

**Emissieschattingen Diffuse bronnen  
EmissieRegistratie**

**Emissie van lood door de  
sportvisserij in zoete en zoute  
wateren**

Versie mei 2015

In opdracht van RIJKSWATERSTAAT-WVL  
Uitgevoerd door DELTARES

# Emissie van lood door de sportvisserij

## 1 Omschrijving emissiebron

Het betreft hier een emissie t.g.v. het verlies van vislood door de sportvisserij in zoete en zoute wateren. Het proces wordt binnen de Emissieregistratie toegekend aan de doelgroep Consumenten.

## 2 Toelichting berekeningswijze

De bepaling van emissie van lood door de sportvisserij verloopt anders dan de bepaling van de emissies uit andere diffuse bronnen, waar emissies meestal worden bepaald als product van een emissieverklarende variabele en een emissiefactor.

De berekeningswijze voor de emissie van vislood in zoete en zoute wateren kan opgedeeld worden in drie stappen:

1. Voor zowel zoet als zout water is de jaarlijkse belasting van het oppervlaktewater met vislood geschat.
2. Het vislood komt in vaste fase op de bodem van het oppervlaktewater terecht en slechts een deel hiervan corrodeert en komt in oplossing in de waterkolom. Hiertoe is de belasting van vislood omgerekend naar de emissie van lood met behulp van de corrosiesnelheid en een aantal representatieve en zoveel mogelijk realistische aannames voor andere parameters.
3. Het omrekenen van de jaarlijkse loodbelastingen en emissies tot een cumulatief effect: elk jaar komt er opnieuw vislood in het water terecht, maar daarnaast corrodeert er ook nog vislood uit de voorgaande jaren.

Er is voor gekozen om de emissie van lood door de sportvisserij niet te laten variëren in de tijd, maar voor elk jaar dezelfde emissie te hanteren (zie hoofdstuk 6, emissies).

De werkwijze en berekeningen zijn uitgebreid toegelicht in Klein & Vink (2013). Hieronder worden de verschillende stappen in verschillende paragrafen kort toegelicht. In de paragrafen wordt onderscheid gemaakt tussen zoet en zout water.

## 3 Belasting Nederlandse wateren met vislood

### Zoet water

Voor de sportvisserij op zoet water staan de aangehouden waarden voor de verschillende parameters die nodig zijn om het loodverlies te berekenen weergegeven in tabel 1. De hoeveelheid loodverlies per persoon per jaar is uit de enquête gehaald die door Sportvisserij Nederland in 2008 is uitgevoerd onder lezers van het Visblad (Brevé, 2009). Deze enquête is door circa 1000 respondenten ingevuld. Uit de enquête komt naar voren dat de respondenten op zoete wateren gemiddeld 135 gram lood per jaar verliezen. In de enquête staat beschreven dat de visfrequentie voor de gemiddelde sportvisser lager ligt dan voor de respondenten (13,7 versus 30,7). Door Sportvisserij Nederland is een indicatie van 60 gram per sportvisser per jaar op zoet water berekend. Aandachtspunt bij de resultaten van dit onderzoek is dat de gehouden enquête onder lezers van het Visblad niet geheel representatief is geweest voor de Nederlandse sportvisser gezien de hoge visfrequentie en de hoge gemiddelde leeftijd. Verder dient te worden opgemerkt dat er geen bijschatting is gemaakt van het verlies door het vermeende toenemende gebruik van de loodclip en feederkorven in de jaren nadat de enquête heeft plaatsgevonden. Informatie hierover ontbreekt.

Tabel 1: Gekozen parameterwaarden voor de berekening van het loodverlies op zoet water voor het jaar 2010.

Parameter	Waarde	Bronvermelding
Aantal mannelijke 15+ sportvissers in Nederland	904.559	TNS-NIP/Imares, Sportvisserij onderzoek 2009-2010
Loodverlies per jaar	60 gram	Brevé (2009)
Loodverlies excl. gebruik loodclip	54 ton per jaar	Berekening

Uit bovenstaande tabel wordt een totaal loodverlies van **54 ton per jaar** op zoet water ingeschat.

