



Tuiginnovatie tongvisserij

Innovaties ten behoeve van een energie efficiënte tongvisserij

Auteurs: P. Molenaar, A. van Mens, L. van de Pol, Y. van Es, A. Mattens

Wageningen University &
Research rapport C069/23

Tuiginnovatie tongvisserij

Innovaties ten behoeve van een energie efficiënte tongvisserij

Auteurs: P. Molenaar, A. van Mens, L. van de Pol, Y. van Es, A. Mattens

Wageningen Marine Research
IJmuiden, Oktober 2023

Wageningen Marine Research rapport C069/23

Keywords: Tongvisserij, boomkor, Innovatie, brandstof efficiëntie, waterspray, rubberstrengen, twisters

Opdrachtgever: Rijksdienst voor Ondernemend Nederland
Postbus 93144
2509AC, Den Haag



European Union, European Maritime and Fisheries Fund (EMFF)

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/640726>.

Wageningen Marine Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

Wageningen Marine Research is ISO 9001:2015 gecertificeerd.

Foto omslag: Pieke Molenaar

© Wageningen Marine Research

Wageningen Marine Research, instituut
binnen de rechtspersoon Stichting
Wageningen Research, hierbij
vertegenwoordigd door
Drs.ir. M.T. van Manen, directeur
bedrijfsvoering

KvK nr. 09098104,
WMR BTW nr. NL 8113.83.696.B16.
Code BIC/SWIFT address: RABONL2U
IBAN code: NL 73 RABO 0373599285

Wageningen Marine Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor
gevolg schade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de
resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Wageningen
Marine Research. Opdrachtgever vrijwaart Wageningen Marine Research van
aanspraken van derden in verband met deze toepassing.
Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag weergegeven en/of
gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden
zonder schriftelijke toestemming van de uitgever of auteur.

A_4_3_1 V32 (2021)

Summary	5
Samenvatting	7
1 Inleiding	9
1.1 Waterspraytuig	9
1.1.1 Werking waterspraytuig I	10
1.1.2 Waterspraytuig II	11
1.2 Rubberstrengen-Twistertuig	11
1.2.1 Rubberstrengen	11
1.2.2 Twisters	11
2 Kennisvraag	13
3 Standard onderzoeksmethodes	14
3.1 Introductie	14
3.2 Innovatie proces	14
3.3 Testen Visserij Innovatie Centrum	15
3.3.1 Faciliteit	16
3.3.2 Werkwijze	17
3.3.3 Dataverzameling	17
3.3.4 Data-analyse	17
3.4 Vangstvergelijking innovatieve vistuigen	17
3.4.1 Basisvergelijking (zelfbemonstering)	18
3.4.2 Gedetailleerde vangstvergelijking (waarnemersreizen)	18
4 Waterspraytuig II	21
4.1 Vergelijking effectiviteit Waterspray I en Waterspray II	21
4.1.1 Waterspraywing	21
4.1.2 Waterspraytuig I	22
4.1.3 Waterspraytuig II	23
4.1.4 Methodes	24
4.1.5 Resultaten	25
4.1.6 Conclusies	26
4.1.7 Discussie	28
4.2 Geluidproeven	28
4.2.1 Inleiding	28
4.2.2 Methodes	29
4.2.3 Resultaten	32
4.2.4 Conclusie	35
4.2.5 Discussie	36
4.3 Waterstraal afbuiging	36
4.3.1 Inleiding	36
4.3.2 Methodes	36
4.3.3 Resultaten	39
4.3.4 Conclusie	40
4.3.5 Discussie	40
4.4 Waterstraal penetratiediepte	41
4.4.1 Inleiding	41
4.4.2 Methodes	41
4.4.3 Resultaten	44
4.4.4 Statistiek	45

4.4.5	Conclusie	46
4.4.6	Discussie	46
4.5	Conclusies en aanbevelingen	47
5	Rubberstrengen-twistertuig	48
5.1	Proeven VIC	48
5.1.1	Inleiding	48
5.1.2	Methodes	48
5.1.3	Resultaten	50
5.1.4	Conclusie	51
5.1.5	Discussie	51
5.2	Basisbemonstering	51
5.2.1	Inleiding	51
5.2.2	Methodes	59
5.2.3	Resultaten	60
5.2.4	Conclusies	64
5.2.5	Discussie	64
5.3	Vergelijkingsreis rubberstrengen-twistertuig met en wekkertuig	64
5.3.1	Inleiding	64
5.3.2	Methodes	64
5.3.3	Resultaten	66
5.3.4	Conclusie	74
5.3.5	Discussie	74
5.4	Efficiëntie rubberstrengen-twistertuig	75
5.4.1	Methodes	75
5.4.2	Resultaten	76
5.4.3	Conclusie	78
5.4.4	Discussie	78
6	Conclusies en aanbevelingen	79
7	Dankwoord	82
8	Kwaliteitsborging	83
	Literatuur	84

Summary

Due to the ban on pulse fishing and (ongoing) high fuel prices in the Netherlands, tickler-chain beam trawling targeting sole is becoming increasingly less profitable. Many trawlers have ceased operations because it is no longer economically viable, and there is a general lack of future prospects in the sector. The industry is in need of innovative gear with efficient stimulation methods to startle sole and other fish from the seabed. These innovative stimulation methods are expected to result in a reduction of fuel consumption, particularly through reducing gear weight and through slower towing speeds in comparison to the conventional tickler-chain beam trawl gear. This report presents the results of research on two innovative fishing techniques: the waterspray gear and the rubberstrand-twister gear. Both gears are assessed for efficiency (fish yield (€) per liter of fuel). Attention is also given to the ecological aspects of the gear, such as its impact on the seabed and/or bycatch.

Waterspray gear

The waterspray gear uses water sprays to startle sole, and other fish, from the seabed over the ground rope into the net. The first version of the waterspray gear (I) is constructed in a net with square ground rope and a waterspray-rack. This version showed potential in previous research. In this study, the waterspray gear (I) was compared with a second version of the waterspray gear (II) with a U-shaped 'spray rope'. To further optimize both gears, a waterspray SumWing with integrated water pumps was constructed. SumWings, as a replacement of classic beams, have already proven to reduce fuel consumption. Due to a broader wing design of the waterspray-wing compared to the classic SumWing, the waterspray wing can tow the waterspray gears at a lower speed, which is expected to result in reduced fuel consumption.

To investigate and improve the efficiency of the waterspray gear I and II combined with a wing, six trials were conducted over the course of six weeks on a commercial fishing vessel. The waterspray wings performed satisfactorily positioning the gear above the seabed.: Waterspray gear II (with 8 net-ticklers) consistently caught more sole and plaice in all the trials compared to waterspray gear I. Although the data suggest that the watersprays may not have a significant impact on the catch of sole and plaice, it was challenging to assess the actual effect of the watersprays because no comparison was made with a conventional tickler chain beam trawl gear.

In addition to the seagoing trials, tests were performed in a tow tank. This controlled environment was used to investigate the sound production, deflection, and penetration depth of the waterspray. The variables taken into account included spray nozzle diameter, water pressure, and towing speed. From these trials the following conclusions could be made:

- 1- Increasing pressure and a smaller nozzle diameter had an increasing effect on the generated underwater spray sound. The sound level was similar with nozzle diameters ranging from 4 to 8 mm and pressures between 3 and 5 bar. Gear that produces more sound can potentially scare off fish; however, the effect of spray sound on the response of the target species was not examined in this project.
- 2- The deflection of a waterspray underwater and at speed was studied using underwater videos. This experiment revealed that an initial spray direction of 20 degrees forward to the travel direction was the most efficient for a clear downwards waterspray. Spray pressure and towing speed also had an effect on the deflection of the spray at speed, while the diameter of the nozzle had little to no effect.
- 3- The penetration depth of the watersprays was examined in a tow tank with a sand layer and buried electrodes measuring seabed disturbance. The angle of the water jet, water pressure, and distance to the seabed had an effect on the penetration depth. Towing speed was found to have a minimal effect.

The waterspray gear project was discontinued after the above-mentioned trials. This decision was made due to limited catches, the lack of access for waterspray gears to English waters, the considerable additional work on board for testing innovative fishing gear, and the crew's motivation regarding the future prospects of the gear.

Rubberstrand-twister gear

The rubberstrand-twister gear consists of two tickler components: rubber strands and twisters. The rubber strands are elongated cables suspended between the beam and ground rope in positioned in the trawling direction. They consist of a sequence of large and small diameter rubber discs that slowly bury themselves in the seabed. Twisters are half-metal domes positioned between the end of the rubber strands and in front of the ground rope. These twisters create water vortices over the seabed. The combination of rubber strands and twisters appears to hold promise for startling flatfish from the seabed.

In this project, a trial with twisters was conducted in a tow tank to examine the functioning of twisters and optimize the created water vortices over the seabed. The experiments revealed that the twister with an angle between 30 and 50 degrees in the tow direction generated the best and most reliable vortices. The 'lip' suspension system used on the twister and the rubber strands had a negative impact on the created vortices. This system will have to be revised in future research or trials.

To investigate and improve the efficiency of the rubberstrand-twister gear, seagoing fishing trials were carried out on separate occasions. In the first set of trials, the effect of distances between the twisters and ground rope was examined using two similar rubberstrand-twister gear versions on port- and starboard side. The first seagoing trials showed that the use of a 'sole flap' had a significantly positive effect on the catch of sole and plaice. The tests with different twister-ground rope distances yielded inconclusive results as these varied from one sampling week to another.

In the second series of practical trials, the rubberstrand-twister gear was combined with a waterspray wing. A detailed catch comparison was done to compare discards between the rubberstrand-twister gear and conventional tickler-chain gear. Compared to a conventional small diameter tickler-chain gear *without* a 'sole-flap', the rubberstrand-twister gear caught 98% of plaice and 89% of sole catches. Compared to a conventional tickler-chain gear *with* a 'sole-flap', the plaice catch was similar, but the sole catch was 58-60% from conventional gear in the rubberstrand-twister gear. Discards amounts did not differ significantly between the two gear types, except for swimming crabs (*Portunidae*) of which conventional gear caught more. At a fishing speed of 5.8 knots, the rubberstrand-twister gear required 0.8 tons less towing force. Based on a previous study it was possible to calculate that the rubberstrand-twister gear could save an average of 5.6% in fuel usage. With those fuel savings, the rubberstrand-twister gear would still need to catch 27% more sole to become as profitable as the conventional tickler-chain gear.

The research revealed that the rubberstrand-twister gear, in its current form, is not a profitable alternative for sole trawling. It might hold promise for plaice trawling, as the gear has comparable plaice catches with lower towing force compared to a conventional tickler-chain gear.

Both developed gear alternatives can catch sole, but not sufficiently to be a fully profitable alternative to the current beam trawl with conventional tickler-chain gear or the, now banned, pulse fishing technique. The results of this project show that developing an energy-efficient alternative stimulation method for sole remains a challenge.

Samenvatting

Door het verbod op puls visserij en (aanhoudende) hoge brandstofprijzen in Nederland wordt boomkorvisserij gericht op tong steeds minder rendabel. Vele kotters zijn opgehouden omdat het economisch niet meer haalbaar is en er in de sector een algeheel gebrek aan toekomstperspectief heerst. Vanuit de sector is behoefte aan innovatieve tuigen met efficiënte wekmethodes om tong en andere vis, uit de bodem op te schrikken. Deze innovatieve wekmethodes moeten leiden tot een vermindering van het brandstofverbruik, met name door lichte tuigen die langzamer dan conventionele wekkertuigen voortgetrokken kunnen worden. In dit rapport worden de resultaten weergegeven van het onderzoek naar twee innovatieve tuigen: het waterspraytuig en het rubberstrengen-twistertuig. Beide tuigen worden beoordeeld op efficiëntie (visopbrengst (€) per liter brandstof). Er wordt ook aandacht besteed aan de ecologische aspecten van het tuig, zoals impact op de bodem en/of bijvangst.

Het waterspraytuig

Het waterspraytuig gebruikt waterstralen om tong en andere vis van de bodem op te schrikken en in het net te vangen. De eerste versie van het waterspraytuig (I) met een net met vierkante onderpees en waterspuitrekjes bleek in eerder onderzoek perspectief te bieden. In dit onderzoek werd het waterspraytuig (I) tuig vergeleken met een tweede versie van het waterspraytuig (II) met een U-vormige 'spuitpees'. Om beide tuigen verder te optimaliseren werd een waterspray SumWing met geïntegreerde waterpompen gebouwd. Door een breder vleugelontwerp dan de SumWing kan de waterspraywing net een lagere snelheid de waterspraytuigen voorttrekken wat moet leiden tot een lager in het brandstofverbruik.

Om de efficiëntie van waterspraytuigen I en II gecombineerd met een wing te onderzoeken en te verbeteren zijn zes weekreizen praktijkproeven uitgevoerd. De waterspraywings presteerden naar tevredenheid: Waterspraytuig II (met 8 kietelaars) ving in alle proeven meer tong en schol dan waterspraytuig I. Hoewel de gegevens suggereren dat de watersprays mogelijk niet veel invloed hebben op de vangst van tong en schol, was het lastig om het werkelijke effect van de watersprays te beoordelen omdat er geen vergelijking werd gedaan met een conventioneel wekkertuig.

Naast de praktijkproeven werd in een gecontroleerde omgeving de geluidproductie, afbuiging en penetratiediepte van de waterspraytuigen onderzocht. Hierin zijn de variabelen spuitmond diameter, waterdruk en sleepsnelheid meegenomen. Toenemende druk en een kleine spuitmond diameter hebben een toenemend effect op het geproduceerde geluid. Het geluidsniveau was vergelijkbaar bij spuitmond diameters tussen de 4 en 8 mm en bij druk van 3 tot 5 bar. Een tuig dat meer geluid produceert kan vis afschrikken, het effect van geluid op de respons van de doelsoorten is in dit project niet onderzocht. De afbuiging van een waterspraystraal onder snelheid is onderzocht door middel van onderwatervideo's in een proefopstelling. Uit deze proef bleek de initiële spuitrichting van 20 graden naar voren het meest efficiënt. Ook spuitdruk en sleepsnelheid hebben effect op de afbuiging van de straal. De diameter van de spuitmond heeft weinig tot geen effect. De Penetratiediepte van de waterspraystralen is in een sleeptank onderzocht met ingegraven elektroden die bodemverstoring meten. De hoek van de waterstraal, waterdruk en afstand tot de bodem hebben een effect op de penetratiediepte. Sleepsnelheid bleek een minimaal effect te hebben.

Het waterspraytuigtraject is na de praktijkproeven op een kotter stopgezet. Dit besluit is genomen op basis van beperkte vangsten, ontbreken van toegang waterspraytuigen tot Engelse wateren, extra werk aan boord voor het testen van innovatie vistuigen en de motivatie van de bemanning over het toekomstperspectief van het tuig.

Rubberstrengen-twistertuig

Het rubberstrengen-twistertuig bestaat uit twee delen: rubberstrengen en twisters. De rubberstrengen zijn langwerpige strengen die in de vaarrichting tussen de boom en onderpees gehangen zijn. Deze bestaan uit een opeenvolging van dikke en dunne rubberen schijven die zich langzaam in de grond ingraven. De twisters zijn halve metalen koepels die tussen het eind van de rubberstrengen en voor de onderpees zorgen voor een waterwerveling over de bodem. De combinatie van rubberstrengen en twisters lijken perspectief te bieden voor het opschrikken van platvis van de bodem.

Met testen in een sleeptank is de werking van de twisters onderzocht en geprobeerd de gecreëerde waterwerveling te optimaliseren. Uit de proeven bleek de twister met een hoek tussen de 30 en 50 graden op de vaarrichting de beste werveling te creëren. Het ophangstelsel van de twister en de rubberstrengen hebben een negatief effect op de werveling, de locatie en ophanging van de twisters is belangrijk voor een correcte werking.

Om de efficiëntie van het rubberstrengen-twistertuig te onderzoeken en te verbeteren zijn praktijkproeven uitgevoerd met twee kotters. In de eerste praktijkproeven werd met twee rubberstrengen-twistertuigen het effect van de afstanden tussen de twisters en onderpees onderzocht. Uit de eerste praktijkproeven bleek het gebruik van een tongflap significant positief effect te hebben op de vangsten tong en schol. De testen met verschillende afstanden twister-tongpees gaven geen eenduidige resultaten, aangezien de resultaten per bemonsteringsweek varieerden.

In de tweede serie praktijkproeven werd het rubberstrengen-twistertuig gecombineerd met een waterspraywing en werd een gedetailleerde vangstvergelijking gedaan om bijvangsten van rubberstrengen en wekkertuigen te vergelijken. In vergelijking met licht wekkertuig met net zonder tongflap ving het rubberstrengen twistertuig 98% van de schol en 89% tong. In vergelijking met een conventioneel wekkertuig met tongflap was de scholvangst gelijk maar de tongvangst was 58-60% in het rubberstrengen twistertuig. In de discardsamentelling waren op zwemkrabben na geen significante verschillen tussen beide tuigen. Met een vissnelheid van 5.8 knopen was er voor het rubberstrengen twistertuig een 0.8 ton lagere trekkracht nodig. Op basis hiervan is berekend dat het rubberstrengen-twistertuig gemiddeld 5.6% aan brandstof kan besparen. Met deze brandstofbesparing zou het rubberstrengen twister tuig 27% meer tong moeten vangen om net zo rendabel te worden als het vergelijkende wekkertuig.

Uit het onderzoek bleek het rubberstrengen-twistertuig in zijn huidige vorm geen rendabel alternatief te zijn voor de tongvisserij. Mogelijk biedt het tuig perspectief voor de scholvisserij, aangezien het tuig met een lagere trekkracht vergelijkbare scholvangsten heeft als een conventioneel wekkertuig.

De ontwikkelde alternatieven vangen tong, maar onvoldoende om een volwaardig rendabel alternatief te zijn voor de huidige boomkor met wekkerkettingen of de verboden puls techniek. De resultaten van dit project laten zien dat het ontwikkelen van een energie efficiënte alternatieve wekmethode voor de tong een uitdaging blijft.

1 Inleiding

De economische haalbaarheid van de Nederlandse kottervisserij die gericht op tong vis is door het verbod op de puls visserij en de huidige hoge brandstofprijzen in het geding. Door het Europese verbod op puls visserij zijn visserijbedrijven gedwongen om terug te stappen op de traditionele boomkor met wekkerkettingen of kettingmatten om de doelsoort tong (*Solea solea*) te vangen. Het gevolg is dat het brandstofgebruik voor het visserijbedrijf verdubbeld, in combinatie met hoge brandstofprijzen maakt dat sommige kotters na een visreis een negatief economisch resultaat hebben. Het is daarom gewenst om korte termijn een alternatieve efficiënte methode voor de tongvisserij te ontwikkelen die nu en in de toekomst bij hogere brandstofprijzen rendabel blijft. Binnen dit project is de energie-vangst efficiëntie onderzocht van twee innovatie tuigen voor de tongvisserij, het 'waterspraytuig' en het 'rubberstrengentwistertuig'. In beide casussen is energie-efficiëntie (opbrengst (€) per liter brandstof) een belangrijkste beoordelingscriterium. Dit draagt niet alleen bij aan de economische weerbaarheid van de visserijvloot, maar ook aan minder CO₂-uitstoot en een minder zwaar tuig op de zeebodem.

1.1 Waterspraytuig

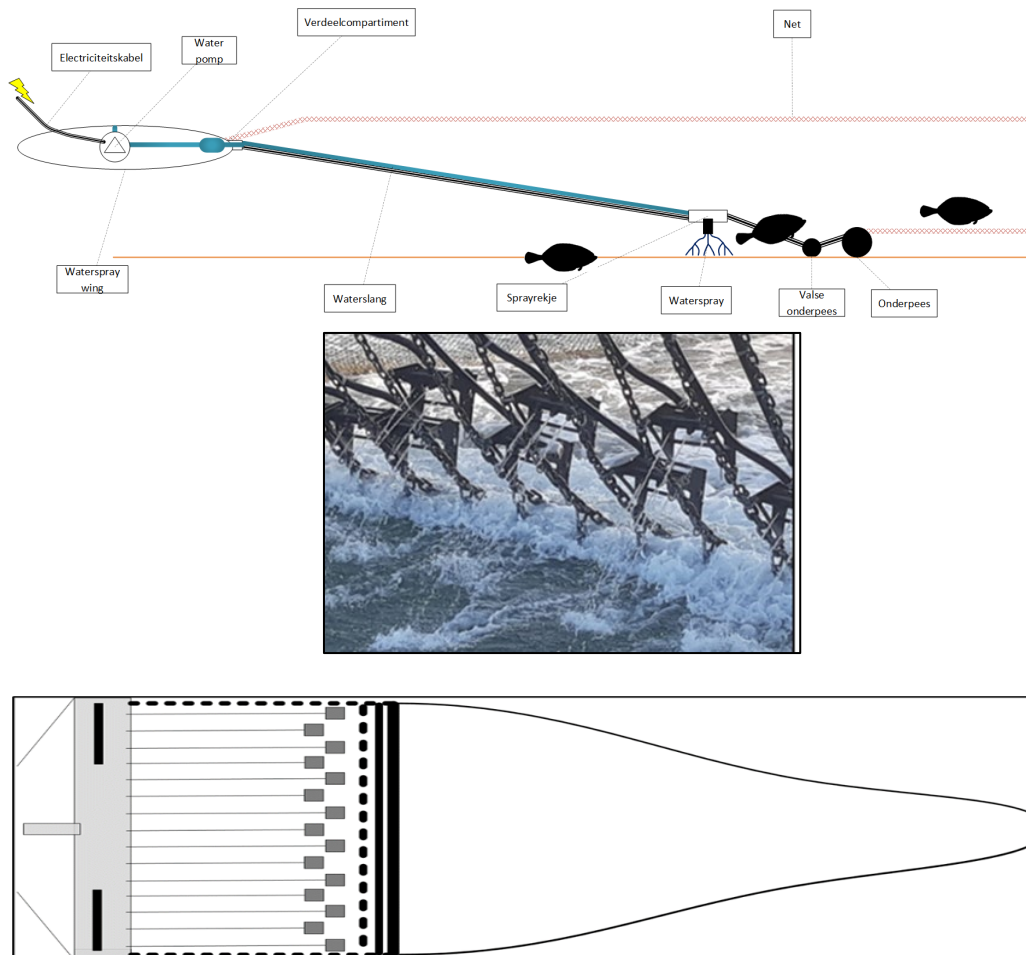
Vanuit de onderneming Jaczon is het initiatief genomen om een nieuwe alternatieve wekmethode te ontwikkelen waarmee tong gestimuleerd kan worden om de zeebodem te verlaten en het net in te zwemmen. Het gebruik van waterstralen bleek hiervoor een kansrijke methode; de waterspray voor tongvisserij. In een uitgebreid ontwikkelingstraject is een conceptvistuig ontwikkeld dat in eerste instantie is getest in de praktijk aan boord van twee eurokotters van Jaczon, de SCH45 en de ARM33. Na de initiële proeven met een eerste prototype van het waterspraytuig bleken er nog stappen te moeten worden gezet om de besomming (netto-opbrengst van een visreis) van de kotters tot een rendabel niveau te brengen. In een vervolgetraject heeft rederij Jaczon gewerkt aan reëel alternatief voor de tongvisserij met grote kotters (~42 meter lang, 12 meter brede tuigen). Gedurende 30 testreizen werd op de SCH63 'Quo Vadis' op de zuidelijke Noordzee (ICES 4c) verschillende waterspraytuig configuraties getest op specifieke tongbestekken (Molenaar P. et al.; in press). Op basis van de resultaten met het waterspraytuig op de SCH63 kan worden geconcludeerd dat het brandstofverbruik structureel verlaagd is t.o.v. het gebruik boomkor met wekkerkettingen. In november van 2020 is de vangst en gasolieverbruik van het waterspraytuig (SCH63) vergeleken met kotters met een traditioneel wekkertuig (OD1, UK95) en een kotter met een pulstuig (H-225). Hieruit bleek dat de waterspraytuigen vergeleken met puls visserij een lagere bruto-opbrengst realiseren per liter verbruikte gasolie. Daarentegen besomde het waterspraytuig vrijwel gelijk per liter verbruikte gasolie vergeleken met wekkertuigen (Molenaar P. et al.; in press). Hierbij moet opgemerkt worden dat door het lagere gasolieverbruik van het waterspraytuig de besomming ook lager was. Deze resultaten waren hoopgevend maar boden onvoldoende perspectief voor een toekomstbestendige tongvisserij. Verdere innovatie van het waterspraytuig met als doel het verlagen van het brandstofverbruik en het verbeteren van de visvangsten is essentieel voor de economische haalbaarheid van dit innovatieve vistuig. Indien beide gerealiseerd kunnen worden heeft het waterspraytuig toekomstperspectief als kosteneffectief alternatief vistuig voor de tongvisserij. Met dit doel is het onderliggende project opgezet waarbij door middel van een samenwerking tussen de Nederlandse Visserijbond, Jaczon en Wageningen Marine Research gewerkt werd aan het verder optimaliseren van het watersprayvistuig. go

In dit tweejarige onderzoek is onderzocht of het brandstofverbruik verder kon worden verminderd door de ontwikkeling van een innovatieve 'SumWing', waarin de technologie van waterspray is geïntegreerd: de waterspraywing. Bovendien werden kansen geïdentificeerd om de vangstresultaten van het waterspraytuig te verbeteren. Dit omvatte het experimenteel wijzigen van de opbouw van de waterspuitkoppen, het flexibeler maken van de rekjes met spuitkoppen, het onderzoeken van geluiden afkomstig van de waterpomp en het optimaliseren van de afstand tussen de spuitkoppen en de onderpees. Deze aanpassingen zouden de mogelijkheid kunnen bieden om de vangst van tong en schol op verschillende soorten visgronden te verbeteren.

Met de ontwikkeling van het waterspraytuig wil men de wekkerkettingen van een boomkor vervangen voor een alternatieve stimulatietechniek voor de vangst van platvis. Hiervoor moet de platvis die zich op en in de bodem bevindt met waterstralen (spray) gestimuleerd worden om de bodem te verlaten en over de onderpees het net in te zwemmen. In dit project zijn twee versies van een waterspraytuig getest en ontwikkeld: het waterspray I tuig met vierkante onderpees en het waterspray II tuig met een ronde spraypees gecombineerd met een V-net. Beide tuigen werden binnen dit project gecombineerd met een speciaal voor dit doel ontwikkelde waterspraywing.

1.1.1 Werking waterspraytuig I

In het waterspraytuig I (Figuur 1) worden waterstralen(-spray) uit een serie spuitrekjes over de breedte van het tuig op de zeebodem gespoten. Deze spuitrekjes hebben elk drie naast elkaar geïmponeerde spuitgaatjes, de hoek waarin de stralen richting de bodem spuiten is verstelbaar. De waterspray wordt gegenereerd door water onder druk door een spuitgat te spuiten, de waterdruk wordt opgebouwd door twee elektrische pompen die in de waterspraywing geïntegreerd zijn. De pompen worden door een elektrische kabel vanaf de kotter van stroom voorzien, en de waterdruk kan worden aangepast door middel van een frequentieregelaar. Om te compenseren voor de opwaartse druk van de waterspray en het stabiel te houden van de spuitmondjes is een verzaamd rekje rond de spuitmonden gemaakt. Deze rekjes zijn opgehangen aan horizontale kettingen en bevinden zich voor de onderpees van het net (Figuur 1). Aan de horizontale kettingen zit ook de waterslang bevestigd, door deze slang worden de spuitrekjes vanaf het water-verdeel compartiment in de waterspraywing (zie Bijlage 1 voor specificaties) voorzien van zeewater.



Figuur 1 Schematische weergave van het waterspray I vistuig zoals getest in dit project. Boven: het vistuig weergegeven gezien vanaf de zijkant, de waterspraywing zweeft ongeveer 40 cm boven de zeebodem. Midden: De spray rekjes zijn zigzag over de breedte van het tuig geïmponeerd, deze opstelling geeft meer flexibiliteit dan een opstelling waarbij alle rekjes naast elkaar zitten. Onder: een bovenaanzicht van het waterspray I vistuig.

1.1.2 Waterspraytuig II

Om de vangsten van het waterspraytuig te verbeteren is er een nieuwe versie van het waterspraytuigconcept ontworpen; het waterspraytuig II. In dit nieuwe ontwerp wordt de waterspray uit één V-vormige slag gesproten die beide uiteinden van de wing verbindt. Met dit nieuwe ontwerp zou het mogelijk zijn om de waterspray techniek toe te passen in een V-net met V-vormige onderpees. Dit type netten genereren volgens tongvissers over het algemeen beter vangsten, en mogelijk kunnen deze in combinatie met de waterspraytechniek betere vangsten genereren dan de netten met vierkante onderpees zoals toegepast in het waterspraytuig I.

1.2 Rubberstrengen-Twistertuig

Het rubberstrengen-twistertuig bestaat uit rubberstrengen en twisters die wekkerkettingen of puls moeten vervangen als methode om tong uit de bodem het net in te jagen. Beide onderdelen zijn door aparte ontwikkelingstrajecten tot stand gekomen en pas sinds mei 2021 gecombineerd in een tuig. Naast het waterspraytuig is ook van dit tuig onderzocht of het een efficiënt alternatief kan bieden voor conventionele wekkertuigen voor tongvisserij. In het eerdere onderzoek heeft de focus van het ontwikkelen van dit vistuig vooral gelegen op het verbeteren van de vangsten. Hierbij werden de vangsten van twee rubberstrengen-twistertuigen met elkaar vergeleken, en met aanpassingen aan een van beide tuigen werd op basis van de vangstresultaten het tuig verbeterd (Molenaar et al. 2023, *in press*). Een goede vergelijking waarbij in detail gekeken werd naar energie-efficiëntie (opbrengst (€) per liter brandstof) ten opzichte van een traditioneel wekkertuig ontbrak. Daarnaast was het in eerdere projecten niet gelukt om het rubberstrengen-twistertuig te combineren met een SumWing, mogelijk kon dit het brandstofgebruik van dit innovatieve tuig verder reduceren. Beide aspecten zijn uitgevoerd en onderzocht binnen dit project. Het werkmechanisme van het rubberstrengen-twistertuig bestaat uit twee onderdelen die hieronder beschreven zijn.

1.2.1 Rubberstrengen

De rubberstrengen zijn langwerpige strengen met rubberen schijven opgehangen in een net met vierkante onderpees (Figuur 2). De rubberen schijven worden over de zeebodem getrokken in de sleeprichting van het net. De grote schijven hebben een gecombineerde werking van bodem omwoelen en een waterwerveling achter de schijven waarmee de ingegraven platvis opgeschrikt wordt om daarna het net in te zwemmen. Dit tuig is bedacht door schipper Jan de Boer van de UK95 na het verbod op puls visserij, om niet meer terug te hoeven vallen op zwaardere wekkertuigen. Een waardevolle les uit de puls visserij was het gebruik van lichte tuigen, lagere vissnelheden met als gevolg een reductie van het brandstofgebruik, hetgeen tot een economisch voordeel leidde. De netten van het pulstuig werden door de UK95 omgebouwd tot de eerste versie van het rubberstrengentuig in 2019 onder een Innovatie-Prestatie-Contracten (IPC) regeling. Met deze subsidie werd een haalbaarheidsstudie gedaan, waaruit bleek dat het tuig potentie had. Na afloop van de eerste IPC-regeling in mei 2020, werd een tweede IPC-regeling verkregen en kon de UK95 samen met een consortium het tuig verder ontwikkelen tot juni 2021. Hierna werd een derde subsidie verleend, deze zorgde voor verdere innovatie en eindigde in mei 2022. Het tuig werd in mei 2021 gecombineerd met twisters na aanraden van Bertus Oost van rederij Quotter. Dit werd gedaan omdat de vangsten marktwaardige vis achterbleven en het tuig met enkel rubberstrengen economisch niet interessant was. Deze twisters bleken marktwaardige vangsten te verbeteren en bood perspectief voor het tuig.

1.2.2 Twistertuig

De tweede innovatie van het tuig bestaat uit 'twisters'. Dit zijn halve koepels gemaakt van metaal die voor de onderpees van het net opgehangen worden en door hun vorm achter de koepel een weerszijde wervelende waterstroom boven de bodem maken. Hierdoor worden de op en boven de bodem bevindende platvissen opgeschrikt of door de waterwerveling meegenomen om zo over de onderpees het net binnen te gaan. De innovatie komt oorspronkelijk uit de Canadese schelpvisserij waar schelpen vaak kapot gingen door het gebruik van kettingsmatten (Glass, Walsh and van Marlen, 2007; Shephard et al., 2009). Twistertuigen leken een goede oplossing om de schelpen van de zeebodem op te liften met

minder beschadigingen. Dit ging gepaard met een vermindering van het brandstofverbruik en beperkt vangstverlies. De winst in kwaliteit van de schelpen woog echter op tegen het vangstverlies en de innovatie werd overgenomen door de lokale vissers. Deze innovatie werd in de Nederlandse garnalen- en scholvisserij als een mogelijke verbetering op klassieke tuigen gezien. Vanuit de Visserij Coöperatie Urk (VCU (TCD) werd deze innovatie naar Nederland gehaald. Het eerste Nederlandse twistertuig werd door een garnalenkotter en een scholvisser (FD281, Zeevisserijbedrijf Geertruida BV) getest. Dit werd gedaan in samenwerking met Wageningen Marine Research (WMR, destijds IMARES) (Van Marlen et al., 2011). De eerste versie van het twistertuig (toen HydroRig genoemd) bleek geschikt voor de scholvisserij, maar minder voor de tongvisserij. Bijvangst van zowel benthos als vis bleken minder te zijn in vergelijking met een wekkertuig met gelijke maaswijdtes (uit een vergelijkbaar onderzoek in hetzelfde kwartaal in 2010). Het tuig leidde tot een brandstofvermindering van 21%, maar de besomming was daarbij ook 32% lager. Helaas kon destijds (2010) de innovatie niet rendabel gemaakt worden door de lage prijs van schol (<1.5 euro/kg). Twisters bleven tot 2018 op de plank tot ze door rederij Quotter weer gebruikt werden voor tuiginnovatie op de UK147. Deze innovatie leidde tot nieuwe technische inzichten. Helaas bleven de vangsten achter en waren visprijzen in die periode erg laag, waardoor de rederij het tuig weer aan de kant liet staan. De twisters werden toen vanuit rederij Quotter, die bij het derde IPC-project aangesloten waren, aan Jan de Boer (UK95) aangeboden om de vangsten van het rubberstrengentuig te verbeteren. Hieruit ontstond het 'Rubberstrengen-Twistertuig'.



Figuur 2 Rubberstrengen-twistertuig in een net met een tongflap zoals gebruikt door de UK95 in week 2 van 2022 tijdens het IPC-ontwikkelingstraject.

2 Kennisvraag

De kennisvragen in dit onderzoek zijn per tuigtype geformuleerd, waarbij voor elke configuratie van het vistuig gezocht is naar een optimale tongvangst in combinatie met minimaal brandstofgebruik. Met de praktijkproeven met de waterspraytuigen zijn de volgende kennisvragen beantwoord:

1. Wat is de vangst efficiëntie tong en schol van het Waterspray 2 tuig met een V-net ten opzichte van het Waterspray 1 tuig.
2. Kan het SumWing concept met geïntegreerde waterpomp effectief gecombineerd worden met een waterspraytuig.

Omdat er over de werking van het waterspraytuig een aantal essentiële fundamentele vragen onbeantwoord bleven in de praktijkproeven zijn de volgende kennisvragen onderzocht onder gecontroleerde omstandigheden:

1. Welk geluidsprofielen produceren de verschillende geteste spuitgaten van het waterspraytuig, en welke variaties van type en aantal spuitgaten zorgen voor een verandering van het geproduceerde geluid.
2. Hoe wordt de afbuiging van de waterspraystraal beïnvloed voor de variabelen snelheid, waterdruk, hoogte, spuitrichting en spuitgat diameter.
3. Wat is de penetratie diepte van een waterspraystraal bij de variabelen snelheid, waterdruk, hoogte, spuitrichting en spuitgat diameter.

Voor het rubberstrengen–twistertuig zijn de volgende kennisvragen onderzocht:

1. Wat is de optimale positionering van een twister boven de bodem om een twistereffect te bewerkstelligen waarmee platvis gevangen kan worden.
2. Is de vangst samenstelling en opbrengst van het rubberstrengen twistertuig gecombineerd met een waterspraywing significant anders dan de vangst samenstelling van een waterspraywing uitgerust met traditionele wekkerkettingen.
3. Is de energie-efficiëntie (brandstof-vangst efficiëntie) van het rubberstrengen-twistertuig significant beter dan een tuig uitgerust met traditionele wekkerkettingen.

Het onderzoek waarbij de energie efficiëntie van het waterspraytuig en het rubberstrengen twistertuig onderzocht wordt leidt tot de volgende producten:

1. Wetenschappelijk rapport met daarin de resultaten van de fundamentele en praktijkproeven van de ontwikkeling en evaluatie van het waterspraytuig en het rubberstrengen twistertuig.
2. Twee artikelen over de onderzoeksresultaten in het Visserijnieuws (zie Bijlage 6).
3. Informatieve uitleg video over ontwikkeling waterspraytuig.
4. Factsheet over het rubberstrengen-twistertuig (zie Bijlage 7).

3 Standard onderzoeksmethodes

3.1 Introductie

Binnen dit onderzoek zijn er verschillende onderzoeksmethoden en technieken gebruikt om de kennisvragen te beantwoorden. Fundamentele vragen zijn onderzocht in een gecontroleerde omgevingen in de sleeptank van het Visserij Innovatie Centrum zuidwest Nederland (VIC). De efficiëntie van innovatieve tuigen zijn in de tongvisserijpraktijk onderzocht door middel van basis dataverzameling door vissers (basisbemonstering) en gedetailleerde vangstsamenstelling vergelijkingen uitgevoerd door waarnemers van WMR. De verschillende methoden en werkwijzen zijn in dit hoofdstuk beschreven

3.2 Innovatie proces

Het onderzoek met de verschillende innovaties binnen het project tuiginnovatie tongvisserij werd uitgevoerd volgens een door WMR opgesteld model voor het ontwikkelen en testen van innovatieve vistuigen. Elk innovatietraject binnen het project bestaat uit fases: ontwikkelingsfase, testfase, onderzoeksfase. Als uit de ontwikkel- en testfase blijkt dat er voldoende perspectief is voor de geteste innovatie, dan wordt in de onderzoeksfase de werking van het tuig in detail onderzocht. Aan het einde van het project wordt geëvalueerd of de prototypes voorgesteld kunnen worden voor het grootschalig gebruik binnen de tongvisserij. De geteste innovaties worden in dit rapport per hoofdstuk uitvoerig beschreven.

Ontwikkelfase

Tijdens deze eerste fase (punt 1, 2 & 3 in Figuur 3) werden nieuwe of verbeterde wekmechanismen en netontwerpen aangedragen en besproken. Ideeën zijn uitgewerkt en worden eventueel getest in de sleeptank van het Visserij Innovatie Centrum zuidwest Nederland (VIC). De experimenten zijn gericht op het onderzoeken van de functionaliteit of impact van diverse vistuigen en netten onder water. De bevindingen die voortkomen uit het onderzoek bij het VIC hebben als doel om verdere optimalisaties en aanpassingen aan deze vistuigen en netten mogelijk te maken, deze worden gebruikt voor het maken van een net die geschikt is voor een eerste test op zee. Binnen dit project is het VIC ingezet om vragen te beantwoorden met betrekking tot de fysische eigenschappen van een tuig. Hierbij worden onder andere de volgende aspecten onderzocht: 1) de effecten van een voortbewegend wekmechanisme voor tong boven de bodem en 2) het effect van een tuig op een zandbodem.

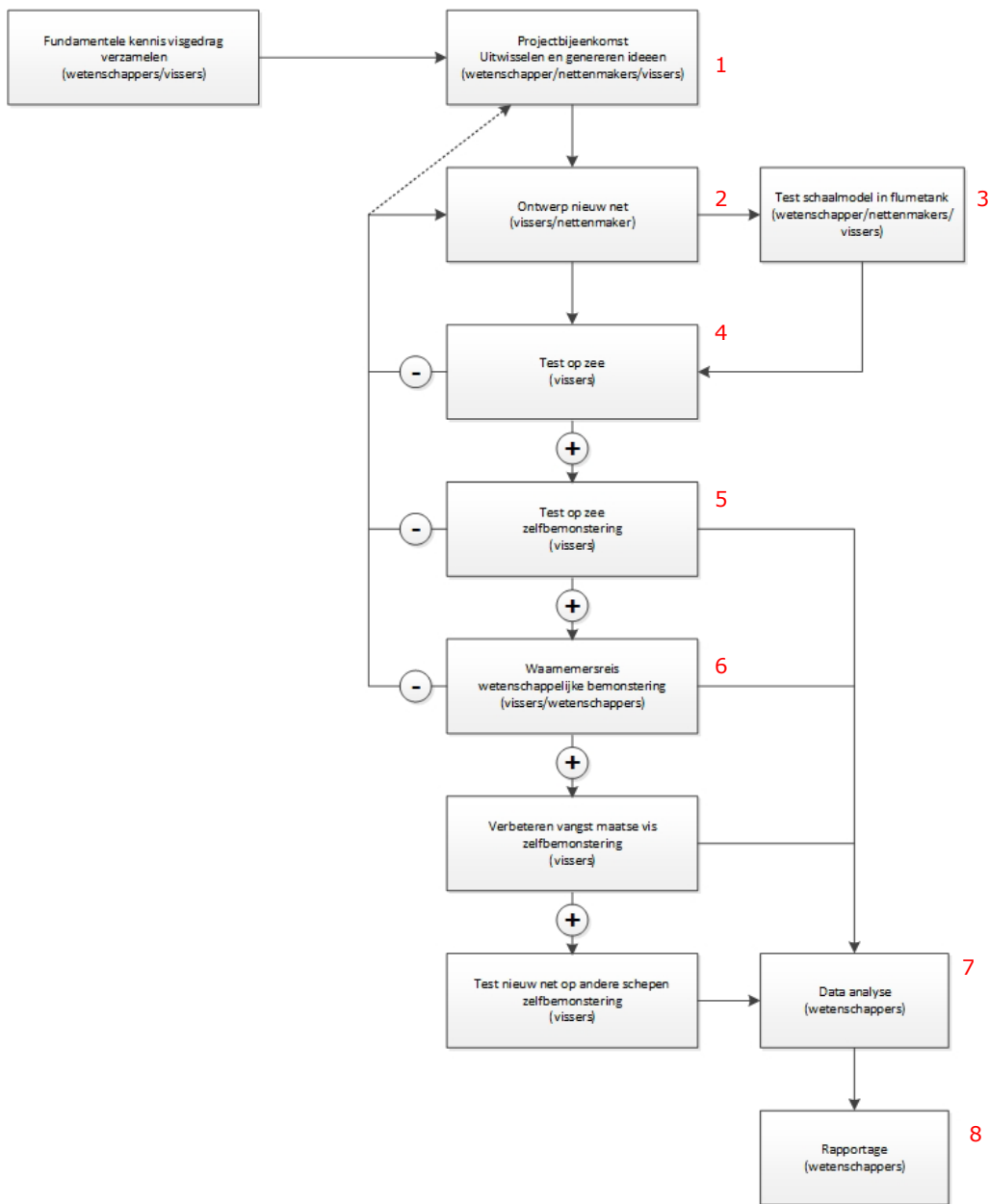
Testfase

In de testfase (punt 4 & 5 in Figuur 3) werden praktijktesten uitgevoerd met de prototypen van de netten/tuigen uit de ontwikkelfase. Hierbij werden de netten (aan boord) verbeterd tot een netconcept waarmee langere tijd gevist kon worden. De bemanning van het schip verzamelt basisgegevens van de vangst van het vistuig middels een protocol voor zelfbemonstering (paragraaf 3.3.1). Aangezien omstandigheden per schip konden verschillen werden de protocollen per schip op maat gemaakt en waar nodig aangepast. Het doel van de zelfbemonstering was om het effect van het aangepaste net te kunnen vaststellen middels stuurboord/bakboord (SB/BB) vergelijkingen waarbij het nieuwe net vergeleken wordt met een conventioneel net. De uitkomsten van deze zelfbemonstering waren dan ook bepalend voor de overgang naar de volgende fase. Op basis van de verzamelde gegevens werd bepaald of een (van de) netaanpassing(en) in de onderzoeksfase werd getest (plus teken, Figuur 3: de innovatie gaat door naar de volgende stap in het innovatiemodel).

Onderzoeksfase

Tijdens deze fase (punt 6 in Figuur 3) werd een wetenschappelijke vangstvergelijking van het meest kansrijke netontwerp uitgevoerd; stuurboord/bakboord vergelijking met een conventioneel net waarbij middels detailmetingen van de maatse vangst, de samenstelling en afmetingen ongewenste bijvangst en brandstofverbruik een gedetailleerd inzicht verkregen werd in de werkzaamheid van de innovatie.

Op basis van de geanalyseerde data werd een besluit genomen of het innovatieve tongtuig een energie efficiënt alternatief was voor de huidige boomkorvisserij met wekkerkettingen.



Figuur 3. WMR-innovatiemodel met daarin in rode cijfers de stappen die binnen het project Tuiginnovatie Tongvisserij genomen zijn. Een plus betekent dat de innovatie positief de stap heeft doorlopen en door gaat naar de volgende stap in het innovatiemodel. Een min betekent dat de resultaten niet voldeden aan de verwachtingen, het de innovatie een stap terug gaat in het model. Hierbij kan met een aanpassing opnieuw de ontwikkelstap doorlopen worden, in sommige gevallen gaat de innovatie terug naar de tekentafel op geheel opnieuw ontworpen te worden.

