

Update kennisontwikkeling effecten boomkor(puls)visserij



Zwanette Jager (ZiltWater Advies)
In opdracht van Nederlandse Visserijbond en Visned
15-10-15 21:31

Inhoudsopgave

1	INLEIDING EN WERKWIJZE	3
2	BELEIDSWIJZIGINGEN	3
2.1	AANPASSING PROFIELDOCUMENT HABITAT H1110B	3
2.2	INVOERING AANLANDPLICHT	3
3	BODEMBEROERING	4
3.1	WAT ZEGT DE PB	4
3.2	KENNISUPDATE	5
4	SCHADE AAN VISSSEN EN BODEMORGANISMEN	6
4.1	WAT ZEGT DE PB	6
4.2	KENNISUPDATE	7
4.2.1	OVERLEVING NA TERUGGOOI	7
4.2.2	SCHADE AAN SCHAR	7
4.2.3	SCHADE AAN KABELJAUW EN WIJTING	8
4.2.4	SCHADE AAN HAAIEN EN ROGGEN	8
4.2.5	SCHADE AAN BENTHISCHE SOORTEN	9
5	RESUSPENSIE VAN HET SEDIMENT	9
5.1	WAT ZEGT DE PB	9
5.2	KENNISUPDATE	9
6	VANGST VAN DOELSOORTEN EN BIJVANGST	9
6.1	WAT ZEGT DE PB	9
6.2	KENNISUPDATE	12
7	TOXISCHE STOFFEN	12
7.1	WAT ZEGT DE PB	12
7.2	KENNISUPDATE	12
8	KENNISLEEMTES	13
9	DISCUSSIE EN CONCLUSIES	14

1 Inleiding en Werkwijze

Het voorliggende document is opgesteld op verzoek van de Nederlandse Visserijbond en Visned en is bedoeld als achtergronddocument bij de aanvraag voor verlenging (tot 01-01-2018) van de Nb-wetvergunning voor de Nederlandse boomkorvisserij op de Noordzee. De verlengingsaanvraag betreft de boomkorvisserij met wekkerkettingen en de pulsvisserij als verbijzondering daarvan. Deels gaat het om voortzetting van de boomkorvisserij, zoals beschreven en beoordeeld in de PB van 2011. Anderzijds omvat het een mogelijk toegenomen inzet van de boomkorpuls sinds 2011.

De grijze en wetenschappelijke literatuur is doorzocht om de laatste stand van de wetenschappelijke kennis en inzichten met betrekking tot de effecten van de boomkor(puls) te kunnen beoordelen. Daarbij gaat het specifiek om de wetenschappelijke resultaten die sinds 2011, de datum van de laatste Passende Beoordeling, zijn verschenen en om de vraag of daaruit wezenlijk andere inzichten naar voren zijn gekomen die met de kennis van nu tot een andere effectbeoordeling zouden kunnen leiden.

Een uitgebreid overzicht van onderzoeken en rapporten met betrekking tot de pulsvisserij werd gevonden op de website www.pulsefishing.eu. Daarnaast werd gebruik gemaakt van een overzicht van onderzoeksresultaten en kennisleemtes door Quirijns et al. (2013), en een update daarvan (in het Engels) in Quirijns et al. (2015). De onderzoeken, beschreven in bovengenoemde publicaties, zijn veelal gebaseerd op laboratoriumexperimenten, veldexperimenten of modelstudies. Daarnaast zijn de nodige monitoringonderzoeken uitgevoerd, deels door self-sampling van de vissers en deels door waarnemersreizen aan boord van commerciële schepen.

Per onderwerp of thema zijn de relevante tekstpassages in de Passende Beoordeling (Deerenberg & Heinis, 2011) opgezocht ("wat zegt de PB") en is de actuele stand van kennis ("kennisupdate") vermeld. Uit de vergelijking van beide moet duidelijk worden of de PB van 2011 nog steeds geldigheid heeft of dat de nieuwe inzichten leiden tot een andere beoordeling van de visserijeffecten.

2 Beleidswijzigingen

2.1 Aanpassing profielfdocument Habitat H1110b

In 2010 is er binnen het kader van Natura 2000 een wijzigingsbesluit voor de Noordzeekustzone geweest, waarbij de instandhoudingsdoelstelling is aangescherpt van "behoud" naar "verbetering" van de habitatkwaliteit. Deze aangescherpte doelstelling is reeds beoordeeld in de PB van 2011.

In 2014 is er bovendien een aanpassing geweest van het profielfdocument van H1110b (<http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/documenten>), waarbij enkele kwaliteitsbepalende soorten zijn vervangen door andere. Deze aanpassingen zijn detailverschillen.

2.2 Invoering aanlandplicht

Er wordt gewerkt aan een verplichte aanlanding van alle vangst van gequoteerde vissoorten, inclusief bijvangst en discards van ondermaatse vis die nu nog overboord moet worden gezet. De aanlandplicht is bedoeld om de visserijsector verder te verduurzamen en verspilling te voorkomen. De aangelande ondermaatse vis wordt in mindering gebracht op het beschikbare quotum zodat vissers gestimuleerd worden om ongewenste bijvangsten tot een minimum te beperken.

De aanlandplicht voor demersale visserij wordt gefaseerd ingevoerd in de jaren 2016 t/m 2018. Nederland zet zich er voor in om voor schol als bijvangst in de tongvisserij en de kreeftjesvisserij de aanlandplicht uit te stellen tot 2018, maar voor gerichte scholvisserij met grote mazen (twinrig) geldt de aanlandplicht dan wel vanaf 1 januari 2016 (bron: www.rijksoverheid.nl).

Tot 2019 is er dus sprake van een overgangssituatie waarbij de aanlandplicht geleidelijk wordt uitgebreid en nog niet volledig geldt voor de boomkor(puls)visserij.

Het pulstuig is in enkele onderzoeken naar voren gekomen als oplossing voor de grote hoeveelheid discards in vergelijking met de traditionele boomkor (Van Marlen et al. 2014, Soetaert et al. 2015). Het demersale zelfbemonsteringsprogramma laat echter zien dat van sommige soorten de discardhoeveelheden worden verlaagd met pulsvisserij, terwijl ze van sommige andere soorten (tong, wijting, tongschar) juist iets toenemen (Goudswaard et al. 2015). Het is op voorhand niet te voorspellen hoe de visserij zal veranderen in reactie op de invoering van de aanlandplicht. Er ligt grote druk op het selectiever maken van het vistuig, waardoor de hoeveelheid discards kan verminderen.

