 6.2 Bruto emissies

Tabel 3 geeft de bruto emissies van PAKs per type coating en de totale bruto emissies in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest ten gevolge van uitloging van coating, uitgedrukt in kg/jaar. De emissies zijn berekend door vermenigvuldiging van de emissiefactoren met de emissieverklarende variabele. De bruto emissies zijn weergegeven voor koolteercoating en bitumencoating. Daarnaast worden ook epoxycoatings gebruikt in de binnenvaart, maar laatst genoemde coating bevatten geen PAKs en veroorzaken dus geen PAK emissies.

Tabel 3: Bruto emissies door uitloging van coating van binnenvaartschepen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest in 2010.

Stofnaam	Symbool	Bruto emissies (kg/jaar)		
		Koolteercoating	Bitumencoating	TOTAAL
Acenafteen	Acenaft	0.125	0.295	<b>0.420</b>
Acenaftyleen	Acenafty	0.125	0.295	<b>0.420</b>
Antraceen	Ant	0.107	0.197	<b>0.304</b>
Benzo(a)antraceen	B(a)A	0.107	0.267	<b>0.374</b>
Benzo(a)pyreen	B(a)P	0.107	0.267	<b>0.374</b>
Benzo(b)fluorantheen	B(b)Flu	0.125	0.295	<b>0.420</b>
Benzo(k)fluorantheen	B(k)Flu	0.107	0.134	<b>0.241</b>
Chryseen	Chr	0.053	0.134	<b>0.186</b>
Dibezo(a,h)antraceen	dBz(ah)A	0.107	0.134	<b>0.241</b>
Fenantreen	Fen	0.125	0.295	<b>0.420</b>
Fluorantheen	Flu	0.214	0.134	<b>0.348</b>
Fluoreen	Fluoreen	0.214	0.063	<b>0.278</b>
Benzo(g,h,i)peryleen	B(ghi)Pe	0.125	0.295	<b>0.420</b>
Indeno(1,2,3-cd)pyreen	IP	0.107	1.329	<b>1.436</b>
Naftaleen	Naft	2.200	0.295	<b>2.495</b>
Pyreen	Pyr	0.125	0.295	<b>0.420</b>

### 6.3 Netto emissies

De scheepvaartemissies van anodes gaan rechtstreeks naar oppervlaktewater. Bijgevolg zijn de netto emissies gelijk aan de bruto emissies.

Stof	Zone	Bron	Netto emissies (g)	Percentage
PAK	kanaal	Coating schepen	1.163,31	99,90
PAK	zenne	Coating schepen	1,1741	0,10
PAK	woluwe	Coating schepen	0	0,00
PAK	Totaal	Coating schepen	1.164,49	100,00

Stof	Zone	Bron	Bruto emissies naar water (g)	Netto emissies	Percentage
PAK	niet gerioleerd	Coating schepen	0	0	
PAK	niet gezuiverd	Coating schepen	44	44	100
PAK	RWZI Noord	Coating schepen	954	954	100
PAK	RWZI Zuid	Coating schepen	220	220	100
PAK	Totaal	Coating schepen	1218	1218	100

## 7 Koppeling van de gegevens aan GIS-data en kwantificering



Tabel 4: Bruto emissies door uitloging van coating van binnenvaartschepen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest in 2010.

## 8 Betrouwbaarheid en verbeterpunten

Bij de classificatie van de kwaliteit van de informatie wordt zoveel mogelijk aangesloten bij de werkwijze die in de publicatiereeks Emissieregistratie wordt aangehouden [1]. Deze werkwijze is gebaseerd op de methodiek van CORINAIR (COrRe emission INventories AIR). Hierbij worden de volgende kwaliteitsclassificaties aangehouden:

- A voor een getal gebaseerd op een groot aantal metingen aan representatieve locaties;
- B voor een getal gebaseerd op een aantal metingen aan een deel van de voor de sector representatieve locaties;
- C voor een getal gebaseerd op een beperkt aantal metingen. aangevuld met schattingen op basis van de technische kennis van het proces;
- D voor een getal gebaseerd op een gering aantal metingen. aangevuld met schattingen op basis van aannames;
- E voor een getal gebaseerd op een technische berekening op basis van een aantal aannames.

De emissieverklarende variabele is gebaseerd op de registratiedatabank van de haven van Brussel. De lengte van de vaartrajecten is gekend en de passages worden geregistreerd. Sommige vaartuigen worden niet geregistreerd (o.a. politieboten), maar het gaat dan niet om vrachtvervoer en betreft vooral kleinere schepen. Er kan aangenomen worden dat de bijdrage van de niet-geregistreerd schepen tot de emissies beperkt is. Met de beschikbare gegevens kan de afgelegde afstand behoorlijk betrouwbaar gekwantificeerd worden. Echter, de registratiedatabank bevat geen gegevens over de dimensies van de schepen. Voor het nat scheepsoppervlak is daarom het gemiddelde van de Vlaamse binnenvaartvloot gehanteerd als beste schatting. Dit maakt de kwantificatie van de EVV minder betrouwbaar en daarom is classificatie B toegekend.

De emissiefactoren zijn gebaseerd op een beperkt aantal metingen uit het verleden, die geëxtrapoleerd zijn naar het heden op grond van aannames. De relatieve verdeling van de verschillende coating types (koolteer, bitumen en epoxy) over de vloot is gebaseerd op een beperkte steekproef. Omwille van het beperkt aantal metingen en de noodzaak tot extrapolatie o.b.v. aannames, wordt voor de emissiefactoren de classificatie C aangehouden.

De emissieroutes naar water zijn duidelijk geheel naar oppervlaktewater, zodat hiervoor de categorie A wordt gehanteerd. De regionalisatie van de emissies op basis van de beschikbare geografische informatie in de registratiedatabank is vrij betrouwbaar, wat resulteert in een betrouwbaarheidsclassificatie A.

Tabel 5: Betrouwbaarheid onderdelen emissieberekening.

Onderdeel emissieberekening	Betrouwbaarheidsklasse
Emissieverklarende variabele	B
Emissiefactoren	C
Emissieroutes naar water	A
Regionalisatie	A

Verbeterpunten:

- Uitbreiding van de registratiedatabank voor scheepverkeer op het Kanaal met gegevens over de scheepsdimensies zou de kwantificatie van de EVV ten goed komen, want kan het nat oppervlak berekend worden rekening houdend met de samenstelling (type schip en dimensies) van de binnenvaartvloot die het Brussels Hoofdstedelijk Gewest aandoet.
- De emissiefactoren kunnen verbeterd worden met bijkomende (recentere) metingen en kwantitatieve gegevens over de toepassing en relatieve verdeling van de verschillende coatingtype binnen de vloot.

## **9 Referenties**

- [1] Van der Most, P.F.J. *et al.* (1998). Methoden voor de bepaling van emissies naar lucht en water. Publicatiereeks Emissieregistratie, nr. 44.
- [2] Haven van Brussel
- [3] Van den Roovaart J.C.. van den Boomen R.. Driesprong A. & van Duijnhoven N. (2009). Kwantificering van de wateremissies van PAK in Vlaanderen. Factsheet “Coating binnenscheepvaart”. Deltares.
- [4] Rijkswaterstaat - Waterdienst, Deltares, TNO (2013). Emissieschattingen Diffuse bronnen, Factsheet “Coating binnenscheepvaart”. Emissieregistratie, [www.emissieregistratie.nl](http://www.emissieregistratie.nl)
- [5] Deltares & VITO (2012). Emissies naar het oppervlaktwater in het Antwerpse havengebied, factsheet “Coating binnenscheepvaart”.
- [6] CIW-CUWO werkgroep VI, februari 1997. Handreiding Regionale aanpak diffuse bronnen
- [7] CBS/AVV-databestanden jaarlijks verstrekt in het kader van de emissiejaarrapportage (Actieve binnenvaartschepen per jaar, Aantal vaartuigkilometers per jaar per CBS type).

Emissies naar het oppervlaktewater in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

## **Scheepvaart – Anodes**

Opgemaakt door VITO

In opdracht van Leefmilieu Brussel - BIM

**2014**

## 1 Omschrijving emissiebron

Deze factsheet beschrijft de emissies ten gevolge van corrosie van opofferingsanodes van schepen. Dergelijke anodes worden op de scheepswand aangebracht om het gedeelte van het schip onder de waterlijn tegen corrosie te beschermen. Kathodische bescherming is nodig wanneer twee of meer verschillende metalen onder water elektrisch geleidend met elkaar verbonden zijn (bv. stalen romp met messing kogelkranen of bronzen schroef op een stalen schroefas). Om corrosie tegen te gaan wordt gebruik gemaakt van zogenaamde opofferingsanodes. Deze anodes zijn gemaakt van een metaal dat een potentiaalverschil heeft met het metaal dat beschermd moet worden. De aanwezigheid van de anode zorgt voor een potentiaalverschil waardoor het metaal van de anode in oplossing gaat en niet het te beschermen metaal. Als het ware een opoffering van de anodes. In de binnenvaart worden meestal zink, aluminium of magnesium gebruik als metaal voor de opofferingsanodes.

De scheepvaartemissies van anodes worden beschouwd als diffuse bronnen met emissies die rechtstreeks in het oppervlaktewater terechtkomen. Er is voor deze emissies dus geen transportroute naar water. Bijgevolg zijn de netto emissies gelijk aan de bruto emissies.

## 2 Berekeningswijze van de emissies

De emissies worden berekend door de vermenigvuldiging van een emissieverklarende variabele (EVV), hier de verblijftijd van schepen op de waterwegen en in de haven van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, met een emissiefactor (EF) per stof, uitgedrukt in emissie per eenheid van de EVV.

$$E_s = EVV \times EF$$

Waarbij:

$E_s$  = Emissie van stof s (kg/jaar)

EVV = Verblijftijd van de schepen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (dagen)

EF = Emissiefactor voor stof s (g/dag)

## 3 Emissieverklarende variabele/basisgegevens

De emissieverklarende variabele voor de emissies van opofferingsanodes is de verblijftijd van schepen op de waterwegen en in de haven van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. De verblijftijd is berekend op basis van de databank met scheepsregistraties van de Haven van Brussel **Error! Reference source not found..** In de scheepsregistratiedatabank wordt onderscheid gemaakt tussen binnenvarende schepen, uitvaarten en transits. Met de gegevens uit de databank kunnen de afgelegde kilometers per schip berekend worden. De afstanden zijn vervolgens omgerekend naar verblijftijd op basis van een geschatte gemiddelde vaarsnelheid van 4 km/u (maximaal toegelaten vaarsnelheid is 8 km/u) en 0.4 km/u voor schepen die laden en lossen (binnenkomst en uitvaart).



Voor schepen geregistreerd als transitvaart (doorvaart zonder laden/lossen) is de afgelegde weg de totale lengte van de vaarweg (het Kanaal) in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Voor schepen geregistreerd als binnenkomst of uitvaarten is in de databank aangegeven in welke richting de schepen varen vanaf een bepaald (registratie)punt. De afgelegde weg van een schip is de afstand tussen het (registratie)punt en het meest noordelijke of zuidelijke punt (afhankelijke vaarrichting) op de vaarweg van het BHG (d.i. het Kanaal).

In 2010 bedroeg de totale afgelegde afstand door scheepvaartverkeer op het Kanaal ongeveer 1.24 miljoen kilometer. Omgerekend met vaarsnelheden van 4 km/u voor transits en 0.4 km/u voor vrachtvervoer (in-uit met laden/lossen) komt dit neer op een totale scheepsverblijftijd van 17932 dagen.

In **Error! Reference source not found.** zijn per segment/traject het totaal aantal schepen, de totale verblijftijd en de lengte van het traject gegeven, alsook het totaal aantal geregistreerde schepen en de totale scheepsverblijftijd in het Brussels Hoofdstedelijk gewest (EVV). Dit zijn de gegevens voor het jaar 2010.

*Tabel 1: Aantal schepen en verblijftijd per traject voor binnenkomsten en uitvaarten (in-uit) en voor transitvaarten in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest in 2010.*

	Segment/Traject	Aantal schepen	Traject lengte (km)	Verblijftijd (d)
in-uit	Noordgrens	9633	1.14	1144
	Voorhaven/Marly	9639	1.6	1607
	Heembeekkaai 2/L. Monnoyerkaai 2	4317	1.2	540
	Heembeekkaai 1/L. Monnoyerkaai 1	3741	1.6	624
	Werkhuizenkaai	3741	1.2	468
	Rederskaai/ Steamerskaai	1857	0.9	174
	Aakenkaai/Materialenkaai	1692	1.6	282
	St/ Jans Molenbeek	1692	2.4	423
	Anderlecht Biestebroek	1188	1.7	210
	Anderlecht sluis	1116	0.87	101
transit	Volledig traject BHG	83387	14.23	12360
<b>TOTAAL</b>		<b>122003</b>		<b>17932</b>

#### 4 Emissiefactoren

De emissiefactoren overgenomen uit [3] en [4]. De emissiefactoren zijn afgeleid op basis van de gegevens over zinkanodes in [5]. Daarbij zijn volgende aannames gemaakt m.b.t. het gebruik van zinkanodes: Er is aangenomen dat 25% van de binnenvaartvloot gebruik maakt van zinkanodes, daarnaast zou 50% gebruikmaken van aluminiumanodes en 25% van magnesiumanodes. De emissiefactor is omgerekend naar een gemiddelde per schip, onafhankelijk van de aard van de gebruikte anodes. Voor zinkanodes wordt uitgegaan van 6 zinkanodes van ca. 3 kg elk per schip die gemiddeld iedere 3 jaar worden vervangen.

Op basis daarvan bedraagt de emissiefactor per schip  $(3 \times 6) / 3 \times 25\% = 1.5$  kg zink per actief binnenvaartschip per jaar. Per dag komt dat neer op een emissiefactor van 4.12 g Zn per schip.

Er is weinig specifieke informatie beschikbaar over aluminium anodes en daarom is de emissiefactor voor aluminium anodes analoog berekend als voor zinkanodes, echter met correctie voor het soortelijk gewicht. Het soortelijk gewicht van aluminium bedraagt  $2.7 \text{ kg/dm}^3$ . Het soortelijk gewicht van zink is aanzienlijk hoger, namelijk  $7.1 \text{ kg/dm}^3$ . Het gewicht voor de aluminium anodes wordt met deze verhouding gecorrigeerd. Het toepassingspercentage voor aluminium anodes is geschat op 50%. Op basis van de beschikbare gegevens en de beschreven aannames bedraagt de emissiefactor voor aluminium anodes  $(3 \times (2.7/7.1) \times 6)/3 \times 50\% = 1.14 \text{ kg aluminium per actief binnenvaartschip per jaar}$ . Per dag komt dat neer op een emissiefactor van  $3.13 \text{ g Al per schip}$ .

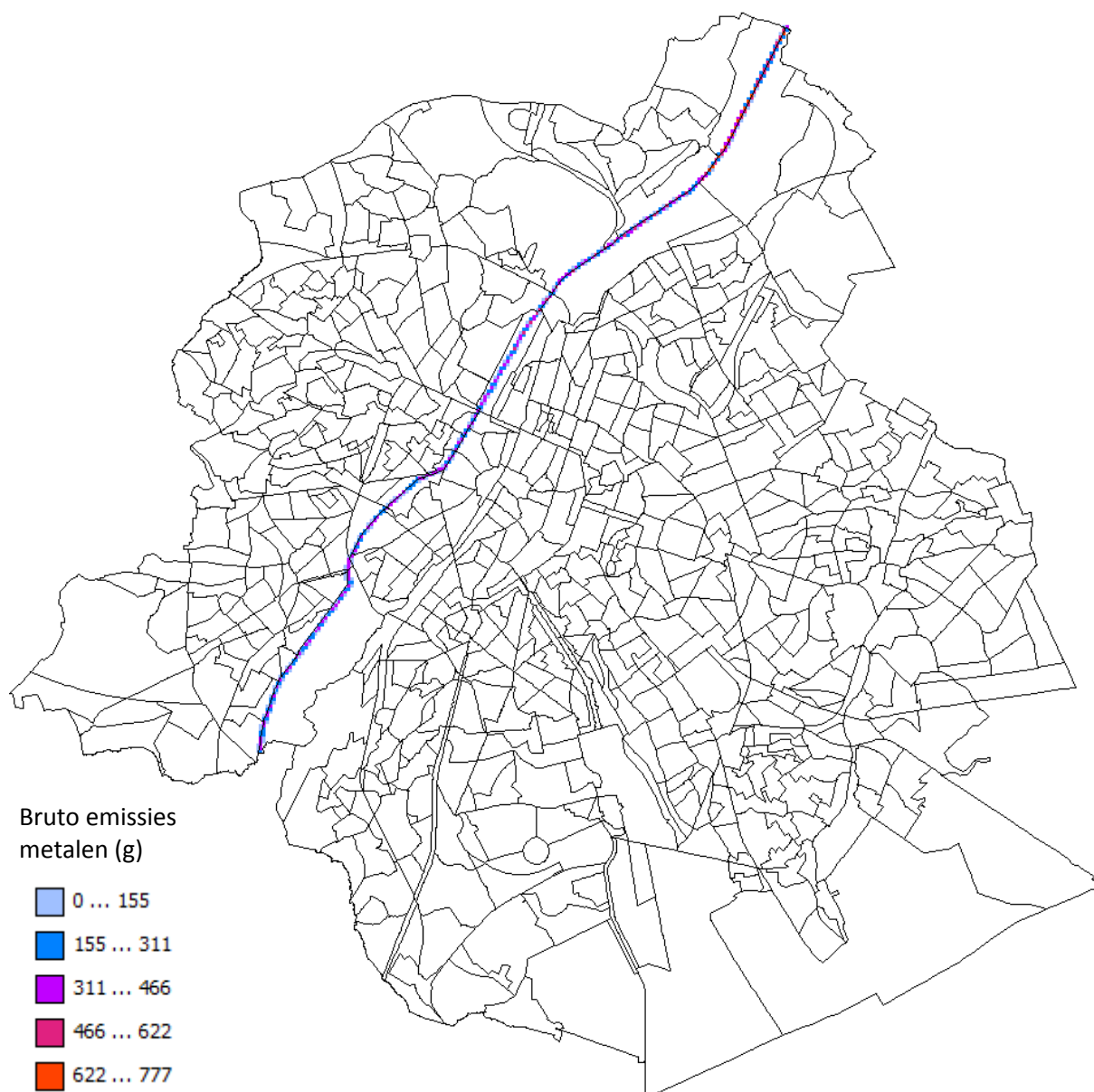
Een overzicht van de emissiefactoren is gegeven in *Tabel 2*.

*Tabel 2: Emissiefactoren voor aluminiumanodes en zinkanodes op binnenvaartschepen.*

Stofnaam	Symbool	Emissiefactor (g/d/schip)
Aluminium	Al	4.11
Zink	Zn	3.13

## 5 Geografische spreiding

Voor de geografische spreiding van de emissies van anodes op schepen is gebruikgemaakt van de beschikbare geografische informatie in de registratiedatabank van de haven van Brussel **Error! Reference source not found.** en de ruimtelijke afbakening van de daaruit af te leiden vaarvakken (segment) op het Kanaal. Voor transitvaarten (doorvaart zonder laden/lossen) zijn de emissies gespreid over de volledige vaarweg. Voor binnenkomst en uitvaart (met laden/lossen) zijn de emissies verdeeld over de segmenten van het Kanaal op basis van de gegevens in de geografische informatie in de beschikbare databank van de haven van Brussel. Voor schepen geregistreerd als binnenkomst of uitvaarten is in de databank aangegeven in welke richting de schepen varen vanaf een bepaald (registratie)punt. De emissies van een schip worden uitgespreid over het segment tussen het (registratie)punt en het meest noordelijk of zuidelijke punt (afhankelijke vaarrichting) op de vaarweg van het BHG (d.i. het Kanaal).



Figuur 1

## 6 Emissieroutes en bruto-netto-emissies

De totale bruto-emissie wordt berekend zoals is beschreven in de paragraaf "berekeningswijze". De netto-emissie wordt berekend of geschat op basis van gegevens of veronderstellingen over de weg die de emissies volgen naar de verschillende waterlopen.

Definitie bruto emissie: emissie door de punt en diffuse bronnen

Definitie netto emissie: deel van de bruto emissie die effectief in de waterloop terecht komt (vracht)

Stof	Zone	Type	Emissie (ton)	Percentage
Som	Totaal	Waternetwerk en grondwater	236.997	100
Som	Totaal	Regenwater riolering (private)	0	0
Som	Totaal	Niet gekoppeld aan IWZI	0	0

<b>Som</b>	Totaal	IWZI	0	0
<b>Som</b>	Totaal	Behandelingsbekken	0	0
<b>Som</b>	Totaal	Stormwater bekken	0	0
<b>Som</b>	Totaal	Niet gekoppeld aan RWZI	0	0
<b>Som</b>	Totaal	Regenwater riolering	0	0
<b>Som</b>	Totaal	Overstort	0	0
<b>Som</b>	Totaal	Afstroming	0	0
<b>Som</b>	Totaal	Netto emissie in oppervlakte water	236.997	100

## 6.1 Emissieroutes

De scheepvaartemissies van anodes worden beschouwd als diffuse bronnen met emissies die rechtstreeks in het oppervlaktewater terechtkomen. Er is voor deze emissies dus geen transportroute naar water. Bijgevolg zijn de netto emissies gelijk aan de bruto emissies.

## 6.2 Bruto emissies

Tabel 3 geeft de bruto emissies voor aluminium en zink, uitgedrukt in kg/jaar. De emissies zijn berekend door vermenigvuldiging van de emissiefactoren met de emissieverklarende variabele.

*Tabel 3: Bruto emissies van aluminium- en zinkanodes op binnenvaartschepen in het Brussels Hoofdstedelijk gewest in 2010.*

Stofnaam	Symbool	Bruto emissies (kg/jaar)
Aluminium	Al	73.69
Zink	Zn	56.05

## 6.3 Netto emissies

De scheepvaartemissies van anodes gaan rechtstreeks naar oppervlaktewater. Bijgevolg zijn de netto emissies gelijk aan de bruto emissies.

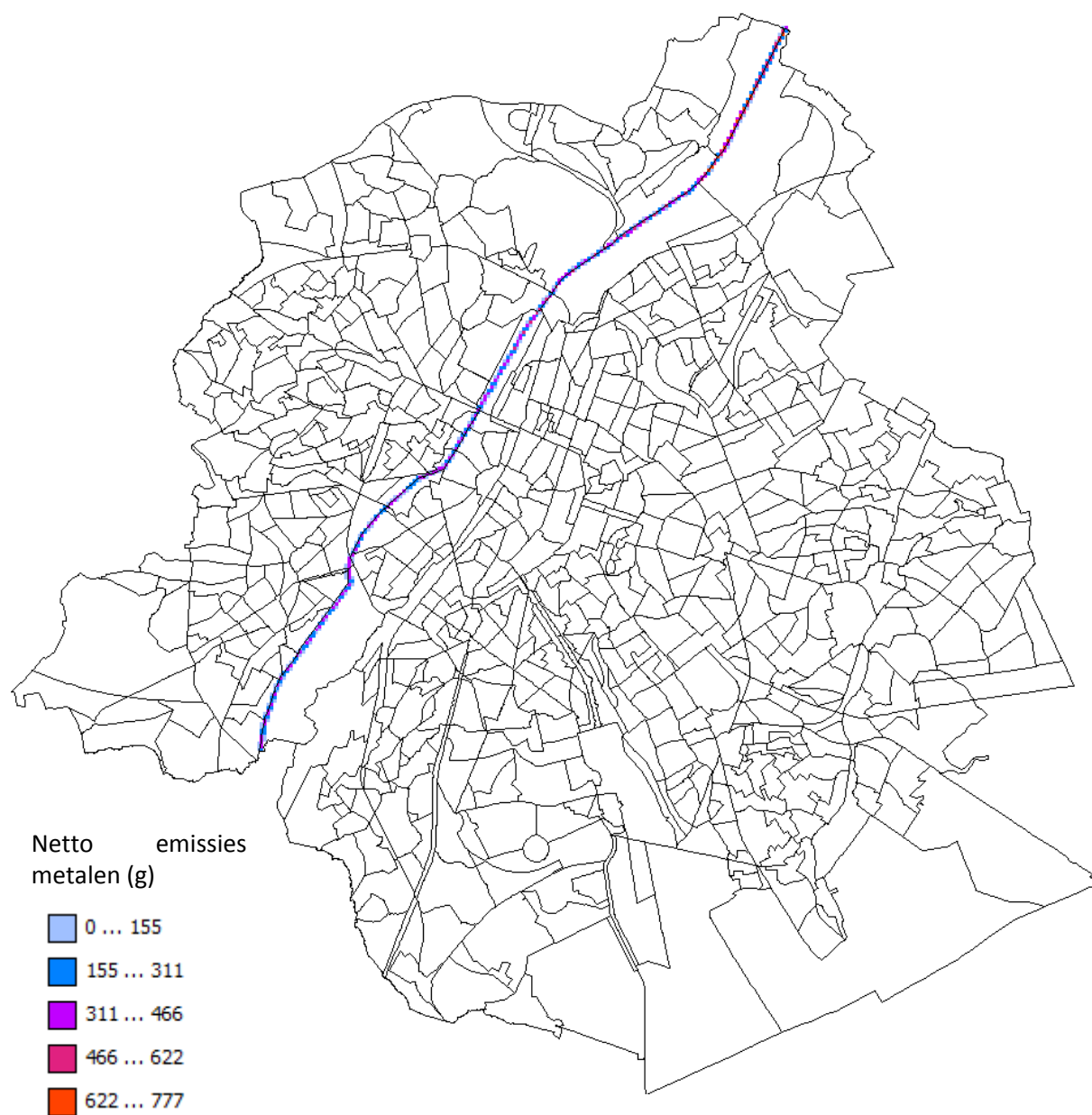
Tabel 4

Stof	Zone	Bron	Netto emissie (kg)	Percentage
<b>Metalen</b>	kanaal	Anodes	123,92	99,90
<b>Metalen</b>	zenne	Anodes	0,13	0,10
<b>Metalen</b>	woluwe	Anodes	0,00	0,00
<b>Metalen</b>	Totaal	Anodes	124,04	100,00

Tabel 5

Stof	Zone	Bruto emissies naar water	Netto emissies	Percentage
Metalen	niet gerioleerd	0,00	0,00	
Metalen	niet gezuiverd	4,66	4,66	100
Metalen	RWZI Noord	101,66	101,66	100
Metalen	RWZI Zuid	23,43	23,43	100
Metalen	Totaal	129,74	129,74	100

## 7 Koppeling van de gegevens aan GIS-data en kwantificering



## 8 Betrouwbaarheid en verbeterpunten

Bij de classificatie van de kwaliteit van de informatie wordt zoveel mogelijk aangesloten bij de werkwijze die in de publicatiereeks Emissieregistratie wordt aangehouden [1]. Deze werkwijze is gebaseerd op de methodiek van CORINAIR (CORE emission INventories AIR). Hierbij worden de volgende kwaliteitsclassificaties aangehouden:

- A voor een getal gebaseerd op een groot aantal metingen aan representatieve locaties;
- B voor een getal gebaseerd op een aantal metingen aan een deel van de voor de sector representatieve locaties;
- C voor een getal gebaseerd op een beperkt aantal metingen. aangevuld met schattingen op basis van de technische kennis van het proces;
- D voor een getal gebaseerd op een gering aantal metingen. aangevuld met schattingen op basis van aannames;
- E voor een getal gebaseerd op een technische berekening op basis van een aantal aannames.

