

# **Industriële en communale bronnen Emissieregistratie**

## **Effluenten RWZI's (gemeten stoffen)**

Versie mei 2016

De gepresenteerde methode voor emissieberekening van de genoemde emissieoorzaken in deze factsheet is actueel, maar vanaf 2017 worden de nieuwe emissiecijfers niet meer toegevoegd. Ga voor de meest recente emissiecijfers naar de website van EmissieRegistratie ([www.emissieregistratie.nl](http://www.emissieregistratie.nl)).

# Effluenten Rioolwaterzuiveringsinstallaties (gemeten)

## 1 Omschrijving emissiebron

Deze factsheet bevat een beschrijving van de bepaling van de effluenten (restlozingen) van rioolwaterzuiveringsinstallaties voor de zogenaamde gemeten stoffen: totaal stikstof, totaal fosfor, de parameter Chemisch Zuurstofverbruik en de zware metalen koper, chroom, lood, zink, cadmium, nikkel, kwik, alsmede arseen. De gegevens worden door het CBS verzameld en gerapporteerd in het kader van de EmissieRegistratie en de Milieustatistieken.

De bron 'Effluenten Rwzi's (gemeten)' heeft de emissie-oorzaakcode E400101 en wordt binnen de landelijke EmissieRegistratie toegerekend aan de doelgroep Riolering en Waterzuivering. Binnen het begrippenkader 'Emissies en belasting' worden de effluenten uitsluitend toegerekend aan de 'Belasting van het oppervlaktewater'. De effluenten tellen niet mee bij 'Emissie' [1].

De effluentvrachten van niet gemeten stoffen ('Effluenten Rwzi's (berekend)') worden vastgesteld door Deltares in samenwerking met RWS-WVL. Aangezien de methode daarvoor duidelijk afwijkt van die van de gemeten stoffen, wordt dat in een aparte factsheet [2] beschreven.

## 2 Toelichting berekeningswijze

Het CBS inventariseert jaarlijks voor de in paragraaf 1 genoemde stoffen de influenten en effluenten van de circa 340 rioolwaterzuiveringsinstallaties in Nederland. De gegevens worden ingezameld via de enquête Zuivering van afvalwater. Voor beschrijvingen van methoden en uitkomsten zie [3].

### a) Stikstof en fosfor.

Voor Stikstof en Fosfor worden de via het effluent geloosde jaarvrachten door de waterbeheerders bepaald op basis van periodieke metingen van concentratie en debiet, zoals voorgeschreven in het Lozingenbesluit Wvo Stedelijk afvalwater [4] (tot en met rapportagejaar 2009)<sup>1</sup>. Daarbij wordt voor de wijze van bemonsteren, analyseren, en het berekenen van de jaarvrachten gewerkt volgens Bijlage 1 van dat Besluit. De waterbeheerder berekent per meetdag de geloosde vracht. Voor berekening van de jaarvracht van een rioolwaterzuiveringsinstallatie wordt het gemiddelde van de dagvrachten vermenigvuldigd met 365.

In formule:

$$V_e = \frac{1}{1000} * \sum_{d=1}^{d=M} (C_d * Q_d) * \frac{365}{M}$$

$V_e$  = de hoeveelheid van een stof in het gezuiverde afvalwater in kg/jaar

$d$  = de betrokken bemonsteringsdag

$M$  = het aantal bemonsteringsdagen per kalenderjaar

$C_d$  = de concentratie in het effluent op dag  $d$  in g / m<sup>3</sup>

$Q_d$  = de geloosde hoeveelheid afvalwater op dag  $d$  in m<sup>3</sup>.

### b) Zware metalen en arseen

Voor de metalen is de berekening afhankelijk van de beschikbaarheid van meetgegevens waaruit een vracht kan worden berekend. Voor de berekening van de metaalvrachten geldt de volgende berekeningswijze.

1. Bij een aantal rwzi's (circa 100) worden de metalen zowel in het influent als het effluent gemeten. Uit deze gegevens worden de influent- en effluentvrachten door de waterbeheerder berekend volgens de methode die ook bij stikstof en fosfor wordt gebruikt (zie de bij a) gegeven formule).

<sup>1</sup> Inmiddels is het Lozingenbesluit opgegaan in het nieuwe Besluit van 30 november 2009 houdende regels met betrekking tot het beheer en gebruik van watersystemen (Waterbesluit, V&W, 2009) onder de nieuwe Waterwet (zie referentie [9]).

