

Valt er te zwichten voor loodvrije werpgewichten?

*De haalbaarheid van het gebruik van visloodalternatieven in
de recreatieve hengelvissersrij op zee*

*Beleidsinformerende nota
December 2019*



Vlaams Instituut voor de Zee (VLIZ)

Beleidsinformerende Nota

Nota voorop

Het Vlaams Instituut voor de Zee (VLIZ) kan op vraag van haar doelgroepen, alsook op eigen initiatief kostenvrij en gericht beleidsrelevante informatie verschaffen. Deze informatie wordt ter beschikking gesteld onder de vorm van beleidsinformerende nota's (BIN).

De inhoud van de beleidsinformerende nota's is gestoeld op de actuele wetenschappelijke inzichten en objectieve informatie, data en gegevens. Het VLIZ steunt hierbij zoveel als mogelijk op de expertise van kust- en zeewetenschappers in het netwerk van mariene onderzoeksgroepen in Vlaanderen/België, en het internationale netwerk.

De beleidsinformerende nota's zijn een reflectie van het neutrale en ongebonden karakter van het VLIZ, en streven naar een maximale vertaling van de basisprincipes van duurzaamheid en een ecosysteem-gerichte benadering zoals die onderschreven wordt in het Europese geïntegreerd maritiem beleid en kustzonebeheer.

Vlaams Instituut voor de Zee (VLIZ), Wandelaarkaai 7, 8400 Oostende, België

Inhoud van de nota

Betreft: Het informeren van het beleid en andere belanghebbenden over de impact van (vis)lood op het milieu en de gezondheid, inclusief een eerste analyse van de haalbaarheid van het gebruik van visloodalternatieven in de recreatieve hengelvissersrij op zee.

Datum: December 2019

ISSN nummer: 2295-7464

ISBN nummer: 978-94-920-4380-1

Auteurs: Thomas J. Verleye, Lisa Devriese

Lectoren: David Bral (Sportvissersrij Vlaanderen), Bavo De Witte (ILVO), Pieter De Graef (SALV), Saskia Van Gaever (Dienst Marien Milieu - FOD Leefmilieu)

Te Citeren als: Verleye, T.J., Devriese, L. (2019). Beleidsinformerende Nota: Valt er te zwichten voor loodvrije werpgewichten? De haalbaarheid van het gebruik van visloodalternatieven in de recreatieve hengelvissersrij op zee. VLIZ Beleidsinformerende nota's BIN 2019_003. Oostende, 28 pp.

Contact: thomas.verleye@vliz.be

Bron coverfoto: David Bral

Financiering: FOD Leefmilieu - Dienst Marien Milieu

Dank aan Steven Dauwe voor de ondersteuning en alle participanten uit de recreatieve zeevissersgemeenschap (testproject en enquêtes).

Inhoudsopgave

1. Inleiding	1
2. Loodbeleid	1
3. Milieu en gezondheid	3
4. Visgewichten	5
4.1 Lood en loodalternatieven	5
4.2 Verlies en emissie	8
5. Testfase en resultaten	10
5.1 Voorbereidende fase	10
5.2 Kenmerken geteste loodvrije gewichten	12
5.3 Testopzet	12
5.4 Resultaten	13
5.4.1 Ankervastheid en ankersysteem	13
5.4.2 Werpeigenschappen	14
5.4.3 Stromingsinteractie	15
5.4.4 Volume-gewicht verhouding	16
5.4.5 Algemeen	17
6. Visloodenquête	19
7. Conclusies	22
8. Referenties	24

1. Inleiding

Lood (chemisch element 'Pb') betreft een van nature voorkomend zwaar metaal dat omwille van de zachtheid, de kneedbaarheid, het lage smeltpunt (327 °C) en de relatief lage kost in allerlei toepassing wordt gebruikt. Het metaal wordt onder meer aangetroffen in autobatterijen, juwelen, oude verven, munitie, bouwmaterialen, elektronica producten, cosmeticaproducten, etc. Maar ook in de commerciële en recreatieve visserij betreft het een geliefd materiaal om mee aan de slag te gaan. Niettegenstaande betreft het een materie die door Europa op het gebied van het waterbeleid werd opgenomen in de lijst van prioritaire verontreinigende stoffen waarvoor maatregelen moeten worden genomen om lozingen, emissies en verliezen ervan in het oppervlaktewater te verminderen. Chemische verontreiniging van het oppervlaktewater vormt immers een bedreiging voor het aquatische milieu en de in het water levende organismen. Lood is tevens een PBT (i.e. een persistent, bioaccumulatief en toxisch element), met andere woorden, looddeeltjes en -oxiden hopen zich voortdurend op in elke levensvorm en zijn niet biologisch afbreekbaar in het milieu.

Dit rapport richt zich specifiek op het gebruik van lood in de recreatieve hengelvissersrij en focust (1) op het nationaal en internationaal beleid hieromtrent, (2) op de (gezondheids) risico's die gepaard gaan met het gebruik en het zelf gieten van lood, (3) gaat dieper in op de resultaten van een testproject met loodvrije werpgewichten en (4) bespreekt de perceptie op visloodalternatieven vanuit de recreatieve vissersgemeenschap op basis van de resultaten van een visloodenquête. Op deze wijze geeft deze publicatie uitvoering aan maatregel 29D 'Stimuleren van alternatieven voor vislood' van het programma van maatregelen voor de Belgische mariene wateren ([Belgische Staat 2015](#)).

2. Loodbeleid

Op internationaal vlak wordt door de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) reeds meerdere decennia aandacht besteed aan de gevaren voor de menselijke gezondheid die gepaard gaan met blootstelling aan lood (o.a. [IPCS 1995](#); [Fewtrell et al. 2003](#); [WHO 2007](#); [WHO 2010](#)). De WHO heeft lood immers opgenomen in de lijst van de tien chemische stoffen die een groot gevaar voor de volksgezondheid opleveren en waarvoor de lidstaten maatregelen moeten nemen om de gezondheid van werknemers, kinderen en zwangere vrouwen te beschermen (www.who.int). De Voedsel- en Landbouworganisatie van de Verenigde Naties (FAO) legt specifieke aandacht op de problematiek rond achtergelaten, verloren of anderszins teruggedooide vistuig (ALDFG: Abandoned, Lost or otherwise Discarded Fishing Gear) maar focust hierin hoofdzakelijk op achtergelaten netten en plastics en maakt hierbij geen melding van lood en de hiermee gepaarde gaande impact op het milieu ([Macfadyen et al. 2009](#), zie ook [Lusher et al. 2017](#)).

Onder de koepel van de Kaderrichtlijn Water ([Richtlijn 2000/60/EG](#)) werd door Europa op het gebied van het waterbeleid een lijst van 45 stoffen (waaronder lood en loodverbindingen) opgesteld die prioriteit krijgen voor maatregelen op communautair niveau (Dochterrichtlijn Prioritaire Stoffen [2008/105/EG](#), laatst gewijzigd door [Richtlijn 2013/39/EU](#)). Lood en organische loodverbindingen werden in 1998 tevens opgenomen in de OSPAR-lijst van chemische stoffen voor prioritaire actie (zie ook [OSPAR 2009](#)). Verder stelt [OSPAR \(2014\)](#) in haar Regionaal Actieplan ter preventie en beheer van marien zwerfvuil in de Noordoost-Atlantische Oceaan acties voor

ter bestrijding van de afvalbronnen op zee, waarbij het in kaart brengen van de opties voor de aanpak van belangrijke afvalproducten van de visserijsector (statiegeldsystemen, vrijwillige overeenkomsten, uitbreiding van de productenverantwoordelijkheid) als concrete actie naar voren wordt geschoven (RAP 35). De verontreiniging met gevaarlijke stoffen (o.a. zware metalen) wordt tevens door de Kaderrichtlijn Mariene Strategie ([Richtlijn 2008/56/EG](#)) opgenomen in de indicatieve lijst van belastende en beïnvloedende factoren. Verder worden door de EU tevens beperkingen opgelegd voor loodconcentraties in voedsel ([Verordening \(EG\) nr 1881/2006](#)), het gebruik ervan in o.a. verven en sierraden ([Verordening \(EU\) nr 1907/2006](#)), het gebruik in elektrische apparatuur ([Richtlijn 2011/65/EU](#)) en wordt lood als gevaarlijke stof beschouwd in de Kaderrichtlijn Afvalstoffen ([Richtlijn 2008/98/EG](#); [Beschikking 2000/532/EG](#)). Verder richt de [Richtlijn 2019/904/EU](#) betreffende de vermindering van de effecten van bepaalde kunststofproducten op het milieu zich tevens op éénmalig gebruikt kunststofhoudend vistuig waarbij de uitgebreide producentenverantwoordelijkheid en bewustmakingsmaatregelen ter preventie en vermindering van dergelijk zwerfafval centraal staan. Specifieke gelijkaardige EU-maatregelen inzake vislood bestaan op heden nog niet maar strekt tot aanbeveling.

Denemarken is tot op heden de enige lidstaat die op nationaal niveau een veel striktere regelgeving hanteert op het gebied van lood. Op 13 november 2000 werd de zogenaamde 'Loodwet' goedgekeurd. Deze wet voorziet in een verbod op de import en de verkoop (niet het gebruik) van producten die loodverbindingen en -metaal bevatten. De gehanteerde drempelwaarde bedraagt 100 ppm (mg/kg), producten boven deze grens vallen onder bovenvermelde wetgeving, met uitzondering van loodcarbonaten en -sulfaten in verven. De wet in kwestie voorziet vanaf 1 december 2002 in een verbod op de import en de verkoop van vismateriaal op basis van lood (zowel recreatief als commercieel), waarbij voor de commerciële visserij een uitzonderingsperiode van twee jaar (t.e.m. 2004) werd gegund op basis van een gebrek aan alternatieve materialen ([Hansen en Havelund 2006](#)). Andere landen zoals Canada en het Verenigd Koninkrijk hebben een verbod uitgevaardigd op bepaalde klassen van loodgewichten. In 1987 werd in het Verenigd Koninkrijk de import en de verkoop van loodgewichten tussen 0,06 en 28,35 gram verboden en werd tevens het gebruik van deze gewichten bij wet verboden in Engeland en Wales. Deze beperkingen werden geïntroduceerd als antwoord op een rapport van de Nature Conservancy Council dat loodvergiftiging had geïdentificeerd als de oorzaak voor de sterk verhoogde mortaliteit van de knobbelzwaan (*Cygnus olor*) in het Verenigd Koninkrijk ([Goode 1981](#); [French 1984](#); [Sears 1988](#); [Kirby et al. 1994](#); [AWEA 2012](#)).

Op de Raadgevende Interparlementaire Beneluxraad werd op 20 juni 2014 een aanbeveling aangenomen over de beperking van het gebruik van milieuschadelijke stoffen in de visserij en het promoten van milieuvriendelijke alternatieven, die werd gepubliceerd op 10 juli 2014. Hierop volgend werd in 2018 in Nederland de Green Deal (GD) 222 'Sportvisserij loodvrij' afgesloten. Deze GD streeft ernaar het gebruik van loodgewichten in de recreatieve visserij, inclusief het zelf verwerken ervan, met 30% te reduceren tegen 2021 en volledig uit te faseren tegen 2027. Daarnaast zal gewerkt worden aan de beschikbaarheid en het onder de aandacht brengen van duurzame alternatieven voor vislood. Echter, op heden zijn er nog geen bindende voorschriften van toepassing en is het nakomen van de afspraken van de GD niet in rechte afdwingbaar. In 2021 wordt een evaluatie van de GD ingepland om na te gaan of de vrijwillige afspraken tussen de deelnemende partijen de gewenste resultaten boeken en waarbij eventuele bijkomende maatregelen kunnen worden geformuleerd om de vooropgestelde doelstellingen te behalen.

Op nationaal (België) niveau werd het stimuleren van alternatieven voor vislood opgenomen in het nationaal programma van maatregelen voor de Belgische mariene wateren (maatregel 29D) ter uitvoering van de Kaderrichtlijn Mariene Strategie ([Richtlijn 2008/56/EG](#)) ([Belgische Staat 2015](#)). Maatregel 29D draagt op deze wijze bij tot het behalen van de milieudoelen voor descriptor 8 'Vervuilde stoffen' en vormt de directe aanzet tot de uitwerking van voorliggend rapport. Het federaal Actieplan marien zwerfvuil ([Belgische Staat 2017](#)) stelt, in analogie met bovenvermelde maatregel, tevens het invoeren van alternatieven voor vislood te zullen stimuleren. Maar op dit ogenblik werd op nationaal niveau nog geen concrete uitfaseringstermijn vooropgesteld. In de jacht daarentegen is het gebruik van lood- en zinkhagel reeds geheel verboden sinds 30 juni 2008 zoals bepaald door het Besluit van 28 oktober 1987 van de Vlaamse Executieve betreffende het gebruik van vuurwapens en munitie bij de jacht in het Vlaams Gewest.