De emissieverklarende variabele is gebaseerd op de registratiedatabank van de haven van Brussel. De databank bevat echter geen tijdsregistratie zodat de EVV verblijftijd niet rechtstreeks afgeleid kon worden uit de beschikbare gegevens. Voor omrekening van de afgelegde afstand naar verblijftijd is een geschatte gemiddelde vaarsnelheid gehanteerd. Daarom is de EVV ingedeeld in betrouwbaarheidsklasse B.

De emissiefactoren zijn gebaseerd op een beperkt aantal metingen. Op grond hiervan kan voor de emissiefactor de classificatie C worden aangehouden.

De emissieroutes naar water zijn duidelijk geheel naar oppervlaktewater, zodat hiervoor de categorie A wordt gehanteerd. De regionalisatie van de emissies op basis van de beschikbare geografische informatie in de registratiedatabank is vrij betrouwbaar, wat resulteert in een betrouwbaarheidsclassificatie A.

*Tabel 6: Betrouwbaarheid onderdelen emissieberekening.*

Onderdeel emissieberekening	Betrouwbaarheidsklasse
Emissieverklarende variabele	B
Emissiefactoren	C
Emissieroutes naar water	A
Regionalisatie	A

Verbeterpunten:

- Uitbreiding van de registratiedatabank voor scheepverkeer op het Kanaal met een tijdsregistratie (zoals het geval is in de haven van Antwerpen) zou de kwantificatie van de EVV ten goed komen, want dan kan de verblijftijd berekend worden op basis van de in-uit registratie ter hoogte van de grenzen van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.
- De emissiefactoren kunnen verbeterd worden indien er praktijkcijfers beschikbaar zouden zijn van het aantal anodes op binnenvaartschepen, de aard van de anodes (Zn of Al of ander metaal) en de vervangfrequentie ervan.

## **9 Referenties**

- [1] Van der Most, P.F.J. *et al.* (1998). Methoden voor de bepaling van emissies naar lucht en water. Publicatiereeks Emissieregistratie, nr. 44.
- [2] Haven van Brussel
- [3] Deltares & VITO (2012). Emissies naar het oppervlaktwater in het Antwerpse havengebied, factsheet “Anodes binnenscheepvaart”.
- [4] Rijkswaterstaat - Waterdienst, Deltares, TNO (2013). Emissieschattingen Diffuse bronnen, Factsheet “Anodes binnenscheepvaart”. Emissieregistratie, [www.emissieregistratie.nl](http://www.emissieregistratie.nl)
- [5] Röling, I.S., 2002. Zinkanodes binnenvaart. RIZA werkdocument.

Emissies naar het oppervlaktewater in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

## **Scheepvaart – Huishoudelijk afvalwater**

Opgemaakt door VITO

In opdracht van Leefmilieu Brussel - BIM

**2014**



## **1 Omschrijving emissiebron**

Deze factsheet beschrijft de emissies ten gevolge van lozingen van huishoudelijk afvalwater van binnenvaartschepen. De lozingen hebben vooral betrekking op toiletafvalwater, maar ook het afvalwater dat vrijkomt van andere huishoudelijke activiteiten die aan boord plaatsvinden.

De scheepvaartemissies van huishoudelijk afvalwater worden beschouwd als diffuse bronnen met emissies die rechtstreeks in het oppervlaktewater terechtkomen. Er is voor deze emissies dus geen transportroute naar water. Bijgevolg zijn de netto emissies gelijk aan de bruto emissies.

## **2 Berekeningswijze van de emissies**

De emissies worden berekend door de vermenigvuldiging van een emissieverklarende variabele (EVV), hier de verblijftijd van bemanning aan boord van schepen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, met een emissiefactor (EF) per stof, uitgedrukt in emissie per eenheid van de EVV.

$$E_s = EVV \times EF$$

Waarbij:

$E_s$  = Emissie van stof s (kg/jaar)

EVV = Verblijftijd van bemanning aan boord van schepen (mensdagen)

EF = Emissiefactor voor stof s (g/dag)

## **3 Emissieverklarende variabele/basisgegevens**

De emissieverklarende variabele voor de emissies van huishoudelijk afvalwater is de verblijftijd van bemanning aan boord van schepen op de waterwegen en in de haven van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, uitgedrukt in mensdagen. Dit wordt berekend door vermenigvuldiging van de scheepsverblijftijd met het aantal bemanningsleden.

De verblijftijd is berekend op basis van de databank met scheepsregistraties van de Haven van Brussel [2]. In de scheepsregistratiedatabank wordt onderscheid gemaakt tussen binnenvarende schepen, uitvaarten en transits. Met de gegevens uit de databank kunnen de afgelegde kilometers per schip berekend worden. De afstanden zijn vervolgens omgerekend naar verblijftijd op basis van een geschatte gemiddelde vaarsnelheid van 4 km/u (maximaal toegelaten vaarsnelheid is 8 km/u) en 0.4 km/u voor schepen die laden en lossen (binnenkomst en uitvaart).

Voor schepen geregistreerd als transitvaart (doorvaart zonder laden/lossen) is de afgelegde weg de totale lengte van de vaarweg (het Kanaal) in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Voor schepen geregistreerd als binnenkomst of uitvaarten is in de databank aangegeven in welke richting de schepen varen vanaf een bepaald (registratie)punt. De afgelegde weg van een schip is de afstand tussen het (registratie)punt en het meest noordelijke of zuidelijke punt (afhankelijke vaarrichting) op de vaarweg van het BHG (d.i. het Kanaal).

In 2010 bedroeg de totale afgelegde afstand door scheepvaartverkeer op het Kanaal ongeveer 1.24 miljoen kilometer. Omgerekend met vaarsnelheden van 4 km/u voor transits en 0.4 km/u voor vrachtvervoer (in-uit met laden/lossen) komt dit neer op een totale scheepsverblijftijd van 17932 dagen.

Het gemiddeld aantal bemanningsleden per binnenvaartschip is afgeleid uit [2]. In dit document wordt de minimale bemanning voor de binnenvaart in Vlaanderen beschreven per binnenvaartcategorie. Op basis van deze informatie zijn er, verdeeld over de verschillende binnenvaartcategorieën, gemiddeld 3.7 bemanningsleden aan boord van een schip. Vermenigvuldiging van dit cijfer met de totale scheepsverblijftijd geeft voor 2010 een totale bemanningsverblijftijd van 66349 mensdagen of 182 mensjaren

In **Error! Reference source not found.** zijn per segment/traject het totaal aantal schepen, de totale bemanningsverblijftijd en de lengte van het traject gegeven, alsook het totaal aantal geregistreerde schepen en de totale bemanningsverblijftijd in het Brussels Hoofdstedelijk gewest (EVV). Dit zijn de gegevens voor het jaar 2010.

*Tabel 1: Aantal schepen en bemanningsverblijftijd per traject voor binnenkomsten en uitvaarten (in-uit) en voor transitvaarten in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest in 2010.*

	Segment/Traject	Aantal schepen	Traject lengte (km)	Bemannings-verblijftijd (d)
in-uit	Noordgrens	9633	1.14	4232
	Voorhaven/Marly	9639	1.6	5944
	Heembeekkaai 2/L. Monnoyerkaai 2	4317	1.2	1997
	Heembeekkaai 1/L. Monnoyerkaai 1	3741	1.6	2307
	Werkhuizenkaai	3741	1.2	1730
	Rederskaai/ Steamerskaai	1857	0.9	644
	Aakenkaai/Materialenkaai	1692	1.6	1043
	St/ Jans Molenbeek	1692	2.4	1565
	Anderlecht Biestebroek	1188	1.7	778
	Anderlecht sluis	1116	0.87	374
transit	Volledig traject BHG	83387	14.23	45733
<b>TOTAAL</b>		<b>122003</b>		<b>66349</b>

#### 4 Emissiefactoren

Er kan aangenomen worden dat lozing van huishoudelijk afvalwater door binnenvaartschepen vergelijkbaar is met lozing van afvalwater door huishoudens. Voor huishoudelijk afvalwater zijn daarom dezelfde emissiefactoren aangehouden als in de factsheet m.b.t. afvalwater van huishoudens [3][4].

De emissiefactoren voor huishoudelijk afvalwater zijn overgenomen uit de Vlaamse en Nederlandse factsheets “Huishoudelijk afvalwater” [5][6][7]. Indien beschikbaar voor de betreffende stof, zijn preferentieel de emissiefactoren uit de Vlaamse emissie-inventaris water overgenomen. De Nederlandse emissie-inventaris omvat echter veel meer stoffen dan de Vlaamse en is daarom als aanvullende dataset gehanteerd. Voor cyaniden is de emissiefactor overgenomen uit het STOWA rapport m.b.t. emissies vanuit RWZI's [9]. Voor octylfenolen is de emissiefactor afgeleid van de

emissiefactor voor nonylfenolen, rekening houdend met de concentratieverhouding gemeten in RWZI effluenten [7][10][11].

Een overzicht van de emissiefactoren per stof en per stofgroep is gegeven in **Error! Reference source not found.**

*Tabel 2: Emissiefactoren voor huishoudelijk afvalwater*

Stofgroep	Stofnaam	Symbool	EF (g/mensjaar)	Referentie
<b>Metalen</b>	Arseen	As	0.12	[5]
	Cadmium	Cd	0.005	[5]
	Chroom	Cr	0.475	[5]
	Kobalt	Co	0.248	[7]
	Koper	Cu	2.2811	[5]
	Kwik	Hg	0.006	[5]
	Nikkel	Ni	0.402	[5]
	Lood	Pb	0.79	[7]
	Zink	Zn	0.7545	[5]
<b>Organische vracht</b>	Biologische Zuurstofvraag	BZV	32.485	[5]
	Chemische Zuurstofvraag	CZV	13.78	[5]
<b>Nutriënten</b>	Stikstof	N	3.5405	[5]
	Fosfor	P	0.511	[5]
<b>PAK-16</b>	Acenafteen	Acenaft	0.00738	[6]
	Acenaftyleen	Acenafty	0.00738	[6]
	Antraceen	Ant	0.00071	[6]
	Benzo(a)antraceen	B(a)A	0.00263	[6]
	Benzo(a)pyreen	B(a)P	0.0041	[6]
	Benzo(b)fluorantheen	B(b)Flu	0.00738	[6]
	Benzo(k)fluorantheen	B(k)Flu	0.00095	[6]
	Chryseen	Chr	0.00163	[6]
	Dibezo(a,h)antraceen	dBz(ah)A	0.00428	[6]
	Fenantreen	Fen	0.00738	[6]
	Fluorantheen	Flu	0.0146	[6]
	Fluoreen	Fluoreen	0.025	[6]
	Benzo(g,h,i)peryleen	B(ghi)Pe	0.00738	[6]
	Indeno(1,2,3-cd)pyreen	IP	0.00084	[6]
	Naftaleen	Naft	0.017	[6]
	Pyreen	Pyr	0.00947	[6]
<b>BTEX</b>	Benzeen	Benz	0.01	[7]
	Tolueen	Tol	0.23	[7]
	Ethylbenzeen	EthBenz	0.01	[7]
	Xyleen	Xyl	0.0167	[7]
<b>PCB</b>	2,3',4,4',5-Pentachloorbifenyyl	PCB-118	0.0018	[7]
	2,2',3,4,4',5'-Hexachlorobiphenyl	PCB-138	0.0018	[7]
	2,2',4,4',5,5'-Hexachlorobiphenyl	PCB-153	0.0018	[7]

	2,2',3,4,4',5,5'-Heptachlorobiphenyl	PCB-180	0.0018	[7]
<b>BDE</b>	2,2',4,4'-Tetrabromodiphenyl ether	BDE-47	6.50E-08	[7]
	Decabromodiphenyl ether	BDE-209	6.50E-08	[7]
<b>Medicijnen</b>	Diclofenac	Diclo	0.051	[7]
<b>Overig micropolluenten</b>	1,2-dichloorpropan	DCP	0.004	[7]
	4-(1,1',3,3'-tetramethylbutyl)fenol	4-Ofenol	0.0547	[7][10][11]
	4-nonylfenol	4-Nfenol	0.547	[7]
	Carbon-tetrachloride	CCl <sub>4</sub>	0.03	[7]
	Di(2-ethylhexyl)ftalaat	DEHP	1.1	[7]
	Dichloormethaan	DCM	0.373	[7]
	1,2-dichloorbenzeen	ODCB	0.002	[7]
	1,3-dichloorbenzeen	MDCB	0.071	[7]
	1,4-dichloorbenzeen	PDCB	0.361	[7]
	Dioxinen	Diox	1.3E-09	[7]
	Nonylfenolen	Nfenol	0.547	[7]
	Octylfenolen	Ofenol	0.0547	[7][10][11]
	Trichloorbenzenen	TCB	0.196	[7]
	Trichloormethaan (chloroform)	TCM	0.03	[7]
<b>Overige pollutanten</b>	Cyaniden	CN	0.109	[9]
	Minerale olie	MinOlie	0.145	[7]

## 5 Geografische spreiding

Voor de geografische spreiding van de emissies door lozing van huishoudelijk afvalwater van schepen is gebruikgemaakt van de beschikbare geografische informatie in de registratiedatabank van de haven van Brussel [2] en de ruimtelijke afbakening van de daaruit af te leiden vaarvakken (segment) op het Kanaal. Voor transitvaarten (doorvaart zonder laden/lossen) zijn de emissies gespreid over de volledige vaarweg. Voor binnenkomst en uitvaart (met laden/lossen) zijn de emissies verdeeld over de segmenten van het Kanaal op basis van de gegevens in de geografische informatie in de beschikbare databank van de haven van Brussel. Voor schepen geregistreerd als binnenkomst of uitvaarten is in de databank aangegeven in welke richting de schepen varen vanaf een bepaald (registratie)punt. De emissies van een schip worden uitgespreid over het segment tussen het (registratie)punt en het meest noordelijk of zuidelijke punt (afhankelijke vaarrichting) op de vaarweg van het BHG (d.i. het Kanaal).

## 6 Emissieroutes en bruto-netto-emissies

De totale bruto-emissie wordt berekend zoals is beschreven in de paragraaf “berekeningswijze”. De netto-emissie wordt berekend of geschat op basis van gegevens of veronderstellingen over de weg die de emissies volgen naar de verschillende waterlopen.

Definitie bruto emissie: emissie door de punt en diffuse bronnen

Definitie netto emissie: deel van de bruto emissie die effectief in de waterloop terecht komt (vracht)

## 6.1 Emissieroutes

De scheepvaartemissies van huishoudelijk afvalwater worden beschouwd als diffuse bronnen met emissies die rechtstreeks in het oppervlaktewater terechtkomen. Er is voor deze emissies dus geen transportroute naar water. Bijgevolg zijn de netto emissies gelijk aan de bruto emissies.

Stof	Zone	Type	Emissie (g)	Percentage
Som	Totaal	Waternetwerk en grondwater	2919	100
Som	Totaal	Regenwater riolering (private)	0	0
Som	Totaal	Niet gekoppeld aan IWZI	0	0
Som	Totaal	IWZI	0	0
Som	Totaal	Behandelingsbekken	0	0
Som	Totaal	Stormwater bekken	0	0
Som	Totaal	Niet gekoppeld aan RWZI	0	0
Som	Totaal	Regenwater riolering	0	0
Som	Totaal	Overstort	0	0
Som	Totaal	Afstroming	0	0
Som	Totaal	Netto emissie in oppervlakte water	2919	100

## 6.2 Bruto emissies

Tabel 3 geeft de bruto emissies voor huishoudelijk afvalwater van schepen, uitgedrukt in g/jaar. De emissies zijn berekend door vermenigvuldiging van de emissiefactoren met de emissieverklarende variabele.

Tabel 3: Bruto emissies van huishoudelijk afvalwater van binnenvaartschepen in het Brussels Hoofdstedelijk gewest in 2010.

Stofgroep	Stofnaam	Symbool	Bruto Emissie (g/jaar)
Metalen	Arseen	As	21.8
	Cadmium	Cd	0.91
	Chroom	Cr	86.5
	Kobalt	Co	45.1
	Koper	Cu	415.2
	Kwik	Hg	1.1
	Nikkel	Ni	73.2
	Lood	Pb	143.8
	Zink	Zn	137.3
Organische vracht	Biologische Zuurstofvraag	BZV	5912.3
	Chemische Zuurstofvraag	CZV	2508.0

<b>Nutriënten</b>	Stikstof	N	644.4
	Fosfor	P	93.0
<b>PAK-16</b>	Acenafteen	Acenaft	1.3
	Acenaftyleen	Acenafty	1.3
	Antraceen	Ant	0.13
	Benzo(a)antraceen	B(a)A	0.48
	Benzo(a)pyreen	B(a)P	0.75
	Benzo(b)fluorantheen	B(b)Flu	1.3
	Benzo(k)fluorantheen	B(k)Flu	0.17
	Chryseen	Chr	0.30
	Dibezo(a,h)antraceen	dBz(ah)A	0.78
	Fenantreen	Fen	1.3
	Fluorantheen	Flu	2.7
	Fluoreen	Fluoreen	4.6
	Benzo(g,h,i)peryleen	B(ghi)Pe	1.3
	Indeno(1,2,3-cd)pyreen	IP	0.15
	Naftaleen	Naft	3.1
	Pyreen	Pyr	1.7
<b>BTEX</b>	Benzeen	Benz	1.8
	Tolueen	Tol	41.9
	Ethylbenzeen	EthBenz	1.8
	Xyleen	Xyl	3.0
<b>PCB</b>	2,3',4,4',5-Pentachloorbifenyyl	PCB-118	0.33
	2,2',3,4,4',5'-Hexachlorobiphenyl	PCB-138	0.33
	2,2',4,4',5,5'-Hexachlorobiphenyl	PCB-153	0.33
	2,2',3,4,4',5,5'-Heptachlorobiphenyl	PCB-180	0.33
<b>BDE</b>	2,2',4,4'-Tetrabromodiphenyl ether	BDE-47	1.18E-05
	Decabromodiphenyl ether	BDE-209	1.18E-05
<b>Medicijnen</b>	Diclofenac	Diclo	9.3
	1,2-dichloorpropaan	DCP	0.73
	4-(1,1',3,3'-tetramethylbutyl)fenol	4-Ofenol	10.0
	4-nonylfenol	4-Nfenol	99.6
	Carbon-tetrachloride	CCl4	5.5
	Di(2-ethylhexyl)ftalaat	DEHP	200.2
	Dichloormethaan	DCM	67.9
	1,2-dichloorbenzeen	ODCB	0.36
	1,3-dichloorbenzeen	MDCB	12.9
	1,4-dichloorbenzeen	PDCB	65.7
	Dioxinen	Diox	2.37E-07
	Nonylfenolen	Nfenol	99.6
	Octylfenolen	Ofenol	10.0
	Trichloorbenzenen	TCB	35.7
	Trichloormethaan (chloroform)	TCM	5.5
<b>Overige polluenten</b>	Cyaniden	CN	19.8
	Minerale olie	MinOlie	26.4

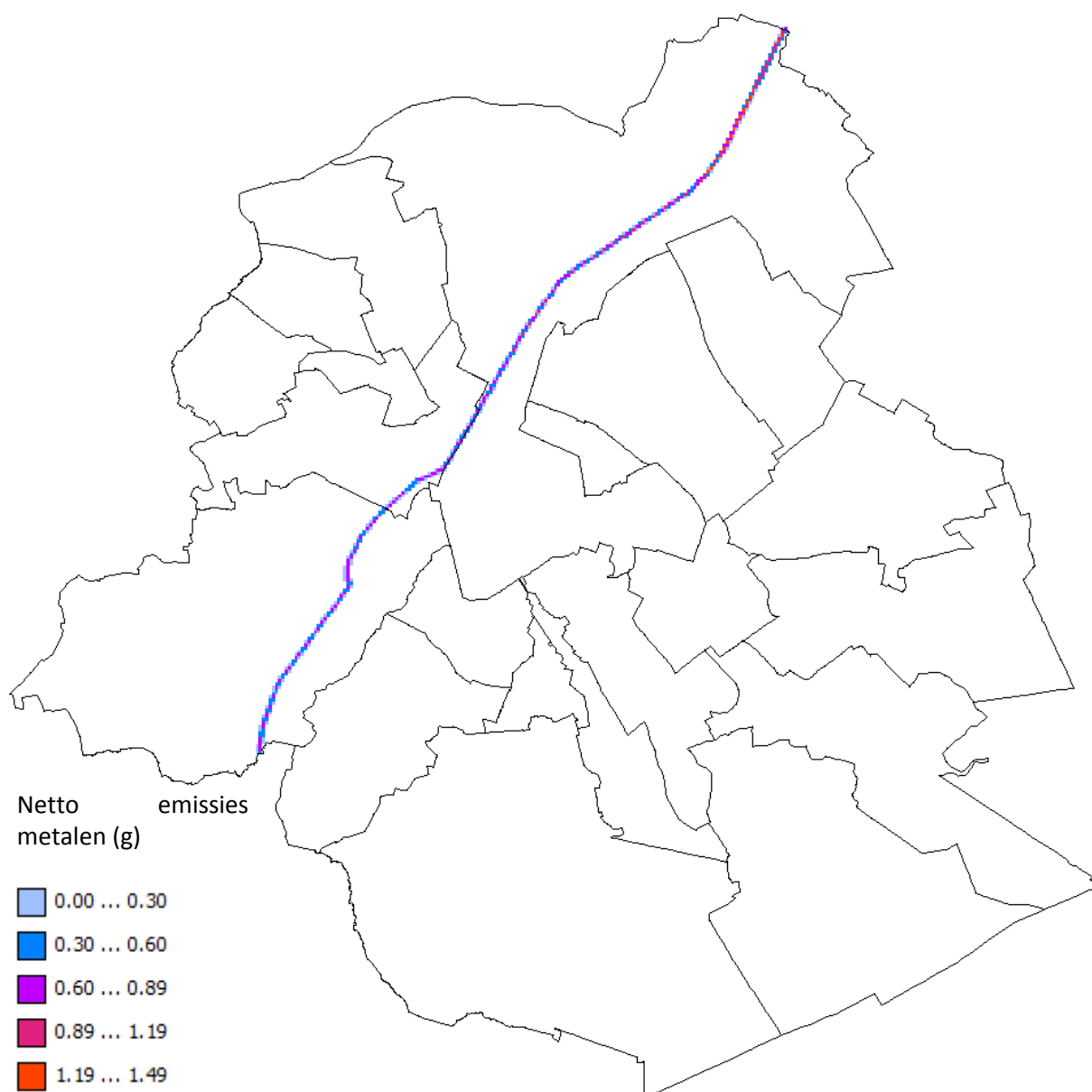
### 6.3 Netto emissies

De scheepvaartemissies van huishoudelijk afvalwater gaan rechtstreeks naar oppervlaktewater. Bijgevolg zijn de netto emissies gelijk aan de bruto emissies.

**Tabel 4: Netto emissies van huishoudelijk afvalwater van schepen op het Kanaal en op de Zenne. Er is geen emissies naar de Woluwe daar er scheepvaart isop de Woluwe.**

Stof	Zone	Netto emissies (g)
<b>Metalen</b>	kanaal	237,72
<b>PAK</b>	kanaal	5,44
<b>Organische vracht</b>	kanaal	2166,47
<b>Nutriënten</b>	kanaal	189,72
<b>BTEX</b>	kanaal	9,20
<b>PCB</b>	kanaal	0,34
<b>Medicijnen</b>	kanaal	2,39
<b>Overige Organische Polluenten</b>	kanaal	157,83
<b>Overige polluenten</b>	kanaal	11,89
<b>Som</b>	kanaal	2781,01
<b>Metalen</b>	zenne	0,24
<b>PAK</b>	zenne	0,01
<b>Organische vracht</b>	zenne	2,19
<b>Nutriënten</b>	zenne	0,19
<b>BTEX</b>	zenne	0,01
<b>PCB</b>	zenne	0,00
<b>Medicijnen</b>	zenne	0,00
<b>Overige Organische Polluenten</b>	zenne	0,16
<b>Overige polluenten</b>	zenne	0,01
<b>Som</b>	zenne	2,81
<b>Metalen</b>	Totaal	237,96
<b>PAK</b>	Totaal	5,44
<b>Organische vracht</b>	Totaal	2168,66
<b>Nutriënten</b>	Totaal	189,91
<b>BTEX</b>	Totaal	9,21
<b>PCB</b>	Totaal	0,34
<b>Medicijnen</b>	Totaal	2,39
<b>Overige Organische Polluenten</b>	Totaal	157,99
<b>Overige polluenten</b>	Totaal	11,91
<b>Som</b>	Totaal	2783,82

## 7 Koppeling van de gegevens aan GIS-data en kwantificering



## 8 Betrouwbaarheid en verbeterpunten

Bij de classificatie van de kwaliteit van de informatie wordt zoveel mogelijk aangesloten bij de werkwijze die in de publicatiereeks Emissieregistratie wordt aangehouden **Error! Reference source not found.** Deze werkwijze is gebaseerd op de methodiek van CORINAIR (CORe emission INventories AIR). Hierbij worden de volgende kwaliteitsclassificaties aangehouden:

- A voor een getal gebaseerd op een groot aantal metingen aan representatieve locaties;
- B voor een getal gebaseerd op een aantal metingen aan een deel van de voor de sector representatieve locaties;
- C voor een getal gebaseerd op een beperkt aantal metingen. aangevuld met schattingen op basis van de technische kennis van het proces;



- D voor een getal gebaseerd op een gering aantal metingen. aangevuld met schattingen op basis van aannames;
- E voor een getal gebaseerd op een technische berekening op basis van een aantal aannames.

De emissieverklarende variabele is gebaseerd op de registratiedatabank van de haven van Brussel. De databank bevat echter geen tijdsregistratie zodat de EVV verblijftijd niet rechtstreeks afgeleid kon worden uit de beschikbare gegevens. Voor omrekening van de afgelegde afstand naar verblijftijd is een geschatte gemiddelde vaarsnelheid gehanteerd. Daarom is de EVV ingedeeld in betrouwbaarheidsklasse B.

De betrouwbaarheid van de emissiefactoren varieert met de stof. Voor nutriënten zijn een behoorlijk aantal meetgegevens beschikbaar zodat klasse B toegekend kan worden. De emissiefactoren voor zware metalen en PAKs zijn gebaseerd op minder meetwaarden en krijgen daarom een classificatie C. Voor de overige stoffen zijn de emissiefactoren afgeleid van een gering aantal metingen en/of aannames. Daarom wordt aan deze factoren klasse C toegekend.

