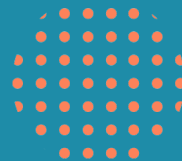




ILVO



Vlaams Instituut voor de Zee vzw
Flanders Marine Institute



Pulsvisserij in de Zuidelijke Noordzee

*Beleidsinformerende nota
December 2019*





Vlaams Instituut voor de Zee (VLIZ) Instituut voor Landbouw-, Visserij- en Voedingsonderzoek (ILVO) Universiteit Gent (UGent)

Beleidsinformerende Nota

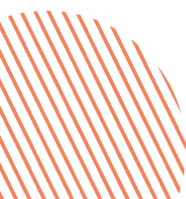
Nota voorop

Naar aanleiding van de recente ontwikkelingen inzake de Europese pulsvisserij, beslisten het Vlaams Instituut voor de Zee (VLIZ), het Instituut voor Landbouw-, Visserij- en Voedingsonderzoek (ILVO) en de Universiteit Gent (UGent) de beleidsinformerende nota over deze thematiek uit 2014 te actualiseren met de meest recente wetenschappelijke kennis. Deze herwerking verschaft gericht beleidsrelevante informatie omtrent de huidige stand van zaken binnen de Europese pulsvisserij.

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

Deze beleidsinformerende nota bezit een neutraal en ongebonden karakter, en streeft 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
Instituut voor Landbouw-, Visserij- en Voedingsonderzoek (ILVO), Ankerstraat 1, 8400 Oostende, België
Universiteit Gent (UGent), Faculteit Diergeneeskunde, Salisburylaan 133, 9820 Merelbeke, België





Inhoud van de nota

Betreft: Pulsvisserij in de Zuidelijke Noordzee

Datum: December 2019

ISSN nummer: 2295-7464

ISBN nummer: 9789492043818

Auteurs:

Matthias Sandra, Vlaams Instituut voor de Zee (VLIZ)

Dr. ir. Maarten Soetaert, Instituut voor Landbouw-, Visserij- en Voedingsonderzoek (ILVO)

Prof. Dr. Koen Chiers, Universiteit Gent, Faculteit Diergeneeskunde, Vakgroep Pathologie, Bacteriologie en Pluimveeziekten (UGent)

Prof. Dr. Annemie Decostere, Universiteit Gent, Faculteit Diergeneeskunde, Vakgroep Pathologie, Bacteriologie en Pluimveeziekten (UGent)

Ir. Lisa Devriese, Vlaams Instituut voor de Zee (VLIZ)

Dr. Hans Pirlet, Vlaams Instituut voor de Zee (VLIZ)

Dr. ir. Hans Polet, Instituut voor Landbouw-, Visserij- en Voedingsonderzoek (ILVO)

Dr. Thomas Verleye, Vlaams Instituut voor de Zee (VLIZ)

Lectoren:

Dr. Pieter De Graef, SALV Strategische Adviesraad Landbouw en Visserij

Zarah Bellefroid, Rederscentrale

Te citeren als:

Sandra, M., Soetaert, M., Chiers, K., Decostere, A., Devriese, L., Pirlet, H., Polet, H., Verleye, T. (2019). Beleidsinformerende Nota: Pulsvisserij in de Zuidelijke Noordzee. VLIZ Beleidsinformerende nota's BIN 2019_004. Oostende, 48 pp.

Contact: matthias.sandra@vliz.be

Bron foto cover: ILVO

Inhoudsopgave

Samenvatting	1
Summary	3
1. Inleiding	5
1.1 De Belgische bodemsleepnetvisserij	5
1.2 Een trend richting innovatie	5
2. Hedendaagse pulsvisserij	8
2.1 De garnaalpuls	8
2.2 De tongpuls	9
2.3 Andere toepassingen	10
2.3.1 eBRP (Electrified Benthos Release Panel)	10
2.3.2 De elektrische mesheftvisserij	11
3. Juridische context	13
3.1 Het Europees wettelijk kader	13
3.1.1 Historische context	13
3.1.2 Huidige wetgeving	14
3.2 De Europese pulskorvloot	14
3.2.1 België	14
3.2.2 Andere Noordzeelanden	15
3.2.3 Ruimtelijke verspreiding	17
3.3 Brexit	19
3.4 De internationale beleidsperspectieven	20
4. De effecten van pulsvisserij op het marien milieu	21
4.1 Effecten op de bodem	21
4.1.1 Bodemimpact van pulskor bij tongvisserij	21
4.1.2 Bodemimpact van pulskor bij garnaalvisserij	21
4.2 Directe effecten op organismen	22
4.2.1 Benthische invertebraten	22
4.2.2 Gewervelden	24
5. De socio-economische aspecten van pulsvisserij	32
5.1 Aanvoer en besomming - de Nederlandse case	32
5.2 Brandstofverbruik en CO ₂ -emissies	32
5.3 Vangstefficiëntie en bijvangst	32
5.4 Investerings, inkomen en werkgelegenheid	34
5.5 Perceptie van de Europese stakeholders	35
6. Belgisch onderzoek en innovatie inzake pulsvisserij	36
6.1 Onderzoeks- en innovatieprojecten	36
6.2 Uitdagingen voor voortgezet en toekomstig onderzoek	37
7. Referentielijst	38

Samenvatting

Naar aanleiding van de stijgende brandstofprijzen tijdens de jaren 1970 en 1980 van de vorige eeuw, werd er in Europa gezocht naar mogelijke alternatieven voor de brandstofintensieve boomkorvisserij. De elektrische pulsvisserij werd daarom in verschillende Europese onderzoekscentra uitvoerig onderzocht. Na de millenniumwisseling kwam, wegens het groeiende milieubewustzijn, de aanhoudende hoge brandstofkosten en de vraag naar meer duurzaamheid, een aanpassing van de gangbare visserijpraktijken naar elektrische vistechnieken steeds meer ter sprake.

In 2007 werd vanuit dit oogpunt een amendement toegevoegd aan het Europees Gemeenschappelijk Visserijbeleid dat iedere lidstaat toeliet om maximaal 5% van zijn boomkorvloot uit te rusten met het elektrische pulstuig. Twee jaar later trad het eerste pulsvaartuig in dienst van een Nederlandse rederij. In Nederland werd het aantal wettelijk verkrijgbare licenties snel bereikt waardoor deze lidstaat tweemaal een aanvraag formuleerde naar bijkomende licenties in het kader van wetenschappelijk onderzoek. Zo beschikten tegen 2014 iets meer dan 100 Europese vaartuigen over een pulslicentie. De voorbije jaren kwam er echter vanuit verschillende geledingen steeds meer kritiek op de groeiende pulsvisserij. Het belangrijkste knelpunt voor de meerderheid van de Europese lidstaten vormt de onevenwichtig verdeelde vloot, de beperkte transparantie en controleerbaarheid van de techniek en de potentiële milieu-impact die ermee gepaard gaat. Het Europees standpunt t.o.v. de pulsvisserij werd duidelijk op 25 juli 2019 toen een nieuwe Europese verordening (*Verordening (EU) nr. 2019/1241*) werd gepubliceerd die pulsvisserij vanaf 1 juli 2021 in al haar wateren verbiedt. België en Frankrijk voerden op basis van deze verordening op 14 augustus 2019 een totaalverbod in op de pulsvisserij binnen hun 12 nautische mijlszone.

Doorheen de jaren werd echter veel onderzoek verricht naar de voor- en nadelen van het gebruik van elektrische pulssystemen. Enerzijds werden verschillende testen uitgevoerd met de garnaalpuls en anderzijds werden de effecten van de tongpuls onderzocht. In beide gevallen werd aangetoond dat de bodemberoering aanzienlijk vermindert bij gebruik van elektrische (elektroden, minder klossen en rechte klossenpees) i.p.v. mechanische stimulatie (kettingen en gebogen klossenpees). Deze trend wordt versterkt wanneer de traditionele boomkor wordt vervangen door een variant met minder hydrodynamische weerstand (bv. SumWing). Bij zowel de garnaal- als tongpuls werd tijdens labo-experimenten duidelijk dat de reacties bij bentische invertebraten soortafhankelijk zijn. Daarnaast werden, in vergelijking met de traditionele boomkor, geen directe negatieve effecten waargenomen bij het blootgestelde bentische invertebraten¹. Bij gewervelde dieren is het verschil tussen de effecten van de garnaal- en tongpuls groter. Na blootstelling aan de garnaalpuls werden bij adulte dieren geen duidelijke nadelige effecten waargenomen op vlak van letsels en sterfte. Jonge levensvormen van Atlantische kabeljauw kunnen echter wel kwetsbaar zijn voor de garnaalpuls. Bij de tongpuls werden in de meeste studies bij een beperkt aantal kabeljauwen breuken in de wervelkolom en/of aanpalende spierbloedingen waargenomen. Andere gewervelden vertoonden geen duidelijke negatieve gevolgen van de tongpuls. Er heersen evenwel nog heel wat onzekerheden omtrent de ecologische impact van pulssystemen.

Tot slot zijn ook diverse socio-economische aspecten van belang om het potentieel van pulsvisserij in te schatten als valabel alternatief voor de traditionele boomkorvisserij. Zo indu-

¹ Ongewervelde dieren

ceert de overgang naar pulsvisserij een reductie van de sleepsnelheid, wat in combinatie met de verlaagde bodemweerstand zorgt voor bijna een halvering van het brandstofverbruik bij tongpulsvaartuigen en een vermindering van 10% bij garnaalpulsvaartuigen. Als gevolg van de brandstofbesparing worden ook de CO₂-emissies sterk gereduceerd. Verder werd in verscheidene studies aangetoond dat de selectiviteit bij de garnaal- en tongpuls hoger ligt dan bij hun traditionele variant. Hierdoor is in bepaalde periodes de bijvangst van ondermaatse en niet-vermarktbare soorten beduidend lager en de aanlandingsefficiëntie van tong en garnaal significant hoger bij pulssystemen dan bij de conventionele boomkor.

In deze beleidsinformerende nota wordt de huidige stand van het onderzoek met betrekking tot pulsvisserij in de Noordzee geschetst. Hierbij wordt er op objectieve wijze ingegaan op zowel technologische, juridische, ecologische als socio-economische aspecten van pulsvisserij.

Summary

As a reaction to the rise in fuel prices during the 1970s and 1980s, Europe started investigating possible alternatives to fuel-intensive beam trawling. Therefore, electric pulse fishing was extensively researched in various European research centers. After the turn of the millennium, due to growing environmental awareness, continuing high fuel costs and the demand for more sustainability, an adaptation of current fishing practices to electric fishing techniques was increasingly discussed.

In 2007, an amendment was added to the European *Common Fisheries Policy*, which allows each Member State to equip a maximum of 5% of its beam trawl fleet with electric pulse gear. Two years later, the first pulse vessel entered the service of a Dutch shipping company. In the Netherlands, the number of legally available licenses was quickly attained, with the result that the Netherlands applied twice for additional licenses in the framework of scientific research. By 2014, over 100 European vessels obtained a pulse license. In recent years, however, there has been increasing criticism with regard to growing pulse fishery from various sectors. The main bottleneck for the majority of European Member States is the unbalanced fleet, the limited transparency and verifiability of the technology, and the ambiguities concerning the potential environmental impact. The European position with regard to pulse fishing became clear on 25 July 2019 when a new European regulation (*Regulation (EU) No 2019/1241*), which prohibits pulse fishing in all Union waters as of 1 July 2021, came into force. In Belgium and France, based on this regulation, a total ban on pulse fishing within the 12 nautical mile zone has been introduced on 14 August 2019.

Throughout the years, however, a lot of research has been carried out on the advantages and disadvantages of electric pulse systems. Both the shrimp pulse and the sole pulse were examined extensively. Results show that the seabed disturbance is significantly reduced when using electrical stimulation (electrodes, fewer bobbins and straight footrope) instead of mechanical stimulation (chains and curved footrope). This trend is amplified when the traditional beam trawl is replaced by a variant with less hydrodynamic resistance (e.g. SumWing). For both the shrimp and sole pulse, laboratory experiments revealed that the reaction of benthic invertebrates depend on the species. In addition, compared to the traditional beam trawl, no direct negative effects were observed in the exposed benthic invertebrates. For vertebrates, there is a more pronounced difference between the effects of the shrimp and sole pulse. After exposure to the shrimp pulse, no clear adverse effects were observed in adult animals in terms of injury and mortality. However, young life forms of Atlantic cod may be vulnerable to the shrimp pulse. In the case of the sole pulse, in most studies, spinal fractures and/or adjacent haemorrhages were observed in a limited number of cod. Other vertebrates did not show any clear negative effects of the sole pulse. However, there are still many uncertainties regarding the ecological impact of pulse systems.

Finally, various socio-economic aspects are also important to estimate the potential of pulse fishing as an alternative to traditional beam trawling. For example, the transition to pulse fishing induces a reduction in the towing speed, which, in combination with the lowered bottom resistance, reduces the fuel consumption of sole pulse vessels with almost 50% and shrimp pulse vessels with 10%. Consequently, CO₂ emissions are also considerably lower. In addition, several studies have shown that the selectivity of the shrimp and sole pulse is higher than for the conventional beam trawl. As a result, in certain periods, the bycatch of undersized and

non-marketable species is significantly lower, and the landing efficiency of sole and shrimp is considerably higher with pulse systems than with conventional beam trawls.

This Policy Information Brief outlines the current state of research into pulse fishing in the North Sea. It covers technological, legal, ecological and socio-economic aspects, and objectively discusses the effects of pulse fishing.

1. Inleiding

1.1 De Belgische bodemsleepnetvisserij

Doorheen de geschiedenis van de Belgische zeevisserij werden allerhande vistechnieken aangewend ([Lescrauwaet et al., 2018](#)). Tevens waren er tijdens de laatste eeuw sterke fluctuaties in de vangstsamenstelling en -hoeveelheden ([Lescrauwaet, 2013](#); [grafische voorstelling](#)). Na de overexploitatie van haring en sprong (tot eind jaren 1970) en de periode van de IJslandvaart (1950-1980), werd de bodemsleepnetvisserij gericht op tong, pladijs en garnaal steeds belangrijker voor de Belgische zeevisserij ([Omey, 1982](#)).

Tegenwoordig is de Belgische zeevisserij nog steeds voornamelijk gefocust op deze benthische soorten. De dominante vistechniek binnen deze bodemvisserij is de boomkor met wekkerkettingen of kettingmat² ([Velghe en Scherrens, 2019](#)). Dit vistuig maakte reeds zijn intrede in de Belgische zeevissersvloot in de eerste helft van de 19^{de} eeuw (1822, Oostende) ([De Zuttere, 1909](#)). Echter duurde het tot eind de jaren 1950 en 1960 vooraleer de hedendaagse gepaarde boomkor geïntroduceerd werd in, respectievelijk, de garnaal- en platvisserij (bokkenvisserij) ([Poppe, 1977](#); [Rijnsdorp en Millner, 1996](#); [Rijnsdorp et al., 2008](#); [Haasnoot et al., 2016](#)). De boomkorvisserij is een efficiënte vistechniek in termen van vangst per eenheid inspanning (CPUE; *catch per unit effort*). Wetenschappelijke studies naar de socio-economische en ecologische effecten van deze techniek zorgden er evenwel voor dat deze toenmalige techniek steeds meer in vraag werd gesteld ([Rijnsdorp et al., 2008](#); [van Marlen et al., 2014](#); [Polet et al., 2018](#)). Meer informatie omtrent de geschiedenis van de Belgische zeevisserij kan teruggevonden worden op de website ‘[Historiek Belgische zeevisserij](#)’ van het Vlaams Instituut voor de Zee (VLIZ).

1.2 Een trend richting innovatie

De afgelopen decennia werd heel wat onderzoek gedaan naar de mogelijke negatieve effecten van de Europese boomkorvisserij op het marien milieu ([de Groot en Lindeboom, 1994](#); [Jennings en Kaiser, 1998](#); [Kaiser en De Groot, 2000](#); [Piet et al., 2000](#); [Fonteyne en Polet, 2002](#); [Polet en Depestele, 2010](#); [Polet et al., 2018](#)). Daaruit bleek dat deze techniek een aanzienlijke mortaliteit veroorzaakt bij zowel de ondermaatse doelsoorten als de niet-doelsoorten ([van Marlen et al., 2014](#)). De garnaalvisserij, en vooral de tropische garnaalvisserij, met sleepnetten genereert daarenboven zeer hoge bijvangsten³ ([Gillett, 2008](#)). In de Noordzee (incl. Skagerrak) betreft 51,2% van alle gevangen soorten bijvangst ([Kelleher, 2005](#)). Daarnaast wordt ook de soortensamenstelling van benthische invertebraten en hun kwetsbare habitats aangetast door de boomkorvisserij ([van Marlen et al., 2014](#); [Polet et al., 2018](#)). Verder toonde onderzoek aan dat de boomkorvisserij sterke bodemberoering teweegbrengt en dat door het hoge brandstofverbruik de CO₂-emissies hoog liggen (o.a. [Polet en Depestele, 2010](#); [Teal et al., 2014](#); [Depestele et al., 2016](#); [Haasnoot et al., 2016](#); [Turenhout et al., 2015](#); [Turenhout et al., 2016a](#); [OSPAR Intermediate Assessment, 2017](#)).

Door de stijgende brandstofprijzen werd gedurende de jaren 1970 en 1980 door Belgische ([Vanden Broucke, 1973](#); [Vanden Broucke en Van Hee, 1976](#); [Vanden Broucke en Van Hee, 1977](#);

² Kettingen die bevestigd worden aan de boomkor teneinde doelsoorten te laten opschrikken uit het zand.

³ Alle andere vissoorten of dieren dan diegene waarop bewust gevisst wordt.

Delanghe en Vanden Broucke, 1983), Nederlandse (De Groot en Boonstra, 1970; Boonstra en De Groot, 1970; Agricola, 1985a; Agricola, 1985b), Britse (Stewart, 1971, 1972a, 1972b, 1973, 1974a, 1974b, 1975, 1976, 1977, 1990; Stewart en Cameron, 1974) en Duitse (Horn, 1976, 1977, 1982, 1983) onderzoekscentra uitvoerig onderzoek gevoerd naar goedkopere alternatieven (Haasnoot et al., 2016). Een van deze alternatieven is de pulsvisserij, een techniek waarbij gebruik wordt gemaakt van elektrische pulsen in plaats van mechanische stimulatie met wekkers (platvis) of klossen (garnaal) (Taal en Hoefnagel, 2010; Lüdemann en Koschinski, 2014; Soetaert, 2015b; Soetaert et al., 2015c; Sys et al., 2015). Tijdens de jaren 1970 en 1980 werd voornamelijk onderzoek gedaan naar elektrische visserij op platvis. De brandstofbesparing die gerealiseerd kan worden bij platvisvisserij is met name veel groter dan die bij garnaalvisserij. Het onderzoek bracht echter veel controverse met zich mee en door de daling van de brandstofprijzen en het Europese verbod op elektrische visserij in de daaropvolgende decennia (zie **sectie 3.1.1**) viel het onderzoek naar deze techniek grotendeels stil en werd deze pas hervat in het begin van de 21^{ste} eeuw (Quirijns et al., 2015; 1988, Dutch government backed trials). Een aantal technische aanpassingen aan de bestaande boomkortetechniek deed verder ook reeds deels aan de kritieken tegemoetkomen.

