Vlaanderen
is landbouw & visserij

ILVO Mededeling 211

DE PULSVISSERIJ OP GARNALEN: VERGELIJKING MET EEN KLASSIEK VISTUIG

DECEMBER 2015

ILVO
Instituut voor landbouw-
en visserijonderzoek

www.ilvo.vlaanderen.be

De pulsvisserij op garnalen: Vergelijking met een klassiek vistuig december 2015

Opdrachtgever: Zeevisserijbedrijf P.A. Baaij en Zn
December 2015

"Het project "Garnalenpuls gecombineerd met pulsvisserij platvis (COMBI puls 2)" is een initiatief van Zeevisserijbedrijf P.A. Baaij en Zn. Het project is geselecteerd in het kader van de regeling Duurzame Ontwikkeling Visserijgebieden uit het Nederlandse Operationeel Programma "Perspectief voor een duurzame visserij" en is mede mogelijk gemaakt door het Europees Visserij Fonds (EVF), de provincie Zuid-Holland en de Stichting Verduurzaming Garnalenvisserij.

EVF, ter investering in duurzame visserij.

ILVO MEDEDELING 211

maart 2016

ISSN 1784-3197

Wettelijk Depot: D/2016/10.970/211

Bart Verschueren

Heleen Lenoir

INHOUD

Inhoud 1
Samenvatting 3
1 Inleiding 5
1.1 Algemene beschrijving garnalenvisserij 5
1.2 Bijvangstproblematiek 6
1.2.1 Bijvangst van ondermaatse garnalen 6
1.2.2 Bijvangst van vissen 6
1.3 Benthische impact 7
1.4 Visserijtechnische maatregelen met het oog op verduurzaming 8
1.4.1 Grotere maaswijdte 8
1.4.2 Sorteerrooster en zeeflap 9
1.4.3 Brievenbus 10
1.4.4 Pulsvisserij 10
2 Doelstellingen 13
2.1 Achtergrond 13
2.2 Doelstellingen 13
3 Materiaal en methoden 15
3.1 Beschrijving experiment 15
3.2 Vaartuig 16
3.3 Pulsapparatuur 16
3.4 Vistuigen 18
3.5 Toegepaste puls 18
3.6 Data 21
3.6.1 Staalname 21
3.6.2 Bepalen van de omgevingsvariabelen 22
3.6.3 Statistische analyse 22
4 Resultaten: Vergelijking Puls vs. traditioneel 25
4.1 Algemene zeereisgegevens en omgevingsvariabelen 25
4.2 Vangstvolumes 26
4.2.1 Consumptiegarnalen 26
4.2.2 Pufgarnalen 26
4.2.3 Bijvangst 27

4.3 Bijvangst van commerciële vissoorten 30
4.3.1 Schol 30
4.3.2 Schar 32
4.3.3 Wijting 32
4.3.4 Tong 32
4.3.5 Bot 32
4.3.6 Andere vissoorten 32
4.4 Bijvangst van niet-commerciële soorten 35
5 Discussie en conclusie 37
5.1 Vergelijking puls versus traditioneel 37
5.2 Gebruikte methodologie 38
5.3 Belang van het vistuigontwerp 39
Referenties 41

SAMENVATTING

De garnalenvisserij in de Noordzee is een belangrijke economische activiteit. Jaarlijks worden gemakkelijk 35.000 ton garnalen, met een marktwaarde van 70 tot 120 miljoen euro aangevoerd door een 600-tal Nederlandse, Duitse, Deense, Belgische en Engelse garnaalkotters.

Toch kampt de garnalenvisserij met enkele belangrijke problemen. Zo is er de ongewenste bijvangst van grote hoeveelheden vissen, te kleine garnalen en andere mariene organismen. Dit is een gevolg van de povere selectieve eigenschappen van de fijnmazige boomkornetten. Het feit dat de visserij doorgaat in kwetsbare kustgebieden en estuaria, zoals de Waddenzee, broedkamers voor vele diersoorten, vergroot dit probleem. Ook het contact tussen het gesleepte vistuig en de zeebodem roept vragen op. Deze milieu-impact stelt de garnalenvisserij steeds vaker in een slecht daglicht. Het verbeteren van de selectiviteit en het reduceren van het bodemcontact in de garnalenvisserij heeft dan ook duidelijke voordelen en is zowel vanuit ecologisch als economisch perspectief van belang.

De bestaande technische vistuigaanpassingen die het verhogen van de selectiviteit als doel hebben focussen louter op aanpassing van het net. Deze maatregelen beogen een verbeterde filtering of scheiding van de vangst in het vistuig. Het nadeel hierbij is dat alle gevangen dieren effectief in contact komen met het vistuig vooraleer ze kunnen ontsnappen. Een mogelijk betere benadering is vermijden dat de ongewenste bijvangst in het net terechtkomt. Een alternatieve vangststimulus ter hoogte van de netmond kan hiervoor zorgen. In een traditionele garnaalboomkor wordt een mechanische vangststimulus veroorzaakt door de klossenpees. Het contact met de klossen, de turbulentie van het water en/of de trillingen in het sediment stimuleren de meeste dieren in de omgeving van het vistuig, waardoor er veel ongewenste dieren bijgevangen worden.

Een zinvol alternatief voor de mechanische vangststimulus is het gebruik van een elektrisch pulsveld in de netopening. Een kortstondige hoge piekspanning (‘prik’), met steile opgaande en dalende flank is ideaal om de gewenste garnalenrespons, een simultane en opwaartse springbeweging uit te lokken. Met een herhalingsfrequentie van 5 Hz bereiken de garnalen hierbij een verticale hoogte tot 50 cm boven de zeebodem.

Eerder wetenschappelijk onderzoek heeft duidelijk het lengte- en soort selectief potentieel van de pulsvisserij aangetoond, zowel in lab experimenten als in het veld. De Hovercran is een aangepaste garnaalboomkor waarin de klossenpees volledig verwijderd en vervangen wordt door 12 lichte elektroden. Bovendien bevindt het net zich hoger in de waterkolom, waardoor het als het ware zweeft en er dus amper bodemcontact is. Niet-doelsoorten kunnen ontsnappen onder het net. In 2009 werd dit vistuig bekroond tijdens de WWF Smart Gear Competition. Uit een reeks verkennende experimenten op zee, zowel met de Hovercran (O 191) als met andere pulsvistuigen met lichte klossenpezen (TX 25, HA 31, SD 33) bleek dat een selectieve, verhoogde onderpees een vluchtweg creëerde voor de meeste bijvangstsoorten.

In dit onderzoek werd een gedetailleerde vangstvergelijking uitgevoerd tussen een pulsvistuig en een traditionele garnaalboomkor tijdens drie commerciële zeereizen aan boord van de garnaalkotter TH 10. Zo werden gepaarde waarnemingen verzameld die een statistisch betrouwbare vergelijking mogelijk maken tussen de twee vistuigen.

De vangstvergelijkingen toonden aan dat er gedurende de drie bemonsterde zeereizen in september en oktober telkens meer consumptiegarnalen gevangen werden met het pulsvistuig. Over de 3 zeereizen samen bedroeg het vangstverschil 30,8% tussen het gemiddeld volume consumptiegarnalen met de puls en het gemiddeld volume met het standaardtuig. Voor een goede interpretatie van dit verschil: Een hypothetisch verschil van 100% betekent dat het pulsvistuig het dubbele vangt van het traditionele vistuig.

De bijvangst van ondermaatse garnalen was evenzeer groter met het pulsvistuig ten opzichte van het traditionele vistuig. Gemiddeld werden per liter consumptiegarnalen 0,85 liter pufgarnalen gevangen en teruggegooid met het pulsvistuig en 0,68 liter met het traditionele vistuig. Eerder onderzoek heeft aangetoond dat de overleving van teruggegooide garnalen hoog is en tussen 75 à 85% bedraagt.

Het verschil in de hoeveelheid bijvangst (exclusief garnalen) tussen het puls- en traditionele vistuig vertoonde een minder standvastig patroon. Per liter consumptiegarnalen werd gemiddeld 1,73 liter bijvangst (vissen en ongewervelden) gevangen en teruggegooid met het pulsvistuig en 2,03 liter met het traditionele vistuig. Enkele commerciële vissoorten in de bijvangst van de garnalenvissers vallen straks mogelijk onder het teruggooiverbod. In dit opzicht is de significante bijvangstreductie voor schol (-25,9%), schar (-30,6%) en bot (-71,4%) met het pulsvistuig op de TH 10 bemoedigend. Vooral in de kleinste lengteklassen van deze soorten wordt het verschil gemaakt met het pulsvistuig. Dit toont nogmaals aan dat de pulstechniek ideaal is om de beperkingen van de zeeflap te compenseren. Onderzoek heeft immers aangetoond dat de zeeflap vooral tekort schiet in het succesvol lozen van de 0-jarige vissen.

De combinatie van een aangepaste garnaalboomkor met een ‘vierkant’ net en een gereduceerde klossenpees met 12 klossen en 10 rubberschijven, met daarin een elektrisch pulsveld vertoont een verbeterde selectiviteit ten opzichte van een traditionele garnaalboomkor. De resultaten in deze studiezijn zeer sterk gelinkt met het ontwerp van het pulsvistuig aanwezig op de TH 10. De resultaten van deze veldproeven zijn dus niet zomaar te veralgemenen voor de andere pulsvistuigen aanwezig op andere vaartuigen. Dit benadrukt het belang van het vistuigontwerp in het behalen van vooropgestelde doelstellingen.

1 INLEIDING

1.1 Algemene beschrijving garnalenvisserij

De grijze garnaal, *Crangon crangon*, komt algemeen voor langs de Atlantische kust van Europa, van het noorden van Noorwegen tot aan de Atlantische kust van Marokko in het zuiden, met inbegrip van de Middellandse Zee en de Zwarte zee. Ondiepe kustwateren en estuaria met een diepte van 0 tot 20 m en met zanderige of slijkerige bodems zijn de belangrijkste vindplaatsen. Overdag en in helder water, bij goede zichtbaarheid, graven garnalen zich in de zeebodem in (Hagerman 1970). Indien de zichtbaarheid vermindert bij verhoogde turbiditeit of gedurende de nacht verlaten ze hun schuilplaats en worden ze actief. Met dit typische gedrag beschermen ze zichzelf tegen predatoren. Dit verklaart waarom garnalenvissers vooral goede vangsten behalen tijdens de nacht of in troebel water. De grijze garnaal wordt commercieel bevist in de Noordzee door boomkorkotters, uitgerust met twee garnaalboomkorren met fijnmazige netten (maaswijdte ca. 20 mm, minimaal 16 mm). De vangsten worden aan boord mechanisch gesorteerd, waarna de ongewenste bijvangst wordt teruggegooid. Het sorteren gebeurt tegenwoordig meestal met een roterende spoelsorteermachine. In de Nederlandse garnalenvisserij is dit een eis om te kunnen beschikken over een garnalenvergunning. De consumptiegarnalen (doorgaans garnalen >45 mm) worden aan boord gekookt. Om de aanvoer van ondermaatse garnalen te beperken mag elke aanlanding maximaal 15% ziftsel bevatten. Dit wordt gecontroleerd met een zeef met een zeefwijdte van tenminste 6,8 mm.

De visserij is niet onderworpen aan enige TAC regelgeving. De soort is immers kortlevend en kent bovendien een snelle reproductiecyclus. Er werd lang aangenomen dat de grijze garnaal stocks moeilijk overbevist kunnen worden (Welleman et al. 2001). Tegenwoordig wordt dit niet langer als vanzelfsprekend beschouwd (ICES, 2015).

De internationale garnalenvloot omvat ongeveer 600 vaartuigen, allen met een motorvermogen kleiner dan 221 kW. Ongeveer 450 van deze vaartuigen hebben hun thuisbasis in Nederlandse en Duitse havens. De resterende schepen opereren vanuit Deense, Engelse en Belgische vissershavens. Traditioneel zijn de kotters vrij kleine schepen, afgestemd op de kustvisserij. In Nederland echter zijn de grotere garnalenkotters talrijker. Deze eurokotters kunnen verder uit de kust opereren en zijn bovendien beter bestand tegen ruwe weersomstandigheden.

Garnalenkotters zijn doorgaans uitgerust met twee relatief lichte boomkorren. De lengte van de boom varieert tussen 5 en 9,5 m. Het vistuig is over het algemeen een factor 5 tot 6 lichter dan de platvisboomkor. Het gemiddelde gewicht van de slof, de boom en de klossenpees is respectievelijk 200 kg, 260 kg en 300 kg. De Nederlandse vistuigen zijn doorgaans 200 kg zwaarder dan de Belgische en de Duitse. Om de garnaal te laten opschrikken van de zeebodem wordt een klossenpees gebruikt. Deze is opgebouwd uit 24 tot 40 ellips- of cilindervormige (‘vierkante’) rubberen klossen met een gemiddelde doorsnede van 20 cm en een gemiddelde breedte van 13 cm. Doorheen elke klos loopt een stalen as en deze assen worden onderling verbonden met kettingschalmen. Het geheel wordt tussen de sloffen van de boomkor opgehangen.

Het overgrote deel van de garnalenvisserij gaat door in de kustgebieden van de ICES zones IVb en IVc. Vanaf de Belgische kust langs de Nederlandse en de Duitse kust tot aan Denemarken. In de Engelse wateren vindt de visserij plaats in het estuarium van de Wash en uitzonderlijk in het estuarium

van de Thames. Op kleine schaal wordt de visserij ook her en der uitgeoefend aan de Franse kust, in het estuarium van de Taag en aan de Adriatische zee (Campos, 2009). De Waddenzee is een extra productieve visserijzone.

1.2 Bijvangstproblematiek

De garnalenvisserij vindt voornamelijk plaats in gebieden die van ecologisch groot belang zijn als kraamkamers van vele vissoorten. Als gevolg van het gebruik van de fijnmazige netten en de locatie van de visgronden in estuaria en kustgebieden, kampt de garnalenvisserij met een significante ongewenste bijvangst van ondermaatse garnalen, (jonge) vissen en benthische ongewervelden. De bijvangst wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van aanzienlijke aantallen juveniele rond- en platvissen (hoofdzakelijk commerciële soorten zoals wijting, schol, schar en tong) en niet-commerciële bijvangstsoorten (hoofdzakelijk schaaldieren, stekelhuidigen en weekdieren).

1.2.1 Bijvangst van ondermaatse garnalen

Er is geen wettelijke minimum aanvoerlengte voor grijze garnalen in de EU, maar in de praktijk is er weinig commerciële vraag naar garnalen kleiner dan 4,5 cm totale lengte. Nochtans worden garnalen met een lengte niet groter dan 2 cm regelmatig gevangen (van Marlen et al. 1997). De vangsten worden in regel volledig aan boord gesorteerd, waarbij de consumptiegarnalen groter dan 4,5 cm worden aangevoerd, terwijl de kleine garnalen hoofdzakelijk worden teruggegooid. De jaarlijkse teruggooi van ondermaatse garnalen wordt geschat op 27.000 ton of 75 miljard individuen (Revill & Holst 2004a). Dit komt overeen met ongeveer de helft (Lancaster & Frid 2002) tot meer dan twee derde van de garnalenvangst in aantallen (van Marlen et al. 1997).

De overlevingskans van de ondermaatse, teruggegooide garnalen is vrij hoog en wordt geschat op 75 à 80% voor de visserij in de Solway Firth (Lancaster & Frid 2002). Gelijkaardige cijfers worden gerapporteerd door Revill (1999) die vaststelde dat 77 à 85% van de ondermaatse garnalen het vangst- en sorteerproces overleefde, zonder hierbij schade te hebben opgelopen.

1.2.2 Bijvangst van vissen

De bijvangst van commerciële vissoorten betreft voornamelijk schol, schar, bot, tong, kabeljauw, wijting, spiering en steenbolk. In mindere mate worden ook tarbot, griet en tongschar bijgevangen. Reeds in de jaren vijftig (Tiews 1990) werden in Duitsland bemonsteringen georganiseerd om de bijvangst te kwantificeren, om zo een idee te krijgen van de impact van de garnalenvisserij op de stocks van de bijgevangen vissoorten. Deze bemonsteringen liepen door tot 1990 en de tijdreeks geeft een goed beeld weer van de seizoenaliteit van de bijvangst. Een tweede belangrijke informatiebron over de bijvangst in de garnalenvisserij is het EU project RESCUE (van Marlen et al. 1997) waarbij alle Europese garnalenvloten onderzocht werden. Helaas werd de Nederlandse Waddenzee hierbij niet bemonsterd. Van Marlen et al. (1997) en Revill et al. (1999) rekenden uit dat de bijvangst in de garnalenvisserij jaarlijks leidt tot een verlies van 928 miljoen individuen schol (*Pleuronectes platessa*), 55 miljoen wijtingen (*Merlangius merlangus*), 42 miljoen kabeljauwen (*Gadus morhua*) en 16 miljoen individuen tong (*Solea solea*). De bemonsteringscampagnes focussen vooral op de commerciële soorten, veel minder is dus gekend over de bijvangst van niet-commerciële vissoorten en invertebraten.

Aan de hand van deze campagnes werd het duidelijk dat de hoeveelheid en de samenstelling van de bijvangst zeer variabel is doorheen de tijd en de ruimte. Deze variatie in vangstsamenstelling is afhankelijk van de verschillende verspreidingspatronen en de habitatpreferenties van de soorten, de leeftijdsklassen, de seizoenen, de visgronden en de migratiepatronen (Doeksen 2006).

De bijvangst in de garnalenvisserij wordt momenteel opgevolgd onder het EU DCF (Data Collection Framework) dat van start ging in 2006, na de EU verordeningen EC 1639/2001 en EC 1581/2004. Het aantal DCF staalnames is echter nog extreem laag en bemonstert slechts 0,01% van de jaarlijkse ca. 500.000 slepen (Neudecker et al. 2011). De spreiding van de DCF staalnames houdt bovendien geen rekening met het relatief belang van de verschillende visgronden (Neudecker et al. 2011).

De bijvangst in de garnalenvisserij heeft een nadelige impact op de rekrutering van rond- en platvis die, in het belang van deze stocks, best tot het absolute minimum gereduceerd wordt. Het belang van deze teruggooi werd in een bio-economische studie aangetoond (van Marlen et al. 1997). Het verlies aan marktwaardige tong, schol, wijting en kabeljauw ten gevolge van de teruggooi in de Noordzee garnalenvisserij bedraagt ongeveer twee derde van de totale omzet van de Noordzee garnalenvloot. De potentiële aanlandingen aan schol die aldus verloren gaan werden geschat tussen 7.000 en 19.000 ton (Revill et al. 1999), wat overeenkomt met ongeveer € 20 miljoen (van Marlen et al. 1997) en 10 - 25% van de TAC in 1998 in de Noordzee.

