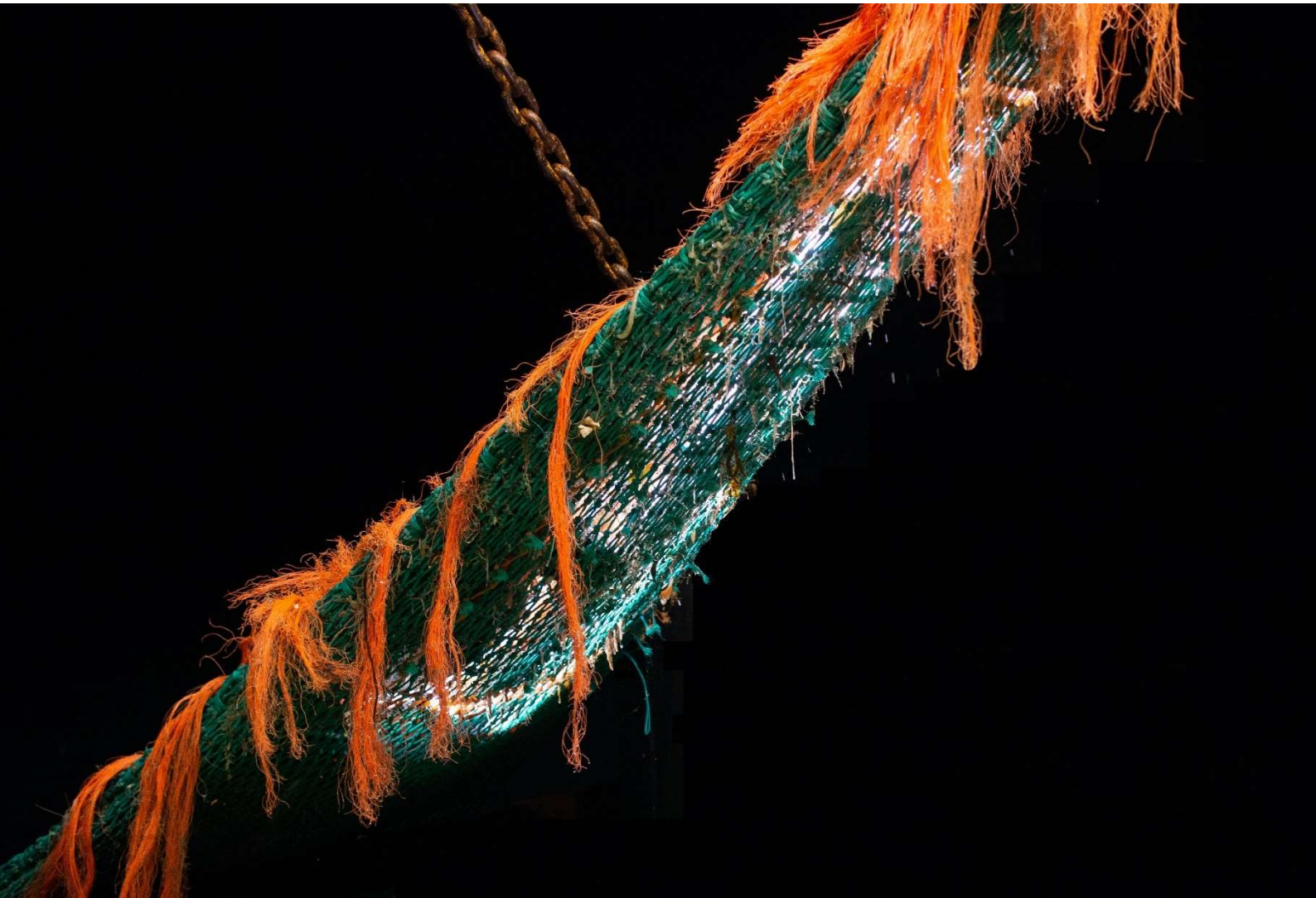


EINDRAPPORT - COMBITUIG

TECHNISCHE INNOVATIES IN DE BOOMKORVISSERIJ OM DE BIJVANGSTEN
TE REDUCEREN EN OVERLEVING TE VERBETEREN
(17/UP1/10/DIV)

AUTEURS: MATTIAS VAN OPSTAL EN JASPER VAN VLASSELAER



ILVO
Instituut voor Landbouw-
en Visserijonderzoek



Europees Fonds voor
Maritieme Zaken en Visserij



Europese Unie

Gefinancierd door FIVA en EFMZV

INHOUD

Figuren.....	3
Tabellen.....	7
Samenvatting.....	9
Inleiding.....	10
1. Communicatie en sector participatie.....	11
1.1 Sector.....	11
1.1.1 Kenniskring Innoverend vissen ‘Combituig’.....	11
1.1.2 Directe communicatie.....	12
1.1.3 Algemene oproepen en vulgariserende communicatie.....	12
1.1.4 Sectorparticipatie aan boord van onderzoeksvaartuigen.....	13
1.1.5 Beperkingen en nadelen van deze manier van werken.....	13
1.2 Internationaal – wetenschappelijk.....	13
2. Technische innovaties en selectiviteit.....	15
2.1 Materiaal en Methode.....	15
2.1.1 Laboproeven.....	15
2.1.2 Ontwikkeling en inschatting potentieel van technische innovaties aan boord van onderzoeksvaartuigen.....	15
2.1.3 Vangstvergelijking door ILVO aan boord van onderzoeksvaartuigen.....	15
2.1.4 Selsampling door bemanning aan boord van commerciële vaartuigen.....	16
2.1.5 Vangstvergelijking door ILVO aan boord van commerciële vaartuigen.....	16
2.2 Resultaten.....	16
2.2.1 Whirlspoilors.....	16
2.2.2 BRP.....	25
2.2.3 Maaswijdte kuil.....	29
2.2.4 LED Lindgren Pitman aan boom.....	37
2.2.5 LED Lindgren Pitman in DRP.....	40
2.2.1 LED Rope in BRP.....	43
2.2.2 LED Rope in BRP en DRP met bovenkuil.....	47
2.2.3 LED Rope in DRP met bovenkuil en BRP.....	49
2.2.4 LED Rope in BRP met onderkuil.....	51
2.2.5 LED Rope Z201 Vlaams Paneel.....	54
2.2.6 LED Rope Z201 BRP.....	57
2.2.7 LED Rope garnaalvisserij.....	60
2.2.8 Schrikelementen.....	62
2.2.9 Laser.....	68
Waterjets.....	71

3	Overleving van schol.....	74
3.1	Introductie.....	74
3.2	De invloed van sleepduur op overleving van schol.....	75
3.3	De invloed van het vangstgewicht op de overleving van schol.....	81
3.4	De invloed van vissen overdag of 's nachts op de overleving van schol.....	82
3.5	De invloed van de lengte van schol op de overleving.....	83
3.6	De invloed van blootstelling aan lucht op de overleving van schol.....	83
3.7	Overleving in relatie tot schol reflexen en verwondingen.....	84
3.8	Conclusie.....	86
4	Alternatieve technische maatregelen voor de TR2 in de Keltische zee.....	87
5	Algemene Conclusie.....	88
	Referenties.....	89

FIGUREN

Figuur 1 – Nettekening van standaard 4m boomkornet zoals gebruikt aan boord van de RV Belgica.	15
Figuur 2 – Aluminium whirlspoilers versie 1, bevestigd in kettingmat RV Belgica met holle kant naar voor op rechtse foto.	16
Figuur 3 - Locaties van de bemonsterde slepen, holle whirlspoilers versie 1 in het rood, bolle whirlspoilers versie 1 in het blauw en bolle whirlspoilers versie 2 in het groen.	17
Figuur 4 – Locaties van de bemonsterde slepen tijdens de reis, reeks 1 (whirlspoilers bol) in het rood, reeks 2 (whirlspoilers hol) in het blauw.	18
Figuur 5 - Simulatie van krachten die inspelen op whirlspoilers (grijze pijlen). De kleuren tonen de relatieve dichtheid van het water, waarbij rood staat voor ‘hoog’, en blauw voor ‘laag’.	19
Figuur 6 - Holle whirlspoilers versie 1. De lengtefrequentieverdelingen (gevangen aantallen per lengteklasse) voor schol en tong. Volle lijn = standaard net; stippellijn = innovatief net. Verhoudingen (standaard net/totaal) zijn weergegeven met witte bollen, betrouwbaarheidsintervallen in het grijs. Horizontale stippellijn op 50% vis in standaard-net (staat voor geen effect van innovatie).	20
Figuur 7– Holle whirlspoilers versie 1. Boxplots van benthos en afval voor traditioneel vistuig en whirlspoilers.	20
Figuur 8 - Bolle whirlspoilers versie 1. De lengtefrequentieverdelingen (gevangen aantallen per lengteklasse) voor schol en tong. Volle lijn = standaard net; stippellijn = innovatief net. Verhoudingen (standaard net/totaal) zijn weergegeven met witte bollen, betrouwbaarheidsintervallen in het grijs. Horizontale stippellijn op 50% vis in standaard-net (staat voor geen effect van innovatie).	21
Figuur 9 - Bolle spoilers versie 1. Boxplots van benthos en afval voor traditioneel vistuig en whirlspoilers. ..	22
Figuur 10 – Bolle whirlspoilers versie 2. De lengtefrequentieverdelingen (gevangen aantallen per lengteklasse) voor schol en tong. Volle lijn = standaard net; stippellijn = innovatief net. Verhoudingen (standaard net/totaal) zijn weergegeven met witte bollen, betrouwbaarheidsintervallen in het grijs. Horizontale stippellijn op 50% vis in standaard-net (staat voor geen effect van innovatie).	23
Figuur 11 - Bolle whirlspoilers versie 2. Boxplots van benthos en afval voor traditioneel vistuig en whirlspoilers.	23
Figuur 12 – Beviste gronden tijdens de reis, de startlocatie van elke bemonsterde sleep is aangeduid in rood voor optuiging 1, groen voor optuiging 2 en blauw voor optuiging 3.	25
Figuur 13 - De lengtefrequentieverdelingen (gevangen aantallen per lengteklasse) voor tong. De volle lijn toont de tong in het standaardnet, de stippellijn de tong in het net met BRP. Verhoudingen (standaard net/totaal) zijn weergegeven met witte bollen, betrouwbaarheidsintervallen in het grijs. Horizontale stippellijn op 50% vis in standaard-net (staat voor geen effect van innovatie). Linksboven configuratie 1, rechtsboven configuratie 2 en linksonder configuratie 3.	28
Figuur 14 – Beviste gronden tijdens de reis, de startlocatie van elke bemonsterde sleep is aangeduid in rood.	30
Figuur 15 – Beviste gronden tijdens de reis, de startlocatie van elke bemonsterde sleep is aangeduid in rood.	30
Figuur 16 - Beviste gronden tijdens de reis, de startlocatie van elke bemonsterde sleep is aangeduid in rood.	31
Figuur 17 –De lengtefrequentieverdelingen (gevangen aantallen per lengteklasse) voor tong tijdens de waarnemersreis met 90 mm kuil. Volle lijn = standaard net; stippellijn = innovatief net. Verhoudingen (standaard net/totaal) zijn weergegeven met witte bollen, betrouwbaarheidsintervallen in het grijs. Horizontale stippellijn op 50% vis in standaard-net (staat voor geen effect van innovatie).	33
Figuur 18 - –De lengtefrequentieverdelingen (gevangen aantallen per lengteklasse) voor schar, schol, tongschar en wijting. Volle lijn = standaard net; stippellijn = innovatief net. Verhoudingen (standaard net/totaal) zijn weergegeven met witte bollen, betrouwbaarheidsintervallen in het grijs. Horizontale stippellijn op 50% vis in standaard-net (staat voor geen effect van innovatie).	35

Figuur 19 - Lindgren-Pitman Electralume Fishing Light. Op de rechterfoto is te zien hoe het licht in de boomopening werd geplaatst.	37
Figuur 20– Locaties van de bemonsterde slepen (rood).	38
Figuur 21 –De lengtefrequentieverdelingen (gevangen aantallen per lengteklasse) voor schol en tong. Volle lijn = standaard net; stippellijn = innovatief net. Verhoudingen (standaard net/totaal) zijn weergegeven met witte bollen, betrouwbaarheidsintervallen in het grijs. Horizontale stippellijn op 50% vis in standaard-net (staat voor geen effect van innovatie).	39
Figuur 22 – Bij het binnenhalen van de netten wordt het BRP, dat zich aan de onderkant of ‘in de buik’ van het net bevindt en waar de Electralume lichtjes aan vasthangen.	40
Figuur 23 – Locaties van de bemonsterde slepen (rood)	41
Figuur 24 –De lengtefrequentieverdelingen (gevangen aantallen per lengteklasse) voor schol en tong. Volle lijn = standaard net; stippellijn = innovatief net. Verhoudingen (standaard net/totaal) zijn weergegeven met witte bollen, betrouwbaarheidsintervallen in het grijs. Horizontale stippellijn op 50% vis in standaard-net (staat voor geen effect van innovatie).	41
Figuur 25 - De inhouse gemaakte LED ropes. Deze werden gevoed met een batterij (rechtsboven) dewelke samen met de strips in het net gehangen werd.	43
Figuur 26 - <i>Zicht op de plaatsing van de ropes in de buik van het net.</i>	44
Figuur 27 - Bij het bovenhalen van de netten werd een felle witte gloed waargenomen die het water rond de LED ropes verlicht.	44
Figuur 28 - Locaties van de bemonsterde slepen december 2019 (blauw) en februari 2020 (rood).	45
Figuur 29 – De lengtefrequentieverdelingen (gevangen aantallen per lengteklasse) voor schol en tong. Volle lijn = standaard net; stippellijn = innovatief net. Verhoudingen (standaard net/totaal) zijn weergegeven met witte bollen, betrouwbaarheidsintervallen in het grijs. Horizontale stippellijn op 50% vis in standaard-net (staat voor geen effect van innovatie).	46
Figuur 30 - Locaties van de bemonsterde slepen (rood).	47
Figuur 31 – De lengtefrequentieverdelingen (gevangen aantallen per lengteklasse) voor schol en tong. Volle lijn = standaard net; stippellijn = innovatief net. Verhoudingen (standaard net/totaal) zijn weergegeven met witte bollen, betrouwbaarheidsintervallen in het grijs. Horizontale stippellijn op 50% vis in standaard-net (staat voor geen effect van innovatie).	48
Figuur 32 - Locaties van de bemonsterde slepen (rood).	49
Figuur 33 - De lengtefrequentieverdelingen (gevangen aantallen per lengteklasse) voor schol en tong. Volle lijn = standaard net; stippellijn = innovatief net. Verhoudingen (standaard net/totaal) zijn weergegeven met witte bollen, betrouwbaarheidsintervallen in het grijs. Horizontale stippellijn op 50% vis in standaard-net (staat voor geen effect van innovatie).	50
Figuur 34 - Locaties van de bemonsterde slepen (rood).	51
Figuur 35 – De lengtefrequentieverdelingen (gevangen aantallen per lengteklasse) voor schol en tong. Volle lijn = standaard net; stippellijn = innovatief net. Verhoudingen (standaard net/totaal) zijn weergegeven met witte bollen, betrouwbaarheidsintervallen in het grijs. Horizontale stippellijn op 50% vis in standaard-net (staat voor geen effect van innovatie).	52
Figuur 36 - De lengtefrequentieverdelingen (gevangen aantallen per lengteklasse) voor schol en tong in onderkuil. Volle lijn = standaard net; stippellijn = innovatief net. Verhoudingen (standaard net/totaal) zijn weergegeven met witte bollen, betrouwbaarheidsintervallen in het grijs. Horizontale stippellijn op 50% vis in standaard-net (staat voor geen effect van innovatie)	52
Figuur 37 - Locaties van de bemonsterde slepen, slepen met vangstvergelijking in rood, referentieslepen in blauw.	54
Figuur 38 - De lengtefrequentieverdelingen (gevangen aantallen per lengteklasse) voor schol. Links = resultaten met LED, Rechts = referentieslepen. Volle lijn = standaard net; stippellijn = innovatief net. Verhoudingen (standaard net/totaal) zijn weergegeven met witte bollen,	55

Figuur 39 - De lengtefrequentieverdelingen (gevangen aantallen per lengteklasse) voor tong. Links = resultaten met LED, Rechts = referentieslepen. Volle lijn = standaard net; stippellijn = innovatief net. Verhoudingen (standaard net/totaal) zijn weergegeven met witte bollen,	55
Figuur 40 - Locaties van de bemonsterde slepen, slepen met vangstvergelijking in rood, referentieslepen in blauw.	57
Figuur 41 – Het BRP dat in de buik van het net wordt aangebracht. Bemerkt de blauwe strengen of “spekken” die nu opzij gelegd zijn maar tijdens het vissen de buik van het net beschermen en dus ook grotendeels het BRP overlappen.	58
Figuur 42 - De lengtefrequentieverdelingen (gevangen aantallen per lengteklasse) voor schol. Links = resultaten met LED, Rechts = referentieslepen. Volle lijn = standaard net; stippellijn = innovatief net. Verhoudingen (standaard net/totaal) zijn weergegeven met witte bollen.	58
Figuur 43 - De lengtefrequentieverdelingen (gevangen aantallen per lengteklasse) voor tong. Links = resultaten met LED, Rechts = referentieslepen. Volle lijn = standaard net; stippellijn = innovatief net. Verhoudingen (standaard net/totaal) zijn weergegeven met witte bollen.	59
Figuur 44 – LED licht aangebracht op de bovenpees van het net aan bakboordzijde.	60
Figuur 45 - Locaties van de bemonsterde slepen (rood).	61
Figuur 46 – Schrikelementen in kettingmat.	62
Figuur 47– Locaties van de bemonsterde slepen.	63
Figuur 48 – De lengtefrequentieverdelingen (gevangen aantallen per lengteklasse). Verhoudingen (standaard net/totaal) zijn weergegeven met witte bollen, betrouwbaarheidsintervallen in het grijs. Volle lijn = standaard net; stippellijn = innovatief net. Horizontale stippellijn op 50% vis in standaard-net (staat voor geen effect van innovatie).	66
Figuur 49 - – De lengtefrequentieverdelingen (gevangen aantallen per lengteklasse). Verhoudingen (standaard net/totaal) zijn weergegeven met witte bollen, betrouwbaarheidsintervallen in het grijs. Volle lijn = standaard net; stippellijn = innovatief net. Horizontale stippellijn op 50% vis in standaard-net (staat voor geen effect van innovatie).	67
Figuur 50 - Experimenteel garnaalnet (Hreinsson et al., 2018).	68
Figuur 51 - Proefopstelling (a), laserstraal verdeelt proefaquarium in twee gelijke delen.	69
Figuur 52 - Proefopstelling (b), groen laserlicht in testtank.	69
Figuur 53 - Standaard net (puls) op linkerfoto, net met waterjets op rechterfoto.	71
Figuur 54 – Dubbele spuitkop zoals gebruikt tijdens waarnemersreis aan boord van de ARM-33.	72
Figuur 55 – De lengtefrequentieverdelingen van tong (gevangen aantallen per lengteklasse). Volle lijn = standaard net; stippellijn = innovatief net. Verhoudingen (puls/totaal) zijn weergegeven met witte bollen, 95% betrouwbaarheidsintervallen in het grijs. Horizontale stippellijn op 50% vis in standaard-net (staat voor geen effect van innovatie).	73
Figuur 56: Correlatiematrix. Positieve correlaties worden in rood weergegeven, negatieve correlaties in het blauw. De correlatie is niet significant als het correlatienummer is doorgestreept. Lengte is de lengte van de gevangen schol in cm, catch.weight.side is het gewicht van de vangst in het net waarin de gemonitorde schol is gevangen, light.nr is een waarde 1 als de vangst bij daglicht plaats vond of waarde 0 als de schol 's nachts in het donker werd gevangen. Side.nr is de kant waar de schol is gevangen met stuurboord en bakboord gewijzigd in respectievelijk numerieke variabelen 1 en 2. De netten aan beide zijden hebben een gelijk ontwerp, maar schol werd eerst aan stuurboord verzameld. INJ.score is een getal om de mate van verwonding van de schol te beoordelen. RAMP.score is een getal dat de fitheid of vitaliteit van de schol beoordeelt.	75
Figuur 57: Overlevingsresultaten van de zeereis in februari 2019. De overleving van schol (%) tijdens de monitoringperiode op zee uit slepen met sleepduur van 0,5h, 1h, 1,5h en 2h.	77
Figuur 58: Overlevingsresultaten van de zeereis in april 2019. De overleving van schol (%) tijdens de monitoringperiode op zee uit slepen met sleepduur van 0,5h, 1h, 1,5h en 2h.	77
Figuur 59: Overlevingsresultaten van de zeereis in februari 2020. De overleving van schol (%) tijdens de monitoringperiode op zee uit slepen met sleepduur van 0,5h, 1h, 1,5h en 2h.	77

Figuur 60: Overlevingsresultaten van de zeereis in oktober 2020. De overleving van schol (%) tijdens de monitoringperiode op zee uit slepen met sleepduur van 0,5h, 1h, 1,5h en 2h.....	77
Figuur 61: Overlevingsresultaten van de zeereis in december 2020. De overleving van schol (%) tijdens de monitoringperiode op zee uit slepen met sleepduur van 0,5h, 1h, 1,5h en 2h.....	77
Figuur 62: Overlevingsresultaten van de zeereis in februari 2021. De overleving van schol (%) tijdens de monitoringperiode op zee uit slepen met sleepduur van 0,5h, 1h, 1,5h en 2h.....	78
Figuur 63: Kaplan-Meier overlevingsschattingen met 95% betrouwbaarheidsgrenzen.....	79
Figuur 64: Boxplots van de overleving (h) van schol per sleepduur voor alle zeereizen behalve februari 2021.	80
Figuur 65: Overleving van school (h) per sleepduur. Visualisatie met Visreg-pakket in R. Visreg plot hoe de verwachte waarde van de uitkomst (overleving van schol) verandert als een functie van vast effect x (sleepduur), waarbij alle andere variabelen in het model vast worden gehouden.....	81
Figuur 66: Overlevingsresultaten van de zeereis in december 2019. De overleving van schol (%) tijdens de monitoringperiode op zee van slepen met een sleepduur van 1 uur en verschillende vangstgewichten.	81
Figuur 67: Overlevingsresultaten van de zeereis in december 2019. Overleving versus vangstgewicht.	81
Figuur 68: Scatterplot of the survival time of plaice (h) per catch volume (kg). Each dot represents an observation and marginal box plots and the fit line are included.	82
Figuur 69: Survival time of plaice (h) in function of catch weight. Visualisation using Visreg package in R. Visreg plots how the expected value of the outcome (survival of plaice) changes as a function of fixed effect x (catch weight), with all other variables in the model held fixed.	82
Figuur 70: Overleving (%) boxplots voor slepen in het donker en overdag, in het licht. A: voor alle 0,5 uur durende slepen, B: voor alle 1 uur durende slepen, C: voor alle 1,5 uur durende slepen en D: voor alle 2 uur durende slepen.	82
Figuur 71: Overlevingstijd van schol (h) in functie van dag- of nachtvisserij. Visualisatie met Visreg-pakket in R. Visreg plot hoe de verwachte waarde van de uitkomst (overleving van schol) verandert als een functie van vast effect x (licht), terwijl alle andere variabelen in het model vast worden gehouden.....	83
Figuur 72: spreidingsdiagram van de overlevingstijd van schol (h) in relatie tot de lengte van schol. Elke stip vertegenwoordigt een observatie en marginale boxplots en de fit-lijn zijn weergegeven.....	83
Figuur 73: Overlevingstijd van schol (h) in functie van schollengte. Visualisatie met Visreg-pakket in R. Visreg plot hoe de verwachte waarde van de uitkomst (overleving van schol) verandert als een functie van het vast effect x (lengte), terwijl alle andere variabelen in het model vast worden gehouden.	83
Figuur 74: Overlevingstijd van schol (h) in functie van vangstzijde (BB = bakboord, SB=stuurboord). Visualisatie met Visreg-pakket in R. Visreg plot hoe de verwachte waarde van de uitkomst (overleving van schol) verandert als een functie van vast effect x (zijde), terwijl alle andere variabelen in het model vast worden gehouden.	84
Figuur 75: Boxplots van de RAMP scores per zeereis.....	85
Figuur 76: Boxplots van de letselscores per zeereis.	85
Figuur 77: Spreidingsdiagram van de overlevingstijd van schol (h) in relatie tot de RAMP-scores. Elke stip vertegenwoordigt een observatie en marginale boxplots en de fit-lijn worden weergegeven.....	85
Figuur 78: Spreidingsdiagram van de overlevingstijd van schol (h) in relatie tot de letselscores. Elke stip vertegenwoordigt een observatie en marginale boxplots en de fit-lijn worden weergegeven.....	85
Figuur 79: Overlevingstijd van schol (h) in functie van de letselscores. Visualisatie met Visreg-pakket in R. Visreg plot hoe de verwachte waarde van de uitkomst (overleving van schol) verandert als functie van fixed effect x (letselscore), waarbij alle andere variabelen in het model vast worden gehouden.	86

TABELLEN

Tabel 1 - Holle whir spoilers versie 1. Aantallen van meest gevangen (>250 in totaal) soorten, opgesplitst in ondermaats en maats. Ook vangstverschillen zijn weergegeven, berekend als $(\# \text{experimenteel} - \# \text{traditioneel}) / \# \text{traditioneel} * 100$. Significante verschillen (p-waarde 0,05) cursief.	19
Tabel 2 - Bolle whir spoilers versie 1. Aantallen van meest gevangen (>250 in totaal) relevante soorten, opgesplitst in ondermaats en maats. Ook vangstverschillen zijn weergegeven, berekend als $(\# \text{experimenteel} - \# \text{traditioneel}) / \# \text{traditioneel} * 100$. Significante verschillen (p-waarde 0,05) cursief.	21
Tabel 3 - Bolle whir spoilers versie 2. Aantallen van meest gevangen (>250 in totaal) relevante soorten, opgesplitst in ondermaats en maats. Ook vangstverschillen zijn weergegeven, berekend als $(\# \text{experimenteel} - \# \text{traditioneel}) / \# \text{traditioneel} * 100$. Significante verschillen (p-waarde 0,05) cursief.	22
Tabel 4 – Aantallen maatse schol, maatse en ondermaatse tong en inschatting van visdiscards en benthos. Ook standaardafwijkingen zijn weergegeven. Whir spoilers aan BB, conventioneel aan SB.	24
Tabel 5 - Totaal vangstgewicht en gewicht van commerciële tong, schol en zwartvis samen met het vangstverlies, berekend als $(\text{kg}_{\text{brp}} - \text{kg}_{\text{std}}) / \text{kg}_{\text{std}} * 100$ en p-waarde.	26
Tabel 6 – Berekende gemiddelde hoeveelheid bijvangst van vis en benthos per sleep, ook het ‘vangstverlies’ is aangegeven en is berekend als $(\text{kg}_{\text{brp}} - \text{kg}_{\text{std}}) / \text{kg}_{\text{std}} * 100$.	27
Tabel 7 – Totaal aantal discards tong voor elk van de geteste configuraties.	27
Tabel 8 – Gewichten van de meest gevangen soorten (totaal in kg over alle bemonsterde slepen) en de verschillen (%). Opgesplitst voor de slepen voor en na het verslepen van de grametten. De p-waarde werd berekend over alle slepen (voor + na versteken grametten).	31
Tabel 9 – Totaal gewicht bijvangst, vangstgewicht ondermaatse vis, vangstgewicht rest (benthos + afval) en aantallen ondermaatse tong. Opgesplitst voor de slepen voor en na het verslepen van de grametten. De p-waarde werd berekend over alle slepen (voor + na versteken grametten).	32
Tabel 10 Gewichten van de meest gevangen soorten (totaal in kg over alle bemonsterde slepen) en de verschillen (%) samen met p-waarde.	32
Tabel 11 - Totaal gewicht bijvangst, bijvangst rondvis, bijvangst platvis, benthos en hondshaai samen met p-waarde.	33
Tabel 12 - Totaal vangstgewicht en gewicht van commerciële tong, schol en kabeljauw na 47 bemonsterde slepen samen met het vangstverschil, berekend als $(\text{kg}_{80\text{mm}} - \text{kg}_{100\text{mm}}) / \text{kg}_{80\text{mm}} * 100$ en p-waarde. Significante p-waarden zijn weergegeven in cursief.	34
Tabel 13 – Inschatting van totale besomming voor beide kuilen over de bemonsterde slepen.	34
Tabel 14 – Berekende gemiddelde hoeveelheid bijvangst van vis en benthos per sleep met standaarddeviatie voor de 47 bemonsterde slepen, ook het vangstverschil is aangegeven en is berekend als $(\text{kg}_{80\text{mm}} - \text{kg}_{100\text{mm}}) / \text{kg}_{80\text{mm}} * 100$.	35
Tabel 15 – Aantallen van meest gevangen (>250 in totaal) soorten, opgesplitst in ondermaats en maats. Ook vangstverschillen zijn weergegeven, berekend als $(\# \text{experimenteel} - \# \text{traditioneel}) / \# \text{traditioneel} * 100$. Significante verschillen (p-waarde 0,05) cursief.	38
Tabel 16 – vangsten (liter per sleep) en vangstverschillen (%) samen met significantieniveaus.	61
Tabel 17 – Aantallen ondermaatse vis van de meest gevangen soorten. Ook vangstverschillen zijn weergegeven, berekend als $(\# \text{experimenteel} - \# \text{traditioneel}) / \# \text{traditioneel} * 100$. Significante verschillen zijn cursief gedrukt (gepaarde t-test, $p < 0.05$)	63
Tabel 18 – Aantallen maatse vis van de meest gevangen soorten. Ook vangstverschillen zijn weergegeven, berekend als $(\# \text{experimenteel} - \# \text{traditioneel}) / \# \text{traditioneel} * 100$. Significatante verschillen zijn cursief gedrukt (gepaarde t-test, $p < 0.05$)	64
Tabel 19 – Gemiddelde totale vangstgewicht, vis en benthos en afval per sleep met standaarddeviatie voor de 29 bemonsterde slepen, ook het vangstverschil is aangegeven en is berekend als $(\text{kgschrikelementen} - \text{kgstandaard}) / \text{kgstandaard} * 100$.	66
Tabel 20 – Totale aantallen tong (maats + ondermaats) per bemonsterde sleep (SB = puls, BB = waterjets).	73
Tabel 21: Overzicht van zeereizen waarbij overleving van schol werd gemonitord.	74

Tabel 22: Anova test resultaten: chi-kwadraatwaarden en p-waarden. Significante p-waarden zijn in het vet weergegeven.

80

SAMENVATTING

Het project “Combituig” was een zeer ambitieus project waarbij wetenschappers nauw samenwerkten met de visserijsector. Het doel was om de boomkorvisserij bij te staan in het omgaan met de aanlandplicht via het ontwikkelen en finetunen van technische innovaties. De opgezette samenwerkingsinitiatieven werden positief ervaren, ondanks sommige moeilijkheden, en brachten mooie resultaten en verdere coöperatie teweeg. Zo zijn er een tiental innovaties uitgetest, velen daarvan in een waaier van verschillende configuraties.

Er werden aanpassingen aan de mazen van de kuil uitgetest en verschillende panelen zoals het Benthos Ontsnappingspaneel (BRP) in het net gestoken en onderzocht. Voorts werd er ook met meer technisch uitdagende brandstof en impact reducerende innovaties geëxperimenteerd: van Whirlspoilers en Schrikelementen tot lasers en Waterjets. Het meest succesvolle verhaal was het gebruik van LED licht. Er werden uiteenlopende experimenten uitgevoerd waaruit bleek dat een LED rope in het BRP (een serie LEDs in een buis die mee in het net gestoken werd) tot een halvering van bijvangst van ondermaatse schol kon leiden.

Er werd niet enkel naar technische aanpassingen gekeken maar ook naar de overleving van schol. Hieruit bleek dat hoe langer een sleep duurde, hoe kleiner de kans op overleven werd. Bij slepen van een uur was driekwart van de vissen drie dagen later nog in leven, bij slepen van twee uur was dit minder dan een kwart. Ook de opgedane letsels in het net, blootstelling aan lucht en vangstsamenstelling hadden een negatieve invloed op de overleving terwijl de lengte van de schol positief was (hoe groter, hoe hoger de overlevingskans).

De kennis die binnen dit project door wetenschap en visserijsector werd opgedaan, kan leiden tot een boomkorvisserij met een verminderde impact op de zeebodem en het zeeleven. Combituig gaf inspiratie voor nieuwe projecten rond het doorontwikkelen van licht- en andere innovaties tot bruikbare tools voor de visserman van morgen.

Het project 'Combituig' had voor de boomkorvisserij als doel om via de ontwikkeling en verfijning van technische innovaties, de vangsten van knelpuntsoorten en andere bijvangst te reduceren en de overleving te verbeteren om zo de sector bij te staan in het omgaan met de aanlandplicht.

Innovaties werden aangebracht vanuit sector of vanuit ILVO. De ideeën die door vissers en wetenschappers het meest beloftevol bevonden werden, werden getest en doorontwikkeld aan boord van commerciële vaartuigen. Evaluatie gebeurde d.m.v. selfsampling door de bemanning of door een uitgebreide vangstanalyse door opstappers van ILVO. Daarnaast werd het potentieel van bepaalde vernieuwingen ook aan boord van onderzoekingsvaartuigen onderzocht. Voor elke innovatie werd geëvalueerd of ze kon ondergebracht worden in minstens 1 van de onderstaande trajecten:

- **Traject A:** Innovaties testen die moeten voorkomen dat knelpuntsoorten en ander bijvangst het net binnenkomen.
- **Traject B:** Het verbeteren van de selectiviteit van het net, door gebruik te maken van (een combinatie van) panelen en andere soorten netmateriaal en maasgroottes om zo de gevangen knelpuntsoorten en andere bijvangst te laten ontsnappen.
- **Traject C:** Overleving verbeteren via technische innovaties en het verder in kaart brengen van de parameters die de overleving van bijvangst beïnvloeden.

Binnen het project was er een intensieve communicatie met en sterke participatie van de sector. Via de intensivering van de Kenniskring "Innoverend Vissen" en overleg- en planningsmomenten met geïnteresseerde vissers, reders en Rederscentrale werd het project gestuurd, alle bevindingen en resultaten werden gecommuniceerd met en naar de rest van de sector. Er werd tevens internationaal afgestemd om kennis te delen en middelen efficiënt in te zetten, in het bijzonder met de Nederlandse sector die met dezelfde problematiek kampt.