3.3 Testen Visserij Innovatie Centrum

Testen in het Visserij innovatie centrum horen bij stap 3 van het WMR innovatiemodel (zie Figuur 3)

3.3.1 Faciliteit

Het Visserij Innovatie Centrum (VIC) beschikt over een sleeptank met de volgende dimensies: 32,8 bij 3,2 bij 2 meter (LxBxH), gevuld met 175 kubieke meter zeewater. De bodem van het bassin is voorzien van een laag van 25 centimeter gekalibreerd filterzand, wat resulteert in een waterdiepte tot aan de zandlaag van 170 cm. Langs beide zijden van het bassin zijn rails geïnstalleerd, waarover een wagen zich kan voortbewegen met een maximale snelheid van 4,5 knopen (8,1 km/uur). Deze wagen biedt de mogelijkheid om (onderdelen van) vistuigen te bevestigen en deze door het bassin te slepen en te filmen.

Deze tank fungeert als een geavanceerde testomgeving voor het uitvoeren van experimenten met betrekking tot onderdelen van vistuigen of schaalmodellen van vistuigen, afhankelijk van de specifieke onderzoeksvraag. Deze experimenten kunnen worden uitgevoerd met of zonder de aanwezigheid van levende vissen.



Figuur 4. VIC bassin met zeewater en zandbodem met rails aan weerszijden waarover een wagen rijden en (schaal) model visnetten kan voorttrekken. In deze foto is ook de waterpomp te zien die gebruikt is om proeven met onderdelen van het waterspraytuig te testen.

3.3.2 Werkwijze

Binnen tuiginnovatie tongvisserij richtte de experimenten in het VIC zich op het onderzoek naar de fysische eigenschappen van onderdelen van het vistuig. De algemene procedure omvatte de volgende stappen:

- 1- Het schaalmodel of onderdeel van het tuig werd aan de wagen bevestigd.
- 2- De camera's werden op diverse posities bevestigd om specifieke aspecten en delen van het tuig vast te leggen.
- 3- De trek werd uitgevoerd, wat inhield dat de camera's werden aangezet en de wagen zich in de sleeptank verplaatste met een vooraf ingestelde snelheid. Deze snelheid werd meestal behaald in het midden van de tank/trek.
- 4- Aan het einde van elke trek werden trekgegevens zoals snelheid, tijd, waterdruk (bij tests met het waterspraytuig) en de opgenomen beelden geanalyseerd en opgeslagen (kwalitatieve analyse). Indien andere apparatuur aanwezig was (hydrofoon, elektrodes, ...) werd de data hiervan per trek opgeslagen. Waarna de wagen teruggetrokken werd naar het begin van het bassin voor een nieuwe trek.

Bij elke trek konden parameters zoals camerapositie, tuigvariant, treksnelheid, enzovoort, worden aangepast.

Proeven met waterspraytuig

In het geval van een proef waarbij een onderdeel van het waterspraytuig werd getest was een waterpomp nodig (zie Figuur 4). Deze werd standaard aan het einde van de bak in het water gehangen. Vervolgens werd de pomp aan de relevante watersprayspuitopstelling aan de wagen verbonden middels een waterslang met genoeg speling zodat deze de wagen niet in de weg zat. De waterslang liep buiten de bak om. De waterpomp werd bediend door een meetkast met frequentieregelaar om verschillende waterdrukkniveaus te genereren. Op de waterslang werd een drukmeter(bar) bevestigd om de voorgenomen waterdruk te controleren.

3.3.3 Dataverzameling

De verzamelde data bestonden uit trekgegevens zoals snelheid, tijd, waterdruk (bij testen met het waterspraytuig) en directe observaties, videobeelden van verschillende hoeken van het tuig en/of gemeten gegevens van apparatuur in de bak (zoals hydrofoon en elektrodes).

3.3.4 Data-analyse

De video's werden bekeken en een beschrijvende analyse werd gemaakt voor het begrijpen van het functioneren van een specifiek tuig onderdeel. De verzamelde data zijn afhankelijk van het geteste tuig, en in de relevante hoofdstukken wordt verder ingegaan op de analyse hiervan.

3.4 Vangstvergelijking innovatieve vistuigen

Het bemonsteren van de vangstsamenstelling van de bijvangsten is zeer arbeidsintensief en kan niet elke trek uitgevoerd worden. Om zo veel mogelijk data te verzamelen zijn er verschillende soorten bemonsteringen uitgevoerd die een opbouwende schaal hebben van detailmetingen; de basisbemonstering kijkt enkel naar de gewichten van totale en marktwaardige vangst, waar de gedetailleerde vangstbemonstering ook gegevens verzameld over de samenstelling, lengte en aantallen van de gevangen soorten in elk vistuig. Het uitgangspunt van elke vangstvergelijking is dat aan een zijde van het schip met een conventioneel tuig gevist wordt, en aan de andere zijde van het schip met een innovatief tuig. Herhalende vangstverschillen tussen beide tuigen uit repeterende trekken zijn

indicatief voor de werking van het innovatieve tuig. De verschillende bemonsteringen zijn hieronder uitgewerkt.

3.4.1 Basisvergelijking (zelfbemonstering)

De basisbemonstering hoort bij stap 5 van het WMR-innovatiemodel (zie Figuur 3). Als eerste stap bij meten van vangstverschillen tijdens praktijkproeven met een innovatief vistuig op een kotter werden er basisbemonsteringsreizen (zelfbemonsteringreizen) uitgevoerd. Tijdens deze reizen werden er (kleine) aanpassingen aan het innovatieve vistuig gedaan met als doel het verbeteren van de werking. Gedurende deze reizen heeft de bemanning aan boord van de kotters een basisvergelijking uitgevoerd door middel van een door WMR opgesteld basisbemonsteringsprotocol. In deze bemonstering werd per trek de marktwaardige vangst tong (doelsoort) en schol (veel voorkomende soort) van zowel het innovatieve tuig als het conventionele tuig bepaald middels stuurboord/bakboord (SB/BB) vergelijkingen. Voor de bepaling van de totale vangst werd een visuele inschatting gedaan door de bemanning van de kotter. De vangst van het conventionele vistuig en het innovatieve tuig werden na elkaar verwerkt. Door deze geschieden verwerking kon de marktwaardige vis per soort en per tuig opgevangen en gewogen worden. Het gewicht van de marktwaardige vis werd per tuig in het visruim op een zeegang gecompenseerde weegschaal gewogen en vastgelegd. De bovenstaande gegevens en de algemene trekgegevens zoals datum, uitzettijd/haaltijd, uitzet en haalpositie, vaarsnelheid, windsnelheid, netaanpassingen, weersomstandigheden en diepte werden van alle trekken geregistreerd en door de schipper bijgehouden op een treklijst. Aan het einde van de visweek werden deze gegevens naar WMR gestuurd voor analyse. Door het gewicht van de marktwaardige vis van het gewicht van de totale vangst af te trekken, kon het gewicht van de discards berekend worden. Door de arbeidsintensiteit was het opvangen en sorteren van de discards tot soortniveau niet mogelijk. Dit protocol werd voor elke innovatie in ontwikkelingsfase gebruikt. Mocht het protocol hebben afgeweken door bijvoorbeeld omstandigheden op het schip of het tuigtype, wordt dit gemeld in het desbetreffende hoofdstuk.

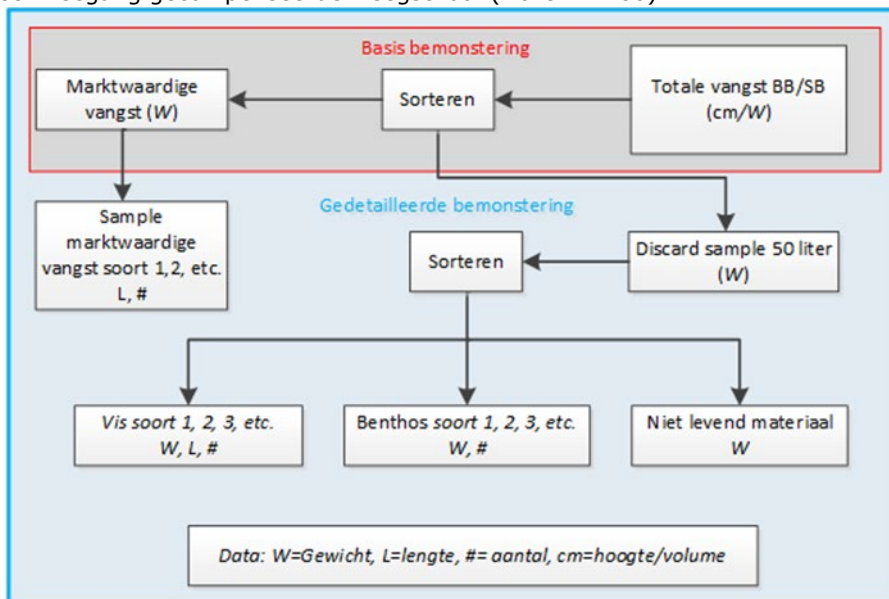
3.4.2 Gedetailleerde vangstvergelijking (waarnemersreizen)

De basisbemonstering hoort bij stap 6 van het WMR innovatiemodel (zie Figuur 3). Van de innovaties die op basis van zelfbemonsteringsdata succesvol bleken op vangst efficiëntie, is daarna ook de vangstsamenstelling en discard aantallen in detail onderzocht binnen de onderzoeksfase. Hiervoor zijn waarnemersreizen uitgevoerd door WMR of externe waarnemers waarbij discards opgevangen werden. Dit werd gedaan door het toepassen van een glijgoot (Figuur 5) aan het einde van de sorteerband waardoor alle discards die normaal over boord vallen opgevangen konden worden in viskisten. Het aantal opgevangen kisten werd vermenigvuldigd met het gemiddeld gewicht van 3 gevulde kisten om tot de totale hoeveelheid discards te komen. Samen met de in het vistuig gewogen marktwaardige vis kan het totale vangstgewicht vastgesteld worden. Monsters van de discards zijn uitgezocht, gewogen, geteld en van de soorten de lengte is gemeten. Het doel van deze reizen was het onderzoeken van de vangsthoeveelheden en -samenstelling (marktwaardige vangsten en bijvangst) van het conventionele en innovatieve vistuig. Deze gegevens bieden inzicht in de werking van het innovatieve tuig op soortniveau en de mogelijke effectiviteit op verschillende lengteklassen (selectiviteit).



Figuur 5. Glijgoot voor het opvangen van discards in viskisten aan het einde van de sorteerband.

Tijdens een waarnemersreis waar een gedetailleerde vangstbemonstering werd uitgevoerd, is naast de basisbemonstering (paragraaf 3.4.1) die elke trek gedaan werd, voor een beperkt aantal trekken ook de discardsamenstelling bepaald. Deze bemonstering is schematisch weergegeven in Figuur 6. Voor deze bemonstering werd uit de discards van elk vistuig een monster van 35 tot 40 kg genomen om de discardsamenstelling te bepalen. Van elk discard monster werd het totale gewicht bepaald, waarna het monster volledig uitgezocht werd op soortniveau. Alle in het monster aanwezige vissen zijn gemeten (tot de centimeter nauwkeurig, naar beneden afgerond, indien beschikbaar minimaal 50 individuen per soort) en gewogen. De benthische organismen zijn op soortniveau geteld en gewogen. Van niet levend materiaal (debris) is het gewicht bepaald. Afhankelijk van de doelstelling van de innovatie is ook voor marktwaardige vis een submonster genomen voor lengtebepalingen. Alle gewichten zijn bepaald met een zeegang gecompenseerde weegschaal (Marel M1100).



Figuur 6 Schematische weergave van een gedetailleerde vangstvergelijking. Een basis bemonstering betreft enkel de stappen die in dit figuur rood omkaderd zijn. Per stap of categorie is in het figuur aangegeven wat voor data er verzameld wordt.

Tijdens elke waarnemersreis is de maaswijdte van de kuil(en) van het innovatieve tuig en het conventionele tuig gemeten met een OMEGA-maaswijdtemeter. Van elke kuil zijn aan de bovenzijde 20 opeenvolgende mazen gemeten met een trekkracht van 125 newton indien het 80mm mazen betrof.

4 Waterspraytuig II

In de ontwikkeling van het Waterspraytuig II zijn verschillende activiteiten ondernomen. Allereerst zijn zelfsamlingsreizen uitgevoerd met als doel het tuig werkend te krijgen. Vervolgens zijn er verschillende testen in het Visserij Innovatie Centrum (VIC) uitgevoerd om fundamentele vragen rond onderdelen van het tuig te beantwoorden. Zo zijn er geluidsproeven gedaan om het effect van geluid van het tuig onder gecontroleerde condities te bepalen, proeven uitgevoerd om de afbuiging van waterstralen te bepalen en proeven gedaan om de penetratiediepte van waterspraystralen in de bodem te bepalen. Hiervan worden in de volgende hoofdstukken de tuigen, methodes, resultaten, discussies en conclusies van de bovengenoemde activiteiten beschreven.

4.1 Vergelijking effectiviteit Waterspray I en Waterspray II

4.1.1 Waterspraywing

De SumWing is in 2006 is door HFK-engineering en de TX36 ontwikkeld als alternatief op de boomkor met sloffen. Het doel van de ontwikkeling was brandstof te besparen in de tongvisserij door een hydrodynamische structuur met weinig bodemcontact, het net open te laten houden en als bevestigingspunt voor wekkers te gebruiken. Dit resulteerde in de SumWing, deze heeft een vleugelprofiel dat door het water zweeft. De SumWing`neus` in het midden van de vleugel is het enige onderdeel dat de grond raakt en leidt de SumWing over de zeebodem. Uit eerder onderzoek bleek het tuig een brandstofbesparing van 11% te behalen vergeleken met een traditionele boomkor met sloffen (van Marlen et al., 2009).

Voor de ontwikkeling van het waterspraytuig zijn in opdracht van Jaczon door HFK-engineering speciale `waterspraywings` ontwikkeld. Deze waterspraywings zijn 12 meter breed en hebben geïntegreerde waterpompen (Figuur 7). De waterspraywings zijn ook breder waardoor deze een groter dragend vermogen hebben en met een lagere snelheid voortgetrokken kunnen worden. In theorie kan zo brandstof bespaard worden. Afmetingen van de waterspraywings kunnen in Bijlage 1 gevonden worden.



Figuur 7. Waterspraywing met geïntegreerde waterpomp. De waterspraywing heeft een breder wingvlak waardoor het in staat is met een lagere snelheid een aanzienlijk gewicht (waterspraynet) op een juiste afstand van de bodem te presenteren.

4.1.2 Waterspraytuig I

Het stuurboordtuig werd uitgerust met het best werkende tuig uit het eerste watersprayproject (gebaseerd op vangst efficiëntie, Molenaar P. et al.; *in press*). Dit tuig is voorzien van een vierkante onderpees, met daarvoor een 'valse tongpees' met rubberschijven en een horizontale kietelaar (ketting). Aan de wing zijn verticale trek ontlastende kettingen bevestigd waardoor de onderpees in model wordt gehouden en waartussen de 24 spuitrekjes in een zigzag formatie bevestigd zijn. De spuitrekjes zijn voorzien van 3 horizontale spuitmondjes die elk dezelfde richting op spuiten. De spuitrichting kan aangepast worden van 'tegen de trekrichting' tot 'met de trekrichting mee' (Figuur 8).



Figuur 8: Stuurboord waterspray I tuig gebruikt tijdens de proeven in 2021 aan boord de SCH63. Het tuig bestaat uit een wing met geïntegreerde waterpomp en spuit rekjes met verstelbare sproeikoppen. Deze uitvoering is tijdens het eerste waterspray project in 2019-2020 ontwikkeld.

4.1.3 Waterspraytuig II

Het bakboordtuig was een innovatief en complete nieuwe uitvoering van het waterspraytuig. In dit waterspray II tuig is de waterspraywing uitgerust met een V-vormige onderpees met daarin een tongflap bevestigd aan een ketting. De onderpees is voorzien van tien kietelaars (kettingen). Voor het toepassen van de waterspray is het tuig voorzien van een ronde slang die op 24 plekken is voorzien van metalen secties waarin twee spuitmondjes in zijn aangebracht. In zes middelste secties is ook in het midden van de slangen tussen de metalen secties een spuitmond aangebracht (Figuur 9). De spuitslang wordt onder en boven ondersteund door twee staalkabels met daaromheen rubberschijven (Figuur 9).



→ Ondersteunende kabel

→ Watersprayslang

→ Kietelaar

→ Tongpees

→ Tongflap

→ Onderpees



Figuur 9: Boven: Bouw van het bakboord waterspraytuig II gebruikt tijdens de proeven in 2021 aan boord de SCH63. Onder: Smitmondjes in slang van het Waterspray II vistuig, twee spuitmondjes zijn aangebracht in de metalen secties en één in de rubberen slang tussen de metalen pijpjes.

4.1.4 Methodes

Om het Waterspraytuig II op zee visserij te krijgen, te verbeteren en efficiënter te maken, zijn er praktijkproeven uitgevoerd waarbij de vangstresultaten per tuig en trek zijn geregistreerd. Tijdens deze reizen heeft de bemanning aan boord van de SCH63 (zie details koter in Tabel 1) vangsten bemonsterd middels het basisbemonsteringsprotocol (3.4.1). Tijdens deze reizen is onder andere geëxperimenteerd met waterdruk, ophangstelsel, snelheid en spuitgatgrootte. De bovengenoemde experimenten werden of aan het stuurboordtuig (SB) of bakboordtuig (BB) van het schip gedaan. Ter vergelijking werd het

effect van de aanpassing bepaald op basis van de vangst in het andere, ongewijzigde tuig. Het waterspray II tuig was aan de BB-zijde van de kotter bevestigd. Aan de SB-zijde was het waterspray I tuig bevestigd. Elke week werd een verslag gemaakt van bevindingen, (marktwaarige-) vangsten, en aanpassingen. Deze verslagen werden gebruikt om veranderingen aan het tuig te volgen en mogelijke positieve veranderingen in kaart te brengen. Ook werd voor elke week voor de marktwaarige vangsten van elk tuig een Wilcoxon rangtekentoeft (in geval van niet normaal verdeelde data) of gepaarde t-test (in geval van normaal verdeelde data) uitgevoerd om significante verschillen tussen het waterspraytuig I en II te bepalen.

Tabel 1 Details kotter SCH63

SCH63	Eenheid	
Naam	QUO VADIS	
Tuig	Waterspray I en II	
Lengte	m	48.0
Breedte	m	9.0
Motorvermogen	Hp	1999
Minimale maaswijdte	mm	80

4.1.5 Resultaten

Tussen week 39 van 2021 en week 44 van 2021 zijn er door de SCH63 gedurende 6 weken zelfsamplingsreizen uitgevoerd. Tijdens die weken zijn onder andere veranderingen aan het tuig en marktwaardige vangsten bijgehouden middels wekrapporten. Hiervan is in Tabel 2 een wekelijks overzicht van de onderzoeksperiode te zien, samen met de gemiddelde marktwaardige waterspraytuig I en II vangsten van tong (doelsoort) en schol, omdat deze veel gevangen worden. De gedetailleerde wekrapporten zijn terug te vinden in Bijlage 2. Een overzicht van de wekelijkse veranderingen en vangsten tong en schol is terug te vinden in Tabel 2.

De eerste testweek (week 39) had als doel het tuig vissend te krijgen. Tijdens de proeven kreeg de pomp op het BB-tuig (Waterspray II) kortsluiting. Hierdoor zijn de eerste trekken niet goed gegaan. De SCH63 moest de haven in om een nieuwe pomp te monteren. De rest van de week werd gekenmerkt door het vaak loskomen van de waterslangen en metalen tussenstukken van het waterspray II tuig. Er zijn die week geen vangstgegevens verzameld.

In de tweede zelfsamplingsweek (week 40) is een vergelijking gedaan tussen het waterspraytuig I en II (zoals beschreven in 4.1.3 en 4.1.2). In de eerste 9 trekken kwam de waterslang van het waterspraytuig II los. Om dit te verhelpen is deze aangepast en in het puntje van de V-pees losgemaakt (Bijlage 2). Deze week zijn de pompen van beide tuigen ook om en om beide uitgezet om het effect van waterstralen op de vangsten te onderzoeken. Er zijn in die week 28 trekken bemonsterd, hiervan zijn 16 trekken valide voor vergelijking. Het waterspraytuig II ving gemiddeld 13kg tong per trek en het waterspraytuig I 11kg tong per trek. Het waterspraytuig I ving 91% van de tongvangsten van het waterspraytuig II (100%). Het waterspraytuig II ving gemiddeld 6,4kg schol per trek en het waterspraytuig I 5.8kg schol per trek. Het waterspraytuig I ving 90% van de schol van het waterspraytuig II. Het waterspraytuig II lijkt dus beter tong en schol te vangen dan het waterspraytuig I. Tussen trek 19 en 22 is het waterspraytuig II uitgezet. Tussen trek 23 en 26 is het waterspraytuig I uitgezet. Ondanks dat de vergelijking niet direct gemaakt kan worden, omdat de tuigen niet gelijk zijn, lijkt het aan of uit zetten van de pomp een minimaal effect te hebben op de vangsten (Bijlage 2).

In de derde zelfsamplingsweek (week 41) is met dezelfde tuiguitvoeringen als de week ervoor gevist. Er zijn in die week 27 trekken bemonsterd, hiervan zijn 25 trekken valide voor vergelijking. Het waterspraytuig II ving gemiddeld 11kg tong per trek, en het waterspraytuig I 10kg tong per trek. Het waterspraytuig I ving 95% van de tongvangsten van het waterspraytuig II, dit verschil was significant.

Het waterspraytuig II ving gemiddeld 10kg schol per trek, en het waterspraytuig I 7kg schol per trek. Het waterspraytuig I ving 78% van de schol van het waterspraytuig II. Het waterspraytuig II lijkt beter vis te vangen dan het waterspraytuig I.

In de vierde zelfsamplingsweek (week 42) is op visgronden met een zachtere bodem gevist en zijn verschillende vaarsnelheden geprobeerd om zo de beste vaarsnelheid te vinden voor het Waterspraytuig I en II. De spuitgraten van het waterspraytuig II zijn ook opgeboord van 5 naar 6 mm. Er zijn in die week 27 trekken bemonsterd, hiervan zijn 26 trekken valide voor vergelijking. Het waterspraytuig II ving gemiddeld 12kg tong per trek en het waterspraytuig I 9kg tong per trek. Het waterspraytuig I ving 75% van de tongvangsten van het waterspraytuig II, dit verschil was significant. Het waterspraytuig II ving gemiddeld 9kg schol per trek en het waterspraytuig I 8kg schol per trek. Het waterspraytuig I ving 91% van de schol van het waterspraytuig II. Het waterspraytuig II lijkt beter vis te vangen dan het waterspraytuig I.

In de vijfde zelfsamplingsweek (week 43) zijn de effecten van de pompen aan of uit verder onderzocht. Dit werd gedaan door om en om de pompen van het waterspray I en II tuig om de trek beide aan of uit te zetten. Er zijn in die week 26 trekken bemonsterd, hiervan zijn 26 trekken valide voor vergelijking. Het waterspraytuig II ving gemiddeld 13kg tong per trek, en het waterspraytuig I 11kg tong per trek. Het waterspraytuig I ving 81% van de tongvangsten van het waterspraytuig II, dit verschil was significant. Het waterspraytuig II ving gemiddeld 19kg schol per trek, en het waterspraytuig I 15kg schol per trek. Het waterspraytuig I ving 76% van de schol van het waterspraytuig II, dit verschil was significant. Met de waterpomp uit leek het waterspraytuig II 2.2kg per trek meer tong en 1.3kg meer schol te vangen. Met de waterpomp uit leek het waterspraytuig I 1.1kg per meer tong en 1.5kg minder schol per trek te vangen. Deze vergelijking is een indicatie, hier kunnen geen conclusies aan verbonden worden. Over alle trekken leek het waterspraytuig II beter tong en schol te vangen dan het waterspray I tuig.

In de zesde zelfsamplingsweek (week 44) is het waterspray II tuig aangepast. De kietelaars zijn verwijderd en er is een grote tongflap ingestoken, ook is een wekker en een kittelaar voor de tongflap geïnstalleerd. De ketting van de onderpees van het waterspraytuig I is vervangen door een staalkabel om op zachtere gronden te kunnen vissen. Er zijn in die week 25 trekken bemonsterd, hiervan zijn 22 trekken valide voor vergelijking. Het waterspraytuig II ving gemiddeld 12kg tong per trek en het waterspraytuig I 9kg tong per trek. Het waterspraytuig I ving 74% van de tongvangsten van het waterspraytuig II, dit verschil was significant. Het waterspraytuig II ving gemiddeld 9kg schol per trek, en het waterspraytuig I 8kg schol per trek. Het waterspraytuig I ving 90% van de schol van het waterspraytuig II.

Aan het eind van de zes zelfsamplingsweken is het innovatie traject stopgezet. Dit kwam door een combinatie van slechte vangsten, ongemotiveerde bemanning, veel technische problemen tijdens het vissen en het geen toegang krijgen tot Britse wateren met een waterspraytuig.

4.1.6 Conclusies

De waterspraywings werkte na de tweede basisbemonsteringsweek naar behoren en konden het waterspraytuig I en II tuig op de juiste wijze boven de bodem houden. Het waterspraytuig II bleek over de zes zelfsamplingsweken beter te presteren in vangsten van tong en schol dan het waterspraytuig I, dit is zeer waarschijnlijk veroorzaakt door aanwezigheid van 8 kietelaars in het waterspraytuig II, deze staan er om bekend goed tong te vangen. Ondanks dat de gegevens lijken te suggereren dat de watersprays niet veel effect hebben op de vangsten tong en schol is het daadwerkelijke effect van de waterspray moeilijk te onderzoeken aangezien er geen vergelijking gedaan werd met een conventioneel wekkertuig. Desalniettemin zijn de vangsten tong van gemiddeld 10 kg per tuig per trek tijdens de basisbemonsteringsweken veel te laag voor een grote kotter om rendabel te opereren en bieden geen perspectief.

Tabel 2: Overzicht van tuigveranderingen en de vangsten tong en schol van de zelfbemonsteringsreizen met het waterspraytuig I en II aan boord de SCH63 van week 39 tot 44 van 2021

Kenmerkende veranderingen aan het tuig		Week	Schol		Tong		Opmerkingen
Waterspray II (Bakboord)	Waterspray I (Stuurboord)		SB t.o.v. BB (%)	significantie	SB t.o.v. BB (%)	significantie	
Waterspray II tuig met : V vormige waterspray'pees' met 54 interne spuitgraten, 10 kietelaar.	Waterspray I tuig met : 24 spuitrekjes in zigzag formatie gemonteerd. Elk spuitrekje heeft 3 spuitgraten.	39	NA	NA	NA	NA	Tuig technisch werkend krijgen, kortsluiting pomp, geen vangst gegevens verzameld.
		40	90	0,522 (wilcox)	91	0,355 (wilcox)	Aan BB is de waterslang 8 trekken lang los gekomen.
41		78	0,326 (t-test)	95	0,019 (t-test)	SB tuig liep veel in de grond, 3 trekken waren SB vangsten dus erg slecht. BB zak kapot door pieken tuig. Eerder terug de haven in.	
Twee extra 10 mm spuitgraten toegevoegd. Alle overige spuitgaten naar 6 mm opgeboord.		42	91	0,441 (t-test)	75	0,001 (t-test)	SB verzand af en toe.
		43	76	0,001 (t-test)	81	0,001 (t-test)	Liep technisch goed. Tuigen aan en uitgezet voor testen effect waterspray.
Kietelaars vervangen door tongflap met kale kettingpees. Tussen pees en watersprays 1 wekker en 1 kietelaar gemonteerd,	Onderpees vervangen door staalkabel voor vissen op zachte gronden.	44	90	0,0331 (t-test)	74	0,001 (t-test)	Laatste visweek.

4.1.7 Discussie

Een van de belangrijkste zorgen die naar voren kwam bij het gebruik van het waterspraytuig was de complexiteit van het systeem en de daarmee gepaard gaande onderhouds- en reparatiewerkzaamheden. Het tuig vereiste aanzienlijke inspanningen en tijd om in operationele staat te worden gehouden. Bovendien bleek het waterspraytuig gevoelig voor schade, wat leidde tot frequent onderhoud en reparaties. Dit had niet alleen financiële implicaties maar veroorzaakte verloren vistijd voor de kotter.

Een andere zorg betrof de visvangsten. De bemanning rapporteerde zeer teleurstellende vangsten tijdens het gebruik van het waterspraytuig. Dit kan een gevolg zijn van verschillende factoren, waaronder bijvoorbeeld de invloed van het tuig op het gedrag van vis (geluid, vibraties, ...). Het is belangrijk op te merken dat andere variabelen, zoals seizoensgebonden schommelingen en milieufactoren, ook de vangsten kunnen beïnvloeden. Het is dus moeilijk om de slechte vangsten uitsluitend toe te schrijven aan het waterspraytuig.

Een significante beperking van het waterspraytuig was het gebruik van elektrische pompen in het tuig, wat leidde tot juridische hindernissen. In Britse wateren werd het tuig niet toegestaan vanwege het hebben van een stroomkabel tussen het schip en tuig. Ondanks pogingen om ontheffingen te verkrijgen, werd de toegang tot belangrijke Engelse tong visgronden ontzegd. Dit benadrukt het belang van het overwegen van regelgeving en de noodzaak van een bredere acceptatie en goedkeuring van nieuwe vismethoden in internationale wateren.

Het gebrek aan positieve resultaten met betrekking tot zowel de vangsten als de operationele complexiteit had een negatieve invloed op de motivatie van de bemanning. Het was moeilijk om de bemanning te blijven motiveren om met het Waterspraytuig door te gaan, gezien de inspanningen en de teleurstellende opbrengsten. Mede hierdoor is de ontwikkeling stopgezet.

Al met al bracht het waterspraytuig aanzienlijke uitdagingen en beperkingen met zich mee voor de bemanningen die er mee heeft gewerkt. De complexiteit van het tuig samen met de teleurstellende vangsten, leidden tot twijfels over de haalbaarheid en de kosteneffectiviteit van deze vismethode. Bovendien benadrukken de juridische beperkingen in Britse wateren het belang van het voldoen aan regelgeving en het verkrijgen van de nodige vergunningen bij de ontwikkeling en implementatie van nieuwe vismethoden zoals die van het waterspraytuig. Hoewel het waterspraytuig potentieel heeft, zijn verdere aanpassingen en verbeteringen (zoals het reduceren van het tuig gewicht) nodig om de obstakels te overwinnen en de acceptatie ervan in de visserijsector te vergroten.

Het onderzoek naar de vangst efficiëntie van het waterspraytuig I en II paste in stap 5 van het WMR innovatie model. Helaas is door de bovengenoemde bevindingen besloten om terug te gaan naar stap 3 van het innovatiemodel om de verschillende componenten van het tuig beter te begrijpen en zo met het tuig efficiënter tong en schol te vangen. Fundamenteel onderzoek naar deze componenten wordt in het volgende hoofdstuk behandeld.

4.2 Geluidproeven

4.2.1 Inleiding

Het waterspraytuig I en II maakt gebruik van een waterpomp dat via een spuitrekje, plaat of simpel spuitmondje water richting de bodem sprayt. Dit proces produceert geluid dat potentieel vissen al voor het tuig kan opschrikken waarmee de vis het tuig mogelijk actief kan vermijden, waardoor de vangst efficiëntie van het tuig verlaagd. Er zijn veel variaties van het waterspraytuig mogelijk, waarbij gevarieerd kan worden in o.a. de druk van de spray, de hoek van de straal, de diameter van de spuitmondopening en het type en aantal spray installaties. Dit onderdeel van het onderzoek had als doel om te onderzoeken hoeveel geluid een watersprayrekje of plaatje (Figuur 7) produceert bij (een combinatie van) deze variabelen.

4.2.2 Methodes

4.2.2.1 Geluidsproeven in het VIC

In de sleeptank van het VIC (hoofdstuk 3.3) werd een hydrofoon geplaatst (Figuur 11) om geluidsoptnames te verkrijgen van verschillende configuraties van het waterspraytuig. Hiervoor werden verschillende opstellingen van het waterspraytuig getest in de sleeptank.

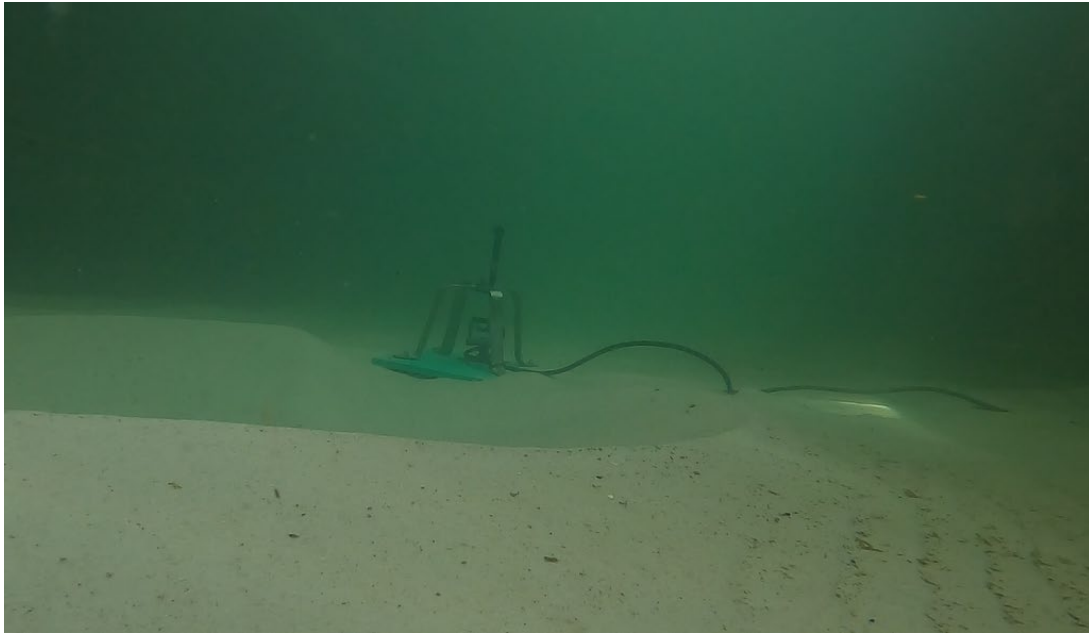
Om een nulmeting te maken werden geluidsoptnames gemaakt waarbij de waterspraypomp volledig was uitgeschakeld, en wanneer er geen trek met het tuig plaatsvond. Hierdoor kon het achtergrondgeluid geïdentificeerd en geregistreerd worden. Ook werden er opnames gemaakt wanneer de pomp aanstond maar niet verbonden was aan een plaatje of rekje.

Voor de trek werd de waterpomp verbonden aan een plaatje of rekje met spuitgraten (zie Figuur 10). Deze plaatjes en rekjes werden ontwikkeld tijdens het waterspraytuig I onderzoek. De verschillende beschikbare plaatjes en rekjes voor het waterspraytuig bestonden uit de volgende configuraties:

- 1) Rekje 1: Dit rekje bevatte drie spuitmondjes gericht in verschillende richtingen, parallel aan de lengte van de vaarrichting. Deze spuitmondjes waren geschikt voor het gebruik van 4, 5, 8, 10 en 13 mm spuitmondjes.
- 2) Rekje 2: Dit rekje bevatte drie spuitmondjes die loodrecht stonden op de vaarrichting. Deze spuitmondjes konden naar voren of naar achteren worden versteld. Hierbij was het mogelijk om 4 mm of 5 mm spuitmond te gebruiken.
- 3) Plaatje (4 mm of 5 mm): Dit plaatje was voorzien van geïntegreerde spuitmondjes die haaks stonden op de vaarrichting.

De waterspraypomp bevond zich in het water en werd bediend via een meterkast. Deze meterkast bood de mogelijkheid om de pompfrequentie aan te passen, waarmee de waterspraydruk gevarieerd kon worden. Hierdoor konden Rekje 1, Rekje 2 en plaat met verschillende spuitmond diameters getest worden met een druk variërend van 3, 5 of 7 bar.

De wagen waaraan de watersprayopstelling was bevestigd, kon met verschillende snelheden over de meetopstelling worden voortgetrokken. Deze variatie in snelheid werd gecontroleerd en vastgelegd tijdens de experimenten om de invloed ervan op het geluidsniveau te evalueren.



Figuur 11. Hydrofoon opstelling in het Visserij innovatiecentrum.



Figuur 10: Onderaanzicht van verschillende opstellingen van waterspraytuigrekjes of -plaatjes. Linksboven: Rekje 1 met 5mm spuitmond (verwisselbaar), rechtsboven: rekje 2 met 4 mm spuitmond (verwisselbaar), linksonder: plaatje met 5 mm spuitmondjes en glijders, rechtsonder: plaatje met 4mm spuitmondjes en glijders.

4.2.2.2 Spuitmond geluid testen in de haven

Naast de test in het VIC, werd tijdens een tweede testdag het effect van verschillende spuitmondjes op het geluid getest in een bak water van ongeveer 600 liter. Omdat er ook water tegen over de rand en tegen de binnenkant van de bak klotste, is ook gekozen om opnames te doen in de haven van Stellendam (Figuur 12). Hierbij werd wederom het geluid opgenomen met een hydrofoon op een vaste afstand van 1 meter van de spuitmond, en werd geëxperimenteerd met verschillende (aantallen) spuitmondjes, druk en flow (hoeveelheid water die per tijdseenheid door de pomp gaat). Tabel 3 geeft de verschillende spuitmondjes die getest zijn.

Tabel 3 Verschillende geteste spuitmondjes (aantallen, grote en vorm) tijdens de tweede testdag in de haven.

Nummer	Aantal spuitmondjes	Grootte opening	Vorm
1	1/3	5 mm	Rond
2	1	8 x 30 mm	Langwerpig
3	1	5 x 36 mm	Langwerpig
4	1	4 x 38 mm	Langwerpig
5	1	3 x 40 mm	Langwerpig
6	3	17 mm	Rond
7	1/3	7 mm	Rond
8	1/3	10 mm	Rond



Figuur 12: a) Verschillende spuitmond getest op de tweede testdag, van 8, 5, 4 en 3 mm wijd. b) Proefopzet van de tweede testdag, met het tuig en de microfoon in een bak water.

4.2.2.3 Analyse

Om te analyseren welke variabelen effect hebben op het geluid dat het tuig maakt, werden de geluidsprofielen van de test runs en 0-metingen geanalyseerd. Een geluidsprofiel is een grafiek waar de geluidsfrequentie op de x-as is weergegeven en de power spectral density (PSD), hetgeen de intensiteit van het geluid uitdrukt (vergelijkbaar met decibel), op de y-as. Voor elke trek werd het geluidsprofiel op het moment van passage (0 meter) opgeslagen. Voor elke stilstaande meting werd het gemiddelde geluidsprofiel over de hele meting opgeslagen. De stilstaande metingen werden gedaan op een afstand van 8.8 meter van de hydrofoon. Vervolgens werd het geluidsprofiel op ± 4 meter van de hydrofoon opgeslagen. Omdat het tuig een vaste snelheid van 4 knopen had, bevond het zich 4 meter van de hydrofoon op 1.944 seconden voor het passagemoment ($4 \text{ knopen} = 2.058 \text{ m/s}$, $4/2.058 = 1.944 \text{ s}$).

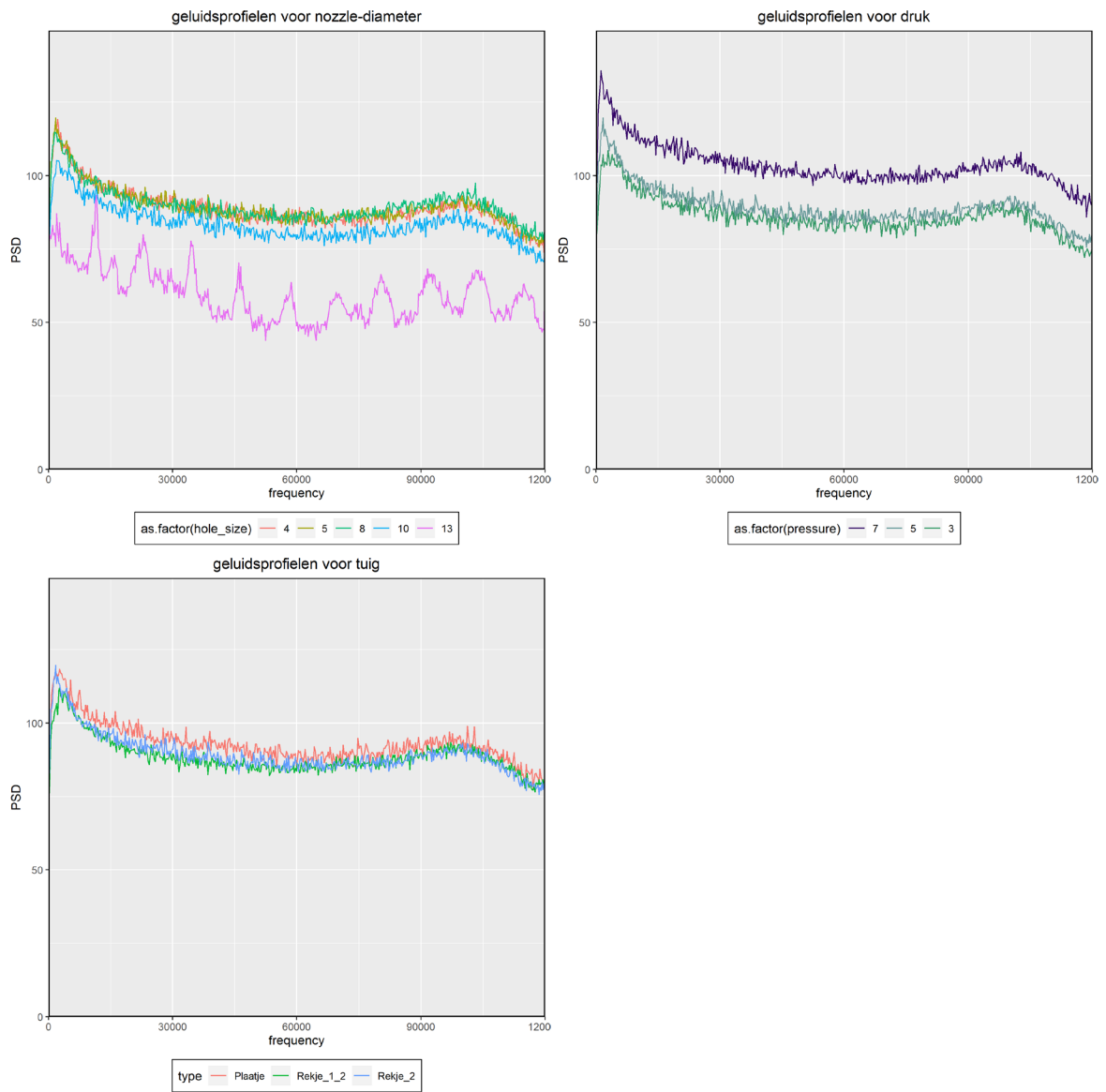
Van elke trek werd de gemiddelde PSD over alle frequenties bepaald op 4 meter van de hydrofoon. De PSD-waarden van frequenties onder de 10.000 Hz werden niet meegenomen, aangezien de PSD-waarden bij die frequenties erg variabel zijn en afwijken van de trend. De gemiddelde PSD-waarden werden getest op normaliteit middels een Shapiro-Wilk Normality Test, waaruit bleek dat de data normaal verdeeld is (p-waarde = 0.22). De categorische variabele van tuig-type werd getransformeerd in een dummyvariabele. Om het effect van het type tuig, de druk en de spuitmondgrootte op de gemiddelde geluidsintensiteit te bepalen, werden meervoudige regressiemodellen berekend met alle combinaties van, druk, type tuig en spuitmondgrootte als onafhankelijke variabelen. Het model met de hoogste *adjusted R*²-waarde werd gezien als het beste model. Er werd aangenomen dat de effecten van alle variabelen op gemiddelde PSD-waarde lineair zijn en dat er geen sprake is van interactie tussen de verklarende variabelen.

Voor het analyseren van de gegevens van de (tweede) testdag in de bak water en in de haven van Stellendam werd grotendeels dezelfde aanpak gevolgd, met als verschil dat er geen verschillende momenten per opname geanalyseerd werden, aangezien het tuig niet richting de microfoon bewoog. Om de verschillende spuitmondjes te kunnen vergelijken, werd de oppervlakte van de opening van elke spuitmond berekend, in tegenstelling tot de diameter die in de analyse van VIC-resultaten gebruikt werd. Er werden regressiemodellen gemaakt voor alle combinaties van de variabelen spuitmond-type, aantal spuitmondjes, flow (aantal liter water seconde door de opening), druk en oppervlakte van de opening. Middels de *adjusted R*²-waarde werd het beste model geselecteerd. Voor de geluidsprofielen in de bak en in de haven werden de modellen apart onderzocht.