De stijgende brandstofkosten na de millenniumwisseling veroorzaakten financiële problemen bij tal van Europese rederijen en resulteerden in een brandstofcrisis in 2008. Zowel de ecologische als de socio-economische drijfveren voor innovatie in de visserijsector kwamen hierdoor opnieuw boven water, wat andermaal resulteerde in uitvoerig onderzoek naar eco-efficiënte vistechnieken met een lage milieu-impact (Haasnoot et al., 2016). Vertrekkende vanuit eerdere studies uit de jaren 1970 en 1980 werd in Europa, voornamelijk in België en Nederland, opnieuw ingezet op onderzoek naar milieubewuste en brandstofbesparende alternatieven. In België werden door het Instituut voor Landbouw-, Visserij- en Voedingsonderzoek (ILVO) verschillende experimentele aanpassingen aan de boomkor getest om de ongewenste effecten te beperken (Depestele et al., 2007; Stouten et al., 2007; Depestele et al., 2011). In de Belgische en Nederlandse boomkorvisserij werden verschillende inspanningen geleverd om de bodemimpact en het brandstofverbruik te reduceren. Duurzame alternatieven voor de traditionele boomkor met sloffen zijn bijvoorbeeld de Sumwing en de Ecoroll Beam (zie **sectie 4.1.1**). Daarnaast werd onderzoek gevoerd naar meer duurzame visserijtechnieken en aanpassingen aan het vistuig zoals onder meer handlijnvisserij, staandwantvisserij, flyshoot-visserij, benthos⁴ release panel (BRP) en pulsvisserij op garnaal (o.a. Polet et al., 2005a; Polet et al., 2005b; Van Craeynest, 2009; Polet en Van Peteghem, 2010; Verhaeghe et al., 2011; Verschueren et al., 2012; Depestele et al., 2012 (WAKO-II-project BELSPO); Depestele et al., 2014 (WAKO-II-project BELSPO); Soetaert et al., 2015a; Soetaert et al., 2016a; Polet et al., 2018).

Het recente Belgische onderzoek naar pulsvisserij is, in tegenstelling tot het voormalige onderzoek, specifiek gericht op de garnaalvisserij (Polet et al., 2005a; Polet et al., 2005b; Verschueren en Polet, 2009; Soetaert, 2015b; Desender, 2018a; ICES WGELECTRA, 2018). Pulsvisserij op garnalen biedt minder economische voordelen dan op platvis. Dit onderzoek (ILVO) komt echter vooral voort uit de toegenomen aandacht voor selectiviteit, en werd in 2009 bekroond met de 2^{de} prijs “Smart Gear Competition” van WWF. Ook in Duitsland richt men zich voornamelijk op de garnaalvisserij (Kratzer, 2012; Lüdemann en Koschinski, 2014; Stepputtis et al., 2014; Stappenbeck, 2017). In Nederland ligt de focus hoofdzakelijk op de tongvisserij maar

⁴ Alle organismen die leven op de bodem. Dit bevat zowel levensvormen die vastzitten aan de bodem of andere vastzittende organismen als organismen die zich voortbewegen en voeden op de bodem.

werden ook al testen gedaan met mesheften⁵ ([Visserijnieuws, 2015](#); [ICES WGELECTRA, 2018](#)). Binnen de ICES⁶-expertengroep (WGELECTRA), samengesteld uit verschillende Belgische, Nederlandse, Britse, Duitse en Franse leden, wordt jaarlijks een uitgebreid rapport opgesteld omtrent de stand van zaken in de elektrische sleepnetvisserij ([website ICES WGELECTRA](#); [ICES WGELECTRA, 2018](#)). De meeste Europese studies richten zich hoofdzakelijk op het bestuderen van de mogelijke effecten van pulsvisserij op het mariene milieu. Deze studies worden uitvoerig aangehaald in **hoofdstukken 4, 5 en 6**. Deze beleidsinformerende nota gaat, op objectieve wijze, in op zowel de technologische, juridische, ecologische als socio-economische aspecten inzake pulsvisserij in de Noordzee.

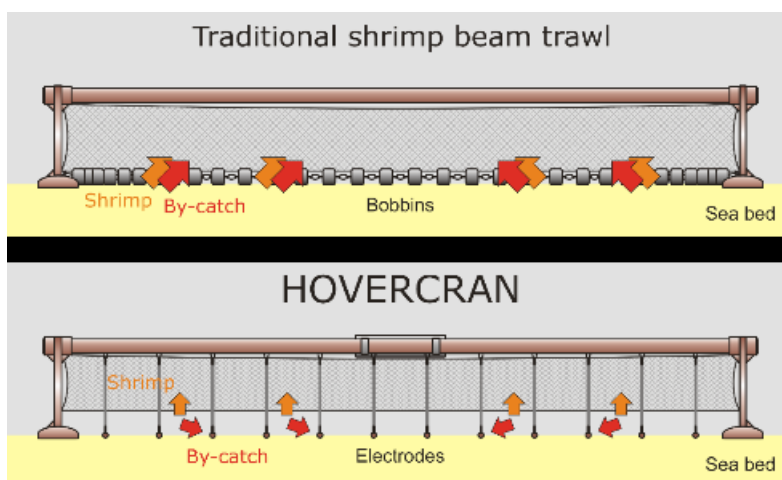
⁵ Tweekleppige schelpdieren die ook worden aangeduid met de naam “scheermessen” (Latijn: *Ensis* spp.).

⁶ De *International Council for the Exploration of the Sea* (ICES) is een intergouvernementele organisatie voor mariene wetenschappen, die tegemoetkomt aan de maatschappelijke behoefte aan onpartijdig bewijsmateriaal over de toestand en het duurzame gebruik van onze zeeën en oceanen.

2. Hedendaagse pulsvisserij

Hoewel pulsvisserijsystemen en de traditionele boomkor beide sleepnettechnieken zijn, verschillen ze toch op een aantal cruciale vlakken. In de hedendaagse pulsvisserij worden de conventionele wekkerkettingen vervangen door elektroden. Deze elektroden worden door middel van een bijkomende kabel, verbonden met het vaartuig, voorzien van elektrische stroom. De geladen elektroden genereren een elektrisch veld waardoor organismen in de directe omgeving een impuls opvangen en opschrikken (bv. Grijze garnaal *Crangon crangon*) of verkrampen (bv. Tong *Solea solea*) (Soetaert, 2015b). Tot op heden worden twee pulssystemen toegepast: de garnaal- en tongpuls. Deze technieken worden hieronder nader toegelicht.

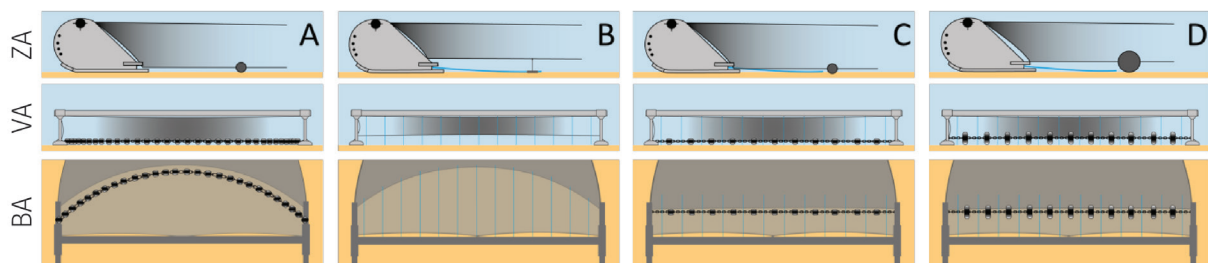
2.1 De garnaalpuls



Figuur 1: Schematisch vooraanzicht van de traditionele boomkor met wekkerkettingen (bovenaan) en de elektrische garnalenspulskor met elektroden (onderaan). (Bron: Verschueren en Polet, 2009)

Door de kleine pulsbreedte, en dus korte duur van één puls, wordt de garnaalpuls gecatalogeerd als 'schrikpuls'. Het zenuwstelsel wordt namelijk kort geprikkeld zodat een 'staart flip' reactie ontstaat en de garnaal uit het zand 'opschrikt'. In 2008 werd door het ILVO, in samenwerking met Marelec NV en UGent, het eerste Europees garnaalpulstuig (HOVERCRAN) ontwik-

Na de grootschalige introductie van pulstuig in de Chinese garnaalvisserij (zie ook **sectie 3.4**), werd eind de jaren 1990 door het ILVO een puls-prototype geïmporteerd naar België (Soetaert, 2015b; ICES WGELECTRA, 2018). Uit onderzoek bleek vervolgens dat een halve sinusvormige puls (PDC) met een frequentie van 5 Hz, een pulsbreedte van 0,5 ms en een elektrische veldsterkte van ongeveer 30 V/m de meest effectieve afstelling is om garnalen te laten opschrikken (Polet et al., 2005a; Polet et al., 2005b).



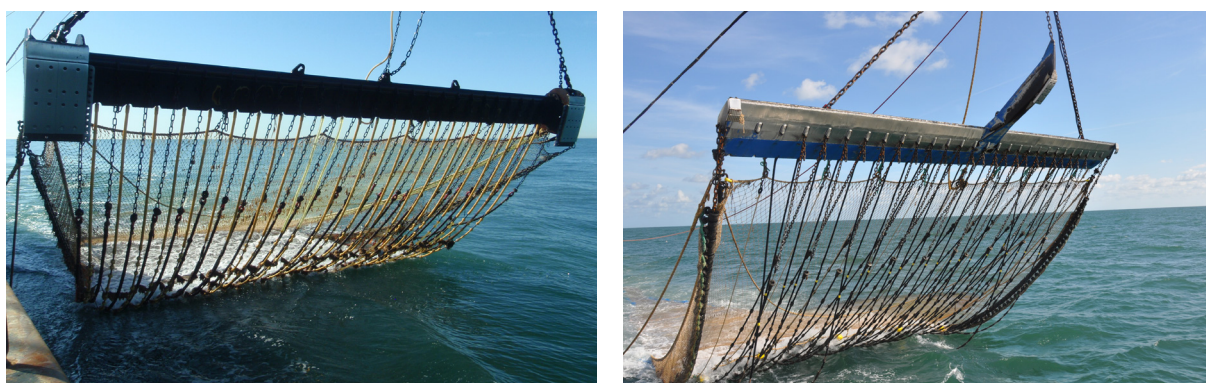
Figuur 2: Schematische weergave van zowel het zij- (ZA), voor- (VA) als bovenaanzicht (BA) van de garnaalpulsvarianten. A) Traditionele boomkor met wekkerkettingen. B) Belgische HOVERCRAN (in praktijk niet gebruikt). C) Garnalenspulskor met rechte klossenpees (gebruikt door Nederlandse pulsvisseren op garnaal; beperkingen vastgelegd binnen de Nederlandse technische voorschriften). D) Garnalenspulskor met verhoogde rechte klossenpees (grote klossen). (Bron: Stepputtis et al., 2014)

keld met deze specifieke afstelling (Verschuieren en Polet, 2009; Soetaert, 2015b). Om bijvangst en bodemberoering te minimaliseren werd de hoogte tussen het net en de bodem verhoogd en de klossenpees vervangen door 11 zwevende elektrodeparen (figuur 1 en 2B) (Verschuieren en Polet, 2009). Tevens blijven andere organismen bij blootstelling aan de schrikpuls op de bodem waardoor vooral opspringende garnaal gevangen wordt. Meer informatie omtrent de vangstefficiëntie⁷ en bijvangst kan teruggevonden worden onder **sectie 5.3**.

De optuiging op commerciële schepen maakt gebruik van 10-22 klossen in een rechte klossenpees (figuur 2C) in plaats van 36-40 klossen in een ronde klossenpees (figuur 2A). De rechte klossenpees zorgt ervoor dat de effecten inzake bodemberoering en bijvangst verminderen (zie **sectie 4.1.2 en 5.3**), maar dat de garnaaivangst toeneemt per bevestigde klos (Verschuieren et al., 2012; Soetaert, 2015b). Verder kan ook de grootte en het gewicht van de klossen variëren waardoor de bijvangst en het bodemcontact eveneens uiteenlopen (figuur 2D) (Nederlandse technische voorschriften). In de praktijk zijn pulsschepen in Nederland binnen de technische voorschriften beperkt tot een maximum van 10-14 klossen, terwijl de Belgische O.82 met een 20-tal klossen viste (Verschuieren et al., 2012; Nieuwsoverzicht ILVO, 2017; Nederlandse technische voorschriften). Volgens Turenhout et al. 2016a, bestond 6% van de Nederlandse pulsvloot in 2015 uit garnaaivissers die het Marelec garnaaipulssysteem gebruiken. In België viste de O.81 tussen januari en augustus 2019 met het modulair 'LFish' garnaaipulssysteem.

2.2 De tongpuls

De tongpuls is een visserijtechniek die ontwikkeld werd in Nederland met bijdrage van het ILVO (Van Bogaert en Platteau, 2018). Bij deze methode wordt tong kortstondig opgeschrikt en geïmmobiliseerd door musculaire verkrampting (ICES WGELECTRA, 2018). De krampimpuls die hiervoor gebruikt wordt verschilt inzake frequentie, elektrische veldsterkte, pulsvorm, puls-breedte en relatieve blootstellingstijd van de garnaal-schrikpuls (Soetaert, 2015b). Daarnaast is ook de structuur van het pulssysteem verschillend bij de tong- en garnaaivisserij. Zo varieert de lengte van en de afstand tussen de elektroden en lopen het aantal, de lengte en de diameter van de geleiders uiteen. In tabel 1 wordt een overzicht gegeven van de afstellingen van de verschillende pulssystemen. De frequentie van de krampimpuls is verder ook 10 keer hoger dan die bij de schrikpuls (ICES WGELECTRA, 2018). Hierdoor zijn de ecologische effecten van beide



Figuur 3: Het HFK- (links) en Delmeco-pulssysteem (rechts) die momenteel gebruikt worden in de Noordzee pulsvisserij gericht op tong. (Bron: Soetaert et al., 2015c)

⁷ Het aantal individuen of de biomassa van een of meerdere soorten uitgedrukt als percentage van de totale populatie in een studiegebied.

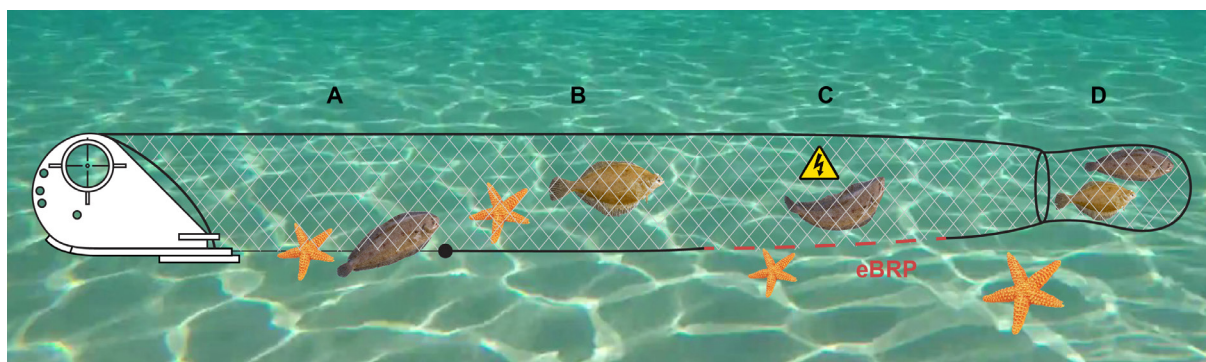
pulsen verschillend (zie **hoofdstuk 4**).

Tongpulssystemen worden tot op heden uitsluitend door twee Nederlandse bedrijven verkocht, i.e. Delmeco Group en HFK Engineering. De systemen van deze bedrijven zijn vrij gelijkaardig voor wat betreft de structuur en de instellingen van de elektroden, maar verschillen onderling aangaande het type boomkor (figuur 3). De Delmeco Group maakt gebruik van de traditionele boomkor met sloffen/schoenen, terwijl bij HFK Engineering geopteerd wordt voor een lichter vleugelvormige type met enkel een contactpunt in het midden, de SumWing. Dit laatste type zou zorgen voor een reductie van het bodemcontact en het brandstofverbruik (~10%). Bijgevolg, zijn de SumWing en andere gestroomlijnde en brandstofbesparende vleugels of sledes (Seewing, Aqua Planning Gear, etc.) zeer populair bij vissers (ICES WGELECTRA, 2018). Binnen de Nederlandse pulsvloot viste, in 2015, 79% met het tongpulstuig van HFK Engineering (PulseWing) en 15% met die van Delmeco Group (pulskor) (Turenhout et al., 2016a). De overige 6% maakte gebruik van het Marelec garnaalpulstuig. Tot slot, zijn er ook schepen gekend die gebruik maken van zowel de tong- als garnaalpuls en die mits de nodige aanpassingen kunnen overschakelen gedurende het seizoen.

2.3 Andere toepassingen

2.3.1 eBRP (Electrified Benthos Release Panel)

Een andere innovatie die gerelateerd is aan de pulsvisserij, is een benthos release panel (BRP) voorzien van een elektrisch veld. Een BRP is een paneel (1,2 x 1,8 m) bestaande uit vierkante mazen (bijvoorbeeld 10 x 10 cm) dat in de buik van het net wordt geplaatst voor de kuil. Een groot deel van de stenen, schelpen of ongewervelden, zoals krabben en zeesterren, die over de buik van het net naar de kuil rollen, vallen door dit paneel en komen niet in de vangst terecht. Dit draagt bij tot een selectievere vangst, minder beschadigde gevangen vis en hogere overleving van de teruggegooiden organismen. Het nadeel van dit paneel is dat ook een deel van de commerciële tongvangst de neiging heeft door het paneel te duiken en te ontsnappen, wat voor vissers een groot economisch verlies betekent.



Figuur 4: Schematische voorstelling van het vangstproces in een net met een electrified Benthos Release Panel (eBRP). A) Benthos, zoals zeesterren, en commerciële vis, zoals tong, worden vanuit de bodem opgevoerd. B) Vervolgens komen ze in het net terecht en gaan richting het einde van het net. C) Ter hoogte van het eBRP worden benthos en stenen uit het net verwijderd, terwijl de tong in kramp gaat door toedoen van de elektrische krampimpuls en verder richting de kuil migreert. D) De commerciële vis komt in de kuil terecht. Het eBRP zorgt er dus voor dat de tong wordt opgevoerd maar de benthos en stenen achterblijven op de bodem van de zee dicht bij de plek waar ze gevangen werden.

Om dit te verhelpen werd een elektrische kramppuls toegevoegd aan het paneel waardoor de tong geïmmobiliseerd wordt en niet door het paneel kan duiken (figuur 4) (Soetaert et al., 2016a). Resultaten behaald op de R.V. Belgica tonen aan dat meer dan 50% van de ongewervelden en 30% van de stenen en afval geloosd kunnen worden via het 200 mm eBRP (vierkante mazen van 10 x 10 cm), terwijl de 40 Hz kramppuls ervoor zorgde dat alle commerciële tong weerhouden blijft (Soetaert et al., 2019). Deze bevindingen tonen aan dat elektrische pulsen niet enkel gebruikt kunnen worden als vangststimulus voor het net, maar eveneens om de selectiviteit in het net zelf te verhogen.

