



Instituut voor Landbouw-,
Visserij- en Voedingsonderzoek

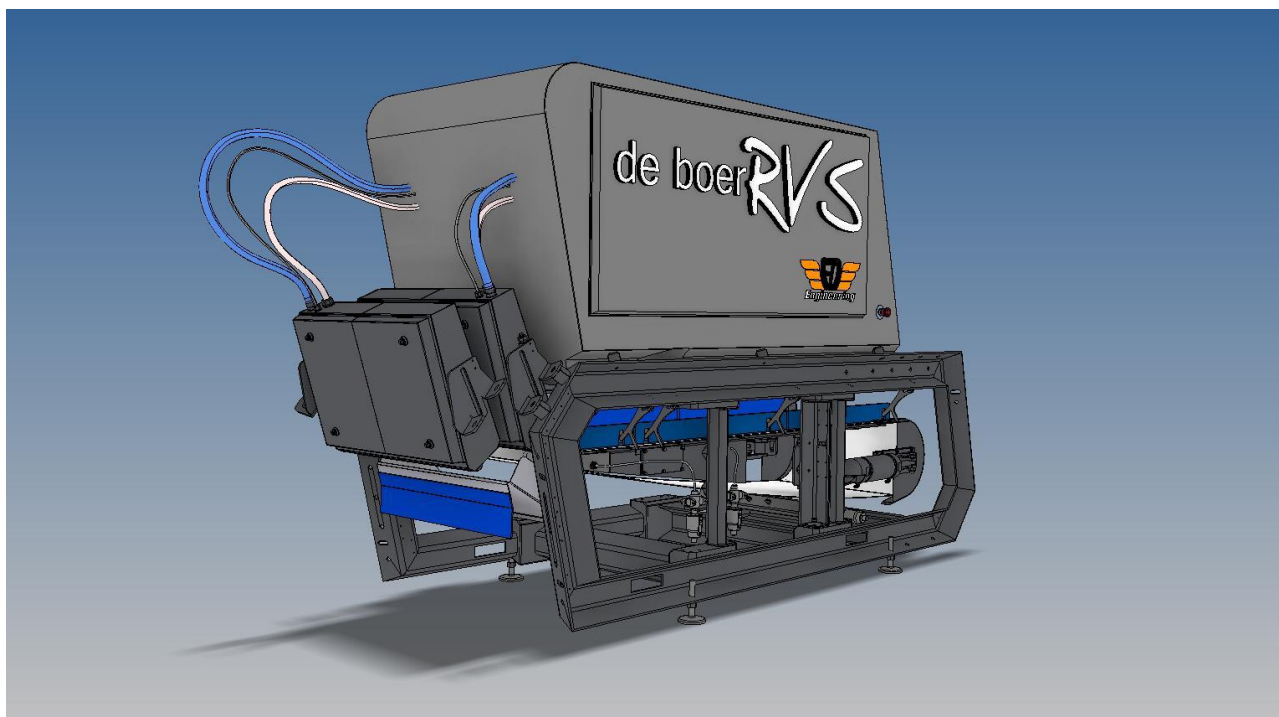
ILVO Marien
Jacobsenstraat 1
8400 Oostende
T 059 56 98 75
www.ilvo.vlaanderen.be



Europese Unie –
Europees Fonds voor
Maritieme Zaken en
Visserij

EINDRAPPORT – “DE JUISTE SORTERING”

Auteurs: Mattias Van Opstal, Jasper Van Vlasselaer



Inhoudsopgave

1	Introductie.....	3
1.1	Beschrijving van het traditionele sorteerproces.....	3
1.2	Beperkingen van het huidige sorteerproces.....	4
1.3	De innovatieve verwerkingslijn	5
2	Materiaal en Methode.....	7
2.1	Evaluatie sortering commerciële garnaal en in kaart brengen bijvangststromen.....	8
2.1.1	Protocol WR289	8
2.1.2	Protocol WR12.....	8
2.1.3	Protocol meting garnaalstalen op ILVO	9
2.2	Evaluatie overleving	10
3	Resultaten.....	11
3.1	Commerciële garnalen	11
3.2	Bijvangststromen.....	13
3.3	Overleving	18
3	Discussie	19
4.1	Sortering.....	19
4.2	Overleving.....	20
5	Conclusie.....	20
6	Referenties.....	22
7	Annexen	24
	Annex A: Resultaten zeereis juni 2023 – WR12 en WR289.....	24
	Annex B: Tussentijds rapport “De Juiste Sortering”	31

1 Introductie

In het onderzoeksproject 'De Juiste Sortering' werd onderzoek uitgevoerd naar een innovatieve verwerkingslijn om commerciële garnalen te scheiden van bijvangst en de commerciële garnalen vervolgens op te delen in drie marktklassen. De verwerkingslijn werd in de loop van het project geoptimaliseerd aan boord van de WR9 en de WR289. Het systeem scheidt commerciële garnalen van bijvangst met behulp van camerabeelden en automatische beeldherkenning. Het innovatieve systeem beoogt een betere sortering van commerciële garnalen in verschillende klassen, een hogere overleving van de bijvangst en verbeterde arbeidsomstandigheden voor vissers.

1.1 Beschrijving van het traditionele sorteerproces

Algemeen geldt eenzelfde procedure wat het sorteer- en verwerkingsproces betreft aan boord van garnalkotters. Nadat de vangst wordt binnengehaald en gelost in een stortbak, worden de marktwaardige garnalen gescheiden van de rest van de vangst d.m.v. een zeefinstallatie. Na het koken worden de garnalen snel afgekoeld en nagezeefd om de overblijvende ondermaatse garnalen en de resterende bijvangst(resten) te verwijderen. Uiteindelijk gaat de vangst naar het gekoeld visruim waar ze wordt bewaard in zakken of kisten. Vóór 1971 werd de vangst gesorteerd door middel van twee mechanische schudzeven die op elkaar werden geplaatst. De vangst werd zo in drie fracties verdeeld waarbij slechts een zeer klein percentage van de eerste bijvangstfractie (vis, ongewervelden en afval) het zeefproces overleefde. Naast de zeefmethode zorgde ook de lange sorteertijd voor een grote mortaliteit van de teruggooi (Boddeke, 1989).

Vanaf 1971 werd voor het eerst de spoelsorteermachine geïntroduceerd in de commerciële garnalenvisserij (zie Figuur 1). Het achterliggende principe van deze machine is tweemaal: In zeewater gaan zeedieren niet dood en garnalen klappen in een draaiende cilinder dubbel en vormen dan rechthoekige pakketjes, die gemakkelijk op breedte kunnen gezeefd worden. Gecombineerd met de introductie van een aanvoerende transportband in 1975 en door een continue waterbevloeiing van deze systemen steeg de overlevingskans van de bijvangst sterk.



Figuur 1. Voorbeeld van een spoelsorteermachine met opvangbak en opvoerband.

Tegenwoordig beschikken vrijwel alle garnalenvissers over een transportband en een roterende spoelsorteermachine. De hydraulisch of elektrisch aangedreven machine bestaat uit de volgende onderdelen:

Zeef 1 = Binnentrommel. De totale vangst wordt vanuit de stortbak opgevoerd naar de draaiende binnentrommel. Deze RVS cilinder is voorzien van (rechthoekige) zeefopeningen (spijlen en zeefgleuven) waarmee de garnalen grotendeels van de bijvangst worden gescheiden. De grovere bijvangst zoals plat-

en rondvis, wieren, krabben, schelpen, zeesterren en dergelijke blijven op de zeef achter en worden met het spoelwater overboord gevoerd.

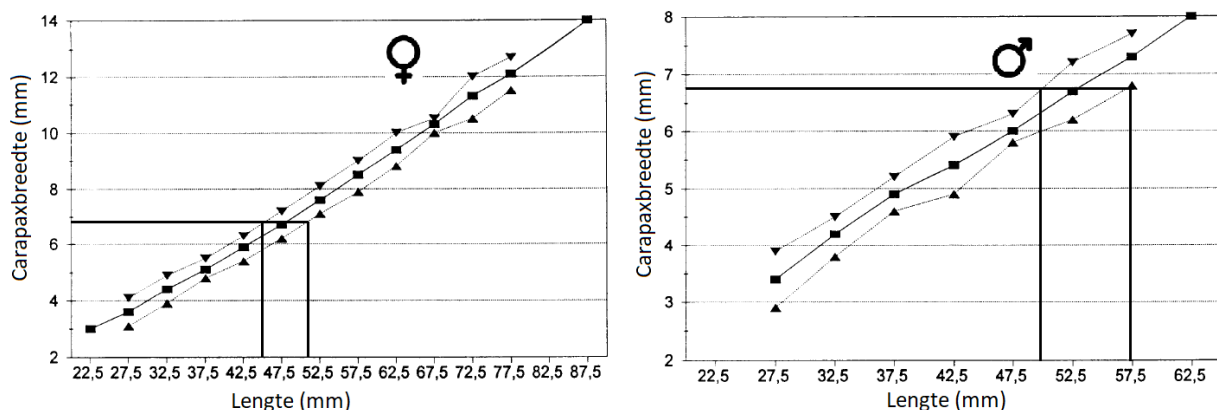
Zeef 2 = Buitentrommel. De ondermaatse garnalen worden in de buitentrommel op dikte gescheiden van de consumptiegarnalen en daar verdwijnen ook de kleinste platvisjes uit de vangst. Verschillende zeefopeningen kunnen worden gebruikt. Dit maakt het mogelijk om op grootte te sorteren, volgens de wensen van de markt. Nauwkeurige maatvoering beoogt een scherpe scheiding van consumptiegarnalen en ondermaatse garnalen inclusief kleine platvisjes.

Zeef 3 = Naleesspiraal/krabbenzeef. Deze is op het einde van de machine voorzien van sleuven of bakjes waarin een dubbelgeklapte garnaal precies past. Hier worden de laatste bijvangstelementen uit de consumptiegarnalen weerhouden.

Aan de drie voorgaande sorteerfasen ontsnappen kleine schelpdieren zoals mossel- en kokkelzaad. Deze schelpdierpjes worden d.m.v. een opvang/bezinkbak met schuif (= schelpdierenopvanger) uit de consumptiegarnalen verwijderd en naar zee afgevoerd.

1.2 Beperkingen van het huidige sorteerproces

Momenteel wordt de scheiding tussen ondermaatse (= teruggooigarnalen of pufgarnalen) en maatse garnalen (= marktwaardige, commerciële of consumptiegarnalen) steeds bepaald op basis van de carapaxbreedte. De zeefwijdte en de carapaxbreedte van minimum 6,8 mm komen hierbij overeen met een lichaamslengte van minimaal 45 mm (Figuur 2 op basis van Meixner, 1996). Het valt hierbij op dat het verband tussen de lichaamslengte en de carapaxbreedte van vrouwelijke en mannelijke garnalen aanzienlijk verschilt. Vrouwelijke garnalen blijken beduidend dikker bij eenzelfde lichaamslengte. Dit gegeven zorgt voor een verschil in lengteselectiviteit van de spoelsorteermachine voor de beide sexen.



Figuur 2. Toont voor vrouwtjes (links) en mannetjes (rechts) de lengtes (x-as) die overeenstemmen met een bepaalde carapaxbreedte (y-as). Voor carapaxbreedtes rond de 6,8 mm is er een spreiding in de lengtes van 45 tot 50 mm bij de vrouwtjes, de mannetjes bereiken pas een breedte van 6,8 mm vanaf 50 mm lengte. Figuur is aangepast van Meixner, 1996.

Bij het conventionele sorteerproces hoort een foutenmarge. Dit wordt duidelijk na meting van een groot aantal gezeefde garnalen, enerzijds uit een sample van de pufgarnalen en anderzijds uit een sample van de marktwaardige garnalen (vóór het koken). Een aanzienlijk aandeel van de maatse garnalen, meestal met carapaxbreedtes (en lichaamslengtes) grenzend aan de ingestelde zeefwijdte komt tijdens het zeefproces bij de ondermaatse teruggooigarnalen terecht. Omgekeerd komt een nog groter aandeel van de ondermaatse teruggooigarnalen, meestal grenzend aan de ingestelde zeefwijdte, tijdens het zeven

terecht bij de commerciële garnalen en wordt vervolgens meegekookt. Dit ziftsel gaat zowel economisch verloren aan de visserman als ecologisch verloren aan de garnaalstock en het ecosysteem. Op zeeflocaties in Nederland en elders worden ziftselpercentages geregistreerd. Het spreekt voor zich dat deze foutenmarge zo klein mogelijk dient gehouden te worden, waarbij de ideale sorteermachine een scherpe grens weet te stellen tussen maatse en ondermaatse garnalen.

De zeefbreedte in de spoelsorteermachines bepaalt dus primair welke levende garnalen tot de gekookte vangst zullen behoren en wat als bijvangst overboord gaat. Daarnaast bepaalt deze zeefbreedte de maat van kleine visjes en dgl. die bij de garnalen meegekookt zullen worden. Een zo groot mogelijke zeefbreedte in de verwerkingslijn (vóór het koken) is daarom ecologisch gewenst, maar wordt echter niet gehandhaafd.

In veel gevallen raken spoelsorteermachines in steeds toenemende mate vervuild met (bij)vangst en wier. De zeefwerking wordt hierdoor verminderd. Dit kan enkel voorkomen worden door visuele controle en regelmatige reiniging van de trommel.

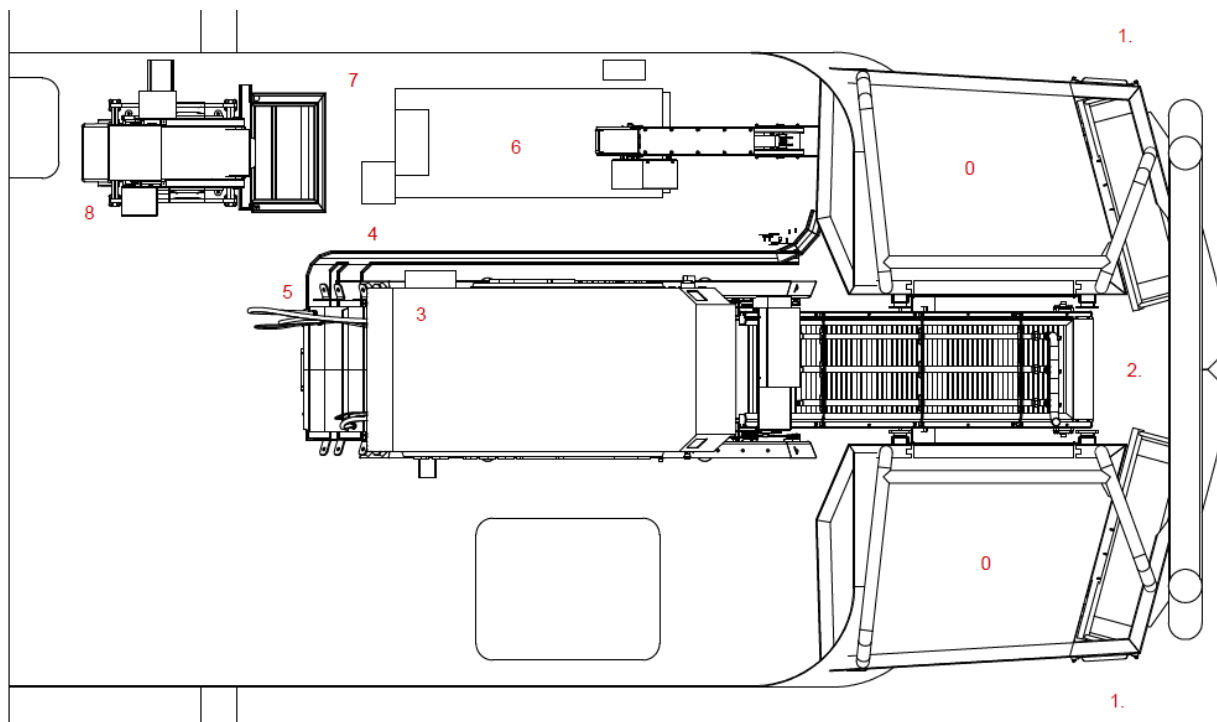
De bijvangst in de garnalenvisserij heeft een nadelige impact op de rekrutering van rond- en platvissoorten die, in het belang van deze stocks, best tot het absolute minimum gereduceerd wordt. Het is bekend dat technische aanpassingen zoals de zeeflap dit probleem gedeeltelijk kunnen oplossen (Polet, 2003). 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 vissoorten. Aan de hand van deze en andere studies werd het duidelijk dat de hoeveelheid en de samenstelling van de bijvangst zeer variabel is doorheen tijd en ruimte (van Marlen et al., 1997; Revill et al., 1999). De mate waarin de teruggooi de rekrutering van een vissoort beïnvloedt is sterk afhankelijk van de overleving van de teruggooi (van Marlen et al., 1997). De sterfte van de bijvangst wordt sterk bepaald door de verschillende kenmerken van het vangstproces zoals de sleepduur, de vangstsamenstelling, de efficiëntie en de duur van het sorteerproces, de condities aan boord, vogelpredatie, weersomstandigheden, enzovoort (Van Beek et al., 1990; Röckmann et al., 2011). 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 15% en 70% voor schol (Dahm et al., 2002; Revill et al., 1999; Berghahn et al., 1992) en tussen 30% en 50% voor tong (Dahm et al., 2002; Revill et al., 1999).

Een aantal, al dan niet instelbare karakteristieken van het huidige verwerkingssysteem beïnvloeden de overleving van de teruggooi sterk. De mate waarin de stortbak doorspoeld wordt, het nat houden van de vangst tijdens het transport, de waterdruk van het spoelwater, de aan- of afwezigheid van borstels, het toerental van de draaiende trommel, het totale waterdebiet door de machine, de aan- of afwezigheid van een 'krabbenzeef' of 'naleesspiraal' en de aan- of afwezigheid van radiale pennen in de spoelsorteertrommel, het zijn allemaal zaken die een belangrijke rol spelen in de overleving van de teruggooi. Juist omgaan hiermee, vereist voldoende verantwoordelijkheidszin en bewustzijn van de bemanning.

1.3 De innovatieve verwerkingslijn

Binnen "de Juiste Sortering" wordt als alternatief voor de traditionele spoelsorteermachine een innovatieve verwerkingslijn onderzocht die garnalen in drie marktwaardige garnaalklassen onderverdeelt. Er wordt voortgebouwd op voorgaand onderzoek, waarin een prototype van deze

verwerkingslijn werd onderzocht (Verschuieren et al., 2016). Het schema in Figuur 3 toont de verschillende onderdelen van de innovatieve verwerkingslijn (laatste ontwerp aan boord van de WR289). De vangsten worden aan boord gelost in stortbakken (0). Via twee opvoerbanden (1) wordt de vangst naar een verenkelaar (2) getransporteerd waar alle bijvangst < 5.8 mm gescheiden wordt van de rest van de vangst en vervolgens overboord wordt geleid. Er is mogelijkheid voorzien om de vangst eerst door een roterende kunststof trommel te leiden, deze vervult dezelfde functie als de klassieke roterende binnentrommel (zie 1.1). Vervolgens wordt de commerciële garnaal gescheiden van de rest van de vangst via de optische sorteerder (3): De vangst gaat via een transportband aan een instelbare snelheid onder een camera door en wordt continu gefotografeerd. De camerafrequentie is afgesteld op de bewegingssnelheid van de transportband. Elk afzonderlijk organisme (biota) of item (abiota) wordt softwarematig ingedeeld en gelabeld op basis van vorm, kleur en oppervlakte ("pixelmaat"). Vervolgens wordt vangst van bijvangst gescheiden met behulp van verschillende persluchtslangen aan het einde van de sorteerbands. De slangen worden afzonderlijk aangestuurd met ventielen. Bijvangst wordt uitgeschoten (5) en afgevoerd, maatse garnalen (4) worden richting kookketel (6) geleid, vervolgens worden ze gekoeld en geconserveerd (7). In een laatste stap gaan de marktwaardige garnalen over een trilzeef (8) en worden ze verdeeld in 3 commerciële klassen van 6.8 tot 7.5 mm, 7.5 tot 8.5 mm en groter dan 8.5 mm en een bijvangstklasse garnalen die gekookt weer overboord gaan. Het spreekt voor zich dat deze laatste klasse zo klein mogelijk gehouden moet worden door de scheiding in voorgaande stappen zo veel mogelijk op punt te stellen



Figuur 3. Meest recente ontwerp van de innovatieve verwerkingslijn aan boord van de WR289. De getallen op de tekening tonen: 0 = opvangbakken, 1 = opvoerband, 2 = verenkelaar (hier zonder roterende binnentrommel), 3 = optische sorteerder, 4 = uitgang voor commerciële garnaal na scheiding via optische sorteerder, 5 = uitgang voor bijvangst na scheiding via optische sorteerder, 6 = kookketel, 7 = koeling en/of conservering commerciële garnaal, 8 = trilzeef.

2 Materiaal en Methode

Tabel 1 toont een overzicht van de zeereizen die uitgevoerd werden in het kader van dit project. Dit eindrapport beschrijft de werking van de laatste versie van het sorteersysteem. Deze versie werd geëvalueerd op de laatste zeereis aan boord van de WR289 (11/09/2023-15/09/2023). Tijdens deze zeereis werd onderzoek gedaan naar de sortering van commerciële garnaal in verschillende commerciële klassen, scheiding van vangst en bijvangst en overleving van bijvangst. Het gedetailleerde protocol wordt hieronder beschreven. Het innovatieve sorteerproces werd geëvalueerd aan boord van de WR289, de traditionele spoelsortermachine werd geëvalueerd aan boord van de WR12. Beide vaartuigen visten gedurende de volledige waarnemersreis naast elkaar. Zowel het halen als het uitzetten van de netten gebeurde aan boord van beide schepen op hetzelfde moment.

De innovatieve verwerkingslijn onderging verschillende aanpassingen doorheen het project. Tijdens voorgaande zeereizen werden voorlopige versies van de innovatieve verwerkingslijn opgevolgd, werd onderzoek gedaan naar krimp van garnalen bij koeling en werd scheiding in commerciële klassen met de trilzeef aan boord van de vaartuigen vergeleken met scheiding in commerciële klassen op de traditionele afslagzeef. De bevindingen van dit onderzoek werden beschreven in het tussentijds rapport (Annex B).

Tabel 1. Overzicht van zeereizen en staalnames op afslagen.

Vertrek	Terug	Type	Doel	Vaartuig
29/01/2020	29/01/2020	waarnemer	- voorbereiding - beperkte staalname	WR9
3/09/2020	3/09/2020	waarnemer	- voorbereiding - beperkte staalname	WR9
1/10/2020	31/10/2020	zelfbemonstering	- pixeloptimalisatie	WR9
15/11/2020	18/11/2020	waarnemer	- bijvangststromen - sortering - vergelijking afslag	WR9
23/12/2020	23/12/2020	waarnemer	- vergelijking afslag	
14/03/2021	17/03/2021	waarnemer	- bijvangststromen - sortering - krimp	WR9
31/05/2021	3/06/2021	waarnemer	- overleving - sortering	WR80 + WR289
28/02/2022	03/03/2022	Waarnemer	- bijvangststromen - sortering	WR289
12/06/2023	15/06/2023	Waarnemer	- bijvangststromen - sortering - overleving	WR289 + WR12
11/09/2023	15/09/2023	Waarnemer	- bijvangststromen - sortering - overleving	WR289 + WR12

2.1 Evaluatie sortering commerciële garnaal en in kaart brengen bijvangststromen

Om de nauwkeurigheid van de twee verschillende sorteerprocessen te vergelijken werden alle verschillende sorteerfracties (commerciële garnalen- en teruggooifracties) tijdens het sorteerproces opgevangen en geanalyseerd.

2.1.1 Protocol WR289

- Binnentrommel en verenkelaar:
 - Vang de bijvangst op die overboord gaat na sortering met de binnentrommel en de verenkelaar (zie onderdeel 2 in Figuur 3), noteer het volume.
 - Neem een staal van minimum 5L.
 - Sorteert het staal tot op soort niveau en tel de individuen per soort.
 - Meet het volume garnaal, rondvis, platvis, benthos (exclusief krabben), afval en krabben.
 - Neem een garnaalstaal van 2dL, en voeg deze bij het gelijkaardige staal van vorige slepen.
- Optische sorteerder:
 - Vang de bijvangst op die overboord gaat na sortering met de optische sorteerder en noteer het volume.
 - Neem een staal van minimum 2L.
 - Sorteert het staal tot op soort niveau en tel de individuen per soort.
 - Meet het volume garnaal, rondvis, platvis, benthos (exclusief krabben), afval en krabben.
 - Neem een garnaalstaal van 2dL, en voeg deze bij het gelijkaardige staal van vorige slepen.
- Trilzeef:
 - Vang (gekookte) bijvangst op die overboord gaat na sortering met de trilzeef en noteer het volume.
 - Neem een staal van minimum 5L.
 - Sorteert het staal tot op soort niveau en tel de individuen per soort.
 - Meet het volume garnaal, rondvis, platvis, benthos (exclusief krabben), afval en krabben.
 - Neem een garnaalstaal van 2dL, en voeg deze bij het gelijkaardige staal van vorige slepen.
- Commerciële garnaal visruim:
 - Schat het volume gekookte garnalen per fractie wanneer ze gelost worden in het visruim.
 - Neem van elke fractie een garnaalstaal van 2dL, en voeg deze bij het gelijkaardig sample van vorige slepen.

2.1.2 Protocol WR12

- Binnentrommel:
 - Vang de bijvangst op die overboord gaat na sortering met de binnentrommel en de verenkelaar (zie onderdeel 2 in Figuur 3), noteer het volume.
 - Neem een staal van minimum 5L.
 - Sorteert het staal tot op soort niveau en tel de individuen per soort.
 - Meet het volume garnaal, rondvis, platvis, benthos (exclusief krabben), afval en krabben.
 - Neem een garnaalstaal van 2dL, en voeg deze bij het gelijkaardige staal van vorige slepen.

- Buitentrommel:

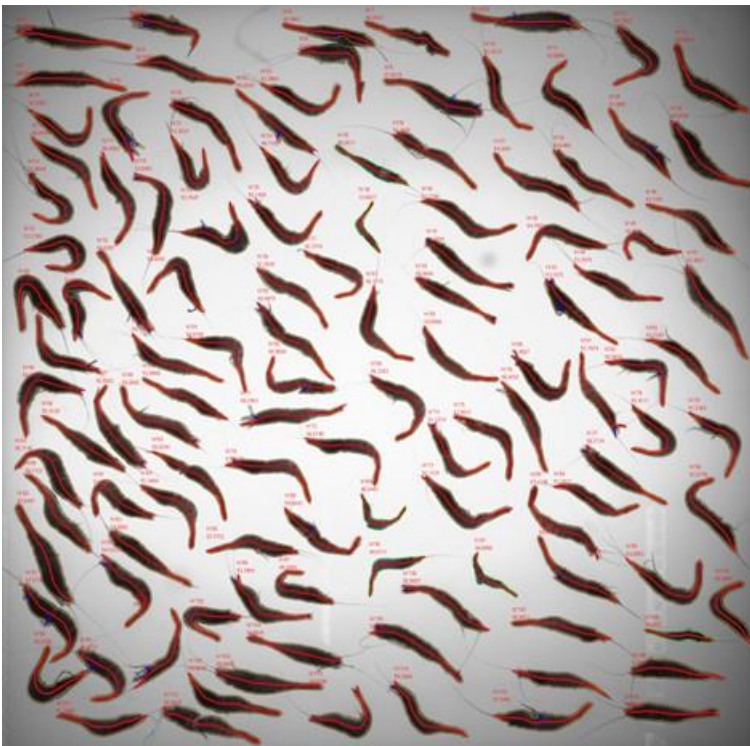
- Vang de bijvangst op die overboord gaat na sortering met de optische sorteerder en noteer het volume.
- Neem een staal van minimum 2L.
- Sorteert het staal tot op soort niveau en tel de individuen per soort.
- Meet het volume garnaal, rondvis, platvis, benthos (exclusief krabben), afval en krabben.
- Neem een garnaalstaal van 2dL, en voeg deze bij het gelijkaardige staal van vorige slepen.