3 Bodemberoering

3.1 Wat zegt de PB

4.3.1 Bodemdynamiek

Boomkor met wekkerkettingen – De bodemdynamiek als gevolg van boomkorvisserij is van een andere orde dan de natuurlijke bodemdynamiek die in natuurlijke omstandigheden kan oplopen tot waarden van maximaal 8-15 N/m². De passage van een boomkornet met wekkerkettingen levert volgens een indicatieve schatting een bodemschuifspanning van 500-2000 N/m² (zie bijlage 2 van de PB voor een onderbouwing). De boomkorvisserij oefent dus op het moment van de passage van het boomkornet met de wekkerkettingen een veel grotere schuifspanning op de bodem uit dan een storm. Hoewel deze waarden veel hoger zijn dan de maximale, van nature optredende waarden, kan de aard van de natuurlijke schuifspanning op de bodem niet goed worden vergeleken met de aard van de schuifspanning op de bodem als gevolg van de passages van een boomkor met wekkerkettingen. Als gevolg van de natuurlijke schuifspanningen is een groot deel van de bodem in kustgebieden voortdurend of regelmatig in beweging. Variaties in de bodemschuifspanning, bodemsamenstelling en bodemligging leiden ertoe dat op relatief hoogdynamische locaties materiaal erodeert en op andere, luwere locaties materiaal sedimenteert. Op dit natuurlijke proces van sedimentatie en erosie heeft de boomkorvisserij nauwelijks invloed. De aantasting van de bodem is daarvoor, ook bij relatief hoge visserij frequenties te incidenteel, kortdurend en lokaal. Wel laten de gewichten en wekkerkettingen die over de bodem worden gesleept bij iedere passage plaatselijke vervormingen achter in wat overwegend zandgrond is. Eventueel aanwezige fysieke structuren zoals zand-, stroom- en golfribbels zouden daardoor kunnen worden aangetast. Het is echter de vraag of boomkorvissers op locaties waar deze structuren voorkomen vissen, aangezien dit locaties zijn met relatief hoge bodemschuifspanningen. Uit de analyse van de kenmerken van de vislocaties blijkt dat vissers een voorkeur hebben voor locaties met relatief laagdynamische omstandigheden.

Pulstuigen – Bij gebruik van vistuigen zonder kettingen (pulstuigen) dringt het tuig niet in de bodem, maar wordt de zeebodem op zijn hoogst geraakt. De met de passage van deze tuigen samenhangende bodemschuifspanning is daarom veel geringer dan na passage van de boomkor met wekkerkettingen. Op een met de schattingen voor de passage met een boomkor met wekkerkettingen vergelijkbare wijze (zie hiervoor en PB bijlage 2) is geschat hoe groot de krachten op de bodem zijn die met de passage van alternatieve tuigen gepaard gaan. Uit deze indicatieve schattingen blijkt dat gebruik van een pulstuig in plaats van wekkerkettingen tot een reductie van ongeveer 75% leidt. Als het pulstuig wordt gecombineerd met een Sumwing loopt dit op tot 97% (zie bijlage 2 voor details van de berekening). Bijlage 2 van de PB bevat modelberekeningen en gedetailleerde effectschattingen.

4.3.2 Biogene structuren

Boomkor met wekkerkettingen – Een boomkor met wekkerkettingen woelt een zandige bodem tot op 3-8 cm diepte om (Lindeboom & De Groot 1998) en verwijdert, beschadigt of vernietigt zowel de fysieke als de biogene structuren in het sediment. Dit leidt tot een verminderde variatie en complexiteit van het habitat (de oppervlakte van de zeebodem) en in het zachte zandige sediment ook tot verlies van de interne structuur (Schwinghamer e.a. 1996) en dus tot een verminderde beschikbaarheid van geschikt habitat voor benthische soorten die hun niche vinden in deze structuren. In zandige bodems komen gebieden voor met hoge dichtheden ('riffen') van de structuur-

vormende schelpkokerworm *Lanice conchilega*. Deze 'riffen' van schelpkokerwormen creëren een heterogeen habitat dat een aantrekkelijke niche vormt voor bepaalde soorten en daarmee de biodiversiteit van het gebied verhogen (Dittmann 1999, Zühlke 2001, Ager 2002). Bevissing met een boomkor heeft een negatief effect op twee aan deze 'riffen' geassocieerde soorten, *Urothoe poseidonis* (bulldozerkreeftje), *Eumida sanguinea* (een borstelworm; Rabaut e.a. 2008). *U. poseidonis* is een van de typische soorten van habitatype H1110B.

Pulstuigen – Geen effecten bekend (niet specifiek onderzocht). Vooral door het ontbreken van wekkerkettingen is de penetratie van en de druk op de zeebodem minder tot afwezig, waardoor ook navenant kleinere effecten op de structuur van de zeebodem kunnen worden verwacht. Mede vanwege de druk en de wrijving van een (vol) net zullen de effecten op de structuur van de zeebodem bij bevissing met pulstuigen niet nul zijn.

3.2 Kennisupdate

Het Europese BENTHIS project toont aan dat de penetratiediepte van een pulstuig (DELMECO) minder is dan van een boomkortuig (Teal et al. 2014, Depestele et al. 2015).

Na eenmalige passage van een boomkor met wekkerketting waren de trawlsproen 8.8 - 28.5 mm diep (dit zijn de sporen van de grondpees en kettingen, niet van de sloffen). Er is een duidelijk verschil in trawlsproediepte na enkelvoudige of meervoudige trawlpassage. M.a.w. als een trawl meerdere keren door de bodem is getrokken ontstaat er veel meer reliëf in de zeebodem. Depestele et al. (2015) kwantificeren tevens de tijd dat trawlsproen op de zeebodem zichtbaar blijven.

Op basis van veldmetingen zijn door Depestele et al. (2015) penetratiedieptes gemodelleerd, met erg goede overeenkomst van de modelvoorspellingen met de meetgegevens. Daaruit blijkt dat de verschillende onderdelen van een vistuig verschillende penetratiedieptes kennen. De elektroden dringen ongeveer half zo diep in de bodem als de wekkerkettingen, maar de sloffen van de pulskor dringen juist veel dieper in de bodem dan die van de boomkor. Hierdoor wordt vergelijking van tuigconfiguraties bemoeilijkt.

De (gemodelleerde) verschillen in penetratiediepte zijn in de orde van mm (zie 'Table 3').

Table 3. Modelled penetration depths of individual gear components in contact with the seabed: tickler-chain and pulse trawl.

Gear component	Depth of penetration (mm)
Tickler-chain trawl	
Tickler chain 28 mm	9
Tickler chain 16 mm	7
Tickler chain 11 mm	2
Trawl shoe	8
Pulse trawl	
Electrodes	5
Groundgear (parallel rubber discs)	3.5
Groundgear (perpendicular rubber discs)	3.5
Trawl shoe	60

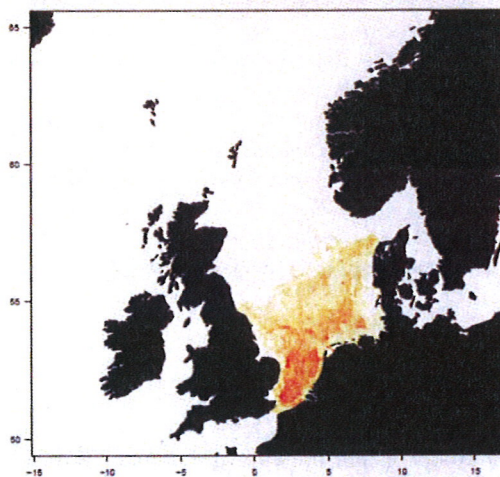
Bron: Depestele et al. (2015).