2.3.2 De elektrische mesheftvisserij

Binnen de Schotse mesheftvisserij (*Ensis* spp.) wordt eveneens gebruik gemaakt van elektriciteit om de gewenste doelsoorten te bevissen (Breen et al., 2011; Murray et al., 2016; Murray et al., 2018). Gezien het feit dat deze praktijken illegaal zijn, is er echter weinig diepgaande informatie beschikbaar omtrent de gehanteerde techniek. Volgens Breen et al. (2011) is het vistuig structureel gezien geheel anders dan de bovenstaande technieken en gebruikt men

Tabel 1: De karakteristieken van het Marelec- (Belgisch), SEPSA- (Chinees), Delmeco- en HFK-pulssysteem (Nederlands). (Bronnen: Chen, 2001; Verschuere en Polet, 2009; Yu et al., 2007; de Haan et al., 2016; ICES WGELECTRA, 2018)

Parameter	Garnaalpuls		Tongpuls	
	Marelec (Hovercran)	SEPSA	Delmeco	HFK
Sleepsnelheid (kt)	2,5-3,5	1,5-2	~ 5	~ 5
Breedte slede (m)	8	24-36	Max. 12	Max. 12
Lengte elektroden (m)	3	30	Max. 4,75	Max. 4,75
Aantal elektroden	12	NA	Max. 32	Max. 28
Afstand tussen elektroden (cm)	60	100	42	42,5
Lengte geleiders (cm)	150	NA	18	12,5
Aantal geleiders	1	NA	6-12	6-12
Diameter geleider (mm)	12	NA	28	28
Maximale piekspanning (V)	65	≥ 60	55	55
Pulsvorm*	PDC	PDC	PBC	PAC
Pulsfrequentie (Hz)	5	5	40	60-80
Pulsbreedte (µs)	500	300	± 220	250-350
Rel. blootstellingstijd (% tijd)	± 0,25	NA	± 1,8	± 2
Blootstellingsduur (s)	1-2	NA	1-2	1-2

*Verklaring van pulsvormen: PDC = gepulseerde gelijkstroom, PBC = gepulseerde bipolaire stroom, PAC = gepulseerde wisselstroom, AC sinus = sinusvormige wisselstroom

geen pulsen maar een constant elektrisch veld om de mesheften uit de bodem te lokken. De karakteristieken van dit elektrisch systeem verschillen sterk van die van de garnaal- en tongpuls en worden opgelijst in [tabel 1](#). Een uitgebreid overzicht van de verschillende pulsparameters wordt geven in [Soetaert et al. \(2019\)](#). Een visuele voorstelling van het vistuig kan teruggevonden worden in [Breen et al. \(2011\)](#) en [ICES WGELECTRA \(2018\)](#). In Ierland en Wales werd tevens ook onderzoek uitgevoerd naar deze vistechniek ([Woolmer et al., 2011](#)). Gezien deze methode niet wordt toegepast in het Belgisch deel van de Noordzee (BNZ), wordt er niet dieper op ingegaan in deze nota.

3. Juridische context

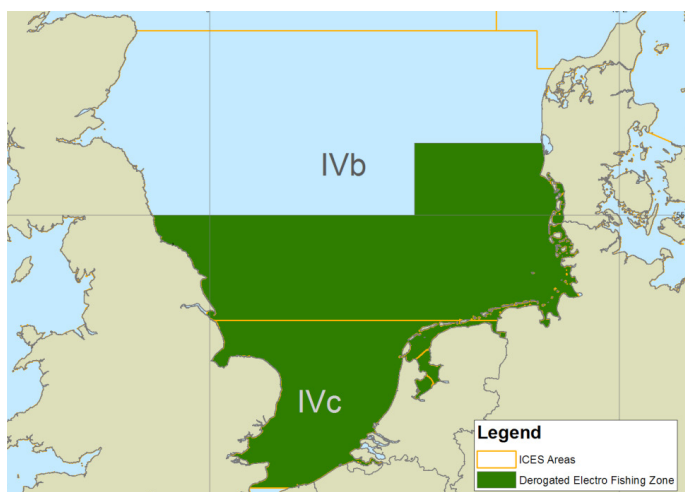
3.1 Het Europees wettelijk kader

3.1.1 Historische context

De geëlektrificeerde visserij, of pulsvisserij, op garnaal en tong werd in de jaren 1970 en 1980 overal in West-Europa onderzocht, niet toevallig in de periode dat de olieprijs hoge toppen scheerden. Om onduidelijke redenen besloot Duitsland in 1987 om de proeven m.b.t. een geëlektrificeerde visserij op wetenschappelijke vaartuigen niet uit te breiden naar commerciële vaartuigen, een beslissing die in 1988 in Nederland gevolgd werd door een algemene ban op de geëlektrificeerde visserij die gedreven zou geweest zijn door dalende olieprijs en een angst voor overbevissing (1988, [Dutch government backed trials](#); [van Marlen, 1997](#); [Lüdemann en Koschinski, 2014](#)). In die tijd stond de boomkorvisserij reeds onder sterke internationale druk door de gebrekkige regelgeving en controle. Quota werden daarnaast vaak overschreden en de ontwikkeling van efficiëntere technieken was bijgevolg niet gewenst ([Soetaert et al., 2015c](#); [Haasnoot et al., 2016](#)). Nadat meerdere Europese lidstaten dit voorbeeld volgden, besloot de EU in 1998 evenzeer om elektrisch vissen te verbieden ([Verordening \(EG\) nr. 850/98 art.31](#); [Quirijns et al., 2015](#); [Soetaert et al., 2015c](#); [Haasnoot et al., 2016](#); [ICES WGELECTRA, 2018](#)).

Door de aanhoudende hoge brandstofkosten, discussies omtrent bijvangsten en het groeiend milieubewustzijn in de daaropvolgende jaren, kwam de aanpassing van de gangbare visserijpraktijken echter steeds meer ter sprake ([ICES WGELECTRA, 2018](#)). Daaruit voortvloeiend werd artikel 31⁸ van de [Verordening \(EG\) nr. 850/98](#) gewijzigd door [Verordening \(EG\) nr. 41/2007, bijlage III.4](#). Dit artikel stipuleert dat iedere lidstaat vanaf 2007 een ontheffing kreeg om maximaal 5% van zijn boomkorvloot uit te rusten met pulstuig ([Quirijns et al., 2015](#); [ICES WGELECTRA, 2018](#)). Desalniettemin gold hiertoe geen instemmingsplicht en kon een nationaal verbod op elektro-zeevisserij blijven gelden ([Kraan et al., 2015](#)).

Verder, werd in de verordening gesteld dat vissen met de boomkor met elektrische stroom uitsluitend toegestaan was binnen de ICES-sectoren IVc en de zuidelijke helft van IVb ([figuur 5](#)). Daarenboven, werden ook de maximale elektrische stroom, het toegestane voltage en een aantal andere randvoorwaarden opgenomen. Tot slot diende men evenzeer in acht te houden dat de grootte van de pulsvloot onderhevig was aan de omvang van de totale boomkorvloot en dus kon variëren doorheen de tijd.



Figuur 5: Het Noordzeegebied waar pulsvisserij wettelijk werd toegelaten tot 14 augustus 2019. Na deze datum geldt een verbod op pulsvisserij binnen de Franse en Belgische twaalfmijlszone. In de overige zones wordt pulsvisserij toegestaan tot 30 juni 2021. (Bron: [Lart, 2015](#))

⁸ Het is verboden mariene organismen te vangen met gebruikmaking van explosieven, giftige of bedwelmende stoffen, of elektrische stroom. Het is verboden mariene organismen die zijn gevangen met gebruikmaking van enigerlei projectiel, te verkopen, uit te stallen of te koop aan te bieden.

3.1.2 Huidige wetgeving

Verschillende Noordzeelanden maakten gedeeltelijk of volledig gebruik van de 5% ontheffing (zie **sectie 3.2**). Echter, de voorbije jaren kwam er vanuit verschillende geledingen steeds meer kritiek op de groeiende pulsvisserij. Het belangrijkste knelpunt voor de meerderheid van de Europese lidstaten vormt de onevenwichtig verdeelde vloot, de beperkte transparantie en controleerbaarheid van de techniek en de potentiële milieu-impact die ermee gepaard gaat ([Haasnoot, 2015](#); [Kraan et al., 2015](#); [NWWAC, 2016](#)). De Europese houding t.o.v. pulsvisserij werd dan ook duidelijk op 16 januari 2018 toen het Europees Parlement stemde voor een totaalverbod van deze visteknik ([Stemming EP 16/01/2018, Straatsburg](#)). Het verbod werd op 16 april in het daaropvolgende jaar goedgekeurd door de Europese Raad. De Europese verordening van het Europees Parlement en de Raad inzake de instandhouding van visbestanden en de bescherming van mariene ecosystemen ([Verordening \(EU\) nr. 2019/1241](#)) die het verbod vanaf 1 juli 2021 doet ingaan, werd op 25 juli 2019 gepubliceerd. De vastgestelde technische maatregelen zijn echter niet van toepassing op pulsvisserij die wordt uitgevoerd ten behoeve van wetenschappelijk onderzoek. Hierbij wordt verduidelijkt dat een specifiek wetenschappelijk protocol moet gevolgd worden in het kader van een plan voor wetenschappelijk onderzoek dat door de ICES of het WTECV is geëvalueerd of gevalideerd, evenals een monitoring- controle- en evaluatiesysteem.

De [Verordening \(EU\) nr. 2019/1241](#) laat lidstaten daarnaast ook toe om in hun territoriale wateren (i.e. wateren tot twaalf zeemijl vanaf de basislijn die onder hun soevereiniteit of jurisdictie vallen) niet-discriminerende maatregelen te nemen om het gebruik van elektrische pulskorren te beperken of te verbieden. Op initiatief van Vlaams minister van Landbouw en Visserij Koen Van den Heuvel werd van deze mogelijkheid gebruik gemaakt en geldt sinds 14 augustus 2019 een verbod op pulsvisserij binnen de Belgische twaalfmijlszone ([MB 19 juli 2019](#); [Vlaamse Regering 2019-2024](#)). Dit werd eveneens door de Franse autoriteiten uitgevaardigd waardoor beide landen vooruitlopen op het Europese verbod. Voor de recreatieve zeevisserij werd reeds in 2001 een totaalverbod uitgevaardigd op het vissen met elektrische stroom in het Belgisch deel van de Noordzee ([KB 21 december 2001 Bijlage 5](#)).

Vlaanderen wil daarentegen wel inzetten op nieuwe duurzame technieken die de selectiviteit en overleving verhogen, en de bodemberoering en sleepduur verminderen. Alternatieven zoals tijdelijke en plaatselijke visverboden, aanpassingen aan het marien ruimtelijk plan, etc. ten behoeve van een flankerend beleid, zullen eveneens onderzocht worden (Pers. comm. kabinetsraadgever Annie Cool). Dit wordt eveneens aangehaald in het nieuwe Regeerakkoord van de Vlaamse Regering ([Vlaamse Regering 2019-2024](#)).

3.2 De Europese pulskorvloot

3.2.1 België

In België werd tot op heden slechts in beperkte mate gebruik gemaakt van de 5% uitzonderingsmaatregel om pulsvisserij op garnaal commercieel te testen. Een eerste vaartuig, de O.82, werd binnen het [TECHVIS](#) project van ILVO uitgerust met een pulstuig van Marelec en viste daar t.e.m. 2017 mee in de Belgische kustwateren. Tijdens dit project werd ook een nieuw modulair pulstuig voor garnaal ontwikkeld in een aerodynamische wing in samenwerking met

een externe partner 'LFish'. Dit nieuwe systeem werd geïnstalleerd op een tweede Belgisch vaartuig, de O.81, dat begin 2019 startte met pulsvisserij op garnaal. De vergunning werd echter in augustus 2019 terug ingetrokken. Dit vaartuig is in handen van een Nederlandse reder die vaart onder Belgische vlag en is enkel actief langsheen de Nederlandse kust.

3.2.2 Andere Noordzeelanden

In de meeste Noordzeelanden, met uitzondering van Nederland, wordt de puls enkel op kleine schaal gebruikt voor wetenschappelijke doeleinden. De Duitse en Britse boomkorvisserij op tong zijn immers vrij beperkt waardoor er weinig interesse is in pulsvisserij. Bijgevolg ligt het aantal verleende pulslicenties in het Verenigd Koninkrijk (6), Duitsland (11), Frankrijk (0) en Denemarken (0) niet hoger dan de bovengrens van 5% die t.e.m. 30 juni 2021 geldt. Frankrijk en Denemarken bezitten geen pulslicenties en voeren ook geen onderzoek uit naar de mogelijkheden van de techniek. Na de verordening van 1998 besliste Denemarken om niet in te gaan op de ontheffing van 5% en bleef het nationale verbod op vissen met elektrische stroom gelden (Kraan et al., 2015).

In Nederland wordt het laatste decennium op grote schaal onderzoek gedaan naar de mogelijkheden van pulsvisserij. De vistechiek werd volledig omarmd en gecommercialiseerd, waardoor de pulsvloot aanzienlijk groter werd dan in andere Europese lidstaten (ICES WGELECTRA, 2018). Het eerste gelicentieerde pulsvaartuig dat in dienst trad (2009), was dan ook van Nederlandse oorsprong. Vele andere Nederlandse vissers volgden snel en amper anderhalf jaar later werd het maximum aantal derogaties voor Nederland, 5% van de boomkorvloot (of 22 vaartuigen) bereikt. Er bleven zich echter veel vissers aanmelden en het aantal registraties oversteeg het aantal wettelijk verkrijgbare licenties. Bijgevolg, formuleerde Nederland tot tweemaal toe een aanvraag naar bijkomende licenties in het kader van wetenschappelijk onderzoek. De eerste aanvraag (20 licenties) was gebaseerd op artikel 43⁹ van Verordening (EG) nr. 850/98, terwijl de tweede uitbreiding (42 licenties) er kwam op basis van artikel 14¹⁰ van het gemeenschappelijk visserijbeleid (GVB) (Verordening (EU) nr. 1380/2013) (Haasnoot et al., 2016; Quirijns et al., 2015). Hoewel de andere lidstaten niet volgden, werd dit door de Europese Commissie goedgekeurd en ieder jaar opnieuw verlengd (Quirijns et al., 2015; Haasnoot et al., 2016). Hierdoor beschikte Nederland van 2014 t.e.m. 2019 over 84 licenties (Rijnsdorp et al., 2014; Quirijns et al., 2015; Haasnoot et al., 2016; ICES WGELECTRA, 2018).

Op 14 februari 2019 besloot de Europese Unie dat de helft van de Nederlandse licentiehouders nog tot en met 30 juni 2021 mag vissen met de pulstechniek. De andere 42 schepen verliezen voor het einde van 2019 hun vergunning. Gedurende deze uitfaseringsperiode worden ook geen nieuwe vergunningen uitgereikt voor vaartuigen (Verordening (EU) nr. 2019/1241). De historische ontwikkeling van pulsvisserij in Nederland wordt schematisch weergegeven in **figuur 6**.

⁹ Deze verordening is niet van toepassing op visserijactiviteiten die uitsluitend worden uitgeoefend ten behoeve van wetenschappelijk onderzoek dat wordt uitgevoerd met toestemming en onder het gezag van de betrokken lidstaat of lidstaten en waarvan de Commissie en de lidstaat of lidstaten in de wateren waarvan het onderzoek plaatsvindt, tevoren in kennis zijn gesteld.

¹⁰ Teneinde de invoering van de verplichting tot het aanlanden van alle vangsten in de diverse visserijen te vergemakkelijken, kunnen de lidstaten, op basis van het best beschikbare wetenschappelijke advies en rekening houdend met de adviezen van de bevoegde adviesraden, proefprojecten uitvoeren om alle haalbare methoden ter voorkoming, beperking en uitbanning van ongewenste vangsten in een visserij volledig te onderzoeken.

Pulsvisserij wordt opgenomen in de lijst van illegale vistechnieken

In 1998 werd a.h.d.v. artikel 31 in *Verordening (EG) nr. 850/98*, het vissen met gebruikmaking van explosieven, giftige stoffen of elektrische stroom verboden.

1998

Pulstuig wordt toegelaten door EU voor 5% van de boomkorvloot

Door het hoge brandstofverbruik en groeiend milieubewustzijn kreeg iedere lidstaat, vanaf 2007 een ontheffing om maximaal 5% van zijn boomkorvloot uit te rusten met pulstuig (*Verordening (EG) nr.41/2007, bijlage III.4.*).

2007

Nederland krijgt 20 bijkomende licenties

Naast de 22 verleende licenties (5% van de boomkorvloot) in Nederland, werden in 2010 20 bijkomende licenties aangevraagd en goedgekeurd a.d.h.v. artikel 43 van de *Verordening (EG) nr. 850/98*.

2010

De Nederlandse pulsvloot breidt uit met 42 licenties

Op basis van artikel 14 van de *Verordening (EU) nr. 1380/2013* werden opnieuw in het kader van wetenschappelijk onderzoek extra licenties aangevraagd. Na goedkeuring beschikte Nederland in het totaal over 84 verleende licenties.

2014

Europees verbod op pulsvisserij vanaf 1 juli 2021

Op 25 juli 2019 werd de nieuwe Europese *Verordening (EU) nr. 2019/1241* gepubliceerd. Deze reglementering stipuleert dat vissen met de elektrische pulskor verboden is vanaf 1 juli 2021 in alle Uniewateren. Tevens geldt vanaf 14 augustus 2019 een totaalverbod op pulsvisserij in de Belgische en Franse twaalfmijlszone. De helft van de Nederlandse licentiehouders (42) verliest daarnaast zijn vergunning nog voor het eind van 2019.

2019

Figuur 6: Juridische tijdslijn van de Nederlandse pulsvisserij in de Noordzee.

Om misbruik te voorkomen, werden in Nederland bijkomende [Nederlandse technische voorschriften](#) doorgevoerd die nog tot 1 juli 2021 zullen gelden. Deze nationale reglementering stipuleert o.a. dat de afstand tussen de klossen van de onderpees bij de garnaalpuls minimaal 60 cm moet bedragen en dat de volledige klossenpees (incl. elektroden) maximaal 250 kg mag wegen. Deze maatregelen zijn echter niet stringent, waardoor de gewenste ontsnappingsruimte (onder de klossenpees) voor ongewenste (niet-)doelsoorten niet steeds gecreëerd wordt en de bijvangst bijgevolg weinig of niet daalt. Het pulstuig voor platvis dient eveneens aan verschillende voorschriften te voldoen. Zo dient de onderlinge afstand tussen de elektroden tenminste 400 mm te bedragen en mogen voor de grondpees geen kietelaars of andere visopwekkende voorzieningen bevestigd worden.

Naast de 84 Nederlandse licenties waren er ook 8 Nederlandse pulsvaartuigen die varen onder de Belgische (1), Duitse (4) en Britse (3) vlag. Een overzicht van de huidige Europese puls vloot en de licenties verkregen voor de bekendmaking van de nieuwe Europese verordening ([Verordening \(EU\) nr. 2019/1241](#)), kan teruggevonden worden in [tabel 2](#). Voor een gedetailleerde uiteenzetting van de juridische geschiedenis van pulsvisserij wordt verwezen naar [Quirijns et al. \(2015\)](#) en [Haasnoot et al. \(2016\)](#).

3.2.3 Ruimtelijke verspreiding

De huidige Europese puls vloot wordt voornamelijk vertegenwoordigd door Nederlandse reders. Studies naar de ruimtelijke activiteit op de Noordzee focussen dan ook hoofdzakelijk op Nederlandse pulsvaartuigen (bv. [Turenhout en Hamon, 2015](#); [Turenhout et al., 2016a](#); [van Hal en Machiels, 2017](#)). Voor wat betreft de ruimtelijke activiteit van de Britse en Duitse puls vloot werd tot op heden nog niets gepubliceerd. Hoewel België in het verleden slechts 2 licentiehouders kende, was de intensiteit aan pulsvaartuigen voor de inwerkingtreding van de nieuwe technische maatregelen ([Verordening \(EU\) nr. 2019/1241](#)) in het BNZ toch hoog. Daarenboven was de Belgische O.81 ook voor het Belgische verbod voornamelijk actief in de Nederlandse kustwateren.

Verschillende studies tonen aan dat de transitie van traditionele boomkorvisserij naar pulsvisserij een zuidgerichte verschuiving¹¹ van de activiteit teweegbracht in de Zuidelijke Noordzee¹² ([Turenhout et al., 2016a](#); [van Hal en Machiels, 2017](#); [ICES WGELECTRA, 2018](#)). Dit kan leiden tot een verhoogde druk op de lokale visbestanden. De daling van visbestanden is niet noodzakelijk waarneembaar op niveau van ICES-gebieden, maar eerder op lokaal niveau binnen één ICES-gebied. De voornaamste reden voor de verschuiving zou de hogere dichtheid van tong in het zuiden van de Noordzee zijn. Pulskotters kunnen daarnaast ook zachtere gronden bevissen waardoor voormalige licht beviste gronden ook intensief bevist konden worden ([ICES WGELECTRA, 2018](#)). Een geografisch overzicht van de activiteit van de volledige Europese tongpuls vloot wordt gegeven in de [doctoraatsthesis van Soetaert \(2015b\)](#) en het rapport van de ICES-werkgroep WGELECTRA uit 2018.