Het project 'Combituig' werd uitgevoerd door ILVO met steun uit het Europees Fonds voor Maritieme Zaken en Visserij (EFMZV) en is uitgevoerd in samenwerking met vissers en nettenmakers uit de Belgische visserijsector. Scheepstijd aan boord van de RV Belgica werd voorzien BELSPO en RBINS-OD Natuur, scheepstijd aan boord van de RV Simon Stevin door VLIZ.

1. COMMUNICATIE EN SECTOR PARTICIPATIE

Om oplossingen te vinden voor de aanlandplicht en andere veranderingen in de sector slaan de sector en wetenschap de handen in elkaar. Het project bevatte hierdoor een intensieve communicatie met en sterke participatie van de sector. Aan de start van het project werd een inleidende Kenniskring “Innoverend Vissen” georganiseerd om het project voor te stellen aan de sector. Hieruit volgden reeds een aantal innovatieve ideeën en werden problemen geïdentificeerd. Nadien volgden veelvuldige overleg- en planningsmomenten met geïnteresseerde vissers en reders om ideeën voor innovatieve aanpassingen uit te werken en testen op te zetten. De bevindingen en resultaten werden nadien telkens gecommuniceerd naar de sector via het infoblad van de Redercentrale, Facebook en verslagen. Ook tijdens internationale evenementen en initiatieven werd gecommuniceerd en bevindingen gedeeld.

1.1 SECTOR

1.1.1 KENNISKRING INNOVEREND VISSSEN ‘COMBITUIG’

Op 30 mei 2018 werd een kenniskring georganiseerd om het Combituig project voor te stellen aan de sector (zie **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**). Het doel van deze kenniskring was om bij de sector te polsen naar ideeën en bereidwilligheid om mee te werken en denken aan selectiviteitsonderzoek. Er waren een 15-tal reders aanwezig tijdens deze kenniskring in Zeebrugge.

Via een peiling met behulp van stembakjes werd gepolst naar de mening van de reders over verschillende stellingen die te maken hebben met selectiviteitsonderzoek. Geanimeerde discussies volgden. De algemene teneur was dat de vissers reeds veel hebben gedaan voor het milieu en om bijvangst te verminderen. Ook heerst er soms wantrouwen van vissers tegenover de wetenschap omdat gedacht wordt dat de wetenschap verantwoordelijk is voor bijvoorbeeld de aanlandplicht of dalende quota's. Er werden vele zaken uitgelegd en gekaderd wat het vertrouwen verbeterde. Het Combituig project werd voorgesteld aan de vissers en reders.

Uit deze kenniskring kwamen een tiental ideeën om nieuwe aanpassingen te testen en stelden enkele reders zich kandidaat om zaken uit te testen. Er was voornamelijk interesse om aanpassingen met licht uit te testen en het benthis ontsnappingspaneel, maar er kwamen ook enkele innovatieve ideeën van reders aan bod om bodemberoering te verminderen. Het is absoluut een meerwaarde om de wetenschap en de sector geregeld samen te brengen. De organisatie van zo een event vraagt echter veel tijd en het is niet eenvoudig om een moment te vinden die geschikt is voor de meeste reders en vissers.



1.1.2 DIRECTE COMMUNICATIE

Whatsapp is de eenvoudigste en efficiëntste manier om rechtstreeks met reders en vissers te communiceren. De wetenschappers en techniekers die de waarnemersreizen meemaken op commerciële schepen kunnen op deze manier zeer eenvoudig praktische afspraken maken, wat bij een natuurafhankelijke stiel als de visserij geen overbodige luxe is. Whatsapp werd daarom veel gebruikt om de sector zo intensief mogelijk te betrekken bij het zoeken naar en uitwerken van innovaties. Er werd ook regelmatig telefonisch contact genomen met reders en vissers (wanneer aan land). Verder hielden we via facebook (messenger) een vinger aan de pols over waar de reders en vissers wakker van lagen en werden online discussies van dichtbij opgevolgd. Regelmatige bezoeken aan de kaai, wanneer schepen aan de kant lagen, hielp eveneens voor een goede wisselwerking van kennis en ideeën.

1.1.3 ALGEMENE OPROEPEN EN VULGARISERENDE COMMUNICATIE

Onderstaande oproep om deel te nemen aan het project werd geregeld gedeeld via Facebook, het infoblad van de Redercentrale, omzendbrieven en posters.

Oproep

Je wil wel selectiever vissen, maar mist de nodige financiële compensatie en wetenschappelijke ondersteuning om aanpassingen uit te testen?

Sector en wetenschap slaan de handen in elkaar in project **Combituig** (*Technische innovaties in de boomkorvisserij om de bijvangst te reduceren en overleving te verbeteren*).

Nieuwsgierig? Ideeën? Plannen? → Innoverend.vissen@ilvo.vlaanderen.be



Innoverend.vissen@ilvo.vlaanderen.be

Tel +32 59 56 98 04 (Heleen)

Tel +32 59 56 98 14 (Mattias)

De sector werd op de hoogte gehouden aangaande de vooruitgang van het project via het infoblad van de Redercentrale, omzendbrieven en Facebook 'Innoverend Vissen' (www.facebook.com/ILVOinnoverendvissen/). Ook werd een reportage gemaakt door plattelandsTV.

- December 2017 - Infoblad Redercentrale: Introductie Combituig project
- September 2018 - Infoblad Redercentrale: 80mm vs 100mm
- Maart 2019 - Infoblad Redercentrale: BRP
- Juli 2019 - Infoblad Redercentrale: Whirlspoilers
- Oktober 2019 - Infoblad Redercentrale: Waterjets jaczon
- Maart 2020 - Infoblad Redercentrale: LED-licht
- Mei 2020 - Infoblad Redercentrale: schrikelementen

- April 2021 - Infoblad Redercentrale: LED-licht update
- PlattelandsTV – Boerenstebuiten (www.plattelandstv.be/videos/boerenstebuiten/departement-landbouw-visserij-innovaties-de-visserij)

1.1.4 SECTORPARTICIPATIE AAN BOORD VAN ONDERZOEKSWAARTUIGEN

Technische innovaties werden vaak eerst aan boord van een onderzoeksvaartuig getest. In een volgend stadium kon de innovatie vervolgens aan boord van commerciële schepen getest worden. Wanneer een onderzoeksreis met de RV Belgica gepland werd in het kader van Combituig werden reders en schippers op de hoogte gesteld en konden zich kandidaat stellen om mee te gaan. Meer specifiek kon een reder meegaan wanneer ‘zijn’ innovatief idee getest werd om het onderzoek te volgen en praktische input te geven. Zo nam visser/reder Job Schot deel aan de Belgica campagne in december 2018 om zijn whirl spoilers uit te testen met ons. Joël Snauwaert en Frank Willemkens namen deel aan de Belgica-campagne in december 2019 om hun schrikelementen samen uit te testen. Jan De Jonghe ging mee met de Simon Stevin om bezorgdheden rond pulsvisserij te uiten. De samenwerking aan boord van onderzoeksvaartuigen tussen wetenschap en vissers is een grote meerwaarde, zowel op vlak van onderzoek en praktijkervaring als op vlak van communicatie.

1.1.5 BEPERKINGEN EN NADELEN VAN DEZE MANIER VAN WERKEN

Het project beoogde een sterke participatie van de sector. Elke reder, bemanningslid, nettenmaker, etc. kreeg de kans om bij alle aspecten van het project betrokken te worden. Combituig is een project voor en met de sector, waardoor hun input en medewerking essentieel was! Het grootste deel van het project hing dus af van de bereidwilligheid van de sector om ideeën te delen en mee te werken.

Soms staan vooroordelen rond de rol van de wetenschap in de regelgeving samenwerking in de weg (zie ook 1.1.1). Het delen van visgronden en data is eveneens een moeilijkheid. Ook staan niet veel reders te springen om innovaties aan boord van hun vaartuig te testen wegens mogelijke economische verliezen, die slechts gedeeltelijk gecompenseerd worden, terwijl ook meer werk gevraagd wordt van de bemanning.

1.2 INTERNATIONAAL – WETENSCHAPPELIJK

Binnen het Combituig project werden ook resultaten behaald die significante verbeteringen kunnen teweegbrengen in visserijen buiten onze wateren en buiten de Noordzee. Om deze info en resultaten te verspreiden werd er deelgenomen aan verscheidene internationale ICES WGFTFB (Working Group Fishery Techniques and Fish Behaviour) conferenties. Op deze conferenties werden presentaties gegeven over het werk binnen Combituig en dit aan een wetenschappelijk publiek van over de gehele wereld. Vooruitgang van het project werd elk jaar gerapporteerd in onderstaande jaarlijkse wetenschappelijke rapporten van deze werkgroep. Voornamelijk het Licht topic zal verder onderzoek stimuleren binnen deze groep.

- ICES. 2018. Report of the ICES-FAO Working Group on Fishing Technology and Fish Behaviour (WGFTFB), 4 — 8 June 2018, Hirtshals, Denmark. ICES CM 2018/EOSG:12. 234 pp <https://doi.org/10.17895/ices.pub.8162>
- ICES. 2019. ICES-FAO Working Group on Fishing Technology and Fish Behaviour (WGFTFB). ICES Scientific Reports. 1:61. 363pp. <http://doi.org/10.17895/ices.pub.5592>
- ICES. 2021. ICES - FAO Working Group on Fishing Technology and Fish Behaviour (WGFTFB; outputs from 2020 meeting) ICES Scientific Reports. 03:27. 97pp. <https://doi.org/10.17895/ices.pub.8022>
- ICES 2021. ICES-FAO Working Group on Fishing Technology and Fish Behaviour, in preparation

Vanuit Combituig werden belangrijke bijdrages geleverd aan het “DiscardLess” project (gefinancierd door Horizon 2020). Dit project streeft naar de eliminatie van teruggooi. Het project onderzoekt zowel het

voorkomen van ongewenste vangsten als het optimaal benutten van de onvermijdelijke ongewenste vangst. Binnen het project werd een catalogus met factsheets samengesteld die korte beschrijvingen geven van selectiviteitsproeven die hebben plaatsgevonden in de Noord-Atlantische Oceaan en aangrenzende zeeën. Dit om mogelijke aanpassingen die gemaakt kunnen worden te verspreiden en om een indicatie van hun effect te geven. Het is belangrijk om dit soort informatie bij elkaar te brengen en zo breed mogelijk te verspreiden. ILVO heeft hieraan deelgenomen en bijgedragen met beschrijving van innovaties die onder andere werden getest binnen Combituig, zie Appendix E. Voor meer informatie over DiscardLess, zie: <http://www.discardless.eu/>

Deze factsheets werden ook opgenomen in het GearingUp-project (gefinancierd door Funding Fish). Dit project helpt vissers, nettenmakers en visserijbeheerders praktische manieren vinden om ongewenste vangsten in de commerciële visserij te verminderen. Het project is gelanceerd om oplossingen te helpen identificeren voor verschillende schepen om de uitdagingen van de Europese aanlandplicht aan te gaan. GearingUp-gebruikers hebben toegang tot een online tool met resultaten van toepassingen van vistuiginnovaties, zodat ze een weloverwogen beslissing kunnen nemen over aanpassingen aan hun vistuig. Voor meer informatie over GearingUp, zie: <https://gearingup.uk/>

2 TECHNISCHE INNOVATIES EN SELECTIVITEIT

2.1 MATERIAAL EN METHODE

2.1.1 LABOPROEVEN

Alle innovaties werden op zee uitgetest, enkel voor de Laser innovatie werden labotests uitgevoerd.

2.1.2 ONTWIKKELING EN INSCHATTING POTENTIEEL VAN TECHNISCHE INNOVATIES AAN BOORD VAN ONDERZOEKSVAARTUIGEN

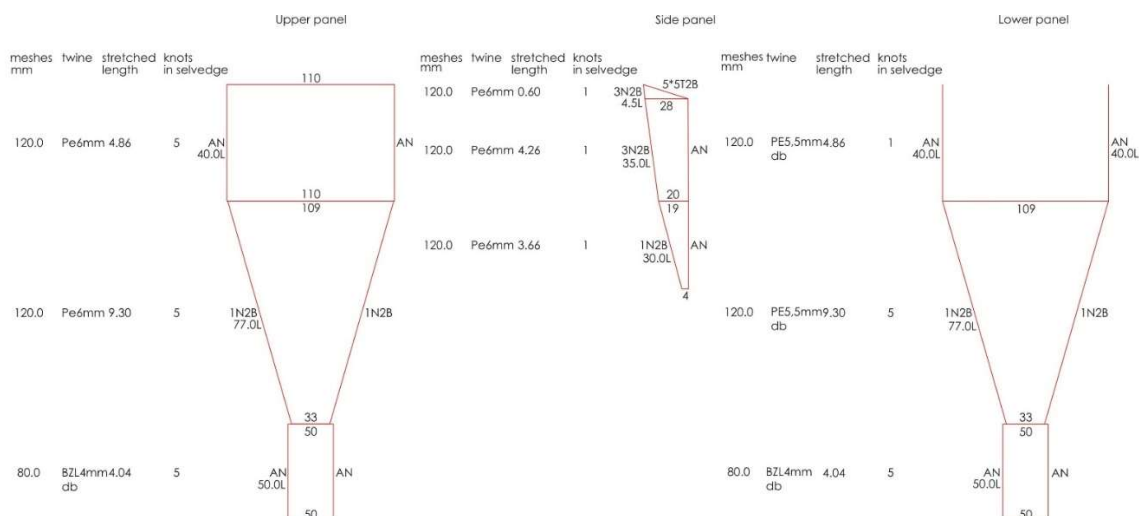
De meer experimentele innovaties die moeilijk onmiddellijk aan boord van een commercieel vaartuig getest konden worden – die bijvoorbeeld gebruik maakten van nieuwe visuele, elektrische of mechanische stimulansen om het gedrag van de vis voor en in het net te beïnvloeden – werden eerst uitgetest op een onderzoeksschip.

Tijdens de ontwikkelingsfase van de meest experimentele innovaties, werden testreizen uitgevoerd aan boord van de RV Simon Stevin. Tijdens zeereizen met de RV Simon Stevin wordt gebruikt gemaakt van een boom van 4 meter, waar een enkel net aan bevestigd wordt. Onderzoek aan boord van dit vaartuig concentreerde zich voornamelijk op het maken van onderwateropnames die het mogelijk maken om de positie van het net en het gedrag van vis te bestuderen. Korte verslagen van de meest relevante zeereizen met de Simon Stevin zijn in Appendix B terug te vinden.

2.1.3 VANGSTVERGELIJKING DOOR ILVO AAN BOORD VAN ONDERZOEKSVAARTUIGEN

Na het optimaliseren van de innovaties werden vangstanalyses uitgevoerd. Op basis van deze resultaten werden de innovaties indien nodig verder geoptimaliseerd. Vangstvergelijkingen gebeurden aan boord van de RV Belgica en worden in dit rapport in detail besproken. Individuele reisverslagen van de verschillende Belgica-campagnes zijn opgenomen in Appendix C.

Aan boord van de RV Belgica (50.9 m L.O.A., 1154 kW) werd er gevist met twee 4 m boomkornetten (Figuur 1) die naast elkaar zijn bevestigd aan een 8 m boom, met een extra slof in het midden. De innovaties werden afwisselend aan bakboord en stuurboord getest om wetenschappelijke vergelijkingen tussen de vangsten en dus tussen de innovatie en het traditionele systeem te maken en “kanteffecten” uit te sluiten.



Figuur 1 – Nettekening van standaard 4m boomkornet zoals gebruikt aan boord van de RV Belgica.

2.1.4 SELFSAMPLING DOOR BEMANNING AAN BOORD VAN COMMERCIËLE VAARTUIGEN

Bepaalde innovaties werden getest en doorontwikkeld aan boord van commerciële vaartuigen. Een eerste evaluatie gebeurde d.m.v. selfsampling door de bemanning. Onder de begeleiding van ILVO verzamelde de bemanning van het vaartuig data die door ILVO gevalideerd en geanalyseerd werd.

2.1.5 VANGSTVERGELIJKING DOOR ILVO AAN BOORD VAN COMMERCIËLE VAARTUIGEN

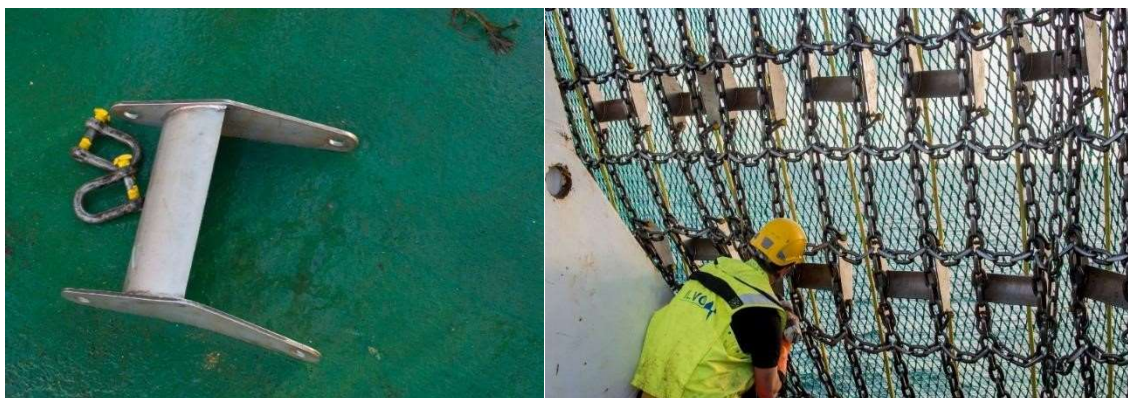
Wanneer de resultaten van de selfsampling positief waren, gingen ILVO-opstappers aan boord van het vaartuig om een uitgebreide vangstvergelijking uit te voeren zodat de efficiëntie van de innovatie nauwkeurig en wetenschappelijk onderbouwd kon worden. Ook hier werd het traditionele tuig steeds vergeleken met het innovatieve tuig.

2.2 RESULTATEN

2.2.1 WHIRLSPOILERS

INLEIDING

De aluminium whirlspoilors (Figuur 2) werden ontwikkeld door reder Job Schot (Z-201) in de hoop selectiever op tong te kunnen vissen. Het idee was dat de extra turbulentie die gecreëerd wordt door de whirlspoilors de tong doet opschrikken, waardoor ze in het net terecht komen. Afhankelijk van de opstuiging werd er verwacht dat de kettingmat van de bodem zou worden gelicht. Eerste ervaringen aan boord van de Z-201 (proeven uitgevoerd buiten het project door de reder zelf) met prototype versies van de whirlspoilors deden vermoeden dat het mogelijk zou moeten zijn om zonder vangstverlies met een lichtere kettingmat te vissen wanneer de whirlspoilors gebruikt werden, waardoor de bodemberoering zou verminderen.



Figuur 2 – Aluminium whirlspoilors versie 1, bevestigd in kettingmat RV Belgica met holle kant naar voor op rechtse foto.

MATERIAAL EN METHODE

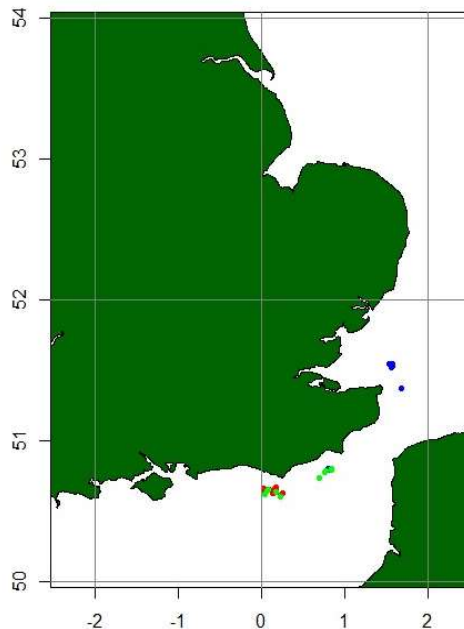
Kwalitatieve inschatting van krachten opgewekt door whirlspoilors

Om een idee te krijgen van de krachten die inspelen op de whirlspoilors werd gebruikt gemaakt van een online beschikbare code (ontwikkeld door Weber State University) die een twee-dimensionele “latticeBoltzmann windtunnel” simuleert. Er werd een ruwe benadering van de vorm van de whirlspoilors getekend (zwart, Figuur 5) om een kwalitatieve inschatting van de krachten te kunnen maken.

Vangstvergelijking met whirlspoilors aan boord van de RV Belgica

Gedurende twee reizen aan boord van de RV Belgica werden vangstvergelijkingen uitgevoerd met de aluminium "whirlspoilors" (Figuur 2) waarbij er telkens één van de twee netten met de whirlspoilors werd uitgerust. Er werden tests uitgevoerd met de holle kant naar voor (rechtse foto Figuur 2) en tests met de bolle kant naar voor. Versie 1 van de whirlspoilors is weergegeven in Figuur 2, voor versie 2 van de whirlspoilors werd de vleugel verlengd.

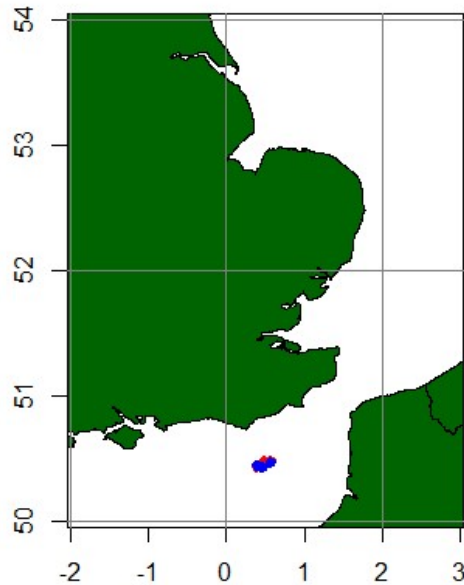
In totaal werden er 3 reeksen slepen bemonsterd in ICES-vakken VIIId en IVc (Figuur 3). Een eerste reeks slepen werd bemonsterd op 10/12/2018 en 11/12/2018 waarbij de Whirlspoilors (versie 1) met de holle kant naar voor in het net waren geplaatst. Er werden 10 slepen uitgevoerd met whirlspoilors aan BB en 6 slepen met de whirlspoilors aan SB. Een 2e reeks van 10 slepen werd bemonsterd op 12/12/2018 en 13/12/2018. Whirlspoilors (versie 1) waren met de bolle kant naar voor in het BB net geplaatst. Een derde reeks slepen werd bemonsterd op 20/02/2019 en 21/02/2019 waarbij Whirlspoilors (versie 2) met de bolle kant naar voor in het net waren geplaatst. Er werden 5 slepen uitgevoerd met whirlspoilors aan BB en 5 slepen met de whirlspoilors aan SB. Er werd een volledige vangstanalyse uitgevoerd voor elke sleep. Alle vis werd opgemeten, alle benthos werd uitgesorteerd en geteld. De verschillende fracties werden afzonderlijk gewogen. Het reisverslag van aan boord de Belgica is terug te vinden in Appendix C - Belgica campagne - BRP & whirl spoiler.



Figuur 3 - Locaties van de bemonsterde slepen, holle whirlspoilors versie 1 in het rood, bolle whirlspoilors versie 1 in het blauw en bolle whirlspoilors versie 2 in het groen.

Vangstvergelijking met whirlspoilors aan boord van de Z-201

Na de tests aan boord van de RV Belgica werd nog een korte selfsampling reis georganiseerd aan boord van de Z-201. Tijdens deze reis werd een vangstvergelijking uitgevoerd met de tweede versie (lange vleugel) van de aluminium "whirlspoilors". Hiervan werden er 2 reeksen slepen bemonsterd met een gemiddelde sleepduur van 1u19 (tussen 1u05 en 1u30). Beide reeksen bemonsterde slepen werden uitgevoerd in een klein gebied in ICES-vak VIIId (Figuur 4).



Figuur 4 – Locaties van de bemonsterde slepen tijdens de reis, reeks 1 (whirlspoilors bol) in het rood, reeks 2 (whirlspoilors hol) in het blauw.

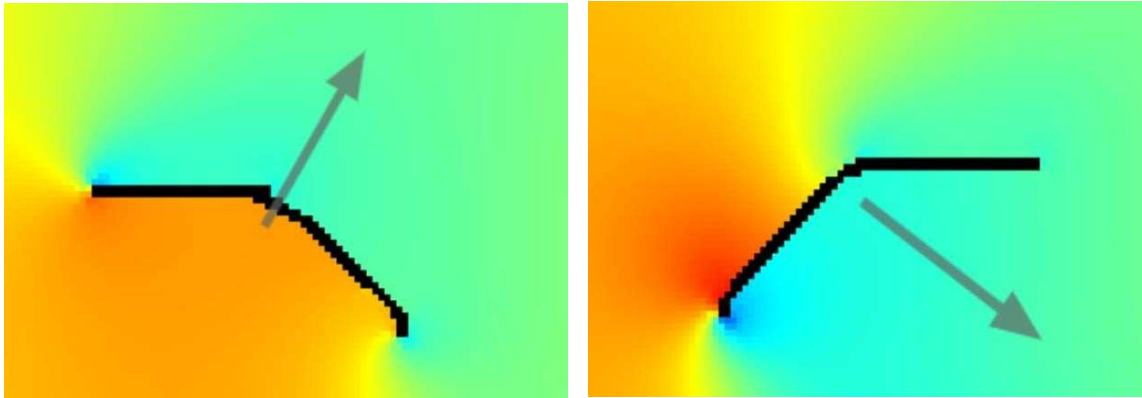
Tijdens de eerste reeks (1-2/5/2019) werden 12 slepen bemonsterd. De whirlspoilors werden in de kettingmat aan bakboord geplaatst met de bolle kant naar voor gericht. Enkel het aantal maatse tongen per sleep werd kwantitatief bijgehouden. Er werd verder een ruwe inschatting gemaakt van de hoeveelheden tarbot, griet, tongschar, schol, benthos, afval en totaal vangstvolume.

Een 2^e reeks van 5 slepen werd bemonsterd op 6/5/2019. Tijdens de eerste vier slepen werden de whirlspoilors in de kettingmat aan bakboord geplaatst met de holle kant naar voor gericht. Na deze vier slepen werden de spoilors verwijderd wegens te grote vangstverliezen, er werd nog 1 referentiesleep uitgevoerd zonder spoilors om invloed van eventuele andere effecten op de vangstsamenstelling uit te sluiten. Voor deze reeks slepen werd alle maatse schol en maatse en ondermaatse tong geteld. Er werd bovendien een inschatting gemaakt van de hoeveelheden visdiscards en benthos.

RESULTATEN

Kwalitatieve inschatting van krachten opgewekt door whirlspoilors

Deze simulatie toont dat de whirlspoilors met de holle kant naar voor een opwaartse kracht uitoefenen en dus waarschijnlijk het bodemcontact van de kettingmat verminderen, terwijl spoilors met de bolle kant naar voor een neerwaartse kracht uitoefenen en dus vermoedelijk het contact van de kettingmat met de bodem vergroten, de simulatie is echter niet kwantitatief en geeft dus geen idee van de grootte van de krachten. De waterstroming in Figuur 5 gaat van links naar rechts.



Figuur 5 - Simulatie van krachten die inspelen op whirlspoilers (grijze pijlen). De kleuren tonen de relatieve dichtheid van het water, waarbij rood staat voor 'hoog', en blauw voor 'laag'.

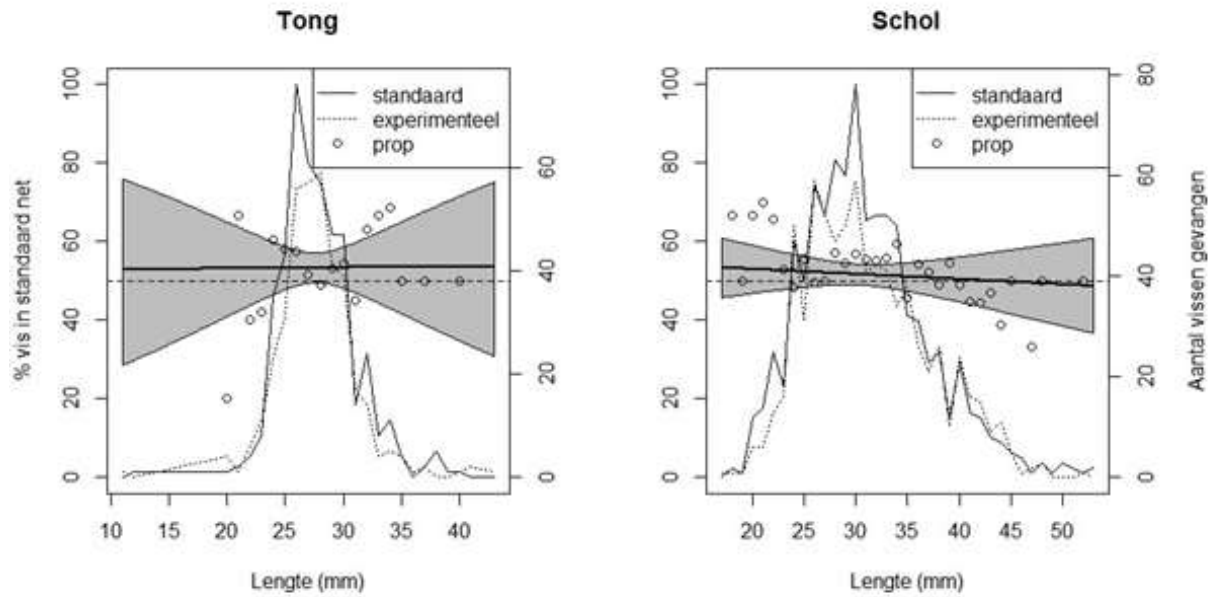
Whirlspoilers met holle kant naar voor – versie 1 aan boord van RV Belgica

De aantallen van de meest gevangen vissoorten met holle whirlspoilers versie 1 zijn weergegeven in Tabel 1. De verschillen zijn vrij beperkt, er wordt enkel voor maatse tong (-18%) een significant vangstverlies vastgesteld, terwijl de vangst van ondermaatse tong stijgt (10%). Er is een vangstverlies van zowel ondermaatse (-12%) als maatse (-15%) schol.

Tabel 1 - Holle whirlspoilers versie 1. Aantallen van meest gevangen (>250 in totaal) soorten, opgesplitst in ondermaats en maats. Ook vangstverschillen zijn weergegeven, berekend als $(\# \text{experimenteel} - \# \text{traditioneel}) / \# \text{traditioneel} * 100$. Significante verschillen (p-waarde 0,05) cursief.

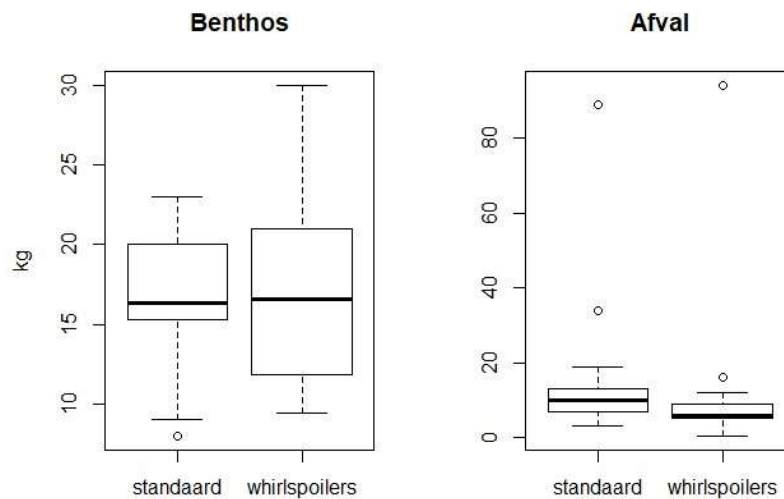
Soort	Ondermaats			Maats		
	Traditioneel	Experimenteel	Vershil (%)	Traditioneel	Experimenteel	Vershil (%)
Schol	236	208	-12	646	550	-15
Poon spp	37	38	3	427	425	0
Tong	29	32	10	423	348	<i>-18</i>
Steenbolk	53	81	53	236	246	4
Hondshaai	0	0	0	245	224	-9
Griet	4	0	0	120	126	5

Lengtefrequentieverdelingen van tong en schol bij de vangstvergelijking met holle whirlspoilers (versie 1) zijn weergegeven in Figuur 6. De resultaten tonen een klein vangstverlies voor zowel tong als schol, al zijn de verschillen voor beide soorten beperkt. Het vangstverlies van schol neemt af voor grotere exemplaren.



Figuur 6 - Holle whirlspoilers versie 1. De lengtefrequentieverdelingen (gevangen aantallen per lengteklasse) voor schol en tong. Volle lijn = standaard net; stippellijn = innovatief net. Verhoudingen (standaard net/totaal) zijn weergegeven met witte bollen, betrouwbaarheidsintervallen in het grijs. Horizontale stippellijn op 50% vis in standaard-net (staat voor geen effect van innovatie).

De whirlspoilers hebben weinig effect op de gemiddelde hoeveelheden gevangen benthos (17,0 kg in standaard net en 17,3 kg met whirlspoilers) en afval (17,2 kg in standaard net en 13,4 kg met whirlspoilers). In Figuur 7 worden boxplots van benthos en afval vergeleken voor het standaard vistuig met de whirlspoilers.



Figuur 7- Holle whirlspoilers versie 1. Boxplots van benthos en afval voor traditioneel vistuig en whirlspoilers.