3. Milieu en gezondheid

De kennis over de giftige eigenschappen van lood zijn niet nieuw en gaat zelfs terug tot de Romeinse periode. De voornaamste bronnen van loodlozingen in de aan de Noordzee grenzende landen zijn de zinkproductie, offshore olie- en gasactiviteiten en stedelijk afvalwater. Andere bronnen die nadelige gevolgen kunnen hebben voor het milieu zijn productieprocessen zoals de productie van non-ferrometalen, mijnbouw, glasproductie- en recyclingprocessen, keramiekproductie, offshore industrie en afvalverbranding en -verwijdering ([OSPAR 2009](#)).

In de jaren '70 is men zich tevens bewuster geworden van de milieurisico's die verbonden zijn aan het vissen met loodgewichten door de sterke achteruitgang van de knobbelzwaanpopulaties in het Verenigd Koninkrijk (zie ook Loodbeleid) dat werd toegeschreven aan het gebruik van vislood (o.a. [Goode 1981](#); [French 1984](#); [Sears 1988](#); [Rattner et al. 2008](#)). Nadien verschenen tevens diverse rapporten die bewijzen leverden van de risico's van de loodgewichten, met name voor de Grote Noordelijke Duiker (*Gavia immer*) in de Verenigde Staten en Canada (o.a. [Pokras en Chafel 1992](#); [Stone en Okoniewski 2001](#); [Sidor et al. 2003](#); [Franson et al. 2003](#)). De gewichten worden gebruikt om lichter aas uit te gieten, te laten zinken of vast te houden op een specifieke plek. Ze komen soms in het milieu terecht wanneer ze verloren gaan door het breken van de lijn of wanneer het lood bij het vastzitten uit de loodclip wordt getrokken. In analogie met loodschot nemen de watervogels loodhoudende visgewichten op en verwarren ze dit met voedsel of gruis, wat hen helpt om voedsel in de spiermaag te vermalen voor een betere spijsvertering. Zodra een loodgewicht de spiermaag binnenkomt en wordt gemalen, komt het lood vrij in het bloed.

Naast het feit dat lood door dieren vaak verkeerdelijk als voedsel wordt aanzien kan lood het oppervlaktewater en de bodem tevens chemisch verontreinigen, waardoor het een potentiële bedreiging vormt voor het aquatische milieu en de hierin levende organismen. Vergeleken met andere metalen, is lood relatief resistent tegen corrosie ([Tylecote 1983](#)). Het belangrijkste proces voor het in oplossing gaan van lood in natuurlijke milieus betreft oxidatie ([Klein en Vink 2013](#)). [Jacks et al. \(2001\)](#) bestudeerde de oplosbaarheid van lood in natuurlijke (zoetwater) omstandigheden waarbij een hogere oplosbaarheid (tot 27,1 mg/cm²/jaar) werd gedetecteerd bij hogere stroomsnelheden te wijten aan de verhoogde aanvoer van zuurstof en de schurende werking van suspensiemateriaal. Van vislood kan uiteraard niet worden uitgesloten dat het in het sediment van de waterbodem wordt begraven. Bij sterk reducerende omstandigheden

in de bodem zal oxidatie niet langer optreden. Het lood is dan stabiel en zal nauwelijks corroderen.

De oplosbaarheid van lood in zeewater werd tot op heden slechts door enkele studies onderzocht ([Krauskopf 1956](#); [Azim et al. 1973](#); [Tylecote 1983](#); [Savenko en Shatalov 2000](#); [Angel et al. 2016](#)). Hoewel de aanwezigheid van zout de oxidatiesnelheden van de meeste metalen versnelt, wordt voor lood in zeewater een lagere corrosiesnelheid gedetecteerd in vergelijking met leidingwater. De reden voor de verminderde corrosie bij hoge zoutniveaus is onder meer dat de aanwezigheid van zowel chloride als sulfaat de oxidatie van lood afremt door de vorming van een corrosiebeschermende film ([Xie en Giammar 2011](#)). Deze bevindingen worden bevestigd door metingen op archeologische vondsten van loden musket- en pistoolkogels ([Campbell en Mills 1977](#)) die lange tijd aan zeewater zijn blootgesteld. Anderzijds blijkt de aanwezigheid van natuurlijk organisch materiaal (getest met drinkbaar water) de corrosiesnelheid te doen toenemen door de remmende werking op de vorming van een oxidatielaag ([Korshin et al. 2000](#)). Voor het mariene milieu werd door [Klein en Vink \(2013\)](#) een corrosiesnelheid voor vislood tussen 1,6 en 2,7 mg/cm²/jaar aangenomen.

Opgeloste loodconcentraties in mariene wateren variëren doorgaans tussen 1 en 36 ng/l in de open oceaan ([Pilson 1998](#)) en tussen 50 en 300 ng/l in kustwateren die beïnvloed worden door antropogene activiteiten ([Davis 1993](#)). Deze concentraties bevinden zich ruimschoots onder de wettelijke aanvaardbare bovengrens voor lood voor land- en andere oppervlaktewateren (i.e. 0,0072 mg/l) ([Richtlijn 2008/108/EG](#), zoals gewijzigd door [Richtlijn 2013/13/EU](#)). Voor de opvolging van lood in het mariene milieu is water niet de meest relevante matrix, maar worden de concentraties in België opgemeten in de biota en het sediment ([Belgische Staat 2018](#)). Om af te toetsen tegen milieunormen worden de loodconcentraties in het sediment genormaliseerd met het gehalte aan aluminium (Al) na analyse van de fijne fractie (<63 µm) ([OSPAR 2015](#)). In de mariene sedimenten wordt de maximaal toelaatbare loodconcentratie op 9 van de 10 monitoringslocaties overschreden (cf. OSPAR, i.e. Effects Range-Low (ERL) = 47 µg/g drooggewicht), terwijl de Background Assessment Concentrations (BAC = 38 µg/g drooggewicht) op alle locaties worden overschreden ([Belgische Staat 2018](#)). De hoogste loodconcentraties, genormaliseerd ten opzichte van Al, worden teruggevonden op grote afstand van de kust (tussen 149 en 1.160 µg/g). Op schaal van de Zuidelijke Noordzee worden de gemeten loodconcentraties in de periode 1995-2015 wel gekenmerkt door een dalende trend ([OSPAR 2017](#)). In biota daarentegen bevinden de loodconcentraties zich wel onder de vooropgestelde maximumwaarden, waarvoor de Europese Commissie de grens heeft vastgelegd op 500 µg/kg natgewicht (mosselen 207 tot 320 µg/kg en bot 29 µg/kg). Ook de loodverontreiniging in de door de mens geconsumeerde vissoorten voldoet aan de Europese maximumwaarden zoals vermeld in [Verordening \(EG\) nr 1881/2006](#) (beervisachtigen <20 µg/kg (EU max 300 µg/kg); grijze garnaal 7 µg/kg (EU max 500 µg/kg); sint-jakobsschelpen 27-88 µg/kg (EU max 1.500 µg/kg)) ([Belgische Staat 2018](#)).

Inhalatie en ingestie (van water, voedsel, verf, grond, dampen en/of stof dat lood bevat) zijn de voornaamste wijzen van loodopname door de mens ([Hoffman et al. 1995](#)). Na ingestie wordt ongeveer 5 tot 15% van het lood opgenomen terwijl kinderen een grotere intestinale resorptie kennen van 40 tot 50%. Inhalatie van loodbevattende dampen of stof leidt tot een opname van 10 tot 30% van het ingeademde lood ([Hegger et al. 1992](#); [Flomenbaum et al. 2006](#)). Na resorptie komt het lood terecht in het bloed (1-4%), het zachte weefsel (2-10%) en het compacte bot (90-95%). De halfwaardetijd van het lood in het bloed bedraagt om en bij de 35 dagen, in het zachte weefsel is dit 1 à 2 maanden. In het bot daarentegen loopt dit op tot 20 à 30 jaar ([Hegger et al. 1992](#)).

[Sahmel et al. \(2015\)](#) toonde aan dat na handcontact met vislood de gemiddelde overdrachtsefficiëntie van loodstof naar speeksel 24% (range van 12-34%) bedraagt, wat de ingestie via hand-mondcontact zeer plausibel maakt. Daarenboven absorberen jonge kinderen vier- tot vijfmaal zoveel lood als volwassenen (met uitzondering van zwangere vrouwen), waardoor ze veel vatbaarder zijn voor de nadelige effecten van lood ([WHO 2010](#)). Dit is gedeeltelijk te wijten aan hun hogere opname van lood per eenheid lichaamsgewicht en de onvolledige ontwikkeling van de metabole route en de bloed-hersenbarrière ([Hoffman et al. 1995](#)). De meeste studies naar de effecten van lood op de menselijke gezondheid tonen aan dat zelfs een zeer lage blootstelling aan lood ernstige schadelijke en onomkeerbare gevolgen kan hebben voor de hersenfunctie van kinderen. Zo wordt een verhoogd bloedloodniveau (BPb) in verband gebracht met een verminderde intelligentie (IQ), leerstoornissen en gedragsproblemen (ADHD) (o.a. [Caravanos et al. 2013](#); [Skerfving et al. 2015](#); [Choi et al. 2016](#); [Alvarez-Ortega et al. 2017](#); [Reuben et al. 2017](#); [Barg et al. 2018](#); [Ji et al. 2018](#); [Wu et al. 2018](#)). Gehoorproblemen en groeivertraging worden tevens waargenomen ([Schroeder 2010](#)). Loodgehalten in het bloed van meer dan 60 mg/dl worden vaak geassocieerd met acute symptomatische aandoeningen, waaronder buikkoliken, bloedarmoede, encefalopathie, epileptische aanvallen, coma en overlijden ([Lanphear 1998](#)). Omdat een lagere loodvergiftiging (10-120 µg/dl) vaak optreedt zonder eenduidige symptomen (verschijnselen worden vaak ten onrechte aan andere oorzaken toegeschreven), wordt deze vaak niet gediagnosticeerd en dus niet behandeld, wat betekent dat er geen preventieve maatregelen worden genomen ([Schroeder 2010](#)).

Het grootste risico op loodopname door vislood komt voor tijdens het zelf gieten van lood (inhalatie en ingestie) en tijdens het hengelen zelf (ingestie). Halfweg de jaren '90 was het thuis gieten van lood verantwoordelijk voor een derde van de totale visloodproductie in de Verenigde Staten ([Scheuhammer en Norris 1995](#)). Tijdens het gieten van het gesmolten lood in de loodmallen kunnen potentieel schadelijke looddeeltjes of dampen in de lucht vrijkomen. Dergelijke looddeeltjes kunnen onmiddellijk geïnhaleerd worden of kunnen op handen, kledij, vloeren en tapijten terechtkomen, wat maakt dat de risico's voor gezinsleden zich niet enkel beperken tot het tijdstip van de effectieve productie alleen (o.a. [U.S. Environmental Protection Agency 1994](#); [Washington State Department of Ecology en Washington State Department of Health 2009](#)). Deze bevindingen werden eveneens bevestigd en gekwantificeerd tijdens een praktijktest door [Modified Materials \(2017\)](#). Daar waar [Richtlijn 2008/50/EG](#) (luchtkwaliteit) en [Richtlijn 98/24/EG](#) (bescherming van werknemers tegen risico's van chemische agentia op het werk) inzake de luchtkwaliteit grenswaarden van respectievelijk 0,0005 en 0,150 mg/m³ vooropstellen voor lood werd tijdens de praktijktest een loodconcentratie van 0,890 mg/m³ gemeten. Indien een kleine smeltpan (diameter 200 mm) wordt aangewend meet de loodconcentratie op de kledij 38 mg/m² terwijl de looddepositie op de grond op 70 cm van de brander 160 mg/m² bedraagt ([Modified Materials 2017](#)).