¹¹ Toename van de activiteit van de puls vloot in het zuiden van de Zuidelijke Noordzee en een complementaire afname in het noorden.

¹² Zuidelijke helft van ICES-sector IVc.

Tabel 2: De Europese puls vloot voor de inwerkingtreding van de nieuwe technische maatregelen (Verordening (EU) nr. 2019/1241). In onderstaand overzicht wordt een onderscheid gemaakt op pulssysteem, activiteit en grootteorde. (Bron: Persoonlijke communicatie Sarah Zens (DE))

Noordzeeland	Garnaalpuls			Tongpuls			Totaal*
	Benut > 221kW ≤ 221kW	Onbenut > 221kW ≤ 221kW	Subtotaal	Benut > 221kW ≤ 221kW	Onbenut > 221kW ≤ 221kW	Subtotaal	
België	0	0	2	0	0	0	2 (1)
Duitsland	0	1	2	7	1	8	11 (4)**
Nederland	0	5	5	57	22	79	84
Verenigd Koninkrijk	0	0	0	3***	3	6	6 (3)

* Met tussen haakjes het aantal licenties in handen van Nederlandse reders die varen onder buitenlandse vlag.

** Waarvan één vaartuig nog niet uitgerust is met een elektrische boomkor maar wel reeds een licentie verkreeg.

*** Grootteorde niet gekend.

3.3 Brexit

Tijdens het referendum van 23 juni 2016 koos 51,9% van de deelnemende Britten voor de uittrede van het Verenigd Koninkrijk uit de Europese Unie. De Brexit zou officieel afgerond worden op 31 januari 2020. Dit zal volgens diverse studies negatieve gevolgen hebben voor de Europese visserijsector (Rojas-Romagosa, 2016; Barteling en Smeets Kristkova, 2018; Lambrechts et al., 2018; Van Bogaert en Platteau, 2018). Volgens Barteling en Smeets Kristkova (2018) zouden Ierland, België en Nederland het zwaarst getroffen worden bij een harde Brexit. Het Verenigd Koninkrijk en de Europese Unie hebben reeds beslist dat bij een zachte Brexit de veranderingen binnen de visserijsector pas doorgevoerd zullen worden vanaf 1 januari 2021. Voor de Belgische zeevisserij zou een volledige sluiting van de zeegrenzen leiden tot een daling van de Belgische visproductie (tussen 2020-2030) van 5,9% in plaats van een groei van 0,8%. In Nederland wordt een groei van slechts 2,6% voorspeld tegenover een initiële groei van 6,2%. Daarnaast bevestigen van Hal en Machiels (2017), Sys et al. (2016) en ICES WGELECTRA (2018) de hoge activiteit van de Nederlandse puls vloot in de Britse wateren. De Brexit kan m.a.w. een direct negatief effect hebben op de pulsvisserijsector. Gezien de mogelijke veranderingen echter pas in werking treden vanaf 1 januari 2021 en pulsvisserij bij wet verboden is vanaf 1 juli 2021, zal de Brexit slechts een impact kunnen hebben op pulsvisserij voor een periode van zes maanden. Tot slot, het Verenigd Koninkrijk kan na de Brexit wel beslissen om eigen, mogelijk ook buitenlandse, toepassingen van elektrische visserij te tolereren en op grotere schaal toe te passen, of ze volledig te verbieden binnen haar wateren.

Tabel 3: Vergelijking van de ecologische en socio-economische effecten van de traditionele boomkor, SumWing, pulskor en PulseWing. Onderstaande cijfers zijn gebaseerd op gemiddelden. (Bronnen: van Marlen et al., 2011; Depestele et al., 2016; Depestele et al., 2018; van Oostenbrugge et al., 2018; ICES WGELECTRA, 2018)

	Traditionele boomkor	Pulskor	SumWing	PulseWing
Bodemberoering				
Penetratiediepte vistuig (mm)	20,6	13,4	15	9
Afvlakking zeebodem (dB)	NA	NA	NA	NA
Homogenisatiediepte (mm)	NA	NA	34	10
Penetratiediepte elektrisch veld (cm)	NA	30	NA	30
Brandstof				
Sleepsnelheid (knopen)	5,84	NA	NA	4,77
Verbruik bij 1.500-2.000 pk kotter (liter per zeedag)	7.300	NA	6.000	4.100
Bijvangst				
Benthos (aantal/uur)	4.972,35	3.783,72	NA	2.556,41
Niet-doelsoorten vis (aantal/uur)	173,5	143,63	NA	112,69

3.4 De internationale beleidsperspectieven

Op internationaal vlak wordt de toename in de elektrische bodemvisserij-activiteit door veel landen kritisch onthaald. In de VS, Brazilië, China, Vietnam, etc. geldt een verbod op vissen met elektrische stroom (Brzeski, 1996; Yu et al., 2007; Haasnoot, 2015; 2006, UN Oceans and the Law of the Sea). Desondanks werden in andere invloedrijke landen zoals Canada, Argentinië en India hieromtrent nog geen wetteksten opgesteld.

In de Oost-Chinese Zee werd de pulstechniek (SEPSA-systeem) reeds in 1992 in gebruik genomen door de Chinese vissersvloot. De hoge vangstefficiëntie overtuigde veel vissers om de overstap te maken naar de innoverende vismethode. Dat maakt dat op een gegeven moment de vloot voor 35% uit pulsvaartuigen bestond (3.500 pulsvaartuigen op een totaal van 10.000 sleepnetvaartuigen). Het grootschalige gebruik, de gebrekkige regelgeving en een zwarte markt zorgden echter voor overbevissing en een sterke achteruitgang van de garnaalbestanden. Bijgevolg werd de vistechiek in 2001 door de Chinese autoriteiten verboden (Yu et al., 2007). De situatie in de Oost-Chinese Zee verkreeg ook internationale aandacht. In Europa werd de vismethode steeds meer in twijfel getrokken en veranderde de perceptie van sommige lidstaten ten opzichte van de techniek. Vaak, wordt deze gebeurtenis dan ook door Europese tegenstanders aangehaald ter onderbouwing van hun protest. Desalniettemin bezat het gebruikte SEPSA-systeem een aantal andere karakteristieken dan de Europese pulssystemen en was een onafdoend visserijbeheer van kracht waardoor deze bevindingen mogelijk gerelativeerd dienen te worden (zie tabel 1). In andere niet-Europese landen (VS, Brazilië, Maleisië en Uruguay) kwam er een verbod elektro-zeevisserij ter preventie van habitatdegradatie (2006, UN Oceans and the Law of the Sea).

4. De effecten van pulsvisserij op het marien milieu

4.1 Effecten op de bodem

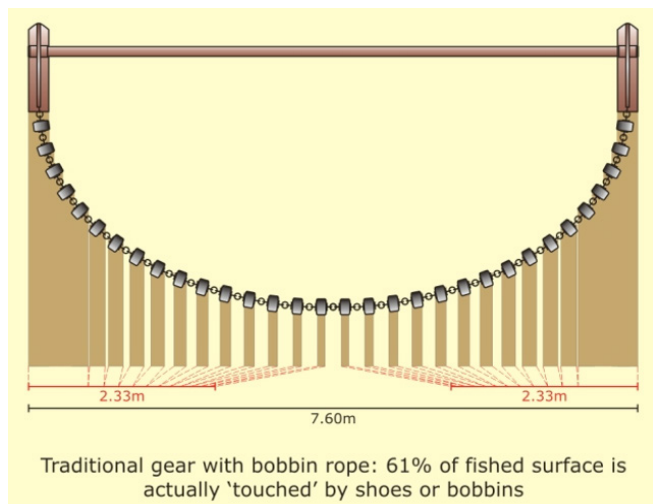
4.1.1 Bodemimpact van pulskor bij tongvisserij

De sleepnetvisserij is een van de grootste veroorzakers van fysische bodemberoering in mariene habitats (Oberle et al., 2016; Eigaard et al., 2017; Kroodsmas et al., 2018). De ontwikkeling en implementatie van duurzame alternatieven binnen deze visserijsector zijn derhalve cruciaal teneinde onze mariene ecosystemen te vrijwaren. Een methode om het bodemcontact te reduceren is het vervangen van de traditionele boomkor door een variant met minder hydrodynamische weerstand (bv. SumWing, SeeWing, Ecoroll Beam en Aqua planning gear) (Polet en Depestele, 2010). Mechanische bodemverstoring wordt echter nog verder gereduceerd bij het gebruik van een pulskor (Delmeco Group) (Teal et al., 2014; Soetaert et al., 2015c; Depestele et al., 2016) of PulseWing (HFK Engineering) (Depestele et al., 2018). De structuur van de PulseWing laat toe om de penetratie- en homogenisatiediepte¹³ te reduceren in zowel zanderig als modderig sediment (resp. 56% en 71%), alsook de afvlakking van de zeebodem te beperken (tabel 3) (Depestele et al., 2018). Het elektrische veld dat door het pulstuig gegenereerd wordt, kan echter wel het sediment doordringen tot een diepte van 30 cm. Dit kan potentieel een bijkomend risico vormen voor bodemleven in vergelijking met de traditionele boomkor (ICES WGELECTRA, 2018).

4.1.2 Bodemimpact van pulskor bij garnalvisserij

Het verschil in bodemimpact tussen een traditionele garnalenkor en een pulskor op garnaal wordt voornamelijk bepaald door het verschil in het aantal en de oriëntatie van de klossen. Op figuur 2 is het bodemcontact van de traditionele garnalenkor (afbeelding A) en de pulskor op garnaal (afbeelding C) in te schatten op de schets die het vooraanzicht (VA, middelste rij) afbeeldt. Het vistuig maakt duidelijk contact met de bodem ter hoogte van de sloffen, de klossen en de elektroden.

In het geval van de pulskor (figuur 2C) zijn er 12-14 (Nederland) tot maximaal 22 (België) klossen in een rechte klossenpees die rechtdoor kunnen rollen. De Nederlandse en Belgische pulskor maken via de sloffen, elektroden en klossen op die manier contact met ongeveer 28% en 46% van het beviste bodemoppervlak (uitgaande van sloffen en klossen van 0,30 en 0,16m breed). Voor een traditionele boomkor (figuur 2A) loopt dit op tot 60-66%, afhankelijk van het aantal gebruikte klossen en de breedte van het vistuig (figuur 7). Daarnaast is niet enkel het contactoppervlak groter bij het traditionele vistuig, maar is ver-



Figuur 7: Schematische voorstelling van een traditioneel vistuig voor garnaal met 32 klossen waarbij de bodem die contact maakt met het vistuig donkerder werd gemaakt. (Bron: Verschuieren en Polet, 2009)

¹³ Diepte tot waar het sediment gehomogeniseerd wordt.

moedelijk ook het bodemcontact intenser omdat de klossen aan de zijkant door hun ongunstige oriëntatie eerder gesleept dan gerold worden over de bodem.

Tijdens het [BENTHIS-project](#) werd de hoeveelheid sediment die in het spoor van het vistuig werd gemobiliseerd gebruikt als proxy om de bodemimpact van een pulskor op garnaal te vergelijken met die van een SeeWing en een traditionele boomkor. Een deel van de studie ging echter verloren door ongunstige weersomstandigheden. De preliminaire resultaten geven aan dat de pulskor het minste sediment verplaatst en de traditionele boomkor het meest ([Rijnsdorp et al., 2017](#)).

4.2 Directe effecten op organismen

4.2.1 Benthische invertebraten

4.2.1.1 Effecten van de garnalpuls

Tot op heden bestaan slechts drie studies naar de mogelijke effecten van de garnalpuls op benthische invertebraten ([Polet et al., 2005a](#); [Soetaert et al., 2015a](#); [Soetaert et al., 2016b](#)). Hieruit blijkt dat de **reactie** tijdens blootstelling aan de garnalpuls varieert van soort tot soort ([tabel 4](#)). Bij zagers (*Alitta virens*) werd gedurende de blootstelling aan de garnalpuls een kronkelende reactie waargenomen. Deze reactie had evenwel geen effect op de overleving van de organismen ([Soetaert et al., 2015a](#)). Bij heremietkreeften (*Bernhardus pagurus*), zeesterren (*Asterias rubens*), slangsterren (*Opbiura* spp.) en de halfgeknotte strandschelp (*Spisula subtruncata*) werd nagenoeg geen reactie vastgesteld ([Polet et al., 2005a](#)). Zwemkrabben (*Liocarcinus holsatus*) en strandkrabben (*Carcinus maenas*) wandelden tijdens blootstelling geagiteerd rond op het zand en groeven zich na blootstelling meteen terug in ([Polet et al., 2005a](#)). De sterkste reactie werd geobserveerd bij garnalen, die bij iedere puls krachtig opspringen en naar boven migreren in de waterkolom ([Polet et al., 2005a](#); [Soetaert et al., 2015a](#)). Deze verschillen verklaren mede de hogere vangstefficiëntie van de pulskor op garnaal (zie [sectie 5.3](#)).

De preliminaire testen van [Polet et al. \(2005a\)](#) met ongewervelden toonden voor bovengenoemde invertebraten een **overleving** aan van 100%. Tevens, werd geen verschil in gedrag of eetlust geobserveerd tijdens de monitoringsperiode van 10-30 dagen tussen blootgestelde dieren en de controlegroep. Dit werd eveneens bevestigd in recentere proeven, waarbij garnaal eenmalig gedurende 1 tot 5 seconden ([Soetaert et al., 2015a](#)) en 20 maal gedurende 1 seconde (over vier dagen) ([Soetaert et al., 2016b](#)) werd blootgesteld aan de garnalpuls en vervolgens 2 weken werd opgevolgd zonder dat er een lagere overleving, fecunditeit of microscopische letsels konden worden vastgesteld.

Er zijn tot dusver geen aanwijzingen om aan te nemen dat blootstelling aan de garnalpuls directe negatieve effecten heeft op korte termijn op ongewervelden. Het blijft evenwel belangrijk indachtig te houden dat er nog veel onderzoeksvragen onbeantwoord blijven waaronder mogelijke langetermijn- en indirecte effecten op nakomelingen en het ecosysteem.

4.2.1.2 Effecten van de tongpuls

De **reactie** op de tongpuls verschilt sterk tegenover die van de garnalpuls, maar ook hier zijn er grote verschillen tussen soorten onderling geconstateerd ([tabel 4](#)). Vermoedelijk is deze reactie afhankelijk van de opbouw van het zenuwstelsel. Tweekleppigen en heremietkreeften hebben de neiging zich terug te trekken in hun schelp, zeesterren vertonen geen reactie en nog anderen zoals (steur)garnaal vertonen één sterke contractie waarbij ze omhoog springen gevolgd door een vluchtrespons eens de blootstelling voorbij is ([Smaal en Brummelhuis, 2005](#); [van Marlen et al., 2009](#); [Soetaert et al., 2015a](#)).

De **impact** van de tongpuls op **overleving** en letsels lijkt soortafhankelijk te zijn. Tot op heden bestaan er slechts een beperkt aantal studies naar de mogelijke negatieve impact van elektrische pulsen op de overleving van benthische invertebraten ([tabel 4](#)). De oudste twee studies werden enkel als rapporten gepubliceerd. De waarde van de resultaten van deze rapporten is moeilijk in te schatten omdat de exacte pulsinstellingen niet werden gerapporteerd ([Smaal en Brummelhuis, 2005](#)), het aantal opgevolgde dieren per soort beperkt was en de natuurlijke mortaliteit hoog was, waardoor tegenstrijdige resultaten bekomen werden ([van Marlen et al., 2009](#)). De meerwaarde van de studies is dat er een zeer brede waaier aan dieren (herhaaldelijk) werd blootgesteld. Het effect op overleving was afwezig, klein of niet consequent, waardoor de auteurs concludeerden dat het zeer onwaarschijnlijk was dat een blootstelling aan een pulsstimulus een grotere impact zou hebben op de overlevingskansen dan de blootstelling aan een mechanische stimulus van een traditioneel vistuig. Desalniettemin wordt de betrouwbaarheid van deze studies wel in vraag gesteld, waardoor deze resultaten louter als indicatief kunnen beschouwd worden ([Rijnsdorp et al., 2016](#)).

Meer gedetailleerde recentere studies zijn hoofdzakelijk gericht op het nagaan van microscopische letsels en sterfte na blootstelling aan de garnaal- of tongpuls en een range van soortgelijke pulsen met een frequentie tot 200 Hz. Op de zager of zeeduizendpoot kon geen effect op overleving worden vastgesteld ([Soetaert et al., 2015a](#)). Het effect op garnaal is, onder meer door de relatief hoge sterfte in gevangenschap, moeilijker te bepalen. De groep die blootgesteld werd aan een tongpuls met zeer hoge pulssterkte (200 V/m) had significant meer virale inclusies 14 dagen na de blootstelling. Er werd evenwel geen verhoogde mortaliteit geconstateerd ([Soetaert et al., 2015a](#)) en de resultaten konden niet herbevestigd worden in een vervolgonderzoek met herhaaldelijke blootstelling ([Soetaert et al., 2016b](#)). Tijdens die vervolgstudie werden garnalen 4 dagen op een rij 5 keer blootgesteld aan de tongpuls en werden de overleving, het aantal vervellingen, de fecunditeit en de virale inclusies bepaald na 14 dagen. Daarnaast werden twee referentiegroepen ingesloten, namelijk een niet behandelde groep (controlegroep) en een groep die mechanisch gestimuleerd werd met een ketting (als model voor klassieke boomkorvisserij). De garnalen die herhaaldelijk werden blootgesteld aan de tongpuls vertoonden een verhoogde mortaliteit, maar enkel t.o.v. controlegroep en niet tegenover de mechanisch gestimuleerde garnalen. De garnalen die mechanisch werden blootgesteld, vertoonden echter een verminderde vervelling, wat kan wijzen op vertraagde groei door bijvoorbeeld het helingsproces na kleinere letsels.

Ondanks deze extreem zware herhaaldelijke blootstelling, die de situatie op zee met zekerheid overtreft, kon dus geen duidelijk negatieve impact van de tongpuls op garnaal in vergelijking met mechanische stimulatie worden aangetoond. Het is evenwel noodzakelijk verder onderzoek te voeren naar de mogelijke langetermijn- en indirecte effecten om het voor-

noemde al dan niet te bevestigen. Verder onderzoek naar de impact op ongewervelden werd in het najaar van 2018 uitgevoerd door de Nederlandse doctorandus Pim Boute. De publicatie van zijn onderzoek met wulk, zeester, heremietkreeft, zwemkrab en fluwelen zeemuis wordt eind 2019 verwacht. [Ford et al. \(2019\)](#) voerden, tot slot, inleidend onderzoek naar de indirecte effecten van pulsvisserij op de lokale biodiversiteit. De studie toonde een duidelijk verschil aan tussen gebieden met en zonder pulskoractiviteit. Het verschil kan echter niet uitsluitend toegewezen worden aan de pulsvisserij.

4.2.2 Gewervelden

4.2.2.1 Effecten van de garnaaipuls

De garnaaipuls induceert spiercontracties bij vissen, maar afhankelijk van de soort zal dit geen (bv. tong) of sterke (bv. kabeljauw) **vluchtreacties** met zich meebrengen. De dieren behouden echter steeds de controle over hun bewegingen in tegenstelling tot de tongpuls waarbij vooral platvissen geïmmobiliseerd worden.

