

**Emissieschattingen Diffuse bronnen  
Emissieregistratie**

## **Zinkanodes sluisdeuren**

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)).

# Zinkanodes sluisdeuren

## 1 Omschrijving emissiebron

Het betreft hier de emissies ten gevolge van corrosie van zinken opofferingsanodes op sluisen. Anodes worden toegepast om het gedeelte van de sluisen dat zich onder de waterlijn bevindt tegen corrosie te beschermen. In het verleden werden hiervoor met name zinkanodes gebruikt, tegenwoordig ook wel aluminiumanodes. Een nieuwere aanpak van corrosiepreventie bestaat uit het aanbrengen van roestvaste aluminium-'coating' op sluisdeuren, waardoor de emissie van zink niet meer van toepassing is.

Deze emissiebron wordt binnen de nationale EmissieRegistratie toegerekend aan de doelgroep Verkeer en vervoer.

## 2 Toelichting berekeningswijze

De emissies worden op eenvoudige wijze berekend door de vermenigvuldiging van een emissieverklarende variabele (EVV), hier het gewicht aan zinkanodes op sluisen in Nederland gedeeld door de standtijd (de gebruiksduur), met een emissiefactor (EF) voor zink, uitgedrukt in emissie per eenheid van de EVV. Deze berekeningswijze is uitgebreid toegelicht in de Handreiking Regionale aanpak diffuse bronnen [1].

De op deze wijze berekende emissie wordt de bruto emissie genoemd. Aangezien het hier directe lozing op het oppervlaktewater betreft, is de bruto emissie gelijk aan de netto belasting van het oppervlaktewater.

## 3 Emissieverklarende variabele

De informatie over het aantal, de locatie, het gewicht en verwachte standtijd van de toegepaste anodes per sluis is afkomstig uit een inventarisatie van RWS ( toenmalige RWS Bouwdienst) uit 1993 [2]. De tabel op pag. 3 geeft een gedetailleerd overzicht van deze informatie. Bij gebrek aan actuele informatie worden deze gegevens voor de gehele tijdreeks vanaf 1985 t/m 2013 constant verondersteld.

De EVV is nu gebaseerd op het totaal aan ingeschat toegepaste anodemateriaal per object per sluis per jaar. De hoeveelheden aan anodemateriaal van de anodes per object per sluis wat in oplossing kan gaan is gemaximaliseerd doordat de anodes na de ingeschatte standtijd worden verwijderd en hierbij wordt uitgegaan dat de anodes vervangen worden door aluminiumanodes en/of "opgedrukt stroomsysteem".

De grote van emissieverklarende variable is nu sterk afgenomen na 2000 vanwege de standtijden van de zinkanodes die bij meeste sluisen 8 of 10 jaar zijn en bij sommige maximaal 25 of 50 jaar.

Tabel 1: Emissieverklarende variabele zinkanodes

Jaar	1990	1995	2000	2005	2010	2013	2014
Kg/jaar	46 163	46 163	46 163	633	548	548	548

## 4 Emissiefactor

Aangenomen wordt dat gemiddeld 60% van de zinkanodes in oplossing gaat voordat de anodes worden vervangen [3]. Dit betekent dat met een emissiefactor van 0,6 kg zink per EVV kan worden gerekend.

## 5 Maatregelen en effecten

Volgens Mars, Eleveld en de Graaf [4] kunnen de emissies in de toekomst kleiner worden door vervanging van zinkanodes door aluminiumanodes en door de verbetering van de coating van

sluisdeuren. Een alternatief voor het gebruik van anodes is het "opgedrukt stroomsysteem". Volgens Ros [6] zijn deze alternatieven al voor een deel toegepast, maar er is weinig bekend over concrete aantallen.