4. Visgewichten

4.1 Lood en loodalternatieven

Toepassingen van lood of loodalternatieven onder de noemer 'vislood' binnen de hengelsport kunnen ingedeeld worden op basis van hun functie als:

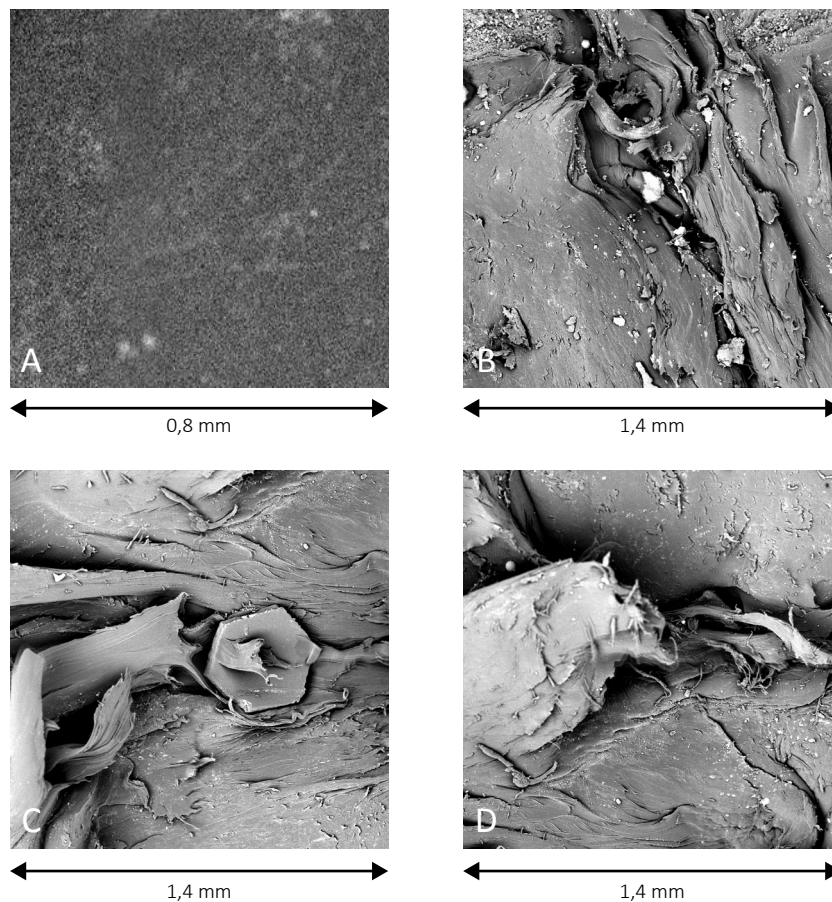
1. Werpgewicht: met behulp van werplood is de hengelaar in staat om het aas op een bepaalde afstand en plaats (tot 200 m ver) aan te bieden en het daar indien gewenst ook te houden (bv. ankerloden).

2. Verzwaring: als hulpmiddel om de aaslijnen met haakaas, aan te bieden op een gewenste diepte (bv. bollood – in line lodden – haringlood).
3. Kunstaas: in een bepaalde vorm, gewicht, kleur, voorzien van één of enkele haken (bv. pilker) imiteert het daarbij zelf een aasvis of een ander natuurlijk aas. Anderzijds kan het deel uitmaken van een samengesteld stuk kunstaas zoals een bottomship of shad. Hierbij is het lood of het loodalternatief te zien als een hulpmiddel (bv. jigkop = haak met een verzwaring) om een stuk kunstaas (shad/twister/inktvij) op de gewenste diepte aan te bieden en het geheel daar een gewenste beweging te geven.

Er zijn tal van verschillende types, vormen en gewichten in omloop. Het soort visgewicht wordt bepaald aan de hand van de beoogde doelsoort, de gebruikte visuitrusting en de milieuomstandigheden (wind, stroming, bodemsubstraat) ter hoogte van de vislocatie. De loden ‘werpgewichten-visloden’ worden tot op vandaag in de recreatieve zeehengelvisserij veruit het meest gebruikt. Teneinde het rechtstreeks contact tussen de loden zinker en het zeewater te verhinderen en de attractiviteit voor de beoogde vissoorten te verhogen wordt tevens geëxperimenteerd met een zogenaamde (impact proof¹) poedercoating dat rond de zinker wordt aangebracht. De plastic coating wordt door verhitting rondom het lood gesmolten. Deze coating en de impact van mechanische verstoring werd onder een Scanning Elektronenmicroscop geanalyseerd door [Verleye en De Rijcke \(2018\)](#). De poedercoating genereert een extreem egaal oppervlak zonder enige verstoring, waarbij in het geval van een onbewerkt oppervlak geen zwakke zones werden gedetecteerd ([figuur 1a](#)). Bij een mechanische verstoring (schroevendraaier) onder zowel lichte als harde druk werd het coatingoppervlak eenvoudig en sterk verstoord waarbij scheuren werden gedetecteerd en glitters (microplastics) los aan het oppervlak kwamen te liggen ([figuur 1b-d](#)). Mechanische verstoring op de zeebodem (zand, schuren langs wrakken, etc.) wordt als reëel geacht waardoor microplastics in het milieu terechtkomen gevolgd door uitloging van het lood zodra de coating sterk is aangetast.

Tevens worden tal van alternatieve werpgewichten op de markt gebracht. Ook vanuit Sportvisserij Vlaanderen (SV) engageert men zich om hun leden blijvend te informeren en te sensibiliseren over verantwoord loodgebruik en de beschikbaarheid van loodalternatieven ([SV 2017a-b](#); [SV 2018a-c](#); [SV 2019a-d](#)). Niet alle alternatieven blijken echter geheel onschadelijk te zijn voor het milieu. Zo worden ook alternatieve zware metalen zoals zink, koper (o.a. messing) en bismut aangewend en wordt soms zelfs lood aangetroffen in enkele ‘loodalternatieven’. Verder worden de metalen tin en kobalt en het semi-metaal antimoon waargenomen ([Modified Materials 2018](#)). De meest voorkomende loodvervanger in Belgische hengelsportzaken betreft het metaal wolfram (tungsten). Dit materiaal kent een soortelijke massa (19,25 g/cm³) die deze van lood (11,34 g/cm³) ruimschoots overschrijdt, wat het materiaal vanuit praktische overwegingen uitermate geschikt maakt als loodvervanger. De kostprijs betreft wel ruim het tienvoud van de loden variant, wat onmiddellijk het beperkte gebruik verklaart. Niettegenstaande wolfram als minder toxisch wordt beschouwd dan lood blijkt het materiaal niet chemisch inert te zijn en is de daadwerkelijke impact op het milieu nog onduidelijk ([Petkewich 2009](#)). Recente studies rapporteren immers beweging en detectie van wolfram in de bodem en drinkwaterbronnen (o.a. [Tuna et al. 2012](#); [ATSDR 2015](#); [Emond et al. 2015](#); [Wasel en Freeman 2018](#)). [Inouye et al. \(2009\)](#) toonde zelfs aan dat de subletale toxiciteit van wolfram groter blijkt te zijn dan die van lood. Overige alternatieven worden o.a. vervaardigd uit staal,

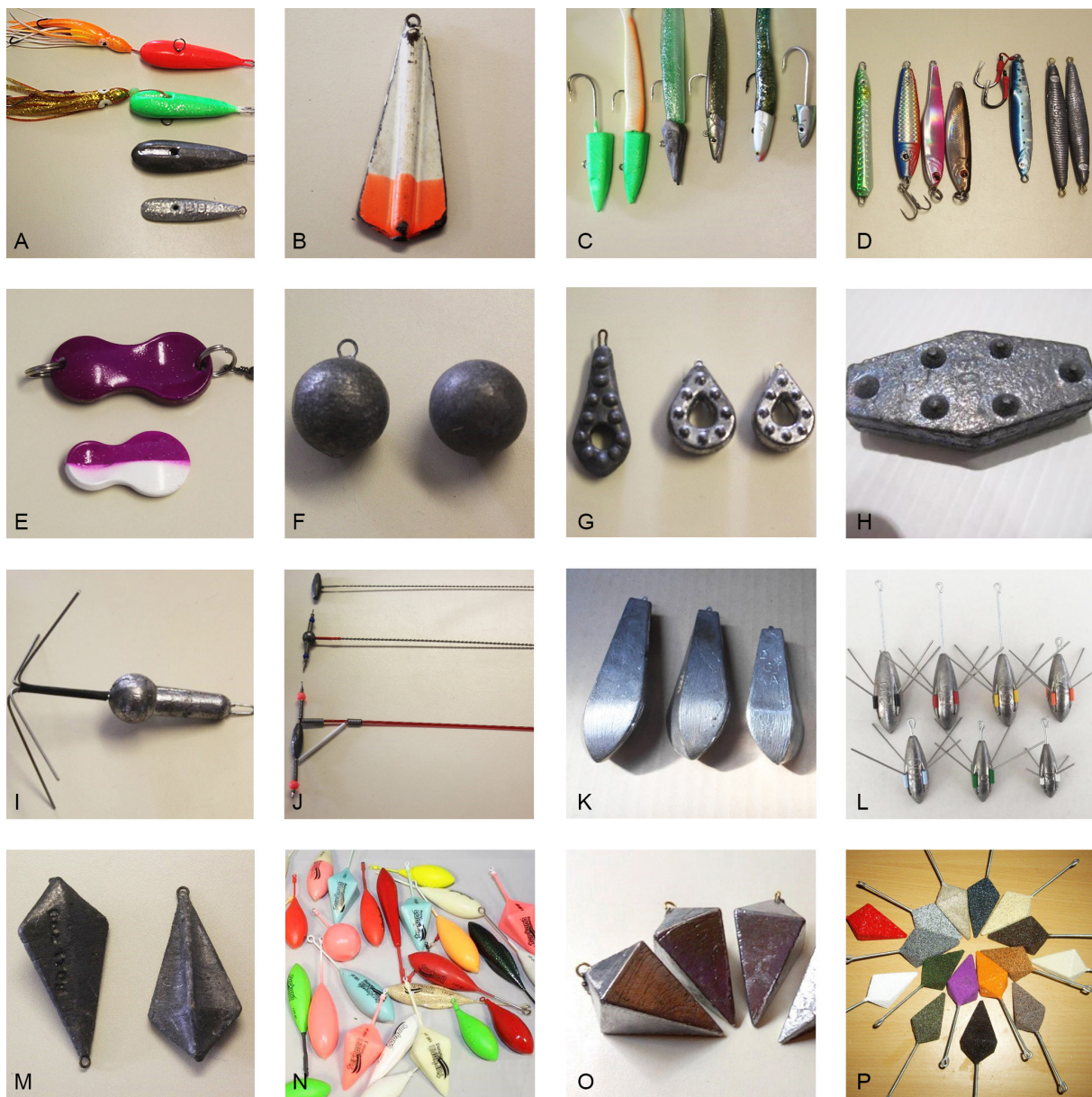
¹ Impact proof-poedercoating zonder glitters werd niet getest en geven mogelijks een minder verstorend resultaat onder lichte mechanische manipulatie.



Figuur 1: Impactanalyse van de poedercoating. a: niet bewerkte coating; b: éénmalige sleufbeweging onder lichte druk; c: éénmalige sleufbeweging onder matige druk; d: dubbele sleufbeweging onder hoge druk. Bron: Verleye en De Rijcke (2018).

composiet, gietijzer en keien. Bij deze laatste is het vaak de soortelijke massa die maakt dat het materiaal in bepaalde omstandigheden slechter handelbaar is dan lood. [Rattner et al. \(2008\)](#) stelt dat hoewel er momenteel verschillende alternatieven voor loden zinkers beschikbaar zijn, loden zinkers zeer populair blijven bij de vissers omdat ze goedkoop zijn en goed presteren. Geen van de loodvrije alternatieven biedt immers de algemene prestaties van de loodvisserij op het gebied van massadichtheid, smeedbaarheid, productiegemak en kosten.

In de Belgische recreatieve zeevisserij wordt van diverse types vislood gebruik gemaakt. De bootvisserij maakt voor de statische visserij met natuurlijk aas hoofdzakelijk gebruik van bollood (115-370 g), driftlood (noppenlood (60-350 g) en schuiflood (20-100 g)), wrakkenlood (100-400 g), klapankerlood (110-220 g), vast ankerlood (150-365 g) en verzwaarde afhouders (6-30 g). In de actieve bootvisserij met kunstaas wordt gebruik gemaakt van pilkers (60-250 g), jigkoppen (10-250 g), bottomships (60-300 g), platvislepels (30-150 g) en haringlood (50-90 g). Tijdens het strandhengelen wordt voornamelijk gebruik gemaakt van bollood (40-200 g), longdistancelood (beach bomb) (100-225 g), liftlood (100-225 g), klapankerlood (100-225 g), vast ankerlood (100-225 g), piramideloed (40-225 g) en Portugees lood (100-225 g) ([figuur 2](#)).



Figuur 2: Overzicht van de verschillende types vislood gebruikt op het Belgisch deel van de Noordzee. A – Bottom-ships; B – Haringlood; C – Jigkoppen; D – Pilkers; E – Platvislepels; F – Bollood; G – Noppenlood; H – Schuiflood; I – Vast ankerlood; J – Verzwaarde afhouders; K – Wrakkenlood; L – Klapankerlood; M – Liftlood; N – Longdistance-lood; O – Piramideloofd; P – Portugees lood (Bron foto's: Sportvisserij Vlaanderen).