Het model voorspelt dat de totale bodemimpact van een pulstuig geringer is dan van een boomkor met wekkerkettingen. Zowel type vistuig als trawlintensiteit spelen een rol in het bepalen van de impact op de zeebodem en verdienen aandacht in toekomstige onderzoeken (Depestele et al. 2015). De DELMECO pulstrawl heeft iets meer bodemcontact dan de HFK pulswing (Soetaert et al. 2013).

Het BENTHIS project ontwikkelt een model dat het mogelijk maakt om de impact van vistuigen op het ecosysteem en in de bodem te berekenen, gebaseerd op het aantal schepen, de geografische verspreiding van schepen en de gebruikte vistuigen; resultaten worden verwacht in 2017.

De geografische verspreiding van de gemiddelde jaarlijkse trawlintensiteit in de periode 2010-2012, als indicatie voor visserijdruk, van de bodemtrawlvisserij is afgebeeld in onderstaande Figuur 1 (Nielsen et al. 2014). De boomkor is verantwoordelijk voor in totaal 13% van de beroerde oppervlakte in de Noordzee, vergeleken met andere actieve (ottertrawl, twinrig, dreg, flyshooting) en passieve vistuigen (Nielsen et al. 2014). De boomkorvisserij vindt vooral plaats op sublitoraal zand, 'mud' en 'coarse' sediment. Een voorlopige analyse suggereert dat pulstrawlers verschillen van boomkor-met-wekkerketting in de keuze van visgronden, waarbij pulstrawlers iets meer vissen in sublitoraal 'coarse' sediment (Nielsen et al., 2014).

De introductie van de pulstechniek in de eurokottervloot laat tot nu toe geen toename van de visserijdruk op platvis binnen de 12-mijlszone zien (Turenhout & Hamon, 2015).



Figuur 1. gemiddelde jaarlijkse trawlintensiteit in de periode 2010-2012 van de bodemtrawlvisserij (Nielsen et al. 2014).

Onderzoek door Van Denderen et al. (2015) bevestigde de hypothese dat bodemtrawling en schuifspanning vergelijkbare effecten hebben op de samenstelling en functie van de benthische gemeenschap. Er werden geen effecten van trawl-verstoring gevonden in gebieden onderhevig aan hoge natuurlijke schuifspanning, terwijl in drie van vijf gebieden met meer stabiele natuurlijke condities duidelijke veranderingen werden geobserveerd in de 'trait composition' van de bodemdiergemeenschap in relatie tot de trawlintensiteit. In deze gebieden leidt trawling tot reacties in de bodemdiergemeenschap die vergelijkbaar zijn met die in gebieden met van nature hoge verstoring. Beide verstoringbronnen veroorzaken een afname in langlevende, 'hard-bodied' en 'suspension-feeding' bodemdieren en een dominantie van kleine 'deposit-feeders' of mobiele aaseters en predatoren. Tezamen leveren deze waarnemingen sterk bewijs voor een overeenkomstige toestand van de bodemgemeenschap, hetzij veroorzaakt door trawling of door natuurlijke verstoring (Van Denderen 2015, Chapter 7).

4 Schade aan vissen en bodemorganismen

4.1 Wat zegt de PB

4.3.3 Schade aan vissen en bodemorganismen

Boomkor met wekkerkettingen – De grootte van het schade-effect is afhankelijk van de hoeveelheid wekkerkettingen, de soortengroep (taxon) en het habitat. Sterfte na ontsnapping door een net was laag voor kabeljauwachtigen (<3 tot <15%) en platvissen (<10%; review in Suuronen 2005).

Epibenthische tweekleppigen en soorten met een exoskelet zijn in het bijzonder gevoelig voor schade en sterfte door bevissing door een boomkor met wekkerkettingen. Directe sterfte varieerde van 5-40% voor een aantal soorten slakken, zeesterren, kleine en middelgrote kreeftachtigen en ringwormen. Voor tweekleppigen varieerde de directe sterfte 20-65% (Bergman & Van Santbrink 2000).

Pulstuigen – In 2000 is onderzoek uitgevoerd in het visspoor van het toen beschikbare 7m pulstuig met een serie parallelle elektroden (Van Marlen e.a. 2001, Keegan e.a. 2002). De directe sterfte van benthos in het visspoor bleek lager dan na bevissing met een conventioneel boomkortuig. De veldsterkte van dit prototype was ca. 700V, dat van latere prototypes – veel – lager (Van Stralen 2005). De effecten van bevissing met een pulstuig op het benthos zijn ook onderzocht middels experimentele blootstelling van een aantal benthossoorten aan een elektrische puls. Experimentele blootstelling resulteerde tijdens een vroege studie wel in gedragseffecten tijdens de blootstelling (kreeftachtigen – verstijving, schelpdieren – sluiten van of terugtrekken in de schelp), maar niet in een verandering van de overleving (Smaal & Brummelhuys 2005). In een latere, geëvolueerde studie resulteerde blootstelling in een lagere overleving van 3-7% voor o.a. *Ensis directus* (Amerikaanse zwaardschede), *Nereis virens* (zager) en *Carcinus maenas* (strandkrab), en één soort (*C. maenas*) had ook een lagere (ca. -12%) voedselopname. Voor enkele andere geteste soorten, o.a. *Spisula subtruncata* (halfgeknotte strandschelp, typische soort van habitatype H1110B) werd geen effect waargenomen op overleving of gedrag (Van Marlen e.a. 2009). De effecten van de resterende bodembewerking (minder dan van een boomkor met wekkerkettingen, maar niet nul) zijn niet onderzocht.

4.2 Kennisupdate

4.2.1 Overleving na teruggooi

De korte-termijn overleving van vis, gevangen in een 4 m-boomkor (Eurokotter) werd onderzocht door de sterfte na vangst te meten in 'tank-held' organismen. Bij roggen stelden Depestele et al. (2014) 72% kans op overleving vast na 80 uur observatie. Bij kabeljauw was dat 66% na 88 uur, bij schol 48% na 77 uur en bij tong slechts 14% na 91 uur. Wijting en bolken overleefden het vangstproces niet of nauwelijks. Van de schaal- en schelpdieren overleeft 75% na 72 uur. De overleving van kabeljauw was hoger dan verwacht op basis van eerdere studie (Lindeboom & De Groot 1998). Dit komt mogelijk doordat de kabeljauwen op geringe diepte waren gevangen, waardoor minder barotrauma wordt opgelopen dan bij vangst op grotere diepte.

Het dode deel van de teruggooifracie dat niet wordt opgegeten door zeevogels zinkt uiteindelijk naar de bodem van de zee. Daar wordt het materiaal opgenomen in het voedselweb van aasetende zeedieren zoals zwemkrabben, garnalen en zeesterren (<http://www.vilt.be/ook-minder-gewenste-effecten-van-aanlandingsplicht-vis>). De resultaten van de studie van Depestele et al. (2014) wijzen op een hoge variabiliteit in de overleving van discards tussen soorten en benadrukken dat fysieke verwondingen op zichzelf een beperkte benadering geven voor de overleving van discards in de 4 m-boomkor (Eurokotter) en dat kleine vissen een beperkte kans hebben om discarding te overleven.

