

## **Corrosie waterleidingen kantoorgebouwen**

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 waterleidingen kantoorgebouwen

## 1 Omschrijving emissiebron

Het betreft hier de emissies van koper ten gevolge van de corrosie van drinkwaterleidingen bij kantoren. Het gehalte aan koper in drinkwaterleidingen wordt door drie oorzaken verhoogd ten opzichte van de achtergrondwaarde: doorstroming in de leidingen, stilstand in leidingen en opwarming in boilers en geisers. In deze factsheet wordt alleen het totaal behandeld en geen onderscheid gemaakt in doorstroming, stilstand en opwarming. De corrosie van drinkwaterleidingen bij woningen is onderdeel van het huishoudelijk afvalwater (zie factsheet Huishoudelijk Afvalwater [5]) en wordt hier niet behandeld.

Deze emissiebron wordt toegerekend aan de doelgroep HDO (Handel, Diensten en Overheid).

## 2 Toelichting berekeningswijze

De emissies worden op eenvoudige wijze berekend door de vermenigvuldiging van een emissieverklarende variabele (EVV), hier het oppervlak kantoorgebouwen 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 = Oppervlak kantoorgebouwen in Nederland (m<sup>2</sup>)

EF = Koper emissie oppervlak kantoorgebouwen (kg koper/m<sup>2</sup> kantoorgebouwen/jaar)

De berekeningsmethode voor de emissies door deze emissiebron is beschreven in de WSV-studie Bouwmaterialen [7] en voornamelijk gebaseerd op Van Oppen [6].

## 3 Emissieverklarende variabele

Voor de jaren 1989 en 1990 is de informatie over het oppervlak kantoorgebouwen in Nederland afkomstig uit de statistieken van het CBS. Hierbij is gebruik gemaakt van het totale oppervlak van de categorieën: sociaal-culturele voorzieningen, overige openbare voorzieningen en de dienstverlenende sector (resp. de categorieën 16, 17 en 20). Het totaal oppervlak voor het jaar 1989 was  $3,397 \cdot 10^8$  m<sup>2</sup>. Voor de jaren 1991 [10], 1996 [9], 2000 [9], en 2001 [10] zijn gegevens bekend. Voor de jaren na 2001 is een voorspelling gemaakt op basis van de meting in 2001 en een voorspelling voor 2011 [10].

Tabel 1: Ontwikkeling van de EVV, het oppervlak kantoorgebouwen in Nederland.

Jaar	Oppervlak kantoorgebouwen (m <sup>2</sup> )	Referentie
1990	27 161 662	schatting tov 1991 [10]
1995	29 726 600	schatting tov 1996 [9]
2000	35 650 000	schatting tov 1996 [9]
2005	38 701 400	Schatting, o.b.v. meting in 2001 en voorspelling voor 2011 [10]
2010	41 266 900	Schatting, o.b.v. meting in 2001 en voorspelling voor 2011 [10]
2011	41 780 000	Voorspelling [10]
2013	42 806 200	Schatting, o.b.v. meting in 2001 en voorspelling voor 2011 [10]
2014	43 319 300	Schatting, o.b.v. meting in 2001 en voorspelling voor 2011 [10]

## 4 Emissiefactoren

De emissiefactor voor koper is afgeleid uit Van Bentum et al.(1996) [7], waarbij rekening is gehouden met de ontharding van drinkwater. Hiermee wordt het percentage van het drinkwater dat actief door waterleidingbedrijven wordt onthard bedoeld. De corrosiesnelheid van koperen waterleidingen wordt namelijk voor een groot deel bepaald door het deel van het drinkwater dat onthard wordt; hoe meer water onthard wordt, hoe lager de corrosiesnelheid en hoe minder koper zal oplossen in het drinkwater. Om rekening te houden met het deel van het drinkwater dat onthard wordt, is een onthardingsfactor berekend. De onthardingsfactor wordt in Van Bentum et al. (1996) [7] berekend als:

$$1 - 0.5 \times (y-x)$$

Waarin: x = fractie onthard water in 1985 en y = fractie water onthard in jaar y.