4.2.3 Resultaten

4.2.3.1 Geluidsproeven in het VIC

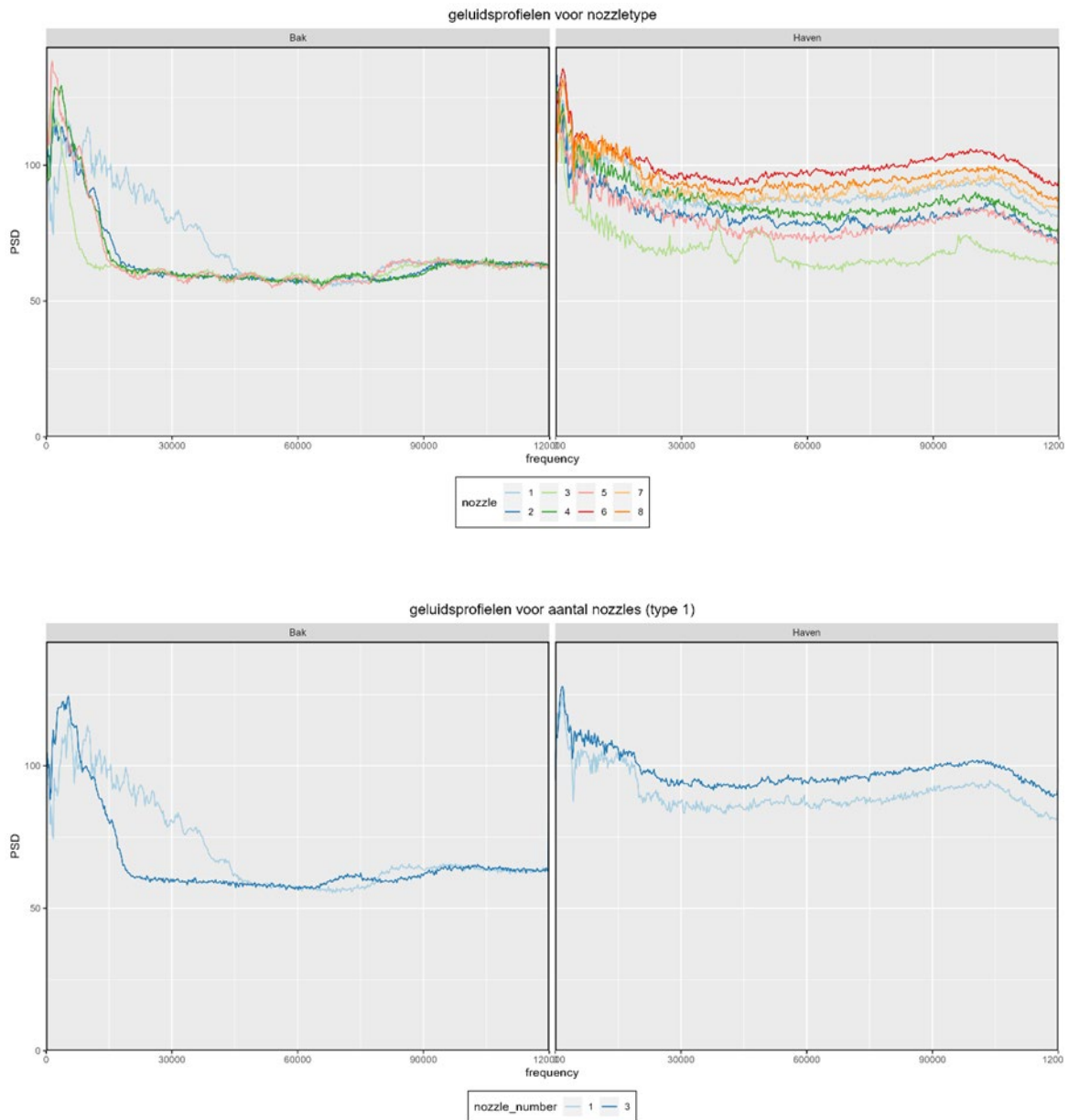
Figuur 13 geeft een selectie aan geluidsprofielen weer voor de variabelen spuitmondgrootte, druk en type tuig. Uit de figuren blijkt dat grotere spuitmondopeningen leiden tot minder geluid, waarbij vooral het verschil met spuitmondgroottes van 8 en 13 mm duidelijk zichtbaar zijn. Voor druk is te zien dat hogere druk leidt tot meer geluid, met name bij 7 bar. Tussen de verschillende tuigtypen is weinig verschil waar te nemen, al lijkt het plaatje iets meer geluid te produceren dan de rekjes.



Figuur 13: Geluidsprofielen voor de variabelen spuitmondgrootte, druk en tuigtype.

4.2.3.2 Geluidspoeven in de haven

Figuur 14 geeft de geluidspoeven voor de acht verschillende spuitmondjes in de bak en in de haven. Hierbij is te zien dat er in de opnames uit de bak minder onderscheid is tussen de verschillende spuitmondjes dan in de haven, waar de geluidspoeven goed van elkaar te onderscheiden zijn. Hetzelfde is te zien bij de geluidspoeven van het aantal spuitmondjes.



Figuur 14 Geluidspoeven voor de variabelen spuitmondtype en aantal spuitmondjes

4.2.3.3 Statistiek

Het beste model voor de geluidsprofielen uit het VIC is het model met alle variabelen, druk, tuigtype en spuitmondgrootte, als verklarende variabelen, met een *adjusted R²*-waarde van 0.725 (Figuur 15). Dit model laat zien dat druk en spuitmondgrootte een significant effect hebben op de gemiddelde PSD-waarde (2.85, $p < 0.001$ en -2.45, $p < 0.001$, respectievelijk). Een hogere druk leidt dus tot meer geluid, en een grotere spuitmondopening tot minder geluid. Ten opzichte van rekje 1 heeft rekje 2 een positief effect op geluid (8.37, $p = 0.004$). Het effect van het plaatje op de gemiddelde PSD-waarde kon niet bepaald worden door een gebrek aan meetpunten.

<i>Predictors</i>	<i>Estimates</i>	mean		<i>p</i>
		<i>CI</i>		
(Intercept)	72.09	63.93 – 80.25		<0.001
pressure	2.85	1.62 – 4.09		<0.001
Rekje 2	8.37	3.04 – 13.70		0.004
Rekje 1 2	4.29	-2.83 – 11.42		0.224
hole size	-2.45	-3.20 – -1.70		<0.001
Observations	26			
R ² / R ² adjusted	0.769 / 0.725			

Figuur 15: Samenvatting van het beste model voor de gemiddelde PSD-waarden. Vanwege rank deficiency is de (dummy-)variabele 'Plaatje' niet meegenomen.

Voor de geluidsopnamen in de bak is het beste model, een model met alleen het aantal spuitmondjes als verklarende variabele (Figuur 15). Deze variabele had geen significant effect op het geluid ($p = 0.151$). Het

model had een R²-waarde van 0.166, wat betekent dat weinig variatie in het geluid verklaard wordt door de verklarende variabele(n). Voor de geluidsopnamen in de haven is eveneens het beste model het model met aantal spuitmondjes als verklarende variabele (Figuur 16). Deze variabele had een significant effect op het geluid ($p = 0.019$). Het model had een R²-waarde van 0.253, wat wederom erg laag is.

<i>Predictors</i>	<i>Estimates</i>	mean		<i>p</i>
		<i>CI</i>		
(Intercept)	47.28	15.42 – 79.15		0.010
number nozzles	15.34	-7.19 – 37.87		0.151
Observations	9			
R ²	0.166			

<i>Predictors</i>	<i>Estimates</i>	mean		<i>p</i>
		<i>CI</i>		
(Intercept)	75.78	65.85 – 85.71		<0.001
number nozzles	8.27	1.52 – 15.01		0.019
Observations	18			
R ²	0.253			

Figuur 16: Samenvatting van de beste modellen voor de geluidsopnamen a) in de bak en b) in de haven voor de gemiddelde PSD-waarden.

4.2.4 Conclusie

- Druk en spuitmondgrootte hebben het meeste effect op het geluid dat het waterspraytuig produceert.
- Plaatje produceert meer geluid dan rekje 1 en 2.
- Voor spuitmonddiameters van 4-8 mm is het geluid vrijwel gelijk, net als voor druk van 3-5 bar.
- Tijdens de tweede testdag in de haven was waarschijnlijk sprake van te veel omgevingsgeluid, waardoor met weinig zekerheid te zeggen is wat het effect van de geteste spuitmondjes en andere variabelen (druk, flow) is op het geluid (lage R²-waarde).

4.2.5 Discussie

De belangrijkste variabelen voor de geluidsintensiteit van het waterspraytuig zijn druk en spuitmondgrootte. De geluidsintensiteit was vergelijkbaar bij een druk van 3 en 5 bar, en pas bij een druk van 7 bar was er een duidelijk verschil merkbaar. De intensiteit was bij een spuitmond diameter van 4, 5 en 8 mm vrijwel gelijk, en het geluid werd zachter bij een diameter van 10 en 13 mm. Bij optimalisatie van het tuig kan gekozen worden voor een diameter van 10 of 13 mm en een druk van 5 bar (aangezien 3 geen verbetering in geluid meer oplevert). Rekje 1 produceerde minder geluid dan rekje 2.

Voor deze analyse is aangenomen dat het achtergrondgeluid constant is, gezien de gecontroleerde omstandigheden in het VIC. Onder normale omstandigheden op zee, wordt ook geluid geproduceerd door de boom of wing die over de bodem glijdt. Het is onbekend hoe dit zich tot het geluid van de waterspray verhoudt.

De omstandigheden in de bak met water en in de haven van Stellendam hebben waarschijnlijk geleid tot vervuilde geluidsprofielen door klotsend water over de rand van de bak en omgevingsgeluid in de haven, zoals scheepsmotoren. Hierdoor is met weinig zekerheid iets te zeggen over de effecten van de verschillende spuitmondtypen op het geluid.

Een belangrijke factor die verder onderzocht moet worden, is in welke mate vis (schol en tong) reageert op geluid en op het geluid, en specifiek op het geluid van de pompen, watersprayrekjes en -plaatjes. Hiervoor zou meer onderzoek nodig zijn naar het bereik en de drempelwaarden van het gehoor van schol en tong. Het is onbekend of het waterspraytuig een aanvullend afschrikkend effect op de doelsoort heeft. In de toekomst zou het interessant zijn om het reactievermogen van schol en tong onder gecontroleerde omstandigheden, bijvoorbeeld in het VIC, op verschillende configuraties van een waterspraytuig te onderzoeken. Hierbij kan dan ook worden onderzocht wat het verschil in reactievermogen, en dus de ontsnappingskans, van schol en tong is ten opzichte van een conventioneel tuig. Op die manier kan onderzocht worden of het geproduceerde geluid ook daadwerkelijk verantwoordelijk is voor de lagere opbrengsten, of dat andere variabelen daarin belangrijker zijn.

4.3 Waterstraal afbuiging

4.3.1 Inleiding

Om platvis uit de bodem op te schrikken, worden verschillende technieken gebruikt. Over het algemeen is het succes, en dus vangstefficiëntie, van deze technieken sterk verbonden aan de diepte waarmee een tuig de bodem penetreert, omdat platvis zich verder in de bodem ingraaft als vluchtreactie. Hoe meer wekkers er bijvoorbeeld gebruikt worden, en hoe zwaar deze zijn, is van invloed op de hoeveelheid platvis die per hectare wordt gevangen. Het vangstsucces van het waterspraytuig is dus afhankelijk van de diepte waarmee deze de bodem kan penetreren. Omdat de waterstralen van het tuig de bodem moeten penetreren, is de hoek waarop de waterstraal spuit van belang voor de diepte waarmee het tuig in de bodem gaat. Het is echter onduidelijk in hoeverre de spuithoek beïnvloed wordt door het visserijgedrag. In dit onderdeel werd gekeken naar de relatie tussen verschillende variabelen, zoals hoek van het tuig, druk, snelheid en spuitmondopening, op de hoek van de waterstraal (spuitrichting).

4.3.2 Methodes

Om een beter begrip te krijgen van het effect van vaarsnelheid, spuitmondjes, druk en spuitrichting op de spuitrichting van waterstralen zijn er spuithoekproeven uitgevoerd in het VIC (Zie hoofdstuk 3.3.3 Testen Visserij Innovatie Centrum). Dit is gedaan met het verstelbare rekje 2 (Figuur 10). Er is hiervoor een plexiglas plaat van bekende afmetingen en met gemarkeerde hoeken aan de zijkant van rekje 2 vastgemaakt (Figuur 17). Deze werd vervolgens met verschillende hoeken, snelheden en spuitmondjes gefilmd (zie *Tabel 4* voor geteste parameters). Hiervan werden de beelden later geanalyseerd.

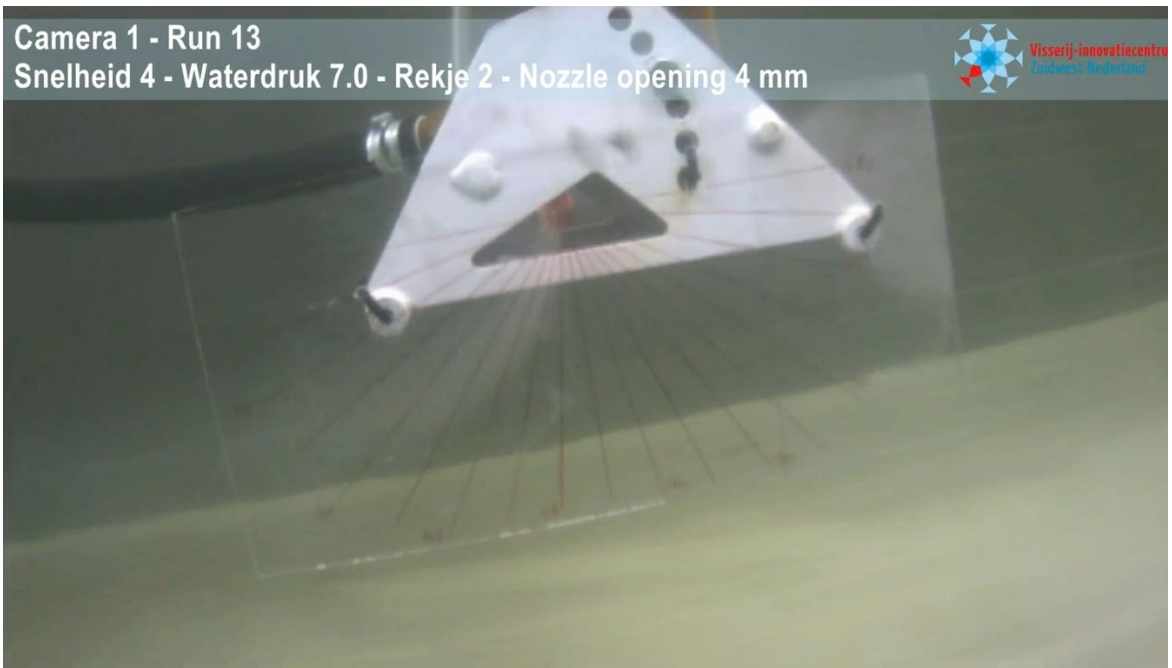
4.3.2.1 Proeven

Tabel 4: Parameteropstellingen voor elk type proef op spuitrichting van rekje 2. Variabelen zoals snelheid, spuihoek, druk en spuitmond diameter werden getest.

Rekje	Hoek (° en richting)	Druk (bar)	Spuitmonddiameter (mm)	Snelheid (knopen)
2	0	4	5	3
2	0	4	5	4
2	0	4	5	5
2	0	5.5	5	4
2	0	7	5	4
2	0	4	4	2
2	0	4	4	3
2	0	4	4	4
2	0	5.5	4	4
2	0	7	4	4
2	20 vooruit	4	5	2
2	20 vooruit	4	5	3
2	20 vooruit	4	5	4
2	20 vooruit	5.5	5	4
2	20 vooruit	7	5	4
2	20 achteruit	4	5	2
2	20 achteruit	4	5	3
2	20 achteruit	4	5	4
2	20 achteruit	5.5	5	4

4.3.2.2 Analyse

Het filmmateriaal werd geanalyseerd en een screenshot werd genomen op het moment dat de tuigopstelling op snelheid was, wanneer deze het midden van de tank passeerde. Deze foto werd vervolgens met behulp van Image J geanalyseerd. Hier werd het plexiglas met bekende afmetingen gebruikt als referentiepunt. Daarna is een meting gedaan naar van de hoek tussen de loodrechte (verticale) lijn, en een lijn die op 12 cm van de spuitmond de onderkant van de waterstraal kruiste (Figuur 17). De data werd vervolgens gebruikt om verschillen in afbuiging van de waterstraal onder verschillende parameters te verklaren aan de hand van de configuratie van de waterspray.



Figuur 17 Plexiglasplaat gefixeerd aan rekje. Rekje op snelheid. Afbuiging is te zien door de kleine witte bubbels die de waterspray maakt.

4.3.2.3 Analyse

Middels een statistisch model is getest welke combinatie aan variabelen de variatie in spuithoek het beste verklaart. Om te bepalen welk soort statistisch model geschikt was voor de data, werd een Shapiro-Wilk Normaliteitstest uitgevoerd op de afbuigingswaarden. De data was normaal verdeeld (p -waarde = 0.2008), waardoor een meervoudige lineaire regressie de beste optie was. Voor alle combinaties van de variabelen druk, snelheid, hoek van de spray en grootte van de spuitmond-opening werd een lineaire regressie uitgevoerd. Het model met de hoogste *adjusted* R^2 -waarde werd gezien als het beste model. Er werd aangenomen dat de effecten van alle variabelen op penetratiediepte lineair zijn en dat er geen sprake is van interactie tussen de verklarende variabelen. Het beste model werd vervolgens vergeleken met een nul-model, waar geen verklarende variabelen in zaten, om te kijken of het een significante verbetering in de R^2 gaf.

4.3.3 Resultaten

De afbuiging van de waterstraal verschilde tussen de geteste configuraties, van 10° naar voren tot meer dan 45° naar achteren (Tabel 5). Uit de resultaten blijkt dat de afbuiging van de waterstraal groter wordt bij een hogere vaarsnelheid. Bij hogere druk lijkt de afbuiging over het algemeen minder te worden, al gaat dat niet overal op. De hoek waarop de spuitmond is ingesteld, lijkt ook een effect te hebben op de afbuiging: de afbuiging wordt minder als de spuitmond verder naar voren is afgesteld. Spuitmond diameter lijkt geen effect te hebben op de afbuiging.

Tabel 5: Afbuigingshoek van de verschillende trekken met de configuratie van de parameters erbij.

Rekje	Hoek (° en richting)	Druk (bar)	Spuitmond diameter (mm)	Snelheid (knopen)	Hoek (°)
2	0	4	5	3	23.48
2	0	4	5	4	31.89
2	0	4	5	5	33.48
2	0	5.5	5	4	23.83
2	0	7	5	4	22.56
2	0	4	4	2	24.01
2	0	4	4	3	43.65
2	0	4	4	4	42.79
2	0	5.5	4	4	34.60
2	0	7	4	4	30.90
2	20 vooruit	4	5	2	-10.99
2	20 vooruit	4	5	3	19.01
2	20 vooruit	4	5	4	13.41
2	20 vooruit	5.5	5	4	9.00
2	20 vooruit	7	5	4	12.67
2	20 achteruit	4	5	2	36.42
2	20 achteruit	4	5	3	46.76
2	20 achteruit	4	5	4	36.55
2	20 achteruit	5.5	5	4	35.53

4.3.3.1 Statistiek

Middels een statistisch model is getest welke combinatie aan variabelen de variatie in spuihoek het beste verklaart. Zoals gezegd bleek uit de Normaliteitstest dat de metingen van de afbuigingshoek normaal verdeeld zijn, waardoor een meervoudige lineaire regressie als het meest passende model werd gezien. Het model dat de metingen het beste verklaarde, bevatte de variabelen druk, hoek van de waterspray en snelheid (Figuur 18) Van deze variabelen had alleen de hoek van de sprayrichting (20 graden voor- of achteruit) een significant effect op de afbuiging van de waterstraal (p-waarde < 0.001). De andere twee variabelen, druk en snelheid, zijn niet significant, al geeft dit wel een indicatie van het belang van deze variabelen op de afbuiging van de waterstraal. De *adjusted R²* van dit model, die een indicatie geeft van hoe goed het model de variatie in de data verklaart, was 0.622, hetgeen wijst op een redelijke verklaring van de variatie (62% van de variatie is verklaard).

Predictors	Straal_hoek		
	Estimates	CI	p
(Intercept)	19.81	-2.35 – 41.98	0.076
Druk	-2.17	-6.32 – 1.99	0.284
Hoek spray	-0.76	-1.08 – -0.45	<0.001
Snelheid	5.16	-0.51 – 10.82	0.071
Observations	19		
R ² / R ² adjusted	0.685 / 0.622		

Figuur 18: Samenvatting van het beste model voor de afbuiging van de geproduceerde waterstraal.

4.3.4 Conclusie

- De afbuiging van de waterstraal wordt significant beïnvloed door de hoek van de spuitmond, waarbij de afbuiging het kleinst is als de hoek van de spuitmond 20 graden vooruit is.
- Snelheid lijkt ook een effect te hebben: bij hogere snelheden wordt de afbuiging groter.
- Er lijkt een relatie te zijn tussen de druk van het tuig en de afbuiging van de straal, met een kleinere afbuiging bij hogere druk.
- Spuitmond diameter lijkt geen effect te hebben op de afbuiging.
- De belangrijke parameters voor een efficiënte waterstraal zijn dus: snelheid, initiële spuithoek en druk.

4.3.5 Discussie

Van de geteste variabelen heeft de hoek van de spuitmond het sterkste effect op de afbuiging van de waterstraal, gevolgd door druk en snelheid. Hoe verder de spuitmond naar voren is afgesteld, hoe kleiner de afbuiging van de straal wordt. Hogere snelheden lijken te leiden tot een sterkere afbuiging van de straal. Tot slot lijkt bij hogere druk de afbuiging af te nemen. Er lijkt geen effect te zijn van de spuitmond diameter, maar omdat er slechts twee diameters (4 en 5 mm) getest zijn, zou het kunnen dat de afbuiging van andere diameters wel afwijkt.

Wanneer de waterstraal haaks op de bodem staat, zal waarschijnlijk de diepste omwoeling van de bodem bereikt worden en zal naar verwachting de meeste vis opgeschrikt worden. Om de efficiëntie van het tuig te maximaliseren, wordt dus gestreefd naar zo min mogelijk afbuiging. De minste afbuiging (zelfs een afbuiging naar voren op het meetpunt, 12 cm van de spuitmond) is waargenomen bij een spuithoek van 20 graden vooruit, met een druk van 4 bar en een snelheid van 2 knopen. Deze snelheid is langzamer dan in commerciële visserijpraktijken gehanteerd wordt. Er moeten dus afwegingen gemaakt worden tussen maximale spuithoek, commerciële uitvoerbaarheid, en ook het geluid dat het tuig produceert. Om de afwijking van de spuithoek te minimaliseren, dient gevestigd te worden met de spuitmond naar voren afgesteld, een zo hoog mogelijke druk, en een zo laag mogelijke snelheid. Hoge druk zal echter voor meer geluid zorgen, hetgeen de vissen afschrikken. Bij te lage snelheden kan niet gevestigd worden. De verwachting is dat ook in de hoek van de spuitmond een optimum zit: vanaf een bepaalde spuithoek zal de waterstraal minder contact maken met de bodem. In deze opstelling is alleen het effect van 0 graden, 20 graden vooruit en 20 graden achteruit getest.

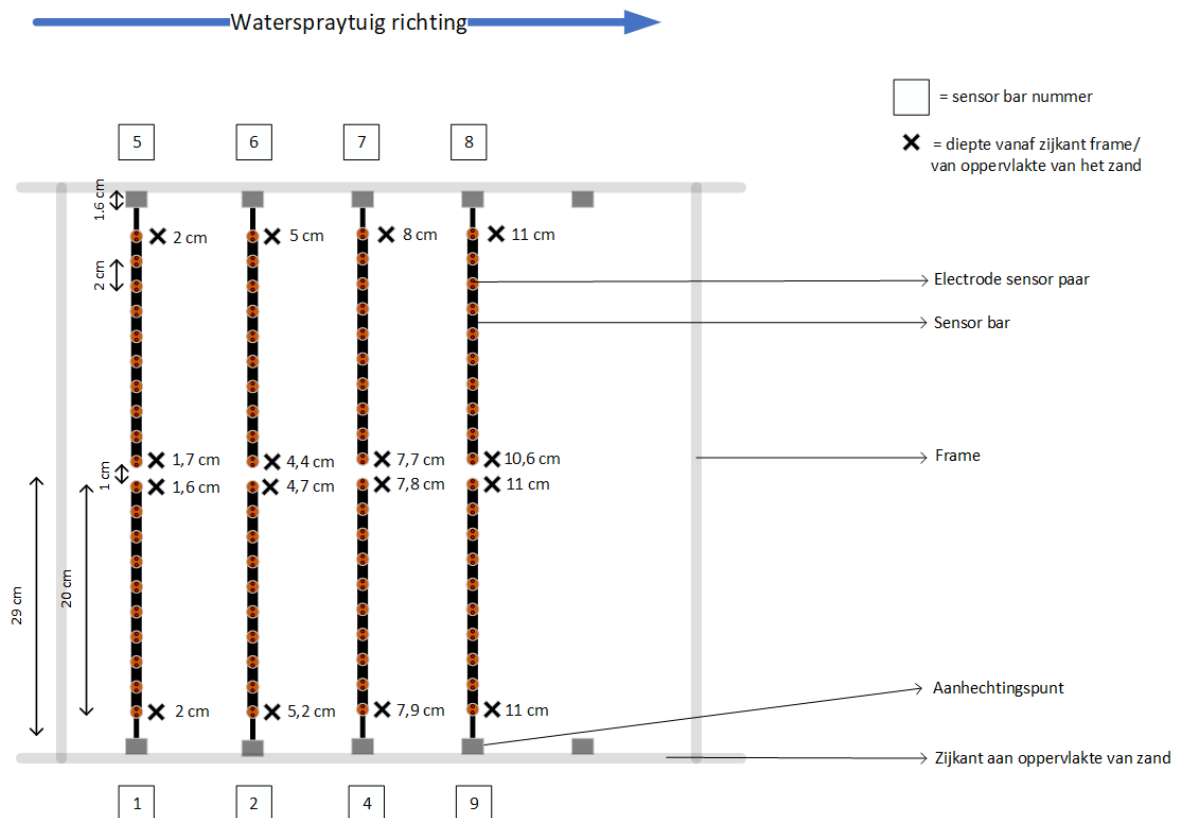
4.4 Waterstraal penetratiediepte

4.4.1 Inleiding

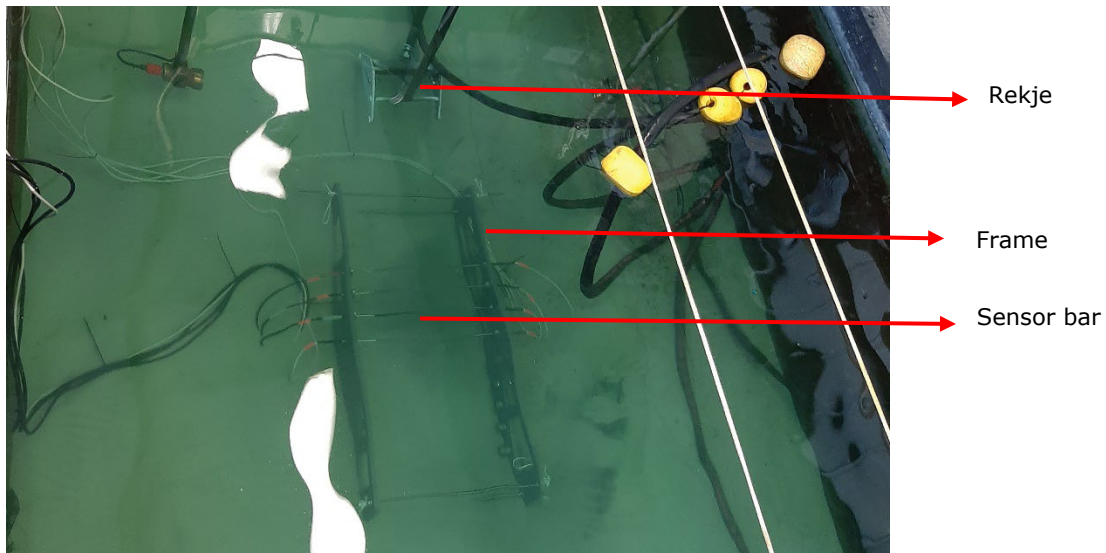
Om platvis uit de bodem op te schrikken, worden verschillende wekmethoden gebruikt. In de conventionele boomkorvisserij worden hier zware wekkerkettingen voor ingezet. De algemene gedachte is dat de vangstefficiëntie toeneemt wanneer de wekkers (of een andere wekmethode) de bodem dieper penetreren, omdat platvissen zich (verder) ingraven als vluchtgedrag. Het succes van het waterspraytuig is dus waarschijnlijk sterk afhankelijk van de penetratiediepte van het tuig. In week 11 van 2022 zijn er proeven uitgevoerd in het VIC (3.3 Testen Visserij Innovatie Centrum). Deze proeven hadden als doel de penetratiediepte en het profiel van verschillende uitvoeringen van het waterspraytuig te onderzoeken. De meetopstelling is ontworpen door TU Delft en proeven uitgevoerd in samenwerking met en rederij Jaczon.

4.4.2 Methodes

Om het effect van verschillende tuiguitvoeringen van het waterspraytuig op de penetratiediepte te onderzoeken, zijn proeven in het VIC uitgevoerd (3.3 Testen Visserij Innovatie Centrum). Om de penetratiediepte van de watersprays te bepalen, is gebruik gemaakt van sensor bars die met elektrodes het verschil in elektrisch potentiaal tussen water, zand en zand-watermix konden meten. Deze sensor bars bestonden elk uit 8 of 10 electrode paren. De bars werden twee aan twee trapsgewijs in een frame op verschillende dieptes vastgezet (Figuur 19). De uiteindelijke opstelling bestond uit 8 sensor bars op 4 verschillende dieptes. Omdat de bars niet exact haaks in de opstelling gezet konden worden zijn deze later nagemeten en in Figuur 19 weergegeven. Elke sensor was genummerd en aangesloten aan een versterker en meetopstelling zodat het elektrisch potentiaal van elke elektrode op een computer nagelezen konden worden. De uiteindelijke opstelling is te zien in Figuur 20.



Figuur 19: Schematische weergave van het bovenaanzicht van de opstelling van de sensor bars in het frame. Dieptes van sensoren zijn aangegeven middels kruisen.



Figuur 20: Foto van de meetopstelling van het frame en de sensor bars voordat het begraven werd in het zand.

De meetopstelling werd in het zand begraven met hulp van een pomp en duiker. Na het ingraven werd het zand gladgetrokken totdat de bovenkant van het frame op niveau van het zand lag. Vervolgens werd het zand aangetrild middels een beton trilnaald om het zand zo egaal mogelijk te verspreiden over de hele opstelling. Dit werd 30 seconde in elke hoek van het frame gedaan.

4.4.2.1 Tuigopstelling

Om het effect van het waterspraytuig na te bootsen is op de kar boven de waterbak een opstelling gemaakt waaraan verschillende versies van het waterspraytuig vastgemaakt konden worden. Deze plaatjes en rekjes zijn gebruikt bij eerdere versies van het waterspraytuig (Molenaar P. et al.; *in press*, Figuur 10). Het geheel was verstelbaar zodat het effect van spuithoogte op penetratiediepte ook onderzocht kon worden.

4.4.2.2 Proeven

Er zijn proeven uitgevoerd om het effect van plaatjes, rekje, druk, hoogte, vaarsnelheid, spuitmond diameter en spuitrichting op de penetratiediepte te onderzoeken. Na elke trek van de kar over de meetopstelling werden de nieuwe parameters voor de pomp en vaarsnelheid ingesteld en werd de meetopstelling weer begraven volgens de methode beschreven in 3.3. De verschillende proeven die uitgevoerd zijn, staan in Tabel 6. Een 0-meting werd voor elk rekje of plaatje gedaan. Deze 0-meting werd standaard gedaan met een hoek van 0, druk van 4 bar, spuitgat van 5 mm, een hoogte van 4 cm en een snelheid van 4 knopen.

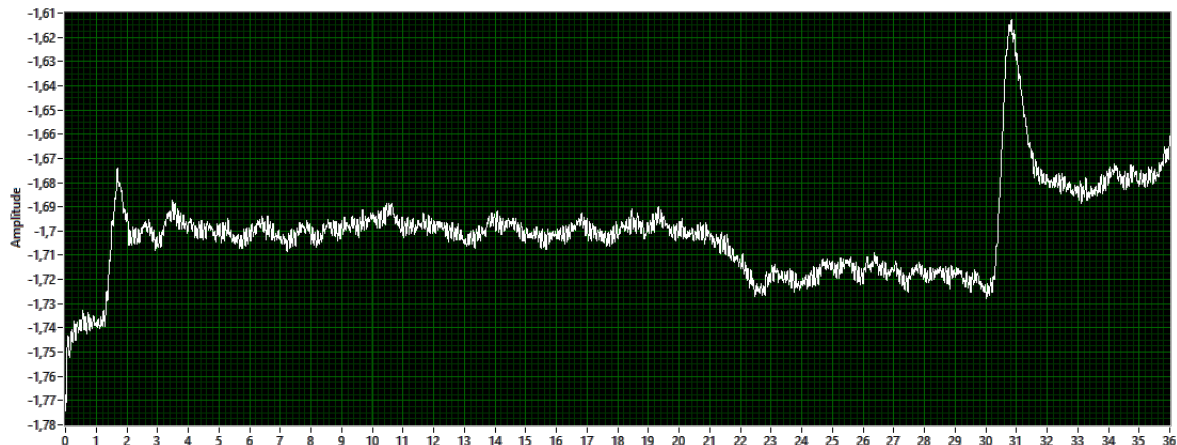
Tabel 6: Parameteropstellingen voor elk type proef. De proeven worden vergeleken met een '0 meting' voor elk rekje/plaatje. Hierna worden verschillende parameters zoals maximaal effect (hoogste druk en laagste snelheid), snelheid, spuithoek, druk en hoogte getest.

Rekje/plaatje	Hoek (° en richting)	Druk (bar)	Spuigat (mm)	Hoogte (cm)	Snelheid (knopen)	Geteste variabelen
2	0	4	5	4	4	0-meting
		7				2 Maximaal effect
2	0	4	5	4	3	Snelheid
					5	Snelheid
2	0	3	5	4	4	Druk
		5				Druk
		6				Druk
		7				Druk
2	0	4	5	5	4	Hoogte
				6		Hoogte
				7		Hoogte
2	20 achteruit	4	5	4	4	Hoek
	20 vooruit					Hoek
1	0	4	5	1,5	4	0-meting
1	0	4	5	1,5	3	Snelheid
					2	Snelheid
1	0	7	5	1,5	4	Druk
1		5				Druk
5 mm plaatje	0	4	5	4	4	0-meting
5 mm plaatje	0	4	5	4	3	Snelheid
5 mm plaatje					2	Snelheid
5 mm plaatje	0	7	5	4	4	Druk
4 mm plaatje	0	4	4	4	4	0-meting
4 mm plaatje	0	7	4	4	4	Druk
5 mm plaatje zonder glijders	0	4	5	0	4	0-meting
5 mm plaatje zonder glijders	0	7	5	0	4	Druk

4.4.2.3 Analyse

Voor elke trek met een specifieke opstelling (3.2.3.1) werden de tijdsseries van alle elektrodes geanalyseerd. Visuele inspectie van de data gebeurde in de software ReadBinFile. Verwerking en analyse van de data gebeurde in RStudio. Allereerst werd alle data ingelezen in RStudio. Vervolgens werd in ReadBinFile voor elke trek vastgesteld op welk moment in de tijdserie het tuig de meetopstelling passeerde. Om de data beter te kunnen analyseren, werd voor elke tijdserie het voortschrijdend gemiddelde van 100 punten genomen: Hiermee worden de trends over de gehele tijdsserie duidelijker en wordt het stochastische patroon vermindert. Voor elke tijdsserie waren we alleen geïnteresseerd in de 1000 ms voor en na het passagemoment. Om te achterhalen of een elektrode geraakt is, werden de tijdsseries gestandaardiseerd en geanalyseerd om vast te stellen of er een piek in het elektrisch potentiaal zichtbaar is (Figuur 21). Voor elke tijdsserie werden de volgende gegevens verzameld: fractie van de tijdsserie waar de helling positief is, het verschil in amplitude tussen het begin en het einde, de hoogte van de piek ten opzichte van het gemiddelde en de variantie in de tijdsserie. Met deze gegevens werden criteria opgesteld om automatisch te identificeren of een elektrode geraakt werd (bijv. als de piek groter is dan 0.88, of als het verschil tussen begin en einde groter is dan 0.80 EN het aantal punten

met een positieve helling groter is dan 275). In ruim 90% van de tijdsseries werd met deze criteria correct vastgesteld of de electrode geraakt is. Om zeker te zijn van de uitkomst van de criteria, werden alle tijdsseries visueel geïnspecteerd in ReadBinFile, en de foutieve hits werden handmatig aangepast.



Figuur 22: Voorbeeld van een tijdserie van een elektrode (trek 31, elektrode 5.9). Het passagemoment is duidelijk zichtbaar tussen seconde 30 en 31. Ook het moment dat de pomp aangaat, waardoor spanning in het water komt, is zichtbaar tussen seconde 1 en 2.

Voor elke trek werd het profiel van de elektrodes gevisualiseerd en werd berekend wat de gemiddelde penetratiediepte was (het gemiddelde van de diepste geraakte elektrodes). Een deel van de elektrodes functioneerde niet naar behoren, en zijn in geen van de trekken geraakt (ook als diepere elektrodes wel geraakt werden).

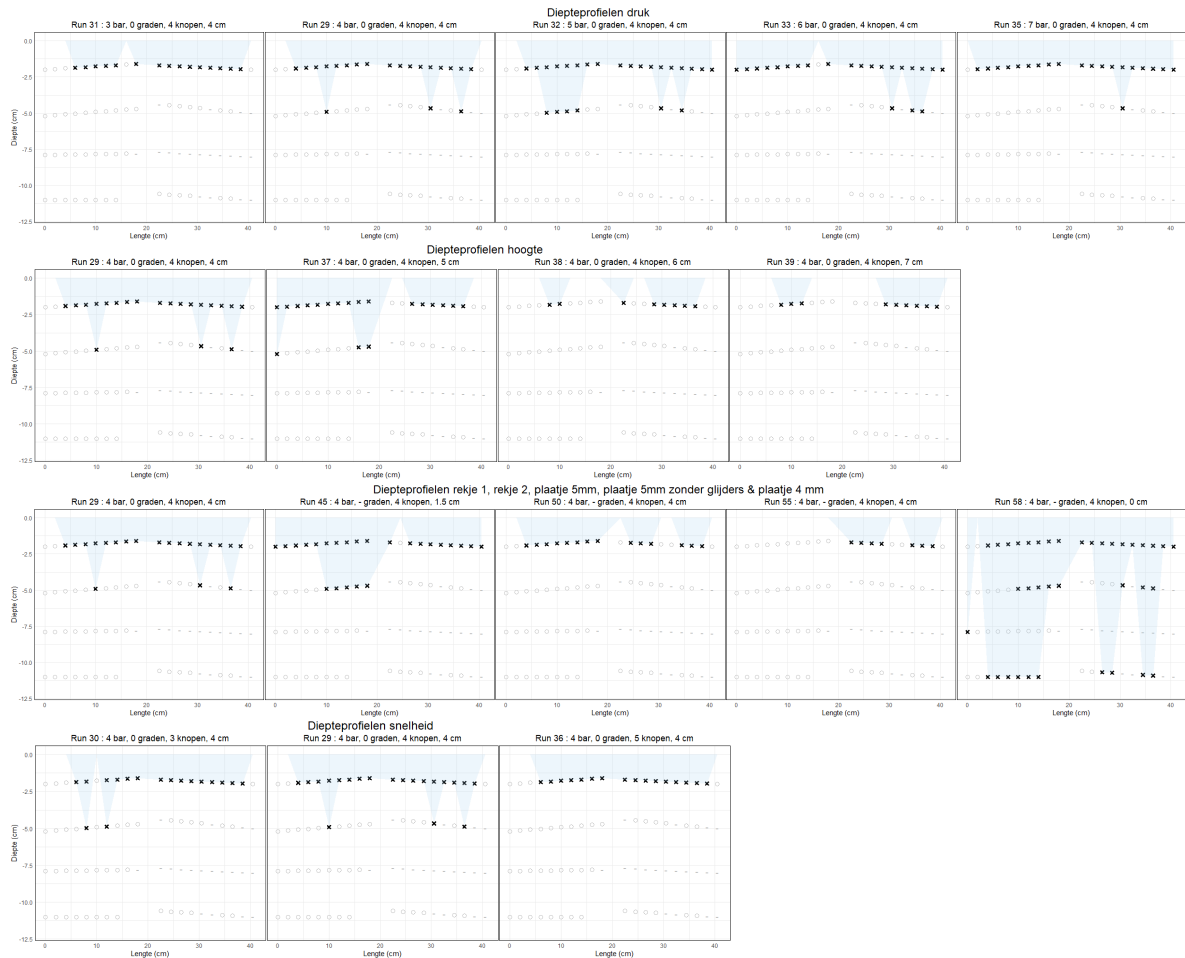
Om het effect van de verschillende opstellingen op de penetratiediepte te bepalen, werd voor elke trek de gemiddelde penetratiediepte berekend door het gemiddelde te nemen van de maximale diepte op elke lengtestap. De gemiddelde dieptes werden getest op normaliteit middels een Shapiro-Wilk Normaliteitstest. Omdat de data niet normaal verdeeld is (p -waarde < 0.001), werd de data logaritmisches getransformeerd, en de normaliteit werd opnieuw getest met een Shapiro-Wilk Normaliteitstest. Na deze transformatie was de data normaal verdeeld (p -waarde = 0.1541). De categorische variabele van tuigtype (Figuur 10) werd getransformeerd in een dummyvariabele. Vervolgens werden meervoudige lineaire regressiemodellen berekend met alle mogelijke combinaties van verklarende variabelen druk, hoek, snelheid, hoogte en type tuig. Het model met de hoogste *adjusted R*²-waarde werd het beste geacht. Er werd aangenomen dat de effecten van alle variabelen op penetratiediepte lineair zijn en dat er geen sprake is van interactie tussen de verklarende variabelen.

4.4.3 Resultaten

Voor elke trek is het diepteprofiel van de elektrodes bepaald en in een figuur weergegeven (Figuur 23). Het blauwe vak geeft de totale oppervlakte die geraakt is door het waterspraytuig weer. Alle elektrodeparen die geraakt zijn, zijn weergegeven met **x**, de paren die niet geraakt zijn met **o**, en de elektrodeparen die niet correct werkten met **-**. Figuur 23 geeft de profielen weer van de trekken voor verschillende variabelen.

Bij de variabele druk is te zien dat de minste elektrodes geraakt werden bij een waterdruk van 3 bar, en de meeste bij 5 bar. Nog hogere druk (6-7 bar) leidde niet tot meer geraakte elektrodes. De hoogte van het tuig lijkt een effect te hebben op de penetratiediepte: als het tuig hoger boven de bodem langs gaat, worden minder elektrodes geraakt. De penetratiediepte van het tuig lijkt ook te worden beïnvloed door de opstelling van waterspraytuigrekjes of -plaatjes: De meeste elektrodes werden geraakt door het plaatje met gaatjes van 4 mm, en de minste door het plaatje zonder glijders met gaatjes van 5 mm.

Rekje 1 en rekje 2 hebben een vergelijkbaar diepteprofiel. De snelheid van het tuig lijkt een negatief effect te hebben op de penetratiediepte, met minder geraakte elektrodes bij hogere snelheden.



Figuur 23 Diepte profielen van de verschillende trekken voor verschillende variabelen van waterspray rekjes en plaatjes. Alle elektrodeparen die geraakt zijn, zijn weergegeven met x, de paren die niet geraakt zijn met o, en de elektrodeparen die niet correct werkten met -.

4.4.4 Statistiek

Het beste model is een het model met de verklarende variabelen druk, hoek, snelheid, hoogte en tuig, met een *adjusted R²*-waarde van 0.829 (Figuur 24). Hieruit blijkt dat druk en hoek beiden een significant effect hebben op de penetratiediepte (0.05 en 0.02, $p = 0.012$ en $p < 0.001$ respectievelijk). Hoogte heeft een significant negatief effect op penetratiediepte (-0.05, $p = 0.004$). Het effect van snelheid was niet significant (-0.05, $p = 0.141$). Tuig configuratie had ook een significant effect op penetratiediepte: De diepte was het grootst bij het plaatje met spuitmond van 5mm zonder glijders (0.50, $p = 0.014$). Daarna kwamen rekje 2 (0.39, $p < 0.001$) en het plaatje met spuitmond van 5 mm met glijders (0.28, $p = 0.015$). Het effect van rekje 1 was niet significant (0.20, $p = 0.149$) en het effect van het plaatje met spuitmond van 4 mm kon niet bepaald worden door een gebrek aan meetpunten.

Predictors	log10(MeanDepth)		
	Estimates	CI	p
(Intercept)	0.31	-0.19 – 0.81	0.212
Druk	0.05	0.01 – 0.09	0.012
Hoek	0.02	0.01 – 0.02	<0.001
Snelheid	-0.05	-0.11 – 0.02	0.141
Hoogte	-0.12	-0.19 – -0.04	0.004
Rekje1	0.20	-0.08 – 0.49	0.149
Rekje2	0.39	0.20 – 0.59	<0.001
plaatje5	0.28	0.06 – 0.51	0.015
plaatje5zonder	0.50	0.11 – 0.89	0.014
Observations	28		
R ² / R ² adjusted	0.880 / 0.829		

Figuur 24: Samenvatting van het beste model voor gemiddelde penetratiediepte. Vanwege rank deficiency is de (dummy-)variabele 'Plaatje 4 mm' niet meegenomen.

