

## **Corrosie loden stroken en slabben woningen en utiliteitsbouw**

Versie oktober 2025

Op actualiteit gecontroleerd: oktober 2025

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)).

Uitgevoerd door DELTARES en TNO

# Corrosie loden stroken en slabben woningen en utiliteitsbouw

## 1 Omschrijving emissiebron

Deze factsheet bevat een rekenmethode voor de emissies ten gevolge van corrosie van loden slabben en stroken van woningen en in de utiliteitsbouw. Lood wordt veelvuldig in woning- en utiliteitsbouw toegepast om gebouwen duurzaam waterdicht te maken. Corrosie en vervolgens afspoelen van lood is een belangrijke bron van lood in het oppervlaktewater. De corrosie van de loden stroken en slabben van woningen wordt binnen de landelijke EmissieRegistratie toegerekend aan de doelgroep consumenten en van de utiliteitsbouw aan de doelgroep Handel, Diensten en Overheid (HDO).

## 2 Toelichting berekeningswijze

De emissies worden berekend door de vermenigvuldiging van een emissieverklarende variabele (EVV), hier het blootgesteld oppervlak aan loden stroken en slabben, met een emissiefactor (EF), 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 aan loden stroken en slabben (km<sup>2</sup>)

EF = emissiefactor (kg/km<sup>2</sup>/jr)

De op deze wijze berekende emissie wordt de bruto emissie genoemd. Een specifiek deel hiervan komt terecht in het oppervlaktewater: de netto belasting van het oppervlaktewater.

## 3 Emissieverklarende variabele

De emissieverklarende variabele is het blootgesteld oppervlak aan loden stroken en slabben. Dit oppervlak wordt voor woningen bepaald aan de hand van een schatting voor het totaal blootgesteld oppervlak aan lood in 2002: 7.53 km<sup>2</sup> [2]. In 2005 heeft het CBS [5] een andere schatting voor het oppervlak aan loden slabben en stroken opgesteld en zodoende zijn deze gegevens gebruikt om de emissieverklarende variabele te ondersteunen, welke neerkomt op 7.61 km<sup>2</sup>. In deze berekening worden voor verschillende soorten woningen (vrijstaande, halfvrijstaande, hoek- en rijtjeswoningen, flatgebouwen) gemiddelde loodoppervlakken ingeschat van diverse onderdelen van het dak en vermenigvuldigd met frequentie van voorkomen en de aantallen woningen per type. In Bijlage 1 worden de details van de berekening gepresenteerd. Loodslabben worden voornamelijk gebruikt op eengezinswoningen. Op basis van cijfers van het CBS is te stellen dat het aantal meergezinswoningen relatief toeneemt ten opzichte van het aantal eengezinswoningen. Vanaf 2002 wordt de index bepaald door het aantal eengezinswoningen. Tussen 2003 en 2020 zijn geen cijfers van het aantal een- en meergezinswoningen beschikbaar. Voor deze periode wordt de index geschat (interpolatie) op basis van de bekende waardes uit 2002 en 2021. Vanaf 2021 wordt de index bepaald aan de hand van het aantal eengezinswoningen ten opzichte van 2002.

De tijdreeks van het blootgesteld oppervlak (EVV) wordt verkregen door schaling van de 2002-schatting op basis van woningaantallen in de periode 1985-2005 (zie tabel 1), verkregen van CBS [5] en [10]. Zie bijlage 1 voor een gedetailleerde omschrijving van de totstandkoming van de emissieverklarende variabele.

Tabel 1: Tijdsreeks ontwikkeling EVV: blootgesteld oppervlak aan loden stroken en slabben van woningen in Nederland.

| Jaar | Aantal woningen, totaal (x 1000) | Aantal eengezinswoningen (x1000) | Index | Blootgesteld loodopp. (km <sup>2</sup> ) |
|------|----------------------------------|----------------------------------|-------|------------------------------------------|
| 1985 | 5289                             |                                  | 0.78  | 5.89                                     |
| 1990 | 5892                             |                                  | 0.87  | 6.56                                     |
| 1995 | 6276                             |                                  | 0.93  | 6.99                                     |
| 2000 | 6651                             |                                  | 0.98  | 7.41                                     |
| 2002 | 6764                             | 4702                             | 1     | 7.53                                     |
| 2005 | 6912                             |                                  | 1.01  | 7.61                                     |
| 2010 | 7218                             |                                  | 1.04  | 7.82                                     |
| 2015 | 7641                             |                                  | 1.07  | 8.03                                     |
| 2019 | 7892                             |                                  | 1.08  | 8.2                                      |
| 2020 | 7588                             |                                  | 1.09  | 8.24                                     |
| 2021 |                                  | 5175                             | 1.1   | 8.29                                     |
| 2022 |                                  | 5209                             | 1.11  | 8.34                                     |
| 2023 |                                  | 5239                             | 1.11  | 8.39                                     |

Het totaal met lood bedekt oppervlak in de utiliteitsbouw is afkomstig uit een onderzoek van VTBC [2] en heeft betrekking op het jaar 2002 (zie tabel 2). Op grond van het gegeven dat veel van het bladlood wordt gebruikt voor historische gebouwen, waarvan de opstand nauwelijks varieert, wordt het totaal oppervlak aan loden stroken en slabben in de utiliteitsbouw in de tijd constant verondersteld.