De emissieroutes naar water zijn duidelijk geheel naar oppervlaktewater, zodat hiervoor de categorie A wordt gehanteerd. De regionalisatie van de emissies op basis van de beschikbare geografische informatie in de registratiedatabank is vrij betrouwbaar, wat resulteert in een betrouwbaarheidsclassificatie A.

*Tabel 5: Betrouwbaarheid onderdelen emissieberekening.*

Onderdeel emissieberekening	Betrouwbaarheidsklasse
Emissieverklarende variabele	B
Emissiefactoren	
- Nutriënten	B
- Metalen	C
- PAKs	C
- overige	D
Emissieroutes naar water	A
Regionalisatie	A

Verbeterpunten:

- Uitbreiding van de registratiedatabank voor scheepverkeer op het Kanaal met een tijdsregistratie (zoals het geval is in de haven van Antwerpen) zou de kwantificatie van de EVV ten goed komen, want dan kan de verblijftijd berekend worden op basis van de in-uit registratie ter hoogte van de grenzen van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.
- Actualisatie van de emissiefactoren. Heel wat factoren zijn momenteel gebaseerd verouderde meetresultaten. Voor sommige stoffen is het gebruik afgenomen, terwijl voor andere het gebruik is toegenomen.
- Aanvulling van de dataset emissiefactoren. Er worden immers regelmatig nieuwe polluenten naar voorgeschoven als aandachtstof (bv. herziening van KRW).

## **9 Digitaal overzicht**

Verwijzing naar digitaal overzicht

## **10 Referenties**

- [1] Van der Most, P.F.J. *et al.* (1998). Methoden voor de bepaling van emissies naar lucht en water. Publicatiereeks Emissieregistratie, nr. 44.
- [2] Haven van Brussel
- [3] VITO (2014). Inventarisatie van de emissies naar water in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, factsheet “Afvalwater van huishoudens”.
- [4] Rijkswaterstaat - Waterdienst, Deltares, TNO (2013). Emissieschattingen Diffuse bronnen, Factsheet “Huishoudelijk afvalwater binnenscheepvaart”. Emissieregistratie, [www.emissieregistratie.nl](http://www.emissieregistratie.nl)
- [5] Syncera (2006). Emissie-inventaris Water voor Vlaanderen – Metalen, Factsheet “Huishoudelijk afvalwater”.
- [6] Van den Roovaart J.C., van den Boomen R., Driesprong A. & van Duijnhoven N. (2009). Kwantificering van de wateremissies van PAK in Vlaanderen. Factsheet “Huishoudelijk afvalwater”. Deltares.
- [7] Rijkswaterstaat - Waterdienst, Deltares, TNO (2013). Emissieschattingen Diffuse bronnen, Factsheet “Huishoudelijk afvalwater”. Emissieregistratie, [www.emissieregistratie.nl](http://www.emissieregistratie.nl)
- [8] Schipper P.N.M., et al. (2010) Emissies van gevaarlijke stofgroepen in beeld, Bronnenanalyse verbeterd voor geneesmiddelen röntgencontrastmiddelen, bestrijdingsmiddelen, nonylfenolen en broomvlamvertragers. Grontmij.
- [9] Baltussen J.J.M. (2013). Watergerelateerde emissies vanuit rwzi's in het kader van de iPRTR. STOWA 2013-W01.
- [10] Rijkswaterstaat - Waterdienst, Deltares, TNO (2012). Emissieschattingen Diffuse bronnen, Factsheet “Emissies alkylfenolen uit de zeescheepvaart”. Emissieregistratie, [www.emissieregistratie.nl](http://www.emissieregistratie.nl)
- [11] Loyo-Rosales, J.E., Rice, C.P. & Torrents, A. (2007). Fate of octyl- and nonylphenol ethoxylates and some carboxylated derivatives in three American wastewater treatment plants. Environmental Science and Technology 41, 6185-6821.

Emissies naar het oppervlaktewater in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

## **Bestrijdingsmiddelen - Landbouw**

Opgemaakt door VITO

In opdracht van Leefmilieu Brussel - BIM

**2014**

## 1 Omschrijving emissiebron

Deze factsheet beschrijft de emissies van bestrijdingsmiddelen toegepast in de landbouw.

In de landbouw worden tal van bestrijdingsmiddelen gebruikt om gewassen te beschermen tegen ziekten en ongedierte. Een deel van de werkzame stoffen van de toegepaste producten komt in het milieu terecht. De totale emissie van bestrijdingsmiddelen omvat verschillende werkzame stoffen, alsook afbraakproducten, met uiteenlopende eigenschappen.

In deze factsheet worden de emissies gekwantificeerd van een selectie van bestrijdingsmiddelen: Bentazon, Chloorpyrifos, Diflufenican, Flufenacet, Fluroxypyr, Glyphosaat, Isoproturon en MCPA. Afbraakproducten worden in deze factsheet niet in beschouwing genomen.

Tot deze bron behoren niet de emissies van bestrijdingsmiddelen afkomstig van niet-landbouwkundig gebruik. Deze emissies worden behandeld in de factsheet "Bestrijdingsmiddelen niet-landbouw".

Emissies van bestrijdingsmiddelen toegepast in de landbouw worden beschouwd als diffuse bronnen. Het grootste deel van de producten komt op/in de gewassen terecht en in de bodem. Door afspoeling en uitspoeling zal echter ook een bepaald percentage van de toegepaste producten in het oppervlaktewater terechtkomen.

## 2 Berekeningswijze van de emissies

De emissies worden berekend door de vermenigvuldiging van een emissieverklarende variabele (EVV), hier de teeltoppervlakte in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, met een emissiefactor (EF) per stof, uitgedrukt in emissie per eenheid van de EVV.

$$E_s = EVV \times EF$$

Waarbij:

$E_s$  = Emissie van stof s (kg/jaar)

EVV = Teeltoppervlakte in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (are)

EF = Emissiefactor voor stof s (g/are/jaar)

De emissiefactor omvat zowel de dosering van het beschouwde product voor de beschouwde teelt als het verliespercentage per stof. Het verliespercentage is productspecifiek en hangt samen met de eigenschappen van de werkzame stof en de aanbevolen wijze van toepassing.

### 3 Emissieverklarende variabele/basisgegevens

De emissieverklarende variabele is de teeltoppervlakte van de verschillende gewassen. In *Tabel 1* is voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest de oppervlakte landbouwgrond per teelt gegeven en de totale teeltoppervlakte. Er is slechts beperkte landbouwactiviteit in het Brussels Hoofdstedelijk gewest. Er worden 5 teelten onderscheiden: aardappelen, graan, maïs, weide & grasland, en voederbieten. De totale teeltoppervlakte is 114 hectare.

*Tabel 1: Landbouwoppervlakte in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest uitgesplitst per teelt*

Teelt	Oppervlakte (are)
Aardappelen	753
Graan	3313
Maïs	1138
Weides en graslanden	6124
Voederbieten	75
<b>Totale oppervlakte (ha)</b>	<b>114</b>

### 4 Emissiefactoren

De emissiefactoren zijn afgeleid uit [2]. De emissiefactor is uitgedrukt als g/are (werkzame stof per teelt) en omvat zowel de dosering van het beschouwde product voor de beschouwde teelt als het verliespercentage per stof.

De dosering per product en per teelt is overgenomen uit (VMM studie VITO ) en is gebaseerd op extrapolatie van steekproefgegevens en informatie uit Fytoweb ([www.fytoweb.be](http://www.fytoweb.be)) m.b.t. de dosering per werkzame stof – teelt combinatie. Het voor Vlaanderen berekende gewogen gemiddelde dosis op basis van gerapporteerde oppervlakte is overgenomen voor de relevante stof-teelt combinaties in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Het oppervlaktegewogen gemiddelde bleek goed aan te sluiten bij de aanbevolen dosis van Fytoweb ([www.fytoweb.be](http://www.fytoweb.be)).

Het verliespercentage per stof is afgeleid uit de verhouding tussen de totale dosering en bruto emissies berekend in [2]. Bij de berekening van de bruto emissies in [2] zijn verschillende paden in rekening gebracht: drift, directe verliezen, vervluchtiging, interceptie, erosie, drainage en uitloging. Hierbij is volgende methodiek aangehouden. Vertrekkende van de toegepaste dosis, zijn eerst emissies via drift en directe verliezen beschouwd. Van de dosis die daarna overblijft en die op de plant terechtkomt, zijn er emissies via vervluchtiging van het gewasbeschermingsmiddel en interceptie door de plant. Na aftrek van deze emissies blijft de dosis die op de bodem terechtkomt over, waarop emissies via erosie, drainage of uitloging naar het grondwater van toepassing zijn. De bruto emissie is bepaald als de som van directe verliezen, drift, erosie en drainage.

Het product van de dosering per stof-teelt combinatie met het verliespercentage levert de emissies werkzame stof (g) per teeltoppervlakte (are). Een overzicht van de emissiefactoren per stof en per stofgroep is gegeven in

[Type text]

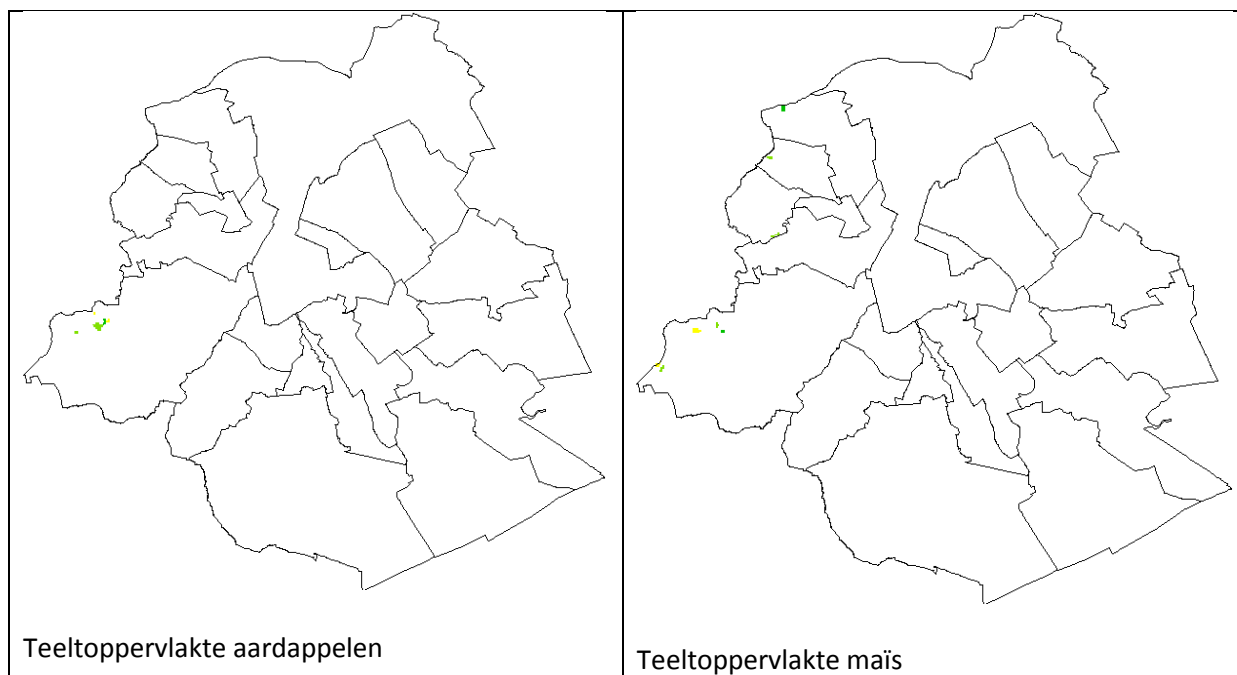
*Tabel 2.*

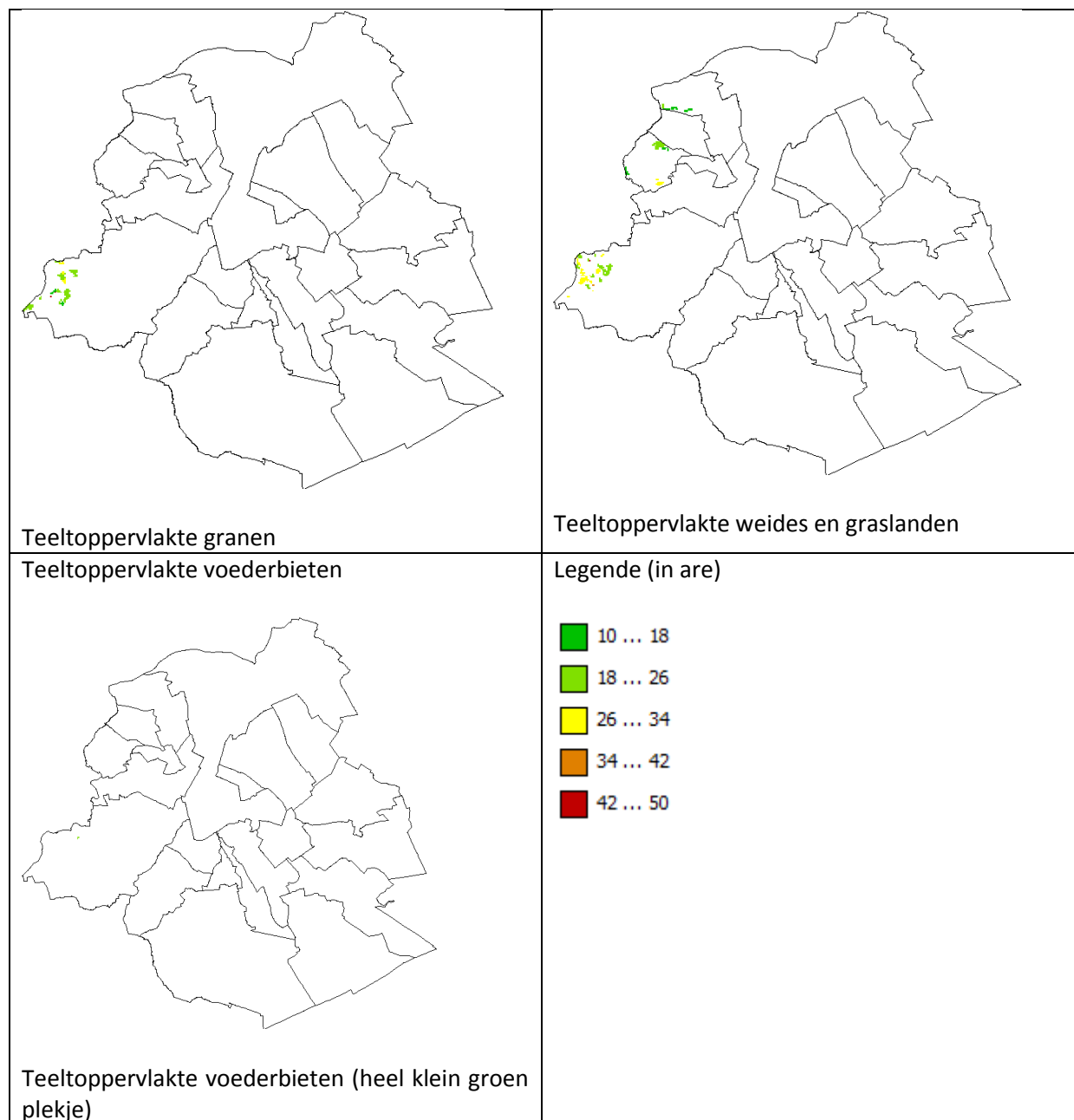
Tabel 2: Emissiefactoren voor toepassing van bestrijdingsmiddelen in de landbouw

Teelt	Emissiefactoren per werkzame stof (g/a)						
	Bentazon	Chloorpyrifos	Diflufenican	Flufenacet	Glyfosaat	Isoproturon	MCPA
aardappelen	0.0048	0.0492	0.0004	0.0317	0.0159	0.0253	0.0053
graan	0.0179	0.0134	0.0048	0.0093	0.0171	0.0408	0.0118
maïs	0.0136	0.0161	0.0005	0.0226	0.0089	0.0211	0.0020
bieten	0.0267	0.0505	0.0015	0.0073	0.0185	0.0318	0.0038
weide en grasland	0.0091	0.0040	0.0001	0.0033	0.0086	0.0082	0.0049

## 5 Geografische spreiding

Voor de geografische spreiding van de emissies van bestrijdingsmiddelen toegepast in de landbouw is gebruik gemaakt van de locaties van de teelten. De ruimtelijke spreiding van de landbouwpercelen per teelt is weergegeven in onderstaande figuren.





## 6 Emissieroutes en bruto-netto-emissies

De totale bruto-emissie wordt berekend zoals is beschreven in de paragraaf “berekenningswijze”. De netto-emissie wordt berekend of geschat op basis van gegevens of veronderstellingen over de weg die de emissies volgen naar de verschillende waterlopen.

Definitie bruto emissie: emissie door de punt en diffuse bronnen

Definitie netto emissie: deel van de bruto emissie die effectief in de waterloop terecht komt (vracht)



## 6.1 Emissieroutes

Emissies van bestrijdingsmiddelen toegepast in de landbouw worden beschouwd als diffuse bronnen. Het grootste deel van de producten komt op/in de gewassen terecht en in de bodem. Door afspoeling en uitspoeling zal echter ook een bepaald percentage van de toegepaste producten in het oppervlaktewater terechtkomen.

Stof	Zone	Type	Emissie (kg)	Percentage
Som	Totaal	Waternetwerk en grondwater	0	0
Som	Totaal	Regenwater riolering (private)	0	0
Som	Totaal	Niet gekoppeld aan IWZI	0	0
Som	Totaal	IWZI	0	0
Som	Totaal	Behandelingsbekken	0	0
Som	Totaal	Stormwater bekken	0	0
Som	Totaal	Niet gekoppeld aan RWZI	3653034	100
Som	Totaal	Regenwater riolering	0	0
Som	Totaal	Overstort	0	0
Som	Totaal	Afstroming	0	0
Som	Totaal	Netto emissie in oppervlakte water	3653034	100

## 6.2 Bruto emissies

Tabel 3 geeft de bruto emissies voor de verschillende stoffen, uitgedrukt in kg/jaar. De emissies zijn berekend door vermenigvuldiging van de emissiefactoren met de emissieverklarende variabele. Sommatie van de emissies per stof-teelt combinatie over alle teelten levert de totale bruto emissies per stof.

Tabel 3: Bruto emissies van toepassing van bestrijdingsmiddelen in de landbouw in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

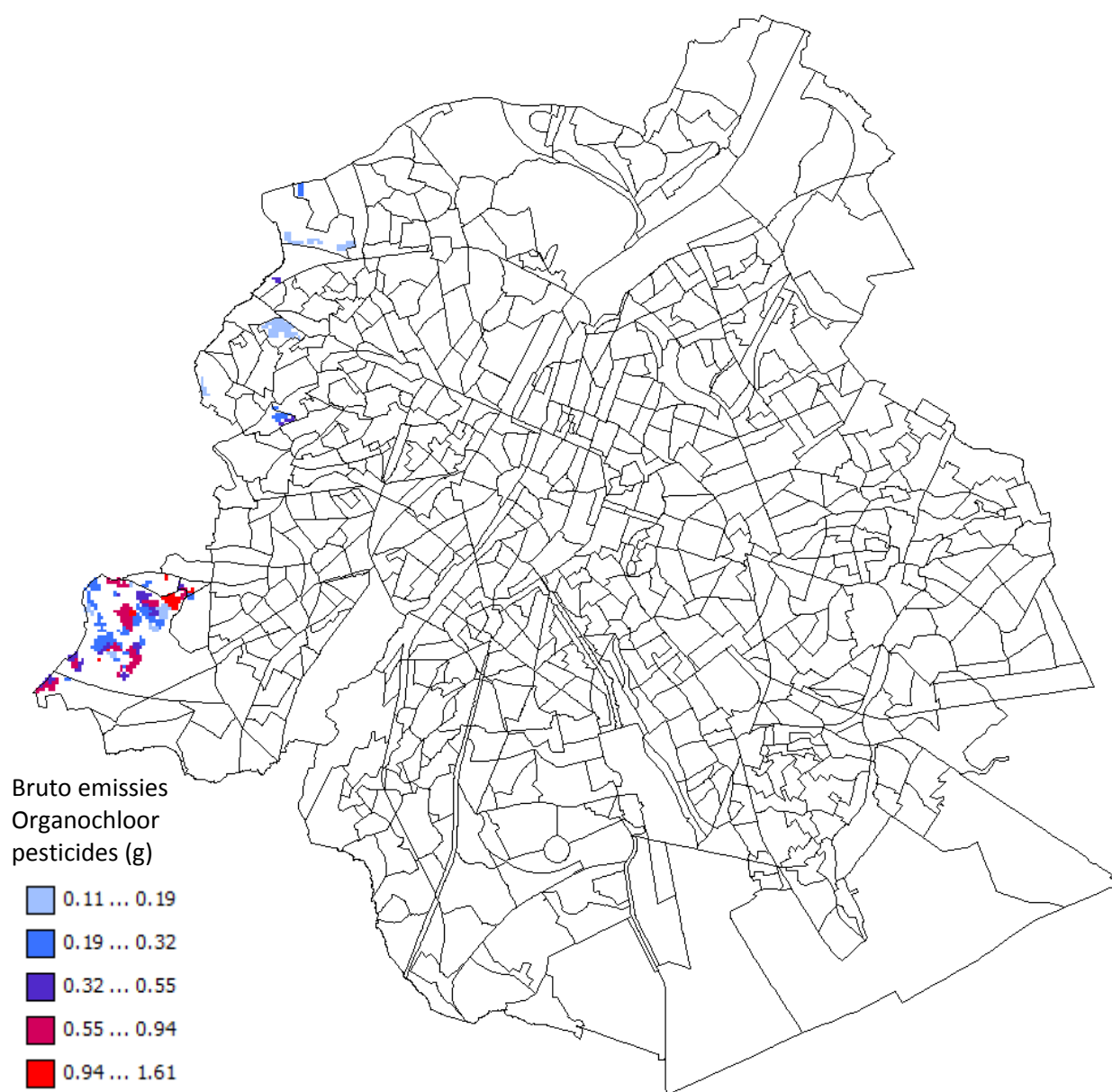
Teelt	Bruto emissies per werkzame stof (kg/jaar)						
	Bentazon	Chloorpyrifos	Diflufenican	Flufenacet	Glyfosaat	Isoproturon	MCPA
aardappelen	0.0036	0.0371	0.0003	0.0239	0.0120	0.0190	0.0040
graan	0.0594	0.0443	0.0158	0.0309	0.0567	0.1353	0.0392
maïs	0.0155	0.0183	0.0005	0.0257	0.0102	0.0240	0.0023
bieten	0.1633	0.3094	0.0095	0.0445	0.1136	0.1950	0.0235
weide en grasland	0.0007	0.0003	0.0000	0.0002	0.0006	0.0006	0.0004
<b>TOTAAL per stof</b>	<b>0.2426</b>	<b>0.4094</b>	<b>0.0261</b>	<b>0.1253</b>	<b>0.1930</b>	<b>0.3739</b>	<b>0.0694</b>

## 6.3 Netto emissies

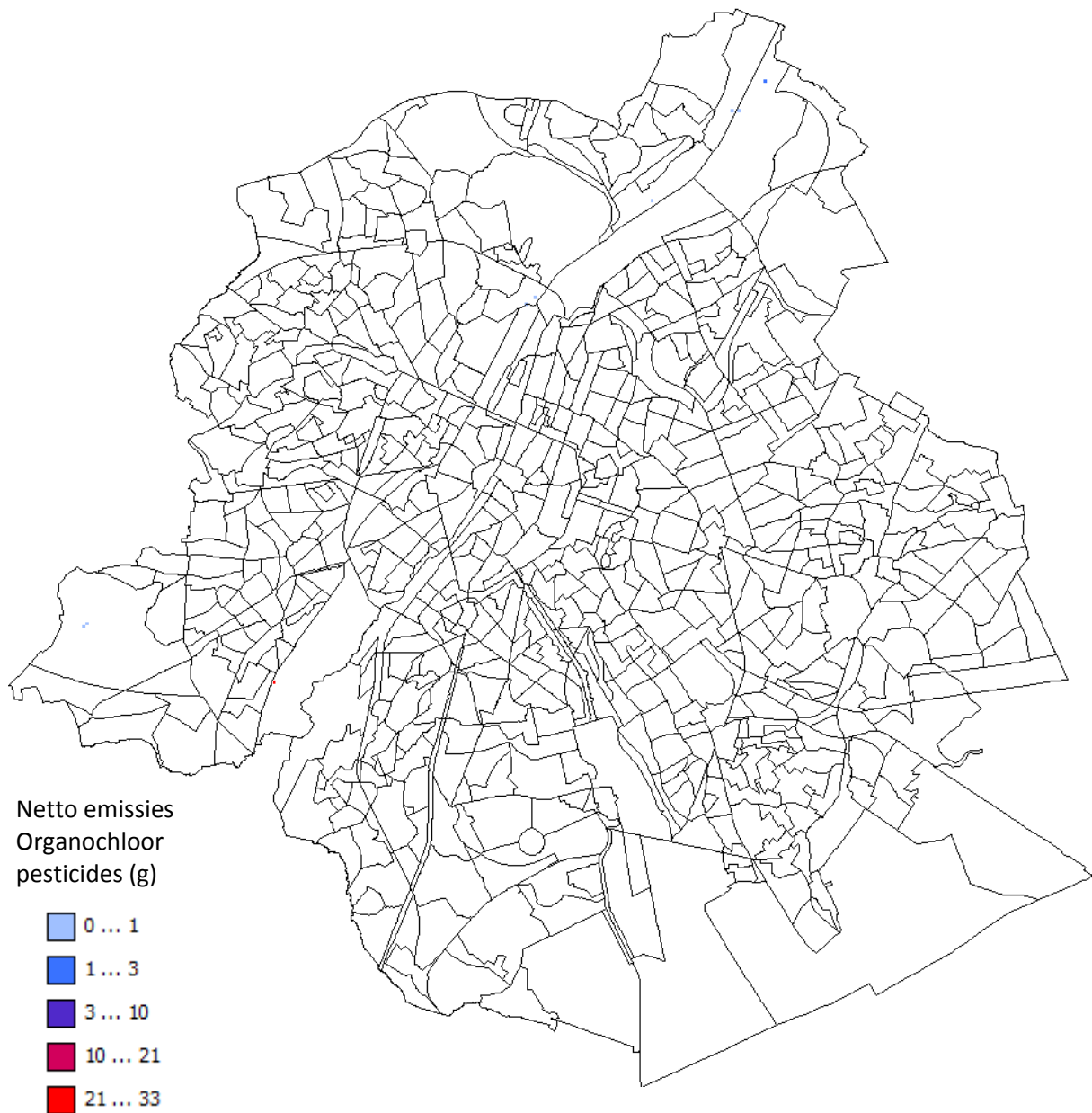
Stof	Zone	Netto emissies (g)	Percentage
<b>Organochloor pesticiden</b>	kanaal	34	93,57
	zenne	2	6,43
	woluwe	0	0,00
	Totaal	36	
<b>Niet-gechloreerde Pesticiden</b>	kanaal	3.653.033.826	100,00
	zenne	9	2,60E-07
	woluwe	0	0
	Totaal	3.653.033.835	
<b>Som</b>	kanaal	3.653.033.826	100,00
	zenne	9	2,60E-07
	woluwe	0	0
	Totaal	3.653.033.835	

Stof	Zone	Netto emissies	Percentage
<b>Organochloor pesticiden (OCP)</b>	niet gerioleerd	0	0,00
<b>Organochloor pesticiden (OCP)</b>	niet gezuiverd	0	1,01
<b>Organochloor pesticiden (OCP)</b>	RWZI Noord	3	7,30
<b>Organochloor pesticiden (OCP)</b>	RWZI Zuid	33	91,70
<b>Organochloor pesticiden (OCP)</b>	Totaal	36	100,00
<b>Niet-gechloreerde Pesticiden</b>	niet gerioleerd	0	0,00
<b>Niet-gechloreerde Pesticiden</b>	niet gezuiverd	1	0,00
<b>Niet-gechloreerde Pesticiden</b>	RWZI Noord	11	0,00
<b>Niet-gechloreerde Pesticiden</b>	RWZI Zuid	3653033825	100,00
<b>Niet-gechloreerde Pesticiden</b>	Totaal	3653033837	100,00
<b>Som</b>	niet gerioleerd	582	1,19
<b>Som</b>	niet gezuiverd	6109	12,54
<b>Som</b>	RWZI Noord	15	0,03
<b>Som</b>	RWZI Zuid	6125	12,57
<b>Som</b>	RWZI Zuid	48723	100,00
<b>Som</b>	Totaal	61554	126,33

## 7 Koppeling van de gegevens aan GIS-data en kwantificering



Figuur 1: Geografische spreiding van bruto emissies van organochloorpesticides



**Figuur 2: Geografische spreiding van bruto emissies van organochloorpestides**

## 8 Betrouwbaarheid en verbeterpunten

Bij de classificatie van de kwaliteit van de informatie wordt zoveel mogelijk aangesloten bij de werkwijze die in de publicatiereeks Emissieregistratie wordt aangehouden **Error! Reference source not found..** Deze werkwijze is gebaseerd op de methodiek van CORINAIR (COrRe emission INventories AIR). Hierbij worden de volgende kwaliteitsclassificaties aangehouden:

- A voor een getal gebaseerd op een groot aantal metingen aan representatieve locaties;
- B voor een getal gebaseerd op een aantal metingen aan een deel van de voor de sector representatieve locaties;
- C voor een getal gebaseerd op een beperkt aantal metingen. aangevuld met schattingen op basis van de technische kennis van het proces;
- D voor een getal gebaseerd op een gering aantal metingen. aangevuld met schattingen op basis van aannames;
- E voor een getal gebaseerd op een technische berekening op basis van een aantal aannames.