4.4.5 Conclusie

- Hoek van de straal heeft het grootste effect op penetratiediepte, waarbij 30 graden vooruit de diepste penetratie oplevert.
- Hoe hoger de druk, hoe dieper de bodempenetratie.
- Hoe dichter het tuig op de bodem zit, hoe dieper de straal de bodem penetreert.
- De waterstraal van plaatje zonder glijders komt het diepst van alle tuigen.
- Snelheid heeft geen significant effect op penetratiediepte.

4.4.6 Discussie

Van alle onderzochte variabelen lijkt de hoek van de straal het grootste effect op penetratiediepte te hebben, waarbij een hoek van 30 graden vooruit de beste penetratiediepte oplevert en dus potentieel het meest efficiënt tong uit de bodem kan wekken. Ook de druk van de straal en de afstand tot de bodem hebben een (beperkt) effect: hoe hoger de druk en hoe dichter bij de bodem, hoe dieper de straal de bodem de penetreert. Het beste tuig voor penetratiediepte is het plaatje zonder glijders, gevolgd door rekje 2, het plaatje met glijders, en rekje 1. Echter is het effect van de hoek 30 graden vooruit zo groot, dat rekje 2 de beste optie is (bij het plaatje kan de hoek niet worden aangepast). Snelheid heeft geen significant effect op penetratiediepte, wat in theorie zou kunnen leiden tot een lagere vaarsnelheid en daarbij mogelijke gepaarde brandstofbesparing.

De optimale instelling om de grootste penetratiediepte te bereiken is dus rekje 2, met een hoek van 30 graden vooruit, een zo groot mogelijke druk en een zo klein mogelijke afstand tot de bodem. De snelheid kan worden aangepast aan andere omstandigheden, zoals het brandstofverbruik of de vangstefficiëntie. De verwachting is dat er een optimum zit in de hoek: als de hoek nog groter zou worden, zou het effect waarschijnlijk afnemen.

Het vermogen van de elektrodes om te detecteren of ze geraakt waren, was erg variabel, en hierdoor is het lastig om een precieze penetratiediepte te bepalen. Zo functioneerden de meeste elektrodes op 8 cm diepte niet goed. Dit onderzoek heeft zich dan ook gefocust op de relatieve, en niet de absolute, penetratiediepte. Het onderzoek is nu slechts uitgevoerd op één type zand, en het is vooralsnog onbekend wat de penetratiediepte van de waterspray is op andere bodemsoorten. Dit is van grote invloed op het bestek dat mogelijk bevist kan worden met het waterspraytuig.

In een echt tuig is penetratiediepte afhankelijk van een combinatie van meerdere factoren, zoals het type tuig, onderpees, en net dat gebruikt wordt, alsook de opwekkingsmethode (aantal wekkers, waterspray, etc.). Het is mogelijk dat deze factoren minstens zo veel effect hebben op de

penetratiediepte van het tuig als de configuratie van de waterspray. De tuig specifieke effecten op penetratiediepte zouden verder onderzocht moeten worden.

4.5 Conclusies en aanbevelingen

Basisbemonstering:

Uit de zes basisbemonsteringsweken bleek het waterspraytuig II consistent beter tong te vangen. Dit is zeer waarschijnlijk te wijten aan de aanwezigheid van kittelaars in het tuig. Deze staan er om bekend om tong van de bodem te schrikken. Ondanks de aanwezigheid van de bovengenoemde kittelaars bleek het waterspraytuig (I en II) alsnog ver onvoldoende tong te vangen om een grote kotter (SCH63) rendabel te maken vergeleken met traditionele wekkertuigen. Dit was een van de belangrijkste factoren waardoor de bemonstering is stopgezet. Mogelijk zouden de vangsten op zachtere (Britse) gronden en in een ander seizoen iets beter zijn.

Algemene punten testen VIC:

Optimale tuigconfiguratie. afwegingen die gemaakt moeten worden met bijv. vangstopbrengst en brandstofverbruik. Onbekend hoe vissen hierop reageren, er zijn bepaalde aannames gedaan (vissen worden afgeschrikt door geluid).

Geluid:

- Druk en spuitmondgrootte hebben het meeste effect op het geluid dat het waterspraytuig produceert.
- Rekje 2 produceert meer geluid dan rekje 1.
- Voor spuitmonddiameters van 4-8 mm is het geluid vrijwel gelijk, net als voor druk van 3-5 bar.

Afbuiging waterstraal:

- De afbuiging van de waterstraal wordt significant beïnvloed door de hoek van de spuitmond, waarbij de afbuiging het kleinst is als de hoek van de spuitmond 20 graden vooruit is.
- Snelheid lijkt ook een effect te hebben: bij hogere snelheden wordt de afbuiging groter.
- Er lijkt een relatie te zijn tussen de druk van het tuig en de afbuiging van de straal, met een kleinere afbuiging bij hogere druk.
- Spuitmonddiameter lijkt geen effect te hebben op de afbuiging.

Penetratiediepte:

- De hoek van de straal heeft het grootste effect op penetratiediepte, waarbij 30 graden vooruit de diepste penetratie oplevert.
- Hoe hoger de druk, hoe dieper de bodempenetratie.
- Hoe dichter het tuig op de bodem zit, hoe dieper de straal de bodem penetreert.
- De waterstraal van plaatje zonder glijders komt het diepst van alle tuigen.
- Snelheid heeft geen significant effect op penetratiediepte.

Optimalisatie:

Trade-off geluid en functioneren tuig (afbuiging minimaliseren/penetratiediepte maximaliseren): Hogere druk leidt tot diepere penetratie en minder afbuiging van de straal, maar ook tot meer geluid. Hoe dan ook lijkt een straal die iets naar voren gericht is (20-30 graden) de beste opstelling te zijn. Dit rekje (rekje 1) produceert ook minder geluid dan rekje 2. Voor de optimale afbuiging zouden snelheden gebruikt moeten worden die lager zijn dan praktisch haalbaar in de visserij (2 knopen). Omdat het effect van snelheid op de penetratiediepte niet significant was, is het effect van snelheid op de efficiëntie wellicht beperkt.

5 Rubberstrengen-twistertuig

Voor de ontwikkeling van her rubberstrengen-twistertuig zijn proeven uitgevoerd in het innovatiecentrum, bemonsteringsreizen uitgevoerd en zijn er vergelijkingsreizen gedaan. Er is een testdag in het VIC gedaan om beter inzicht te krijgen in de werking van twisters, er zijn zelfsamplingsreizen uitgevoerd, met als doel het tuig vissend te krijgen, er is een vergelijkingsweek uitgevoerd om beter inzicht te krijgen in de vangsten en bijvangsten van het innovatieve tuig vergeleken met een klassiek wekkertuig. Hiervan worden de methodes, resultaten, discussies en conclusies in de volgende hoofdstukken uitgelicht.

5.1 Proeven VIC

5.1.1 Inleiding

Om inzicht te krijgen in de werking van twisters zijn proeven in het VIC uitgevoerd. Twistes zijn voorheen, ondanks dat deze al een tijd op de UK95 in de Noordzee gebruikt worden (zie hoofdstuk 1.2), nog niet in Nederland in een sleeptank onderzocht. Om de werking van twisters te onderzoeken, en binnen het WMR-ontwikkelingsmodel het tuig te ontwikkelen, is in week 18 van 2022 gedurende anderhalve dag testen uitgevoerd in het VIC.

5.1.2 Methodes

Een speciaal aangepaste twister werd op de sleepwagen bevestigd. Deze twister kon tussen de 30 en 60 graden op de vaarrichting versteld worden (Figuur 25). Deze twister is ontworpen om het effect van hoek op de vaarrichting te onderzoeken. Ook zijn twisters met 'lip' getest. Deze 'lippen' worden gebruikt om de twister in het vistuig vast te maken (Figuur 25). Twistes in combinatie met rubberstrengen zijn ook getest. Elke trek is volgens het standaard VIC protocol uitgevoerd (hoofdstuk 3.3). Tussen elke trek werd de hoek, snelheid of twister type aangepast. Een overzicht van de variaties is te vinden in Tabel 8.



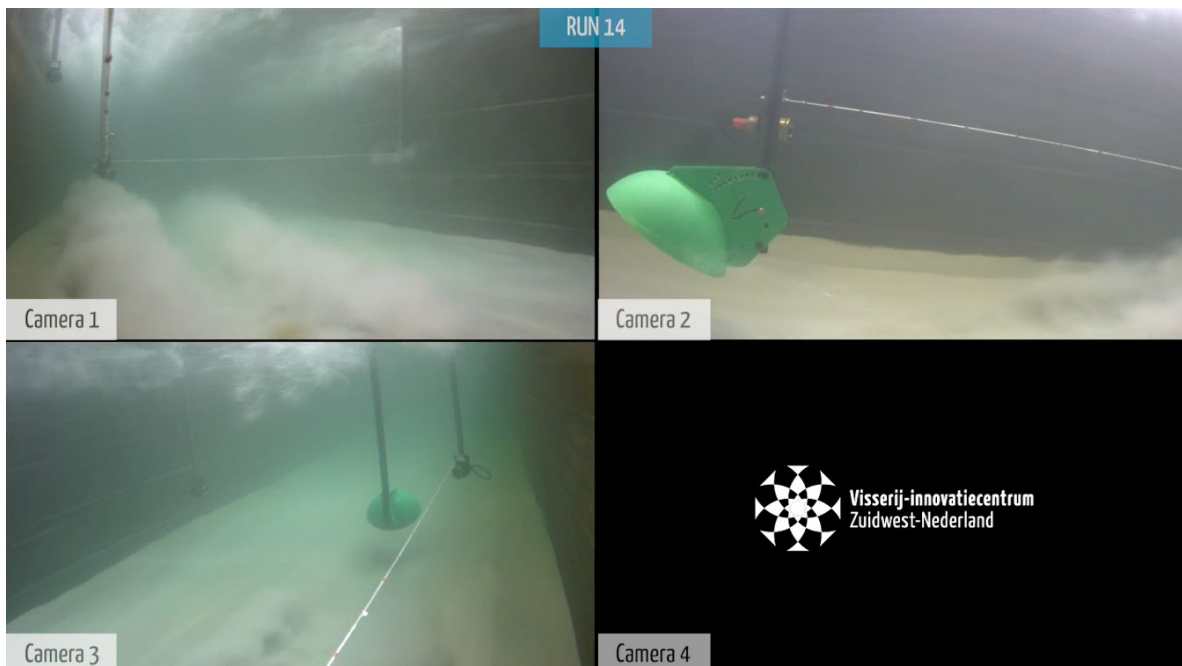
Figuur 25: Linksboven: twister met verstelbaar ophangstelsysteem zoals getest in week 18 van 2022. Hier hangt deze op 30 graden. Rechtsboven: twister met 'lip' ophangstelsysteem zoals gebruikt op kotters. Onder: twister met stuk rubberstrengen.

Tabel 8. Overzicht van verschillende trekken uitgevoerd met twisters of variaties daarvan tijdens een test in het VIC.

Trek	Tijd	Snelheid (kn)	Graden	Opmerkingen
1	14:43	2	30	Dag 1
2	14:56	3	30	
3	15:04	4	30	
4	15:22	4,5	30	
5	15:43	3,5	40	
6	15:50	4	40	
7	15:54	4,5	40	
8	16:11	3,5	50	
9	16:14	4	50	
10	16:18	4,5	50	
11	16:28	3,5	60	
12	16:32	4	60	
13	16:37	4,5	60	
14	10:15	3,5	30	Dag 2
15	10:19	4	30	
16	10:23	4,5	30	
17	10:57	3,5	40	
18	11:01	4	40	
19	11:05	4,5	40	
20	11:19	3,5	50	
21	11:26	4	50	
22	11:29	4,5	50	
23	11:42	3,5	60	
24	11:46	4	60	
25	11:49	4,5	60	
26	12:21	4	60	Twister omgedraaid
27	12:31	4	30	Twister omgedraaid
28	13:06	3	45	Twister met rubberstreng
29	13:17	4,5	45	Twister met rubberstreng
30	13:40	4,5	30	Rubberstreng omgedraaid
31	14:28	3,5	30	Twister met lip
32	14:31	4	30	Twister met lip
33	14:34	4,5	30	Twister met lip

5.1.3 Resultaten

De video's van de tests (trekken) in het VIC zijn door de aanwezige onderzoekers en geïnteresseerden uit de sector (Jaczon, Jan de Boer van de UK95, Bertus Oost van rederij Quotter) direct geanalyseerd. Er zijn 33 trekken in anderhalve testdag uitgevoerd. De twister zonder lip (trek 1-25) werkte goed. Onder bepaalde hoeken maakt deze twister een dubbele werveling (Figuur 26, camera 1). Deze werveling leek optimaal bij een hoek tussen de 30 en 50 graden. Boven een hoek van 50 graden verdween de werveling en werd het water turbulent. Snelheid leek geen effect te hebben op de vorming van waterwervelingen. De aanwezigheid van een lip op de twister leek de werveling iets te verminderen. De aanwezigheid van rubberstrengen achter de twister had een negatief effect op de vorming van een werveling.



Figuur 26. Stil beeld van video van trek 14 met twisters in het VIC. Twister hangt hier op 30 graden en heeft een snelheid van 3,5 knopen. Op camera 2 zijn belletjes te zien op de zijkant van de twister: dit is de oorsprong van de werveling die op camera 1 en 3 te zien zijn.

5.1.4 Conclusie

- Een hoek tussen de 30 en 50 graden creëert de beste waterwerveling
- Lippen en rubberstrengen beperken de werking (werveling) van de twister

5.1.5 Discussie

De wervelingen die door de twisters gecreëerd worden, lijken veelbelovend voor het opschikken van vis uit de bodem. Om het daadwerkelijke effect van twisters te begrijpen zal meer onderzoek nodig zijn. Met name proeven met levende vis (tong en schol). Het is namelijk nog onbekend hoe deze reageren op die turbulentie die door de twister gevormd wordt (ingraven, wegzwemmen, reactietijd). Met deze extra informatie zou het tuig verder aangepast kunnen worden om efficiënter de doelsoort te vangen. Hierbij moet bijvoorbeeld gedacht worden aan de afstand twister-onderpees. Verder zal er meer onderzoek moeten komen naar het ophangstelsel van de twister, dit is van belang om de gecreëerde werveling niet in de weg te zitten. Onderzoek naar de interactie tussen de werveling van twee twisters naast elkaar zal ook van belang zijn voor de optimale werking van het tuig.

5.2 Basisbemonstering

5.2.1 Inleiding

Om het rubberstrengen-twistertuig vissend te krijgen, te verbeteren en efficiënter te maken, is, na de uitkomst van de testen in het VIC en de ervaringen van de UK95, gekozen om het rubberstrengen-twistertuig naar WMR-ontwikkelingsfase 5 te brengen. Hiervoor zijn basisbemonsteringsreizen aan boord van SCH63 en TX36 uitgevoerd. Tijdens deze reizen heeft de bemanning van beide kotters vangsten bemonsterd door middel van een door WMR opgesteld basisbemonsteringsprotocol. De SCH63 viste met twee versies van het rubberstrengen-twistertuig en de TX36 met een rubberstrengen-twistertuig en een wekkertuig ter vergelijking. Tijdens deze reizen is onder andere geëxperimenteerd met de afstand twister- onderpees, het ophangstelsel, de hoek van de twister, de snelheid en het

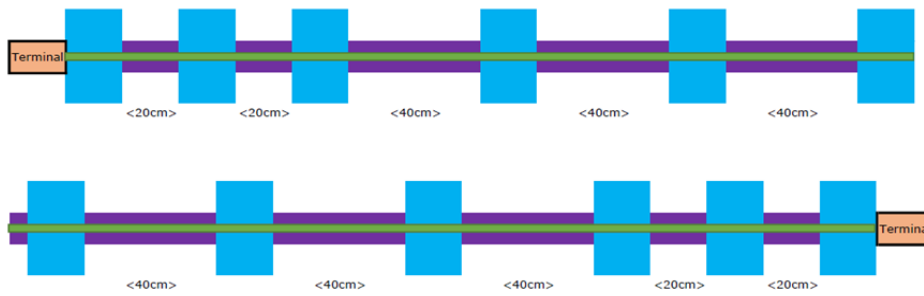
aantal rubberstrengen. De bovengenoemde wijzigingen werden aan de stuurboordzijde (SB) of aan de bakboordzijde (BB) van het schip gedaan. Ter vergelijking werd het effect van de aanpassing bepaald op basis van de vangst in het andere, ongewijzigde tuig.

5.2.1.1 Tuigen SCH63

Twisters en rubberstrengen

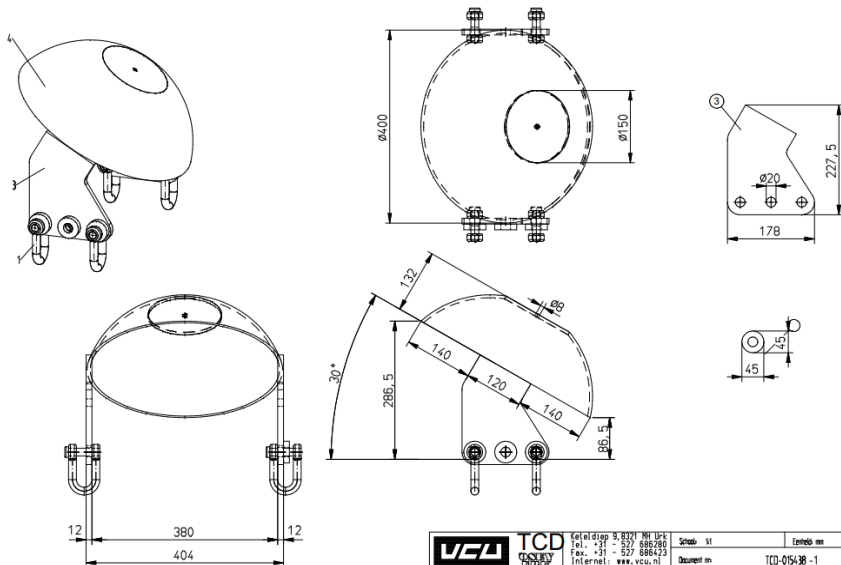
De rubberstrengen- en twistercomponenten van het rubberstrengen-twistertuig zijn voor de SCH63 gebouwd door de coöperatie VCU op Urk. De afmetingen van beide tuigcomponenten zijn te vinden in Figuur 27. De SCH63 voer met rubberstrengen-twistertuigen op bakboord en stuurboord. De tuigen verschilden in aantal rubberstrengen en twisters. Ook viste het bakboord tuig met een tongflap en tongpees terwijl dat op stuurboord niet het geval was. De netten van beide tuigen verschilden ook van elkaar, deze zijn te vinden in 0. Details van het bakboord tuig zijn te vinden in Figuur 28 en Tabel 9. Details van het stuurboord tuig zijn te vinden in Figuur 29 en Tabel 10.

UK 95 // S&O // Tekening 2
 Rubber strengen
 Juli 2021



	14mm staaldraad 6x26tk
	4 x Rubberschijf 150x25mm tapijt
	Rubberschijf 50x20mm tapijt

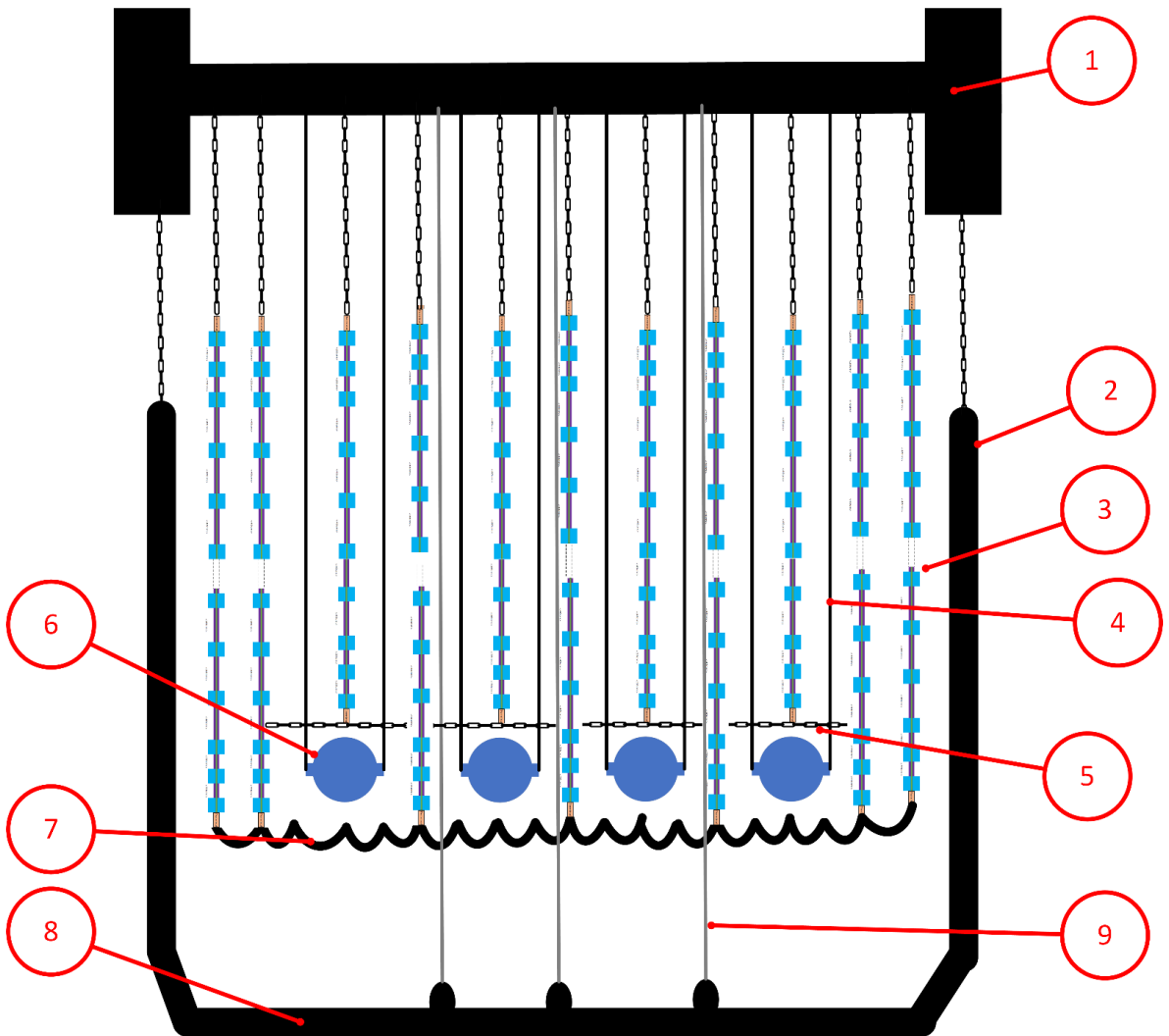
1 x 4,50 meter staaldraad 6x26tk, 14mm.
Beide zijden een oranje connector terminal geklemd.
LET OP: Rubbers los aanschuiven, liefst 5 cm kaal staaldraad
Volledig voorzien van 50x20mm tapijt.
Om de 40 cm voorzien van 4 rubberschijven 150x25mm tapijt
De eerste 2 vakken aan beide zijden zijn 20cm!
Beginnen en eindigen met een knobbel!
Dus beide zijden een terminal met een knobbel ervoor.



Pos.	Aant.	Omschrijving	Materiaal	Gewa[ug]	B[re]n	L[eng]te	Art./ Tek. nr
3	1	Plaast 12 mm	HARDOX 480	2,7	178,0	227,5	
3	1	Plaast 12 mm	HARDOX 480	2,7	227,5	178,0	
2	1	Bolkop versie dec 2010		0,0	0,0	0,0	
1	4	Overspanner 16 mm		0,0	0,0	0,0	

VCU TCD	Kelwijdweg 9, 8221 NH Urk Tel: +31 - 527 886280 Fax: +31 - 527 886423 Internet: www.vcu.nl E-mail: info@vcu.nl	Schaal: 1:1	Eenheid: mm
		Document nr: TCD-015438-1	
		Balkop versie C 2021	
		Statu[us]:	
		Soort: UK-52	Defin[ie]: UK52
		Blad: 1	Totaal: 1
		Auteursrechten voorbehouden volgens de Nederlandse wet. Tekening blijft eigendom van VCU te Urk	

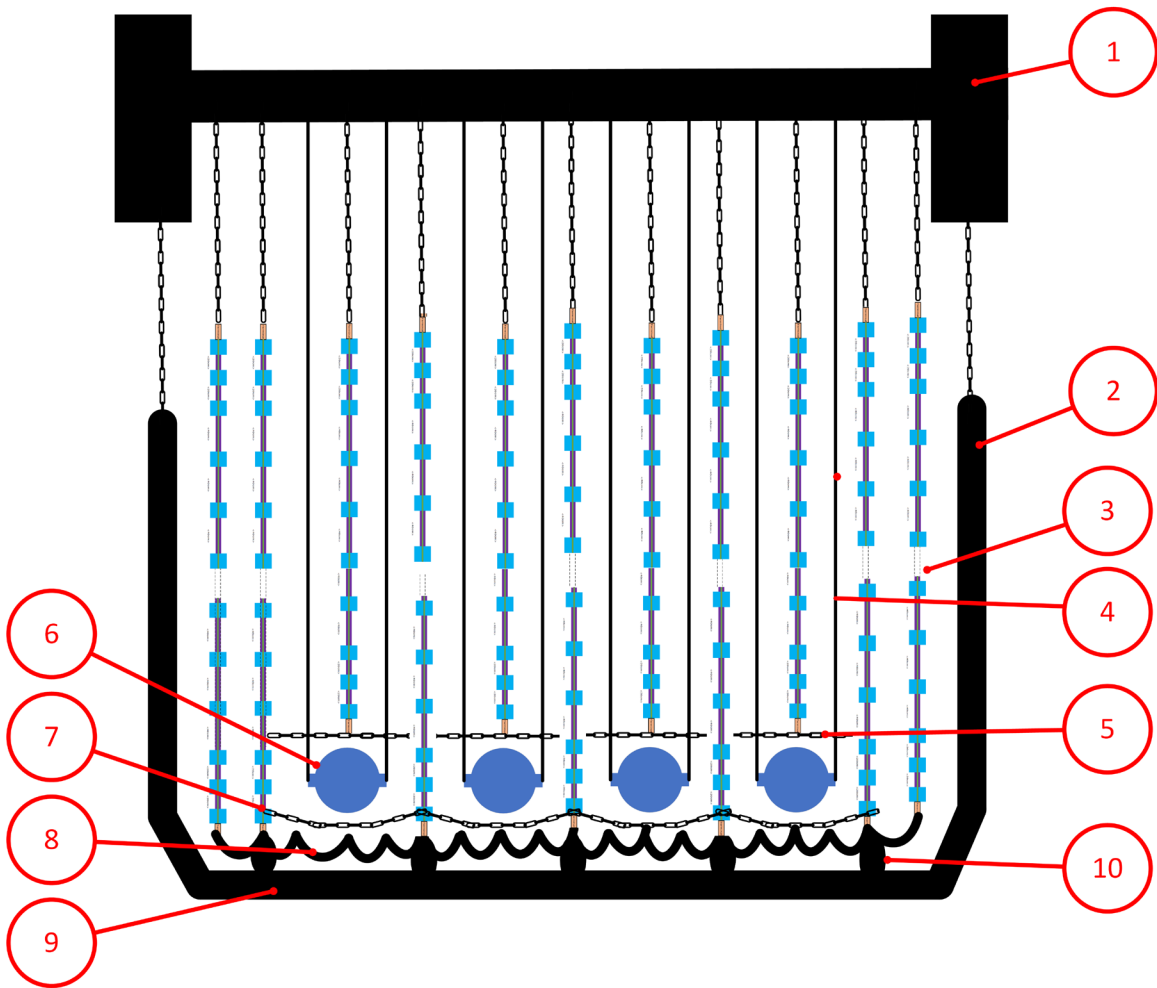
Figur 27. Details van rubberstrengen en twisters zoals gebouwd door VCU en gebruikt op de SCH63 en TX36.



Figuur 28. Schematische weergaven van het bakboord rubberstrengen-twistertuig van de SCH63. Beschrijving en specificaties van 1-9 in tabel 9.

Tabel 9. Specificaties onderdelen van het bakboord tuig van de SCH63 zoals uitgebeeld in Figuur 28.

BB	Tuig onderdeel		Afstand/aantal/gewicht
	Kuil (codend)	gestrekte maaswijdte (mm)	82
1	Boom	beam breedte (m)	12
		beam diameter (mm)	24
		complete gewicht in lucht (kg)	3500
		Sloffen	aantal per tuig #
		breedte (mm)	18
		lengte (cm)	70
2	Kantketting	Diameter schakels (mm), lang/kort	kort, 24
		Lengte kale ketting (m)	2,45
		lengte van kantketting (m)	7
		type, e.g. bobbins, rubber discs, chain, etc.	Rubberschrijven
		diameter van de bobbins of rubber schijven (cm)	1,5
		Lengte rubber schrijven (m)	4,55
3	Rubberstreng	Lengte (m)	4,55
		voorketting lengte (m)	2,45
		voorketting schalm diameter (mm), lang of kort	diameter 13mm, lengte 80mm
		diameter dikke schrijf (cm)	15
		diameter dunne schrijf (cm)	5
		aftand tussen twee dikke schrijven (cm)	40
		diameter van ketting/kabel door rubberstreng (mm)	14
		Afstand tussen strengen (cm)	40
		Totale hoeveelheid #	27
4	Trekker-Twister	lengte (m)	7,6
		diameter kabel (mm)	18+slang=30mm
5	Tussenketting	Lengte (m)	25
		aantal en diameter schakels, kort of lang (mm)	diameter 13mm, lengte 80mm
6	Twisters	Diameter (cm)	40
		Diepte (cm)	13,5
		Gewicht (kg)	14
		aftand tot onderpees (cm)	90
		afstand tot volgende twister (cm)	80
		Aantal totaal #	12
7	Tongpees	lengte van grondpees (m)	11,5
		type, e.g. bobbins, rubber discs, chain, etc.	Rubberschrijven
		diameter van de bobbins of rubber schijven (cm)	12
		diameter van grondpees ketting, (mm), kort of lang	22mm, lang
8	Grondpees	lengte van grondpees (m)	10,5
		type, e.g. bobbins, rubber discs, chain, etc.	Rubberschrijven
		diameter van de bobbins of rubber schijven (mm)	200
		diameter van grondpees ketting / kabel (mm), korte of lange schalmen	30mm, lang
9	Trektoelast grondpees	lengte (m)	7,72
		diameter kabel (mm)	13
		diameter rubberschrijven (cm)	15



Figuur 29. Schematische weergaven van het stuurboord rubberstrengen-twistertuig van de SCH63. Beschrijving en specificaties van 1-10 in tabel 10.

Tabel 10. Specificaties onderdelen van het stuurboord tuig van de SCH63 zoals uitgebeeld in Figuur 29.

SB	Tuig onderdeel		Afstand/aantal/gewicht
	Kuil (codend)	gestrekte maaswijdte (mm)	82
1	Boom	beam breedte (m)	12
		beam diameter (mm)	24
		complete gewicht in lucht (kg)	3500
	Sloffen	aantal per tuig #	4
		breedte (mm)	18
		lengte (cm)	70
2	Kantketting	Diameter schakels (mm), lang/kort	kort, 24
		Lengte kale ketting (m)	2,45
		lengte van kantketting (m)	7
		type, e.g. bobbins, rubber discs, chain, etc.	Rubberschrijven
		diameter van de bobbins of rubber schijven (cm)	1,5
		Lengte rubber schrijven (m)	4,55
3	Rubberstreng	Lengte (m)	4,55
		voorketting lengte (m)	2,45
		voorketting schalm diameter (mm), lang of kort	diameter 13mm, lengte 80mm
		diameter dikke schrijf (cm)	15
		diameter dunne schrijf (cm)	5
		afstand tussen twee dikke schrijven (cm)	40
		diameter van ketting/kabel door rubberstreng (mm)	14
		Afstand tussen strengen (cm)	40
		Totale hoeveelheid #	25
4	Trekker-Twister	lengte (m)	7,6
		diameter kabel (mm)	18+slang=30mm
5	Tussenketting	Lengte (m)	25
		aantal en diameter schakels, kort of lang (mm)	diameter 13mm, lengte 80mm
6	Twisters	Diameter (cm)	40
		Diepte (cm)	13,5
		Gewicht (kg)	14
		afstand tot onderpees (cm)	80
		afstand tot volgende twister (cm)	80
		Aantal totaal #	12
7	Korte wekkers	aantal en diameter schakels (mm), kort of lang	lang, 16
		Lengte (m)	0,9
8	Valse pees	lengte van grondpees (m)	11,5
		type, e.g. bobbins, rubber discs, chain, etc.	Rubberschrijven
		diameter van de bobbins of rubber schijven (cm)	12
		diameter van grondpees ketting, (mm), kort of lang	19mm, lang
		afstand tongpees-grondpees (m)	0,1
9	Grondpees	lengte van grondpees (m)	10,5
		type, e.g. bobbins, rubber discs, chain, etc.	Rubberschrijven
		diameter van de bobbins of rubber schijven (mm)	200
		diameter van grondpees ketting / kabel (mm), korte of lange schalmen	30mm, lang
10	Trektonlaster grondpees	lengte (m)	7,72
		diameter kabel (mm)	13
		diameter rubberschrijven (cm)	15

5.2.1.2 Tuigen TX36

Waterspraywings

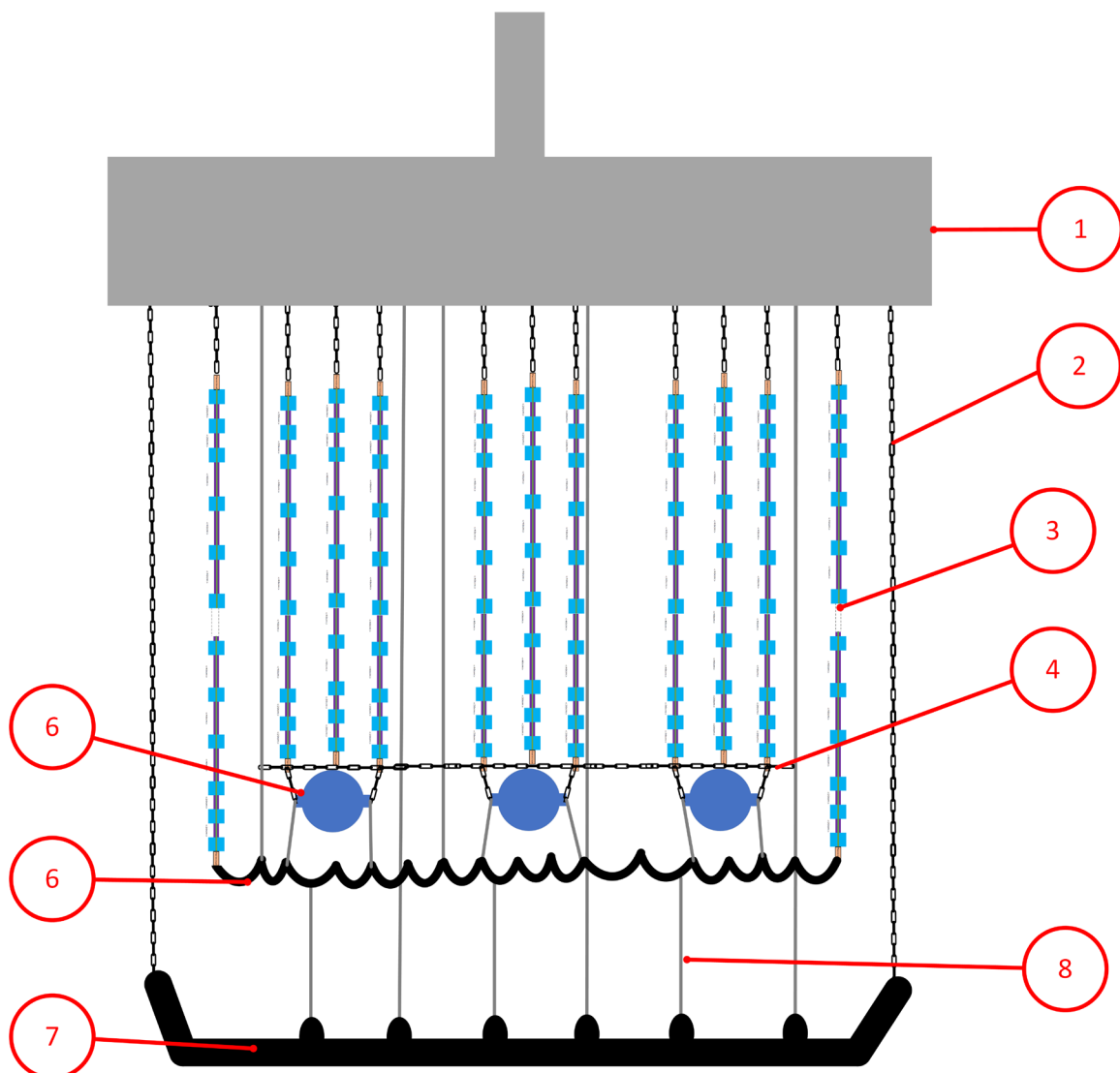
Beide tuigen van de TX36 zijn aan waterspraywings bevestigd. De beschrijving van deze wings is terug te vinden in hoofdstuk 4.1.1.

Wekkertuig

Aan de stuurboord kant van de TX36 is een wekkertuig bevestigd. Deze bestond uit 6 wekkers en 12 kietelaars. De afmetingen van de wekkers varieerde tussen de bemonsteringsweken van 16 mm in de eerste week naar 18 mm in de tweede week. De details hiervan en zijn terug te vinden in de weekrapporten (0). De nettekening van het tuig is terug te vinden in 0.

Rubberstrengen-twistertuig

Aan de bakboord kant werd het rubberstrengen-twistertuig opgehangen. De afmetingen van rubberstrengen en twisters van het gebruikte rubberstrengen-twistertuig op de TX36 zijn hetzelfde als die beschreven in Figuur 27 en tevens ook door de VCU gemaakt. Details van het bakboord tuig zijn te vinden in Figuur 30 en Tabel 11. De net tekening is te vinden in 0.



Figuur 30. Schematische weergaven van het rubberstrengen-twistertuig van de TX36. Beschrijving en specificaties van 1-8 in tabel 11.

Tabel 11. Specificaties onderdelen van het rubberstrengen-twistertuig van de TX36 zoals uitgebeeld in Figuur 30.

BB	Tuig onderdeel		Afstand/aantal/gewicht
1	Waterspraywing	Zie bijlagen waterspraywing	NA
2	Kantketting	Diameter schakels (mm), lang/kort	kort, 24
		Lengte kale ketting (m)	11
		lengte van kantketting (m)	11
		type, e.g. bobbins, rubber discs, chain, etc.	NA
		diameter van de bobbins of rubber schijven (cm)	NA
		Lengte rubber schijven (m)	NA
3	Rubberstreng	Lengte (m)	4,55
		voorketting lengte (m)	2,45
		voorketting schalm diameter (mm), lang of kort	diameter 13mm, lengte 80mm
		diameter dikke schrijf (cm)	15
		diameter dunne schrijf (cm)	5
		afstand tussen twee dikke schrijven (cm)	40
		diameter van ketting/kabel door rubberstreng (mm)	14
		Afstand tussen strengen (cm)	25
		Totale hoeveelheid #	56
4	Tussenketting	Lengte (cm)	25
		aantal en diameter schakels, kort of lang (mm)	diameter 13mm, lengte 80mm
5	Twisters	Diameter (cm)	40
		Diepte (cm)	13,5
		Gewicht (kg)	14
		afstand tot tongonderpees (cm)	90
		afstand tot volgende twister (cm)	40
		Aantal totaal #	16
6	Tongpees	lengte van grondpees (m)	10,5
		type, e.g. bobbins, rubber discs, chain, etc.	Rubberschrijven
		diameter van de bobbins of rubber schijven (cm)	20
		diameter van grondpees ketting, (mm), kort of lang	22mm, lang
		afstand tongpees-grondpees (m)	2,3
7	Grondpees	lengte van grondpees (m)	11,5
		type, e.g. bobbins, rubber discs, chain, etc.	Rubberschrijven
		diameter van de bobbins of rubber schijven (mm)	30
		diameter van grondpees ketting / kabel (mm), korte of lange schalmen	30mm, lang
8	Trektoelast grondpees	lengte (m)	10,5
		diameter kabel (mm)	13
		diameter met rubber (cm)	15

5.2.2 Methodes

Elke week werd de bemanning gevraagd om een treklijst bij te houden met de tijden, weersomstandigheden, locaties, grondsoort, vangsten tong en schol per trek en veranderingen aan de tuigen. Deze lijsten vormde de basis van het weekverslag dat door WMR-onderzoekers werd bijgehouden. Deze verslagen werden gebruikt om veranderingen aan het tuig te volgen en mogelijke positieve veranderingen in kaart te brengen. Elke week werden de vangsten marktwaardige vis van BB en SB apart gehouden volgens het protocol 3.4.1 'basisbemonstering'.

5.2.3 Resultaten

Tussen week 25 van 2022 en week 28 van 2022 zijn er een door de SCH63 gedurende drie visweken met het rubberstrengen-twistertuig gevist waarbij de vangst is bemonsterd met het basisbemonsteringsprotocol. Tussen week 27 en 29 van 2023 is door de TX36 twee overweekse (7 dagen) basisbemonsteringsreizen met het rubberstrengen-twistertuig en vergelijkend wekkertuig uitgevoerd. Tijdens die weken zijn onder andere veranderingen aan het tuig en marktwaardige vangsten bijgehouden middels weekrapporten. Hiervan is in Tabel 12 en wekelijks overzicht van de onderzoeksperiode te zien, samen met de gemiddelde marktwaardige vangsten van tong (doelsoort) en schol. De gedetailleerde weekrapporten zijn terug te vinden in de Bijlage 4 en Bijlage 5.

5.2.3.1 Basisbemonstering SCH63

In de eerste zelfbemonsteringsweek (week 25) is een vergelijking tussen het bakboord (BB) en stuurboord (SB) rubberstrengen-twistertuigen gedaan (beide tuigen staan beschreven in 5.2.1.1). Het voornaamste verschil tussen beide was met name dat het BB-tuig een tongflap had en het SB-tuig zonder tongflap viste. Er zijn in die week 36 trekken bemonsterd, waarvan 35 trekken valide waren voor vergelijking. Het BB-tuig (met tongflap) ving gemiddeld 13kg tong per trek en het SB tuig (zonder tongflap) 10kg tong per trek. Het SB-tuig ving 81% van de tongvangsten van het BB-tuig, dit verschil bleek significant (T-toets). Het BB-tuig ving gemiddeld 23kg schol per trek en het SB-tuig 18kg schol per trek. Het SB-tuig ving 79% van de schol van het BB-tuig, dit verschil bleek significant (T-toets). Het BB-tuig met tongflap lijkt dus beter vis te vangen dan het SB-tuig zonder tongflap.

Tijdens de basisbemonsteringsweek is na trek 25 besloten de afstand tussen de twisters en de onderpees van 00.8m naar 1 m te verzetten om de mogelijke effecten hiervan op vangsten tong en schol te onderzoeken. De gemiddelde vangsten van het SB-tuig zijn voor en na trek vergeleken met de gemiddelde vangsten van het BB-tuig. Hieruit bleek er een vermeerdering in de tongvangsten van 0.6 kg/100 visminuten en een vermindering van scholvangsten van 5.9 kg/100 visminuten. Dit zou erop duiden dat een tongpees dichter op de twister iets slechtere vangsten tong en betere vangsten schol oplevert. In week 25 is ook bijgehouden hoeveel de OD1 en H225 vingen. Dit zijn vergelijkbare kotters die in dezelfde regio viste. De SCH63 ving vaak minder tong en schol dan de andere kotters die in hetzelfde gebied visten. Aan het eind van de week werd de totale besomming van de SCH63 gedeeld door het brandstof verbruik als indicatie van de efficiëntie van het tuig. De SCH63 besomde 1.34 euro per verbruikte liter brandstof. Dit werd ook voor vergelijkbare kotters gedaan en was voor de OD1 en H225 1.73 en 2.02 euro per liter brandstof.

In de tweede zelfbemonsteringsweek (week 26) is het BB-tuig gelijk gehouden, aan het SB-tuig zijn verschillende variaties aan twister hoek en afstand twister-onderpees getest. Er zijn in die week 34 trekken bemonsterd, waarvan 34 trekken valide waren voor vergelijking. Het BB-tuig ving gemiddeld 9 kg tong per trek en het SB-tuig 9 kg tong per trek. Het SB-tuig ving 98% van de tongvangsten van het BB-tuig (door afronding van aantallen vangsten zijn de vangsten niet 100%). Het BB-tuig ving gemiddeld 7 kg schol per trek en het SB-tuig 8 kg schol per trek. Het SB-tuig ving 109% van de schol van het BB-tuig. Deze week is er geen statistische toets over de vangstverschillen BB-SB gedaan aangezien er op SB veel veranderingen aan het tuig zijn doorgevoerd.