Tabel 2: Inschatting van totaal blootgesteld oppervlak aan loden stroken en slabben in de utiliteitsbouw in 2002.

| aantal              | blootgesteld oppervlak (m <sup>2</sup> ) | voorbeeld projecten                                   | totaal (km <sup>2</sup> ) |
|---------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------|
| 1.000               | 400                                      | Fort Kijkduin, Sint Bavo Haarlem, Stadhuis Maastricht | 0.4                       |
| 2.000               | 200                                      | Kerken e.d.                                           | 0.4                       |
| 15.000              | 100                                      | Torentjes, dakkapellen, dakgoten                      | 1.5                       |
| 100.000             | 10                                       | Kleinere toepassingen                                 | 1.0                       |
| 531.000             | 0                                        | Rest utiliteitsgebouwen                               | 0.0                       |
| Totaal blootgesteld |                                          |                                                       | 3.3                       |

Het totaal blootgesteld oppervlak aan loden stroken en slabben bij woningen en in de utiliteitsbouw komt daarmee in het ijkjaar 2002 op 10.83 km<sup>2</sup> (7.53 + 3.3 km<sup>2</sup>). Het jaar 2002 wordt als ijkjaar gesteld voor de overige jaren, zie index Tabel 1.

N.B. Voor het vaststellen van de tijdsreeks aan blootgesteld oppervlak is geen gebruik gemaakt van afzetcijfers van lood. De reden hiervoor is dat dit van jaar tot jaar sterk varieert. Daarnaast is een schatting van het totaal oppervlak aan loden stroken en slabben op basis hiervan niet nauwkeuriger dan de huidige toegepaste methode, o.a. omdat de totale afzet van lood ook andere toepassingen omvat.

De afzetcijfers van lood zijn wel gebruikt om het resultaat van de huidige schattingsmethode te valideren. Dit is beschreven in bijlage 2. Het resultaat voor 2005 van 10.4 km<sup>2</sup> komt goed overeen met de som van EVV's van woningen en utiliteitsbouw, zoals hierboven beschreven: 7.61 + 3.3 km<sup>2</sup>.

## 4 Emissiefactoren

Vanwege de goede bewerkbaarheid en de weerstand tegen corrosie is lood een geschikt bouw materiaal. De corrosiebestendigheid wordt voor een groot deel veroorzaakt door het 'patina', een dun laagje aan het oppervlak dat moeilijk te penetreren is. Dit laagje wordt onder normale

omstandigheden gevormd door zuurstof, CO<sub>2</sub> en waterdamp uit de lucht en bestaat uit loodoxiden, -carbonaat, -sulfieten en –sulfaten. Alleen het gevormde loodcarbonaat (Pb(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) hecht slecht en zal dus afspoelen. Merkwaardig is dat zwaveldioxide en zwavelzuur (zure regen) juist een positieve invloed lijken te hebben omdat hierdoor het goed hechtende loodsulfaat wordt gevormd. Hoe de oppervlaktechemie van het lood veranderd is door de afnemende zuurconcentratie in de regen in de loop der jaren, is niet bekend. Het is erg waarschijnlijk dat er een positief noch negatief effect zal zijn op de afspoelingshoeveelheid, aangezien de uitlogingen van loodcarbonaat en loodoxiden een belangrijkere rol hebben [3, 4].

Als afspoelfactor (EF) wordt een waarde van 2.2 g/m<sup>2</sup> (2200 kg/km<sup>2</sup>) per jaar aangehouden. Deze waarde is gebaseerd op resultaten van een meetstudie van RIZA naar de verontreinigingen in de runoff van bouwmaterialen [6]. Van Mourik et al. [6] geven meetwaarden voor uitloging van lood van loden stroken en slabben bij façades onder verschillende hoeken en voor zowel stedelijk als landelijk gebied (zie tabel 3). Het merendeel van de woningen en de utiliteitsbouw bevindt zich in het stedelijk gebied. Daarnaast is niet bekend wat de verdeling is tussen de verschillende oriëntaties van daken. Om die reden is als emissiefactor het gemiddelde gekozen van de twee uiterste waarden voor het stedelijk gebied (2.2 g/m<sup>2</sup> ook wel 2200 kg/km<sup>2</sup>).