- Commerciële garnaal visruim:

- Schat het volume gekookte garnalen wanneer ze gelost worden in het visruim.
- Neem van elke fractie een garnaalstaal van 2dL, en voeg deze bij het gelijkaardig sample van vorige slepen.

2.1.3 Protocol meting garnaalstalen op ILVO

Alle garnaalstalen werden opgemeten op het ILVO met behulp van de door ILVO ontwikkelde SmartShrimp software (Figuur 4). Deze software (metingen op ILVO) meet garnalen op basis van lengte, garnalen met een lengte van ≥ 50 mm werden beschouwd als commerciële grootte en kleiner werden beschouwd als kleine, niet-commerciële maten (Tulp et al., 2016). Bij de interpretatie van de vergelijking op basis van lengtefrequentie-distributies kan gesteld worden dat de sortering met de kleinste standaarddeviatie op basis van lengte, overeenstemt met de meest accurate sortering op basis van carapax.



Figuur 4. Digitale meting van garnalen op het ILVO m.b.v. de SmartShrimp software.

2.2 Evaluatie overleving

Voor de overlevingsexperimenten werd voor aanvang van de twee zeereizen zowel op de WR289 als op de WR12 een ladensysteem (150 x 60 x 145 cm) geïnstalleerd (Figuur 5). Deze houderijsystemen werden gebruikt om de vissen en garnalen in onder te brengen gedurende de zeereizen, om zo de overleving/sterfte te kunnen opvolgen. De gebruikte uitvoering bestond uit een container met daarin twee rekken. Elk rek omvatte 8 schuiven, waarin kunststofbakjes (40 x 60 x 12 cm) met doorzichtige deksels werden geschoven. Met behulp van glijprofielen kon elk bakje eenvoudig in- en uitgeschoven worden om de gehuisveste dieren te observeren. Verder had elk bakje twee aansluitingen: een instroomaansluiting, gekoppeld aan een centrale toevoer van zeewater en een uitstroomaansluiting. Zo werden alle bakjes voorzien van doorstromend en vers zeewater, waardoor de waterkwaliteit optimaal bleef en extra stress geminimaliseerd werd. Tenslotte was de buitenwand van de container voorzien van schuifdeuren om de dieren te beschermen tegen externe factoren zoals zonnestraling, spatwater en geluid. Deze bakkensystemen werden ook gebruikt in projecten die kaderen in de aanlandingsverplichting. Tijdens deze projecten werden testen uitgevoerd om na te gaan of de huisvesting van vissen in het bakkensysteem geen fatale stress oproept bij deze dieren. Hiervoor werden tijdens een tiental commerciële zeereizen vissen uit het ILVO-aquacultuurlabo meegenomen in het bakkensysteem. Er werd geen sterfte vastgesteld bij deze “controlevisen” gedurende de zeereizen, waardoor geconcludeerd kan worden dat de huisvesting in het bakkensysteem op zich geen sterfte veroorzaakt.



Figuur 5. Foto's van de overlevingsbakken. Links met de beschermende buitenwand, rechts de "naakte" rekken.

De keuze van de op te volgen bijvangstsoorten werd gemaakt aan boord. Ze was afhankelijk van de vangstsamenstelling en de beschikbaarheid tijdens de eerste sleep en werd na overleg tussen de waarnemers op beide kotters bepaald. Deze bijvangstsoorten werden zowel vóór als na het sorteerproces op beide kotters verzameld. Aan boord van beide schepen werden eerst dieren verzameld in de opvangbak. Vervolgens werden op de WR289 ook dieren verzameld na sortering met de binnentrommel en de verenkelaar (zie onderdeel 2 in Figuur 3) en na sortering met de optische sorteerder (zie onderdeel 5 in Figuur 3). Aan boord van de WR12 werden nog dieren verzameld na sortering met de spoelsortermachine. Er werden dus drie verschillende punten bemonsterd voor de innovatieve verwerkingslijn: stortbak, voorsortering, en optische sorteerder, en twee voor de traditionele verwerking: stortbak en discards (spoelsortermachine).

Bij het verzamelen van de dieren werd als volgt tewerk gegaan: Uit de in totaal vijf bemonsteringspunten werd lukraak een aantal dieren (tussen de 20 en 50 wanneer mogelijk) van de bijvangstsoorten gehaald, waarbij deze dieren continu in emmers met zeewater gehouden werden. Vervolgens werden de dode exemplaren verwijderd en geteld. De overblijvende, levende dieren werden zo snel mogelijk

ondergebracht in de overlevingsbakken. Na het overbrengen van de organismen naar het bakkensysteem werd de overleving van elk organisme om de 12 uur gecontroleerd tot het einde van de zeereis. Alle bijvangstsoorten werden voor minstens 72 uren gemonitord. Hierbij werden de dode individuen geteld en verwijderd uit de bakken. Op basis van de bekomen data werden zowel de onmiddellijke als de korte termijn (72u) overlevingspercentages berekend. De lange termijn overleving werd niet onderzocht. De overlevingspercentages die verder in het rapport besproken worden, zijn dus niet noodzakelijk de uiteindelijke overleving van de dieren. Dieren kunnen op latere tijd alsnog sterven door de invloed van het vangst- en sorteerproces. De korte termijn overleving geeft wel een goede indicatie van het relatieve verschil in overleving tussen beide systemen.

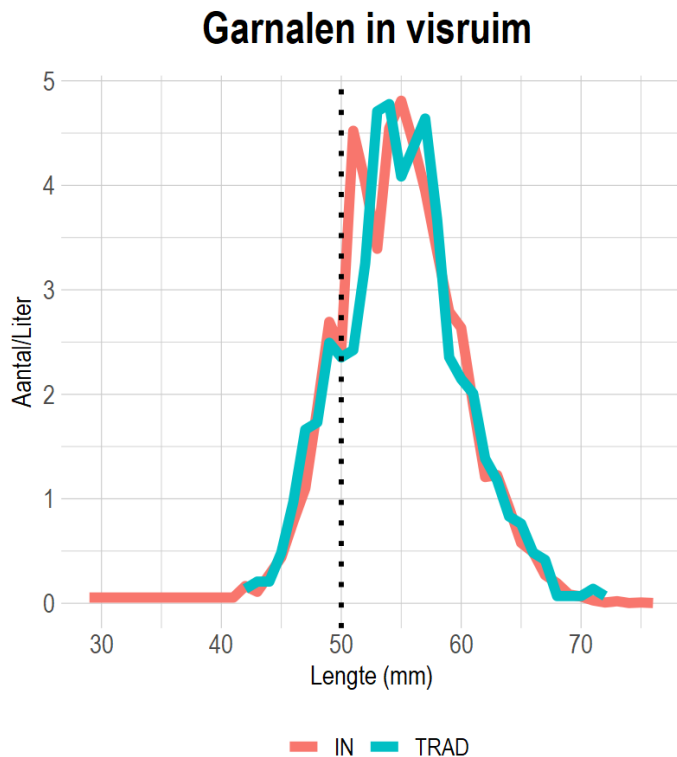
3 Resultaten

De zeereis ging door van maandag 11 september tot vrijdag 15 september in de Duitse bocht, beide vaartuigen vertrokken vanuit Büsum, Duitsland. In totaal werden 15 slepen bemonsterd om het effect van de innovatieve verwerkingslijn op de bijvangststromen en commerciële garnalen te onderzoeken. Er werd zowel overdag als 's nachts bemonsterd. Voor de overlevingsproeven werden stalen verzameld tijdens de eerste vijf slepen. De dieren werden na de staalname uit de vijfde sleep nog 72 uur gemonitord. Er werd gefocust op garnaal, schol, schar en wijting omdat deze soorten het belangrijkste deel uitmaakten van de bijvangst, en de andere soorten niet in voldoende aantallen aanwezig waren.

De weersomstandigheden varieerden sterk doorheen de trip. Op maandag en vrijdag was de zee kalm en was de windsterkte minder dan 3 Bft. Op dinsdag was er wind tot 7-8 Bft met golven tot 1.7 meter. In de loop van donderdag nam de wind en golfhoogte weer af. De diepte van het vissen varieerde tussen de 8 en de 16 meter met een sleepsnelheid tussen de 2.4 en 3.4 knopen. De twee schepen visten gedurende de volledige zeereis naast elkaar en werden met dezelfde netten opgetuigd. Uitzetten en halen gebeurde op beide schepen op hetzelfde moment, waardoor de vangsten van beide schepen zeer gelijkaardig waren.

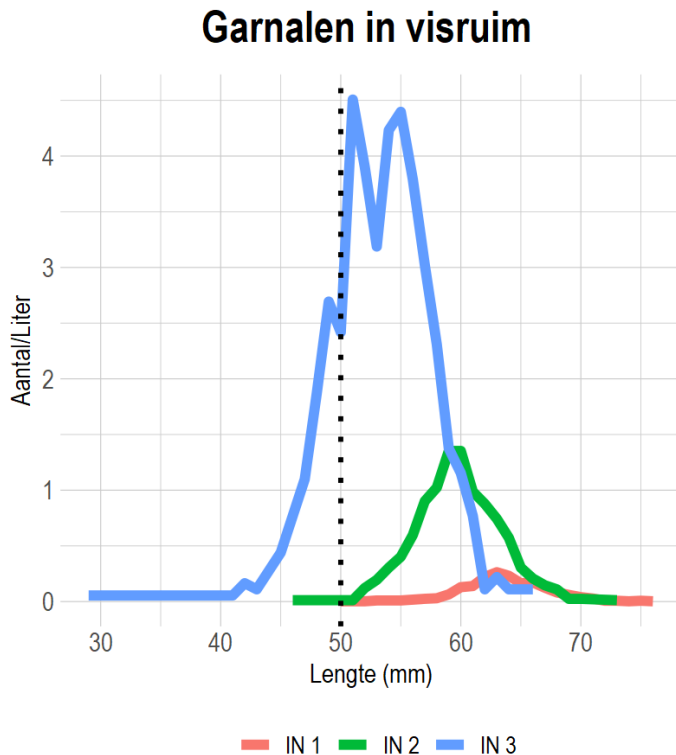
3.1 Commerciële garnalen

Figuur 6 toont de commerciële garnalen van de bemonsterde slepen per liter ruwe vangst die aangeland werden met de innovatieve en de traditionele verwerkingslijn. De grafiek toont dat beide verwerkingssystemen deze zeereis zeer gelijkaardige volumes en lengtes hebben aangeland.



Figuur 6. Aantal commerciële garnalen per lengteklasse (mm) en per liter ruwe vangst die aangeland werden door de WR289 met de innovatieve verwerkingslijn (IN) en door de WR12 met de traditionele spoelsorteermachine (TRAD).

Figuur 7 toont de commerciële garnalen van de bemonsterde slepen per liter ruwe vangst die aangeland werden met de innovatieve verwerkingslijn, opgesplitst in de drie commerciële klassen. De figuur toont dat de trilzeef garnalen met verschillende lengte (en dus carapaxbreedte) correct kon sorteren. Zo is de piek van elke sortering, op enige afstand van de volgende terug te vinden: 51 mm – 55m voor klasse 3, 59 mm voor klasse 2 en 63 mm voor klasse 1. De spreiding van de lengtes in elke klasse sluit aan bij de bevindingen van Meixner (1996): Bij een carapax van 6.8 mm (klasse 3) hoort een minimumlengte van 45 mm, bij een carapax van 7.5 mm (klasse 2) hoort een minimumlengte van 50 mm en bij een carapax van 8.5 hoort een minimumlengte van 55 mm.

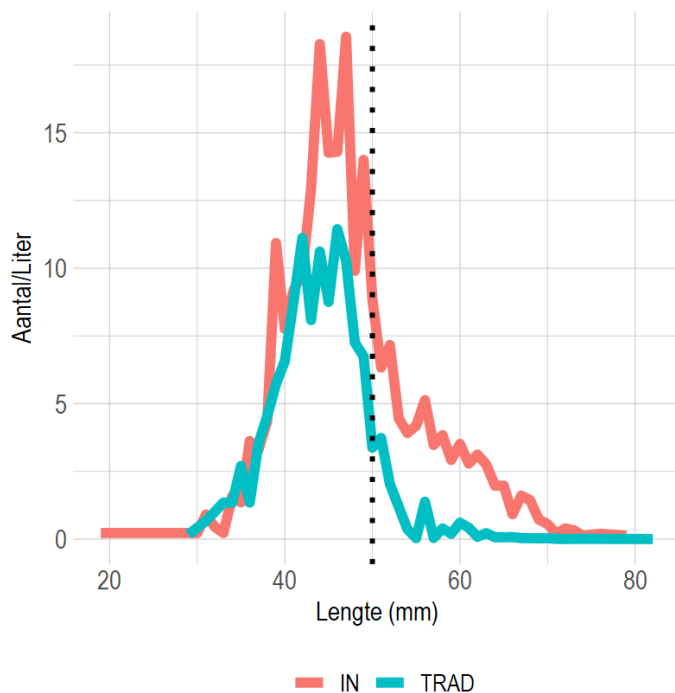


Figuur 7. Aantal commerciële garnalen per lengteklasse (mm) en per liter ruwe vangst die aangeland werden door de WR289 met de innovatieve verwerkingslijn. De garnalen werden aan boord gezeefd in de drie commerciële klassen. IN 1 zijn de grootste garnalen (carapax >8,5 mm), IN 2 de middenmaat (carapax 7,5 tot 8,5 mm) en IN 3 is de kleinste (carapax 6,8 tot 7,5 mm).

3.2 Bijvangststromen

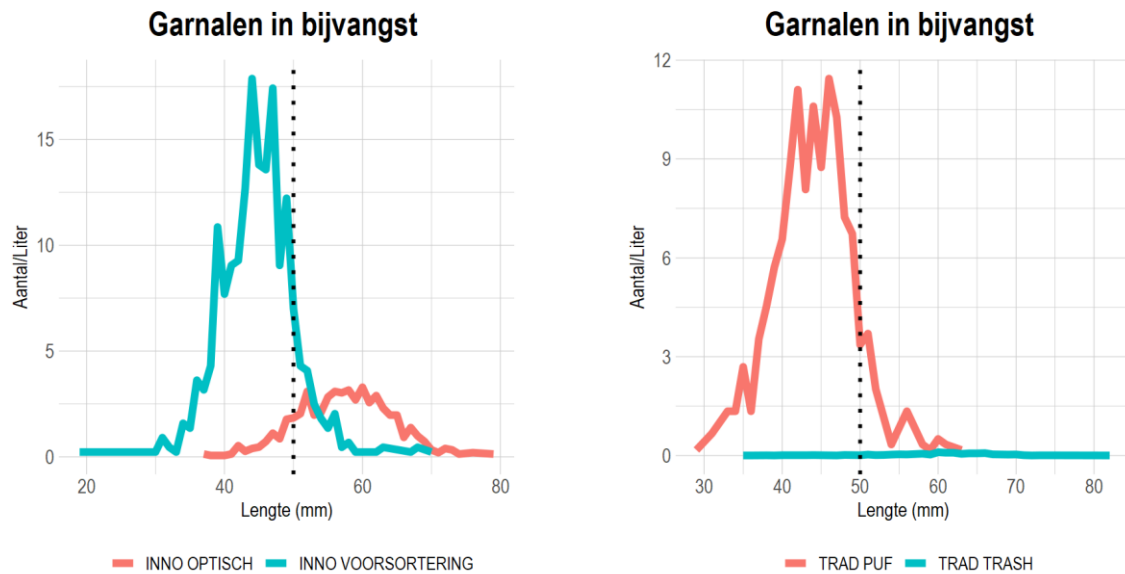
Figuur 8 toont de ongekookte garnalen die overboord gingen via beide verwerkingssystemen (som van verschillende deelstromen). De hoeveelheid van de kleinste garnalen (< 42 mm) die overboord gingen met beide systemen was zeer gelijkaardig. De innovatieve verwerkingslijn (rood) toont een scherpe piek rond de 45 mm, gevolgd door een steile afname in aantallen. De traditionele spoelsorteermachine (blauw) toont een minder hoge piek, er gingen dus meer ongekookte bijvangstgarnalen van 42 mm – 50 mm terug overboord bij gebruik van de innovatieve verwerkingslijn. Bij de innovatieve verwerkingslijn gingen echter ook veel meer grote garnalen (> 50 mm) overboord dan bij de traditionele spoelsorteermachine.

Garnalen in bijvangst



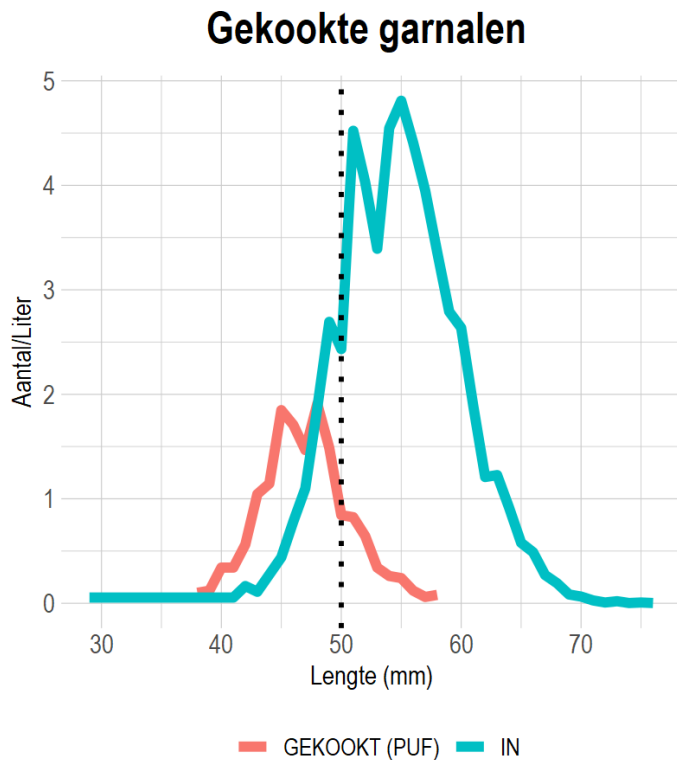
Figuur 8. Aantal garnalen in de bijvangst per lengteklasse (mm) en per liter ruwe vangst die ongekookt overboord gingen aan boord van de WR289 met de innovatieve verwerkingslijn (IN) en aan boord van de WR12 met de traditionele spoelsorteermachine (TRAD).

Vervolgens worden de ongekookte garnalen die overboord gingen via beide verwerkingssystemen opgesplitst in hun respectievelijke deelstromen (Figuur 9). Hier zien we dat de voorsortering van de innovatieve verwerkingslijn meer ondermaatse garnalen terug overboord zette dan de traditionele spoelsorteermachine. De optische sorteerder bleek vervolgens niet in staat om de rest van de ondermaatse garnalen van de commerciële garnalen te scheiden. De extra maatse garnalen die overboord gingen in vergelijking met de traditionele spoelsorteermachine waren bijna allemaal een gevolg van een slechte scheiding door de optische sorteerder. De garnalen die werden uitgeschoten waren voornamelijk > 50 mm. Bij de traditionele verwerkingslijn waren alle garnalen zoals te verwachten terug te vinden in de puffractie, na sortering met de buitentrommel.



Figuur 9. Aantal garnalen in de bijvangst per lengteklasse (mm) en per liter ruwe vangst die ongekookt overboord gingen aan boord van de WR289 (links) met de innovatieve verwerkingslijn (IN) en aan boord van de WR12 (rechts) met de traditionele spoelsorteermachine (TRAD), opgesplitst per bijvangststroom.

Aan boord van de WR289 werden gekookte pufgarnalen opgevangen die gescheiden werden van de commerciële fracties met behulp van een trilzeef (zie onderdeel 8 in Figuur 3). Figuur 10 toont dat een significant deel van de ondermaatse garnalen gekookt werd om vervolgens terug overboord te gaan als bijvangst. In totaal werden per liter ruwe vangst 71 garnalen gekookt, waarvan 15,5 garnalen ondermaats waren. Hoewel het niet mogelijk was om de gekookte garnalen aan boord van de WR12 te bemonsteren, kunnen we op basis van Figuur 8 veronderstellen dat aan boord van de WR12 nog meer ondermaatse garnaal gekookt werd. We zien immers dat er per liter ruwe vangst heel wat minder ongekookte ondermaatse garnalen tussen 42 mm en 50 mm weer overboord gingen.



Figuur 10. Aantal gekookte garnalen per lengteklasse (mm) en per liter ruwe vangst die gesorteerd werden met de trilzeef aan boord van de WR289. IN zijn de gekookte commerciële garnalen die na sortering met de trilzeef in het visruim werden opgeslagen. GEKOOKT (PUF) zijn de ondermaatse garnalen die na het koken met de trilzeef gescheiden werden van de commerciële garnalen.

In onderstaande paragrafen wordt een overzicht gegeven van de hoeveelheid en samenstelling van de verschillende “bijvangststromen” die overboord gingen aan boord van beide schepen. Tabel 2 toont hoeveel bijvangst via elk onderdeel van beide verwerkingslijnen weer overboord werd gezet, uitgedrukt in volumeprocent. Er werd onderscheid gemaakt tussen 3 verschillende fracties van de innovatieve verwerkingslijn: “Voorsortering” (zie onderdeel 2 in Figuur 3) “Optische sorteerder” (zie onderdeel 5 in Figuur 3) en “Gekookt (puf)” (zie onderdeel 8 in Figuur 3). Voor de traditionele verwerkingslijn werd onderscheid gemaakt tussen “Trash” (binnentrommel spoelsorteermachine) en “Discards” (buitentrommel spoelsorteermachine). De pufgarnalen die werden gekookt aan boord van de WR12 konden niet worden bemonsterd en maken daarom geen deel uit van het totaal voor de traditionele verwerkingslijn in Tabel 2. De tabel toont dat de innovatieve voorsortering en trashfractie de grootste hoeveelheden bijvangst weer overboord zetten voor de respectievelijke systemen. De hoeveelheid bijvangst die via de optische sorteerder weer overboord werd gezet was op deze zeereis 14 procent van het totale volume. Via de trilzeef werd nog 9 procent bijvangst extra uitgesorteerd.

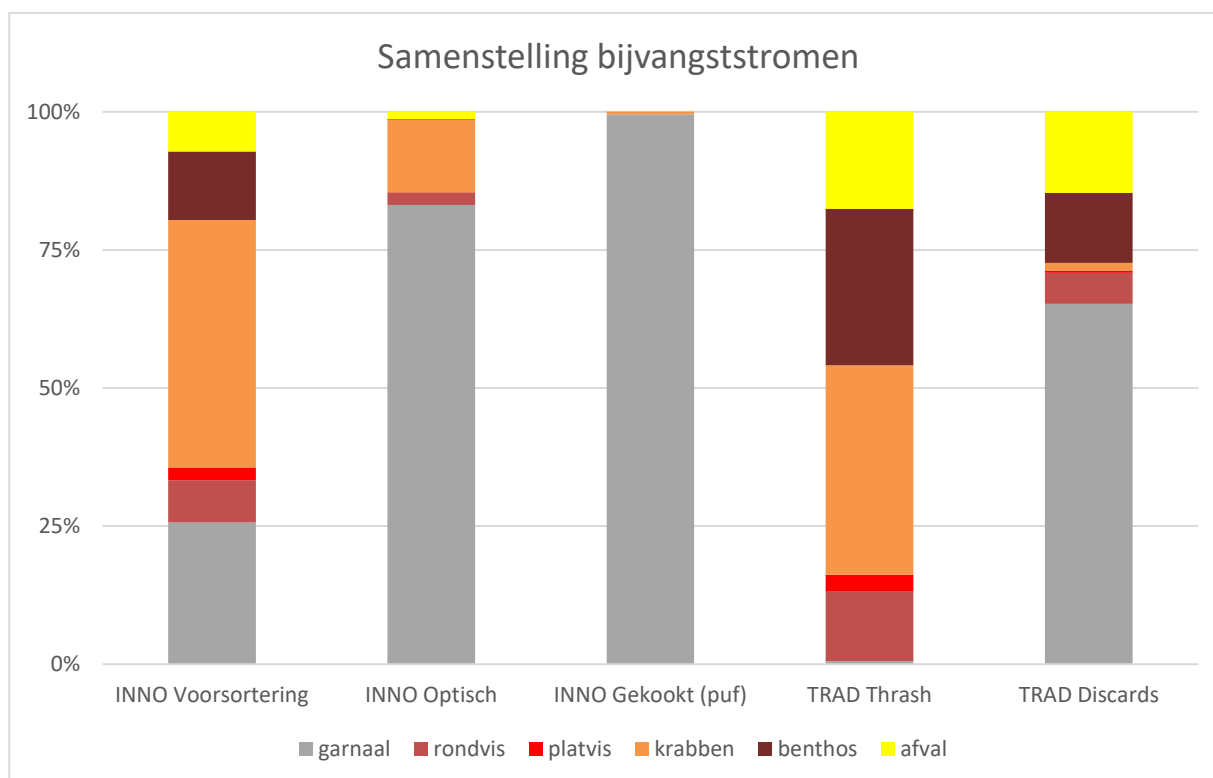
Tabel 2. Overzicht van de procentuele bijdrage van de systemen aan het uitsorteren van de bijvangststromen.

Overzicht bijvangststromen			
Innovatieve verwerkingslijn (%)		Traditionele verwerkingslijn (%)	
Voorsortering	77	Trash	79
Optische sorteerder	14	Discards	21
Gekookt (puf)	9		

In Figuur 11 wordt de procentuele vangstsamenstelling (in volume) van elke bijvangststroom afzonderlijk weergegeven. De bijvangststromen werden opgedeeld in “garnaal”, “rondvis”, “platvis”, “krabben”, “benthos” (exclusief krabben) en “afval”. Tijdens deze reis bestond de fractie rondvis voornamelijk uit wijting en grondels, gevolgd door sprout, haring en zeenaalden. De fractie platvissen bestond voornamelijk uit scharren en een kleine hoeveelheid schol en tong. Alle vis samen maakte zo’n 10 procent van de bijvangst uit. De fractie “krabben” bestond bijna uitsluitend uit zwemkrabben en deze maakten naast ondermaatse garnaal het grootste deel uit van de bijvangst. De benthosfractie bestond hoofdzakelijk uit slangsterren, de afvalfractie voornamelijk uit wier, krabbenscharen en turf.