Tabel 2: overzicht van objecten en locaties van sluisen met toegepaste zink- en aluminiumanodes [2]

locatie	object	coördinaten		anodes			zink-emissie (kg/jr)		
		X	Y	gewicht (kg)	materiaal	standtijd (jr)	totaal	50% zoet	50% zout
Bath	Spuisluis	74.80	378.85	858	zink	8	64	32	32
Beerta	Nieuwe Stanzijl	276.60	584.30	1 335	zink	8	100	50	50
Bergschediep	Bergschediepsluis	76.10	391.45	1 140	zink	8	86	43	43
Bruinisse	Koopvaardersschutsluis	65.60	409.45	5 520	zink	8	414	207	207
Den Helder	Koopvaardersschutsluis	114.60	551.55	6 558	zink	8	492	246	246
Den Helder	Marinedok	113.70	552.80	3 432	zink	8	257	129	129
Den Helder	Nieuwe Marinesluis	114.45	551.55	9 936	zink	10	596	298	298
Hansweert	Middensluis	59.25	386.00	8 744	zink	10	525	262	262
Hansweert	Schutsluis 1 Dokdeur	59.30	386.00	535	zink	10	32	16	16
Hansweert	Schutsluis 3 Dokdeur	59.25	386.10	535	zink	8	40	20	20
Hansweert	Schutsluis	59.30	386.10	12 894	zink	8	967	484	484
Haringvliet	Spuisluis	62.10	426.95	39 620	aluminium	25			
Haringvliet	Uitlaatsluis	62.00	427.00	888	zink	10	53	27	27
IJmuiden	Kleine Sluis	100.90	497.65	4 464	zink	8	335	167	167
IJmuiden	Zuidersluis	100.90	497.70	11 892	zink	8	892	446	446
IJmuiden	Middensluis	101.50	497.90	11 976	zink	8	898	449	449
IJmuiden	Noordersluis	102.30	498.00	108 584	zink	8	8 144	4 072	4 072
IJmuiden	Noordersluis railconstruc.	102.29	498.00	9 181	zink	50	110	55	55
IJmuiden	Noordersluis railfundatie	102.28	498.00	9 104	zink	25	218	109	109
IJmuiden	Noordersluis rioolschuiven	102.27	498.00	2 256	zink	8	169	85	85
Kats	Zandkreekdam	49.40	396.10	9 200	zink	10	552	276	276
Krammer	Duwvaartsluis	70.10	409.20	12 580	zink	8	944	472	472
Krammer	In- uitlaatwerken	70.05	409.20	9 072	zink	8	680	340	340
Krammer	Onderrolwagens	70.10	408.90	2 496	zink	8	187	94	94
Krammer	Wandafdichtingsschuiven	70.10	408.80	39 609	zink	10	2 377	1 188	1 188
Kreekrak	In- uitlaatwerken	74.60	385.00	11 139	zink	10	668	334	334
Kreekrak	Wandafdichtingsschuiven	74.60	385.05	1 280	zink	15	51	26	26
Roompotsluis	Schutsluis roldeuren	37.15	404.75	6 745	zink	8	506	253	253
Roompotsluis	Schutsluis onderrolwagens	37.10	404.75	1 864	zink	8	140	70	70
Terneuzen	Middensluis	45.60	372.80	7 402	aluminium	5			0
Terneuzen	Nieuwe Binnenvaartsluis	45.80	372.90	9 600	zink	5	1 152	576	576
Terneuzen	Oostsluis	45.80	373.05	3 662	zink	5	439	220	220
Terneuzen	Westsluis	45.50	372.20	14 877	aluminium	5			
Terneuzen	Zeesluis	45.50	372.30	16 636	aluminium	5			
Vlissingen	22m. Schutsluis Deur 1	30.50	385.30	1 236	zink	8	93	46	46
Vlissingen	22m. Schutsluis Deur 2	30.50	385.29	1 236	zink	8	93	46	46
Vlissingen	22m. Schutsluis Deur 3	30.50	385.28	275	aluminium	5			
Vlissingen	22m. Schutsluis Deur 4	30.50	385.27	780	zink	8	59	29	29
Vlissingen	22m. Schutsluis Deur 5	30.40	385.30	1 129	zink	8	85	42	42
Vlissingen	22m. Schutsluis Deur 6	30.40	385.29	1 129	zink	8	85	42	42
Vlissingen	22m. Schutsluis Deur 7	30.40	385.28	275	zink	8	21	10	10
Vlissingen	22m. Schutsluis Deur 8	30.40	385.27	275	zink	8	21	10	10
Vlissingen	35m. Schutsluis Deur 1	30.50	385.15	910	zink	10	55	27	27
Vlissingen	35m. Schutsluis Deur 4	30.45	385.15	910	zink	10	55	27	27
Vlissingen	Binnenkeersluis Deur 1	30.45	385.30	913	zink	10	55	27	27
Vlissingen	Binnenkeersluis Deur 2	30.50	385.30	913	zink	10	55	27	27
Vlissingen	Binnenkeersluis Deur 3	30.45	385.35	817	zink	8	61	31	31
Vlissingen	Binnenkeersluis Deur 4	30.50	385.35	817	zink	8	61	31	31
Vlissingen	Buitenkeersluis Deur 3	30.50	385.25	1 200	zink	8	90	45	45
Volkerak	Inlaatsluis rails	87.00	412.00	5 120	zink	10	307	154	154
Volkerak	Inlaatsluis schuiven	87.00	412.00	30 110	zink	10	1 807	903	903
Volkerak	Jachtensluis	86.80	412.10	7 891	zink	10	473	237	237
Volkerak	Sluis 1	87.20	411.90	13 344	zink	10	801	400	400
Volkerak	Sluis 2	87.20	411.80	13 344	zink	10	801	400	400
Volkerak	Sluis 3	87.20	411.70	8 896	zink	10	534	267	267
<b>som</b>							<b>27 698</b>	<b>13 849</b>	<b>13 849</b>