De emissieverklarende variabele voor deze bron is de oppervlakte landbouwgrond per teelt. Op basis van de beschikbare teeltkaart kan de oppervlakte betrouwbaar gekwantificeerd worden en bijgevolg krijgt de EVV een classificatie A.

De emissiefactoren zijn berekend op basis van beschikbare gegevens over de dosering en een berekend verliespercentage rekeninghoudend met verschillende routes van pesticiden naar water. De emissiefactoren zijn afgeleid door een combinatie van metingen en berekende getallen. Bijgevolg krijgt de EF een classificatie B.

De emissieroutes naar water krijgen een classificatie B. De ruimtelijke variatie van de verhardingsgraad in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest is behoorlijk goed in kaart gebracht. Het rioleringsnetwerk van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest is gekend en kan gebruikt worden om de afwatering van naar de riolering te bepalen. Er is arbitrair aangenomen dat in zones met een hoog percentage aan verharde oppervlakte (fractie > 50%) 90% van de emissies meegevoerd door het afstromend hemelwater in de rioolputjes terechtkomen, in groene zones (fractie verharde oppervlakte < 50%) wordt er verondersteld dat slechts 20% van de emissies meegevoerd door hemelwater in de riolering terechtkomen. In de praktijk zal de afstroming van landbouwgronden normaal gezien volgens de emissieroute van groene zones verlopen, maar omdat de landbouwgronden in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest klein en versnipperd zijn, is het mogelijk dat niet alle landbouwgronden samenvallen met gebieden met <50% verhard oppervlak waardoor er bij de berekening een groter aandeel van de emissies naar de riolering gaat.

De regionalisatie van de emissies is gebaseerd op de beschikbare teeltkaarten waarop de landbouwgronden per teelt geografisch gelokaliseerd en afgebakend zijn. Bijgevolg is een betrouwbaarheidsclassificatie A toegekend m.b.t. de ruimtelijke spreiding van de emissies van bodemverbeteringsmiddelen.

Tabel 4: Betrouwbaarheid onderdelen emissieberekening.

Onderdeel emissieberekening	Betrouwbaarheidsklasse
Emissieverklarende variabele	A
Emissiefactoren	B
Emissieroutes naar water	B
Regionalisatie	A

Verbeterpunten:

- Emissieroutes naar water kunnen verbeterd worden met aanvullende gegevens en/of metingen met betrekking tot de afstroming in verharde en niet-verharde gebieden, en het aandeel van de emissies dat daarbij meegevoerd wordt

## **9 Referenties**

- [1] Van der Most, P.F.J. *et al.* (1998). Methoden voor de bepaling van emissies naar lucht en water. Publicatiereeks Emissieregistratie, nr. 44.
- [2] Van Esch et al. (2012). Geografische spreiding van gewasbeschermings-middelen gebruikt in de landbouw: relatie tussengebruik en emissie in oppervlaktewater. MIRA/2012/03.

Emissies naar het oppervlaktewater in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

## **Bestrijdingsmiddelen – niet landbouwkundig gebruik**

Opgemaakt door VITO

In opdracht van Leefmilieu Brussel - BIM

**2014**

## **1 Omschrijving emissiebron**

Deze factsheet beschrijft de emissies van niet-landbouwkundig gebruik van bestrijdingsmiddelen. De beschouwde gebruiken zijn toepassing bestrijdingsmiddelen door particulieren en gemeenten op verharde oppervlakken (oprit, wegen, parkings,...) en toepassing van bestrijdingsmiddelen langsheen spoorwegen door de spoorwegmaatschappij.

In deze factsheet worden de emissies gekwantificeerd van een selectie van bestrijdingsmiddelen: 2,4-D, Clopyralid, Diflufenican, Flufenacet, Glyfosaat, MCPA en Triclopyr. Afbraakproducten worden in deze factsheet niet in beschouwing genomen.

Emissies van niet-landbouwkundig gebruik van bestrijdingsmiddelen zijn diffuse bronnen. Door afspoeling zal een bepaald percentage van de toegepaste producten in het oppervlaktewater terechtkomen. In gevolge de afwatering in het gebied waar de producten worden toegepast zullen de emissies in de riolering of rechtstreeks in oppervlaktewater terechtkomen. Het rioolstelsel bepaalt of deze emissies via de riolering direct naar oppervlaktewater gaan (collector mondt uit in waterloop) dan wel of deze emissies op een RWZI terechtkomen (indirect route).

## **2 Berekeningswijze van de emissies**

De emissies worden berekend door de vermenigvuldiging van een emissieverklarende variabele (EVV) met een emissiefactor (EF) per stof, uitgedrukt in emissie per eenheid van de EVV.

$$E_s = EVV \times EF$$

Waarbij:

$E_s$  = Emissie van stof s (kg/jaar)

EVV = Emissieverklarende variabele

EF = Emissiefactor voor stof s

Voor berekening van de emissies door toepassing van bestrijdingsmiddelen door particulieren is de EVV het aantal inwoners (inw) in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Eenheid van de emissiefactor voor stof s (EF) is dan g/inw/jaar.

Voor berekening van de emissies door toepassing van bestrijdingsmiddelen door particulieren is de EVV het verhard oppervlak ( $m^2$ ) in publieke ruimte van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Eenheid van de emissiefactor voor stof s (EF) is dan g/ $m^2$ /jaar.

Voor berekening van de emissies door toepassing van bestrijdingsmiddelen op spoorwegen is de EVV de lengte van de spoorlijnen (km) in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Eenheid van de emissiefactor voor stof s (EF) is dan g/km/jaar.



### 3 Emissieverklarende variabele/basisgegevens

#### Particulier gebruik

De emissieverklarende variabele is het aantal inwoners in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Als basisgegevens is hiervoor het aantal inwoners per statistische sector in het BHG voor het referentiejaar 2010 gebruikt. Op 1 januari 2010 telde het Brussels Hoofdstedelijk Gewest bijna 1,1 miljoen inwoners [2].

Het aantal inwoners per gemeente en de bevolkingsdichtheid zijn gegeven in *Tabel 1*. De gemiddelde bevolkingsdichtheid bedroeg in 2010 ongeveer 6750 inwoners per km<sup>2</sup>. De dichtst bevolkte gemeenten zijn Sint-Joris-ten-Noode, Sint-Gillis, Koekelberg, Schaarbeek en Etterbeek met een twee- tot ruim drievoudige bevolkingsdichtheid. Relatief dun bevolkte gemeenten in het BHG zijn Watermaal-Bosvoorde, Oudergem en Ukkel. Dit zijn tevens de gemeenten met een relatief groter aandeel groene ruimte (o.a. Zoniënwoud).

#### Gebruik door gemeenten

De emissieverklarende variabele is het percentage verhard oppervlakte in de publieke ruimte per gemeente van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Hiervoor werd de dataset *vegetation\_roads\_urbis* gebruikt, waarin het percentage groen per *urbis*-polygoon wordt gespecificeerd. Deze shapefile werd omgezet naar een rasterfile, waarbij in elke cel het percentage verharding wordt weergegeven (= 1-%groen). Dit percentage zal gebruikt worden om de totale emissie per gemeente (zie paragraaf 5 “geografische spreiding”) te spreiden over de verharde oppervlakte binnen de gemeente. Hiervoor moet echter het totaal aan percentage verharde oppervlakte binnen één gemeente gelijk zijn aan 1. Deze correctie gebeurde door het percentage verharding per gemeente te sommeren en hierna het percentage verharding per cel te delen door deze totale gemeentelijke waarde.

De totale emissies per gemeente worden berekend door de emissiefactor te vermenigvuldigen met de grondoppervlakte per gemeente (*Tabel 1*). Deze emissies worden vervolgens gespreid over de verharde oppervlakte binnen de overeenkomstige gemeente.

#### Gebruik op spoorwegen

De emissieverklarende variabele is het aantal spoorkilometers in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Een geografische dataset met de spoorlijnen en hun locaties werd beschikbaar gesteld door Infrabel. In totaal telt het Brussels Hoofdstedelijk Gewest ongeveer 543 km spoorlijnen.

Tabel 1: Bevolking, oppervlakte en bevolkingsdichtheid per gemeente in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest voor het referentiejaar 2010

Bevolking, oppervlakte en dichtheid per gemeente	2010		
	Bevolking (inwoners)	Oppervlakte (km <sup>2</sup> )	Dichtheid (inw./km <sup>2</sup> )
Anderlecht	104.647	17,7	5.898
Oudergem	30.811	9,0	3.411
Sint-Agatha-Berchem	22.185	2,9	7.521
Brussel	157.673	32,6	4.836
Etterbeek	44.352	3,1	14.083
Evere	35.803	5,0	7.135
Vorst	50.258	6,2	8.044
Ganshoren	22.589	2,5	9.200
Elsene	80.183	6,3	12.638
Jette	46.818	5,0	9.283
Koekelberg	19.812	1,2	16.898
Sint-Jans-Molenbeek	88.181	5,9	14.967
Sint-Gillis	46.981	2,5	18.608
Sint-Joost-ten-Noode	26.338	1,1	23.057
Schaarbeek	121.232	8,1	14.893
Ukkel	77.589	22,9	3.387
Watermaal-Bosvoorde	24.260	12,9	1.876
Sint-Lambrechts-Woluwe	50.749	7,2	7.024
Sint-Pieters-Woluwe	39.077	8,9	4.415
<b>Totaal BHG</b>	<b>1.089.538</b>	<b>161,4</b>	<b>6.751</b>

Bron: ADSEI

#### 4 Emissiefactoren

Een overzicht van de emissiefactoren per toepassing en per stof in *Tabel 2*.

##### Particulier gebruik

De emissiefactoren zijn afgeleid uit gegevens uit Nederland m.b.t. de verkoop van bestrijdingsmiddelen door de detailhandel aan particulieren. De aan particulieren verkochte hoeveelheden per product zijn gedeeld door het aantal inwoners (in Nederland) om te komen tot een emissie per inwoner. Op basis van (ref) bedraagt het gemiddeld afspoelpercentage van de toegepast hoeveelheid bestrijdingsmiddelen op verhard oppervlak 8,6%. De emissies per product en per inwoner vermenigvuldigd met dit percentage leveren de emissiefactoren.

##### Gebruik door gemeenten

De emissiefactoren zijn afgeleid uit gegevens uit Vlaanderen en Nederland m.b.t. het gebruik van bestrijdingsmiddelen door gemeenten. De door gemeenten hoeveelheden per product zijn gedeeld

door de grondoppervlakte om te komen tot een emissie per oppervlakte. Op basis van (ref) bedraagt het gemiddeld afspoelpercentage van de toegepast hoeveelheid bestrijdingsmiddelen op verhard oppervlak 8,6%. De emissies per product en per oppervlakte vermenigvuldigd met dit percentage leveren de emissiefactoren.

### Gebruik op spoorwegen

De emissiefactoren zijn afgeleid uit gebruikcijfers per product die aangeleverd werden door Infrabel. De gebruikte hoeveelheden per product zijn gedeeld door de spoorweglengte om te komen tot een emissiefactor uitgedrukt per kilometer spoorlijn. Op basis van (ref) bedraagt het gemiddeld afspoelpercentage van de toegepast hoeveelheid bestrijdingsmiddelen op verhard oppervlak 8,6%. De emissies per product en per oppervlakte vermenigvuldigd met dit percentage leveren de emissiefactoren.

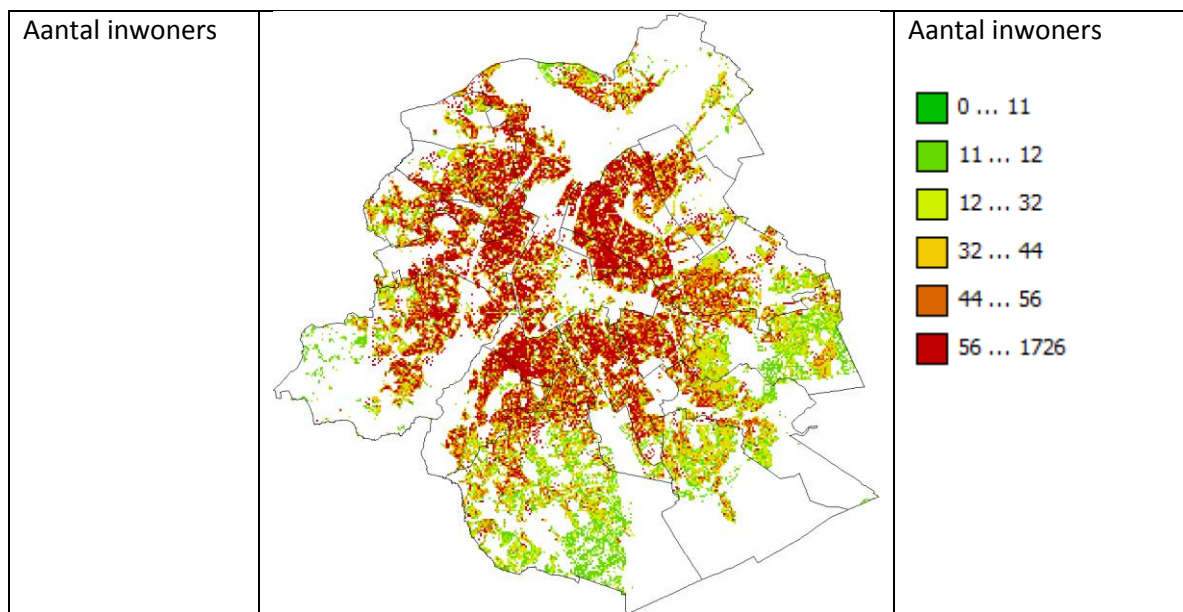
*Tabel 2: Emissiefactoren voor niet-landbouwkundig gebruik van bestrijdingsmiddelen*

Stof	EF (g/inw/j)	EF (g/ha/j)	EF (g/km/j)
	Particulier	Gemeente	Spoorwegen
2,4-D	0.008	0.017	0.005
Clopyralid	-	-	0.001
Diflufenican	-	0.026	0.003
Flufenacet	-	-	0.002
Glyfosaat	-	-	0.044
MCPA	0.095	0.566	0.009
Triclopyr	0.004	0.041	0.010

## **5 Geografische spreiding**

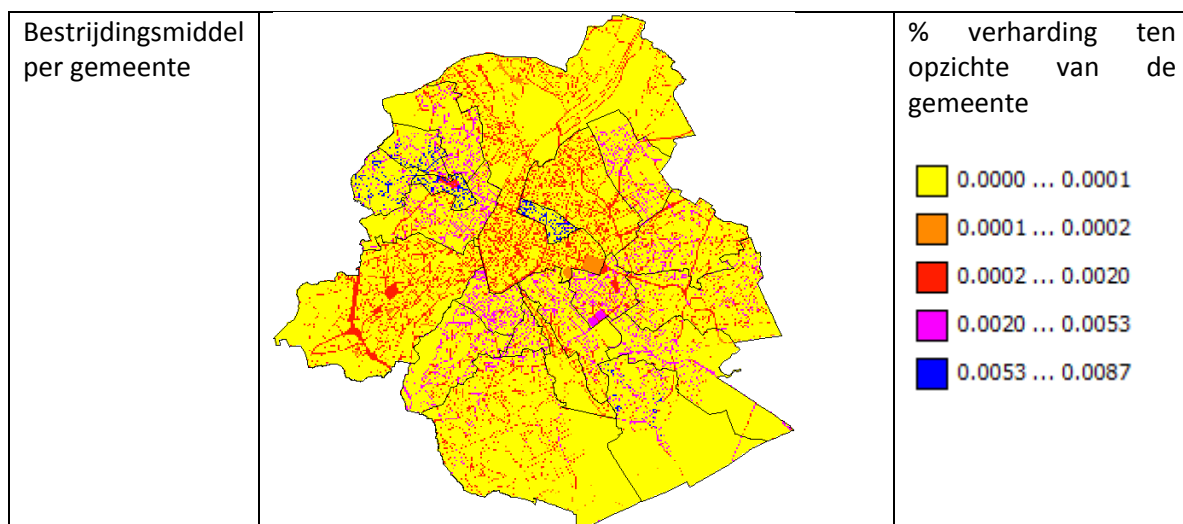
### Particulier gebruik

Voor de geografische spreiding van de emissies van particulier gebruik van bestrijdingsmiddelen is gebruik gemaakt van de puntendataset met aantal inwoners per gebouw opgesteld door BIM (september 2013). De dataset is samengesteld op basis van gegevens van (i) Urbis voor de ligging van de gebouwen, (ii) databank van de bestaande feitelijke toestand van de gebouwen en (iii) het aantal inwoners per statistische sector in 2010. De geografische spreiding van het aantal inwoners in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest is weergegeven in onderstaande figuur. Dit is de EVV kaart die na vermenigvuldiging van met de EF voor een bepaald stof resulteert in de bruto emissie kaart.



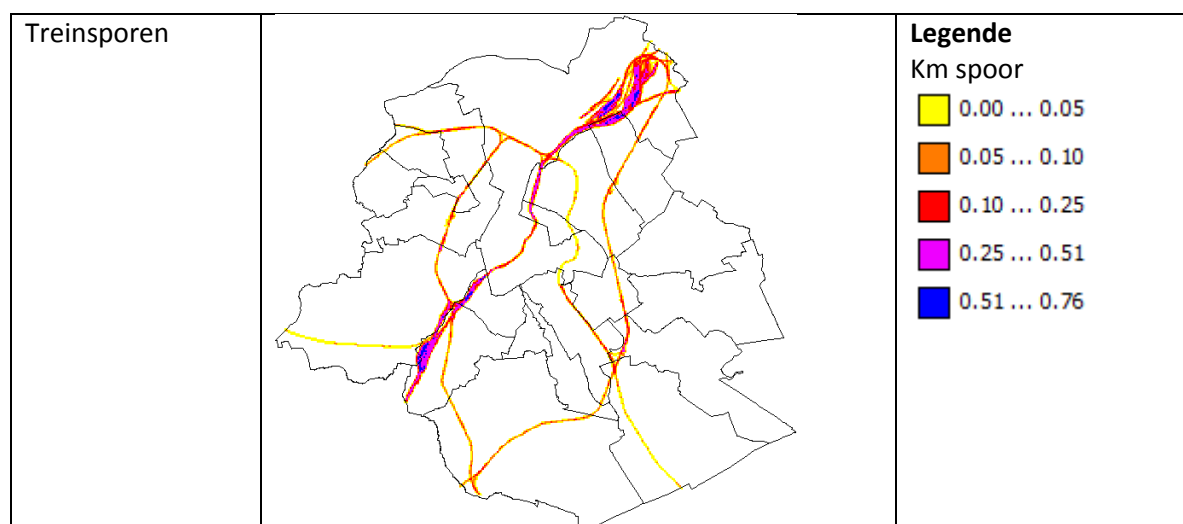
#### Gebruik door gemeenten

Voor de geografische spreiding van de emissies van gebruik van bestrijdingsmiddelen door gemeenten is gebruik gemaakt het percentage verhard oppervlakte in de publieke ruimte per gemeente van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Hiervoor werd de dataset vegetation\_roads\_urbis gebruikt, waarin het percentage groen per urbis-polygoon wordt gespecificeerd. Deze shapefile werd omgezet naar een rasterfile, waarbij in elke cel het percentage verharding wordt weergegeven (= 1-%groen). De totale emissie per gemeente zijn op basis in dit percentage gespreiden over de verharde oppervlakte binnen de gemeente.



#### Gebruik op spoorwegen

Voor de geografische spreiding van de emissies van gebruik van bestrijdingsmiddelen op spoorwegen, is gebruik gemaakt van de van de beschikbare digitale kaartgegevens van de spoorwegen (Infrabel), tramlijnen en metrolijnen (MIVB) in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.



## 6 Emissieroutes en bruto-netto-emissies

De totale bruto-emissie wordt berekend zoals is beschreven in de paragraaf “berekenningswijze”. De netto-emissie wordt berekend of geschat op basis van gegevens of veronderstellingen over de weg die de emissies volgen naar de verschillende waterlopen.

Definitie bruto emissie: emissie door de punt en diffuse bronnen

Definitie netto emissie: deel van de bruto emissie die effectief in de waterloop terecht komt (vracht)

### 6.1 Emissieroutes

Door afspoeling zal een bepaald percentage van de toegepast producten in het oppervlaktewater terechtkomen. In gevolge de afwatering in het gebied waar de producten worden toegepast zullen de emissies in de riolering of rechtstreeks in oppervlaktewater terechtkomen. Het rioolstelsel bepaalt of deze emissies via de riolering direct naar oppervlaktewater gaan (collector mondt uit in waterloop) dan wel of deze emissies op een RWZI terechtkomen (indirect route).

Stof	Zone	Type	Emissie (kg)	Percentage
Som	Totaal	Waternetwerk en grondwater	0	0,00
Som	Totaal	Regenwater riolering (private)	0	0,00
Som	Totaal	Niet gekoppeld aan IWZI	0	0,13
Som	Totaal	IWZI	0	0,00
Som	Totaal	Behandelingsbekken	38	55,23
Som	Totaal	Stormwater bekken	13	18,73
Som	Totaal	Niet gekoppeld aan RWZI	1	1,65
Som	Totaal	Regenwater riolering	0	0,00
Som	Totaal	Overstort	17	24,14
Som	Totaal	Afstroming	0	0,12
Som	Totaal	Netto emissie in oppervlakte water	70	

## **6.2 Bruto emissies**

*Tabel 4* geeft per type gebruik de bruto emissies voor de verschillende producten, uitgedrukt in kg/jaar. De emissies zijn berekend door vermenigvuldiging van de emissiefactoren met de emissieverklarende variabele.

Tabel 3: Toegepaste hoeveelheden bestrijdingsmiddelen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest voor niet-landbouwkundig gebruik (particulieren, gemeenten en spoorwegen).

Stof	Toegepaste hoeveelheden (kg/j)			
	Particulier	Gemeente	Spoorwegen	TOTAAL
2,4-D	100	3	29	176
Clopyralid	-	-	5.6	5.6
Diflufenican	-	5	20	83
Flufenacet	-	-	11	11
Glyfosaat	1205	107	280	2946
MCPA	54	8	56	218
Triclopyr	-	-	61	61

Tabel 4: Bruto emissies van bestrijdingsmiddelen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest voor niet-landbouwkundig gebruik (particulieren, gemeenten en spoorwegen).