4.2 Verlies en emissie

Denemarken vervult een pioniersrol betreffende het documenteren van looddeposities in hun nationale wateren. Zo werd, vóór de implementatie van de zogenaamde 'Loodwet', het verlies aan vislood in Denemarken op jaarbasis geschat op 97 à 170 ton per jaar ([Lassen et al. 2003](#)). In Nederland wordt het loodverlies door de recreatieve visserij ingeschat op 524 ton, waarvan 470 ton in zout water ([Klein en Vink 2013](#)). Op EU schaal wordt het verlies aan vislood op jaarbasis geraamd op 2.000 tot 6.000 ton ([EC 2004](#)). Voor België zijn er geen exacte

cijfers voorhanden. Wel werd het scheepswrak 'Westhinder' onlangs (2018-2019) in opdracht van de federale overheid volledig opgekuist en ontdaan van achtergelaten netten, vislood, etc., waarbij het gewicht aan verzameld vislood rond dit specifieke wrak om en bij de 1 ton bedroeg ([Persoonlijke communicatie Lieve Jorens, FOD leefmilieu – Dienst Marien Milieu](#)). Het dient vermeld te worden dat dit een cumulatieve looddepositie over meerdere decennia betreft. De klassieke wrakvisserij, met wrakloden van 400 g en zware staafpilkers tot 300 g, is door het verdwijnen van de kabeljauwbestanden in ons deel van de Zuidelijke Noordzee verleden tijd. Het huidige loodverlies binnen deze discipline staat dan ook in schril contrast met de gang van zaken in de jaren '80 tot ruwweg 2000. De hedendaagse technieken (enkele of dubbele haak (assisthaken) i.p.v. driehaken (dreggen) en alternatieve plaatsing van de haak teneinde inhaken op het wrak te voorkomen) en soorten, gewichten en vormen van kunstaas (28 tot 150 g i.p.v. 300/400 g) die ter hoogte van de wrakken worden gebruikt zorgen voor een beperkter verlies. Tevens zorgt de hoge kostprijs van de wrakvisserij, in combinatie met de extreem beperkte vangsten, ervoor dat deze discipline de laatste jaren sterk aan populariteit heeft ingeboet.

Een correct beeld over het loodverlies binnen de wrakvisserij, waarbij het historisch verlies uitgesloten kan worden, is slechts realiseerbaar door continue monitoring en een nieuwe clean-up van het wrak de 'Westhinder' (i.e. een beschermd wrak). Een nieuwe opkuis dient bij voorkeur doorgetrokken te worden naar een aantal andere wrakken teneinde een representatief beeld te bekomen. Een continue site monitoring (na de opkuis) over een periode van minstens twee jaar zal het historisch verlies uitsluiten en zorgt voor een realistische en meetbare indruk van de actuele loodverliezen, representatief voor de huidige recreatieve hengelintensiteit op wrakniveau en aansluitend bij de actuele status van de recreatief interessante visbestanden (kabeljauw en zeebaars). Bovendien zorgt een dergelijke clean-up onmiddellijk voor een afname van de hoeveelheid lood in zee en is dit zwaar metaal waardevol voor recyclagebedrijven (1-2 euro per kg).

Indien het loodverlies in de Belgisch mariene wateren zou ingeschat worden op basis van de Nederlandse cijfers, met louter een correctiefactor voor het aantal recreatieve zeevissers ([van der Hammen et al. 2015](#); [Verleye et al. 2019](#)), dan wordt het loodverlies voor België geschat op ruim 2 ton per jaar. Op basis van de ingeschatte grootteorde van de recreatieve zeevisserspopulatie bedraagt dit 700 g loodverlies per visser per jaar. Deze inschatting houdt echter geen rekening met de techniek-specifieke verliezen en dient dan ook met de nodige omzichtigheid aangenomen te worden.

De corrosie van lood zoals beschreven in [Klein en Vink \(2013\)](#) resulteert in Nederland in een jaarlijkse cumulatieve emissie (oplossing) in het mariene milieu van 4,4 ton. Indien deze waarde rechtstreeks zou doorvertaald worden naar de Belgische situatie zou dit resulteren in een cumulatieve emissie-inschatting van 20 kg op jaarbasis.

5. Testfase en resultaten

5.1 Voorbereidende fase

Visloodalternatieven vinden vaak moeizaam ingang binnen de recreatieve zeevisserijgemeenschap, omwille van het feit dat ze de positieve praktische eigenschappen van lood (makkelijk te bewerken, hoog soortelijk gewicht) niet evenaren, te duur zijn of omdat ze het dienen op te nemen tegen al dan niet terechte vooroordelen. Daarom werd een pilootproject opgezet met als doel de recreatieve zeevisser kennis te laten maken met alternatieven voor vislood en deze te onderwerpen aan een praktijktest. Binnen het voorliggend kader werd geopteerd om alternatieve visgewichten aan te schaffen die simultaan aan enkele vooropgestelde criteria voldeden.

Zoals hierboven reeds aangehaald bevatten tal van loodvrije alternatieven andere zware metalen, waarvan het effect op het milieu tot op heden niet steeds eenduidig kon bepaald worden. In het streven naar een reductie van de loodinstroom in het mariene milieu wil dit project geenszins een katalysator vormen richting een verhoogde influx van andere zware metalen. Daarom werd beslist dat de visgewichten tevens geen zware metalen zoals lood, zink, koper, tin, bismut, kobalt of nikkel mochten bevatten. Teneinde tegemoet te komen aan de massadichtheid van lood (11,34 g/cm³) – hetgeen bijdraagt tot de optimale werpeigenschappen en stromingsinteractie – werd voor de gewichten een minimale dichtheid van 4 g/cm³ vooropgesteld. Verder diende het om een biodegradeerbaar product te gaan en moest het productieproces bij voorkeur ook perspectief bieden op de (toekomstige) uitwerking van een doe-het-zelf (DHZ) methode, wat mogelijks de aankoop prijs op termijn kan drukken.

Met enkele sleutelpersonen uit de recreatieve zeevisserijgemeenschap (inclusief Sportvisserij Vlaanderen) werden tijdens werkvergaderingen de gewicht-types bepaald waarmee de testen zouden worden uitgevoerd². Dit resulteerde in een lijst van negen gewicht-types, elk in twee tot drie verschillende gewichtsuitvoeringen (tabel 1; figuur 3). Op basis van deze lijst, en bovenvermelde criteria in acht nemende, werden een drietal bedrijven aangeschreven

Tabel 1: Overzicht van de visgewichten.

Code	Type	Gewichten (gram)
BB	Longdistancelood (beach bomb)	120 - 160 - 180
CB	Bollood (cannonball)	70 - 125
DS	Disk sinker	60 - 130
ES	Egg sinker (in-line)	6 - 8 -10
JL	Jigkoppen (lang)	40 - 50
JT	Jigkoppen (torpedo)	60 -130
KA	Klapankerlood	80 - 160
P	Piramidelood	120 - 150/160 - 200
VA	Vast ankerlood	185 - 230

² Op dat moment werden géén alternatieven aangeboden in de vorm van pilkers voor de wrakvisserij. Deze vorm van 'alternatief- vislood' werd bijgevolg niet beoordeeld. Niettegenstaande het belang van dit type visloten (kunstas) binnen de zeevisserij en het meetbare verlies van deze loodvorm op de wrakken.

die loodvrije visgewichten produceren. Slechts één onderneming, i.e. het Nederlandse ingenieursbureau Modified Materials b.v., tekende in op de vraag tot offerte.



Figuur 3: Overzicht van de composietgewichten. Longdistancelood (beach bomb; BB); bollood (cannonball; CB); Jigkop lang (JL); Disk sinker (DS); Jigkop torpedo (JT); Egg sinker (in-line) (ES); Piramidelood (P); Klapankerlood (KA); Vast ankerlood (VA). (Bron foto's: VLIZ).

5.2 Kenmerken geteste loodvrije gewichten

De testproducten binnen dit pilootproject worden vervaardigd op basis van ijzerpoeder en een binder op basis van PHA (PolyHydroxyAlkanoaten), een klasse van biologisch afbreekbare biopolymeren (polyesters). De dichtheid van lood valt hiermee evenwel niet te evenaren en varieert tussen 5 en 5,5 g/cm³, waardoor een 3D-volumevergroting optreedt van om en bij de 25%, hetgeen resulteert in een bijna-verdubbeling van het totale volume (figuur 4). De ogen en ankers zijn op dit ogenblik nog niet geheel vrij van zware metalen en bestaan uit verzinkt ijzer (oog) en roestvrij staal (ankers) (RVS-316: 16% chroom, 10% nikkel), maar maken slechts een fractie uit van het totale gewicht. Een aantal van de gewichten (tabel 1) zouden via een DHZ-benadering vervaardigd kunnen worden, al werd de productiemethode op heden nog niet openbaar gemaakt.



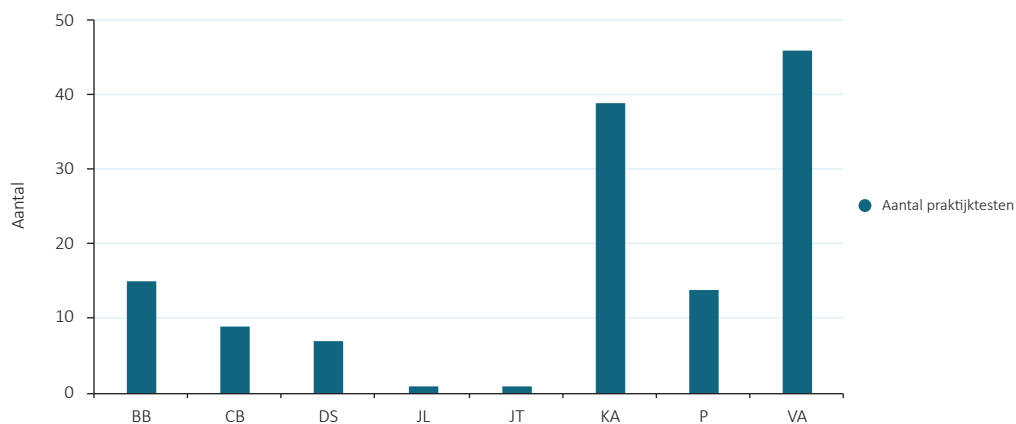
Figuur 4: Vergelijking van een overeenkomend longdistance-visgewicht in lood (links; 129 g) en composiet (rechts; 130 g).

5.3 Testopzet

Het doel van de test betreft het uitvoerig testen en beoordelen (op een schaal van vijf) van de alternatieve visgewichten op ankervastheid, ankersysteemwerking, werpeigenschappen, stromingsinteractie, grootte-gewicht verhouding en vangstefficiëntie in vergelijking met lood. Voor de test werd door de testpersonen in kwestie telkens een standaard bevragingsformulier ingevuld, waarin naast de quoterings van elk individueel getest gewicht tevens enkele algemeenheden (substraat, meteorologische/hydrografische condities, type visdraad, aatype, etc.) dienden te worden gerapporteerd. Tijdens een vistrip werd afwisselend met loden en alternatieve gewichten gevist teneinde een vergelijking mogelijk te maken.

5.4 Resultaten

In totaal werden door 23 zeer ervaren recreatieve zeevissers 56 vistrisps ondernomen waarbij 132 maal een specifiek gewicht uitvoerig werd getest en gequoteerd. Het aantal testen per gewichtstype verschilt sterk onderling (figuur 5), wat maakt dat de resultaten eerder als indicatief beschouwd dienen te worden. Via deze weg wordt evenwel een eerste beeld geschetst van de objectieve perceptie aangaande dit type visgewichten en de bruikbaarheid op zee. In dit hoofdstuk worden de gewichten op het niveau van de gewichtstypes besproken en wordt geen onderscheid gemaakt naar grammage binnen eenzelfde type daar er geen noemenswaardige onderlinge verschillen werden geconstateerd inzake de quoteringen. In totaal werden acht van de negen gewicht-types getest (enkel de in-line egg sinkers werden niet gequoteerd).

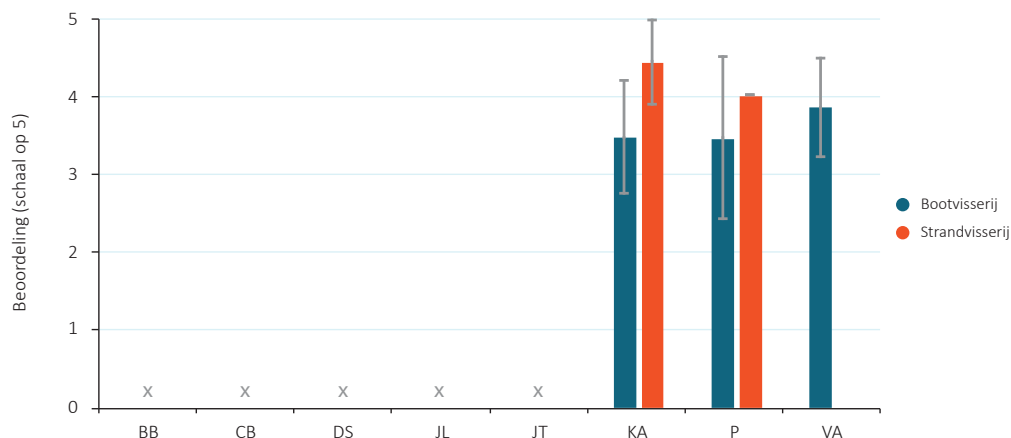


Figuur 5: Aantal praktijktesten per type visgewicht.