Over mogelijke effecten van deze maatregelen en ontwikkelingen in het verleden is echter ook geen betrouwbare informatie beschikbaar.

## 6 Tijdreeks emissiefactoren

Aangezien er geen betrouwbare kwantificering van de effecten van lopende maatregelen bekend zijn, blijft de emissiefactor constant in de tijd. De emissiefactor in onderstaande tabel is uitgedrukt in kg/jaar per EVV.

Tabel 3: emissiefactor zink uit zinkanodes op sluisdeuren van 1985 tot 2013

emissiefactor (in kg/jaar per gewicht zinkanodes/standtijd)	
jaar	zink
1985 t/m 2014	0.6

## 7 Emissies

Onderstaande tabel geeft de emissie weer, uitgedrukt in kg/jaar. De emissie is berekend door vermenigvuldiging van de emissiefactor uit par. 6 met de emissieverklarende variabele uit par. 3. Aangezien de inventarisatie van RWS ( toenmalige RWS Bouwdienst) betrekking heeft op anodes op sluisdeuren in het kustgebied en de emissies derhalve plaatsvinden op het grensvlak tussen zoet en zout water, wordt aangenomen dat de helft van de emissies in het zoete oppervlaktewater terecht komt en de helft in het zoute water. Binnen de EmissieRegistratie werd bij de oorspronkelijke factsheet alleen gerapporteerd over de belasting van het zoete oppervlaktewater. Vanaf 2007 zijn nu ook de emissies op de zoute wateren in de EmissieRegistratie opgenomen. De emissies zijn sterk afgenomen na 2000 vanwege de standtijden van de anodes die bij meeste sluizen 8 of 10 jaar zijn en bij sommige maximaal 25 of 50 jaar.

Tabel 4: Emissies zink voor de jaren 1985 tot en met 1913 naar zoet en zout oppervlaktewater

Jaar	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013
Kg/jaar	27 700	18 580	9 452	329	329	329	329

## 8 Verdeling compartimenten

De emissies door zinkanodes op sluisdeuren gaan voor 100% direct naar het oppervlaktewater.

## 9 Regionalisatie

Voor de regionale verdeling van emissies wordt binnen EmissieRegistratie gebruik gemaakt van een set van digitale kaarten, welke aanwezig is bij MNP. Deze set geeft de regionale verdeling in Nederland weer van allerlei grootheden, zoals de bevolkingsdichtheid, verkeersintensiteit, landbouwactiviteiten, etc. Binnen EmissieRegistratie worden deze kaarten gebruikt als 'lokator' om de regionale verdeling van emissies vast te stellen. De set aan mogelijke lokatoren is beperkt (voor een overzicht van beschikbare lokatoren zie [7]), dus kan niet iedere denkbare grootheid als lokator worden toegepast. Daarom wordt die lokator gebruikt, waarvan wordt aangenomen dat hij het beste correleert met de emissie. De verdeling van emissies over Nederland wordt aangenomen gelijk te zijn aan de verdeling van de lokator over Nederland.

In onderstaande tabel staat voor de verschillende emissieoorzaken de lokator weergegeven, waarmee emissies worden geregionaliseerd.