Zoals blijkt uit Figuur 11 ging het grootste deel van de krabben overboord tijdens de voorsortering van de innovatieve verwerking en bij de trashfractie van de traditionele spoelsorteermachine. Toch zien we dat er ook door de optische sorteerder krabben werden uitgeschoten, zo’n 5 procent van het totaal aantal krabben. Zowel in de (innovatieve) gekookte puffractie, als in de (innovatieve) commerciële garnalenfracties werden geen krabben of andere organismen meer gevonden (enkel een verwaarloosbaar aantal krabbenscharen). De innovatieve verwerkingslijn slaagt er in tegenstelling tot de traditionele spoelsorteermachine dus nagenoeg perfect in om alle bijvangst van krabben (en andere dieren) uit te sorteren voor het koken.

Ten slotte merken we op dat de innovatieve verwerkingslijn nog een grote hoeveelheid puf uit sorteerde na het koken. De optische sorteerder is er dus niet volledig in geslaagd om de pufgarnalen die nog niet verwijderd werden tijdens de mechanische voorsortering uit te schieten. Zoals besproken bij Figuur 10 is de gekookte hoeveelheid pufgarnaal vermoedelijk nog groter wanneer uitsluitend met een traditionele spoelsorteermachine (WR12) wordt gewerkt. We merken op dat met de traditionele spoelsorteermachine 20% minder (volume) ondermaatse garnalen werden uitgesorteerd, die vermoedelijk dus extra gekookt werden.



Figuur 11. Procentuele samenstelling van de bijvangststromen van de innovatieve en traditionele verwerking.

3.3 Overleving

In Tabel 3 zijn de resultaten van de overlevingstesten weergegeven voor beide verwerkingslijnen. De initiële overleving is deze aan het begin van het monitoringsproces, de (korte termijn) overleving is die na 72 uur. We kijken eerst naar de overleving in de stortbak, die voor beide verwerkingslijnen gelijk zou moeten zijn, aangezien de dieren nog niet gesorteerd werden en het vangstproces aan boord van beide vaartuigen zo gelijk mogelijk werd gehouden. We zien in de tabel dat de overlevingspercentages na 72u inderdaad dicht bij elkaar lagen voor beide verwerkingslijnen. De overleving van dieren genomen uit de stortbak lag voor garnalen tussen de 67 en de 73 procent, voor schaar tussen 15 en 21 procent, wijting had aan boord van beide vaartuigen een overleving van 14 procent. De resultaten voor schol moeten met de nodige voorzichtigheid bekeken worden aangezien er slechts een beperkt aantal dieren verzameld kon worden. Uit de stortbak aan boord van de WR12 werden maar vier schollen verzameld. Het verschil in overleving was hier groter: 89 % bij de innovatieve en 50 % bij de traditionele verwerkingslijn. Twee van de vier schollen aan boord van de WR12 waren al dood wanneer ze verzameld werden in de stortbak, de twee andere dieren overleefden de volledige monitoringperiode. Gezien de goede overeenkomst in overleving bij de andere soorten, kunnen we verwachten dat bij grotere aantallen, de overleving ook gelijkaardig zou zijn geweest voor schol.

De overlevingspercentages van alle soorten en in beide verwerkingslijnen, nam verder af wanneer ze verzameld werden op een verder punt in het sorteerproces. Dit is logisch, aangezien de dieren langer uit het water waren en aan meer fysieke impact werden blootgesteld. Dit zien we wanneer we de overleving van de dieren bij de voorsortering en de optische sorteerder aan boord van de WR289 vergelijken met de dieren uit de trashfractie van de traditionele verwerkingslijn. Hoewel de initiële overleving van de garnalen lager lag na verwerking met de innovatieve verwerkingslijn, was de uiteindelijke overleving lichtjes hoger: 49 procent voor de garnalen die weer overboord gingen na de voorsortering en 42 procent voor garnalen die weer overboord gingen via de optische sorteerder, ten opzichte van de 39 procent na verwerking via de traditionele verwerkingslijn. Voor de drie soorten vissen bemerken we een hogere

initiële overleving na sortering via de innovatieve verwerkingslijn, maar na 72u monitoring is de overleving voor schol en wijting 0 % en voor schar 1 %. Bij de traditionele verwerkingslijn was de overleving voor wijting 0 % en voor schar 3 %. De overleving van schol was hier hoger en kwam uit op 28 %.

Tabel 3: Overzicht van de overlevingspercentages tussen de innovatieve en de traditionele verwerkingslijn en de hoeveelheid individuen per soort die gemonsterd werden en dit voor alle bijvangststromen.

Type	Soort	Innovatief			Traditioneel		
		Aantal	Initiële overleving (%)	Overleving (%)	Aantal	Initiële overleving (%)	Overleving (%)
Stortbak	garnaal	141	88	67	100	82	73
	schar	52	54	15	14	79	21
	schol	18	100	89	4	50	50
	wijting	49	67	14	7	100	14
Voorsortering/ Trash	garnaal	170	78	49	153	86	39
	schar	86	37	1	70	3	3
	schol	8	87	0	69	59	28
	wijting	52	44	0	92	0	0
Optische sorteerder	garnaal	185	69	42			
	wijting	12	8	0			

3 Discussie

4.1 Sortering

De innovatieve verwerkingslijn slaagt er in om commerciële garnalen te scheiden van de rest van de vangst en correct op te delen in 3 commerciële fracties. De commerciële vangsten zijn zuiver en bevatten dus geen bijvangstsoorten. In de traditionele verwerkingslijn gaat wel nog een deel van de bijvangstsoorten, zoals krabben en kleine vissen naar de kookketel, zie ook tussentijds rapport (Annex B).

Beide verwerkingssystemen slagen er niet in om alle pufgarnalen al voor het koken uit te sorteren. Bij de traditionele spoelsorteermachine is de gekookte hoeveelheid pufgarnaal het hoogst. Een groot deel wordt nog uitgesorteerd aan boord, een tweede deel wordt uitgesorteerd op de afslag. Enkele mogelijke oorzaken voor het koken van pufgarnaal na sortering met de innovatieve verwerkingslijn worden aangehaald door de producent van de machine: De 'pixelmaat', die de grens stelt tussen commerciële en ondermaatse garnalen stond op 1700 wat overeen zou komen met garnalen van 6.8 mm. Aangezien de trilzeef aan boord commerciële garnalen weerhoudt vanaf 7,1 mm, rekening houdend met de krimp in het koelruim; zie tussentijds rapport (Annex B), had de pixelmaat opgetrokken moeten worden naar 1850. Verder zou het systeem ook aangepast zijn om meer rekening te houden met de kleur van de vangsten die over de band passeren, deze aanpassing werd gemaakt om te vermijden dat commerciële garnalen met afwijkende kleuren, bijvoorbeeld omdat ze bedekt zijn met turf, niet bij de commerciële fracties terecht zouden komen. Deze aanpassing was mogelijk niet succesvol. Verdere optimalisatie van de optische sorteerder zou moeten voorkomen dat ondermaatse garnaal gekookt wordt, maar ook dat maatse garnaal nog voor het koken wordt uitgeschoten met de rest van de bijvangst.

Vergelijken we de resultaten van de laatste reis (besproken in dit rapport), met die van de reis in juni 2023 (Annex A), zien we over het algemeen zeer gelijkaardige resultaten. In juni kwam via de innovatieve verwerkingslijn echter meer bijvangst in de kookketel terecht. De oorzaak daarvan was dat in juni een innovatieve verenkelaar en zeef zonder trommel gebruikt werden als voorsortering. Dit systeem bleek niet zo efficiënt als de voorsortering met trommel, waardoor in juni meer bijvangst moest uitgeschoten worden door de innovatieve sorteerder. Dit toont dat een efficiënte voorsortering zoals in de reis in september, een essentieel onderdeel vormt van de innovatieve verwerkingslijn.

4.2 Overleving

De hier besproken overleving na 72 uur wordt gezien als een monitoring van “korte termijn” overleving. Dieren kunnen na deze 72 uur nog steeds sterven door de invloed van het vangst- en sorteerproces, voor garnalen werd dit uitgebreid beschreven in Temming et al., 2022. De korte termijn overleving zoals hier onderzocht, kan wel worden gebruikt om een inschatting te maken van het relatieve verschil in overleving tussen beide verwerkingssystemen.

De overleving van de bemonsterde dieren was deze zeereis gelijkaardig voor beide systemen. Overleving na 72u voor grijze garnaal lag echter hoger na sortering met de innovatieve verwerkingslijn. De overleving kwam op 49 % voor garnalen die werden uitgesorteerd tijdens voorsortering en op 42 % voor garnalen die pas in een volgende stap werden uitgesorteerd via de optische sorteerder. De overleving was 39% voor de garnalen die werden uitgesorteerd met het traditionele sorteersysteem. Voor vis was de overleving met beide systemen zeer laag. We merken op dat met de innovatieve verwerkingslijn minder bijvangst (zowel garnaal als andere bijvangst) naar de kookketel gaat, wat bijdraagt aan een hogere overleving voor de innovatieve verwerkingslijn.

Tijdens de zeereis in juni (Annex A, Tabel A 2) was de gemiddelde overleving aan boord van beide vaartuigen beter voor alle soorten. Ook toen was de overleving van garnaal best bij de innovatieve verwerkingslijn. Voor de wijting en schol was de overleving aan boord van de WR289 na de voorsortering beter dan voor de traditionele verwerking aan boord van de WR12, voor wijting en schol die pas werden uitgeschoten door de optische sorteerder lag de overleving dan weer lager dan bij de traditionele verwerking.

5 Conclusie

De innovatieve verwerkingslijn kan succesvol commerciële garnalen scheiden van de rest van de vangst, en deelt deze met een trilzeef correct op in 3 commerciële klassen. Er is na het koken geen manueel werk waarbij bijvangstsoorten uit de commerciële vangst gehaald moeten worden.

De totale hoeveelheid garnaal die aangeland wordt met de innovatieve verwerkingslijn is gelijk aan de hoeveelheid garnaal die aangeland wordt met de traditionele spoelsorteermachine.

De innovatieve verwerkingslijn kookt minder ondermaatse garnaal en andere bijvangst dan de traditionele spoelsorteermachine. De ondermaatse garnaal wordt hier grotendeels overboord gezet tijdens de voorsortering. De innovatieve verwerkingslijn zet echter ook meer maatse garnaal overboord. Eerdere versies van de optische sorteerder waren meer succesvol in het scheiden van maatse en ondermaatse garnaal, vermoedelijk zorgde een update van de software in de optische sorteerder voor een slechtere scheiding.

Om goed te functioneren is er nood aan een efficiënte voorsortering om een groot deel van de bijvangst overboord te zetten, vooraleer de commerciële garnaal gescheiden kan worden van de rest van de bijvangst met de optische sorteerder. Dit heeft als nadeel dat bijvangst aan extra mechanische impact

wordt blootgesteld, wat de overleving verlaagt. Bijvangst die overboord gaat na voorsortering komt bovendien niet voorbij de optische sorteerder en zal dus niet geregistreerd worden door de camera's, dit is enkel een nadeel wanneer de innovatieve verwerkingslijn zou worden ingezet voor monitoringsdoelstellingen. De voorsortering in de finale versie van de innovatieve verwerkingslijn, zoals beschreven in dit rapport, werkte op de waarnemersreis voldoende efficiënt om ervoor te zorgen dat de optische sorteerder niet overbelast werd.

Korte termijn overleving (na 72u) van bijvangst vis was voor beide systemen zeer laag. Overleving van ondermaatse garnaal was iets hoger na sortering met de innovatieve verwerkingslijn dan met de traditionele verwerkingslijn. De innovatieve verwerkingslijn zette bovendien meer ondermaatse garnalen weer ongekookt overboord. We kunnen dus besluiten dat overleving van garnaal vermoedelijk hoger zal liggen na sortering met de innovatieve verwerkingslijn. 1 reis is echter onvoldoende om het gemiddelde effect op overleving doorheen het jaar te kwantificeren. Overleving van bijvangst met de innovatieve verwerkingslijn zou verder kunnen verhogen door voorsortering te beperken of volledig overbodig te maken, dit is enkel mogelijk door de capaciteit van de optische sorteerder grondig te verhogen of door te zorgen voor een zuiverdere ruwe vangst. Dit laatste kan bekomen worden door aanpassingen aan het vistuig. Verder onderzoek naar het gebruik van de garnaalpulsor zou hiertoe kunnen bijdragen. Ook het opzuigsysteem zoals getest en beschreven in Verschueren et al., 2016 is een beloftevolle innovatie die overleving kan verbeteren en verdere opvolging verdient.

Een verdere optimalisatie van de software van de optische sorteerder moet ervoor zorgen dat minder maatse garnaal overboord gaat en minder ondermaatse garnaal gekookt wordt.

6 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.
- Boddeke, R. (1989). Management of the brown shrimp (*Crangon crangon*) stock in the Dutch Coastal waters. In Caddy, J.F. (Ed.), *Marine Invertebrate Fisheries: Their Assessment and Management*, pp. 35–62. New York: Wiley.
- 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.
- Doeksen, A. (2006) Ecological perspectives of the North Sea C. *Crangon* Fishery. Thesis, Wageningen Universiteit, Nederland.
- ICES. (2013). Report of the Working Group on Crangon Fisheries and Life History (WGCRAN). ICES C.M. 2013.
- Lancaster, J. (1999). Ecological studies on the Brown shrimp, *Crangon crangon*, fishery in the Solway Firth. Thesis, Department of Marine Sciences and Coastal Zone Management University New Castle Upon Tyne, UK.
- Meixner, R. (1996). Zur Bedeutung des Größenunterschieds weiblicher und männlicher Nordseegarnelen für die kommerzielle Garnelenfischerei. *Inf Fischwirtsch*, 43(1), 6-8.
- Polet, H. (2003). Evaluation of by-catch in the Belgian Brown shrimp (*Crangon crangon* L.) fishery and of technical means to reduce discarding. Phd Thesis, Faculteit landbouwkundige en toegepaste biologische wetenschappen, University of Ghent, Belgium.
- 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.
- Röckmann, C., Quirijns, F., van Overzee, H. & Uhlmann, S. (2011). Discards in fisheries. IMARES rapport C068/11.
- Temming, A., Bönisch, A., Hagen, W., Brenneken, C., & Dänhardt, A. (2022). Unexpected high discard mortalities of juvenile brown shrimp (*Crangon crangon*) in the North Sea shrimp fishery. *Fisheries Research*, 252, 106354. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2022.106354>
- 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.
- Tulp, I., Chen, C., Haslob, H., Schulte, K., Siegel, V., Steenbergen, J., Temming, A., and Hufnagl, M. (2016). Annual brown shrimp (*Crangon crangon*) biomass production in Northwestern Europe contrasted to annual landings. *ICES J. Mar. Sci.* 73, 2539–2551.
- Van Beek, F.A., Van Leeuwen, P.I. & Rijnsdorp, A.D. (1990). On the survival of plaice and sole discards in the otter-trawl and beam-trawl fisheries in the North Sea. *Netherlands Journal of Sea Research*, 26, 151-160.

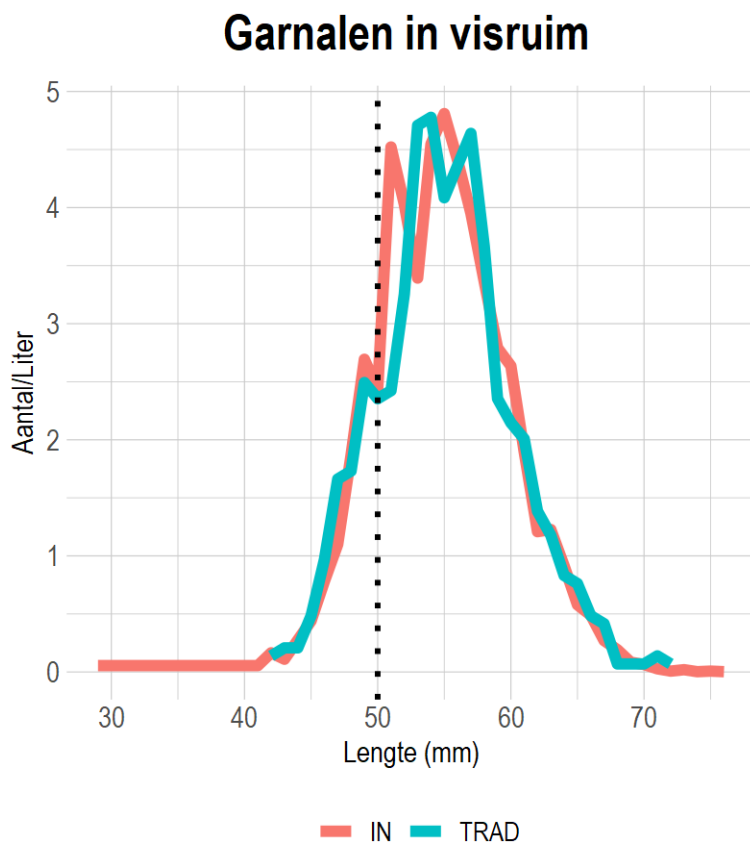
Van Marlen, B., Redant, F., Polet, H., Radcliffe, C., Revill, S., Kristensen, P.S. & Hansen, K.E. (1997). Research into Crangon fisheries unerring effect (RESCUE)-EU study 94/044, rapport nr: C054/97.

Verschueren, B., Lenoir H. & Theunynck R. (2016). Ontwikkelen en stimuleren van duurzame methoden en technieken.

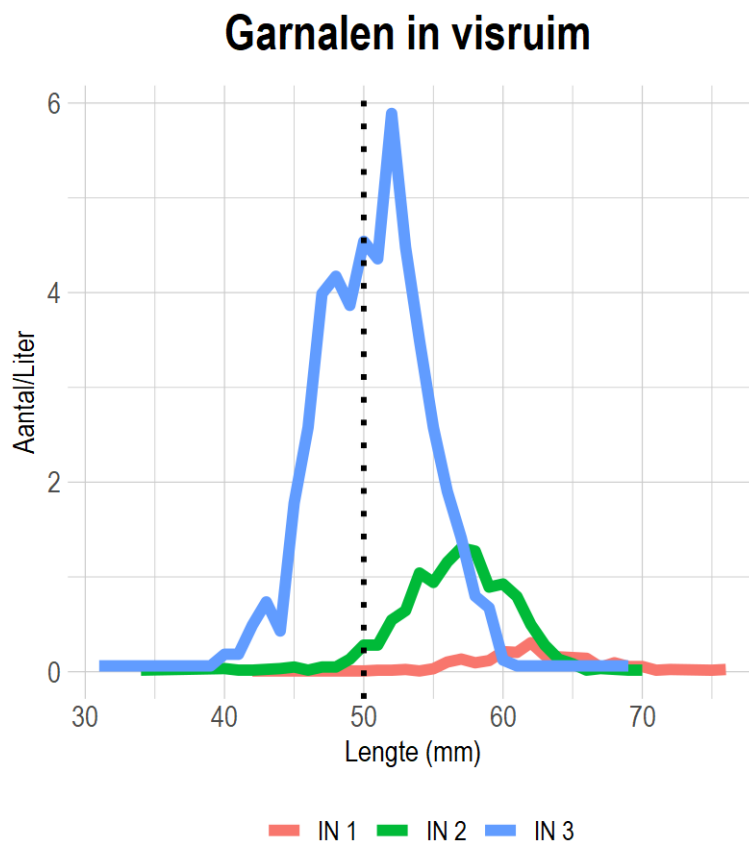
7 Annexen

Annex A: Resultaten zeereis juni 2023 – WR12 en WR289

Figuren en tabellen hieronder tonen de resultaten van de zeereis in juni 2023, de resultaten van deze reis werden niet besproken in het tussentijdse rapport dat werd opgemaakt voor het project “De Juiste Sortering”.

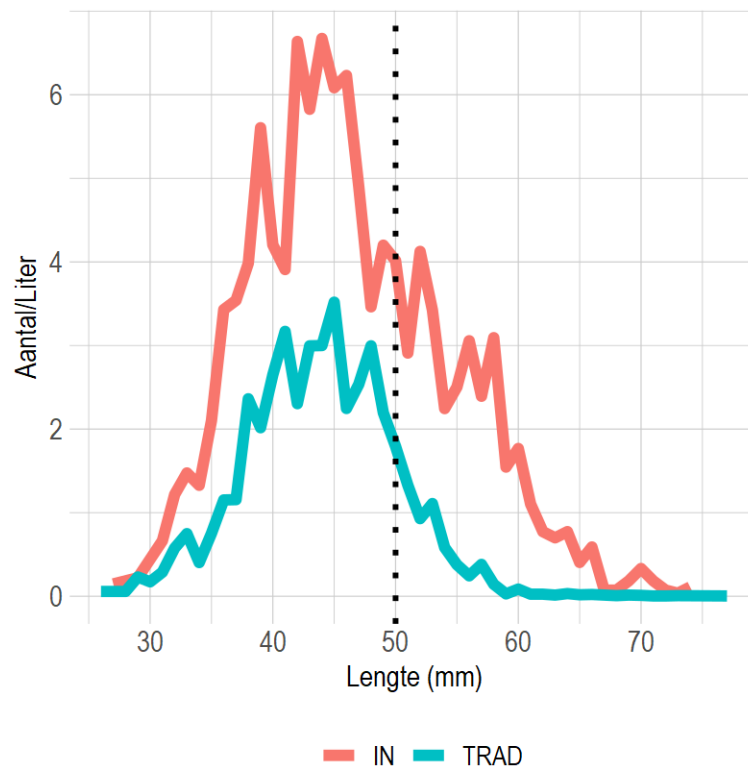


Figuur A 1. Aantal commerciële garnalen per lengteklasse (mm) en per liter ruwe vangst die aangeland werden door de WR289 met de innovatieve verwerkingslijn (IN) en door de WR12 met de traditionele spoelsorteermachine (TRAD).

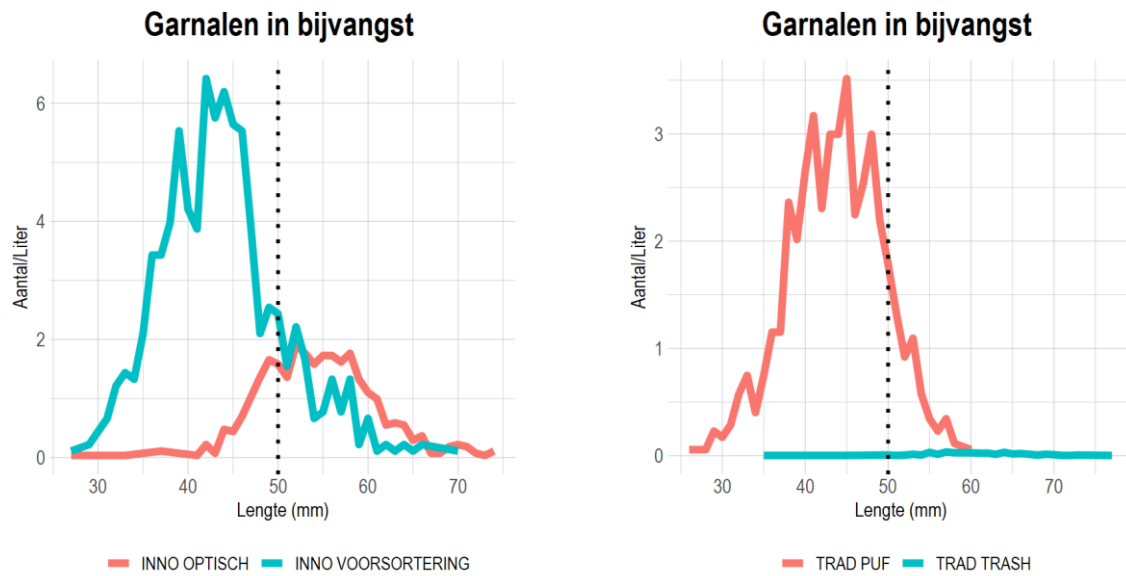


Figuur A 2. Aantal commerciële garnalen per lengteklasse (mm) en per liter ruwe vangst die aangeland werden door de WR289 met de innovatieve verwerkingslijn. De garnalen werden aan boord gezeefd in de drie commerciële klassen. IN 1 zijn de grootste garnalen (carapax >8.5 mm), IN 2 de middenmaat (carapax 7,5 tot 8,5 mm) en IN 3 is de kleinste (carapax 6,8 tot 7,5 mm).

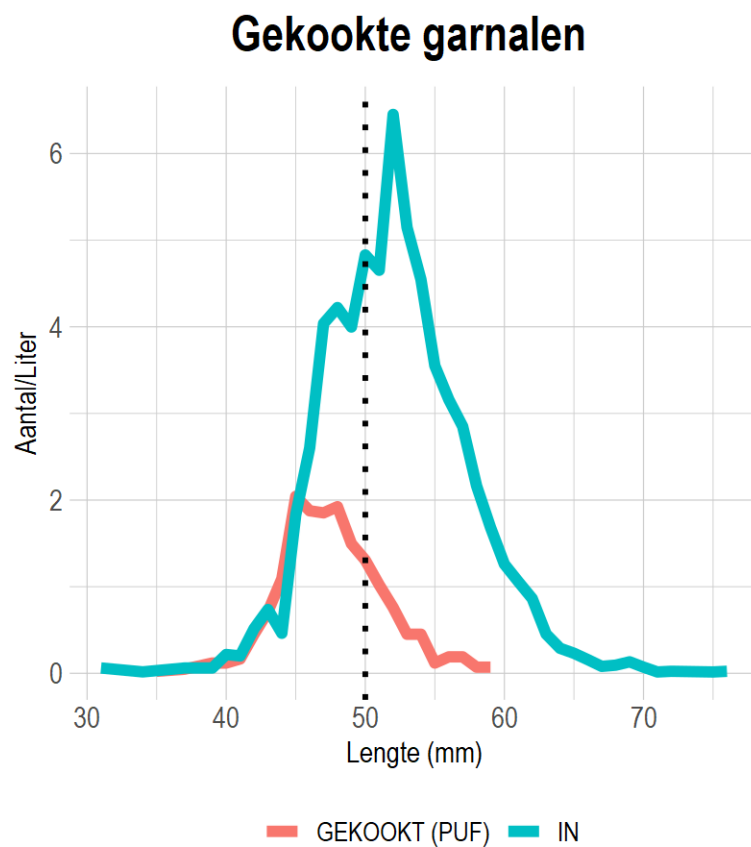
Garnalen in bijvangst



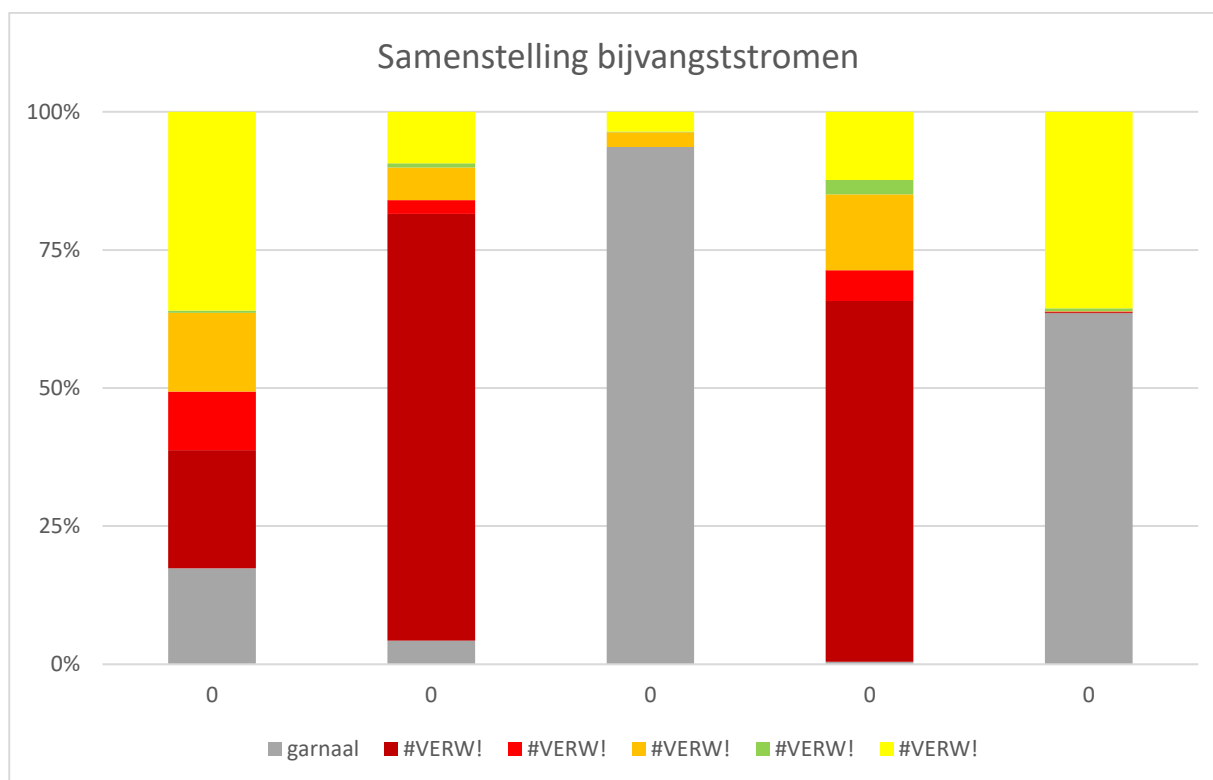
Figuur A 3. Aantal garnalen in de bijvangst per lengteklasse (mm) en per liter ruwe vangst die ongekookt overboord gingen aan boord van de WR289 met de innovatieve verwerkingslijn (IN) en aan boord van de WR12 met de traditionele spoelsorteermachine (TRAD).