Tussen trek 1 en 5 is de twister op 45 cm van de onderpees gezet en op een hoek van 30 graden. Tussen trek 6 en 9 is de twister op 45 cm van de onderpees gezet en op een hoek van 45 graden. Tussen trek 10 en 21 is de twister op 60 cm van de onderpees gezet en op een hoek van 45 graden. Tussen trek 22 en 34 is de twister op 75 cm van de onderpees gezet en op een hoek van 45 graden. De gemiddelde vangsten tussen de bovengenoemde trekken zijn vergeleken met het onveranderde BB-tuig. Uit deze vergelijkingen bleek een afstand twister-onderpees van 45 cm het beste voor tongvangsten. Een afstand twister-onderpees van 60cm was het beste voor scholvangsten. Een twisterhoek van 30 of 45 graden leek weinig verschil te maken in tongvangsten. Voor schol leek een hoek van 30 graden te zorgen voor een vangstverbetering van 1.4 kg/100visminuten vergeleken met een hoek van 45 graden. De besommingen en het gasolieverbruik van de SCH63, H225 en OD1 zijn door rederij Jaczon aan het eind van de week doorgegeven. Hieruit bleek de SCH63 de helft per liter brandstof te besommen ten opzichte van de OD1 (0.79 euro/l vs. 1.23 euro/l). De H225 besomde 1.79 euro per liter brandstof.

In de derde zelfbemonsteringsweek (week 27) is het BB-tuig omgezet naar 25 rubberstrengen met 12 twisters. Ook is de tongflap uit het tuig verwijderd zodat het BB-tuig en SB-tuig zo gelijkwaardig zijn. Aan het BB-tuig hingen de twisters op 0.9 meter van de onderpees de twisters hingen onder een hoek van 45 graden. Tussen trek 1 en 12 hingen de twisters van het SB-tuig ook op 0.9 meter van de onderpees met een hoek van 45 graden. Van trek 13 tot 33 zijn de twisters van het SB-tuig versteld naar 80 cm van de onderpees. Er zijn in die week 34 trekken bemonsterd, waarvan 31 trekken valide waren voor vergelijking. Het BB-tuig ving gemiddeld 9kg tong per trek en het SB tuig 11kg tong per trek. Het SB-tuig ving 121% van de tongvangsten van het BB-tuig. Het BB-tuig ving gemiddeld 21kg schol per trek en het SB-tuig 21kg schol per trek. Het SB-tuig ving 98% van de schol van het BB-tuig.

Van trek 1 tot 12 ving het SB-tuig 2.29 kg meer tong per 100 visminuten en 0.88 kg minder schol per 100 visminuten. Uit een standaard T-test voor gemiddelden bleek dit verschil significant voor tong ($P=0.007$). Het verschil in vangsten schol bleek niet significant. Het significante verschil in tongvangsten kan door een verschil in maaswijdte komen: in week 26 is een maaswijdte op BB-tuig van 82.8mm gemeten terwijl deze op SB-tuig 82mm was. Van trek 13 tot 33 is de afstand tussen de twister en onderpees verlaagd naar 70/80cm terwijl BB gelijk bleef. Van trek 13 tot 33 ving het SB-tuig 1.21 kg meer tong per 100 visminuten en 0.10 kg meer schol per 100 visminuten vergeleken met het BB-tuig. Uit een standaard T-test bleek dit verschil niet significant voor schol of tong. Aangezien het verschil in tongvangsten tussen BB en SB kleiner is als de afstand tongpees-twister verkort wordt, lijkt een afstand van 90 cm (i.p.v. 70-80 cm) gunstiger voor tongvangsten. Dit staat in tegenstelling met de resultaten van week 26, waar tongvangsten significant beter leken met een kortere afstand tongpees-twister. Deze verschillen kunnen zowel komen door omgevingsfactoren en vislocaties als door verschillen in netten en maaswijdtes in de kuil. De besommingen en het gasolieverbruik van de SCH63, H225 en OD1 zijn door rederij Jaczon aan het eind van de week doorgegeven. De SCH63 had een besomming van 1.27 euro per liter, dit is nog steeds lager dan bij andere vergelijkbare kotters. De OD1 besomde 1.38 euro per liter en de H225 1.75 euro per liter.

5.2.3.2 Basisbemonstering TX36

Twee weken voor de start van de zelfbemonsteringsweken heeft de TX36 de waterspraywings ontvangen. Deze zijn toen met wekkers uitgerust en waar nodig aangepast om goed te kunnen vissen. Zo zijn met name nieuwe aanhechtingspunten op de waterspraywings gemaakt zodat deze minder in de grond piekte. De pompen zijn ook uit de waterspraywings gehaald, aangezien deze geen nut hebben in het rubberstrengen-twistertuig. De TX36 vist van woensdag tot woensdag (overweeks), hierdoor zijn meer trekken per zelfbemonsteringsweek mogelijk.

In de eerste zelfbemonsteringsweek (week 27-28) viste de TX36 met een rubberstrengen-twistertuig aan BB en een licht wekkertuig aan SB (zie 5.2.1.2 Tuigen TX36 voor details). De vangsten tong waren voor rubberstrengen-twistertuig gemiddeld over de visweek 15.6 kg/100 visminuten en voor het licht wekkertuig 13.9 kg/100 visminuten. Dit suggereert dat de rubberstrengen met twisters 11% meer tong vangt dan de lichte wekkers. De vangsten schol waren voor rubberstrengen-twistertuig gemiddeld over de visweek 39.8 kg/100 visminuten en voor het licht wekkertuig 38.3 kg/100 visminuten. Dit suggereert dat de rubberstrengen met twisters 4% meer schol vangen dan de lichte wekkers. De TX36 besomde deze week voor 44.067 euro en verbruikte 25596 liter brandstof (1.72 €/L). De week voor de eerste zelfbemonsteringsweek besomde de kotter voor 78.000 euro en verbruikte 30.000 liter brandstof (2.6 €/L). Het extra brandstof verbruik komt met name door de hogere vaarsnelheid met conventionele wekkertuigen.

In de tweede zelfbemonsteringsweek (week 28-29) viste de TX36 met dezelfde rubberstrengen-twistertuig opstelling aan BB. Aan SB werd het wekkertuig verzwaaard door wekkers met 18mm dikke schalmen in te hangen (in de eerste week was dit 16mm). Ook is een tongflap geïnstalleerd. Deze aanpassingen zijn gedaan omdat er op andere gronden werd gevist en om de vangsten van het wekkertuig te proberen te verhogen. De vangsten tong waren voor rubberstrengen-twistertuig gemiddeld over de visweek 12.5 kg/100 visminuten en voor het wekkertuig 21.5 kg/100 visminuten. Dit suggereert dat de rubberstrengen met twisters 41.9% minder tong vangt dan de lichte wekkers. De vangsten schol waren voor rubberstrengen-twistertuig gemiddeld over de visweek 29.4 kg/100 visminuten en voor het licht wekkertuig 28.8 kg/100 visminuten. Dit suggereert dat de rubberstrengen met twisters 3.5% meer schol vangen dan de lichte wekkers. De TX36 besomde deze week voor 43.153

euro en verbruikte 22.571 liter brandstof. Uit deze basisbemonsteringsweek bleek zwaardere wekkers en een tongflap de vangsten tong voor het wekkertuig drastisch te verbeteren. Het rubberstrengentwistertuig lijkt slecht tong te vangen, daarentegen zijn scholvangsten wel hoopvol.

Tabel 12: Overzicht van tuigveranderingen en de vangsten tong en schol van de zelfbemonsteringsreizen met het rubberstrengentuig aan boord de SCH63 en TX63.

Schip	Kenmerkende veranderingen aan het tuig		Week	Schol		Tong		Opmerkingen
	Bakboord	Stuurboord		SB t.o.v. BB (%)	significantie	SB t.o.v. BB (%)	significantie	
SCH63	27 rubberstrengen en 12 twisters, tongflap en tongpees	25 rubberstrengen en 12 twisters	25	81%	p = 0,006 (t-test)	79%	p = 0,001 (t-test)	Vergelijking tongflap vs. Geen tongflap. Aftand twister-tongpees op SB van 0,8 tot 1m veranderd.
			26	98%	NA	109%	NA	Op SB verschillende hoeken en twister-onderpees afstanden geprobeerd.
	25 rubberstrengen en 12 twisters	27	98%	NA	121%	NA	BB-tuig gelijk aan SB-tuig. BB afstand twister naar 0,9m en 45m. SB afstanden twister-onderpees door de week aangepast.	
TX36	Waterspraywing met 18 twisters, 55 rubberstrengen en een tongflap	Waterspraywing, ronde onderpees met 6 lichte wekkers en 12 kittelaars	26-27	96%	NA	89%	NA	Enkele trekken waar het rubberstrengen-twistertuig verkeerd hing. Dit kan een licht vertekend beeld geven in vangsten.
		Waterspraywing, ronde onderpees met 6 conventionele wekkers, 12 kittelaars en tongflap	27-28	58%	NA	103%	NA	Op veel verschillende plekken gevist. Het rubberstrengen-twistertuig ving consistent minder tong dan het wekkertuig.

5.2.4 Conclusies

- Het rubberstrengen-twistertuig met tongflap lijkt gelijkwaardige hoeveelheden tong en schol te vangen als een licht wekkertuig (16mm wekkers) zonder tongflap
- Het rubberstrengen-twistertuig met tongflap vangt significant minder tong als een wekkertuig (18mm schalmen) met tongflap
- Het rubberstrengen-twistertuig met tongflap vangt gelijkwaardige hoeveelheden schol als een wekkertuig (18mm wekkers) met tongflap
- Door de lichtere tuigen en lagere vaarsnelheid werd brandstof bespaart

5.2.5 Discussie

Het rubberstrengen-twistertuig is een innovatief vistuig dat tussen 2021 en 2023 de aandacht heeft getrokken van zowel wetenschappers als vissersgemeenschappen omdat het tuig lichter is met minder bodem-contact en beroering waardoor er langzamer gevist kan worden en zo ook brandstof bespaart blijft en dus als een efficiënt tuig gezien werd.

Voor het tuig om als een realistisch alternatief voor wekkers te worden beschouwd, moeten de vangsten ook goed zijn. Tijdens de basisbemonsteringsweken op de SCH63 werd geobserveerd dat de afstand tussen het rubberstrengen-twistertuig en de onderpees invloed lijkt te hebben op de vangsten van tong en schol. Dit suggereert dat de positie van twisters ten opzichte van de onderpees een rol speelt bij de efficiëntie van het vistuig. Kortere afstanden tussen twisters en de onderpees lijken de vangsten van tong te verbeteren, wat suggereert dat afstandsoptimalisatie de moeite van het onderzoeken waard is, maar met inachtneming van omgevingsvariaties. Echter, zijn harde conclusies niet te trekken vanwege een ongelijkwaardige bakboord-stuurboordvergelijking en variabelen zoals grondsoort en getijden, die ook van invloed kunnen zijn op de vangsten.

Op de TX36 leek het vangstverschil tussen rubberstrengen-twistertuigen en lichte wekkers minimaal, maar langere testperiodes zijn vereist voor bevestiging. Bij gebruik van zwaardere wekkers en een tongflap lijkt het rubberstrengen-twistertuig minder tong, maar nog steeds aanzienlijke scholvangsten op te leveren. Dit opent de mogelijkheid om het rubberstrengen-twistertuig te overwegen als een alternatieve efficiënte visserijmethode, met name gericht op schol.

5.3 Vergelijkingsreis rubberstrengen-twistertuig met en wekkertuig

5.3.1 Inleiding

De TX36 heeft voorafgaand aan de vergelijkingsreis een tweetal basisbemonsteringsreizen, conform aan stap 5 van het WMR-ontwikkelingsmodel, uitgevoerd met het rubberstrengen-twistertuig en een licht- of conventioneel wekkertuig. Hierbij werden alleen de totale hoeveelheden marktwaardige vangsten vergeleken (resultaten in paragraaf 5.2.3). De samenstelling van de discards van beide tuigen blijft met een basisbemonstering onbekend. Om het verschil tussen het rubberstrengen-twistertuig en wekkertuigen in soortensamenstelling, lengte en aantallen in detail te kwantificeren is besloten om een gedetailleerde vergelijkingsreis uit te voeren. Dit geeft zal ook meer inzicht geven in de selectiviteitsefficiëntie van het tuig.

5.3.2 Methodes

De gedetailleerde vergelijking tussen het rubberstrengen-twister tuig en conventioneel wekker tuig werd in week 29-30 van 2023 met de TX36 gedaan (Tabel 13). De details van beide tuigen zijn beschreven

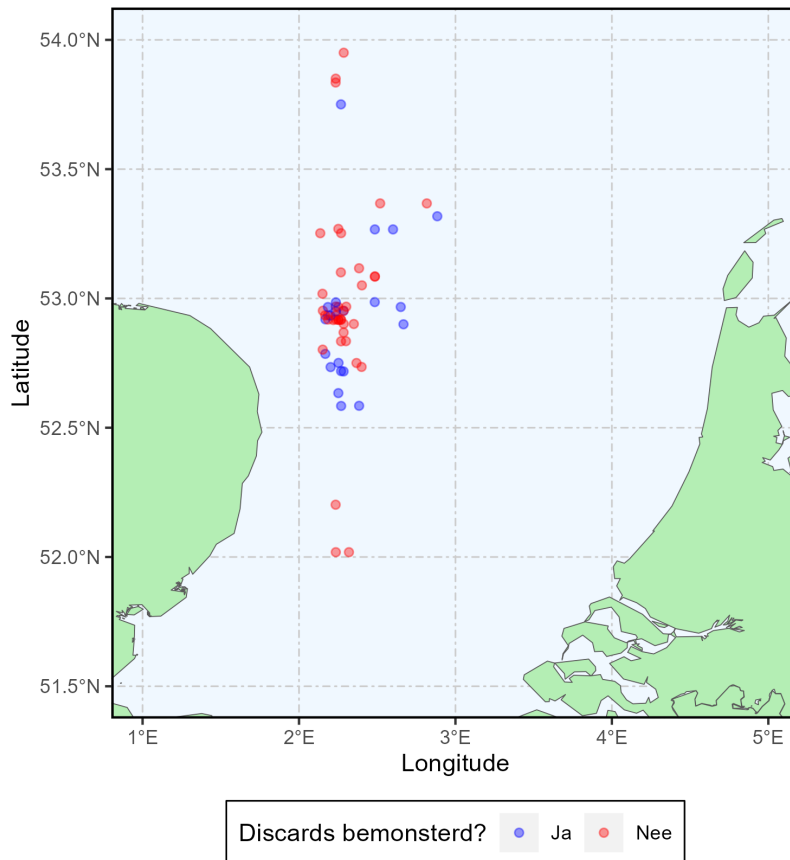
in paragraaf 5.2.1.2 met waterspraywings en de wekkeropstelling van de tweede basisbemonsteringsweek.

Tabel 13 *Schip details TX36.*

Variabele	Eenheid TX-36	
Naam	JAN VAN TOON	
Tuig	Rubberstrengen-twister	en wekkertuig
Lengte	m	42.0
Breedte	m	8.0
Motorvermogen	Hp	2000
Minimaleaaswijdte	mm	80

De detailmetingen van discards en marktwaardige vangst zijn door twee WMR-waarnemers de hele week uitvoert volgens de werkwijze zoals beschreven in paragraaf 3.4.2. Achter één van de twee sorteerbanden is middels een discardglijgoot alle discards van die sorteerband opgevangen, het aantal kisten van die band is per tuig vermenigvuldigd met twee om tot de totale hoeveelheid discards te komen. De gewichten van de marktwaardige vis per tuig is deze reis alleen geregistreerd als de onderzoekers bij de verwerking aanwezig waren.

Deze week is er gevist op het Engelse deel van de Noordzee (Figuur 31) op een diepte van 28 tot 42 m met een snelheid van 4.8 tot 6 knopen. De trekduur was gemiddeld 112 minuten. De windkracht was 4 tot 7 bft. Enkele trekken was de windkracht boven de 6 bft, de waarnemers waren op dat moment (zondag) niet meer in de mogelijkheid om de bemonstering uit te voeren. Op het moment dat de wind in kracht afnam is de bemonstering hervat.



Figuur 31 Beviste locaties gedurende de gedetailleerde vergelijkingsreis (week30 van 2023) in het Engelse deel van de Noordzee. De blauwe bolletjes zijn de locaties van bemonsterde trekken.

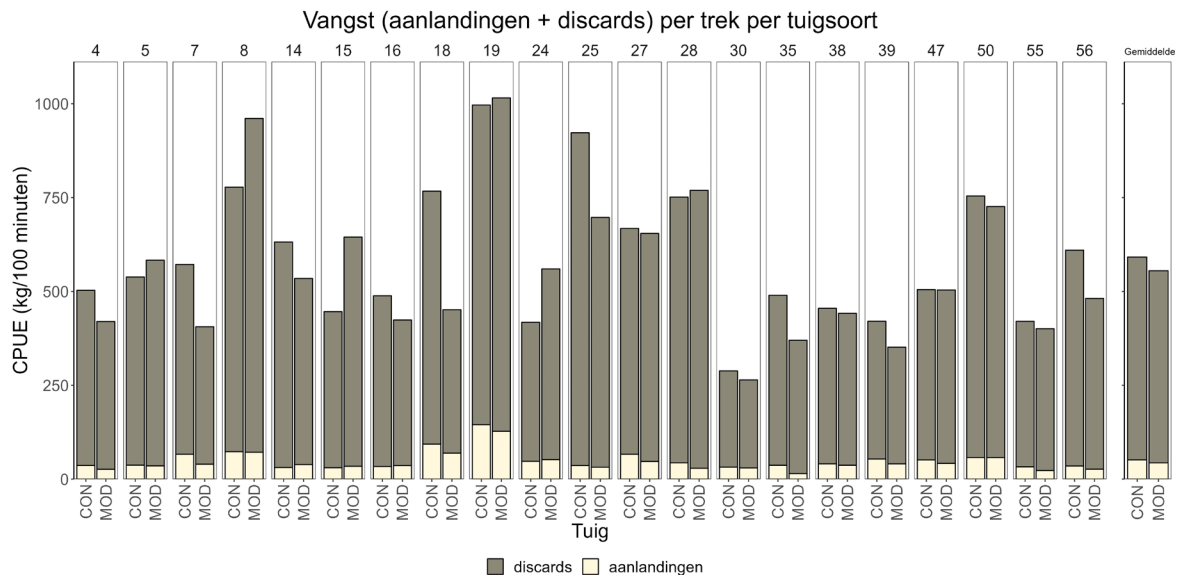
Tabel 14 Gemiddelde maaswijdtes van de gebruikte kuilen tijdens de proeven aan het begin van de week en aan het einde.

Weeknr.	Wekker kuil (CON, sb)	SD	Rubber-twister kuil (MOD, bb)	SD
Begin week 30	82.9	+ - 1.8	84.4	+ - 1.4
Einde week 30	82.3	+ - 2.1	83.8	+ - 1.8

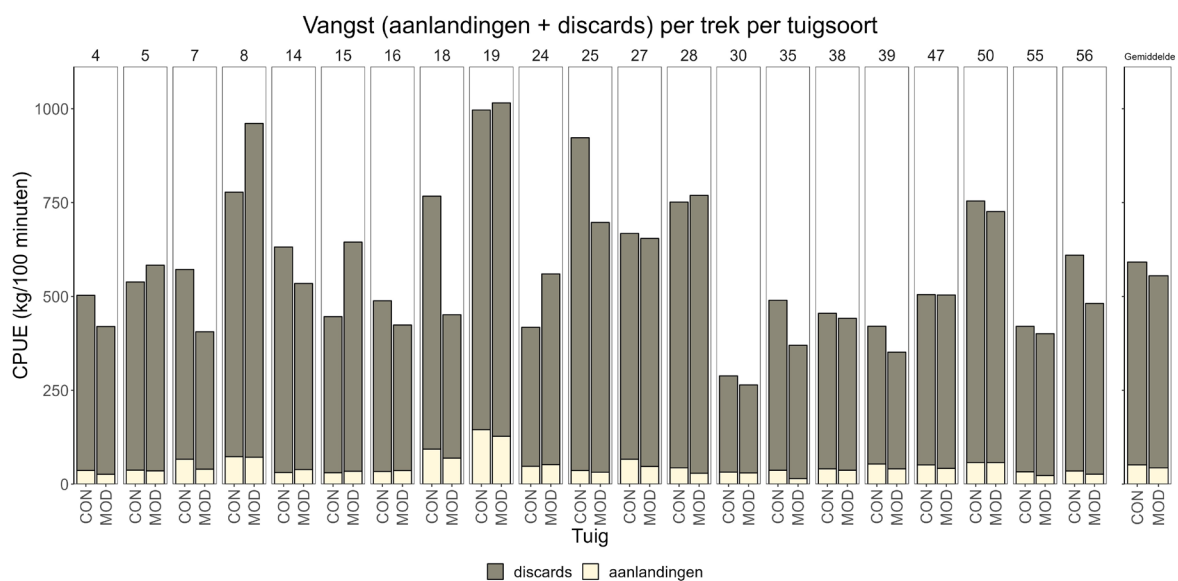
5.3.3 Resultaten

5.3.3.1 Totale vangst

De bemonsterde trekken laten zien dat de ongesorteerde totale vangst voor beide tuigen tussen de 250 en 1000kg per 100 visminuten is (Figuur 32). Het conventionele wekkertuig vangt gemiddeld meer marktwaardige vis en discards dan het rubberstrengen-twister tuig (Figuur 33). De gemiddelde vaarsnelheid tijdens de week was 5.3 knopen, Het rubberstrengen-twistertuig trok gemiddeld 0.8 ton minder zwaar dan het wekkertuig over alle trekken.



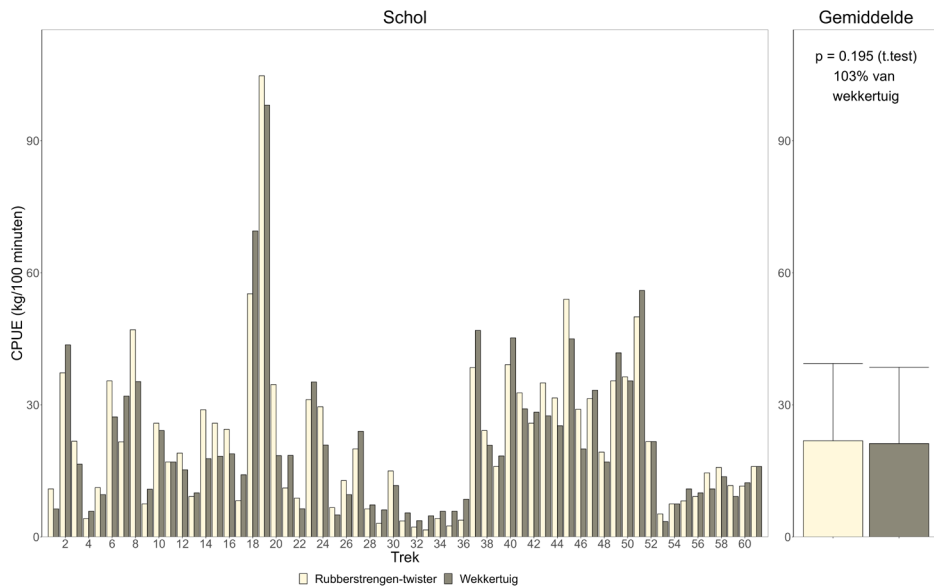
Figuur 32 Vangst marktwaardige vis en discards (vis, benthos en niet levend materiaal) per trek en gemiddeld in kilogram per 100 visminuten van het rubberstrengen-twister tuig (MOD) en een conventioneel wekker tuig (CON) in week 30 van 2023.



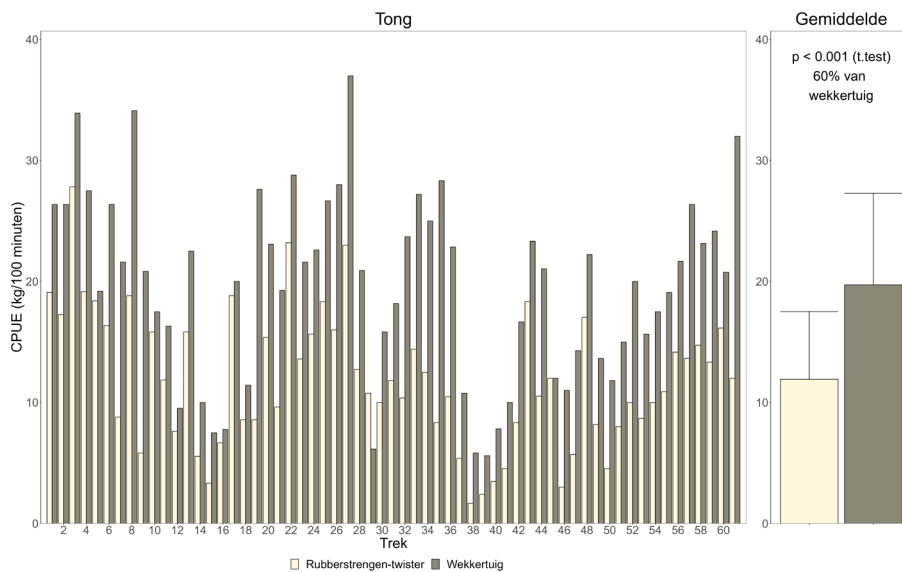
Figuur 33 Percentage marktwaardige vis en discards (vis, benthos en niet leven materiaal) van totale vangst per trek en gemiddeld van het rubberstrengen-twister tuig (MOD) en een conventioneel wekker tuig (CON) in week 30 van 2023.

5.3.3.2 Marktwaardige vangsten

Van de marktwaardige vangsten is, behalve het totale volume, naast schol en tong alle marktwaardige vangst geregistreerd gedurende de trekken waar discard door de waarnemers verzameld werden. Uit de trekken waarbij de vangst van beide netten apart is gewogen blijkt dat de gemiddelde scholvangsten in het rubberstrengen twister tuig niet significant verschillen van het wekkertuig (Figuur 34). Bij de tongvangst is een ander beeld waar te nemen, hier vangt het rubberstrengen twister tuig 60% van de tong ten opzichte van het wekkertuig. De tongvangsten zijn significant ($P < 0.001$) minder, en dit werd in bijna alle trekken waargenomen (Figuur 35). Van de overige marktwaardige vangsten werden in kleinere hoeveelheden bijgevangen (Tabel 15) Er werden voor die soorten geen significante verschillen tussen beide tuigen waargenomen.



Figuur 34 Vangst marktwaardige schol per trek en gemiddeld in kilogram per 100 visminuten van het rubberstrengen-twister tuig (beige) en een conventioneel wekkertuig (grijs) in week 30 van 2023. Tevens is het percentage vangst aangetroffen in het rubberstrengen-twister tuig ten opzichte van de vangst met een conventioneel wekkertuig weergegeven (rechts). Hierbij is een waarde van 100% een exact gelijke vangst.

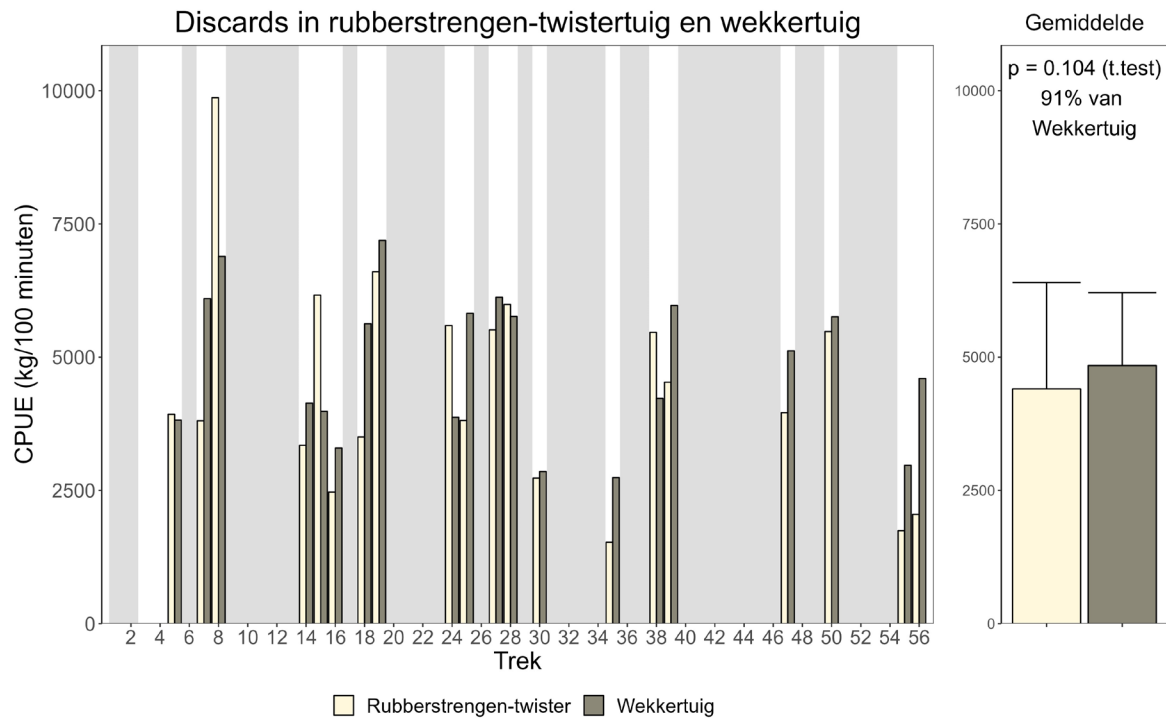


Figuur 35 Vangst marktwaardige tong per trek en gemiddeld in kilogram per 100 visminuten van het rubberstrengen-twister tuig (beige) en een conventioneel wekkertuig (grijs) in week 30 van 2023. Tevens is het percentage vangst aangetroffen in het rubberstrengen-twister tuig ten opzichte van de vangst met een conventioneel wekkertuig weergegeven (rechts). Hierbij is een waarde van 100% een exact gelijke vangst.

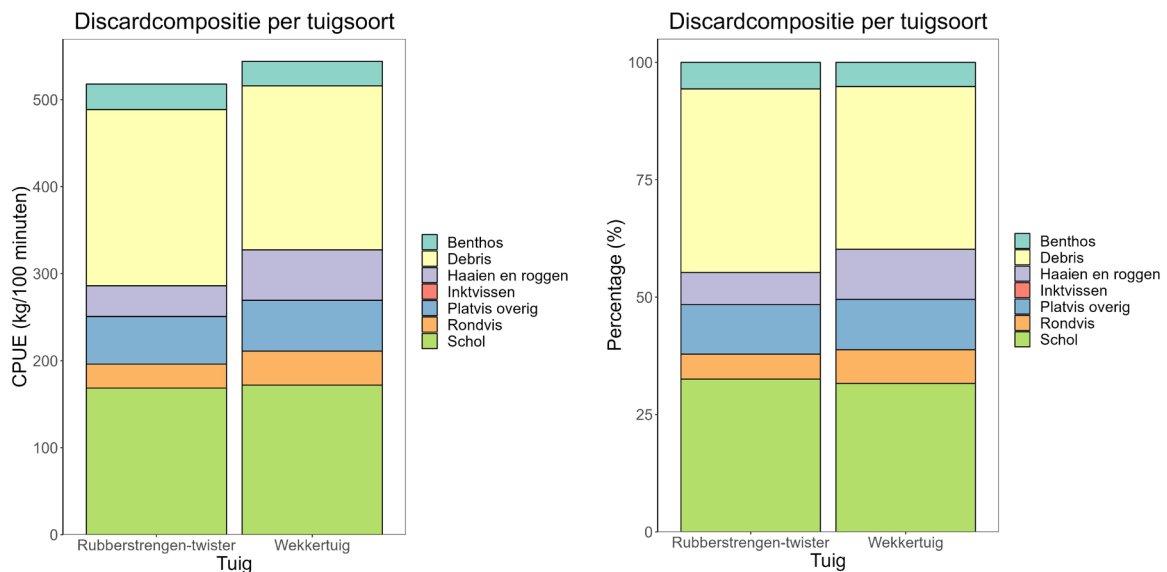
5.3.3.3 Discard samenstelling

De gemiddelde hoeveelheid discards was niet significant anders in het rubberstrengen-twister tuig ten opzichte van het wekkertuig (Figuur 36). De samenstelling bestond in beide tuigen voornamelijk uit ondermaatse schol, niet levend materiaal (schelpen) en in kleinere hoeveelheid schar (Figuur 37, Tabel 15). Enkel voor zwemkrabben spp. werd een significant ($P=0.024$) kleinere vangst waargenomen in het rubberstrengen twistertuig, dit betrof 46% ten opzichte van wat er in het wekkertuig gevangen was (Tabel 15). De overige bijgevangen soorten zijn in Tabel 15 weergegeven in kilogram per 100

visminuten, en in Tabel 16 in aantallen. Opvallend is het significante verschil in vangst blonde rog; omdat deze in zeer kleine aantallen in de discards aanwezig zijn, kan de waarneming enkele (zware) individuen in het discard monster een vertekend beeld geven nadat deze gewichten opgewerkt worden naar het totale gewicht in de discards. Een aangepast protocol met een groter discard monster of het uitzoeken van alle individuen in de discards geeft een nauwkeuriger beeld voor soorten die weinig voorkomen.



Figuur 36 Vangst discards (vis, benthos en niet levend materiaal) per trek en gemiddeld in kilogram per 100 visminuten van het rubberstrengen-twister tuig (MOD) en een conventioneel wekker tuig (CON) in week 30 van 2023. Tevens is het percentage vangst aangetroffen in het rubberstrengen-twister tuig ten opzichte van de vangst met een conventioneel wekkertuig (CON) weergegeven. Hierbij is een waarde van 100% een exact gelijke vangst. De grijze vlakken zijn de niet bemonsterde trekken.



Figuur 37 Discardsamenstelling procentueel (rechts) en gemiddeld (links) in kilogram per 100 visminuten van het rubberstrengen-twister tuig (MOD) en een conventioneel wekker tuig (CON) in week 30 van 2023. Tevens is het percentage vangst aangetroffen in het rubberstrengen-twister tuig ten opzichte van de vangst met een conventioneel wekkertuig weergegeven. Hierbij is een waarde van 100% een exact gelijke vangst.

Tabel 15 Vangsten kg per 100 visminuten. Aantal waarnemingen is aantal keer waargenomen in een trek van de 22 bemonsterde trekken.

Categorie	Soort	Aantal	Aantal trekken	Wekkertuig	SD	Rubberstreng	SD	PERCENTAGE	Test	P-Value
		Waarnemingen	bemonsterd	(CON) (kg/100min)		(MOD) (kg/100min)		MOD/CON		
Landings	Totaal	61	61	44,66 +/- 20,12		37,18 +/- 18,88		83,26	t.test	0
	Schol	61	61	21,21 +/- 17,33		21,84 +/- 17,56		102,98	t.test	0,20
	Tong	61	61	19,72 +/- 7,57		11,92 +/- 5,59		60,45	t.test	0
	Schar	35	38	1,75 +/- 1,75		1,85 +/- 1,81		105,75	t.test	0,25
	Wijting	22	38	1,48 +/- 2,78		1,06 +/- 1,97		71,70	wilcox	0,44
	Rode poon	33	38	0,94 +/- 0,97		0,88 +/- 0,83		93,41	wilcox	0,41
	Tarbot	21	38	0,72 +/- 1,49		0,65 +/- 1,31		90,13	wilcox	0,61
	Griet	19	38	0,36 +/- 0,67		0,18 +/- 0,28		50,15	wilcox	0,23
	Bot	12	38	0,30 +/- 0,80		0,33 +/- 0,99		110,23	wilcox	0,72
	Gevlekte rog	2	38	0,11 +/- 0,48		0,06 +/- 0,39		59,89	wilcox	0,28
	Grauwe poon	11	38	0,09 +/- 0,26		0,13 +/- 0,33		134,62	wilcox	0,48
	Kabeljauw	6	38	0,08 +/- 0,25		0,07 +/- 0,36		91,59	wilcox	0,21
	Mul	16	38	0,06 +/- 0,10		0,06 +/- 0,13		115,66	wilcox	0,53
	Tongschar	14	38	0,04 +/- 0,08		0,07 +/- 0,28		175,74	wilcox	0,64
	Zeeduivel	4	38	0,03 +/- 0,16		0,06 +/- 0,23		239,68	wilcox	0,16
	Noordzeekrab	8	38	0,02 +/- 0,06		0,01 +/- 0,05		63,29	wilcox	0,17
	Makreel	1	38	0,01 +/- 0,04		0,00 +/- 0,00		NA	wilcox	0,17
	Zeekat	2	38	0,00 +/- 0,02		0,02 +/- 0,13		505,56	wilcox	0,50
Schelvis	1	38	0,00 +/- 0,00		0,00 +/- 0,03		NA	wilcox	0,17	
Kreeft	1	38	0,00 +/- 0,00		0,04 +/- 0,25		NA	wilcox	0,17	
Discard	Totaal	20	20	537,22 +/- 169,18		517,93 +/- 182,79		96,41	t.test	0,25
	Debris	20	20	189,26 +/- 106,42		199,01 +/- 112,40		105,15	t.test	0,28
	Schol	20	20	171,95 +/- 91,84		168,51 +/- 93,53		97,99	t.test	0,39
	Schar	20	20	56,25 +/- 18,10		52,17 +/- 33,61		92,75	t.test	0,27
	Wijting	19	20	34,19 +/- 45,80		24,07 +/- 35,33		70,38	wilcox	0,20
	Stekelrog	16	20	24,54 +/- 44,49		10,19 +/- 13,86		41,52	wilcox	0,12
	Hondshaai	16	20	15,20 +/- 18,64		16,94 +/- 32,44		111,39	wilcox	0,80
	Gladde haai	5	20	10,99 +/- 28,89		3,98 +/- 13,27		36,23	wilcox	0,20
	Gewone heremietkreeft	20	20	7,92 +/- 5,21		9,75 +/- 8,04		123,06	t.test	0,13
	Zeester	19	20	4,55 +/- 5,52		3,37 +/- 4,98		73,98	wilcox	0,11
	Wulk	16	20	4,41 +/- 5,04		6,68 +/- 8,52		151,45	wilcox	0,25
	Hartegel	8	20	3,48 +/- 14,87		3,42 +/- 14,29		98,28	wilcox	0,65
	Noordzeekrab	8	20	3,15 +/- 7,28		2,01 +/- 4,65		63,83	wilcox	0,26
	Rode poon	18	20	2,82 +/- 2,51		1,91 +/- 1,53		67,70	wilcox	0,13
	Tong	13	20	1,65 +/- 2,75		1,79 +/- 2,36		108,53	wilcox	0,42
	Zeemuis	12	20	1,54 +/- 1,85		1,15 +/- 1,86		75,01	wilcox	0,20
	Gevlekte rog	11	20	1,43 +/- 2,45		1,05 +/- 1,76		72,96	wilcox	0,40
	Grauwe poon	12	20	1,37 +/- 1,65		1,28 +/- 2,35		93,80	wilcox	0,32
	Helmkrab	20	20	0,94 +/- 1,22		1,00 +/- 2,18		106,19	wilcox	0,92
	Kleine Pieterman	17	20	0,68 +/- 0,87		0,38 +/- 0,52		56,22	wilcox	0,25
	Slangster	20	20	0,62 +/- 0,48		0,55 +/- 0,52		89,69	t.test	0,32
	Zwemkrabben indet.	19	20	0,54 +/- 0,50		0,25 +/- 0,19		46,88	t.test	0,02
	Pitvis	7	20	0,26 +/- 0,82		0,11 +/- 0,30		40,82	wilcox	0,23
	Schelvis	1	20	0,24 +/- 1,08		0,00 +/- 0,00		NA	wilcox	0,17
	Zeeappel	7	20	0,20 +/- 0,36		0,38 +/- 0,70		187,43	wilcox	0,47
	Dwergtong	11	20	0,17 +/- 0,31		0,13 +/- 0,26		75,32	wilcox	0,51
	Schurftvis	13	20	0,13 +/- 0,18		0,22 +/- 0,25		169,90	wilcox	0,13
	Harnasmantje	10	20	0,07 +/- 0,18		0,07 +/- 0,11		106,82	wilcox	0,21
	Bot	2	20	0,07 +/- 0,31		0,19 +/- 0,83		266,99	wilcox	0,50
	Tongschar	3	20	0,05 +/- 0,22		0,14 +/- 0,44		294,18	wilcox	0,27
	Inktvissen	1	20	0,04 +/- 0,17		0,00 +/- 0,00		NA	wilcox	0,17
	Zandspieringen indet.	3	20	0,01 +/- 0,04		0,00 +/- 0,00		6,65	wilcox	0,27
	Cirkelronde krab	1	20	0,01 +/- 0,05		0,00 +/- 0,00		NA	wilcox	0,17
	Hooiwagenkrab	2	20	0,01 +/- 0,03		0,01 +/- 0,04		112,90	wilcox	0,50
	Tepelhorn	3	20	0,01 +/- 0,03		0,03 +/- 0,10		413,52	wilcox	0,27
	Zeeanemonen	1	20	0,01 +/- 0,03		0,00 +/- 0,00		NA	wilcox	0,17
Kamster	1	20	0,01 +/- 0,03		0,02 +/- 0,08		279,80	wilcox	0,50	
Ovaalronde krab	1	20	0,00 +/- 0,00		0,05 +/- 0,20		NA	wilcox	0,17	
Nagelkrab	1	20	0,00 +/- 0,00		0,01 +/- 0,05		NA	wilcox	0,17	
Mossel	1	20	0,00 +/- 0,00		0,02 +/- 0,11		NA	wilcox	0,17	
Langvinpijlintvissen indet.	1	20	0,00 +/- 0,00		0,07 +/- 0,32		NA	wilcox	0,17	
Hanenkam	1	20	0,00 +/- 0,00		0,31 +/- 1,41		NA	wilcox	0,17	
Dwergpijlintvis	1	20	0,00 +/- 0,00		0,00 +/- 0,00		NA	wilcox	0,17	
Blauwkeeltje	1	20	0,00 +/- 0,00		0,10 +/- 0,46		NA	wilcox	0,17	
Blonde rog	3	20	0,00 +/- 0,00		3,61 +/- 10,30		NA	wilcox	0,04	

Tabel 16 Vangsten van in aantal per 100 minuten. Aantal waarnemingen is aantal keer waargenomen in een trek van de 22 bemonsterde trekken.