4.2.2 Schade aan schar

In een recent laboratoriumexperiment (De Haan et al. 2014) werden twee groepen van 51 scharren blootgesteld aan pulsen zoals toegepast in de Nederlandse vloot (Delmeco, HFK) en daarnaast was er een controlegroep met dezelfde behandeling maar dan zonder puls.

Twee scharren gingen dood na de behandeling, maar met onduidelijk verband met de blootstelling aan puls. Alle groepen schar in het experiment (zowel de blootgestelde als de controle) hadden externe en interne verwondingen, zonder duidelijke verschillen tussen groepen (dus geen specifiek effect van puls). Ongeveer 12% van de schar had een Glugea-infectie in de darm, en één schar had een bacteriële infectie met *Vibrio anguillarum*. De vissen hadden geen laesies.

Blijkbaar verkeerden de onderzochte scharren in een minder goede conditie, door welke oorzaken dan ook.

Sinds 2011 is in monitoringdata een sterke toename geconstateerd van de incidentie van huidzweren bij scharren (*Limanda limanda*) langs de Belgische kust (Devriese et al. 2015). Langs de Nederlandse kust is geen toename gevonden. Er was geen verband met de pulsvisserij aantoonbaar. Ook was er geografisch gezien slechts een gedeeltelijke overlap van de pulsvisserij met het gebied waar de effecten werden gevonden.

Een primair effect van puls op het ontstaan van huidzweren (bijvoorbeeld veroorzaakte brandwonden door de pulsblootstelling) is onwaarschijnlijk, op basis van de kennis die is opgedaan in laboratoriumexperimenten. Een secundair of faciliterend effect van de pulsvisserij is echter niet uit te sluiten (maar ook niet aantoonbaar). De effecten van herhaalde blootstelling en de conditie van de vis zijn namelijk onbekend.

4.2.3 Schade aan kabeljauw en wijting

Het meest opvallende effect waar onderzoek naar is verricht zijn studies naar kabeljauw en wijting en het risico op ruggengraat- en wervelfracturen in vooral grotere kabeljauw.

De eerste onderzoeken van IMARES toonden aan dat ongeveer 10% van de kabeljauw en 2% van de wijting fracturen aan de wervelkolom opliepen door blootstelling aan elektriciteit en de daardoor veroorzaakte sterke spiercontracties (De Haan et al., 2009a en 2011). In een herhaling van de IMARES studie door ILVO, maar dan in een homogeen veld, werden geen verwondingen aangetoond (De Haan et al. 2013).

Vanwege de eerdere tegenstrijdige uitkomsten is in oktober 2013 een herhaling van het experiment uitgevoerd door IMARES en ILVO gezamenlijk, waarbij een gering aantal verwondingen aan kabeljauw werd vastgesteld (De Haan et al. 2013). Van de 83 blootgestelde kabeljauwen waren er 5 verwond ('vertebral injuries'); daarvan 1 van 53 (2%) door blootstelling aan 60 V (Delmeco) en 4 van 30 (13%) door blootstelling aan 120 V (ELPG).

In de verschillende experimenten werd een wisselend schadepercentage geconstateerd, onder andere afhankelijk van de lengte en conditie van de vis, de afstand tot de elektroden en de sterkte van het elektrisch veld. Men veronderstelt dat de conditie van de kabeljauw (spieren, minerale samenstelling) hierbij eveneens een rol speelt. Als mogelijke verklaring voor de gevonden verschillen in de verschillende labexperimenten suggereren De Haan et al. (2013) de (kweek)herkomst van de kabeljauw, waardoor de mineralisatie (sterkte) van de wervelkolom tussen proefdieren kan verschillen.

Ook gaf de laatste studie aanwijzingen dat de puls-vorm van invloed is op het letsel, waarbij een 'rectangular pulse shape' mogelijk een lagere impact heeft dan een 'pulse shape with an inductive front slope'. Vanwege de lage aantallen vis in het experiment kan dit niet statistisch worden onderbouwd (De Haan et al. 2013).

4.2.4 Schade aan haaien en roggen

Haaïen en roggen hebben gevoelige electro-receptor organen om elektrische velden te kunnen waarnemen. Dit helpt bij het opsporen van hun prooi, die een zwak elektrisch veld produceert (spiercontracties). Het electro-receptor systeem kan verstoord raken wanneer de vis in een elektrisch veld van een pulswaai belandt.

In een laboratoriumexperiment (De Haan et al. 2009b) is onderzocht wat de effecten van elektrische puls op hondshaai (*Scyliorhinus canicula*) zijn. Er was geen sprake van sterfte. De haai vertoonde fysieke en gedragsreacties op de puls (spiercontracties en zwemmen naar het oppervlak) in nabijheid van de elektroden. Het visgedrag en de voedselopname waren ook na de testen in zekere mate beïnvloed. De ei-productie werd gedurende 9 maanden gemonitord bij de proefdieren in het lab; de blootgestelde haaien produceerden eieren (5-39 per groep), hoewel de controle groep (niet aan puls blootgesteld) juist geen eieren produceerde.

In deze studie is niet onderzocht of de electro-receptor organen na blootstelling nog functioneerden, maar die vraag is nader onderzocht door Desender (PhD-onderzoek, resultaten verwacht eind 2015).

4.2.5 Schade aan benthische soorten

Eerder werden de effecten van puls op 6 benthische soorten onderzocht (Van Marlen et al. 2009): *Nereis virens*, *Palaemon serratus*, *Spisula subtruncata*, *Carcinus maenas*, *Asterias rubens*, *Ensis directus*. De uitkomsten van deze studie zijn reeds in beschouwing genomen in de Passende Beoordeling 2011.

In 2014 zijn de effecten van elektrische puls op garnaal (*Crangon crangon*; n=1730) en zager (*Alitta* (voorheen *Nereis*) *virens*; n=616 gekweekte) onderzocht door Soetaert et al. (2014) in een laboratoriumexperiment. Beide soorten werden blootgesteld aan een homogeen veld tussen plaat Electroden van een garnalenpuls en een tongpuls, en aan niet-commerciële pulsen met aangepaste pulsinstellingen: frequentie (5–200 Hz), elektrische veldsterkte (150–200 V m⁻¹), pulspolariteit, pulsform, pulsduur (0.25–1 ms), en blootstellingsduur (1–5 s).

Bijna alle garnalen reageren met een tail flip reactie bij blootstelling aan elektrische puls, afhankelijk van de pulsfrequentie: bij frequenties tot 5 Hz een ritmische contractie bij elke puls, boven de 60 Hz: één sterke contractie (overstimulering van de spier, leidend tot kramp) waardoor de garnaal 10-15 cm uit het sediment springt.