### Zout water

Uitgangspunt bij de inschatting van het loodverlies op zout water zijn de resultaten uit de enquête van Sportvisserij Nederland (Brevé, 2009), ondanks het feit dat het aantal respondenten (49) beperkt was. Uit deze enquête kwam een schatting van 1129 gram verlies aan vislood per jaar naar voren. Gelet op het geringe aantal respondenten en de resulterende onbetrouwbaarheid is dit getal afgerond naar 1 kg loodverlies per zeesportvisser per jaar.

In 2010 zijn er 470.000 zeesportvissers (15+). Dit levert een totaal loodverlies op zout water van **470 ton** in 2010.

## 4 Corrosie vislood

Het veruit belangrijkste proces voor het in oplossing gaan van lood in natuurlijke milieus is oxidatie. Hierbij wordt de vaste fase (Pb(s)) omgezet naar een instabiele vorm PbO, die vervolgens over kan gaan in andere opgeloste vormen (meestal carbonaten en vrij opgelost lood).

Van particulier lood, zoals vislood, kan niet worden uitgesloten dat het in het sediment van de waterbodem wordt begraven. Bij sterk reducerende omstandigheden ( $p_e < -4$ , afwezigheid van nitraat en sulfaat) zal oxidatie niet langer optreden. Het lood is dan stabiel en zal nauwelijks corroderen. Onder aerobe omstandigheden zal lood als gevolg van oxidatie overgaan in opgeloste vormen. De snelheid waarin dit plaats vindt wordt verder aangeduid als corrosiesnelheid.

### Zoet water

Voor het schatten van de belasting van vislood op het oppervlaktewater is rekening gehouden met een aantal bepalende parameters: de geometrie van vislood, de hoeveelheid vislood dat begraven wordt in sediment en de corrosiesnelheid. De uitwerking en resultaten van de verschillende scenario's staan uitgebreid beschreven in Klein & Vink (2013).

In de berekening wordt uitgegaan van de P50-waarden van de individuele parameters die in de scenario's zijn gebruikt. Voor zoet water wordt een corrosiesnelheid van 13,0 mg/cm<sup>2</sup>/jr, een korrelradius van 0,35 cm en een percentage begraven lood van 30% aangehouden. Een belasting van zoet water door 54 ton lood per jaar resulteert in een hoeveelheid van 1850 kg/jaar aan lood die in oplossing gaat.

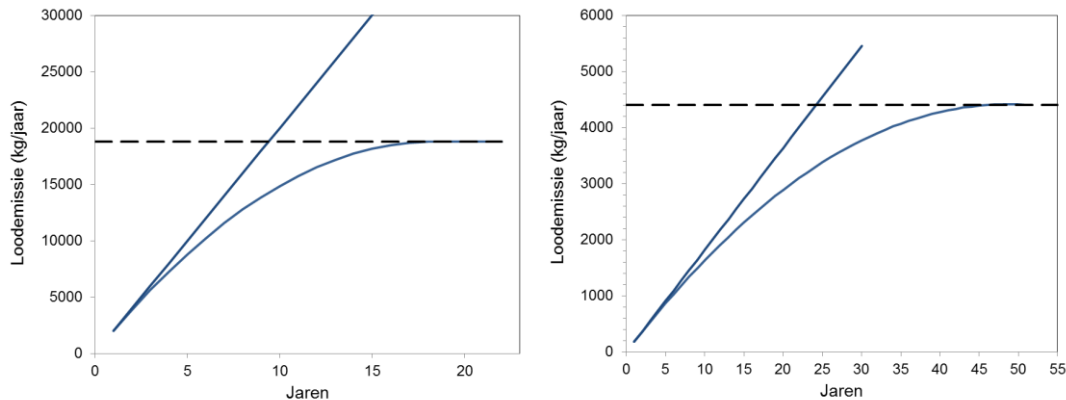
### Zout water

Hoewel de aanwezigheid van zout de oxidatiesnelheden van de meeste metalen versnellen, wordt voor lood in zeewater een lagere corrosiesnelheid gevonden dan in leidingwater. De reden hiervoor is dat de aanwezigheid van zowel chloride (voornamelijk PbCl<sub>2</sub>) als sulfaat de oxidatie van lood remt mede door de vorming van corrosiebeschermende films (Xie & Giammar, 2011). De uitwerking en resultaten van de verschillende scenario's staan uitgebreid beschreven in Klein & Vink (2013).