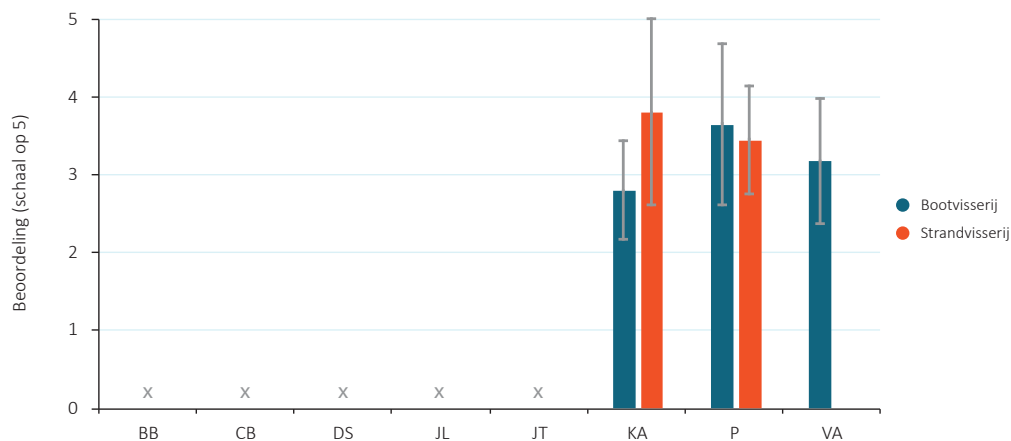
5.4.1 Ankervastheid en ankersysteem

Deze categorie is enkel van toepassing op klapanker- (KA), vast anker- (VA) en piramideloed (P). Het ankergewicht heeft als doel het aas op zijn plaats te houden. De strandvissers blijken in deze testfase de gewichten ietwat positiever te beoordelen in vergelijking met de boothengelaars (figuren 6 en 7). De overkoepelende scores (op een schaal van vijf) middelen voor ankervastheid uit op KA 3,6; VA 3,8 en P 3,5 en voor het ankersysteem op KA 3,0; VA 3,2 en P 3,7. Voor beide testparameters worden door de Kruskal Wallis tests geen significante verschillen waargenomen in de beoordeling van de verschillende gewichtstypes (respectievelijk $p = 0,36$ en $p = 0,14$). Er werd ook geen eenduidige relatie gevonden met het type bodemsubstraat (slib, zand, grind).

Bij de vaste anker- en klapankerloden blijken de huidige ankerdraden – bestaande uit roestvrij staal (RVS-316) – te lang en te dik. Hierdoor zijn de ankerdraden als het ware te sterk, veren i.p.v. uitplooiën, waardoor deze tijdens het inhalen van de lijn niet ‘lossen’ uit hun positie en bijgevolg over de bodem blijven krabben. Net in dat geval kunnen slecht functionerende klapankers van ankerloden ervoor zorgen dat de lijn niet snel genoeg ingehaald kan worden met lijnbreuk tot gevolg. Verder onderzoek naar verbeterde fysieke karakteristieken van de ankerdraden – vrij van zware metalen – strekt bijgevolg tot de aanbevelingen. Niettegenstaande worden



Figuur 6: Beoordeling van de ankervastheid van de geteste visgewichten (inclusief standaarddeviatie).



Figuur 7: Beoordeling van het ankersysteem van de geteste visgewichten (inclusief standaarddeviatie).

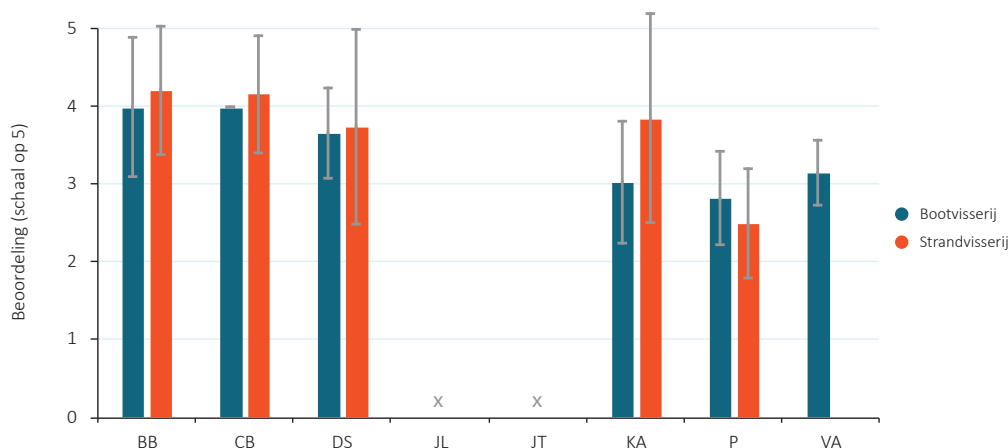
beide alternatieven matig positief tot positief onthaald, mits er voldoende gewichtskeuzes aangeboden kunnen worden (passend voor elke specifieke situatie).

Bij het piramidelood (P) kan de afgeplatte bovenzijde van de gebruikte gewichten hinder veroorzaken bij het inhalen van de lijn. Het lood komt soms moeilijk van de bodem waardoor het bodemmateriaal meesleurt wat het binnenhalen bemoeilijkt. In geval van piramidelood wordt dan ook aangeraden om de bovenzijde steeds onder een hoek te plaatsen.

5.4.2 Werpeigenschappen

De werpeigenschappen van het longdistance- (BB) en bollood (CB) werden buiten de algemene praktijktesten tevens onderworpen aan toegespitste werptesten, uitgevoerd door de Belgische Surfcasting Club (BB) (i.e. exacte metingen op het land) enerzijds en vier ervaren individuele vissers (BB en CB) (i.e. vanaf het strand in zeewaartse richting) anderzijds. Door de individuele vissers werd voor het longdistance- en bollood geen verschil in werpafstand gerapporteerd tussen de alternatieven en de loden gewichten. De teamleden van de Belgische Surfcasting

Club rapporteerden voor het longdistancelood bij rugwind een reductie in werpafstand van 5% en in geval van tegenwind een afname van 10 tot 12%. De voornaamste redenen voor dit afstandsverlies worden toegeschreven aan de significante volumevergroting en de soms suboptimale (schuine) montage van de bevestigingspin waardoor het gewicht tijdens de vlucht begint te tollen. In beide gevallen verhoogt de luchtweerstand die vervolgens resulteert in (beperkt) afstandsverlies. Dergelijk afstandsverlies is echter minder van belang in de bootvisserij in vergelijking met de strandvisserij.

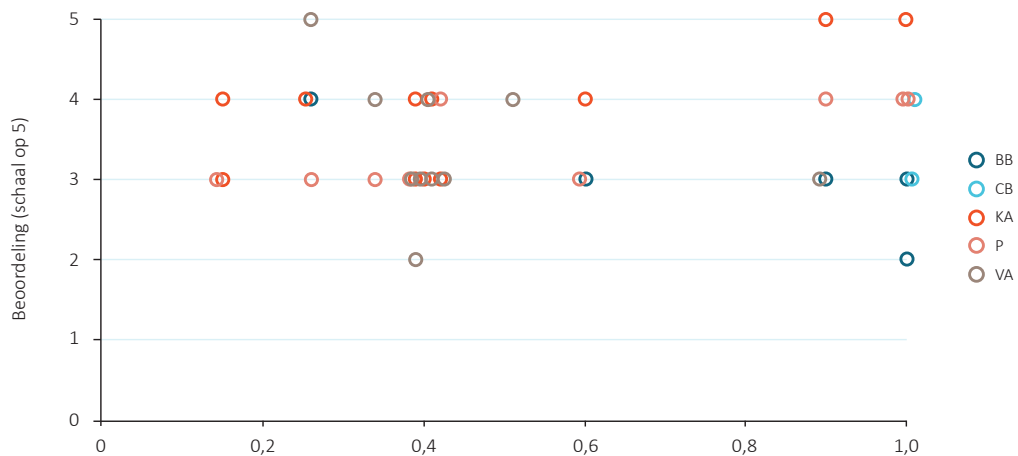


Figuur 8: Beoordeling van de werpeigenschappen van de geteste visgewichten (inclusief standaarddeviatie).

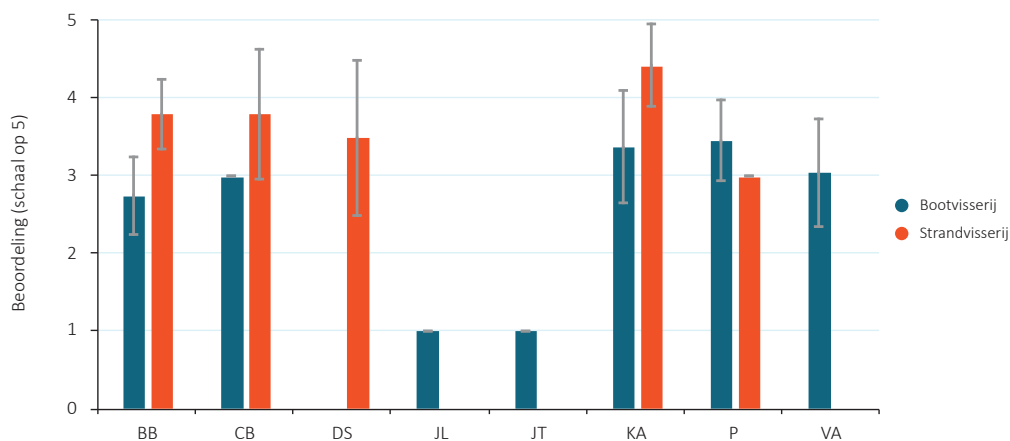
Uit de algemene veldtesten blijken ook de disk sinkers (DS) de verwachtingen in te lossen op het vlak van werpeigenschappen (figuur 8). De klapankers (KA 3,2), de vaste ankers (VA 3,2) en vooral de piramiden (P 2,8) scoren schijnbaar lager op deze test, al wordt de beoordeling van de klapankers binnen de strandvisserij gekenmerkt door een sterke diversiteit in de perceptie. Het verschil in beoordeling tussen de gewichtstypes onderling komt tevens tot uiting door de Kruskal Wallis test ($p = 0,00$). De omvang en vormgeving van de piramiden lijken impact te hebben op het vlieggedrag van het visgewicht. Doordat het materiaal door de lucht tolt verhoogt de luchtweerstand waardoor de werpafstand vermindert en de piramide hard in het water terechtkomt. De gewichten worden ook eerder aan de grote kant ervaren indien met een gevlochten 0,06 mm-lijn met een lichte feedertop op een up-tide hengel wordt gevist.

5.4.3 Stromingsinteractie

Voor geen enkel gewicht-type komt een duidelijke negatieve relatie tot uiting tussen de beoordeling van de stromingsinteractie en de stroomsnelheid op het moment van de visactiviteit. Met andere woorden, een toename in stroomsnelheid gaat niet noodzakelijk gepaard met een gelijklopende achteruitgang in de quotering van de stromingsinteractie (figuur 9). De strandvisserij uitent zich opvallend positiever over het onderwatergedrag van de testgewichten dan de boothengelaars (figuur 10). Dit is wellicht deels te verklaren door het feit dat het bootvissen zich hoofdzakelijk toespitst op de periode met de sterkste stroming, i.e. 2 uur voor tot 2 uur na hoogtij, terwijl dit voor strandvisserij minder het geval is. Daar geen stromingsdata beschikbaar is die verband houdt met de strandvisserij-activiteiten kan op basis van deze studie moeilijk bevestigd worden of een al dan niet beperktere stroming



Figuur 9: Beoordeling van de stromingsinteractie van de visgewichten in functie van de stroomsterkte (enkel bootvisserij).