De mate waarin de teruggooi de rekrutering van een vissoort beïnvloedt is afhankelijk van de overleving van de teruggooi (van Marlen 1997). De sterfte van de bijvangst wordt sterk bepaald door de verschillende kenmerken van het vangstproces zoals de sleepduur, de efficiëntie van het sorteerproces, de duur van het verwerkingsproces, de condities aan boord, vogelpredatie, enz. Verder is ook de gevoeligheid voor verwondingen, opgelopen tijdens het vangst-, sorteer- en het teruggooiproces van belang (Doeksen 2006). Deze factoren verschillen sterk per soort en grootteklasse. De mortaliteit bij rondvissen benadert 100%, terwijl platvissoorten minder gevoelig zijn (Lancaster 1999). De inschattingen van de mortaliteit van platvissen zijn echter vrij variabel. Tussen de 15% en 70% voor schol (Dahm et al. 2002; Revill et al. 1999; Berghahn et al. 1992) en tussen de 30% en 50% voor tong (Dahm et al. 2002; Revill et al. 1999).

1.3 Benthische impact

Naast de bijvangstproblematiek heerst er hier en daar ook ongerustheid over de effecten van de garnalenvisserij op de zeebodem en de daarmee geassocieerde organismen. In een poging om de langetermijneffecten van visserij geïnduceerde veranderingen op de epibenthische soortensamenstelling van de Zuidelijke Noordzee in kaart te brengen, vergeleken Rumohr en Kujawski (2000) kwalitatieve historische data uit de periode 1902 tot 1912 met meer recente gegevens uit 1986. Ze toonden aan dat de soortenrijkdom aan bivalvia (tweekleppige weekdieren) gedaald was, terwijl aaseter- en predatorsoorten (crustacea, gastropoda en echinodermata) vaker werden waargenomen in 1986. De auteurs suggereren dat deze verschuivingen kunnen toegeschreven worden aan de fysische impact van de visserij, maar tevens aan de voedselinput voor de aaseter- en predatorsoorten door de teruggooi.

De meningen over de aard en de gevolgen van de effecten van de garnalenvisserij zijn vaak erg uiteenlopend en tegenstrijdig. Sommige studies vermelden duidelijke effecten, terwijl andere studies de garnaalboomkor eerder als een relatief licht vistuig beschouwen met een beperkte impact (Rumohr

et al. 1994; Vorberg 1997). Volgens Doeksen (2006) lijkt de sleepnetvisserij op zandige substraten in kustwateren en estuaria (waar de garnalenvisserij voornamelijk plaatsvindt) geen noemenswaardig probleem te zijn aangezien: (1) de mechanische verstoring van het substraat door het vistuig beperkt is, (2) de verstoring miniem is in vergelijking met de verstoring door natuurlijke krachten, (3) de mechanische verstoring van korte duur is door het hoge niveau van natuurlijke verstoring, (4) de aanwezige soorten in dergelijke gebieden goed aangepast zijn aan de verstoring van de habitatcondities. Dit suggereert dat kortstondige visserij-geïnduceerde verstoring een verwaarloosbaar effect heeft. Dit is mogelijk niet het geval voor de langdurige en grootschalige verstoring van substraten die meer stabiele en permanente structuren vormen, de zogenaamde biobouwers (Campos 2009). Een biobouwer is een soort die niet alleen reageert op het milieu, maar ook dat milieu sterk weet te veranderen. Dergelijke substraten vervullen een uitgesproken habitatfunctie en ondersteunen unieke soortenassemblages. De verstoring van deze relatief stabiele habitats zal een aanzienlijke invloed hebben op de soortendiversiteit en -abundantie. Verschillende bewijzen tonen aan dat de garnalenvisserij geen directe waarneembare effecten heeft op dergelijke habitats (zie verder). De discussie over de impact van de visserij lijkt steeds vaker neer te komen op de veronderstelling dat de rekolonisatie en rehabilitatie van fragiele, structuurvormende populaties verhindert wordt door de visserij. Dit zou vooral een gevolg zijn van de repetitieve verstoring van het substraat waarop dergelijke structuren zijn gevestigd. Deze hypothese is (nog) niet geverifieerd door wetenschappelijk onderzoek, maar lijkt toch goed geaccepteerd. Er zijn momenteel diverse onderzoeken lopende om de kennisleemtes inzake de bodemberoering in de garnalenvisserij op te vullen (o.a. het Europese Benthis project).

1.4 Visserijtechnische maatregelen met het oog op verduurzaming

De laatste jaren is de visserijsector voortdurend in beweging. Hoge brandstofprijzen, toenemende maatschappijkritiek, fluctuerende aanvoer, scherpe concurrentie en strikte reglementering dwingen de visserman tot innovatie en samenwerking. Ook in de garnalenvisserij heeft dit alles geleid tot heel wat recente initiatieven. De ongewenste bijvangst is een belangrijk probleem in de garnalenvisserij. Samenwerking tussen de wetenschap en de sector heeft geleid tot een aantal zinvolle technische aanpassingen om dit probleem aan te pakken.

1.4.1 Grotere maaswijdte

In principe is in de EU garnalenvisserij het gebruik van elke maaswijdte groter dan 16 mm (gestrekte maas, gemeten tussen de knopen) toegelaten. In de praktijk wordt meestal een maaswijdte van 20 mm gehanteerd. Volgens de laatste afspraken in het MSC garnalen certificering traject dient de minimummaaswijdte van een garnaalnet 20 mm te zijn. Revill en Holst (2004b) experimenteerden met verschillende maaswijdten in de kuil van garnalennetten. Zij kwamen tot de conclusie dat het aanbrengen van een 26 mm kuil leidde tot een bijvangstreductie van ondermaatse garnalen van 13% in vergelijking met een traditionele kuil van 20 mm. Tegelijkertijd werd vastgesteld dat door de optuiging van een zeeflap in garnalennetten tussen 16 en 26% (in gewicht) aan ondermaatse garnalen kon ontsnappen.

1.4.2 Sorteerrooster en zeeflap

In het EU project DISCRAN werd aangetoond dat sorteerroosters met een opening van 20 mm geschikt zijn om ongewenste bijvangst te scheiden uit garnalenvangsten (van Marlen et al. 2001). Met een typisch Nordmøre grid kon de bijvangst significant verminderd worden, en dit zonder een al te groot verlies van commerciële garnalen (Graham 2003). Het nadeel verbonden aan vaste sorteerroosters is echter de rigiditeit en het risico op verstopping van dergelijke structuren. Dit maakt de roosters weinig populair bij de vissers, die de voorkeur geven aan het gebruik van de zeeflap. In het algemeen is de zeeflap minder vatbaar voor beschadigingen en verstoppingen dan het sorteerrooster (Polet et al. 2004). Onder de huidige EU wetgeving kunnen sorteerroosters met een opening van 20 mm als alternatief gebruikt worden voor de zeeflap (Revill and Holst 2004b).

De zeeflap of zeefkeel is een trechtervormig stuk netwerk met een maaswijdte van doorgaans 60 mm (maximaal 70 mm), dat ingewerkt wordt in het net om bijvangst te reduceren. Garnalen stromen passief doorheen de mazen van de zeeflap en komen achteraan in de kuil terecht. Alles wat te groot is om doorheen de zeeflap te passeren wordt afgeleid naar een ontsnappingsopening en geloosd. De efficiëntie van de zeeflap werd bestudeerd in het EU project DISCRAN (van Marlen et al. 2001). Dit onderzoek toonde aan dat de zeeflap significant de bijvangst van eenjarige en oudere vissen reduceert. De zeeflap vermindert de bijvangst van schol, bot, spiering, kabeljauw en in iets mindere mate van schar, steenbolk en wijting. De zeeflap is echter niet efficiënt om nuljarigen en vissen <10 cm tegen te houden (Polet et al. 2004). Dit is vooral een nadeel voor de visserij in gebieden die fungeren als belangrijke kraamkamers voor platvissen, zoals de Waddenzee. De excellente bijvangstreductie van eenjarige en oudere vissen is wel belangrijk voor de zuidelijke Noordzee.

Het gebruik van de zeeflap kan resulteren in een vangstverlies van commerciële garnalen. In het geval van verstopping (door wieren, afval, gekieuwde vissen, …), kan dit vangstverlies oplopen tot 30% en meer (Polet et al. 2004). Dit leidt tot financiële verliezen voor de garnalenvissers. Technische wijzigingen in het netontwerp van de zeeflap kunnen dit verstoppingsprobleem mogelijk verminderen. Van Marlen et al. (2001) vermelden een vangstverlies van 5 tot 20% bij de Duitse, Nederlandse en Britse studies. Het vangstverlies liep echter op tot 37% bij commerciële proeven in Belgische wateren.

Een bijkomend voordeel van de zeefkeel is dat ook de bijvangst van ondermaatse garnalen afneemt (Revill & Holst 2004b). Bovendien vermindert de zeeflap de bijvangst van bodem bewonende (benthische) soorten aanzienlijk en dus ook de impact op de gemeenschappen die zij vormen (Revill & Holst 2004b; Polet et al. 2004).

Het gebruik van de zeeflap met een maximale maaswijdte van 70 mm is verplicht voor de garnalenvisserij in alle EU wateren (EG Nr. 850/98). Deze technische maatregel werd geïmplementeerd door alle lidstaten in januari 2003 (Revill & Holst 2004b). Verschillende landen voorzien een ontheffingsregeling voor het gebruik van de zeeflap op momenten wanneer algen en kwallen in grote hoeveelheden voorkomen en de zeeflap doen verstoppen. Volgens de laatste afspraken in het MSC garnalen certificering traject wordt de zeeflap nu jaarrond gebruikt door de hele Nederlandse sector en is het gebruik van de zeeflap voor alle garnalenvissers verplicht vanaf 1 januari 2013.

1.4.3 Brievenbus

Ook de brievenbus is een netaanpassing die gericht is op het verminderen van de ongewenste bijvangst in de garnalenvisserij. De brievenbus bestaat uit een dwarssnede in de onderzijde van het net. Deze opening moet ervoor zorgen dat platvissen kunnen ontsnappen, terwijl de garnalen het achtereind van het net in stromen. Met behulp van een schotje worden de platvissen naar de brievenbus geleid, terwijl de garnalen door en over het schotje heen alsnog in het achtereind van het net terechtkomen.

De brievenbus is nog in ontwikkeling, maar de eerste resultaten wijzen erop dat de aanpassing minstens even effectief is als de zeeflap in het verminderen van de teruggooi van jonge platvissoorten zoals schol en tong (Steenbergen et al. 2011). In een rechtstreekse vergelijking met de zeeflap werd aangetoond dat er in het voorjaar gemiddeld 40 % minder schol werd aangetroffen in een net met de brievenbus ten opzichte van een net met de zeeflap. In het najaar werd er geen significant verschil vastgesteld. Ook voor tong werden er in het voorjaar gemiddeld minder exemplaren aangetroffen in het net met de brievenbus. Voor de andere platvissoorten zoals schar en bot kon er geen verschil aangetoond worden tussen de beide netaanpassingen. Voor het lozen van grotere (plat)vissen bleek de brievenbus vaak minder geschikt dan de zeeflap. De brievenbus is bijgevolg niet bedoeld als vervanging van de zeeflap. Volgens Steenbergen et al. (2011) kan de brievenbus mogelijk wel een alternatief zijn voor de zeeflap in periodes waarin deze dichtslibt door algen en wieren.

Ook het gebruik van de brievenbus resulteert in het vangstverlies van commerciële garnalen. Het gebruik van het schotje lijkt dit enigszins te compenseren. Het vangstverlies is grosso modo vergelijkbaar met dat van de zeeflap.

1.4.4 Pulsvisserij

De meeste technische maatregelen die het verbeteren van de selectiviteit als doel hebben focussen louter op netaanpassingen. Deze maatregelen beogen een verbeterde filtering of scheiding van de vangst in het vistuig. Het nadeel van deze methodiek is dat alle gevangen dieren effectief in contact komen met het vistuig vooraleer ze kunnen ontsnappen. Beschadiging of stress tijdens het vangst- en/of ontsnappingsproces kan leiden tot extra mortaliteit. Een mogelijk betere benadering om de selectiviteit van een vistuig te verhogen is vermijden dat de ongewenste bijvangst in het net terechtkomt. M.a.w. door de vangstscheiding te laten plaatsvinden voorafgaand aan het vangstproces. Een alternatieve vangststimulus ter hoogte van de netmond kan hiervoor zorgen, waarbij enkel een gewenste respons bij de doelsoort(en) uitgelokt wordt en niet bij de ongewenste soorten. In een traditionele garnaalboomkor wordt een mechanische vangststimulus veroorzaakt door de klossenpees. Het contact met deze klossen, de turbulentie van het water en/of de trillingen in het sediment stimuleren de meeste dieren in de omgeving van het vistuig, waardoor er veel ongewenste dieren bijgevangen worden.

Een mogelijk alternatief voor de mechanische vangststimulus is het gebruik van een elektrisch veld in de netopening van een garnaalnet. In het verleden werden wereldwijd experimenten met elektriciteit uitgevoerd in de visserij. Onderzoek naar de toepassing van elektrische velden in de sleepnetvisserij op garnalen begon in de jaren 1960 en ‘70 (De Groot & Boonstra 1974; Vanden Broucke & Vanhee 1977). In die periode werden sleepnetten met elektrische pulsen voor Noordzee garnalen getest in België, Duitsland, Nederland en UK. Het belangrijkste doel van het experimentele werk was meestal

het verhogen van de commerciële vangsten, zonder dat hierbij aandacht werd besteed aan selectiviteit. Onderzoek ging verder tot de jaren 1980, maar werd abrupt en vrijwel gelijktijdig stopgezet in alle Noordzeelanden. Dit werd voornamelijk veroorzaakt door een Nederlands verbod op elektrisch vissen, gedreven door de angst voor overbevissing. In 1988 werd het vissen met elektriciteit algemeen verboden in de EU (EG Nr. 850/98). In andere werelddelen werden de ontwikkelingen verdergezet en ook in de Noordzeelanden bleef de belangstelling ondertussen bestaan. Dit werd de laatste decennia enkel aangescherpt door de stijgende brandstofprijzen.

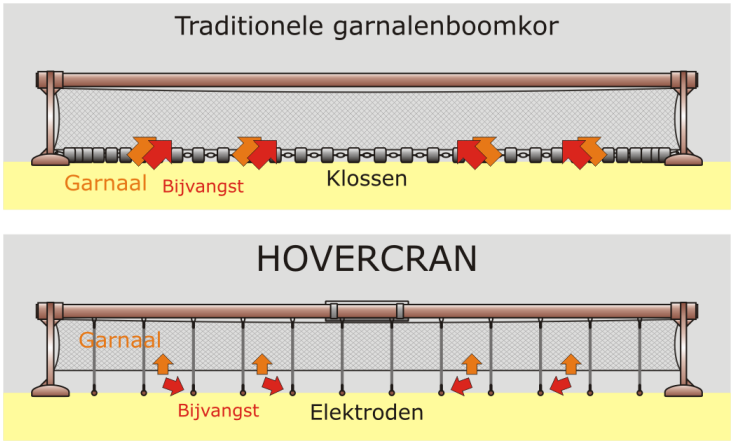
In België en vooral Nederland werd de experimentele ontwikkeling van de pulsvisserij als alternatief voor de boomkorvisserij verdergezet. De wetenschappelijke wereld bericht inmiddels over de positieve aspecten van de experimenten met de pulsvistuigen inzake brandstof- en discardreductie (van Marlen et al. 2005; van Marlen et al. 2006; Soetaert et al. 2013, van Marlen et al. 2014). In 2006 werd door ICES officieel geadviseerd dat de pulsvisserij vele positieve facetten kent, maar dat er bezorgdheid heerst over eventuele, onbekende neveneffecten (ICES 2006). Het standpunt was tevens dat dit eerst onderzocht moet worden alvorens er kan overgegaan worden tot wetswijziging. Dit advies werd opgepikt door de Europese commissie en een derogatie op de wetgeving werd ingevoerd in 2007. Deze derogatie stelt elke lidstaat in staat om 5% van de aanwezige boomkorvloot uit te rusten met de pulsvisserijtechniek. Sedert 2007 werd deze derogatie jaarlijks hernieuwd. In 2014 raakte bekend dat Nederland aan een grootschalig pilotprogramma om de werking van de pulskorvisserij verder in beeld te brengen. Hiervoor werden 42 extra vergunningen (bovenop de reeds beschikbare 42 vergunningen) verleend aan Nederlandse vissers. Het onderzoeksprogramma wordt gecoördineerd door IMARES, onderdeel van de Wageningen Universiteit. Het programma onderzoekt verder de selectiviteit van de pulskor en de milieuwinst door het minder beroeren van de zeebodem en de reductie van het brandstofgebruik. Bij het programma worden de visserij- en milieuorganisaties betrokken. De basis voor dit project werd gevonden in artikel 14 van de Basisverordening (Verordening EU nr. 1380/2013) waarin lidstaten de mogelijkheden wordt geboden om in het kader van de aanlandplicht “alle haalbare methoden ter voorkoming, beperking en uitbanning van ongewenste vangsten in een visserij volledig te onderzoeken”.

Parallel aan de praktijkexperimenten in de Noordzee wordt door verschillende onderzoeksinstituten in België en Nederland (IMARES, ILVO en UGent) onderzoek uitgevoerd naar de eventuele effecten van de (garnaal)pulsvisserij op mariene organismen. De resultaten wijzen op de afwezigheid van enig effect wat betreft de garnaalpuls (Desender et al. 2016). In deze onderzoeken werden alle mogelijke levensstadia (ei, larve, juveniel en adult) van een range aan mariene soorten zoals commerciële rond- en platvissoorten, niet-commerciële benthische vissoorten en invertebraten ingesloten (ICES 2012).

Het innovatieve idee om een elektrisch pulsveld te gebruiken als een soort selectieve stimulus in een nieuw type vistuig voor de *Crangon* visserij werd voor het eerst geopperd door het ILVO in de late jaren 1990. Tot dan werd de pulsvisserijtechniek vrijwel louter gezien als een middel om de vangstefficiëntie van een vistuig te verhogen. Het basisidee bij soort selectief, elektrisch vissen op garnalen is om met behulp van elektrische pulsen een maximale springrespons op te wekken bij garnalen, zonder hierbij eventuele bijvangstsoorten te stimuleren (Polet et al. 2005a). Wetenschappelijk onderzoek heeft duidelijk het lengte- en soort selectief potentieel van de elektrische visserijtechniek aangetoond, zowel in lab experimenten als in het veld (Polet et al. 2005a & b). Uit de verkennende pilootexperimenten op zee bleek dat een selectieve, verhoogde onderpees een vluchtweg creëerde voor een deel van de vissoorten en de ongewervelde bodemdieren. De verliezen van commerciële garnalen waren hierbij beperkt.