Tabel 5: overzicht van wijze van regionalisatie van emissies

Onderdeel	Lokatoren
Sluisdeuren	Locatie sluizen

### Locatie sluizen

Wordt toegepast voor emissies door zinkanodes op sluisdeuren en is gebaseerd op historische emissies. Locaties en emissies zijn afkomstig uit het Overzicht van sluizen met zink- en aluminiumanodes in het kustgebied. Gulikers, J., 1993. Bouwdienst Rijkswaterstaat [2].

## 10 Emissieroutes naar water

De hier berekende emissies zijn directe emissies naar water.

## 11 Opmerkingen en wijzigingen ten opzichte van voorgaande jaren

De schattingen zijn bij gebrek aan beschikbare en betrouwbare actuele informatie alleen gebaseerd op de toepassing in 1993 en inschattingen van standtijd van anodes per sluis.

Originele factsheet:

Roovaart, J. van den (RWS RIZA); Zinkanodes sluisdeuren; augustus 2005 [8]

Deze factsheet wordt jaarlijks geupdate.

## 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?

Tabel 10: Kwaliteit van gegevens

Onderdeel emissieberekening	Betrouwbaarheidspercentage (%)
Emissieverklarende variabele	50%
Emissiefactoren	50%
Verdeling compartimenten	0%
Emissieroute naar water	0%
Regionalisatie	100%

De betrouwbaarheid van de emissieverklarende variabele en ook de emissiefactor is laag omdat de gegevens van toepassing van anodes bij sluizen gebaseerd is op een sterk verouderd overzicht van 1993.

De betrouwbaarheid van de verdeling van de emissies over de verschillende compartimenten en de emissieroutes naar water zijn duidelijk geheel naar water, zodat deze als zeer betrouwbaar worden gezien.

De betrouwbaarheid van regionalisatie wordt ook als zeer laag gezien omdat deze alleen gebaseerd is op sterk verouderd overzicht van 1993.

Als belangrijkste verbeterpunten kunnen worden genoemd:

- Bij welke sluizen worden er nu nog zinkanodes toegepast en wat was de daadwerkelijke standtijd per zinkanode per sluis;
- van het toegepaste gewicht van zinkanodes per sluis en toepassing van alternatieven, zoals aluminiumanodes. Dit levert tegelijkertijd een actualisering van de regionalisatie op;
- Verbetering van de informatie waarop de emissiefactor is gebaseerd: het deel van de zinkanode dat gemiddeld in oplossing gaat;
- Nagaan of de zinkanodes mogelijk relevante hoeveelheden bevatten van andere zware metalen, zoals cadmium, die tijdens de corrosie kunnen vrijkomen.

### 13 Reacties

Voor vragen naar aanleiding van dit werkdocument of opmerkingen kan contact worden opgenomen met Benjamin Ebbers, RWS-WVL, e-mail [benjamin.ebbers@rws.nl](mailto:benjamin.ebbers@rws.nl).

### 14 Referenties

- [1] CIW/CUWVO werkgroep VI, februari 1997. *Handreiking Regionale aanpak diffuse bronnen*. Bijlage 1.
- [2] Gulikers, J., 1993. *Overzicht van sluizen met zink- en aluminiumanodes in het kustgebied*. Bouwdienst Rijkswaterstaat, Utrecht.
- [3] Hoornstra, J.S., oktober 1993. *Paris convention for the prevention of marine pollution. Fourth meeting of the working group on diffuse sources*. Solna 19-22 oktober 1993.
- [4] Mars, G.J.M., H. Eleveld en W.J. de Graaf, 1994. *Emissies uit bouwmaterialen, aanvullende inventarisatie*. Rapportnr. 17312. Bouwcentrum Advies, Rotterdam.
- [5] Most, P.F.J. van der *et al.*, juli 1998. *Methoden voor de bepaling van emissies naar lucht en water*. Publicatierreeks Emissieregistratie, nr. 44.
- [6] Ros, Mink (MR-consulting) – Telefonisch contact, 6 maart 2008
- [7] Te Molder, R. Metadata gegevensbeheer emissieregistratie: beschrijving gegevens t.b.v ruimtelijke verdeling van emissies, MNP, Bilthoven, jaarlijks, intern document.
- [8] Roovaart, J. van den (RWS RIZA); Zinkanodes sluisdeuren; augustus 2005