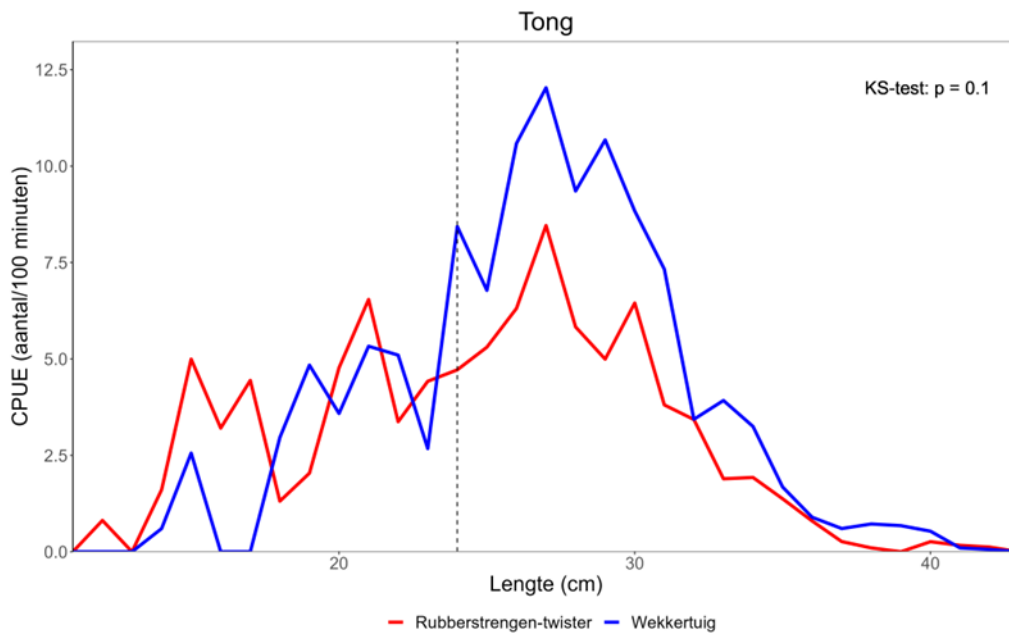
Categorie	Soort	Aantal Waarnemingen	Aantal trekken bemonsterd	Wekkertuig (CON) (#/100min)	SD	Rubberstreng (MOD) (#/100min)	SD	PERCENTAGE MOD/CON	Test	P-Value
Landings	Schol	22	22	95 +/- 94		109 +/- 100		115	wilcox	0,25
	Tong	22	22	91 +/- 49		58 +/- 35		65	t.test	0,00
Discards	Schol	20	20	1816 +/- 770		1736 +/- 845		96	t.test	0,26
	Schar	20	20	988 +/- 301		866 +/- 530		88	t.test	0,14
	Wijting	19	20	350 +/- 451		245 +/- 317		70	wilcox	0,21
	Hondshaai	16	20	78 +/- 98		49 +/- 57		63	wilcox	0,17
	Stekelrog	16	20	69 +/- 76		47 +/- 57		68	wilcox	0,17
	Slangster	20	20	54 +/- 221		0 +/- 0		0	wilcox	0,08
	Helmkraab	20	20	49 +/- 186		0 +/- 0		0	wilcox	0,08
	Kleine Pieterman	17	20	34 +/- 40		21 +/- 22		62	wilcox	0,31
	Rode poon	18	20	29 +/- 28		22 +/- 16		76	t.test	0,13
	Zwemkrabben indet.	19	20	28 +/- 102		0 +/- 0		0	wilcox	0,08
	Tong	13	20	23 +/- 36		27 +/- 36		118	wilcox	0,39
	Zeester	19	20	21 +/- 78		0 +/- 0		0	wilcox	0,08
	Grauwe poon	12	20	19 +/- 23		19 +/- 30		99	wilcox	0,34
	Dwergtong	11	20	14 +/- 24		9 +/- 14		63	wilcox	0,43
	Schurftvis	13	20	11 +/- 15		15 +/- 16		142	t.test	0,07
	Gevlekte rog	11	20	10 +/- 17		11 +/- 18		109	wilcox	0,48
	Pitvis	7	20	7 +/- 20		3 +/- 8		40	wilcox	0,24
	Harnasmannetje	10	20	6 +/- 14		7 +/- 10		109	wilcox	0,22
	Gladde haai	5	20	6 +/- 13		2 +/- 7		35	wilcox	0,18
	Gewone heremietkreeft	20	20	5 +/- 19		0 +/- 0		0	wilcox	0,08
	Zeeappel	7	20	3 +/- 9		0 +/- 0		0	wilcox	0,08
	Zandspieringen indet.	3	20	2 +/- 8		1 +/- 4		34	wilcox	0,27
	Schelvis	1	20	1 +/- 6		0 +/- 0		0	wilcox	0,17
	Tongschar	3	20	1 +/- 4		1 +/- 4		120	wilcox	0,31
	Inktvissen	1	20	1 +/- 3		0 +/- 0		0	wilcox	0,17
	Kamster	1	20	1 +/- 3		0 +/- 0		0	wilcox	0,17
	Bot	2	20	0 +/- 2		1 +/- 6		305	wilcox	0,50
	Langvinpijlinktvissen indet.	1	20	0 +/- 0		1 +/- 3		NA	wilcox	0,17
	Blonde rog	3	20	0 +/- 0		3 +/- 6		NA	wilcox	0,04
Blauwkeeltje	1	20	0 +/- 0		1 +/- 6		NA	wilcox	0,17	

5.3.3.4 Lengteverdeling gevangen tong, schol en schar

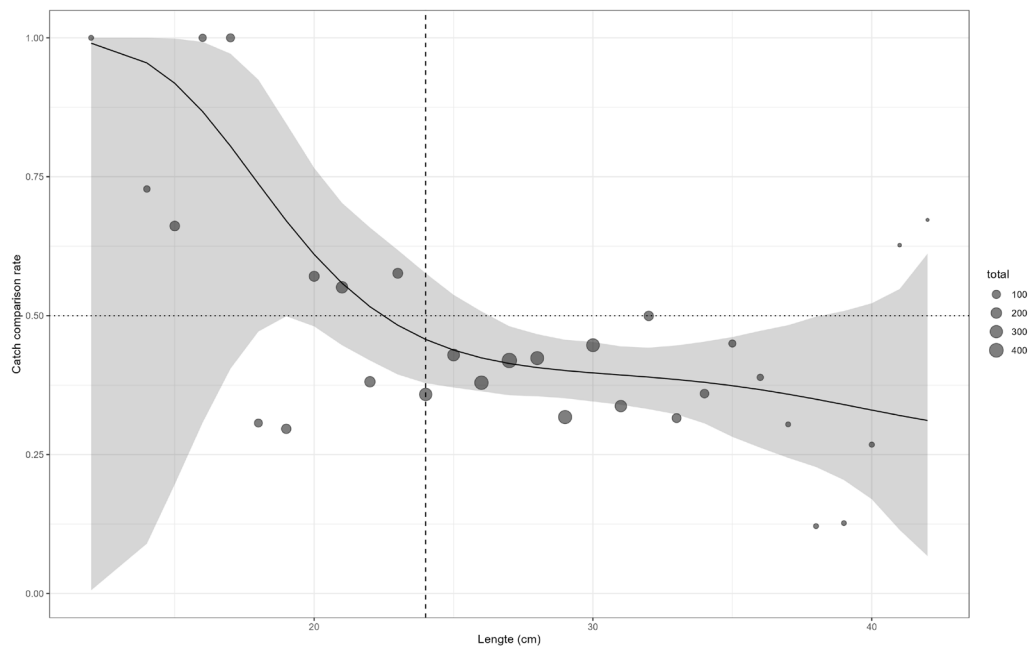
De lengte frequentie van de doelsoort tong en schol en de bijvangst van schar zijn in deze paragraaf weergegeven. Daarnaast is de lengteverdeling van tong en schol tussen het rubberstrengen twistertuig en het wekkertuig vergeleken.

Tong

De lengteverdeling van de tongvangsten is gebaseerd op 22 trekken waarin alle tong is gemeten. In beide tuigen is de lengteverdeling gelijkwaardig, in de marktwaardige lengteklasse van 24 tot 30 centimeter werden de meeste individuen gevangen, enkel vangt het rubberstengens twistertuig over alle marktwaardige lengtes over het algemeen minder (Figuur 38). Dit is ook duidelijk te zien in de vergelijking van de waargenomen lengtes (Figuur 39). De gemodelleerde curve blijft stabiel over de marktwaardige lengte rond de 0.3. Dit laat zien dat er een minimaal lengte effect is waargenomen in de lagere vangsten van marktwaardige tong in het rubberstengens twistertuig. De lengtefrequentie van ondermaatse tong laat een onduidelijk beeld zien, en niet in overeenstemming met de marktwaardige vangsten. Waarschijnlijk is dit een gevolg van de bemonsteringsprocedure. Hierbij is enkel ondermaatse tong die in het discard monster gevonden werd gemeten, gezien dit om zeer beperkte aantallen gaat kan hier geen betrouwbare vergelijking mee gedaan worden, dit is ook duidelijk zichtbaar in het grote confidence interval rond de gemodelleerde lijn van ondermaatse tong (Figuur 38).



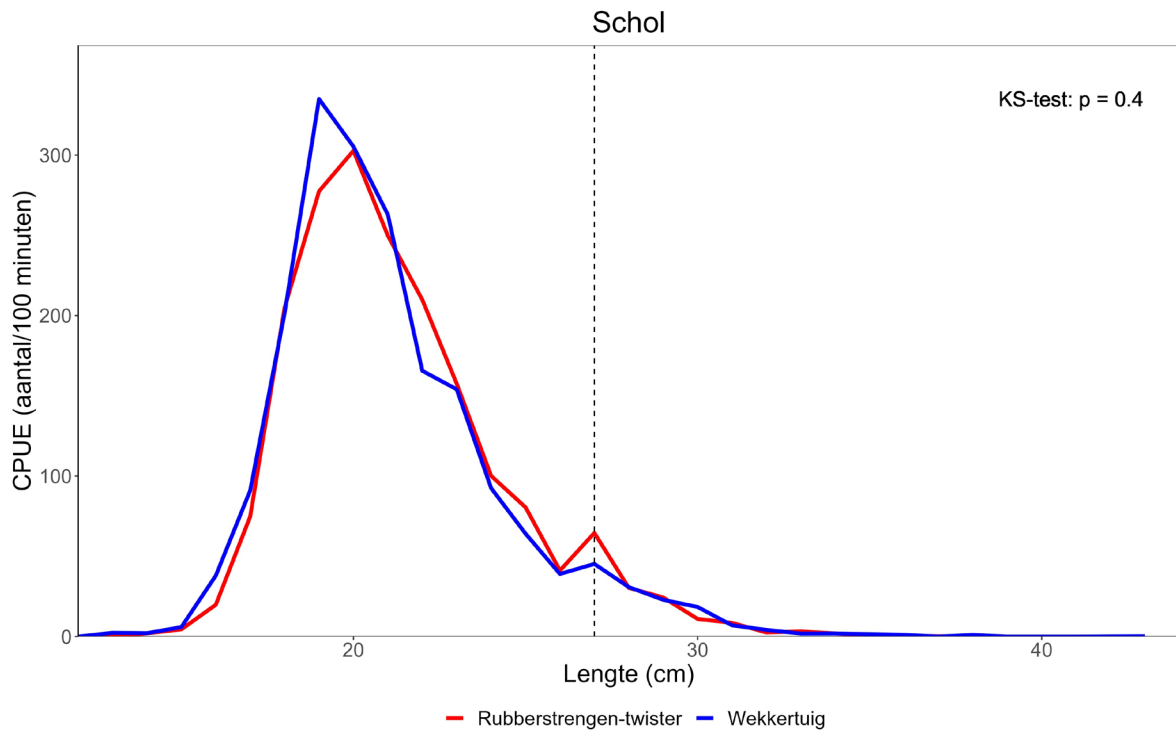
Figuur 38 Lengteverdeling van marktwaardige en ondermaatse tong gevangen in het rubberstrengen-twister tuig (rood) en een conventioneel wekker tuig (blauw) in week 30 van 2023. De grijze gestippelde lijn geeft de minimum aanlandingsmaat weer.



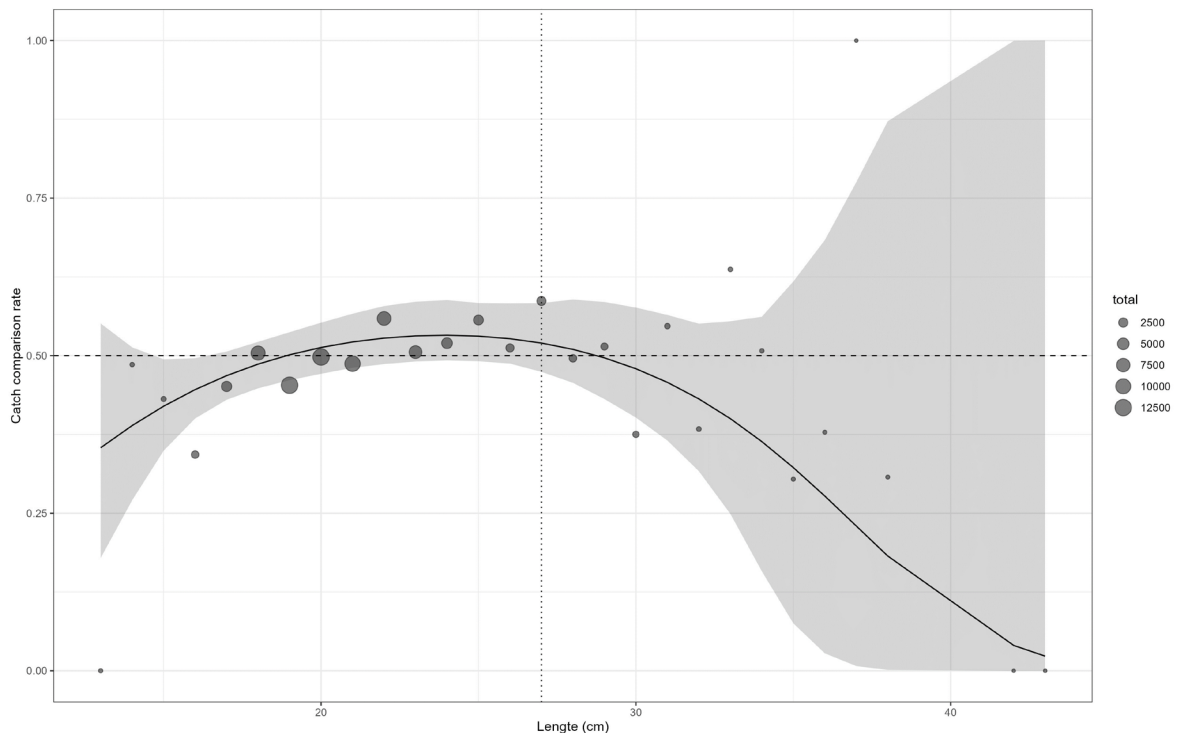
Figuur 39 Vergelijking lengteverdeling marktwaardige en ondermaatse tong gevangen in het rubberstrengen-twister tuig en een conventioneel wekker tuig in week 30 van 2023. De verticale grijze gestippelde lijn geeft de minimum aanlandingsmaat weer. De horizontale gestippelde lijn geeft aan dat elk tuig precies evenveel (50%) van de betreffende lengteklasse vangt. Indien de datapunten boven de horizontale 0.5 lijn liggen vangt het rubberstrengen twistertuig meer vissen van die lengteklas(sen), in het geval dat ze er onder liggen minder.

Schol

De lengteverdeling van de scholvangsten is gebaseerd op een 22 trekken reis waarin schol is gemeten. In beide tuigen is de lengteverdeling gelijkwaardig en zijn geen lengteafhankelijke verschillen tussen de beide tuigen waarneembaar (Figuur 41). Het zwaartepunt in de lengteverdeling van schol ligt in beide tuigen rond de 20 centimeter, duidelijk is dat er van de gevangen schol voornamelijk ondermaatse individuen gevangen (Figuur 40), dit werd ook opgemerkt in de discardsamenstelling (Figuur 37).



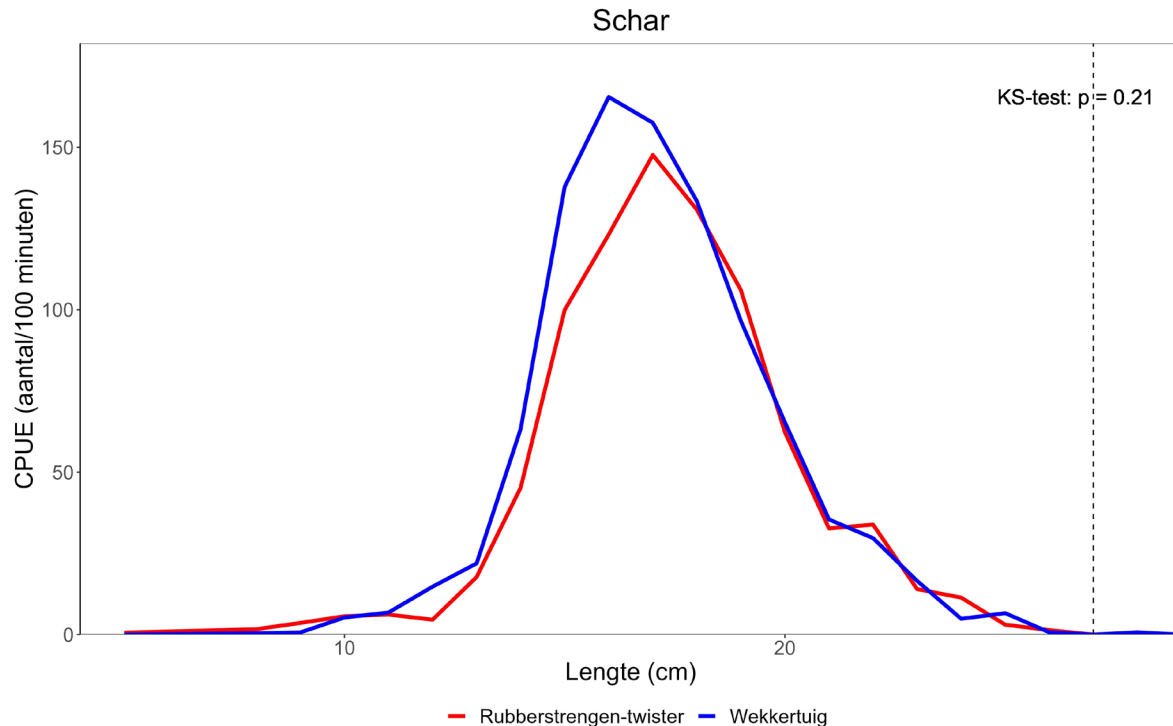
Figuur 40 Lengteverdeling van marktwaardige en ondermaatse schol gevangen in het rubberstrengen-twister tuig (rood) en een conventioneel wekker tuig (blauw) in week 30 van 2023. De grijze gestippelde lijn geeft de minimum aanlandingsmaat weer.



Figuur 41 Vergelijking lengteverdeling marktwaardige en ondermaatse schol gevangen in het rubberstrengen-twister tuig en een conventioneel wekker tuig in week 30 van 2023. De verticale grijze gestippelde lijn geeft de minimum aanlandingsmaat weer. De horizontale gestippelde lijn geeft aan dat elk tuig precies evenveel (50%) van de betreffende lengteklasse vangt. Indien de datapunten boven de horizontale 0.5 lijn liggen vangt het rubberstrengen twister tuig meer vissen van die lengteklas(sen), in het geval dat ze er onder liggen minder.

Schar

De lengteverdeling van de scharvangsten gebaseerd op een 22 trekken waarin enkel ondermaatse exemplaren uit het discard monster zijn gemeten. In beide tuigen is de lengteverdeling gelijkwaardig, enkel lijkt het wekkertuig meer individuen tussen de 14 en 17 centimeter te vangen (Figuur 42). Het zwaartepunt in de lengteverdeling van schar ligt in beide tuigen ronde de 16 centimeter, gezien er zeer weinig marktwaardige scharvangsten (Tabel 15) zijn worden ook voor schar voornamelijk ondermaatse individuen gevangen (Figuur 37).



Figuur 42 Lengteverdeling ondermaatse schar gevangen in het rubberstrengen-twister tuig (rood) en een conventioneel wekker tuig (blauw) in week 30 van 2023. Marktwaardige schar (groter dan ~25cm) is gezien de zeer kleine aantallen in de vangst niet gemeten.

5.3.4 Conclusie

- Rubberstrengen twistertuig vangt 60% van de tong in vergelijking met een conventioneel wekkertuig met tongflap. Deze significante vermindering van tongvangsten is zichtbaar over de hele lengteverdeling van de gevangen marktwaardige tong.
- Marktwaardige scholvangsten zijn in het rubberstrengen twistertuig gelijk aan die van een wekkertuig met tongflap, ook voor de overige marktwaardige vis werden geen significante verschillen waargenomen.
- De op de bijvangst van zwemkrabben na zijn er geen significante verschillen in de soorten discards gevangen met een rubberstrengen twistertuig.
- Er is geen verschil tussen de gevangen lengteverdeling tong, schol en schar tussen het rubberstrengen-twistertuig en het conventionele wekkertuig.
- Door de verminderde tongvangsten in het rubberstrengen twistertuig is het percentage marktwaardige vis ten opzichte van discards lager dan in een conventioneel wekkertuig.
- De trekkracht benodigd om het rubberstrengen twistertuig voort te trekken met 5.3 knopen is gemiddeld 0.8 ton minder dan het wekkertuig.

5.3.5 Discussie

De in deze gedetailleerde vergelijking gebruikte bemonsteringsmethode is minder geschikt om de vangst van (discard)soorten waarvan er maar enkele in de vangst zitten te vergelijken. Door het nemen van een discard monster kan het voorkomen dat deze soort in het monster van het stuurboordtuig zit, terwijl

dit niet het geval is voor het bakboord monster. Hierdoor kan een vertekend beeld ontstaan, dit betreft vooral de haaien en roggensoorten, maar in dit geval ook ondermaatse tong. Indien er een gedegen vergelijking voor deze soorten gedaan moet worden is het wenselijk om alle individuen uit de vangst te verzamelen, of als de aantallen het toestaan een groter discard monster nemen waaruit alleen deze soorten gehaald worden.

Het rubberstrengen-twistertuig lijkt onder dezelfde condities (dezelfde trek) net zo efficiënt schol te kunnen vangen als het conventionele wekkertuig. Dit is helaas niet het geval voor tong. Er zal dus terug gegaan moeten worden in het WMR-ontwikkelingsmodel om oplossingen te vinden om efficiënter tong te vangen.

5.4 Efficiëntie rubberstrengen-twistertuig

Om de efficiëntie van het rubberstrengen-twistertuig te onderzoeken, binnen stap 6 van het WMR-ontwikkelingsmodel, is een vergelijkende analyse van vangsten en brandstof verbruik per tuig gedaan. De gegevens die gebruikt zijn voor de analyse zijn tijdens de basisbemonsteringsreizen en gedetailleerde vangstvergelijkingreizen op de TX36 verzameld (hoofdstuk 5.2 en 5.3). Deze analyse zal meer inzicht geven in de economische haalbaarheid van het rubberstrengen-twistertuig.

5.4.1 Methodes

5.4.1.1 Tuig specifiek brandstofverbruik

Per trek kon de combinatie van trekkracht en snelheid gebruikt worden om het brandstof verbruik per tuig te berekenen (Formule 1). Dit kon gedaan worden omdat binnen het onderzoek van Turenhout et al., 2015 HFK engineering de opdracht heeft gekregen het energieverbruik van de TX36 in kaart te brengen. Hierdoor kon het energie specifiek gebruik van de hoofdmotor gelinkt worden aan de weerstand van tuigen bij specifieke snelheden. De waardes hiervan zijn door HFK-engineering doorgegeven in Tabel 17 weergegeven. De formule die voor 1kg weerstand de snelheid aan brandstof verbruikt linkt is:

Formule 1: $\text{Brandstofverbruik(liter/80uur)} = 0.2 * \text{snelheid(kn)} - 0.1$

Met de informatie die wekelijks op de treklijst werd bijgehouden kon de volgende formule (formule 2) gebruikt worden:

Formule 2:

$$BTuig100 = ((s * 0.2 - 0.1) * t) * 100 / (80 * 60)$$

Met $B_{tuig100}$ = brandstofverbruik per tuig per 100 visminuten, s = snelheid in knopen, t = trekkracht, de vermenigvuldiging met $100 / (80 * 60)$ is om het gebruik terug te brengen naar 100 visminuten voor de vergelijking. Het energie specifiek gebruik werd namelijk over 80 uur gegeven.

Vanaf het tuig-specifieke brandstofverbruik kon, omdat het totale brandstof aan het eind van de week bekend is, het resterende schip-specifieke brandstofverbruik berekend worden. Deze werd door twee gedeeld en bij het gemiddelde tuig specifieke brandstofverbruik opgeteld.

Over een visweek werden de waardes voor alle trekken per tuig gemiddeld (rubberstrengen-twistertuig en wekkertuig). Het gemiddelde brandstofverbruik werd vermenigvuldigd met de brandstofprijs van die week.

Tabel 17 Energie specifiek gebruik van de TX36 bij bekende snelheid en weerstand.

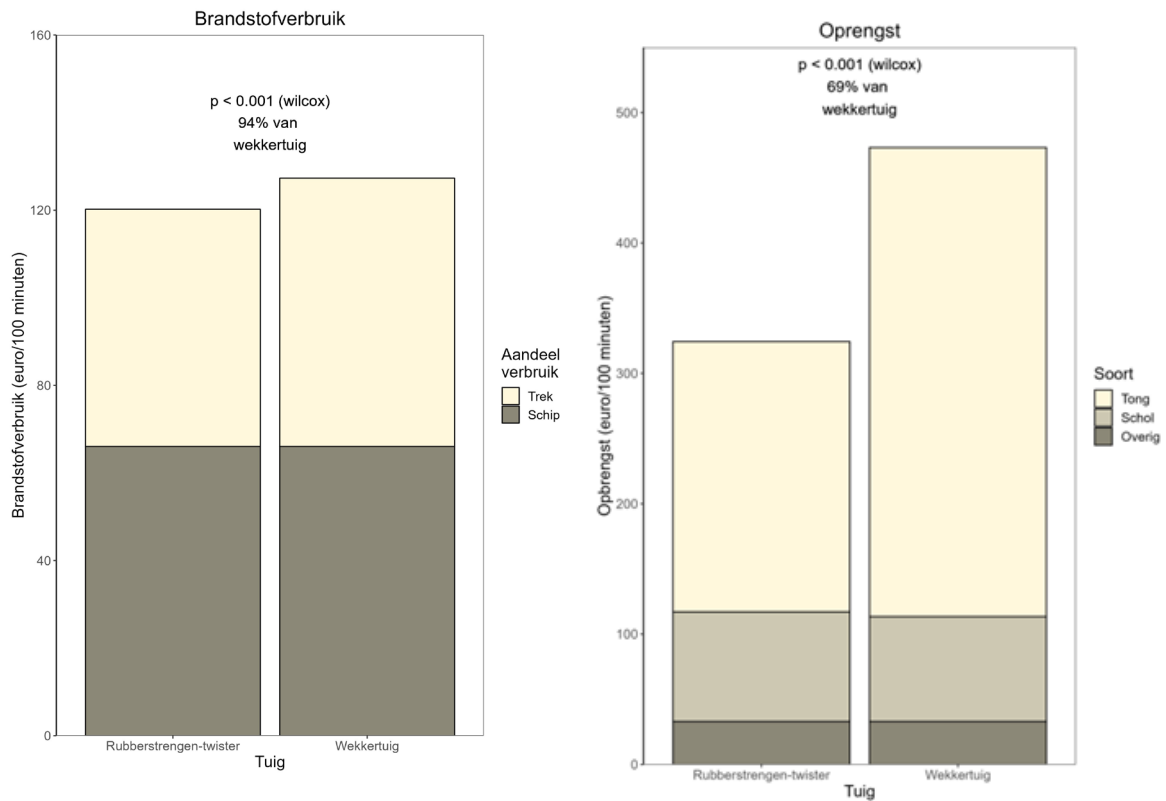
Weerstand	snelheid	Arbeid	Uren per week	ltr/week
1 kg	4 knots	21,2 W	80 h	0,7 l
1 kg	5 knots	26,5 W	80 h	0,9 l
1 kg	6 knots	31,8 W	80 h	1,1 l
1 kg	7 knots	37,1 W	80 h	1,3 l
1 kg	8 knots	42,4 W	80 h	1,5 l

5.4.1.2 Tuig specifieke vangst

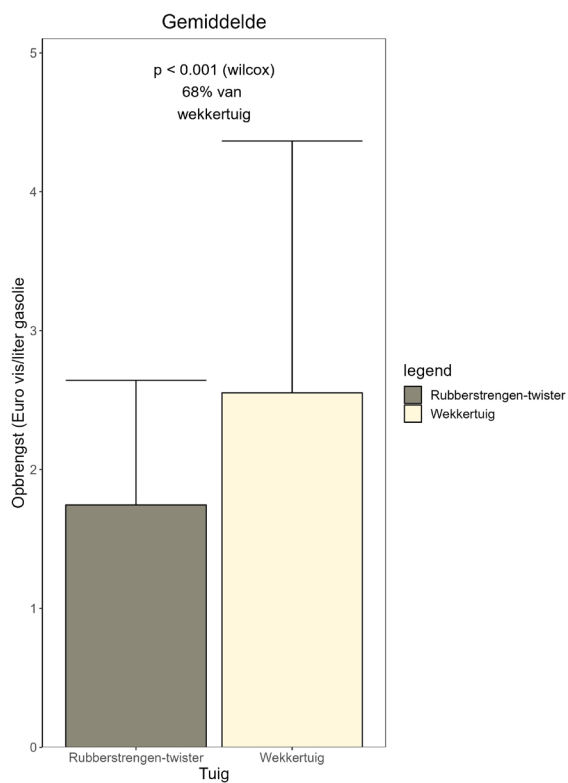
Omdat de marktwaarige vangsten tong en schol elke trek per kant bijgehouden werden (hoofdstuk 5.2 en 5.3) kon met de besomming aan het eind van de visweek de opbrengst schol en tong per trek berekend worden. Hiervan konden per tuig, met gemiddelde trekduur, gemiddeldes per 100 visminuten berekend worden. De besomde overgebleven marktwaarige vis werd per tuig gelijk opgeteld bij de tuig-specifieke vangsten tong en schol. Gebaseerd op de bijgehouden vangsten schol, tong en overige vis per trek en per kant kon met de gemiddelde weerprijs de opbrengst per tuig per 100 visminuten per week berekend worden.

5.4.2 Resultaten

Over de visweken 29-30 en 30-31 werd met een rubberstrengen-twistertuig en een wekkertuig op de TX36 gevist (hoofdstuk 5.2 en 5.3). Hiervan zijn van 75 trekken snelheid, vangsten, en trekkracht per tuig bijgehouden en konden gemiddeldes over het brandstofverbruik en opbrengsten per tuig berekend worden. Over week 29-30 was de brandstofprijs 0.673 euro per liter, gemiddelde waarde van tong 16.71 euro per kilo en gemiddelde waarde van schol 2.97 euro per kilo. Over week 30-31 was de brandstofprijs 0.673 euro per liter, de gemiddelde waarde van tong 17.51 euro per kilo en gemiddelde waarde van schol 2.99 euro per kilo. Het brandstofverbruik was voor het wekkertuig gemiddeld 127 euro per 100 visminuten en voor het rubberstrengen-twistertuig 120 euro per 100 visminuten (Figuur 43). De opbrengst visvangst was voor het wekkertuig 473 euro per 100 visminuten en voor het rubberstrengen-twistertuig 324 euro per 100 visminuten (Figuur 43). Hiervan telde tong voor 66% mee aan de totale opbrengst van het rubberstrengen-twistertuig en 77% voor het wekkertuig, terwijl tong 44% opmaakt van de totale marktwaarige vangst in het rubberstrengen-twistertuig en 32% de marktwaarige vangst in het wekkertuig (Tabel 15). De opbrengst aan marktwaardige vis vergeleken met de brandstof uitgaven in euro per tuig laat zien dat het wekkertuig tuig beter presteert (Figuur 44).



Figuur 43 Links: Brandstof verbruik van de TX36 berekend per tuig type. 'Trek' is brandstof verbruik gelinkt aan het voorttrekken van het tuig op een bepaalde snelheid. 'Schip' is het overige brandstofverbruik (zoals voor het stomen) evenredig verdeeld over de twee tuigen. Rechts: Gemiddelde opbrengsten van marktwaarijge vangsten de TX36 berekend per tuig type



Figuur 44 Opbrengsten per uitgegeven liter brandstof van de TX36 berekend per tuig type (met brandstofprijs van 0.673 euro). Boven de ratio 1 speelt het tuig quitte op brandstofkosten.

5.4.3 Conclusie

- Het rubberstrengen-twistertuig trekt minder zwaar en bespaart 5,6% brandstof
- Tong maakt een groot deel uit van de opbrengsten, deze wordt 27% minder in het rubberstrengen-twistertuig gevangen, waardoor het tuig economisch slecht presteert.

5.4.4 Discussie

Er zijn een aantal aannames gedaan met de brandstof berekeningen. Zo is er geen rekening gehouden met windkracht, stroming of golfhoogte. Ook zijn de overige vangsten vis gelijk verdeeld over beide tuigen. Deze zouden de efficiëntie van de tuigen nog wat kunnen beïnvloeden. De gepresenteerde resultaten en conclusies moeten dus als indicatie geïnterpreteerd worden.

Brandstof verbruik wordt binnen de sector gezien als een van de grootste wekelijkse kosten. Daarom is ervoor gekozen om de efficiëntie van het tuig te meten aan de hoeveelheid brandstof die gebruikt wordt om een hoeveelheid vis binnen te halen. Andere kosten zoals slijtage, bemanning zijn hierin niet meegenomen maar zouden wel een verschil kunnen maken.

Het tuig lijkt niet efficiënt genoeg op dit moment om een realistisch alternatief te bieden voor de tongvisserij. Het brandstof verbruik zou met 28 % verlaagd moeten worden, of de vangsten tong met 27% verhoogd.

6 Conclusies en aanbevelingen

Waterspray tuig

Het waterspraytuig II ving beter tong en schol dan het waterspraytuig I. Dit is zeer waarschijnlijk veroorzaakt door de aanwezigheid van kietelaars in het waterspraytuig II, deze methode (opwekken met kettingen) staat er al om bekend goed vis te vangen. De link tussen de aanwezigheid van watersprays en vangsten was tijdens de basisbemonstering moeilijk te leggen, aangezien het tuig inclusief innovatieve waterspraywings nieuw zijn voor de visserij regelmatig schade opliepen. Tijdens de proeven waarbij de waterspraystralen aan- of uitgezet werden leken de waterspraystralen de vangsten tong en schol niet te verhogen. Hierbij zal wel een kanttekening gezet moeten worden, aangezien er geen directe vergelijking tussen een 'aan' en 'uit' straal gemaakt werd omdat of beide tuigen een trek 'uit' stonden, of beide tuigen 'aan'.

Uit de bovengenoemde conclusie lijkt dat het gebruik van waterstralen voor de visserij doorontwikkeld moet worden, het geen efficiënte opwekmethode voor tong is of dat de andere tuigonderdelen (kettingen & extra onderpezen) zorgde voor een aanzienlijk deel van de tongvangst waardoor het effect van de waterspray niet onopgemerkt werd. Om waterspray techniek beter te begrijpen zijn testen met geluid, waterstraal afbuiging en waterstraal penetratiediepte uitgevoerd.

De conclusies van deze testen in het Visserij Innovatiecentrum zijn:

Geluid:

- Druk en spuitmondgrootte hebben het meeste effect op het geluid dat het waterspraytuig produceert.
- Rekje 2 produceert meer geluid dan rekje 1.
- Voor spuitmonddiameters van 4-8 mm is het geluid vrijwel gelijk, net als voor druk van 3-5 bar.

Afbuiging waterstraal:

- De afbuiging van de waterstraal wordt significant beïnvloed door de hoek van de spuitmond, waarbij de afbuiging het kleinst is als de hoek van de spuitmond 20 graden vooruit is.
- Snelheid heeft een effect te hebben: bij hogere snelheden wordt de afbuiging groter.
- Er lijkt een relatie te zijn tussen de druk van het tuig en de afbuiging van de straal, met een kleinere afbuiging bij hogere druk.
- Spuitmonddiameter lijkt geen effect te hebben op de afbuiging.

Penetratie diepte

- De hoek van de straal heeft het grootste effect op penetratiediepte, waarbij 30 graden vooruit de diepste penetratie oplevert.
- Hoe hoger de druk, hoe dieper de bodempenetratie.
- Hoe dichter het tuig op de bodem zit, hoe dieper de straal de bodem penetreert.
- Het waterstraal van plaatje zonder glijders komt het diepst van alle tuigen.
- Snelheid heeft geen significant effect op penetratiediepte.

Optimalisatie

Trade-off geluid en functioneren tuig (afbuiging minimaliseren/penetratiediepte maximaliseren): Hogere druk leidt tot diepere penetratie en minder afbuiging van de straal, maar ook tot meer geluid. Hoe dan ook lijkt een straal die iets naar voren gericht is (20-30 graden) de beste opstelling te zijn. Dit rekje (rekje 1) produceert ook minder geluid dan rekje 2. Voor de optimale afbuiging zouden snelheden gebruikt moeten worden die lager zijn dan praktisch haalbaar in de visserij (2 knopen). Omdat het effect van snelheid op de penetratiediepte niet significant was, is het effect van snelheid op de efficiëntie wellicht beperkt. Voor een optimale tuigconfiguratie moet een afweging gemaakt worden met vangst opbrengst en brandstofverbruik waarbij vissnelheid en energie voor het opbouwen van waterdruk belangrijke variabelen zijn. Met betrekking tot het geluid wat de waterspraytuigen (pompen en spuitmondjes) produceren wordt aangeraden om in detail te onderzoeken hoe vissen hierop

reageren, mogelijk ontwijken sommige vissen actief het naderende vistuig door de operationele geluiden.

Rubberstrengen twistertuig

Twisters in het VIC

Uit de testen in het visserij innovatiecentrum lijkt een hoek van tussen de 30 en 50 graden gecombineerd met een twister zonder lip, rubberstrengen of andere aanhangsels de beste werveling te creëren. Helaas zal dit in de praktijk niet mogelijk zijn aangezien de twisters op hun plek en hoek gehouden moeten worden middels aanhechtingspunten. Deze moeten ook de twister flexibel in het tuig kunnen bewegen, omdat vaste structuren in vistuigen een grotere risico hebben om tijdens het vissen te breken.

Het is ook nog niet bekend welke reactie de werveling bij verschillende vissoorten veroorzaakt. Dit moet in de toekomst met levende vissen onderzocht kunnen worden om de (vangst-)efficiëntie van het tuig verder te verbeteren.

Basisbemonstering

De vangst efficiëntie van het rubberstrengen-twistertuig met waterspraywing en tongflap lijkt vergelijkbaar met de vangst efficiëntie van een waterspraywing zonder tongflap met lichte wekkers (16 mm) voor de soorten tong en schol. De efficiëntie van het tuig is helaas niet vergelijkbaar met een waterspraywing met tongflap en wekkers (18mm) voor vangsten tong. Het lichtere rubberstrengen-twistertuig leek daarentegen wel, door de lagere vaarsnelheid, een besparing in brandstofkosten op te leveren.

Door dat het rubberstrengen-twistertuig minder weerstand heeft op de zeebodem kan de kotter langzamer varen en daarmee voor brandstofbesparing zorgen. In de toekomst zal het belangrijk zijn alternatieve tuigen te ontwikkelen die langzamer voortgetrokken kunnen worden, dit zorgt namelijk voor aanzienlijke brandstofvermindering. Verdere aanpassingen om het rubberstrengen-twistertuig lichter te maken zouden gezocht kunnen worden in het gebruik van andere materialen voor de bouw van de twisters.

Vangstvergelijking

- Rubberstrengen twistertuig vangt 60% van de tong in vergelijking met een conventioneel wekkertuig met acht 18 mm wekkers en tongflap.
- Het besommingsverlies van marktwaardige tong weegt niet op tegen de besparing van gasolie door de lagere trekkracht benodigd voor het rubberstrengen twistertuig.
- De hoeveelheid en soortensamenstelling van discards gevangen met het rubberstrengen twistertuig is niet significant anders dan de discardvangsten van een wekkertuig. Enkel voor zwemkrabben werd een (46% van wekkers) significante vermindering van de vangst waargenomen in het rubberstrengen twistertuig.
- De scholvangsten van de het rubberstrengen twistertuig waren gemiddeld gelijk aan die van het wekkertuig. In combinatie met de lagere trekkracht kan dit tuig een alternatief zijn voor de scholvisserij met boomkor met wekkerkettingen op de Doggersbank. Aanbevolen wordt om nogmaals deze vergelijking te doen maar dan met een met een conventioneel boomkortuig met wekkerkettingen waarmee gericht op schol gevist wordt.
- Indien er gevist wordt met een wekkertuig met zes 16mm wekkers en een net zonder tongflap kan het rubberstrengen twistertuig gelijkwaardig vangen. Dit kan mogelijk toegepast worden op visgronden waar het vissen met tongflap niet mogelijk is. Aangeraden wordt om een gedetailleerde vangstvergelijking uit te voeren om de observaties verder te onderbouwen.
- Mogelijk kan een andere configuratie of optuiging van het rubberstrengen twistertuig de tongvangsten wel in de buurt brengen van een tuig met wekkerkettingen. Aangeraden wordt als men opnieuw gaat experimenteren, eenzelfde onderzoeksopzet te hanteren zoals in dit onderzoek uitgevoerd is. Dit geeft een duidelijk beeld van de efficiëntie van het rubberstrengen twistertuig.

Efficiëntie

-
- Rubberstrengen twister tuig trekt minder zwaar in vergelijking met een conventioneel wekkertuig met 18mm wekkers en bespaart hiermee 5,6% brandstof
 - Tong maakt een groot deel uit van de opbrengsten, deze wordt 27% minder in het rubberstrengen-twistertuig gevangen, waardoor het tuig economisch slecht presteert.

Zowel het waterspraytuig als het rubberstrengen twistertuig is in staat tong van de zeebodem op te laten schrikken waarmee ze beschikbaar komen voor vangst. Beide technieken vangen echter onvoldoende tong om een volwaardig economisch alternatief te zijn voor een conventionele boomkor met wekkerkettingen. In de toekomst zal de zoektocht naar een vistuig dat bij een lage(re) vissnelheid voldoende vangstmogelijkheden heeft voortgezet moeten worden.

7 Dankwoord

Het projectteam dankt Jaczon voor hun inzet voor het organiseren, maken en testen van de waterspraytuigen, de SCH63 en TX36 en hun bemanning voor hun gastvrijheid, het verzamelen van de data en inzet voor het testen, repareren van de tuigen, de Nederlandse Vissersbond voor het begeleiden van het project, de Coöperatie Westvoorn en VCU urk voor het maken en aanpassen van de tuigen en HFK en Van Wijk voor het ontwerpen en maken van de waterspraywings

8 Kwaliteitsborging

Wageningen Marine Research beschikt over een ISO 9001:2015 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV.

Literatuur

- Glass, C. W., Walsh, S. J., & van Marlen, B. (2007). Fishing technology in the 21st century: integrating fishing and ecosystem conservation. *ICES Journal of Marine Science*, 64(8), 1499-1502.
- Molenaar, P., van Mens, A., Bangma, T., Meeldijk, C., Snaar, B. (in Press). Ontwikkeling waterspray tuigen. Wageningen Marine Research Rapport
- Molenaar, P., van Mens, A., Mattens, A., van de Pol, L., Schram, S., (in Press). OSW Visserijsterfte ongewenste bijvangst. Wageningen Marine Research Rapport
- Van Marlen, B. (2009). Vergelijking van vangsten en brandstofverbruik van kotters vissend met conventionele en SumWing boomkorren.
- Van Marlen, B., Vandenberghe, C., Duren, L. A., Kleermaeker, G. H., & van Urk, R. (2011). Ontwikkeling van de HydroRig (No. C133/11). IMARES.
- Shephard, S., Goudey, C.A., Read, A., Kaiser, M.J., 2009. Hydrodredge: Reducing the negative impacts of scallop dredging. *Fisheries Research* 95, 206/209.
- Turenhout, M.N.J., Taal, C. en Klok, A.J., 2015. Brandstofbesparing 75%; Energiebesparing en rendementsverbeteringen aan boord van TX 36 (2.000 pk-kotter). Wageningen, LEI Wageningen UR

Verantwoording

Rapport C069/23

Projectnummer: 4311400050

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het verantwoordelijk lid van het managementteam van Wageningen Marine Research

Akkoord: Anna-Marie Winter
Onderzoeker

Handtekening: 

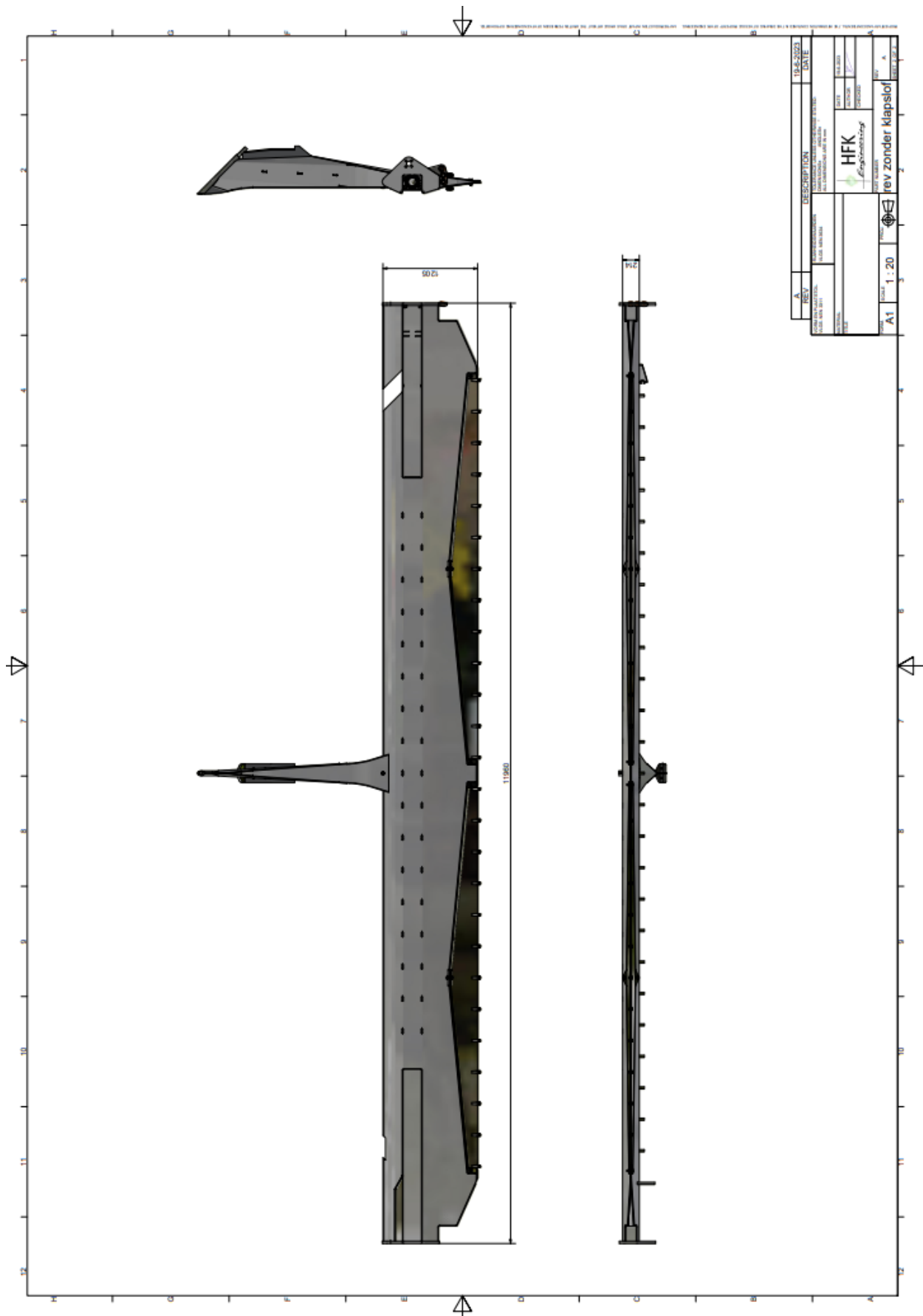
Datum: 27-10-2023

Akkoord: dr. A.M. Mouissie
Business Manager Projecten

Handtekening: 



Datum: 27-10-2023

Bijlage 1 Waterspraywings



Afmetingen van waterspraywing zoals ontvangen van HFK-engineering

Bijlage 2 Weekrapporten Waterspraytuig

Week nummer: 39	Project: Waterspraytuig II
Schip: SCH63	Schipper: Sijmen Kuyt
Trefwoorden: Kortsluiting pomp, slang stuk, geen data	
Geteste variabelen/weekplan: Alleen testen of beide tuigen technisch werken	
BB tuig	SB tuig
De bakboord wing is uitgerust met een V-vormige onderpees met daarin een tongflap bevestigd aan een ketting. De onderpees is voorzien van 10 kietelaars (kettingen). Voor het toepassen van de waterspray is het tuig voorzien van een ronde slang onderbroken met metalen secties waarin 2 spuitnozzels in zijn aangebracht. In de middelste sectie is ook in het midden van de slangen tussen de metalen secties een spuitopening aangebracht. De spuitslang wordt onder en boven ondersteund door twee staalkabels met daaromheen rubberschijven.	De stuurboord wing is voorzien van het net en sprayrekjes zoals uitgevoerd in de laatste testweken van het waterspray 1.0 project. Het tuig is voorzien van een vierkante onderpees, met daarvoor 1 'valse tongpees' met rubberschijven en 1 horizontale kietelaar (ketting). Aan de wing zijn verticale trek ontlastende kettingen bevestigd waardoor de onderpees in model wordt gehouden en waartussen de spuitrekjes zig/zag bevestigd zijn. De spuitrekjes zijn voorzien van 3 horizontale nozzels die elk de zelfde richting op spuiten. De spuitrichting kan aangepast worden van tegen de trekrichting in tot met de trekrichting mee.
Foto:	Foto:
	
Positieve ervaringen: -	
Verbeterpunten: <ol style="list-style-type: none"> 1. Pomp nieuwe (BB) tuig heeft gedurende de eerste trekken maandag kortsluiting gemaakt. Daarna is de SCH63 teruggekeerd naar de haven om een nieuwe pomp te monteren. 2. Aansluitingen nieuwe spuitslang van BB schiet los bij eerste trekken met nieuwe pomp. Bij een druk van 3 bar schoten de rubberen slangen los van de metalen tussenstukken, ondanks bevestiging met slangenklemmen en inkepingen. 	
Plan voor week 40: Er wordt een oplossing gezocht voor de slang van het BB tuig, daarna gaat de koter opnieuw testen of het geheel technisch naar behoren werken. Dataverzameling zal pas starten als beide tuigen naar behoren werken.	