Een volgende stap in de ontwikkeling van de *Crangon* pulsvisserij betrof de Hovercran (Verschueren & Polet 2009). Dit vistuig kwam tot stand na een samenwerking tussen UGent, Marelec NV en ILVO. De Hovercran is een aangepaste garnaalboomkor waarin de klossenpees volledig verwijderd en vervangen wordt door 12 lichte elektroden (Figuur 1-1). Bovendien bevindt het net zich hoger in de waterkolom, waardoor het als het ware zweeft en er dus amper bodemcontact veroorzaakt wordt. Niet-doelsoorten kunnen ontsnappen onder het net. In 2009 werd dit vistuig bekroond tijdens de WWF Smart Gear Competition.

In 2007 werd de Stichting Verduurzaming Garnalenvisserij opgericht door de PO's met als doel een project 'Verduurzaming Garnalenvisserij' uit te voeren met de steun van het Waddenfonds (Goldsborough et al. 2014). Eén van de drie onderzoeksluiken van dit project betrof de doorontwikkeling van de pulsvisserij op garnalen. Dit onderzoeksgedeelte werd uitgevoerd door ILVO (Verschueren et al. 2012, Verschueren et al. 2014). Centraal in deze studie stonden praktijkproeven met de Hovercran en alternatieve pulsvistuigen gericht op een verbeterde selectiviteit en een verminderde bodemberoering. De proeven werden uitgevoerd met de vaartuigen O 191, TX 25 en HA 31. Dit onderzoek was vooral gericht op de technische doorontwikkeling van de pulsvisserij. De Hovercran zonder klossen kan goed worden gebruikt op bestekken met een vlakke zeebodem. Op ruwere en meer oneffen visgronden vergroot het risico op averij, aangezien er geen klossen zijn die het net over obstakels heen helpen. Voor dergelijke visgronden (zoals de Waddenzee met de vele tidale geulen) diende een tussenoplossing gevonden te worden in de vorm van een aangepaste klossenpees.



FIGUUR 1-1: SCHEMATISCH VOORAANZICHT VAN EEN CONVENTIONEEL VISTUIG (BOVENAAN) EN DE HOVERCRAN (ONDERAAN), EEN EXPERIMENTEEL PULSVISTUIG MET VERHOOGDE ONDERPEES EN 12 ELEKTRODEN I.P.V. EEN KLOSSENPEES. ONDERAAN HET NET WORDT EEN ONTSNAPPINGSOPENING GECREËERD WAARDOOR NIET-DOELSOORTEN KUNNEN ONTSNAPPEN.

Uit een reeks verkennende experimenten op zee, zowel met de Hovercran (O 191) als met andere pulsvistuigen met lichte klossenpezen (TX 25, HA 31, SD 33) bleek dat een selectieve, verhoogde onderpees een vluchtweg creëerde voor vele bijvangstsoorten. De resultaten waren echter zeer variabel. Afhankelijk van het ontwerp van de optuiging werd de bijvangst met 15% tot 75% gereduceerd (Verschueren et al. 2014). De technische karakteristieken en de prestaties van de verschillende pulsvistuigen aan boord van de verschillende vaartuigen (TX 25, TH 10, WR 40, SD 33 en TH 10) liepen sterk uiteen tot halverwege 2014. Momenteel is er echter een wetgevend kader (= technische eisen) dat de praktische uitvoering van het pulsvistuig begrensd en de variatie in de optuigingen beperkt.

2 DOELSTELLINGEN

2.1 Achtergrond

Zeevisserijbedrijf P.A. Baaij (TH 10) is op dit moment een van de vier Nederlandse visserijbedrijven die met de puls op garnalen mag vissen. Het bedrijf heeft de afgelopen jaren geprobeerd om samen met Delmeco Fishing Technology (DFT) een combipuls te ontwikkelen (Verschueren et al., 2013). De doelstelling was om met een pulssysteem zowel een puls voor de platvis als voor de garnalen te kunnen genereren, met hergebruik van de bestaande pulsmodules en pulsstrengen. Voor de ontwikkeling van deze Combipuls was subsidie aangevraagd en toegewezen bij de Lokale Groep Zuidhollandse Delta. Helaas was deze ontwikkeling niet succesvol. Hoewel het technisch wel mogelijk bleek om met het Delmeco-systeem een goede puls voor de garnalenvisserij op te wekken, was een dergelijke investering bedrijfseconomisch niet te rechtvaardigen. De zware pulsmodules en strengen afkomstig van de platvispulsvisserij zorgeden voor een te zwaar vistuig voor de garnalenvisserij. Zeevisserijbedrijf P.A. Baaij heeft daarop besloten om de ontwikkeling samen met DFT stop te zetten. De garnalenvisserij bleek niet te werken met componenten die zijn ontwikkeld voor de tongvisserij.

Voor de pulsvisserij op garnalen werd door Marelec in samenwerking met het onderzoeksinstituut ILVO een pulssysteem ontwikkeld en toegepast. Dit systeem is lichter en volledig toegesneden op de garnalenvisserij. De TH 10 heeft nog steeds de ambitie om een pulssysteem te ontwikkelen en te combineren voor garnalen en platvis. Dit project omvatte de ontwikkeling en de integratie van de garnalenpuls van Marelec/ILVO met de pulsvisserij op platvis in combinatie met het pulssysteem van HFK-engineering. De integratie van deze twee systemen werd voorheen nog niet toegepast.

2.2 Doelstellingen

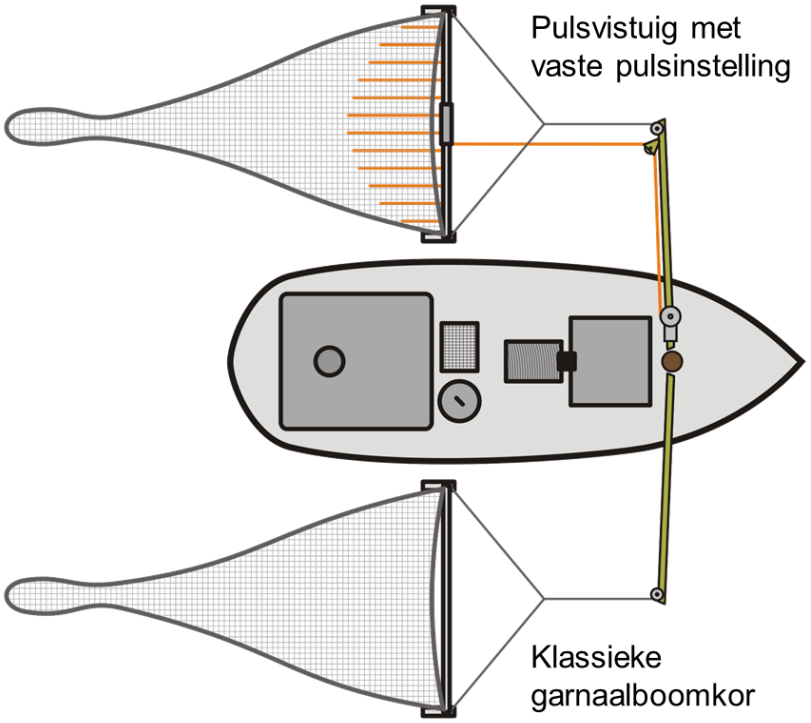
De hoofddoelstelling was het ontwikkelen en testen van een economisch en ecologisch rendabele pulstechniek die bruikbaar is voor zowel de garnalenvisserij als de platvisvisserij (combipuls). In het project diende de techniek van Marelec/ILVO gecombineerd te worden met het systeem van HFK. Bovendien moest de installatie aan boord de visserij op platvis blijven ondersteunen. Voor beide visserijen zijn verschillende pulsparameters nodig. De combinatie van het HFK-systeem voor platvis met de pulsstrengen en de pulsgenerator van het Marelec garnalenpulssysteem is nieuw en uniek. Het ILVO bracht haar kennis en kunde op dit gebied in. Door middel van onderwateropnames en analyse van de vangstgegevens dienden de ecologische effecten onderzocht te worden. Het aantonen van een werkend systeem en de economische haalbaarheid van een dergelijke investering aantonen is van groot belang voor het draagvlak voor de pulsvisserij in de Voordelta (en de kustzone).

De ILVO-doelstelling in dit onderzoek en het onderwerp van onderhavig rapport is als volgt: Uitvoeren van een uitgebreide en gedetailleerde vangstvergelijking aan boord van TH 10 tussen enerzijds een klassieke garnaalboomkor en anderzijds een pulsvistuig. De proefperiode diende bij voorkeur een volledig visseizoen van TH 10 te omvatten, mede opdat de gegevensverwerking de eventuele invloed van de geregistreerde omgevingsvariabelen zou kunnen nagaan.

3 MATERIAAL EN METHODEN

3.1 Beschrijving experiment

Voor de evaluatie van de pulsvisserij op garnalen met TH 10 werd simultaan gevist met een pulsvistuig aan bakboord (BB) en een conventioneel vistuig (= klassieke garnalenboomkor) aan stuurboord (SB) (zie Figuur 3-1). Aangezien de pulsvisserij op dezelfde manier uitgeoefend wordt als de traditionele visserij op garnaal (d.w.z. op dezelfde visbestekken met dezelfde sleepsnelheid en sleepduur) is een rechtstreekse vangstvergelijking tussen beide vistuigen mogelijk. Gedurende de volledige periode waarin de vistuigen onderling vergeleken werden, bleven de beide vistuigconfiguraties onveranderd. Beide garnalennetten waren voorzien van een zeeflap. Tijdens de bemonsterde zeereizen werd het zeeflapuiteinde echter losgekoppeld van de dichtgemaakte ontsnappingsopening, waardoor het werkingsprincipe opgeheven werd en er geen vangst ontsnapte via de zeeflap.



FIGUUR 3-1: SCHEMATISCHE WEERGAVE VAN DE RECHTSTREEKSE VERGELIJKING VAN EEN PULSVISTUIG MET EEN KLASSIEKE GARNAALBOOMKOR.

Bij de pulsvisserij met het Marelecsysteem is de instellingsmogelijkheid van de pulsgenerator beperkt tot één wijzigbare pulsparameter, namelijk de pulsamplitude. Deze parameter is continu instelbaar via een draaischakelaar. Dit laat toe om wijzigingen in de conductiviteit van het zeewater, als gevolg van verschillen in temperatuur en/of saliniteit op te vangen. Dit betekent dat de kenmerken van het elektrisch veld op de zeebodem vastliggen, op de pulsamplitude na. De pulsamplitude of pulshoogte is een maat voor de intensiteit van het elektrisch veld en wordt hier uitgedrukt als percentage van de maximale output van de pulsgenerator. De pulsamplitude werd tijdens de bemonstering vrijwel constant gehouden, waardoor elke trek met dezelfde pulsinstellingen werd uitgevoerd.

3.2 Vaartuig

De Nederlandse kotter Tholen 10 “Dirkje” (TH 10) werd in 2014 uitgerust met een Marelec pulsvisserijsysteem voor garnalen gecombineerd met het HFK-systeem voor platvis met als doel het uitvoeren van uitgebreide praktijktesten in commerciële omstandigheden in de Zuidelijke Noordzee.

FIGUUR 3-2: TH 10, DIRKJE.

Eigenaar: Zeevisserijbedrijf P.A. Baaij en zn.
Thuishaven: Scheveningen
Lengte x breedte x holte: 23,97 x 6,00 x 2,60 m
Tonnage: 86 GT
Motor: Mitsubishi (2001)
Vermogen: 300 HP
Bouwjaar casco: 1990
Nettenrol achteraan: Ja
Installatie Marelec pulssysteem: 2014
Visserijtechnieken: Pulsvisserij tong (HFK); Pulsvisserij garnalen (Marelec); Single- & twinrig

3.3 Pulsapparatuur

De pulsvisserij vereist aangepaste apparatuur. In dit onderzoek werden de experimenten uitgevoerd met een pulsgenerator van Marelec NV (Nieuwpoort, BE). De verschillende systeemonderdelen kunnen geplaatst worden op een bestaand schip zonder dat hierbij radicale veranderingen dienen te gebeuren aan de infrastructuur. De apparatuur werkt tevens volledig autonoom.

Een belangrijk gedeelte van de elektronica bevindt zich aan boord van het vaartuig en vormt de wisselstroom van het boordnet om tot onderbroken gelijkstroom. Deze gelijkstroom voedt de pulsgeneratoren op de vistuigen via pulskabels afkomstig van het schip (bakboord- en stuurboordzijde voor een dubbel systeem). Elke pulsgenerator genereert de noodzakelijke laagfrequente gelijkstroompulsen en geeft deze door aan de 12 elektroden in het net waar het elektrisch pulsveld aangelegd wordt. Aangezien reeds vroeger werd onderzocht wat de optimale pulsparameters zijn om *Crangon crangon* maximaal te stimuleren, werd gekozen om de instelbaarheid van de pulsgeneratoren te beperken. Enkel de pulsamplitude (het resultaat van het spanningsverschil over de naburige + en – elektrode) is continu instelbaar via een draaischakelaar op de voedingskast in de machinekamer. Dit laat toe om wijzigingen in de conductiviteit van het zeewater, als gevolg van verschillen in temperatuur en/of saliniteit op te vangen. Via real-time uitlezing in de scheepsbrug is de

controle van het pulssysteem mogelijk. De specifieke software laat toe om de prestaties van de 11 afzonderlijke elektrodeparen te monitoren en te loggen, zoals voorgeschreven wordt in de Europese wetgeving. Het outputvermogen van elke pulsgenerator is aanzienlijk lager dan het inputvermogen en is een gevolg van elektrische verliezen in de pulskabel en de generator zelf.

FIGUUR 3-3: MARELEC PULSGENERATOR OP HET PULSVISTUIG.

Merk: Marelec type 3
Ingebruikname: 2014
Aantal pulsstrengen: 12 (met elk 1 conductor)
Lengte pulsstrengen: Ca. 3m
Lengte conductoren: Ca. 1,5m
Diameter conductorenn: 12mm
Materiaal conductoren: RVS kabel (AISI 316; 6*19) met Cu kern (10 mm2)
Tussenafstand elektroden: 0,65m
Pulsvorm: DC, tussen halve sinus en blokvorm
Maximale klemspanning belast: Ca. 100V
Pulsduur: 0,5ms
Herhalingsfrequentie: 5Hz
Polariteit elektroden: Afwisselend (2 t.e.m. 11) & Vast (1 & 12)

De eigenlijke conductoren of elektroden worden verbonden met de pulsgenerator via geïsoleerde tussenkabels, voorzien drukconnectoren. De pulsgeneratoren zijn aangewezen op de stroomvoorziening afkomstig van het schip (ca. 1 kW per kant). Bijgevolg is een voedingskabel tussen het schip en het vistuig noodzakelijk. Een voordeel van dergelijke voedingskabel is dat deze toelaat om elektrische informatie uit te wisselen tussen het vistuig en de scheepsbrug. Op deze manier heeft de visser steeds zicht op het al dan niet functioneren van het pulsveld op de zeebodem. Het halen en vieren van de pulskabels samen met de vislijn gebeurt automatisch met behulp van twee elektrische kabellieren (voor een dubbel systeem). Elke kabellier oefent een instelbare, constante trekkracht uit op de pulskabel waardoor deze steeds strak staat en niet kan haperen of verstrengelen, ongeacht de onregelmatige bewegingen van het vaar- en/of het vistuig.

3.4 Vistuigen

Voor de evaluatie van het pulsvistuig (aan bakboordzijde, BB) werd steeds een rechtstreekse vangstvergelijking uitgevoerd met een conventionele garnaalboomkor aan stuurboord (SB). Beide vistuigen worden hieronder afgebeeld en beschreven.

FIGUUR 3-4: AFBEELDINGEN VAN HET GEBRUIKTE TRADITIONEEL VISTUIG (LINKS) EN HET PULSVISTUIG (RECHTS). LINKS DE TRADITIONELE KLOSSENPEES MET 37 KLOSSEN (CA. 400 KG) IN EEN ROND NET, RECHTS DE GEREDUCEERDE, RECHTE KLOSSENPEES (CA. 250 KG) MET 12 KLOSSEN EN 10 RUBBERSCHIJVEN IN EEN VIERKANT NET MET 12 ELEKTRODEN EN 23 TREKONTLASTERS.

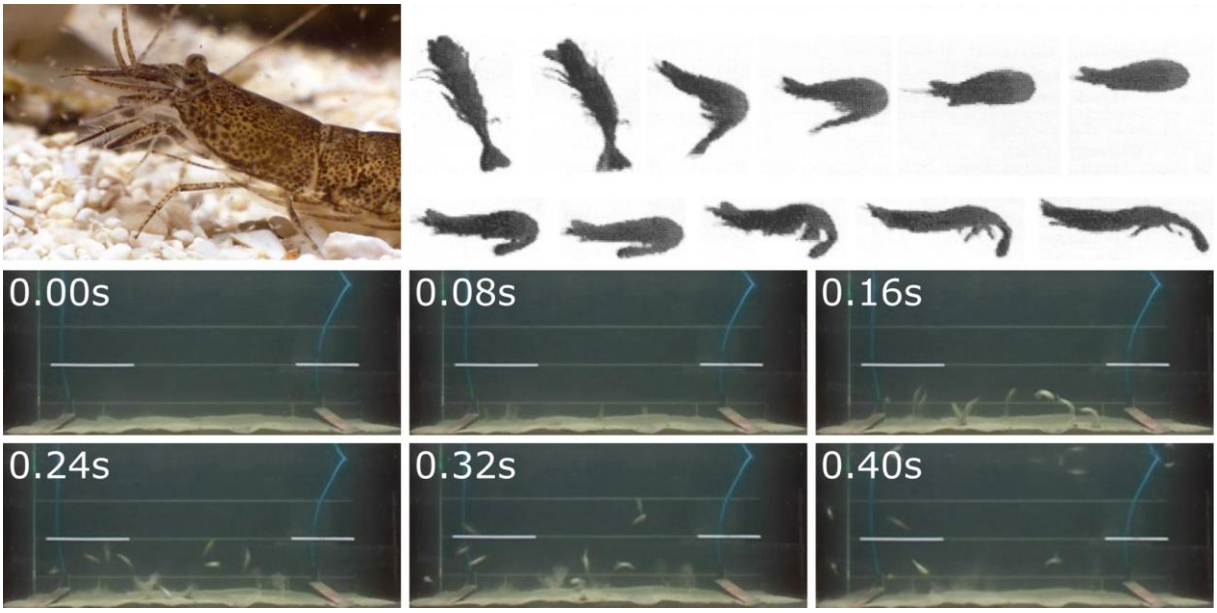
Type vistuig	Klassieke garnaalboomkor	Aangepaste boomkor met pulsgenerator
Type net	Klassiek (rond) net	Vierkant net
Type klossenpees	Standaard U-vormig	Aangepast recht
Aantal klossen	37	12
Type klossen	Vierkant	Ellipsvormig
Tussenschijven	Afwezig	Aanwezig (12 stuks)
Lengte korrestok	9m	9m
Zeeflap	Aanwezig (al dan niet los)	Aanwezig (al dan niet los)
Maaswijdte zeeflap	70mm?	70mm?
Maaswijdte kuil	24	24
Steuntouwen	Afwezig	Aanwezig (23 stuks)
Elektroden	Afwezig	Aanwezig (12 stuks)

Om een effectief en gelijkmatig verdeeld elektrisch veld op te wekken in de netopening van een garnalennet met een standaardbreedte van 8 tot 9 m is de optuiging van 12 lange elektroden noodzakelijk. Bij voorkeur worden deze elektroden in de lengterichting van het net aangebracht, vrij dicht bij de zeebodem, op een onderlinge afstand van 60 à 70 cm. Het optimaal optuigen van deze elektrodeconfiguratie vereist een voldoende grote en bij voorkeur rechthoekige netopening. Op die manier blijft de onderlinge afstand tussen de elektroden overal gelijk en is de lengte van elke elektrode identiek.

