

**Emissieschattingen Diffuse bronnen  
Emissieregistratie**

## **Zinkanodes sluisdeuren**

Versie mei 2015  
Op actualiteit gecontroleerd: mei 2024

## 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 | 2012 | 2013 |
|---------|--------|--------|--------|------|------|------|------|
| 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 | stand tijd (jr) | totaal               | 50% zoet      | 50% zout      |
| Bath         | Spuisluis                  | 74,80       | 378,85 | 858          | zink      | 8               | 64                   | 32            | 32            |
| Beerta       | Nieuwe Statenzijl          | 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    | Schutsluis                 | 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 Marinessluis        | 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 riolschuiven  | 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      | Duwwaartsluis              | 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<br>(in kg/jaar per gewicht zinkanodes/standtijd) |      |
|----------------------------------------------------------------|------|
| jaar                                                           | zink |
| 1985 t/m 2013                                                  | 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 grootte 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  | Classificatie |
|------------------------------|---------------|
| 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 regionalisatie wordt ook als zeer laag gezien omdat deze alleen gebaseerd is op 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.

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 [emissieregistratie@deltares.nl](mailto:emissieregistratie@deltares.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