In tabel 2 staan de fracties onthard water voor de verschillende jaren vermeld welke afkomstig zijn van VEWIN. Vanaf het jaar 2000 zijn geen gegevens over het actief door waterleidingbedrijven ontharde percentage drinkwater bekend. Aangenomen is dat dit vanaf 1995 met 1% per jaar stijgt (vergelijkbaar met vorige jaren), zodat in 2007 er 47% van het drinkwater wordt onthard. Op basis van informatie van KWR [11] is aangenomen dat de groeiende trend gestopt is in 2008, omdat actieve ontharding maar bij 50% van de totale water productie nodig is en er wordt sinds 2006 niet heel veel meer water onthard. Voor de jaren na 2007 is daarom hetzelfde percentage als in 2007 aangehouden (47%). In tabel 2 staan ook de berekende onthardingsfactoren voor de verschillende jaren weergegeven.

Tabel 2: Overzicht percentage onthard water voor verschillende jaren.

Jaar	Percentage onthard water (%)	Onthardingsfactor
1990	20	0.995
1995	35	0.920
2000	40	0.895
2005	45	0.870
2010	47	0.860
2013	47	0.860
2014	47	0.860

Op basis van Van Bentum et al. (1996) [7] wordt een emissiefactor voor 1993 berekend: het contactoppervlak van koperen waterleidingen voor woningen en utiliteitsgebouwen samen is 10.6 miljoen m<sup>2</sup>, voor woningen alleen 9.2 miljoen m<sup>2</sup> dus voor utiliteitsgebouwen 1.4 miljoen m<sup>2</sup>. De koperemissie voor woningen en utiliteitsgebouwen samen is 101 000 kg koper, zodat de emissie voor utiliteitsgebouwen kan worden berekend als 13 300 kg koper (= 1 400 000/10 600 000×101 000). De emissiefactor voor utiliteitsgebouwen in 1993 wordt dan berekend door 13 300 kg koper te delen door 28 139 800 m<sup>2</sup> bedrijfsterreinen met kantoorgebouwen, wat neerkomt op 462 mg Cu/m<sup>2</sup> kantoorgebouwen per jaar. De emissiefactor is gecorrigeerd met de onthardingsfactoren (zie tabel 2). De emissiefactoren zijn uitgedrukt in mg/m<sup>2</sup> kantoorgebouwen/jaar.

Tabel 3: Ontwikkeling van de emissiefactoren: mg koper/m<sup>2</sup> kantoorgebouwen/jaar.

Jaar	Emissiefactor
1990	486.4
1995	449.8
2000	437.5
2005	425.3
2010	420.4
2013	420.4
2014	420.4

## 5 Maatregelen en effecten

Drinkwater wordt door waterleidingbedrijven steeds vaker actief onthard. Hier is rekening mee gehouden in de berekening van de emissiefactor.

## 6 Emissies

Tabel 4 geeft de emissies van koper als gevolg van corrosie van waterleidingen in kantoorgebouwen weer. De emissies zijn berekend door vermenigvuldiging van de emissieverklarende variabele (het oppervlak van kantoorgebouwen in Nederland in het betreffende jaar) met de emissiefactor (de corrosie van koperen waterleidingen in kantoorgebouwen per jaar).

Tabel 4: Emissie van koper (ton/jaar) als gevolg van corrosie van waterleidingen in kantoorgebouwen.

Jaar	Emissie koper (ton/jaar)
1990	13.2
1995	13.4
2000	15.6
2005	16.5
2010	17.4
2013	18.0
2014	18.2

## 7 Verdeling compartimenten

De emissies door corrosie van waterleidingen in kantoorgebouwen gaan voor 100% naar het riool (indirecte emissies).

## 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" [2] wordt dit verder beschreven.

## 9 Regionalisatie

De belasting van oppervlaktewater als gevolg van deze bron vindt plaats via het rioleringsstelsel, zie factsheet "Effluenten RWZI's, regenwaterriolen, niet aangesloten riolen, overstorten en IBA's". De emissies – voordat deze op het riool komen – worden door de EmissieRegistratie ook in kaartbeeld gepresenteerd. Deze regionale verdeling gaat aan de hand van het aantal inwoners in gridcellen van 500 bij 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/rioleringsseenheid', 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).

## 10 Opmerkingen en wijzigingen ten opzichte van voorgaande jaren

De berekeningsmethodiek is niet gewijzigd ten opzichte van de vorige ronde van de EmissieRegistratie.

In ronde 2010 zijn er twee nieuwe bronnen, met daarin gegevens over kantoorruimte gebruik, verhuurbaar vloer oppervlak (vvo), geraadpleegd [9] & [10]. Hiermee is tabel 1 vervangen door recentere gegevens van vvo, dat gemiddeld een factor 10 hoger ligt dan de voorheen gebruikte gegevens.