Figuur A 4. Aantal garnalen in de bijvangst per lengteklasse (mm) en per liter ruwe vangst die ongekookt overboord gingen aan boord van de WR289 (links) met de innovatieve verwerkingslijn (IN) en aan boord van de WR12 (rechts) met de traditionele spoelsorteermachine (TRAD), opgesplitst per bijvangststroom.



Figuur A 5. Aantal gekookte garnalen per lengteklasse (mm) en per liter ruwe vangst die gesorteerd werden met de trilzeef aan boord van de WR289. IN zijn de gekookte commerciële garnalen die na sortering met de trilzeef in het visruim werden opgeslagen. GEKOOKT (PUF) zijn de ondermaatse garnalen die na het koken met de trilzeef gescheiden werden van de commerciële garnalen.



Figuur A 6. Procentuele samenstelling van de bijvangststromen van de innovatieve en traditionele verwerking van de zeereis van juni 2023.

Tabel A 1. Overzicht van de procentuele bijdrage van de systemen aan het uitsorteren van de bijvangststromen.

Overzicht bijvangststromen			
Innovatieve verwerkingslijn (%)		Traditionele verwerkingslijn (%)	
Voorsortering	40	trash	91
Optische sorteerder	55	discards	9
Gekookt (puf)	5		

Tabel A 2. Toont de overleving van de onderzochte soorten zeereis van juni 2023. De initiële overleving is deze aan het begin van het monitoringsproces, de overleving is die na 72 uur.

Type	Soort	Innovatief			Traditioneel		
		Aantal	Initiële overleving (%)	Overleving (%)	Aantal	Initiële overleving (%)	Overleving (%)
Stortbak	botervis	8	100	100	2	100	100
	garnaal	108	95	83	100	98	83
	schol	49	84	61	23	100	100
	wijting	75	65	52	58	71	34
Voorsortering/ Trash	botervis				1	100	100
	garnaal	110	85	65	100	79	50
	schol	58	83	47	67	88	40
	wijting	77	87	29	87	83	10
Optische sorteerder	botervis	3	100	100			
	garnaal	142	88	74			
	schol	22	64	18			
	wijting	66	26	3			

Annex B: Tussentijds rapport “De Juiste Sortering”

Deze Annex bevat het tussentijds rapport dat in mei 2022 werd opgemaakt binnen het project “De Juiste Sortering”. Het rapport omvat evaluaties van de tussentijdse versies van de innovatieve verwerkingslijn.



Instituut voor Landbouw-,
Visserij- en Voedingsonderzoek

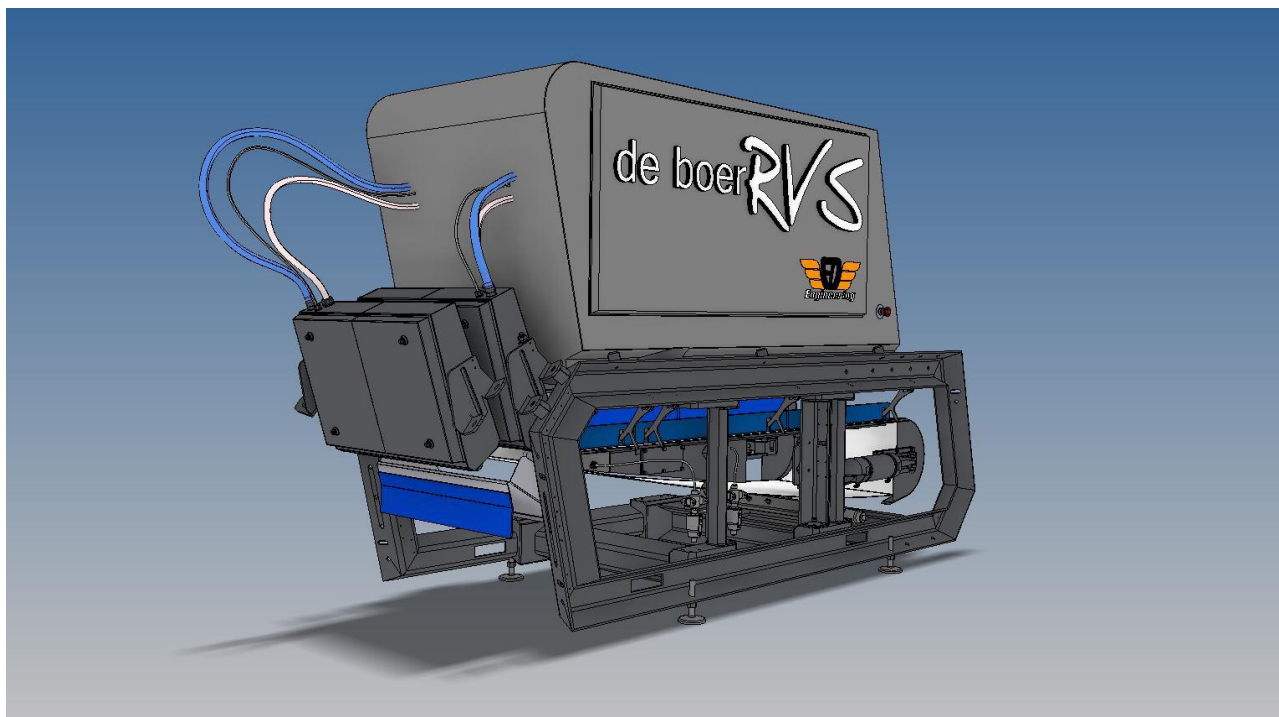
Dier
Ankerstraat 1
8400 Oostende
T 059 56 98 75
www.ilvo.vlaanderen.be



Europese Unie –
Europees Fonds voor
Maritieme Zaken en
Visserij

TUSSENTIJD'S RAPPORT – “DE JUISTE SORTERING”

Auteurs: Mattias Van Opstal, Jasper Van Vlasselaer



Inhoudsopgave

1.	Introductie.....	4
1.1	Beschrijving van het traditionele sorteerproces.....	4
1.2	Beperkingen van het huidige sorteerproces.....	5
1.3	De innovatieve sorteerder.....	7
2.	Materiaal en Methode.....	9
2.1	Pixeloptimalisatie.....	9
2.2	Evaluatie sortering commerciële garnaal.....	10
2.2.1	Op zee.....	11
2.2.2	Einde zeereis - Traditionele verwerking.....	11
2.2.3	Einde zeereis - Innovatieve verwerking.....	11
2.2.4	Einde zeereis – Vergelijking met afslagzeef.....	12
2.3	In kaart brengen bijvangststromen.....	12
2.4	Krimp van garnalen aan boord.....	13
3.	Resultaten.....	14
3.1	Optimalisatie sorteerlijn.....	14
3.1.1	Pixelmaten voor ondermaatse garnaal (1/10/2020).....	14
3.1.2	Analyse van de verschillende commerciële sorteringen (11-12/2020).....	16
3.1.3	Vergelijking van de innovatieve sortering op de afslag met de traditionele op de afslag.....	16
3.1.4	Vergelijking van de innovatieve sortering aan boord met de innovatieve op de afslag (11-12/2020).....	19
3.1.5	Vergelijking van de innovatieve sortering aan boord met de traditionele op de afslag (11-12/2020).....	21
3.2	Resultaten zeereis aan boord van de WR289 (27/02/22).....	23
3.2.1	Commerciële garnalen.....	23
3.2.2	Bijvangststromen.....	25
3.3	Krimp van garnalen aan boord (3/2021).....	30
4	Discussie.....	32
4.2	Optimalisatie sorteerlijn.....	32
4.2.1	Pixelmaten voor ondermaatse garnaal (tot 12/2020).....	32
4.2.2	Vergelijkingen van de verschillende sorteringen (tot 12/2020).....	32
4.3	Evaluatie sorteersysteem aan boord van WR289 (27/2/2022).....	33
4.4	Krimp van garnalen (3/2021).....	33
4.5	Populatie effecten door selectieve visserij.....	33
5	Conclusie.....	35

6	Referenties.....	36
7	Annexen	37
	Annex 1: Resultaten van de bijvangststromen aan boord van de WR09	37
	Annex 2: verslag zeereizen.....	39

1. Introductie

In het onderzoeksproject 'De Juiste Sortering' wordt onderzoek uitgevoerd naar een vernieuwende verwerkingslijn aan boord van garnalenvisserijschepen.

In de verwerkingslijn die momenteel wordt onderzocht aan boord van de WR9 en de WR289 sorteert de detectiebaan op basis van camerabeelden en automatische beeldherkenning de vangst in marktwaardige garnalen, ondermaatse garnalen en overige bijvangst. Ondermaatse garnalen en bijvangst gaan zo snel mogelijk terug in zee. Marktwaardige garnalen worden via een trilzeef aan boord verder onderverdeeld in drie marktklassen die apart aan boord worden opgeslagen.

In dit project wordt onderzocht of de innovatieve verwerkingslijn kan zorgen voor een meer nauwkeurige sortering van de vangst, een hogere overleving van de bijvangst, verbeterde arbeidsomstandigheden voor vissers en de mogelijkheid tot meer en goedkopere dataverzameling voor visserijonderzoek.

Om dit te testen worden de vangsten vergeleken en de bijvangsten nauwgezet onderzocht. De commerciële garnalen gaan ook over de afslag zeef om de sortering te vergelijken met de sortering van de innovatieve verwerkingslijn. De opgedane kennis wordt dan verder gebruikt om de innovatieve sorteerder te optimaliseren en zodoende ook de garnalenvisserij een duurzamere toekomst te bieden.

1.1 Beschrijving van het traditionele sorteerproces

Algemeen geldt eenzelfde procedure wat het sorteer- en verwerkingsproces betreft aan boord van garnalenkotters. Nadat de vangst wordt binnengehaald en gelost in een stortbak, worden de marktwaardige garnalen gescheiden van de rest van de vangst d.m.v. een zeefinstallatie. Na het koken worden de garnalen snel afgekoeld en nagezeefd om de overblijvende ondermaatse garnalen en de resterende bijvangst(resten) te verwijderen. Uiteindelijk gaat de vangst naar het gekoeld visruim waar ze wordt bewaard in zakken of kisten. Vóór 1971 werd de vangst gesorteerd door middel van twee mechanische schudzeven die op elkaar werden geplaatst. De vangst werd zo in drie fracties verdeeld waarbij slechts een zeer klein percentage van de eerste bijvangstfractie (vis, ongewervelden en afval) het zeefproces overleefde. Naast de zeefmethode zorgde ook de lange sorteertijd voor een grote mortaliteit van de teruggooi (Boddeke, 1989).

Vanaf 1971 werd voor het eerst de spoelsorteermachine geïntroduceerd in de commerciële garnalenvisserij (zie Figuur 1). Het achterliggende principe van deze machine is tweërlei: In zeewater gaan zeedieren niet dood en garnalen klappen in een draaiende cilinder dubbel en vormen dan rechthoekige pakketjes, die gemakkelijk op breedte kunnen gezeefd worden. Gecombineerd met de introductie van een aanvoerende transportband in 1975 en door een continue waterbevloeiing van deze systemen steeg de overlevingskans van de bijvangst sterk.



Figuur 1 - Voorbeeld van een spoelsorteermachine met opvangbak en opvoerband.

Tegenwoordig beschikken vrijwel alle garnalenvissers over een transportband en een roterende spoelsorteermachine. De hydraulisch of elektrisch aangedreven machine bestaat uit de volgende onderdelen:

Zeef 1 = Binnentrommel. De totale vangst wordt vanuit de stortbak opgevoerd naar de draaiende binnentrommel. Deze RVS cilinder is voorzien van (rechthoekige) zeefopeningen (spijlen en zeefgleuven) waarmee de garnalen grotendeels van de bijvangst worden gescheiden. De grovere bijvangst zoals plat- en rondvis, wieren, krabben, schelpen, zeesterren en dergelijke blijven op de zeef achter en worden met het spoelwater overboord gevoerd.

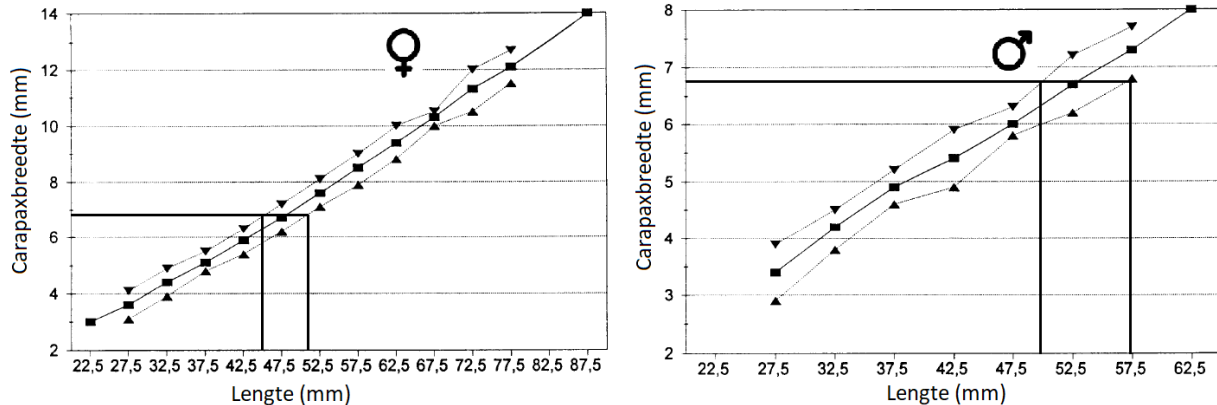
Zeef 2 = Buitentrommel. De ondermaatse garnalen worden in de buitentrommel op dikte gescheiden van de consumptiegarnalen en daar verdwijnen ook de kleinste platvisjes uit de vangst. Verschillende zeefopeningen kunnen worden gebruikt. Dit maakt het mogelijk om op grootte te sorteren, volgens de wensen van de markt. Nauwkeurige maatvoering beoogt een scherpe scheiding van consumptiegarnalen en ondermaatse garnalen inclusief kleine platvisjes.

Zeef 3 = Naleesspiraal/krabbenzeef. Deze is op het einde van de machine voorzien van sleuven of bakjes waarin een dubbelgeklapte garnaal precies past. Hier worden de laatste bijvangstelementen uit de consumptiegarnalen weerhouden.

Aan de drie voorgaande sorteerfasen ontsnappen kleine schelpdieren zoals mossel- en kokkelzaad. Deze schelpdiertjes worden d.m.v. een opvang/bezinkbak met schuif (= schelpdierenopvang) uit de consumptiegarnalen verwijderd en naar zee afgevoerd.

1.2 Beperkingen van het huidige sorteerproces

Momenteel wordt de scheiding tussen ondermaatse (= teruggooigarnalen of pufgarnalen) en maatse garnalen (= marktwaardige, commerciële of consumptiegarnalen) steeds bepaald op basis van de carapaxbreedte. De zeefwijdte en de carapaxbreedte van minimum 6,8 mm komen hierbij overeen met een lichaamslengte van minimaal 45 mm (Figuur 2 op basis van Meixner, 1996). Het valt hierbij op dat het verband tussen de lichaamslengte en de carapaxbreedte van vrouwelijke en mannelijke garnalen aanzienlijk verschilt. Vrouwelijke garnalen blijken beduidend dikker bij eenzelfde lichaamslengte. Dit gegeven zorgt voor een verschil in lengteselectiviteit van de spoelsorteermachine voor de beide sexen.



Figuur 2 – Toont voor vrouwtjes (links) en mannetjes (rechts) de lengtes (x-as) die overeenstemmen met een bepaalde carapaxbreedte (y-as). Voor carapaxbreedtes rond de 6.8 mm is er een spreiding in de lengtes van 45 tot 50 mm bij de vrouwtjes, de mannetjes bereiken pas een breedte van 6.8 mm vanaf 50 mm lengte. Figuur is aangepast van Meixner, 1996.

Bij het conventionele sorteerproces hoort een foutenmarge. Dit wordt duidelijk na meting van een groot aantal gezeefde garnalen, enerzijds uit een sample van de pufgarnalen en anderzijds uit een sample van de marktwaardige garnalen (vóór het koken). Een aanzienlijk aandeel van de maatse garnalen, meestal met carapaxbreedtes (en lichaamslengtes) grenzend aan de ingestelde zeefwijdte komt tijdens het zeefproces bij de ondermaatse teruggooigarnalen terecht. Omgekeerd komt een nog groter aandeel van de ondermaatse teruggooigarnalen, meestal grenzend aan de ingestelde zeefwijdte, tijdens het zeven terecht bij de commerciële garnalen en wordt vervolgens meegekookt. Dit ziftsel gaat zowel economisch verloren aan de visserman als ecologisch verloren aan de garnaalstock en het ecosysteem. Op zeeflocaties in Nederland en elders worden ziftselpercentages geregistreerd. Het spreekt voor zich dat deze foutenmarge zo klein mogelijk dient gehouden te worden, waarbij de ideale sorteermachine een scherpe grens weet te stellen tussen maatse en ondermaatse garnalen.

De zeefbreedte in de spoelsorteermachines bepaalt dus primair welke levende garnalen tot de gekookte vangst zullen behoren en wat als bijvangst overboord gaat. Daarnaast bepaalt deze zeefbreedte de maat van kleine visjes en dgl. die bij de garnalen meegekookt zullen worden. Een zo groot mogelijke zeefbreedte in het sorteersysteem (vóór het koken) is daarom ecologisch gewenst, maar wordt echter niet gehandhaafd.

In veel gevallen raken spoelsorteermachines in steeds toenemende mate vervuild met (bij)vangst en wier. De zeefwerking wordt hierdoor verminderd. Dit kan enkel voorkomen worden door visuele controle en regelmatige reiniging van de trommel.

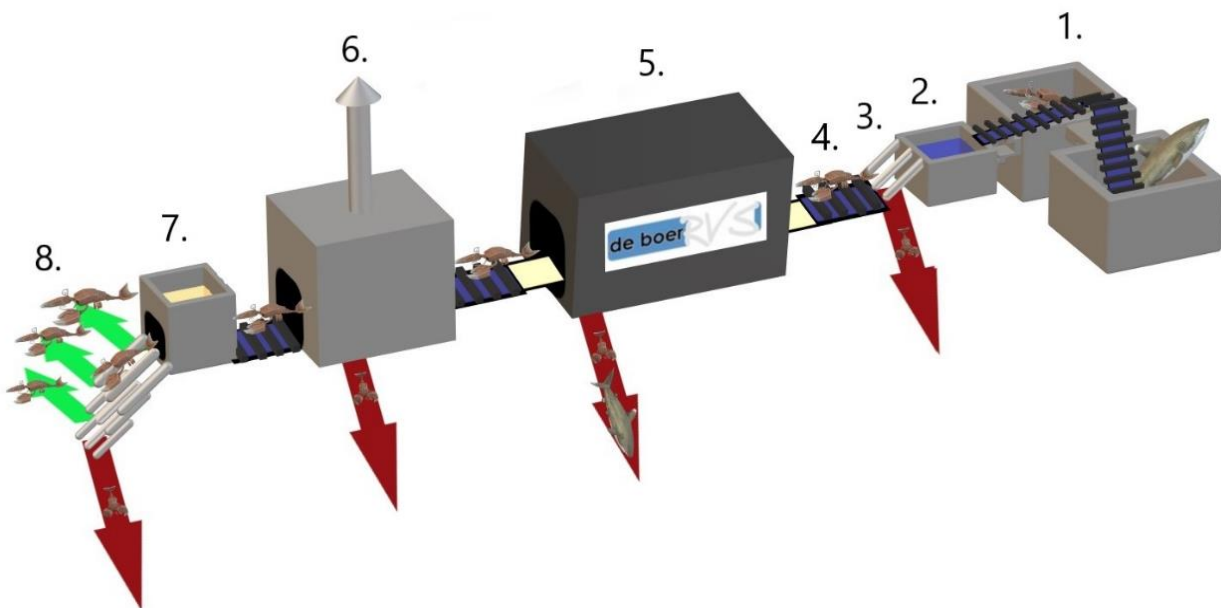
De bijvangst in de garnalenvisserij heeft een nadelige impact op de rekrutering van rond- en platvissoorten die, in het belang van deze stocks, best tot het absolute minimum gereduceerd wordt. Het is bekend dat technische aanpassingen zoals de zeeflap dit probleem gedeeltelijk kunnen oplossen (Polet, 2003). 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 vissoorten. Aan de hand van deze en andere studies werd het duidelijk dat de hoeveelheid en de samenstelling van de bijvangst zeer variabel is doorheen tijd en ruimte (van Marlen et al., 1997; Revill et al., 1999). De mate waarin de teruggooi de rekrutering van een vissoort beïnvloedt is sterk afhankelijk van de overleving van de teruggooi (van Marlen et al., 1997). De sterfte van de bijvangst wordt sterk bepaald door de verschillende kenmerken van het vangstproces zoals de sleepduur, de vangstsamenstelling, de efficiëntie en de duur van het sorteerproces, de condities aan boord,

vogelpredatie, weersomstandigheden, enzovoort (Van Beek et al., 1990; Röckmann et al., 2011). 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 15% en 70% voor schol (Dahm et al., 2002; Revill et al., 1999; Berghahn et al., 1992) en tussen 30% en 50% voor tong (Dahm et al., 2002; Revill et al., 1999).

Een aantal, al dan niet instelbare karakteristieken van het huidige verwerkingssysteem beïnvloeden de overleving van de teruggooi sterk. De mate waarin de stortbak doorspoeld wordt, het nat houden van de vangst tijdens het transport, de waterdruk van het spoelwater, de aan- of afwezigheid van borstels, het toerental van de draaiende trommel, het totale waterdebiet door de machine, de aan- of afwezigheid van een 'krabbenzeef' of 'naleesspiraal' en de aan- of afwezigheid van radiale pennen in de spoelsorteertrommel, het zijn allemaal zaken die een belangrijke rol spelen in de overleving van de teruggooi. Juist omgaan hiermee, vereist voldoende verantwoordelijkheidszin en bewustzijn van de bemanning.

1.3 De innovatieve sorteerder

Binnen "de Juiste Sortering" wordt als alternatief voor de traditionele spoelsorteermachine een innovatieve sorteerlijn onderzocht die garnalen in de drie marktwaardige garnaaalklassen onderverdeelt. Figuur 3 toont de weg die de garnalen afleggen.

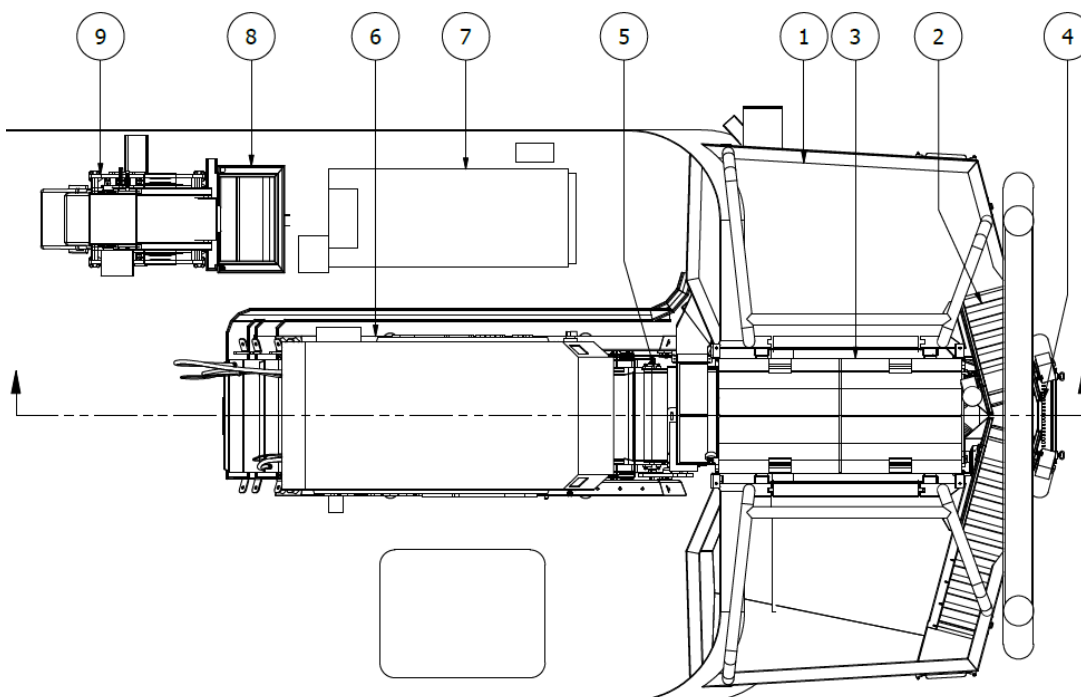


Figuur 3 - Animatie van het innovatieve sorteerproces. De rode pijlen duiden plekken aan waar bijvangst of ondermaatse garnalen overboord gaan, de groene zijn de drie marktwaardige klassen die naar het ruim gaan. Van rechts naar links: 1 = Stortbakken, 2 = Welbak, 3 = Voorsortering, 4 = Verenkeliingsband, 5= Innovatieve sorteerder met camera, 6 = Kookketel, 7= Koeling/Conserveringsunit, 8 = Trilzeef.