In de berekening wordt uitgegaan van de P50-waarden van de individuele parameters die in de scenario's zijn gebruikt. Voor zout water wordt een corrosiesnelheid van 3,0 mg/cm<sup>2</sup>/jr., een korrelradius van 1,0 cm en een percentage begraven lood van 0% aangehouden. In combinatie met een loodbelasting van zout water van 470 ton/jaar komt dit neer op een loodemissie van 182 kg/jaar.

## 5 Cumulatieve loodbelasting

Als we uitgaan van een jaarlijkse loodbelasting door het verlies van vislood van 54 ton in zoet water en 470 ton in zout water, komt dit neer op een jaarlijkse emissie van respectievelijk 1850 kg en 182 kg. Daarnaast moet echter nog het gecumuleerde effect van de belasting van alle voorgaande jaren meegenomen worden. Voor de cumulatieve emissiewaarden moet gecorrigeerd worden voor het feit dat de corrosie van vast lood uiteindelijk leidt tot het volledig in oplossing gaan, waardoor er daarna geen belasting meer optreedt uit de voorgaande jaren (figuur 1). Hiervoor wordt er een zogenaamde verdwijnterm opgenomen, die zorgt voor een stabiele eindsituatie (steady state) van het in oplossing gaan van al in het water aanwezig zijnde lood. In figuur 1 is het resultaat voor zoete en zoute wateren gegeven.



Figuur 1: Cumulatieve belasting van lood op zoete (links) en zoute (rechts) wateren. De rechte lijn is de optelsom van jaarlijkse belasting op basis van verloren gegaan vislood. De gebogen lijn is de groeicurve waarin de verdwijntermen als gevolg van corrosie in alle voorgaande jaren zijn opgenomen.

Uitgangspunten zijn de schattingen en parameters die in voorgaande paragrafen zijn beschreven. Verder is er van uitgegaan dat de jaarlijkse belasting van vislood voor alle jaren gelijk is, zie paragraaf 6. Het principe van de methodiek voor het afleiden van de verdwijntermen en het bepalen van de stabiele eindsituatie is toegelicht in Klein & Vink (2013).

De jaarlijkse cumulatieve emissiewaarden voor zoet en zout water staan weergegeven in tabel 3.

Tabel 3: Jaarlijkse cumulatieve emissiewaarden (kg/jaar) van vislood op Nederlandse wateren.

Zoet water	Zout water
18.830	4.400

## 6 Emissie

Er is voor gekozen om de emissie van lood door de sportvisserij niet te laten variëren in de tijd, maar voor elk jaar dezelfde emissie te hanteren. Hiervoor zijn de volgende redenen:

- De belasting van vislood (stap 1) is de enige parameter die varieert in de tijd omdat het aantal sportvissers en de visfrequentie variëren in de tijd. Het is echter niet bekend of en hoeveel het loodverlies per man per dag in voorgaande jaren afwijkend is van de huidige berekeningen.
- Bij het bepalen van de corrosiesnelheid (stap 2) zijn veel onzekerheden aangezien er grote verschillen kunnen zitten tussen verschillende gekozen parameterwaardes. Deze onzekerheden hebben grote invloed op de uiteindelijke emissie van lood. Kleine variaties in belasting hebben relatief weinig invloed op de emissie van lood, waardoor het niet zinvol is hiervoor te corrigeren.

De tijdreeks van de emissies van lood door de sportvisserij staan weergegeven in tabel 4.

Tabel 4: Emissie van lood door de sportvisserij (kg/jaar).

Kg/jaar	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013
Lood emissie - zoet water	18.830	18.830	18.830	18.830	18.830	18.830	18.830
Lood emissie –zout water	4.400	4.400	4.400	4.400	4.400	4.400	4.400

## 7 Maatregelen en effecten

Er zijn geen specifieke wettelijke maatregelen voor het verbieden of beperken van de emissie van lood naar water door de sportvisserij. Wel is lood een van de Prioritaire Stoffen onder de Kader Richtlijn Water. Dit houdt in dat de verontreiniging van het watermilieu met deze stoffen geleidelijk moet worden verminderd door een progressieve vermindering van de emissies en verliezen van deze stoffen naar het watermilieu te bewerkstelligen.