- Daarnaast worden bij ruim 100 rwzi's de metalen alleen in het effluent gemeten. De berekening van de jaarvracht in het effluent is ook in dit geval hetzelfde als onder a). Tevens wordt bij deze rwzi's de influentvracht geschat met behulp van de vracht in het zuiveringsslib:

$$V_i = V_e + V_s \text{ (voor berekening van } V_s \text{ zie onder punt 4 hieronder).}$$

- Uit de gegevens van 1) en 2) wordt voor alle metalen behalve cadmium, kwik en arseen, een gemiddeld zuiveringsrendement  $R$  afgeleid. Dit gebeurt op basis van een statistische analyse van de rendementen met SPSS. Als schatter voor het gemiddelde rendement wordt genomen de parameter 'gewogen gemiddelde volgens Tukey'. Bij deze berekening tellen extreme waarden (zogenaamde outliers) minder zwaar mee bij de bepaling van het gemiddelde.
- De onder 3. berekende gemiddelde zuiveringsrendementen worden gebruikt om bij de rwzi's waar geen zware metalen in het effluent worden gemeten, de effluenten te schatten op basis van de vrachten metalen in het geproduceerde zuiveringsslib. In formule:

$$V_e = V_s / R * (100-R)$$

$$\begin{aligned} V_e &= \text{vracht in het effluent kg/jr} \\ V_s &= \text{Vracht in het zuiveringsslib in kg/jr;} \\ R &= \text{zuiveringsrendement (\%).} \end{aligned}$$

Met:

$$V_s = \frac{1}{1000000} * \sum_{d=1}^{d=M} (C_{s,d}) / M * DS$$

$$\begin{aligned} C_{s,d} &= \text{gehalte in het zuiveringsslib, gemeten op dag d, in mg/kg droge stof} \\ M &= \text{aantal metingen per jaar} \\ DS &= \text{de hoeveelheid geproduceerd zuiveringsslib in kg droge stof per jaar.} \end{aligned}$$

Voor cadmium, kwik en arseen wordt, in plaats van de berekening onder punt 3, gebruik gemaakt van vaste rendementen, afkomstig uit [5]. Dat is mede ingegeven door het feit dat voor deze stoffen, minder metingen beschikbaar zijn en er vaak ook detectiegrens problemen optreden, waardoor het berekenen van een gemiddeld rendement niet voldoende betrouwbaar is.

Een berekening van effluenten en influenten op basis van de slibvracht en een vast aangenomen rendement is vaak wel mogelijk.

### 3 Emissieverklarende variabele

Niet van toepassing, het betreft emissies die bepaald zijn via metingen.

### 4 Emissiefactoren

Niet van toepassing, het betreft emissies die bepaald zijn via metingen.

### 5 Maatregelen en effecten

De effluenten van de rioolwaterzuiveringsinstallaties worden beïnvloed enerzijds door verbeteringen in het zuiveringsproces en anderzijds door maatregelen en effecten bij de verschillende doelgroepen die op het riool lozen.

#### a) Verbeteringen in het zuiveringsproces

In het kader van het voldoen aan de eisen van de Richtlijn stedelijk afvalwater is op de meeste zuiveringsinstallaties overgegaan tot defosfatering en verregaande stikstofverwijdering. De doelstelling is dat het landelijk rendement voor zowel totaal stikstof als totaal fosfor 75% bedraagt. In 2006 is deze doelstelling behaald. Een uitgebreide beschouwing over de fosfaat- en stikstofverwijdering op rioolwaterzuiveringsinstallaties wordt gegeven in referentie [6].

De toepassing van chemische defosfatering heeft met name in de periode 1990-1995 geleid tot een stijging van de rendementen voor een aantal metalen. Een belangrijke ontwikkeling is voorts dat er modernisering en schaalvergroting van de populatie rwzi's heeft plaatsgevonden, mede ingegeven door de Richtlijn stedelijk afvalwater en de doelstelling voor de nutriëntenverwijdering. Daardoor is het aandeel van ultra-laagbelaste actiefslib installaties aanzienlijk toegenomen [6].