3.5 Toegepaste puls

Een blokvormige gelijkstroompuls met een herhalingsfrequentie van 5 Hz en een pulsduur tussen 0,25 en 0,5 ms, die een veldsterkte van ongeveer 30 V/m induceert op de zeebodem tussen de elektroden, geeft het beste resultaat geeft om grijze garnalen te doen opspringen. Een kortstondige hoge

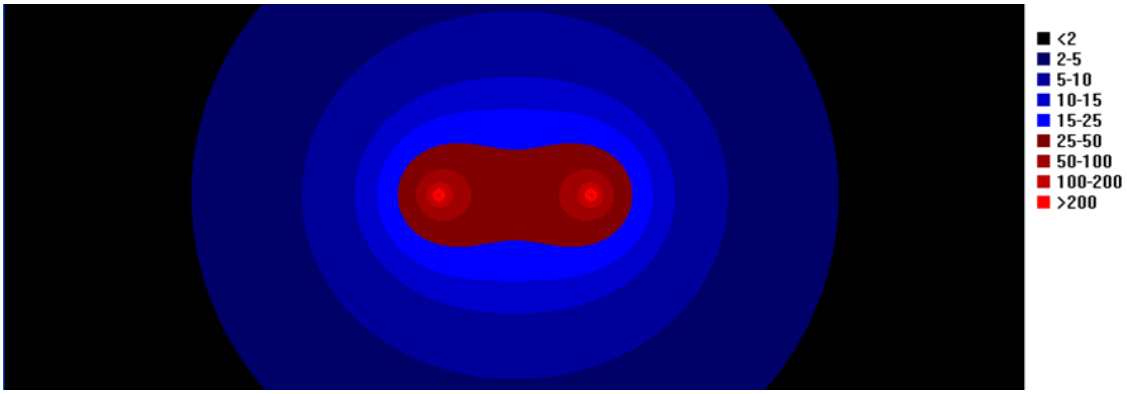
piekspanning (‘prik’), met steile opgaande en dalende flank is doorslaggevend om de gewenste garnalenrespons uit te lokken (= simultane en opwaartse springbeweging) (zie onderstaande figuur). Gedurende een blootstelling van 0,4 s aan deze puls met herhalingsfrequentie 5 Hz wordt een garnaal ongeveer 2 pulsen gewaar. Dit blijkt reeds voldoende om een garnaal op te schrikken van de zeebodem, waarbij ze opwaarts zwemt en gemakkelijk een verticale hoogte kan bereiken tot 50 cm boven de zeebodem. In de praktijk worden momenteel draadvormige elektroden met een conductorlengte van ongeveer 1,5 m gebruikt aan een vaarsnelheid van ca. 3 knopen. Hierbij staat een garnaal ongeveer 1 s bloot aan het elektrisch pulsveld en krijgt ze bijgevolg max. 5 pulsen van 0,0005 s over zich heen. De korte pulsduur en de zeer lage herhalingsfrequentie maken een geringe energie-input mogelijk (ca. 1kWh per vistuig) ondanks de hoge conductiviteit van zeewater.



FIGUUR 3-5: BOVENAAN RECHTS: TYPISCHE ‘TAIL FLIP’ VLUCHTBEWEGING VAN GRIJZE GARNAAL (*CRANGON CRANGON*); ONDERAAN: AAN EEN ELEKTRISCH PULSVELD BLOOTGESTELDE GARNALEN. HET ELEKTRISCH VELD WORDT AANGELEGD WAARBIJ DE GARNALEN UITERST SNEL GEPRIKKELD EN GEDWONGEN WORDEN OM OP TE SPRINGEN VANUIT DE ZEEBODEM. NA AMPER 0,4 SECONDEN (2 À 3 PULSEN) ZIJN DE GARNALEN WILLEKEURIG VERSPREID IN HET AQUARIUM.

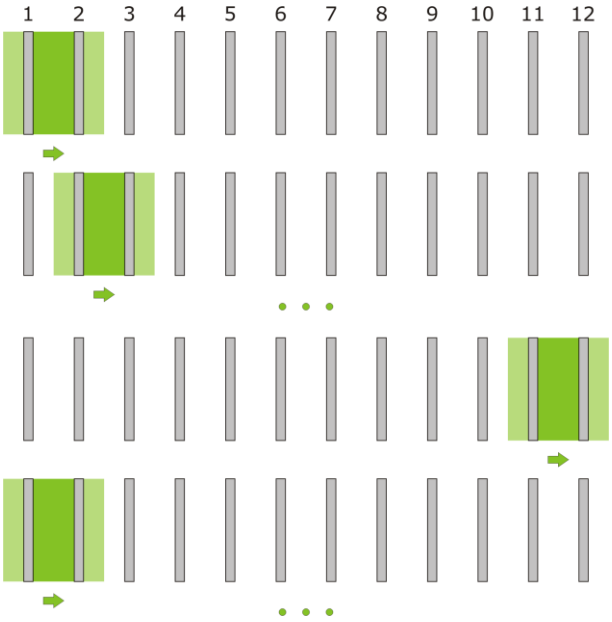
Met draadvormige elektroden kan geen homogeen verdeeld elektrisch veld opgebouwd worden op de zeebodem. Dit impliceert dat de intensiteit van het elektrisch veld varieert in functie van de afstand tot de elektroden (zie figuur 3-6). Bijgevolg is de respons van een individuele garnaal sterk afhankelijk van zijn horizontale en verticale positie in het elektrisch pulsveld. In het midden tussen 2 parallelle draadvormige elektroden (+ en -) is de elektrische veldsterkte het laagst. Hierbij komt nog dat de oriëntatie van de garnaal ten opzichte van de elektroden bepaalt wat het kop-staart potentiaalverschil en dus de springreactie zal zijn. Deze reactie is minimaal wanneer de garnaal evenwijdig ligt ten opzichte van de elektroden en maximaal bij loodrechte oriëntatie. Bij de blootstelling aan DC blokpulsen van 5 Hz en 0,5 ms blijkt dat een elektrische veldsterkte van 4 V/m reeds voldoende is om een geschikte springrespons uit te lokken bij grote garnalen (ca. 6 cm lengte) die loodrecht georiënteerd liggen ten opzichte van de elektroden. Bij een veldsterkte van 8 V/m worden alle grote garnalen geprikkeld. Voor kleine garnalen (ca. 3 cm lengte) is een ietwat hogere veldsterkte noodzakelijk, i.e. 6 V/m. Bij 12 V/m reageren alle garnalen. Voor grote en kleine garnalen die parallel

georiënteerd zijn ten opzichte van de elektroden is respectievelijk 18 en 24 V/m noodzakelijk om 100 % reactie op te wekken.



FIGUUR 3-6: EEN SIMULATIE VAN DE VERDELING VAN DE ELEKTRISCHE VELDSTERKTE ROND EEN PAAR DRAADVORMIGE ELEKTRODEN (Ø 12 MM; L ∞; + EN -) OP EEN ONDERLINGE AFSTAND VAN 60 CM EN MET EEN SPANNINGSVERSCHIL VAN 60 V. DE ELEKTRISCHE VELDSTERKTE (V/M) NEEMT AF MET DE AFSTAND TOT DE ELEKTRODEN.

Figuur 3-7 geeft het werkingsprincipe weer van de pulsgenerator. De 12 elektroden vormen samen 11 elektrodeparen die beurtelings aangestuurd worden door de pulsgenerator. Het apart aansturen is energetisch gezien zeer gunstig. Een volledige cyclus wordt doorlopen in ca. 200 ms.



FIGUUR 3-7: SCHEMATISCHE WEERGAVE VAN HET 'LOOPLICHT' PRINCIPE: DE 12 ELEKTRODEN VORMEN 11 ELEKTRODEPAREN DIE BEURTELINGS WORDEN AANGESTUURD DOOR DE PULSGENERATOR (HET ELEKTRISCH VELD WORDT WEERGEGEVEN IN DE GROENE KLEUR); EEN VOLLEDIGE CYCLUS WORDT DOORLOPEN IN ONGEVEER 200 MS. ELKE PULS (GROENE ZONE) DUURT 0,0005 S EN HET INTERVAL TUSSEN 2 NABURIGE PULSEN IS CA. 20 MS.

3.6 Data

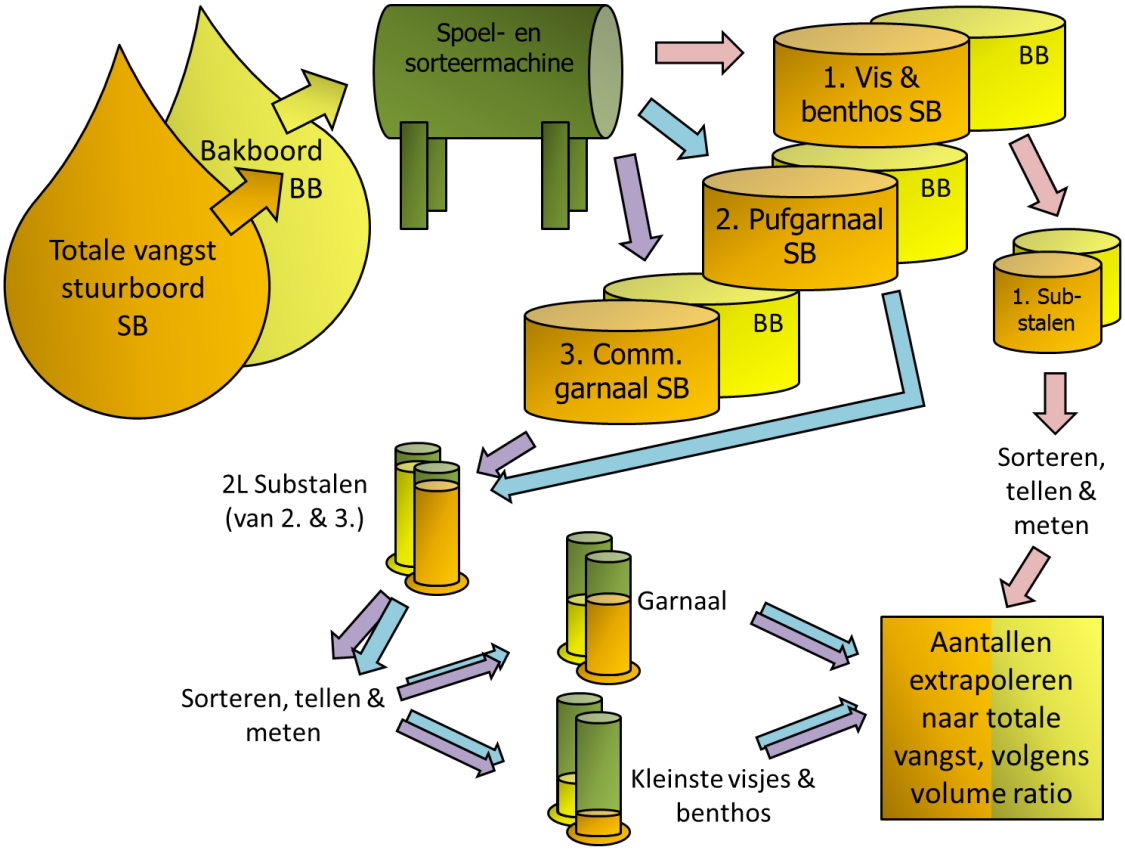
3.6.1 Staalname

Om de specifieke onderzoeksvragen in deze studie te beantwoorden werden verschillende vistuigen simultaan vergeleken in een rechtstreekse vangstvergelijking tussen bakboord (BB) en stuurboord (SB). Met behulp van een tussenschot in de opvangbak werden beide vangsten (SB en BB) steeds apart verwerkt en bemonsterd. Na iedere sleep werd de vangst gesorteerd in een roterende spoelsorteermachine. De volgende drie vangstfracties werden hierbij telkens gescheiden en volledig opgevangen (zie figuur 3-8):

1. De commerciële garnalenfractie met hoofdzakelijk consumptiegarnalen (= maatse, marktwaardige garnalen) en een marginaal deel juveniele plat- en rondvissen.
2. De niet-commerciële garnalenfractie met hoofdzakelijk ondermaatse teruggooigarnalen (= pufgarnalen) en de allerkleinste visjes.
3. De grove bijvangstfractie (= teruggooi, exclusief pufgarnalen) met de grotere vissen, het grotere benthos (krabben, zeesterren, schelpdieren, …) en het afval.

Volgens een vooropgesteld schema werden de volgende metingen uitgevoerd:

1. Bepalen van de totale volumes van de 3 verschillende ruwe vangstfracties per kant in liter (L) na sortering met de spoelsorteermachine.
2. Nemen van een staal uit elke garnalenfractie voor gedetailleerde analyse (doorgaans 3 L staal voor de commerciële garnalenfractie en 2 L staal voor de puf garnalenfractie). Deze stalen worden vervolgens getrieerd waarbij de garnalen (*Crangon crangon*), de andere diersoorten en het eventuele afval worden gescheiden. Vervolgens wordt het volume bepaald van de garnalen in elk staal. De andere soorten worden gemeten (commerciële vissoorten zoals schol, schar, tong, bot, wijting, kabeljauw en steenbolk) of geteld (de niet-commerciële vissoorten en ongewervelden).
3. Volumebepaling van de hoeveelheid commerciële en teruggooigarnalen in de totale vangst (BB en SB) na opwerken van de gedetailleerde analyse van de (3 of 2 L) stalen (stap 2) volgens de volume ratio.
4. Nemen van een staal van de grove bijvangstfractie. De grootte van dit staal wordt bepaald door de grootte van de vangst en kan variëren tussen 5 % tot 100 % van de totale bijvangstfractie. Dit staal wordt volledig getrieerd waarbij commerciële vissoorten worden gemeten (schol, schar, tong, bot, wijting, kabeljauw, steenbolk, …) en niet-commerciële vissoorten en ongewervelden worden geteld.
5. Op basis van de stappen 1, 2 en 4 en worden de data opgewerkt en het totale aantal van een bepaalde soort in de totale BB en SB vangst bepaald, al dan niet met een lengte-frequentie verdeling (voor de commerciële vissoorten).



FIGUUR 3-8: SCHEMATISCHE WEERGAVE VAN HET GEHANTEERDE PROTOCOL VOOR VANGSTANALYSE.

3.6.2 Bepalen van de omgevingsvariabelen

Van de schipper werd verwacht dat hij voor alle bemonsterde slepen de volgende gegevens noteerde:

1. Weersomstandigheden (windrichting en windkracht, stroomrichting, golfhoogte, ...)
2. Helderheid van het water (troebel – helder)
3. Begin- en eindpositie van de sleep, de sleeprichting en de sleepsnelheid
4. Tijdstip van begin en einde van de sleep

3.6.3 Statistische analyse

Tijdens een sleep werd simultaan gevist met 2 vistuigen. Op die manier worden gepaarde waarnemingen verzameld die een statisch betrouwbare vergelijking mogelijk maken tussen de twee vistuigen.

De volumes van de vangsten werden gestandaardiseerd naar liter per uur (L/h) omdat de sleepduur varieert. De vangstgegevens werden verwerkt als procentuele vangstverschillen, waarbij het volume gevangen met het pulsvistuig werd vergeleken met het simultaan gevangen volume in het traditionele vistuig.

Het procentuele vangstverschil werd berekend zoals volgende voorbeelden aantonen: Het procentuele vangstverschil van commerciële garnalen = (volume commerciële garnalen in het

experimenteel vistuig – volume commerciële garnalen in het referentie vistuig) / (volume commerciële garnalen in het referentie vistuig).

Voorbeeld 1: Veronderstel dat er in een sleep 150 L commerciële garnalen gevangen wordt met het puls- en 100 L met het traditionele vistuig. Dan wordt het procentuele vangstverschil: (150 – 100) / 100 = 50 %. In dit geval vangt het pulsvistuig de helft meer garnalen dan het traditionele vistuig.

Voorbeeld 2: Veronderstel dat er in een sleep 200 L commerciële garnalen gevangen wordt met het puls- en 100 L met het traditionele vistuig. Dan wordt het procentuele vangstverschil: (200 – 100) / 100 = 100 %. In dit geval vangt het pulsvistuig het dubbele van het traditionele vistuig.