Tabel 3: Gemeten looduitloging van loden stroken en slabben (EF) in g/m<sup>2</sup>/jaar [6].

|                  | Landelijk gebied | Stedelijk gebied |
|------------------|------------------|------------------|
| Dak onder 7°     | 3.30             | 3.50             |
| Dak onder 45°    | 2.50             | 2.70             |
| Façade onder 90° | 0.82             | 0.88             |

## 5 Maatregelen en effecten

Op dit moment (oktober 2025) zijn er geen maatregelen die de emissie van lood uit loden stroken en slabben reduceren bekend. De EU heeft lood op de kandidaatlijst gezet om aangemerkt te worden als zeer zorgwekkende stof. Dit betekent dat producenten en importeurs van producten die lood bevatten (waaronder dus loodstroken en -slabben), ECHA op de hoogte moeten stellen dat hun product lood bevat. In 2023 heeft ECHA aangeraden om lood ook toe te voegen aan de autorisatie lijst (REACH annex XIV). Wanneer de Europese commissie besluit om lood op de autorisatielijst op te nemen, wordt het verboden om producten met lood op de markt te brengen [13]. Mocht de Europese commissie tot dit besluit komen, dan zal op termijn waarschijnlijk de loodemissie vanuit loden stroken en slabben afnemen, omdat er in dat geval geen lood meer gebruikt mag worden.

Steeds vaker vindt de verwerking van hemelwater op eigen terrein plaats. Er is hierover op dit moment [2025] geen landelijke richtlijn, maar wel zijn er gemeenten die zelf afspraken hebben vastgelegd in hun beleid [14]. Dit is van invloed op welk compartiment de emissies van woningen terecht komt. Er zijn geen exacte cijfers bekend van hoe vaak hemelwater van woningen nog via het riool wordt afgevoerd of plaatselijk in de bodem wordt geïnfilteerd. Volgens Rioned blijkt in de praktijk dat de meeste woningen hun hemelwater nog steeds op het riool lozen [14]. Wel heeft ongeveer een derde van de gemeenten beleid waarbij particulieren verplicht bepaalde maatregelen moeten nemen in de omgang met hemelwater op eigen terrein [14]. Dit kan bijvoorbeeld zijn dat nieuwbouwwoningen verplicht hun hemelwater moeten laten infiltreren op eigen terrein. Op dit moment is er nog te weinig informatie beschikbaar om dit te kunnen incorporeren in de emissies.

Op basis van de hiervoor besproken informatie is het aandeel woningen wat op dit moment hun hemelwater in de bodem laat infiltreren relatief beperkt ten opzichte van wat er op het riool terecht komt. Desalniettemin is de verwachting dat dit in de toekomst sterk zal veranderen. Het dient dan ook de aanbeveling om dit actief in de gaten te houden, zodat op termijn ook een deel van de emissies van woningen naar bodem gaan.

## 6 Emissies

De totale berekende emissies staan weergegeven in onderstaande tabel 4.

Tabel 4: Loodemissies uit stroken en slabben bij woningen en in de utiliteitsbouw (kg).

|                | 1990          | 1995          | 2000          | 2005          | 2010          | 2015          | 2019          | 2020          | 2021          | 2022          | 2023          |
|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| woningen       | 14 432        | 15 373        | 16 291        | 16 752        | 17 213        | 17 673        | 18041         | 18 133        | 18 237        | 18 355        | 18 459        |
| utiliteitsbouw | 7 260         | 7 260         | 7 260         | 7 260         | 7 260         | 7 260         | 7260          | 7 260         | 7 260         | 7 260         | 7 260         |
| <b>totaal</b>  | <b>21 692</b> | <b>22 633</b> | <b>23 551</b> | <b>24 012</b> | <b>24 473</b> | <b>24 933</b> | <b>25 301</b> | <b>25 393</b> | <b>25 497</b> | <b>25 615</b> | <b>25 719</b> |

## 7 Verdeling compartimenten

De emissies bij woningen worden voor 100% als lozingen op het riool beschouwd. De emissies bij de utiliteitsbouw worden voor 70% als lozingen op het riool beschouwd en voor 30% als belasting van de bodem [2, 7].

Tabel 5: Verdeling loodemissies uit stroken en slabben bij woningen en in de utiliteitsbouw over de verschillende compartimenten (kg).

|                               | 1990   | 1995   | 2000   | 2005   | 2010   | 2015   | 2019  | 2020   | 2021   | 2022   | 2023   |
|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|
| woningen<br>riool (hwa)       | 14 432 | 15 373 | 16 291 | 16 752 | 17 213 | 17 673 | 18041 | 18 133 | 18 237 | 18 355 | 18 459 |
| utiliteitsbouw<br>riool (hwa) | 5 082  | 5 082  | 5 082  | 5 082  | 5 082  | 5 082  | 5 082 | 5 082  | 5 082  | 5 082  | 5 082  |
| utiliteitsbouw<br>bodem       | 2 178  | 2 178  | 2 178  | 2 178  | 2 178  | 2 178  | 2 178 | 2 178  | 2 178  | 2 178  | 2 178  |

## 8 Emissieroutes via riool naar water

Emissies via riool naar water vinden plaats door emissies uit het rioleringsstelsel, via overstorten, effluënten van RWZI's. In de factsheet "Effluënten RWZI's, regenwaterriolen, niet aangesloten riolen, overstorten en IBA's" [8] wordt dit verder beschreven. Alle hierboven beschreven loodemissies vinden plaats via de hemelwaterafvoer (hwa).