Door langere verblijftijden en de daarmee samenhangende lagere slibbelastingen is de opname van de meeste zware metalen in het slib verbeterd. Dat heeft met name de laatste 10 jaar geleid tot verbeterde zuiveringsrendementen. De nieuwbouw en modernisering van grote rwzi's heeft landelijk gezien een positief effect gehad op de rendementen. Ook de verbeterde verwijdering van zwevend stof (verminderde slibuitspoeling) heeft geleid tot betere verwijdering van metalen.

#### b) Maatregelen en effecten bij de diverse emissiebronnen.

De nutriënten en zware metalen die via de riolering op de rwzi's terechtkomen zijn afkomstig van een groot aantal diffuse en puntbronnen. Te noemen zijn de huishoudens, industrie, verkeer en vervoer, corrosieprocessen en atmosferische depositie. Het gaat te ver om hier een overzicht te geven van alle bekende maatregelen en effecten die invloed hebben op de trend in de lozingen op het riool. Hieronder volgt een korte opsomming van de belangrijkste.

Voor puntbronnen (industrie) zijn de meeste emissies in de periode 1990-2000 grondig gesaneerd wat voor alle stoffen heeft geleid tot beduidend lagere industriële emissies op het riool. Voor kwik is voorts de sanering van de lozingen door tandartspraktijken van belang.

Door verminderde luchtemissies in binnen- en buitenland is de bron 'afspoeling van atmosferische depositie naar het riool' voor cadmium, nikkel, zink, lood, koper en stikstof totaal afgenomen.

Daarentegen is de loodemissie door corrosie van loden stroken en slabben op woningen en andere gebouwen iets toegenomen door volume-effecten. De zinkemissies door corrosie van bladzink (dakgoten) is verminderd door een lagere SO<sub>2</sub> concentratie in hemelwater (effect). De zinkemissies door corrosie van gegalvaniseerd staal in bijvoorbeeld straatmeubilair en skeletbouw is verminderd door de toepassing van coatings (maatregel).

Bij koper is, afgezien van de vermindering van de industriële lozingen en de atmosferische depositie, geen duidelijke afname van de overige emissies op riool. De emissies vanuit veruit de grootste bron, de huishoudens (o.a. koperen waterleidingen), blijven stijgen door volume-effecten. Door slijtage van banden en koperhoudende remvoeringen in voertuigen komen ook nog aanzienlijke hoeveelheden koper via afspoeling van het wegoppervlak in het riool terecht.

## 6 Tijdreeks emissiefactoren

Niet van toepassing, het betreft emissies die bepaald zijn via metingen.

## 7 Emissies

Ter informatie worden allereerst in tabel 1 de influentgegevens weergegeven. In tabel 2 staan de emissies, de effluenten. Tabel 3 geeft de landelijke zuiveringsrendementen, berekend uit de landelijke influenten en effluenten. Tabel 4, tenslotte, geeft een tijdreeks van de gemiddelde rendementen die zijn gehanteerd bij de bijschatting van metalen in effluent, voor rwzi's waar geen effluentgegevens bekend zijn (zie stap 4 van de beschrijving hierboven).

Tabel 1: Influenten CZV, N, P (ton/jr) en zware metalen (kg/jr)

Naam Stof	1990	1995	2000	2005	2010	2013	2014
	1000 kg/jr						
Chemisch Zuurstofverbruik	932 832	920 541	920 719	943 467	953 490	943 414	977 237
Fosforverbindingen als P	14 357	13 756	13 300	14 425	13 880	13 356	13 523

Naam Stof	1990	1995	2000	2005	2010	2013	2014
Stikstofverbindingen als N	81 441	83 978	84 726	84 825	87 866	87 733	89 627
	<i>kg/jr</i>						
Arseen	4 943	5 673	5 801	5 891	6 295	6 877	6 726
Cadmium	2 049	1 605	1 030	1 317	803	725	560
Chroom	38 733	37 098	22 707	17 128	17 391	17 107	16 515
Koper	177 145	183 429	156 891	159 754	145 405	152 832	142 548
Kwik	1 049	710	511	419	319	291	272
Lood	96 356	76 552	59 425	43 817	36 893	36 351	36 798
Nikkel	32 675	30 951	25 394	21 507	20 905	19 572	18 202
Zink	497 455	450 635	438 782	469 266	460 409	425 214	397 795

Tabel 2: Effluenten CZV, N, P (ton/jr) en zware metalen (kg/jr)