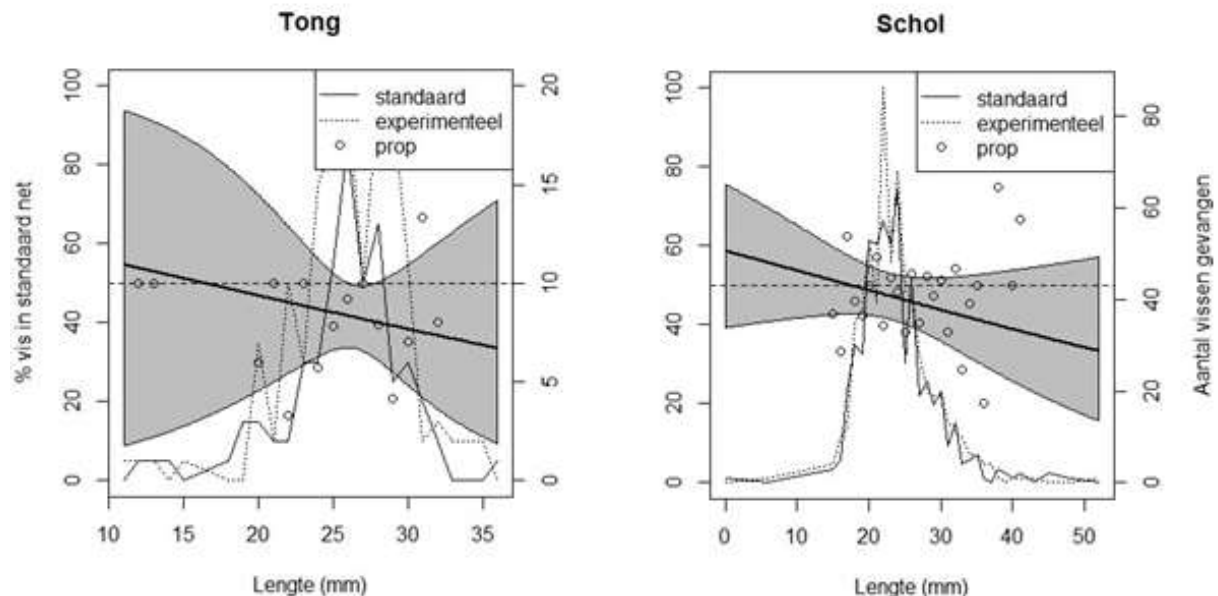
Whirlspoilers met bolle kant naar voor – versie 1 aan boord van RV Belgica

De aantallen van de meest gevangen vissoorten met bolle whirlspoilers versie 1 zijn weergegeven in Tabel 2. Ook hier zijn de verschillen vrij beperkt, enkel het verlies van maatse wijting (-32%) is significant. Voor deze slepen was er een meervangst met de whirlspoilers van zowel ondermaatse (67%) en maatse (55%) tong als ondermaatse (11%) als maatse (10%) schol.

Tabel 2 - Bolle whirlspoilors versie 1. Aantallen van meest gevangen (>250 in totaal) relevante soorten, opgesplitst in ondermaats en maats. Ook vangstverschillen zijn weergegeven, berekend als $(\# \text{experimenteel} - \# \text{traditioneel}) / \# \text{traditioneel} * 100$. Significante verschillen (p-waarde 0,05) cursief.

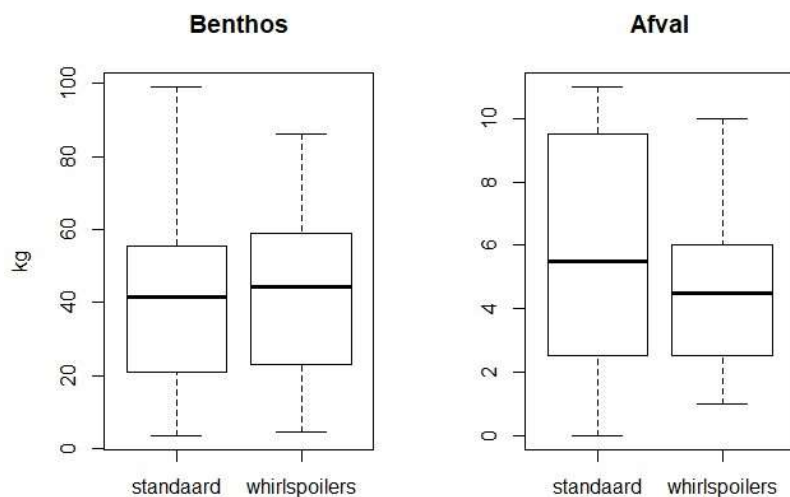
Soort	Ondermaats			Maats		
	Traditioneel	Experimenteel	Vershil (%)	Traditioneel	Experimenteel	Vershil (%)
Schol	444	491	11	118	130	10
Wijting	387	277	-28	50	34	-32
Hondshaai	2	4	100	347	359	3
Poon spp	21	34	62	195	284	46
Stekelrog				270	238	-12
Schar	115	99	-14	28	23	-18
Tong	21	35	67	74	115	55

Lengtefrequentieverdelingen (lfd's) van tong en schol bij de vangstvergelijking met bolle whirlspoilors (versie 1) zijn weergegeven in Figuur 8. Door de beperkte hoeveelheid tong die gevangen werd bij de vangstvergelijking tonen de lfd's van tong een zeer grillig verloop. Voor beide soorten wordt een vangstverlies gemodelleerd van de kleinste exemplaren. Het model snijdt de 50% lijn op 16 cm voor tong, en op 18 cm voor schol, vanaf deze lengtes wordt er meer gevangen met whirlspoilors.



Figuur 8 - Bolle whirlspoilors versie 1. De lengtefrequentieverdelingen (gevangen aantallen per lengteklasse) voor schol en tong. Volle lijn = standaard net; stippelijne = innovatief net. Verhoudingen (standaard net/totaal) zijn weergegeven met witte bollen, betrouwbaarheidsintervallen in het grijs. Horizontale stippelijne op 50% vis in standaard-net (staat voor geen effect van innovatie).

Net zoals bij de holle whirlspoilors is er weinig effect op de gemiddelde hoeveelheden gevangen benthos (42,3 kg in standaard net en 43,0 kg met whirlspoilors) en afval (5,8 kg in standaard net en 4,6 kg met whirlspoilors). In Figuur 9 worden boxplots van benthos en afval vergeleken voor het standaard vistuig met de whirlspoilors.



Figuur 9 - Bolle spoilors versie 1. Boxplots van benthos en afval voor traditioneel vistuig en whirlspoilors.

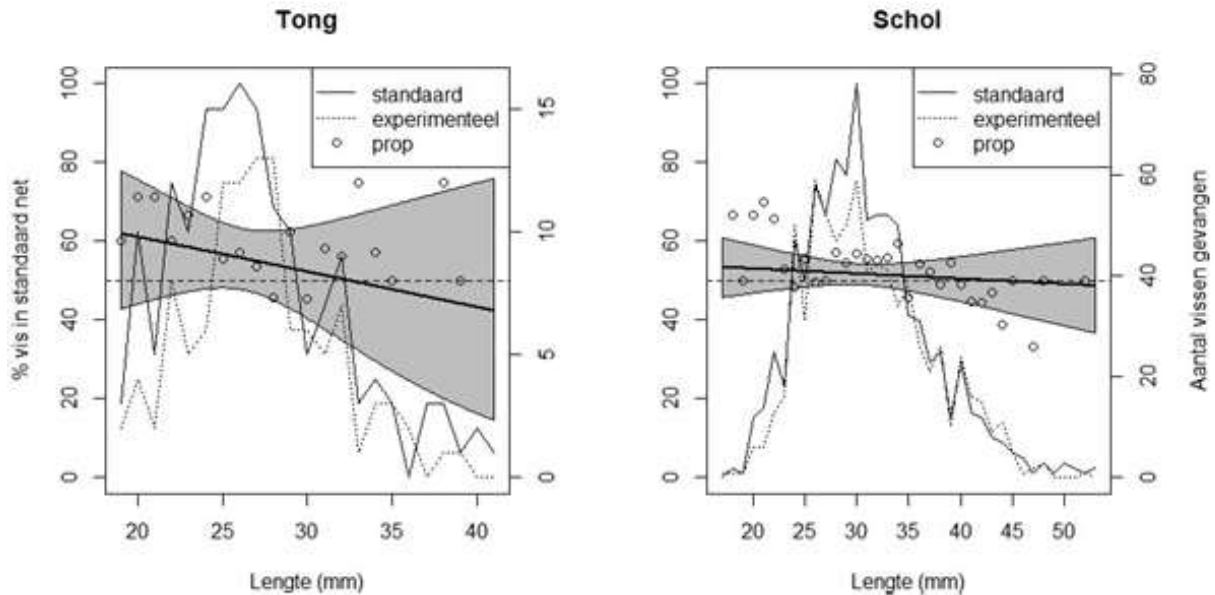
Whirlspoilors met bolle kant naar voor – versie 2 aan boord van RV Belgica

De aantallen van de meest gevangen vissoorten met bolle whirlspoilors versie 2 zijn weergegeven in Tabel 3. Voor bijna alle soorten, maats en ondermaats, werd een vangstverlies vastgesteld. Er was enkel voor maatse schar (14%) en maatse bot (12%) een toename in gevangen aantallen met whirlspoilors. Er wordt echter op gewezen dat geen van deze verschillen significant zijn (p-waarde 0,05).

Tabel 3 - Bolle whirlspoilors versie 2. Aantallen van meest gevangen (>250 in totaal) relevante soorten, opgesplitst in ondermaats en maats. Ook vangstverschillen zijn weergegeven, berekend als $(\#_{\text{experimenteel}} - \#_{\text{traditioneel}}) / \#_{\text{traditioneel}} * 100$. Significante verschillen (p-waarde 0,05) cursief.

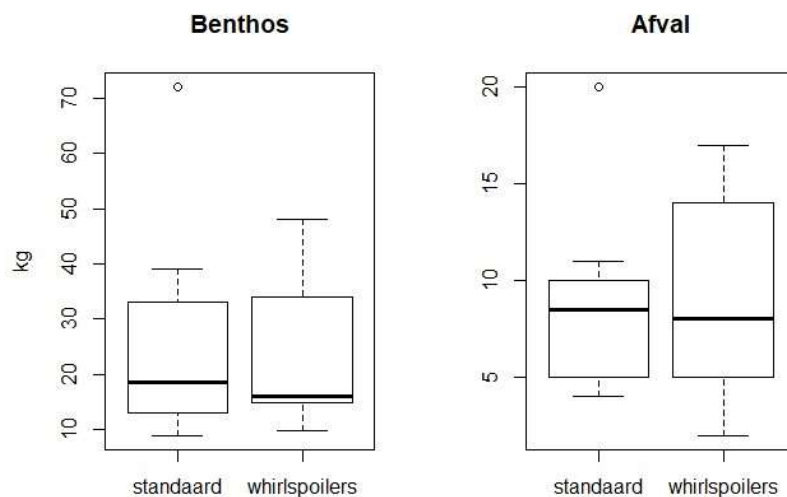
Soort	Ondermaats			Maats		
	Traditioneel	Experimenteel	Vershil (%)	Traditioneel	Experimenteel	Vershil (%)
Schol	883	835	-5	122	104	-15
Schar	634	610	-4	59	67	14
Wijting	188	169	-10	147	134	-9
Poon spp	75	70	-7	211	194	-8
Steenbolck	37	36	-3	200	191	-5
Bot	12	10	-17	133	149	12
Tong	46	23	-50	117	89	-24

Lengtefrequentieverdelingen van tong en schol in de vangstvergelijking met bolle whirlspoilers (versie 2) zijn weergegeven in Figuur 10. De resultaten tonen een vangstverlies voor zowel tong als schol. Het vangstverlies van beide soorten neemt af voor grotere exemplaren.



Figuur 10 – Bolle whirlspoilers versie 2. De lengtefrequentieverdelingen (gevangen aantallen per lengteklasse) voor schol en tong. Volle lijn = standaard net; stippellijn = innovatief net. Verhoudingen (standaard net/totaal) zijn weergegeven met witte bollen, betrouwbaarheidsintervallen in het grijs. Horizontale stippellijn op 50% vis in standaard-net (staat voor geen effect van innovatie).

Ook hier is er weinig effect op de gemiddelde hoeveelheden gevangen benthos (25,6 kg in standaard net en 22,6 kg met whirlspoilers) en afval (8,7 kg in standaard net en 9,1 kg met whirlspoilers). In Figuur 11 worden boxplots van benthos en afval vergeleken voor het standaard vistuig met de whirlspoilers.



Figuur 11 - Bolle whirlspoilers versie 2. Boxplots van benthos en afval voor traditioneel vistuig en whirlspoilers

Tijdens de eerste reeks slepen werden met whirlspoilers (bolle kant naar voor) gemiddeld 61 ± 19 (731 in totaal) maatse tongen gevangen, in het referentienet aan stuurboord gemiddeld 58 ± 20 (691 in totaal), dus

6% meervangst met whirlspoilors. Hoeveelheden van tarbot, griet, tongschar, schol, benthos, afval en totaal vangstvolume waren volgens de schipper niet verschillend.

Tijdens de eerste vier slepen van de tweede reeks werd met whirlspoilors (holle kant naar voor) gemiddeld 10% meer schol gevangen, maar er was een vangstverlies van 32% tong. Hoeveelheden ondermaatse tong en benthos waren niet verschillend, visdiscards daalden met 12%. Gemiddelde vangsten van de verschillende fracties per kant zijn weergegeven in **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**4.

Tabel 4 – Aantallen maatse schol, maatse en ondermaatse tong en inschatting van visdiscards en benthos. Ook standaardafwijkingen zijn weergegeven. Whirlspoilors aan BB, conventioneel aan SB.

	BB	SB
Schol maats (#)	114 ± 15,8	103,8 ± 28,6
Tong maats (#)	43 ± 22,6	63,3 ± 25,3
Tong ondermaats (kg)	2,5 ± 0,6	2,5 ± 0,6
Visdiscards (kg)	18,75 ± 8,5	21,25 ± 11,4
Benthos (kg)	5 ± 0,0	5 ± 0,0

Na de eerste 4 slepen werden de spoilors verwijderd wegens de grote verliezen aan maatse tong. In de daaropvolgende sleep waren vangsten aan bakboord en stuurboord zeer vergelijkbaar (125 maatse schollen en 61 maatse tongen aan BB, tegenover 124 maatse schollen en 62 maatse tongen aan SB).

CONCLUSIE

De verwachtingen op basis van tests met prototype whirlspoilors aan boord van de Z-201 werden niet ingelost tijdens de verschillende zeereizen. De vangstverschillen waren beperkt voor de drie verschillende configuraties. Enkel voor de tweede configuratie (bolle spoilors – versie 1) werd meer tong en schol gevangen aan boord van de RV Belgica, terwijl de vangst van enkele belangrijke bijvangstsoorten verminderde. De meeste vangstverschillen waren echter niet statistisch significant.

INLEIDING

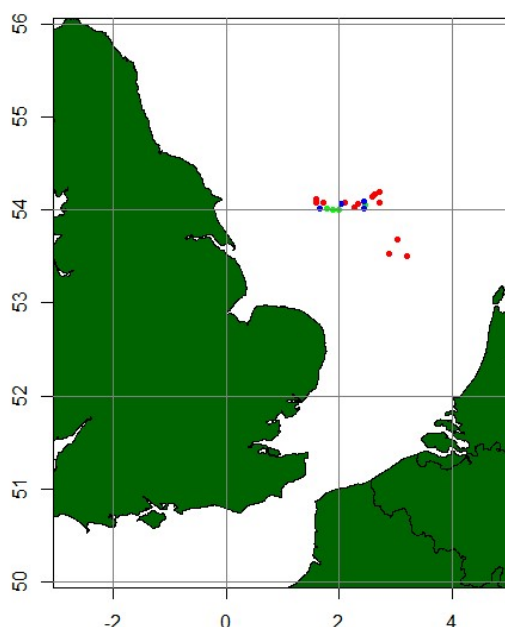
Een Benthos Release panel (BRP) of benthos ontsnapingspaneel is een paneel bestaande uit vierkante mazen dat in de onderzijde van het net wordt geplaatst. Benthos en debris vallen door de grote mazen van het paneel, terwijl het grootste deel van de commerciële vis over het paneel in de kuil terechtkomt. Naast de ecologische voordelen resulteren de kleinere vangstvolumes bovendien in betere viskwaliteit. Onderzoek naar optimalisatie van de maaswijdte en de locatie van het BRP voor de huidige Belgische vloot is beperkt en werd daarom onderzocht tijdens een waarnemersreis aan boord van de Z483 "Jasmine". Er werd gefocust op de performantie en optimalisatie van een BRP van 1,8 x 1,2 m.

MATERIAAL EN METHODE

De Z483 vist met Sumwings met wekkers en maakt gebruik van V-netten met 80 mm kuil. Tijdens de waarnemersreis werd in het net aan stuurboordzijde een BRP aangebracht om vangstvergelijkingen mogelijk te maken. Drie verschillende optuigingen werden getest:

1. Sleep 1-30: spaan 150 mm, voor kuil;
2. Sleep 31-38: spaan 150 mm, voor Vlaams paneel;
3. Sleep 39-44: spaan 200 mm, voor Vlaams paneel.

De reis ging door van 23 t.e.m. 29 augustus 2018 in de Noordzee in ICES-vak IVb, de exacte locaties van de slepen zijn weergegeven in Figuur 12. Tijdens de reis werden in totaal 49 slepen uitgevoerd waarvan er in totaal 13 slepen bemonsterd voor optuiging 1, 8 slepen voor optuiging 2 en 6 slepen voor optuiging 3. Voorafgaande aan deze reis was er ook een testreis op de Simon Stevin (Appendix B, Zeereis – BRP) en op de Belgica (Appendix C – BRP en Whirlspoiler & Licht en Whirlspoiler).



Figuur 12 – Beviste gronden tijdens de reis, de startlocatie van elke bemonsterde sleep is aangeduid in rood voor optuiging 1, groen voor optuiging 2 en blauw voor optuiging 3.

Voor elke bemonsterde sleep werd het vangstvolume uit beide kuilen geschat en werden vangsten per kant afzonderlijk opgevangen. De commerciële schol, tong en zwartvis werd gewogen. Verder werden voor elke sleep afwisselend 2 extra protocollen uitgevoerd: In protocol 1 werd de ondermaatse tong in de volledige vangst gemeten. De discards werden geanalyseerd door met een emmer een staal te nemen van

de sorteerband aan het begin, in het midden, en op het einde van het sorteerproces om zo een representatief substaal te bekomen van ongeveer 30 liter. De mand met discards werd gewogen en de inhoud werd per soort gesorteerd, waarna alle vis werd opgemeten en de resterende totale hoeveelheid (benthos + debris) werd gewogen. In protocol 2 werd alle tong (maats + ondermaats) in de volledige vangst gemeten.

De samenstelling van de volledige bijvangst (vis, benthos en debris) werd berekend door de samenstelling van de geanalyseerde bijvangststalen (uit protocol 1) per sleep op te schalen naar het totaalgewicht van de bijvangst in die sleep. Het totaalgewicht van de bijvangst werd benaderd door het (geschatte) totaalgewicht te verminderen met de gewogen commerciële schol, tong en kabeljauw. Deze soorten vertegenwoordigden het grootste deel van de gevangen commerciële soorten tijdens deze zeereis. Aangezien overige commerciële vissoorten buiten beschouwing werden gelaten werd een lichte overschatting gemaakt van de totale hoeveelheid bijvangst.

RESULTATEN

Het totale vangstgewicht en het gewicht van commerciële tong, schol en zwartvis is weergegeven in Tabel 5. Het totale vangstvolume was kleiner (6% - 21%) bij gebruik van een BRP onder elke configuratie. Ook voor tong (10-14%) en zwartvis (6-17%) was er vangstverlies bij gebruik van een BRP. Voor schol was er vangstverlies bij twee van de 3 configuraties, bij het 150 mm BRP voor het Vlaams paneel was er een (onverklaarbare) meervangst van schol. Dit resultaat is mogelijk een gevolg van het beperkt aantal (8) slepen. Door het beperkt aantal slepen in combinatie met de grote variatie in vangstvolumes tussen de slepen is het niet mogelijk om zonder extra data een onderlinge vergelijking te maken tussen de verschillende configuraties.

Tabel 5 - Totaal vangstgewicht en gewicht van commerciële tong, schol en zwartvis samen met het vangstverlies, berekend als $(kg_{BRP} - kg_{std})/kg_{std}*100$ en p-waarde.

		Totaal	Tong	Schol	Zwartvis
150 mm, voor kuil (19 slepen)	BB	8800	256	2310	264
	SB	8300	231	2252	248
	Vangstverlies	6	10	3	6
	p-waarde	0,387	0,158	0,604	0,672
150 mm, voor Vlaams paneel (8 slepen)	BB	3300	117	860	150
	SB	2600	100	1050	140
	Vangstverlies	21	14	-22	7
	p-waarde	0,035	0,078	0,198	0,630
200 mm, voor Vlaams paneel (7 slepen)	BB	2300	77	860	104
	SB	2000	68	770	86
	Vangstverlies	13	12	10	17
	p-waarde	0,182	0,363	0,272	0,179

Tabel 6 toont de gemiddelde hoeveelheid bijvangst van vis en benthos. Onder elke configuratie is er een verlies van benthos tussen de 5% en 44%. Voor 2 van de 3 configuraties was er ook minder bijvangst van vis. Ook hier zijn meer slepen vereist om betrouwbare resultaten te bekomen.

Tabel 6 – Berekende gemiddelde hoeveelheid bijvangst van vis en benthos per sleep, ook het 'vangstverlies' is aangegeven en is berekend als $(kg_{BRP} - kg_{std})/kg_{std} \cdot 100$.

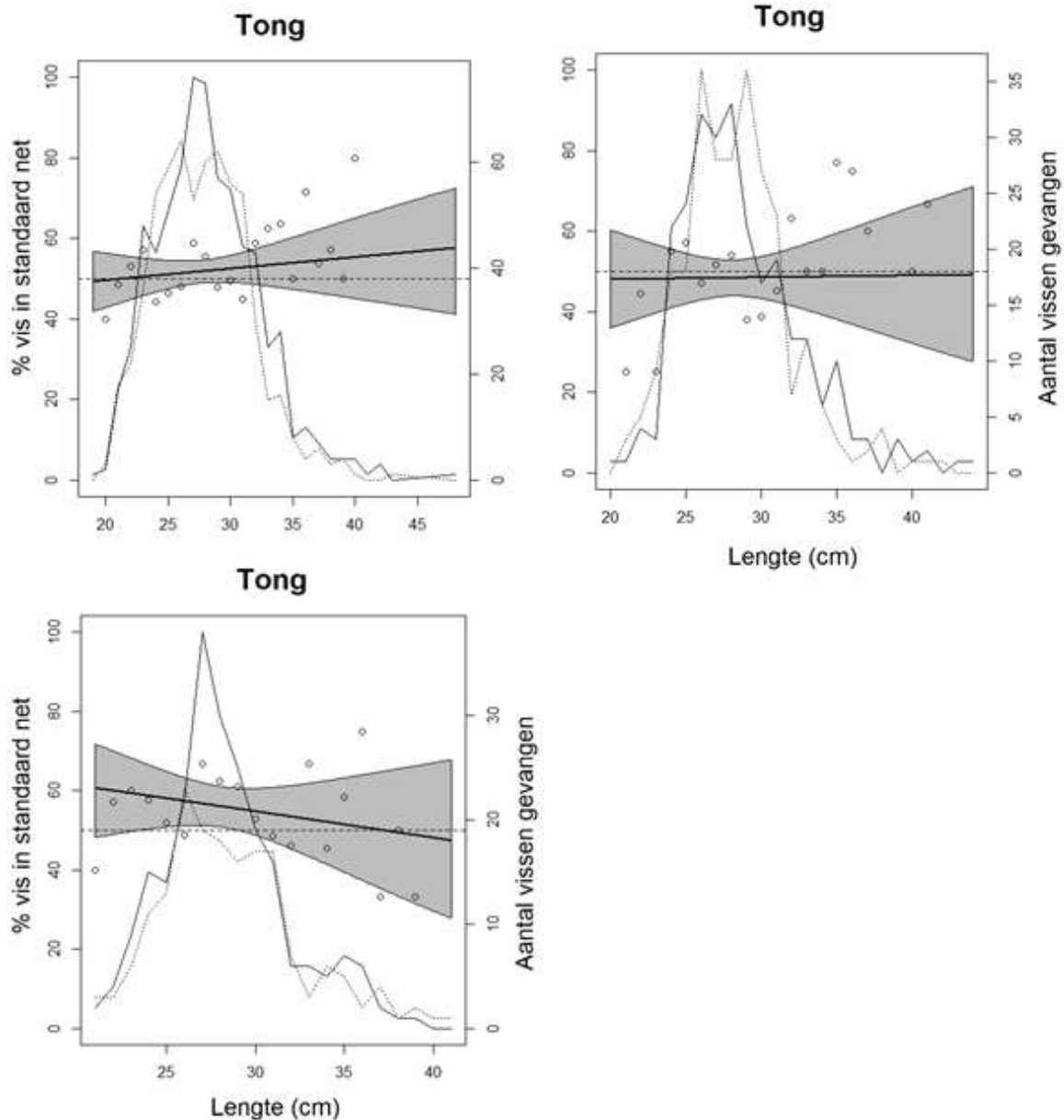
				bijvangst vis	benthos
150 mm, voor kuil (12 slepen)			Standaard (kg)	218	271
			BRP (kg)	196	258
			Vangstverlies (%)	10%	5%
150 mm, voor paneel (4 slepen)			Standaard (kg)	330	348
			BRP (kg)	270	201
			Vangstverlies (%)	18%	42%
200 mm, voor paneel (3 slepen)			Standaard (kg)	152	243
			BRP (kg)	201	135
			Vangstverlies (%)	-32%	44%

In Tabel 7 wordt het aantal discards van tong voor elk van de geteste configuraties weergegeven. Deze worden nauwelijks beïnvloed door het gebruik van een BRP onder de verschillende configuraties.

Tabel 7 – Totaal aantal discards tong voor elk van de geteste configuraties.

	# slepen	Standaard	BRP
150 mm, voor kuil	7	91	91
150 mm, voor paneel	4	19	21
200 mm, voor paneel	3	18	14

In Figuur 13 worden de gevangen aantallen tong per lengteklasse weergegeven. Voor de eerste 2 configuraties (150 mm BRP) kan geen (significant) verschil worden aangetoond tussen het BRP en standaard vistuig. Bij het 200 mm BRP wordt wel significant minder tong gevangen ten opzichte van het traditioneel vistuig voor lengtes tussen 25 en 90 cm.



Figuur 13 - De lengtefrequentieverdelingen (gevangen aantallen per lengteklasse) voor tong. De volle lijn toont de tong in het standaardnet, de stippellijn de tong in het net met BRP. Verhoudingen (standaard net/totaal) zijn weergegeven met witte bollen, betrouwbaarheidsintervallen in het grijs. Horizontale stippellijn op 50% vis in standaard-net (staat voor geen effect van innovatie). Linksboven configuratie 1, rechtsboven configuratie 2 en linksonder configuratie 3.

CONCLUSIE

Deze proef bevestigt het vermoeden dat het BRP efficiënt is om bijvangst van voornamelijk benthos te verminderen. Dit gaat gepaard met niet significante tot kleine vangstverliezen van de commerciële soorten hoewel hier voor schol geen consistente resultaten werden verkregen. Tussen de verschillende configuraties is er geen vergelijking mogelijk door de beperkte hoeveelheid slepen die uitgevoerd werden, voornamelijk met configuratie 2 en 3. Dit is dan ook een verklaring voor de wat uiteenlopende resultaten. Het BRP lijkt wel degelijk een goede innovatie voor bijvangstbeperking, en dan zeker van de benthos maar verder onderzoek met meer slepen zijn nodig voor eenduidige resultaten te verkrijgen en sterke uitspraken te kunnen doen.

2.2.3 MAASWIJDTE KUIL

INLEIDING

Alles wat in het net komt en niet door de mazen valt, eindigt achteraan in het net in de zogenaamde kuil. Op deze manier wordt er dus geselecteerd op de grootte van de vis. Normaal is de maaswijdte (de afstand tussen twee mazen) in de kuil 80 mm bij boomkorvisserij. Aan boord van de Z483 werden tests uitgevoerd met 90mm en 100mm kuilen, dewelke dan vergeleken werden met een “standaard” kuil van 80 mm. De verwachting was dan dat de grotere maaswijdte in de kuil zou zorgen voor een reductie in zowel vis als benthos discards. Verder werd ook een verlies van maatse tong verwacht, waardoor de grotere maaswijdtes vooral interessant zouden zijn op visgronden met beperkte hoeveelheid tong.

MATERIAAL EN METHODE

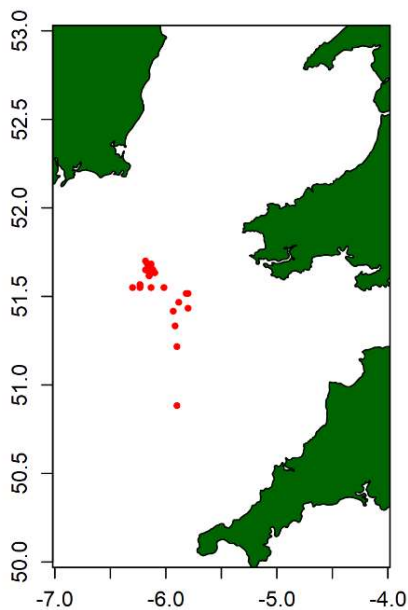
Alle tests werden uitgevoerd met de Z483. Dit vaartuig vist met Sumwings met wekkers en maakt gebruik van V-netten met 80 mm kuil. Voor deze testen werden de kuilen aan de stuurboorzijde vervangen door respectievelijk de 90 of 100 mm kuil. In totaal werd er één selfsamplingreis voor de 90 mm kuil en twee waarnemersreizen georganiseerd, één voor elke experimentele maaswijdte.

Bij de drie reizen werd op vergelijkbare manier gewerkt dewelke hier kort beschreven word. Voor elke sleep werd de vangst uit beide kuilen afzonderlijk opgevangen en geanalyseerd. Er werd een inschatting gemaakt van het totaal vangstgewicht op basis van de grootte van de kuil aan SB en BB zijde (bij de selfsamplingreis werd dit gedaan op basis van foto's van de kuilen genomen door de bemanning). De commerciële gewichten van de belangrijkste soorten werden voor elke kant afzonderlijk genoteerd (Bij de 90 mm waarnemersreis werden voor zeeduivel volumes i.p.v. gewichten genomen). Voor een deel van de slepen werd, gespreid over de reis, ook discards geanalyseerd door met een emmer een staal te nemen van de sorteerband aan het begin, in het midden, en op het einde van het sorteerproces om zo een representatief staal te bekomen. De manden met discards werden vervolgens gewogen. Bij de selfsamplingreis werd de vis van benthos gescheiden en werd het gewicht van beide fracties genoteerd, bij de 90 mm waarnemersreis werd rondvis, platvis, hondshaai en benthos van elkaar gescheiden en werd het gewicht van deze fracties genoteerd. Indien er ondermaatse tong aanwezig was in het staal werd deze geteld en genoteerd.

De gewichten en aantallen in de geanalyseerde stalen werden opgeschaald aan de hand van de (geschatte) totale vangstgewichten gecorrigeerd voor de vangstgewichten van de commerciële vangst. De samenstelling van de volledige bijvangst (vis en benthos + debris) werd berekend door de samenstelling van de geanalyseerde bijvangststalen per sleep op te schalen naar het totaal gewicht van de bijvangst in die sleep. Het totaal gewicht van de bijvangst werd benaderd door het totaalgewicht te verminderen met de gewogen commerciële schol, tong en kabeljauw. Deze soorten vertegenwoordigden het grootste deel van de gevangen commerciële soorten tijdens deze zeereis. Aangezien overige commerciële vissoorten buiten beschouwing werden gelaten werd een lichte overschatting gemaakt van de totale hoeveelheid bijvangst.

90 mm kuil selfsamplingreis

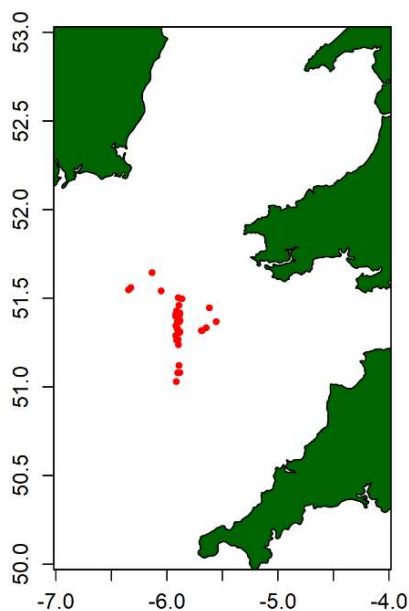
Op deze selfsamplingreis werd een vergelijking gemaakt van een 80 mm kuil met een 90 mm kuil. De reis ging door van 29/8 t.e.m. 5 september 2019 in de Noordzee in ICES-vakken VIIf en VIIg, de exacte locaties van de slepen zijn weergegeven in Figuur 14. Tijdens de reis werden in totaal 28 slepen uitgevoerd waarvan 12 slepen ook op bijvangst werden onderzocht.



Figuur 14 – Beviste gronden tijdens de reis, de startlocatie van elke bemonsterde sleep is aangeduid in rood.

90 mm kuil waarnemersreis

Tijdens de waarnemersreis werd de 80 mm kuil in het net aan stuurboordzijde vervangen door een 90 mm kuil om vangstvergelijkingen mogelijk te maken. De reis ging door van 13/09 t.e.m. 18/09/2019 in de Noordzee in ICES-vak VIIg, de exacte locaties van de slepen zijn weergegeven in Figuur 15. Tijdens de reis werden in totaal 28 slepen bemonsterd, waarvan 19 slepen ook op bijvangst werden onderzocht.

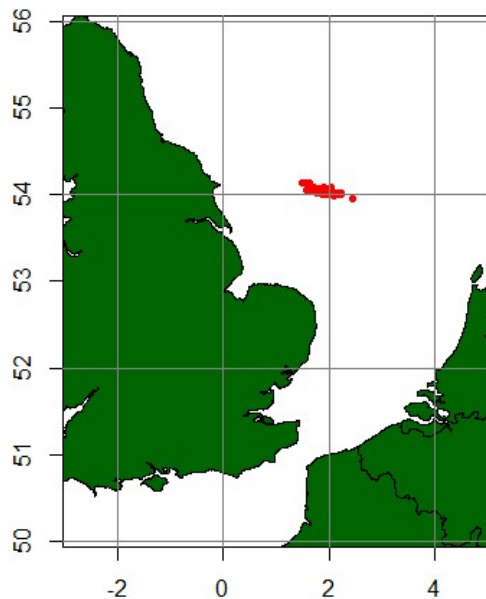


Figuur 15 – Beviste gronden tijdens de reis, de startlocatie van elke bemonsterde sleep is aangeduid in rood.

100 mm kuil waarnemersreis

Tijdens een waarnemersreis werd de 80 mm kuil in het net aan stuurboordzijde vervangen door een 100 mm kuil om vangstvergelijkingen mogelijk te maken. De reis ging door van 22 t.e.m. 31 juli 2018 in de Noordzee in ICES-vak IVb, de exacte locaties van de slepen zijn weergegeven in Figuur 16. Het verloop van

de reis is beschreven in een apart reisverslag. Tijdens de reis werden in totaal 77 slepen uitgevoerd waarvan er 47 slepen bemonsterd werden.



Figuur 16 - Beviste gronden tijdens de reis, de startlocatie van elke bemonsterde sleep is aangeduid in rood.