## 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” [8]. 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/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).

## 10 Opmerkingen en wijzigingen ten opzichte van voorgaande jaren

De emissiefactor is met ingang van het jaar 2006 verlaagd van 5.0 naar 2.2. De reden hiervoor was het beschikbaar komen van de meetresultaten van Van Mourik et al. [6].

Op grond van bijlage 1 is in 2008 de emissieverklarende variabele herberekend; dit is een wijziging die ook haar doorwerking vindt in de emissies van de jaren daarvoor. Daartoe is gebruik gemaakt van het Data Statistisch Jaarboek CBS 2005 [11], aangevuld met een aantal overwegingen van RIZA [12]. In ronde 2014 is voor het jaar 2011 en 2012 het woningaantal iets veranderd op basis van aangepaste getallen op de CBS website [5].

In 2025 is het blootgesteld oppervlak van woningen aangepast. De reden hiervoor is dat er relatief meer meergezinswoningen dan eengezinswoningen bijkomen. Op meergezinswoningen worden veel minder loodslabben en stroken gebruikt dan op eengezinswoningen (zie bijlage I) waardoor het blootgesteld oppervlak lager is dan bij eengezinswoningen. Vanaf het jaar 2021 worden de cijfers berekend op basis van het aantal eengezinswoningen ten opzichte van 2002.

Originele factsheet:

Roovaart, J. van den (RWS-WD), H. Oonk (TNO), J. Hulskotte (TNO); Corrosie loden stroken en slabben woningen en utiliteitsbouw; november 2007

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       | 50                             |
| Emissiefactor                      | 50                             |
| Verdeling compartimenten           | 25                             |
| Emissieroutes via riool naar water | 10                             |
| Regionalisatie                     | 25                             |

De emissieverklarende variabele voor woningen is gebaseerd op een uitvoerig model, met daarin verwerkt veel ervaringen vanuit de sector. Het aantal woningen voor reconstructie van de tijdreeks is echter een benadering, waarbij geen rekening wordt gehouden met veranderingen in bouwwijze en materiaalgebruik. Om deze reden krijgt de nauwkeurigheid van de emissieverklarende variabele een betrouwbaarheidspercentage van 50%. De emissiefactor heeft een betrouwbaarheid van 50% omdat er een beperkt aantal metingen met een grote spreiding aan ten grondslag ligt. De verdeling van de emissies over de verschillende compartimenten is gebaseerd op oude onderzoeken. Bij nieuwe woningen komt het water vaker in de bodem terecht, door de aanleg van gescheiden rioolstelsels. De betrouwbaarheid wordt op 25% gesteld. De emissieroutes via riool naar water krijgen een betrouwbaarheidspercentage van 10%, zoals beschreven in de factsheet van de berekende effluenten RWZI's [8].

De regionalisatie is gebaseerd op het aantal inwoners per gridcel. Dit is op zichzelf wel een betrouwbare inschatting, maar er is geen rekening gehouden met het feit dat in stedelijk gebied relatief minder lood per woning wordt toegepast dan in ruraal gebied en omdat geen rekening wordt gehouden met gescheiden rioleringsstelsels. Om deze reden is een betrouwbaarheid van 25% toegekend.

De belangrijkste verbeterpunten zijn:

- Voor wat betreft de emissieverklarende variabele zijn verbeteringen mogelijk door verzamelen en verwerken van informatie over veranderend loodgebruik in de loop van de tijd.
- Er zijn veel en goede meetgegevens beschikbaar over afspoeling van lood. De afleiding van emissiefactoren op basis van deze metingen in emissiefactoren kan verder worden verbeterd door het verzamelen van informatie over het aantal woningen/utiliteitsbouw in stedelijke gebieden en op het platteland en daarnaast informatie over oriëntatie van daken. Met deze informatie kan een gewogen gemiddelde worden gemaakt van alle meetresultaten als beschreven in tabel 3.
- Bij regionalisatie van emissies kan een verbetering worden gerealiseerd door het ook toekennen van emissies aan de gescheiden rioleringsstelsels.