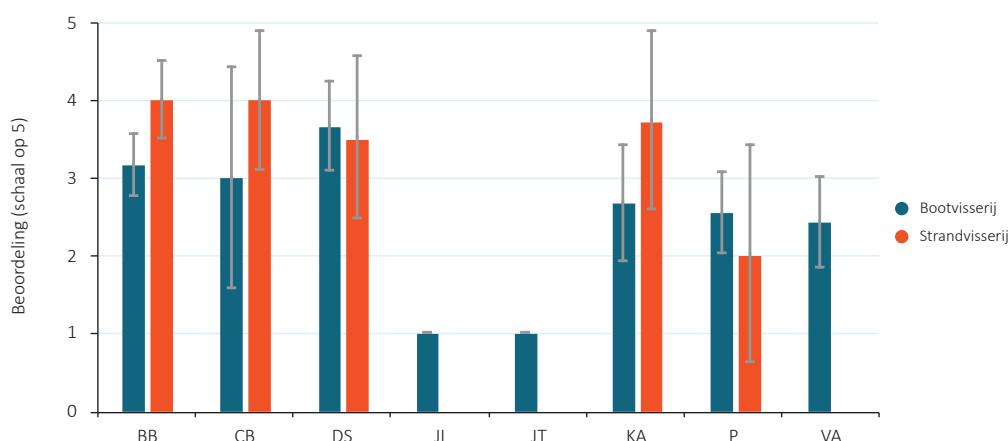
Figuur 10: Beoordeling van de stromingsinteractie van de geteste visgewichten (inclusief standaarddeviatie).

aan de basis ligt van deze discrepantie. Met uitzondering van de jigkoppes worden alle composietgewichten gemiddeld genomen (strand- + bootvisserij) als matig positief beoordeeld (3,0 tot 3,7). De Kruskal Wallis test duidt op significante verschillen in de beoordeling tussen de gewichtstypes onderling ($p = 0,04$ inclusief jigkoppes; $p = 0,02$ exclusief jigkoppes). De jigkoppes werden slechts door één zeer ervaren wrakvisser aan een praktijktest onderworpen. Deze worden als te omvangrijk beschouwd (volume-gewicht ratio) en laten geen gevoelige kunstaas-wrakvisserij toe, waardoor ze de laagste score toebedeeld krijgen.

5.4.4 Volume-gewicht verhouding

Niet tegenstaande de 3D-volumevergroting van de testgewichten in vergelijking met de loden varianten als significant kan worden beschouwd, werden de testgewichten toch als eerder matig positief tot positief beoordeeld door de ervaren testgroep. Dergelijke vergroting in volume werd initieel geacht gepaard te gaan met een reductie in werpafstand en een verslechtering in stromingsinteracties, wat ook deels tot uiting kwam in de testresultaten. Om

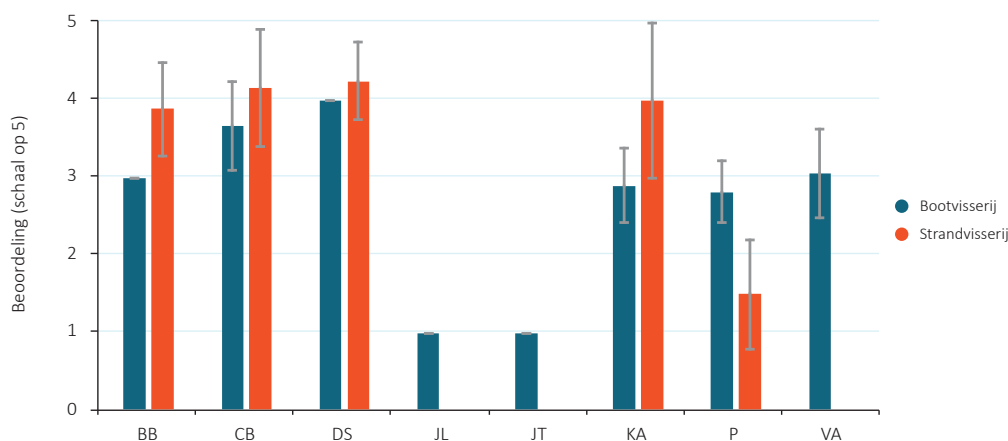
een objectief kwantitatief beeld te bekomen van de verminderde stromingsinteractie dient verder onderzoek te worden uitgevoerd. Toch blijken de toegekende scores voor de 'volume-gewicht verhouding' lager uit te vallen dan verwacht op basis van een eenvoudige uitmiddeling van de scores voor de werpeigenschappen en stromingsinteracties (tussen 0,0 en 0,8 lager). Dit kan mogelijks wijzen op het feit dat de bevroagden louter de volumeverhoudingen hebben beschouwd zonder rekening te houden met de prestaties van de gewichten, maar kan anderzijds ook duiden op een al dan niet bewust heersend vooroordeel over het gebruik van loodvervangers met een lagere massadichtheid (figuur 11). Desalniettemin wordt door een aantal vissers aangegeven dat bepaalde gewichten (o.a. longdistancelood en bollood) beter presteerden dan wat men initieel vermoedde op basis van de uiterlijke kenmerken.



Figuur 11: Beoordeling van de volume-gewicht verhouding van de geteste visgewichten (inclusief standaarddeviatie).

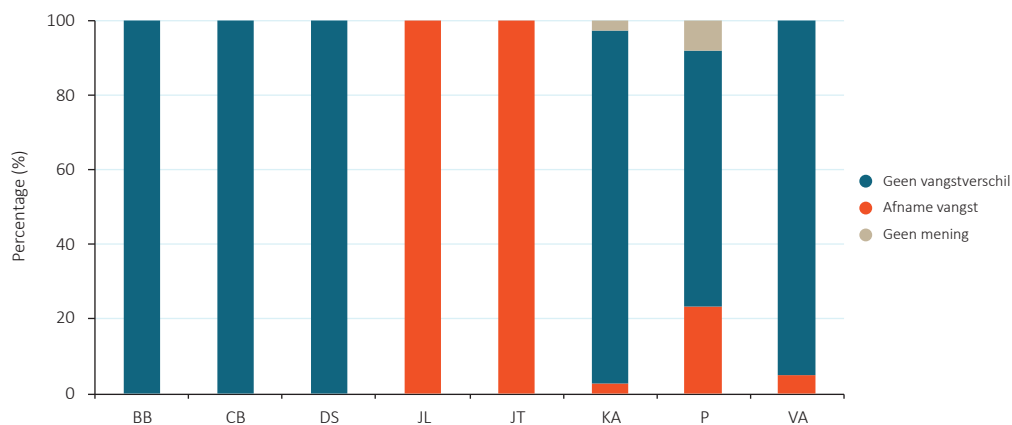
5.4.5 Algemeen

Op basis van de testresultaten wordt de algemene tevredenheid van de disk sinkers (DS 4,1) en het bollood (CB 4,0) gemiddeld (strand- en bootvisserij) genomen het best beoordeeld. De jigkoppen (JL en JT 1,0) en het piramideloed (P 2,6) schieten schijnbaar te kort op basis van de ondernomen praktijktesten en vergen bijkomende ontwikkelingen (figuur 12). Het significant



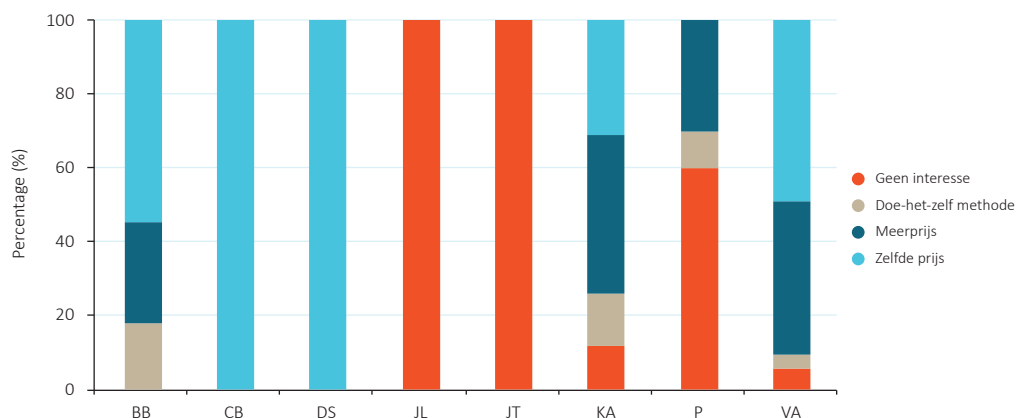
Figuur 12: Beoordeling van de algemene tevredenheid van de geteste visgewichten (inclusief standaarddeviatie).

verschil in de beoordeling van de gewichtstypes komt tevens tot uiting in de Kruskal Wallis test ($p = 0,00$). Ook bij de beoordeling van het vangstverschil komt eenzelfde trend naar voor, waarbij de jiggoppen (weliswaar slechts één praktijktest) een vangstverlies met zich meebrengen en ook het piramideloofd in ruim 20% van de testen in een vangstreductie lijkt te resulteren (figuur 13). Niettegenstaande een aantal bekommernissen over de ankerdraden (bij klapankers en vaste ankers), de stromingsinteractie, de werpeigenschappen, de massadichtheid en het afwerkingsniveau van de gewichten, blijken de overige testgewichten geen verschil in vangst met zich mee te brengen in vergelijking met lood.



Figuur 13: Beoordeling van het vangstverschil tussen de geteste visgewichten en lood.

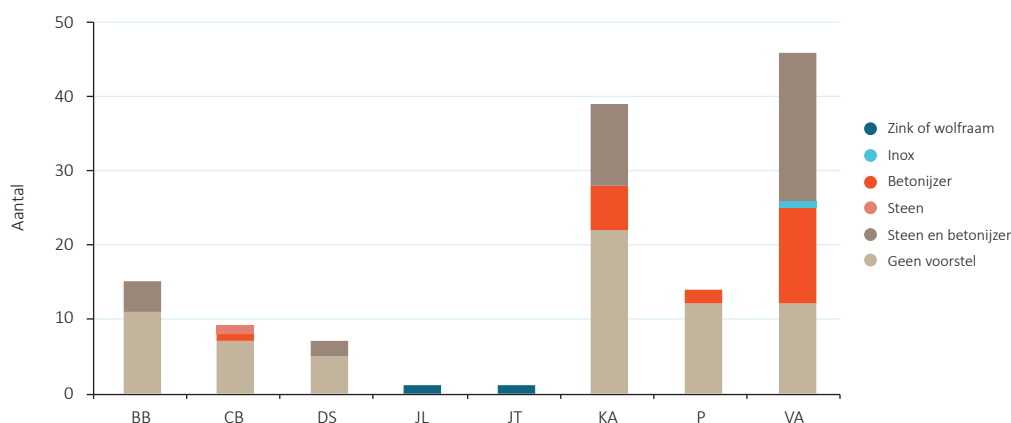
De analyse van de bereidheid tot aanschaffen en verder gebruik van de voorliggende testgewichten (of gewichten met gelijkaardige eigenschappen) blijkt sterk afhankelijk te zijn van de vangstefficiëntie. Daar waar men van mening is dat er een vangstreductie optreedt ten opzichte van loden gewichten is men minder of niet bereid om met alternatieven te werken. Dit resulteert in geen of weinig bereidheid tot aanschaffen van de geteste (of gelijkaardige alternatieven) jiggoppen en het piramideloofd (figuur 14). Opvallend is dat de DHZ-methode (doe-het-zelf) slechts in mindere mate tot de wensen van de testpersonen behoort terwijl dit eventueel mogelijkheden kan bieden om de aankoopprijs te drukken. In het oog springend is de algemene grote bereidheid om met alternatieve visgewichten te werken, waarbij men in een aanzienlijk aantal gevallen zelfs bereid is tot het betalen van een (beperkte) meerprijs. Dit



Figuur 14: Bereidheid tot aanschaffing van de testgewichten.

wijst op een duidelijk ecologisch bewustzijn bij de testpersonen waarbij men bereid is deels in te boeten op de gebruiksprestaties van lood (stromingsinteractie, werpafstand) zolang het de vangsten niet negatief beïnvloed.

Niettegenstaande deze testfase een focus had op alternatieve biodegradeerbare visgewichten die zoveel als mogelijk de eigenschappen van lood trachten te benaderen zijn er, afhankelijk van de voorliggende situatie (doelsoorten, milieucondities, etc.), tevens andere alternatieven te bedenken. Zo werd bij elke test gepolst welke andere alternatieven men bruikbaar achtte binnen de context waarin werd gevist. Steen en/of betonijzer blijken hierbij in veel gevallen een bruikbare optie te vormen, vooral ter vervanging van de klapanker- en vaste ankerloden waarbij respectievelijk 44% en 72% van de bevroagden dit alternatief hebben aangebracht (figuur 15). Voor de jigkoppen wordt geopteerd voor een alternatief met een hogere massadichtheid teneinde de stromingsinteractie te verbeteren, echter, het gebruik van andere zware metalen (bv. zink, wolfram) ter vervanging van lood dient in de toekomst vermeden te worden.

