

**Emissieschattingen Diffuse bronnen  
EmissieRegistratie**

**Corrosie roestvast staal  
industrie**

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)).

# Corrosie roestvast staal industrie

## 1 Omschrijving emissiebron

Het betreft hier de emissies van nikkel en chroom ten gevolge van de corrosie van roestvast staal in de industrie. Dit roestvast staal is verwerkt in gebouwen en in procesinstallaties. Deze emissiebron wordt toegerekend aan de doelgroep Industrie.

## 2 Toelichting berekeningswijze

De emissies worden berekend door de vermenigvuldiging van een emissieverklarende variabele (EVV), hier het totaal blootgesteld oppervlak aan RVS op industrieterreinen in Nederland, met een emissiefactor (EF) per stof, uitgedrukt in emissie per eenheid van de EVV. Deze berekeningswijze is uitgebreid toegelicht in de Handreiking Regionale aanpak diffuse bronnen [1].

$$\text{Emissie} = \text{EVV} * \text{EF}$$

Waarbij:

EVV = blootgesteld oppervlak RVS (km<sup>2</sup>)  
EF = emissiefactor per stof per km<sup>2</sup> (kg/km<sup>2</sup>)

De berekeningsmethode voor de emissies door deze emissiebron is gebaseerd op informatie uit de WSV-studie Bouwmaterialen [2].

## 3 Emissieverklarende variabele

In de WSV-studie Bouwmaterialen [2] is op basis van het gebruik van roestvast staal tussen 1982 en 1991, een gemiddelde dikte van het staal, de dichtheid en de levensduur een oppervlak roestvast staal afgeleid van 92 miljoen m<sup>2</sup> in 1990. Dit getal wordt verkregen als het netto verbruik van RVS in Nederland in 1990 (99 500 ton) gedeeld door de dichtheid van RVS (8.64 ton/m<sup>3</sup>), gedeeld door de dikte van RVS-platen (0.005 m) maal de gemiddelde levensduur van 40 jaar.

$$\text{Oppervlak} = (\text{ton/jaar})/(\text{ton/m}^3) \times (1/\text{m}) \times \text{levensjaren} = 99\,500/8.64 \times (1/0.005) \times 40 = 92 \text{ km}^2.$$

Van dit beschikbare oppervlak wordt een deel blootgesteld aan atmosferische invloeden. Gegevens hierover zijn niet voorhanden, dus zullen er schattingen moeten worden gemaakt naar de grootte van dit oppervlak. Omdat het om blootstelling aan atmosferische invloeden gaat betreft het enkel roestvast staal dat aan de oppervlakte is bevestigd. Wanneer rechthoekige/vierkante utiliteitsgebouwen als uitgangspunt worden genomen, kan worden aangenomen dat voornamelijk de bovenkant en 1 à 2 zijanten zijn blootgesteld aan wind en hemelwater. Dit komt grofweg neer op de helft van het beschikbare oppervlak. Derhalve wordt aangenomen dat de helft van het oppervlak van roestvast staal blootgesteld wordt aan atmosferische corrosie.

Een tijdreeks is afgeleid door schaling van deze waarde aan de hand van het totale oppervlak van de categorieën: industrie- en haventerreinen uit de statistieken van het CBS. Het totaal oppervlak voor het jaar 1989 [3, 4] is op basis van de groei van de oppervlakken die voor de MV2 [5] zijn gebruikt, omgerekend naar een oppervlak in 1990 van  $5.03 \cdot 10^8 \text{ m}^2$ . Voor de latere jaren is bij gebrek aan gegevens van het CBS gebruik gemaakt van de groeireeks van het oppervlak industrieterrein uit het European Renaissance-scenario uit de MV2: een groei in de periode 1990-2000 van 1.2% per jaar [5].

Tabel 1: Ontwikkeling van de emissieverklarende variabele (10<sup>3</sup> m<sup>2</sup>).

	1990	1995	2000	2005	2010	2013	2014
Totaal blootgesteld opp. RVS	46 000	48 760	51 520	54 280	57 040	58 696	59 248

## 4 Emissiefactoren

Op basis van de literatuurreferenties [6] t/m [11] is gekozen voor een emissiefactor van 0.3 mg chroom en 0.5 mg nikkel per m<sup>2</sup> blootgesteld RVS per jaar.

## 5 Maatregelen en effecten

Er zijn geen effecten van maatregelen bekend.

## 6 Emissies

De totale emissies worden gegeven in tabel 2.

Tabel 2: Emissies van nikkel en chroom (kg) ten gevolge van de corrosie van roestvast staal in de industrie.

	1990	1995	2000	2005	2010	2013	2014
Nikkel	23.00	24.38	25.76	27.14	28.52	29.35	29.62
Chroom	13.80	14.63	15.46	16.28	17.11	17.61	17.77

## 7 Verdeling compartimenten

De verdeling van de emissies over de compartimenten is overgenomen uit het SPEED-rapport zware metalen [12]: 80% van de emissie gaat naar de bodem en 20% naar de riolering. De achtergrond voor deze relatief grote emissie naar de bodem is dat RVS vooral in industriële procesinstallaties verwerkt, waarvan de ondergrond niet op riolering is aangesloten. In tabellen 3 en 4 worden de emissies naar bodem en riool weergegeven.