Stof	Bruto emissies (kg/j)			
	Particulier	Gemeente	Spoorwegen	TOTAAL
2,4-D	8.6	0.3	2.5	11.4
Clopyralid	-	-	0.5	0.5
Diflufenican	-	0.4	1.7	2.1
Flufenacet	-	-	1.0	1.0
Glyfosaat	103.6	9.2	24.1	136.9
MCPA	4.6	0.7	4.8	10.1
Triclopyr	-	-	5.3	5.3

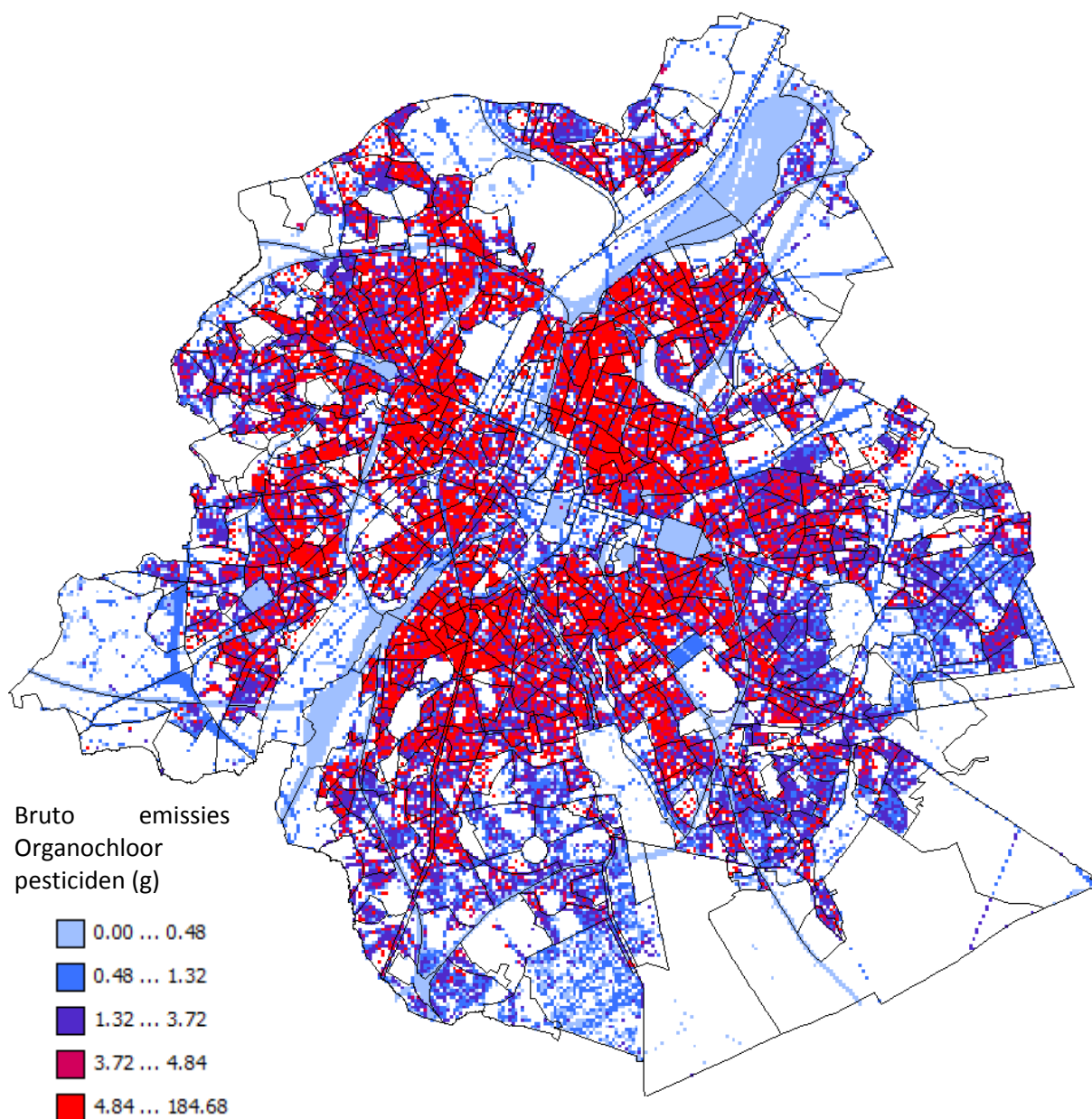
### 6.3 Netto emissies

Stof	Zone	Netto emissies (g)	Percentage
<b>Organochloor pesticiden (OCP)</b>	kanaal	3.642	7,30
<b>Organochloor pesticiden (OCP)</b>	zenne	45.860	91,88
<b>Organochloor pesticiden (OCP)</b>	woluwe	409	0,82
<b>Organochloor pesticiden (OCP)</b>	Totaal	49.912	
<b>Niet-gechloreerde Pesticiden</b>	kanaal	11	6,68
<b>Niet-gechloreerde Pesticiden</b>	zenne	150	90,75
<b>Niet-gechloreerde Pesticiden</b>	woluwe	4	2,56
<b>Niet-gechloreerde Pesticiden</b>	Totaal	165	
<b>Som</b>	kanaal	11	6,68
<b>Som</b>	zenne	150	90,75
<b>Som</b>	woluwe	4	2,56
<b>Som</b>	Totaal	165	

<b>Stof</b>	<b>Zone</b>	<b>Bruto emissies naar water</b>	<b>Netto emissies</b>	<b>Percentage</b>
<b>Niet-gechloreerde Pesticiden</b>	niet gerioleerd	3	5	167,3
<b>Niet-gechloreerde Pesticiden</b>	niet gezuiverd	21	15	71,45
<b>Niet-gechloreerde Pesticiden</b>	RWZI Noord	314	149	47,4
<b>Niet-gechloreerde Pesticiden</b>	RWZI Zuid	110	53	48,14
<b>Niet-gechloreerde Pesticiden</b>	Totaal	447	221	49,48
<b>Organochloor pesticiden (OCP)</b>	niet gerioleerd	104	577	552,91
<b>Organochloor pesticiden (OCP)</b>	niet gezuiverd	1.250	6.108	488,7
<b>Organochloor pesticiden (OCP)</b>	RWZI Noord	98.649	48.712	49,38
<b>Organochloor pesticiden (OCP)</b>	RWZI Zuid	26.571	13.834	52,06
<b>Organochloor pesticiden (OCP)</b>	Totaal	126.574	69.231	54,7
<b>Som</b>	niet gerioleerd	107	582	542,7
<b>Som</b>	niet gezuiverd	1271	6123	481,8
<b>Som</b>	RWZI Noord	98963	48861	49,4
<b>Som</b>	RWZI Zuid	26680	13886	52,0
<b>Som</b>	Totaal	127022	69452	54,7

## **7 Koppeling van de gegevens aan GIS-data en kwantificering**







## 8 Betrouwbaarheid en verbeterpunten

Bij de classificatie van de kwaliteit van de informatie wordt zoveel mogelijk aangesloten bij de werkwijze die in de publicatiereeks Emissieregistratie wordt aangehouden **Error! Reference source not found..** Deze werkwijze is gebaseerd op de methodiek van CORINAIR (COrRe emission INventories AIR). Hierbij worden de volgende kwaliteitsclassificaties aangehouden:

- A voor een getal gebaseerd op een groot aantal metingen aan representatieve locaties;
- B voor een getal gebaseerd op een aantal metingen aan een deel van de voor de sector representatieve locaties;
- C voor een getal gebaseerd op een beperkt aantal metingen. aangevuld met schattingen op basis van de technische kennis van het proces;
- D voor een getal gebaseerd op een gering aantal metingen. aangevuld met schattingen op basis van aannames;
- E voor een getal gebaseerd op een technische berekening op basis van een aantal aannames.

De emissieverklarende variabelen voor deze bron kunnen betrouwbaar gekwantificeerd worden en daarom wordt een classificatie A toegekend. De nodige gegevens zijn beschikbaar voor het Brussels Hoofdstedelijk gewest. Het gaat om het aantal inwoners in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, het percentage verhard oppervlakte in de publieke ruimte per gemeente van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, en het aantal spoorkilometers in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

De emissiefactoren zijn afgeleid van gebruiks- en verkoops cijfer. Bijgevolg krijgt de EF een classificatie C.

De emissieroutes naar water krijgen een classificatie B. De ruimtelijke variatie van de verhardingsgraad in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest is behoorlijk goed in kaart gebracht. Het rioleringsnetwerk van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest is gekend en kan gebruikt worden om de afwatering van naar de riolering te bepalen. Er is arbitrair aangenomen dat in zones met een hoog percentage aan verharde oppervlakte (fractie > 50%) 90% van de emissies meegevoerd door het afstromend hemelwater in de rioolputjes terechtkomen, in groene zones (fractie verharde oppervlakte < 50%) wordt er verondersteld dat slechts 20% van de emissies meegevoerd door hemelwater in de riolering terechtkomen. In de praktijk zal de afstroming van landbouwgronden normaal gezien volgens de emissieroute van groene zones verlopen, maar omdat de landbouwgronden in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest klein en versnipperd zijn, is het mogelijk dat niet alle landbouwgronden samenvallen met gebieden met <50% verhard oppervlak waardoor er bij de berekening een groter aandeel van de emissies naar de riolering gaat.

De regionalisatie van de emissies is gebaseerd op de geografische lokalisatie van de bronnen. Er zijn volgende geografische gegevens beschikbaar om om een betrouwbare manier de ruimtelijke spreiding van het aantal inwoners, de verharde oppervlakte, en spoorweglijnen te bpalen. Bijgevolg is een betrouwbaarheidsclassificatie A toegekend m.b.t. de ruimtelijke spreiding van de emissies van bodemverbeteringsmiddelen.

*Tabel 5: Betrouwbaarheid onderdelen emissieberekening.*

Onderdeel emissieberekening	Betrouwbaarheidsklasse
Emissieverklarende variabele	A
Emissiefactoren	C
Emissieroutes naar water	B
Regionalisatie	A

Verbeterpunten:

- Emissieroutes naar water kunnen verbeterd worden met aanvullende gegevens en/of metingen met betrekking tot de afstroming in verharde en niet-verharde gebieden, en het aandeel van de emissies dat daarbij meegevoerd wordt
- Verbetering van de emissiefactoren met metingen per deelbron (particulier gebruik, gemeenten en spoorwegen).

## **9 Referenties**

- [1] Van der Most, P.F.J. *et al.* (1998). Methoden voor de bepaling van emissies naar lucht en water. Publicatiereeks Emissieregistratie, nr. 44.
- [2] BISA, Brussels Instituut voor Statistiek en Analyse (2011). Mini-Bru 2012, Het Brussels Hoofdstedelijk Gewest in cijfers. IRIS Uitgaven – D/2011/6374/217

Emissies naar het oppervlaktewater in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

# **Landbouw bodemverbeteringsmiddelen**

Opgemaakt door VITO

In opdracht van Leefmilieu Brussel - BIM

**2014**

## 1 Omschrijving emissiebron

Deze factsheet beschrijft de emissies van bodemverbeteringsmiddelen toegepast in de landbouw. De toepassing van bodemverbeteringsmiddelen omvat het gebruik van dierlijke mest en het gebruik van kunstmest. Meststoffen worden aangebracht op landbouwgronden om de geschiktheid van de bodem voor de gewenste landbouwactiviteit (teelt) te verbeteren. Wat betreft dierlijke mest wordt in deze factsheet onderscheid gemaakt tussen dierlijke mest van gevogelte, runderen en varkens.

Meststoffen geven voornamelijk aanleiding tot emissies van stikstof (N) en fosfor (P), maar daarnaast bevatten uit zowel dierlijke mest als kunstmest ook een beperkt gehalte zware metalen. Toepassing van bodemverbeteringsmiddelen brengt daarom ook emissies van zware metalen met zich mee.

Tot deze bron behoren niet de niet-landbouwkundige toepassing van bodemverbeteringsmiddelen. Buiten de landbouw worden voornamelijk compost en kunstmest voor gazons als bodemverbeteringsmiddelen toegepast.

Emissies van bodemverbeteringsmiddelen toegepast in de landbouw worden beschouwd als diffuse bronnen. Het grootste deel van de producten komt terecht op en in de bodem. Door afspoeling en uitspoeling zal een bepaald percentage van de toegepast producten in het oppervlaktewater terechtkomen.

## 2 Berekeningswijze van de emissies

De emissies worden berekend door de vermenigvuldiging van een emissieverklarende variabele (EVV), hier de teeltoppervlakte in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, met een emissiefactor (EF) per stof, uitgedrukt in emissie per eenheid van de EVV.

$$E_s = EVV \times EF$$

Waarbij:

$E_s$  = Emissie van stof s (kg/jaar)

EVV = Teeltoppervlakte in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (are)

EF = Emissiefactor voor stof s (g/are/jaar)

De emissiefactor omvat zowel de dosering van mest voor de beschouwde teelt als het gehalte per stof in mest (N, P en zware metalen).

## 3 Emissieverklarende variabele/basisgegevens

De emissieverklarende variabele is de teeltoppervlakte. In *Tabel 1* is voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest de oppervlakte landbouwgrond per teelt gegeven en de totale teeltoppervlakte. Er is slechts beperkte landbouwactiviteit in het Brussels Hoofdstedelijk gewest. Er worden 5 teelten onderscheiden: aardappelen, graan, maïs, weide & grasland, en voederbieten. De totale teeltoppervlakte is 114 hectare.

Tabel 1: Landbouwooppervlakte in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest uitgesplitst per teelt

Teelt	Oppervlakte (ha)
Aardappelen	7.53
Graan	33.13
Maïs	11.38
Weides en graslanden	61.24
Voederbieten	0.75
<b>Totale oppervlakte</b>	<b>114</b>
<i>Akkerbouw</i>	<i>52.8</i>
<i>Weides en graslanden</i>	<i>61.2</i>

#### 4 Emissiefactoren

De emissiefactoren zijn afgeleid uit de beschikbare gegevens voor Vlaanderen. De emissiefactor omvat zowel de dosering van mest voor de beschouwde teelt als het gehalte per stof in mest (N, P en zware metalen).

Het gebruik van dierlijke mest en kunstmest per type landbouwactiviteit is overgenomen uit [2]. Daarin wordt slechts één dosering (per type mest) gegeven voor akkerbouw en tuinbouw. Dit cijfer is toegepast voor alle teelten in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest behalve voor de weides en graslanden. Voor weides en graslanden is aangenomen dat deze gebruikt worden voor runderen. Dit is een “worst case” benadering. Voor andere vormen van veeteelt ligt het mestgebruik per oppervlakte lager.

Rekening houdend met het relatieve aandeel van rundermest, varkensmest en gevogeltemest in het totale dierlijke mestgebruik zijn deze cijfers vervolgens omgerekend naar gebruik per oppervlakte voor dierlijke mest van varkens, runderen en gevogelte. De mestgebruikscijfers zijn uitgedrukt in kg N/ha en kg P/ha. De resulterende emissiefactoren voor de bruto emissies stikstof en fosfor afkomstig van bodemverbeteringsmiddelen (bemesting) zijn gegeven in Tabel 2.

Tabel 2: Emissiefactoren voor N en P afkomstig van bodemverbeteringsmiddelen (bemesting).

	EF bemesting (kg N/ha/jaar)			
Teelt	rundermest	varkensmest	gevogeltemest	kunstmest
akkerbouw en tuinbouw	70	36	1.1	52
runderen (weide/grasland)	108	54	1.7	26
	EF bemesting (kg P/ha/jaar)			
Teelt	rundermest	varkensmest	gevogeltemest	kunstmest
akkerbouw en tuinbouw	16	7.9	0.24	1.4
runderen (weide/grasland)	21	11	0.33	0.8

De emissiefactoren voor zware metalen zijn berekend op basis van de metaalgehalten in mest vermeld in [3] (met verwijzing naar [4] en [5]) en de metaalgehalten in mest vermeld in [6] (met verwijzing naar [7] en [8]). De gebruikte cijfers zijn samengevat in Tabel 3. De metaalgehalten in dierlijke mest zijn uitgedrukt per kg meststof (droge stof). Voor verrekening van kg N en kg P naar kg meststof is gebruikgemaakt van het forfaitaire stikstof- en fosforgehalte per type mest (gemiddelde

per diersoort) vermeld in de referentietabellen van het Mestbeleid in Nederland [9] (Tabel 4). De Vlaamse mestverwerkingscijfers (ton en kg N per type mest) vermeld in [2] resulteren in vergelijkbare gemiddelde stikstofgehalten voor rundermest, varkensmest en pluimveemest.

Tabel 3: Gehalte zware metalen in dierlijke mest uitgedrukt per droge stof (DS) en omrekening in functie van N en P gehalte.

Gehalte zware metalen in dierlijke mest (g/ton DS)										Ref.
	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Pb	Ni	Zn	
Rundermest		0.23			42				156	[6]
		0.25			135				198	[6]
	1.5	0.4	3	15	57	0.17	17	10	580	[3]
Varkensmest		0.45			413				662	[6]
		0.35			404				952	[6]
	1.7	0.5	5	11	574	0.05	10	20	919	[3]
Vogelmest		0.21			75				354	[6]
		0.2			78				266	[6]
	1.1	0.25	4	24	59	0.01	4	17	495	[3]
Gemiddeld halte zware metalen in dierlijke mest (g/ton DS)										
	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Pb	Ni	Zn	
Rundermest	1.50	0.29	3	15	78	0.17	17	10	311	
Varkensmest	1.70	0.43	5	11	464	0.05	10	20	844	
Vogelmest	1.10	0.22	4	24	71	0.01	4	17	372	
Gemiddeld halte zware metalen in dierlijke mest (g/kg N)										
	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Pb	Ni	Zn	
Rundermest	0.230	0.045	0.46	2.30	12.0	0.026	2.610	1.54	48	
Varkensmest	0.065	0.016	0.19	0.42	17.6	0.002	0.380	0.76	32	
Vogelmest	0.121	0.024	0.44	2.65	7.8	0.001	0.442	1.88	41	
Gemiddeld halte zware metalen in dierlijke mest (g/kg P)										
	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Pb	Ni	Zn	
Rundermest	0.329	0.064	0.66	3.29	17.1	0.037	3.730	2.19	68	
Varkensmest	0.079	0.020	0.23	0.51	21.5	0.002	0.463	0.93	39	
Vogelmest	0.144	0.029	0.52	3.13	9.2	0.001	0.522	2.22	49	

Tabel 4: Gemiddeld stikstof- en fosforgehalte in dierlijke mest afgeleid uit [9].

Gemiddeld N en P gehalte in dierlijke mest (kg/ton DS)		
	N	P
Rundermest	6.5	4.6
Varkensmest	26.3	21.6
Vogelmest	9.1	7.7



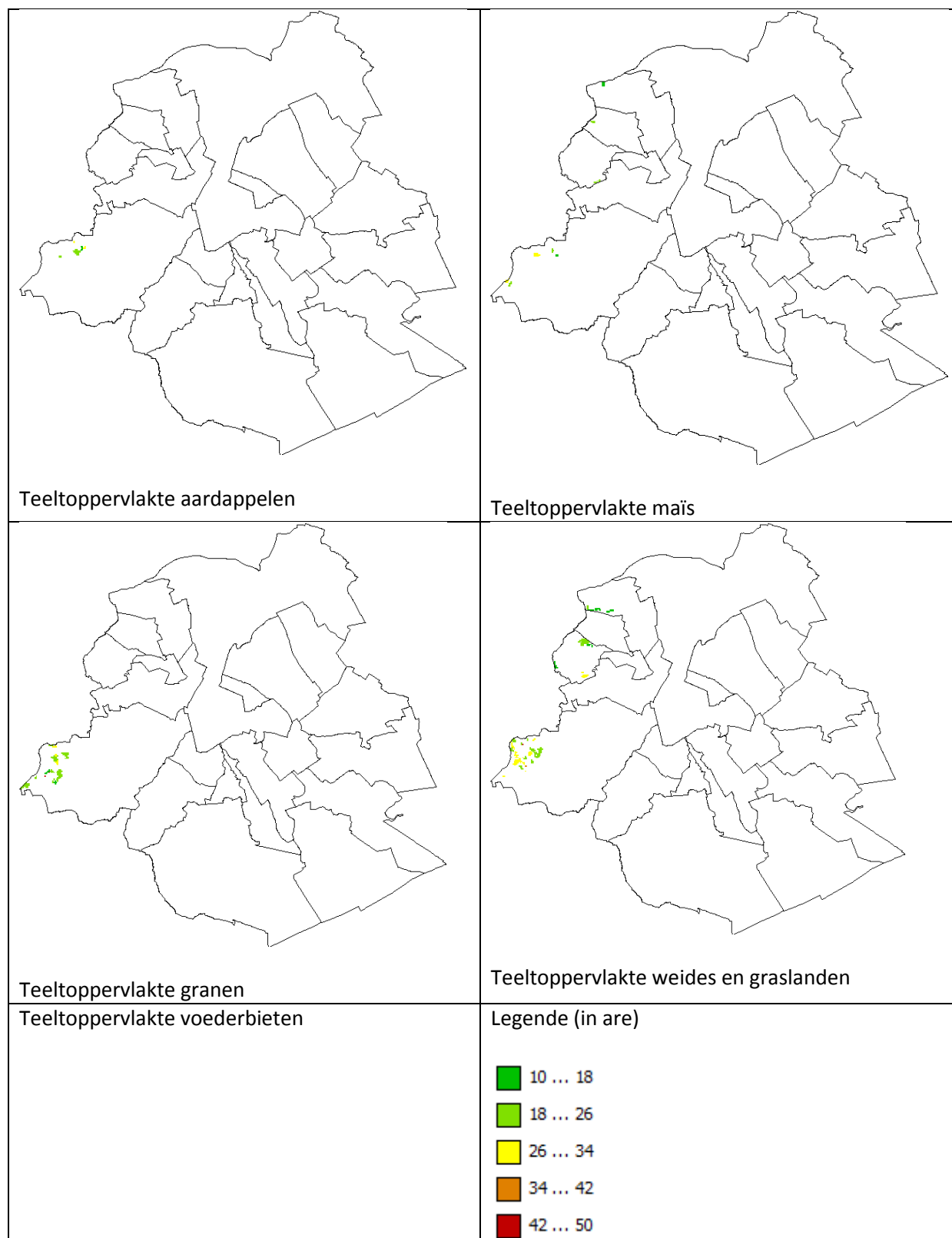
De resulterende emissiefactoren voor de bruto emissies van zware metalen afkomstig van bodemverbeteringsmiddelen (bemesting) zijn gegeven in *Tabel 5*.


*Tabel 5: Emissiefactoren voor zware metalen afkomstig van bodemverbeteringsmiddelen(bemesting) per type mest en totaal*

	<b>EF rundermest (g/ha/jaar)</b>								
<b>Teelt</b>	<i>As</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Co</i>	<i>Cu</i>	<i>Hg</i>	<i>Pb</i>	<i>Ni</i>	<i>Zn</i>
akkerbouw en tuinbouw	11	2.1	107	21	555	1.2	121	71	2217
runderen (weide/grasland)	16	3.1	158	32	823	1.8	179	106	3285
	<b>EF varkensmest (g/ha/jaar)</b>								
<b>Teelt</b>	<i>As</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Co</i>	<i>Cu</i>	<i>Hg</i>	<i>Pb</i>	<i>Ni</i>	<i>Zn</i>
akkerbouw en tuinbouw	2.5	0.65	16	7.5	694	0.075	15	30	1264
runderen (weide/grasland)	3.9	1.0	25	11	1060	0.11	23	46	1931
	<b>EF gevogeltemest (g/ha/jaar)</b>								
<b>Teelt</b>	<i>As</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Co</i>	<i>Cu</i>	<i>Hg</i>	<i>Pb</i>	<i>Ni</i>	<i>Zn</i>
akkerbouw en tuinbouw	0.084	0.017	1.8	0.31	5.4	0.0008	0.31	1.3	28
runderen (weide/grasland)	0.13	0.025	2.7	0.46	8	0.0011	0.46	1.9	42
	<b>EF kunstmest (g/ha/jaar)</b>								
<b>Teelt</b>	<i>As</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Co</i>	<i>Cu</i>	<i>Hg</i>	<i>Pb</i>	<i>Ni</i>	<i>Zn</i>
akkerbouw en tuinbouw	0.049	0.17	6.5	0.309	0.686	0.72	0.99	3.5	4.4
runderen (weide/grasland)	0.028	0.097	3.8	0.172	0.366	0.37	0.57	2.05	2.5

## 5 Geografische spreiding

Voor de geografische spreiding van de emissies van bodemverbeteringsmiddelen toegepast in de landbouw is gebruik gemaakt van de locaties van de landbouwpercelen. De ruimtelijke spreiding van de landbouwpercelen per teelt is weergegeven in onderstaande figuren.



 <p>Teeltoppervlakte voederbieten (heel klein groen plekje)</p>	
--	--

## 6 Emissieroutes en bruto-netto-emissies

De totale bruto-emissie wordt berekend zoals is beschreven in de paragraaf “berekenningswijze”. De netto-emissie wordt berekend of geschat op basis van gegevens of veronderstellingen over de weg die de emissies volgen naar de verschillende waterlopen.

Definitie bruto emissie: emissie door de punt en diffuse bronnen

Definitie netto emissie: deel van de bruto emissie die effectief in de waterloop terecht komt (vracht)

### 6.1 Emissieroutes

Emissies van bodemverbeteringsmiddelen (dierlijke mest en kunstmest) toegepast in de landbouw worden beschouwd als diffuse bronnen. Het grootste deel van de producten komt op en in de bodem. Door afspoeling en uitspoeling zal een bepaald percentage van de toegepast producten in het oppervlaktewater terechtkomen.

Stof	Zone	Type	Emissie (g)	Percentage
<b>Metalen</b>	Totaal	Waternetwerk en grondwater	0	0
<b>Metalen</b>	Totaal	Regenwater riolering (private)	0	0
<b>Metalen</b>	Totaal	Niet gekoppeld aan IWZI	0	0
<b>Metalen</b>	Totaal	IWZI	0	0
<b>Metalen</b>	Totaal	Behandelingsbekken	5107	4,21
<b>Metalen</b>	Totaal	Stormwater bekken	3556	2,93
<b>Metalen</b>	Totaal	Niet gekoppeld aan RWZI	104585	86,21
<b>Metalen</b>	Totaal	Regenwater riolering	0	0
<b>Metalen</b>	Totaal	Overstort	4870	4,01
<b>Metalen</b>	Totaal	Afstroming	3202	2,64
<b>Metalen</b>	Totaal	Netto emissie in oppervlakte	121321	100

water

Stof	Zone	Type	Emissie (g)	Percentage
Nutriënten	Totaal	Waternetwerk en grondwater	0	0
Nutriënten	Totaal	Regenwater riolering (private)	0	0
Nutriënten	Totaal	Niet gekoppeld aan IWZI	0	0
Nutriënten	Totaal	IWZI	0	0
Nutriënten	Totaal	Behandelingsbekken	150	3,12
Nutriënten	Totaal	Stormwater bekken	130	2,69
Nutriënten	Totaal	Niet gekoppeld aan RWZI	4247	88,16
Nutriënten	Totaal	Regenwater riolering	0	0
Nutriënten	Totaal	Overstort	179	3,71
Nutriënten	Totaal	Afstroming	112	2,32
Nutriënten	Totaal	Netto emissie in oppervlakte water	4817	100

Stof	Zone	Type	Emissie (g)	Percentage
Som	Totaal	Waternetwerk en grondwater	0	0,00
Som	Totaal	Regenwater riolering (private)	0	0,00
Som	Totaal	Niet gekoppeld aan IWZI	0	0,00
Som	Totaal	IWZI	0	0,00
Som	Totaal	Behandelingsbekken	5257	4,17
Som	Totaal	Stormwater bekken	3686	2,92
Som	Totaal	Niet gekoppeld aan RWZI	108832	86,28
Som	Totaal	Regenwater riolering	0	0,00
Som	Totaal	Overstort	5049	4,00
Som	Totaal	Afstroming	3314	2,63
Som	Totaal	Netto emissie in oppervlakte water	126139	100,00

## 6.2 Bruto emissies

*Tabel 6* geeft de bruto emissies voor de verschillende stoffen weer, uitgedrukt in kg/jaar. De emissies zijn berekend door vermenigvuldiging van de emissiefactoren met de emissieverklarende variabele. Toepassing van dierlijke mest heeft het grootste aandeel in de emissies. Kunstmest heeft een kleinere maar substantiële bijdrage in de stikstof en fosfor emissies. Voor de emissies van zware metalen is het aandeel van kunstmest zeer klein tot verwaarloosbaar (afhankelijk van het beschouwde metaal).

De bruto emissies zijn de hoeveelheden die op de bodem terechtkomen. Slechts een beperkt percentage daarvan komt uiteindelijk in het oppervlaktewater terecht. Dat zijn de netto emissies.