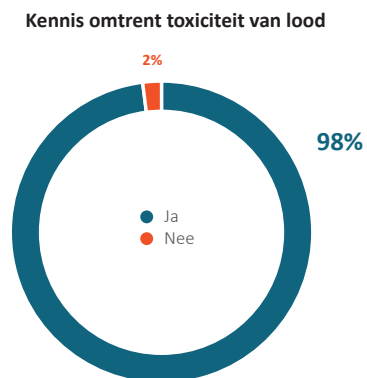
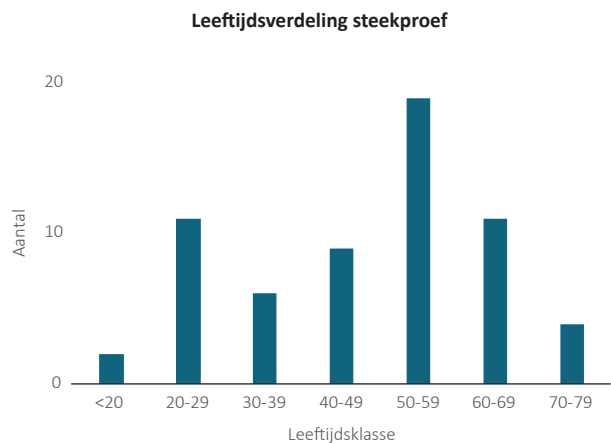


Figuur 15: Melding van andere mogelijke alternatieven bij het gebruik van een bepaald testgewicht.

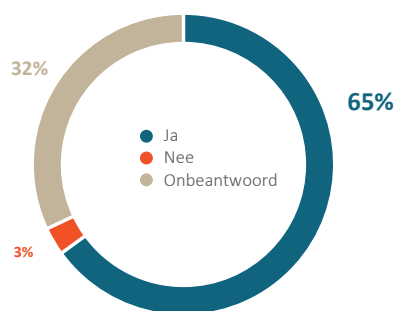
6. Visloodenquête

Aanvullend op het bovenvermelde proefproject werd op de Hengelexpo (9-10 november 2019) een enquête verspreid die als doel had te polsen naar de publieke perceptie omtrent visloodalternatieven. Hierbij werd navraag gedaan naar de kennis omtrent de giftigheid van lood, of men reeds loodalternatieven gebruikt, hoe men deze beoordeelt en of men bereid is in de toekomst alternatieven te gebruiken. In totaal werden 65 ingevulde enquêtes ingediend. Ondanks het feit dat dergelijke beperkte steekproef moeilijk als representatief kan beschouwd worden voor de ganse recreatieve vissersgemeenschap kunnen toch enkele eerste vaststellingen uit deze bevraging uitgelicht worden (figuur 16).

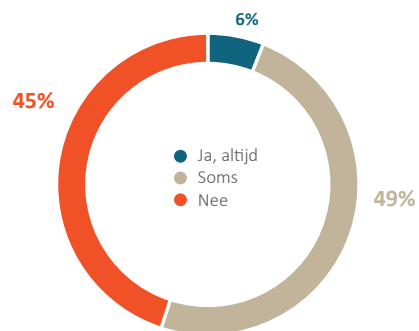
De leeftijd van de bevroagden schommelt tussen de 19 en 77 jaar met een gemiddelde van 47 jaar, waarbij 47% van de bevroagden actief is op zout water (al dan niet in combinatie met recreatieve zoetwatervisserij). Nagenoeg iedereen (98%) gaf te kennen op de hoogte te zijn van het feit dat lood een toxische materie betreft. Op de vraag of milieuvriendelijke alternatieven voor vislood de norm dienen te worden antwoorde 65% positief, 3% negatief



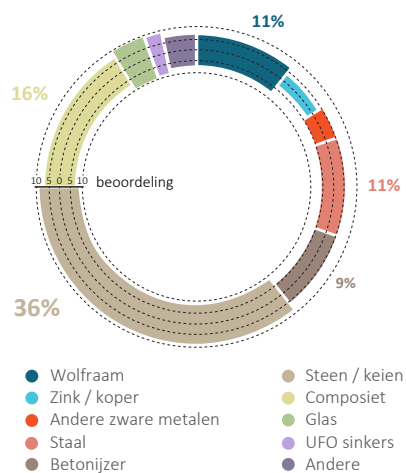
Milieuvriendelijke werpgewichten de norm?



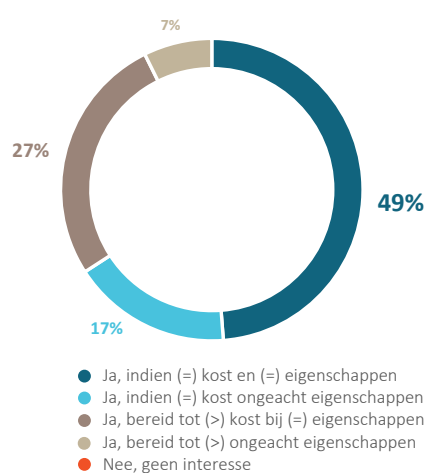
Reeds loodvrije werpgewichten gebruikt?



Loodvervangers: gebruiksandaal en beoordeling



Interesse in milieuvriendelijke werpgewichten?



Figuur 16: Overzichtsfiguur van de resultaten van de visloodenquête, uitgevoerd tijdens de Hengelexpo op 9 en 10 november.

en 32% van de bevroagden onthielden zich. Niettegenstaande twee derde zich positief uitten duidt het gegeven dat ongeveer een derde van de bevroagden de vraag onbeantwoord lieten (of negatief beantwoordden) wellicht op het feit dat men zich vanuit de gemeenschap nog enigszins voorzichtig opstelt als het komt op het geheel afschrijven van vislood.

Slechts 6% van de vissers gaf aan enkel loodvervangers aan te wenden, terwijl 49% soms gebruik maakt van visloodalternatieven. De overige 45% heeft tot op heden nog geen loodvrije gewichten gebruikt. Een gedetailleerde kijk op de data leert dat 31% van de uitsluitend-zoutwatervissers aangeeft soms of altijd gebruik te maken van alternatieven tegenover 55% van de uitsluitend-zoetwatervissers. Het al dan niet gebruiken van loodalternatieven blijkt in de huidige steekproef geheel leeftijdsafhankelijk te zijn. Het veruit meest gebruikte alternatief binnen de steekproef betreft steen (36%), gevolgd door composiet (16%), staal (11%), wolfram (11%) en betonijzer (9%). Overige alternatieven zoals zink, koper en glas worden in veel mindere mate gebruikt. Van de frequent benutte alternatieven beoordeelde men de algemene gebruikseigenschappen van steen veruit het beste (gemiddeld 7,9/10), terwijl de overige opties het dienen te stellen met gemiddelde scores tussen 5,2 en 6,6/10.

Twee derde (66%) van de bevroagden is bereid over te schakelen naar milieuvriendelijke loodalternatieven indien de kostprijs dezelfde is als deze van lood. Driekwart van deze groep verwacht wel dat het alternatief dezelfde eigenschappen heeft als de loden variant (werpeigenschappen, gedrag in stroming, etc.). 34% van de bevroagden is daarentegen bereid een meerprijs te betalen voor alternatieve werpgewichten maar ook hier verwacht vier vijfde van deze laatste groep dat de eigenschappen deze van lood dienen te benaderen. Met andere woorden, innovatie en ontwikkeling vanuit de hengelsportproducenten met het oog op de productie van betaalbare milieuvriendelijke loodalternatieven die de gebruikseigenschappen van lood evenaren vormt de sleutel tot een succesvolle transitie.

7. Conclusies

Niettegenstaande de recreatieve zeevisserij eerder een kleine speler is inzake de loodinflux in de Belgische mariene wateren, is het toch van belang om binnen elk van de sectoren die een bijdrage leveren tot deze chemische pollutie, de nodige ambitie aan de dag te leggen om de (al dan niet beperkte) influx van lood in het (mariene) milieu op korte termijn te reduceren of een halt toe te roepen. In de voor dit rapport opgezette testfase werd gebruik gemaakt van biodegradeerbare alternatieve visgewichten uit composiet die zo veel als mogelijk de gebruiksvoordelen van lood (hoogsoortelijk gewicht, werpeigenschappen, stromingsinteractie) trachten te benaderen. Het vervangen van de huidige loden visgewichten door andere zware metalen dient dan ook bij voorkeur vermeden te worden.

De gebruikseigenschappen van de visloodalternatieven worden, op enkele uitzonderingen na, over het algemeen bekeken matig positief tot positief beoordeeld. Slechts in een beperkt aantal gevallen werd een reductie in visvangst gerapporteerd. Dit maakt dat de testpersonen over de ganse lijn veelal bereid zijn om alternatieve visgewichten te hanteren. Niettegenstaande een aantal testpersonen bereid zijn hiertoe een meerprijs te betalen, wordt in de vakliteratuur en in gespecialiseerde hengeltijdschriften vaak gesteld dat een overstap naar loodvrije visgewichten niet zal plaatsvinden zolang er geen verbod op het gebruik van lood komt. De uitdaging ligt hem in het ontwikkelen van betaalbare niet-schadelijke alternatieven die de gebruikseigenschappen van lood evenaren. Verder onderzoek met het oog op de ontwikkeling van loodvrije gewichten kan gestimuleerd worden door het communiceren van een zogenaamd lood-uitfaseringstraject met een concrete einddatum.

Samenvattend kunnen volgende bemerkingen worden geformuleerd:

- Lood betreft een PBT en wordt door diverse internationale en Europese instanties opgenomen in de lijst van chemische stoffen waartoe prioritaire actie wordt vereist;
- Bijkomend en uitgebreid onderzoek naar effectief loodverlies, meetbaar op wrakniveau, met uitsluiting van historisch loodverlies of ingebed in het recreatieve zeevisserij monitoringsprogramma, wordt aanbevolen;
- Afhankelijk van de voorliggende situatie (doelsoorten, milieucondities) zijn er reeds enkele kandidaat-alternatieven voor vislood voorhanden zoals steen, betonijzer en composietgewichten. Echter, niet voor alle disciplines bestaan adequate alternatieven en is een grondige stimulus inzake onderzoek, ontwikkeling en innovatie door hengelsportproducenten aan te bevelen vanuit de betrokken overheden;
- Er dient gewaakt te worden over het feit dat geen andere zware metalen (bv. zink, koper, tin, wolfram, etc.) in het milieu worden gebracht waarvan het effect op het milieu tot op heden niet steeds eenduidig kon bepaald worden. Materialen zoals traditionele plastics dienen tevens steeds geweerd te worden. De focus dient gelegd te worden op niet-schadelijke en biodegradeerbare alternatieven;
- Kwalitatieve alternatieve visgewichten moeten tegen een betaalbare prijs op de markt kunnen worden gebracht door de producenten, daar waar de kostenverhoging op heden een afschrikkende werking met zich meebrengt bij de eindverbruikers. Een groter marktaanbod van complementaire goederen dient te resulteren in betaalbare alternatieven voor alle hengelaars in alle hengeldisciplines;
- In navolging van maatregel 29D dient het geactualiseerde (2021) nationale programma van maatregelen ter uitvoering van de Kaderrichtlijn Mariene Strategie het ambitieniveau inzake de reductie van de loodinflux (o.a. door de (recreatieve) zeevisserij) te verhogen;

- Een uitfasering van loden visgewichten kan bekomen worden via een stimulerend, doch vrijblijvend principe, naar analogie van het Nederlandse 'Green Deal 222'-model of aan de hand van een wettelijk bindend kader (bv. naar Deens model). Hierbij kan Sportvisserij Vlaanderen vzw aangesproken worden vanuit haar professionele expertise inzake hengelsport en haar informerende en sensibiliserende functie naar de doelgroep toe.

8. Referenties

AEWA (2012). Literature review: effects of the use of lead fishing weights on waterbirds and wetlands. 5th session of the meeting of the parties, 14-18 May 2012, La Rochelle, France. 'Migratory waterbirds and people – sharing wetlands'. 21 p.

Alvarez-Ortega, N., Caballero-Gallardo, K., Olivero-Verbel, J. (2017). Low blood lead levels impair intellectual and hematological function in children from Cartagena, Caribbean coast of Colombia. *J Trace Elem Med Biol.*, 44, 233-240.

Angel, B.M., Apte, S.C., Batley, G.E., Raven, M.D. (2016). Lead solubility in seawater: an experimental study. *Environmental Chemistry* 13, 489-495.

ATSDR (2005). Toxicological Profile for Tungsten. Department of Health and Human Services; Atlanta, GA, USA.

Azim, A., Abdul, A., Gouda, V. (1973). Corrosion behavior of lead in salt solutions. *British Corrosion Journal* 8, 76-80.

Belgische Staat (2015). Programma van maatregelen voor de Belgische mariene wateren. Kaderrichtlijn Mariene Strategie – Art 13. Federale Overheidsdienst Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu: Brussel. 147 pp.