Originele factsheet:

Roovaart, J. van den (RWS WD), Corrosie waterleidingen kantoorgebouwen, juni 2008.  
De 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 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	25
Emissiefactor	50
Verdeling compartimenten	1
Emissieroutes via riool naar water	10
Regionalisatie	25

De emissieverklarende variabele is gebaseerd op getallen van het CBS in 1989, gegevens voor de jaren 1991, 1996, 2000 en 2001 en een voorspelling voor 2011. Omdat dit verouderde getallen zijn en voor de recente jaren is uitgegaan van een schatting krijgt de EVV een betrouwbaarheidspercentage van 25%. Aan de emissiefactoren is een betrouwbaarheid van 50% toegekend; de emissiefactor is gebaseerd op een berekening uit 1993 en ook in de bepaling van het actief ontharde percentage drinkwater zit een onzekerheid. De emissie gaat voor 100% naar het riool en krijgt daarom een betrouwbaarheid van 1%. De emissieroutes via riool naar water krijgen een betrouwbaarheidspercentage van 10%, zoals beschreven in de factsheet van de berekende effluenten RWZI's [2]. De regionalisatie van de emissies is gebaseerd op het aantal inwoners, dit aantal zal redelijk gecorreleerd zijn met het oppervlak kantoorgebouwen en krijgt daarom een betrouwbaarheidspercentage van 25%.

Als belangrijkste verbeterpunten worden genoemd :

- Verbetering van de kwaliteit van de informatie van de emissieverklarende variabele. In plaats van de voorspelling voor 2011 zou een voorspelling voor 2020 [9; gemiddelde van vier scenario's] gebruikt kunnen worden, te weten 45 444 760 m<sup>2</sup>, welke is berekend op basis van relatieve groei ruimtevraag (2020 t.o.v. 2001; 24% (53,4/43=1,24)).
- Verbetering van de informatie over de effecten van de invloed van de waterontharding op de corrosie van koper.
- Onderzoek naar corrosie van andere stoffen dan koper uit waterleidingen.
- Er is een contactgroep ontharding (alle drinkwaterbedrijven) die wellicht een lijst heeft van gebouwde en te bouwen installaties na 2006. Hiermee kan het percentage misschien nog beter vastgesteld kan worden.

## 12 Reacties

Voor vragen naar aanleiding van dit werkdocument of opmerkingen kan contact worden opgenomen met [emissieregistratie@deltares.nl](mailto:emissieregistratie@deltares.nl).

### 13 Referenties

- [1] CIW/CUWVO wekgroep VI, februari 1997. Handreiking Regionale aanpak diffuse bronnen. Bijlage 1, par 2.2.
  - [2] Rijkswaterstaat Waterdienst, 2016. Effluenten RWZI's, regenwaterriolen, niet aangesloten riolen, overstorten en IBA's, factsheets diffuse bronnen. RWS-WD, Lelystad, mei 2016.
  - [3] 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. Publicatiereeks EmissieRegistratie, nr. 44.
  - [4] RIVM, 1991. Nationale Milieuverkenning 2, 1990-2010.
  - [5] Rijkswaterstaat Waterdienst, 2016. Huishoudelijk Afvalwater, factsheets diffuse bronnen. RWS-WD, Lelystad, mei 2016.
  - [6] Oppen, P.W. van, 1991. Haalbaarheidsonderzoek terugdringing lozing koper en zink uit woningen. Bouwcentrum Advies.
  - [7] Bentum, F. van et al., 1996. Watersysteemverkenningen, Doelgroepstudie Bouwmaterialen. RIZA notanr. 96.0230
  - [8] Molder, R. te, 2007. Notitie ruimtelijke verdeling binnen de EmissieRegistratie. Een overzicht.
  - [9] <sup>a</sup>Arts, P.H.A.M., J. Ebregt, C.J.J. Eijgenraam en M.J. Stoffers. Bedrijfslocatiemonitor; De vraag naar ruimte voor economische activiteit tot 2040. rapport No 59 Centraal Planbureau. ISBN: 90-5833-243-8
  - [10] <sup>a</sup>Bijkerk, W.O., W.I.J. de Boer, G.A. Marlet en C.M.C.M. van Woerkens, Kijk op kantoren 2003, De ontwikkeling op de kantorenmarkt tot 2011. NYFER, Breukelen juni 2003. ISBN 90 76443 72 6
  - [11] KRW Watercycle Research Institute, mondelinge mededeling
- <sup>a</sup>[9]&[10] verwijzen naar kantorenbestand van R.L.Bak