Tabel 3: Emissies naar bodem (kg)

	1990	1995	2000	2005	2010	2013	2014
Nikkel naar bodem	18.40	19.50	20.61	21.71	22.82	23.48	23.70
Chroom naar bodem	11.04	11.70	12.36	13.03	13.69	14.09	14.22

Tabel 4: Emissies naar riool (kg)

	1990	1995	2000	2005	2010	2013	2014
Nikkel naar riool	4.60	4.88	5.15	5.43	5.70	5.87	5.92
Chroom naar riool	2.76	2.93	3.09	3.26	3.42	3.52	3.55

## 8 Emissieroutes via riool naar water

Emissies via riool naar water vinden indirect plaats door emissies uit het rioleringsstelsel, via overstorten, effluenten van RWZI's. In de factsheet "Effluenten RWZI's, regenwaterriolen, niet aangesloten riolen, overstorten en IBA's" [13] wordt dit verder beschreven.

## 9 Regionalisatie

Voor de regionale verdeling van emissies wordt binnen de EmissieRegistratie gebruik gemaakt van een set van digitale kaarten, welke aanwezig is bij het RIVM. Deze set geeft de regionale verdeling in Nederland weer van allerlei grootheden, zoals de bevolkingsdichtheid, verkeersintensiteit, landbouwactiviteiten, etc. Binnen de 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 [14]), 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.

De emissies als gevolg van 'corrosie roestvast staal industrie' worden geregionaliseerd middels het aantal inwoners per gridcel van 500\*500 meter. Het aantal inwoners per gridcel van 500x500 meter is afkomstig uit de kaart 'toedeling naar gridcel op basis van aantal inwoners, woningen en inwoners/rioleringseenheid', opgesteld door het RIVM. Deze kaart is gebaseerd op CBS-statistieken over aantal inwoners en aantal woningen per gemeente (voor 2010). De verdeling van inwoners binnen de gemeente over de gridcellen is gebaseerd op gegevens uit de Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG, met adressen en woningtypen) in combinatie met het bestand Riolerings Eenheden (2003).

De belasting op het oppervlaktewater als gevolg van 'corrosie roestvast staal industrie' loopt via het RWZI effluent. Voor regionalisatie van deze bron wordt verwezen naar de factsheet 'Effluenten RWZI's, regenwaterriolen, niet aangesloten riolen, overstorten en IBA's' [13].

## 10 Opmerkingen/wijzigingen ten opzichte van voorgaande jaren

In de ronde van 2012, waarin de cijfers tot en met 2011 worden geupdate, is de berekeningsmethodiek gewijzigd ten opzichte van de originele factsheet (zie hieronder). Er is een verbeterde schatting van de emissiefactor gebruikt op basis van de literatuur ([6] t/m [11]). De reden hiervoor is dat het getal dat in de voorgaande factsheets gebruikt werd, niet bleek te kloppen.

Originele factsheet:

Roovaart, J. van den (RWS-WD), H. Oonk (TNO), J. Hulskotte (TNO); Corrosie roestvast staal industrie; november 2007.

De factsheet wordt jaarlijks geupdate.

## 11 Betrouwbaarheid/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 zijn er 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 EVV 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 EVV wel goed over Nederland verdeeld worden?

Onderdeel emissieberekening	Betrouwbaarheidspercentage (%)
Emissieverklarende variabele	200
Emissiefactor	50
Verdeling compartimenten	50
Emissieroutes via riool naar water	10
Regionalisatie	200

De emissieverklarende variabele is gebaseerd op een zeer eenvoudige berekening, met een aantal zwak onderbouwde aannames en oude gegevens en heeft daarom een betrouwbaarheidspercentage van 200%. De emissiefactoren zijn gebaseerd op relatief veel literatuur en krijgen een betrouwbaarheid van 50%.

Aan de verdeling van de emissies over de verschillende compartimenten is een betrouwbaarheidspercentage van 50% toegekend omdat het gebaseerd is op een onderzoek uit 1993 en er in de tussentijd mogelijk meer op het riool is aangesloten. De emissieroutes via riool naar water krijgen een

betrouwbaarheidspercentage van 10%, zoals beschreven in de factsheet van de berekende effluënten RWZI's [13]. De regionalisatie van de emissies krijgt een betrouwbaarheidspercentage van 200% omdat de regionalisatie gebaseerd is op het aantal inwoners, terwijl niet bekend is of dit een goede maatstaf is voor de hoeveelheid industrie.