Naam Stof	1990	1995	2000	2005	2010	2013	2014
	<i>1000 kg/jr</i>						
Chemisch Zuurstofverbruik	131 495	100 486	91 033	77 895	75 461	68 429	67 013
Fosforverbindingen als P	6 239	3 529	2 845	2 651	2 226	2 079	2 179
Stikstofverbindingen als N	39 534	36 248	28 952	21 742	16 586	14 639	14 101
	<i>kg/jr</i>						
Arseen	2 471	2 618	2 787	2 736	2 848	3 219	3 246
Cadmium	820	380	471	252	232	155	169
Chroom	13 130	5 934	5 035	3 474	2 897	2 502	2 208
Koper	36 492	22 640	17 846	12 235	8 842	10 226	8 134
Kwik	315	172	143	97	87	57	59
Lood	25 149	10 293	8 555	6 249	3 901	2 925	2 298
Nikkel	19 474	13 447	12 037	9 660	9 367	8 550	7 551
Zink	140 282	119 868	100 897	85 047	85 375	87 024	73 021

Tabel 3: Landelijke zuiveringsrendementen voor N en P en zware metalen (%)

Naam Stof	1990	1995	2000	2005	2010	2013	2014
Chemisch Zuurstofverbruik	86	89	90	92	92	93	93
Fosforverbindingen als P	57	74	79	82	84	84	84
Stikstofverbindingen als N	51	57	66	74	81	83	84
Arseen	50	54	52	54	55	53	52
Cadmium	60	76	54	81	71	79	70
Chroom	66	84	78	80	83	85	87
Koper	79	88	89	92	94	93	94
Kwik	70	76	72	77	73	80	78
Lood	74	87	86	86	89	92	94
Nikkel	40	57	53	55	55	56	59
Zink	72	73	77	82	81	80	82

Tabel 4: Gemiddelde zuiveringsrendementen (%) voor bijschatting van de zware metalen in effluenten.

Metaal	1990	1995	2000	2005	2010	2013	2014
Arseen	50	50	50	50	50	50	50
Cadmium	60	60	60	60	60	60	60
Chroom	66	81	79	78	83	87	89
Koper	79	90	92	94	95	95	95
Kwik	70	70	70	70	70	70	70
Lood	74	88	89	87	92	95	95
Nikkel	40	50	55	56	59	65	60
Zink	72	76	79	85	84	82	84

## 8 Verdeling compartimenten

De effluënten vallen volledig onder het compartiment Belasting oppervlaktewater. Bij het zuiveringsproces komen ook luchtmissies vrij, gerelateerd aan de omzetting van stikstof en CZV (in de sliblijn en de waterlijn). Zie hiervoor het protocol Broeikasgassen [7].

## 9 Emissieroutes naar water

Het gaat om 100% directe afvoer naar het oppervlaktewater.

## 10 Regionalisatie

De eindbestemming van de effluentlozing is per rwzi via het ontvangende oppervlaktewater gekoppeld aan een afwateringseenheid.

## 11 Opmerkingen en wijzigingen ten opzichte van voorgaande jaren

Geen bijzonderheden.

## 12 Betrouwbaarheid en verbeterpunten

Aan elk onderdeel van de emissieberekening is een betrouwbaarheid toegekend. De volgende betrouwbaarheidspercentages zijn hierbij gehanteerd: 1%, 5%, 10%, 25%, 50%, 100%, 200% en 400%. Een betrouwbaarheid van 1% wil zeggen dat het desbetreffende onderdeel zeer betrouwbaar is; een betrouwbaarheid van 400% betekent een grote onzekerheid in het desbetreffende onderdeel. Alle percentages ertussen geven van laag naar hoog een steeds kleinere betrouwbaarheid en een grotere onzekerheid. Voor elk van de onderdelen is de betrouwbaarheid ingeschat door een groep experts. Hierbij zijn onder andere de volgende punten in overweging genomen:

- Metingen: zijn er metingen beschikbaar? Om hoeveel metingen gaat het? Zijn ze recent, realistisch en representatief? Hoe groot is de variatie?
- Als er geen metingen voorhanden zijn: is er veel literatuur of andere informatiebronnen beschikbaar?
- Als de emissie d.m.v. een model wordt verkregen: wat is de schaal van het model en is het model gevalideerd?
- Aannames: moeten er veel aannames gedaan worden en hoe groot zijn die?
- Regionalisatie: geeft de lokator een goed beeld van de ruimtelijke verdeling van de bron? Hoe groot is de variatie van de emissie in de ruimte en kan deze variatie door de lokator wel goed over Nederland verdeeld worden?