Week nummer: 40	Project: Waterspraytuig II
Schip: SCH63	Schipper: Wout en Sijmen
Trefwoorden: Slecht weer, slang 2 dagen los, beperkte vangsten, weinig verschil SB – BB, pomp, harde grond, aan/uit.	
Geteste variabelen/weekplan: Kijken of deze week alles technisch werkt en beginnen met vissen. Mocht er goed gevist worden zal de pomp op de wing aan/uit gezet worden.	
BB tuig	SB tuig
De bakboord wing is uitgerust met een V-vormige onderpees met daarin een tongflap bevestigd aan een ketting. De onderpees is voorzien van 8 kietelaars (kettingen). Voor het toepassen van de waterspray is het tuig voorzien van een ronde slang dat op 24 plekken is onderbroken met metalen secties waarin 2 spuitmondjes in zijn aangebracht. In de middelste sectie is ook in het midden van de slangen tussen 6 van de metalen secties een spuitopening aangebracht. De spuitslang wordt onder en boven ondersteund door twee staalkabels met daaromheen rubberschijven. De rode cirkel op foto 2 laat zien waar de slangen van de 2 pompen op de wing onderbroken zijn (middelste deel van het tuig): dit is gedaan om de druk in de langen beter op peil te houden.	De stuurboord wing is voorzien van het net en sprayrekjes zoals uitgevoerd in de laatste testweken van het waterspray 1.0 project. Het tuig is voorzien van een vierkante onderpees, met daarvoor 1 'valse tongpees' met rubberschijven en 1 horizontale kietelaar (ketting). Aan de wing zijn verticale trek ontlastende kettingen bevestigd waardoor de onderpees in model wordt gehouden en waartussen de 24 spuitrekjes zig/zag bevestigd zijn. De spuitrekjes zijn voorzien van 3 horizontale spuitmondjes die elk de zelfde richting op spuiten. De spuitrichting kan aangepast worden van tegen de trekrichting in tot met de trekrichting mee.
Foto:	Foto:
	



Positieve ervaringen: Technisch werkt deze week alles goed.

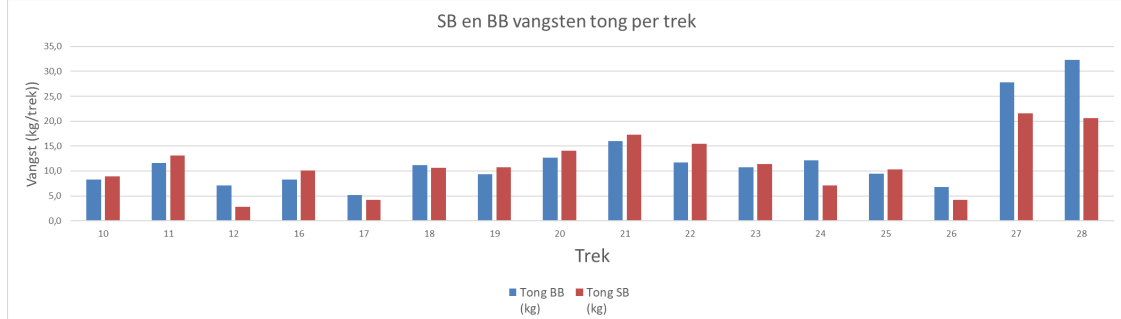
Verbeterpunten: De slang op de BB kant is los gekomen en pas na 8 trekken weer bevestigd. Het is moeilijk te zien of de slang vast zit, hier zal in de toekomst goed op gelet moeten worden. De druk van de pompen is afgelezen in kW verbruik, in de toekomst zal de druk in bar gerapporteerd moeten worden.

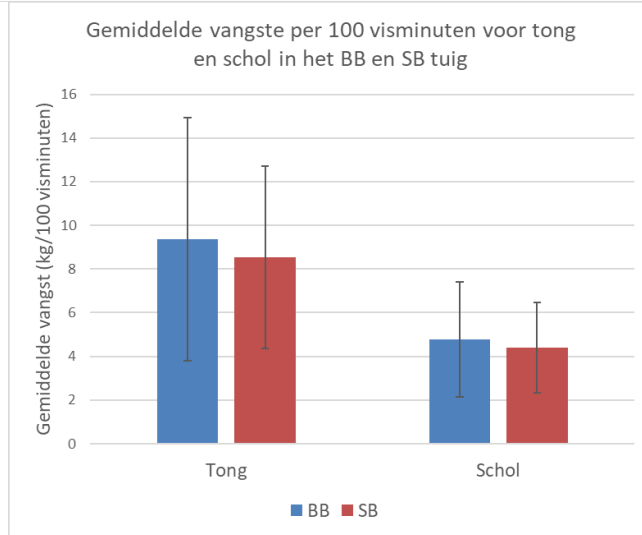
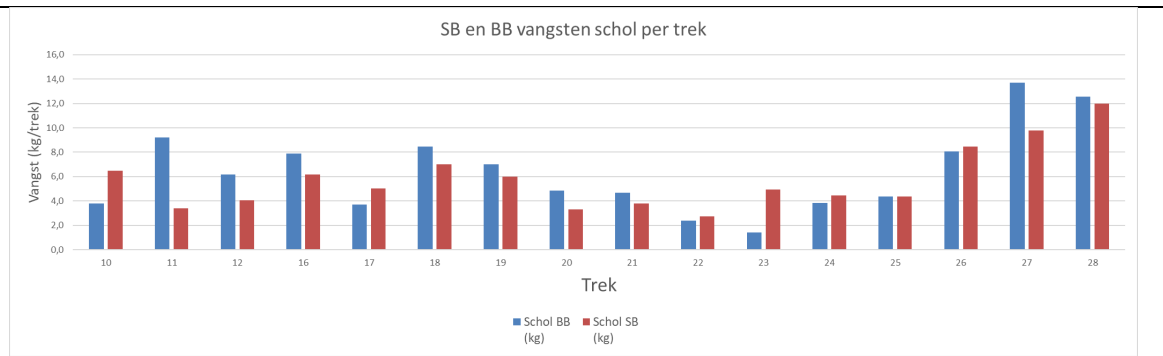
Plan voor week 41: Als alles technisch goed blijft werken zal er gevist worden met een snelheid boven de 5 knopen. Dit zal het pieken van de wing moeten verhelpen.

Resultaten

Resultaten en conclusies: De vangsten tong van het SB tuig waren 8 procent hoger t.o.v. de vangsten van het BB tuig. De vangsten schol waren met het SB tuig gemiddeld 7 procent lager t.o.v. de vangsten van het BB tuig. Het BB tuig zat trek 2 vol met blaadjes, hierdoor leken de vangsten deze trek aanzienlijk lager (7.7 kg tong vs. 28.0kg tong): dit zou het verschil in tongvangsten deel kunnen verklaren. Hierbij komt ook kijken dat de slang van het BB tuig van trek 1 tot en met 9 los zat, hierdoor ving het BB tuig mogelijk suboptimaal. Trek 29 is uit de dataset verwijderd omdat de vistijden niet goed zijn doorgegeven: hierdoor ontstonden er te hoge vangsten. Tussen trek 19 en 22 is het BB tuig uitgezet. Tussen trek 23 en 26 is het SB tuig uitgezet. Ondanks dat de vergelijking niet direct gemaakt kan worden lijkt het aan of uit zetten van de pomp minimaal effect te hebben op de vangsten. Er zal dus gezocht moeten worden naar andere visgronden of parameters zoals vaarsnelheid, druk, zullen aangepast moeten worden.

Figuur:





Tabel:

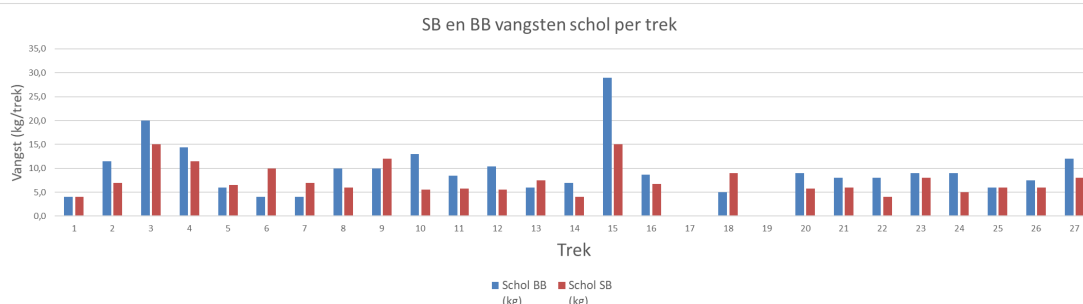
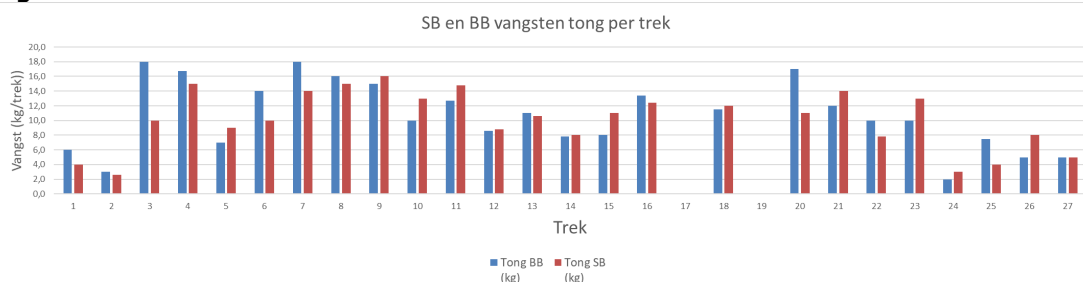
		BB	SB
Totaal Kg	Tong	200	182
	Schol	102	92
Gemiddelde per trek	Tong	13	11
	Schol	6	6
STD	Tong	7,38	5,52
	Schol	3,46	2,54
Gemiddelde per 100min	Tong	9	9
	Schol	5	4
STD	Tong	5,57	4,17
	Schol	2,63	2,08
Gemiddelde vangsten per m2	Tong	0,56	0,51
	Schol	0,28	0,26
STD	Tong	0,35	0,25
	Schol	0,16	0,13
Aantal trekken		16	16
Vangsten tong in SB tov BB		91%	
Vangsten Schol in SB tov BB		90%	

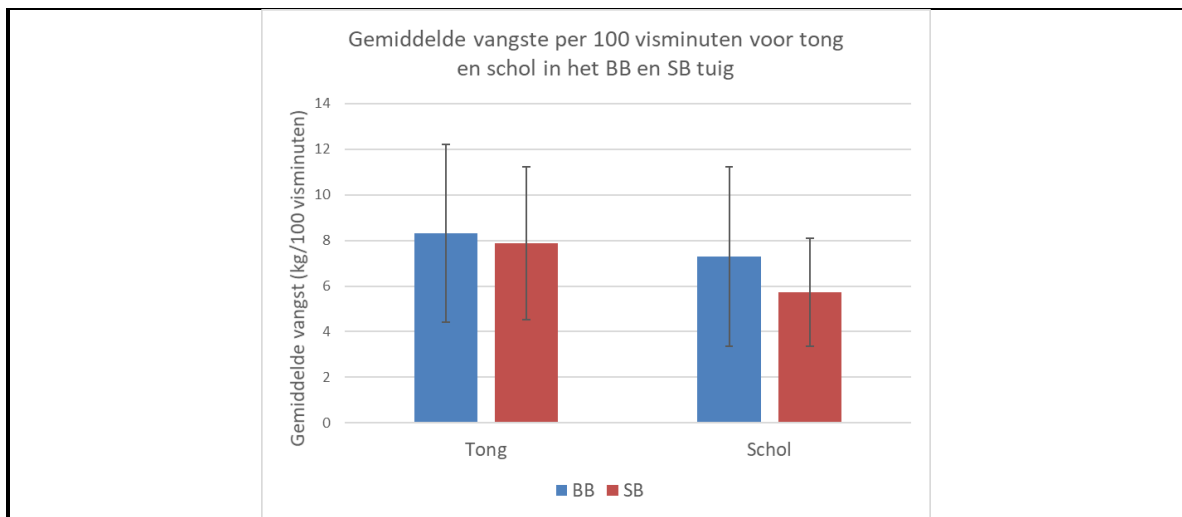
Week nummer: 41	Project: Waterspraytuig 2.0
Schip: SCH63	Schipper: Sijmen Kuijt
Trefwoorden: BB kuil stuk, terug naar haven, matige vangsten, zandgrond	
Geteste variabelen/weekplan: Technisch testen van het tuig en varen met een snelheid van 5 knopen.	
BB tuig	SB tuig
Opstelling gelijk aan week 40	Opstelling gelijk aan week 40
Foto: n.v.t.	Foto: n.v.t.
Positieve ervaringen: Het tuig werkte technisch goed.	
Verbeterpunten: Beide tuigen piekte af en toe in de grond, dit komt door de opstelling met wings en typen grond. Met ervaring zou dit minder moeten gebeuren. Bij trek 17 brak de BB kuil, dit kan gebeuren maar zorgde wel voor aanzienlijk tijdsverlies. Slang van het BB tuig liep af en toe vol met zand, dit is verholpen door er een extra gat in de buis te maken. Er zal onderzocht moeten worden of dit effect heeft op de druk in de slang.	
Plan voor week 42: vissen op zachtere gronden, verder technisch uitwerken wat de beste vaarsnelheid is.	

Resultaten

Resultaten en conclusies: De vangsten tong van het SB tuig waren gemiddeld 5 procent lager t.o.v. de vangsten van het BB tuig. De vangsten schol waren met het SB tuig gemiddeld 22 procent lager t.o.v. de vangsten van het BB tuig. **Al zijn de verschillen licht lijkt het nieuwere BB tuig beter te vissen. Deze vangsten zullen wel beter moeten om vergelijkbaar te zijn met het traditionele tuigen.** Dit zou ook te maken hebben met de technische mankementen van de SB tuig tussen trek 8 en 10, waar het tuig vaak in de grond piekte en er kleine dingen aan gerepareerd moesten worden. Trek 17 is niet meegerekend omdat het de kuil van BB kapot ging. Trek 19 toont geen vangsten omdat beide netten vol met bloemetjes waren gelopen. Er is deze week 23028 l gasolie verbruikt.



Figuur:

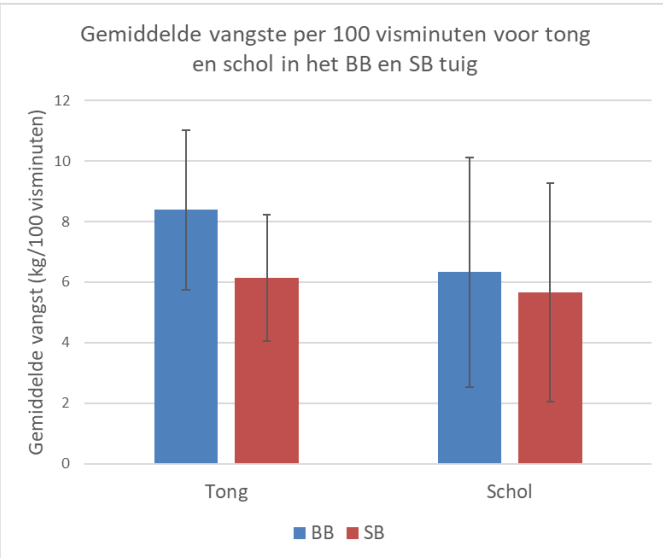
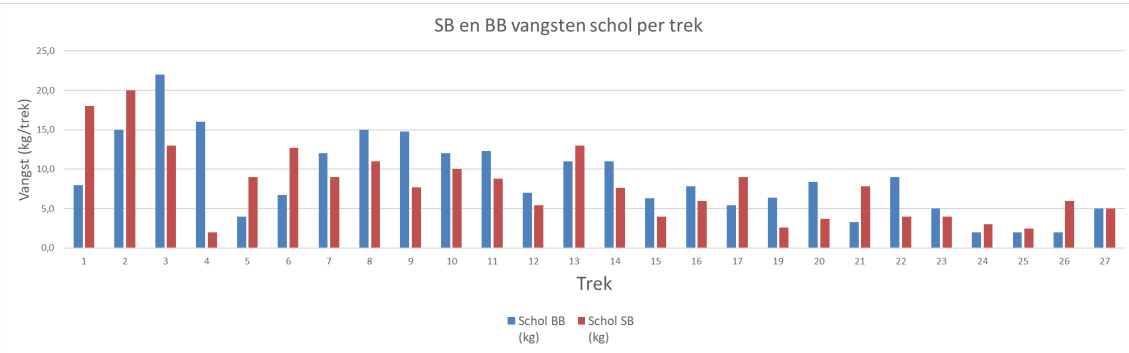
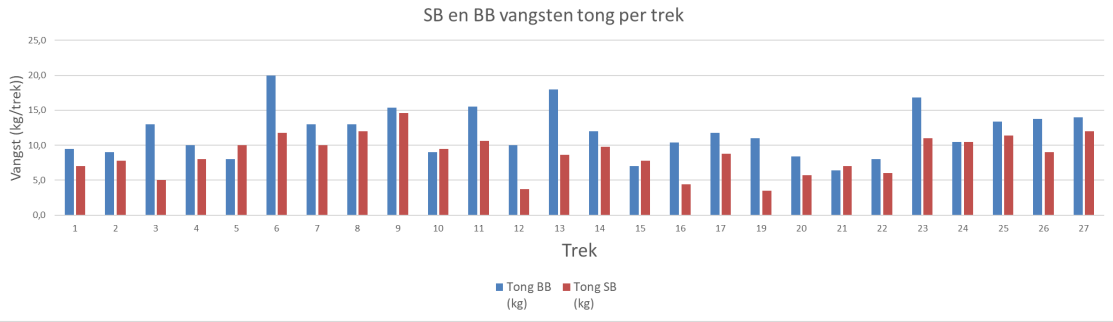




Tabel:

		BB	SB
Totaal Kg	Tong	265	252
	Schol	240	187
Gemiddelde per trek	Tong	11	10
	Schol	10	7
STD	Tong	4,66	4,02
	Schol	5,41	3,06
Gemiddelde per 100min	Tong	8	8
	Schol	7	6
STD	Tong	3,89	3,35
	Schol	3,94	2,36
Gemiddelde vangsten per m2	Tong	0,44	0,42
	Schol	0,39	0,31
STD	Tong	0,21	0,17
	Schol	0,21	0,12
Aantal trekken		25	25
Vangsten tong SB tov BB		95%	
Vangsten schol SB tov BB		78%	

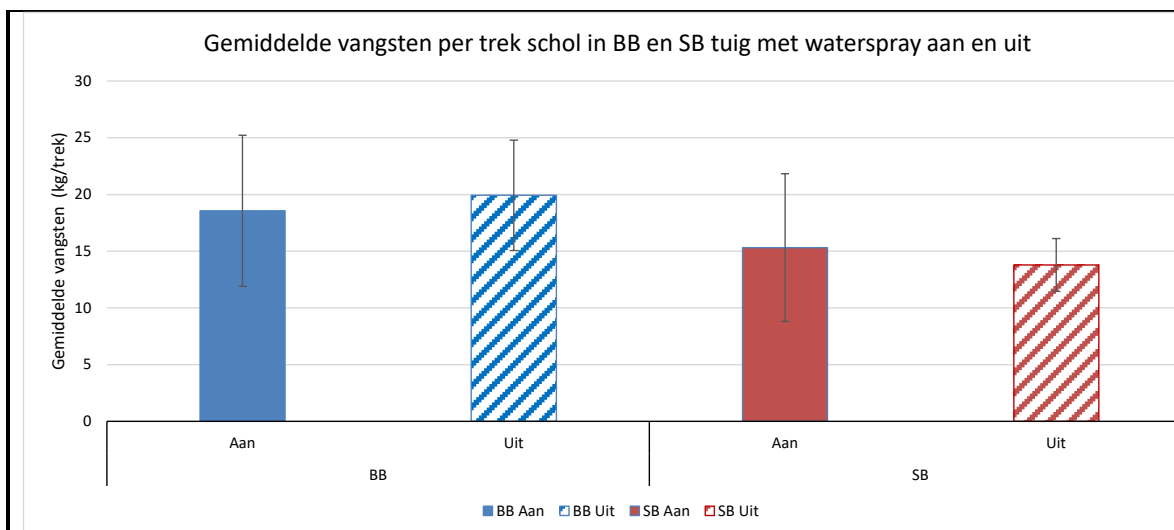
Week nummer: 42	Project: Waterspraytuig 2.0
Schip: SCH63	Schipper: Symen Kuyt, Cor daalder, Andre
Trefwoorden: Slecht weer, magere vangsten, snelheid, net haakt in rekjes	
Geteste variabelen/weekplan: Beste vissnelheid uitzoeken voor zachtere gronden.	
<u>BB tuig</u>	<u>SB tuig</u>
Foto: is veel box voor afgelopen week Vangst trek 20 	Foto: Vangst trek 20 
Positieve ervaringen: technisch alles heel gebleven ondanks slecht weer. Slangen trekken niet meer los.	
<p>Verbeterpunten: Het stuurboordtuig blijft in de grond haken op snelheden lager dan 4.5 knoop, dit is zichtbaar op de marelec trekkracht meter op de gieken. Met een snelheid van 5 knopen is dit geen probleem. Met de rekjes op zachte visgrond vissen lijkt niet mogelijk. SB verzand afgelopen week, schelpjes en zand in sommige spuitopeningen. Je ziet druk oplopen nadat je een zandduin gepakt hebt. HFK bezig met overdruk alarm voor tuig. Waarschijnlijk is dat ook gebeurd met pomp die stuk ging.</p> <p>BB verzand niet meer, van de week vorige week een gat van 10mm gemaakt om verstoppingen te voorkomen. Druk hoger gezet om toch aan 5 bar te komen. Alle gaten ook opgeboord naar 6mm.</p>	
<p>Plan voor week ...:</p> <p>Bij het vissen: 1h30 vissen, 100m halen, 5 minuten spoelen met 70m vislijn uit. Zal waarschijnlijk 1 à 2 ton gasolie kosten. Misschien beter pomp langer laten draaien met halen.</p> <p>Aan uit van pompen beide tuigen de hele week.</p>	
Resultaten	
<p>Resultaten en conclusies: Er zijn in die week 27 trekken bemonsterd, hiervan zijn 26 trekken valide voor vergelijking. Het waterspraytuig II ving gemiddeld 12kg tong per trek en het waterspraytuig I 9kg tong per trek. Het waterspraytuig I ving 75% van de tongvangsten van het waterspraytuig II. Het waterspraytuig II ving gemiddeld 9kg schol per trek en het waterspraytuig I 8kg schol per trek. Het waterspraytuig I ving 91% van de schol van het waterspraytuig II. Het waterspraytuig II lijkt beter vis te vangen dan het waterspraytuig I.</p>	
Figuur:	



Tabel:

		BB	SB
Totaal Kg	Tong	312	233
	Schol	229	208
Gemiddelde per trek	Tong	12	9
	Schol	9	8
	Tong	3,63	2,77
	Schol	5,04	4,67
Gemiddelde per 100min	Tong	8	6
	Schol	6	6
	Tong	2,76	2,06
	Schol	3,80	3,61
Gemiddelde vangsten per ha2	Tong	0,42	0,31
	Schol	0,32	0,29
	Tong	0,14	0,11
	Schol	0,21	0,20
Aantal trekken		27	27
Vangst tong in SB tov BB		75%	
Vangst Schol in SB tov BB		91%	

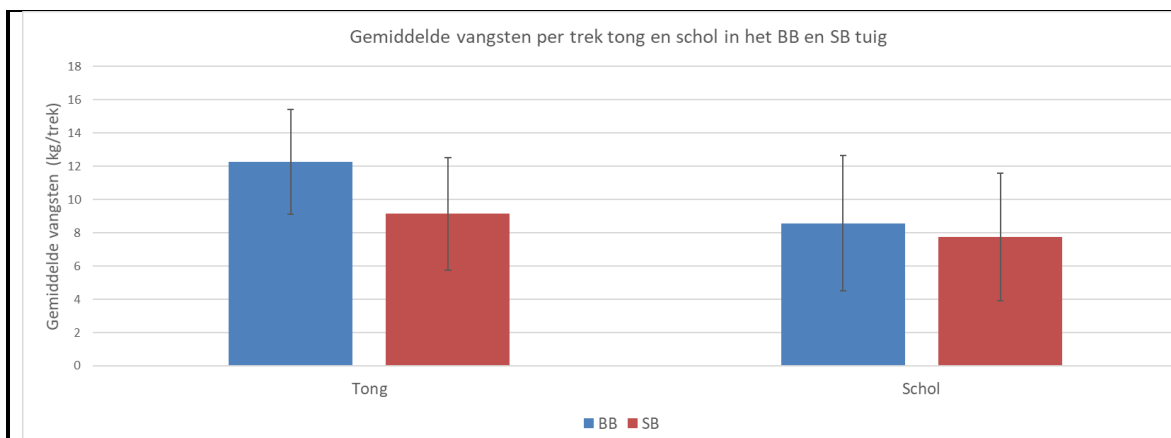
Week nummer: 43	Project: Waterspraytuig II													
Schip: SCH63	Schipper: Sijmen Kuyt													
Trefwoorden: Waterspray aan/uit, effect scholvangsten														
Geteste variabelen/weekplan: aan/uit beide tuigen om te trek														
<u>BB tuig</u>	<u>SB tuig</u>													
Foto: <i>Niet gekregen</i>	Foto: <i>Niet gekregen</i>													
Positieve ervaringen: technisch draait alles goed.														
Verbeterpunten: Vissers waren niet blij met de vangsten. Met slecht weer gaan de vangsten helemaal achteruit, ook kleinere boxen. De sprayrekjes van de SB tuig blijven in tongflap hangen. In de toekomst Tarbot en Griet aan treklijst toevoegen zodat er over deze soorten data verzameld kan worden.														
Plan voor week 44: <ol style="list-style-type: none"> 1) Kietelaar uit BB tuig halen en vervangen voor een tongflap met kale kettingpees. Tussen waterspray en tongflappees komt 1 wekker en 1 kietelaar 2) SB onderpees vervangen voor een pees waarin een staakabel zit i.p.v. een ketting. Het geheel moet hierdoor lichter worden waardoor er ook op zachtere gronden boven de wadden eilanden gevist kan worden. 														
Resultaten														
Resultaten en conclusies: Het BB tuig vangt meer tong en meer schol, onafhankelijk van waterspray AAN/UIT. De tongvangsten waren hoger met de waterspray uit. De scholvangsten waren voor SB hoger met de waterspray aan en voor BB lager met de waterspray aan. Deze verschillen lijken te duiden op een negatief effect van de waterspray. In context zijn deze verschillen erg minimaal en zullen er waarschijnlijk geen statistisch significante verschillen zijn. Er is in deze week 17.500 L gasolie verbruikt.														
Figuur: <p style="text-align: center;">Gemiddelde vangsten per trek tong in BB en SB tuig met waterspray aan en uit</p> <table border="1"> <caption>Data for Figure: Gemiddelde vangsten per trek tong in BB en SB tuig met waterspray aan en uit</caption> <thead> <tr> <th>Tuig</th> <th>Waterspray</th> <th>Gemiddelde vangsten (kg/trek)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">BB</td> <td>Aan</td> <td>~12.5</td> </tr> <tr> <td>Uit</td> <td>~14.5</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">SB</td> <td>Aan</td> <td>~10.5</td> </tr> <tr> <td>Uit</td> <td>~11.5</td> </tr> </tbody> </table>		Tuig	Waterspray	Gemiddelde vangsten (kg/trek)	BB	Aan	~12.5	Uit	~14.5	SB	Aan	~10.5	Uit	~11.5
Tuig	Waterspray	Gemiddelde vangsten (kg/trek)												
BB	Aan	~12.5												
	Uit	~14.5												
SB	Aan	~10.5												
	Uit	~11.5												



Tabel:

		BB		SB	
		Aan	Uit	Aan	Uit
Totaal Kg	Tong	360	295	171.7	149.3
	Schol	519	394	259.9	179.0
Gemiddelde per trek	Tong	13	11	12.3	11.5
	Schol	19	15	18.6	13.8
STD	Tong	4.33	3.44	4.52	4.04
	Schol	5.79	4.94	6.66	5.23
Gemiddelde per 100min	Tong	10	8		
	Schol	14	11		
STD	Tong	3.70	3.12		
	Schol	5.61	4.09		
Gemiddelde vangsten per m2	Tong	0.52	0.43		
	Schol	0.77	0.57		
STD	Tong	0.20	0.17		
	Schol	0.30	0.22		
Aantal trekken		26	26		


Week nummer: 44	Project: Waterspraytuig II																																																																														
Schip: SCH63	Schipper: Sijmen Kuyt																																																																														
Trefwoorden: Laatste visweek																																																																															
Geteste variabelen/weekplan: SB en BB tuig zijn na wk 43 aangepast (zie plan verslag wk 43) met als doel de tuigen lichter en daarmee geschikter voor slappe grond te maken. Het plan voor wk 44 is het testen van de tuigen op slappere gronden.																																																																															
BB tuig Kittelaar vervangen voor een tongflap met kale kettingpees. Tussen tongflappees en waterspray komt 1 wekker en 1 kittelaar.	SB tuig Onderpees vervangen met een staakabel om mogelijk op zachtere gronden te vissen.																																																																														
Foto: Niet beschikbaar	Foto: Niet beschikbaar																																																																														
Positieve ervaringen: geen																																																																															
Verbeterpunten: geen																																																																															
Plan voor week 45: stoppen met waterspray, omtuigen naar wekkers. Er zal met de onderzoekers, vissers en andere belanghebbende besproken moeten worden hoe het werk zich in de toekomst zal ontwikkelen.																																																																															
Resultaten																																																																															
Resultaten en conclusies: Stuurboord ving 74 en 90 procent van de tongvangst ten opzichte van het bakboord tuig. Er is door de vissers besloten het onderzoek tijdelijk op stop te zetten: de vangsten vielen te erg tegen (minder dan de helft van andere kotters) en door het niet in Britse wateren (bekende tongbesteken) te kunnen vissen vallen de vangsten extra hard tegen vergeleken met collega's.																																																																															
Figuur:																																																																															
<p style="text-align: center;">SB en BB vangsten tong per trek</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Trek</th> <th>Tong BB (kg)</th> <th>Tong SB (kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>11.0</td><td>8.0</td></tr> <tr><td>2</td><td>12.5</td><td>9.0</td></tr> <tr><td>3</td><td>13.5</td><td>11.5</td></tr> <tr><td>4</td><td>19.0</td><td>13.5</td></tr> <tr><td>5</td><td>13.0</td><td>13.0</td></tr> <tr><td>6</td><td>12.0</td><td>7.0</td></tr> <tr><td>7</td><td>16.0</td><td>10.5</td></tr> <tr><td>8</td><td>16.0</td><td>10.5</td></tr> <tr><td>9</td><td>0.0</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>10</td><td>0.0</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>11</td><td>13.0</td><td>12.0</td></tr> <tr><td>12</td><td>9.5</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>13</td><td>4.0</td><td>5.0</td></tr> <tr><td>14</td><td>14.5</td><td>12.5</td></tr> <tr><td>15</td><td>12.0</td><td>9.5</td></tr> <tr><td>16</td><td>10.5</td><td>4.5</td></tr> <tr><td>17</td><td>10.0</td><td>4.0</td></tr> <tr><td>18</td><td>12.0</td><td>11.5</td></tr> <tr><td>19</td><td>15.5</td><td>13.5</td></tr> <tr><td>20</td><td>13.0</td><td>12.0</td></tr> <tr><td>21</td><td>10.0</td><td>8.5</td></tr> <tr><td>22</td><td>12.0</td><td>9.5</td></tr> <tr><td>23</td><td>12.0</td><td>7.0</td></tr> <tr><td>24</td><td>11.0</td><td>9.5</td></tr> <tr><td>25</td><td>0.0</td><td>0.0</td></tr> </tbody> </table>		Trek	Tong BB (kg)	Tong SB (kg)	1	11.0	8.0	2	12.5	9.0	3	13.5	11.5	4	19.0	13.5	5	13.0	13.0	6	12.0	7.0	7	16.0	10.5	8	16.0	10.5	9	0.0	0.0	10	0.0	0.0	11	13.0	12.0	12	9.5	1.0	13	4.0	5.0	14	14.5	12.5	15	12.0	9.5	16	10.5	4.5	17	10.0	4.0	18	12.0	11.5	19	15.5	13.5	20	13.0	12.0	21	10.0	8.5	22	12.0	9.5	23	12.0	7.0	24	11.0	9.5	25	0.0	0.0
Trek	Tong BB (kg)	Tong SB (kg)																																																																													
1	11.0	8.0																																																																													
2	12.5	9.0																																																																													
3	13.5	11.5																																																																													
4	19.0	13.5																																																																													
5	13.0	13.0																																																																													
6	12.0	7.0																																																																													
7	16.0	10.5																																																																													
8	16.0	10.5																																																																													
9	0.0	0.0																																																																													
10	0.0	0.0																																																																													
11	13.0	12.0																																																																													
12	9.5	1.0																																																																													
13	4.0	5.0																																																																													
14	14.5	12.5																																																																													
15	12.0	9.5																																																																													
16	10.5	4.5																																																																													
17	10.0	4.0																																																																													
18	12.0	11.5																																																																													
19	15.5	13.5																																																																													
20	13.0	12.0																																																																													
21	10.0	8.5																																																																													
22	12.0	9.5																																																																													
23	12.0	7.0																																																																													
24	11.0	9.5																																																																													
25	0.0	0.0																																																																													
<p style="text-align: center;">SB en BB vangsten schol per trek</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Trek</th> <th>Schol BB (kg)</th> <th>Schol SB (kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>7.0</td><td>4.0</td></tr> <tr><td>2</td><td>7.5</td><td>6.0</td></tr> <tr><td>3</td><td>7.5</td><td>7.0</td></tr> <tr><td>4</td><td>6.5</td><td>6.0</td></tr> <tr><td>5</td><td>4.0</td><td>4.0</td></tr> <tr><td>6</td><td>5.0</td><td>7.0</td></tr> <tr><td>7</td><td>8.5</td><td>16.0</td></tr> <tr><td>8</td><td>11.0</td><td>14.0</td></tr> <tr><td>9</td><td>0.0</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>10</td><td>0.0</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>11</td><td>4.0</td><td>3.0</td></tr> <tr><td>12</td><td>7.0</td><td>3.0</td></tr> <tr><td>13</td><td>1.0</td><td>4.0</td></tr> <tr><td>14</td><td>4.0</td><td>1.5</td></tr> <tr><td>15</td><td>19.0</td><td>9.0</td></tr> <tr><td>16</td><td>10.5</td><td>11.0</td></tr> <tr><td>17</td><td>10.0</td><td>10.0</td></tr> <tr><td>18</td><td>14.0</td><td>12.0</td></tr> <tr><td>19</td><td>10.5</td><td>7.0</td></tr> <tr><td>20</td><td>7.0</td><td>13.0</td></tr> <tr><td>21</td><td>15.0</td><td>9.0</td></tr> <tr><td>22</td><td>9.0</td><td>9.0</td></tr> <tr><td>23</td><td>11.0</td><td>8.0</td></tr> <tr><td>24</td><td>8.0</td><td>7.0</td></tr> <tr><td>25</td><td>0.0</td><td>0.0</td></tr> </tbody> </table>		Trek	Schol BB (kg)	Schol SB (kg)	1	7.0	4.0	2	7.5	6.0	3	7.5	7.0	4	6.5	6.0	5	4.0	4.0	6	5.0	7.0	7	8.5	16.0	8	11.0	14.0	9	0.0	0.0	10	0.0	0.0	11	4.0	3.0	12	7.0	3.0	13	1.0	4.0	14	4.0	1.5	15	19.0	9.0	16	10.5	11.0	17	10.0	10.0	18	14.0	12.0	19	10.5	7.0	20	7.0	13.0	21	15.0	9.0	22	9.0	9.0	23	11.0	8.0	24	8.0	7.0	25	0.0	0.0
Trek	Schol BB (kg)	Schol SB (kg)																																																																													
1	7.0	4.0																																																																													
2	7.5	6.0																																																																													
3	7.5	7.0																																																																													
4	6.5	6.0																																																																													
5	4.0	4.0																																																																													
6	5.0	7.0																																																																													
7	8.5	16.0																																																																													
8	11.0	14.0																																																																													
9	0.0	0.0																																																																													
10	0.0	0.0																																																																													
11	4.0	3.0																																																																													
12	7.0	3.0																																																																													
13	1.0	4.0																																																																													
14	4.0	1.5																																																																													
15	19.0	9.0																																																																													
16	10.5	11.0																																																																													
17	10.0	10.0																																																																													
18	14.0	12.0																																																																													
19	10.5	7.0																																																																													
20	7.0	13.0																																																																													
21	15.0	9.0																																																																													
22	9.0	9.0																																																																													
23	11.0	8.0																																																																													
24	8.0	7.0																																																																													
25	0.0	0.0																																																																													



Tabel:

		BB	SB
Totaal Kg	Tong	270	201
	Schol	189	171
Gemiddelde per trek	Tong	12	9
	Schol	9	8
STD	Tong	3,15	3,39
	Schol	4,07	3,82
Gemiddelde per 100min	Tong	9	7
	Schol	7	6
STD	Tong	2,48	2,57
	Schol	3,06	3,00
Gemiddelde vangst per hectare	Tong	0,45	0,33
	Schol	0,31	0,28
STD	Tong	0,11	0,12
	Schol	0,15	0,14
Aantal trekken		22	22
% Vangst tong in SB tov BB		74	
% Vangst Schol in SB tov BB		90	

Bijlage 4 Weekrapporten TX36

Week nummer: 26-27	Project: Rubberstrengen-Twistertuig																																																																																																				
Schip: TX 36	Schipper: Jan van der vis (En Jaap)																																																																																																				
Trefwoorden: Waterspraywing met lichte wekkers v.s. Waterspraywing met rubberstrengen en twisters																																																																																																					
Geteste variabelen/weekplan: Een BB/SB vangstvergelijking voor de marktwaardige vangsten tong, schol, tarbot. Testen van de waterspray wing met lichte wekkers versus een waterspraywing met twisters en rubberstrengen. Tevens kijken of wekker waterspraywing goed vist met nieuwe ophangpunten. Daarnaast registratie van trekkrachten van beide tuigen en brandstof verbruik kotter.																																																																																																					
BB tuig	SB tuig																																																																																																				
<p>Waterspray wing, uitgevoerd met rubberstrengen en twisters. BB-maaswijdte begin week: 86.8 mm. Einde week (nieuwe kuil): 85.7 18 twisters (later in de week 16) 55 rubberstrengen</p>	<p>Waterspray wing, uitgerust met zes lichte wekkers en licht net. SB-maaswijdte begin week: 87.9 mm. Einde week: 84.4</p> <p>Onderpees: 24mm ketting, 15 mm rubbers, midden rolder 7m, 25cm schrijven.</p> <p>Wekkeroptuiging:</p>																																																																																																				
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Wekkers</th> <th>Lengte (m)</th> <th>Schalm diameter. (mm)</th> <th>Lange/korte schalmen</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>26</td><td>16</td><td>Kort</td></tr> <tr><td>2</td><td>24.6</td><td>16</td><td>Kort</td></tr> <tr><td>3</td><td>23.3</td><td>16</td><td>Kort</td></tr> <tr><td>4</td><td>22.1</td><td>16</td><td>Kort</td></tr> <tr><td>5</td><td>21</td><td>16</td><td>Kort</td></tr> <tr><td>6</td><td>20</td><td>16</td><td>Kort</td></tr> <tr><td>Net wekkers</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1</td><td>15</td><td>13</td><td>Kort</td></tr> <tr><td>2</td><td>14</td><td>13</td><td>Kort</td></tr> <tr><td>3</td><td>12</td><td>13</td><td>Kort</td></tr> <tr><td>4</td><td>11</td><td>13</td><td>Kort</td></tr> <tr><td>5</td><td>10</td><td>13</td><td>Kort</td></tr> <tr><td>6</td><td>9</td><td>13</td><td>Kort</td></tr> <tr><td>7</td><td>8</td><td>13</td><td>Kort</td></tr> <tr><td>8</td><td>7</td><td>13</td><td>Kort</td></tr> <tr><td>9</td><td>6.5</td><td>13</td><td>Kort</td></tr> <tr><td>10</td><td>6</td><td>16</td><td>Kort</td></tr> <tr><td>11</td><td>5.5</td><td>16</td><td>Kort</td></tr> <tr><td>12</td><td>5</td><td>16</td><td>Kort</td></tr> <tr><td>Snorren</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1</td><td>4.5</td><td>16</td><td>Kort</td></tr> <tr><td>2</td><td>4</td><td>16</td><td>Kort</td></tr> <tr><td>3</td><td>3.5</td><td>16</td><td>Kort</td></tr> <tr><td>4</td><td>3</td><td>16</td><td>Kort</td></tr> </tbody> </table>	Wekkers	Lengte (m)	Schalm diameter. (mm)	Lange/korte schalmen	1	26	16	Kort	2	24.6	16	Kort	3	23.3	16	Kort	4	22.1	16	Kort	5	21	16	Kort	6	20	16	Kort	Net wekkers				1	15	13	Kort	2	14	13	Kort	3	12	13	Kort	4	11	13	Kort	5	10	13	Kort	6	9	13	Kort	7	8	13	Kort	8	7	13	Kort	9	6.5	13	Kort	10	6	16	Kort	11	5.5	16	Kort	12	5	16	Kort	Snorren				1	4.5	16	Kort	2	4	16	Kort	3	3.5	16	Kort	4	3	16	Kort
	Wekkers	Lengte (m)	Schalm diameter. (mm)	Lange/korte schalmen																																																																																																	
	1	26	16	Kort																																																																																																	
	2	24.6	16	Kort																																																																																																	
	3	23.3	16	Kort																																																																																																	
	4	22.1	16	Kort																																																																																																	
	5	21	16	Kort																																																																																																	
	6	20	16	Kort																																																																																																	
	Net wekkers																																																																																																				
	1	15	13	Kort																																																																																																	
	2	14	13	Kort																																																																																																	
	3	12	13	Kort																																																																																																	
	4	11	13	Kort																																																																																																	
	5	10	13	Kort																																																																																																	
	6	9	13	Kort																																																																																																	
	7	8	13	Kort																																																																																																	
	8	7	13	Kort																																																																																																	
	9	6.5	13	Kort																																																																																																	
	10	6	16	Kort																																																																																																	
	11	5.5	16	Kort																																																																																																	
12	5	16	Kort																																																																																																		
Snorren																																																																																																					
1	4.5	16	Kort																																																																																																		
2	4	16	Kort																																																																																																		
3	3.5	16	Kort																																																																																																		
4	3	16	Kort																																																																																																		
<p>Positieve ervaringen:</p> <ol style="list-style-type: none"> Rubberstrengen met twisters lijken meer te vangen, maar alleen als bovenpees op bovenste gat van de wing gemaakt is t.o.v. een heel licht net zonder tongflap (eigenlijk scholnet voor de dogger) Als je geen schelpen vangt ziet vis er beter uit, niet het geval als je veel schelpen vangt Rubberstrengen wing trekt heel licht over grond (gaat hoog), weinig verslijtage aan wing 																																																																																																					
<p>Verbeterpunten:</p> <ol style="list-style-type: none"> Rubberstrengen twisterstuig lijkt soms vast te lopen in een zeer zachte zeebodem. Buitenste twisters hingen niet goed in tuig (gedurende de week verwijderd) Met een steil onderwaterduin loop rubbertuig soms vast Aan dek zetten vergt oefening 																																																																																																					

Plan voor week 28: Wekkernet met tongflap insteken met 8x 18mm wekkers en vergelijking maken voor het rubberstrengentuig en dit volgende week testen.