Bij de hogere frequenties houdt de kramp aan zolang de blootstelling duurt; de garnaal zakt na 1-1.5 seconden op de kop terug naar de bodem. Binnen 0.25 s na blootstelling vertoonden alle garnalen een flip-tail vluchtreactie, die langer duurt na een hogere blootstelling. Na enkele seconden graven de garnalen zich weer in.

De wormen vertoonden een wriemelende ('squirming') reactie onafhankelijk van de frequentie. Er was geen significante toename van sterfte of verwondingen aan garnalen of wormen in het experiment. Wel was er een toename van de infectiegraad van garnalen, met een intranucleair baculoform virus, na blootstelling aan het sterkste elektrische veld. Het virus veroorzaakt sterfte bij de garnaal, vooral wanneer de dieren blootstaan aan stress. Indirecte effecten werden in deze studie niet onderzocht.

5 Resuspensie van het sediment

5.1 Wat zegt de PB

4.3.4 Resuspensie van het sediment

Boomkor met wekkerkettingen en pulstuigen – Er zijn geen waarnemingen gedaan aan de resuspensie en redispositie van sediment na bevissing. De met resuspensie en redispositie samenhangende mogelijke effecten zijn op de bodemfauna zijn ten opzichte van de andere mogelijke effecten echter klein, maar niet uit te sluiten.

5.2 Kennisupdate

Aanvullende resultaten (uit het BENTHIS project) lieten zien dat de pulskor en conventionele boomkor (met wekkerkettingen) niet significant verschilden in de hoeveelheid sediment die werd opgewoeld in het spoor van het vistuig, hoewel de totale concentratie van geresuspendeerde deeltjes iets hoger was bij de pulskor, op 25 en 45 m achter de boom (Teal et al. 2014, Depestele et al. 2015).

6 Vangst van doelsoorten en bijvangst

6.1 Wat zegt de PB

4.4.1 Vangst van doelsoorten en marktwaardige bijvangst

Boomkor met wekkerkettingen – In relatie tot het aspect 'vangst van doelsoorten en marktwaardige bijvangst' verschilt het effect van de boomkorvisserij met wekkerkettingen op de samenstelling van

de visgemeenschap niet wezenlijk van dat van andere visserijmethoden, waarbij op grote schaal de grotere exemplaren van doelsoorten uit het systeem worden verwijderd.

Pulstuigen – Vergelijkingen van de vangsten van een pulstuig met die van een boomkor met wekkerkettingen leverde uiteenlopende resultaten op voor marktwaardige tong en een afname van de vangst van marktwaardige schol. Rekening houdend met de vergelijkbaarheid van de tuigen binnen de studies wordt met het pulstuig ruwweg meer marktwaardige tong en minder marktwaardige schol gevangen (Van Marlen e.a. 2001, 2005, 2006, Steenbergen & Van Marlen 2009; zie Tabel 4.1).

Tabel 4-1 Vergelijking vangsten en bijvangsten (gewicht) van een pulstuig ten opzichte van een boomkor met wekkerkettingen

(bij-)Vangstcategorie	experimentele vergelijking		vergelijking van commerciële schepen	
	Van Marlen e.a. 2001	Van Marlen e.a. 2005	Steenbergen & Van Marlen 2009	Van Marlen e.a. 2006
marktwaardige tong	geen verschil	+22%	+91%	-22%
marktwaardige schol	-45%	-17%	-77%	-36%

4.4.2 Bijvangst

Boomkor met wekkerkettingen – De boomkor, die bedoeld is om demersale soorten te vangen, beroert de bodem of dringt enkele centimeters in de bodem door en vangt daarbij onvermijdelijk op en in de bodem levende niet-doelsoorten. De hoeveelheid bijvangst hangt sterk samen met het gebruikte tuig en de kenmerken van het gebied waar gevist wordt. De totale bijvangst in de boomkorvisserij met wekkerkettingen bedraagt 71-95% van het totale vangstgewicht (Lindeboom & De Groot 1998). Sinds 1976 wordt de bijvangst bepaald en bemonsterd aan boord van commerciële boomkorschepen (>300 pk). Van de vangst van een soort wordt een deel weer overboord gezet; de meest recente schattingen (uit 2008) bedragen 6 % (op gewichtsbasis) voor tong, 53 % voor schol, 87 % voor schor, 35 % voor kabeljauw en 93 % voor wijting (Van Helmond & Van Overzee 2010). De sterfte van overboord gezette evertelbraten is hoog (26-88% voor tweekleppigen, 25-67% voor kreeftachtigen, en 11-21% voor zeesterren; Fonds 1994, Lindeboom & De Groot 1998). De gebruikte vistuigen hebben echter een lage vangstefficiëntie voor ongewervelde dieren omdat een groot deel hiervan door de mazen spoelt of onder de grondpees van het net gaan. Voor de meeste bestudeerde bodemdiersoorten bedraagt de vangstefficiëntie minder dan 10% van de aanwezige dieren, voor de helft van de soorten veel minder dan 5% (Lindeboom & De Groot, 1998). Vooral kleine en diep ingegraven soorten worden nauwelijks gevangen (Keegan e.a. 2002). Het deel van de ongewervelde bodemdieren dat door de visserij wordt gedood is echter groter (zie paragraaf 4.3.3).

De gevangen vissen die geen commerciële waarde hebben, vissen kleiner dan de wettelijke minimummaat, vissen met een lage marktwaarde ('high-grading') en het meeste benthos worden over boord gezet en hebben een (zeer) geringe overlevingskans ('discards', zie voor effecten daarvan paragraaf 4.5).

Van de zeevogels zijn het vooral de soorten die naar hun voedsel duiken die de kans lopen in de netten verstrikt te raken om vervolgens te verdrinken. Informatie over de bijvangst van zeevogels en zeezoogdieren door boomkorschepen is gebaseerd op observaties gedurende een lange periode van jaarlijkse boomkorsurveys (bijv. De Boois & Bol 2009) en het discardonderzoek aan boord van commerciële boomkorschepen (van Beek 1998, Van Helmond & van Overzee 2008) waarin jaarlijks in totaal respectievelijk ongeveer 200 en ruim 400 trekken worden onderzocht. Tijdens dit onderzoek zijn geen bijvangsten van zeevogels of zeezoogdieren waargenomen. Er is slechts één gedocumenteerde vangst van een papegaaiduiker (*Fratercula arctica*, levend, november 2005) en later zijn nog tweevangsten van een (dode) zeekoet (*Uria aalge*) gemeld (Nederlandse Zeevogelgroep). Ook is slechts één of twee keer een (bij)vangst van een zeezoogdier gedocumenteerd. Bijvangst van zeevogels, bruinvissen en zeehonden in boomkornetten komt dus maar sporadisch voor en speelt dan ook geen rol van betekenis in de Nederlandse kustwateren.