Door innovatie zijn de laatste jaren in zowel Nederland als het buitenland milieuvriendelijke loodvrije alternatieven voor vislood ontwikkeld. Voor de zwaardere gewichten vislood (>50 gram) zijn milieuvriendelijke alternatieven in principe beschikbaar. Implementatie van deze loodvrije alternatieven zal de loodbelasting van het oppervlaktewater beïnvloeden.

## 8 Verdeling compartimenten

De emissies vinden voor 100% plaats direct naar het zoute en zoete oppervlaktewater (directe emissie).

## 9 Emissieroutes via riool naar water

De hier berekende emissies zijn directe emissies naar water.

## 10 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 Molder (2007)), 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 op zoet water worden geregionaliseerd met de lokator 'lengte van oevers'. Emissies op zout water worden verdeeld over de 1 mijlszone langs de Nederlandse kust.

### *Lengte van oevers*

Per gridcel van 500\*500 meter is de oeverlengte van oppervlaktewateren bepaald. Dit is gedaan door uit de topografische kaart het oppervlaktewater te selecteren en een overlay te maken met de vierkantenkaart 500\*500m, waarna per vierkant de totale lengte van de oevers is opgeteld. De gegevens komen van LGN6.

## 11 Opmerkingen en wijzigingen ten opzichte van voorgaande jaren

In 2013 is er in opdracht van het ministerie van IenM een nieuwe inschatting gemaakt van het loodverlies in de sportvisserij in zowel zoet als zout water. Daarnaast is een inschatting gemaakt van het jaarlijks in oplossing raken van de op de bodem achtergelaten vislood in zoet en zout water en van het cumulatieve effect. De resultaten van dit onderzoek (Klein & Vink, 2013) zijn in de huidige factsheet verwerkt.

In de voorgaande rondes van de EmissieRegistratie was het cumulatieve effect helemaal niet meegenomen. Pas vanaf 2011 was er een correctie gemaakt voor het in oplossing gaan van lood, maar deze factor is met de huidige berekeningen beter onderbouwd.

Het aandeel van de sportvisserij op zoet water komt met de nieuwe emissieschattingen, zoals weergegeven in de huidige factsheet, op 30% van de totale belasting met lood per jaar in Nederland als voor de overige bronnen uitgegaan wordt van de emissiegetallen voor 2010. In de emissiegetallen zoals ze tot en met de vorige ronde werden gerapporteerd (dus met de 'oude' getallen zoals gerapporteerd in 2013) bedroeg het aandeel loodemissie vanuit de sportvisserij op zoet water 1% van de totale belasting. Het verschil tussen het huidige en nieuwe aandeel in de totale belasting wordt zowel veroorzaakt door een hogere belasting met vislood (54 ipv 31 ton/jaar), als een verbeterde corrosiesnelheid (1850 ipv 306 kg/jaar) als de cumulatieve belasting (deze was in de 'oude' berekeningen niet meegenomen).

## 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 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 (%)
Belasting met vislood	
- Zoet water	50
- Zout water	100
Corrosie vislood + cumulatieve loodbelasting	200
Verdeling compartimenten	1
Emissieroutes via riool naar water	-
Regionalisatie	200

De belasting van zoet water met vislood is hoofdzakelijk gebaseerd op de resultaten van een enquête (Brevé, 2009). Omdat deze enquête niet geheel representatief is, maar wel een goed beeld geeft van het loodverlies, krijgt dit een betrouwbaarheidspercentage van 50%. De belasting op zout water met vislood is gebaseerd op dezelfde enquête, maar minder representatief en met veel minder respondenten, en krijgt daarom een betrouwbaarheid van 100%. De corrosie van vislood is gebaseerd op de resultaten van een model met veel input uit de literatuur. In de verschillende factoren die in het model worden gebruikt, zitten echter veel onzekerheden. De cumulatieve loodbelasting is gebaseerd op een technische berekening op basis van een aantal aannames. Zodoende krijgt de combinatie van deze factoren een betrouwbaarheid van 200%. Daar de gehele emissie plaats vindt in het oppervlaktewater, krijgt het onderdeel 'verdeling

compartimenten' een betrouwbaarheid van 1%. De regionalisatie op basis van oeverlengte is niet representatief omdat niet op alle oevers gevist zal worden, maar veelal op specifieke de visplekken. Daarom is een betrouwbaarheidspercentage van 200% toegekend.