De vangsten worden aan boord gelost in stortbakken. Met transportbandjes wordt de vangst naar een welbak gebracht. Deze zorgt ervoor dat vangst in kleinere hoeveelheden over een zeef gaat om een eerste deel van ondermaatse garnaal en bijvangst te scheiden van de rest van de vangst, deze bijvangst

direct naar zee afgevoerd. De rest van de vangst wordt naar een trillende transportband geleid voor verdere verenkeling. Vervolgens wordt de commerciële garnaal gescheiden van de rest van de vangst via de optische sorteerder. De maatse garnalen worden door de optische sorteerder gesorteerd op basis van hun oppervlakte met een camera, niet op basis van de carapaxbreedte zoals bij het conventioneel zeefproces. Het systeem geeft de mogelijkheid om de (bij)vangst fotografisch te registreren en op te slaan in een computersysteem. De apparatuur is in een behuizing ingebouwd en maximaal bestand tegen de weersinvloeden in het mariene milieu. De vangst gaat aan een instelbare snelheid onder de camera door en wordt continu gefotografeerd. De camerafrequentie is afgesteld op de bewegingssnelheid van de transportband. Van elk afzonderlijk organisme (biota) of item (abiota) wordt een beeld softwarematig geanalyseerd. Nadat softwarematig werd bepaald in welke van de fracties een bepaald item thuishoort, wordt het item mechanisch gescheiden van de rest van de vangst. Deze scheiding gebeurt met behulp van verschillende persluchtslangen ter hoogte van de sorteerbands. De slangen worden afzonderlijk aangestuurd met ventielen. Als het detectiesysteem bijvoorbeeld beslist dat het item onder de lens een maatse garnaal betreft, dan zal deze garnaal via perslucht uitgeschoten worden. Commerciële garnalen worden uitgeschoten en gaan verder naar de kookketel. Ongewenste, ondermaatse garnalen en bijvangst worden overboord geleid. Dit proces kan ook omgekeerd worden, waarbij de bijvangsten uitgeschoten worden en de maatse garnalen doorstromen naar de kookketel.

Na sortering via de optische sorteerder, gaan de commerciële garnalen naar een kookketel, vervolgens worden ze gekoeld en geconserveerd. In een laatste stap gaan de marktwaaardige garnalen over een trilzeef voor een zo accuraat mogelijke sortering in 3 klassen van 6.8 tot 8.5 mm, 8.5 tot 9.5 mm en groter dan 9.5 mm. De gezeefde garnalen vallen tenslotte per commerciële klasse in kisten in het visruim. Onderstaande technische tekening toont nog eens de verschillende onderdelen van de innovatieve sorteerlijn (aan boord van de WR9).



Figuur 4 - De innovatieve sorteerlijn aan boord van de WR9 waar we de traditionele vangstmethode vergeleken werd met de eerste versie van het innovatieve systeem binnen "De Juiste Sortering". De getallen op de technische tekening staan voor: 1 = Stortbakken, 2 = Hoofdopvoerband, 3 = Zeeftrommel, 4 = Welbak met kamzeefje, 5 = Transportband, 6 = Innovatieve sorteerder met camera, 7 = Kookketel met spoelzeefje, 8 = Koelbak/Conserveringsunit, 9 = Trilzeef.

2. Materiaal en Methode

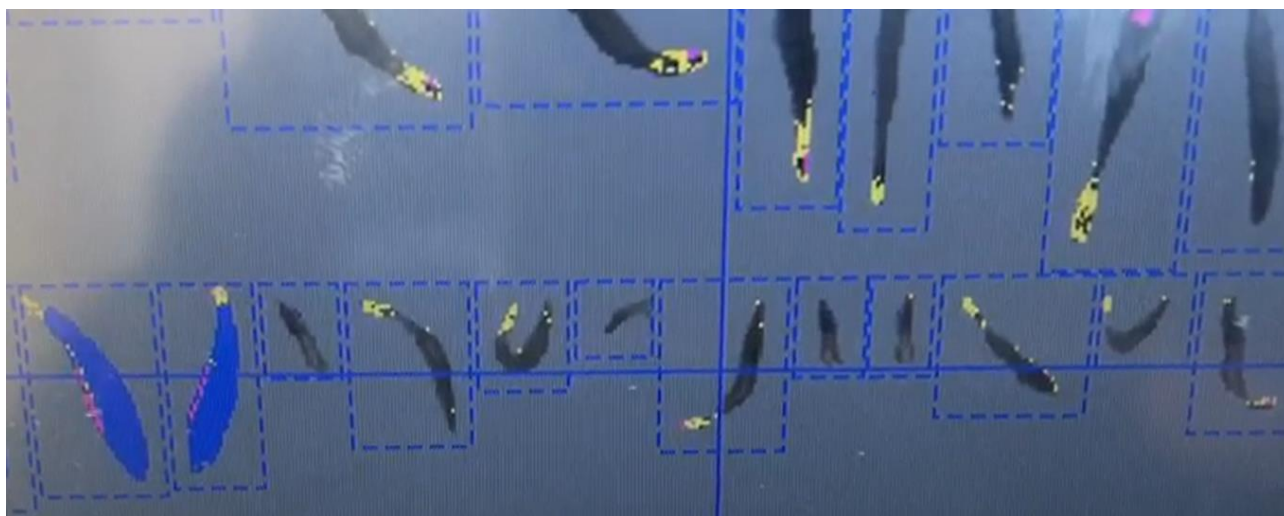
Tabel 1 toont een overzicht van de zeereizen die tot heden gemaakt werden in kader van het project.

Tabel 1 – Overzicht van staalnames en gemaakte zeereizen

Vertrek	Terug	Type	Doel	Vaartuig
29/01/2020	29/01/2020	waarnemer	- voorbereiding - beperkte staalname	WR9
3/09/2020	3/09/2020	waarnemer	- voorbereiding - beperkte staalname	WR9
1/10/2020	31/10/2020	zelfbemonstering	- pixeloptimalisatie	WR9
15/11/2020	18/11/2020	waarnemer	- bijvangststromen - sortering - vergelijking afslag	WR9
23/12/2020	23/12/2020	waarnemer	- vergelijking afslag	
14/03/2021	17/03/2021	waarnemer	- bijvangststromen - sortering - krimp	WR9
31/05/2021	3/06/2021	waarnemer	- overleving - sortering	WR80 + WR289
28/02/2022	03/03/2022	Waarnemer	- bijvangststromen - sortering	WR289

2.1 Pixeloptimalisatie

De optische sorteerder maakt gebruik van het oppervlak van een garnaal, gemeten in pixels, om na te gaan of deze maats of ondermaats is. Figuur 5 toont een screenshot van het scherm van de optische sorteerder aan boord van de WR9. De garnalen linksonder (blauw) zijn garnalen waarvan het oppervlak berekend is in pixels. Om de sortering zo accuraat mogelijk te maken, wordt binnen het project onderzoek gedaan naar de pixelmaat waarbij een zo optimaal mogelijke scheiding gemaakt wordt tussen commerciële en ondermaatse garnalen.



Figuur 5 - Scherm aan boord van de WR9 die de garnalen toont die onder de optische sorteerder passeren.

Om data te verzamelen omtrent de optimalisatie van de instellingen van de optische sorteermachine werden tijdens zelfbemonsteringsreizen (10/2020) met de WR9 gedurende vier verschillende visweken stalen genomen van:

- ongekookte garnalen die overboord gingen nadat ze werden uitgeschoten door de optische sorteermachine (samen met “ander” uitgeschoten materiaal)
- ongekookte garnalen die niet werden uitgeschoten door de sorteermachine, voor ze naar de kookketel gingen.

De pixelmaat waarop garnalen worden uitgeschoten werd constant gehouden gedurende de volledige samplingweek. Alle stalen werden opgemeten op het ILVO met onze SmartShrimp software. Het systeem aan boord van de WR9 had een pixelgrootte van 1 mm² op het moment van de samplingreizen.

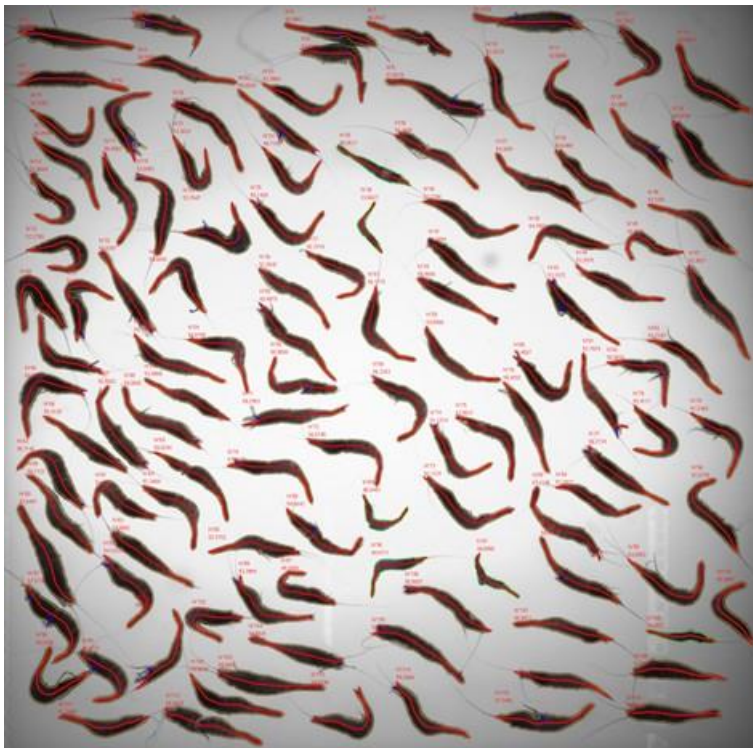
Deze samplingprocedure werd vier keer herhaald, elke week met een nieuwe pixelmaat namelijk 135, 165, 185 en 200.

2.2 Evaluatie sortering commerciële garnaal

Dit luik van het onderzoek heeft als doel:

- De hoeveelheid ziftsel in de vangst te bepalen (op de afslag) na verwerking met optische sorteerder en na verwerking met de traditionele spoelsorteermachine.
- Commerciële klassen, gesorteerd volgens beide sorteersystemen te vergelijken (totaal gewicht, aantal garnalen per kg en lengtefrequenties).

Alle garnaalstalen werden opgemeten op het ILVO met behulp van de door ILVO ontwikkelde SmartShrimp software (Figuur 6). Deze software (metingen op ILVO) meet garnalen op basis van lengte, garnalen met een lengte van ≥ 50 mm werden beschouwd als commerciële grootte en kleiner werden beschouwd als kleine, niet-commerciële maten (Tulp et al., 2016). Bij de interpretatie van de vergelijking op basis van lengtefrequentie-distributies kan gesteld worden dat de sortering met de kleinste standaarddeviatie op basis van lengte, overeenstemt met de meest accurate sortering op basis van carapax.



Figuur 6 – Digitale meting van garnalen op het ILVO m.b.v. de SmartShrimp software.

Onderdelen 2.2.1, 2.2.2 en 2.2.3 van onderstaand protocol werden toegepast tijdens zelfbemonsteringsreizen en waarnemersreizen (met ILVO opstappers). Onderdeel 2.2.4, waarbij de vergelijking werd gemaakt met de sortering op de afslagen, werd toegepast tijdens een beperkt deel van de reizen (zie Tabel 1).

2.2.1 Op zee

Vangsten werden gescheiden gelost (SB en BB) opdat beide kanten apart verwerkt konden worden, één kant op de traditionele manier met de spoelsorteermachine, één kant op de innovatieve manier met de optische sorteerder. Om effecten uit te sluiten met betrekking tot de vangstverschillen door ongelijke optuiging aan SB en BB, of met betrekking tot de volgorde waarin vangsten verwerkt werd (eerst innovatief/eerst traditioneel) werden vier combinaties van verwerking afgewisseld:

- Start SB traditioneel;
- Start BB traditioneel;
- Start SB innovatief;
- Start BB innovatief.

2.2.2 Einde zeereis - Traditionele verwerking

Aan het einde van de zeereis werd het totale vangstvolume en gewicht genoteerd en een staal genomen voor verdere analyse. Het staal werd gespreid genomen over de verschillende viskisten.

2.2.3 Einde zeereis - Innovatieve verwerking

Aan het einde van de zeereis werd een representatief staal genomen van de drie gesorteerde klassen aan boord. De gevangen vangstvolumes en gewichten per klasse werden genoteerd. Het staal werd gespreid genomen over de verschillende viskisten.

2.2.4 Einde zeereis – Vergelijking met afslagzeef

De traditionele vangst werd gesorteerd op de afslagzeef, na sortering werd een staal genomen van elk van de 3 gesorteerde handelsmaten (of klassen), zijnde klasse 1, 2 en 3, en tevens ook van de ondermaatse garnalen die het ziftsel of zogenaamde “puf” uitmaken. Het totale volume van elke klasse werd genoteerd. In totaal werden er dus vier stalen genomen, één voor elke klasse en één van de puf.

De aan boord gesorteerde klassen afkomstig van de innovatieve sorteerlijn werden opnieuw samengevoegd en vervolgens naar de afslag getransporteerd. Na sortering op de afslagzeef werden wederom stalen genomen van de drie gesorteerde klassen en van het ziftsel. Gewichten van de verschillende klassen werden genoteerd.

2.3 In kaart brengen bijvangststromen

Tijdens de zeereizen van 15/11/2020 - 18/11/2020 (WR9), 14/03/2021 - 17/03/2021 (WR9) en 27/02/2022 – 02/03/2022 (WR289) werden de bijvangststromen van de traditionele spoelsortermachine vergeleken met de bijvangststromen van de innovatieve sorteerder. Om de nauwkeurigheid van de twee verschillende sorteerprocessen te vergelijken werden alle verschillende sorteerfracties (garnalen- en teruggooifracties) tijdens het sorteerproces opgevangen.

De vangsten werden verwerkt zoals beschreven in hoofdstuk 2.2.1. Stalen van de innovatieve verwerkingslijn werden verwerkt volgens onderstaand protocol:

- Vang ongekoekte garnalen op die overboord gaan nadat ze werden uitgeschoten door de optische sortermachine (samen met “ander” uitgeschoten materiaal).
 - Noteer het volume (schatting op basis van aantal mandjes).
 - Neem een staal van minimum 1L;
 - Sorteert substaal tot op soort niveau, meet en weeg de verschillende fracties;
 - Neem een garnaalstaal van 2dL, en voeg deze bij het gelijkaardig sample van vorige slepen.
- Vang op de WR 9 ook gekookt afval (puf + andere) op dat uit de kookketel komt
 - Noteer het volume;
 - Neem een staal van minimum 1L;
 - Sorteert staal tot op soort niveau, meet en weeg de verschillende fracties;
 - Neem een garnaalstaal van 2dL, en voeg deze bij het gelijkaardig sample van vorige slepen.
- Vang ondermaatse garnaal op aan trilzeef
 - noteer volume.
 - Neem een garnaalstaal van 2dL, en voeg deze bij het gelijkaardig sample van vorige slepen.
- Zijn er algemene waarnemingen of dingen die belangrijk zijn om te weten schrijf deze dan op (vb: veel turf in de vangst?)

Stalen van de traditionele verwerkingslijn werden als volgt genomen en verwerkt:

- Vang ongekoekte garnalen op die overboord gaan wanneer ze uit de sorteertrommel komen:
 - noteer het volume;
 - Neem een staal van minimum 1L;
 - Sorteert staal tot op soort niveau, meet en weeg de verschillende fracties;

- Neem een garnaalstaal van 2dL, en voeg deze bij het gelijkaardig sample van vorige slepen.
- Vang gekookte garnalen op die uit de kookketel komen en noteer volume
 - noteer het volume;
 - Neem een staal van minimum 1L;
 - Sorteert staal tot op soort niveau, meet en weeg de verschillende fracties;
 - Neem een garnaalstaal van 2dL, en voeg deze bij het gelijkaardig sample van vorige slepen.

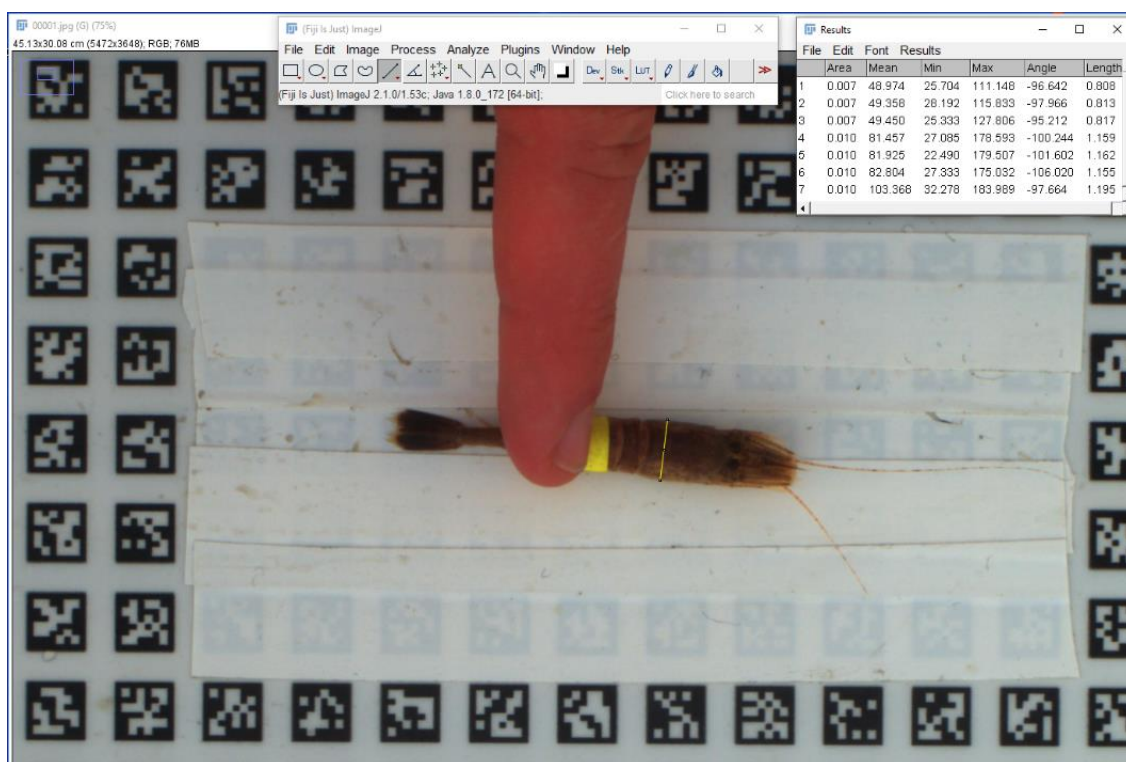
Na de zeereis werden alle garnaalstalen opgemeten op ILVO m.b.v. de SmartShrimp software.

Resultaten van de zeereis van maart 2021 zijn terug te vinden in annex 1, de resultaten van de bijvangststromen van de meest recente reis namelijk 27/02/2022 – 02/03/2022 aan boord van de WR289 worden getoond in de resultaten. Dit is de reis met het meest geoptimaliseerde systeem.

2.4 Krimp van garnalen aan boord

Tijdens de zeereis van 14/03/2021 – 17/03/2021 aan boord van WR9 werd de hypothese dat garnalen krimpen in het koelruim aan boord onderzocht aan hand van volgend protocol:

- Op dag 1 (T0):
 - Werden willekeurig 104 gekookte garnalen van het bandje voor de trilzeef genomen;
 - Elke garnaal werd individueel getagged met een druppeltje superlijm op de rug & een stukje gekleurd papier;
 - Van elke garnaal werd een uiterst accurate foto gemaakt met een speciale opstelling zodat er geen distorsie van het beeld ontstaat door de bolling van de lens;
 - Vervolgens met willekeurige andere garnalen in een netzakje gedaan en in een kist met vangst in het visruim gelegd.
- Op dag 2 (T1: ± 30 uur later):
 - Elke garnaal werd gefotografeerd en terug in het zakje en in de kist;
- Op Einde reis (T3: ± 54 uur na T0):
 - Elke garnaal werd een laatste keer gefotografeerd;
- In het labo:
 - Vervolgens werd met behulp van het programma ImageJ breedtes gemeten van de garnalen. Voor elke garnaal werd de breedte drie keer gemeten en daar een gemiddelde van gepakt en dit tot op 0.001 mm nauwkeurig.
 - De bekomen gemiddeldes werden dan met het statisch programma Rstudio vergeleken aan de hand van een Repeated Measures Anova om na te gaan of de gemiddeldes significant kleiner worden naarmate de tijd verstrijkt.



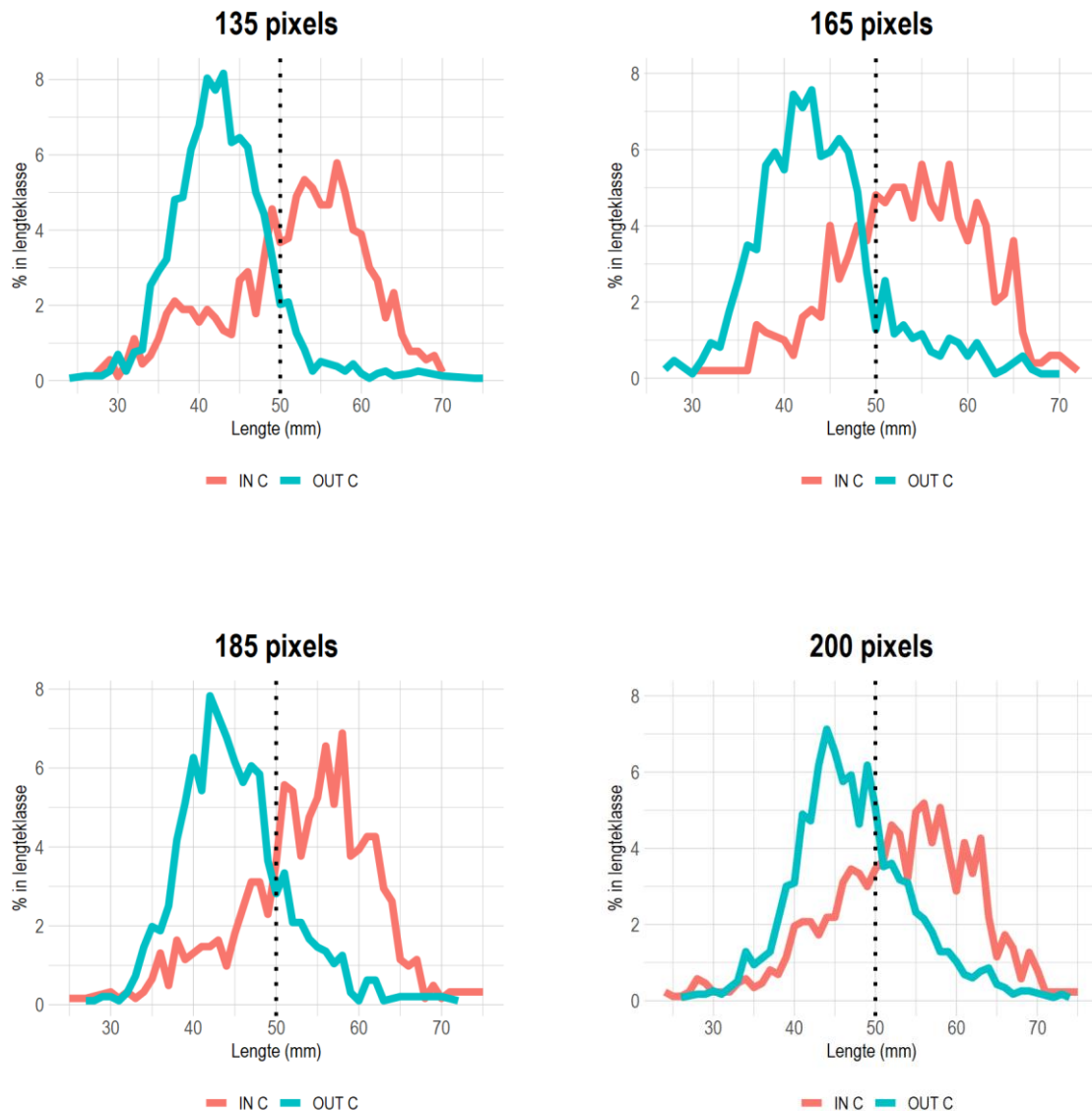
Figuur 7 - toont een garnaal met tag (geel) op de meetplaat. De vierkanten zorgden ervoor dat, m.b.v. een programma, de distorsie van de camera lens berekend en gecompenseerd werd zodat deze geen invloed had op de metingen.

3. Resultaten

3.1 Optimalisatie sorteerlijn

3.1.1 Pixelmaten voor ondermaatse garnaal (1/10/2020)

De scheiding in functie van lengte voor de verschillende pixelmaten is weergegeven in Figuur 8. De pixelmaat staat voor de maximale grootte van een garnaal die weggeschoten wordt door de optische sorteerder. De rode lijn (IN C) toont de procentuele aanwezigheid van garnalen met een bepaalde lengte (per mm) die niet worden uitgeschoten, en dus worden gekookt in de kookketel. De blauwe lijn (OUT C) toont de garnalen die terug over boord gaan. De grafieken tonen een duidelijke scheiding tussen de blauwe en rode curve voor elke van de geanalyseerde pixelmaten. De relatieve bijdrage van maatse garnalen in IN C neemt toe bij vergroten van de pixelmaat (van 135 naar 165 en van 165 naar 185). Wanneer de pixelmaat verder vergroot wordt van 185 tot 200 neemt de relatieve bijdrage van maatse garnalen in IN C opnieuw af. Hoe kleiner de pixelmaat, hoe groter de relatieve bijdrage van kleine garnalen in OUT C.



Figuur 8 - De verdeling van de uitgeschoten (out c) en doorgelaten (in c) garnalen bij instelling van 135, 165, 185 en 200 pixels.