RESULTATEN

90 mm kuil selfsamplingreis

De data voor de selfsampling reis met de 90 mm kuil is beperkt en moet met de nodige voorzichtigheid geïnterpreteerd worden. Door het beperkte aantal slepen is de data sterk uiteenlopend en verder zat er een fout in de optuiging die tijdens het selfsamplen gevonden werd. Deze fout, die dan rechtgezet werd, bestond uit het feit dat de “Grametten” niet op de juiste positie zaten. Deze werden dan ook verstoken voor de laatste 5 bemonsterde slepen (waarvan 2 slepen de bijvangst werd bemonsterd). Resultaten werden dan ook opgesplitst in “voor” en “na” het versteken van de grametten aangezien de invloed hiervan op de vangsten onbekend was.

In Tabel 8 worden de gewichten van de meest gevangen commerciële soorten weergegeven in kilogram voor en na het versteken van de grametten en het totaal. Deze werden dan vergeleken tussen de 80 mm en 90 mm kuil. Over het algemeen zien we dus wel een sterke afname in commerciële vangsten waarbij tong de grote verliezer was met een afname van bijna 50%. Er kan geen direct verschil gezien worden tussen de resultaten voor en na het versteken van de grametten.

Tabel 8 – Gewichten van de meest gevangen soorten (totaal in kg over alle bemonsterde slepen) en de verschillen (%). Opgesplitst voor de slepen voor en na het verslepen van de grametten. De p-waarde werd berekend over alle slepen (voor + na versteken grametten).

	80 mm			90 mm			verschil			p-waarde
	voor	na	totaal	voor	na	totaal	voor	na	totaal	
tong	984	215	1254	495	122	642	-50%	-43%	-49%	0,000

scharretong	912	246	1187	780	165	965	-14%	-33%	-19%	0,000
schol	296	21	324	230	22	258	-22%	4%	-20%	0,001
hondstong	114	36	153	106	21	128	-7%	-43%	-16%	0,060

De resultaten in Tabel 9 van de bijvangst zijn wel goed en redelijk consistent. Zo werd er steeds meer bijvangst vermeden voor de grametten verstoppen werden en werd er ongeveer 50% minder bijvangst gevangen in totaal waarbij er opvallend 90% minder ondermaatse tong opgevisst was met de 90 mm kuil.

Tabel 9 – Totaal gewicht bijvangst, vangstgewicht ondermaatse vis, vangstgewicht rest (benthos + afval) en aantallen ondermaatse tong. Opgesplitst voor de slepen voor en na het verslepen van de grametten. De p-waarde werd berekend over alle slepen (voor + na versteken grametten).

	80 mm			90 mm			verschil			p-waarde
	voor	na	totaal	voor	na	totaal	voor	na	totaal	
totaal	884	652	845	451	425	446,3	-49%	-35%	-47%	0,000
vis	157	171	159	97	139	103,6	-38%	-19%	-35%	0,018
rest	721	481	681	350	286	339,7	-51%	-40%	-50%	0,000
ondermaatse tong	153	269	179	11	52	18,1	-93%	-81%	-90%	0,001

90 mm kuil waarnemersreis

Voor de 90 mm kuil waarnemersreis is er geen voor en na aangezien de grametten op de juiste positie zaten. De data in Tabel 10 tonen een afname in maatse tongvangst (9%), terwijl de vangsten van de andere soorten net toenemen. Deze toename wordt waarschijnlijk verklaard door de betere doorstroming in het net, wanneer grotere mazen gebruikt worden. De lagere tongvangsten kunnen worden toegeschreven aan het verlies van tong in kleinere commerciële klassen, zie ook Figuur 17.

Tabel 10 Gewichten van de meest gevangen soorten (totaal in kg over alle bemonsterde slepen) en de verschillen (%) samen met p-waarde.

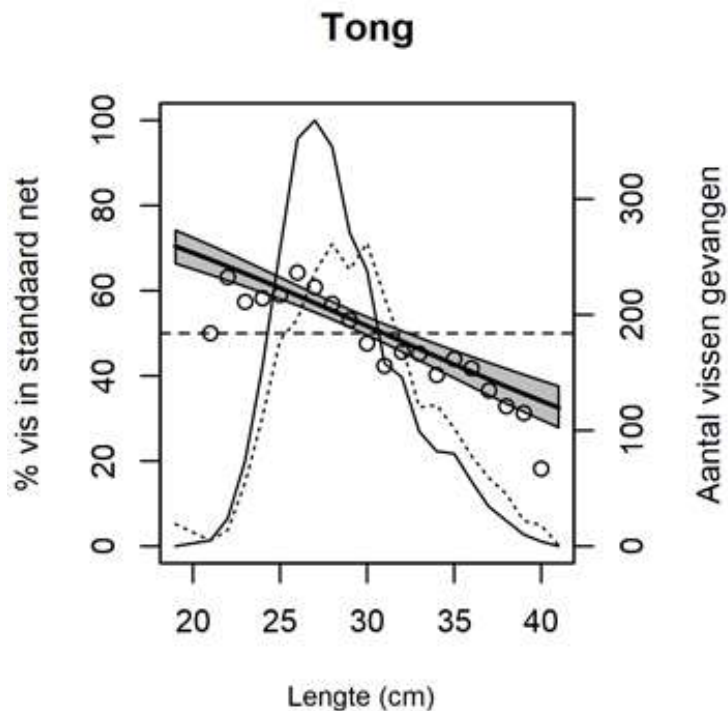
Soort	80 mm	90mm	verschil	p-waarde
Tong	1141	1044	-9%	0,084
Tongschar	250	301	20%	0,184
hondstong	156	161	3%	0,690
Scharretong	1580	1739	10%	0,013
Schol	28	38	36%	0,324

Voor de bijvangst van de 90 mm kuil waren de resultaten wel meer overeenstemmend tussen de selfsamplingreis en de waarnemersreis waarbij er consistent minder bijvangst gevangen werd (Tabel 11). Voor de rondvissen en de totale bijvangst was deze afname statistisch significant en met 21% afname op de totale bijvangst, zeker niet te verwaarlozen. Wat dan weer niet consistent is, was dat er maar een 3% afname is in de bijvangst van platvissen waarbij er in de selfsamplingreis wel 90% minder ondermaatse tongen gevangen werden.

Tabel 11 - Totaal gewicht bijvangst, bijvangst rondvis, bijvangst platvis, benthos en hondshaai samen met p-waarde.

	80 mm	90 mm	verschil	p-waarde
totaal bijvangst	705	557	-21%	0,000
rond	220	136	-38%	0,000
plat	171	166	-3%	0,674
benthos	210	171	-19%	0,193
hondshaai	104	91	-12%	0,438

Figuur 17 toont de lengtefrequentieverdeling voor tongen. We zien een significante afname in de hoeveelheid tong waarvan een zeer groot deel ondermaats was. Er was zelfs een kleine toename in de hoeveelheid grote en meest waardevolle tongen, zoals eerder vermeld kan dit toegeschreven worden aan de betere doorstroming in het net bij gebruik van grotere mazen.



Figuur 17 –De lengtefrequentieverdelingen (gevangen aantallen per lengteklasse) voor tong tijdens de waarnemersreis met 90 mm kuil. Volle lijn = standaard net; stippellijn = innovatief net. Verhoudingen (standaard net/totaal) zijn weergegeven met witte bollen, betrouwbaarheidsintervallen in het grijs. Horizontale stippellijn op 50% vis in standaard-net (staat voor geen effect van innovatie).

100 mm kuil

De totale vangstgewichten en de gewichten van commerciële tong, schol en kabeljauw van de bemonsterde slepen zijn weergegeven in Tabel 12. De totale vangstgewichten en de hoeveelheden commerciële tong zijn significant lager voor de 100 mm kuil. De vangsten van schol en kabeljauw daarentegen vertoonden een lichte, maar niet significante, stijging van respectievelijk 5 en 17% .

Tabel 12 - Totaal vangstgewicht en gewicht van commerciële tong, schol en kabeljauw na 47 bemonsterde slepen samen met het vangstverschil, berekend als $(\text{kg}_{80\text{mm}} - \text{kg}_{100\text{mm}}) / \text{kg}_{80\text{mm}} * 100$ en p-waarde. Significante p-waarden zijn weergegeven in cursief.

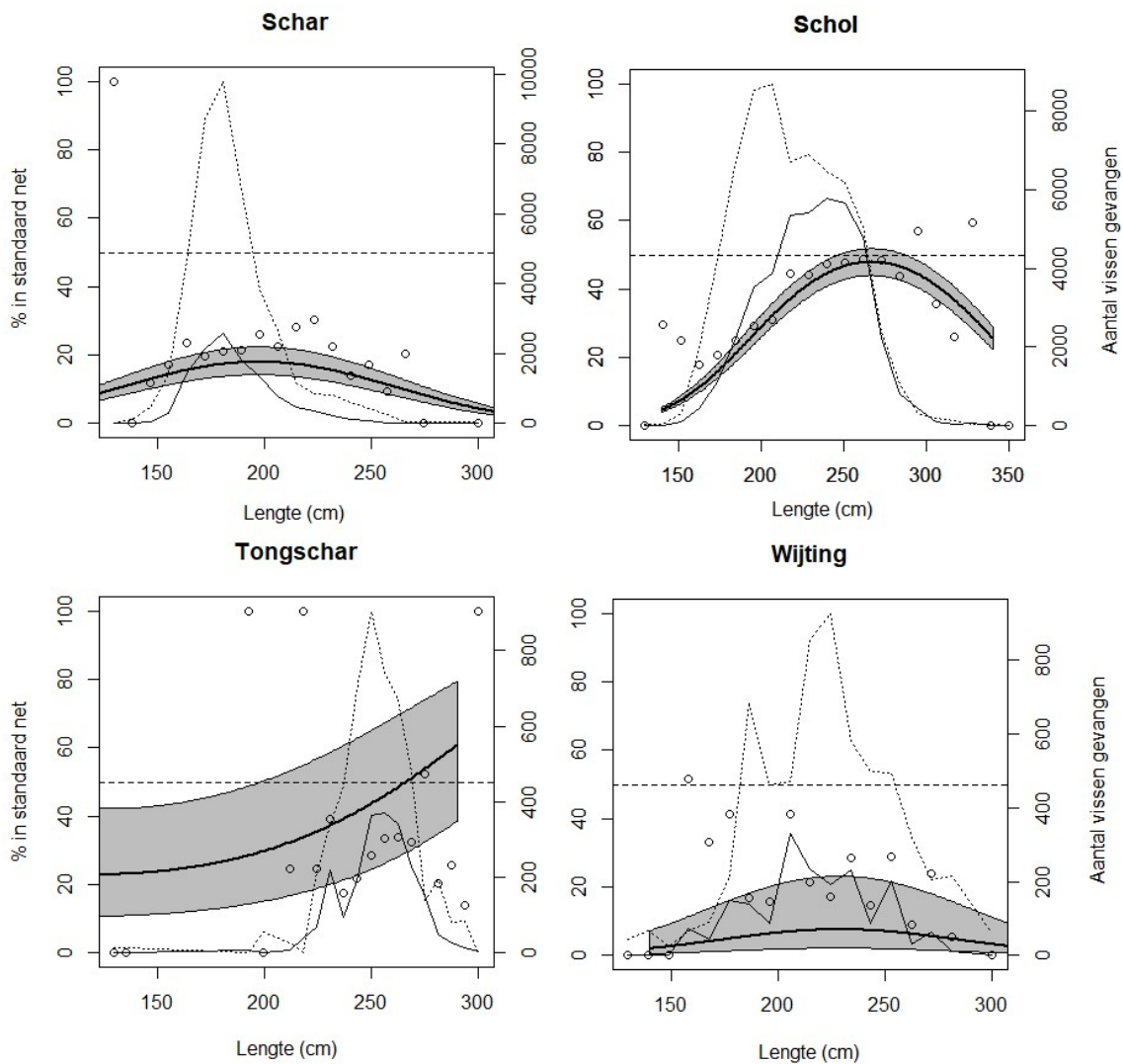
	Totaal	tong	schol	kabeljauw
80 mm (kg)	35500	382	4280	517
100 mm (kg)	19550	226	4510	605
vangstverlies (%)	-45%	-41%	5%	17%
p-waarde	<i>0.000</i>	<i>0.000</i>	0.222	0.173

Er werd een inschatting gemaakt van de totale besomming, deze was € 1 030 lager voor de 100 mm kuil (Tabel 13). Bij de berekening werd geen rekening gehouden met de vangsten van andere commerciële soorten zoals tarbot en griet die volgens de bemanning ook hoger waren voor de 100 mm kuil. De meervangst van schol, kabeljauw en zwartvis is wellicht te wijten aan de betere doorstroming van het net als gevolg van de grotere mazen in de kuil en het kleinere vangstvolume.

Tabel 13 – Inschatting van totale besomming voor beide kuilen over de bemonsterde slepen.

	prijs/kg	80 mm	100 mm	100mm - 80mm
tong	€ 12	€ 4 579	€ 2 710	€ -1 869
schol (€)	€ 2,50	€ 10 700	€ 11 275	€ 575
kabeljauw (€)	€ 3	€ 1 551	€ 1 815	€ 264
TOTAAL (€)		€ 16 830	€ 15 800	€ -1 030

In Figuur 18 worden de lengte frequentieverdelingen van schar, schol, tongschar en wijting weergegeven. Voor deze soorten is er duidelijk minder bijvangst in de 100 mm kuil, in het bijzonder voor de kleinste fractie schol en tongschar. Van de andere soorten werden onvoldoende exemplaren opgemeten om betrouwbare lengtefrequentieverdelingen te bekomen.



Figuur 18 - De lengtefrequentieverdelingen (gevangen aantallen per lengteklasse) voor schar, schol, tongschar en wijting. Volle lijn = standaard net; stippellijn = innovatief net. Verhoudingen (standaard net/totaal) zijn weergegeven met witte bollen, betrouwbaarheidsintervallen in het grijs. Horizontale stippellijn op 50% vis in standaard-net (staat voor geen effect van innovatie).

Tot slot werd een inschatting gemaakt van het verschil in bijvangst voor beide kuilen (Tabel 14) op basis van de uitgesorteerde substalen. Deze geven aan dat de 100 mm kuil ongeveer 45% minder ondermaatse vis bijvangst ten opzichte van de 80 mm kuil. Er is bovendien een verlies van bijna 60% afval, stenen en ongewervelden. Het resultaat hiervan was ook een veel snellere en makkelijkere verwerking van de vangst door de bemanning. Alhoewel dit niet gemeten werd tijdens deze reis, lijkt het waarschijnlijk dat de kleinere hoeveelheden zand en stenen in de vangst de kwaliteit van de vis en de overleving van de ondermaatse discards ten goede komt.

Tabel 14 – Berekende gemiddelde hoeveelheid bijvangst van vis en benthos per sleep met standaarddeviatie voor de 47 bemonsterde slepen, ook het vangstverschil is aangegeven en is berekend als $(kg_{80mm} - kg_{100mm})/kg_{80mm} \cdot 100$.

	bijvangst vis	Benthos + debris
80 mm (kg)	248 ± 102	411 ± 191
100 mm (kg)	137 ± 92	172 ± 143
vangstverschil (%)	-45%	-58%

CONCLUSIE

Hoewel de resultaten door het lage aantal slepen en niet-eenduidige data moeilijk te interpreteren zijn en we voorzichtig moeten omspringen met sterke uitspraken, kunnen we wel het volgende concluderen over de vergroting van de maaswijdte van de kuil van 80 mm naar 90 en 100 mm. Er werd minder bijvangst gevangen van alle fracties waarbij er een sterk verlies van vis, afval en benthos. Voorts werd er ook een sterke reductie van ondermaatse tongen vast gesteld. De commerciële vangsten waren ook gereduceerd hoewel voor enkele soorten lichtjes hogere vangsten werden opgemerkt. Dit was wel niet genoeg om het verlies aan maatse tong te kunnen bekostigen. De vangsten zouden wel van betere kwaliteit en er zou een hogere overleving van de discards mee gepaard gaan als de mazen in de kuil vergroten.

2.2.4 LED LINDGREN PITMAN AAN BOOM

INLEIDING

Tijdens twee reizen aan boord van de RV Belgica werden vangstvergelijkingen uitgevoerd met Lindgren-Pitman Electralume Fishing Lights (Figuur 21). We kozen voor “Lindgren-Pitman Electralume light” omdat deze lichtjes reeds succesvol getest werden in garnalvisserij (*Pandalus jordanii*), tijdens dit onderzoek werd een duidelijk effect op de vangstsamenstelling (bijvangst vis) vastgesteld (Hannah et al., 2015).

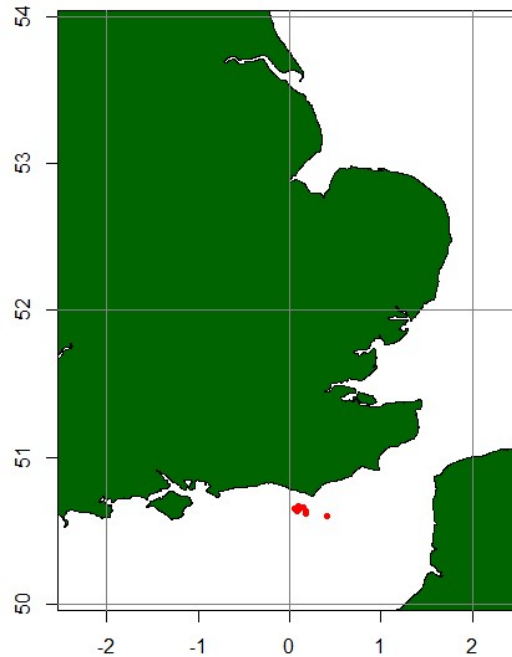


Figuur 19 - Lindgren-Pitman Electralume Fishing Light. Op de rechterfoto is te zien hoe het licht in de boomopening werd geplaatst.

MATERIAAL EN METHODE

Alvorens op zee te gaan met de Belgica werd er een testreis met de Simon Stevin uitgevoerd waarbij de lichtjes aan de boom geplaatst waren. Het verslag van deze reis is terug te vinden in Appendix B (Zeereis – Licht). Aan boord van RV Belgica (50.9 m L.O.A., 1154 kW) werd gevist met twee 4 m boomkornetten die naast elkaar bevestigd waren aan een 8 m boom, met een extra slof in het midden. Om vangstvergelijkingen uit te voeren werd één van de twee netten uitgerust met led-licht. Er werden 2 rijen van 6 lampen in de boomopening geplaatst, bevestigd aan het begin van de staanders van de kettingmat (zie Figuur 19, foto rechts). Er waren zes witte en zes multicolour lichtjes aanwezig, waarbij de multicolour lichtjes alternerend zowel geel, blauw en groen licht schijnen.

Er werden 12 slepen bemonsterd in ICES-vakken VII d (Figuur 20). De slepen werden bemonsterd van 18/02/2019 tot 22/02/2019. Er werden 8 slepen uitgevoerd met licht aan BB en 4 slepen met licht aan SB. Er werd een volledige vangstanalyse uitgevoerd voor elke sleep, waarbij alle vis werd opgemeten en de totale hoeveelheden benthos en afval werden gewogen. Het verslag van deze reis is terug te vinden in Appendix C - Belgica campagne - licht en whirl spoiler.



Figuur 20– Locaties van de bemonsterde slepen (rood).

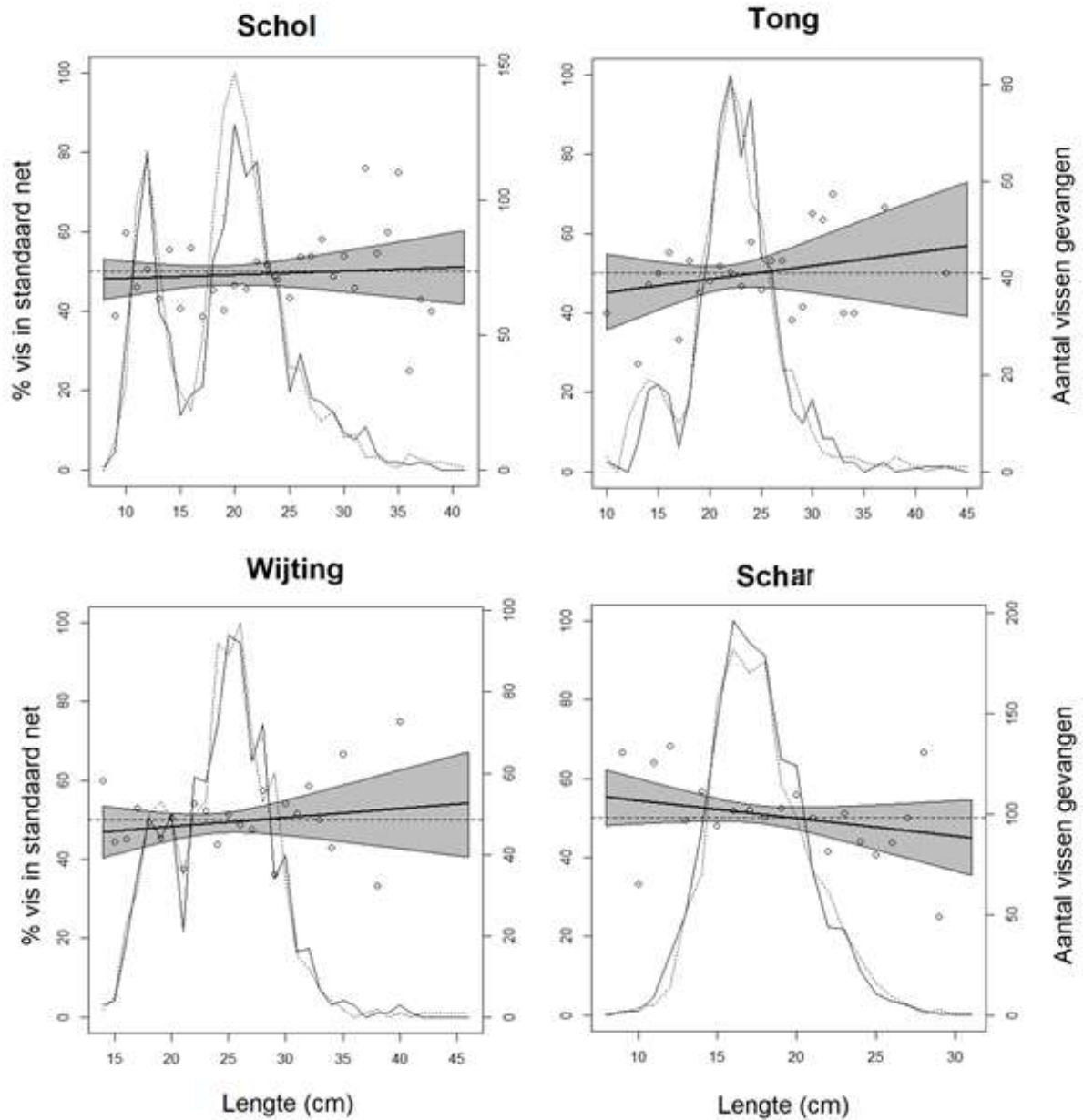
RESULTATEN

De aantallen van de meest gevangen vissoorten zijn weergegeven in Tabel 15. De vangstverschillen waren zeer klein. Voor de 4 meest gevangen soorten waren de verschillen nergens groter dan 10% voor zowel maatse als ondermaatse exemplaren.

Tabel 15 –Aantallen van meest gevangen (>250 in totaal) soorten, opgesplitst in ondermaats en maats. Ook vangstverschillen zijn weergegeven, berekend als $(\#_{\text{experimenteel}} - \#_{\text{traditioneel}}) / \#_{\text{traditioneel}} * 100$. Significante verschillen (p-waarde 0,05) cursief.

Soort	Ondermaats			Maats		
	Traditioneel	Experimenteel	Vershil (%)	Traditioneel	Experimenteel	Vershil (%)
Schol	1195	1308	9	122	115	-6
Schar	1263	1188	-6	87	92	6
Wijting	607	641	6	258	250	-3
Tong	404	432	7	224	216	-4
Steenbolk	91	83	-9	225	276	23
Poon spp	33	35	6	200	175	-13
Bot	8	17	113	169	223	32

Lengtefrequentieverdelingen van de 4 meest gevangen soorten zijn weergegeven in Figuur 21. Voor alle soorten ligt de horizontale stippellijn (geen verschil tussen experimenteel net en standaard net) binnen het 95% betrouwbaarheidsinterval voor alle lengtes, ook dit wijst erop dat het licht in de boomopening geen effect heeft op de vangstsamenstelling.



Figuur 21 –De lengtefrequentieverdelingen (gevangen aantallen per lengteklasse) voor schol en tong. Volle lijn = standaard net; stippellijn = innovatief net. Verhoudingen (standaard net/totaal) zijn weergegeven met witte bollen, betrouwbaarheidsintervallen in het grijs. Horizontale stippellijn op 50% vis in standaard-net (staat voor geen effect van innovatie).

CONCLUSIE

Het gebruik van Lindgren-Pitman Electralume Fishing Lights in de boomopening blijkt geen effect te hebben op de vangstsamenstelling. Mogelijk worden de vissen 'verrast' door het aankomende net en is er onvoldoende tijd om te reageren. Het primaire onderzoek leidde wel tot het verder nagaan van de opties dat licht in de visserij sector te bieden heeft waaronder het plaatsen van deze LEDs in een BRP of het doorontwikkelen naar LED-ropes die verder besproken zullen worden.

2.2.5 LED LINDGREN PITMAN IN DRP

INLEIDING

Om een mogelijk “grotere” impact te hebben op de bijvangst van vis werden de “Lindgren-Pitman Electralume lights” in de rug van het net gehangen waar het DRP of het “Discard Release Panel” zich bevindt. Dit DRP bestaat uit een set van grote vierkante mazen waardoor bijvangst van vis extra kans krijgt om uit het net te ontsnappen. Het idee van de LEDs in de dit DRP is dat die het DRP verlicht en ondermaatse vis helpt om actief door het paneel te ontsnappen.

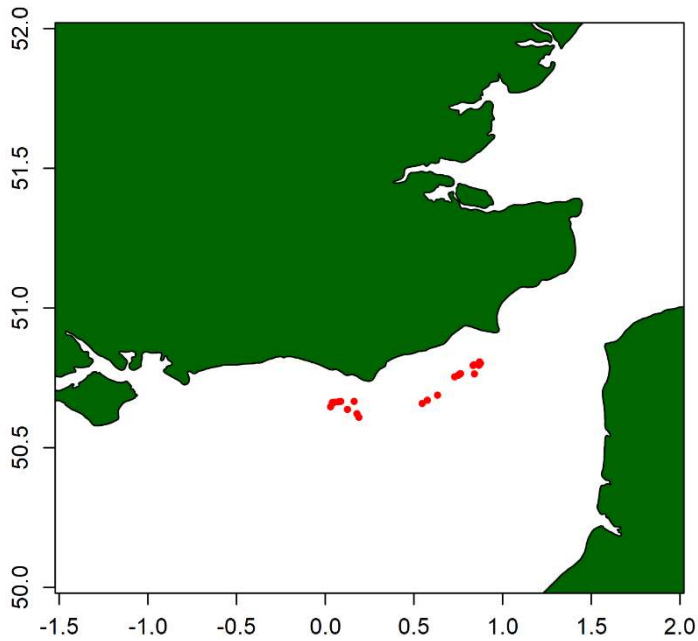
MATERIAAL EN METHODE

Aan boord van RV Belgica (50.9 m L.O.A., 1154 kW) werd er één week gevist, waarbij er twee 4 m boomkornetten naast elkaar bevestigd waren aan een 8 m boom, met een extra slof in het midden. Om vangstvergelijkingen uit te voeren werd één van de twee netten uitgerust met de LED-lichten. Er werden 4 rijen van 3 lampen in het BRP geplaatst (zie Figuur 22). Er waren zes witte en zes “multicolour” LEDs aanwezig, de multicolour LEDs schijnen afwisselend in groen, blauw en paars.



Figuur 22 – Bij het binnenhalen van de netten wordt het BRP, dat zich aan de onderkant of ‘in de buik’ van het net bevindt en waar de Electralume lichtjes aan vasthangen.

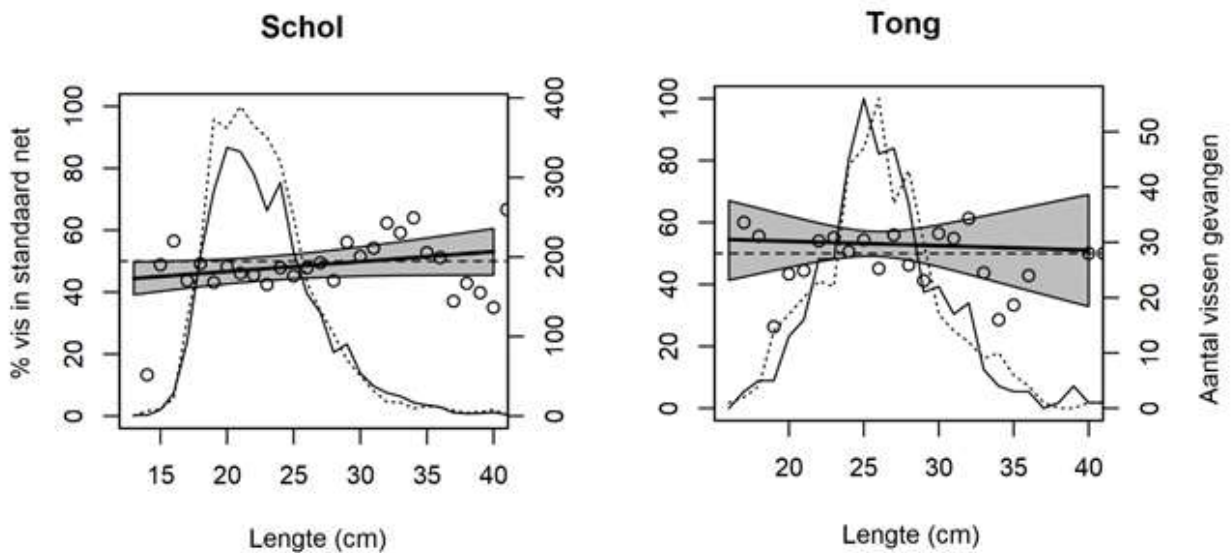
Er werden 24 slepen bemonsterd in ICES-vakken VII d (Figuur 23). De slepen werden bemonsterd van 01/04/2019 tot 05/04/2019. Er werden 12 slepen uitgevoerd met licht aan BB en 12 slepen met licht aan SB. Er werd een volledige vangstanalyse uitgevoerd voor elke sleep, waarbij alle vis werd opgemeten en de totale hoeveelheden benthos en afval werden gewogen. Het verslag van deze reis is terug te vinden in Appendix C – Belgica campagne - licht en paneel.



Figuur 23 – Locaties van de bemonsterde slepen (rood).

RESULTATEN

Figuur 24 toont de lengtefrequentieverdelingen van schol en tong waarbij er zelfs (insignificant) meer ondermaatse schol gevangen werd met de LEDs, voor tong was er geen verschil in de vangsten.



Figuur 24 –De lengtefrequentieverdelingen (gevangen aantallen per lengteklasse) voor schol en tong. Volle lijn = standaard net; stippellijn = innovatief net. Verhoudingen (standaard net/totaal) zijn weergegeven met witte bollen, betrouwbaarheidsintervallen in het grijs. Horizontale stippellijn op 50% vis in standaard-net (staat voor geen effect van innovatie).

CONCLUSIE

We kunnen vaststellen dat de “Lindgren-Pitman Electralume lights” wederom geen invloed hebben op de vangsten. Er werd geen reductie waargenomen in ondermaatse vis van commerciële soorten, voor schol

werd er zelfs een zeer lichte stijging waargenomen. De lichtjes zijn waarschijnlijk niet fel genoeg om door de stofwolken, veroorzaakt door de sloffen en het slepen van het net op de bodem, te breken. Hierdoor krijgen de ondermaatse platvissen niet tijdige de extra impuls om door de grotere mazen van het DRP te ontsnappen.

2.2.1 LED ROPE IN BRP

INLEIDING

Hoewel de “Lindgren-Pitman Electralume lights” weinig resultaten opleverden, werd er op basis van de opgedane kennis en wetenschappelijke literatuur nog verder onderzoek uitgevoerd met licht om de bijvangst van vis te verminderen. Aangezien er verondersteld werd dat de zwakheid van de “Lindgren-Pitman Electralume lights” de voornaamste oorzaak was van de tegenvallende resultaten werd door ILVO een eigen systeem ontwikkeld: de “LED rope” (Figuur 25). De LED rope bestaat uit twee strips van telkens 5 meter met LEDs (9,6W 1020lm/meter 12VDC 4000K) dewelke in een flexibele transparante buis gestoken worden. De buis zelf is opgevuld met parafine olie om de LED rope waterdicht en drukbestendig te maken.



Figuur 25 - De inhouse gemaakte LED ropes. Deze werden gevoed met een batterij (rechtsboven) dewelke samen met de strips in het net gehangen werd.

MATERIAAL EN METHODE

Om na te gaan of de LED ropes stevig genoeg waren voor de ruwe omstandigheden onder water, en om mogelijke effecten te kunnen zien op het gedrag van vis werd een zeereis uitgevoerd met de Simon Stevin. Het verslag hiervan is terug te vinden in Appendix B (Zeereis – LED rope in BRP). Vervolgens werd er aan boord van RV Belgica (50.9 m L.O.A., 1154 kW) twee weken gevist om deze innovatie te evalueren, waarbij er twee 4 m boomkornetten naast elkaar bevestigd waren aan een 8 m boom, met een extra slof in het midden. Om vangstvergelijkingen uit te voeren werden beide netten uitgerust met de LED ropes in een BRP (Figuur 26), de LEDs werden afwisselend aangestoken. De LED ropes werden bevestigd in een BRP (200 mm). De bakken met batterijen werden bevestigd aan de boom (Figuur 27, links onder op foto).