Tabel 6: Bruto emissies afkomstig van de toepassing van bodemverbeteringsmiddelen (mest) op landbouwpercelen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

	Bruto emissies (kg/jaar) van dierlijke mest										
Teelt	N	P	As	Cd	Cr	Co	Cu	Hg	Pb	Ni	Zn
akkerbouw en tuinbouw	5650	1256	0.70	0.15	6.6	1.5	66	0.068	7.2	5.4	185
runderen (weide/grasland)	10011	1951	1.2	0.25	11	2.7	116	0.12	12	9.4	322
	Bruto emissies (kg/jaar) van kunstmest										
Teelt	N	P	As	Cd	Cr	Co	Cu	Hg	Pb	Ni	Zn
akkerbouw en tuinbouw	2745	74	0.0026	0.0087	0.34	0.0163	0.036	0.038	0.052	0.186	0.23
runderen (weide/grasland)	1592	51	0.0017	0.0059	0.235	0.0106	0.022	0.023	0.035	0.126	0.15
	Bruto emissies (kg/jaar) - TOTAAL										
Teelt	N	P	As	Cd	Cr	Co	Cu	Hg	Pb	Ni	Zn
akkerbouw en tuinbouw	8395	1330	0.71	0.15	6.9	1.6	66	0.106	7.2	5.6	185
runderen (weide/grasland)	11603	2002	1.2	0.26	12	2.7	116	0.14	12	9.5	322

### 6.3 Netto emissies

De netto emissies door landbouwkundig gebruik van bodemverbeteringsmiddelen zijn weergegeven in Tabel 7 waarbij de emissies geaggregeerd zijn per waterlichaam. In **Error! Reference source not found.** zijn de bruto en netto emissies weergegeven, geaggregeerd per zuiveringsgebied (WZI-N en WZI-Z) en voor de niet-aangesloten en niet-gezuiverde gebieden.

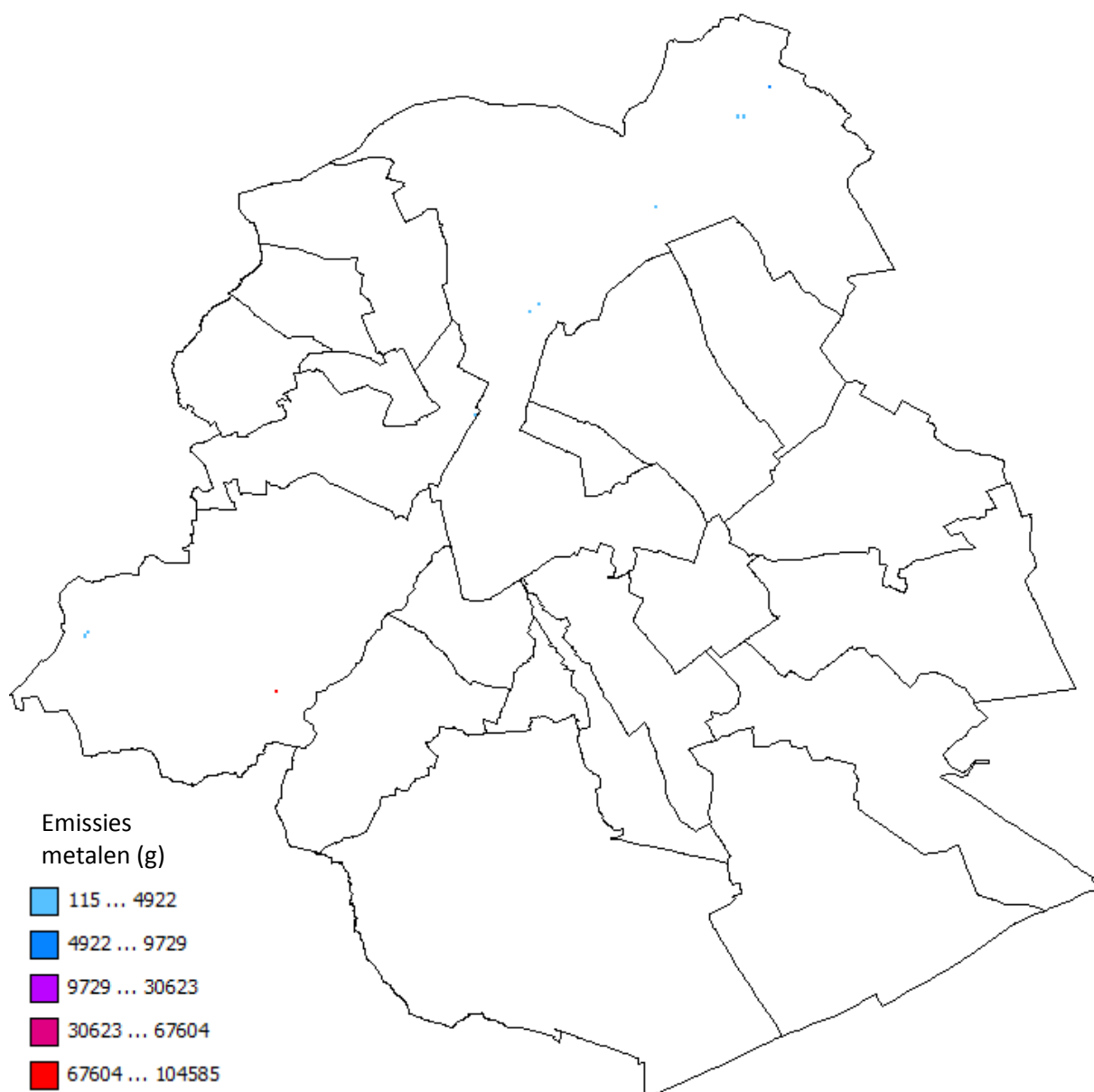
Tabel 7: Netto emissies per waterlichaam in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

Stof	Zone	Bron	Netto emissies	Percentage
<b>Metalen</b>	kanaal	bodemverbetering	105843	89,92
<b>Metalen</b>	zenne	bodemverbetering	11866	10,08
<b>Metalen</b>	woluwe	bodemverbetering	0	0,00
<b>Metalen</b>	Totaal	bodemverbetering	117708	
<b>Nutriënten</b>	kanaal	bodemverbetering	4294	91,64
<b>Nutriënten</b>	zenne	bodemverbetering	392	8,36
<b>Nutriënten</b>	woluwe	bodemverbetering	0	0,00
<b>Nutriënten</b>	Totaal	bodemverbetering	4686	
<b>Som</b>	kanaal	bodemverbetering	110137	89,99
<b>Som</b>	zenne	bodemverbetering	12257	10,01
<b>Som</b>	woluwe	bodemverbetering	0	0,00
<b>Som</b>	Totaal	bodemverbetering	122394	

Tabel 8: Netto emissies per zuiveringsgebied in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

Stof	Zone	Bruto emissies naar water (g)	Netto emissies (g)	Percentage
<b>Metalen</b>	niet gerioleerd	0	0	
<b>Nutriënten</b>	niet gerioleerd	0	0	
<b>Som</b>	niet gerioleerd	0	0	
<b>Metalen</b>	niet gezuiverd	540.306	3.202	0,59
<b>Nutriënten</b>	niet gezuiverd	21.908	112	0,51
<b>Som</b>	niet gezuiverd	562.214	3.314	0,59
<b>Metalen</b>	RWZI Noord	158.608	13.534	8,53
<b>Nutriënten</b>	RWZI Noord	5.789	459	7,92
<b>Som</b>	RWZI Noord	164.397	13.992	8,51
<b>Metalen</b>	RWZI Zuid	0	104.585	
<b>Nutriënten</b>	RWZI Zuid	0	4.247	
<b>Som</b>	RWZI Zuid	0	108.832	
<b>Metalen</b>	Totaal	698.914	121.321	17,36
<b>Nutriënten</b>	Totaal	27.697	4.817	17,39
<b>Som</b>	Totaal	726.611	126.139	17,36

## 7 Koppeling van de gegevens aan GIS-data en kwantificering



## 8 Betrouwbaarheid en verbeterpunten

Bij de classificatie van de kwaliteit van de informatie wordt zoveel mogelijk aangesloten bij de werkwijze die in de publicatiereeks Emissieregistratie wordt aangehouden [1]. Deze werkwijze is gebaseerd op de methodiek van CORINAIR (CORE emission INventories AIR). Hierbij worden de volgende kwaliteitsclassificaties aangehouden:

- A voor een getal gebaseerd op een groot aantal metingen aan representatieve locaties;
- B voor een getal gebaseerd op een aantal metingen aan een deel van de voor de sector representatieve locaties;
- C voor een getal gebaseerd op een beperkt aantal metingen, aangevuld met schattingen op basis van de technische kennis van het proces;



- D voor een getal gebaseerd op een gering aantal metingen. aangevuld met schattingen op basis van aannames;
- E voor een getal gebaseerd op een technische berekening op basis van een aantal aannames.

De emissieverklarende variabelen voor deze bron is de oppervlakte landbouwgrond per teelt. Op basis van de beschikbare teeltkaart kan de oppervlakte betrouwbaar gekwantificeerd worden en bijgevolg krijgt de EVV een classificatie A.

De emissiefactoren zijn berekend op basis van beschikbare gegevens over de samenstelling en het gebruik van bodemverbeteringsmiddelen. De gehanteerde cijfers zijn metingen en forfaitaire getallen. Bijgevolg krijgt de EF een classificatie B.

De emissieroutes naar water krijgen een classificatie B. De ruimtelijke variatie van de verhardingsgraad in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest is behoorlijk goed in kaart gebracht. Het rioleringsnetwerk van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest is gekend en kan gebruikt worden om de afwatering van naar de riolering te bepalen. Er is arbitrair aangenomen dat in zones met een hoog percentage aan verharde oppervlakte (fractie > 50%) 90% van de emissies meegevoerd door het afstromend hemelwater in de rioolputjes terechtkomen, in groene zones (fractie verharde oppervlakte < 50%) wordt er verondersteld dat slechts 20% van de emissies meegevoerd door hemelwater in de riolering terechtkomen. In de praktijk zal de afstroming van landbouwgronden normaal gezien volgens de emissieroute van groene zones verlopen, maar omdat de landbouwgronden in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest klein en versnipperd zijn, is het mogelijk dat niet alle landbouwgronden samenvallen met gebieden met <50% verhard oppervlak waardoor bij de berekening een deel van de emissies naar de riolering gaat.

De regionalisatie van de emissies is gebaseerd op de beschikbare teeltkaarten waarop de landbouwgronden per teelt geografisch gelokaliseerd en afgebakend zijn. Bijgevolg is een betrouwbaarheidsclassificatie A toegekend m.b.t. de ruimtelijke spreiding van de emissies van bodemverbeteringsmiddelen.

*Tabel 9: Betrouwbaarheid onderdelen emissieberekening.*

Onderdeel emissieberekening	Betrouwbaarheidsklasse
Emissieverklarende variabele	A
Emissiefactoren	B
Emissieroutes naar water	B
Regionalisatie	A

Verbeterpunten:

- Emissieroutes naar water kunnen verbeterd worden met aanvullende gegevens en/of metingen met betrekking tot de afstroming in verharde en niet-verharde gebieden, en het aandeel van de emissies dat daarbij meegevoerd wordt

## 9 Referenties

- [1] Van der Most, P.F.J. *et al.* (1998). Methoden voor de bepaling van emissies naar lucht en water. Publicatiereeks Emissieregistratie, nr. 44.
- [2] VLM – Vlaamse Landmaatschappij (2010). Mestbank 2010, voortgangsrapport over het mestbeleid in Vlaanderen.
- [3] Syncera (2006). Emissie-inventaris Water voor Vlaanderen – Metalen. Factsheet “Bodemverbetering – Landbouw”.
- [4] Meeus-Verdinne K., Scokart P.O. & De Borger R. (1986). Evaluation des risques pour l’environnement provenant des métaux lourds contenus dans les déchets animaux, revue de l’Agriculture n°4, VOL. 39.
- [5] Westhoek H.J., Beijer L., Bruins W.J., Hotsma P.H., Janssens J.W.M. & Maathuis E.R. (1996). Aan- en afvoerbalansen van zware metalen en metalloïden van Nederlandse landbouwgronden. Informatie- en Kenniscentrum Landbouw/Ede.
- [6] Bonten L.T.C., Groenenberg J.E., Koopmans G.F., Römkens P.F.A.M., Vink J.P.M. & Verschoor A. (2010), Alterra-rapport 2024, Wageningen.
- [7] Driessen J.J.M. & Roos A.H. (1996). Zware metalen, organische microverontreinigingen en nutriënten in dierlijke mest, compost, zuiveringsslib, grond en kunstmeststoffen. RIKILT-DLO rapport 96.14, Wageningen.
- [8] Römkens P.F.A.M., Groenenberg J.E., Bonten L.T.C., de Vries W. & Bril J. (2009). Derivation of partition relationships to calculate Cd, Cu, Ni, Pb and Zn solubility and activity in soil solutions. Rapport 305, Alterra, Wageningen.
- [9] Nederlands Ministerie van Economische Zaken, Dienst Regelingen (2010). Tabel 5 Forfaitaire stikstof- en fosfaatgehalten in dierlijke mest 2011 – 2013. <http://www.drloket.nl/onderwerpen/mest/dossiers/dossier/publicaties-mest/tabellen-2010-2013>

Emissies naar het oppervlaktewater in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

# **Atmosferische depositie**

Opgemaakt door VITO

In opdracht van Leefmilieu Brussel - BIM

**2014**

## 1 Omschrijving emissiebron

Deze factsheet beschrijft de emissies van atmosferische depositie

Emissies van atmosferische depositie worden beschouwd als een diffuse bron. De emissies kunnen op water of op land terecht komen. Emissies op water zijn directe emissies waarbij geen transportroute naar water doorlopen wordt. De Bruto emissies zijn in dat geval gelijk aan de netto emissies. Emissies op land kunnen via runoff in het oppervlaktewater terechtkomen doordat de stoffen rechtstreeks afstromen naar oppervlaktewater of onrechtstreeks via het rioolstelsel.

## 2 Berekeningswijze van de emissies

De emissies worden berekend door integratie over de tijd (1 jaar) van het product van de luchtconcentratie (immissie) van een stof met depositiesnelheid. Concreet worden de dagelijkse concentratiemetingen vermenigvuldigd met de depositiesnelheid en vervolgens gesommeerd over 1 jaar. En dit voor alle locaties in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest waar datareeksen van meetposten beschikbaar zijn afzonderlijk. De berekende jaarlijkse deposite per oppervlakte van de verschillende meetposten wordt vervolgens ruimtelijk geïnterpoleerd en gesommeerd over het Brussels Hoofdstedelijk Gewest om te komen tot de bruto emissies.

Vertaald naar EVV en EF terminologie, is voor atmosferische depositie de grondoppervlakte de emissieverklarende variabele en de deposite per oppervlakte is de emissiefactor (EF).

$$E_s = EVV \times EF$$

Waarbij:

$E_s$  = Emissie van stof s (kg/jaar)

EVV = grondoppervlakte (m<sup>2</sup>)

EF = depositie van stof s per oppervlakte (g/m<sup>2</sup>/jaar)

## 3 Emissieverklarende variabele/basisgegevens

De basisgegevens gebruikt voor de emissieverklarende variabele zijn de concentratiemeetreeksen van de meetposten in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest waar de luchtkwaliteit opgevolgd wordt. Er is gebruik gemaakt van de meetreeksen van 2008, 2009 en 2010 om de gemiddelde jaarlijkse depositie te berekenen. Voor volgende luchtkwaliteitsparameters kon atmosferische depositie gekwantificeerd worden op basis van de beschikbare meetreeksen: NO<sub>x</sub>, BTEX (bezeen, toluen, ethylbenzeen en xyleen), As, Cd, Hg, Ni, Pb, Benzo(a)antraceen, Benzo(a)pyreen, Dibezo(a,h)antraceen, Fluorantheen, Benzo(g,h,i)peryleen, Indeno(1,2,3-cd)pyreen en Pyreen.

Het aantal meetlocaties varieert per parameter. Voor NO en NO<sub>2</sub> waren meetreeksen beschikbaar van 10 locaties in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Voor de BTEX waren meetreeksen beschikbaar van 5 of 6 locaties. Voor de Pak waren meetreeksen beschikbaar van 6 locaties. Voor de meeste metalen waren er slechts op 2 locaties meetreeksen beschikbaar, behalve lood met 4 meetlocaties.

## 4 Emissiefactoren

De emissiefactoren worden berekend door vermenigvuldiging van de concentraties in de lucht met de depositiesnelheid. Stofspecifieke depositiesnelheden zijn overgenomen uit Oen [2]. De gebruikte depositiesnelheden zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Stofgroep	Stofnaam	Depositiesnelheid (cm/s)	Referentie
<b>Metalen</b>	Arseen	0.1	0
	Cadmium	0.1	0, [2]
	Koper	0.1	0, [2]
	Kwik	0.15	0, [2]
	Nikkel	0.1	0, [2]
	Lood	0.1	0, [2]
<b>Nutriënten</b>	Stikstof	0.2	0
<b>PAK</b>	Benzo(a)antraceen	0.47	[2]
	Benzo(a)pyreen	0.45	0
	Dibezo(a,h)antraceen	0.45	0*
	Fluorantheen	0.43	0
	Benzo(g,h,i)peryleen	0.45	0
	Indeno(1,2,3-cd)pyreen	0.45	0
	Pyreen	0.45	0*
<b>BTEX</b>	Benzeen	0.01	0
	Tolueen	0.01	0*
	Ethylbenzeen	0.01	0*
	Xyleen	0.01	0*

\* Depositiesnelheid gelijk gesteld aan waarde voor vergelijkbare stof

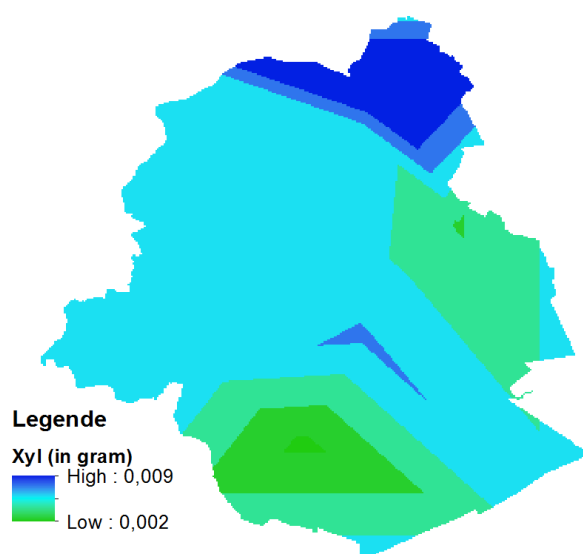
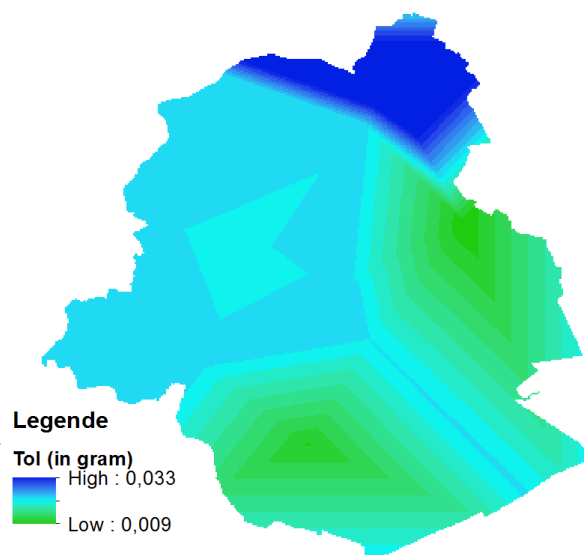
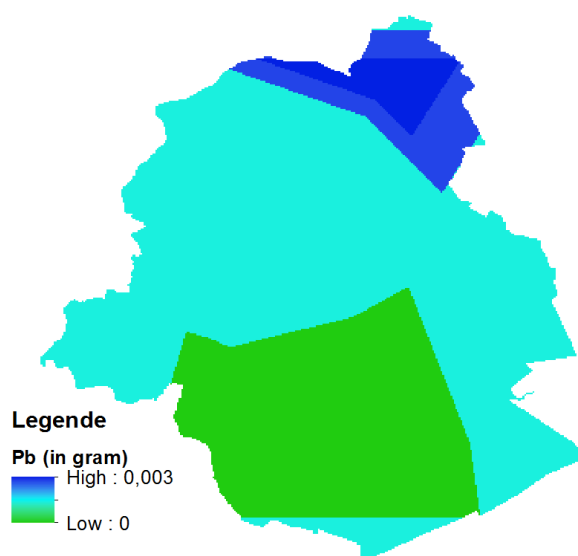
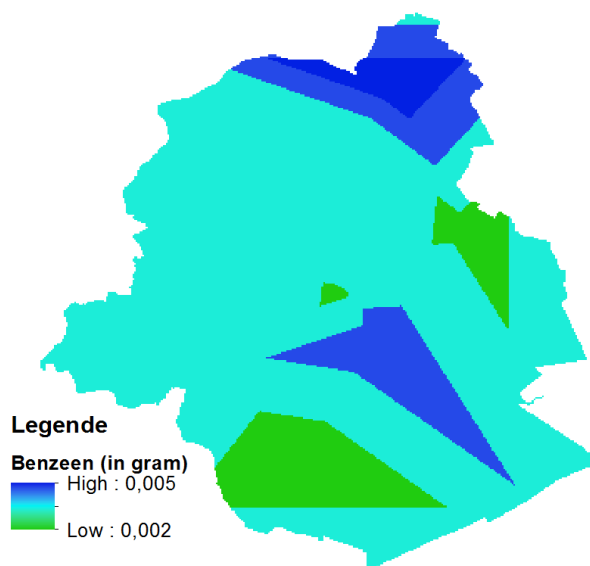
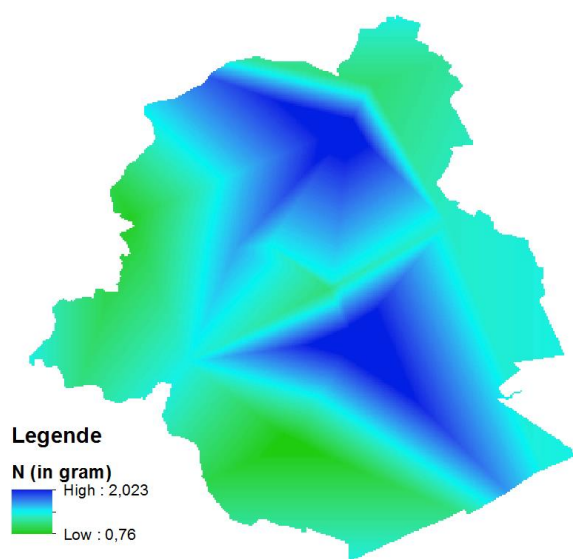
## Atmosferische depositie

De berekende emissiefactoren zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Stofgroep	Stofnaam	EF gemiddelde depositie (mg/m <sup>2</sup> /j)	Aantal meetposten
Metalen	Arseen	0.060	2
	Cadmium	0.076	2
	Koper	0.095	1
	Kwik	0.089	2
	Nikkel	1.44	4
	Lood	0.060	2
Nutriënten	Stikstof	1283	10
PAK	Benzo(a)antraceen	0.040	6
	Benzo(a)pyreen	0.040	6
	Dibezo(a,h)antraceen	0.022	6
	Fluorantheen	0.118	6
	Benzo(g,h,i)peryleen	0.039	6
	Indeno(1,2,3-cd)pyreen	0.039	6
	Pyreen	0.094	6
BTEX	Benzeen	3.6	6
	Tolueen	17	5
	Ethylbenzeen	1.44	5
	Xyleen	5.68	5

## 5 Geografische spreiding

De geografische spreiding van de emissies is berekend in functie van de ligging van de meetposten met luchtkwaliteitsmetingen en de berekende jaarlijkse depositie per meetpost. De berekende deposities zijn ruimtelijk geïnterpoleerd over het ganse Brussels Hoofdstedelijk Gewest met behulp van lineaire TIN interpolatie naar een 10mx10m grid. Enkel voor parameters gemeten op min. 3 locaties is de TIN interpolatie uitgevoerd. Voor parameter die slechts op 1 of 2 locaties gemeten zijn, is een homogene spreiding van de gemiddelde depositie aangehouden. Dit is het geval voor arseen, cadmium, kwik en nikkel.



## Atmosferische depositie

De ruimtelijke variatie van de berekende jaargemiddelde depositie per station voor de jaren 2008, 2009 en 2010 is per parameter weergegeven in onderstaande tabellen.