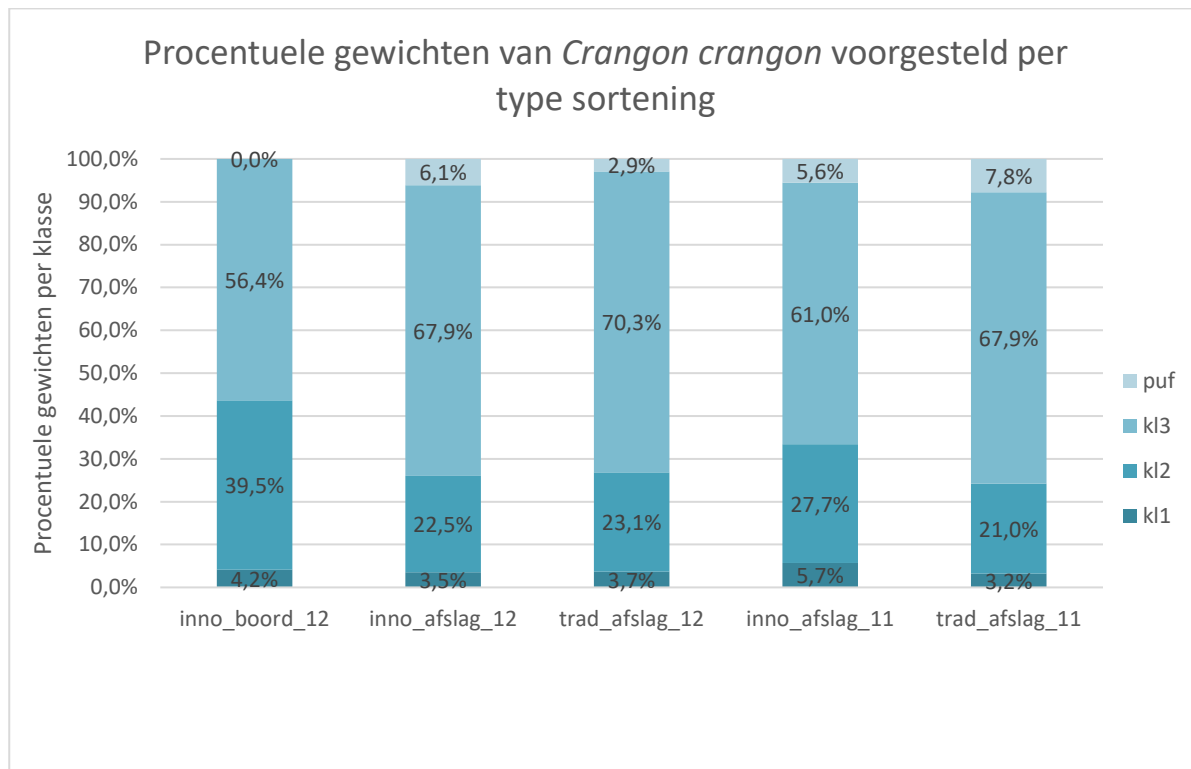
Tabel 2 toont de procentuele hoeveelheden van de garnalen op de drie pixelmaten die richting kookketel worden getransporteerd en die door de sorteerder uit de vangst geschoten worden. Per pixelmaat is er een categorie IN en een categorie OUT met voor beide een verdeling in garnalen groter of gelijk aan 50 mm en kleiner dan 50 mm (samen 100%). De tabel bevestigt de vaststellingen van de grafieken hierboven. Pixelmaat 165 en 185 presteerden gelijkaardig en beter dan pixelmaat 135 en 200 bij het maximaal doorlaten van garnalen groter dan 50 mm. De uitgeschoten garnalen bevatten procentueel het minste maatse garnalen bij pixelmaat 135, gevolgd door pixelmaat 165, 185 en 200 respectievelijk.

Tabel 2 - Procentuele verdeling van de doorgelaten en uitgeschoten garnalen per pixelmaat.

Pixelmaat	135	165	185	200
IN $\geq$ 50 mm	65	72	73	68
IN < 50 mm	35	28	27	32
OUT $\geq$ 50 mm	10	15	20	33
OUT < 50 mm	90	85	80	67

3.1.2 Analyse van de verschillende commerciële sorteringen (11-12/2020)

Figuur 9 toont de procentuele verdeling van de gewichten van elke klasse, per gesorteerde wijze en per reis. De innovatieve aan boord sortering (inno_boord_12) bevat geen klasse “puf” aangezien alleen de 3 commerciële handelsmaten in het visruim werden opgeslagen. De garnalen die de innovatieve aan boord sortering (inno_boord_12) en de innovatieve sortering op afslag (inno_afslag_12, inno_afslag_11) opmaken, zijn dezelfde garnalen die eerst aan boord en vervolgens op de afslag gesorteerd werden.



Figuur 9 - Procentuele voorstelling van het gewicht van de garnalen per klasse en per reis, waar 11 staat voor de waarnemersreis in november 2020, en 12 voor de zelfbemonsteringsreis in december 2020; “inno” zijn garnalen afkomstig van de innovatieve verwerkingslijn, “trad” zijn garnalen afkomstig van de traditionele verwerkingslijn, “afslag” zijn garnalen na (her)sortering op de afslag en “boord” zijn garnalen na sortering aan boord.

Er is een duidelijk verschil tussen de hoeveelheid garnalen die in de klasse 2 en 3 belanden. Hierbij heeft de innovatieve sortering aan boord meer klasse 2 en minder 3 in vergelijking met de sorteringen die over de afslag gingen. Ook klasse 1 heeft meer garnalen bij de innovatie sortering aan boord dan bij de andere. Opmerkelijk is ook de hoeveelheid puf in de innovatieve sortering na hersortering op de afslag (5,6% en 6,1% voor respectievelijk de reis in november en december).

3.1.3 Vergelijking van de innovatieve sortering op de afslag met de traditionele op de afslag

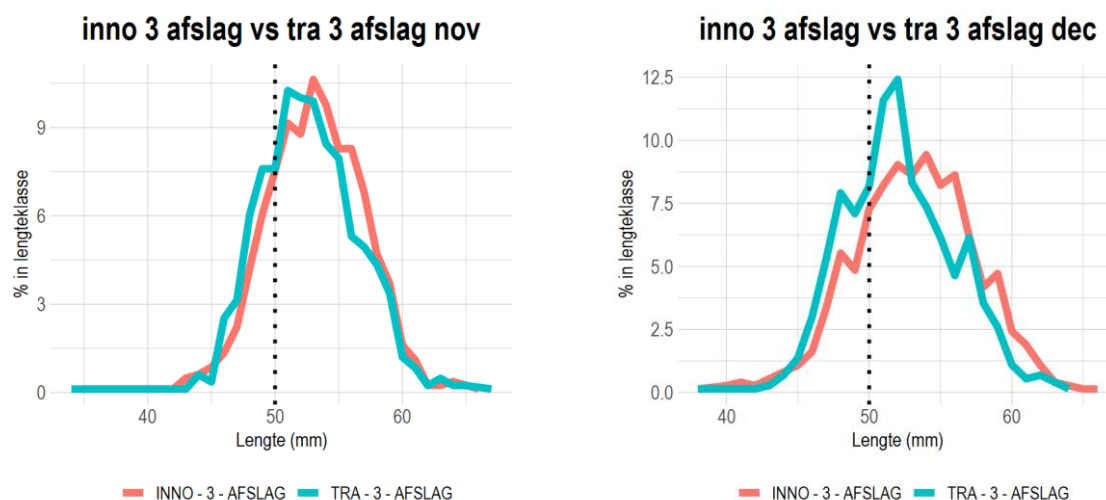
Tabel 3 toont per klasse, de gemiddelde lengtes van de garnalen van de traditionele verwerking na sortering op de afslag en van garnalen die innovatief verwerkt zijn en vervolgens opnieuw gesorteerd werden op de afslag. De standaard deviatie geeft weer hoeveel afwijking er op dit gemiddelde zit. Hoe lager de afwijking, hoe nauwkeuriger de sortering of zeef werkt. Tenslotte is er ook steeds een t-Test uitgevoerd waarvan de p-waarde of significantie wordt weergegeven. Tabel 3 laat blijken dat garnalen in klasse 3 en 2 afkomstig van de innovatieve verwerkingslijn gemiddeld groter en nauwkeuriger gesorteerd zijn dan de garnalen afkomstig van de traditionele verwerkingslijn. Voor de puf en klasse 1 verschillen de resultaten tussen de twee reizen.

Tabel 3 - Statistische vergelijking van de gemiddelde lengtes van de garnalen per maat tussen twee sorteringen voor de reis in november (boven) en december (onder).

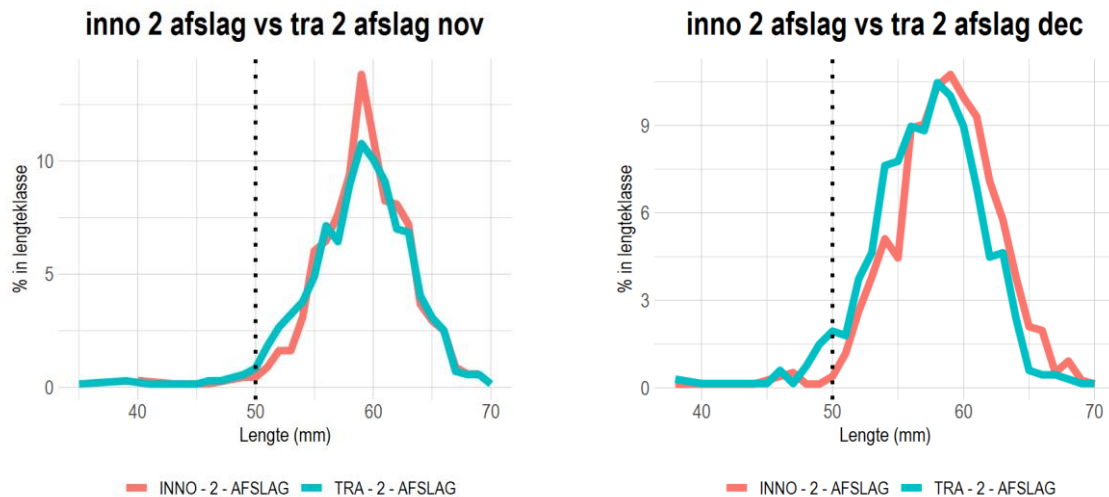
	Klasse	Inno afslag gemiddelde lengte (mm)	SD	Trad afslag gemiddelde lengte (mm)	SD	p-waarde
Nov.	puf	49,9	4,3	48,2	6,5	0,00
	3	52,6	6,4	51,5	7,9	0,00
	2	58,6	7,7	58,0	7,8	0,13
	1	62,0	10,9	63,4	9,5	0,03
Dec.	puf	47,0	4,0	47,8	3,5	0,00
	3	53,1	4,5	51,8	4,8	0,00
	2	58,6	4,6	56,9	5,5	0,00
	1	63,7	4,9	63,4	4,9	0,40

Figuur 10, Figuur 11 en Figuur 12 tonen de vergelijking van de procentuele lengtefrequentie-distributies van de verschillende klassen tussen de innovatieve en traditionele verwerking, beide na sortering op de afslagzeef. Per lengte wordt dus het procentuele aantal garnalen weergegeven in elke klasse. De linker figuur toont de resultaten van de reis in november, de rechtse figuur die van december.

Figuur 10 en Figuur 11 tonen dat garnalen in klasse 3 en klasse 2 afkomstig van de innovatieve lijn gemiddeld groter zijn dan de garnalen afkomstig van de traditionele lijn. Klasse 3 en klasse 2 afkomstig van de innovatieve lijn bevatten procentueel meer garnalen boven 53 mm en 60 mm respectievelijk,

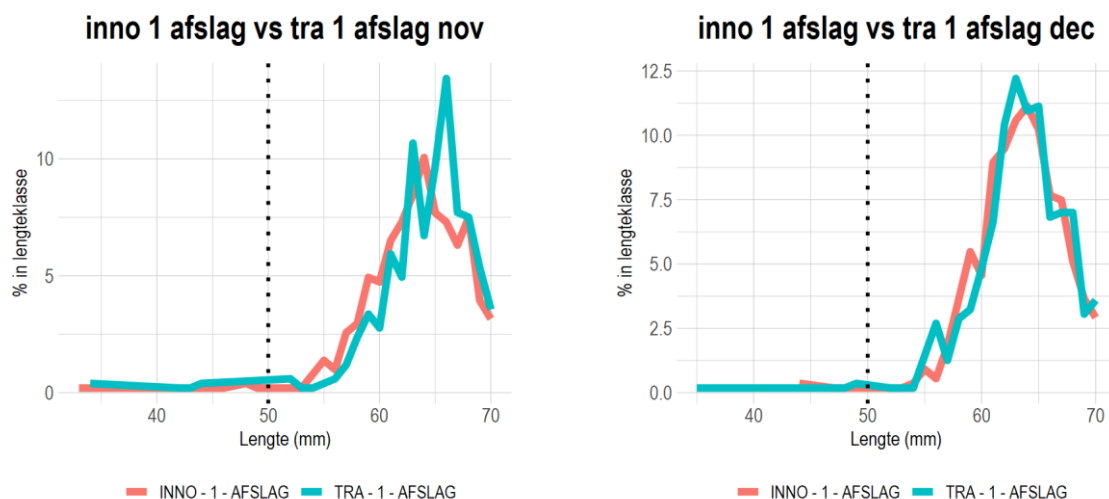


Figuur 10 - Lengtefrequentie-distributie van de gesorteerde samples van de innovatieve en traditionele sortering na de afslagzeef voor commerciële garnalen behorende tot klasse 3. De grafiek links toont de data van de zeereis van 11/2020, rechts die van 12/2020.



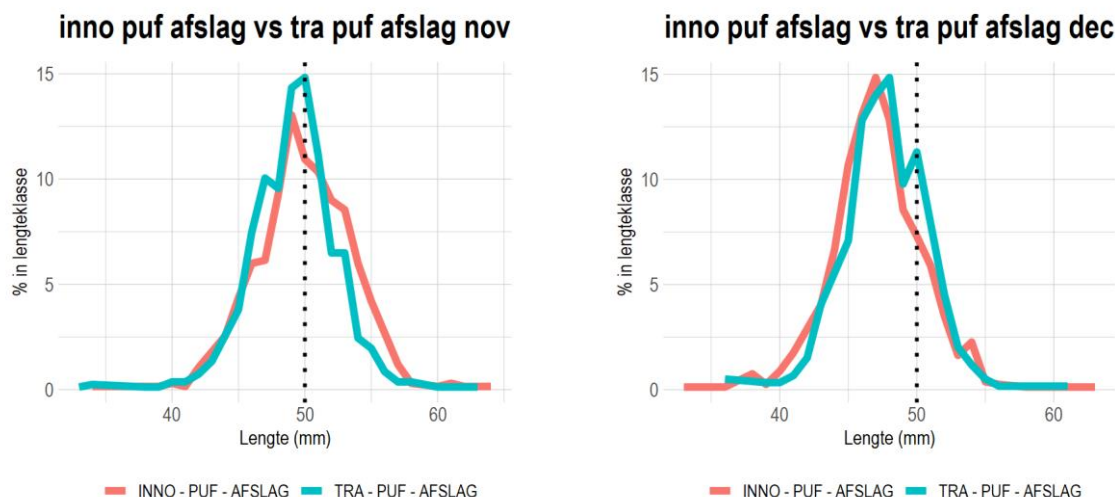
Figuur 11 - Lengtefrequentie-distributie van de gesorteerde samples van de innovatieve en traditionele sortering na de afslagzeef voor commerciële garnalen behorende tot klasse 2. De grafiek links toont de data van de zeereis van 11/2020, rechts die van 12/2020.

Figuur 12 toont lengtefrequentieverdelingen voor klasse 1. In november is de trend het omgekeerde van de vorige figuren, voor deze klasse zijn de garnalen afkomstig van de traditionele sortering groter. Ze bevatten procentueel meer garnalen boven de 65 mm ten opzichte van de garnalen afkomstig van de innovatieve sortering. In december is het verschil tussen beide verdelingen beperkt.



Figuur 12 - Lengtefrequentie-distributie van de gesorteerde samples van de innovatieve en traditionele sortering na de afslagzeef voor commerciële garnalen behorende tot klasse 1. De grafiek links toont de data van de zeereis van 11/2020, rechts die van 12/2020.

Figuur 13 toont de lengtefrequentie-distributie van de ondermaatse garnalen, het zogenaamde puf of ziftsel. Hier is er een verschil in trends merkbaar tussen de zeereis van november en die van december 2020. Voor november (Figuur 13, links) zijn de garnalen afkomstig van de innovatieve sortering over het algemeen groter dan de garnalen afkomstig van de traditionele sortering. In december zijn de resultaten omgekeerd, garnalen afkomstig van de traditionele sortering zijn hier gemiddeld het grootst.



Figuur 13 - Lengtefrequentie-distributie van de gesorteerde samples van de innovatieve en traditionele sortering na de afslagzeef voor commerciële garnalen behorende tot klasse “puf”. De grafiek links toont de data van de zeereis van 11/2020, rechts die van 12/2020.

3.1.4 Vergelijking van de innovatieve sortering aan boord met de innovatieve op de afslag (11-12/2020)

Tabel 4 toont per klasse, de gemiddelde lengtes van de garnalen van de innovatieve sortering aan boord en van dezelfde innovatief verwerkte garnalen die vervolgens opnieuw gesorteerd werden op de afslag. In november zijn de garnalen (in alle klassen) scherper gesorteerd aan boord dan op de afslag (kleinere standaard deviatie). De klasse 1 en 2 garnalen aan boord zijn groter dan de garnalen in deze klassen op de afslag, het omgekeerde geldt voor klasse 3.

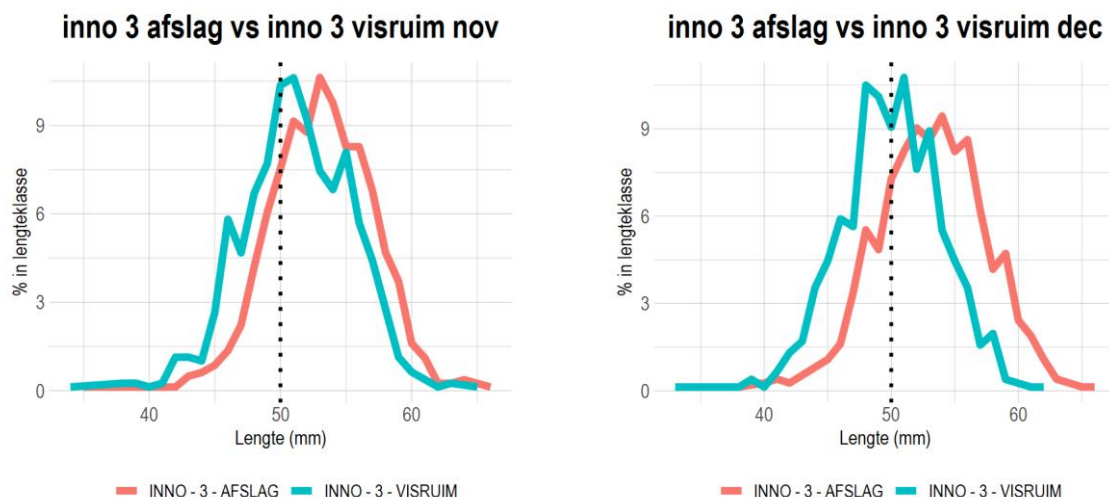
In december zijn garnalen in klasse 2 en klasse 3 kleiner in het visruim dan op de afslag, garnalen uit klasse 1 in het visruim zijn groter. Garnalen uit klasse 1 en 2 zijn minder scherp gesorteerd aan boord dan op de afslag, het omgekeerde geldt voor klasse 3.

Tabel 4 - Statistische vergelijking van de gemiddelde lengtes van de garnalen per maat tussen twee sorteringen voor de reis in november en december.

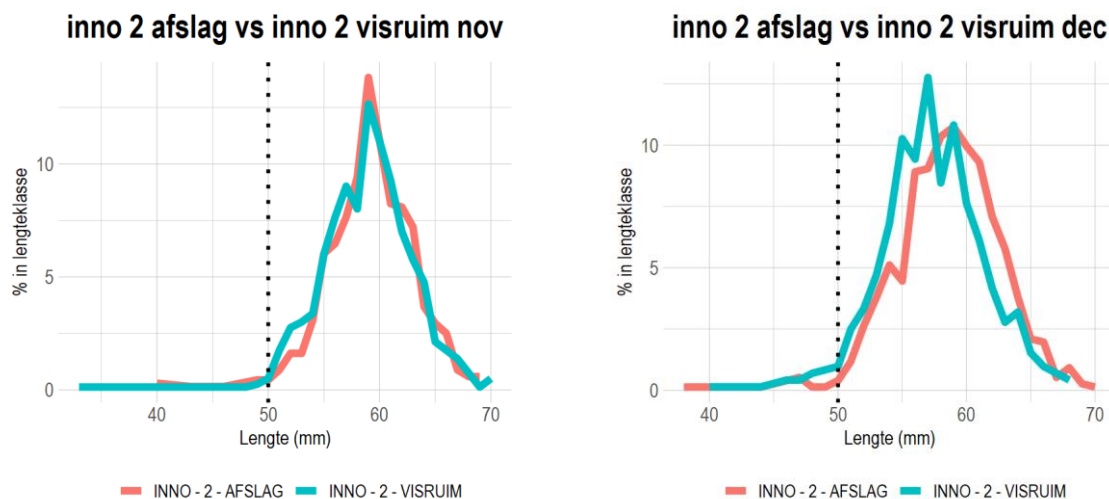
	Maat	Inno visruim gemiddelde lengte (mm)	SD	Inno afslag gemiddelde lengte (mm)	SD	p-waarde
Nov.	3	51,3	4,1	52,6	6,4	0,00
	2	58,9	4,0	58,6	7,7	0,40
	1	65,0	7,1	62,0	10,9	0,00
Dec.	3	49,6	5,6	53,1	4,5	0,00
	2	57,0	5,3	58,6	4,6	0,00
	1	64,2	4,1	63,7	4,9	0,08

De volgende figuren (Figuur 14, Figuur 15 en Figuur 16) tonen procentuele lengtefrequentie-distributies van de verschillende klassen. Er wordt een vergelijking gemaakt tussen de sortering door de innovatieve verwerkingslijn aan boord (stalen uit het visruim) en stalen van dezelfde garnalen (innovatieve lijn), na hersortering op de afslag. Per lengte wordt de procentuele hoeveelheid garnalen weergegeven en dit per klasse. De linker figuur toont de resultaten van de reis in november, de rechtse figuur die van december.

Figuur 14 en Figuur 15 tonen dat garnalen binnen klasse 3 en klasse 2 na hersortering over de afslag gemiddeld groter zijn dan de degene uit het visruim, met uitzondering van de garnalen in klasse 2 in november, waar het verschil tussen beide sorteermethodes zeer beperkt is.

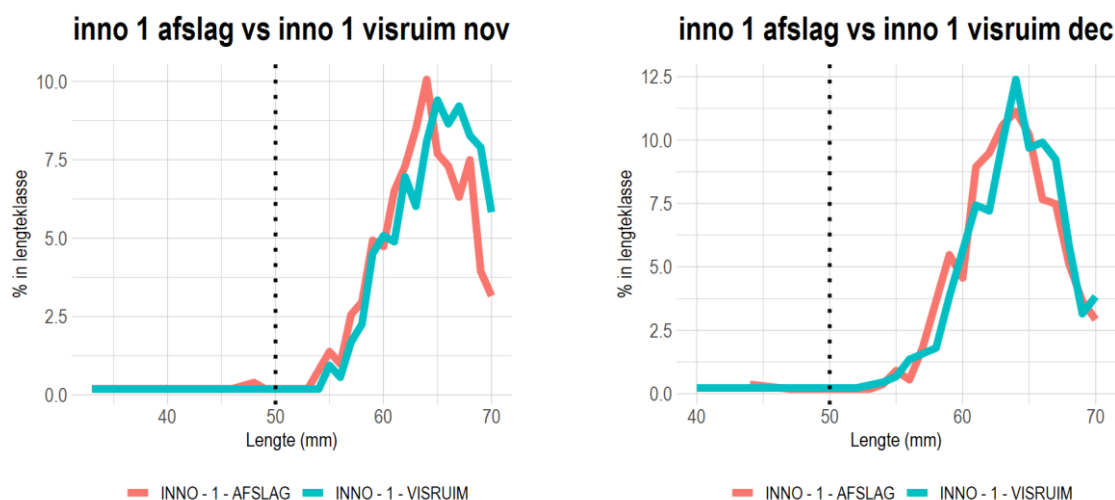


Figuur 14 - Lengtefrequentie-distributie van de gesorteerde samples aan boord en op de afslag voor commerciële garnalen behorende tot klasse 3. De grafiek links toont de data van de zeereis van 11/2020, rechts die van 12/2020.



Figuur 15 - Lengtefrequentie-distributie van de gesorteerde samples aan boord en op de afslag voor commerciële garnalen behorende tot klasse 2. De grafiek links toont de data van de zeereis van 11/2020, rechts die van 12/2020.

Figuur 16 toont lengtefrequentieverdelingen voor klasse 1 garnalen, dewelke gemiddeld kleiner zijn na hersortering op de afslag.



Figuur 16 - Lengtefrequentie-distributie van de gesorteerde samples aan boord en op de afslag voor commerciële garnalen behorende tot klasse 1. De grafiek links toont de data van de zeereis van 11/2020, rechts die van 12/2020.

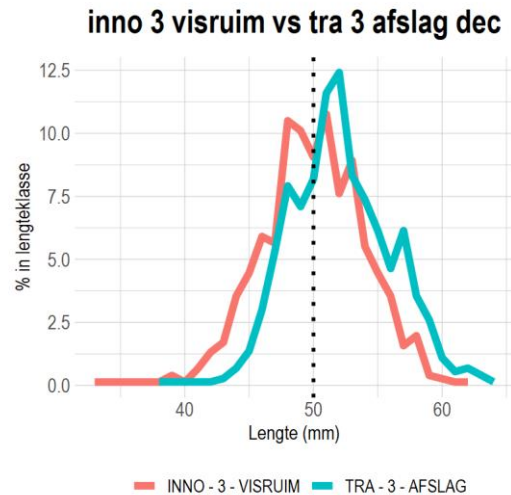
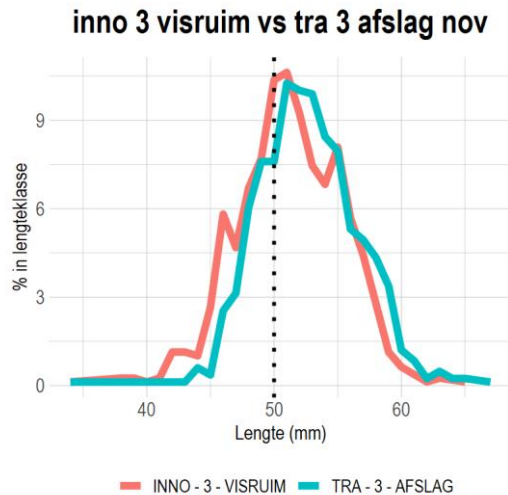
3.1.5 Vergelijking van de innovatieve sortering aan boord met de traditionele op de afslag (11-12/2020)

Tabel 5 toont voor beide reizen dat klasse 1 en 2 steeds groter zijn bij de aan boord sortering dan bij de traditionele sortering over de afslag. Het omgekeerde geldt dan weer voor de klasse 3 garnalen. De innovatieve sortering toont ook consequent de laagste deviatie en dus een betere sortering, met uitzondering van klasse 3 in december.

Tabel 5 - Statistische vergelijking van de gemiddelde lengtes van de garnalen per maat tussen twee sorteringen voor de reis in november en december.