Verbeterpunten:

- Er zijn aanwijzingen voor toekomstige trends in het loodverlies. Het aantal vissers en de visfrequentie blijkt in de tijd af te nemen, terwijl het gebruik van de loodclip en feederkorven lijkt toe te nemen. Ook zijn er ontwikkelingen op het gebied van introductie van loodvrije milieuvriendelijke alternatieven voor vislood. Dit zijn allemaal processen die een invloed kunnen hebben op de uiteindelijke emissie van lood naar het watermilieu. Aanbevolen wordt over een aantal jaren de huidige emissieschattingen te updaten met gegevens over de nieuwe ontwikkelingen.
- De uiteindelijke emissie van lood door verlies van vislood in de sportvisserij wordt bepaald door 3 factoren; de jaarlijkse belasting van vislood op het oppervlaktewater, de corrosiesnelheid en de cumulatieve belasting over de jaren. Wat betreft de jaarlijkse belasting wordt op dit moment de grootste onzekerheid gevormd door het inschatten van het verlies van vislood. Aanbevolen wordt om deze belasting beter in te schatten door een representatieve steekproef onder zowel zoet- als zoutwatervissers of het laten bijhouden van het loodverlies door sportvissers specifiek voor zoet en zout water. Wat betreft de corrosiesnelheid is het de korrelgrootte die op dit moment de grootste onzekerheid bevat. Aanbevolen wordt om informatie over deze parameter ook op te nemen in de bovengenoemde enquête. Wat betreft de uiteindelijke cumulatieve belasting is het ingeschatte percentage vislood dat begraven wordt, de onzekere factor. Het lijkt praktisch gezien moeilijk om dit percentage beter in te schatten.
- In de huidige regionalisatie wordt de lengte van de oevers voor zoet water als lokator gebruikt. Aangezien niet op alle oevers gevist zal worden, zou informatie over de visplekken een beter beeld van de regionalisatie geven. Daarnaast zouden ook de factoren die de corrosiesnelheid bepalen (stroomsnelheid en percentage begraven) als gebiedspecifieke indelingen gebruikt kunnen worden.

## 12 Reacties

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

### 13 Referenties

Brevé NWP, 2009. Belasting van de Nederlandse zoete en zoute wateren met lood door verlies van vislood in de sportvisserij onder lezers van Hét VISblad, september 2008. Sportvisserij Nederland, projectnummer KI2008003.

Duijser, E., Bemer, E., 2007. Enquête zeesportvisserij 2006, Algemene situatie en zeebaarsvisserij. TNS NIPO, rapportnummer E5762.

Klein, J. & Vink, J., 2013. Belasting van de Nederlandse zoete en zoute wateren met lood door verlies van lood in de sportvisserij. Deltares-rapport 1208176.

Molder, R. te, 2007. Notitie ruimtelijke verdeling binnen de emissieregistratie. Een overzicht.

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.

Van der Hammen, T. & De Graaf, M., 2012. Recreational fishery in the Netherlands: catch estimates of cod (*Gadus morhua*) and eel (*Anguilla anguilla*) in 2010. Imares Wageningen UR rapport WOT-05-046-160-IMARES.

Website Sportvisserij Nederland:

[http://www.sportvisserij nederland.nl/over\\_ons/feiten\\_en\\_cijfers/?page=ruim\\_2\\_miljoen\\_sportvissers](http://www.sportvisserij nederland.nl/over_ons/feiten_en_cijfers/?page=ruim_2_miljoen_sportvissers)

Xie, Y., D. Giammar (2011). Effects of flow and water chemistry on lead release rates from pipe scales. *Water Res.* 45:6525-6534.