Als belangrijkste verbeterpunten kunnen worden genoemd:

- Er wordt aangenomen dat atmosferische corrosie van opgesteld oppervlak de belangrijkste emissie is van Ni en Cr van roestvast staal in de industrie. Echter, zoals de cijfers ook laten zien, is deze emissie relatief laag. Bekend is dat corrosie vooral optreedt op punten waar het metaal onder chemische of fysieke druk staat, bijvoorbeeld bij blootstelling aan vervuiling of zuren, en bij druk of verbindingpunten. De mate waarin dit een bijdrage vormt is lastig in te schatten, omdat dan data nodig is over:
  - o het aandeel van het totaal oppervlak roestvast staal waarvoor dit het geval is;
  - o de corrosiesnelheid van het roestvast staal op deze punten.Het verdient de aanbeveling om na te gaan in hoeverre roestvast staal een significante bron kan vormen alvorens over te gaan tot deze relatief ingewikkelde inschatting.
- Verbetering van de emissieverklarende variabele. De methode van schatting is zeer onzeker en leidt waarschijnlijk tot een forse overschatting, omdat (a) aangenomen wordt dat alle RVS in de bouw wordt toegepast, (b) geen vervanging plaatsvindt, (c) geen knipverliezen plaatsvinden.
- Het aanwezige oppervlak aan staal wordt berekend door de jaarproductie van 1990 te vermenigvuldigen met een levensduur van 40 jaar, waarbij impliciet wordt aangenomen dat de productie en toepassing van RVS in de periode 1950-1990 op een constant en hoog niveau heeft gelegen. De aanname dat de toepassing in de loop van de jaren is gegroeid en dus in het verleden substantieel minder is geweest, zou leiden tot een forse afname van de EVV.
- Bij regionalisatie van emissies kan een verbetering worden gerealiseerd door het ook toekennen van emissies aan de gescheiden rioleringsstelsels.
- Regionalisatie van emissies naar werknemers in plaats van inwoners.

## 12 Reacties

Voor vragen naar aanleiding van dit werkdocument of opmerkingen kan contact worden opgenomen met Janneke Klein, Deltares, 06-30188554, [janneke.klein@deltares.nl](mailto:janneke.klein@deltares.nl)

## 13 Referenties

- [1] CIW/CUWVO werkgroep VI, februari 1997. Handreiking Regionale aanpak diffuse bronnen. Bijlage 1, par. 2.2.
- [2] Bentum, F. van et al., 1996. Watersysteemverkenningen, Doelgroepstudie Bouwmaterialen. RIZA notanr. 96.023
- [3] CBS, 1989. Bodemstatistiek 1985.
- [4] CBS, 1994. Bodemstatistiek 1989.
- [5] RIVM, 1991. Nationale Milieuverkenning 2, 1990-2010.
- [6] Houska, 2000, Metals for corrosion resistance: Part II. The construction specifier, November 2000.
- [7] Houska, 2002, Stainless steels in architecture, buildings and Construction. NIDI publication.
- [8] Berggren, D., Bertling, S., Heijerick, D., Herting, G., Koundakjian, P., Leygraf, C., Odnevall Wallinder, I., Release of chromium, nickel and iron from stainless steel exposed under atmospheric conditions and the environmental interaction of these metals. A combined field and laboratory investigation. 2004. Eurofer report.

- [9] Odnevall Wallinder, I., Lu, ., Bertling, S., Leygraf, C., 2002, Release rates of chromium and nickel from 304 and 316 stainless during urban atmospheric exposure – a combined field and laboratory study. *Corrosion Science* 44, 2303-2319.
- [10] Centro Sviluppo Materiali S.p.A., Technical Bulletin Atmospheric corrosion resistance of steel sheets for Construction use.  
[http://www.acciaiterni.com/file/Vivinox/atmospheric\\_corrosion\\_resistance.pdf](http://www.acciaiterni.com/file/Vivinox/atmospheric_corrosion_resistance.pdf)
- [11] NIDI, 1989, Technical Manual for the Design and Construction of Roofs of Stainless Steel Sheet, NiDI publication No. 12 006, Japanese Stainless Steel Association, and the Nickel Development Institute, 1989.
- [12] Coppoolse, J. et al., april 1993. Zware metalen in oppervlaktewater. Bronnen en maatregelen. SPEED-document. RIZA notanr. 93.012, RIVM notanr. 773003001. CBS. Statistisch jaarboek 1990
- [13] Rijkswaterstaat Waterdienst, 2016. Effluenten RWZI's, regenwaterriolen, niet aangesloten riolen, overstorten en IBA's, factsheet diffuse bronnen, RWS-WD, Lelystad, mei 2016.
- [14] Molder, R. te, 2007. Notitie ruimtelijke verdeling binnen de EmissieRegistratie. Een overzicht.
- [15] Most, P.F.J. van der, van Loon, M.M.J., Aulbers, J.A.W. en van Daelen, H.J.A.M., juli 1998. Methoden voor de bepaling van emissies naar lucht en water. Publicatierreeks EmissieRegistratie, nr. 44.