Pulstuigen – Vergelijkingen van de bijvangsten van een pulstuig met die van een boomkor met wekkerkettingen leverde geen eenduidige resultaten op voor ondermaatse tong (toename of afname), voor ondermaatse schol (afname of geen verschil) of voor benthos (afname of variabel). Rekening houdend met de vergelijkbaarheid van de tuigen binnen de studies wordt met een pulstuig in het algemeen minder ondermaatse tong en schol en benthos bijgevangen (Van Marlen 2001, 2005, 2006, Steenbergen & Van Marlen 2009; zie Tabel 4.2). Toevoeging van één wekkerketting deed het positieve effect (ten opzichte van bevissing met een boomkor) op epifauna soorten teniet (Van Marlen e.a. 2001).

Tabel 4-2 Vergelijking vangsten en bijvangsten (gewicht) van een pulstuig ten opzichte van een boomkor met wekkerkettingen

bijvangst	experimentele vergelijking		vergelijking commerciële schepen	
	Van Marlen e.a. 2001	Van Marlen e.a. 2005	Steenbergen & Van Marlen 2009	Van Marlen e.a. 2006
ondermaatse tong	+83%	-17%	+150%	-22%
ondermaatse schol	-42%	-18%	-68%	geen verschil
benthos	-36% ¹	-25%	zeer variabel	-59% ²

¹ Infauna soorten -50%, epifauna soorten -25%

² Gemiddelde van de drie meest gevangen soorten: kleine kamster, gewone zeester en gewone zwemkrab

4.5.1 Bodemberoering: Concentraties schelpdieren

Als gevolg van de bodemberoering door de boomkorvisserij zou de voedselvoorraad aan (eetbare) schelpdieren kunnen worden aangetast (zie par. 4.3) en een negatieve invloed kunnen hebben op de potentie van beviste gebieden als foerageergebied voor schelpdieretende niet-broedvogels (eenden).

4.5.2 (Bij)vangst: Discards en afval

Boomkorvisserij met wekkerkettingen – Boomkorvisserij wordt gekenmerkt door een hoge bijvangst aan vissen en ongewervelde bodemdieren. Deze bijvangst kan oplopen tot 95% van de totale vangst (in kg) en is afhankelijk van het bezochte visgebied, de maaswijdte, de soort, e.d. Bijgevangen vis en bodemdieren die als discards overboord worden gezet, dienen als voedsel dat op een onnatuurlijke manier beschikbaar is gekomen voor aaseters (zeevogels, aasetende ongewervelde bodemdieren). Hiermee heeft het een aantoonbaar effect op de trofische interacties in het zee-ecosysteem (o.a. Groenewold & Fonds, 2000).

Pulstuigen – In het algemeen wordt er met een pulstuig (zonder wekkerkettingen) minder (ondermaatse) vis en benthos bijgevangen dan met een boomkor met wekkerkettingen (zie paragraaf 4.4.2 en Tabel 4-2). Ook bij de pulskor wordt de bijvangst als discards overboord gezet en zijn daarmee beschikbaar als voedsel voor aaseters.

6.2 Kennisupdate

In 2011 is een vangstvergelijking van commerciële vaartuigen uitgevoerd waarbij twee pulstuigen (DELMECO en HFK) werden vergeleken met een conventioneel wekkerketting tuig. De resultaten zijn gerapporteerd in IMARES rapport 2011 (Van Marlen et al. 2011), maar de data zijn opnieuw geanalyseerd en gepubliceerd (Van Marlen et al. 2014) en hiermee is het eerdere rapport vervangen.

De vissnelheid van pulskor (5 kn) is lager dan van conventioneel tuig (6.5 kn) (van Marlen et al. 2014, Quirijns et al. 2015). Per uur wordt dus een groter oppervlak bevestigd door een conventionele boomkor. De geconstateerde verschillen (kg/ha) worden groter wanneer uitgedrukt in vangst per uur vissen.

In onderstaande tabel worden de resultaten samengevat op een vergelijkbare wijze als in de PB:

(bij)vangst	experimentele vergelijking Van Marlen e.a. 2014	vgl commerciële schepen self-sampling Rasenberg et al. 2013	vgl commerciële schepen obs. >300 pk Rasenberg et al. 2013	vgl. commerciële schepen LEI (unpublished)
marktwaardige tong; catch rate kg/ha	geen sign. verschil (0.61 vs 0.59)	geen sign. verschil	geen sign. verschil	+14%
marktwaardige schol; catch rate kg/ha	geen sign. verschil (1.26 vs 1.34)	minder	minder	-41%
totale vangst alle commerciële soorten (kg/ha)	-20%	?	?	
visdiscards kg/ha (incl. 62% plaice)	-57%	minder schol: 27 vs 87 kg/hour (31%) tong: 6 vs 29 kg/hour (21%)	minder schol: 66 vs 87 kg/hour (76%); tong: 4 vs 29 kg/hour (14%)	
benthosdiscards kg/ha	-80%	minder	minder zeesterren: 1411 vs 8453 per hour (17%) krabben: 465 vs 1120 per hour (42%)	

7 Toxische stoffen

7.1 Wat zegt de PB

4.7.1 Toxische stoffen: Het is niet bekend of er specifieke effecten zijn van de boomkorpuls.

7.2 Kennisupdate

Een vergelijkende studie van 2011 (Van Marlen et al. 2011) toonde aan dat het brandstofverbruik van de pulskor significant lager is dan dat van het conventionele boomkortuig. De laatste verbruikt 5.3 liter brandstof per kg aangelande vis. De Delmeco puls had een verbruik van 3.7 liter per kg (70%) en de HFK 3.1 liter per kg (58%) aangelande vis. Taal & Klok (2014) toonden aan dat de SumWing (HFK) 2.6 liter per kg (85%) en pulswing 2.3 liter per kg (75%) verbruiken tegen 3.1 liter per kg voor de conventionele boomkor. Quirijns et al. (2015) geven ook getallen van de uitstoot van verbrandingsgassen (CO₂, SO_x, NO_x, HC en CO), op basis van modelberekeningen, waarbij de puls 19.7%- 35.6% reductie in uitstoot behaalt.

Een mogelijk neveneffect van pulsvisserij is dat toxische stoffen of metalen kunnen vrijkomen door elektrolyse van het sediment (Soetaert et al., 2013). Dit is een bestaande kennisleemte.

8 Kennisleemtes

Ondanks onderzoeksinspanningen in de afgelopen jaren bestaan er nog de volgende kennisleemtes met betrekking tot de pulsvisserij, zoals hieronder samengevat (naar Quirijns et al. 2013, Soetaert et al. 2013):

- de indirecte sterfte en niet-fatale effecten (met name relevant voor discards), waaronder effecten op voortplanting en effecten van pulstoepassing in ondiepe wateren op eerste levensstadia van mariene organismen
- de lange-termijn effecten op soorten en populaties, vooral op kleine niet-commerciële soorten of ondermaatse commerciële soorten die herhaaldelijk kunnen worden blootgesteld
- inzicht in een 'veilige range' van pulskarakteristieken, zonder schadelijke neveneffecten op mariene organismen
- inzicht in verschillen in gevoeligheid tussen verschillende (on)gewervelde mariene soorten en het effect op het ontwerp van electrotrawls en vast te stellen protocollen
- inzicht in effecten op electrosensitieve organen van haaien en roggen
- inzicht in een elektrolyse-effect van substraat en waterkolom, wat resulteert in de vorming van toxische metabolieten

De EU Scientific Technical and Economic Committee for Fisheries (STECF, 2012) adviseerde om het aantal pulsvergunningen niet verder uit te breiden voordat de controle en handhaving van deze vistuigen goed op orde is. Uitbreiding van pulsvisserij naar nieuwe visgebieden of met nieuwe vistuigen moet slechts in overweging worden genomen nadat impactstudies zijn gemaakt met betrekking tot het ecosysteem en voor soorten waarvoor de impact nog onbekend is.