Onderdeel emissieberekening	Betrouwbaarheidspercentage (%)
Emissieverklarende variabele	Nvt
Emissiefactor	Nvt
Verdeling compartimenten	1
• Emissieroutes naar water	1
• Berekende jaarvrachten:	
• N en P	5
• Cu, Cr, Pb, Ni en, Zn	25
• As, Cd en Hg	50
Regionalisatie	1

Toelichting op de betrouwbaarheidspercentages:

Het gaat bij alle rwzi's om directe lozing op oppervlaktewater. Derhalve een onzekerheid van 1% voor de verdeling over de compartimenten en voor de emissieroute.

De effluënten van N-totaal en P-totaal worden door de waterbeheerders op alle rwzi's frequent (varierend van 12 maal per jaar tot dagelijks) bepaald via metingen van concentratie en debiet, waardoor aan dit onderdeel een betrouwbaarheid van 5% wordt toegekend.

Op ruim de helft van de rwzi's worden de effluënten van koper, chroom, lood, zink en nikkel bepaald via metingen van concentratie en debiet.. Bij de overige rwzi's (voornamelijk de kleinere) worden deze vrachten geschat op basis van gemeten slibvrachten en gemiddelde rendementen. Gekozen is om bij de combinatie van beide methoden uit te gaan van een betrouwbaarheidspercentage van 25%.

Bij cadmium, kwik en arseen is een deel van de effluentmetingen niet bruikbaar wegens detectiegrensproblemen. Bovendien is het lastig om jaarlijkse betrouwbare rendementen af te leiden uit beschikbare gegevens. Bij de meeste rwzi's worden de vrachten dan ook bepaald uit de gemeten slibvrachten en een vast rendement, afkomstig uit de literatuur. De onzekerheid in de deels gemeten en deels geschatte jaarvrachten is ingeschat op 50%.

Van alle rwzi's zijn ligging, lozingspunt en ontvangend oppervlaktewater geregistreerd. Voor regionalisatie dus een onzekerheid van 1%

Verbeterpunten:

- Voor kwik, cadmium en arseen is het landelijk rendement voor bijschatting van het effluent gebaseerd op verouderde literatuurgegevens. Het verdient aanbeveling om meer recente studies te beoordelen op bruikbare alternatieve en individuele meetgegevens van deze stoffen ook op te slaan in de Watson database.

### 13 Reacties

Voor vragen naar aanleiding van dit werkdocument of opmerkingen kan contact worden opgenomen met Kees Baas, CBS, 070-3374569, [k.baas@cbs.nl](mailto:k.baas@cbs.nl).

### 14 Referenties

- [1] CBS/MNP, *Milieu en Natuurcompendium: indicator 149 Belasting van oppervlaktewater en emissies naar water en riool: begrippen en definities*, [www.milieucompendium.nl](http://www.milieucompendium.nl).
- [2] Rijkswaterstaat / Waterdienst. *Factsheet Effluënten (berekend), regenwaterriolen, niet aangesloten riolen, overstorten en IBA's*. Versie april 2011. [Zie website Emissieregistratie](#).
- [3] CBS, *website en statline database*, [www.cbs.nl](http://www.cbs.nl).
- [4] CUWVO, *Diffuse bronnen van waterverontreiniging*, CUWVO werkgroep VI, Den Haag. 1986.
- [5] V&W/VROM, *Lozingenbesluit Wvo Stedelijk afvalwater*, Staatsblad 1996, nr. 140
- [6] CBS [Verwijdering van fosfaat en stikstof door rioolwaterzuiveringsinstallaties, 2008](#), Den Haag, 2010
- [7] VROM Protocol broeikasgassen [Protocol 0075: CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O from Wastewater treatment](#) Den Haag, 2010.
- [8] Most, P.F.J. van der et al., *Methoden voor de bepaling van emissies naar lucht en water*. Publicatierreeks Emissieregistratie, nr. 44, juli 1998.
- [9] V&W, 2009. *Waterbesluit*. Staatsblad 2009, nr. 549.