## 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 werkgroep VI, februari 1997. Handreiking Regionale aanpak diffuse bronnen. Bijlage 1, par. 2.2
- [2] Van Tilborg Business Consultancy (VTBC, 2007) Schatting blootgesteld loodoppervlak t.b.v. de EmissieRegistratie, Van Tilborg, Velp.
- [3] Lembrechts, P.; Vandewalle, B. – Verbindingen van natuursteen door het aangieten met lood van ankerstaven: technologie en alternatieven, 2001.
- [4] Davis, A., Shokouhian, M., Ni, S. – Loading estimates of lead, copper, cadmium and zinc in urban runoff from specific sources – Chemosphere vol. 44, nr. 5, 2001.
- [5] CBS Statline, <http://statline.cbs.nl>, 2015.
- [6] Mourik, W. van, Mijle Meijer H.J. van der, Tilborg W.J.M. van, Teunissen R.J.M., Emissies van bouwmaterialen, vaststelling van afspoelsnelheden op basis van metingen aan proefopstellingen, RIZA rapport 2003.027, ISBN 9036956412, november 2003.

- [7] Coppoolse, J. et al., april 1993. Zware metalen in oppervlaktewater. Bronnen en maatregelen. SPEED-document. RIZA notanr. 93.012, RIVM notanr. 773003001.
- [8] Rijkswaterstaat Waterdienst, 2016. Effluenten RWZI's, regenwaterriolen, niet aangesloten riolen, overstorten en IBA's, factsheet diffuse bronnen, RWS-WD, Lelystad, mei 2016.
- [9] Rijkswaterstaat Waterdienst, 2016. Corrosie gegalvaniseerd staal en bladzink, factsheets diffuse bronnen, RWS-WD Lelystad, mei 2016.
- [10] 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.
- [11] CBS, 2005, Statistisch Jaarboek 2005, Pag. 77 t/m 80, CBS, Voorburg.
- [12] RIZA, 2007. Interne notitie: Schatting blootgesteld loodoppervlak t.b.v. EmissieRegistratie, Reactie op industrieschatting, d.d. 22 maart 2007, RIZA, Lelystad.
- [13] ECHA europe, <https://echa.europa.eu/nl/hot-topics/lead>. Geraadpleegd op 30 september 2025.
- [14] Stichting RIONED, 2025. Monitor gemeentelijke watertaken 2024.

## Bijlage 1: Berekening oppervlakte loden stroken en slabben bij woningen

De berekening in deze bijlage is gebaseerd op informatie van het CBS voor 2005 [11], (Data Statistisch Jaarboek CBS 2005, Pag. 77 t/m 80), een inventarisatie van Van Tilborg et al. [2], aangevuld met een aantal overwegingen van RIZA [12].

Bij het opstellen van de schatting van blootgesteld oppervlak is uitgegaan van karakteristieke afmetingen van woningen en bergingen. Hierbij is een aantal loodtoepassingen weggelaten die weinig of niets bijdragen aan het totaal loodoppervlak (bijvoorbeeld afdichting van balkons). Typische afmetingen die zijn gebruikt in berekeningen zijn o.a. diepte van woningen van gemiddeld 6 meter, grootte van een berging van 2,5\*4 meter, lengte van een garage van 6 meter.

Het resultaat is een kwantificering van het totaal met lood bedekt oppervlak dat is blootgesteld aan de atmosfeer (zie tabel B.1).

Tabel B.1: Totaal blootgesteld oppervlak aan loden stroken en slabben in de woningen in 2002.

| Onderdeel                                | Totaal oppervlak in Nederland (km <sup>2</sup> ) |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Aansluiting (hellend) dak verticale wand | 0.845                                            |
| Bergingen garages                        | 1.159                                            |
| Schoorsteendoorvoeringen                 |                                                  |
| - Hellend dak                            | 2.471                                            |
| - Plat dak                               | 0.412                                            |
| Dakkapellen                              | 1.221                                            |
| Dakvensters                              | 1.424                                            |
| <b>Totaal woningen</b>                   | <b>7.531</b>                                     |

De bepaling van de diverse onderdelen is in onderstaande tabellen weergegeven.

| Aansluiting hellend dak       | Aantal woningen (x1.000) | % woningen toegepast | Aantal woningen toegepast (x1.000) | Oppervlak per woning m <sup>2</sup> | Totaal oppervlak m <sup>2</sup> (x 1000) |
|-------------------------------|--------------------------|----------------------|------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------|
| Vrijstaande woning            | 960                      | 8.6%                 | 83                                 | 2.080                               | 172                                      |
| Halfvrijstaand                | 840                      | 8.6%                 | 72                                 | 2.080                               | 151                                      |
| Hoekwoning                    | 818                      | 8.6%                 | 71                                 | 2.080                               | 147                                      |
| Rijtjeswoning                 | 1 858                    | 8.6%                 | 160                                | 2.080                               | 333                                      |
| Anders                        | 88                       | 8.6%                 | 8                                  | 2.080                               | 16                                       |
| Geen flatwoningen             | 4 564                    |                      | 394                                |                                     | 819                                      |
| Flatwoningen                  | 2 062                    |                      |                                    |                                     |                                          |
| Bedrijf met woonruimte        | 146                      | 8.6%                 | 13                                 | 2.080                               | 26                                       |
| <b>Totaal aantal woningen</b> | <b>6 772</b>             |                      | <b>406</b>                         |                                     | <b>845</b>                               |