Op vlak van macroscopische letsels en sterfte kon tot dusver geen enkele studie een duidelijke nadelige **impact** aantonen op adulte dieren. [Desender et al. \(2016\)](#) vond na 24 uren geen effect op de overleving van tong (*Solea solea*), pladijs (*Pleuronectes platessa*), de gewone zeedonderpad (*Myoxocephalus scorpius*), het harnasmannetje (*Agonus cataphractus*) en kabeljauw (*Gadus morhua*). Er werden ook geen macroscopische letsels of wervelfracturen vastgesteld. Microscopische letsels, zoals kleine plaatselijke bloedingen of een verhoogd aantal melanomacrofagen in de milt, die sporadisch werden opgemerkt na 24 uren door [Desender et al. \(2016\)](#) werden niet geobserveerd na 14 dagen in de studie van [Soetaert et al. \(2016c\)](#). Dit kan erop wijzen dat dit toeval was of dat de letsels zich herstellen binnen de 14 dagen. Belangrijk is ook te benadrukken dat er geen aanwijzingen zijn om aan te nemen dat de garnaaipuls, in tegenstelling tot de tongpuls, letsels zou veroorzaken aan volwassen kabeljauwen ([Desender et al., 2016](#); [Soetaert et al., 2016c](#)). Dit komt omdat de spieren van kabeljauw slechts enkele kortstondige geringe contracties vertonen bij de garnaaipuls en er geen kramp ontstaat. Tot slot werd er ook geen effect waargenomen van de garnaaipuls op de functie van de electro-sensitieve ampullen van Lorenzini¹⁴ bij hondshaaien ([Desender et al., 2017a](#)).

Uit een eerste onderzoek met **jonge levensvormen** van kabeljauw blijken twee van de acht levensstadia kwetsbaar te zijn voor de garnaaipuls. Zo vertonen de blootgestelde embryo's een vertraagde ontwikkeling en lag het sterftecijfer hoger bij de onderworpen larvale stadia die werden blootgesteld aan een elektrisch veldsterkte van 150 V/m (*worst-case* scenario). Verder onderzoek is echter nodig om de impact hiervan te kunnen inschatten. Bij de andere juveniele stadia werd geen effect waargenomen op korte termijn ([Desender et al., 2017b](#)). Informatie omtrent de langetermijneffecten bij demersale vissen ontbreekt vooralsnog (zie **sectie 6.2**). Bij jonge levensstadia van tong (*Solea solea*) werden tot op heden geen effecten waargenomen ([Desender et al., 2018b](#)). Tijdens deze studie werden de dieren slechts kort opgevolgd en was het aantal blootgestelde stadia eerder beperkt.

¹⁴ Elektroreceptoren in de huid van haaien en roggen waarmee elektrische velden maar ook temperatuurgradiënten opgemerkt kunnen worden.

4.2.2.2 Effecten van de tongpuls

De **reactie** van gewervelden op de tongpuls is heviger dan die op de garnaalpuls, maar verschilt opnieuw van soort tot soort. Blootstelling van gewervelden aan pulsen met frequenties boven 20-40 Hz leidt vaak tot een hevige aanhoudende spiercontractie tijdens de stimulus, waardoor het dier geïmmobiliseerd wordt.

Deze spiercontracties kunnen echter een veel grotere **impact** hebben op de organismen dan de contracties die geïnduceerd worden bij de garnaalpuls. In iedere studie met volwassen Atlantische kabeljauw, met uitzondering van [Soetaert et al. \(2016c\)](#), werden breuken in de wervelkolom en/of aanpalende spierbloedingen waargenomen wanneer deze werden blootgesteld vlak naast de elektroden ([de Haan et al., 2009b](#); [de Haan et al., 2011](#); [de Haan et al., 2013](#); [de Haan et al., 2016](#); [Soetaert et al., 2016c](#); [Soetaert et al., 2016d](#)). Dieren die ± 20 cm boven of naast het elektrodenpaar werden blootgesteld vertoonden geen kwetsuren. Dit letsel treedt op wanneer de spieren door toedoen van de kramppuls in die mate gaan samen-trekken dat de wervelkolom de kracht niet kan weerstaan en er compressie, bloedingen of breuken ontstaan. De graad van het letsel zou zowel afhankelijk zijn van pulskarakteristieken als van vis-specifieke factoren. De kans op verwondingen zou verhogen met de veldsterkte en afnemen wanneer de puls-frequentie toeneemt ([de Haan et al., 2011](#); [de Haan et al., 2016](#)). De letsels werden uitsluitend vastgesteld bij exemplaren groter dan 23 cm. Het groter aantal, en bijgevolg kleinere, wervels bij kabeljauwachtigen zou volgens [Soetaert et al. \(2018\)](#) aan de basis kunnen liggen voor de waargenomen ruggengraatlletsels. Dit betekent dat andere kabeljauwachtigen (zoals wijting *Merlangius merlangus* en pollak *Pollachius virens*) alsook haringachtigen (o.a. Atlantische haring *Clupea harengus*) eveneens gevoelig kunnen zijn voor bloedingen en breuken van de wervelkolom als gevolg van elektrische stimuli ([Roth et al., 2004](#); [Nordgreen et al., 2008](#)). De vermoedelijke reden waarom deze letsels echter niet (vaak) vastgesteld worden bij deze soorten is omdat hun vluchtreflex een opwaartse richting heeft (weg van de elektroden), terwijl kabeljauw naar de bodem toe vlucht (naar de elektroden).

Bij andere rondvis zoals Europese zeebaars (*Dicentrarchus labrax*) werden geen negatieve effecten of toegenomen sterfte gerapporteerd ([Soetaert et al., 2018](#)). Dit was ook niet het geval voor andere soorten zoals de gevlekte rog (*Raja montagui*), de stekelrog (*Raja clavata*) en de hondshaai (*Scyliorhinus canicula*) ([van Marlen et al., 2007](#); [de Haan et al., 2009a](#); [de Haan et al., 2015](#); [Soetaert et al., 2016c](#); [Desender et al., 2017a](#); [Schram en Molenaar, 2018](#)). Tevens werden ook op lange termijn geen problemen ondervonden op de ampullen van Lorenzini en de fecunditeit¹⁵ bij hondshaaien ([de Haan et al., 2009a](#)).

Verder werd in onderzoek van [van der Reijden et al. \(2017\)](#) en [Schram en Molenaar \(2018\)](#) aangetoond dat ondermaatse teruggooi van tong (*Solea solea*), schar (*Limanda limanda*) en pladijs (*Pleuronectes platessa*) een hogere overlevingskans heeft wanneer deze worden op-gevist d.m.v. een tongpuls-kor i.p.v. een traditionele boomkor. Meer informatie omtrent bij-vgangst en teruggooi kan teruggevonden worden onder **sectie 5.3**.

Tot slot konden de vermoedens omtrent de relatie tussen pulsvisserij en **huidzweren** bij wild-populaties van platvissen vooralsnog niet bevestigd of weerlegd worden ([de Haan et al., 2015](#); [Soetaert et al., 2016c](#)). [Devriese et al. \(2015\)](#), [Soetaert \(2015b\)](#) en [Desender \(2018a\)](#) wijzen erop dat ook algenbloei, hypoxie, virale of bacteriële uitbraken, temperatuursverhoging, fluctuaties

¹⁵ De potentiële reproductieve capaciteit van een individu of populatie.

van het zoutgehalte en milieuverontreiniging potentiële oorzaken kunnen zijn van huidzweren bij vissen. In het lopende doctoraatsonderzoek van Maaïke Vercauteren werd de bacterie *Vibrio tapetis* vastgesteld als oorzaak van de waargenomen huidzweren bij schor, hoewel voorafgaande beschadigde huid eveneens een belangrijke factor lijkt te zijn (Vercauteren et al., 2018; Vercauteren et al., 2019). Onderzoek is lopende om de invloed van elektrische pulsen op het ontstaan van zweren door deze kiemen na te gaan.

Teneinde de mogelijke gevolgen van pulsvisserij voor wildpopulaties na te gaan, werd in september 2018 het EFMZV-project¹⁶ 'Pulsvisserij Vlaamse Kust-deel 1' opgestart. Met dit project tracht ILVO eventuele biomassaveranderingen bij tong, schor, zeebaars, kabeljauw en grijze garnaalbestanden in de Zuidelijke Noordzee in kaart te brengen vóór en na de introductie van de pulsvisserij. In het Verenigd Koninkrijk werden de mogelijke indirecte effecten van pulsvisserij op het ecosysteem eveneens onderzocht. CEFAS vergeleek hierbij de lokale biodiversiteit tussen visgronden met en zonder pulskoractiviteit. Het duidelijke verschil tussen beide gebieden kan echter niet uitsluitend gelinkt worden aan de pulsvisserij (Ford et al., 2019). Tot slot zijn ook de **langetermijneffecten** bij vissen en de gevolgen van elektrische pulsen voor de larvale stadia nog ongekend (zie **sectie 6.2**).

¹⁶ Europees Fonds voor Maritieme Zaken en Visserij.

Tabel 4: Reacties op en effecten van de garnaal- en tongpuls op benthische invertebraten en gewervelden.

Taxonomie	Tongpuls*					
	Duur puls	Duur opvolging	Puls-frequentie	Resultaat	Referentie	P-R**
Gewone heremietkreeft <i>Pagurus bernhardus</i>	10 sec	21 dagen	/***	Tijdens puls terugtrekken in schelp en nadien direct herstel.	Smaal en Brummelhuis, 2005	Nee
Gewone zwemkrab <i>Libinia holmsi</i>	10 sec	21 dagen	/	Verstijven tijdens puls en nadien direct herstel.	Smaal en Brummelhuis, 2005	Nee
Grijze garnaal <i>Crangon Crangon</i>	10 sec	21 dagen	/	Tijdens puls opspringen en nadien direct herstel.	Smaal en Brummelhuis, 2005	Nee
	1 - 5 sec	14 dagen	60, 80 en 200 Hz	Significante toename van intranucleaire baculoforme virusinfecties bij 1 behandeling met hoogste spanning. Dit kon niet herhaald worden in opvolgproef waarin garnaal 20 maal werd blootgesteld.	Soetaert et al., 2015a	Ja
	20 x 1 sec verdeeld over 4 dagen	14 dagen	80 Hz	Verlaagde overleving t.o.v. een gestreste controle groep, maar niet t.o.v. niet-blootgestelde of mechanisch gestreste garnalen.	Soetaert et al., 2016b	Ja
	10 sec	21 dagen	/	Verstijven tijdens puls en nadien direct herstel.	Smaal en Brummelhuis, 2005	Nee
Helmkrab <i>Conyestes cassivelaunus</i>	10 sec	21 dagen	/	Verstijven tijdens puls en nadien direct herstel.	van Marlen et al., 2009	Nee
Mesheften <i>Ensis</i> spp.	4 x 1 sec	14 dagen	/	Verlaagde overleving en tegenstrijdige resultaten tussen verschillende behandelingen.	Smaal en Brummelhuis, 2005	Nee
Stekelhuidigen <i>Echinodermata</i>	10 sec	21 dagen	/	Geen respons tijdens en na puls.	van Marlen et al., 2009	Nee
	4 x 1 sec	14 dagen	/	Geen significant effect op overleving en voedselinname.	Smaal en Brummelhuis, 2005	Nee
Steurgarnaal <i>Palaeomon serratus</i>	10 sec	21 dagen	/	Geen respons tijdens en na puls.	van Marlen et al., 2009	Nee
	4 x 1 sec	14 dagen	/	Geen significant effect op overleving en voedselinname.	van Marlen et al., 2009	Nee

	Tongpuls						
	Taxonomie	Duur puls	Duur opvolging	Puls-frequentie	Resultaat	Referentie	P-R
Benthische invertebraten	Strandkrab <i>Carcinus maenas</i>	4 x 1 sec	14 dagen	/	Verlaagde overleving en lagere voedselinname	van Marlen et al., 2009	Nee
	Tweekleppigen Bivalvia (excl. <i>Ensis</i> spp.)	10 sec	21 dagen	/	Tijdens puls terugtrekken in schelp en nadien direct herstel.	Smaal en Brummelhuis, 2005	Nee
		4 x 1 sec	14 dagen	/	Geen significant effect op overleving en voedselinname.	van Marlen et al., 2009	Nee
	Wulk <i>Buccinum undatum</i>	10 sec	14 dagen	/	Tijdens puls (gedeeltelijk) terugtrekken in schelp en nadien direct herstel.	Smaal en Brummelhuis, 2005	Nee
		10 sec	21 dagen	/	Geen respons tijdens en na puls.	Smaal en Brummelhuis, 2005	Nee
	Zeeduizendpoot <i>Alitta virens</i>	4 x 1 sec	14 dagen	/	Verlaagde overleving.	van Marlen et al., 2009	Nee
Gewervelden		1 - 5 sec	14 dagen	60, 80 en 200 Hz	Kronkelende reactie tijdens puls maar geen significant effect op overleving.	Soetaert et al., 2015a	Ja
		4 x 1 sec	14 dagen	40 Hz	Bloeding en breuken in de wervelkolom en verlaagde overleving.	de Haan et al., 2009b; de Haan et al., 2016	Ja
	Atlantische kabeljauw <i>Gadus morhua</i>	1 sec	/	30 - 180 Hz	Bij volwassen kabeljauw bloedingen en breuken in de wervelkolom. Geen effect bij jonge (kleine) kabeljauw.	de Haan et al., 2011; de Haan et al., 2013; de Haan et al., 2016	Ja
		1 - 5 sec	14 dagen	40 - 200 Hz	Vluchtreactie, tonische clonische epileptische aanvallen bij hogere frequenties en ruggengraatletsel.	Soetaert et al., 2016c	Ja
		1 - 2 sec	14 dagen	40 - 80 Hz	Ruggengraatletsel (afhankelijk van zowel pulsparameters als vis-specifieke factoren).	Soetaert et al., 2016d	Ja

Tongpuls						
Taxonomie	Duur puls	Duur opvolging	Puls-frequentie	Resultaat	Referentie	P-R
Europese zeebaars <i>Dicentrarchus labrax</i>	2 sec	14 dagen	40 - 80 Hz	Geen verwondingen waargenomen.	Soetaert et al., 2018	Ja
Gevlekte rog <i>Raja montagui</i>	1,2 - 1,7 sec	15 - 18 dagen	45 - 60 Hz	Overleving van ondermaatse teruggooi vergelijkbaar met twinrigvisserij.	Schram en Molenaar, 2018	Nee
Hondshaai <i>Scyliorhinus canicula</i>	1 sec	8 dagen	/	Geen effect waargenomen.	van Marlen et al., 2007	Nee
	4 x 1 sec	14 dagen	40 Hz	Diverse reflexen en geen effect op voedselinname en fecunditeit.	de Haan et al., 2009a	Nee
	5 sec	3 dagen	80 Hz	Geen effect op werking van het elektroreceptor-orgaan (ampullen van Lorenzini).	Desender et al., 2017a	Ja
Pladijs <i>Pleuronectes platessa</i>	1,3 sec	21 dagen	45 - 80 Hz	Hogere overleving van ondermaatse teruggooi in vergelijking met boomkorvisserij.	van der Reijden et al., 2017	Ja
Schar <i>Limanda limanda</i>	1 sec	5 dagen	40 Hz	Krampreactie tijdens puls. Na puls geen letsels waargenomen na blootstelling aan tongpuls. Geen direct verband gevonden met huidzweren in wildpopulaties.	de Haan et al., 2015	Nee
	1,3 sec	21 dagen	45 - 80 Hz	Hogere overleving van ondermaatse teruggooi in vergelijking met boomkorvisserij.	van der Reijden et al., 2017	Ja
Stekelvog <i>Raja clavata</i>	1,2 - 1,7 sec	15 - 18 dagen	45 - 60 Hz	Overleving van ondermaatse teruggooi vergelijkbaar met twinrigvisserij.	Schram en Molenaar, 2018	Nee
Tong <i>Solea solea</i>	1 - 5 sec	14 dagen	40 - 200 Hz	Krampreactie gevolgd door vlucht reactie bij blootstelling aan tongpuls. Na puls geen huidzweren of andere letsels waargenomen.	Soetaert et al., 2016c	Ja
	1,3 sec	21 dagen	45 - 80 Hz	Hogere overleving van ondermaatse teruggooi in vergelijking met boomkorvisserij.	van der Reijden et al., 2017	Ja

Garnaalpuls						
Taxonomie	Duur puls	Duur opvolging	Puls-frequentie	Resultaat	Referentie	P-R
Benthische invertebraten	Grijze garnaal <i>Crangon crangon</i>	1 - 5 sec	14 dagen	5 Hz	Opspringende reactie. Geen significant effect op overleving.	Ja Polet et al., 2005a; Soetaert et al., 2015a
		20 x 1 sec verdeeld over 4 dagen	14 dagen	5 Hz	Geen effect op overleving en fecunditeit. Geen microscopische letsels waargenomen.	Ja Soetaert et al., 2016b
	Heremietkreeften <i>Berhardus pagurus</i>	4 sec	10 - 30 dagen	5 Hz	Geen verandering in gedrag.	Ja Polet et al., 2005a
	Slangsterren <i>Ophiura</i> spp.	4 sec	10 - 30 dagen	5 Hz	Geen verandering in gedrag.	Ja Polet et al., 2005a
	Halfgeknotte strandschelp <i>Spisula subtruncata</i>	4 sec	10 - 30 dagen	5 Hz	Geen verandering in gedrag.	Ja Polet et al., 2005a
	Strandkrabben <i>Carcinus maenas</i>	4 sec	10 - 30 dagen	5 Hz	Tijdens blootstelling geagiteerd rondwandelen op het zand. Na puls terug ingraven.	Ja Polet et al., 2005a
	Zeeuizendpoot <i>Alitta virens</i>	1 - 5 sec	14 dagen	5 Hz	Kronkelende reactie. Geen significant effect op overleving.	Ja Soetaert et al., 2015a
	Zeesterren <i>Asterias rubens</i>	4 sec	10 - 30 dagen	5 Hz	Geen verandering in gedrag.	Ja Polet et al., 2005a
	Zwemkrabben <i>Liocarcinus holsatus</i>	4 sec	10 - 30 dagen	5 Hz	Tijdens blootstelling geagiteerd rondwandelen op het zand. Na puls terug ingraven.	Ja Polet et al., 2005a

Garnaalpuls						
Taxonomie	Duur puls	Duur opvolging	Puls-frequentie	Resultaat	Referentie	P-R
Atlantische kabeljauw <i>Gadus morhua</i>	5 sec	24 uren	5 Hz	Verhoogd aantal melanomacrofagen aanwezig in de milt.	Desender et al., 2016	Ja
	1 - 5 sec	14 dagen	5 - 20 Hz	Vluchtreactie tijdens puls. Na puls geen verhoogd aantal melanomacrofagen waargenomen. Dit wijst erop dat de melanomacrofagen afkomstig zijn van de puls, reversibel zijn en na 14 dagen hersteld zijn.	Soetaert et al., 2016c	Ja
	5 sec	31 dagen	5 Hz	Negatieve impact op overleving en ontwikkeling van 2 van de 8 vroege levensfasen.	Desender et al., 2017b	Ja
Gewone zeedonderpad <i>Myoxocephalus scorpius</i>	5 sec	24 uren	5 Hz	Diverse bewegingsreacties.	Desender et al., 2016	Ja
Harnasmannetje <i>Agonus cataphractus</i>	5 sec	24 uren	5 Hz	Diverse bewegingsreacties.	Desender et al., 2016	Ja
Pladijs <i>Pleuronectes platessa</i>	5 sec	24 uren	5 Hz	Diverse bewegingsreacties. Kleine focale bloeding tussen spiervezels.	Desender et al., 2016	Ja
Tong <i>Solea solea</i>	5 sec	24 uren	5 Hz	Diverse bewegingsreactie.	Desender et al., 2016	Ja
	1 - 5 sec	14 dagen	5 - 20 Hz	Vluchtreacties tijdens puls. Na puls geen huidzweren of andere letsels waargenomen.	Soetaert et al., 2016c	Ja
	5 sec	8 dagen	5 Hz	Geen impact waargenomen op vroege levensfasen.	Desender et al., 2018b	Ja

* Hieronder wordt zowel de standaard tongpuls (pulsfrequentie 40 – 80 Hz) als een range van soortgelijke pulsen met een frequentie tot 200 Hz gerekend.

