

Industriële en communale bronnen Emissieregistratie

Effluenten RWZI's (gemeten stoffen)

Versie juni 2019

De gepresenteerde methode voor emissieberekening van de genoemde emissieoorzaken in deze factsheet is actueel, maar vanaf 2020 worden de nieuwe emissiecijfers niet meer toegevoegd. Ga voor de meest recente emissiecijfers naar de website van EmissieRegistratie (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)¹. 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 / m³

Q_d = de geloosde hoeveelheid afvalwater op dag d in m³.

b) Zware metalen en arseen

Methode voor de oneven jaren

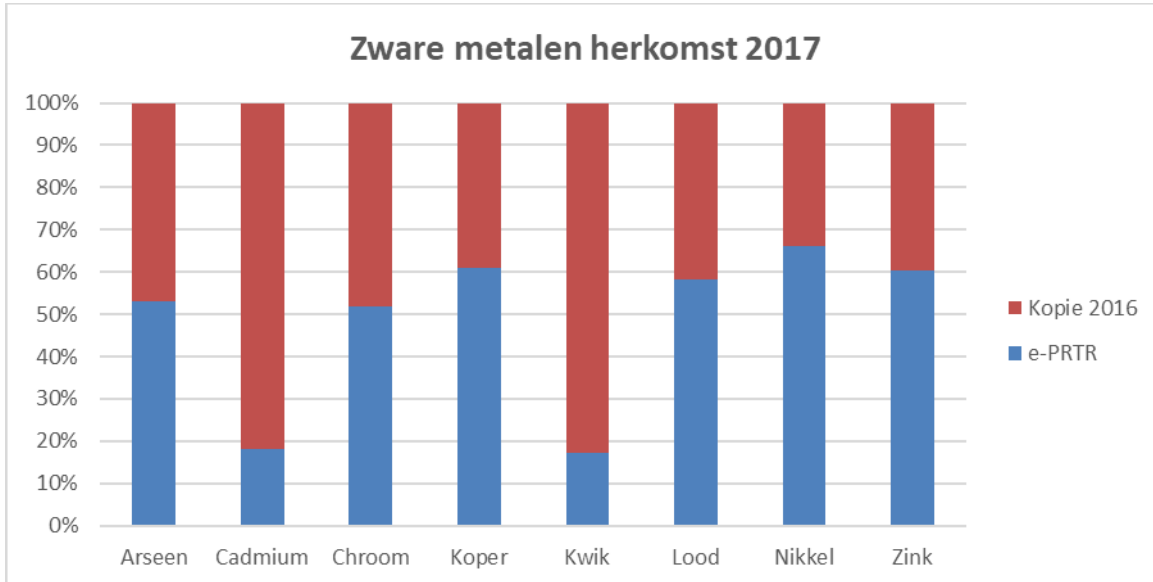
Ingaande de ronde ER1990-2017, uitgevoerd in 2018 is de methodiek gewijzigd:

- Voor de even jaren geldt de reguliere methodiek zoals verder beschreven in dit factsheet.
- Voor de oneven jaren (voor het eerst emissiejaar 2017) vraagt het CBS de influenten en effluenten van zware metalen niet meer op bij de waterschappen, om bezuinigingsredenen. De effluenten van zware metalen worden voor de Emissieregistratie dan ook deels bepaald op

¹ 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]).

basis van de vrachten die via de e-PRTR / elektronische Milieujaarverslagen worden gerapporteerd. Aangezien alleen de grote rioolwaterzuiveringsinstallaties verplicht zijn om het e-PRTR / e-MJV in te vullen, moeten de ontbrekende vrachten worden geschat. Vanwege de transparantie is er voor gekozen om de vrachten uit het voorgaande jaar door te kopiëren.

De resulterende effluentvrachten bestaan dus voor een deel uit actuele gemeten cijfers en voor het andere deel uit door-gekopieerde vrachten. In onderstaande figuur is per stof aangegeven welk deel (%) van de totale jaarvracht in 2017 afkomstig is uit de e-PRTR rapportages en welk deel is gekopieerd uit 2016.