1) in afwijking van Van Tilborg et al. (2007) [2] is het blootgesteld oppervlak per woning voor de aansluiting hellend dak aan verticale wand aangenomen als 2,08 m<sup>2</sup>/woning in plaats van 1,55 m<sup>2</sup>/woning.

2) aanvullende overweging van RIZA [12] is dat aansluiting hellend dak aan verticale wand wordt toegepast bij alle woningen, exclusief flatgebouwen.

| Bergingen en garages   | Aantal<br>woningen<br>(x1.000) | % woningen<br>toegepast | Aantal<br>woningen<br>toegepast<br>(x1.000) | Oppervlak<br>per woning<br>m <sup>2</sup> | Totaal<br>oppervlak<br>m <sup>2</sup> (x 1000) |
|------------------------|--------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------|
| Vrijstaande woning     | 960                            | 47.0%                   | 451                                         | 1.200                                     | 541                                            |
| Halfvrijstaand         | 840                            | 47.0%                   | 395                                         | 0.600                                     | 237                                            |
| Hoekwoning             | 818                            | 47.0%                   | 384                                         | 0.250                                     | 96                                             |
| Rijteswoning           | 1 858                          | 47.0%                   | 873                                         | 0.250                                     | 218                                            |
| Anders                 | 88                             | 47.0%                   | 41                                          | 0.600                                     | 25                                             |
| Geen flatwoningen      | 4 564                          |                         | 2 145                                       |                                           | 1 118                                          |
| Flatwoningen           | 2 062                          |                         |                                             |                                           |                                                |
| Bedrijf met woonruimte | 146                            | 47.0%                   | 69                                          | 0.600                                     | 41                                             |
| Totaal aantal woningen | 6 772                          |                         | 2 214                                       |                                           | 1 159                                          |

1) de oppervlakten voor vrijstaande woningen en halfvrijstaande woningen zijn omgedraaid (zie ook voetnoot 3). Dit leidde tot een kleine fout in het oppervlak van bergingen en garages en uiteindelijk tot een kleine fout in het totaaloppervlak. Dit is inmiddels hersteld.

2) bij aangebouwde bergingen/garages voor hoekwoningen of rijteswoningen wordt het voorstel uit [9] overgenomen, welke uitgaat van een oppervlak van 0,25 m<sup>2</sup>.

3) voor de categorie halfvrijstaande woningen wordt daarom geen 1,2 maar 0,6 m<sup>2</sup> per garage, omdat bij geschakelde woningen de garages meestal aan elkaar vast zitten .

| Schoorsteen hellend dak | Aantal<br>woningen<br>(x1.000) | % woningen<br>toegepast | Aantal<br>woningen<br>toegepast<br>(x1.000) | Oppervlak<br>per woning<br>m <sup>2</sup> | Totaal<br>oppervlak<br>m <sup>2</sup> (x 1000) |
|-------------------------|--------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------|
| Vrijstaande woning      | 960                            | 68.1%                   | 653                                         | 1.000                                     | 653                                            |
| Halfvrijstaand          | 840                            | 68.1%                   | 572                                         | 0.700                                     | 400                                            |
| Hoekwoning              | 818                            | 68.1%                   | 557                                         | 0.700                                     | 390                                            |
| Rijteswoning            | 1 858                          | 68.1%                   | 1 265                                       | 0.700                                     | 886                                            |
| Anders                  | 88                             | 68.1%                   | 60                                          | 0.700                                     | 42                                             |
| Geen flatwoningen       | 4 564                          |                         | 3 108                                       |                                           | 2 371                                          |
| Flatwoningen            | 2 062                          |                         |                                             |                                           |                                                |
| Bedrijf met woonruimte  | 146                            | 68.1%                   | 99                                          | 1.000                                     | 99                                             |
| Totaal aantal woningen  | 6 772                          |                         | 3 207                                       |                                           | 2 471                                          |

1) voor schoorstenen wordt uitgegaan van andere getallen dan in van Tilborg et al [2]. Gegevens zijn eigen schattingen van RIZA op basis van karakteristieke schoorsteenafmetingen [10].