** Peer-reviewed.

*** Gezien de exacte pulskarakteristieken niet gekend zijn, geeft de studie van [Smaal en Brummelhuis \(2005\)](#), van [Marlen et al. \(2007\)](#) en van [Marlen et al. \(2009\)](#) louter een indicatie van de mogelijke reacties en effecten.

5. De socio-economische aspecten van pulsvisserij

5.1 Aanvoer en besomming - de Nederlandse case

Op vraag van het Nederlandse ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit werd in 2018 een overzicht opgesteld van de aanvoer van de Nederlandse pulsvloot in 2016. Hieruit blijkt dat 27% van de totale vangst van de Nederlandse kottervloot aangevoerd wordt door pulskotters. Voor tong ligt het aandeel van de pulsvloot veel hoger. Volgens [van Oostenbrugge et al. \(2018\)](#) wordt ongeveer driekwart opgevisst met pulstuig. Daarnaast beschikt Nederland over 75% van de quota¹⁷ voor tong in het gebied waar pulsvisserij toegestaan is ([Verordening \(EU\) nr. 2018/120](#)). Bijgevolg kan meer dan de helft van de aanvoer van tong uit dit gebied toegeschreven worden aan pulsvaartuigen ([Haasnoot et al., 2016](#)). De totale aanvoerwaarde van de Nederlandse pulsvloot in 2016 wordt geschat op €110.203.000 en vertegenwoordigt 32% van de aanvoerwaarde van de totale Nederlandse vloot. Ongeveer 68% hiervan is afkomstig van de aanlanding van tong ([van Oostenbrugge et al., 2018](#)). Gegevens omtrent de aanvoer van de overige niet-Nederlandse pulsvaartuigen zijn momenteel niet beschikbaar.

5.2 Brandstofverbruik en CO₂-emissies

De overgang van de traditionele boomkor naar de PulseWing binnen de platvisvisserij induceert in theorie een reductie van de sleepsnelheid van 19% bij grote vaartuigen (> 221 kW) en 14% bij kleine kotters (≤ 221 kW) ([tabel 3](#)) ([ICES WGELECTRA, 2018](#)). Dit, in combinatie met de verlaagde bodemweerstand en -beroering van het pulstuig (zie [sectie 4.1.1](#)), zorgt voor een aanzienlijke vermindering van het brandstofverbruik (37-49%) ([van Marlen et al., 2014](#)). De resultaten van [van Oostenbrugge et al. \(2018\)](#) suggereren een gelijkaardige daling van 44% ([tabel 3](#)). [Turenhout et al. \(2016b\)](#) vermelden kleinere verschillen tussen de SumWing (zonder puls) en PulseWing, gaande van 11% bij kleine kotters tot 37% bij grote vaartuigen. De transitie van een groot vaartuig zou volgens [Turenhout et al. \(2016a\)](#), indien dit vaartuig gemiddeld 185 dagen per jaar uitvaart, resulteren in een brandstofbesparing van 650.000 liter op jaarbasis. Tevens wordt ook bij de garnaalpulsvisserij een reductie van het brandstofverbruik waargenomen. Deze afname is echter minder sterk en bedraagt niet meer dan 10% ([Soetaert, 2015b](#)).

Als gevolg van de brandstofbesparing worden ook de CO₂-emissies sterk gereduceerd ([Taal en Hoefnagel, 2010](#)). Zo zouden de 57 aangepaste grote Nederlandse kotters alleen al zorgen voor een reductie van 100.000 ton CO₂ per jaar ([Turenhout et al., 2016a](#)). Deze vermindering is proportioneel gezien nog groter wanneer deze uitgedrukt wordt ten opzichte van de aanvoer van tong, gezien de vangstefficiëntie van tong met ongeveer 30% toeneemt ([ICES WGELECTRA, 2018](#)).

5.3 Vangstefficiëntie en bijvangst

Naast brandstofverbruik en bodemberoering is ook de selectiviteit van de vismethode een wederkerend aandachtspunt in de bodemvisserij. Pulsvisserij zou volgens verscheidene studies een duurzamer en selectiever alternatief zijn voor de traditionele boomkorvisserij ([van](#)

¹⁷ De maximale hoeveelheid die van een product gedurende een bepaalde periode mag ingevoerd/aangeland worden.

Marlen et al., 2011; van Marlen et al., 2014; Verschueren et al., 2014; Verschueren en Lenoir, 2016; Verschueren et al., 2019). In een vangstvergelijkende studie (traditionele boomkor, Delme-co-pulssysteem en HFK-pulssysteem) van van Marlen et al. (2014) werd geconcludeerd dat de totale vangst lager ligt bij de **tongpuls** dan bij de boomkor. Echter werden ook beduidend minder ondermaatse en niet-vermarktbaar vissoorten (57%), alsook ongewenste bodemdieren (80%) opgevisst per hectare (tabel 3). Kleinere of ondermaatse vis ondervindt een lager potentiaalverschil tussen twee elektroden dan een groter individu waardoor hij minder zal reageren op een puls (Soetaert, 2015b). De aanlandingsefficiëntie¹⁸ voor tong is hierdoor met ongeveer 30% toegenomen, terwijl die voor pladijs¹⁹ met 40% afneemt (ICES WGELECTRA, 2018). Bijgevolg zijn de beoogde platvissoorten bij puls- en boomkorvisserij verschillend. Verder is ook de overlevingskans van bepaalde ondermaatse platvissoorten hoger bij pulsvisserij (zie **sectie 4.2.2.2**) (van der Reijden et al., 2017). Tevens kan de selectiviteit ook verhoogd worden door het gebruik van een **eBRP** (zie **sectie 2.3.1**).

De afnamesnelheid van het vangstsucces²⁰ ligt verder ook duidelijk hoger bij boomkorvisserij dan bij pulsvisserij. Bij de boomkor neemt de hoeveelheid vangst gemiddeld 15% af per etmaal. Voor de pulskor neemt het vangstsucces gemiddeld 7% (grote kotters) en 4% (eurokotters) af per etmaal. In lijn hiermee blijven boomkorschepen gemiddeld korter op eenzelfde visgrond actief dan pulsschepen. Tot slot, wordt 61% van de visgronden bevestigd door één enkel pulsvaartuig en 39% door meerdere vaartuigen (Rijnsdorp et al., 2019).

Uit een recente studie van het ILVO blijkt ook de bijvangst bij de **garnaalpuls** beduidend lager te liggen dan bij de traditionele technieken. De resultaten tonen aan dat 35% minder kleine garnalen en 76% minder benthos en vissen gevangen worden. De gecreëerde ontsnapingsruimtes en de ondoeltreffendheid van de garnaalpuls bij bepaalde ongewenste soorten, besproken onder **hoofdstukken 2 en 4**, liggen aan de basis van deze verhoogde selectiviteit. In tegenstelling tot de tongpuls wordt hierbij geen verlies aan commerciële garnalen waargenomen (Verschueren et al., 2019). Daarenboven toonden eerdere vangstvergelijkingen zelfs een stijging van de hoeveelheid consumptiegarnalen aan in bepaalde seizoenen (Verschueren et al., 2014; Verschueren en Lenoir, 2016). In sommige maanden was ook de hoeveelheid bijvangst exclusief garnalen lager bij de garnaalpuls dan bij de traditionele boomkor. In andere periodes werden geen significante verschillen geobserveerd. Voor de bijvangst van ondermaatse garnalen werd echter niet altijd een afname waargenomen (Verschueren et al., 2014).

Verder werden in **het rapport** van de ICES-werkgroep WGELECTRA uit 2018, een aantal bijkomende conclusies getrokken. Ten eerste, de lagere sleepsnelheid (zie **sectie 5.2**) en de verminderde resuspensie van het sediment (zie **sectie 4.1**) bevorderen de selectiviteit en verlagen de druk op de vangst. Ten tweede, gezien de kleinere beviste oppervlakte worden minder organismen getroffen. Tot slot, de lagere hoeveelheden benthos en stenen reduceren het aantal verwondingen bij de vangst. Om dezelfde reden is de mechanische impact in de laatste fase, de vangstverwerking aan dek, ook kleiner en is de kwaliteit van de vangst beter. De kleinere vangsten zorgen er dan weer voor dat het verwerkingsproces sneller kan verlopen, wat gunstig is voor de overleving van de bijvangst (Uhlmann et al., 2016; van der Reijden et al., 2017). De overige effecten van pulsvisserij op het marien milieu kunnen terugvonden worden

¹⁸ Het relatieve aandeel van de vangst dat verhandelbaar is t.o.v. het totale vangstvolume.

¹⁹ Elektrische pulsen lokken weinig reactie uit bij pladijs.

²⁰ Tijdens de bevissing van een lokale visgrond neemt het vangstsucces steeds geleidelijk af.

onder **hoofdstuk 4**.

5.4 Investerings, inkomen en werkgelegenheid

De transitie van de conventionele boomkor naar een pulssysteem brengt naast de bovenvermelde ecologische en socio-economische voor- en nadelen ook een zekere financiële last met zich mee. In het feitenoverzicht, dat opgesteld werd in opdracht van het Nederlands ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, werd een gemiddelde aanschafwaarde voor een tongpulssysteem vermeld van respectievelijk €250.000 en €350.000 voor een kleine/middelgrote kotter en een grote kotter ([van Oostenbrugge et al., 2018](#)). In 2016 was dit volgens [Turenhout et al. \(2016a\)](#) nog €225.000-€235.000 voor een klein vaartuig en €340.000-€350.000 voor een groot vaartuig. De aanschafkosten, alsook de onderhoudskosten, liggen hiermee aanzienlijk hoger dan die voor de SumWing en het conventionele boomkorvistuig ([Taal en Klok, 2014](#)). Deze financiële last wordt volgens [Turenhout et al. \(2016a\)](#) echter op korte termijn terugverdiend gezien de netto-opbrengst bij de puls een stuk hoger ligt dan bij de boomkor of Sumwing. De kostprijs voor het aanschaffen van het HOVERCRAN-garnaalpulssysteem ligt daarentegen meer dan een derde lager en zou volgens [Soetaert \(2015b\)](#) neerkomen op circa €70.000.

Ondanks de lagere aanlandingen bij pulsvisserij (zie **sectie 5.3**), is de netto-opbrengst per visuurstubstantieel hoger dan bij de traditionele boomkorvisserij (139-172%). Dit is hoofdzakelijk toe te schrijven aan de lagere sleepsnelheid en het hiermee gerelateerde verminderde brandstofverbruik (zie **sectie 5.2**) ([Taal en Hoefnagel, 2010](#); [van Marlen et al., 2014](#)). De aanzienlijke investerings- en onderhoudskosten werden in deze studie echter niet in rekening gebracht ([ICES WGELECTRA, 2018](#)). Toch geven meerdere studies aan dat pulsvisserij economisch gezien interessanter is dan boomkorvisserij ([Taal en Hoefnagel, 2010](#); [Sys et al., 2015](#); [Batsleer et al., 2016](#); [Hamon et al., 2016](#)). Deze stelling gaat vooral op wanneer de brandstofprijzen hoog zijn en wanneer de aanlandingsverplichting van toepassing is ([Verordening \(EU\) nr. 1380/2013 art.13](#)). Deze laatste is immers een stimulans voor het aanschaffen van selectiever vistuig.

Het aantal werknemers binnen de Nederlandse pulsvisserij werd voor 2016 geschat op 80 VTE's²¹ voor kleine/middelgrote kotters en 342-399 VTE's voor grote kotters. Hiermee vertegenwoordigt de sector zowat 40% van de totale werkgelegenheid op de Nederlandse kottervloot ([van Oostenbrugge et al., 2018](#)). Daar de opbrengst per zeedag hoger ligt bij de pulsvisserij dan bij de SumWing- en boomkorvisserij, ligt het gemiddeld inkomen per bemanningslid eveneens hoger. De gemiddelde kost op jaarbasis per bemanningslid binnen de pulsvisserij wordt geschat op €54.700 ([Turenhout et al., 2016a](#)). Informatie omtrent de werkgelegenheid in de niet-Nederlandse sector is tot nader orde niet voorhanden.

Met het oog op de toekomst en met de inwerkingtreding van het Europese verbod op pulsvisserij vanaf 1 juli 2021, kunnen bovenstaande becijferingen als minder relevant beschouwd worden. Desalniettemin konden met behulp van deze cijfers de socio-economische gevolgen van een totaalverbod op pulsvisserij voor de Nederlandse visserijsector berekend worden. Wanneer alle pulskotters zouden omschakelen naar de boomkor, zou dit resulteren in een forse verlaging van het economisch rendement per kotter en voor de gehele Nederlandse sector. De arbeidsopbrengst zou per eurokotter €100.000 en per grote kotter €120.000 lager

²¹ Voltijdse equivalenten

zijn. De totale arbeidsopbrengst van de Nederlandse vloot zou €8,7 miljoen minder bedragen, uitgaande van de situatie in 2016. Daarnaast zou het brandstofverbruik en de CO₂-uitstoot sterk stijgen, de tongvangst licht afnemen en de pladijsvangst aanzienlijk toenemen (Zaalmink et al., 2018).

5.5 Perceptie van de Europese stakeholders

Doorheen de jaren heeft pulsvisserij heel wat vragen opgewekt bij het bredere publiek. Naast het gerichte innovatieve onderzoek (zie **hoofdstuk 4**), werd daarom ook reeds nagegaan in hoeverre de huidige kennisagenda voor pulsvisserij deze kwesties dekt (Kraan et al., 2015; Steins et al., 2017). De zorgen en vragen van Europese belanghebbenden werden hiervoor in het onderzoek van Kraan et al. (2015) geanalyseerd tijdens vergaderingen en media uitingen. Twee derde van de aandachtspunten bleek toen opgenomen te zijn in de kennisagenda of kon dienen als specificatie voor onderzoeksvragen in de voorgestelde kennisagenda. De overige onbeantwoorde vragen waren hoofdzakelijk van bestuurlijke en economische aard. Niet enkel de ecologische effecten van pulsvisserij, maar dus ook de socio-economische en beleidsgerichte vraagstukken zijn van belang voor de Europese stakeholders. De competitieve interacties van pulsvisserij met andere visserijen is hier een voorbeeld van en werd in Sys et al. (2016) onderzocht tussen de Nederlandse pulsvloot en Belgische boomkorvloot. Zo bleek de aanvoer van tong door de Belgische traditionele boomkorvloot in de periode 2006-2013 op weekdays lager dan in het weekend, wanneer Nederlandse boomkorvloot niet actief was. Na de ontwikkeling van de pulskorvloot in 2011, was het negatieve effect op de aanlanding van tong op weekdays nog veel groter.

Tot slot werden door Kraan et al. (2015) niet enkel inhoudelijke zorgen geconstateerd, maar werd ook ongenoegen vastgesteld omtrent de totstandkoming van de Nederlandse pulsvloot, de derogaties die daarmee gepaard gaan en de transparantie van het proces. Pulsvisserij dient, derhalve, transdisciplinair benaderd te worden teneinde aan de vraag van de Europese stakeholders te voldoen.

6. Belgisch onderzoek en innovatie inzake pulsvisserij

6.1 Onderzoeks- en innovatieprojecten

Tabel 5: Afgelopen en lopende onderzoeks- en innovatieprojecten met Belgische financiering en/of partner.

Project	Financiering	Looptijd	BE Partner	Toelichting
Selectiviteit Garnalenvisserij	Ministerie van Economische Zaken-NL	01/06/2017-28/02/2020	ILVO-WMR	Nederlands project met monitoring en innovatie op HA.31, TH.10, ST.24 en WR.40.
PhD Maaïke Vercauteren	FWO-SB	01/01/2016-31/12/2019	ILVO, UGent	Oorzaken en impact van huidzweren bij platvissen in de Noordzee.
Pulsvisserij Vlaamse Kust-deel 1	EFMZV-BE	09/2018-06/2019	ILVO	Binnen het EFMZV project "Pulsvisserij Vlaamse kust – deel 1" tracht ILVO mogelijke biomassaveranderingen bij tong, schol, zeebaars, kabeljauw en grijze garnaal bestanden in de Zuidelijke Noordzee in kaart te brengen vóór en na de introductie van de pulsvisserij (in 2009).
NIKOII	EFMZV-NL	01/10/2016-28/02/2019	ILVO	Nederlands project, testen eBRP op TX.36.
BENTHIS	FP7	01/10/2012-01/10/2017	ILVO	BENTHIS bestudeert de effecten van visserij op bentische ecosystemen en verschaft een wetenschappelijke basis om het effect van de huidige visserijpraktijken te beoordelen.
TECHVIS	VLAIO	01/09/2013-31/08/2017	ILVO	Ontwikkeling, uitrusting en opvolging van modulair garnaalpulssysteem aan boord van de O.82.
VERWONDING	EVF	01/09/2014-31/08/2015	ILVO, UGent	Het in kaart brengen en onderzoeken van verwondingen bij platvissen en wijting in de Noordzee.
PhD Maarten Soetaert	IWT	01/01/2012-31/12/2015	ILVO, UGent	Onderzoek naar effect van elektrische pulsen op adulte mariene dieren.
PhD Marieke Desender	IWT	01/01/2012-31/12/2015	ILVO, UGent	Onderzoek naar de impact van de elektrische garnalenvisserij op mariene bijvangstsoorten, jonge levensstadia en elektro-sensitieve elasmobranchen.
Marieke Desender, Maarten Soetaert	EVF	01/01/2013-31/12/2014	ILVO, UGent	Pulsvissen op grijze garnaal.
HA31	Stichting Verduurzaming Garnalenvisserij	2013-2014	ILVO	Evaluatie garnaalpulstuig.
Maarten Soetaert	VisNed	01/10/2013-31/10/2013	ILVO, UGent	Effecten van elektrische pulsen op kabeljauw.
Marieke Desender, Maarten Soetaert	AquaExcel	01/04/2013-30/07/2013	ILVO, UGent	De impact van elektrisch vissen op Atlantische kabeljauw (<i>Gadus morhua</i>).
Combipuls	Stichting Verduurzaming Garnalenvisserij	2011-2013	ILVO	Testen voor pulstuig dat zowel tong als garnaal kon vangen aan boord van TH.10.

6.2 Uitdagingen voor voortgezet en toekomstig onderzoek

Pulsvisserij is een veelvuldig bestudeerde visserijmethode. Teneinde een oordeel te kunnen vellen omtrent de effectiviteit, impact en betrouwbaarheid van de pulskor, dient de techniek echter verder geëvalueerd te worden door middel van wetenschappelijk onderzoek. Deze studies moeten de resterende onzekerheden verhelpen en aanwijzen of de pulskor, mits een correcte en gecontroleerde implementatie, al dan niet een duurzaam alternatief vormt voor de traditionele boomkorvisserij. Hieronder volgt een lijst van onderwerpen die worden beschouwd als kennishiaten (ICES WGELECTRA, 2018):

- Extrapolatie van de resultaten van laboratoriumexperimenten naar het veld;
- Subletale effecten:
 - Jonge levensstadia en voorplantingsfase van vis en andere mariene organismen;
 - Ziekten (verzwakte fysiologische toestand of immuunsysteem).
- Effecten van de pulsvisserij op het leven in en op de zeebodem;
- Effecten van pulskotters op vlucht/ontwijkgedrag van vissen;
- Langetermijneffecten op ontwikkeling, reproductie, groei en gedrag van mariene organismen;
- Gevolgen voor populaties en ecosystemen. Impact van de pulsvisserij op het gedrag en de voedselkwaliteit van bodemdieren en implicaties voor de hogere trofische niveaus;
- Effecten op verwondingen en zweren bij vis;
- Impact van pulsvissen op mariene bacteriën;
- Effecten van de tongpuls in de westelijke wateren aan de hand van praktijkproef op commercieel vaartuig;
- Beheer pulsvisserij: waar pulsen in relatie tot dynamiek van de stock en ander (kleinschalige) visserijen.