Belgische Staat (2017). Actieplan marien zwerfvuil. FOD Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu DG Leefmilieu - Dienst Marien Milieu: Brussel. 25 pp.

Belgische Staat (2018). Actualisatie van de initiële beoordeling voor de Belgische mariene wateren. Kaderrichtlijn Mariene Strategie – Art 8 lid 1a & 1b: België 2018-2024. BMM/Federale Overheidsdienst Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu: Brussel. 243 pp.

Barg, G., Daleiro, M., Queirolo, El., Ravenscroft, J., Manay, N., Peregalli, F., et al. (2018). Association of Low Lead Levels with Behavioral Problems and Executive Function Deficits in Schoolers from Montevideo, Uruguay. *Int J Environ Res Public Health.*, 15(12).

Campbell, H.S., Mills, D.J. (1977). Marine treasure trove: a metallurgical examination. *The Metallurgist and Materials Technologist* 9/10, 551-556.

Caravanos, J., Chatham-Stephens, K., Ericson, B., Landrigan, P.J., Fuller, R. (2013). The burden of disease from pediatric lead exposure at hazardous waste sites in 7 Asian countries. *Environ Res.*, 120, 119-225.

Choi, W.J., Kwon, H.J., Lim, M.H., Lim, J.A., Ha, M. (2016). Blood lead, parental marital status and the risk of attention-deficit/hyperactivity disorder in elementary school children: A longitudinal study. *Psychiatry Research*, 236, 42-46.

Davis, W.J. (1993). Contamination of coastal versus open ocean surface waters: a brief meta-analysis. *Mar. Pollut. Bull.* 26, 128.

EC (2004). Advantages and drawbacks of restricting the marketing and use of lead in ammunition, fishing sinkers and candle wicks. 216 p.

Emond C.A., Vergara V.B., Lombardini E.D., Mog S.R., Kalinich J.F. (2015). Induction of rhabdomyosarcoma by embedded military-grade tungsten/nickel/cobalt not by tungsten/nickel/iron in the B6C3F1 mouse. *Int. J. Toxicol.* 34, 44-54.

Fewtrell L, Kaufmann R, Prüss-Üstün A (2003). Lead: Assessing the environmental burden of disease at national and local levels. Geneva, World Health Organization (Environmental Burden of Disease Series, No. 2).

Flomenbaum, N.E., Goldfrank, L.R., Hoffman, R.S., Howland, M.A., Lewin, N.A., Nelson, L.S. (2006). Goldfrank's toxicologic emergencies, eighth edition. ISBN 13: 9780071437639.

Franson, J.C., Hansen, S.P., Creekmore, T.E., Brand, C.J. (2003). Lead fishing weights and other fishing tackle in selected waterbirds. *Waterbirds* 26, 345-352.

French, M.C. (1984). Lead poisoning in mute swans – an East Anglian survey. In: Osborn, D. Metals in animals. Cambridge, NERC/ITE, 25-29.

Goode, D. A. (1981). Lead poisoning in Swans. Report of the Nature Conservancy Council's Working Group. Nature Conservancy Council. 44 p.

Hansen, E., Havelund, S. (2006). Evaluation of the Danish Statutory Order on Lead. Environmental Project No. 1134 2006. Miljøprojekt. 76 p.

Hegger, C., Savelkoul T.J.F., Meulenbelt, J. (1992). Vergiftiging door lood. *Ned Tijdschr Geneesk*, 136, 1093-1097.

Hoffman, D., B. Rattner, G. Burton, Jr., J. Cairns, Jr., Eds. (1995). Handbook of Ecotoxicology. Boca Raton: CRC Press, Inc. 755 p.

Inouye, L.S., Jones, R.P., Bednar, A.J. (2009). Tungsten effects on survival, growth, and reproduction in the earthworm, *Eisenia fetida*. *Environmental Toxicology and Chemistry* 25 (3), 763-768.

IPCS (1995). Inorganic lead. Geneva, World Health Organization, International Programme on Chemical Safety (Environmental Health Criteria 165).

Jacks, G., Bystrom, M., Johansson, L. (2001). Lead emissions from lost fishing sinkers. *Boreal Environ. Res.* 6, 231-236.

Ji, Y., Hong, X., Wang, G., Chatterjee, N., Riley, A.W., Lee, L.C., et al. (2018). A Prospective Birth Cohort Study on Early Childhood Lead Levels and Attention Deficit Hyperactivity Disorder: New Insight on Sex Differences. *J Pediatr.*, 199, 124-131 e8.

Kirby, J., Delany, S., Quinn, J. (1994). Mute Swans in Great Britain: a review, current status and long-term trends. *Hydrobiologia* 279/280, 467-482.

Klein, J., Vink, J. (2013). Emissie van lood naar de Nederlandse zoete en zoute wateren door verlies van vislood in de sportvisserij. Deltares, 34 p.

Korshin, G., Ferguson, J., Lancaster, A. (2000). Influence of natural organic matter on the corrosion of leaded brass in potable water. *Corrosion Sci.* 42, 53-66.

Krauskopf, K.B. (1956). Factors controlling the concentration of thirteen trace metals in seawater. *Geochim. Cosmochim. Acta* 9, 1-32.

Lanphear, B. (1998). The paradox of lead poisoning prevention. *Science* 281 (5383), 1617.

Lassen, C., Christensen, C.L., Skårup, S. (2003). Massestrømsanalyse for bly 2000. Environmental Project No. 789. The Danish EPA, Copenhagen.

Lusher, A. L., Hollman, P. C.H., Mendoza-Hill, J.J. (2017). Microplastics in fisheries and aquaculture: status of knowledge on their occurrence and implications for aquatic organisms and food safety. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper*, No. 615. Rome, FAO. 147p.

Macfadyen, G., Huntington, T., Cappell, R. (2009). Abandoned, lost or otherwise discarded fishing gear. *UNEP Regional Seas Reports and Studies No.185*; *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper*, No. 523. Rome, UNEP/FAO. 115p.

Modified Materials BV (2017). Lood blootstelling door het zelf gieten van lood. 4 p.

Modified Materials BV (2018). Analyses van gekochte gewichten voor de sportvisserij. 2 p.

OSPAR (2009). Background document on lead. *OSPAR Commission*. 28 p.

OSPAR (2014). Regional Action Plan for Prevention and Management of Marine Litter in the North-East Atlantic. *OSPAR Commission: Southampton*. ISBN 978-1-906840-86-0. 18 pp.

OSPAR (2015). JAMP Guidelines for monitoring contaminants in sediment, revision 2015. *OSPAR Commission: London*. 111 pp.

OSPAR (2017). *OSPAR Intermediate Assessment 2017*. *OSPAR Commission*.

Petkewich, R.A. (2009). Unease over tungsten. *Science and Technology* 87 (3), 63-65.

Pilson, M.E.Q. (1998). *An Introduction to the Chemistry of the Sea*, 2nd edn 1998 (Cambridge University Press: New York).

Pokras, M.A., Chafel, R. (1992). Lead toxicosis from ingested fishing sinkers in adult Common Loons (*Gavia immer*) in New England. In: *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 23(1), 92-97.

Rattner, B. A., Franson, J. C., Sheffield, S. R., Goddard, C. I., Leonard, N.J., Stang, D., Wingate, P. (2008). Sources and implications of lead ammunition and fishing tackle on natural resources. *Technical Review 08-01*. The American Fisheries Society, The Wildlife Society.

Reuben, A., Caspi, A., Belsky, D.W., Broadbent, J., Harrington, H., Sugden, K., et al. (2017). Association of Childhood Blood Lead Levels With Cognitive Function and Socioeconomic Status at Age 38 Years and With IQ Change and Socioeconomic Mobility Between Childhood and Adulthood. *Jama*. 317(12), 1244-1251.

Sahmel, J., Hsu, E.I., Avens, H.J., Beckett, E.M., Devlin, K.D. (2015). Estimation of hand-to-mouth transfer efficiency of lead. *Ann Occup Hyg.*, 59(2), 210-220.

Savenko, V.S., Shatalov, I.A. (2000). Solubility of minerals and forms of lead existence in seawater. *Oceanology* 40, 491-498.

Scheuhammer, A., Norris, S. (1995). A review of the environmental impacts of lead shotshell ammunition and lead fishing weights in Canada, Occasional Paper Number 88, Canadian Wildlife Service.

Schroeder, R.R. (2010). Lead fishing tackle: The case for regulation in Washington State. *Evergreen State College*. 125 p.

Sears, J. (1988). Regional and seasonal variations in lead poisoning in the mute swan *Cygnus olor* in relation to the distribution of lead and lead weights in the Thames area, England. *Biological Conservation*, 46 (2), pp. 115-134.

Sidor, I.F., Pokras, M.A., Major, A.R., Poppenga, R.H., Taylor, K.M., Miconi, R.M. (2003). Mortality of Common Loons in New England, 1987 to 2000. In: *Journal of Wildlife Diseases*, 39 (2), 2003, pp. 306-315.

Skerfving, S., Lofmark, L., Lundh, T., Mikoczy, Z., Stromberg, U. (2015). Late effects of low blood lead concentrations in children on school performance and cognitive functions. *Neurotoxicology*, 49, 114-120.

Sportvisserij Vlaanderen (2017a). Milieucelnieuwsbrief: Loodvervangers. *Hengelsport* 26(3), 34-41.

Sportvisserij Vlaanderen (2017b). Milieucelgids 2017 Deel 14: Gedragscode Sportvisserij Vlaanderen. 23 p.

Sportvisserij Vlaanderen (2018a). Federaal nieuws VBK: Tactical thinking: Steen versus lood. *Hengelsport* 27(1), 46-50.

Sportvisserij Vlaanderen (2018b). Actualiteit-Milieu: Nederland: Sportvisserij op korte termijn loodvrij – Green Deal. *Hengelsport* 27(4), 24-25.

Sportvisserij Vlaanderen (2018c). Actualiteit: Gewichtig actueel: toelichting samenwerking met het VLIZ. *Hengelsport* 27(5), 47.

Sportvisserij Vlaanderen (2019a). Introductie: Loodvervangers en code voor loodgebruik. *Hengelsport* 28(1), 33.

Sportvisserij Vlaanderen (2019b). Dossier Loodvervangers: Loodalternatieven in de karpervisserij. Hengelsport 28(1), 34-35.

Sportvisserij Vlaanderen (2019c). Dossier Loodvervangers: Twéé cracks, één loodvrije missie... (loodalternatieven binnen de roofvisserij). Hengelsport 28(2), 34-40.

Sportvisserij Vlaanderen (2019d). Dossier Loodvervangers: Vliegvisser's koplopers voor loodvervangers. Hengelsport 28(3), 49-50.

Stone, W.B., Okoniewski, J.C. (2001). Necropsy findings and environmental contaminants in Common Loons from New York. In: Journal of Wildlife Diseases Vol. 37(1), 178-184.

Tuna, G.S., Braida, W., Ogundipe, A., Strickland, D. (2012). Assessing tungsten transport in the vadose zone: From dissolution studies to soil columns. Chemosphere 86 (10), 1001-1007.

Tylecote, R.F. (1983). The behavior of lead as a corrosion resistant medium undersea and in soils. J. Archaeological Sci. 10, 397-409.

U.S. Environmental Protection Agency (1994). Lead Fishing Sinkers; Response to Citizens' Petition and Proposed Ban. Federal Register 40 CFR Part 745 WHO (2007). Lead exposure in children. Geneva, World Health Organization.

van der Hammen, T., de Graaf, M., Lyle, J.M. (2015). Estimating catches of marine and freshwater recreational fisheries in the Netherlands using an online panel survey. ICES Journal of Marine Science. doi:10.1093/icesjms/fsv190.

Verleye, T., De Rijcke, M. (2018). Eerste mechanische impactanalyse van poedercoating rond vislood. VLIZ Powerpoint, 10 p.

Verleye, T.J., Dauwe, S., van Winsen, F., Torreele, E. (2019). Beleidsinformerende Nota: Recreatieve zeevisserij in België anno 2018 - Feiten en cijfers. VLIZ Beleidsinformerende nota's BIN 2019_002. Oostende, 86 pp.

Wasel, O., Freeman, J.L. (2018). Comparative assessment of tungsten toxicity in the absence or presence of other metals. Toxics 6 (4), 66.

Washington State Department of Ecology and Washington State Department of Health (2009). Washington State Lead Chemical Action Plan, publication #09-07-008.

WHO (2010). Exposure to lead: A major public health concern. Geneva, World Health Organization.

Wu, Y., Sun, J., Wang, M., Yu, G., Yu, L., Wang, C. (2018). The Relationship of Children's Intelligence Quotient and Blood Lead and Zinc Levels: a Meta-analysis and System Review. Biol Trace Elem Res. 182(2), 185-195.

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