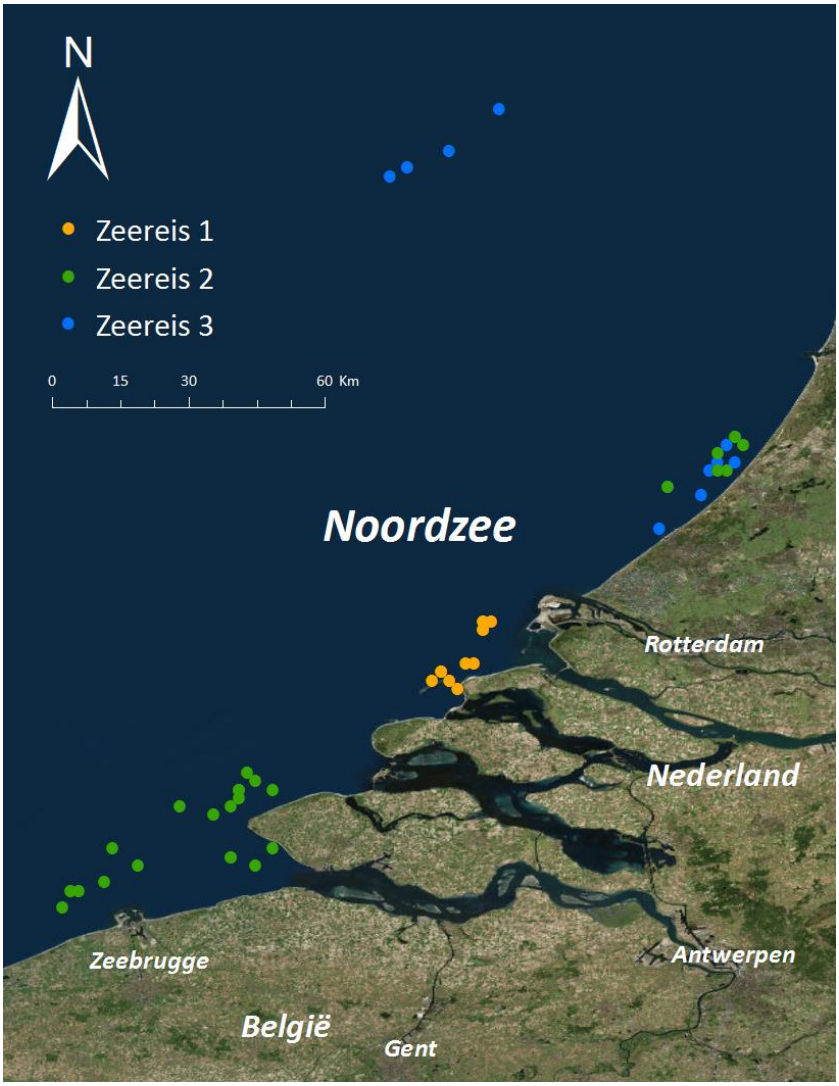
Om significante verschillen na te gaan in de performantie en de selectiviteit van de vistuigen werden voor de 3 verschillende vangstfracties de volumes (L/h) paarsgewijs vergeleken. Voor de verschillende soorten in de bijvangst werden telkens de gevangen aantallen per soort vergeleken. De verschillen werden getest op statistische significantie, ofwel d.m.v. van de gepaarde t-test of de niet-parametrische Wilcoxon signed-rank test, afhankelijk van de normaliteit van de data en de homogeniteit van de varianties (getest met de Shapiro-Wilk test en de Levene's test).

Alle analyses werden uitgevoerd in het softwarepakket R.

4 RESULTATEN: VERGELIJKING PULS VS. TRADITIONEEL

4.1 Algemene zeereisgegevens en omgevingsvariabelen

Het pulsvistuig werd vergeleken met een traditionele garnaalboomkor gedurende drie zeereizen in commerciële omstandigheden. Deze zeereizen werden uitgevoerd in de maanden september en oktober 2015 in het Belgische en het Nederlandse deel van de Noordzee. Tijdens deze reizen werden respectievelijk 13, 26 en 13 trekken bemonsterd, een totaal van 52 (zie Figuur 4-1). Tabel 4-1 geeft een overzicht weer van de 3 zeereizen met een aantal basisgegevens en omgevingsvariabelen.



FIGUUR 4-1: GEOGRAFISCH OVERZICHT VAN DE 52 GEANALYSEERDE TREKKEN OP DE NOORDZEE MET TH 10 GEDURENDE 3 ZEEREIZEN IN COMMERCIËLE OMSTANDIGHEDEN (SEPTEMBER - OKTOBER 2015). ELKE STIP GEEFT DE STARTPOSITIE VAN EEN BEMONSTERDE TREK WEER.

TABEL 4-1: OVERZICHT VAN DE 3 ZEEREIZEN IN COMMERCIËLE OMSTANDIGHEDEN, WAARBIJ EEN PULS- EN EEN TRADITIONELE VISTUIGCONFIGURATIE ONDERLING WERDEN VERGELEKEN.

Zeereis	Datum	Gemeten variabelen	Aantal trekken uitgevoerd	Aantal trekken geanalyseerd	Sleepduur (gem ± sd)
1	21/09/2015 – 23/09/2015	windrichting windkracht sleepsnelheid sleepdiepte helderheid	39	13	79 min ± 18
2	28/09/2015 – 2/10/2015	windrichting windkracht sleepsnelheid sleepdiepte helderheid	65	26	73 min ± 21
3	5/10/2015 – 7/10/2015	windrichting windkracht sleepsnelheid sleepdiepte helderheid	39	13	69 min ± 6

4.2 Vangstvolumes

De vangst per vistuig (BB en SB) werd aan boord automatisch gescheiden in drie fracties: de consumptiegarnalen, de pufgarnalen (= de teruggooigarnalen of de ondermaatse garnalen) en de grove teruggooifractie (= de teruggooi van niet-garnalen; m.a.w. de ongewenste bijvangst bestaande uit commerciële en niet-commerciële vissoorten en ongewervelden). Voor elke trek werden de volumes van elke fractie gestandaardiseerd per uur. Op die manier weegt elke trek even zwaar door in de analyse, ongeacht de duur van de trek.

Figuur 4-2 geeft d.m.v. boxplots de volumes van de drie fracties (consumptiegarnalen, pufgarnalen en teruggooi) weer per zeereis voor alle bemonsterde trekken van zowel het pulsvistuig als de traditionele boomkor. Tabel 4-2 toont cijfermatig het gemiddelde vangstvolume van de verschillende fracties per trek (met standaarddeviatie) en het gemiddeld procentueel vangstverschil tussen de beide vistuigen. Deze cijfers worden zowel per afzonderlijke zeereis weergegeven als voor de 3 zeereizen samen. Het procentuele vangstverschil wordt telkens berekend als volgt: (Puls – Traditioneel)/Traditioneel*100. Bijgevolg betekent een vangstverschil gelijk aan 100% dat het volume van een fractie aan de ene kant (BB of SB) het dubbele bedraagt van de andere kant. Figuur 4-3 tenslotte illustreert de procentuele verschillen tussen puls en traditioneel voor alle bemonsterde trekken samen a.d.h.v. boxplots. Op de nullijn is het volume van beide fracties (BB en SB) gelijk. Alles wat onder de nullijn ligt, wordt minder gevangen met het pulsvistuig in vergelijking met het traditionele vistuig.

4.2.1 Consumptiegarnalen

Gedurende de 3 zeereizen in september en oktober werden er telkens meer consumptiegarnalen gevangen met het pulsvistuig in vergelijking met het traditionele vistuig. Over de 3 zeereizen samen was het volume consumptiegarnalen gevangen met het pulsvistuig gemiddeld 30,8% groter. Per uur vissen werd er gemiddeld 61,2 L maatse garnalen gevangen met het pulsvistuig en 46,8 L met het traditionele vistuig. Dit verschil bleek ook statistisch zeer significant (gepaarde t-test, $p<0,001$).

4.2.2 Pufgarnalen

De bijvangst van ondermaatse garnalen was evenzeer groter met het pulsvistuig ten opzichte van het traditionele vistuig. Deze trend was aanwezig gedurende de 3 zeereizen. Het gemiddeld verschil

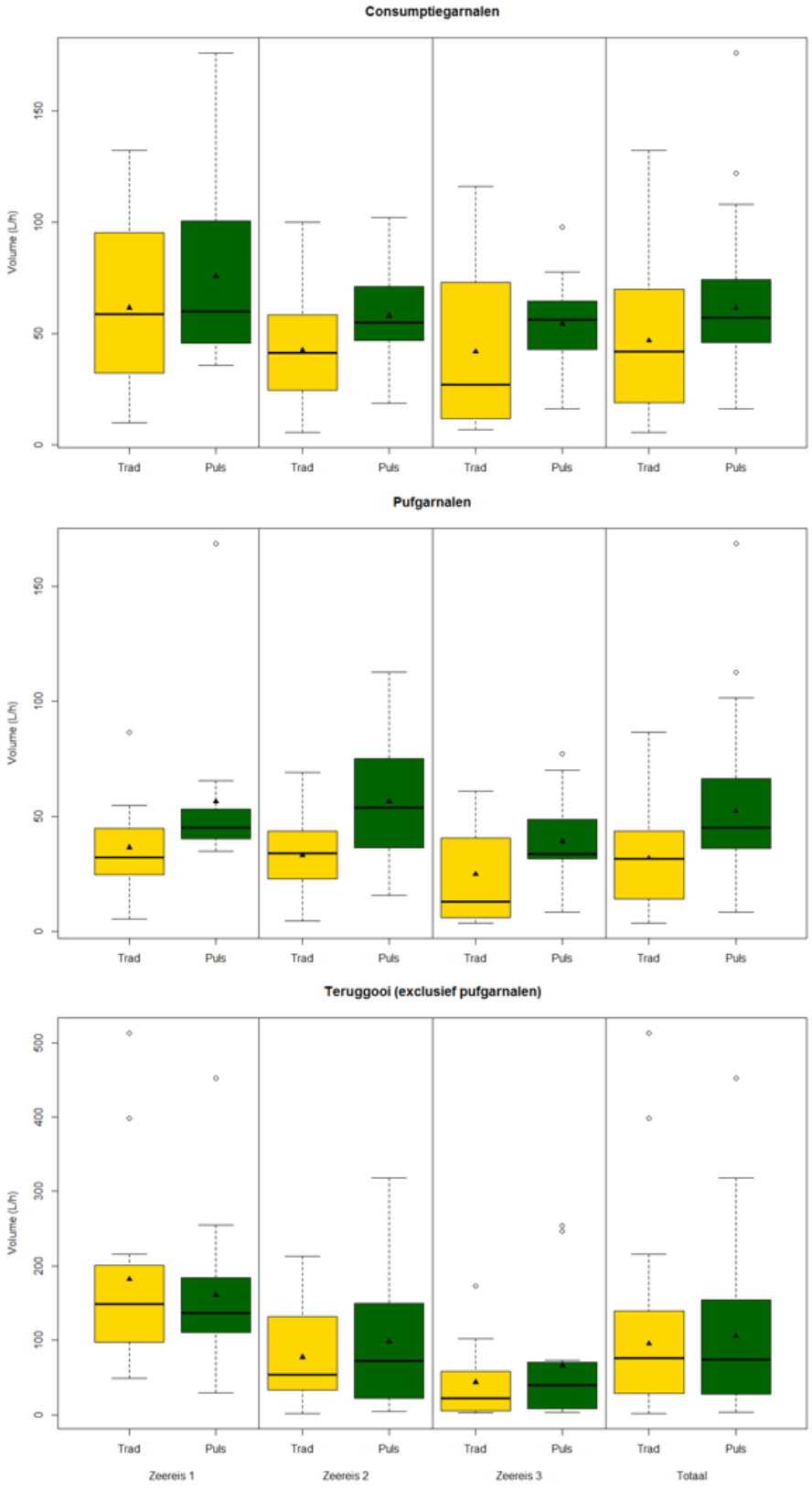
tussen BB (puls) en SB (traditioneel) bedroeg 63,6% over de 3 zeereizen samen en was significant verschillend (Wilcoxon gepaarde test, p<0,001). Gemiddeld werden per L consumptiegarnalen 0,85 L pufgarnalen gevangen en teruggegooid met het pulsvistuig en 0,68 L met het traditionele vistuig.

TABEL 4-2: HET GEMIDDELDE VANGSTVOLUME PER FRACTIE, PER TREK MET DE STANDAARDDEVIATIE (SD) VOOR DE 3 ZEEREIZEN AFZONDERLIJK EN SAMEN. DE STATISTISCHE TEST MET DE P-WAARDEN EN HET GEMIDDELD PROCENTUEEL VANGSTVERSCHIL TUSSEN HET PULS- EN HET TRADITIONELE VISTUIG PER FRACTIE WORDT EVENEENS WEERGEGEVEN.

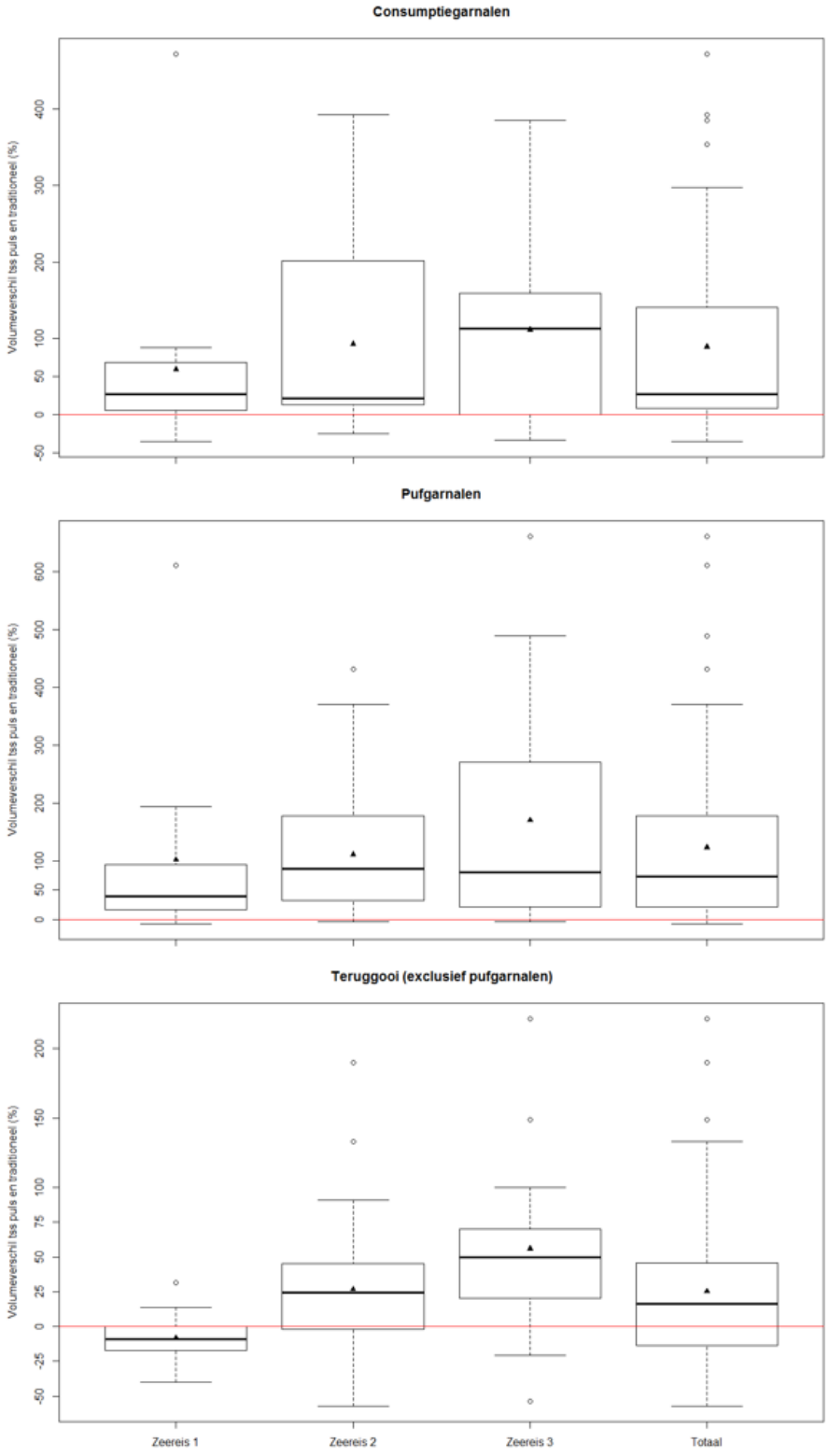
Zeereis 1	Volume (L/h)		Vangstverschil (%)		Zeereis 2	Volume (L/h)		Vangstverschil (%)	
	Gem.	sd	Test p-waarde	Gem. (%)		Gem.	sd	Test p-waarde	Gem. (%)
Consumptiegarnalen Puls	75,6	41,0	Gepaarde t-test p=0,097	23,1	Consumptiegarnalen Puls	57,7	18,5	**Gepaarde t-test p<0,001**	37,1
Consumptiegarnalen Trad.	61,4	36,1			Consumptiegarnalen Trad.	42,1	24,1		
Pufgarnalen Puls	56,4	34,9	**Wilcoxon p<0,001**	54,5	Pufgarnalen Puls	56,5	25,0	**Wilcoxon p<0,001**	70,7
Pufgarnalen Trad.	36,5	21,1			Pufgarnalen Trad.	33,1	18,3		
Teruggooi Puls	160,3	104,6	Wilcoxon p=0,065	-12,0	Teruggooi Puls	98,3	84,0	**Wilcoxon p=0,006**	27,2
Teruggooi Trad.	182,1	132,3			Teruggooi Trad.	77,3	61,5		
Zeereis 3	**Volume (L/h)**		**Vangstverschil (%)**		**Totaal**	**Volume (L/h)**		**Vangstverschil (%)**	
	Gem.	**sd**	**Test p-waarde**	**Gem. (%)**		**Gem.**	**sd**	**Test p-waarde**	**Gem. (%)**
Consumptiegarnalen Puls	54,2	23,1	Gepaarde t-test p=0,093	29,7	Consumptiegarnalen Puls	61,2	27,4	**Gepaarde t-test p<0,001**	30,8
Consumptiegarnalen Trad.	41,8	36,9			Consumptiegarnalen Trad.	46,8	31,3		
Pufgarnalen Puls	39,2	19,6	**Gepaarde t-test p<0,001**	57,4	Pufgarnalen Puls	52,2	27,2	**Wilcoxon p<0,001**	63,6
Pufgarnalen Trad.	24,9	22,5			Pufgarnalen Trad.	31,9	20,2		
Teruggooi Puls	65,5	85,4	**Wilcoxon p=0,040**	50,6	Teruggooi Puls	105,6	94,6	Wilcoxon p=0,070	11,2
Teruggooi Trad.	43,5	49,8			Teruggooi Trad.	95,0	96,6		

4.2.3 Bijvangst

Het verschil in bijvangst (exclusief garnalen) tussen het puls- en traditionele vistuig vertoonde een minder standvastig patroon over de 3 zeereizen. Tijdens zeereis 1 was het volume van de teruggooi (exclusief pufgarnalen) gemiddeld 12% kleiner aan de pulszijde. Niettegenstaande bleek dit verschil statistisch (net) niet significant. Tijdens de 2 volgende zeereizen werden dan weer significant grotere hoeveelheden teruggooi gevangen met de puls (gemiddeld 27,2% meer tijdens zeereis 2 en 50,6% meer tijdens zeereis 3). Voor alle zeereizen samen bedroeg het verschil 11,2%, maar dit verschil was statistisch niet aantoonbaar (Wilcoxon gepaarde test, p=0,07). Gemiddeld genomen werd per L consumptiegarnalen 1,73 L bijvangst (vissen en ongewervelden) gevangen en teruggegooid met het pulsvistuig en 2,03 L met het traditionele vistuig.