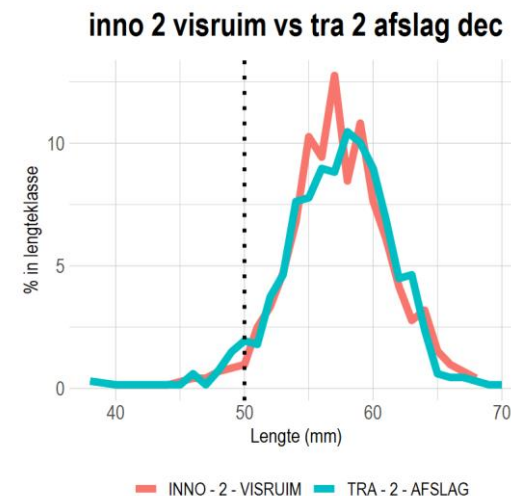
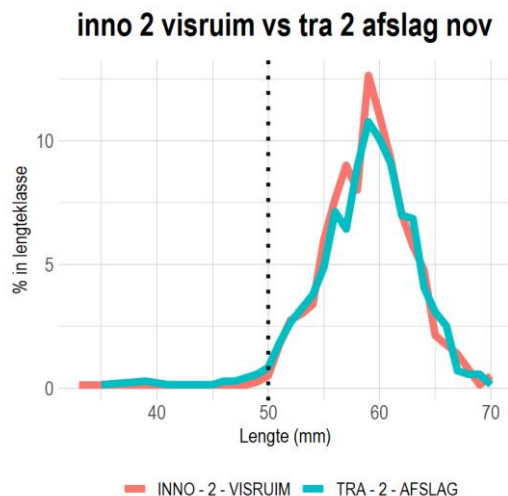
	Maat	Inno visruim gemiddelde lengte (mm)	SD	Trad afslag gemiddelde lengte (mm)	SD	p-waarde
Nov.	3	51,3	4,1	51,5	7,9	0,40
	2	58,9	4,0	58,0	7,8	0,01
	1	65,0	7,1	63,4	9,5	0,00
Dec.	3	49,6	5,6	51,8	4,8	0,00
	2	57,0	5,3	56,9	5,5	0,76
	1	64,2	4,1	63,4	4,9	0,01

Figuur 17, Figuur 18 en Figuur 19 tonen de vergelijking van de procentuele lengtefrequentie-distributies van de verschillende klassen tussen de innovatieve aan boord sortering en de traditionele verwerking na sortering op de afslagzeef. Per lengte wordt dus het procentuele aantal garnalen weergegeven en dit per klasse.



Figuur 17 - Lengtefrequentie-distributie van de gesorteerde samples van de innovatieve sortering aan boord en de traditionele sortering na de afslagzeef voor commerciële garnalen behorende tot klasse 3. De grafiek links toont de data van de zeereis van 11/2020, rechts die van 12/2020.

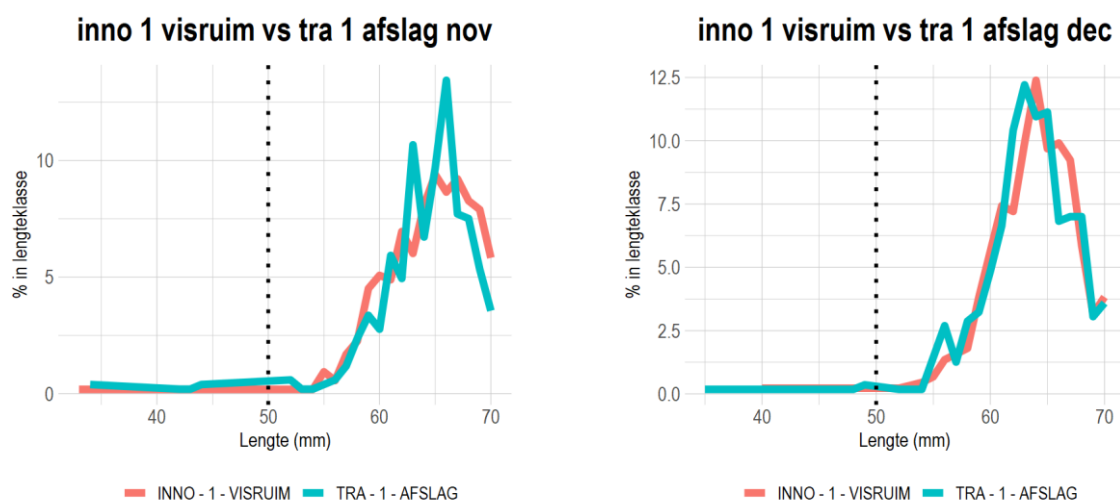
Voor klasse 3 in Figuur 17 heeft de traditionele verwerking over de afslag procentueel meer garnalen groter dan 50 mm. De garnalen in het visruim zijn dus kleiner voor de klasse 3.



Figuur 18 - Lengtefrequentie-distributie van de gesorteerde samples van de innovatieve sortering aan boord en de traditionele sortering na de afslagzeef voor commerciële garnalen behorende tot klasse 2. De grafiek links toont de data van de zeereis van 11/2020, rechts die van 12/2020.

In Figuur 18, waar de klasse 2 vergeleken wordt tussen de innovatieve sortering aan boord en de traditionele over de afslag zijn de lengteverdelingen van beide sorteringen zeer gelijkaardig.

Figuur 19 toont de vergelijking tussen de procentuele lengte-frequenties van de klasse 1 garnalen van de innovatieve sortering aan boord en de traditionele over de afslag. Hoewel niet zeer uitgesproken, zijn er procentueel meer grote garnalen in het visruim dan na de sortering van de traditionele op de afslag.



Figuur 19 - Lengtefrequentie-distributie van de gesorteerde samples van de innovatieve sortering aan boord en de traditionele sortering na de afslagzeef voor commerciële garnalen behorende tot klasse 1. De grafiek links toont de data van de zeereis van 11/2020, rechts die van 12/2020.

3.2 Resultaten zeereis aan boord van de WR289 (27/02/22)

3.2.1 Commerciële garnalen

In de komende paragrafen worden de commerciële vangsten beschreven en vergeleken tussen de traditionele en innovatieve verwerkingslijn. Omdat de relatieve bijdrage van elke fractie ten opzichte van andere fracties van belang is bij interpretatie van de resultaten, werd ervoor gekozen om - in tegenstelling tot voorgaande grafieken - de lengtefrequentieverdelingen te tonen van absolute aantallen garnalen.

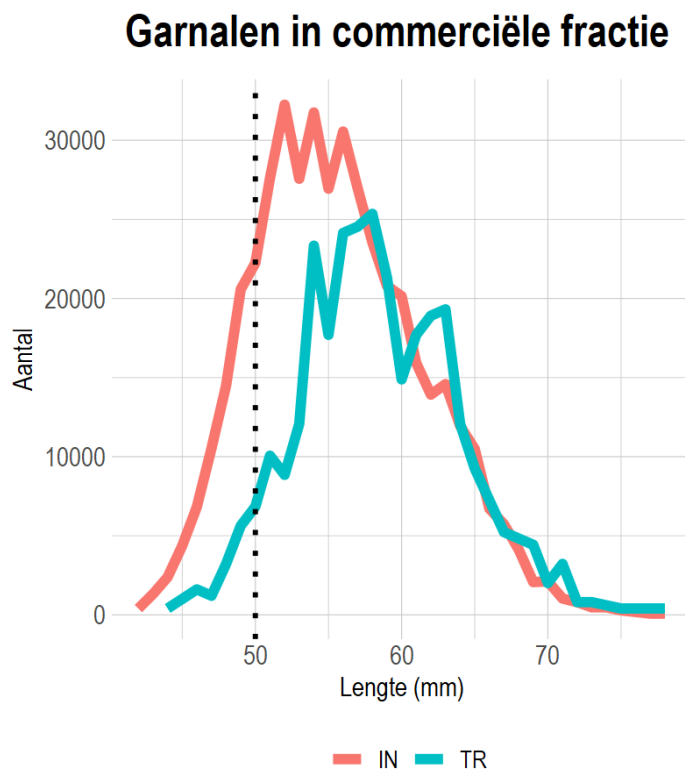
De gegevens werden verzameld tijdens de waarnemersreis van 27/02/2022 tot 02/03/2022 aan boord van de WR289, 16 slepen werden verwerkt. De innovatieve sorteerlijn die werd geëvalueerd tijdens deze waarnemersreis is beschreven in hoofdstuk 1.3. en kreeg verschillende aanpassingen ten opzichte van het eerder geëvalueerde systeem. De software (Raytec Vision SpA) kreeg verschillende updates, de pixelgrootte van de camera's werd aangepast naar 0,25 mm² (1 mm² in eerder geëvalueerd systeem). Ook het luchtdruk systeem werd meerdere keren aangepast om ook bij grote vangsten nog voldoende luchtdruk te kunnen genereren om alle bijvangst uit te schieten.

Door de procedure (beschreven in het protocol in hoofdstuk 2.3) kan er van uitgegaan worden dat de commerciële vangsten die vergeleken worden, afkomstig zijn van gelijke ruwe vangsten. Met de innovatieve lijn werden tijdens deze slepen (653 liter) commerciële garnalen aangeland, met de spoelsortermachine (571 liter).

In Figuur 20 zijn de commerciële garnalen afgebeeld, die verwerkt werden met de innovatieve en de traditionele verwerkingslijn. De hoeveelheden van de grootste garnalen – groter dan 67 mm - zijn nagenoeg gelijk voor beide systemen. Dit is te verwachten aangezien het verlies van deze garnalen verwaarloosbaar is in beide verwerkingslijnen (zie ook Figuur 22). Voor de garnalen onder de 67 mm was

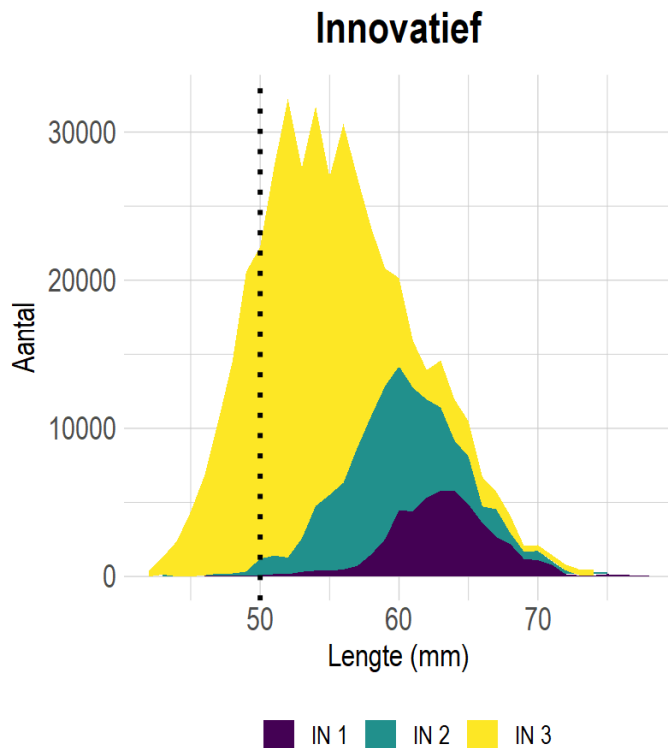
er wel een verschil tussen beide systemen, er is duidelijk een hogere retentie van garnalen tussen de 50 en 67 mm bij de innovatieve verwerking.

De helling van de grafiek die de garnalen weergeeft van de innovatieve sorteerlijn, toont een steiler verloop dan de grafiek met de garnalen van de traditionele sorteerlijn voor lengtes van 45mm – 55mm. Dit toont dat de innovatieve verwerkingslijn zorgt voor een betere lengtescheiding tussen bijvangstgarnalen en commerciële garnalen. Dit betekent ook een betere scheiding op basis van carapaxbreedte, zie discussie aan het einde van hoofdstuk 2.2.



Figuur 20 – Aantal commerciële garnalen die over de hele reis heen werden gevangen en verwerkt via de innovatieve (IN) en traditionele (TR) verwerkingslijn.

In Figuur 21 toont de cumulatieve waarde van de totale commerciële vangst en de opsplitsing van de commerciële garnalen van de innovatieve sortering is te zien in de drie commerciële klassen IN 1, IN 2 en IN 3 respectievelijk. De trilzeef aan boord van de WR289 blijkt in staat om garnalen met verschillende lengte (en dus carapaxbreedte) van elkaar te scheiden, aangezien er een nette opdeling in de klassen zichtbaar is. Zo is de piek van elke sortering, op enige afstand van de volgende terug te vinden en is er weinig overlap in lengte tussen de verschillende fracties.



Figuur 21 – Lengtefrequentieverdeling van de commerciële vangsten van de innovatieve verwerkingslijn. Deze werden aan boord gezeefd in de drie commerciële klassen. Hierbij is IN 1 is de grootste (>9,5 mm), IN 2 de middenmaat (8,5 tot 9,5 mm) en IN 3 is de kleinste (6,8 tot 8,5 mm). De aantallen van de verschillende fracties worden cumulatief weergegeven.

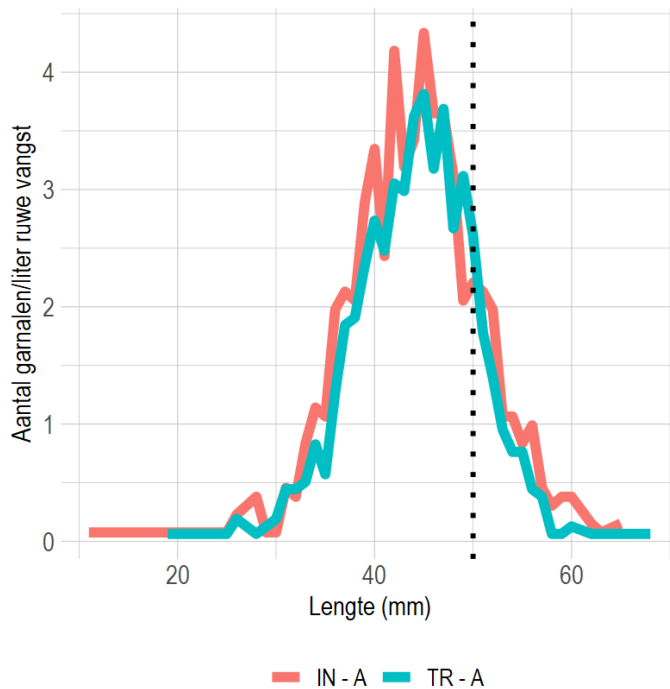
3.2.2 Bijvangststromen

In de komende paragrafen worden de afvalstromen van de traditionele verwerking en de innovatieve verwerking beschreven en vergeleken. De gegevens hiervoor werden verzameld tijdens de waarnemersreis van 27/02/2022 tot 02/03/2022 aan boord van de WR289, 16 slepen werden verwerkt. Er werden in totaal 5 bijvangststromen bemonsterd (zie ook Figuur 3 voor bijvangststromen van de innovatieve sorteerlijn):

- **Traditioneel A** en **innovatief A** (aangeduid als TR A & IN A resp.,). De verwerking van beide vangsten is tot en met dit punt exact gelijk voor beide verwerkingssystemen. Tijdens deze voorsortering worden zoveel mogelijk schelpjes, kleine visjes en ondermaatse garnalen gescheiden van de rest van de vangst (zie Figuur 3, punt 3.)
- **Traditioneel B** (aangeduid als TR B) zijn de bijvangsten die uit de spoelsorteermachine gezeefd worden. **Innovatief B** (aangeduid als IN B) zijn de bijvangsten die door de innovatieve sorteerder uitgeschoten worden (zie Figuur 3, punt 5.);
- **Innovatief C** (aangeduid als IN C) zijn de gekookte garnalen die via de trilzeef gescheiden worden van de commerciële garnalen afkomstig van de innovatieve sorteerlijn (zie Figuur 3, punt 8.).
- De bijvangststroom in Figuur 3 (punt 6) waar ondermaatse, gekookte garnalen en andere bijvangst gescheiden worden van de commerciële gekookte garnalen is niet meer aanwezig in deze versie van de optische sorteerlijn.

Vergelijking van het aantal garnalen per lengteklasse in bijvangststroom A dient ter validatie van het vooropgestelde verwerkingsprotocol, de verwerking is op dit punt gelijk voor beide verwerkingslijnen, de hoeveelheden en lengtes van de garnalen afkomstig uit IN A en TR A, dienen dus min of meer gelijk te zijn. Figuur 22 toont dat lengtes en hoeveelheden van IN A en TR A inderdaad zeer vergelijkbaar zijn.

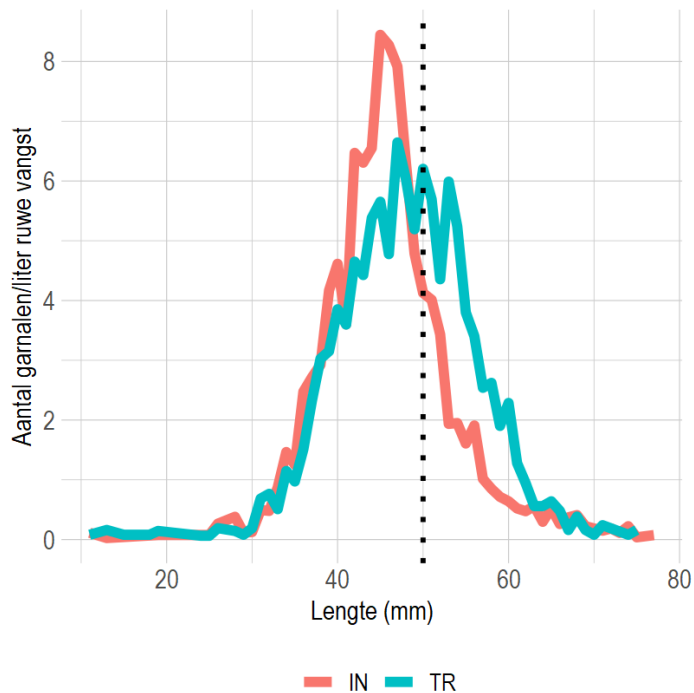
Garnalen in bijvangst



Figuur 22 – Er is zo goed als geen verschil in het aantal garnalen per lengte-eenheid die weer overboord gaan als bijvangst na de spoelsorteerzeef (aantal per liter ruwe bijvangst) met het innovatieve systeem (rood) en het traditionele systeem (groen), de zwarte stippellijn toont de grens tussen maatse en ondermaatse garnalen (50 mm).

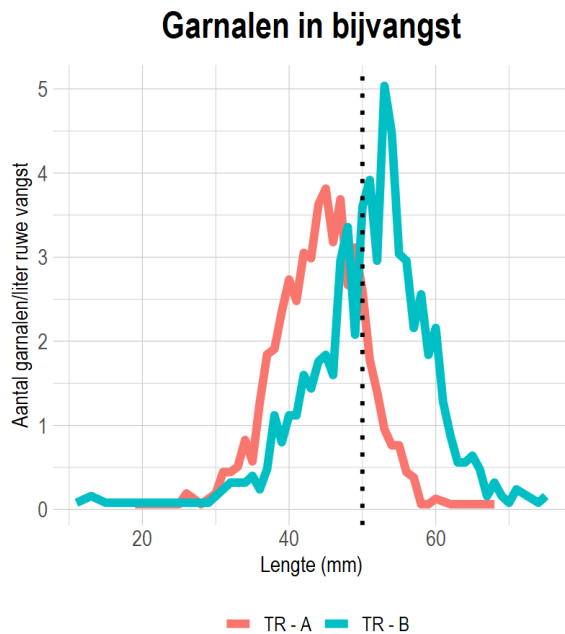
In Figuur 23 wordt getoond welke garnalen overboord gaan via beide verwerkingssystemen (som van alle deelstromen). De hoeveelheid van de kleinste garnalen < 40 mm die overboord gaan met beide systemen is gelijk. Dit is te verwachten, aangezien beide systemen zeer accuraat werken voor deze lengteklasse. Vervolgens toont de innovatieve sorteerlijn (rood) een scherpe piek rond de 45 mm, gevolgd door een steile afname in aantallen voor grotere lengtes. De traditionele sorteerlijn (groen) toont een minder scherpe piek, en een grotere spreiding in lengtes (en dus carapaxbreedtes, zie discussie aan het einde van hoofdstuk 2.2). Via het traditionele systeem gaan meer grote garnalen (> 50 mm) overboord dan met het innovatieve systeem. Anders gezegd behoudt de innovatieve verwerkingslijn de maatse garnalen beter en gaan er meer ondermaatse garnalen over boord dan bij de traditionele verwerkingslijn.

Garnalen in bijvangst



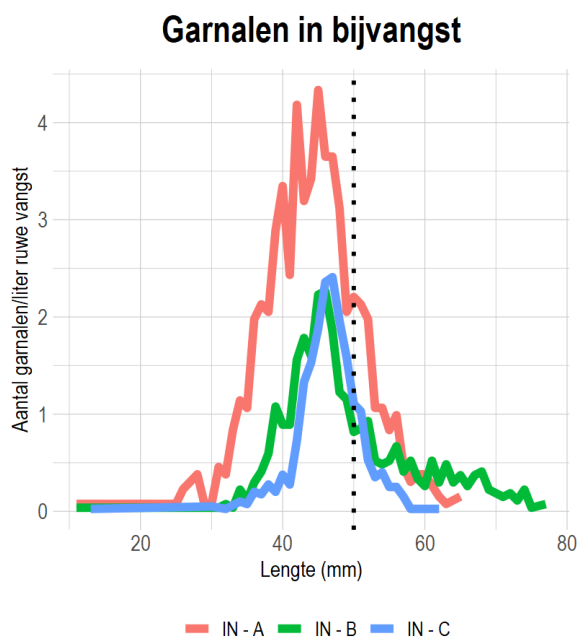
Figuur 23 - Garnalen die weer overboord gaan als bijvangst (aantal per liter ruwe bijvangst) met het innovatieve systeem (rood) en het traditionele systeem (groen), de zwarte stippellijn toont de grens tussen maatse en ondermaatse garnalen (50 mm). Er gaan beduidend meer ondermaatse garnalen overboord bij het innovatieve systeem en meer maatse bij het traditionele.

Vervolgens zijn de deelstromen per verwerkingslijn opgedeeld. In Figuur 24 zijn de twee deelstromen van de traditionele verwerkingslijn zichtbaar. Hieruit kan afgeleid worden dat er een aanzienlijke hoeveelheid maatse garnalen overboord gaan via de spoelsorteermachine (deelstroom B). Via deelstroom B gaan de meer garnalen overboord (55%) dan via deelstroom A (45%).



Figuur 24 – Lengtefrequentieverdeling van de garnalen die weer overboord gaan als bijvangst met de traditionele spoelsorteermachine, opgesplitst volgens deelstromen, de zwarte stippellijn toont de grens tussen maatse en ondermaatse garnalen (50 mm).

Figuur 25 toont de garnalen die overboord gaan via de innovatieve verwerkingslijn. De grafiek toont dat de meeste garnalen (55%) overboord gaan tijdens de voorsortering (deelstroom A, rode lijn) in hoeveelheid gevolgd door B (27%) en C (18%) respectievelijk. De figuur toont dat het persluchtsysteem (deelstroom B, groene lijn) voornamelijk garnalen met een lengte van 45 mm uitsorteert, maar er niet in slaagt om alle ondermaatse garnalen te scheiden van de maatse garnalen. Bijgevolg wordt een niet te verwaarloosbare hoeveelheid garnalen uitgesorteerd via de trilzeef (deelstroom C, blauwe lijn), deze bijvangststroom heeft een even hoge piek rond de 45 mm dan bijvangststroom B, en bevat minder kleine (<42 mm) en grote (>52mm) garnalen.



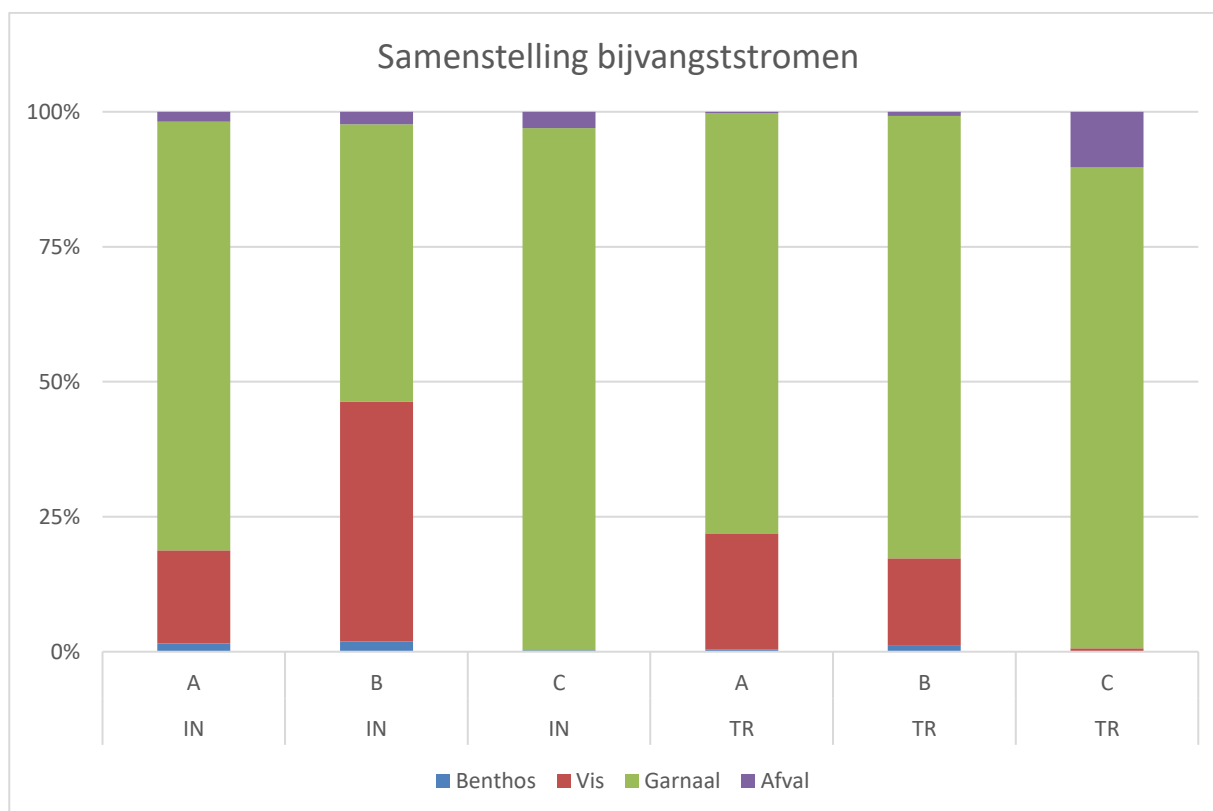
Figuur 25 – Lengtefrequentieverdeling van de garnalen die weer overboord gaan als bijvangst met het innovatieve systeem, opgesplitst volgens deelstromen, de zwarte stippellijn toont de grens tussen maatse en ondermaatse garnalen (50 mm).

In Figuur 26 wordt de procentuele vangstsamenstelling van de volledige bijvangststromen weergegeven. Opgedeeld in “vis”, “(grijze) garnaal”, “benthos” en “afval”. Tijdens deze reis bestond de fractie vis voornamelijk uit grondels, sprat en haring, zeenaalden, spiering, zandspiering en jonge scharren en schollen. De fractie benthos bestond overwegend uit zwemkrabben en in zeer beperkte mate enkele andere soorten zoals anemoon en steurgarnaal. De afvalfractie bestond voornamelijk uit wier, krabbenscharen en turf.

Figuur 26 toont dat de bijvangst in deelstroom A - net zoals de bij de lengtefrequentie van grijze garnaal in deelstroom A, (Figuur 22) - min of meer gelijk is voor beide verwerkingssystemen. Dit bevestigt opnieuw dat op basis van het vooropgestelde protocol, beide systemen correct vergeleken kunnen worden.

In bijvangststroom IN B is duidelijk meer vis aanwezig dan in bijvangststroom TR B. Dit wil zeggen dat er via de traditionele verwerkingslijn meer bijvangst van vis richting kookketel gaat.

In bijvangststroom IN C (innovatieve lijn, gekookte fractie uitgesorteerd via trilzeef) is geen vis of benthos meer aanwezig, wel nog een zeer beperkte hoeveelheid afval.