7. Referentielijst

- (S.d.). Technische voorschriften platvis en garnalen pulsvisttuig [Manuscript]. [S.n.]: [s.l.]. 8 pp.
- (1988). Dutch government backed trials. *Fish. News* 1988: 7. [\[details\]](#)
- (2006). UN Sixty-first session: Oceans and the law of the sea. United Nations: [s.l.]. 44 pp. [\[details\]](#)
- (2019). Vlaamse Regering 2019-2024. Vlaamse Regering: Brussel. 303 pp. [\[details\]](#)
- Agricola, J.B. (1985a). Elektrische stimulering van platvis: Resultaten, conclusies en aanbevelingen naar aanleiding van experimenten uitgevoerd in 1984. *Rivo report*, 2. RIVO: IJmuiden. [\[details\]](#)
- Agricola, J.B. (1985b). Experiments on electrical stimulation of flatfish in beamtrawling during 1984. *CM Documents - ICES*, C.M. 1985(B: 36). International Council for the Exploration of the Sea: Copenhagen. 11 figs + 5 pp. [\[details\]](#)
- Bartelings, H.; Kristkova, Z.S. (2018). Impact of hard Brexit on European fisheries: scenario analysis using the MAGNET model. Wageningen University Research: [s.l.]. 27 pp. [\[details\]](#)
- Batsleer, J.; Rijnsdorp, A.D.; Hamon, K.G.; van Overzee, H.M.J.; Poos, J.-J. (2016). Mixed fisheries management: Is the ban on discarding likely to promote more selective and fuel efficient fishing in the Dutch flatfish fishery? *Fish. Res.* 174: 118-128. [\[details\]](#)
- Boonstra, G.P.; de Groot, S.J. (1970). Report on the development of an electrified shrimp-trawl in the Netherlands. *CM Documents - ICES*, C.M. 1970(B:5). International Council for the Exploration of the Sea: Copenhagen. 6 pp. [\[details\]](#)
- Breen, M.; Howell, T.; Copland, P. (2011). A report on electrical fishing for razor clams (*Ensis* sp.) and its likely effects on the marine environment. Marine Scotland Science: Aberdeen. 117 pp. [\[details\]](#)
- Brzeski, V.J. (1996). Vietnam: Shocking fishing. *SAMUDRA Report* 15: 3-7. [\[details\]](#)
- Chen, L.Y. (2001). Study on the electric pulse shrimp startling instrument, in: *Proceedings of China Fishery Society Fish Capture Group Meeting*. pp. 157-162. [\[details\]](#)
- de Groot, S.J.; Boonstra, G.P. (1970). Preliminary notes on the development of an electrical tickler chain for sole (*Solea solea* L.). *CM Documents - ICES*, C.M. 1970(B: 4). International Council for the Exploration of the Sea: Copenhagen. 4 pp. [\[details\]](#)
- de Groot, S.J.; Lindeboom, H.J. (Ed.) (1994). Environmental impact of bottom gears on benthic fauna in relation to natural resources management and protection of the North Sea. *NIOZ-rapport*, 1994(11). Netherlands Institute for Sea Research: IJmuiden. 257 pp. [\[details\]](#)
- de Haan, D.; van Marlen, B.; Velzenboer, I.; Van der Heul, J.; van der Vis, H. (2009a). The effect of pulse stimulation on biota - research in relation to ICES advice - effects on dogfish. *IMARES*

Wageningen Report, C105/09. IMARES Wageningen UR: [s.l.]. 32 pp.^[details]

de Haan, D.; van Marlen, B.; Kristiansen, T.S.; Fosseidengen, J.E. (2009b). The effect of pulse stimulation on biota - research in relation to ICES advice - progress report on the effects on cod. *IMARES Wageningen Report*, C098/08. IMARES Wageningen UR: [s.l.]. 25 pp.^[details]

de Haan, D.; Fosseidengen, J.E.; Fjellidal, P.G.; Burggraaf, D. (2011). The effect of electric pulse stimulation to juvenile cod and cod of commercial landing size. *IMARES Wageningen Report*, C141/11. IMARES Wageningen UR: Wageningen. 44 pp.^[details]

de Haan, D.; Soetaert, M.; Verschueren, B. (2013). The effects of electric pulse stimulation on cultured adult cod, continued research 2013. *IMARES Wageningen Report*, C183/13. IMARES Wageningen UR: Wageningen. 21 pp.^[details]

de Haan, D.; Soetaert, M. (2014). Onderzoek IMARES en ILVO naar de effecten van pulsvisserij op kabeljauw. Conditie kabeljauw bepalend voor letsel. *Visserijnieuws* 2014(2): 6-6.^[details]

de Haan, D.; Haenen, O.L.M.; Chen, C.; Hofman, A.; van Es, Y.; Burggraaf, D.; Blom, E (2015). Pulse trawl fishing: the effects on dab (*Limanda limanda*). *IMARES Wageningen Report*, C171/14. IMARES Wageningen UR: [s.l.]. 44 pp.^[details]

de Haan, D.; Fosseidengen, J.E.; Fjellidal, P.G.; Burggraaf, D.; Rijnsdorp, A.D. (2016). Pulse trawl fishing: characteristics of the electrical stimulation and the effect on behaviour and injuries of Atlantic cod (*Gadus morhua*). *ICES J. Mar. Sci./J. Cons. int. Explor. Mer* 73(6): 1557-1569.^[details]

Delanghe, F.; Vanden Broucke, G. (1984). Elektrische visserij op garnaal uitgevoerd met bordennet. *Mededelingen van het Rijksstation voor Zeevisserij (CLO Gent)*, 199 - TZ/106, 1983. Rijkscentrum voor Landbouwkundig Onderzoek: Gent. 5 pp.^[details]

Depestele, J.; Polet, H.; Stouten, H.; Van Craeynest, K.; Vanderperren, E.; Verschueren, B. (2007). Is there a way out for the beam trawler fleet with rising fuel prices? *CM Documents - ICES*, CM 2007(M:06). ICES: Copenhagen. 13 pp.^[details]

Depestele, J.; Polet, H.; Van Craeynest, K.; Vandendriessche, S. (2011). An overview of sea trials with the alternative beam trawl. Institute for Agricultural and Fisheries Research (ILVO). Animal Sciences Unit - Fisheries: Oostende. 98 pp.^[details]

Depestele, J.; Courtens, W.; Degraer, S.; Haelters, J.; Hostens, K.; Houziaux, J.-S.; Merckx, B.; Polet, H.; Rabaut, M.; Stienen, E.W.M.; Vandendriessche, S.; Verfaillie, E.; Vincx, M. (2012). An integrated impact assessment of trammel net and beam trawl fisheries WAKO II. Final Report. Belgian Science Policy Office: Brussels. 233 pp.^[details]

Depestele, J.; Courtens, W.; Degraer, S.; Haelters, J.; Hostens, K.; Leopold, M.; Pinn, E.; Merckx, B.; Polet, H.; Rabaut, M.; Reiss, H.; Stienen, E.; Vandendriessche, S.; Volckaert, F.A.M.; Vincx, M. (2014). Sensitivity assessment as a tool for spatial and temporal gear-based fisheries management. *Ocean Coast. Manag.* 102(Part A): 149-160.^[details]

Depestele, J.; Ivanovic, A.; Degrendele, K.; Esmaeili, M.; Polet, H.; Roche, M.; Summerbell, K.; Teal,

L.R.; Vanellander, B.; O'Neill, F.C. (2016). Measuring and assessing the physical impact of beam trawling. *ICES J. Mar. Sci./J. Cons. int. Explor. Mer* 73(Suppl. 1): i15-i26.[\[details\]](#)

Depestele, J.; Degrendele, K.; Esmaili, M.; Ivanovic, A.; Kröger, S.; O'Neill, F.G.; Parker, R.; Polet, H.; Roche, M.; Teal, L.R.; Vanellander, B.; Rijnsdorp, D. (2019). Comparison of mechanical disturbance in soft sediments due to tickler-chain SumWing trawl vs. electro-fitted PulseWing trawl. *ICES J. Mar. Sci./J. Cons. int. Explor. Mer* 76(1): 312-329.[\[details\]](#)

Desender, M.; Chiers, K.; Polet, H.; Verschueren, B.; Saunders, J.H.; Ampe, B.; Mortensen, A.; Puvanendran, V.; Decostere, A. (2016). Short-term effect of pulsed direct current on various species of adult fish and its implication in pulse trawling for brown shrimp in the North Sea. *Fish. Res.* 179: 90-97.[\[details\]](#)

Desender, M.; Kajiura, S.; Ampe, B.; Dumolein, L.; Polet, H.; Chiers, K.; Decostere, A. (2017a). Pulse trawling: evaluating its impact on prey detection by small-spotted catshark (*Scyliorhinus canicula*). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 486: 336-343.[\[details\]](#)

Desender, M.; Decostere, A.; Adriaens, D.; Duchateau, L.; Mortensen, A.; Polet, H.; Puvanendran, V.; Verschueren, B.; Chiers, K. (2017b). Impact of pulsed direct current on embryos, larvae, and young juveniles of Atlantic cod and its implications for electrotrawling of brown shrimp. *Marine and Coastal Fisheries* 9(1): 330-340.[\[details\]](#)

Desender, M. (2018a). Electrotrawling for brown shrimp: evaluating its impact on a selection of marine fish species in the North Sea. PhD Thesis. Ghent University/ILVO: Ghent. 196 pp.[\[details\]](#)

Desender, M.; Duchateau, L.; Adriaens, D.; Delbare, D.; Polet, H.; Chiers, K.; Decostere, A. (2018b). Pulse trawling: The impact of pulsed direct current on early life stages of Sole *Solea solea*. *N. Am. J. Fish. Manage.* 38(2): 432-438.[\[details\]](#)

Devriese, L.; Soetaert, M.; Desender, M.; Chiers, K.; Decostere, A.; Polet, H. (2015). Huidzweren bij vissen in het Belgisch deel van de Noordzee: Trends in prevalentie en exploratie van mogelijke oorzaken. *ILVO Mededeling*, 188. ILVO: Merelbeke. 20 pp.[\[details\]](#)

De Zuttere, C. (1909). Enquête sur la pêche maritime en Belgique: introduction, recensement de la pêche maritime. Lebègue & cie: Bruxelles. 634 pp.[\[details\]](#)

Eigaard, O.R.; Bastardie, F.; Hintzen, N.T.; Buhl-Mortensen, L.; Buhl-Mortensen, P.; Catarino, R.; Dinesen, G.E.; Egekvist, J.; Fock, H.O.; Geitner, K.; Gerritsen, H.D.; González, M.M.; Jonsson, P.; Kavadas, S.; Laffargue, P.; Lundy, M.; Gonzalez-Mirelis, G.; Nielsen, J.R.; Papadopoulou, N.; Posen, P.E.; Pulcinella, J.; Russo, T.; Sala, A.; Silva, C.; Smith, C.J.; Vanellander, B.; Rijnsdorp, A.D. (2017). The footprint of bottom trawling in European waters: distribution, intensity, and seabed integrity. *ICES J. Mar. Sci./J. Cons. int. Explor. Mer* 74(3): 847-865.[\[details\]](#)

Fonteyne, R.; Polet, H. (2002). Reducing the benthos by-catch in flatfish beam trawling by means of technical modifications. *Fish. Res.* 55(1-3): 219-230.[\[details\]](#)

Ford, J.; Muiruri, E.; Skirrow, R.; Fox, M.; Garcia, C.; Bremner, J.; Catchpole, T.L. (2019). A study to investigate the potential ecological impacts of pulse trawling. CEFAS: Lowestoft. 42 pp.[\[details\]](#)

Gillett, R. (2008). Global study of shrimp fisheries. *FAO Fisheries Technical Paper = FAO Document technique sur les pêches*, 475. FAO: Rome. ISBN 978-92-5-106053-7. 331 pp.[\[details\]](#)

Haasnoot, T. (2015). Lessons learned from the transition towards an innovative fishing technique: A case study on the introduction of the pulse trawl technique in the Dutch flatfish fishery. MSc Thesis. Wageningen University: Wageningen. 126 pp.[\[details\]](#)

Haasnoot, T.; Kraan, M.; Bush, S.R. (2016). Fishing gear transitions: lessons from the Dutch flatfish pulse trawl. *ICES J. Mar. Sci./J. Cons. int. Explor. Mer* 73(4): 1235-1243.[\[details\]](#)

Hamon, K.G.; De Vos, B.I.; Poos, J.J.; Rijnsdorp, A.; Verl , K.; Kinds, A.; Polet, H. (2016). Deliverable 1.3: The economics of technological innovations to mitigate ecosystem effects of fishing: the pulse trawl in the North Sea. Benthic Ecosystem Fisheries Impact Study (BENTHIS): Ijmuiden. 26 pp.[\[details\]](#)

Horn, W. (1976). Rationalisierung der Seezungenfischerei durch Einsatz elektrifizierter Baumkurren. *Inf. Fischwirtsch. Fischereiforsch.* 23(1): 20-22.[\[details\]](#)

Horn, W. (1977). Weitere Ergebnisse von Untersuchungen an elektrifizierten Baumkurren für den Seezungenfang. *Inf. Fischwirtsch. Fischereiforsch.* 24(6): 226-228.[\[details\]](#)

Horn, W. (1982). Fortschritte bei der Elektrifizierung von Baumkurren für den Plattfischfang. *Inf. Fischwirtsch. Fischereiforsch.* 29(2): 76-77.[\[details\]](#)

Horn, W. (1983). Fortsetzung der Versuche mit elektrifizierten Baumkurren. *Inf. Fischwirtsch. Fischereiforsch.* 30(4): 223-224.[\[details\]](#)

ICES WGELECTRA (2018). Report of the Working Group on Electric Trawling (WGELECTRA). ICES Report WGELECTRA 2018 17 - 19 April 2018. Ijmuiden, The Netherlands. *CM Documents - ICES*, 2018/EOSG: 10. ICES: Copenhagen. 155 pp.[\[details\]](#)

Jennings, S.; Kaiser, M. (1998). The effects of fishing on marine ecosystems. *Adv. Mar. Biol.* 34: 201-352.[\[details\]](#)

Kaiser, M.J.; de Groot, S.J. (2000). The effects of fishing on non-target species and habitats: biological, conservation and socio-economic issues. *Fishing News Books*. Blackwell Science: Oxford. ISBN 0-632-05355-0. XVI, 399 pp.[\[details\]](#)

Kelleher, K. (2005). Discards in the world's marine fisheries. An update. FAO Fisheries Technical Paper = *FAO Document technique sur les pêches*, 470. FAO: Rome. ISBN 92-5-105289-1. 131 pp.[\[details\]](#)

Kraan, M.; Trapman, B.K.; Rasenberg, M. (2015). Perceptions of European stakeholders of pulse fishing. C098/15. IMARES Wageningen UR: [s.l.]. 44 pp.[\[details\]](#)

Kratzer, I. (2012). Pulse beam trawling vs. traditional beam trawling in German shrimp fishery: a comparative study. MSc Thesis. Universität Rostock: Rostock. 114 pp.[\[details\]](#)

Kroodsmā, D.A.; Mayorga, J.; Hochberg, T.; Miller, N.A.; Boerder, K.; Ferretti, F.; Wilson, A.; Bergman, B.; White, T.D.; Block, B.A.; Woods, P.; Sullivan, B.; Costello, C.; Worm, B. (2018). Tracking the global footprint of fisheries. *Science (Wash.)* 359(6378): 904-908.^[details]

Lambrechts, G.; Van Buggenhout, E.; Samborski, V. (2018). Gevolgen van de Brexit voor de Vlaamse landbouw en visserij. Departement Landbouw en Visserij: Brussel. 36 pp.^[details]

Lart, W.B. (2015). Electrofishing in marine fisheries. Marine Electrofishing Information sheet, FS88.11.15 version 2. Seafish: Grimsby. 17 pp.^[details]

Lescrauwaet, A.-K. (2013). Belgian fisheries: ten decades, seven seas, forty species: Historical time-series to reconstruct landings, catches, fleet and fishing areas from 1900. PhD Thesis. Ghent University (UGent): Gent. xiii, 242 pp.^[details]

Lescrauwaet, A.-K.; Parmentier, J.; Pirlet, R. (2018). Vissen in het verleden: 500 jaar Vlaamse zeevisserij. Hannibal: Veurne. ISBN 9789492677464. 237 pp.^[details]

Lüdemann, K.; Koschinski, S. (2014). Sustainable brown shrimp fishery - is pulse fishing a promising option? WWF TEchnical Report. WWF Deutschland: Berlin. 62 pp.^[details]

Murray, F.; Copland, P.; Boulcott, P.; Robertson, M.; Bailey, N. (2016). Impacts of electrofishing for razor clams (*Ensis* spp.) on benthic fauna. *Fish. Res.* 174: 40-46.^[details]

Murray, F.; Copland, P.; Boulcott, P.; Robertson, M.; Bailey, N. (2018). Electrofishing for razor clams (*Ensis siliqua* and *E. arquatus*): effects on survival and recovery of target and non-target species. Marine Scotland Science: [s.l.]. 38 pp.^[details]

Nordgreen, A.H.; Slinde, E.; Møller, D.; Roth, B. (2008). Effect of various electric field strengths and current durations on stunning and spinal injuries of Atlantic herring. *J. Aquat. Anim. Health* 20(2): 110-115.^[details]

North Western Waters Advisory Council (2016). Horizontal working group on the landing obligation: minutes. [S.n.]: [s.l.]. 10 pp.^[details]

Oberle, F.K.J.; Storlazzi, C.D.; Hanebuth, T.J.J. (2016). What a drag: quantifying the global impact of chronic bottom trawling on continental shelf sediment. *J. Mar. Syst.* 159: 109-119.^[details]

Omey, E. (1982). De zeevisserij: een struktuuranalyse van de Belgische zeevisserij. Reeks van het Westvlaams Economisch Studiebureau, 27. Westvlaams Economisch Studiebureau: Brugge. 256 pp.^[details]

Piet, G.J.; Rijnsdorp, A.D.; Bergman, M.J.N.; van Santbrink, J.W.; Craeymeersch, J.A.; Buijs, J. (2000). A quantitative evaluation of the impact of beam trawling on benthic fauna in the southern North Sea. *ICES J. Mar. Sci./J. Cons. int. Explor. Mer* 57: 1332-1339.^[details]

Polet, H.; Delanghe, F.; Verschoore, R. (2005a). On electrical fishing for brown shrimp (*Crangon crangon*): I. Laboratory experiments. *Fish. Res.* 72(1): 1-12.^[details]

Polet, H.; Delanghe, F.; Verschoore, R. (2005b). On electrical fishing for brown shrimp (*Crangon crangon*): II. Sea trials. *Fish. Res.* 72(1): 13-27.^[details]

Polet, H.; Depestele, J. (2010). Impact assessment of the effects of a selected range of fishing gears in the North Sea. Comissioned by Stichting Noordzee - WNF Nederland. ILVO Visserij: Oostende. 122 pp.^[details]

Polet, H.; Van Peteghem, K. (2010). Themanummer Nieuwsgolf december 2009. Duurzame visserijtechnieken. *ILVO Mededeling*, 76. ILVO: Merelbeke. 56 pp.^[details]

Polet, H.; Torreele, E.; Pirlet, H.; Verleye, T. (2018). Visserij, in: Devriese, L. et al. (Ed.) Kennisgids Gebruik Kust en Zee 2018 - Compendium voor Kust en Zee. pp. 115-130.^[details]

Poppe, M. (1977). Van mannen en de zee: een eeuw Vlaamse zeevisserij 1875-1975. Nieuwsblad van de Kust: Oostende. 60 pp.^[details]