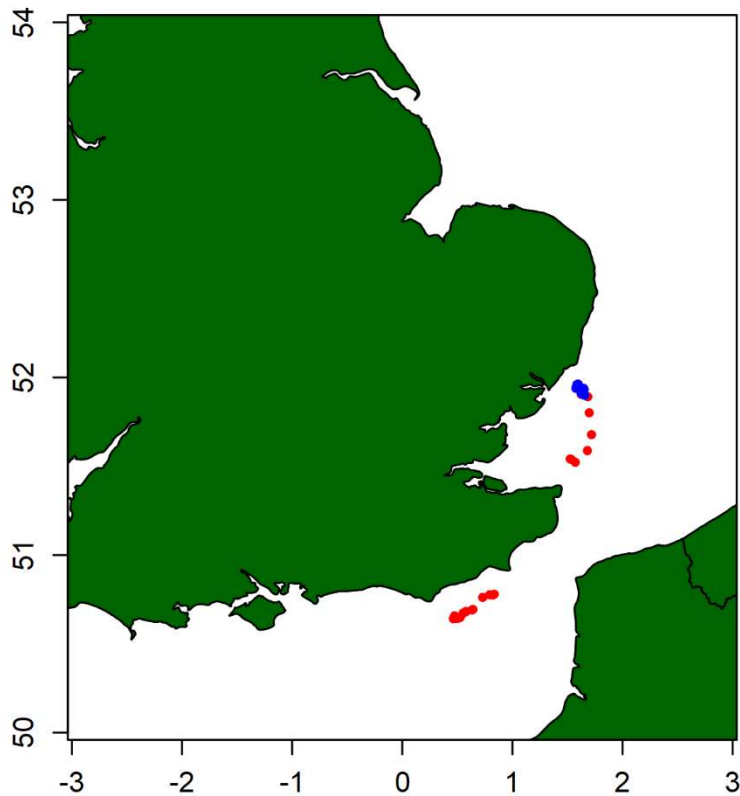
Figuur 26 - Zicht op de plaatsing van de ropes in de buik van het net.



Figuur 27 - Bij het bovenhalen van de netten werd een felle witte gloed waargenomen die het water rond de LED ropes verlicht.

De eerste reis met de RV Belgica vond plaats van 09/12/19 tot 13/12/19, de tweede van 03/02/20 tot 07/02/20 waarbij er in totaal 39 slepen bemonsterd werden (Figuur 28). Er werd een volledige

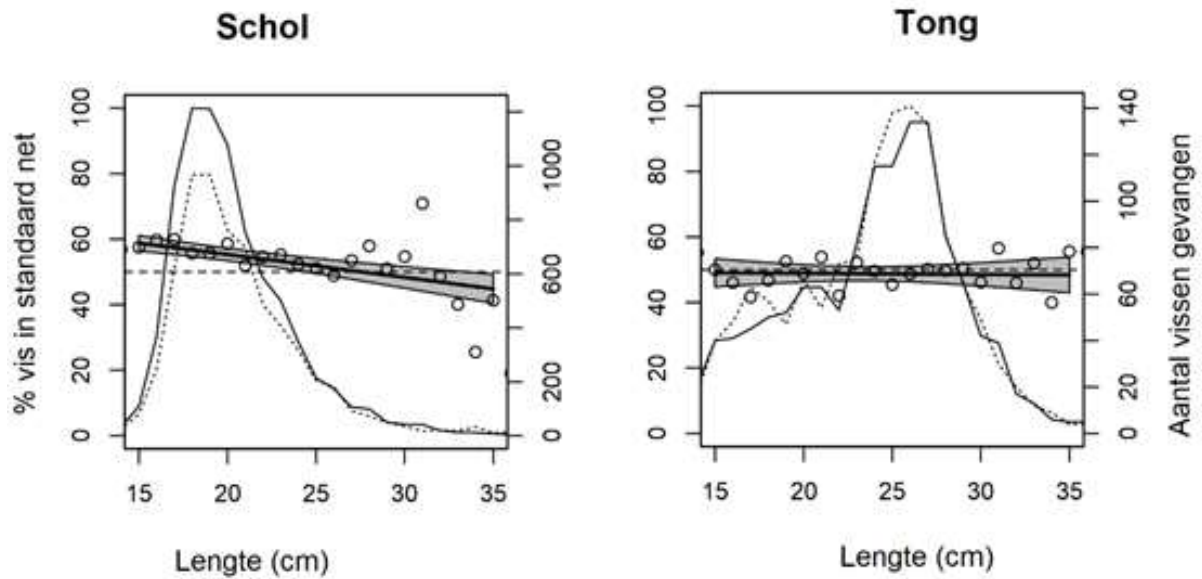
vangstanalyse uitgevoerd voor elke sleep. Alle vis werd opgemeten, alle benthos werd uitgesorteerd, geteld en gewogen. Het verslag van de zeereizen kunnen terug gevonden worden in Appendix C - Belgica campagne - schrikelementen (w1) - lichtstrips in BRP (w2) & LED rope en BRP.



Figuur 28 - Locaties van de bemonsterde slepen december 2019 (blauw) en februari 2020 (rood).

RESULTATEN

Figuur 29 toont de lengtefrequentieverdelingen van schol en tong waarbij er twee trends waar te nemen zijn. Voor schol was er een sterk verlies van ondermaatse individuen van 21%, wat met de grote steekproef ($n = 13507$) en aantal slepen ($i = 39$) een zeer postieve uitkomst geeft van de LED rope. Daarenboven was er geen significant verschil in maatse schol tussen het met LED verlichte net en het standaard net. Het verlies van ondermaatse schol was nog groter in helder water terwijl het effect net zwakker werd in de Thames monding, waar er meer troebel water is en het licht dus minder ver/fel rijkt. Er werd geen significant effect waargenomen op de vangsten van tong (maats en ondermaats) bij gebruik van het LED rope.



Figuur 29 – De lengtefrequentieverdelingen (gevangen aantallen per lengteklasse) voor schol en tong. Volle lijn = standaard net; stippellijn = innovatief net. Verhoudingen (standaard net/totaal) zijn weergegeven met witte bollen, betrouwbaarheidsintervallen in het grijs. Horizontale stippellijn op 50% vis in standaard-net (staat voor geen effect van innovatie).

CONCLUSIE

In tegenstelling tot de “Lindgren-Pitman Electralume lights” die geen significant effect gaven, zijn de LED ropes wel degelijk een efficiënt middel om ondermaatse vis uit de kuil te houden. Dit effect waarbij vissen door het licht uit het net ontsnappen, werd enkel waargenomen voor ondermaatse schol, zonder een verlies van maatse individuen. De sterkte van het effect is wel afhankelijk van de troebelheid van het water. Hoe troebeler het water, bv in de Thames monding, hoe minder ondermaatse schol ontsnapte.

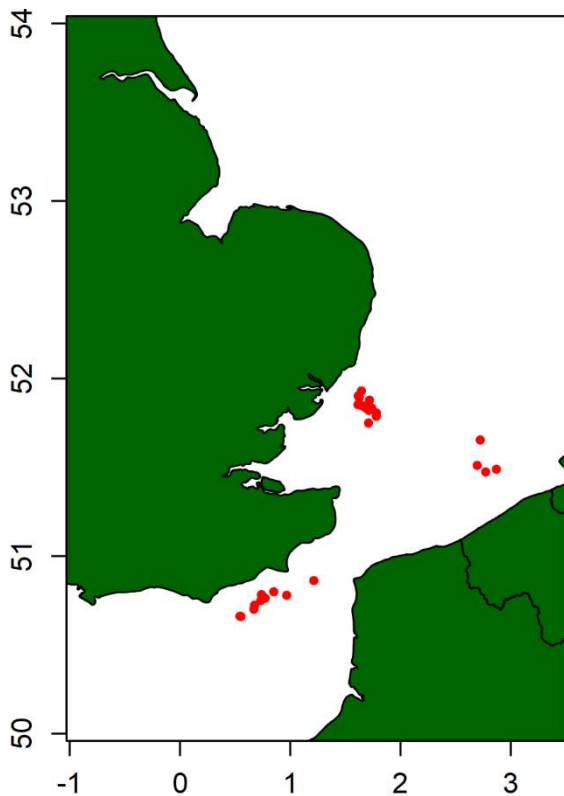
2.2.2 LED ROPE IN BRP EN DRP MET BOVENKUIL

INLEIDING

Na de succesvolle testen met het LED rope in een BRP, werden er ook testen gedaan met een “Discard Release Panel” of DRP in combinatie met een verlicht BRP. Het principe is hetzelfde als een BRP alleen zit het DRP in de rug van het net in plaats van in de buik. Het doel van het DRP met bovenkuil was om na te gaan of ondermaatse schol via de rug van het net ontsnapte of juist elders in het net.

MATERIAAL EN METHODE

De reis met de RV Belgica nam plaats van 05/10/20 tot 09/10/20 waarbij er in totaal 30 slepen gesampled werden (Figuur 30). In beide netten werd een LED rope in een BRP (200 mm) aangebracht in combinatie met een DRP (200 mm) met een bovenkuil. De LEDs werden afwisselend aan SB en BB aangestoken. Er werd een volledige vangstanalyse uitgevoerd voor elke sleep. Alle vis werd opgemeten, alle benthos werd uitgesorteerd, geteld en gewogen. Het verslag van de zeereis kan terug gevonden worden in Appendix C - Belgica campagne - LED rope in BRP met DRP en Bovenkuil.

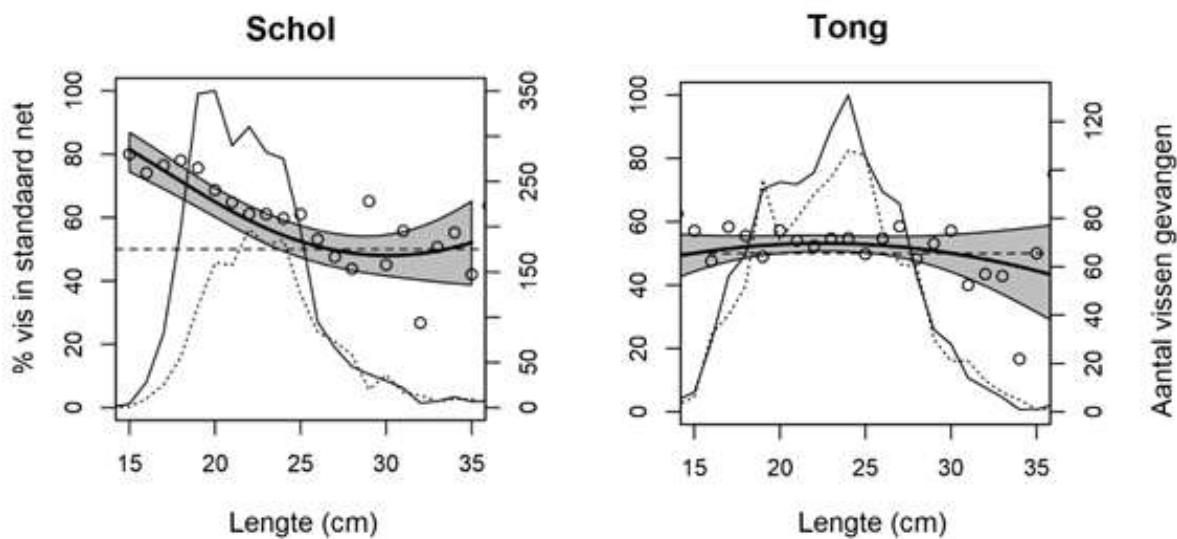


Figuur 30 - Locaties van de bemonsterde slepen (rood).

RESULTATEN

De resultaten in Figuur 31 zijn te vergelijken met die van het “LED rope in BRP” experiment alleen was het effect hier groter waarbij er 46% minder ondermaatse schol ($n = 3755$ uit 30 slepen) in de kuil gevangen werd. Voor ondermaatse tong was er een zeer lichte (niet significante) daling.

Als we dan kijken naar de bovenkuil (via DRP ontsnapte dieren), werd er een uiterst laag aantal schollen (142) en tongen (251) in terug gevonden.



Figuur 31 – De lengtefrequentieverdelingen (gevangen aantallen per lengteklasse) voor schol en tong. Volle lijn = standaard net; stippellijn = innovatief net. Verhoudingen (standaard net/totaal) zijn weergegeven met witte bollen, betrouwbaarheidsintervallen in het grijs. Horizontale stippellijn op 50% vis in standaard-net (staat voor geen effect van innovatie).

CONCLUSIE

De resultaten van het LED rope in BRP met DRP bevestigen eerder onderzoek aan boord van de RV Belgica, namelijk dat er meer ondermaatse schollen kunnen ontsnappen bij gebruik van licht. Deze campagne belandde bijna 50% minder ondermaatse schol in de vangst. Deze campagne werd bovendien aangetoond dat de schollen niet via het DRP ontsnappen (zeer weinig exemplaren in de bovenkuil). Aangezien ze niet langs het DRP in de rug van het net ontsnappen wordt op basis van deze campagne vermoed dat de dieren via het BRP in de buik van het net of langs zij in het net ontsnappen.

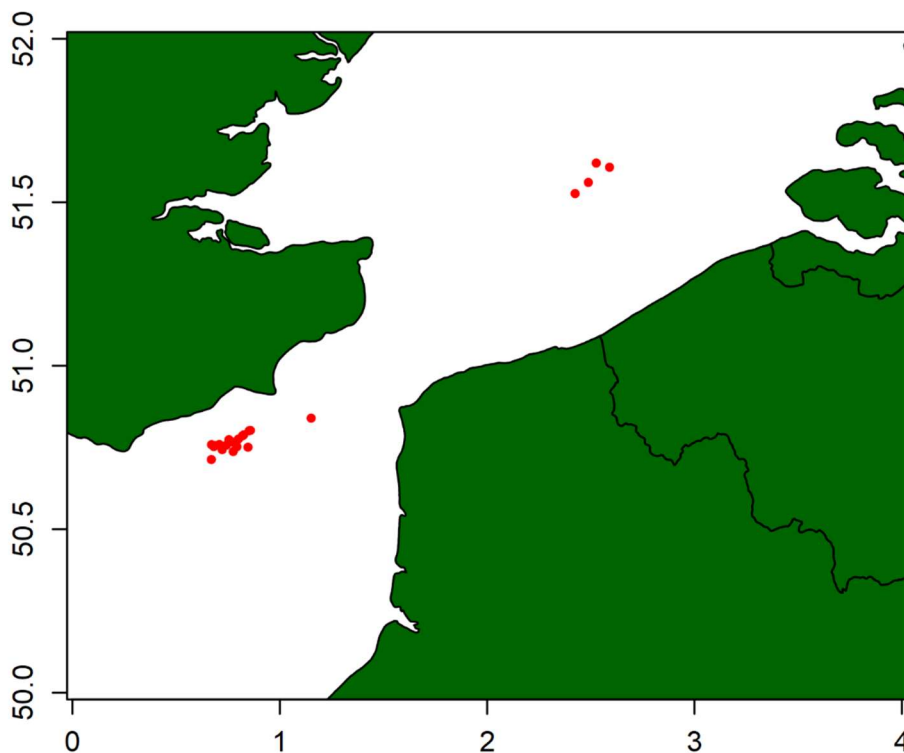
2.2.3 LED ROPE IN DRP MET BOVENKUIL EN BRP

INLEIDING

Om het gedrag van schol en de ontsnappingswegen verder te analyseren werden ook tests uitgevoerd met een verlicht "Discard Release Panel" of DRP met bovenkuil in combinatie met een BRP. Als schol aangetrokken wordt door licht (mogelijk op basis van resultaten in bovenstaande campagnes) zouden we deze campagne grote hoeveelheden ondermaatse schol moeten zien in de bovenkuil boven het DRP bij gebruik van licht.

MATERIAAL EN METHODE

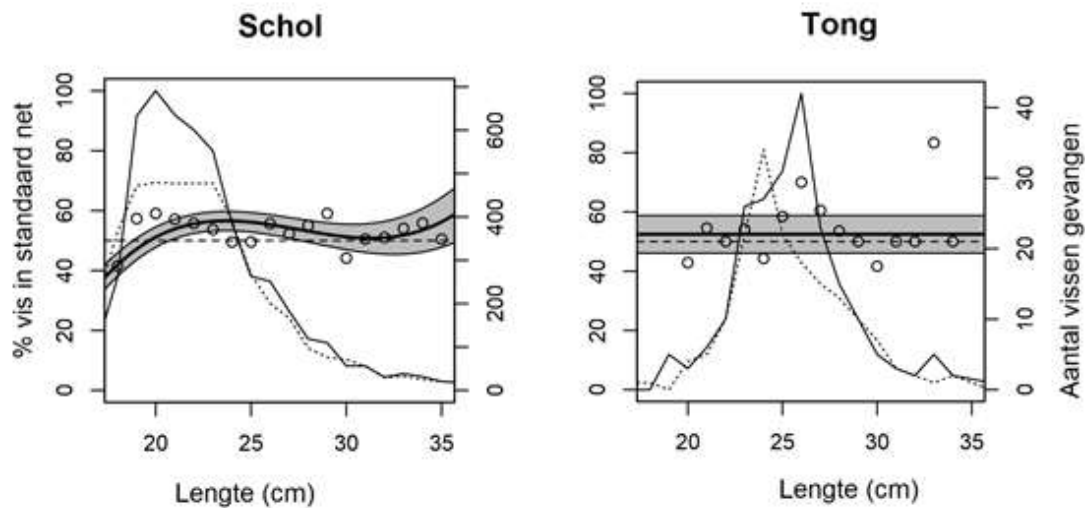
De reis met de RV Belgica nam plaats van 30/11/20 tot 04/12/20 waarbij er in totaal 19 slepen bemonsterd werden (Figuur 32). Er werd een volledige vangstanalyse uitgevoerd voor elke sleep. Alle vis werd opgemeten, alle benthos werd uitgesorteerd, geteld en gewogen.



Figuur 32 - Locaties van de bemonsterde slepen (rood).

RESULTATEN

De resultaten in Figuur 33 zijn te vergelijken met de resultaten van vorige zeezeizen. Er is opnieuw verlies van ondermaatse schol (-13%, n=8562) en weinig of geen effect op de vangsten van tong. De resultaten tijdens deze zeezeis zijn echter minder uitgesproken dan bij gebruik van licht in een BRP. De ontsnapte ondermaatse schol is ook deze keer niet terug te vinden in de bovenkuil van het DRP (in totaal slechts 235 schollen in beide bovenkuils samen over de volledige campagne).



Figuur 33 - De lengtefrequentieverdelingen (gevangen aantallen per lengteklasse) voor schol en tong. Volle lijn = standaard net; stippellijn = innovatief net. Verhoudingen (standaard net/totaal) zijn weergegeven met witte bollen, betrouwbaarheidsintervallen in het grijs. Horizontale stippellijn op 50% vis in standaard-net (staat voor geen effect van innovatie).

CONCLUSIE

De resultaten van het led rope in DRP ondersteunen voorgaande conclusies. LED zorgt voor ontsnapping van ondermaatse schol en heeft geen negatief effect op de vangsten van tong. Schol wordt echter niet aangetrokken door licht. Deze campagne in combinatie met bovenstaande campagnes leidt tot de hypothese dat de ontsnapingsreflex van schol sterker wordt bij gebruik van licht, en dat schol hierdoor neerwaarts probeert te ontsnappen.

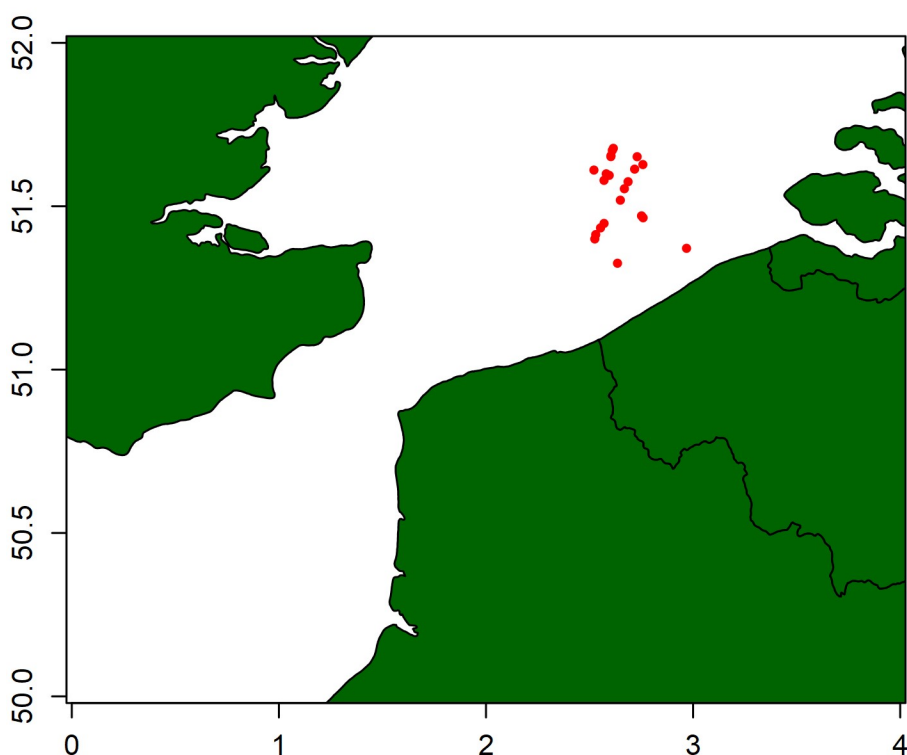
2.2.4 LED ROPE IN BRP MET ONDERKUIL

INLEIDING

Na de succesvolle testen met het LED rope om bijvangst van ondermaatse schol te verminderen, was er nog geen duidelijkheid over hoe het licht van de LED ropes de ontsnapping van deze schollen beïnvloedt. Om uitsluitel te kunnen bieden over de locatie van ontsnapping van de ondermaatse schollen zoals aangetoond in bovenstaande experimenten, werd opnieuw gekozen voor een net met BRP (200 mm), met een kuil onder het BRP, de zogenaamde onderkuil. Als de schollen onder invloed van het licht langs het BRP ontsnappen, dan zal deze kuil meer schollen moeten bevatten dan de onderkuil in het BRP bij het standaard net.

MATERIAAL EN METHODE

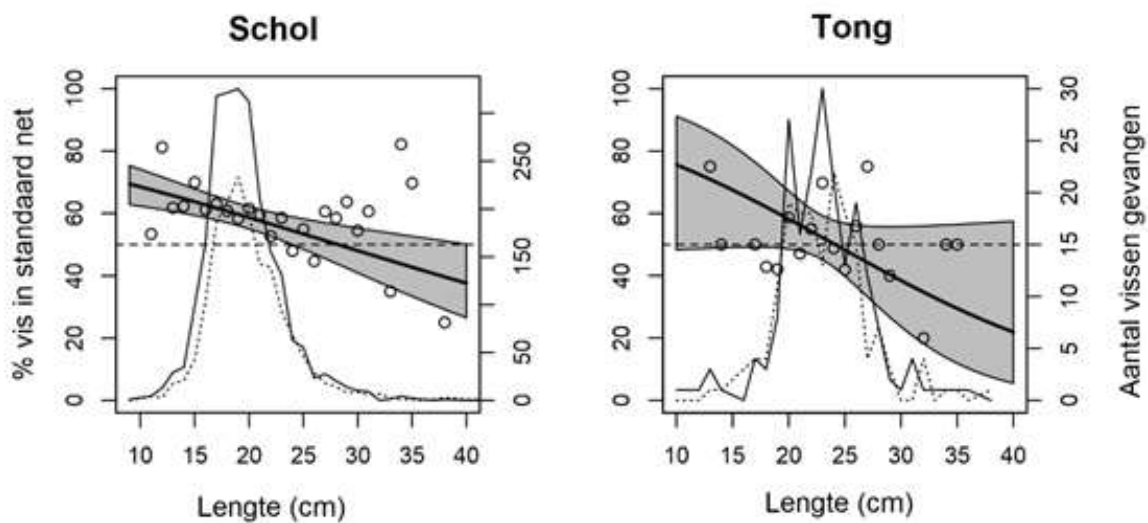
Wederom werd er met RV Belgica gevaren (meer details zie "LED Rope in BRP"). Er werd zowel aan SB en aan BB zijde een onderkuil gehangen. De reis met de RV Belgica nam plaats van 01/02/21 tot 07/02/21 waarbij er in totaal 20 slepen gesampled werden (Figuur 34). Er werd een volledige vangstanalyse uitgevoerd voor elke sleep. Alle vis werd opgemeten, alle benthos werd uitgesorteerd, geteld en gewogen. Het reisverslag hiervan kan terug gevonden worden in Appendix C - Belgica campagne - Licht in DRP met onderkuil.



Figuur 34 - Locaties van de bemonsterde slepen (rood).

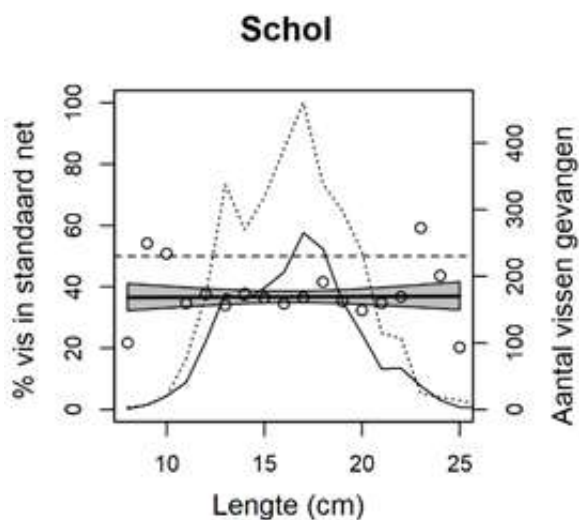
RESULTATEN

Ook hier waren de vangsten positief voor de innovatie waar er 32% minder ondermaatse schollen werden gevangen met de LEDs zonder een verlies van maatse individuen en dit op 20 slepen (n = 3787). Voor de tongen is er een lichte verschuiving in de vangsten waarneembaar in Figuur 35, maar er is geen significante daling voor maatse tongen.



Figuur 35 – De lengtefrequentieverdelingen (gevangen aantallen per lengteklasse) voor schol en tong. Volle lijn = standaard net; stippellijn = innovatief net. Verhoudingen (standaard net/totaal) zijn weergegeven met witte bollen, betrouwbaarheidsintervallen in het grijs. Horizontale stippellijn op 50% vis in standaard-net (staat voor geen effect van innovatie).

Bij het bekijken van de vangsten in de onderkuil van het BRP in, is er meteen een grote discrepantie waarneembaar tussen de onderkuil van het standaard net zonder licht en de onderkuil van het net met licht (Figuur 36). Er werd namelijk 72% (n=5067) meer ondermaatse schol in de onderkuil met de innovatie gevonden en zo goed als geen maatse schollen.



Figuur 36 - De lengtefrequentieverdelingen (gevangen aantallen per lengteklasse) voor schol en tong in onderkuil. Volle lijn = standaard net; stippellijn = innovatief net. Verhoudingen (standaard net/totaal) zijn weergegeven met witte bollen, betrouwbaarheidsintervallen in het grijs. Horizontale stippellijn op 50% vis in standaard-net (staat voor geen effect van innovatie).

CONCLUSIE

Het LED rope heeft duidelijk bewezen een efficiënt middel te zijn om ondermaatse schol uit te netten te houden. Deze reis was er namelijk een derde minder ondermaatse schol in de vangst. In de onderkuil bij

het LED rope werd er daarentegen wel driekwart meer ondermaatse schol aangetroffen. Dit bevestigt dan ook de hypothese dat ondermaatse schollen die in het net terecht komen, via het BRP in de buik van het net ontsnappen onder de invloed van het licht van de led ropes. De LED ropes zelf gingen tijdens alle experimenten wel al eens stuk, de LEDs vielen uit door slecht contact of begonnen zwakker te schijnen na een sleep. Soms kwam er tijdens het slepen zeewater in de buizen waardoor de lichten uiteindelijk uitvielen. Om deze innovatie commercieel of op grotere schaal te kunnen gebruiken moet er een verdere doorontwikkeling komen naar een tool die makkelijk in te zetten is aan boord van commerciële vaartuigen.

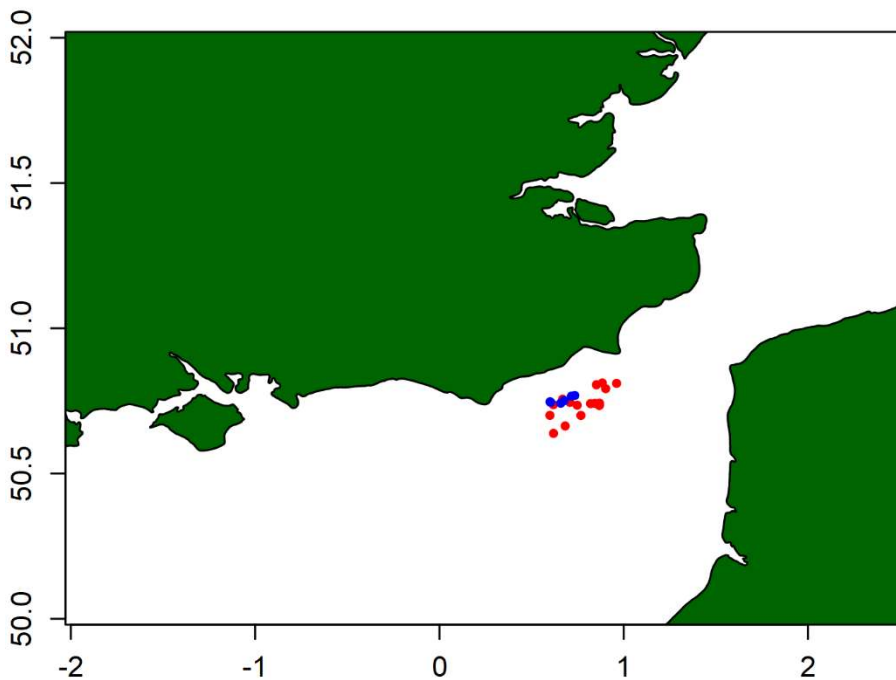
2.2.5 LED ROPE Z201 VLAAMS PANEEL

INLEIDING

Na succesvolle proeven met LED ropes aan boord van onderzoeksvaartuigen werd besloten om ook tests uit te voeren aan boord van een commercieel vaartuig. Reder Job Schot van de Z-201 was bereid om een eerste test uit te voeren met LED ropes in het Vlaams Paneel. Op basis van voorgaand onderzoek was de verwachting dat het licht ondermaatse schol zou stimuleren om te ontsnappen uit het net ter hoogte van het Vlaams Paneel.

MATERIAAL EN METHODE

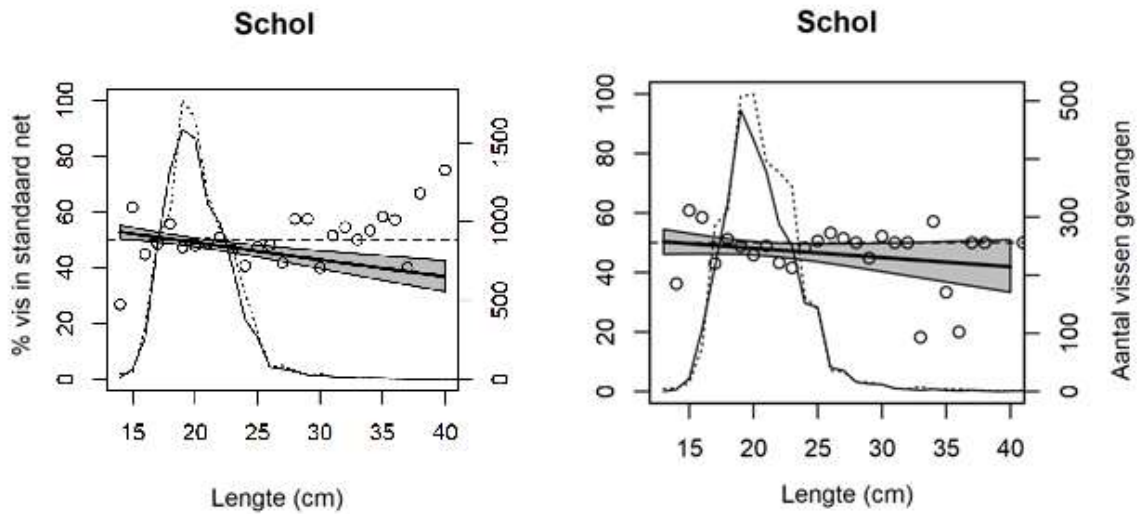
De reis met de Z201 nam plaats van 29/03/21 tot 01/04/21 waarbij er in totaal 24 slepen gesampled werden (Figuur 37). In de netten aan beide zijdes van het schip zat een Vlaams Paneel. In het net aan stuurboordzijde werd het LED rope aangebracht. Vervolgens werden er 18 slepen verwerkt waarbij de LEDs branden in het stuurboord net, er werden ook zes referentie slepen verwerkt zonder licht om het boord-effect (ofwel vist bak- of stuurboord consequent beter dan de andere) van het schip te kunnen bemerken. Tijdens het verwerken van de slepen werd de totale vangstvolumes opgemeten van beide zijdes en werden de van alle tongen en schollen de lengtes gemeten.



Figuur 37 - Locaties van de bemonsterde slepen, slepen met vangstvergelijking in rood, referentieslepen in blauw.

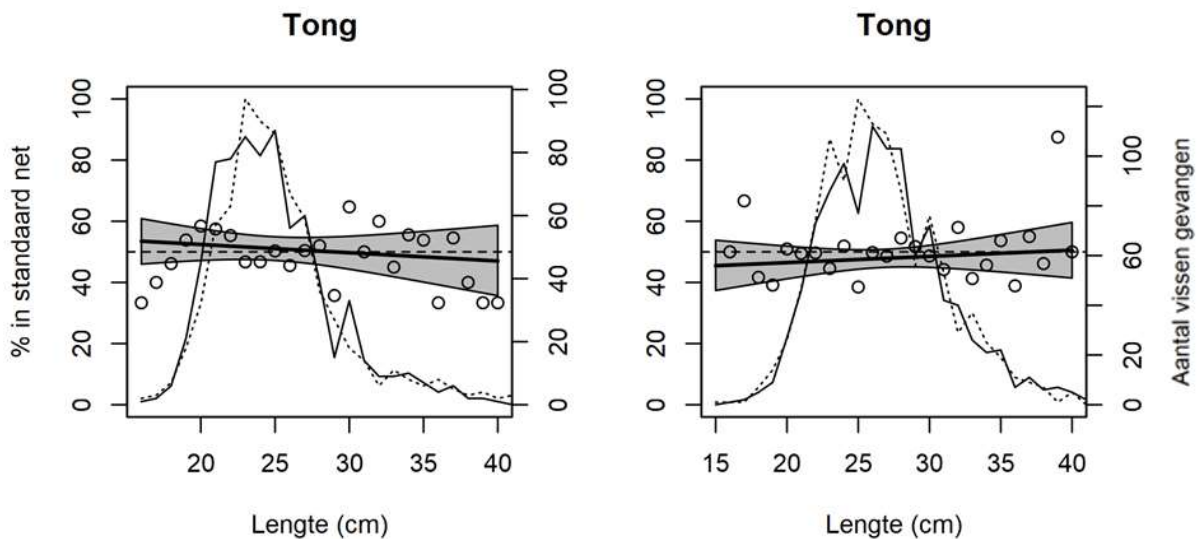
RESULTATEN

De lengtefrequentieverdelingen van de schol en tong die gevangen werd tijdens deze zeereis zijn weergegeven in Figuur 38 en Figuur 39. De linkerzijde toont de slepen met licht, de rechterzijde de referentieslepen. Zowel voor de slepen met licht als voor de referentieslepen zien we dat het net aan stuurboord (innovatieve kant) meer maatse schol vangt en minder ondermaatse. Het verschil wordt dus niet verklaard door het gebruik van de LEDs maar door het verschil in vangst efficiëntie tussen beide kanten.



