

**Emissieschattingen Emissies op Zout Water
Emissieregistratie**

Zinkanodes sluisdeuren

Versie december 2025

Op actualiteit gecontroleerd: januari 2026

De gepresenteerde methode voor emissieberekening van de genoemde emissieoorzaken in deze factsheet is actueel, maar vanaf 2024 worden de nieuwe emissiecijfers niet meer toegevoegd. Ga voor de meest recente emissiecijfers naar de website van EmissieRegistratie (www.emissieregistratie.nl).

In opdracht van RIJKSWATERSTAAT – WVL
Uitgevoerd door DELTARES

Zinkanodes sluisdeuren

1 Omschrijving emissiebron

Het betreft emissies die ontstaan door corrosie van opofferingsanodes die worden toegepast op sluisdeuren binnen het beheergebied van Rijkswaterstaat. Deze anodes beschermen de stalen delen van sluisdeuren die zich onder de waterlijn bevinden tegen corrosie. In het verleden werden hiervoor voornamelijk zinkanodes toegepast; in recentere situaties wordt vaker gekozen voor aluminiumanodes vanwege hun gunstiger milieuprofiel.

Daarnaast past Rijkswaterstaat bij nieuwbouw en renovatie in toenemende mate impressed current cathodic protection (ICCP) toe [1]. Bij dit systeem wordt de corrosiebescherming gerealiseerd met een externe stroombron en inerte anodes, waardoor geen metaalverbruik en daarmee geen emissie van zink of aluminium optreedt.

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 sluizen in Nederland gedeeld door de standtijd (de gebruiksduur), met een emissiefactor (EF) voor zink, uitgedrukt in emissie per eenheid van de EVV.

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 (EVV)

De informatie over het aantal toegepaste anodes en het bijbehorende anodegewicht per sluis is afgeleid van een inventarisatie van de toenmalige RWS Bouwdienst uit 1993 [2]. Bij gebrek aan actuele en historische detailinformatie is het anodegewicht per sluis voor de gehele tijdreeks van 1985 tot en met nu voor de toen geïntervalleerde sluizen constant verondersteld.

Voor de sluizen waarvoor het totale anodegewicht bekend was, is op basis van de sluislengte een gemiddelde factor bepaald (kg anode per meter sluis). Deze factor is vervolgens toegepast op alle sluizen, inclusief de sluizen die aanvullend zijn opgenomen gebaseerd op informatie uit Baseline NL. Op basis van de in Baseline NL beschikbare sluislengtes is daarmee het totale anodegewicht per sluis berekend.

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". Door deze aannames neemt de emissie verklarende variabele na 2000 sterk af. Dit wordt veroorzaakt door de relatief korte standtijden van zinkanodes, die bij de meeste sluizen circa 8 tot 10 jaar bedragen en in enkele gevallen maximaal 25 tot 50 jaar. In het bijzonder na 2015, zijn vrijwel alle sluizen overgegaan op aluminium anodes of een opgedrukt stroomsysteem, waardoor de bijdrage van zinkanodes aan de EVV verder afneemt.

4 Emissiefactoren (EF)

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. 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 2024

emissiefactor (in kg/jaar per gewicht zinkanodes/standtijd)	
jaar	zink
1985 t/m 2024	0,6

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.

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

6 Emissies

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.

De emissies zijn te vinden op de officiële website van de EmissieRegistratie ([Alle emissiegegevens op één plek | Emissieregistratie](#)). De emissiebronnen van deze factsheet vallen onder verkeer en vervoer en dan zeescheepvaart en zijn:

7 Verdeling compartimenten

De primaire emissie van de besproken emissiebron vindt in zijn geheel plaats naar het oppervlaktewater en niet naar de lucht.

8 Emissieroutes naar water

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 Baseline NL

10 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.

In 2025 is voor sluizen waarvan het totale anodegewicht bekend was op basis van de sluislengte een gemiddelde factor (kg anode per meter sluis) bepaald. Deze factor is toegepast op alle overige sluizen, inclusief aanvullende sluizen uit Baseline NL, om het totale anodegewicht per sluis te schatten. Daarnaast worden de anode emissies nu gerapporteerd voor zowel zoet- als zoutwater.

Originele factsheet:

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

Deze factsheet wordt jaarlijks geupdate.

11 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.

14 Referenties

- [1] *Nieuwland en Gulikers, 2020. RTD 1029: Eisen aan kathodische bescherming voor waterbouwkundige staalconstructies.* Rijkswaterstaat,
- [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