Methode voor de even jaren

Voor de even jaren geldt dat de berekening afhankelijk is 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).
2. 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:

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

3. 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.
4. 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:

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

$$V_e = \text{vracht in het effluent kg/jr}$$

V_s = Vrucht in het zuiveringsslib in kg/jr;
 R = zuiveringsrendement (%).

Met:

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

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

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 slibvrucht 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 N als P 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 terecht komen 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 N-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 SO₂ 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	2000	2005	2010	2015	2016	2017
	<i>1000 kg/jr</i>						
Chemisch Zuurstofverbruik	932832	920719	943467	953490	999309	1008526	1020783
Fosforverbindingen als P	14357	13300	14425	13880	13389	13401	13430
Stikstofverbindingen als N	81441	84726	84825	87866	89122	92967	93372
	<i>kg/jr</i>						
Arseen	4943	5801	5891	6295	7182	6934	¹⁾
Cadmium	2049	1030	1317	803	570	453	¹⁾
Chroom	38733	22707	17128	17391	18345	19718	¹⁾
Koper	177145	156891	159754	145405	144556	145423	¹⁾
Kwik	1049	511	419	319	243	222	¹⁾
Lood	96356	59425	43817	36893	35770	36194	¹⁾
Nikkel	32675	25394	21507	20905	19262	20347	¹⁾
Zink	497455	438782	469266	460409	425519	445153	¹⁾

1) Ingaande 2017 worden er over de oneven jaren geen cijfers meer vastgesteld over het influent van zware metalen.

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

Naam Stof	1990	2000	2005	2010	2015	2016	2017
	1000 kg/jr						
Chemisch Zuurstofverbruik	131477	91033	77895	75461	69784	67755	71550
Fosforverbindingen als P	6239	2845	2651	2226	1960	1773	1843
Stikstofverbindingen als N	39289	28952	21742	16586	14641	14441	14877
	kg/jr						
Arseen	2471	2787	2736	2848	3298	3252	3088
Cadmium	820	471	252	232	181	139	133
Chroom	13130	5035	3474	2897	2234	2388	2287
Koper	36490	17846	12235	8842	9029	8387	9250
Kwik	315	143	97	87	61	56	55
Lood	25148	8555	6249	3901	2242	2278	2286
Nikkel	19474	12037	9660	9367	7695	8853	8452
Zink	140276	100897	85047	85375	80166	77575	81422

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

Naam Stof	1990	2000	2005	2010	2015	2016	2017
Chemisch Zuurstofverbruik	86	90	92	92	93	93	93
Fosforverbindingen als P	57	79	82	84	85	87	86
Stikstofverbindingen als N	51	66	74	81	84	85	84
Arseen	50	52	54	55	54	53	1)
Cadmium	60	54	81	71	68	69	1)
Chroom	66	78	80	83	88	88	1)
Koper	79	89	92	94	94	94	1)
Kwik	70	72	77	73	75	74	1)
Lood	74	86	86	89	94	94	1)
Nikkel	40	53	55	55	60	56	1)
Zink	72	77	82	81	81	83	1)

1) Niet bekend voor de oneven jaren (ingaaende 2017).

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

Metaal	1990	2000	2005	2010	2015	2016	2017
Arseen	50	50	50	50	50	50	1)
Cadmium	60	60	60	60	60	60	1)
Chroom	66	79	78	83	87	87	1)
Koper	79	92	94	95	94	95	1)
Kwik	70	70	70	70	70	70	1)
Lood	74	89	87	92	95	95	1)
Nikkel	40	55	56	59	63	59	1)
Zink	72	79	85	84	83	83	1)

1) Ingaande 2017 worden voor de oneven jaren de ontbrekende vrachten zware metalen in het effluent voortaan doorgeschat uit het vorige jaar. Er worden geen gemiddelde rendementen voor bijschatting berekend.

8 Verdeling compartimenten

De effluenten 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

ER1990-2017:

De berekening van de emissies van zware metalen is gewijzigd voor de oneven jaren. In paragraaf 2 van deze factsheet is de wijziging beschreven.

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.

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.
- [2] Rijkswaterstaat / Waterdienst. *Factsheet Effluenten (berekend), regenwaterriolen, niet aangesloten riolen, overstorten en IBA's*. Versie april 2011. [Zie website Emissieregistratie](#).
- [3] CBS, *website en statline database*, 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: CH₄, N₂O 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.