| Schoorsteen plat dak   | Aantal<br>woningen<br>(x1.000) | % woningen<br>toegepast | Aantal<br>woningen<br>toegepast<br>(x1.000) | Oppervlak<br>per woning<br>m <sup>2</sup> | Totaal<br>oppervlak<br>m <sup>2</sup> (x 1000) |
|------------------------|--------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------|
| Vrijstaande woning     | 960                            | 13.9%                   | 134                                         | 0.500                                     | 67                                             |
| Halfvrijstaand         | 840                            | 13.9%                   | 117                                         | 0.250                                     | 29                                             |
| Hoekwoning             | 818                            | 13.9%                   | 114                                         | 0.250                                     | 28                                             |
| Rijteswoning           | 1 858                          | 13.9%                   | 258                                         | 0.250                                     | 65                                             |
| Anders                 | 88                             | 13.9%                   | 12                                          | 0.500                                     | 6                                              |
| Geen flatwoningen      | 4 564                          |                         | 635                                         |                                           | 195                                            |
| Flatwoningen           | 2 062                          |                         |                                             |                                           |                                                |
| Oudere flats           | 825                            | 100.0%                  | 824.8                                       | 0.25                                      | 206                                            |
| Nieuwere flats         | 1 237                          | 0.0%                    | -                                           | 0                                         | -                                              |
| Bedrijf met woonruimte | 146                            | 13.9%                   | 20                                          | 0.500                                     | 10                                             |
| Totaal aantal woningen | 6 772                          |                         | 1 480                                       |                                           | 412                                            |

1) voor schoorstenen wordt uitgegaan van andere getallen dan in van Tilborg et al [2]. Gegevens zijn eigen schattingen van RIZA op basis van karakteristieke schoorsteenafmetingen [10].

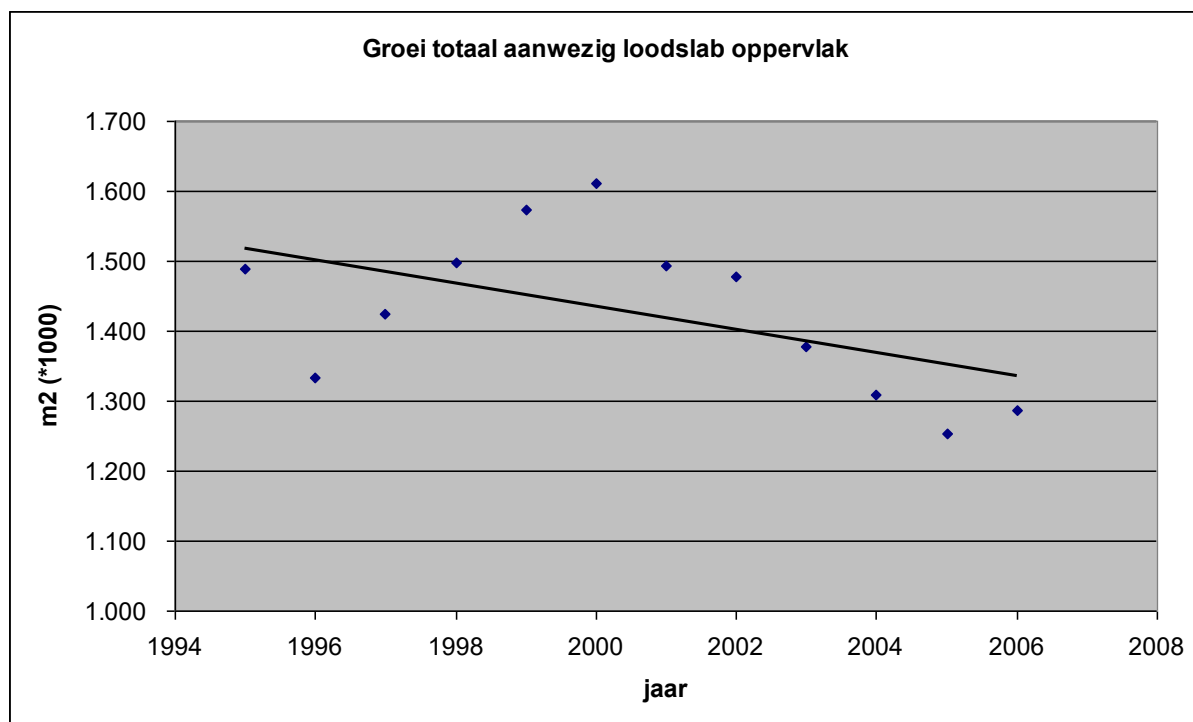
| Dakkapel met lood      | Aantal<br>woningen<br>(x1.000) | % woningen<br>toegepast | Aantal<br>woningen<br>toegepast<br>(x1.000) | Oppervlak<br>per woning<br>m <sup>2</sup> | Totaal<br>oppervlak<br>m <sup>2</sup> (x 1000) |
|------------------------|--------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------|
| Vrijstaande woning     | 960                            | 21,6%                   | 207                                         | 1,200                                     | 249                                            |
| Halfvrijstaand         | 840                            | 21,6%                   | 181                                         | 1,200                                     | 218                                            |
| Hoekwoning             | 818                            | 21,6%                   | 177                                         | 1,200                                     | 212                                            |
| Rijtjeswoning          | 1 858                          | 21,6%                   | 401                                         | 1,200                                     | 482                                            |
| Anders                 | 88                             | 21,6%                   | 19                                          | 1,200                                     | 23                                             |
| Geen flatwoningen      | 4 564                          |                         | 986                                         |                                           | 1 183                                          |
| Flatwoningen           | 2 062                          |                         |                                             |                                           |                                                |
| Bedrijf met woonruimte | 146                            | 21,6%                   | 32                                          | 1,200                                     | 38                                             |
| Totaal aantal woningen | 6 772                          |                         | 1 017                                       |                                           | 1 221                                          |