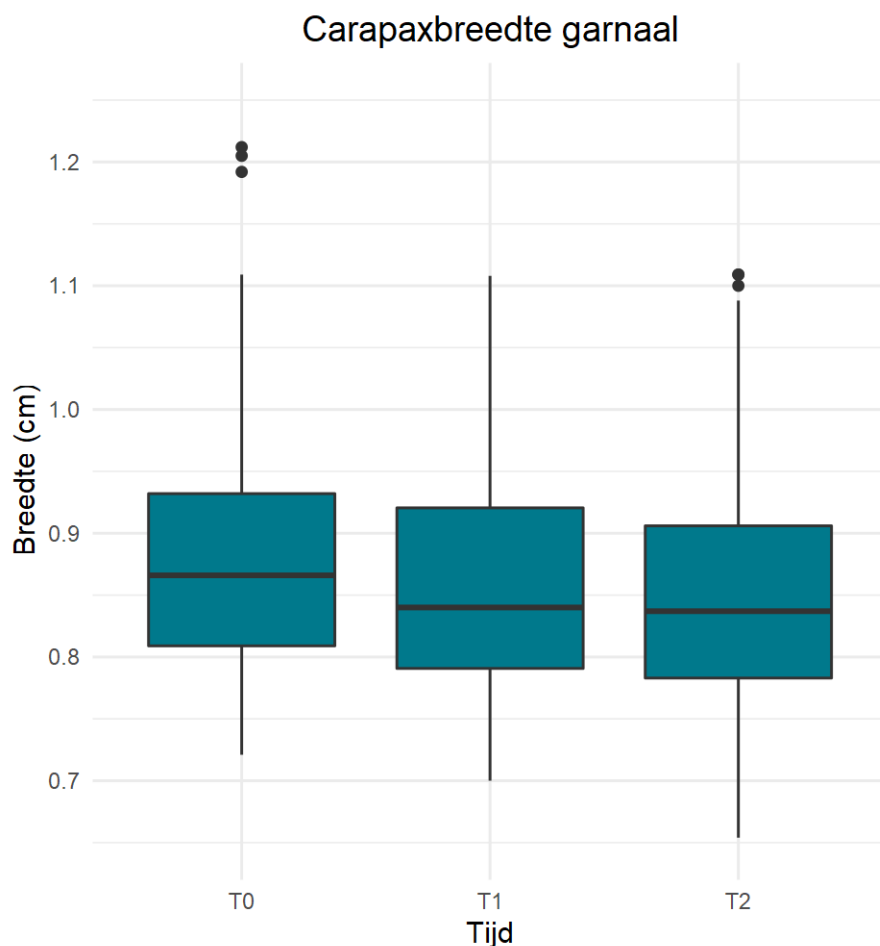


Figuur 26 – Procentuele samenstelling van de bijvangststromen van de innovatieve en traditionele verwerking. In de innovatieve stroom B zat dubbel de hoeveelheid vis, deze werden bij de traditionele verwerking dus mee gekookt.

3.3 Krimp van garnalen aan boord (3/2021)

De resultaten van onderzoeksopzet waarbij we keken naar de exacte krimp van de garnalen a.d.h.v. foto's, toont resultaten die stroken met de opgestelde hypothese dat de garnalen krimpen (Figuur 27). De Repeated Measures Anova geeft significante verschillen weer tussen T0 en T1 en T2 als tussen T1 en T2. Met andere woorden, de garnalen zijn na ongeveer een dag iets minder breed dan in het begin, na twee dagen zijn ze nog verder gekrompen.

De initiële, gemiddelde breedte van de 104 gemeten garnalen was 8,71 mm. Na iets meer dan een dag was dit 8,55 mm (krimp van 0,16 mm). Na op dag 2 waren de garnalen 8,47 mm breed en dus verder gekrompen (0,07 mm), een krimp van 0,24 mm in totaal. Dit komt overeen met een krimp van 2,75% na 54 uur in het koelruim te hebben gelegen aan boord van het schip. De grootste krimp neemt duidelijk plaats tijdens de eerste 24 uur in het ruim.



Figuur 27 toont de krimp die weliswaar klein maar wel significant is na één dag en nog meer uitgesproken is na twee dagen na de initiële staalname.

Niet enkel het bewaren in een koelruim heeft een invloed op de garnalen, ook het koken ervan brengt verandering teweeg. Gekookte garnalen zijn gemiddeld 1,18% breder en 1,23% korter in vergelijking met ongekookte garnalen, zie Tabel 6.

Tabel 6 toont het uitsicht uitzetten van de carapax bij het koken. Bekomen van metingen uitgevoerd in 1995 & 2018 aan Thünen Institute for Sea Fisheries, Germany m.b.v. Dr. K. Hünerlage.

	Fresh			Boiled			% Difference		
	Weight [g]	Carapax width [mm]	Total length [mm]	Weight [g]	Carapax width [mm]	Total length [mm]	% weight	% width	% length
N	761	759	762	761	759	762	761	759	762
Min	0.13	3.75	28.00	0.12	3.80	27.00	-26.07	-19.57	-10.29
Max	5.17	13.40	81.00	4.79	13.30	80.00	15.90	21.43	10.00
Mean	1.32	7.97	53.09	1.23	8.05	52.43	-6.82	1.18	-1.23
SD	0.707	1.608	8.850	0.657	1.595	8.710	4.941	5.146	1.605

4 Discussie

4.2 Optimalisatie sorteerlijn

4.2.1 Pixelmaten voor ondermaatse garnaal (tot 12/2020)

Pixelmaat 185 en in mindere mate 165 zijn de beste pixelmaten om zoveel mogelijk maatse garnalen door te laten stromen naar de kookketel. Toch zijn er nog maatse garnalen die overboord gaan en ondermaatse die in de kookketel belanden. De exacte redenen hiervoor zijn moeilijk te achterhalen aangezien de specifieke werking van de Raytech software beschermd is, maar op basis van de resultaten kunnen enkele bedenkingen gemaakt worden.

- Het kan zijn dat de garnalen op de trilband niet altijd genoeg verenkelde worden en dus groter lijken dan ze zijn. De manier waarop de garnaal ligt (op de zij is smaller dan op de rug of buik) kan leiden tot een kleiner oppervlak en dus minder pixels voor een garnaal met dezelfde grootte.
- Er wordt opgemerkt dat een garnaal correct gemeten kan worden door het detectiesysteem, maar daarom niet altijd correct wordt weggeschoten met het afsputmechanisme met perslucht. Ondermaatse garnalen en bijvangst kunnen immers verschuiven op de band tussen het moment van detectie en het moment van afsputten, waardoor deze toch in de kookketel terecht komen. Dit systeem wordt momenteel nog verder geoptimaliseerd.
- Hoe hoger de pixelmaat staat, hoe meer ondermaatse garnalen en bijvangst er uitgeschoten moeten worden. In dit geval het is mogelijk dat het spuitsysteem minder goed presteert voor hogere pixelmaten omwille van capaciteitsproblemen. Een verdere optimalisatie van het spuitsysteem kan dus leiden tot een andere (hogere) optimale pixelmaat.

4.2.2 Vergelijkingen van de verschillende sorteringen (tot 12/2020)

Drie soorten sorteringen werden onderling vergeleken:

- 1) Traditioneel verwerkte garnalen (spoelsorteermachine) na sortering op de afslag;
- 2) Innovatief verwerkte garnalen na sortering aan boord (detectiesysteem + trilzeef);
- 3) Garnalen uit 2) na hersortering op de afslag.

Op deze manier kon een goed beeld geschetst worden van de accuraatheid van de zeven van de afslag en die van de innovatieve sortering en waar er eventuele verschillen zouden zijn tussen beide methodes. De accuraatheid of functionaliteit van de zeef op de afslag kan het best onderzocht worden op basis van de sorteringen van klasse 2 en klasse 3 garnalen. Bij deze twee klassen zijn namelijk zowel de boven- als de ondergrens bepaald door de zeven van de afslag, dewelke in principe altijd gelijk zijn. De lengtes en breedtes van de klasse 1 en puf garnalen zijn onderhevig aan natuurlijke en random variatie en verschillen afhankelijk van seizoenen, visgronden, ... Het is om die reden dat bij interpretatie van de resultaten de nadruk wordt gelegd op garnalen uit klasse 2 en klasse 3.

Een eerste belangrijke vaststelling was het verschil in gewichten van klasse 2 en klasse 3 tussen traditioneel verwerkte garnalen na sortering op de afslag en innovatief verwerkte garnalen na hersortering op de afslag. Garnalen afkomstig van de innovatieve verwerkingslijn bevatten meer garnalen van klasse 3, en minder garnalen van klasse 2 (Figuur 9). De garnalen afkomstig van de innovatieve lijn waren binnen klasse 2 en 3 bovendien gemiddeld langer (groter) en beter gesorteerd (Tabel 3).

Zoals besproken in de eerste paragraaf van de discussie, zouden de lengtefrequenties voor deze twee klassen niet mogen verschillen in geval van een optimaal functionerende afslagzeef. Het verschil wordt verklaard door het feit dat garnalen van de innovatieve lijn niet volledig gemengd over de afslagzeef gaan. Viskisten met klasse 1, 2 en 3 werden afwisselend over de zeef gegooid, maar werden niet volledig

gemengd. Dit toont dat de afslagzeef niet optimaal presteert voor ongesorteerde garnalen. In het geval van de traditionele verwerkingslijn komt een deel van de garnalen die normaal door de zeef moeten vallen, terecht in de hogere klassen, waardoor er garnalen zijn in klasse 3 die in theorie bij de puf-fractie horen. Hetzelfde geldt voor volgende stappen: In klasse 2 komen garnalen terecht die in klasse 3 horen, en ik klasse 1 garnalen die in klasse 2 horen. Aangezien garnalen van de innovatieve lijn reeds gesorteerd over de zeef gaan, is het effect hier minder uitgesproken.

Dit effect heeft tot gevolg dat fracties puf afkomstig van een traditionele verwerkingslijn, niet objectief vergeleken kunnen worden met de fracties afkomstig van de innovatieve verwerkingslijn. Voor de eerste wordt immers een (groter) deel van de puf-fractie meegenomen naar de commerciële klassen omdat deze garnalen volledig ongesorteerd over de zeef gaan.

Vervolgens kijken we naar de reden voor de aanwezigheid van puf in garnalen afkomstig van de innovatieve verwerkingslijn, na hersortering op de afslagzeef. Dit lijkt immers tegenstrijdig met de sortering van verenkelde garnalen met de trilzeef (6,8 mm) aan boord. De hypothese die we hier voorop stellen is dat de garnalen namelijk krimpen in het koelruim en zo dus in een lagere klasse kunnen vallen of zelfs tot de puf gaan behoren. Dit zou ook de kleinere hoeveelheid klasse 1 garnalen na hersortering op de afslag kunnen verklaren. De resultaten van de lengte-frequentie distributies tonen ook de aanwezigheid van ondermaatse garnalen bij de innovatieve sortering aan boord en ondersteunt deze hypothese.

4.3 Evaluatie sorteersysteem aan boord van WR289 (27/2/2022)

Er werd een grondige vergelijking gemaakt van de meest recente versie van het innovatieve sorteersysteem met de traditionele spoelsorteermachine. Met de innovatieve lijn (653 liter) werden iets meer commerciële garnalen aangeland dan met de spoelsorteermachine (571 liter). De commerciële garnalen afkomstig van de innovatieve lijn waren scherper gesorteerd dan de garnalen afkomstig van de traditionele lijn.

Ook de garnalen in de bijvangst werden beter gesorteerd met de innovatieve sorteerlijn. De lengtefrequentieverdeling van de garnalen gesorteerd met de innovatieve lijn heeft een scherpere piek dan de lengtefrequentieverdeling van de garnalen gesorteerd met de spoelsorteermachine. De grafiek toont bovendien dat minder commerciële garnalen overboord gaan tijdens de verwerking via de innovatieve lijn. De bijdrage van de optische sorteerder zelf bij het uitsorteren van bijvangstgarnaal is echter beperkt (27%) binnen de volledige innovatieve verwerkingslijn.

Scheiding van commerciële garnaal van andere bijvangstsoorten gebeurt beter via de innovatieve verwerkingslijn. Analyse van de deelstromen toont dat er via de traditionele verwerkingslijn significant meer bijvangst van vis naar de kookketel gaat dan met via de innovatieve sorteerlijn.

4.4 Krimp van garnalen (3/2021)

De resultaten bekomen van de foto's tonen een significante krimp van net geen 3 procent waarvan het grootste deel plaatsneemt in de eerste dag na het vangen. Dit betekent dat er altijd een klein deeltje van de gevangen commerciële garnalen, ondermaats zal worden tijdens het bewaarproces.

4.5 Populatie effecten door selectieve visserij

De wet stelt dat een garnaal ondermaats is als de carapax breedte minder dan 6.8 mm bedraagt. Ook de kleinste zeef op de afslag, die de puf van de klasse 3 garnalen scheidt, hanteert deze maat, dewelke biologische implicaties heeft. Vrouwelijke garnalen hebben bij een zelfde lengte, gemiddeld een bredere carapax dan mannetjes (Figuur 2). Dit betekent dat er met de traditionele spoelsorteermachine

(ongewild) meer specifiek op vrouwelijke garnalen gevist wordt, en er in verhouding tot de natuurlijke populatie dus meer vrouwelijke garnalen in de vangsten aan boord zullen blijven zitten dan mannelijke. De innovatieve sorteerlijn selecteert garnalen op aantal pixels en niet op carapaxbreedte, daardoor zal er met dit systeem minder selectief op vrouwelijke garnalen gevist worden. Deze verschillende manier van vissen kan een effect hebben op populatiedynamica wanneer een volledige vloot (of een deel ervan) op de ene of de andere manier zou vissen.

5 Conclusie

- De meest recente versie van de innovatieve sorteerlijn is beter in het scheiden van bijvangstgarnalen en commerciële garnalen op basis van carapaxbreedte.
- Een kleine maar niet verwaarloosbare hoeveelheid ondermaatse garnalen wordt niet uitgeschoten door de innovatieve sorteerlijn en wordt vervolgens gekookt, deze garnalen worden nadien wel uitgesorteerd via een trilzeef die deel uitmaakt van de innovatieve sorteerlijn.
- Bijvangst van vis, benthos en afval wordt beter uitgesorteerd met de innovatieve sorteerlijn (voor het koken van de vangst).
- De carapax van garnalen krimpt in het koelruim (3%).
- De innovatieve verwerking kan een scherpere sortering bekomen (carapax) dan de zeven van de afslag.
- Onderzoek naar overleving werd nog niet uitgevoerd.

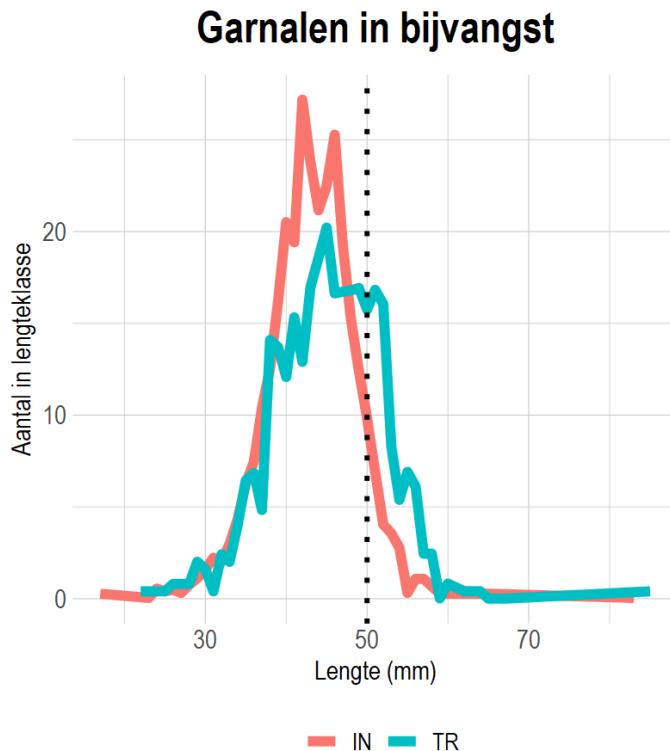
6 Referenties

- 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.
- Boddeke, R. (1989). Management of the brown shrimp (*Crangon crangon*) stock in the Dutch Coastal waters. In Caddy, J.F. (Ed.), *Marine Invertebrate Fisheries: Their Assessment and Management*, pp. 35–62. New York: Wiley.
- 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.
- Doeksen, A. (2006) Ecological perspectives of the North Sea C. *Crangon* Fishery. Thesis, Wageningen Universiteit, Nederland.
- ICES. (2013). Report of the Working Group on Crangon Fisheries and Life History (WGCRAN). ICES C.M. 2013.
- Lancaster, J. (1999). Ecological studies on the Brown shrimp, *Crangon crangon*, fishery in the Solway Firth. Thesis, Department of Marine Sciences and Coastal Zone Management University New Castle Upon Tyne, UK.
- Meixner, R. (1996). Zur Bedeutung des Größenunterschieds weiblicher und männlicher Nordseegarnelen für die kommerzielle Garnelenfischerei. *Inf Fischwirtsch*, 43(1), 6-8.
- Polet, H. (2003). Evaluation of by-catch in the Belgian Brown shrimp (*Crangon crangon* L.) fishery and of technical means to reduce discarding. Phd Thesis, Faculteit landbouwkundige en toegepaste biologische wetenschappen, University of Ghent, Belgium.
- 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.
- Röckmann, C., Quirijns, F., van Overzee, H. & Uhlmann, S. (2011). Discards in fisheries. IMARES rapport C068/11.
- 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 stock on the German North Sea Coast). *Arch. FischWiss.* 40: 39–48.
- Tulp, I., Chen, C., Haslob, H., Schulte, K., Siegel, V., Steenbergen, J., Temming, A., and Hufnagl, M. (2016). Annual brown shrimp (*Crangon crangon*) biomass production in Northwestern Europe contrasted to annual landings. *ICES J. Mar. Sci.* 73, 2539–2551.
- Van Beek, F.A., Van Leeuwen, P.I. & Rijnsdorp, A.D. (1990). On the survival of plaice and sole discards in the otter-trawl and beam-trawl fisheries in the North Sea. *Netherlands Journal of Sea Research*, 26, 151-160.
- van Marlen, B., Redant, F., Polet, H., Radcliffe, C., Revill, S., Kristensen, P.S. & Hansen, K.E. (1997). Research into Crangon fisheries unerring effect (RESCUE)-EU study 94/044, rapport nr: C054/97.

7 Annexen

Annex 1: Resultaten van de bijvangststromen aan boord van de WR09

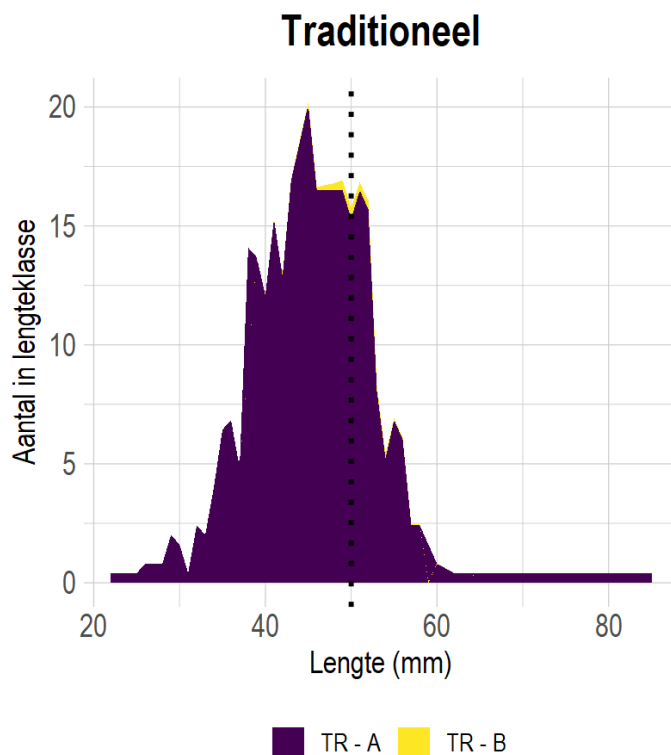
Figuur 28 toont de garnalen die per liter ruwe vangst weer overboord gaan bij verwerking met beide sorteersystemen. Deze figuur toont dat bij beide systeem ongeveer evenveel garnalen weer overboord gaan. De garnalen die via de innovatieve lijn weer overboord gaan zijn echter kleiner en variëren minder in lengte.



Figuur 28 – Garnalen die weer overboord gaan als bijvangst (aantal per liter ruwe bijvangst) met het innovatieve systeem (rood) en het traditionele systeem (groen), de zwarte stippellijn toont de grens tussen maatse en ondermaatse garnalen (50 mm).

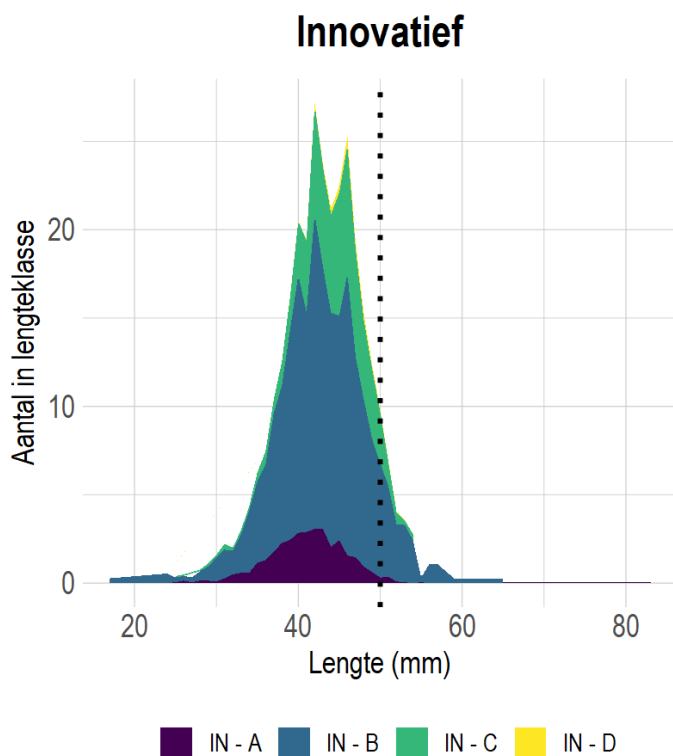
Figuur 29 toont de garnalen die weer overboord gaan als bijvangst (gelijk aan de groene lijn in Figuur 28), opgesplitst per deelstroom. TR-A (paars) zijn de garnalen die worden uitgesorteerd via de

spoelsorteermachine (ongekookt). Deelstroom TR-B toont de garnalen die na het koken worden uitgesorteerd met de spoelsorteermachine.



Figuur 29 - Garnalen die weer overboord gaan als bijvangst met de traditionele spoelsorteermachine, opgesplitst volgens deelstromen, de zwarte stippellijn toont de grens tussen maatse en ondermaatse garnalen (50 mm).

Figuur 30 toont de garnalen die weer overboord gaan als bijvangst (gelijk aan de rode lijn in Figuur 28), opgesplitst per deelstroom. IN-A (paars) zijn de garnalen die worden uitgesorteerd via het kamzeefje (ongekookt). Deelstroom IN-B toont de garnalen worden uitgeschoten via het persluchtsysteem (ongekookt). Deelstroom IN-C (groen) en IN-D (geel) tonen de garnalen die gekookt weer overboord gaan via respectievelijk de spoelsorteermachine en het trilzeefje.



Figuur 30 - Garnalen die weer overboord gaan als bijvangst met het innovatieve systeem, opgesplitst volgens deelstromen, de zwarte stippellijn toont de grens tussen maatse en ondermaatse garnalen (50 mm).

Annex 2: verslag zeereizen

Zelfbemonstering week 40 – week 44 – 2020

Schipper Jan-Jurie van Eeckelen nam garnaalstalen volgens vooropgesteld protocol gedurende 4 weken. Elke week werd een nieuwe pixelmaat ingesteld en getest namelijk: 135, 160, 185 en 200 pixels.

Waarnemersreis 16/11/2020-18/11/2020 en staalname aan afslag Lauwersoog

Zeegaande waarnemers Eddy Buyvoets en Hans Thiel scheepten van 16/11/2020-18/11/2020 in aan boord van de WR9.

Er werden 24 slepen uitgevoerd waarvan er 16 bemonsterd werden. Bij de eerste vier slepen werd de optische sorteerder ingesteld op 200 pixels, de volgende twaalf slepen werd de sorteerder ingesteld op 160 pixels. Eén sleep kon niet volledig verwerkt worden door de techniekers alvorens de volgende sleep al toegevoegd werd. Dit kwam vanwege het vast komen te zitten van het visnet in de wadden. Bemonstering werd gespreid over de volledige zeereis, er werd zowel over dag als 's nachts bemonsterd. Een aantal kisten werden niet nauwkeurig gelabeld in het visruim, dit werd gelukkig tijdig opgemerkt door schipper Jan-Jurie Van Eekelen tijdens het ontschepen, waardoor alle bemonsterde slepen konden

meegenomen werden voor verdere analyse. Tijdens volgende reizen werden duidelijkere afspraken gemaakt over wie verantwoordelijk is voor het labelen van de kisten. Als gevolg van de onduidelijke labels werden geen betrouwbare resultaten bekomen van de gewichten van de verschillende klassen van de innovatieve sortering aan boord. Deze werden voor deze reis dus niet meegenomen in de rapportering.

Tijdens het transport naar de afslag in Lauwersoog vielen twee kisten om, zonder gevolg voor verdere verwerking. De garnalen raakten niet gemengd met andere klassen en konden dus verder verwerkt worden. Volgende reizen werd er extra aandacht besteed aan veilig en voorzichtig transport naar de afslagzeef.

Zelfbemonstering en staalname aan afslag Harlingen 23/12/2020

Na het lossen van de garnalen van de WR9 werden de benodigde stalen genomen van de garnalen die gesorteerd waren door de optische sorteerder en een staal van de ongesorteerde (traditioneel verwerkte) garnalen. Alvorens het zeven werd de tweede zeefmat vervangen door een andere en werd de vermaler afgezet opdat de puf er volledig uit komt.

Vervolgens gingen de ongesorteerde garnalen kist per kist over de zeef. Hierna werden van de klassen en de puf stalen van genomen en gingen de gesorteerde garnalen over de zeef. De garnalen uit de gesorteerde kisten werden wat gemengd door min of meer afwisselend kisten van andere klassen achter elkaar over de zeef te sturen. Na het zeven werd er wederom van elke klasse en de puf stalen genomen. Alles verliep vlot en zonder moeilijkheden en alle benodigde stalen zijn genomen.

Waarnemersreis 27/02/2022 – 02/03/2022, week 19 aan boord van WR289

Waarnemers: Jasper Van Vlasselaer, Wetenschapper & Jan Ranson, Technieker & Nettenmaker

Opgestapt zondag avond in Harlingen, terug van boord op woensdag namiddag.

In totaal waren 16 slepen succesvol verwerkt op bijvangststromen en garnaalstalen genomen van de vangsten voor in smartshrimp. Dit is gebeurd op het dek bij de bijvangststromen maar ook in het ruim van de drie klassen. Ook de commerciële gewichten van traditioneel en innovatief zijn opgeschreven. 2 slepen waren mislukt door problemen met de opvang van de verliesstromen aan de trommel.

De vangsten waren redelijk beperkt, af en toe met grote brokken turf en veel krabben.