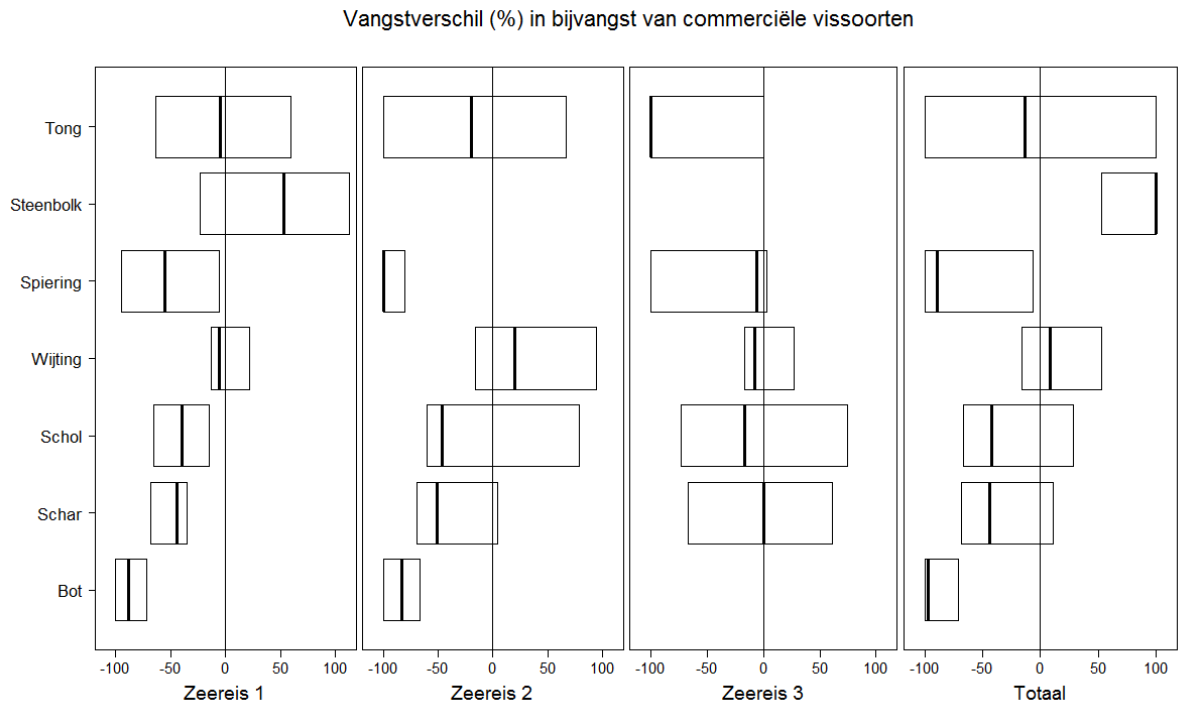
FIGUUR 4-2: VANGSTVERGELIJKING TUSSEN HET EXPERIMENTEEL PULSVISTUIG (ALLES IN GROEN) EN DE TRADITIONELE GARNAALBOOMKOR (ALLES IN GEEL) OP BASIS VAN DE GESTANDAARDISEERDE VOLUMES (VOLUME PER UUR) VOOR CONSUMPTIEGARNALEN (BOVENAAN), PUFGARNALEN (MIDDEN) EN ANDERE BIJVANGST (ONDERAAN) VOOR DE 3 ZEEREIZEN AFZONDERLIJK EN SAMENGEVOEGD (RECHTS). DE MEDIAAN EN DE QUARTIELEN WORDEN WEERGEGEVEN D.M.V. VAN BOXPLOTS EN HET GEMIDDELDE FRACTIEVOLUME WORDT AANGEDUID MET EEN DRIEHOEKJE.



FIGUUR 4-3: PROCENTUEEL VANGSTVERSCHIL TUSSEN HET PULSVISTUIG EN DE TRADITIONELE GARNAALBOOMKOR ((PULS – TRAD)/ TRAD*100) OP BASIS VAN DE GESTANDAARDISEERDE VOLUMES (VOLUME PER UUR) VOOR CONSUMPTIEGARNALEN (BOVENAAN), PUFGARNALEN (MIDDEN) EN ANDERE BIJVANGST (ONDERAAN) VOOR DE 3 ZEEREIZEN AFZONDERLIJK EN SAMENGEVOEGD (RECHTS). DE MEDIAAN EN DE QUARTIELEN WORDEN WEERGEGEVEN D.M.V. VAN BOXPLOTS EN HET GEMIDDELDE VANGSTVERSCHIL PER FRACTIE WORDT AANGEDUID MET EEN DRIEHOEKJE.

4.3 Bijvangst van commerciële vissoorten

Figuur 4-4 geeft de procentuele vangstverschillen weer tussen het pulsvistuig en het traditionele vistuig (d.m.v. mediaan en kwartielen) inzake het aantal bijgevangen individuen van verschillende commerciële vissoorten. Alles wat op de figuur links van de nullijnen ligt, wordt minder gevangen met het pulsvistuig in vergelijking met het traditionele vistuig. Soorten die (erg) weinig gevangen werden tijdens een bepaalde zeereis worden niet afgebeeld voor die zeereis. Uit de figuur is af te leiden dat het merendeel van de soorten minder wordt bijgevangen met het pulsvistuig. De totaal gevangen aantallen per zeereis en de gemiddelde procentuele vangstverschillen van de commerciële vissoorten worden opgesomd in tabel 4-5. Figuren 4-5 en 4-6 geven de lengteverdelingen van de belangrijkste bijgevangen commerciële vissoorten weer.



FIGUUR 4-4: BIJVANGST VAN COMMERCIËLE VISSOORTEN. PROCENTUELE VERSCHILLEN TUSSEN HET PULSVISTUIG EN HET TRADITIONELE VISTUIG ((PULS-TRAD)/TRAD*100) VOOR DE 3 ZEEREIZEN AFZONDERLIJK EN SAMENGEVOEGD (52 BEMONSTERDE TREKKEN). ENKEL DE SOORTEN DIE IN MEER DAN 10% VAN DE SLEPEN WAREN VERTEGENWOORDIGD, WORDEN GETOOND IN DE FIGUUR. DE MEDIAAN EN DE QUARTIELEN WORDEN WEERGEGEVEN MET BEHULP VAN BOXPLOTS.

4.3.1 Schol

Tijdens de eerste zeereis werd significant minder schol gevangen met het pulsvistuig (-36%). Tijdens de twee volgende zeereizen was het verschil tussen beide vistuigen minder uitgesproken. Over de 3 zeereizen samen werd gemiddeld 25,9% minder schol aangetroffen in de vangst van het pulsvistuig (significant met p = 0,034). Als we de lengteverdeling van schol in de vangsten van beide vistuigen beschouwen, zien we dat er hoofdzakelijk ondermaatse schol met een lengte kleiner dan 15 cm gevangen werd. Er is weinig of geen verschil waar te nemen in de voorkomende lengteklassen van de gevangen schol tussen beide vistuigen, maar er valt wel een zeer groot verschil op te merken wat betreft de aantallen. Met het traditionele vistuig werden over de drie zeereizen (tijdens 52 bemonsterde trekken, elk gestandaardiseerd naar 1 uur) samen 6841 individuen gevangen. Wanneer

TABEL 4-3: HET GEMIDDELD AANTAL BIJGEVANGEN VISSEN VAN MARKTWAARDIGE VISSOORTEN (MET STANDAARDDEVIATIE, SD) PER UUR VISSEN, MET BEIDE VISTUIGCONFIGURATIES (PULS EN TRADITIONEEL). HET PROCENTUEEL VANGSTVERSCHIL (TUSSEN BEIDE GEMIDDELDEN) EN DE P-WAARDE WORDEN WEERGEGEVEN. DE STATISTISCHE TEST DIE WERD GEBRUIKT OM HET VERSCHIL TE ANALYSEREN IS DE WILCOXON GEPAARDE TEST, TENZIJ ANDERS WORDT VERMELD. EEN "-" GEEFT AAN DAT GEEN P-WAARDE KON BEREKEND WORDEN (TE WEINIG WAARNEMINGEN). ENKEL SOORTEN DIE IN MEER DAN 1 BEMONSTERDE TREK EN IN VOLDOENDE GROTE AANTALLEN AANGETROFFEN WERDEN (MINSTENS 30 INDIVIDUEN PER ZEEREIS), WERDEN OPGENOMEN IN DE ANALYSE.

Soorten	Zeereis 1						Zeereis 2						Zeereis 3						Totaal					
	puls	sd	trad	sd	Gem. verschil (%)	p-waarde	puls	sd	trad	sd	Gem. verschil (%)	p-waarde	puls	sd	trad	sd	Gem. verschil (%)	p-waarde	puls	sd	trad	sd	Gem. verschil (%)	p-waarde
Bot	**17,0**	**26,1**	**65,6**	**70,3**	**-74,0**	**0,034 (t-test)**	4,6	9,4	11,5	18,4	-60,3	0,064							**9,2**	**18,4**	**32,3**	**52,2**	**-71,4**	**0,003**
Makreel																			0,5	0,8	1,3	1,1	-64,8	0,527
Ponen	14,8	17,3	7,0	8,0	112,6	0,625	19,1	33,8	18,9	19,5	1,0	0,989							17,4	28,8	15,0	17,4	16,6	0,788
Schar	**565,2**	**908,6**	**905,6**	**1361,3**	**-37,6**	**0,002**	**145,4**	**162,8**	**210,3**	**175,5**	**-30,9**	**0,006**	117,3	271,9	75,8	99,8	54,8	0,946	**243,3**	**509,9**	**350,5**	**749,2**	**-30,6**	**<0,001**
Schol	**260,2**	**247,8**	**406,3**	**247,9**	**-36,0**	**0,040**	49,2	62,6	53,3	56,2	-7,6	0,303	45,1	92,0	19,2	16,8	134,2	-	**105,6**	**168,2**	**142,5**	**209,7**	**-25,9**	**0,034**
Spiering	90,8	153,8	84,5	50,3	7,5	0,375	30,6	62,8	46,5	63,2	-34,1	0,202	37,9	37,4	43,5	23,9	-12,9	0,752	52,4	98,7	58,4	53,2	-10,3	0,050
Steenbolk	83,9	77,8	57,0	37,6	47,2	0,476	4,5	3,5	1,7	3,7	172,3	0,392							30,7	55,8	19,9	33,7	53,8	0,311
Tarbot	20,3	21,3	8,3	14,3	145,4	0,603	9,2	11,9	6,4	9,8	42,4	0,767							13,3	15,6	7,1	10,7	87,2	0,484
Tong	96,8	114,6	107,2	123,9	-9,7	0,614	9,3	17,0	12,9	14,7	-28,0	0,548	3,0	5,2	1,9	1,7	59,0	0,805	54,2	93,6	60,7	101,3	-10,7	0,541
Wijting	491,9	479,1	683,8	1006,8	-28,1	0,588	205,8	367,5	194,6	343,2	5,7	0,527	525,7	837,3	415,4	584,3	26,5	-	357,3	555,6	372,1	646,4	-4,0	0,709
Aantal trekken	**13**						**26**						**13**						**52**					

Voetnoot: De vangstverschillen tussen de **gestandaardiseerde** gemiddelden (per uur vissen) worden voor elke soort en voor elke zeereis opgesomd in tabel 4-3. De lengteverdelingen (figuren 4-5 en 4-6) daarentegen zijn gebaseerd op **de totale som** van alle individuen per soort en per zeereis. Door deze verschillende bewerkingen is het mogelijk dat er gedurende een zeereis bijvoorbeeld gemiddeld per uur minder gevangen werd van een bepaalde soort, maar dat dit niet weerspiegeld wordt in de lengteverdelingen met de absolute totale aantallen van die bijgevangen soort.

we het aantal bijgevangen schollen uitdrukken per L gevangen consumptiegarnalen krijgen we 1,7 voor het pulsvistuig en 3,0 voor het traditionele vistuig.

4.3.2 Schar

Ook schar werd significant minder bijgevangen gedurende de 2 eerste zeereizen met respectievelijk 37,6% (p=0,002) en -30,9% (p=0,006). Tijdens de 3e zeereis werd er globaal genomen minder schar bijgevangen en waren de aantallen groter in het pulsvistuig. Deze observatie is echter niet statistisch aantoonbaar (p=0,946). Bij elkaar opgeteld wordt er gemiddeld 30,6% minder schar bijgevangen (en teruggegooid) met het pulsvistuig (p<0,001). Het gemiddeld aantal scharren per uur vissen met het pulsvistuig bedraagt 243,3 en 350,5 met het klassieke vistuig. De bijvangstreductie is hierbij vooral voor de lengteklassen tussen 5 en 10 cm zeer uitgesproken. Als we het aantal bijgevangen scharren uitdrukken per L gevangen consumptiegarnalen tellen we 4,0 voor het pulsnet en 7,5 voor het conventionele net.

4.3.3 Wijting

Van alle commerciële soorten was (ondermaatse) wijting het talrijkst aanwezig in de vangsten, met per uur vissen gemiddeld 357,3 individuen in de pulsvangst en 372,1 individuen in de klassieke vangst. Er kunnen geen significante verschillen aangetoond worden tussen beide vistuigen.

4.3.4 Tong

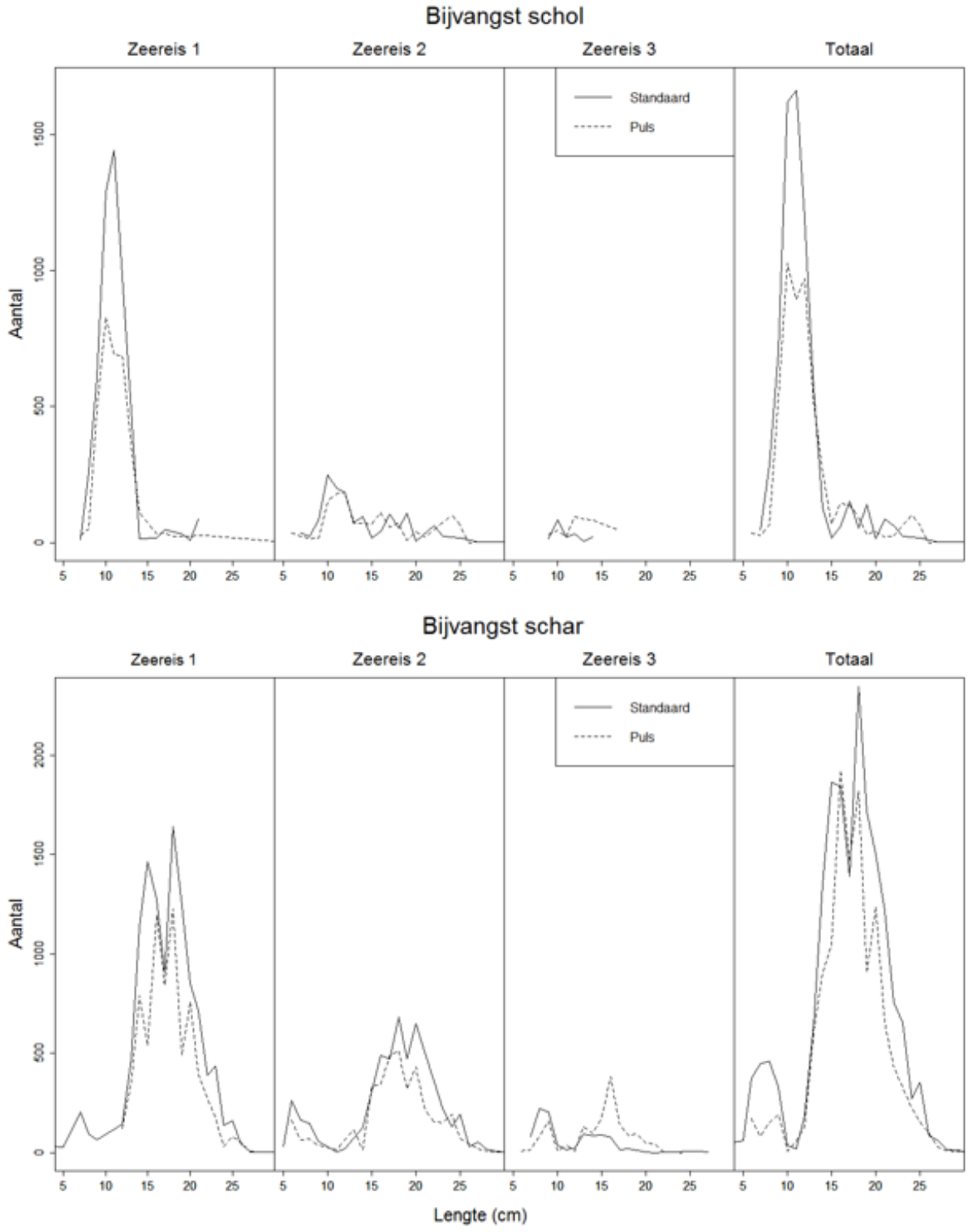
Tijdens 2 van de 3 bemonsterde zeereizen werd er minder tong gevangen met het pulsvistuig in vergelijking met het traditionele vistuig. Het omgekeerde werd vastgesteld tijdens de 3e zeereis. Over de 3 zeereizen samen werd gemiddeld 10,7% minder ondermaatse tong gevangen met de puls. Deze verschillen zijn echter statistisch niet significant verschillend, waardoor er geen uitspraak kan gedaan worden over de eventuele bijvangstreductie van tong met de garnalenpuls.