| Dakvenster met lood    | Aantal<br>woningen<br>(x1.000) | % woningen<br>toegepast | Aantal<br>woningen<br>toegepast<br>(x1.000) | Oppervlak<br>per woning<br>m <sup>2</sup> | Totaal<br>oppervlak<br>m <sup>2</sup> (x 1000) |
|------------------------|--------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------|
| Vrijstaande woning     | 960                            | 43.2%                   | 415                                         | 0.700                                     | 290                                            |
| Halfvrijstaand         | 840                            | 43.2%                   | 363                                         | 0.700                                     | 254                                            |
| Hoekwoning             | 818                            | 43.2%                   | 353                                         | 0.700                                     | 247                                            |
| Rijtjeswoning          | 1 858                          | 43.2%                   | 803                                         | 0.700                                     | 562                                            |
| Anders                 | 88                             | 43.2%                   | 38                                          | 0.700                                     | 27                                             |
| Geen flatwoningen      | 4 564                          |                         | 1 972                                       |                                           | 1 380                                          |
| Flatwoningen           | 2 062                          |                         |                                             |                                           |                                                |
| Bedrijf met woonruimte | 146                            | 43.2%                   | 63                                          | 0.700                                     | 44                                             |
| Totaal aantal woningen | 6 772                          |                         | 2 035                                       |                                           | 1 424                                          |

## Bijlage 2: Verificatie op basis van marktcijfers

In onderstaande figuur staat een overzicht van de verkoop in Nederland van bladlood over de periode 1995-2006. De hoge omzetten in het verleden hebben te maken met:

1. hoge bouw activiteiten
2. enorm grote renovatie projecten
3. doordat in het verleden veel vervolgschade was als gevolg van het gebruik van te dun lood en het niet vakkundig aanbrengen was er een grote markt voor reparatie/vervanging.
4. de opkomst van het gebruik van bladlood als bescherming tegen röntgen, radioactiviteit en geluid.



De verkoopgegevens zijn gebruikt om het totale oppervlakte aan loden stroken en slabben in te schatten en daarmee de schatting voor de EVV in de factsheet te valideren [2].

De technische levensduur van loodslabben is enkele honderden jaren, maar in de praktijk wordt lood eerder vervangen. In Nederland gaan woningen gemiddeld ongeveer 60 jaar mee. In de loop van de levensduur van een woning wordt een deel van het lood vervangen in verband met verbouwingen etc. We rekenen daarom met een gemiddelde vervangduur van lood van 50 jaar.

De Nederlandse markt bedroeg in 1955 circa 12 kton bladlood met een gemiddelde dikte van 12 kg/m<sup>2</sup>, equivalent aan 1.0 km<sup>2</sup>. In 2005 is deze gegroeid naar 22 kton met een gemiddelde dikte van 15 kg/m<sup>2</sup>, equivalent aan 1.6 km<sup>2</sup>. Het gemiddelde hiervan is 1.3 km<sup>2</sup>/jaar.

Hiervan wordt jaarlijks ongeveer 6% gebruikt voor afschermingstoepassingen (röntgen + geluid). Verder wordt circa 10% niet geïnstalleerd vanwege versnijding (bijvoorbeeld bij dakdoorvoeren) of spoelt niet af vanwege overlap. Daarnaast gaat 20% naar spouwlood, een toepassing zonder emissie naar water. Totaal wordt dus 36% van de productie niet gebruikt in toepassingen waar afspoeling naar water plaats vindt. Het jaarlijks gecreëerde afspoelend oppervlak is daarmee circa 64% van 1.3 km<sup>2</sup> = 0.832 km<sup>2</sup>.

Het geïnstalleerde lood oppervlak dat in 50 jaar hierdoor ontstaat, kan daarmee geschat worden op  $50 \times 0.832 = 41.6$  km<sup>2</sup>. Van het geïnstalleerde lood is circa 25% blootgesteld aan atmosferische depositie. Het blootgestelde loodoppervlak bedraagt daardoor circa 10.4 km<sup>2</sup>.