N (NO <sub>x</sub> )	mg/m <sup>2</sup> /j			
station	2008	2009	2010	gem.
41B004	1246.3	1351.9	1336.7	1311.6
41B005	1087.9	1211.1	1209.0	1169.3
41B006	1048.3	1061.9	1002.6	1037.6
41B011	833.8	839.4	838.8	837.3
41MEU1	1061.3	1039.4	956.2	1019.0
41N043	2031.5	2015.4	1868.4	1971.8
41R001	1571.1	1407.6	1453.1	1477.3
41R002	2093.3	1980.5	2003.4	2025.7
41R012	740.2	770.1	759.5	756.6
41WOL1	1244.7	1173.1	1254.3	1224.0
<b>gemiddelde over alle stations</b>				<b>1283.0</b>

Benzeen	mg/m <sup>2</sup> /j			
station	2008	2009	2010	gem.
41B006	3.73	2.71	2.12	2.86
41MEU1	3.43	6.94	6.94	5.77
41R001	3.67	3.59	3.04	3.43
41R002	5.77	4.44	3.56	4.59
41R012	2.58	2.46	2.31	2.45
41WOL1	2.90	2.76	2.51	2.72
<b>gemiddelde over alle stations</b>				<b>3.64</b>
Tolueen	mg/m <sup>2</sup> /j			
station	2008	2009	2010	gem.
41MEU1	15.0	43.5	43.5	34.0
41R001	15.8	17.0	16.7	16.5
41R002	17.7	17.1	16.3	17.0
41R012	9.8	10.0	9.8	9.9
41WOL1	9.0	9.7	8.6	9.1
<b>gemiddelde over alle stations</b>				<b>17.3</b>

Ethylbenzeen	mg/m <sup>2</sup> /j			
station	2008	2009	2010	gem.
41MEU1	1.72	2.52	2.52	2.25
41R001	1.70	1.64	1.36	1.57
41R002	2.02	1.52	1.25	1.60
41R012	0.83	0.79	0.66	0.76
41WOL1	1.02	0.83	1.17	1.01
<b>gemiddelde over alle stations</b>				<b>1.44</b>



<b>Xyleen (o+m+p)</b>	<b>mg/m2/j</b>			
<b>station</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>gem</b>
41MEU1	6.91	11.04	11.04	9.66
41R001	6.58	5.84	5.38	5.93
41R002	7.67	5.86	4.85	6.13
41R012	3.21	2.73	2.40	2.78
41WOL1	3.76	2.94	5.06	3.92
<b><i>gemiddelde over alle stations</i></b>				<b>5.68</b>

<b>As</b>	<b>mg/m2/j</b>			
<b>station</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>gem.</b>
41AND3	0.095	0.048	0.035	0.059
41MEU1	0.095	0.053	0.036	0.061
<b><i>gemiddelde over alle stations</i></b>				<b>0.06</b>

<b>Cd</b>	<b>mg/m2/j</b>			
<b>station</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>gem.</b>
41AND3	0.095	0.071	0.063	0.076
41MEU1	0.095	0.071	0.063	0.076
<b><i>gemiddelde over alle stations</i></b>				<b>0.08</b>

<b>Hg</b>	<b>µg/m2/j</b>			
<b>station</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>gem</b>
41MEU1	76.9	67.1	139.5	94.5
<b><i>gemiddelde over alle stations</i></b>				<b>94.51</b>

<b>Ni</b>	<b>mg/m2/j</b>			
<b>station</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>gem.</b>
41AND3	0.104	0.076	0.080	0.087
41MEU1	0.105	0.079	0.088	0.091
<b><i>gemiddelde over alle stations</i></b>				<b>0.09</b>

<b>Pb</b>	<b>mg/m2/j</b>			
<b>station</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>gem.</b>
41AND3	0.67	0.89	1.07	0.88
41MEU1	0.38	11.11	0.29	3.93
41R012	0.42	0.26	0.28	0.32
41R002	0.63	0.61	0.64	0.63
<b><i>gemiddelde over alle stations</i></b>				<b>1.44</b>

# Atmosferische depositie

Benzo(a)antracene	$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$			
station	2008	2009	2010	gem.
41MEU1	47.2	66.3	65.7	59.7
41N043	23.8	38.0	41.3	34.4
41R001	42.6	43.9	/	43.2
41R002	59.7	37.0	24.7	40.5
41R012	36.3	23.8	33.0	31.0
41WOL1	38.4	35.2	28.3	34.0
<b>gemiddelde over alle stations</b>				<b>40.5</b>

Benzo(a)pyrene	$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$			
station	2008	2009	2010	gem.
41MEU1	42.1	52.6	57.8	50.8
41N043	24.2	38.7	47.8	36.9
41R001	50.8	46.5	/	48.7
41R002	44.9	31.0	27.0	34.3
41R012	37.5	24.7	35.4	32.6
41WOL1	39.0	34.3	30.2	34.5
<b>gemiddelde over alle stations</b>				<b>39.6</b>

Dibenz(a,h)anthracene	$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$			
station	2008	2009	2010	gem.
41MEU1	10.0	15.2	21.1	15.4
41N043	16.3	22.1	50.1	29.5
41R001	9.5	28.9	/	19.2
41R002	59.7	37.0	29.8	42.2
41R012	10.3	13.2	21.7	15.1
41WOL1	9.5	7.2	10.7	9.1
<b>gemiddelde over alle stations</b>				<b>21.7</b>

Fluoranthene	$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$			
station	2008	2009	2010	gem.
41MEU1	190.7	282.1	196.8	223.2
41N043	126.5	148.7	136.9	137.4
41R001	89.0	76.3	/	82.7
41R002	163.9	134.7	99.3	132.6
41R012	56.6	44.2	55.6	52.2
41WOL1	76.2	79.1	79.8	78.4
<b>gemiddelde over alle stations</b>				<b>117.7</b>

Benzo(g,h,i)perylene	$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$			
station	2008	2009	2010	<i>gem.</i>
41MEU1	43.6	59.0	55.5	52.7
41N043	28.5	37.7	41.8	36.0
41R001	43.7	51.1	/	47.4
41R002	50.1	34.3	30.9	38.4
41R012	31.9	21.7	31.6	28.4
41WOL1	37.5	33.6	29.0	33.4
<i>gemiddelde over alle stations</i>				<b>39.4</b>

Indeno(1,2,3-cd)pyrene	$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$			
station	2008	2009	2010	<i>gem.</i>
41MEU1	41.9	55.6	74.3	57.3
41N043	25.6	33.8	40.4	33.3
41R001	37.2	49.7	/	43.5
41R002	44.5	29.9	28.6	34.4
41R012	35.1	23.1	35.2	31.1
41WOL1	36.3	31.5	30.2	32.7
<i>gemiddelde over alle stations</i>				<b>38.7</b>

Pyrene	$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$			
station	2008	2009	2010	<i>gem.</i>
41MEU1	111.9	163.2	125.3	133.5
41N043	85.7	102.1	88.8	92.2
41R001	65.4	67.1	/	66.3
41R002	131.5	97.4	291.0	173.3
41R012	45.4	33.4	45.2	41.3
41WOL1	59.0	56.4	56.2	57.2
<i>gemiddelde over alle stations</i>				<b>94.0</b>

## 6 Emissieroutes en bruto-netto-emissies

De totale bruto-emissie wordt berekend zoals is beschreven in de paragraaf “berekeningswijze”. De netto-emissie wordt berekend of geschat op basis van gegevens of veronderstellingen over de weg die de emissies volgen naar de verschillende waterlopen.

Definitie bruto emissie: emissie door de punt en diffuse bronnen

Definitie netto emissie: deel van de bruto emissie die effectief in de waterloop terecht komt (vracht)

### 6.1 Emissieroutes

Emissies van atmosferische depositie worden beschouwd als een diffuse bron. De emissies kunnen op water of op land terecht komen. Emissies op water zijn directe emissies waarbij geen transportroute naar water doorlopen wordt. De Bruto emissies zijn in dat geval gelijk aan de netto emissies. Emissies op land kunnen via runoff in het oppervlaktewater terechtkomen doordat de stoffen rechtstreeks afstromen naar oppervlaktewater of onrechtstreeks via het rioolstelsel.

Stof	Zone	Type	Emissie	Percentage
<b>Metalen</b>	Totaal	Waternetwerk en grondwater	3.626	5,56
<b>Metalen</b>	Totaal	Regenwater riolering (private)	0	0
<b>Metalen</b>	Totaal	Niet gekoppeld aan IWZI	0	0
<b>Metalen</b>	Totaal	IWZI	0	0
<b>Metalen</b>	Totaal	Behandelingsbekken	19.874	30,46
<b>Metalen</b>	Totaal	Stormwater bekken	9.280	14,22
<b>Metalen</b>	Totaal	Niet gekoppeld aan RWZI	9.211	14,12
<b>Metalen</b>	Totaal	Regenwater riolering	0	0
<b>Metalen</b>	Totaal	Overstort	10.863	16,65
<b>Metalen</b>	Totaal	Afstroming	12.391	18,99
<b>Metalen</b>	Totaal	Netto emissie in oppervlakte water	65.245	100

Stof	Zone	Type	Emissie	Percentage
<b>PAK</b>	Totaal	Waternetwerk en grondwater	861	5,7
<b>PAK</b>	Totaal	Regenwater riolering (private)	0	0
<b>PAK</b>	Totaal	Niet gekoppeld aan IWZI	0	0
<b>PAK</b>	Totaal	IWZI	0	0
<b>PAK</b>	Totaal	Behandelingsbekken	524	3,47
<b>PAK</b>	Totaal	Stormwater bekken	3.137	20,78
<b>PAK</b>	Totaal	Niet gekoppeld aan RWZI	2.077	13,76
<b>PAK</b>	Totaal	Regenwater riolering	0	0
<b>PAK</b>	Totaal	Overstort	3.559	23,58
<b>PAK</b>	Totaal	Afstroming	4.938	32,71
<b>PAK</b>	Totaal	Netto emissie in oppervlakte water	15.097	100

Stof	Zone	Type	Emissie	Percentage
<b>Nutriënten</b>	Totaal	Waternetwerk en grondwater	3.962.498	5,81

<b>Nutriënten</b>	Totaal	Regenwater riolering (private)	0	0
<b>Nutriënten</b>	Totaal	Niet gekoppeld aan IWZI	0	0
<b>Nutriënten</b>	Totaal	IWZI	0	0
<b>Nutriënten</b>	Totaal	Behandelingsbekken	16.753.425	24,56
<b>Nutriënten</b>	Totaal	Stormwater bekken	11.152.098	16,35
<b>Nutriënten</b>	Totaal	Niet gekoppeld aan RWZI	5.746.850	8,42
<b>Nutriënten</b>	Totaal	Regenwater riolering	0	0
<b>Nutriënten</b>	Totaal	Overstort	12.351.651	18,11
<b>Nutriënten</b>	Totaal	Afstroming	18.252.093	26,76
<b>Nutriënten</b>	Totaal	Netto emissie in oppervlakte water	68.218.614	100

<b>Stof</b>	<b>Zone</b>	<b>Type</b>	<b>Emissie</b>	<b>Percentage</b>
<b>BTEX</b>	Totaal	Waternetwerk en grondwater	75.828	7,4
<b>BTEX</b>	Totaal	Regenwater riolering (private)	0	0
<b>BTEX</b>	Totaal	Niet gekoppeld aan IWZI	0	0
<b>BTEX</b>	Totaal	IWZI	0	0
<b>BTEX</b>	Totaal	Behandelingsbekken	37.538	3,67
<b>BTEX</b>	Totaal	Stormwater bekken	205.617	20,08
<b>BTEX</b>	Totaal	Niet gekoppeld aan RWZI	152.959	14,93
<b>BTEX</b>	Totaal	Regenwater riolering	0	0
<b>BTEX</b>	Totaal	Overstort	237.231	23,16
<b>BTEX</b>	Totaal	Afstroming	314.994	30,76
<b>BTEX</b>	Totaal	Netto emissie in oppervlakte water	1.024.167	100

<b>Stof</b>	<b>Zone</b>	<b>Type</b>	<b>Emissie</b>	<b>Percentage</b>
<b>Som</b>	Totaal	Waternetwerk en grondwater	4.042.811	5,83
<b>Som</b>	Totaal	Regenwater riolering (private)	0	0,00
<b>Som</b>	Totaal	Niet gekoppeld aan IWZI	0	0,00
<b>Som</b>	Totaal	IWZI	0	0,00
<b>Som</b>	Totaal	Behandelingsbekken	16.811.361	24,25
<b>Som</b>	Totaal	Stormwater bekken	11.370.132	16,40
<b>Som</b>	Totaal	Niet gekoppeld aan RWZI	5.911.098	8,53
<b>Som</b>	Totaal	Regenwater riolering	0	0,00
<b>Som</b>	Totaal	Overstort	12.603.305	18,18
<b>Som</b>	Totaal	Afstroming	18.584.416	26,81
<b>Som</b>	Totaal	Netto emissie in oppervlakte water	69.323.123	100,00

## 6.2 Bruto emissies

Tabel 1 geeft de bruto emissies voor de verschillende stoffen weer, uitgedrukt in kg/jaar.

*Tabel 1: Bruto emissies van atmosferische depositie in het Brussels Hoofdstedelijk gewest, gebaseerd op dagelijkse luchtkwaliteitsmetingen in de periode 2008-2010.*

Stofgroep	Stofnaam	Bruto emissies (kg/j)
<b>Metalen</b>	Arseen	10
	Cadmium	12
	Koper	15
	Kwik	14
	Nikkel	213
	Lood	10
<b>Nutriënten</b>	Stikstof	213592
<b>PAK</b>	Benzo(a)antraceen	6.6
	Benzo(a)pyreen	6.4
	Dibezo(a,h)antraceen	3.5
	Fluorantheen	19
	Benzo(g,h,i)peryleen	6.4
	Indeno(1,2,3-cd)pyreen	6.3
	Pyreen	15
<b>BTEX</b>	Benzeen	583
	Tolueen	2656
	Ethylbenzeen	224
	Xyleen	881

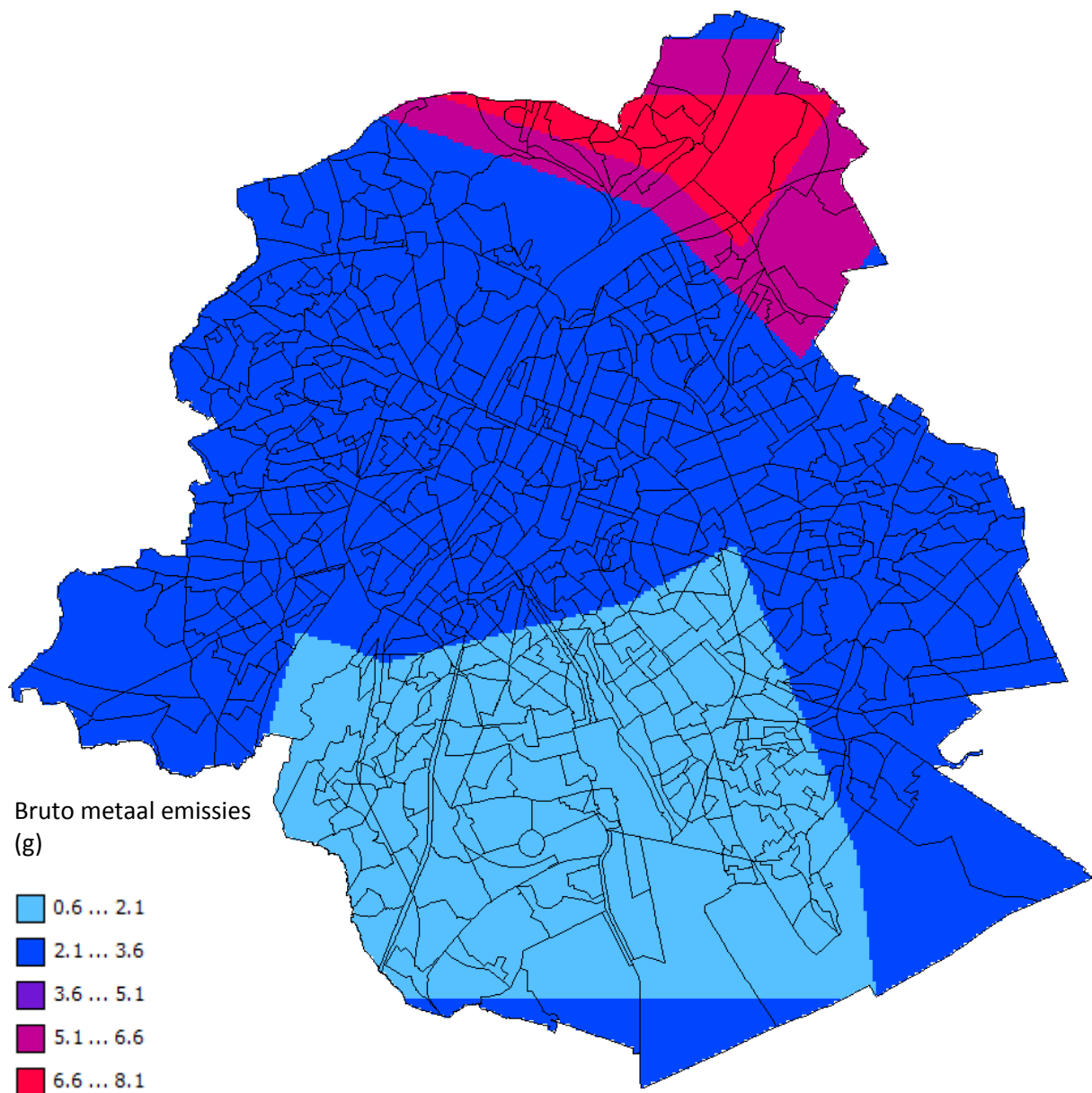
### 6.3 Netto emissies

Stof	Zone	Netto emissies	Percentage
<b>Metalen</b>	kanaal	5.368	10,93
<b>PAK</b>	kanaal	1.551	14,94
<b>Nutriënten</b>	kanaal	6.012.911	12,26
<b>BTEX</b>	kanaal	110.318	15,75
<b>Som</b>	kanaal	6.130.148	12,31
<b>Metalen</b>	woluwe	9.972	20,29
<b>PAK</b>	woluwe	4.225	40,69
<b>Nutriënten</b>	woluwe	15.413.813	31,43
<b>BTEX</b>	woluwe	268.592	38,35
<b>Som</b>	woluwe	15.696.602	31,52
<b>Metalen</b>	zenne	33.796	68,78
<b>PAK</b>	zenne	4.607	44,37
<b>Nutriënten</b>	zenne	27.612.411	56,31
<b>BTEX</b>	zenne	321.502	45,90
<b>Som</b>	zenne	27.972.315	56,17
<b>Metalen</b>	Totaal	49.136	
<b>PAK</b>	Totaal	10.383	
<b>Nutriënten</b>	Totaal	49.039.135	
<b>BTEX</b>	Totaal	700.411	

<b>Som</b>	Totaal	49.799.065
------------	--------	------------

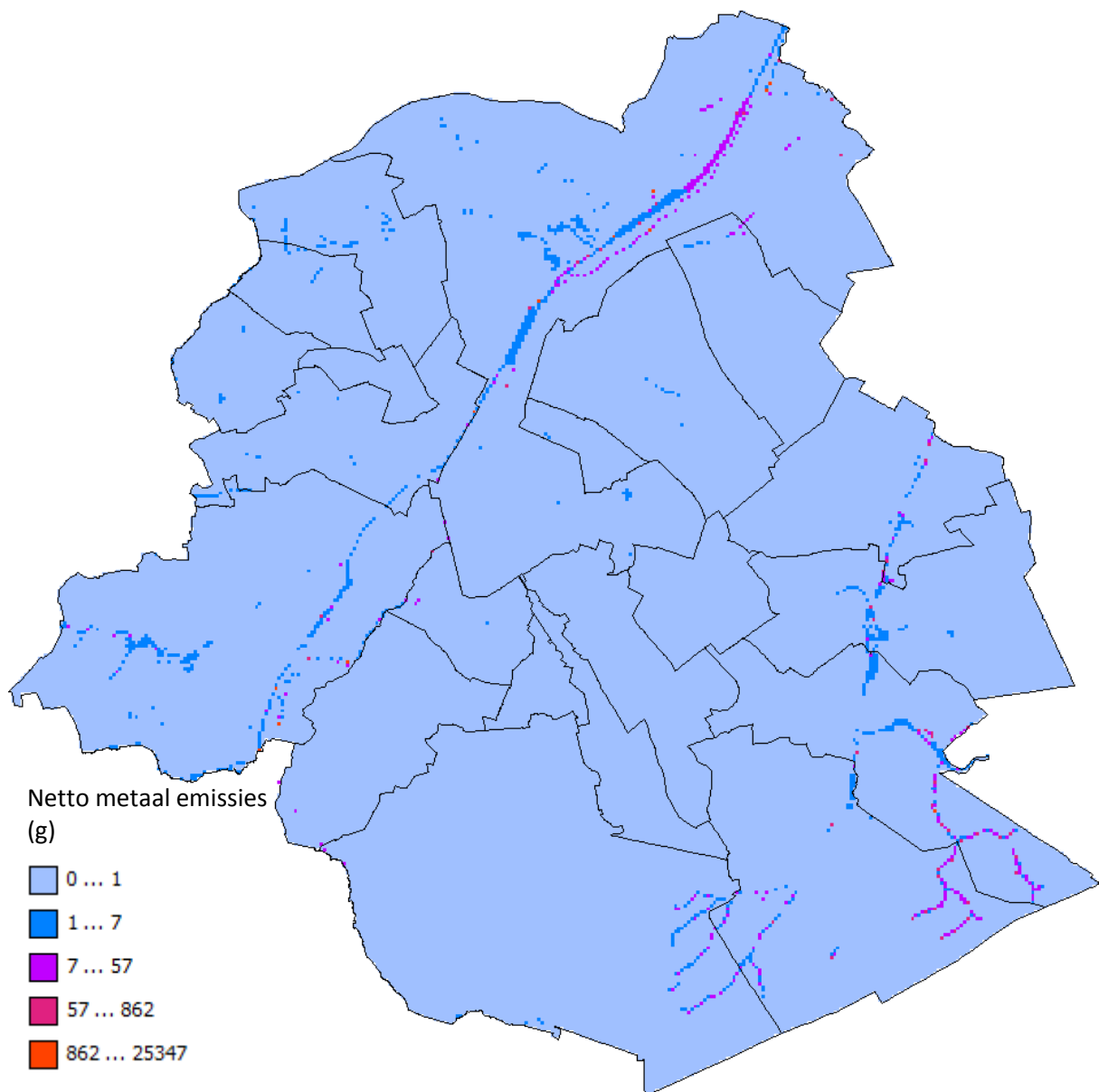
<b>Stof</b>	<b>Zone</b>	<b>Bruto emissies naar water</b>	<b>Netto emissies</b>	<b>Percentage</b>
<b>Metalen</b>	niet gerioleerd	0	0	
<b>PAK</b>	niet gerioleerd	0	0	
<b>Nutriënten</b>	niet gerioleerd	0	0	
<b>BTEX</b>	niet gerioleerd	0	0	
<b>Som</b>	niet gerioleerd	0	0	
<b>Metalen</b>	niet gezuiverd	17171	4579	26,67
<b>PAK</b>	niet gezuiverd	4548	1531	33,67
<b>Nutriënten</b>	niet gezuiverd	13072938	5838862	44,66
<b>BTEX</b>	niet gezuiverd	323253	101212	31,31
<b>Som</b>	niet gezuiverd	13417910	5946185	44,32
<b>Metalen</b>	RWZI Noord	126148	42849	33,97
<b>PAK</b>	RWZI Noord	39552	7255	18,34
<b>Nutriënten</b>	RWZI Noord	141487557	34866709	24,64
<b>BTEX</b>	RWZI Noord	2599888	510866	19,65
<b>Som</b>	RWZI Noord	144253146	35427679	24,56
<b>Metalen</b>	RWZI Zuid	16499	7384	44,75
<b>PAK</b>	RWZI Zuid	10910	1978	18,13
<b>Nutriënten</b>	RWZI Zuid	36183502	11444759	31,63
<b>BTEX</b>	RWZI Zuid	705695	133270	18,88
<b>Som</b>	RWZI Zuid	36916606	11587391	31,39
<b>Metalen</b>	Totaal	159819	54812	34,3
<b>PAK</b>	Totaal	55010	10764	19,57
<b>Nutriënten</b>	Totaal	190743998	52150330	27,34
<b>BTEX</b>	Totaal	3628835	745348	20,54
<b>Som</b>	Totaal	194587662	52961254	27,22

## 7 Koppeling van de gegevens aan GIS-data en kwantificering



Figuur 1: Geografische spreiding van de bruto emissies (metalen) ten gevolge van atmosferische depositie





**Figuur 2: Geografische spreiding van de netto emissies (metalen) ten gevolge van atmosferische depositie**

## 8 Betrouwbaarheid en verbeterpunten

Bij de classificatie van de kwaliteit van de informatie wordt zoveel mogelijk aangesloten bij de werkwijze die in de publicatiereeks Emissieregistratie wordt aangehouden **Error! Reference source not found..** Deze werkwijze is gebaseerd op de methodiek van CORINAIR (CORE emission INventories AIR). Hierbij worden de volgende kwaliteitsclassificaties aangehouden:

- A voor een getal gebaseerd op een groot aantal metingen aan representatieve locaties;
- B voor een getal gebaseerd op een aantal metingen aan een deel van de voor de sector representatieve locaties;
- C voor een getal gebaseerd op een beperkt aantal metingen. aangevuld met schattingen op basis van de technische kennis van het proces;

- D voor een getal gebaseerd op een gering aantal metingen. aangevuld met schattingen op basis van aannames;
- E voor een getal gebaseerd op een technische berekening op basis van een aantal aannames.

De emissieverklarende variabele, de grondoppervlakte van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, is zeer nauwkeurig gekend. Voor dit onderdeel is de betrouwbaarheidsklasse A.

De betrouwbaarheid van de emissiefactoren is gerelateerd aan het aantal beschikbare meetreeksen van luchtkwaliteit op verschillende locaties. Afhankelijk van de beschouwde stof varieert dat aantal van 1 tot 10 meetposten. Er zijn meer meetposten voor stoffen waarvoor een ruimtelijke variabiliteit van de concentraties in de lucht te verwachten is. Over de stoffen heen beschouwd kan aan dit onderdeel een betrouwbaarheid B toegekend worden.

De emissieroutes zijn behoorlijk goed gekend zodat classificatie A toegekend kan worden.

De betrouwbaarheid van de ruimtelijke spreiding (regionalisatie) van de emissies wordt in belangrijke mate bepaald door het aantal en de spreiding over het BHG grondgebied van de meetposten waar luchtkwaliteit gemeten wordt. Ruimtelijke spreiding van de emissies gebeurt door interpolatie tussen de meetposten. Een interpolatie vereist een groter aantal meetlocaties dan er momenteel beschikbaar is. Dit onderdeel krijgt daarom een classificatie C.

Tabel 2: Betrouwbaarheid onderdelen emissieberekening.

Onderdeel emissieberekening	Betrouwbaarheidsklasse
Emissieverklarende variabele	A
Emissiefactoren	B
Emissieroutes naar water	A
Regionalisatie	C

Verbeterpunten:

- De ruimtelijke spreiding (regionalisatie) en variatie van de emissies zal, voor de gehanteerde methode, beter ingeschat kunnen worden indien er luchtkwaliteit meetgegevens zijn van een groter aantal locaties ruimtelijk verdeeld over het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Voornamelijk voor de zware metalen is het aantal meetlocaties momenteel te beperkt om enige ruimtelijke variatie in de emissies toe te wijzen.
- Een groter aantal meetlocaties en meetreeksen met luchtkwaliteitsdata zal ook de betrouwbaarheid van de emissiefactor verhogen.

## 9 Referenties

- [1] Van der Most, P.F.J. *et al.* (1998). Methoden voor de bepaling van emissies naar lucht en water. Publicatiereeks Emissieregistratie, nr. 44.

- [2] Rijkswaterstaat - Waterdienst, Deltares, TNO (2013). Emissieschattingen Diffuse bronnen, Factsheet "Atmosferische Depositie op Nederland en Nederlands Continentaal Plat". Emissieregistratie, [www.emissieregistratie.nl](http://www.emissieregistratie.nl)
- [3] Bleeker A. en J.H. Duyzer (2003). Belasting van het oppervlaktewater door atmosferische depositie- berekening van directe depositie van 18 probleemstoffen naar water. TNO rapport 2003/476, Utrecht.

Emissies naar het oppervlaktewater in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

# **Verontreinigde waterbodems**

Opgemaakt door VITO

In opdracht van Leefmilieu Brussel - BIM

**2014**

## 1 Omschrijving emissiebron

Deze factsheet beschrijft de emissies van vanuit verontreinigde waterbodem.

Tot deze bron behoren niet emissie door erosie waarbij verontreinigde bodempartikels en sedimenten in de waterloop terecht komen. Tot deze bron behoren eveneens niet de emissies door influx van verontreinigd grondwater naar de rivier.

Enkel de vrijstelling naar het oppervlaktewater (waterkolom) van polluenten die al aanwezig zijn in de waterbodem (toplaag van de rivierbedding), wordt in deze factsheet beschouwd. Het is echter wel mogelijk dat de aanwezige verontreiniging in de waterbodem (gedeeltelijk) afkomstig is van erosie of grondwaterverontreiniging.