Figuur 38 - De lengtefrequentieverdelingen (gevangen aantallen per lengteklasse) voor schol. Links = resultaten met LED, Rechts = referentieslepen. Volle lijn = standaard net; stippellijn = innovatief net. Verhoudingen (standaard net/totaal) zijn weergegeven met witte bollen.

Ook de lengtefrequentieverdelingen van tong zijn zeer vergelijkbaar voor de referentie slepen en de "licht"slepen, wat er opnieuw op wijst dat de LEDs weinig effect hebben op de vangstsamenstelling.



Figuur 39 - De lengtefrequentieverdelingen (gevangen aantallen per lengteklasse) voor tong. Links = resultaten met LED, Rechts = referentieslepen. Volle lijn = standaard net; stippellijn = innovatief net. Verhoudingen (standaard net/totaal) zijn weergegeven met witte bollen.

CONCLUSIE

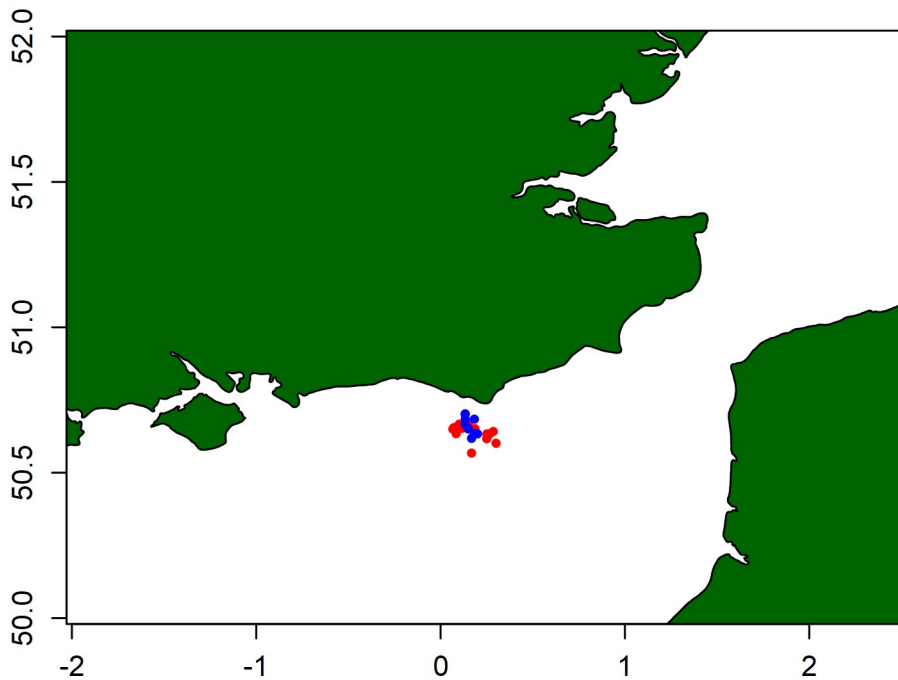
Gebruik van LED in een Vlaams paneel lijkt weinig effect te hebben op de vangstsamenstelling. Tijdens deze zeereis werd gevist op zeer stenige gronden waardoor veel bescherming moest aangebracht worden aan het net ter hoogte van het Vlaams Paneel, vermoedelijk waren de ontsnappingsmogelijkheden voor bijvangst daarom te beperkt.

INLEIDING

De reizen aan boord van RV Belgica gaven goede resultaten met het LED rope in de BRP waarbij het de vangsten van ondermaatse schol drastisch verminderde. Om die reden werd er met reder Job Schot van het commercieel vaartuig de Z201 in zee gegaan om de innovatie in de praktijk uit te testen met een Belgische visser.

MATERIAAL EN METHODE

De reis met de Z201 nam plaats van 17/05/21 tot 20/05/21 waarbij er in totaal 25 slepen bemonsterd werden (Figuur 40). In het net aan stuurboordzijde van het schip werd het LED rope aangebracht samen met een BRP (Figuur 41). Het net aan bakboordzijde had geen LED rope noch een BRP. Vervolgens werden er 15 slepen verwerkt waarbij de LEDs branden in het stuurboord net en er werden ook tien referentie slepen verwerkt zonder licht om het effect van het BRP zonder licht te analyseren. Tijdens het verwerken van de slepen werd de totale vangstvolumes opgemeten van beide zijdes en werden de van alle tongen en schollen de lengtes gemeten.



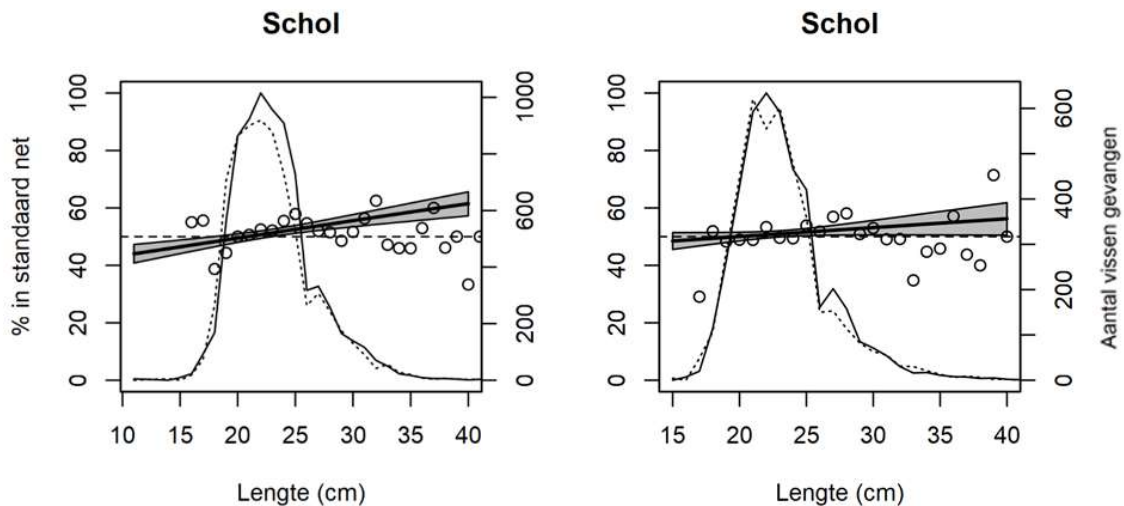
Figuur 40 - Locaties van de bemonsterde slepen, slepen met vangstvergelijking in rood, referentieslepen in blauw.



Figuur 41 – Het BRP dat in de buik van het net wordt aangebracht. Bemerkt de blauwe strengen of “spekken” die nu opzij gelegd zijn maar tijdens het vissen de buik van het net beschermen en dus ook grotendeels het BRP overlappen.

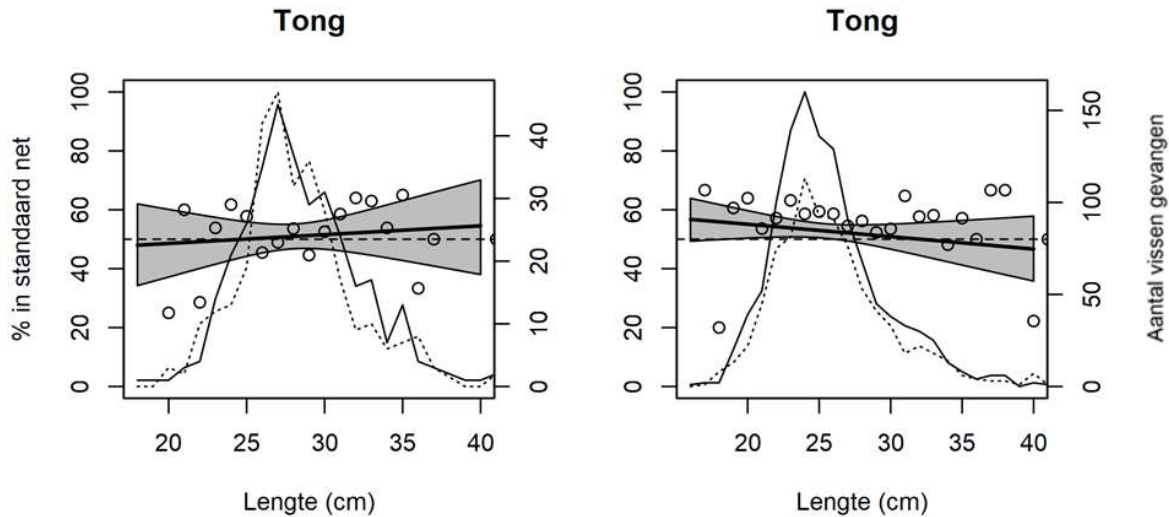
RESULTATEN

Op onderstaande figuren staan de resultaten van de referentie slepen zonder licht rechts en degene met licht links. Uit de rechtse afbeelding met de referentieslepen kunnen we afleiden dat het stuurboordnet (met BRP zonder licht) minder schol vangt dan het bakboordnet van de Z201 (Figuur 42), het licht in het BRP (links) lijkt dus maar een beperkte invloed te hebben op de vangsten.



Figuur 42 - De lengtefrequentieverdelingen (gevangen aantallen per lengteklasse) voor schol. Links = resultaten met LED, Rechts = referentieslepen. Volle lijn = standaard net; stippellijn = innovatief net. Verhoudingen (standaard net/totaal) zijn weergegeven met witte bollen.

Voor tong (Figuur 43) zien we dat bij de referentieslepen minder tong gevangen werd in het net met BRP (zonder licht). De verliezen zijn enkel significant voor tong kleiner dan 28 cm. In de slepen met licht zijn de verliezen niet meer waarneembaar. Het lijkt er dus op dat licht er voor zorgt dat er minder of geen tong door het BRP ontsnapt.



Figuur 43 - De lengtefrequentieverdelingen (gevangen aantallen per lengteklasse) voor tong. Links = resultaten met LED, Rechts = referentieslepen. Volle lijn = standaard net; stippellijn = innovatief net. Verhoudingen (standaard net/totaal) zijn weergegeven met witte bollen.

CONCLUSIE

De mooie resultaten die behaald werden met RV Belgica op de bijvangst van schol konden op deze zeereis niet gereproduceerd worden. De vermoedelijke verklaring kan gevonden worden in de manier van vissen. De reder verkiest vaak zeer rotsige bodems om op platvis te vissen. Hierdoor loopt het net veel gevaar om te scheuren en om dit te voorkomen wordt de onderkant beschermd met een stevige laag "spekken". Tijdens het vissen hangen deze ook onder het BRP en zullen er weinig tot geen vissen hierdoor kunnen of willen ontsnappen. Het effect op tong (minder ontsnapping uit het BRP bij gebruik van licht) werd tijdens deze reis wel waargenomen. Een mogelijke verklaring kan zijn dat tong zich minder laat hinderen door de "spekken" bij zijn ontsnappingspogingen.

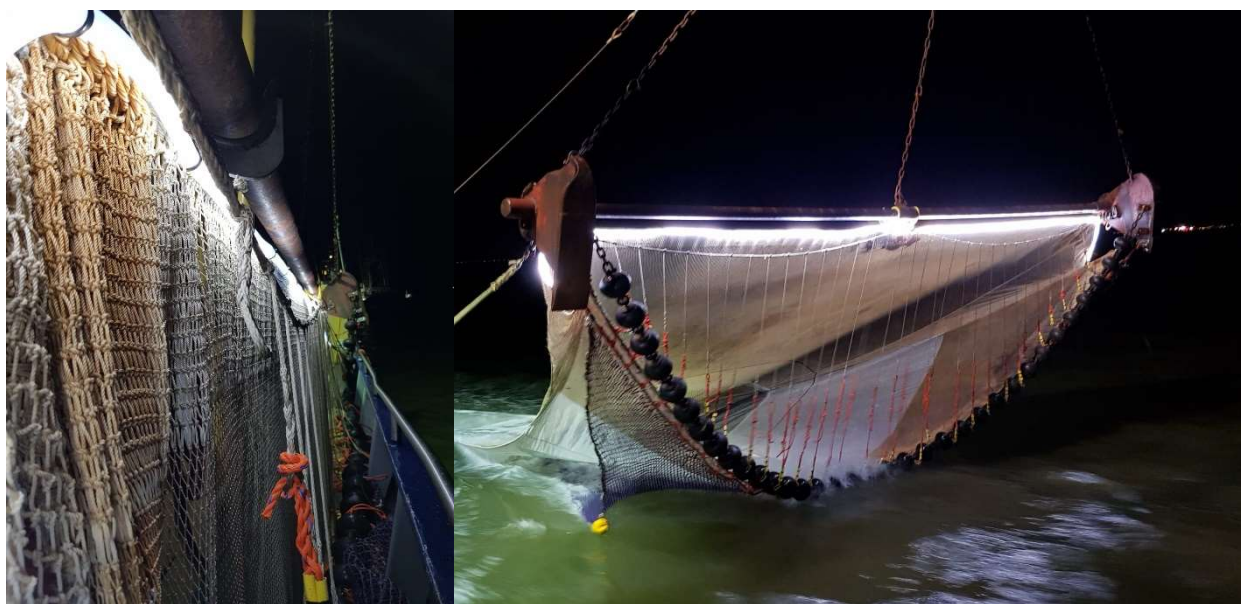
2.2.7 LED ROPE GARNAALVISSERIJ

INLEIDING

Aan boord van de WR9 wordt gevist met twee 8m boomkornetten. Aan boord van deze garnaalkotter werden tests uitgevoerd met LED-licht in de netopening (bovenpees) met de bedoeling bijvangst van vis te verminderen. Het idee van deze innovatie is dat vissen – gewaarschuwd door het aankomende licht – tijdig kunnen wegzwemmen en niet in het net terechtkomen.

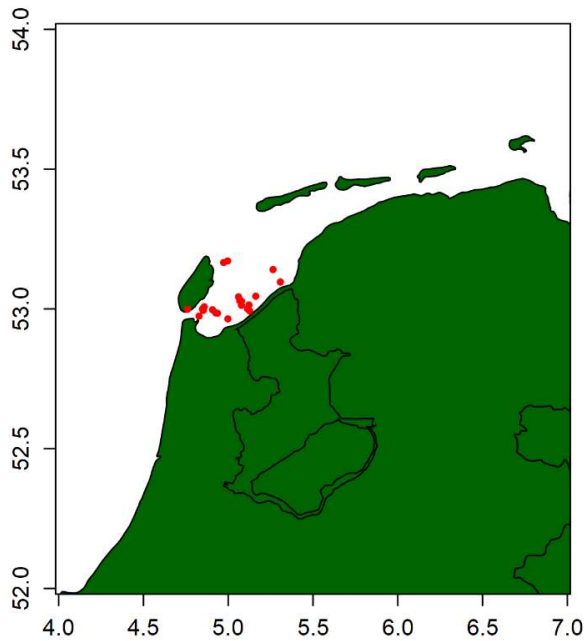
MATERIAAL EN METHODE

Om vangstvergelijking mogelijk te maken werd het net aan bakboordzijde uitgerust met LED-licht. LED ropes werden aangebracht op de bovenpees van het net aan BB (Figuur 44).



Figuur 44 – LED licht aangebracht op de bovenpees van het net aan bakboordzijde.

Er werden 2 slepen bemonsterd in de Waddenzee (Figuur 45) De slepen werden bemonsterd van 11/04/2021 tot 15/04/2021.. Er werd elke sleep een staal genomen van ongeveer 10 liter aan SB en 10 liter aan bakboord. Beide stalen werden volledig uitgesorteerd waarbij alle vis werd opgemeten en de benthossoorten werden geteld. Het volume benthos, afval, garnaal en vis werd van elk staal genoteerd. Het totale volume vangst in beide stortbakken (SB en BB) werd gebruikt om de stalen op te schalen naar de volledige vangst.



Figuur 45 - Locaties van de bemonsterde slepen (rood).

RESULTATEN

Uit Tabel 16 kan afgeleid worden dat er geen impact was van het led licht op de vangsten van garnalen. Er werd wel een significante daling in de hoeveelheid gevangen platvissen waargenomen.

Tabel 16 – vangsten (liter per sleep) en vangstverschillen (%) samen met significantieniveaus.

	licht (L)	standaard (L)	verschil (%)	p-val
grijze garnaal	111 ± 16	109 ± 15	2	0,537
vis	16 ± 9	18 ± 9	-8	0,399
platvis	13 ± 10	18 ± 12	-25	0,027
benthos	1 ± 3	1 ± 4	-16	0,141
afval	4 ± 6	5 ± 5	-1	0,979

CONCLUSIE

De resultaten tonen aan dat er een kwart minder platvissen gevangen werden als bijvangst in de garnaalvisserij met de LED ropes die aan het net bevestigd waren. Dit komt overeen met eerder onderzoek waarbij er minder ondermaatse platvissen gevangen werden wanneer er een sterke lichtbron aanwezig is in het net. Weliswaar gaat het bij het onderzoek gedaan in de garnaalvisserij maar om 2 bemonsterde slepen en moet om meer zekerheid te hebben, verdere reizen uitgevoerd worden om na te gaan of dit reducerend effect van het licht op de platvissen zich daadwerkelijk voordoet in de garnaalvisserij waar de leds niet in het net maar op de boom bevestigd waren.

2.2.8 SCHRIKELEMENTEN

INLEIDING

Aan boord van de RV Belgica werd een vangstvergelijkingen uitgevoerd met “schrikelementen” (Figuur 46), ontwikkeld door Joël Snauwaert en Frank Willemekens. De schrikelementen werden ontwikkeld om brandstofverbruik tijdens het slepen te verminderen. De bedoeling van deze innovatie is dat de schrikelementen over de bodem rollen, waardoor het bodemcontact van de kettingmat zelf verminderd wordt.



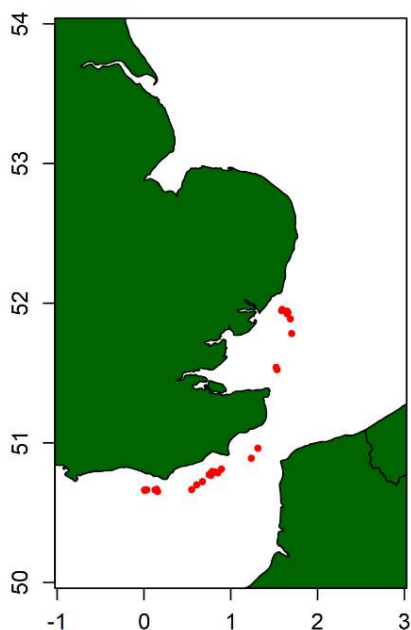
Figuur 46 – Schrikelementen in kettingmat.

MATERIAAL EN METHODE

Vangstvergelijking abv RV Belgica

Alvorens de elementen op de Belgica te plaatsen, werd er een zeereis met de Simon Stevin uitgevoerd. Het verslag hiervan is te vinden in Appendix B (Zeereis – Schrikelementen). Om vangstvergelijkingen uit te voeren werd aan boord van RV Belgica, één van de twee netten (bakboord) uitgerust met schrikelementen. De schrikelementen werden gedurende de reis niet van kant gewisseld omwille van praktische beperkingen. Eventuele kanteffecten kunnen dus niet uitgesloten worden uit de resultaten. Er werden 29 succesvolle slepen uitgevoerd in ICES-vakken IVc en VIId (Figuur 47). De slepen werden bemonsterd van 03/12/2019 tot 06/12/2019. Het verslag van de zeereis kan gevonden worden in Appendix C - Belgica campagne - schrikelementen (w1) - lichtstrips in BRP (w2).

Er werd een volledige vangstanalyse uitgevoerd voor elke sleep. Alle vis werd opgemeten, alle benthos werd uitgesorteerd, geteld en gewogen. Verder werd de slijtage van de kettingmat en de werking van de schrikelementen opgevolgd gedurende de reis op basis van visuele controle na het halen van het vistuig.



Figuur 47– Locaties van de bemonsterde sleepen.

Trekkkracht abv Z84

Tijdens een zeereis van 15/09/2020 – 20/09/2020 werd aan boord van de Z84 1x per dag gedurende 5x5 minuten - verdeeld over de lengte van de sleep - elke 10 seconden SB/BB trekkkracht genoteerd.

Slijtagetest abv Z84

Slijtage van de schrikelementen werd opgevolgd tijdens een zeereis met de Z84 gedurende een 9 dagen durende zeereis in januari in ICES gebied VIId. Vier verschillende soorten schrikelementen werden uitgetest: gegoten schrikelementen vs gelaste schrikelementen met as in staal vs as in rvs. De schrikelementen werden in het midden van de kettingmat geplaatst (2 aan stuurboordzijde en 2 aan bakboordzijde).

RESULTATEN

Vangstvergelijking abv RV Belgica

De aantallen van de meest gevangen vissoorten zijn weergegeven in **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**Tabel 17 (maats) en Tabel 18 (ondermaats).

Tabel 17 – Aantallen ondermaatse vis van de meest gevangen soorten. Ook vangstverschillen zijn weergegeven, berekend als $(\# \text{experimenteel} - \# \text{traditioneel}) / \# \text{traditioneel} * 100$. Significante verschillen zijn cursief gedrukt (gepaarde t-test, $p < 0.05$)

Soort	Traditioneel	Schrikelementen	Verschil (%)
Schol	2322	2506	8
Tong	598	615	3
Poon spp	79	94	19
Steenbolk	609	568	-7
Wijting	566	431	-24

In het net dat werd uitgerust met schrikelementen werd meer ondermaatse schol (8%), tong (3%) en poon (19%) gevangen, geen van deze verschillen waren echter statistisch significant. Er werd minder steenbolk (-7%) en wijting (-24%) gevangen, enkel het verlies aan ondermaatse wijting was significant.

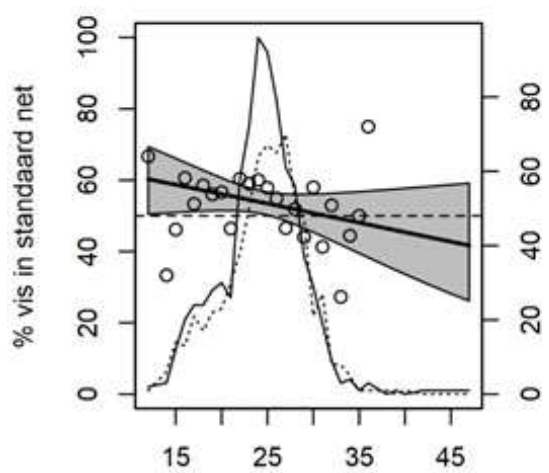
Tabel 18 –Aantallen maatse vis van de meest gevangen soorten. Ook vangstverschillen zijn weergegeven, berekend als $(\# \text{experimenteel} - \# \text{traditioneel}) / \# \text{traditioneel} * 100$. Significante verschillen zijn cursief gedrukt (gepaarde t-test, $p < 0.05$)

Soort	Traditioneel	Schrikelementen	Vershil (%)
Schol	990	1122	<i>13</i>
Tong	772	789	2
Poon spp	811	798	-2
Steenbolk	244	254	4
Wijting	225	242	8

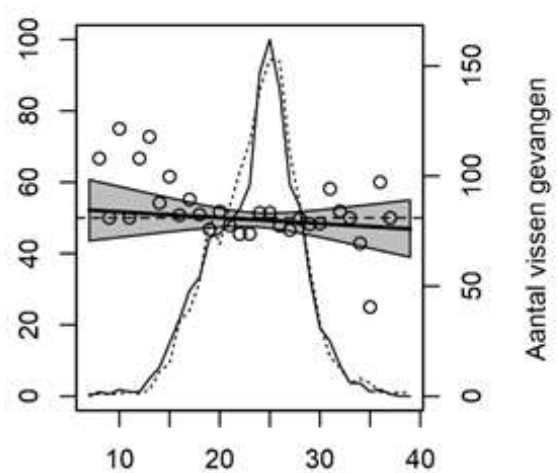
In het net dat werd uitgerust met schrikelementen werd meer maatse schol (13%), tong (2%), steenbolk (4%) en wijting (8%) gevangen. Alleen het verschil in maatse schol was statistisch significant. Er werd (niet significant) minder maatse poon (-2%) gevangen.

Lengtefrequentieverdelingen van de meest gevangen soorten zijn weergegeven in Figuur 48. Voor de meeste soorten zijn zien we geen significante verschillen.

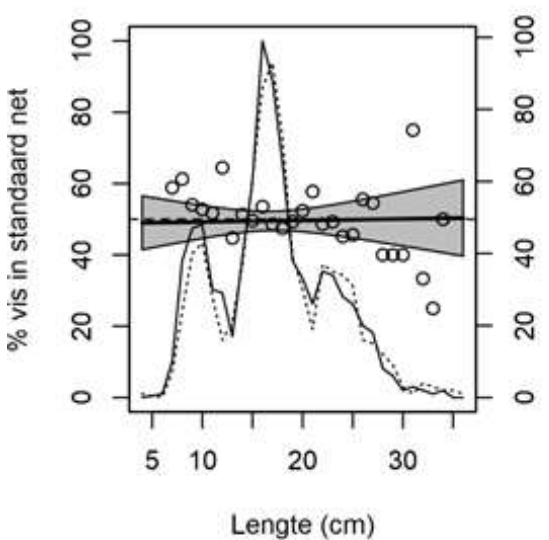
Wijting



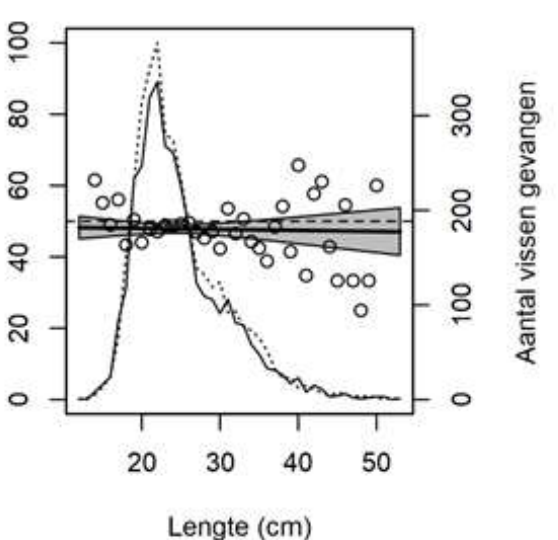
Tong



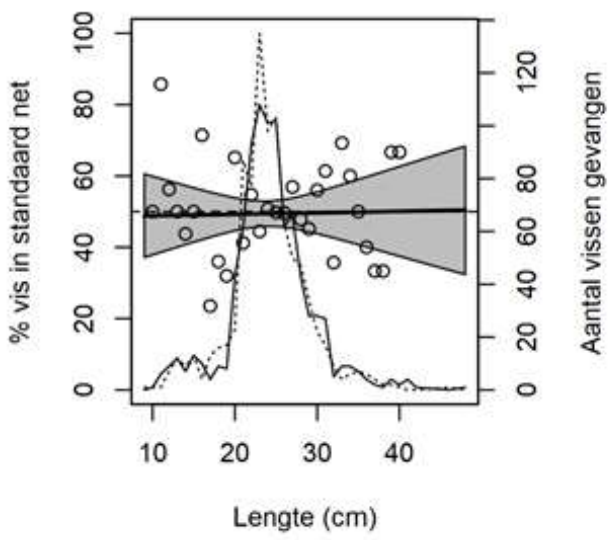
Steenbolk



Schol



Poon spp



Figuur 48 – De lengtefrequentieverdelingen (gevangen aantallen per lengteklasse). Verhoudingen (standaard net/totaal) zijn weergegeven met witte bollen, betrouwbaarheidsintervallen in het grijs. Volle lijn = standaard net; stippellijn = innovatief net. Horizontale stippellijn op 50% vis in standaard-net (staat voor geen effect van innovatie).

De vangstgewichten van de verschillende fracties zijn weergegeven in Tabel 19, deze toont een lichte toename in vangstgewichten van elke fractie, geen van deze toenames waren significant.

Tabel 19 – Gemiddelde totale vangstgewicht, vis en benthos en afval per sleep met standaarddeviatie voor de 29 bemonsterde slepen, ook het vangstverschil is aangegeven en is berekend als $(\text{kg schrikelementen} - \text{kg standaard}) / \text{kg standaard} * 100$.

	Totale vangst	Vis (ondermaats + maats)	Benthos en afval
Standaard	134 ± 74	79 ± 47	49 ± 43
Schrikelementen	138 ± 85	80 ± 46	51 ± 53
Vershil (%)	3	2	5

Aan het einde van de zeereis was er duidelijk minder slijtage aan de kettingmat met schrikelementen, wat een indicatie kan zijn voor verminderde bodemberoering door de kettingmat, en mogelijk ook brandstofbesparing. Om dit te onderzoeken is een vervolgstudie aan boord van een commercieel vaartuig aangewezen.

Trekkkracht abv Z84

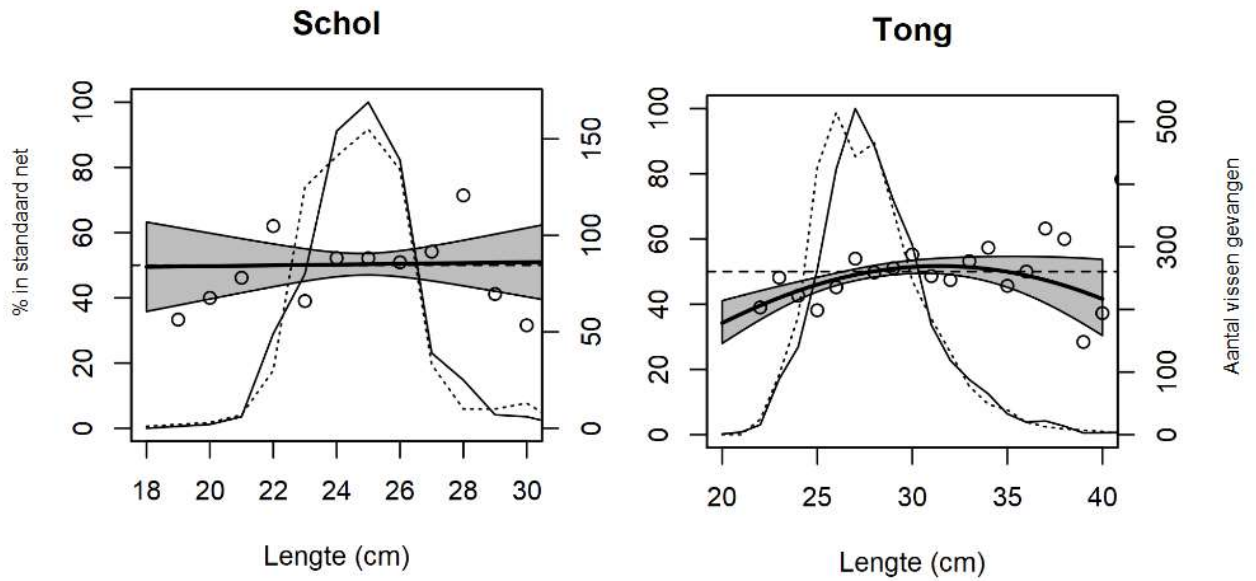
Tijdens deze zeereis werden technische problemen vastgesteld met de Marelec trekkkrachtmeter, er werd daarom besloten de resultaten niet op te nemen in het eindrapport.

Slijtagetest abv Z84

De slijtage op de schrikelementen na 9 dagen varieerde tussen de 1.5 en 3mm. De slijtage op de 25mm dikke rvs assen was beperkt tot 0.5 mm. De slijtage aan de stalen assen was aanzienlijk, de 20 mm as was volledig doorgesleten, en de 25 mm stalen as had 2 mm slijtage.

Vangstvergelijking abv Z84

Figuur 49 toont de lengtefrequentieverdelingen voor tong en schol. De schrikelementen hebben net zoals bij de proeven aan boord van de RV Belgica geen effect op de vangsten van schol. Tijdens deze zeereis werd een grotere vangst van tong waargenomen, deze was echter enkel significant voor ondermaatse exemplaren.



Figuur 49 - - De lengtefrequentieverdelingen (gevangen aantallen per lengteklasse). Verhoudingen (standaard net/totaal) zijn weergegeven met witte bollen, betrouwbaarheidsintervallen in het grijs. Volle lijn = standaard net; stippellijn = innovatief net. Horizontale stippellijn op 50% vis in standaard-net (staat voor geen effect van innovatie).

CONCLUSIE

De schrikelementen hebben mogelijk een licht positief effect op de vangsthoeveelheid van de meeste commerciële soorten (zowel maats als ondermaats). We kunnen verwachten dat de schrikelementen een effect hebben op het brandstofverbruik, maar dit kon niet met zekerheid bevestigd worden tijdens de zeereis met de Z84 omwille van technische problemen met de Marelec trekkrachtmeter.

2.2.9 LASER

2.2.9.1 INLEIDING

The Marine and Freshwater Research Institute (IS) in IJsland ontwikkelde in samenwerking met spinoff Optitog een experimenteel vistuig dat reeds gebruikt werd voor verkennende zeeproeven in roze garnaal visserij (*Pandalus borealis*). Het conventionele vistuig is vervangen door een frame met lasers die voor het tuig uit schijnen en zo een “virtueel net” vormen waaraan dan

Seen kuil bevestigd wordt. Sensoren op dit frame zorgen er bovendien voor dat het net op een vaste afstand boven de bodem zweeft, waardoor bodemberoering vermeden wordt (Figuur 50). Beeldmateriaal van de eerste zeeproeven toont duidelijke ontwijkreacties van roze garnaal op het laserlicht, waardoor ze via het virtuele net in de richting van de kuil worden gejaagd.



Figuur 50 - Experimenteel garnaalnet (Hreinsson et al., 2018).

In kader van het COMBITUIG project werd de mogelijkheid onderzocht om een gelijkaardige techniek in te zetten om met minder bodemberoering en selectiever op grijze garnaal (*Crangon crangon*) te kunnen vissen. Daartoe werden op het ILVO enkele experimenten uitgevoerd in samenwerking met Optitog (IJsland) en Thünen-instituut (Duitsland).