4.3.5 Bot

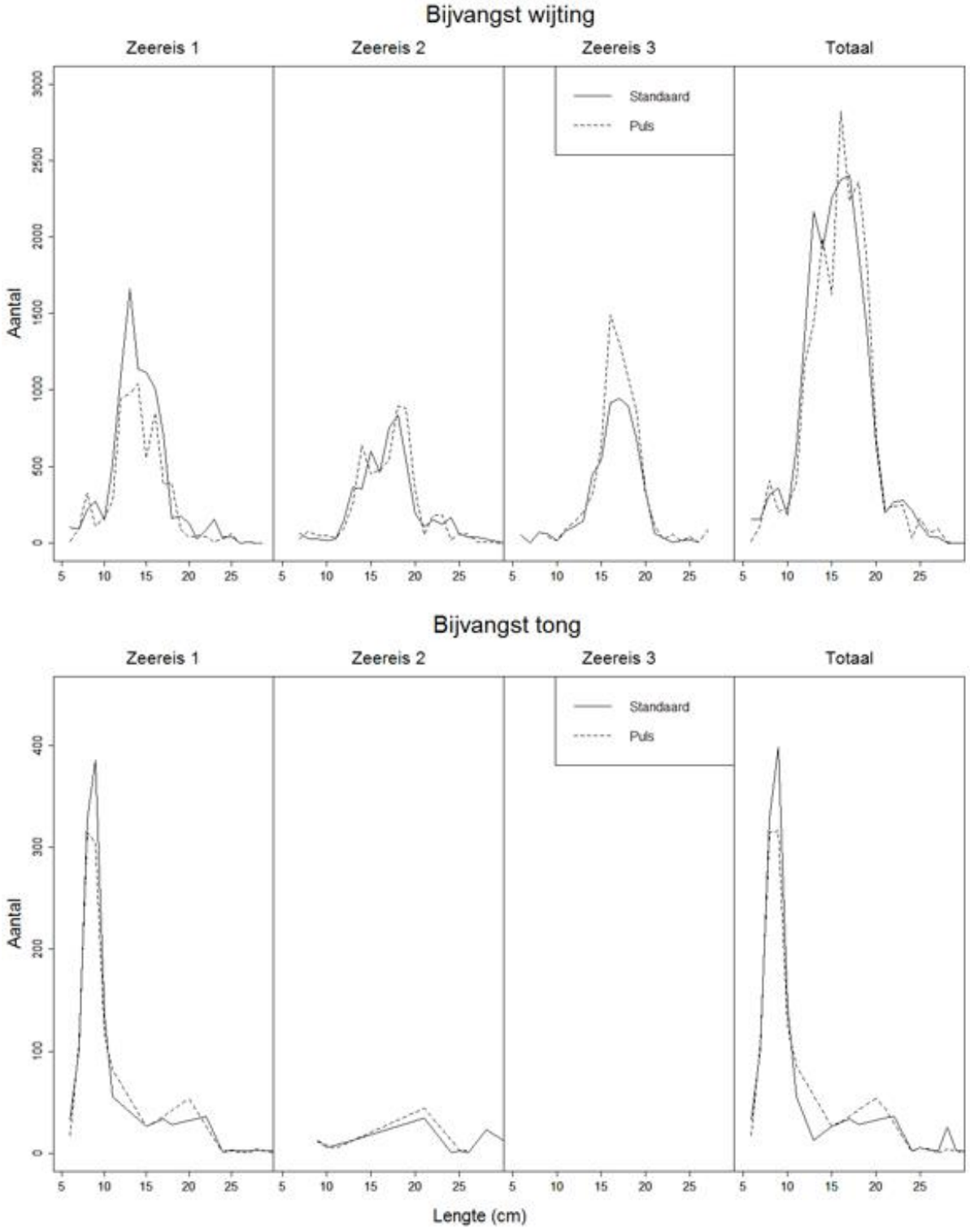
Over het algemeen was bot weinig abundant in de vangsten. Het opstellen van grillige lengteverdelingen heeft bijgevolg weinig toegevoegde waarde. Ook bot werd (net als schol en schar) significant minder vaak bijgevangen met de puls. Vergelijken we het gemiddelde aantal per uur over de drie zeereizen dan zien we een aanzienlijke bijvangstreductie van -71,4% met het pulsvistuig (p=0,003). Uitgedrukt per L consumptiegarnalen werden er gemiddeld 0,2 botten gevangen met het pulsvistuig en 0,7 met het klassieke vistuig.

4.3.6 Andere vissoorten

Voor de andere commerciële vissoorten zoals makreel, ponen, spiering, steenbolk en tarbot werden er geen significante verschillen vastgesteld na vangstvergelijking tussen beide vistuigen. Deze soorten waren ook te gering vertegenwoordigd in de vangsten om betekenisvolle lengteverdelingen te verkrijgen en om dezelfde reden worden deze niet weergegeven.



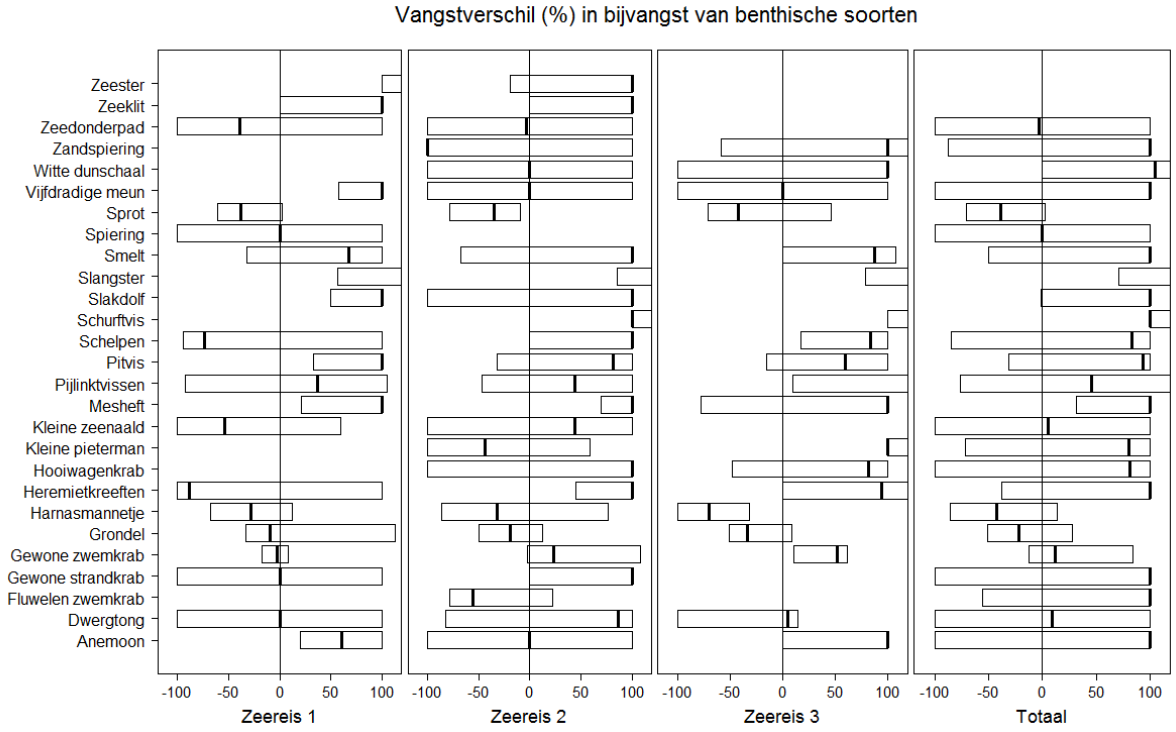
FIGUUR 4-5: LENGTEVERDELINGEN VAN SCHOL EN SCHAR, GEVANGEN MET HET PULSVISTUIG (STIPPELLIJN) EN HET TRADITIONELE VISTUIG (VOLLE LIJN) GEDURENDE DE 3 BEMONSTERDE ZEEREIZEN (AFZONDERLIJK EN SAMEN). DE LIJNEN GEVEN HET TOTALE AANTAL VISSEN PER CM-LENGTEKLASSE WEER.



FIGUUR 4-6: LENGTEVERDELINGEN VAN WIJTING EN TONG, GEVANGEN MET HET PULSVISTUIG (STIPPELLIJN) EN HET TRADITIONELE VISTUIG (VOLLE LIJN) GEDURENDE DE 3 BEMONSTERDE ZEEREIZEN (AFZONDERLIJK EN SAMEN). DE LIJNEN GEVEN HET TOTALE AANTAL VISSEN PER CM-LENGTEKLASSE WEER.

4.4 Bijvangst van niet-commerciële soorten

Figuur 4-7 toont de gemiddelde procentuele vangstverschillen per bemonsterde trek voor niet-commerciële vissoorten en ongewervelden die werden bijgevangen met het pulsvistuig ten opzichte van die, bijgevangen met het traditionele vistuig. Alles wat links van de nullijnen ligt, wordt minder gevangen met het pulsvistuig dan met het traditionele vistuig.



FIGUUR 4-7: BIJVANGST VAN BENTHISCHE ONGEWERVELDEN- EN VISSOORTEN. PROCENTUELE VERSCHILLEN TUSSEN HET PULSVISTUIG EN HET TRADITIONELE VISTUIG ((PULS-TRAD)/TRAD*100) VOOR DE 3 ZEEREIZEN AFZONDERLIJK EN SAMENGEVOEGD (52 BEMONSTERDE TREKKEN). ENKEL DE SOORTEN DIE IN MEER DAN 10% VAN DE SLEPEN WAREN VERTEGENWOORDIGD, WORDEN GETOOND IN DE FIGUUR. DE MEDIAAN EN DE QUARTIELEN WORDEN WEERGEGEVEN MET BEHULP VAN BOXPLOTS.

Uit de figuur kan worden afgeleid dat globaal gezien aanzienlijk meer benthische dieren bijgevangen worden met het pulsvistuig in vergelijking met het traditionele net. Slechts enkele van de vangstverschillen die links van de nullijnen liggen (dus soorten waarvan er minder individuen werden gevangen met het pulsvistuig dan met de traditionele configuratie) waren significant voor 1 of meerdere zeereizen (grondels, harnasmannetje en sprot). De p-waarden voor alle soorten zijn te vinden in Tabel 4-4. De bijvangst van weinig mobiele bodemdieren zoals gewone zeester, heremietkreeften, mesheften en slangsterren werd aanzienlijk tot extreem verhoogd met het pulsvistuig. Maar ook voor mobiele soorten zoals pitvissen en schurftvis was er significant meer bijvangst in het pulsvistuig.

TABEL 4-4: HET GEMIDDELD AANTAL BIJGEVANGEN NIET-MARKTWAARDIGE VISSEN EN BODEMDIEREN (MET STANDAARDDEVIATIE, SD) PER UUR VISSEN, MET BEIDE VISTUIGCONFIGURATIES (PULS EN TRADITIONEEL). HET PROCENTUEEL VANGSTVERSCHIL (TUSSEN BEIDE GEMIDDELDEN) EN DE P-WAARDE WORDEN WEERGEGEVEN. DE STATISTISCHE TEST DIE WERD GEBRUIKT OM HET VERSCHIL TE ANALYSEREN IS DE WILCOXON GEPAARDE TEST, TENZIJ ANDERS WORDT VERMELD. EEN "-" GEEFT AAN DAT GEEN P-WAARDE KON BEREKEND WORDEN (TE WEINIG WAARNEMINGEN). ENKEL SOORTEN DIE IN MEER DAN 1 BEMONSTERDE TREK EN IN VOLDOENDE GROTE AANTALLEN AANGETROFFEN WERDEN (MINSTENS 100 INDIVIDUEN PER ZEEREIS), WERDEN OPGENOMEN IN DE ANALYSE.

Soorten	Zeereis 1						Zeereis 2						Zeereis 3						Totaal					
	puls	sd	trad	sd	Gem. verschil (%)	p-waarde	puls	sd	trad	sd	Gem. verschil (%)	p-waarde	puls	sd	trad	sd	Gem. verschil (%)	p-waarde	puls	sd	trad	sd	Gem. verschil (%)	p-waarde
Anemonen	56,0	65,3	4,1	5,8	1268,1	0,500	12,1	45,9	6,2	21,5	96,9	0,641	6,0	17,1	1,1	4,0	446,0	0,500	14,8	43,9	5,4	19,3	174,2	0,175
Dwergtong							10,1	36,1	6,3	18,4	61,0	0,578	18,1	42,9	20,7	42,1	-12,5	-	16,4	41,3	13,5	30,4	21,5	0,626
Gewone hooiwagenkrab	32,7	46,2	16,7	23,7	95,4	-	38,5	158,7	6,5	13,7	495,8	0,414	15,3	20,4	10,2	16,6	49,6	0,336	35,4	139,3	10,8	18,3	228,8	0,483
Gewone strandkrab	7,7	10,9	18,0	25,5	-57,3	-	1,6	5,7	294,4	1529,9	-99,5	-							1,6	5,6	228,2	1343,5	-99,3	0,813
Gewone zeester	**186,6**	**155,1**	**26,4**	**37,6**	**607,0**	**0,008**	**352,4**	**1751,0**	**3,4**	**12,3**	**10296,2**	**0,035**	3,8	6,9	0,3	0,9	1098,2	0,078	**315,9**	**1534,4**	**8,8**	**24,4**	**3504,0**	**<0,001**
Gewone zwemkrab	3822,9	3308,3	5194,3	5939,2	-26,4	0,376	**4695,7**	**4608,1**	**2579,8**	**2445,5**	**82,0**	**0,004**	**1526,7**	**1800,2**	**1048,9**	**1401,4**	**45,5**	**0,048**	5609,4	5529,2	4309,1	4857,4	30,2	0,163
Grondels	730,4	1026,8	754,3	926,5	-3,2	0,635	**1130,5**	**1387,0**	**1611,8**	**1907,9**	**-29,9**	**0,041**	1025,6	1319,2	2220,0	3589,9	-53,8	0,057	**1524,4**	**1674,2**	**2348,1**	**2758,3**	**-35,1**	**0,002**
Harnasmannetje	247,3	365,4	312,2	329,4	-20,8	0,107	38,8	53,1	55,2	96,2	-29,7	0,452	**26,5**	**34,5**	**53,0**	**56,2**	**-50,0**	**0,042 (t-test)**	**131,6**	**262,1**	**178,2**	**267,7**	**-26,1**	**0,021**
Heremietkreeften	22,0	32,4	23,4	31,1	-6,1	0,937	**42,5**	**54,6**	**16,9**	**25,3**	**151,1**	**0,002**	**91,4**	**127,6**	**38,8**	**77,1**	**135,5**	**0,042**	**73,0**	**92,7**	**34,2**	**59,5**	**113,7**	**0,001**
Kleine pieterman							1,9	5,9	2,2	5,4	-12,6	-	1,7	4,4	0,2	0,6	860,3	0,250	2,1	5,7	1,8	4,8	20,4	0,844
Kleine zeenaald	21,9	24,1	22,5	16,0	-2,6	0,942	8,4	26,7	6,9	15,9	21,6	-							12,1	27,1	10,5	19,0	15,1	0,978
Mesheften	121,7	94,1	85,1	159,1	43,0	0,301	14,3	26,5	8,5	19,0	68,0	0,073	11,1	15,2	16,7	35,9	-33,2	0,625	**36,0**	**60,3**	**27,3**	**71,6**	**31,7**	**0,027**
Pijlinktvissen	60,9	61,0	86,2	152,9	-29,3	0,831	30,1	48,8	24,7	41,4	22,2	0,747	**52,4**	**55,0**	**22,1**	**27,8**	**136,9**	**0,032**	61,8	88,3	54,3	100,9	13,8	0,295
Pitvissen	33,9	10,7	14,4	26,3	134,9	0,108	38,6	49,4	24,9	40,0	54,9	0,089	58,5	72,2	33,1	43,6	76,5	0,110	**58,3**	**62,9**	**34,4**	**52,1**	**69,3**	**0,007**
Schurftvis	**92,2**	**66,9**	**20,5**	**45,5**	**349,9**	**0,001 (t-test)**	**25,3**	**40,8**	**5,5**	**10,3**	**358,5**	**<0,001**	**30,3**	**34,6**	**5,5**	**8,6**	**454,1**	**0,002**	**57,1**	**78,6**	**12,1**	**26,4**	**370,4**	**<0,001**
Slakdolf	41,6	29,2	4,4	8,8	845,6	0,250	3,3	9,7	0,7	2,4	408,7	0,313							7,3	20,4	1,0	3,6	626,0	0,109
Slangsterren	**4520,0**	**3251,9**	**1865,8**	**2205,2**	**142,3**	**0,001 (t-test)**	**971,2**	**1279,5**	**212,8**	**259,6**	**356,3**	**<0,001**	**1047,2**	**1043,0**	**428,7**	**420,8**	**144,3**	**0,010**	**2687,9**	**3169,7**	**963,1**	**1643,3**	**179,1**	**<0,001**
Smelt	29,8	41,8	11,5	14,0	159,5	0,524	5,6	11,1	1,7	5,7	228,6	0,193	20,4	50,2	10,5	20,7	94,2	0,313	15,3	35,4	6,5	14,5	134,2	0,133
Sprot	**1136,3**	**1028,5**	**2376,4**	**2754,8**	**-52,2**	**0,040**	**186,1**	**292,3**	**287,2**	**402,1**	**-35,2**	**<0,001**	127,4	330,5	265,4	750,0	-52,0	0,123	**613,0**	**983,8**	**1202,8**	**2413,5**	**-49,0**	**0,001**
Vijfdradige meun	42,9	22,1	5,7	11,4	651,8	0,086	1,2	5,6	0,5	1,9	132,8	-	1,9	6,4	3,2	10,4	-39,8	0,875	6,5	17,9	2,2	7,4	192,9	0,465
Witte dunschaal	**1100,8**	**760,1**	**343,0**	**343,0**	**220,9**	**0,020 (t-test)**	0,7	3,7	0,5	2,8	33,3	-	48,4	162,1	22,6	63,1	114,2	-	175,8	541,4	57,8	171,7	204,1	0,105
Zandspiering							2,2	8,4	1,7	5,6	27,2	-	69,7	109,7	14,0	31,4	397,5	0,109	29,5	74,8	6,5	20,1	351,0	0,146
Zeedonderpadden	31,7	39,0	24,6	42,8	29,0	0,752	8,0	14,6	5,2	11,3	54,4	0,233							11,9	23,0	8,3	23,3	42,5	0,330
Zeeklit	13,4	12,5	4,0	6,9	236,4	0,483	2,1	8,7	1,3	6,8	57,9	0,625							2,8	11,9	1,4	6,3	109,8	0,578
Aantal trekken	**13**						**26**						**13**						**52**					

5 DISCUSSIE EN CONCLUSIE

5.1 Vergelijking puls versus traditioneel

In deze studie werd er een gedetailleerde vangstvergelijking uitgevoerd tussen een pulsvistuig en een traditionele garnaalboomkor. Met de kotter TH 10 werden beide vistuigen simultaan gesleept tijdens drie zeereizen in commerciële omstandigheden in de periode september/oktober 2015. Op die manier werden gepaarde waarnemingen verzameld die een statistisch betrouwbare vergelijking mogelijk maken tussen de twee vistuigen.

De vangstvergelijkingen toonden aan dat er gedurende de drie bemonsterde zeereizen in september en oktober telkens meer consumptiegarnalen gevangen werden met het pulsvistuig. Over de 3 zeereizen samen bedroeg het vangstverschil 30,8% tussen het gemiddeld volume consumptiegarnalen met de puls en het gemiddeld volume met het standaardtuig. Voor een goede interpretatie van dit verschil: Een hypothetisch verschil van 100% betekent dat het pulsvistuig het dubbele vangt van het traditionele vistuig. Per uur vissen werd er gemiddeld 61,2 liter maatse garnalen gevangen met het pulsvistuig en 46,8 liter met het traditionele vistuig.

De bijvangst van ondermaatse garnalen was evenzeer groter met het pulsvistuig ten opzichte van het traditionele vistuig. Gemiddeld werden per liter consumptiegarnalen 0,85 liter pufgarnalen gevangen en teruggegooid met het pulsvistuig en 0,68 liter met het traditionele vistuig. De overlevingskans van teruggegooide garnalen is hoog en wordt geschat op 75 à 85% (Lancaster & Frid 2002, Revill (1999).