Verdere prioritering van onderzoeken vindt plaats in de context van een Proefproject Pulsvisserij en Aanlandplicht, dat in 2014 gestart is met een looptijd tot eind 2016. Dit proefproject, gekoppeld aan de uitgifte van 42 extra pulsontheffingen in 2014, omvat drie onderdelen:

1. praktijkonderzoek vermijden bijvangsten,
2. monitoringprogramma,
3. onderzoeksagenda puls voor de korte en de lange termijn, aansluitend bij de gesignaleerde kennisleemtes.

Nieuwe onderzoeksprojecten, als onderdeel van de onderzoeksagenda pulsvisserij, zijn in voorbereiding en zullen naar verwachting starten in 2015 met een looptijd van 4 jaar (Quirijns et al., 2015).

De te onderzoeken thema's zijn:

- effecten op mariene organismen; voorspellend model van de verdeling van het elektrisch veld in verschillende organismen en hun effect op de activiteit en overleving van vis en benthische invertebraten
- effect op het bentisch ecosysteem; voorspellend model van de impact van elektrische pulsen op het functioneren van het bentisch ecosysteem
- effect op de zeebodem; voorspellend model over de kleinschalige verspreiding van een vloot in relatie tot de karakteristieken van de zeebodem
- veldstudie in gebieden met verschillende visserijregimes

9 Discussie en Conclusies

In het bovenstaande is de kennis met betrekking tot de mogelijke effecten van de boomkor(puls)-visserij geactualiseerd. Hierbij is gebruik gemaakt van de wetenschappelijke literatuur die na 2011 is verschenen. Tevens zijn enkele beleidswijzigingen beschreven, die na het opstellen van de Passende Beoordeling in 2011 zijn doorgevoerd.

Een belangrijke beleidswijziging komt vanuit de in te voeren aanlandingsplicht, waarbij ondermaatse en ongewenste exemplaren van gequoteerde soorten niet langer mogen worden teruggegooid in zee. De invoering vindt geleidelijk plaats, vanaf 2016, waarbij voor de boomkor(puls)visserij tot 01-01-2018 nog geen veranderingen worden verwacht. Voor de periode daarna is nu nog onbekend in welke mate men erin zal slagen om selectiever te vissen, of de visstrategie zodanig aan te passen dat bijvangsten grotendeels kunnen worden vermeden.

Er is nog onzekerheid over de neveneffecten van de aanlandplicht op het ecosysteem, onder andere samenhangend met de overlevingskans van discards en de consumptie van visserijafval door vissen, vogels, zeezoogdieren en de bodemdiergemeenschap. Naar verwachting zal hierover meer duidelijkheid komen in de nabije toekomst, na de daadwerkelijke invoering van de aanlandplicht.

Het pulstuig wordt gezien als een (of: de) vismethode die de bijvangst in de platvisvisserij kan verminderen met een aanzienlijke brandstofbesparing als bijkomend voordeel. Sinds 2011 zijn op sommige thema's die betrekking hebben op de boomkor(puls)visserij nieuwe onderzoeksresultaten beschikbaar gekomen. Veel onderzoeksinspanning is gericht geweest op de effecten van de puls op vis en benthische organismen en op de vangstsamenstelling van pulstuigen. De nieuwe informatie geeft vooral meer inzicht over de directe effecten van puls op vissoorten. Zorgpunten waren met name de optredende wervelfracturen bij grote kabeljauw en de waargenomen toename van zweren bij schar voor de Belgische Noordzeekust. De wervelfracturen bij kabeljauw bleken sterk afhankelijk van de nabijheid van de vis tot de pulselektroden, de pulsform en de sterkte van het elektrisch veld. Het betreft hierbij niet zozeer de opgeviste kabeljauwen (die worden immers toch aangeland) maar veeleer de discards van ondermaatse kabeljauw en de (ontsnapte) individuen die niet worden gevangen maar wel in aanraking komen met het vistuig en daarbij misschien schade oplopen. De toename van zweren bij schar voor de Belgische kust kon niet als direct effect worden toegeschreven aan de pulsvisserij, terwijl een mogelijk indirect effect met de huidige stand van kennis niet is uit te sluiten of aan te tonen.

De totale vangst van een pulstuig is minder dan van een boomkor met wekkerkettingen, waarbij bovendien een verschuiving lijkt plaats te vinden in de vangstsamenstelling, ten gunste van het aandeel tong. Vooral de bijvangst van krabben en zeesterren is aanzienlijk (80%) lager met een pulstuig. De getallen over de bijvangst van ondermaatse schol en tong zijn variabel, mede afhankelijk van de herkomst van data - uit zelfbemonstering of van waarnemers - en laten nog geen duidelijke conclusies toe. De boomkorpuls vist bij een lagere snelheid en beroert per tijdseenheid daarom minder oppervlak dan de boomkor met wekkerkettingen. Dit kan worden gezien als een gunstig aspect van de pulsvisserij in vergelijking met de boomkorvisserij met wekkerkettingen.

Genoemde onzekerheden en kennisleemtes worden in de komende periode (2016-2019) deels opgevuld vanuit nieuw onderzoek en monitoring in het kader van de onderzoeksagenda pulsvisserij.

Wat betreft de impact van de boomkor met wekkerkettingen zijn enkele nieuwe onderzoeksresultaten naar voren gekomen in het kader van het BENTHIS-project, en uit de PhD-thesen van Van Denderen (2015) en Depestele (2015). De thesis van Depestele geeft meer inzicht in het aspect van bodemberoering en in de overleving van discards. De overlevingspercentages zijn voor sommige soorten hoger en voor andere lager dan uit eerdere studies bekend was. Deels hangt dit samen met de (ondiepe) visgronden waar de studie is uitgevoerd. De bodemberoering van een pulstuig is doorgaans minder dan van een boomkor met wekkerkettingen, maar een realistische beoordeling van de impact hangt mede af van de ruimtelijke verspreidingspatronen van de boomkor(puls)-visserij. In 2017 wordt een model verwacht (spin-off van het BENTHIS-project) dat daarbij een hulpmiddel kan zijn.

Voor de hypothese dat bodemtrawling en schuifspanning vergelijkbare effecten hebben op de samenstelling en functie van de bentische gemeenschap wordt door Van Denderen (2015) sterk bewijs aangevoerd. Beide verstoringbronnen veroorzaken afname in langlevende, 'hard-bodied' en 'suspension-feeding' bodemdieren en een dominantie van kleine deposit-feeders of mobiele aaseters en predatoren. Dit betekent dat in van nature dynamische gebieden de effecten van boomkorvisserij niet kunnen worden onderscheiden van die van natuurlijke schuifspanning.