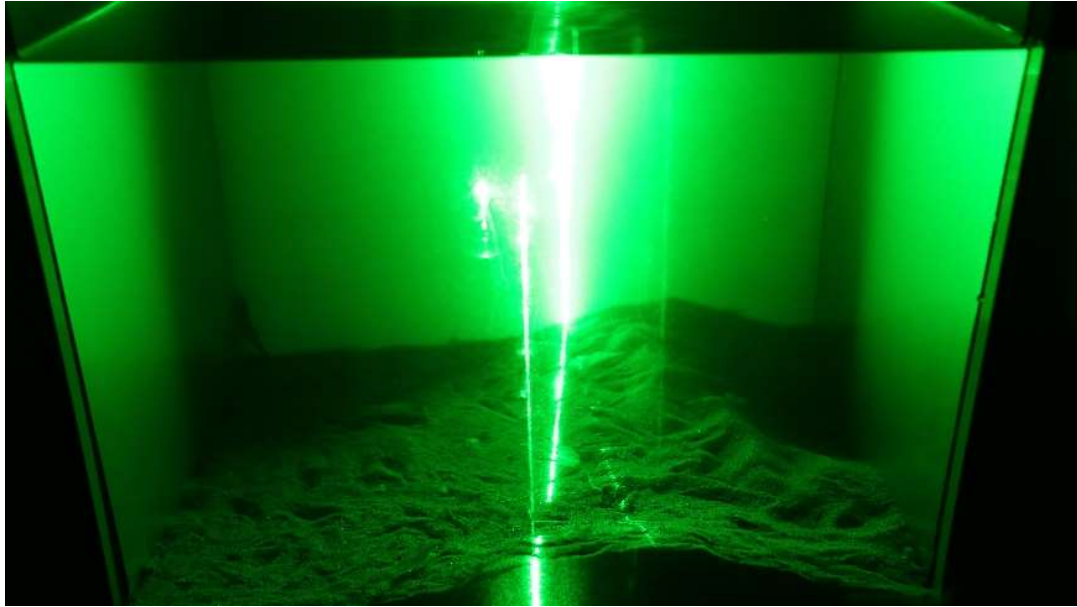
MATERIAAL EN METHODE

Proefdieren

Om de reactie op laserlicht te onderzoeken werden grijze garnalen van twee verschillende origines vergeleken. De eerste groep garnalen (G1) werd al kruiend verzameld in ondiep water (<40 cm) voor de kust van Oostende en was dus gewend aan hoge lichtintensiteit. Een tweede groep garnalen (G2) werd verzameld met de RV Simon Stevin met een garnalkor van 4 m op een diepte van 10-30 m, een omgeving met lagere lichtintensiteit. Groep G2 werd in donkere omgeving getransporteerd en gehuisvest. Experimenten voor deze groep werden in de mate van het mogelijke uitgevoerd in een donkere omgeving. Beide groepen werden apart gehuisvest in tanks van 110 cm x 70 cm x 45 cm op 16°C en acclimatiseerden minimaal 16u voor de start van de experimenten.

Experimenten

Voor experiment (a) werden ongeveer 30 grijze garnalen uit groep G1 en G2 uit hun huisvestingstank gehaald en per groep overgeplaatst in een klein proefaquarium van 60 cm x 30 cm x 40 cm. Zodra de garnalen zich verspreid hadden in het aquarium werd groen laserlicht gebruikt om een virtuele scheidingswand in het midden van het aquarium te creëren (Figuur 51).



Figuur 51 - Proefopstelling (a), laserstraal verdeelt proefaquarium in twee gelijke delen.

Het aantal passages van de garnalen in het midden van het aquarium met en zonder laserlicht werd vergeleken. Voor experiment (b) werden garnalen uit G2 ondergebracht in een grote testtank (600 cm x 140 cm x 100 cm). De laser werd aan het oppervlak van de tank aan een aluminium balk op wieltjes bevestigd, met de straal naar de bodem gericht in een hoek van ongeveer 30° t.o.v. de bodem (Figuur 52). De balk werd aan een constante snelheid over de tank getrokken en de reactie van de garnalen werd bestudeerd. Dit experiment werd uitgevoerd met zowel groen als blauw laserlicht.



Figuur 52 - Proefopstelling (b), groen laserlicht in testtank.

RESULTATEN

In experiment (a) werd geen verschil in gedrag (aantal passages) vastgesteld met of zonder laserlicht bij garnalen van zowel groep G1 als G2. Sommige garnalen nestelden zich zelfs onder de wand in het laserlicht. Ook in experiment (b) vertoonden de garnalen geen reactie op blauw en groen licht. Zowel garnalen die zich hadden ingegraven als de garnalen die foerageerden op het zand, negeerden de laserstraal die zich door de tank bewoog, zowel in lichte als donkere omstandigheden.

CONCLUSIE

Ondanks de veelbelovende resultaten die behaald werden met het gebruik van laserlicht op *Pandalus borealis* lijkt de techniek niet inzetbaar in de Belgische garnaalvisserij. De mogelijkheid om laserlicht te gebruiken om bijvangst van vis te vermijden kan wel nog verder onderzocht worden. Verkennende labo-experimenten uitgevoerd door Optitog en IS toonden dat vissen vermijdingsgedrag vertoonden en de laser probeerden te ontwijken, er trad echter al snel (na een 2^e blootstelling) gewenning op van de proefdieren, waarna ze geen ontwijkreactie meer vertoonden.

INLEIDING

Door de ban op pulsvisserij moeten er andere alternatieven gezocht worden om de impact van de boomkorvisserij op de bodem te beperken en het verbruik van brandstof naar beneden te halen. Op zoek naar zo'n een alternatief ontwikkelt rederij Jaczon momenteel een techniek waarbij tong niet opgeschrikt wordt door stroomstootjes zoals bij puls of door kettingen zoals bij de traditionele boomkor, maar door waterstralen. Het idee erachter is dat de stralen geen schade aan de platvissen zouden geven maar deze wel zou doen opschrikken uit de bodem en ze zo in het net te doen belanden, en ook Deze "waterjettechniek" werd eerst uitgebreid getest in bassins, gevolgd door tests aan boord van commerciële vaartuigen. ILVO begeleidde een reis aan boord van de ARM-33 van 3/7/2019 tot 5/7/2019. Het schip was uitgerust met puls aan SB en waterjets (8x4 spuitkoppen) aan BB (Figuur 53).



Figuur 53 - Standaard net (puls) op linkerfoto, net met waterjets op rechterfoto.

Een detailfoto van de dubbele spuitkoppen die gebruikt werden tijdens deze waarnemersreis zijn weergegeven in Figuur 54.



Figuur 54 – Dubbele spuitkop zoals gebruikt tijdens waarnemersreis aan boord van de ARM-33.

MATERIAAL EN METHODE

In de loop van de nacht van 3/7 op 4/7 werden 2 slepen bemonsterd, alle tongen (maats + ondermaats) werden geteld. Bij deze slepen werd gevist met 3.5 bar op de jets. Overdag (4/7) werd de focus gelegd op het verzamelen van voldoende beeldmateriaal. Er werden 3 bulletcamera's in het net geplaatst (1 in de rug, 2 op de buizen van de jets), aanvullend werd in de rug van het net een gopro geplaatst. Zodra voldoende beeldmateriaal verzameld was, werden nog eens 5 slepen bemonsterd (laatste sleep op 4/7 om 23u45). Bij deze slepen werd de helft van de jets afgesloten en waterdruk maximaal gezet. Er werden zoveel mogelijk foto's genomen van de vangsten (inschatting volume SB vs BB) en van de optuiging.

RESULTATEN

Beelden

Selectie beelden werd doorgestuurd naar Jaczon B. V. ter ondersteuning voor verdere optimalisatie van de waterjets. De beste beelden werden gemaakt op 4/7 in de namiddag bij laag water. Op dat moment waren de omstandigheden optimaal en konden de jets goed in beeld gebracht worden. De beste beelden werden gemaakt met bulletcamera's vastgemaakt op de buis van de jets, kort voor de jets. Door het helder weer was er ook voldoende licht voor geslaagde opnames met de gopro.

Vangstanalyse

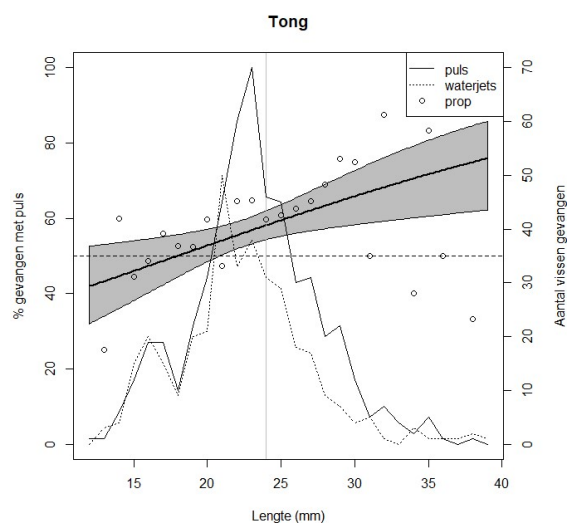
De totale aantallen tong zijn weergegeven in Tabel 20, bij elke sleep waren de totale vangsten met de puls groter dan deze met de jets. Ook de gevangen hoeveelheden maatse tong waren altijd groter aan pulskant. De vangstverliezen voor maatse tong met de jets waren echter kleiner bij de eerste 2 slepen (nachtslepen met jets op 3.5 bar) dan bij de volgende 5 slepen (helft van de kranen gesloten, waterdruk maximaal). De

verschillen voor ondermaatse tong waren veel kleiner, bij 2 van de 7 bemonsterde sleepen werd zelfs meer ondermaatse tong gevangen met de waterjets.

Tabel 20 – Totale aantallen tong (maatse + ondermaatse) per bemonsterde sleep (SB = puls, BB = waterjets).

Sleep	Maats		Ondermaatse		Totaal	
	BB	SB	BB	SB	BB	SB
1	31	45	48	63	79	108
2	38	54	65	56	103	110
3	7	22	25	23	32	45
4	11	30	26	42	37	72
5	12	26	22	50	34	76
6	16	27	14	30	30	57
7	15	27	28	32	43	59

De lengtefrequentieverdeling (Figuur 55) toont een duidelijk vangstverlies voor alle maatse tong aan bakboordzijde (waterjets), voor de kleinste exemplaren (tot 21 cm) zien we geen vangstverlies. Tenslotte wordt nog opgemerkt dat het totale vangstvolume steeds iets groter was in het net met de waterjets.



Figuur 55 – De lengtefrequentieverdelingen van tong (gevangen aantallen per lengteklasse). Volle lijn = standaard net; stippellijn = innovatief net. Verhoudingen (puls/totaal) zijn weergegeven met witte bollen, 95% betrouwbaarheidsintervallen in het grijs. Horizontale stippellijn op 50% vis in standaard-net (staat voor geen effect van innovatie).

CONCLUSIE

De waterjets waren nog in volle ontwikkeling en tonen mogelijkheden naar de toekomst maar er zijn nog enkele grote problemen in vergelijking met de puls (dewelke uiters efficiënt is). Er kan dus nog geen vergelijking gemaakt worden tussen de waterjets en de traditionele boomkor. Op basis van bovenstaande resultaten moeten we besluiten dat de waterjets een minder tong vangen en dan vooral tongen boven de 21 cm en maatse tongen. In totaal werd er dus ook meer bijvangst met de jets.

3 OVERLEVING VAN SCHOL

3.1 INTRODUCTIE

De variabelen die van invloed zijn op de overleving van schol na vangst met de boomkor, worden onderzocht. De informatie over de invloed van deze variabelen, kan worden gebruikt om best practice-maatregelen te implementeren. Tijdens 7 COMBITUIG-project reizen met de RV Belgica tussen 2019 en 2021 werden technische aanpassingen aan de boomkorvisserij getest om de bijvangst te verminderen. Tijdens deze trips werden ook overlevingsexperimenten voor schol opgezet (Tabel 21). Tijdens de eerste 4 slepen van elke reis werd schol gevangen en de overleving werd vervolgens gedurende de rest van de campagne opgevolgd (de meeste reizen duurden 4 dagen).

Er werd gevist met twee identieke boomkornetten van 4 m aan boord van de RV Belgica waarbij selectiviteitsaanpassingen werden aangebracht zoals implementatie van ontsnappingspanelen en gebruik van licht. Het licht in de netten werd afwisselend aan bakboord- en stuurboordzijde aangestoken.

Elke reis, aan het einde van de eerste 4 slepen, werd schol apart verzameld van de vangst aan stuurboord en bakboord. De reflexen van de verzamelde schollen werden getest voordat ze in overlevingstanks werden geplaatst waar ze tijdens de zeereis werden gemonitord. De overlevende schollen werden op het eind van de reis in zee losgelaten ver voor de haven. De overleving van schol is onderzocht bij verschillende sleepduur en voor verschillende vangstgewichten. Er wordt onderzocht hoe de overleving van schol kan worden verbeterd.

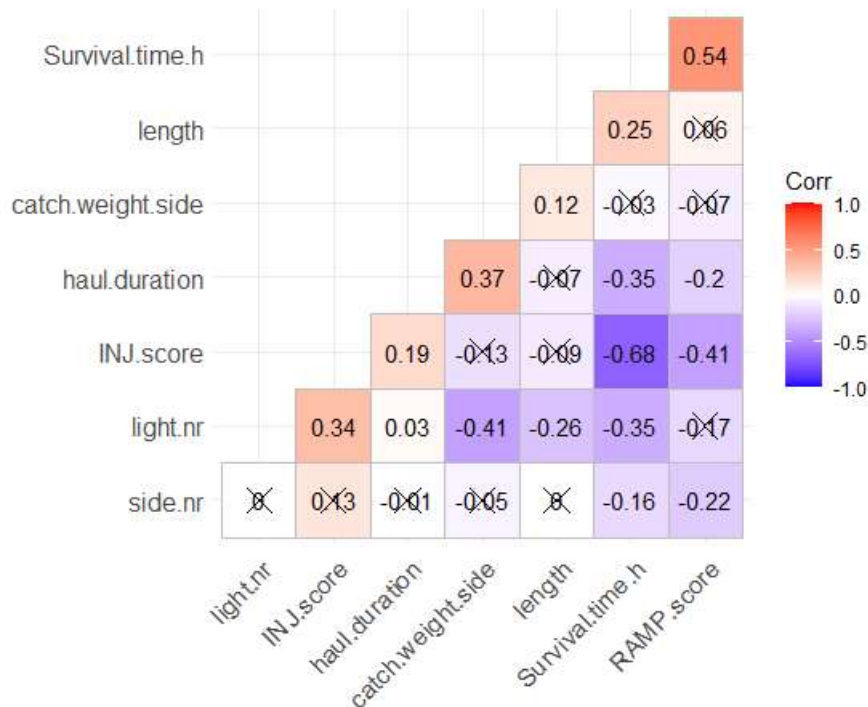
Tabel 21: Overzicht van zeereizen waarbij overleving van schol werd gemonitord.

Datum zeereis	Selectiviteitsaanpassing	Lokatie	Monitoring duur (u)	Overleving versus	Aantal gemonitorde schollen
februari 2019	Licht in de opening van het net BB (SB standaard net)	Gootebank, Oosthinder	72	sleepduur	96
april 2019	ontsnappingspaneel in de rug van het net (DRP) + licht in DRP aan BB	Gootebank, Oosthinder	80	sleepduur	96
december 2019	LED licht in BRP (alternerend SB-BB)	West, Thames	84	vangstgewicht	96
februari 2020	LED licht in BRP (alternerend SB-BB)	Thames, West	80	sleepduur	89
oktober 2020	LED-strips in BRP (alternerend SB/BB) + extra bovenkuil in de rug van het net (boven het DRP) om het gedrag van verschillende soorten onder invloed van licht te onderzoeken	Gootebank, Thames, West	80	sleepduur	96
december 2020	LED-strips in DRP (alternerend SB/BB) + extra bovenkuil in de rug van het net (boven het DRP) om het gedrag van verschillende soorten	Engels kanaal (de west), Noordhinder	61	sleepduur	85

onder invloed van licht te onderzoeken

februari 2021	LED-strips in BRP (alternerend SB/BB) + extra bovenkuil in de buik van het net boven het BRP om het gedrag van verschillende soorten onder invloed van licht te onderzoeken	Belgische wateren (Oosthinder)	41	sleepduur	96
---------------	---	--------------------------------	----	-----------	----

Alle beschikbare numerieke variabelen die de overleving van schol na vangst mogelijk beïnvloeden, zijn gevisualiseerd in een correlatiematrix (Figuur 56). Er is een positieve correlatie tussen de overlevingstijd van schol en de lengte en RAMP-scores, terwijl sleepduur, letselscores en vangstzijde een significante negatieve correlatie hebben met de overlevingstijd. We gaan dieper in op de relaties tussen deze variabelen en de overleving van schol.



Figuur 56: Correlatiematrix. Positieve correlaties worden in rood weergegeven, negatieve correlaties in het blauw. De correlatie is niet significant als het correlatienummer is doorgestreept. Lengte is de lengte van de gevangen schol in cm, catch.weight.side is het gewicht van de vangst in het net waarin de gemonitorde schol is gevangen, light.nr is een waarde 1 als de vangst bij daglicht plaats vond of waarde 0 als de schol 's nachts in het donker werd gevangen. Side.nr is de kant waar de schol is gevangen met stuurboord en bakboord gewijzigd in respectievelijk numerieke variabelen 1 en 2. De netten aan beide zijden hebben een gelijk ontwerp, maar schol werd eerst aan stuurboord verzameld. INJ.score is een getal om de mate van verwonding van de schol te beoordelen. RAMP.score is een getal dat de fitheid of vitaliteit van de schol beoordeelt.

3.2 DE INVLOED VAN SLEEPDUUR OP OVERLEVING VAN SCHOL

Gedurende 6 zeereizen werd de overleving van schol gevolgd in relatie tot verschillende sleepduur. Tijdens de zeereis in februari 2019 werden telkens 24 schollen gevangen tijdens de 4 eerste slegen. 96 schollen konden tijdens deze reis 72 uur worden gemonitord (Figuur 57). 96% van de schol uit de 0,5u durende sleep overleefde de totale monitoringperiode en werd daarna weer vrijgelaten in zee. Slechts 29% van de schol van de 1u durende sleep overleefde de monitoringsperiode. 67% van de schol van de 1,5u durende

sleep overleefde en 17% van de schol van de 2u durende sleep. De meeste schollen stierven na ongeveer 60 uur monitoring.

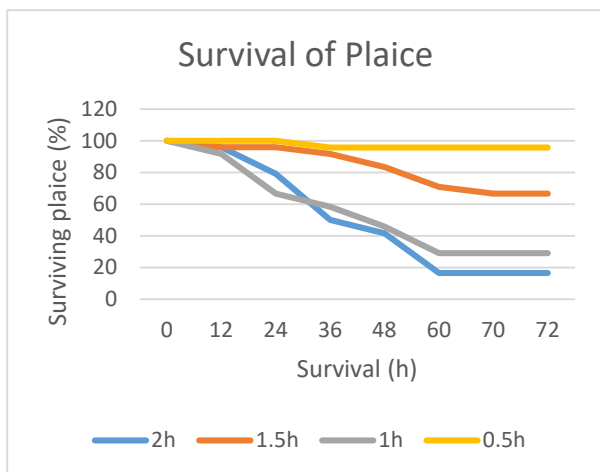
Tijdens de zeereis in april 2019 werden 24 schollen met succes gevangen tijdens elk van de 4 eerste trekken. Tijdens deze reis konden 96 schollen 80 uur worden gemonitord (Figuur 58). 83% van de schol uit de 0,5u durende sleep overleefde de totale monitoringperiode en werd daarna weer vrijgelaten. 67% van de schol uit de 1u durende sleep overleefde de monitoringsperiode. 46% van de schol uit de 1,5u durende sleep overleefde en slechts 17% van de schol uit de 2u durende sleep overleefde. De meeste schollen stierven na ongeveer 36 uur monitoring.

Tijdens de zeereis in februari 2020 werden 24 schollen succesvol gevangen uit de 1 en 2 uur durende sleep. 18 schollen werden gevangen tijdens de 1,5u durende sleep en 23 schollen werden gevangen tijdens de 0,5u durende sleep. 89 schollen konden tijdens deze reis 80 uur worden gemonitord (Figuur 59). 83% van de schol uit de 0,5u durende sleep overleefde de totale monitoringperiode en werd daarna weer vrijgelaten in zee. 75% van de schol van de 1u durende sleep overleefde de monitoringsperiode. 50% van de schol van de 1,5u durende sleep overleefde en slechts 29% van de schol van de 2 uur durende sleep overleefde. De meeste schol stierf na ongeveer 36 uur en opnieuw na 72 uur monitoring.

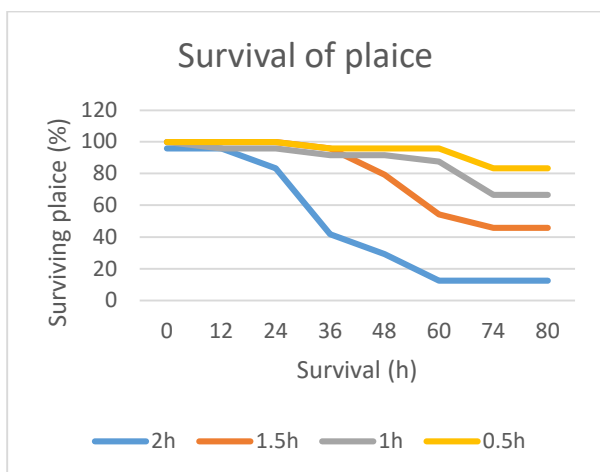
Tijdens de zeereis in oktober 2020 werden 24 schollen met succes gevangen tijdens elk van de 4 eerste slepen. Tijdens deze reis konden 96 schollen 80 uur worden gemonitord (Figuur 60). 48% van de schol uit de 0,5u durende sleep overleefde de totale monitoringperiode en werd daarna weer vrijgelaten in zee. 33% van de schol van de 1u durende sleep overleefde de monitoringsperiode. 8% van de schol van de 1,5u durende sleep overleefde en 28% van de schol van de 2u durende sleep overleefde. De meeste schollen stierven in het begin van de monitoringperiode na ongeveer 12 en 24 uur monitoring. Vooral in de vangst van de 1,5u durende sleep waren veel stekelroggen aanwezig terwijl er veel grote stenen werden gevonden in de vangst van de 1u durende sleep.

Tijdens de zeereis in december 2020 werden 24 schollen met succes gevangen uit de 1,5 en 2 uur durende slepen. 21 schollen werden gevangen tijdens de 1u durende sleep en 16 schollen werden gevangen tijdens de 0,5u durende sleep. Tijdens deze reis konden 85 schollen ongeveer 60 uur worden gemonitord (Figuur 61). 19% van de schol uit de 0,5u durende sleep overleefde de totale monitoringperiode en werd daarna weer vrijgelaten in zee. 24% van de schol van de 1u durende sleep overleefde de monitoringsperiode. 63% van de schol van de 1,5u durende sleep overleefde en 67% van de schol van de 2u durende sleep overleefde. De meeste schol stierf na ongeveer 12 uur en opnieuw na 36 uur monitoring. Er werden veel grote stenen en spinkrabben gevonden in de vangst, vooral in de vangst van de 0,5u en 2u durende slepen.

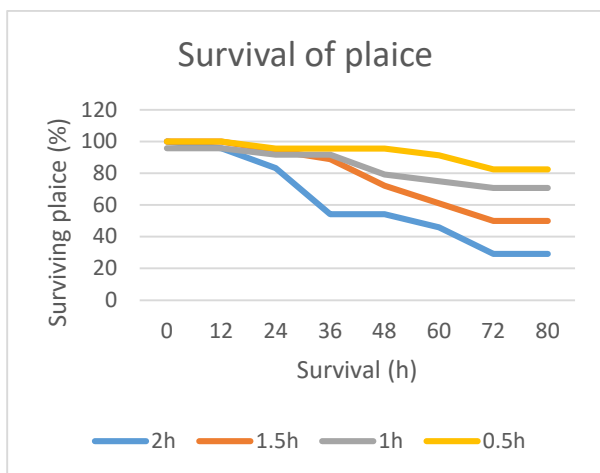
Tijdens de zeereis in februari 2021 werden 24 schollen met succes gevangen tijdens elk van de 4 eerste slepen. Tijdens deze reis konden 96 schollen gedurende 41 uur worden gemonitord (Figuur 62). 83% van de schol uit de 0,5u durende sleep overleefde de totale monitoringperiode en werd daarna weer vrijgelaten in zee. 96% van de schol van de 1u durende sleep overleefde de monitoringsperiode. 71% van de schol van de 1,5u durende sleep overleefde en 100% van de schol van de 2u durende sleep overleefde. De meeste schol stierf na ongeveer 24 tot 40 uur monitoring



Figuur 57: Overlevingsresultaten van de zeereis in februari 2019. De overleving van schol (%) tijdens de monitoringperiode op zee uit slepen met sleepduur van 0,5h, 1h, 1,5h en 2h.

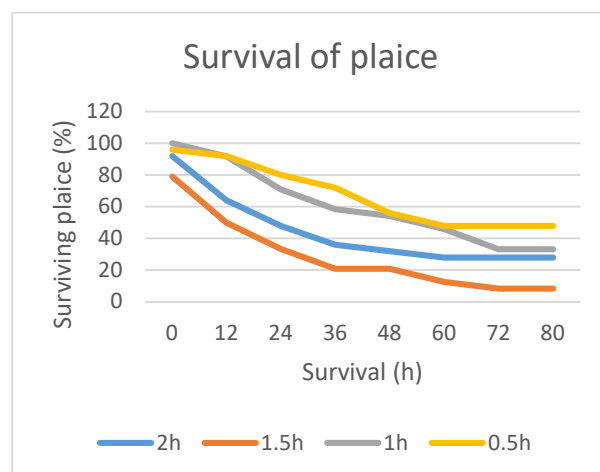


Figuur 58: Overlevingsresultaten van de zeereis in april 2019. De overleving van schol (%) tijdens de monitoringperiode op zee uit slepen met sleepduur van 0,5h, 1h, 1,5h en 2h.

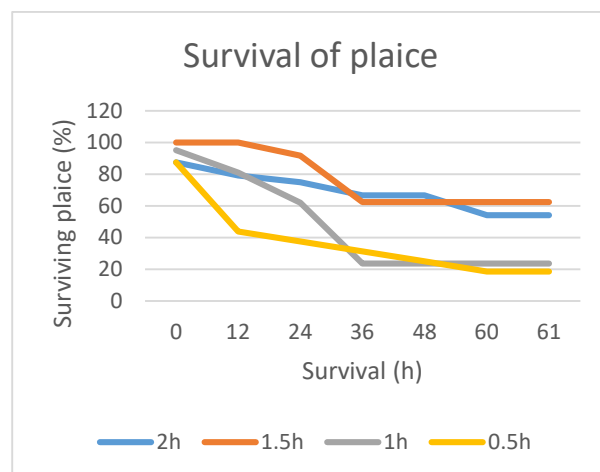


Figuur 59: Overlevingsresultaten van de zeereis in februari 2020. De overleving van schol (%) tijdens de

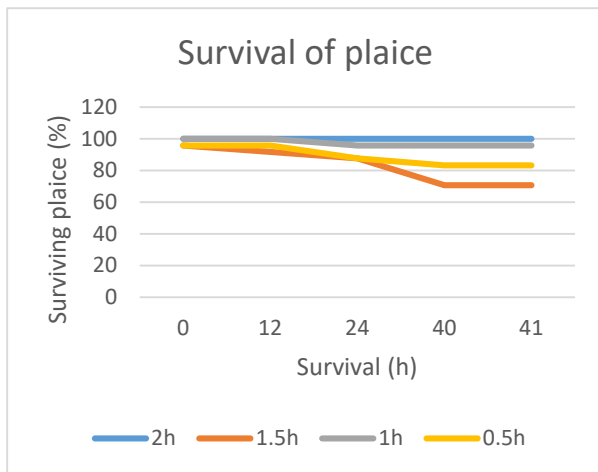
monitoringperiode op zee uit slepen met sleepduur van 0,5h, 1h, 1,5h en 2h.



Figuur 60: Overlevingsresultaten van de zeereis in oktober 2020. De overleving van schol (%) tijdens de monitoringperiode op zee uit slepen met sleepduur van 0,5h, 1h, 1,5h en 2h.



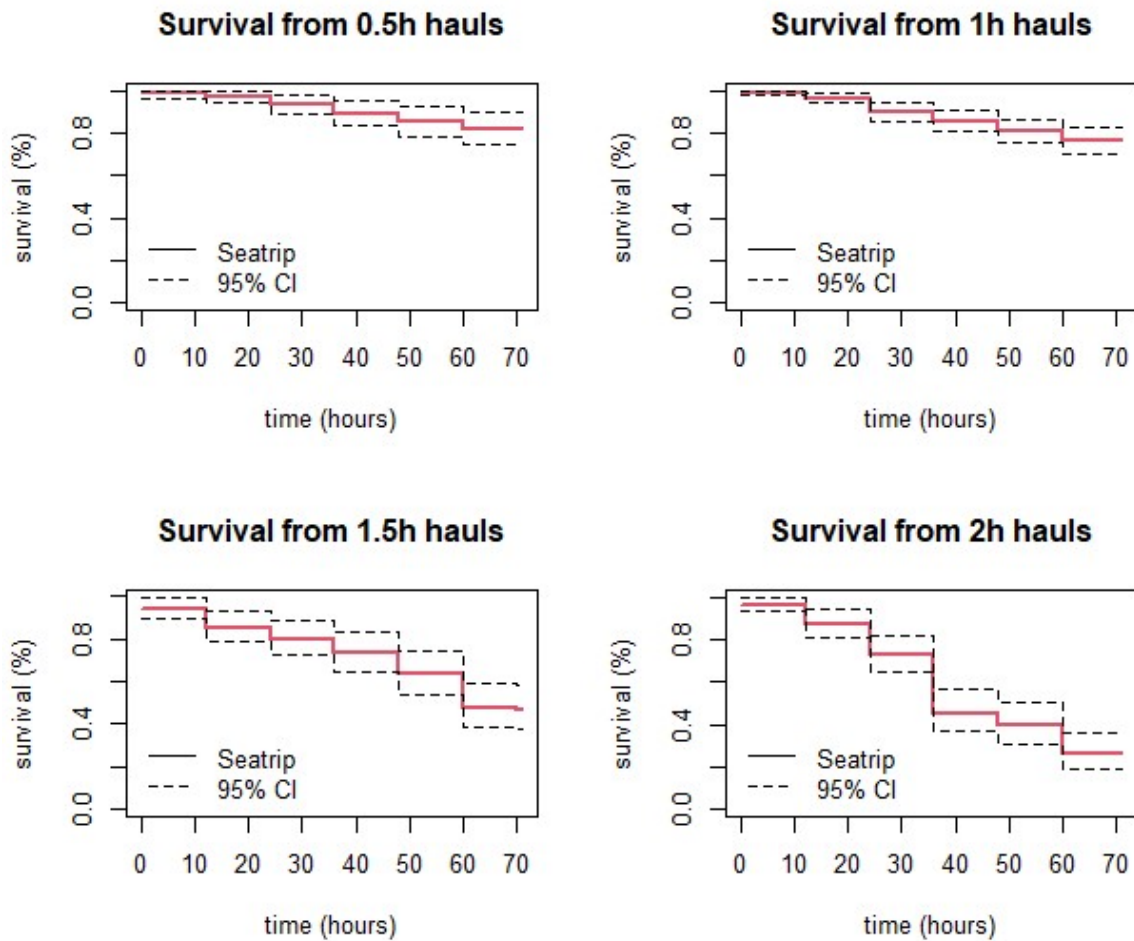
Figuur 61: Overlevingsresultaten van de zeereis in december 2020. De overleving van schol (%) tijdens de monitoringperiode op zee uit slepen met sleepduur van 0,5h, 1h, 1,5h en 2h.



Figuur 62: Overlevingsresultaten van de zeereis in februari 2021. De overleving van schol (%) tijdens de monitoringperiode op zee uit slepen met sleepduur van 0,5h, 1h, 1,5h en 2h.

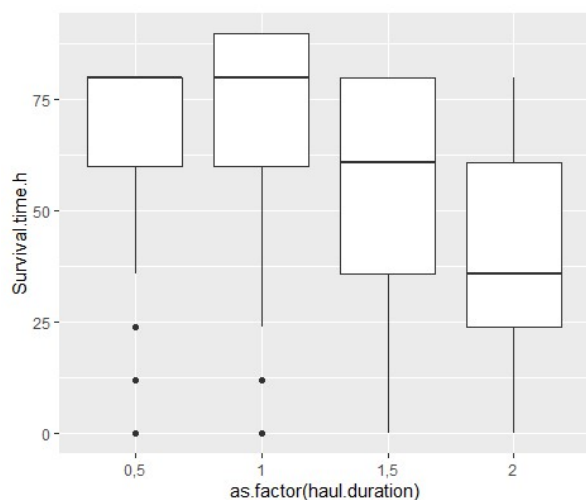
Om de overlevingskans van schol van alle reizen samen te schatten, werden Kaplan-meier-curven met de survfit-functie gemaakt in R (R, 2020). De zeereizen van december 2020 en februari 2021 zijn niet meegenomen omdat de monitoringsduur respectievelijk slechts 61 en 41 uur was, terwijl de monitoringsduur voor de overige reizen circa 80 uur bedroeg. De overlevingscurven worden weergegeven in Figuur 63 voor een sleepduur van 0,5 uur, 1 uur, 1,5 uur en 2 uur. Bij geen van de trips werd de overleving geschat tot de overlevingsasymptoot omdat schol aan het einde van elke trip overboord werd gezet en de monitoring stopte.

De overleving van schol na 72 uur monitoring van slepen met een duur van 0,5 uur, 1 uur, 1,5 uur en 2 uur is respectievelijk 80%, 75%, 44% en 22%.



Figuur 63: Kaplan-Meier overlevingsschattingen met 95% betrouwbaarheidsgrenzen.

De overlevingstijd (h) is weergegeven in boxplots in Figuur 64 per sleepduur voor alle zeereizen samen. De reis van februari 2021 is niet meegenomen omdat er slechts 41 uur gemonitord kon worden terwijl de monitoringstijd voor de overige reizen tussen de 60 en 80 uur ligt. Kortere sleepduur leidt tot een hogere overleving van schol. Er werd een significant verschil gevonden met behulp van tweezijdige t-testen tussen de overleving van schol uit de 0,5u durende slepen en de 1,5u durende slepen ($p=0,002$), 0,5u en 2u durende slepen ($p<0,001$), 1u en 1,5u durende slepen ($p<0,001$), 1u en 2u durende slepen ($p<0,001$) en tussen de overleving van schol uit de 1,5u en 2u durende slepen ($p=0,003$).



Figuur 64: Boxplots van de overleving (h) van schol per sleepduur voor alle zeereizen behalve februari 2021.