Het verschil in de hoeveelheid bijvangst (exclusief garnalen) tussen het puls- en traditionele vistuig vertoonde een minder standvastig patroon. Per liter consumptiegarnalen werd gemiddeld 1,73 liter bijvangst (vissen en ongewervelden) gevangen en teruggegooid met het pulsvistuig en 2,03 liter met het traditionele vistuig. Als we het verschil in de samenstelling van deze teruggooi beschouwen, kunnen we een onderscheid maken tussen de commerciële vissoorten en de niet-commerciële vis- en ongewervelden.

Enkele van de commerciële vissoorten vallen straks mogelijk onder het teruggooiverbod. In dit opzicht is de significante bijvangstreductie voor schol (-25,9%), schar (-30,6%) en bot (-71,4%) met het pulsvistuig opvallend. Vooral in de kleinste lengteklassen van deze soorten wordt het verschil gemaakt met het pulsvistuig. Dit toont nogmaals aan dat de pulstechniek geschikt is om de beperkingen van de zeeflap te compenseren. Zo zal de zeeflap erg efficiënt grotere schol (>10 cm) uit de vangst houden, maar falen in het lozen van 0-jarige schol (Polet 2003, Revill & Holst 2004b). Het onderzochte pulsvistuig (TH 10) blijkt net zeer efficiënt te zijn in het verminderen van de bijvangst van 0-jarige schol. Met betrekking tot andere soorten (wijting, tong, steenbolk, …) werden geen significante vangstverschillen vastgesteld.

De bijvangst van weinig mobiele bodemdieren zoals gewone zeester, heremietkreeften, mesheften en slangsterren nam in significante mate toe met het alternatieve pulsvistuig. Dit was ook het geval voor meer mobielere bijvangstsoorten zoals pitvissen en schurftvissen. Enkel voor grondels, harnasmannetje en sprot was er significant minder bijvangst met de puls.

De combinatie van een aangepaste boomkor met een ‘vierkant’ net met rechte, gereduceerde klossenpees met 12 klossen en 10 rubberschijven voorzien van een elektrisch pulsveld vertoont een verbeterde selectiviteit ten opzichte van een traditionele boomkor voor bepaalde soorten (schol, schar, bot, grondels, harnasmannetje en sprot). Deze verbeterde selectiviteit wordt hoogst waarschijnlijk veroorzaakt door de toepassing van een rechte, gereduceerde klossenpees. Door het gebruik van slechts 12 klossen ontstaan er vrije tussenruimten tussen de resterende klossen. Dit zijn voor niet-doelsoorten de ideale openingen om te ontsnappen onder het net door, al dan niet passief of actief.

Aangezien de garnalen door het pulsveld gestimuleerd worden om verticaal op te springen van de zeebodem, komen zij toch in het net terecht. De puls die voor garnalen gebruikt wordt verschilt sterk met deze voor platvis. De garnaalpuls die de typische ‘tail flip’ reactie bij garnalen opwekt heeft een veel lagere herhalingsfrequentie (5 Hz i.p.v. ca. 50 Hz) waardoor elk dier in het sleepspoor slechts enkele afzonderlijke pulsen ervaart. Vanaf een herhalingsfrequentie van ongeveer 20 Hz treedt verkramping op in blootgestelde spieren, zoals bij de platvispuls, waarbij we niet meer kunnen spreken van een schrikpuls (Soetaert et al., 2013). De laagfrequente puls in combinatie met de gereduceerde klossenpees van het pulsvistuig voor garnaal kan de bijvangstreductie verklaren.

In vergelijking met de veldproeven aan boord van HA 31 (Verschueren et al. 2014) stellen we vast dat de meervangst van garnalen met de puls in deze studie hoger was en de selectiviteit lager. De resultaten sluiten eerder aan bij de testen op de TX 25 (Verschueren et al. 2012). In vergelijking met het traditionele vistuig zonder zeeflap aan boord van TX 25 was de teruggooifractie gemiddeld 15% kleiner in het pulsvistuig zonder zeeflap. Ook bij onderhavige veldproeven met TH 10 waren de vistuigen niet voorzien van een functionerende zeeflap. Tijdens de vergelijkende proeven op HA 31 hadden beide optuigingen wel een goed functionerende zeeflap. Bovendien was het ontwerp van de HA 31 klossenpees nog iets lichter met de 11 ellipsvormige klossen, waarbij de stalen as doorheen elke klos was beperkt in diameter, lengte en gewicht. Een bijkomend verschil met de HA 31 optuiging is de aanwezigheid van een centrale rubberschijf tussen 2 opeenvolgende klossen in de TH 10 klossenpees. Alle wetenschappelijke vangstvergelijkingen met de garnalenpuls op de vaartuigen O 191, HA 31, TX 25, TH 10 en SD 33 (Kratzer 2012, Verschueren et al. 2013, Verschueren et al. 2014) vonden plaats op verschillende visgronden, bij verschillende omstandigheden en met verschillende vistuigconfiguraties. Natuurlijk breidt deze variatie aan gegevens de kennis uit, maar tegelijkertijd wordt onderlinge vergelijking of extrapolatie hierdoor bemoeilijkt. Onderzoek naar de mogelijkheden van een lichter vistuig (conform HA 31) op de zuidwestelijke visgronden wordt aanbevolen.

5.2 Gebruikte methodologie

Per bemonsterde trek werd de totale vangst per vistuig met behulp van een roterende spoelsorteermachine gesorteerd in één fractie met consumptiegarnalen en twee teruggooifracties: de ondermaatse (puf)garnalen en de grove bijvangst met vissen en bodemdieren. Doorgaans worden de teruggooifracties direct overboord afgevoerd naar zee, maar aan boord van TH 10 konden de beide fracties toch opgevangen en geanalyseerd worden. Uit de twee garnaalfracties werd telkens een staal van minstens 1 liter onderzocht en daarbij werden alle aanwezige soorten gedetermineerd, geteld en gemeten. Dit geeft, samen met de analyse van een voldoende groot staal uit de grove bijvangst, een goed overzicht van de totale vangstsamenstelling. Omwille van de praktische haalbaarheid kon er geen groter staal van de verschillende garnaalfracties per trek geanalyseerd worden. Deze stalen werden dan opgewerkt naar de totale vangst (ca. 60 liter consumptiegarnalen per uur), wat kan leiden tot vermenigvuldigingsfactoren van 30 of hoger. Als er in de stalen disproportioneel veel individuen

van één soort aanwezig zijn t.o.v. de totale vangst, kan het zijn dat hierdoor een zekere fout gecreëerd wordt. Om dit zoveel mogelijk te vermijden werd het staal random over de volledige fractie verzameld.

De vergelijkende zeereizen met het puls- en het traditionele vistuig werden opeenvolgend uitgevoerd in september en oktober. Hierdoor was de temporele en ruimtelijke spreiding tijdens deze studie zeer beperkt en niet dekkend voor een volledig garnalenseizoen. De staalnames kunnen hierdoor geen effecten van lichtbeschikbaarheid en troebelheid van de waterkolom aantonen, terwijl deze effecten er vermoedelijk wel zijn. Eerder onderzoek naar de garnalenpuls heeft aangetoond dat deze spreiding net van belang is om de effecten van de garnalenpulsvisserij goed te kunnen inschatten. Omgevingsvariabelen zoals watertemperatuur, turbiditeit, lichtbeschikbaarheid, substraat spelen een belangrijke rol in de efficiëntie van een garnalenvistuig en variëren over tijd en ruimte. Verschueren et al. (2014) toonden aan dat voor de vangst van commerciële garnalen de watertemperatuur van belang is. Bij hogere watertemperaturen werden er meer commerciële garnalen gevangen met de puls. Deze bevinding wordt bevestigd door lab experimenten waarbij garnalen werden blootgesteld aan gelijkaardige elektrische pulsen bij verschillende watertemperaturen. Hierbij werd waargenomen dat een hogere watertemperatuur (19 °C) resulteerde in een sterkere springrespons dan bij 12 °C (Polet et al. 2005a). Garnalen hebben bij hogere watertemperaturen meer energie beschikbaar om te bewegen, voedsel te zoeken en te migreren (Van Donk & De Wilde 1981).

5.3 Belang van het vistuigontwerp

De Hovercran zonder klossen kan goed worden gebruikt op visbestekken met een vlakke zeebodem (Verschueren & Polet 2009). Op ruwere en meer oneffen visgronden vergroot het risico op averij, aangezien er geen klossen zijn die het net over obstakels heen helpen. Voor dergelijke visgronden, diende een tussenoplossing gevonden te worden in de vorm van een aangepaste klossenpees.

Het in dit project uitvoerig geteste ontwerp van het pulsvistuig aan boord van de TH 10 lijkt bedrijfszeker en presteert qua selectiviteit en vangstnamigheid naar behoren. Uit de samenstelling van de bijvangsten valt af te leiden dat het pulsvistuig op de TH 10 beduidend meer niet-mobiele, op de zeebodem levende diersoorten vangt, wat erop wijst dat het vistuig een bepaalde mate van bodemberoering veroorzaakt. De vaststellingen in deze studie omtrent de bijvangstreductie (schol, schar en bot) en de vangsttoename van garnalen en ook enkele andere benthische bodemdieren is zeer sterk gelinkt met het specifieke ontwerp van het pulsvistuig aanwezig op de TH 10. De resultaten van de veldproeven aan boord van de TH 10 zijn bijgevolg niet zomaar te veralgemenen voor de garnalenpulsvisserij in het algemeen. Hoewel er ondertussen in Nederland een wetgevend kader is (= technische eisen) dat de variatie in de praktische uitvoering van pulsvistuigen limiteert, is toch de nodige nuance en voorzichtigheid geboden. Subtiele verschillen in de optuiging kunnen nog steeds een verschil maken. De cijfers verzameld in deze studie zijn wel een eerste basis voor de garnaalpulsvisserij in de “Zuid” en tonen aan dat met de pulsvisserij opnieuw een stap voorwaarts kan gezet worden.

REFERENTIES

Berghahn R., Waltemath M., Rijnsdorp A. D. 1992. Mortality of fish from the by-catch of shrimp vessels in the North Sea. Journal of applied Ichthyol. 8: 193-306

Campos J.C. 2009. The ecography of the brown shrimp *Crangon crangon* in Europe. Doctoraatsthesis, Vrije Universiteit Amsterdam, Nederland.

Dahm E., Wienbeck H., West C.W., Valdemarsen J.W. & O'Neill, F.G. 2002. On the influence of towing speed and gear size on the selective properties of bottom trawls. Fish. Res. 55: 103-119.

De Groot S.J. & Boonstra G.P., 1974. The development of an electrified shrimp trawl in The Netherlands. Journal of the Council for the Exploration of the Sea. 35 (2): 165-170.

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. Fisheries Research 179: 90-97.

Doeksen A. 2006. Ecological perspectives of the North Sea *C. crangon* fishery: An inventory of its effects on the marine ecosystem. BSc Thesis. Wageningen University. Wageningen. 133 pp.

Goldsborough D., Steenbergen J., Jager Z., Zaalmink W. 2014. Toekomst van de pulsvisserij in de Waddenzee. Een verkenning met relevantie voor de internationale Waddenzee en de Noordzeekustzone. Leeuwarden, Nederland.

Graham N. 2003. By-catch reduction in the brown shrimp, *Crangon crangon*, fisheries using a rigid separation Nordmore grid (grate). 59: 393-407.

Hagerman L. 1970. Locomotory activity patterns of *Crangon vulgaris* (Fabricius) (Crustacea, Natantia). Ophelia 8, 255-266.

ICES 2006. ACFM Report of the ICES-FAO working group on Fishing Technology and Fish Behaviour (WGFTFB). ICES C.M. 2006/FTC:06.

ICES 2012. Report of the Study Group on Electrical Trawling (SGELECTRA), 21-22 April 2012, Lorient, France. ICES CM 2012/SSGESST:06. 50 pp.

ICES 2015. Report of the working group on Crangon fisheries and life history (WGCRAN). ICES C.M. 2015.

Kratzer I. 2012. Pulse beam trawling vs. traditional beam trawling in German shrimp fishery: a comparative study. Master thesis, Universität Rostock, Duitsland.

Lancaster, J. 1999. Ecological studies on the brown shrimp (*Crangon crangon*) fishery in the Solway Firth. PhD Thesis. University of Newcastle Upon Tyne, U.K.

Lancaster J. & Frid C.L.J. 2002. The fate of discarded juvenile brown shrimps (*Crangon crangon*) in the Solway Firth UK fishery. Fish. Res. 58, 95-107.

Neudecker T., Berkenhagen J. & Müller M. 2011. The North Sea brown shrimp fisheries. EU Parliament Study. Policy Department B: Structural and cohesion policies. Fisheries. http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/pech/2011/460041/IPOL-PECH_ET(2011)460041(PAR00)_EN.pdf

Polet H. 2003. Evaluatie van de bijvangst in de Belgische visserij op grijze garnaal *Crangon crangon* en van technische middelen om teruggooi te verminderen. (Evaluation of by-catch in the Belgian brown shrimp (*Crangon crangon* L.) fishery and of technical means to reduce discarding). PhD Thesis. Universiteit Gent: Gent, Belgium. ISBN 90-5989-004-3. 212 pp.

Polet H., Coenjaerts J. & Verschoore R. 2004. Evaluation of the sieve net as a selectivity-improving device in the Belgian brown shrimp (*Crangon crangon*) fishery. Fish. Res. 69: 35-48.

Polet H., Delanghe F. & Verschoore R. 2005a. On electrical fishing for brown shrimp (*Crangon crangon*): I. Laboratory experiments. Fisheries Research 72: 1–12.

Polet H., Delanghe F. & Verschoore, R. 2005b. On electrical fishing for brown shrimp (*Crangon crangon*): II. Sea trials. Fisheries Research, 72: 13–27.

Revill A. & Holst R. 2004a. Reducing discards of North Sea brown shrimp (*Crangon crangon*) by trawl modification. Fish. Res. 68: 113-122.

Revill A. & Holst R. 2004b. The selective properties of some sieve nets. Fish. Res. 66: 171-183.

Revill A., Pascoe S., Radcliffe C., Riemann S., Redant F., Polet H., Damm U., Neudecker T., Kristensen P. & Jensen D. 1999. The economic and biological consequences of discarding in the European *Crangon* fisheries. Final Report to the European Commission, Contract No. 97/SE/025.

Rumohr H., Schomann H. & Kujawksi T. 1994. Environmental impact of bottom gears on benthic fauna in the German Bight. In: Environmental impact of bottom gears on benthic fauna in relation to natural resources management and protection of the North Sea. S. J. de Groot and H. J. Lindeboom (eds.). NIOZ-Rapport 1994-11, RIVO-DLO Report CO26/94,75–86

Rumohr *H. &* Kujawski *T.* 2000. The impact of trawl fishery on the epifauna of the southern North Sea. – ICES Journal of Marine Science 57: 1389-1394

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

Steenbergen J., Machiels M. & Leijzer T. 2011. Reducing discards in the shrimp fisheries with the letterbox. Report No. C023/11, IMARES

Tiews K. 1990. 35-Jahre-Trend (1954 – 1988) der Häufigkeit von 25 Fisch- und Krebstierbeständen an der Deutschen Nordseeküste. (35 years-abundance trends (1954 – 1988) of 25 fish and crustacean stockson the German North Sea Coast). Arch. FischWiss. 40: 39–48.

Vanden Broucke G. & Vanhee J. 1977. Verder onderzoek over de elektrische visserij op garnalen. Mededelingen van het Rijksstation voor Zeevisserij. 133 - TZ/82/1977.

Van Donk E. & De Wilde P.A.W.J. 1981. Oxygen consumption and motile activity of the brown shrimp Crangon crangon related to temperature and body size. Neth. J. Sea Res. 15, 54-64.

van Marlen B., Redant F., Polet H., Radcliffe C., Revill A.S., Kristensen P.S., Hansen K.E., Kuhlmann H.J., Riemann S., Neudecker T. & Brabant J.C. 1997. Research into *Crangon* Fisheries Unerring Effect (RESCUE) - EU study 94/044, RIVO Report C054/97.

van Marlen B., de Haan D., Revill A.S., Dahm K.E., Wienbeck H., Purps M., Coenjaerts J., Polet H. 2001. Reduction of discards in *Crangon* trawls (DISCRAN): final report for the period 01-03-1999 / 28-02-2001, RIVO Report C012/01.

van Marlen B., Ybema M.S., Kraayenoord A., de Vries M., Rink G. 2005. Catch comparison of a 12 m pulse beam trawl with a conventional tickler chain beam trawl. RIVO-Report Nr. C043b/05.

van Marlen B., Grift R., van Keeken O., Ybema M.S., van Hal R. 2006. Performance of pulse trawling compared to conventional beam trawling. RIVO-Report Nr. C014/06.

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. Fisheries Research, 151: 57-69.

Verschueren B., Polet H. 2009. Research Summary on HOVERCRAN, the Hovering Pulse Trawl for a Selective Crangon Fishery. Unpublished ILVO manuscript. 30pp.

Verschueren B., Vanelslander B., Polet H. 2012. Verduurzaming van de garnalenvisserij met de garnalenpuls. ILVO mededelingen, no. 116, Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek - ILVO.

Verschueren B., Vanelslander B., 2013. Project Combipuls: Pulsvisserij op tong en garnaal.

Verschueren B., Lenoir H., Vandamme L., Vanelslander B., 2014. Evaluatie van een seizoen pulsvisserij op garnaal met HA 31. ILVO MEDEDELING nr. 157. Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek - ILVO D/2014/10.970/157.

Vorberg R. 1997. Auswirkungen der Garnelenfischerei auf den Meeresboden und die Bodenfauna des Wattenmeeres. Verlag Kovac, Hamburg.

Welleman H.C. & Daan N. 2001. Is the Dutch shrimp fishery sustainable? Senckenb. Marit. 31, 321-328

Contact

Bart Verschueren, Wetenschappelijk onderzoeker
Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek
Dier
Ankerstraat 1
8400 Oostende
T +32 59 56 98 44
bart.verschueren@ilvo.vlaanderen.be

Vermenigvuldiging of overname van gegevens toegestaan mits duidelijke bronvermelding.

ILVO

Aansprakelijkheidsbeperking

Deze publicatie werd door ILVO met de meeste zorg en nauwkeurigheid opgesteld. Er wordt evenwel geen enkele garantie gegeven omtrent de juistheid of de volledigheid van de informatie in deze publicatie. De gebruiker van deze publicatie ziet af van elke klacht tegen ILVO of zijn ambtenaren, van welke aard ook, met betrekking tot het gebruik van de via deze publicatie beschikbaar gestelde informatie.
In geen geval zal ILVO of zijn ambtenaren aansprakelijk gesteld kunnen worden voor eventuele nadelige gevolgen die voortvloeien uit het gebruik van de via deze publicatie beschikbaar gestelde informatie.

ILVO

Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek
Burg. Van Gansberghelaan 92
9820 Merelbeke - België

T +32 9 272 25 00
ilvo@ilvo.vlaanderen.be
www.ilvo.vlaanderen.be