Quirijns, F.; Strietman, W.J.; van Marlen, B.; Rasenberg, M.; Smith, S.R. (2014). Flatfish pulse fishing: research results and knowledge gaps II. *IMARES Wageningen Report*, C091/15. IMARES Wageningen UR: [s.l.]. 39 pp.^[details]

Rijnsdorp, A.D.; Millner, R.S. (1996). Trends in population dynamics and exploitation of North Sea plaice (*Pleuronectes platessa* L.) since the late 1800s. *ICES J. Mar. Sci./J. Cons. int. Explor. Mer* 53(6): 1170-1184.^[details]

Rijnsdorp, A.D.; Poos, J.-J.; Quirijns, F.J.; HilleRisLambers, R.; De Wilde, J.W.; Den Heijer, W.M. (2008). The arms race between fishers. *J. Sea Res.* 60(1-2): 126-138.^[details]

Rijnsdorp, A. (2014). Proposal for pulse trawl research. North Sea Advisory Council (NSAC): Ijmuiden. 7 pp.^[details]

Rijnsdorp, A.; de Haan, D.; Smith, S.F.; Strietman, W.J. (2016). Pulse fishing and its effects on the marine ecosystem and fisheries: an update of the scientific knowledge. *Wageningen Marine Research Report*, C117/16. Wageningen University Research: [s.l.]. 30 pp.^[details]

Rijnsdorp, A.D.; Eigaard, O.R.; Kenny, A.; Hiddink, J.G.; Hamon, K.G.; Piet, G.J.; Sala, A.; Nielsen, J.R.; Polet, H.; Laffargue, P.; Zengin, M.; Gregerson, O. (2017). BENTHIS Final Report. IMARES: Ijmuiden. 27 pp.^[details]

Rijnsdorp, A.D.; Aarts, G.; Gerla, D.J.; van Rijssel, J.; Poos, J.J. (2019). Spatial dynamics of pulse vessels: a preliminary analysis of the pulse logbook data collected in 2017 and 2018. *Wageningen Marine Research Report*, C030/19. Wageningen Marine Research: Ijmuiden. 29 pp.^[details]

Rojas-Roma, H. (2016). Trade effects of Brexit for the Netherlands. CPB Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis: [s.l.]. 29 pp.^[details]

Roth, B.; Moeller, D.; Slinde, E. (2004). Ability of electric field strength, frequency, and current duration to stun farmed Atlantic salmon and pollock and relations to observed injuries using sinusoidal and square wave alternating current. *N. Am. J. Aquac.* 66: 208-216.^[details]

Schram, E.; Molenaar, P. (2018). Discards survival probabilities of flatfish and rays in North Sea pulse-trawl fisheries. Wageningen Marine Research Report, C037/18. Wageningen University Research: [s.l.]. 39 pp.[\[details\]](#)

Smaal, A.C.; Brummelhuis, E. (2005). Onderzoek naar mogelijke effecten van de pulskor op bodemdieren. *Rapport Rijksinstituut voor Visserijonderzoek*, C089/05. RIVO Nederlands Instituut voor Visserijonderzoek: Ijmuiden. 15 pp.[\[details\]](#)

Soetaert, M.; Chiers, K.; Duchateau, L.; Polet, H.; Verschueren, B.; Decostere, A. (2015a). Determining the safety range of electrical pulses for two benthic invertebrates: brown shrimp (*Crangon crangon* L.) and ragworm (*Alitta virens* S.). *ICES J. Mar. Sci./J. Cons. int. Explor. Mer* 72(3): 973-980.[\[details\]](#)

Soetaert, M. (2015b). Electrofishing: exploring the safety range of electrical pulses for marine species and its potential for further innovation = Elektrisch vissen: het verkennen van de veilige grenzen van elektrische pulsen voor mariene dieren en zijn potentieel voor verdere innovatie. PhD Thesis. Ghent University: Gent. 279 pp.[\[details\]](#)

Soetaert, M.; Decostere, A.; Polet, H.; Verschueren, B.; Chiers, K. (2015c). Electrotrawling: a promising alternative fishing technique warranting further exploration. *Fish Fish.* 16(1): 104-124.[\[details\]](#)

Soetaert, M.; Lenoir, H.; Verschueren, B. (2016a). Reducing bycatch in beam trawls and electrotrawls with (electrified) benthos release panels. *ICES J. Mar. Sci./J. Cons. int. Explor. Mer* 73(9): 2370-2379.[\[details\]](#)

Soetaert, M.; Verschueren, B.; Chiers, K.; Duchateau, L.; Polet, H.; Decostere, A. (2016b). Laboratory study of the impact of repetitive electrical and mechanical stimulation on brown shrimp *Crangon crangon*. *Marine and Coastal Fisheries* 8(1): 404-411.[\[details\]](#)

Soetaert, M.; Decostere, A.; Verschueren, B.; Saunders, J.; Van Caelenberge, A.; Puvanendran, V.; Mortensen, A.; Duchateau, L.; Polet, H.; Chiers, K. (2016c). Side-effects of electrotrawling: Exploring the safe operating space for Dover sole (*Solea solea* L.) and Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). *Fish. Res.* 177: 95-103.[\[details\]](#)

Soetaert, M.; de Haan, D.; Verschueren, B.; Decostere, A.; Puvanendran, V.; Saunders, J.H.; Polet, H.; Chiers, K. (2016d). Atlantic Cod show a highly variable sensitivity to electric-induced spinal injuries. *Marine and Coastal Fisheries* 8(1): 412-424.[\[details\]](#)

Soetaert, M.; Verschueren, B.; Decostere, A.; Saunders, J.; Polet, H.; Chiers, K. (2018). No injuries in European sea bass tetanized by pulse stimulation used in electrotrawling. *N. Am. J. Fish. Manage.* 38(1): 247-252.[\[details\]](#)

Soetaert, M.; Boute, P.G.; Beaumont, W.R.C. (2019). Guidelines for defining the use of electricity in marine electrotrawling. *ICES J. Mar. Sci./J. Cons. int. Explor. Mer Online first*.[\[details\]](#)

Stappenbeck, F. (2017). Investigation of the reaction of brown shrimp on pulsed electric fields in order to optimise Crangon pulse trawls. MSc Thesis. Rostock University: Rostock. 68 pp.[\[details\]](#)

Steins, N.A.; Smith, S.F.; Strietman, W.J.; Trapman, B.; Kraan, M. (2017). International stakeholder dialogue on pulse fisheries: report of the second dialogue meeting, Amsterdam 20 January 2017. *Wageningen Marine Research Report*, CO16/17. Wageningen University Research: Wageningen. 145 pp.[\[details\]](#)

Stepputtis, D. (Ed.) (2014). Ökologische und ökonomische Untersuchungen zum Nutzen einer Pulsbaumkurre in der deutschen Garnelenfisherei 2014. Thünen-Institut für Ostseefischerei: Rostock. 231 pp.[\[details\]](#)

Stewart, P.A.M. (1971). A review of marine electrical fishing: initial theoretical and experimental considerations in the design of electrified trawls. Marine Laboratory Aberdeen: Aberdeen. 12 pp.[\[details\]](#)

Stewart, P.A.M. (1972a). Reactions of Norway lobsters to electric fields. *Scottish Fisheries Bulletin* 36: 15-17.[\[details\]](#)

Stewart, P.A.M. (1972b). An exploratory investigation into the effects of electric fields on burrowed *Nephrops*. Marine Laboratory Aberdeen: Scotland. 6 pp.[\[details\]](#)

Stewart, P.A.M. (1973). The selection of electrode materials for electrical fishing. *CM Documents - ICES*, C.M. 1973(B:11). International Council for the Exploration of the Sea: Copenhagen. 12 pp.[\[details\]](#)

Stewart, P.A.M. (1974a). The reactions of flat fish in natural conditions to stimulation by pulsed electric fields. Department of Agriculture and Fisheries for Scotland: Aberdeen. 4 + bijlagen pp.[\[details\]](#)

Stewart, P.A.M. (1974b). An investigation into the effects of electric fields on *Nephrops norvegicus*. *ICES J. Mar. Sci./J. Cons. int. Explor. Mer* 35(3): 249-257.[\[details\]](#)

Stewart, P.A.M.; Cameron, G.M. (1974). The safe use by divers of a high current pulse generator in studies of the behaviour of marine fish in electric fields. *J. Cons. - Cons. Int. Explor. Mer* 36(1): 62-70.[\[details\]](#)

Stewart, P.A.M. (1975). Catch selectivity by electrical fishing systems. *J. Cons. - Cons. Int. Explor. Mer* 36(2): 106-109.[\[details\]](#)

Stewart, P.A.M. (1976). Observations on flat fish reactions to a model electrified beam trawl. *CM Documents - ICES*, C.M. 1976(B:41). International Council for the Exploration of the Sea (ICES): Copenhagen. 4 pp.[\[details\]](#)

Stewart, P.A.M. (1977). A study of the response of flatfish (Pleuronectidae) to electrical stimulation. *J. Cons. - Cons. Int. Explor. Mer* 37(2): 123-129.[\[details\]](#)

Stewart, P.A.M. (1990). Electrified barriers for marine fish, in: Cowx, I.G. (Ed.) *Developments in electric fishing*. pp. 243-255.[\[details\]](#)

Stouten, H.; Van Craeynest, K.; Heene, A.; Gellynck, X.; Polet, H. (2007). The effect of fuel price

scenarios on Belgian fishing fleet dynamics. *CM Documents - ICES*, CM 2007(M:04). ICES: Copenhagen. 13 pp.[\[details\]](#)

Sys, K.; Buysse, J.; Van Meensel, J.; Polet, H. (2015). Pulse trawling as an alternative for beam trawling: insights from a spatial-agent based model. *CM Documents - ICES*, 2015/M:02. International Council for the Exploration of the Sea: Copenhagen. 3 pp.[\[details\]](#)

Sys, K.; Poos, J.J.; Van Meensel, J.; Polet, H.; Buysse, J. (2016). Competitive interactions between two fishing fleets in the North Sea. *ICES J. Mar. Sci./J. Cons. int. Explor. Mer* 73(6): 1485-1493.[\[details\]](#)

Taal, K.; Hoefnagel, E. (2010). Pulse trawl on flatfish as an alternative for beam trawl. The economic performance and the environmental impact of the innovative. Pulse trawl in comparison to the conventional Beam trawl. [S.n.]: [s.l.]. 12 pp.[\[details\]](#)

Taal, K.; Klok, A. (2014). Pulswing: ontwikkeling van een vistuig voor platvis waarin pulstechniek met de SumWing is gecombineerd. *LEI Periodiek Rapport*, 2014-039. LEI Wageningen UR: Wageningen. 46 pp.[\[details\]](#)

Teal, L.R.; Depestele, J.; O'Neill, B.; Craeymeersch, J.; van Denderen, D.; Parker, R.; Perdon, J.; Polet, H.; Rasenberg, M.; Vanelslander, B.; Rijnsdorp, A.D. (2014). Effects of beam and pulse trawling on the benthic ecosystem. *IMARES Wageningen Report*, C098/14. IMARES Wageningen UR: IJmuiden. 53 pp. D.[\[details\]](#)

Turenhout, M.N.J.; Taal, C.; Klok, A.J. (2015). Brandstofbesparing 75%: energiebesparing en rendementsverbeteringen aan boord van TX 36 (2.000 pk-kotter). *LEI Nota*, 2015-008. LEI Wageningen UR: Wageningen. 24 pp.[\[details\]](#)

Turenhout, M.; Hamon, K.G. (2015). Vissen in de 12-mijlszone: inzetverandering visserij na introductie puls. *LEI Periodiek Rapport*, 2015-100. LEI Wageningen UR: Wageningen. 15 pp.[\[details\]](#)

Turenhout, M.N.J.; Zaalmlink, B.W.; Strietman, W.J.; Hamon, K.G. (2016a). Pulse fisheries in the Netherlands: Economic and spatial impact study. *IMARES Wageningen Report*, 2016-14. Wageningen Economic Research: Wageningen. ISBN 978-94-6343-011-1. 32 pp.[\[details\]](#)

Turenhout, M.; Hamon, K.G.; Van Oostenbrugge, H.; Mol, A.; Klok, A. (2016b). Emissie Nederlandse visserij: indicatoren brandstofverbruik voor broeikasgasemissieberekening. Wageningen Economic Research: Wageningen. 14 pp.[\[details\]](#)

Uhlmann, S.; Theunynck, R.; Ampe, B.; Desender, M.; Soetaert, M.; Depestele, J. (2016). Injury, reflex impairment, and survival of beam-trawled flatfish. *ICES J. Mar. Sci./J. Cons. int. Explor. Mer* 73(4): 1244-1254.[\[details\]](#)

Van Bogaert, T.; Platteau, J. (Ed.) (2018). Uitdagingen voor de Vlaamse visserij. Visserijrapport 2018. Departement Landbouw en Visserij: Brussel. 65 + bijl. pp.[\[details\]](#)

Van Craeynest, K. (2009). ADVIS - Alternatieven voor de Boomkorvisserij Begeleiding en Advies - Eindrapport. ILVO: Oostende. 33 + bijlage pp.[\[details\]](#)

Vanden Broucke, G. (1973). Further investigations on electrical fishing. *CM Documents - ICES*, C.M. 1973(B:14). International Council for the Exploration of the Sea: Copenhagen. 4 + figures pp.^[details]

Vanden Broucke, G.; Van Hee, J. (1976). Ontwerp van rapport: electro-visserij op tong. Fisheries Research Station: Ostend. 11 pp.^[details]

Vanden Broucke, G.; Van Hee, J. (1977). Vorderingsverslag over de electrovisserij op tong en garnalen. Doc. 77/43. Rijksstation voor Zeevisserij: Oostende. 14 pp.^[details]

van der Reijden, K.J.; Molenaar, P.; Chen, C.; Uhlmann, S.S.; Goudswaard, P.C.; van Marlen, B. (2017). Survival of undersized plaice (*Pleuronectes platessa*), sole (*Solea solea*), and dab (*Limanda limanda*) in North Sea pulse-trawl fisheries. *ICES J. Mar. Sci./J. Cons. int. Explor. Mer* 74(6): 1672-1680.^[details]

van Hal, R.; Machiels, M.A.M. (2017). Monitoring cod catches of the Dutch demersal fleet in 2016. *Wageningen Marine Research Report*, C056/17. Wageningen Marine Research: Wageningen. 29 pp.^[details]

van Marlen, B. (1997). Alternative stimulation in fisheries: Final Report for the period 1.09.1994 - 31.12.1996. European Commission: [s.l.]. 21 pp.^[details]

van Marlen, B.; van de Vis, H.; de Haan, D.; Burggraaf, D.; van der Heul, J.W.; Terlouw, A. (2007). The effect of pulse stimulation on biota - research in relation to ICES advice - progress report with preliminary results. *IMARES Wageningen Report*, C098/07. IMARES Wageningen UR: Wageningen. 24 pp.^[details]

van Marlen, B.; de Haan, D.; van Gool, A.; Burggraaf, D. (2009). The effect of pulse stimulation on marine biota - research in relation to ICES advice - progress report on the effects on benthic invertebrates. *IMARES Wageningen Report*, C103/09. IMARES Wageningen UR: Wageningen. 53 pp.^[details]

van Marlen, B.; Wiegerinck, J.A.M.; van Os-Koomen, E.; van Barneveld, E.; Bol, R.A.; Groeneveld, K.; Nijman, R.R.; Buyvoets, E.; Vandenberghe, C.; Vanhalst, K. (2011). Vangstvergelijking tussen pulskorschepen en een conventioneel boomkor-vaartuig. *IMARES Wageningen Report*, C122a/11. IMARES Wageningen UR: IJmuiden. 38 + bijlagen pp.^[details]

van Marlen, B.; Wiegerinck, J.A.M.; van Os-Koomen, E.; van Barneveld, E. (2014). Catch comparison of flatfish pulse trawls and a tickler chain beam trawl. *Fish. Res.* 151: 57-69.^[details]

Van Oostenbrugge, H.; Mol, A.; Klok, A.; op de Weegh, J.; Hoekstra, G. (2018). Economische aspecten pulsvisserij. Wageningen University Research: Wageningen. 3 pp.^[details]

Velghe, M.; Scherrens, N. (2019). De Belgische zeevisserij 2017: Aanvoer en besomming: Vloot, quota, vangsten, visserijmethoden en activiteit. De Belgische zeevisserij: aanvoer en besomming. Departement Landbouw en Visserij: Brussel. 121 pp.^[details]

Vercauteren, M.; De Swaef, E.; Declercq, A.; Bosseler, L.; Gulla, S.; Balboa, S.; Romalde, J.L.;

- Devriese, L.; Polet, H.; Boyen, F.; Chiers, K.; Decostere, A.; Devriese, L. (2018). First isolation of *Vibrio tapetis* and an atypical strain of *Aeromonas salmonicida* from skin ulcerations in common dab (*Limanda limanda*) in the North Sea. *J. Fish Dis.* 41(2): 329-335. [\[details\]](#)
- Vercauteren, M.; De Swaef, E.; Declercq, A.M.; Polet, H.; Aerts, J.; Ampe, B.; Romalde, J.L.; Haesebrouck, F.; Devriese, L.; Decostere, A.; Chiers, K.; Aerts, J. (2019). Scrutinizing the triad of *Vibrio tapetis*, the skin barrier and pigmentation as determining factors in the development of skin ulcerations in wild common dab (*Limanda limanda*). *Vet. Res.* 50(1): 41. [\[details\]](#)
- Verhaeghe, D.; Delbare, D.; Polet, H. (2011). Haalbaarheidsstudie: Passieve visserij en maricultuur binnen de Vlaamse windmolenparken? Eindrapport MARIPAS. *ILVO Mededeling*, 99. ILVO Visserij: Oostende. 136 pp. [\[details\]](#)
- Verschueren, B.; Polet, H. (2009). Research summary on HOVERCRAN Hovering Pulse Trawl for a Selective Crangon Fishery. ILVO Visserij: Oostende. 12 pp. [\[details\]](#)
- Verschueren, B.; Vanellander, B.; Polet, H. (2012). Verduurzaming van de garnalenvisserij met de garnalenspuls: eindrapport. *ILVO Mededeling*, 116. Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek: Merelbeke. 84 + bijlagen pp. [\[details\]](#)
- Verschueren, B.; Lenoir, H.; Vanellander, B.; Vandamme, L. (2014). Evaluatie van een seizoen pulsvisserij op garnaal met HA 31. *ILVO Mededeling*, 157. Instituut voor Landbouw-, Visserij- en Voedingsonderzoek: Oostende. 104 pp. [\[details\]](#)
- Verschueren, B.; Lenoir, H. (2016). De pulsvisserij op garnalen: Vergelijking met een klassiek vistuigdecember 2015. *ILVO Mededeling*, 211. Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek: Merelbeke. 44 pp. [\[details\]](#)
- Verschueren, B.; Lenoir, H.; Soetaert, M.; Polet, H. (2019). Revealing the by-catch reducing potential of pulse trawls in the brown shrimp (*Crangon crangon*) fishery. *Fish. Res.* 211: 191-203. [\[details\]](#)
- Woolmer, A.; Maxwell, E.; Lart, W. (2011). Effects of electrofishing for *Ensis* spp. on benthic macrofauna, epifauna and fish species. *Seafish*: [s.l.]. ISBN 978-1-906634-58-2. [\[details\]](#)
- Yu, C.; Chen, Z.; Chen, L.S.; He, P. (2007). The rise and fall of electrical beam trawling for shrimp in the East China Sea: technology, fishery, and conservation implications. *ICES J. Mar. Sci./J. Cons. int. Explor. Mer* 64(8): 1592-1597. [\[details\]](#)
- Zaalmink, W.; Hoekstra, G.; Mol, A.; Strietman, W.J. (2018). Sociaal-economische gevolgen van een totaal verbod van pulsvisserij voor de Nederlandse visserijsector. Wageningen Economic Research: Wageningen. 32 + bijlagen pp. [\[details\]](#)