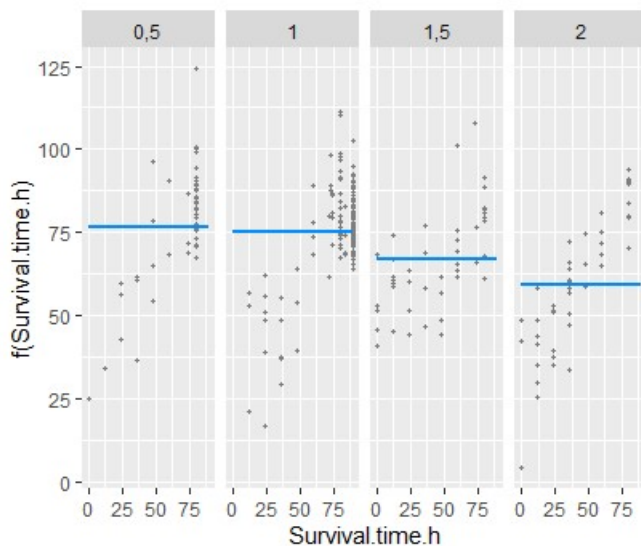
Een lineair mixed effects-model (1) werd gefit met de data met overleving van schol afhankelijk van trekduur, vangstgewicht, licht, lengte, vangstkant en letselscore als vaste effecten en trek-ID en zeereis als random effecten. De RAMP-score en letselscore zijn collineair en alleen de letselscore werd in het model toegevoegd. De resultaten van de Anova-test (Tabel 22) laten zien dat de p-waarden van de variabelen sleepduur, lengte, vangstkant en letselscore kleiner zijn dan 0,05. Deze variabelen hebben een significant effect op de overlevingsduur van schol.

$$\text{lmer}(\text{overlevingsduur schol (h)} \sim \text{sleepduur} + \text{vangstgewicht (kg)} + \text{licht} + \text{lengte} + \text{vangstzijde} + \text{letselscore} + (1|\text{ID}) + (1|\text{trip}) \quad (1)$$

Tabel 22: Anova test resultaten: chi-kwadraatwaarden en p-waarden. Significante p-waarden zijn in het vet weergegeven.

Variable	Chi square	p-value
sleepduur	11.0	0.012
vangstgewicht (kg)	0.1	0.757
licht	3.4	0.064
lengte	6.8	0.009
vangstzijde	8.9	0.003
letselscore	82.1	<0.001

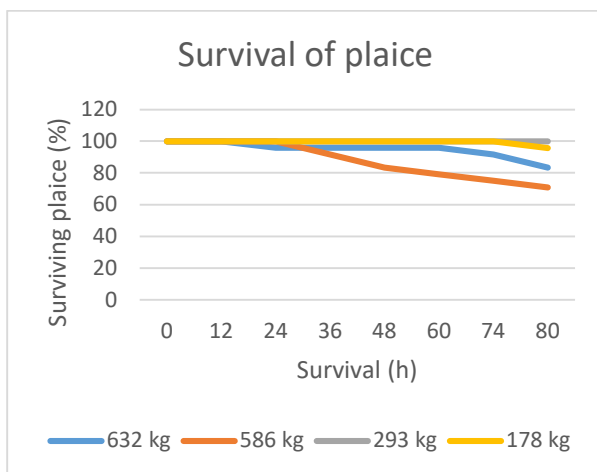
Visreg is een R-pakket voor het visualiseren van het effect van vaste effecten in dergelijke modellen. Het resultaat geeft weer hoe de verwachte waarde van de uitkomst (overleving van schol) verandert als functie van x (vast effect), terwijl alle andere variabelen in het model vast worden gehouden. Figuur 65 laat zien hoe de overleving van schol verandert als functie van de trekduur, waarbij alle andere variabelen in het model vast worden gehouden. Dit toont opnieuw aan dat de overleving van schol hoger is bij kortere sleepduur.



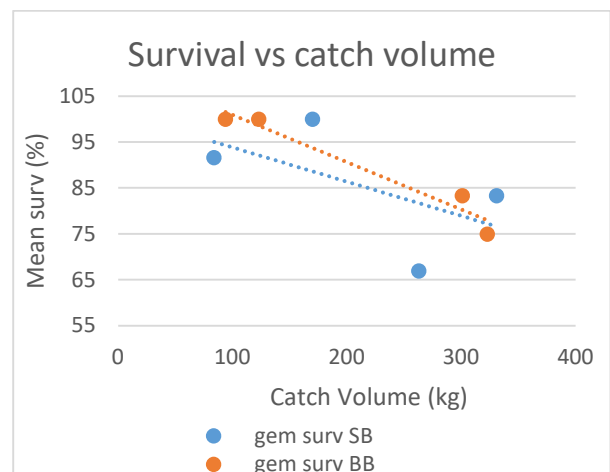
Figuur 65: Overleving van schol (h) per sleepduur. Visualisatie met Visreg-pakket in R. Visreg plot hoe de verwachte waarde van de uitkomst (overleving van schol) verandert als een functie van vast effect x (sleepduur), waarbij alle andere variabelen in het model vast worden gehouden.

3.3 DE INVLOED VAN HET VANGSTGEWICHT OP DE OVERLEVING VAN SCHOL

Tijdens de zeereis in december 2019 werd de overleving van schol gemonitord na slepen van 1 uur bij verschillende vangstgewichten. Na elk van de 4 eerste slepen werden 24 schollen met succes gevangen. Tijdens deze reis konden 96 schollen gedurende 84 uur worden gemonitord (Figuur 66). Gemiddeld 88% van de schol van de 1u durende slepen overleefde de totale monitoringperiode en werd daarna weer vrijgelaten. De gemiddelde overleving van schol na 84 uur monitoring is weergegeven in relatie tot het vangstgewicht in Figuur 67. Hieruit blijkt een lagere overleving van schol bij hogere vangstvolumes.

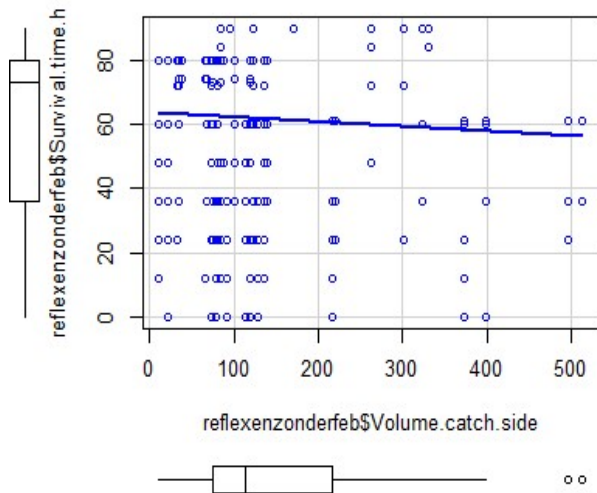


Figuur 66: Overlevingsresultaten van de zeereis in december 2019. De overleving van schol (%) tijdens de monitoringperiode op zee van slepen met een sleepduur van 1 uur en verschillende vangstgewichten.

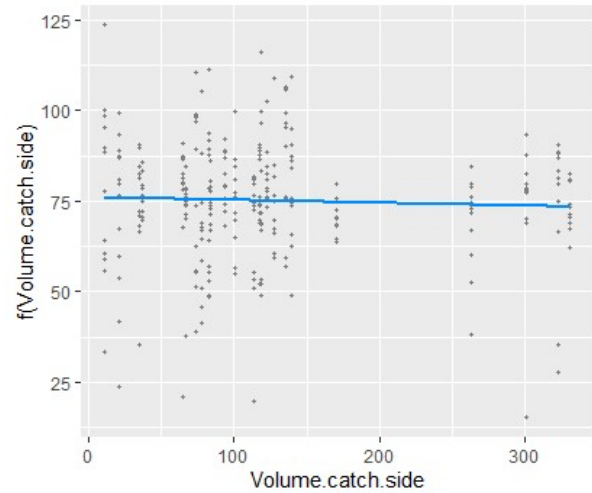


Figuur 67: Overlevingsresultaten van de zeereis in december 2019. Overleving versus vangstgewicht.

De spreidingsgrafiek van de relatie tussen de overlevingstijd (h) en het vangstvolume voor alle zeereizen samen (behalve februari 2021) is weergegeven in Figuur 68. De overlevingstijd van schol neemt af bij hogere vangstgewichten. Het lineaire mixed effects-model (1) vond geen significant effect van vangstgewicht. De visualisatie van het effect van het vangstgewicht op de overleving van schol laat echter zien dat de overlevingstijd van schol afneemt bij hogere vangstgewichten (Figuur 69).



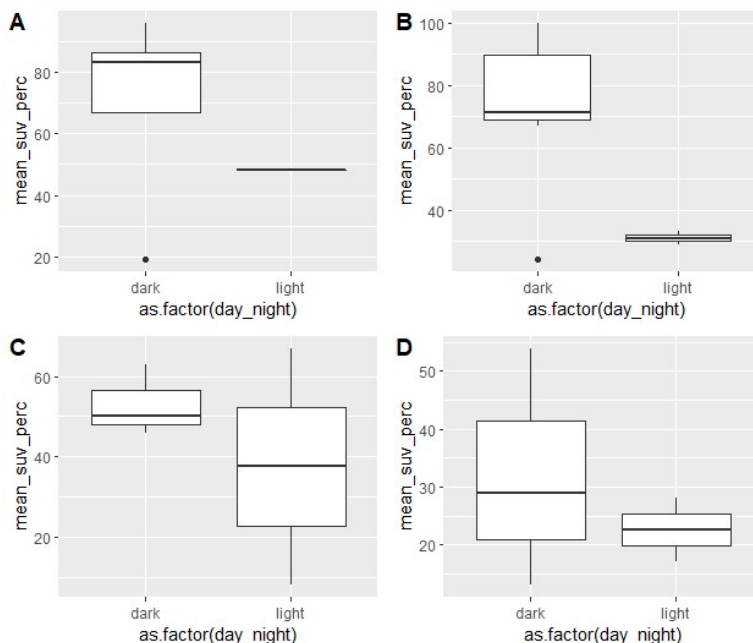
Figuur 68: Scatterplot of the survival time of plaice (h) per catch volume (kg). Each dot represents an observation and marginal box plots and the fit line are included.



Figuur 69: Survival time of plaice (h) in function of catch weight. Visualisation using Visreg package in R. Visreg plots how the expected value of the outcome (survival of plaice) changes as a function of fixed effect x (catch weight), with all other variables in the model held fixed.

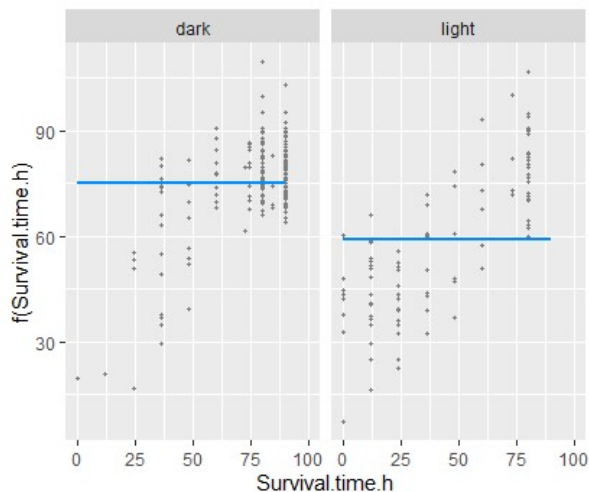
3.4 DE INVLOED VAN VISSEN OVERDAG OF 'S NACHTS OP DE OVERLEVING VAN SCHOL

De gemiddelde overleving (%) is weergegeven in boxplots in Figuur 70 voor trekken tijdens de nacht en overdag voor alle zeereizen samen. In het donker gevangen schol lijkt een grotere overlevingskans te hebben dan schol gevangen tijdens de dag. Daglicht heeft een significant positieve correlatie met letselscores en een significant negatieve correlatie met vangstgewicht, lengte en overlevingstijd.



Figuur 70: Overleving (%) boxplots voor slepen in het donker en overdag, in het licht. A: voor alle 0,5 uur durende slepen, B: voor alle 1 uur durende slepen, C: voor alle 1,5 uur durende slepen en D: voor alle 2 uur durende slepen.

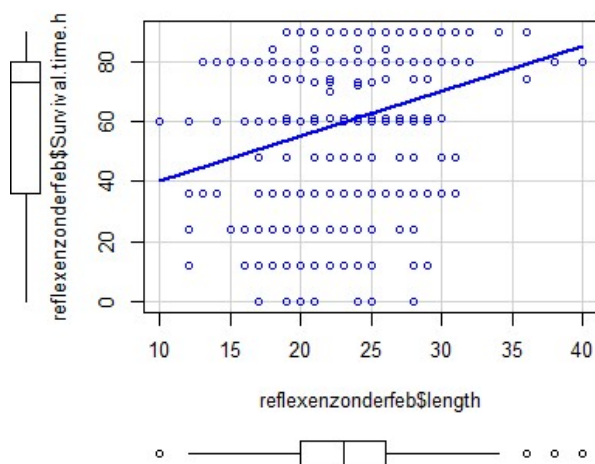
Het lineaire mixed effects-model (1) vond geen significant effect van licht (Tabel 22). De visualisatie van het effect van daglicht op de overleving van schol laat echter zien dat de overlevingstijd van schol langer is bij de schollen die in het donker gevangen werden (Figuur 71). Er werden niet veel slepen tijdens de dag uitgevoerd waardoor het moeilijk is om op basis van deze gegevens conclusies te trekken.



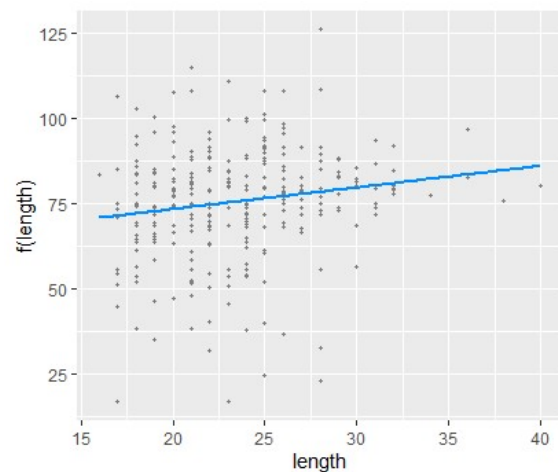
Figuur 71: Overlevingstijd van schol (h) in functie van dag- of nachtvisserij. Visualisatie met Visreg-pakket in R. Visreg plot hoe de verwachte waarde van de uitkomst (overleving van schol) verandert als een functie van vast effect x (licht), terwijl alle andere variabelen in het model vast worden gehouden.

3.5 DE INVLOED VAN DE LENGTE VAN SCHOL OP DE OVERLEVING

Een spreidingsdiagram van de relatie tussen de overlevingstijd (h) en de lente van schol, voor alle zeereizen (behalve februari 2021) is weergegeven in Figuur 72. De overlevingstijd van grotere schollen is langer. Het lineaire mixed effects-model (1) vond een significant effect van de schollengte op overleving (Tabel 22). De visualisatie van het effect van lengte op de overleving van schol laat zien dat de overlevingstijd van grotere schol langer is (Figuur 73) wat eerdere bevindingen ondersteunt (Kelle, 1976; Revill et al., 2013, Uhlmann et al., 2016). Grotere vissen kunnen het vangstproces door de boomkor fysiek beter aan, raken minder uitgeput dan kleine vissen en sparen energie (Wardle, 1978).



Figuur 72: spreidingsdiagram van de overlevingstijd van schol (h) in relatie tot de lengte van schol. Elke stip vertegenwoordigt een observatie en marginale boxplots en de fit-lijn zijn weergegeven.

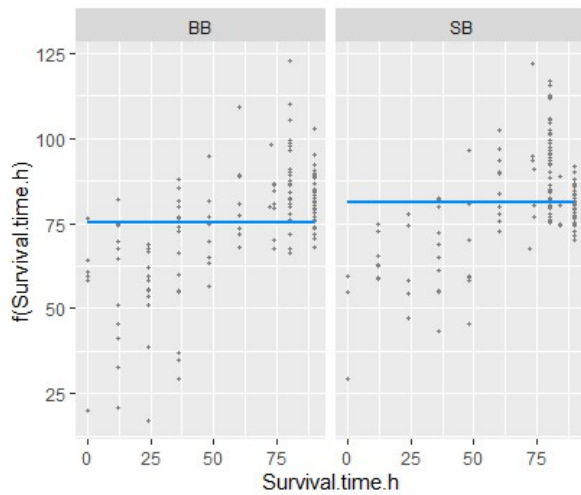


Figuur 73: Overlevingstijd van schol (h) in functie van schollengte. Visualisatie met Visreg-pakket in R. Visreg plot hoe de verwachte waarde van de uitkomst (overleving van schol) verandert als een functie van het vast effect x (lengte), terwijl alle andere variabelen in het model vast worden gehouden.

3.6 DE INVLOED VAN BLOOTSTELLING AAN LUCHT OP DE OVERLEVING VAN SCHOL

Nadat de vangst werd boven gehaald werd telkens eerst de vangst van stuurboord gelost en gesorteerd. Zolang we schol uitsorteerden uit de stuurboord vangst, werd de vangst aan bakboord langer blootgesteld

aan lucht. Dit kan de overleving beïnvloeden. Het lineaire mixed effects-model (1) vond een significant effect van de kant waar de vangst vandaan komt op de overleving van schol (Tabel 22). De visualisatie van het effect van vangstkant laat zien dat de overlevingstijd van schol aan stuurboord langer is (Figuur 74). Dit kan te wijten zijn aan de langere blootstelling aan lucht van de vangst aan bakboord.



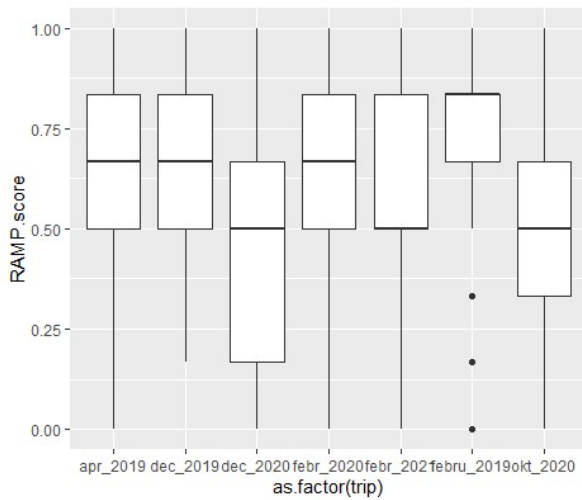
Figuur 74: Overlevingstijd van schol (h) in functie van vangstzijde (BB = bakboord, SB=stuurboord). Visualisatie met Visreg-pakket in R. Visreg plot hoe de verwachte waarde van de uitkomst (overleving van schol) verandert als een functie van vast effect x (zijde), terwijl alle andere variabelen in het model vast worden gehouden.

3.7 OVERLEVING IN RELATIE TOT SCHOL REFLEXEN EN VERWONDINGEN

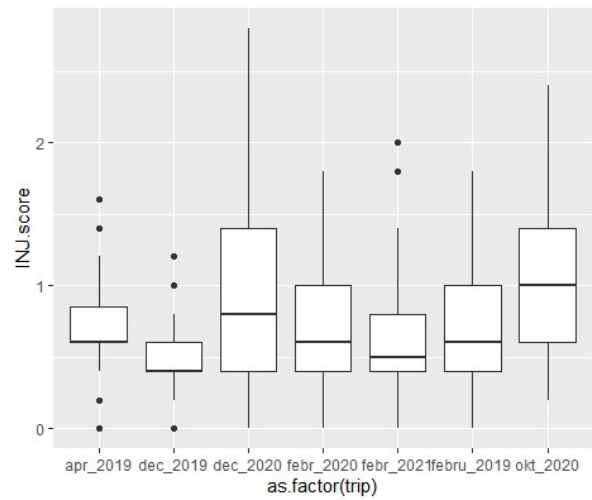
De reflex-actie-mortaliteitsvoorspeller (RAMP)-methode omvat het scoren op de aan- of afwezigheid van natuurlijke dierlijke reflexen om een reflexscore te genereren die vervolgens wordt gecorreleerd met sterfte of overleving na vrijlating (Uhlmann et al., 2016). Deze benadering heeft sterke correlaties aan het licht gebracht tussen het aangeboren vermogen van een organisme om te reageren op reflexstimuli (een index van zijn vitaliteit) en zijn waarschijnlijkheid om te overleven na vangst en terug overboord zetten door de visserij (Barkley en Cadrin, 2012; Raby et al., 2012). Relevante letseltypes kunnen ook worden geïntegreerd door symptomen van barotrauma, huidbeschadiging, bloeding of blauwe plekken te scoren (Davis, 2010; Cooke et al., 2013; Nguyen et al., 2014; Benoît et al., 2015). De RAMP-methode kan worden gebruikt om de sterfte en overleving van platvissen na vrijlating te voorspellen (Barkley en Cadrin, 2012, Uhlmann et al., 2016).

Tijdens de besproken reizen werd schol uit de vangst verzameld en werden de reflexen getest en de verwondingen gescoord voordat ze in overlevingstanks werden geplaatst voor verdere monitoring tijdens de rest van de zeereis. Als een reflex aanwezig is, krijgt die een score 1, een score 0 betekent dat de reflex afwezig is. Het gemiddelde van alle reflexen van een vis geeft de RAMP-score. Hoe hoger de RAMP-score, hoe meer reflexen de vis heeft en dus hoe fitter de vis is. De verwondingen van een vis krijgen scores tussen 0 (geen verwondingen) en 3 (grote verwondingen). Het gemiddelde van alle verwondingen van een vis geeft de letselscore. Hoe hoger de letselscore van een vis, hoe groter de verwondingen van de vis. De relatie tussen de overlevingstijd en de RAMP-scores en letselscores werden onderzocht.

De RAMP-scores van de tijdens de besproken reizen gevangen schol variëren tussen 0 en 1 met een gemiddelde van 0,60. De RAMP-scores van de schol gevangen tijdens de reizen in oktober en december 2020 zijn het laagst (Figuur 75). Samen met de hoogste letselscores gevonden tijdens deze 2 trips (Figuur 76) geeft dit aan dat de tijdens deze trips gevangen vissen de meeste schade vertoonden. De letselscores van de schol variëren tussen 0 en 2,8 met een gemiddelde van 0,76. In de vangst van de reis in oktober 2020 waren veel stekelroggen en stenen aanwezig terwijl er veel grote stenen en spinkrabben werden gevonden in de vangst tijdens de reis in december 2020.

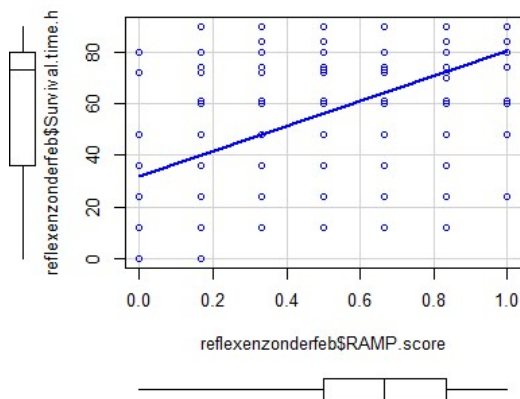


Figuur 75: Boxplots van de RAMP scores per zeereis.

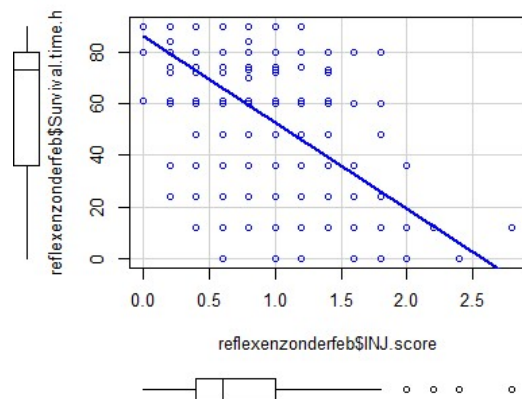


Figuur 76: Boxplots van de letselscores per zeereis.

Figuur 77 toont een spreidingsdiagram van de relatie tussen de overlevingstijd (h) en de RAMP-scores voor alle zeereizen (behalve februari 2021). Reflexscores zijn positief gecorreleerd met overleving. Figuur 78 toont een spreidingsdiagram van de relatie tussen de overlevingstijd (h) en de letselscores voor alle zeereizen (behalve februari 2021). Letselscore (vitaliteit) was negatief gecorreleerd met overleving. RAMP-scores hebben een positieve relatie met overleving, wat het nut van RAMP als voorspeller van platvissterfte na vrijlating ondersteunt (Barkley en Cadrin, 2012; Uhlmann et al., 2016).

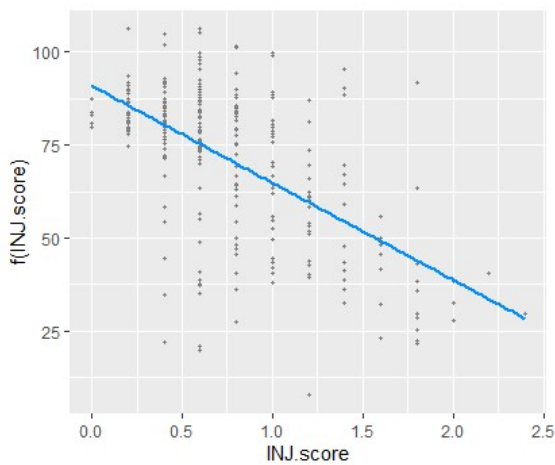


Figuur 77: Spreidingsdiagram van de overlevingstijd van schol (h) in relatie tot de RAMP-scores. Elke stip vertegenwoordigt een observatie en marginale boxplots en de fit-lijn worden weergegeven.



Figuur 78: Spreidingsdiagram van de overlevingstijd van schol (h) in relatie tot de letselscores. Elke stip vertegenwoordigt een observatie en marginale boxplots en de fit-lijn worden weergegeven.

Het lineaire mixed effects-model (1) vond een significant effect van de letselscores (Tabel 22). De overlevingstijd van schol is langer bij lagere letselscores (Figuur 79).



Figuur 79: Overlevingstijd van schol (h) in functie van de letselscores. Visualisatie met Visreg-pakket in R. Visreg plot hoe de verwachte waarde van de uitkomst (overleving van schol) verandert als functie van fixed effect x (letselscore), waarbij alle andere variabelen in het model vast worden gehouden.

3.8 CONCLUSIE

De variabelen sleepduur, lengte, vangstzijde- en letselscore blijken een significant effect te hebben op de overlevingstijd van schol. Kortere sleepduur leidt tot een hogere overleving van schol. Grotere schollen hebben een grotere overlevingskans. Zowel blootstelling aan lucht als verwondingen hebben een negatief effect op de overleving. Vangstgewicht bleek een (niet significant) negatief effect te hebben op de overlevingstijd van schol.

Het overlevingspercentage na 72 uur monitoring van slepen met een duur van 0,5 uur, 1 uur, 1,5 uur en 2 uur was respectievelijk 80%, 75%, 44% en 22%. Deze overlevingspercentages kunnen worden vergeleken met percentages uit andere onderzoeken: 37,5% na 3 dagen van slepen van 1,5 uur tot 2 uur (Revill et al., 2013) en 48% na ≤ 3 dagen van slepen van 1,5 uur (Depestele et al., 2014a).

De overlevingsresultaten van schol van de reizen in oktober en december 2020 waren lager dan tijdens andere reizen. De laagste REFLEX-scores en de hoogste letselscores werden gevonden voor de schollen van deze reizen. Meer schol stierf in het begin van de monitoringperiode. In de vangst van deze reizen werden grote stenen, stekelroggen en spinkrabben gevonden. Bijvangst als deze hebben een grote impact op het overleving en de kwaliteit van de vangst. Selectiviteit van het vistuig kan de vangstkwaliteit verbeteren.

4 ALTERNATIEVE TECHNISCHE MAATREGELEN VOOR DE TR2 IN DE KELTISCHE ZEE

Om de bijvangst van kabeljauwachtigen in Keltische (7fg) en Ierse zee (7a) tot een minimum te beperken, werden specifieke technische maatregelen ingevoerd in artikel 9 van gedelegeerde verordening 2018/2034.

Bordenvissers in de Keltische en Ierse zee vissen met een kuil van 80 mm om tong en andere soorten te vangen. In bovenvermelde technische maatregel wordt een kuil van 100 mm wordt voorgelegd om de bijvangst van kabeljauwachtigen (kabeljauw, wijting, schelvis) te verminderen. Een aanzienlijk deel van de tongvangst (gevangen met een 80 mm kuil) zou echter via de kuil van dit vistuig ontsnappen.

ILVO deed onderzoek naar potentieel alternatief vistuig met een 80 mm kuil, opgetuigd met een 120 mm paneel met vierkante mazen (SMP) in het achterste uiteinde van de bovenkant van het net, net voor de kuil. De selectieve eigenschappen van dit alternatieve net werden vergeleken met de selectieve eigenschappen van een standaard bordennet met een kuil van 100 mm. Dit onderzoek werd opgenomen in Appendix D (Engels).

Sector participatie

Het project beoogde een sterke participatie van de sector. Combituig is een project voor en met de sector, waardoor hun input en medewerking essentieel was. Het grootste deel van het project hing dus af van de bereidwilligheid van de sector om ideeën te delen en mee te werken. Soms stonden vooroordelen rond de rol van de wetenschap in de regelgeving, samenwerking in de weg (zie ook 1.1.1). Het delen van visgronden en data was eveneens een moeilijkheid. Ook stonden niet veel reders te springen om innovaties aan boord van hun vaartuig te testen wegens economische verliezen, die slechts gedeeltelijk gecompenseerd werden, terwijl ook meer werk gevraagd werd van de bemanning. De concrete samenwerkingsinitiatieven die werden opgezet werden wel als zeer positief ervaren door zowel de ILVO-medewerkers als de reders/vissers.

Innovatieve netaanpassingen

Via het project konden vele innovatieve ideeën getest worden (zie 2.2). Het bleek alsnog moeilijk om innovaties te vinden die grote verschillen in (bij)vangsten teweeg brachten. De meest belovende innovaties waren degene met licht. Specifiek was het LED rope in het BRP, een paneel in de buik van het net, het meest opvallende aangezien dit de bijvangst van ondermaatse schol drastisch kon verminderen. De ondermaatse scholletjes werden gestimuleerd door het licht om door het BRP te ontsnappen en zo werd er tot zelf de helft minder ondermaatse schol gevangen. Ons onderzoek rond licht innovaties werd internationaal zeer goed ontvangen en we hebben een leidende rol in dit onderzoek dat in de toekomst ook nog verder ontwikkeld zal worden.

Overleving

De variabelen sleepduur, lengte, vangstzijde- en letselscore blijken een significant effect te hebben op de overlevingstijd van schol. Kortere sleepduur leidt tot een hogere overleving van schol. Grotere schollen hebben een grotere overlevingskans. Zowel blootstelling aan lucht als verwondingen hebben een negatief effect op de overleving. Vangstgewicht bleek een (niet significant) negatief effect te hebben op de overlevingstijd van schol. Bijvangst als stenen, stekelroggen en spinkrabben hebben een grote impact op het overleving en de kwaliteit van de vangst. Selectiviteit van het vistuig kan de vangstkwaliteit verbeteren. Het overlevingspercentage na 72 uur monitoring van slepen met een duur van 0,5 uur, 1 uur, 1,5 uur en 2 uur was respectievelijk 80%, 75%, 44% en 22%.

REFERENTIES

- Barkley, A. S., and Cadrin, S. X. 2012. Discard mortality estimation of yellowtail flounder using reflex action mortality predictors. *Transactions of the American Fisheries Society*, 141: 638–644.
- Benoît, H. P., Capizzano, C. W., Knotek, R. J., Rudders, D. B., Sulikowski, J. A., Dean, M. J., Hoffman, W., et al. 2015. A generalized model for longitudinal short- and long-term mortality data for commercial fishery discards and recreational fishery catch-and-releases. *ICES Journal of Marine Science*, 72: 1834–1847.
- Cooke, S. J., Donaldson, M. R., O'Connor, C.M., Raby, G. D., Arlinghaus, R., Danylchuk, A. J., Hanson, K. C., et al. 2013. The physiological consequences of catch-and-release angling: perspectives on experimental design, interpretation, extrapolation and relevance to stakeholders. *Fisheries Management and Ecology*, 20: 268–287.
- Davis, M.W. 2010. Fish stress and mortality can be predicted using reflex impairment. *Fish and Fisheries*, 11: 1–11.
- Depestele, J., Desender, M., Benoît, H. P., Polet, H., and Vincx, M. 2014a. Short-term survival of discarded target fish and non-target invertebrate species in the “eurocutter” beam trawl fishery of the southern North Sea. *Fisheries Research*, 154: 82–92.
- Nguyen, V. M., Martins, E. G., Raby, G. D., Donaldson, M. R., Lotto, A. G., Willmore, W. G., Patterson, D. A., et al. 2014. Disentangling the roles of air exposure, gill net injury, and facilitated recovery on the post capture and release mortality and behaviour of adult migratory sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) in freshwater. *Physiological and Biochemical Zoology*, 87: 125–135.
- R Core Team 2020. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org>
- Raby, G. D., Donaldson, M. R., Hinch, S. G., Patterson, D. A., Lotto, A. G., Robichaud, D., English, K. K., et al. 2012. Validation of reflex indicators for measuring vitality and predicting the delayed mortality of wild coho salmon bycatch released from fishing gears. *Journal of Applied Ecology*, 49: 90–98.
- Revell, A. S., Broadhurst, M. K., and Millar, R. B. 2013. Mortality of adult plaice, *Pleuronectes platessa* and sole, *Solea solea* discarded from English Channel beam trawlers. *Fisheries Research*, 147: 320–326.
- Uhlmann, S.; Theunynck, R.; Ampe, B.; Desender, M.; Soetaert, M.; Depestele, J. 2016. Injury, reflex impairment, and survival of beam-trawled flatfish. *ICES J. Mar. Sci./J. Cons. int. Explor. Mer* 73(4): 1244–1254. hdl.handle.net/10.1093/icesjms/fsv252
- Uhlmann, S., Ampe, B., Van Bogaert, N., Vanden Berghe, C. and Vanelslander, B., 2021. Flatfish survivors have tales to tell: Cold seawater and reduced deployment duration contribute to the survival of European plaice (*Pleuronectes platessa*) discarded by Belgian beam trawlers. *Fisheries Research*, 240, p.105966.
- Wardle, C. S. 1978. Non-release of lactic acid from anaerobic swimming muscle of plaice *Pleuronectes platessa* L.: a stress reaction. *The Journal of Experimental Biology*, 77: 141–155.