De thesis van Van Denderen (2015) werpt een nieuwe blik op fundamentele vragen omtrent de regulering (bottom-up of top-down) van de bentische gemeenschap en de effecten van bodemtrawlvisserij. Deze inzichten zijn echter nog niet rijp voor implementatie in het visserijbeleid.

Concluderend kan gesteld worden dat de sinds 2011 verschenen wetenschappelijke literatuur aanvullende informatie verschaft ten aanzien van relevante thema's, zoals bodemberoering en bijvangst en de impact van het (puls)vistuig, waarbij de nieuwe wetenschappelijke publicaties en rapporten, beschouwd in de voorliggende kennisupdate, geen inzichten hebben opgeleverd die strijdig zijn met de conclusies die in de Passende Beoordeling (Deerenberg & Heinis, 2011) werden getrokken ten aanzien van deze thema's.

Referenties

- Deerenberg, C. & F. Heinis (HWE) (2011). Passende Beoordeling Boomkorvisserij op vis in de Nederlandse kustzone: Algemeen deel. Rapport C130/11, deel 1/5.
- Denderen, P.D. van (2015). Ecosystem Effects of Bottom Trawl Fishing. Wageningen University, 182 p.
- Depestele, J. (2015). The fate of discards from marine fisheries. PhD thesis Ghent University. Gent, Belgium. 286pp.
- Depestele, J., M. Desender, H. P. Benoît, H. Polet, M. Vincx (2014). Short-term survival of discarded target fish and non-target invertebrate species in the "eurocutter" beam trawl fishery of the southern North Sea. *Fisheries Research* 154: 82-92.
- Depestele, J., Ivanovic, A., Degrendele, K., Esmaeili, M., Polet, H., Roche, M., Summerbell, K., Teal, L. R., Vanelslander, B., and O'Neill, F. G. (2015). Measuring and assessing the physical impact of beam trawling. – *ICES Journal of Marine Science*, doi: 10.1093/icesjms/fsv056.
- Goudswaard, P.C., K.J. van der Reijden, R. Verkempynck, M. Poelman (2015). Aanbodanalyse discards demersale visserij. VIP Demersale discards: ketenanalyse en productverkenning voor valorisatie discards producten. IMARES Rapport C100/15.
- Haan, de D., Marlen, van B., Kristiansen, T. S., Fosseidengen, J. E. (2009a). The effect of pulse stimulation on biota – Research in relation to ICES advice – Progress report on the effects on cod. Imares Report number C098/08.
- Haan, de D., Marlen, van B., Velzenboer, I., Heul, van der J., Vis, van der H. (2009b). The effects of pulse stimulation on biota – Research in relation to ICES advice – Effects on dogfish. Imares Report number C105/09.
- Haan, de D., Fosseidengen, J. E., Fjellidal, P. G. (2011). The effect of electric pulse stimulation to juvenile cod and cod of commercial landing size. IMARES report C141/11.
- Haan, de D., Soetaert, M., Verschueren, B. (2013). The effects of electric pulse stimulation on cultured adult cod, continued research 2013. IMARES Report number C183/13.
- Haan, de D., O. Haenen, Chun Chen, A. Hofman, Y. van Es, D. Burggraaf, E. Blom (2014). Pulse trawl fishing: The effects on dab (*Limanda limanda*). Imares Report number C171/14
- Lindeboom H.J. , de Groot S.J. (1998). The effects of different types of fisheries on the North Sea and Irish Sea benthic ecosystems. NIOZ-report 1998 – 1/ RIVO-DLO Report C003/98.
- Marlen, B. van, Wiegerinck, J.A.M., van Os-Koomen, E., van Barneveld, E., Bol, R.A., Groeneveld, K., Nijdam, R.R., Buyvoets, E., Vandenberghe, C., Vanhalst, K. (2011) Catch comparison of pulse trawls vessels and a tickler chain beam trawler. IMARES report C122b/11
- Marlen, B. van; Wiegerinck, J.A.M.; Os-Koomen, E. van; Barneveld, E. van, 2014, Catch comparison of flatfish pulse trawls and a tickler chain beam trawl, *Fisheries research* 151 p57-69
- Nielsen, R. F. Bastardie, L. Buhl-Mortensen, O. Eigaard, A. Gümüş, N. Hintzen, S. Kavadas, P. Laffargue, B. Mengual, E. Notti, N. Papadoupoulos, H. Polet, D. Reid, A.D. Rijnsdorp, M.-J. Rochet, A. Robert, A. Sala, C. Smith, M. Virgili, M. Zengin (2014). BENTHIS DELIVERABLE 7.6 Report on assessing trawling impact in regional seas.
- Quirijns, F., Strietman, W.J., Van Marlen, B., Rasenberg, M. 2013. Flatfish pulse fishing: research results and knowledge gaps. IMARES Report C193/13
- Quirijns, F., Strietman, W.J., Van Marlen, B., Rasenberg, M., Smith, S.R. (2015). Flatfish pulse fishing: research results and knowledge gaps II. IMARES Report [C091/15]
- Rasenberg, M., van Overzee, H., Quirijns, F., Warmerdam, M., van Os, B., and Rink, G. 2013. Monitoring catches in the pulse fishery Wageningen, IMARES: 59p.

Soetaert, M., Decostere, A., Polet, H., Verschueren, B., and Chiers, K. 2013. Electrotrawling: a promising alternative fishing technique warranting further exploration. *Fish and Fisheries*. doi: 10.1111/faf.12047.

Soetaert, M., Chiers, K., Duchateau, L., Polet, H., Verschueren, B., Decostere, A. (2014). Determining the safety range of electrical pulses for two benthic invertebrates: brown shrimp (*Crangon crangon* L.) and ragworm (*Allitta virens* S.), *Ices Journal of Marine Sciences*, 8p.

STECF (2012) 39th Plenary report meeting report of the Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries (STECF-PLN-12-01). (eds. Casey, J. & Doerner, H.). Publications Office of the European Union, Luxembourg, EUR 25303 EN, JRC 70759. ISBN 978-92-79-24753-8. p. 112.

Taal K., Klok, A. (2014). Pulswing; Ontwikkeling van een vistuig voor platvis waarin puls- techniek met de SumWing is gecombineerd. Wageningen, LEI Wageningen UR (University & Research centre), LEI Report . 46 blz.; 14 fig.; 5 tab.; 10 ref. (Dutch only)

Teal, L.R., Depestele, J., O'Neili, B., Craeymaersch, J., van Denderen, D., Parker, R., Perdon, J., Polet, H., Rasenberg, M., Vanelslander, B., Rijnsdorp, A.D. (2014) Effect of beam and pulse trawling on the benthic ecosystem. IMARES Report C098/14.

Turenhout, M. & K. Hamon (2015). Vissen in de 12-mijlszone. Inzetverandering visserij na introductie puls. LEI Nota 2015-100.