Emissies vanuit verontreinigde waterbodem zijn diffuse emissies langsheen het ganse riviertraject. De emissies gaan direct naar het oppervlaktewater zodat voor verontreinigde waterbodems de netto emissies gelijk zijn aan de bruto emissies.

## 2 Berekeningswijze van de emissies

De emissies worden berekend door de vermenigvuldiging van een emissieverklarende variabele (EVV), hier de grondoppervlakte verontreinigde waterbodem, met een emissiefactor (EF) per stof, uitgedrukt in emissie per eenheid van de EVV.

$$E_s = EVV \times EF$$

Waarbij:

$E_s$  = Emissie van stof s (kg/j)

EVV = grondoppervlakte verontreinigde waterbodem (m<sup>2</sup>)

EF = Emissiefactor voor stof s (g/m<sup>2</sup>/j)

## 3 Emissieverklarende variabele/basisgegevens

De emissieverklarende variabele is de grondoppervlakte verontreinigde waterbodem. Voor een rivier of een riviertraject is de oppervlakte waterbodem het product van de lengte met de breedte van de waterloop. De lengte van de rivieren of riviersegmenten is gekend als attribuut in de lijnen shape file met de waterlopen van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (bron: BIM). In [2] zijn beddingprofielen opgemeten op verschillende locaties langs waterlopen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. De daaruit beschikbare gegevens over de breedte van de waterlopen zijn gehanteerd (gemiddelde breedte) voor het berekenen van de oppervlakte waterbodem. Voor het Kanaal is de grondoppervlakte van de waterbodem gekend als attribuut in de polygonen shape file van het Kanaal (bron: BIM).

De beschouwde waterlopen voor kwantificatie van de emissies uit verontreinigde waterbodem zijn: Zenne, Kanaal, Woluwe, Neerpedebeek en Rodekloosterbeek.

Tabel 1: Emissieverklarende variabele, grondoppervlakte van de beschouwde waterlopen in het Brussels Hoofdstedelijk gewest.

Waterloop	Lengte (km)	Breedte (m)	Oppervlakte (m <sup>2</sup> )
ZENNE	25.17	14.0	353088
KANAAL			1603510
WOLLUWE	8.36	3.1	25931
NEERPEDEBEEK	4.24	2.65	11228
RODEKLOOSTERBEEK	1.97	2.2	4337

#### 4 Emissiefactoren

De emissiefactoren zijn afgeleid op basis van het pollutengehalte in de waterbodem, de partiticoëfficiënt ( $K_d$ ,  $K_{OC}$ ) (stofeigenschap) [6][7], het organisch stofgehalte in de waterbodem en de massaoverdrachtcoëfficiënt [3][4][5]. Het BIM heeft tijdens een meetcampagne in 2013 op verschillende locaties in diverse waterlopen de waterbodem bemonsterd en geanalyseerd. Naast de concentratie van verschillende pollutanten ( $C_{wb}$ ), zijn ook het organisch stofgehalte ( $f_{OC}$ ) en het droge stofgehalte ( $f_{DS}$ ) bepaald. Voor de beschouwde stoffen is de Koc partiticoëfficiënt ( $K_d$  voor metalen en nutriënten; Koc voor de overige pollutanten) opgezocht in databases met stofeigenschappen en beschikbare literatuur. De gehanteerde partiticoëfficiënten en de bijhorende referenties zijn gegeven in Tabel 2,

Tabel 3 en Tabel 4.

Tabel 2: Partitiecoëfficiënt  $K_{OC}$  van de beschouwde stoffen

STOF	$K_{OC}$ (kg/L)	Ref.
Acenafteen	5028	[6]
Acenaftyleen	5028	[6]
Anthraceen	24362	[6]
Benzo(a)anthraceen	459882	[6]
Benzo(a)pyreen	1166733	[6]
Benzo(b)fluorantheen	2130000	[7]
Benzo(k)fluorantheen	2130000	[7]
Chryseen	2130000	[7]
Dibenz(a,h)anthraceen	2029435	[6]
Fenanthreen	2130000	[7]
Fluorantheen	49433	[6]
Fluoreen	8906	[6]
Benzo(ghi)peryleen	2130000	[7]
Indeno(1,2,3-cd)pyreen	2130000	[7]
Naftaleen	1231	[6]
Pyreen	70808	[6]

Tabel 3: Partiticoëfficiënt  $K_{OC}$  van de beschouwde stoffen (vervolg)

STOF	$K_{OC}$ (kg/L)	Ref.
Benzeen	62	[6]
Tolueen	140	[6]
Ethylbenzeen	204	[6]
Xyleen	170	[6]
PCB 118	48000	[7]
PCB 138	48000	[7]
PCB 153	48000	[7]
PCB 180	48000	[7]
TetraBDE#47	3981072	[7]
DecaBDE#209	309029543	[7]
Chlordaan	51798	[6]
Chloorpyrifos	3311	[7]
Endosulfan	2040	[6]
Heptachloorepoxide	11000	[7]
1,2-Dichloorethaan	38	[6]
4-t-octylfenol	19953	[7]
4-n-octylfenol	19953	[7]
Tetrachloormethaan	152	[6]
Bis(ethylhexyl)ftalaat	114337	[6]
Dichloormethaan	28	[7]
1,2-Dichloorbenzeen	379	[6]
1,3-Dichloorbenzeen	498	[6]
1,4-Dichloorbenzeen	616	[6]
Hexachlorobutadieen	2300	[7]
Nonylfenol	316228	[6]
Pentachloorbenzeen	32148	[7]
Pentachloorfenol	2400	[6]
Tetrachloorethyleen	265	[6]
Tributyltin	15000	[7]
Trichloormethaan	53	[6]
Trichlooretheen	94	[6]
Totaal cyanide	5	[7]
Minerale olie	82277	[8]Kow*
alfa-HCH	18365	[6]
beta-HCH	2241	[6]
gamma-HCH	1477	[6]
1,3,5-Trichloorbenzeen	2200	[7]
1,2,4-Trichloorbenzeen	1659	[6]
1,2,3-Trichloorbenzeen	2200	[7]

\* afgeleid van  $K_{OW}$  (ref) op basis van de relatie uit [8]:  $\log K_{OC} = 0.00028 + (0.983 \times \log K_{OW})$



Tabel 4: Partiticoëfficiënt  $K_d$  van de beschouwde stoffen (vervolg)

STOF	$K_d$ (kg/L)	Ref
Zilver (Ag)	3981	[9]
Aluminium (Al)	Nvt	
Arseen (As)	251	[9]
Cadmium (Cd)	1995	[9]
Chroom (Cr)	1259	[9]
Kobalt (Co)	39741	[9]
Koper (Cu)	3162	[9]
Kwik (Hg)	79433	[9]
Mangaan (Mn)	Nvt	
Nikkel (Ni)	7943	[9]
Lood (Pb)	39811	[9]
Tin (Sn)	5012	[9]
Antimoon (Sb)	3981	[9]
Zink (Zn)	63096	[9]
Totale stikstof	50	[10]
Totaal fosfor	250	[10]

In [3], [4] en [5] is voor diverse organische stoffen, metalen en nutriënten de nalevering uit waterbodem onderzocht. Daarbij zijn massaoverdrachtcoëfficiënten afgeleid (o.a. op basis van fluxmetingen). Voor organische stoffen is de gemiddelde massaoverdrachtcoëfficiënt van 0.024 m/d overgenomen uit [3]. Voor metalen en nutriënten is een massaoverdrachtcoëfficiënt van 0.1 m/d aangehouden [4] [5]. In werkelijkheid varieert de massaoverdrachtcoëfficiënt ( $K_L$ ) met de aard van de stof en de heersende stromingscondities in de waterloop. Hierover zijn echter onvoldoende gegevens beschikbaar en daarom is geopteerd om bij de berekening van de emissiefactoren geen verder onderscheid te maken in de massaoverdrachtcoëfficiënten.

Uitgaande van de definitie van de partiticoëfficiënt (ref) kan de poriewaterconcentratie ( $C_{pw}$ ) berekend worden als

$$C_{pw} = \frac{C_{wb}}{K_d} = \frac{C_{wb}}{K_{OC} \cdot f_{OC}}$$

De emissiefactor ( $\text{g/m}^2/\text{d}$ ) wordt bekomen door vermenigvuldiging van de poriewaterconcentratie ( $\text{g/m}^3$ ) met de massaoverdrachtcoëfficiënt (m/d).

$$EF = C_{pw} \cdot K_L.$$

## 5 Geografische lokaties

Voor de geografische spreiding van de emissies van waterbodems is gebruik gemaakt van de beschikbare GIS kaarten met de ligging van de waterlopen (bron: BIM).

## 6 Emissieroutes en bruto-netto-emissies

De totale bruto-emissie wordt berekend zoals is beschreven in de paragraaf “berekeningswijze”. De netto-emissie wordt berekend of geschat op basis van gegevens of veronderstellingen over de weg die de emissies volgen naar de verschillende waterlopen.

Definitie bruto emissie: emissie door de punt en diffuse bronnen

Definitie netto emissie: deel van de bruto emissie die effectief in de waterloop terecht komt (vracht)

### 6.1 Emissieroutes

Emissies vanuit verontreinigde waterbodem gaan direct naar het oppervlaktewater zodat voor verontreinigde waterbodems de netto emissies gelijk zijn aan de bruto emissies.

### 6.2 Bruto/Netto emissies

Tabel 5 geeft de emissies voor de verschillende stoffen per jaar en per waterloop, uitgedrukt in kg/jaar. De emissies zijn berekend door vermenigvuldiging van de emissiefactoren met de emissieverklarende variabele. De bruto emissies zijn tevens de netto emissies doordat bij nalevering vanuit de waterbodem de emissies direct in het oppervlaktewater terecht komen.

Tabel 5: Bruto/Netto emissies van verontreinigde waterbodem in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

Stof	Bruto/Netto Emissies (kg/j)					
	Zenne	Kanaal	Woluwe	Neerpede-beek	Rodeklooster-beek	TOTAAL
Totale stikstof	1.65E+02	3.67E+02	2.85E+01	6.78E+00	7.09E-01	<b>5.68E+02</b>
Totaal fosfor	1.15E+02	3.02E+02	3.43E+00	1.70E+00	1.59E-01	<b>4.22E+02</b>
Aluminium (Al)						
Mangaan (Mn)						
Zilver (Ag)	1.15E-01	1.69E+00	4.06E-02	1.77E-02	9.51E-03	<b>1.87E+00</b>
Arseen (As)	1.82E+00	2.68E+01	6.44E-01	2.81E-01	1.51E-01	<b>2.97E+01</b>
Cadmium (Cd)	5.58E-02	6.24E-01	6.17E-03	4.67E-03	9.49E-04	<b>6.91E-01</b>
Kobalt (Co)	7.86E-01	1.22E+01	1.28E-01	5.61E-02	3.01E-02	<b>1.32E+01</b>
Chroom (Cr)	1.30E-01	1.96E+00	1.67E-02	1.82E-02	2.55E-03	<b>2.13E+00</b>
Koper (Cu)	1.09E+00	1.76E+01	1.24E-01	1.77E-01	1.20E-02	<b>1.90E+01</b>
Kwik (Hg)	3.23E-04	3.53E-03	2.97E-05	2.13E-05	7.34E-06	<b>3.91E-03</b>

Verontreinigde waterbodems

Lood (Pb)	3.74E-01	1.94E+00	1.84E-02	2.31E-02	5.08E-03	<b>2.36E+00</b>
Nikkel (Ni)	2.26E-01	3.71E+00	3.05E-02	2.78E-02	4.77E-03	<b>4.00E+00</b>
Antimoon (Sb)	1.72E-02	3.45E-01	7.29E-03	2.45E-02	4.09E-03	<b>3.98E-01</b>
Tin (Sn)	1.11E-01	1.34E+00	3.23E-02	1.41E-02	7.56E-03	<b>1.51E+00</b>
Zink (Zn)	6.81E-01	6.29E+00	3.23E-02	3.99E-02	5.56E-03	<b>7.05E+00</b>
Totaal cyanide	1.02E+02	1.62E+02	3.20E+00	7.85E-01	4.21E-01	<b>2.69E+02</b>
Minerale olie	7.64E-01	2.38E+00	4.74E-02	5.19E-02	7.36E-03	<b>3.25E+00</b>
Naftaleen	1.40E-02	3.56E-02	1.58E-04	6.89E-05	3.69E-05	<b>4.98E-02</b>
Acenaftyleen	2.66E-03	1.06E-02	7.72E-05	3.37E-05	1.81E-05	<b>1.34E-02</b>
Acenafteen	9.00E-03	1.24E-02	1.49E-04	3.37E-05	1.81E-05	<b>2.16E-02</b>
Fluoreen	4.44E-03	9.46E-03	6.44E-05	1.94E-05	5.10E-06	<b>1.40E-02</b>
Fenanthreen	3.38E-05	1.71E-04	7.95E-07	3.18E-07	2.13E-07	<b>2.06E-04</b>
Anthraceen	1.45E-03	7.00E-03	3.94E-05	1.11E-05	7.39E-06	<b>8.51E-03</b>
Fluorantheen	6.26E-03	1.74E-02	9.16E-05	3.16E-05	2.17E-05	<b>2.38E-02</b>
Pyreen	3.20E-03	9.03E-03	4.52E-05	1.72E-05	1.10E-05	<b>1.23E-02</b>
Benzo(a)anthraceen	3.46E-04	1.11E-03	4.86E-06	1.70E-06	1.23E-06	<b>1.46E-03</b>
Chryseen	8.07E-05	2.71E-04	1.22E-06	4.30E-07	2.47E-07	<b>3.54E-04</b>
Benzo(b)fluorantheen	5.15E-05	1.82E-04	7.98E-07	3.03E-07	1.45E-07	<b>2.34E-04</b>
Benzo(k)fluorantheen	2.59E-05	9.18E-05	2.83E-07	7.96E-08	4.27E-08	<b>1.18E-04</b>
Benzo(a)pyreen	1.08E-04	3.94E-04	1.64E-06	5.81E-07	3.58E-07	<b>5.04E-04</b>
Indeno(1,2,3-cd)pyreen	3.38E-05	1.26E-04	5.74E-07	3.34E-07	1.11E-07	<b>1.61E-04</b>
Dibenz(a,h)anthraceen	7.06E-06	2.37E-05	1.20E-07	8.52E-08	2.24E-08	<b>3.10E-05</b>
Benzo(ghi)peryleen	3.36E-05	1.55E-04	5.99E-07	3.66E-07	1.02E-07	<b>1.89E-04</b>
PCB 118	4.31E-05	4.11E-05	2.06E-07	1.06E-06	3.79E-08	<b>8.55E-05</b>
PCB 138	8.84E-05	6.44E-05	3.18E-07	2.26E-06	3.79E-08	<b>1.55E-04</b>
PCB 153	1.59E-04	4.49E-04	5.77E-07	3.39E-06	3.79E-08	<b>6.11E-04</b>
PCB 180	8.64E-05	6.36E-05	2.81E-07	1.70E-06	3.79E-08	<b>1.52E-04</b>
TetraBDE#47	7.46E-03	3.09E-02	1.40E-04	5.62E-04	3.24E-05	<b>3.91E-02</b>
DecaBDE#209	1.69E-02	1.09E-02	7.34E-05	3.84E-03	3.82E-06	<b>3.17E-02</b>
Bis(ethylhexyl)ftalaat	2.76E-03	3.72E-03	5.09E-05	8.90E-05	1.19E-05	<b>6.64E-03</b>
Pentachloorfenol	1.78E-03	6.61E-03	7.43E-05			<b>8.47E-03</b>
4-n-octylfenol	2.15E-04	7.96E-04	8.94E-06			<b>1.02E-03</b>
4-t-octylfenol	2.15E-04	7.96E-04	8.94E-06			<b>1.02E-03</b>
Nonylfenol	2.18E-03	2.17E-03	9.81E-06			<b>4.36E-03</b>
Benzeen	6.83E-02	2.62E-01	6.29E-03	2.75E-03	1.47E-03	<b>3.41E-01</b>
Tolueen	2.44E-01	4.00E-01	1.07E-02	1.21E-03	6.49E-04	<b>6.56E-01</b>
Ethylbenzeen	2.07E-02	7.91E-02	1.90E-03	8.31E-04	4.46E-04	<b>1.03E-01</b>
Xyleen	2.48E-02	9.51E-02	2.29E-03			<b>1.22E-01</b>
Dichloormethaan	3.77E-02	1.44E-01	3.46E-03			<b>1.85E-01</b>
Trichloormethaan	2.41E-02	9.22E-02	2.22E-03	9.69E-04	5.19E-04	<b>1.20E-01</b>
Tetrachloormethaan	5.55E-03	2.12E-02	5.11E-04	2.23E-04	1.20E-04	<b>2.76E-02</b>
1,2-Dichloorethaan	3.33E-02	1.27E-01	3.06E-03	1.34E-03	7.18E-04	<b>1.66E-01</b>
Trichlooretheen	1.79E-02	6.85E-02	1.65E-03	7.19E-04	3.86E-04	<b>8.91E-02</b>
Tetrachloorethyleen	6.37E-03	2.44E-02	5.86E-04	2.56E-04	1.37E-04	<b>3.17E-02</b>
1,3-Dichloorbenzeen	8.48E-04	3.24E-03	7.80E-05	3.41E-05	1.83E-05	<b>4.22E-03</b>

1,4-Dichloorbenzeen	6.85E-04	2.62E-03	6.30E-05	2.75E-05	1.48E-05	<b>3.41E-03</b>
1,2-Dichloorbenzeen	1.11E-03	4.26E-03	1.02E-04			<b>5.47E-03</b>
Trichloorbenzenen	1.75E-04	4.80E-04	5.39E-06			<b>6.60E-04</b>
Hexachlorobutadieen	1.83E-03	7.02E-03	1.69E-04			<b>9.02E-03</b>
Pentachloorbenzeen	2.62E-05	1.00E-04	2.41E-06	1.06E-06	5.65E-07	<b>1.31E-04</b>
HCH	8.90E-05	3.41E-04	8.19E-06	3.58E-06	1.92E-06	<b>4.44E-04</b>
Heptachloorepoxide	1.53E-05	5.87E-05	1.41E-06			<b>7.54E-05</b>
Endosulfan	3.10E-04	1.19E-03	2.85E-05	1.25E-05	6.68E-06	<b>1.54E-03</b>
Chlordaan	2.44E-06	9.35E-06	2.25E-07	9.82E-08	5.26E-08	<b>1.22E-05</b>
Chloorpyrifos	6.46E-04	2.40E-03	2.69E-05			<b>3.07E-03</b>
Tributyltin	3.89E-04	1.82E-04	2.59E-06	1.13E-06	6.06E-07	<b>5.75E-04</b>

## 7 Betrouwbaarheid en verbeterpunten

Bij de classificatie van de kwaliteit van de informatie wordt zoveel mogelijk aangesloten bij de werkwijze die in de publicatiereeks Emissieregistratie wordt aangehouden **Error! Reference source not found..** Deze werkwijze is gebaseerd op de methodiek van CORINAIR (COrRe emission INventories AIR). Hierbij worden de volgende kwaliteitsclassificaties aangehouden:

- A voor een getal gebaseerd op een groot aantal metingen aan representatieve locaties;
- B voor een getal gebaseerd op een aantal metingen aan een deel van de voor de sector representatieve locaties;
- C voor een getal gebaseerd op een beperkt aantal metingen aangevuld met schattingen op basis van de technische kennis van het proces;
- D voor een getal gebaseerd op een gering aantal metingen aangevuld met schattingen op basis van aannames;
- E voor een getal gebaseerd op een technische berekening op basis van een aantal aannames.

De emissieverklarende variabele, bodemoppervlakte van de waterloop, is gebaseerd op meetgegevens. Voor het kanaal is de oppervlakte gedetailleerd gekend (polygoonkaart). Voor de overige waterlopen is de oppervlakte berekend op basis van een gemiddelde breedte afgeleid één of meerdere opgemeten dwarssecties. Daarbij is aangenomen dat de opgemeten dwarssecties representatief zijn. Aan de emissieverklarende variabele wordt daarom een betrouwbaarheidsclassificatie B toegekend.

De emissiefactoren zijn afgeleid op basis van het pollutengehalte in de waterbodem, de partiticoëfficiënt, het organisch stofgehalte in de waterbodem en de massaoverdrachtcoëfficiënt. Het pollutengehalte en organisch stofgehalte in de waterbodem zijn bepaald op basis van een enkelvoudige bemonstering per locatie. De partitie- en massaoverdrachtcoëfficiënten zijn overgenomen uit literatuur. De gehanteerde partiticoëfficiënten zijn stofspecifiek. Voor de massaoverdracht zijn onvoldoende gegevens beschikbaar om stofspecifieke coëfficiënten te hanteren. Bij de berekening van de emissiefactoren voor de massaoverdrachtcoëfficiënten is bijgevolg enkel onderscheid gemaakt tussen organische pollutanten enerzijds en metalen of nutriënten anderzijds. De emissiefactoren krijgen daarom een betrouwbaarheidsclassificatie C.

De emissieroutes naar water krijgen een classificatie A. De emissies uit waterbodem komen immers rechtstreeks in het oppervlaktewater terecht.

De regionalisatie van de emissies is gebaseerd op de beschikbare waterlopenkaart. Per waterlopen zijn slechts een beperkt aantal meetlocaties bemonsterd waardoor differentiatie van de emissies voor verschillende waterloop segmenten weinig zinvol is. Per waterloop zijn de gemiddelde waarden aangehouden. De ruimtelijke spreiding is beperkt en daarom is een betrouwbaarheidsclassificatie B toegekend.

Tabel 6: Betrouwbaarheid onderdelen emissieberekening.

Onderdeel emissieberekening	Betrouwbaarheidsklasse
Emissieverklarende variabele	B
Emissiefactoren	C
Emissieroutes naar water	A
Regionalisatie	B

Verbeterpunten:

- Emissiefactoren en regionalisatie kunnen verbeterd worden door uitbreiding (herhalingsmetingen op meerdere locaties) van het meetnet waterbodem.
- Voor een verbeterde inschatting van de emissies uit waterbodem is een lokale studie van de nalevering van pollutanten uit de waterlopen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest wenselijk waarbij de verschillende factoren die bepalend zijn voor de nalevering in de beschouwde waterlopen geanalyseerd worden. De huidige berekeningen zijn een sterk vereenvoudigde benadering op basis van de beschikbare informatie.

## 8 Referenties

- [1] Van der Most, P.F.J. *et al.* (1998). Methoden voor de bepaling van emissies naar lucht en water. Publicatiereeks Emissieregistratie, nr. 44.
- [2] ERM., VUB (1996). Karakterisatie der bodems van de onbevaarbare waterlopen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Volume 1, Bijlage 1.
- [3] C.A. Schipper, F. Smedes, J.P.M. Vink, J. Joziase, P.C.M. van Noort, J. Smits, J. van Beek, A. ijdeveld, G.D. Roskam, L. Osté, H.H.M. Rijnaarts, H.J. de Lange, A.A. Koelmans, J. Harmsen, P. Korytar, I. Velzeboer (2009). Nalevering van stoffen vanuit de waterbodem naar oppervlaktewater.
- [4] Koelmans A.A., Poot A., De Lange H.J., Velzeboer I, Harmsen J. and Van Noort P.C.M. (2010) Estimation of In Situ Sediment-to-Water Fluxes of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, Polychlorobiphenyls and Polybrominated Diphenylethers. Environmental Science and Technology, 44: 3014–3020.
- [5] Reddy K.R., Kadlec, R.H., flaig E. and Gale P.M. (1999). Phosphorus retention in streams and wetlands: a review. Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 29(1): 83-146.

- [6] EPA (1996) Soil Screening Guidance: Technical Background Document. Part 5: Chemical-Specific Parameters. EPA/540/R-95/128
- [7] Technical Appendix B - Physicochemical Properties for TRI Chemicals and Chemical Categories
- [8] Ti Toro (1985) A particle interaction model of reversible organic chemical sorption. *Chemosphere*, 14 (10): 1503–1538.
- [9] Allison J.D and Allison T.L. (2005). Partition coefficients for metals in surface water, soil, and waste. EPA/600/R-05/074.
- [10] Reddy K.R., Diaz O.A., Scinto L.J., Agami M. (1995). Phosphorus dynamics in selected wetlands and streams of the lake Okeechobee Basin. *Ecological Engineering*, 5: 183-207.
- [11] Osté L. (2011). Achtergronddocument bij de Handreiking beoordelen waterbodems. Deltares Rapport 1204085-001.
- [12] Osté L. (2012). De bijdrage van de waterbodem aan de eutrofiëring in het Volkerak Zoommeer. Deltares Rapport 1204555-000.
- [13] Van Elswijk M., Otte P.F., Blijenberg M., Swartjes F.A., van de Guchte C. (2001). Risico's van blootstelling van de mens aan verontreinigde waterbodems. RIZA-werkdocument nr.2001.120x, AKWA-document nr.01.002.
- [14] Young W.J. (2001). Regionalisation of flow variables used in modelling riverine material transport in the National Land and Water Resources Audit. CSIRO Land and Water Technical Report 36/01.
- [15] Verbruggen E.M.J., Posthumus R., van Wezel A.P. (2001). Ecotoxicological Serious Risk concentrations for soil, sediment and (ground)water: updated proposals for first series of compounds. RIVM rapport 711701020.
- [16] Ter Hulscher & Van Noort (2006). Gebruik en interpretatie van beschikbaarheidsmetingen bij het beoordelen van waterbodemverontreiniging. RIZA-rapport 2006.030
- [17] Van Noort, P.C.M., Haftka J.H., Parsons J.R. (2010). Updated Abraham solvation parameters for polychlorinated biphenyls. *Environmental Science and Technology*, 44: 7037-7042.
- [18] Jaarsma, N., M. Klinge en L. Lamers (2008). Van helder naar troebel... en weer terug. STOWA-rapport nr. 2008-04.
- [19] Bakker D. (2012). Nalevering van nutriënten uit waterbodems in de KRW-Verkenner. Mogelijkheden en onmogelijkheden. Deltares Rapport 1204085-001.
- [20] De Lange H.J., DE Wit C.C.F., Harmsen J., Koelmans A.A. (2006). Nalevering van verontreinigende stoffen uit waterbodems, deelrapport A. Een literatuurstudie naar processen. Alterra-rapport 1404.
- [21] Clavero V., Izquierdo J.J., Fernández J.A., Niell F.X. (2000) Seasonal fluxes of phosphate and ammonium across the sediment-water interface in a shallow small estuary (Palmones River, southern Spain). *Marine Ecology Progress Series*, 198: 51-60.
- [22] Baily E.K.M., Stankelis R.M., Smail P.W., Greene S., Rohland F.M., Boynton W.R. (2003). Dissolved oxygen and nutrient flux estimation from sediments in the Anacostia River. Technical Report series No. TS-423-03-CBL of the University of Maryland, Center for Environmental Science.
- [23] Sinke A.J.C. (1992). Phosphorus dynamics in the sediment of a eutrophic lake. Proefschrift Landbouwniversiteit Wageningen.