Wekkers	Lengte (m)	Schalm diameter. (mm)	Lange/korte schalmen
1	26	18	Kort
2	24.6	18	Kort
3	23.3	18	Kort
4	22.1	18	Kort
5	21	18	Kort
6	20	18	Kort
7	19.1	18	Kort
8	20	18	Kort
Net wekkers			
1	15	13	Kort
2	14	13	Kort
3	12	13	Kort
4	11	13	Kort
5	10	13	Kort
6	9	13	Kort
7	8	13	Kort
8	7	13	Kort
9	6.5	13	Kort
10	6	16	Kort
11	5.5	16	Kort
12	5	16	Kort
Snorren			
1	4.5	16	Kort
2	4	16	Kort
3	3.5	16	Kort
4	3	16	Kort

Resultaten

Brandstofverbruik, besomming & trekkracht

Deze week is er een totaal van 25596 liter (5000 liter minder dan de week ervoor met wekkerkettingen, lagere snelheid maar dat verschil in brandstofverbruik is beperkt aldus de schipper) liter brandstof verbruikt. Besomming: 44.067, - De gemiddelde trekkracht was voor het rubberstrengentuig ongeveer 1 ton minder dan de voor de lichte wekkers.

TX36 wk26-27 wekkers

Brandstof: 30.000 liter

Besomming: 78.000, -

Kg vis: 10.569

Besomming per liter brandstof: 2.6 euro/liter

Liter brandstof per kilo vis: 2.83 L/kg

Vissnelheid: 5.8 knopen

Marelec metingen

Tuigen boven water: Rubberstrengen 5.0 ton, wekkertuig 4.5 ton

Vissend met 4.2 knopen, tegen 2.6 kn getij: Rubberstrengen 4.3 ton, wekkertuig 5.5 ton (147+21.6 liter/h)

Vissend met 5.75 knopen, voor 2.6 kn getij: Rubberstrengen 4.4 ton, wekkertuig 5.1 ton (145+21.8 liter/h)

Vissend met 5.95 knopen: Rubberstrengen 4.6 ton, wekkertuig 4.8 ton (136+21.8 liter/h)

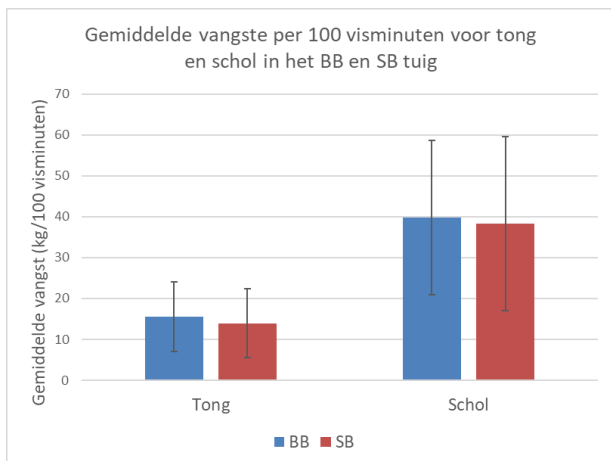
Vissend met 5.15 knopen: Rubberstrengen 4.2 ton, wekkertuig 4.9 ton (136+22.6 liter/h)

Tong

De vangsten tong waren voor BB (rubberstrengen met twisters) 15.6 kg/100 visminuten en SB (wekkers) 13.9 kg/100 visminuten. Dit suggereert dat de rubberstrengen met twisters meer (11%) tong vangen dan de lichte wekkers.

Schol

De vangsten schol waren voor BB (rubberstrengen met twisters) 39.8 kg/100 visminuten en SB (wekkers) 38.3 kg/100 visminuten. Dit suggereert dat de rubberstrengen met twisters meer (4%) schol vangen dan de lichte wekkers.



Tarbot

De vangsten tong waren voor BB (rubberstrengen met twisters) 1.8 kg/100 visminuten en SB (wekkers) 2.0 kg/100 visminuten. Dit suggereert dat de rubberstrengen met twisters minder (10%) tarbot vangen dan de lichte wekkers.

Overige opmerkingen:

- Voorafgaand aan reis beide tuigen voorzien van een nieuwe kuil van zelfde netwerk
- Trek X is het achternet van het rubberstrengen twisterstuig verspeeld. Nieuw achternet (dus ook nieuwe kuil)
- Het rubberstrengen twisterstuig trekt lichter en vangt meer -> economisch voordelig tuig (voor schol weker weten, tong meer data graag)
- Het rubberstrengen twisterstuig vangt meer (2x zo veel) benthos en lege schelpen, wellicht ecologisch geen voordelig tuig. In meer detail uitzoeken tijdens waarnemersreis. (Mogelijk houdt de kuil hierdoor ook meer tong vast?)
- Met nieuwe ophangpunten kan er effectief met de wekker waterspraywing gevestigd worden, hij duikt beter.
- 1 trek rubberstrengentuig onklaar dus geen vangst
- De buitenste twisters lekken soms op de kop op de bodem te liggen, buitenste 2 verwijderd halverwege de reis.
- Op een plek met hele zachte bodem lijkt rubberstrengen tuig vast te lopen in de bodem (8.1 ton op marelec). Na stukje halen wel weer in orde en klaar om verder te vissen
- Eerste dag kwam een trek de rubberstrengen wing op de kop boven.
- Materiaalkosten? Gaan rubberstrengen langer mee t.o.v. wekkers?

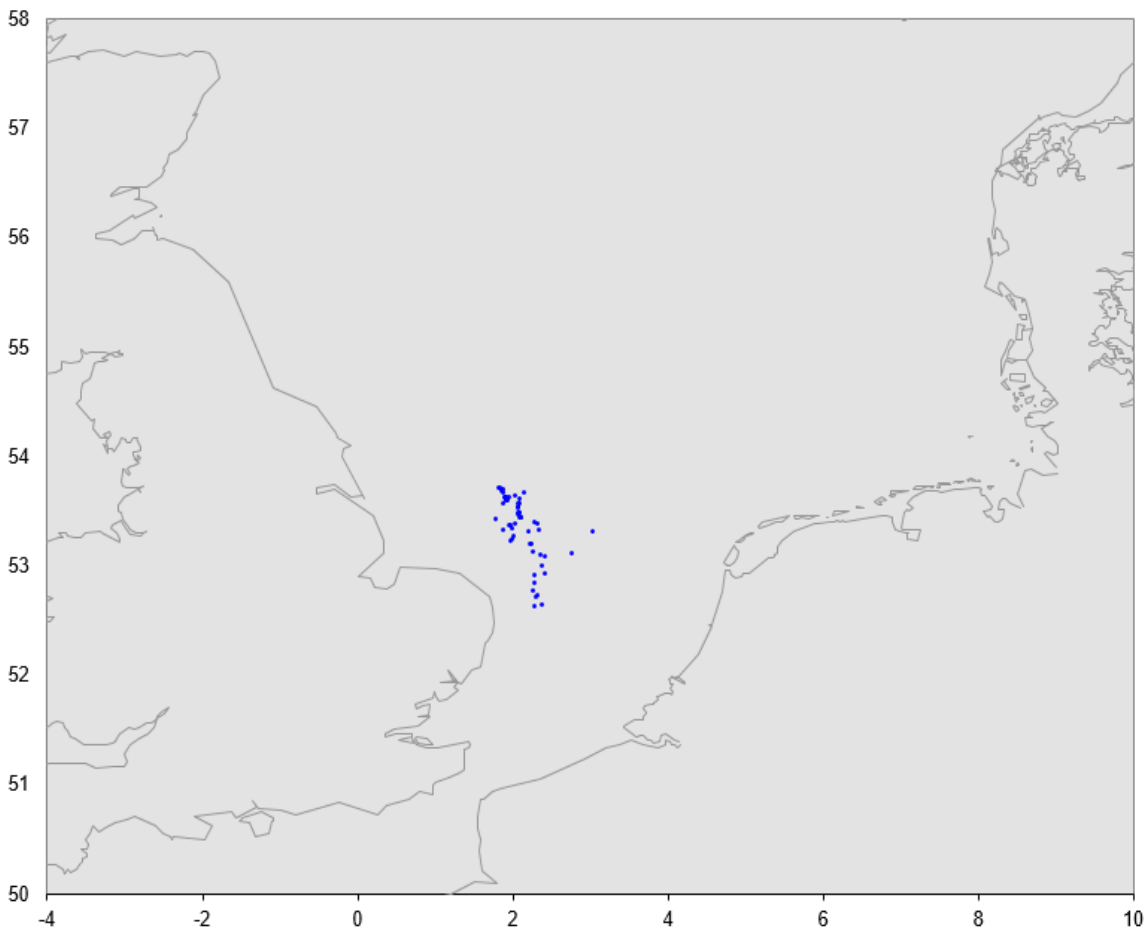
Eerste 5 etmalen ving rubberstrengentuig (aanzienlijk) beter, laatste 2 etmalen minder. Laatste 2 etmalen lag er een andere kotter in de buurt die met 7 mijl aan het vissen was. Lijkt effect te hebben volgens schipper.



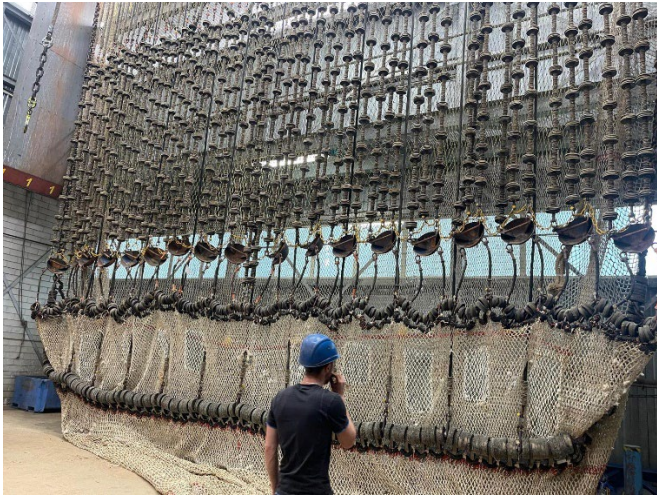
Figuur 45. Links vangst rubberstrengen twisters Wing, rechts vangst wekker Wing (minder benthos)



Figuur 46. Links, Nieuwe ophangpunten wekker waterspraywing, midden & rechts: buitenste bolkop die niet goed hangt en verwijderd is gedurende de week.



Figuur 47, locaties van experimentele trekken

Week nummer: 27-28	Project: Rubberstrengen-Twistertuig																																																																																																												
Schip: TX 36	Schipper: Guido																																																																																																												
Trefwoorden: Waterspraywing met lichte wekkers v.s. Waterspraywing met rubberstrengen en twisters																																																																																																													
Geteste variabelen/weekplan: Een BB/SB vangstvergelijking voor de marktwaardige vangsten tong, schol, tarbot. Testen van de waterspray wing met lichte wekkers versus een waterspraywing met twisters en rubberstrengen. Teven kijken of wekker waterspraywing goed vist met nieuwe ophangpunten. Daarnaast registratie van trekkrachten van beide tuigen en brandstof verbruik kotter.																																																																																																													
<u>BB tuig</u>	<u>SB tuig</u>																																																																																																												
<p>Waterspray wing, uitgevoerd met rubberstrengen en twisters. Einde week (nieuwe kuil): 84.44 16 twisters 55 rubberstrengen</p> 	<p>Waterspray wing, uitgerust met 8 wekkers en conventioneel net met tongflap. Einde week maaswijdte (nieuwe) kuil: 82.9</p> <p>Wekkeroptuiging:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Wekkers</th> <th>Lengte (m)</th> <th>Schalm diameter. (mm)</th> <th>Lange/korte schalmen</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>26</td><td>18</td><td>Kort</td></tr> <tr><td>2</td><td>24.6</td><td>18</td><td>Kort</td></tr> <tr><td>3</td><td>23.3</td><td>18</td><td>Kort</td></tr> <tr><td>4</td><td>22.1</td><td>18</td><td>Kort</td></tr> <tr><td>5</td><td>21</td><td>18</td><td>Kort</td></tr> <tr><td>6</td><td>20</td><td>18</td><td>Kort</td></tr> <tr><td>7</td><td>19.1</td><td>18</td><td>Kort</td></tr> <tr><td>8</td><td>20</td><td>18</td><td>Kort</td></tr> <tr><td colspan="4">Net wekkers</td></tr> <tr><td>1</td><td>15</td><td>13</td><td>Kort</td></tr> <tr><td>2</td><td>14</td><td>13</td><td>Kort</td></tr> <tr><td>3</td><td>12</td><td>13</td><td>Kort</td></tr> <tr><td>4</td><td>11</td><td>13</td><td>Kort</td></tr> <tr><td>5</td><td>10</td><td>13</td><td>Kort</td></tr> <tr><td>6</td><td>9</td><td>13</td><td>Kort</td></tr> <tr><td>7</td><td>8</td><td>13</td><td>Kort</td></tr> <tr><td>8</td><td>7</td><td>13</td><td>Kort</td></tr> <tr><td>9</td><td>6.5</td><td>13</td><td>Kort</td></tr> <tr><td>10</td><td>6</td><td>16</td><td>Kort</td></tr> <tr><td>11</td><td>5.5</td><td>16</td><td>Kort</td></tr> <tr><td>12</td><td>5</td><td>16</td><td>Kort</td></tr> <tr><td colspan="4">Snorren</td></tr> <tr><td>1</td><td>4.5</td><td>16</td><td>Kort</td></tr> <tr><td>2</td><td>4</td><td>16</td><td>Kort</td></tr> <tr><td>3</td><td>3.5</td><td>16</td><td>Kort</td></tr> <tr><td>4</td><td>3</td><td>16</td><td>Kort</td></tr> </tbody> </table>	Wekkers	Lengte (m)	Schalm diameter. (mm)	Lange/korte schalmen	1	26	18	Kort	2	24.6	18	Kort	3	23.3	18	Kort	4	22.1	18	Kort	5	21	18	Kort	6	20	18	Kort	7	19.1	18	Kort	8	20	18	Kort	Net wekkers				1	15	13	Kort	2	14	13	Kort	3	12	13	Kort	4	11	13	Kort	5	10	13	Kort	6	9	13	Kort	7	8	13	Kort	8	7	13	Kort	9	6.5	13	Kort	10	6	16	Kort	11	5.5	16	Kort	12	5	16	Kort	Snorren				1	4.5	16	Kort	2	4	16	Kort	3	3.5	16	Kort	4	3	16	Kort
Wekkers	Lengte (m)	Schalm diameter. (mm)	Lange/korte schalmen																																																																																																										
1	26	18	Kort																																																																																																										
2	24.6	18	Kort																																																																																																										
3	23.3	18	Kort																																																																																																										
4	22.1	18	Kort																																																																																																										
5	21	18	Kort																																																																																																										
6	20	18	Kort																																																																																																										
7	19.1	18	Kort																																																																																																										
8	20	18	Kort																																																																																																										
Net wekkers																																																																																																													
1	15	13	Kort																																																																																																										
2	14	13	Kort																																																																																																										
3	12	13	Kort																																																																																																										
4	11	13	Kort																																																																																																										
5	10	13	Kort																																																																																																										
6	9	13	Kort																																																																																																										
7	8	13	Kort																																																																																																										
8	7	13	Kort																																																																																																										
9	6.5	13	Kort																																																																																																										
10	6	16	Kort																																																																																																										
11	5.5	16	Kort																																																																																																										
12	5	16	Kort																																																																																																										
Snorren																																																																																																													
1	4.5	16	Kort																																																																																																										
2	4	16	Kort																																																																																																										
3	3.5	16	Kort																																																																																																										
4	3	16	Kort																																																																																																										
<p>Positieve ervaringen:</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Rubberstrengen met twisters lijken meer schol te vangen. 5. Als je geen schelpen vangt ziet vis er beter uit, niet het geval als je veel schelpen vangt 6. Rubberstrengen wing trekt heel licht over grond (gaat hoog), weinig verslijtage aan wing 																																																																																																													
<p>Verbeterpunten:</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Rubberstrengen twisterstuig lijkt soms vast te lopen in een zeer zachte zeebodem. 6. Rij twisters hangt licht schreef (extra schalm op een van de kanten over de hele rij). 7. Met een steil onderwaterduin loop rubbertuig soms vast 8. Aan dek zetten vergt oefening 																																																																																																													
<p>Plan voor week 28: Vangstvergelijking met opstappers. Hierbij zal zowel de marktwaardige vangst als de discards tussen de tuigen vergeleken worden.</p>																																																																																																													

Resultaten

Brandstofverbruik, besomming & trekkracht

Deze week is er een totaal van 22.571 liter (3025 liter minder dan de week ervoor) liter brandstof verbruikt. Besomming: 43.153, - De gemiddelde trekkracht was voor het rubberstrengentuig was 4.17 t (SD +/- 0.39) en 4.65 t (SD +/- 0.37) voor het lichte wekkertuig.

TX36 wk26-27 wekkers

Brandstof: 30.000 liter

Besomming: 78.000, -

Kg vis: 10.569

Besomming per liter brandstof: 2.6 euro/liter

Liter brandstof per kilo vis: 2.83 L/kg

Vissnelheid: 5.8 knopen

TX36 wk27-28 rubberstrengen & wekkers

Brandstof: 25596 liter

Besomming: 44.067, -

Kg vis: 6986

Besomming per liter brandstof: 1.72 euro/liter

Liter brandstof per kilo vis: 3.66 L/kg

Vissnelheid: 4.9 knopen

TX14 wk28-29 wekkers

Brandstof: 22.571 liter

Besomming: 43.153, -

Kg vis: 5994

Besomming per liter brandstof: 1.91 euro/liter

Liter brandstof per kilo vis: 3.76 L/kg

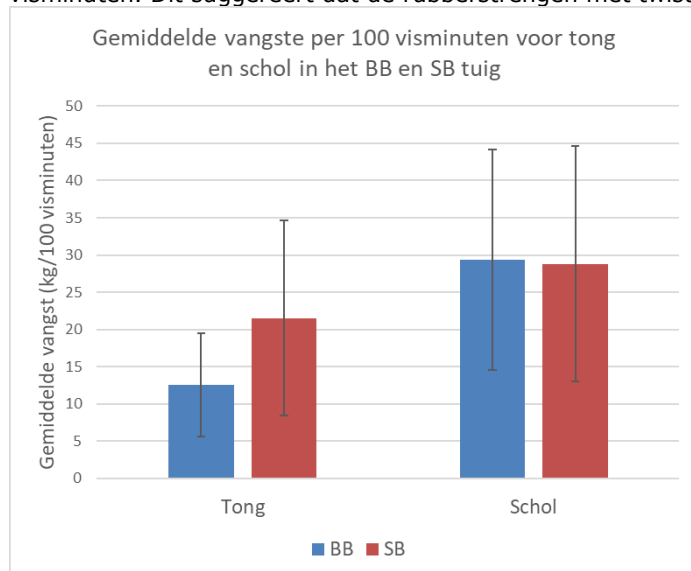
Vissnelheid: 5.0 knopen

Tong

De vangsten tong waren voor BB (rubberstrengen met twisters) 12.5 kg/100 visminuten en SB (wekkers) 21.5 kg/100 visminuten. Dit suggereert dat de rubberstrengen met twisters 41.9% minder tong vangt dan de wekkers.

Schol

De vangsten tong waren voor BB (rubberstrengen met twisters) 29.4 kg/100 visminuten en SB (wekkers) 28.8 kg/100 visminuten. Dit suggereert dat de rubberstrengen met twisters meer (3.5%) schol vangen dan de wekkers.



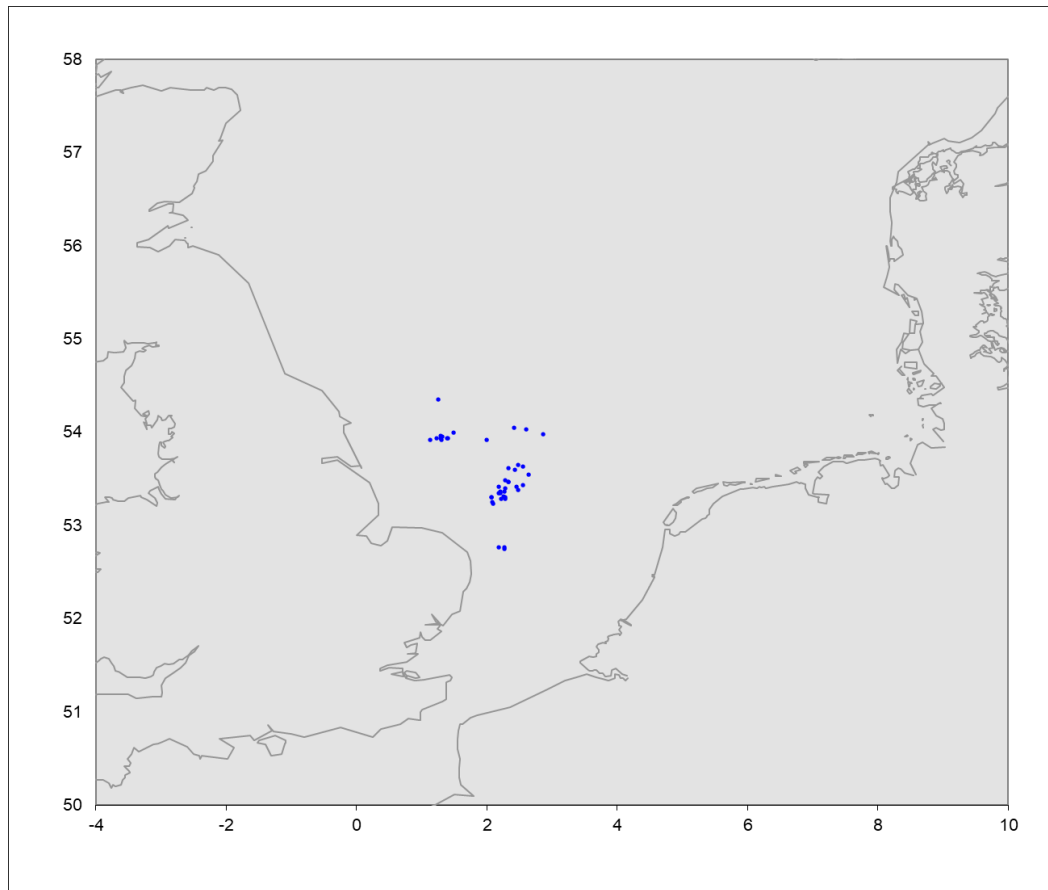
Figuur 1: Gemiddelde vangsten tong en schol tussen BB en SB.

Tarbot

De vangsten tong waren voor BB (rubberstrengen met twisters) 2.2 kg/100 visminuten en SB (wekkers) 2.1 kg/100 visminuten. Dit suggereert dat de rubberstrengen met twisters minder (4.7%) tarbot vangen dan de lichte wekkers.

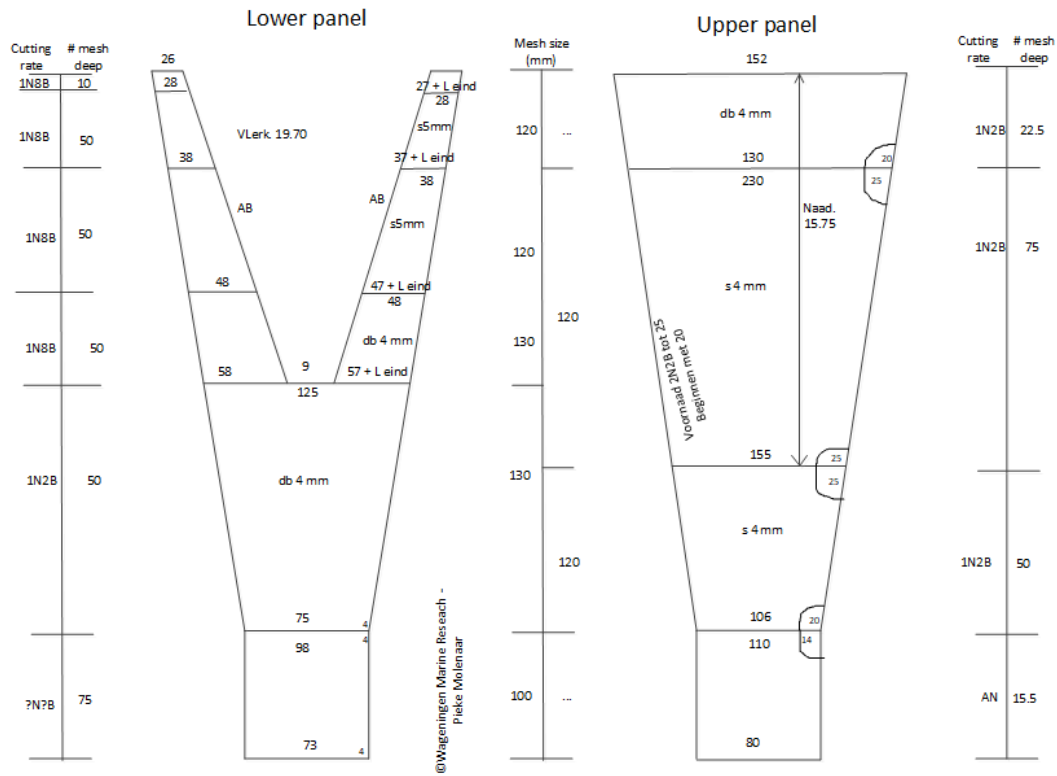
Overige opmerkingen:

- Het twistertuig ving consistent minder tong dan het wekkertuig
- Er is op veel verschillende plekken gevist

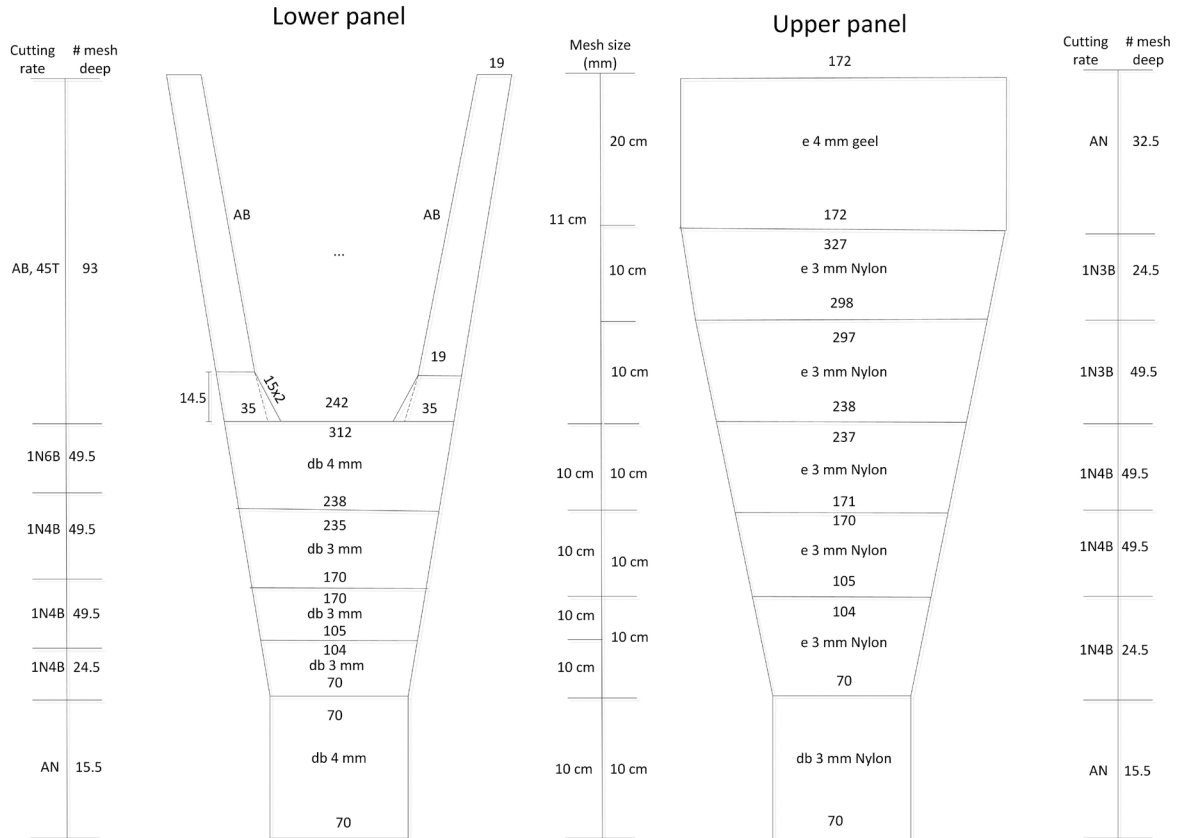


Figuur 2: locaties van experimentele trekken

Nettekeningen TX36



Figuur 49 Net tekening stuurboord wekkertuig van de TX36



Figuur 48 Net tekening bakboord rubberstreng-twistertuig van de TX36

Bijlage 5 Weekrapporten SCH63 (rubberstrengen-twistertuig)

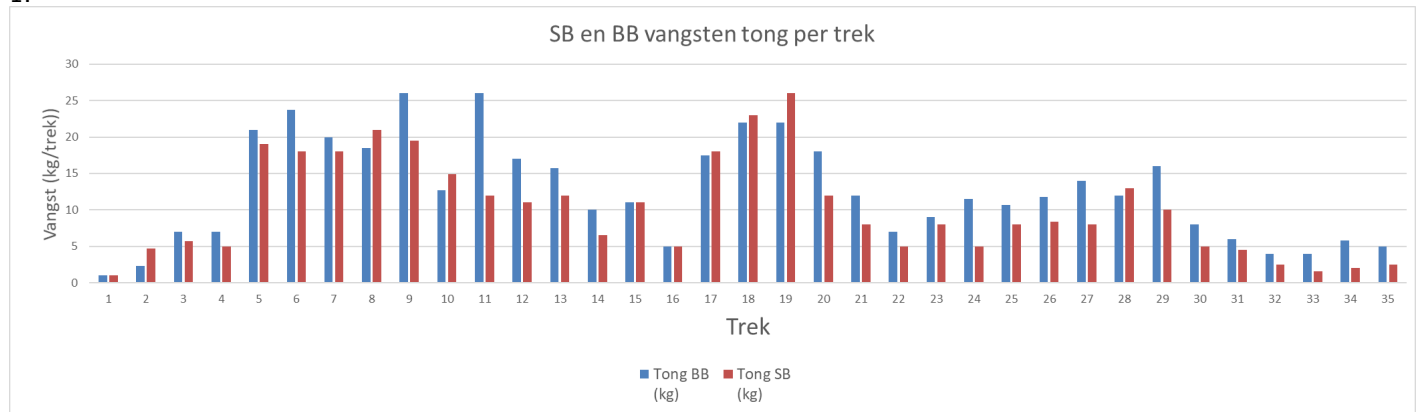
Week nummer: 25	Project: Rubberstrengen-Twistertuig
Schip: SCH63	Schipper: Sijmen Kuijt
Trefwoorden: Jaczon tuig (SB) v.s. Quotter tuig (BB), eerste testweek, tongflap vs. geen tongflap, afstand twister-tongpees 0.8m vs. 1m, vergelijking met wekkerketting kotters en de UK95 met rubberstrengen en bolkoppen.	
Geteste variabelen/weekplan: Beide tuigen vissend krijgen, testen op verschillende gronden. Het BB tuig en SB tuig tegenover elkaar proberen.	
<u>BB tuig</u>	<u>SB tuig</u>
27 rubberstrengen en 12 twisters. Tongflap en tongpees. Maaswijdte kuil: 82 mm Zie tuig infosheet voor details.	25 rubberstrengen en 12 twisters. Kettingen voor de onderpees zijn trek 25 weg gehaald. Hierdoor werd de afstand van de twisters tot de onderpees (het 'opschepmoment') 1m t.o.v. 80cm. Die trek ook twisters op 30 graden gezet (i.p.v. 45 graden ervoor). Maaswijdte kuil: 83.9 mm Zie tuig infosheet voor details.
Positieve ervaringen: Beide tuigen viste redelijk goed, al bleven de tongvangsten wat achter ten opzichte van andere kotters.	
Verbeterpunten: Het BB tuig (met tongflap) loopt wel eens vast in zachte gronden (veel trekkracht pieken). Dit kan een probleem opleveren in de zoektocht naar een allround werkend tuig. Er wordt naar een oplossing gezocht.	
Resultaten	
<p>Resultaten en conclusies: In week 25 zijn 36 trekken geregistreerd. Deze trekken zijn uitgevoerd op schelp en zandgronden in de zuidelijke Noordzee (zie figuur 5). Tijdens de week leken de tongvangsten op bakboord beter te zijn dan die op stuurboord voor elke trek behalve 17, 18 en 19 (zie figuur 1). Hier kon geen verklaring voor gevonden worden. De vangsten schol waren voor elke trek beter in het bakboordtuig, behalve voor trek 12, 20 en 23 (zie figuur 2). De gemiddelde vangsten tong waren 1.86kg/100 visminuten hoger in het BB tuig (figuur 3). Uit een vergelijkende T-test voor gemiddeldes lijkt dit verschil significant ($P=0.001$). Schol werd gemiddeld 3.2kg/100 visminuten meer gevangen met het bakboord tuig dan met het stuurboord tuig (figuur 3). Dit verschil bleek significant ($P=0.006$). Deze resultaten duiden op een betere vangst efficiëntie van het bakboord tuig (met tongflap) op deze gronden. Echter piekte de trekkracht van dit tuig regelmatig, dit zorgde voor zorg voor vastlopen in de grond bij de vissers voor toekomstig vissen in zachtere gronden. In figuur 4 en 5 zijn verdere details te vinden over bevist gebied en verschillen tussen BB en SB.</p> <p>Als een kotter in de buurt van de SCH-63 lag te vissen werd deze gevraagd zijn vangsten door te geven ter vergelijking. Dit is voor vangsten tong gedaan met de OD3, H225 en OD1 die met wekker- of mattentuigen viste en met de UK-95 die met een versie van het rubberstrengen-twistertuig. Er zijn in totaal 13 trekken vergeleken, hieruit bleek dat het tuig van de SCH-63 nog niet op het niveau van de traditionele tuigen viste. Er was geen goede vergelijking te trekken met de UK-95 in verband met het weinig aantal trekken (figuur 6). Voor schol zijn op de bovengenoemde manier 9 trekken vergeleken met de OD3, H225 en OD1. Hier bleken de scholvangsten over het algemeen ook lager te zijn dan met traditionele tuigen. De gebruikte maaswijdte tussen de kotters kan niet geverifieerd worden, daarom moeten de tongvangsten als indicatief gezien worden. Scholvangsten kunnen wel vergeleken worden.</p> <p>Tijdens de visweek is bij trek 25 het besluit genomen op de tussenschalmen van het SB tuig te verwijderen (zie detail tekening SB tuig nr.9). Hierdoor kwam de twister op 1m van de onderpees te liggen i.p.v. op 0.8m. De verschillen tussen BB en SB zijn voor de trekken voor en na trek 25 vergeleken. Hieruit bleek er een vermindering in de tongvangsten van 0.6kg/100 visminuten te zijn met de tongpees dicht op de twister. Voor schol was dit verschil 5.9kg/100 visminuten. Dit zou er op duiden dat een tongpees dicht op de twister betere vangsten schol oplevert (figuur 9).</p> <p>De besommingen en het gasolie verbruik van de SCH-63, H225 en OD1 zijn door rederij Jaczon aan het eind van de week doorgegeven. Dit bood een vergelijkingskans voor de efficiëntie van het tuig tegenover klassieke tuigen. Hieruit bleek de SCH-63 minstens 40ct/l verbruikte gasolie minder te besommen dan de H225 (figuur 10). Deze vergelijking is een</p>	

indicatie, de kotters hebben andere vermogens en rust verbruiken. De vangst efficiëntie van deze uitvoering van het rubberstrengen met twister tuig zal verbeterd moeten halen om commercieel interessant te zijn voor de Nederlandse boomkorvisserij.

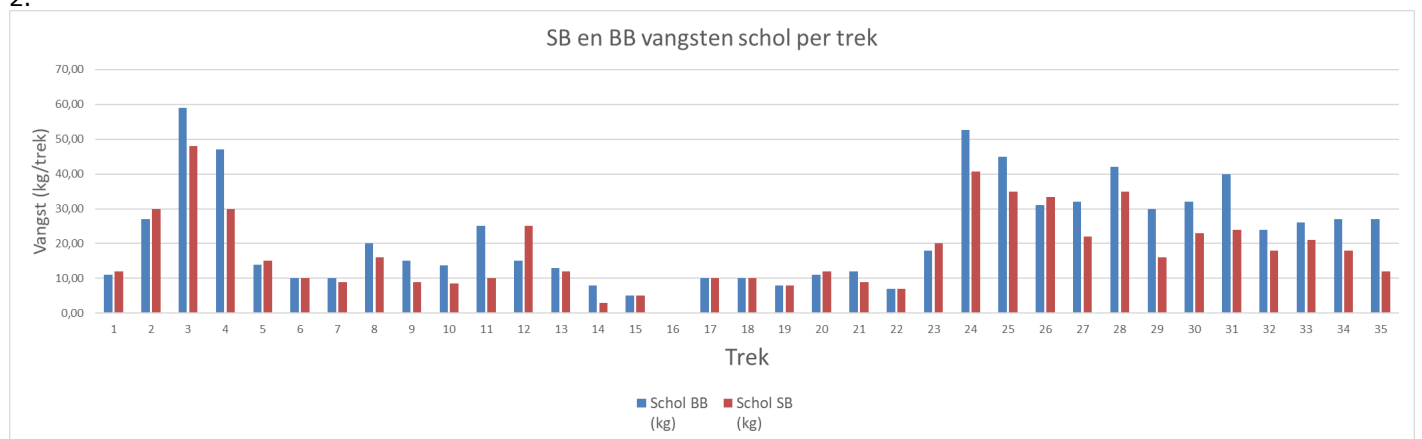
Conclusies:

- De tongflap geeft significant betere vangsten tong en schol (bb tuig). Helaas piekt deze veel in de grond en is de vraag of deze in een 'allround' goed past.
- De grotere afstand van de tongpees tot de twister heeft significant effect op de scholvangsten. Een pees dicht bij de twister lijkt beter voor de vangst van schol en in mindere mate tong.
- De besomming van de SCH-63 lijkt achter die van andere kotters te blijven. Deze zal in de toekomst verbeterd moeten worden om een commercieel interessant tuig te zijn voor de boomkorvisserij.

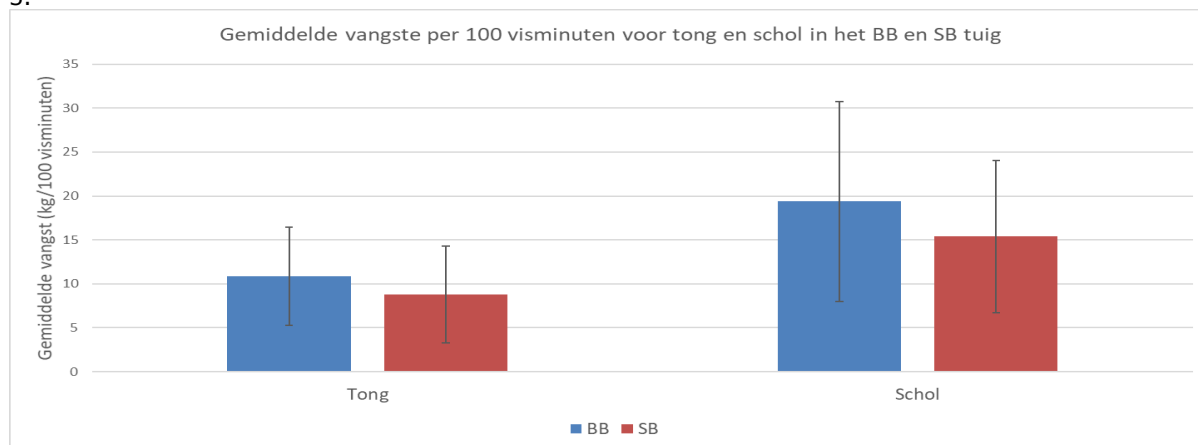
1.



2.



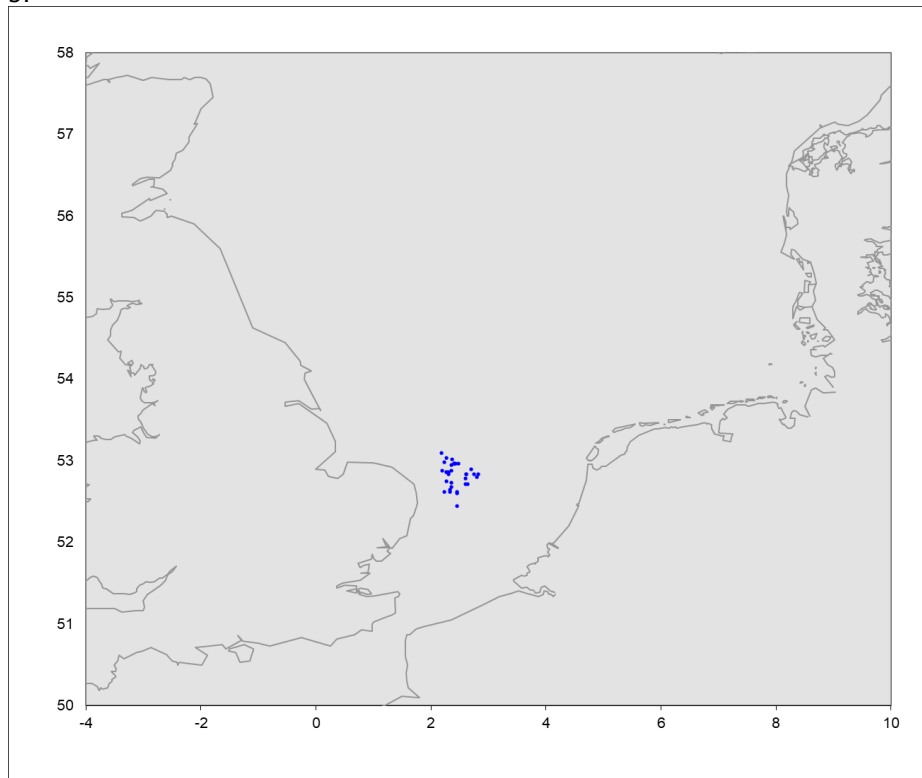
3.



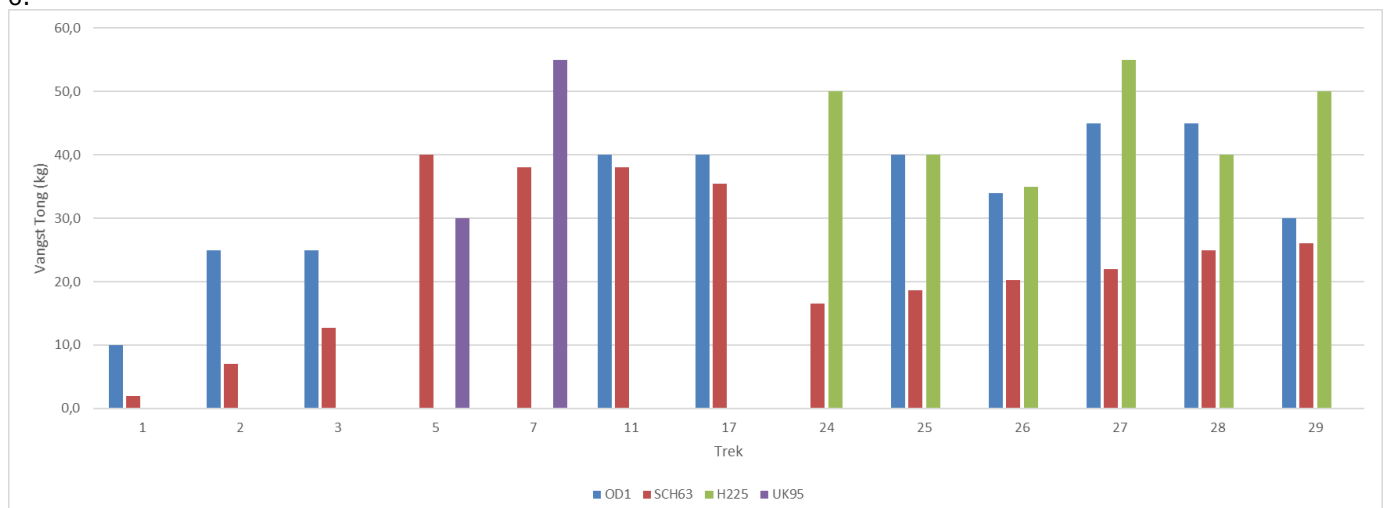
4.

		BB	SB
Totaal Kg	Tong	440	355
	Schol	777	617
Gemiddelde per trek	Tong	13	10
	Schol	23	18
STD	Tong	6,97	6,68
	Schol	14,32	11,03
Gemiddelde per 100min	Tong	11	9
	Schol	19	15
STD	Tong	5,59	5,48
	Schol	11,40	8,69
Gemiddelde vangst per hectare	Tong	0,65	0,53
	Schol	1,18	0,93
STD	Tong	0,35	0,33
	Schol	0,70	0,54
Aantal trekken		35	35
% Vangst tong in SB tov BB		0,81	
% Vangst Schol in SB tov BB		0,79	

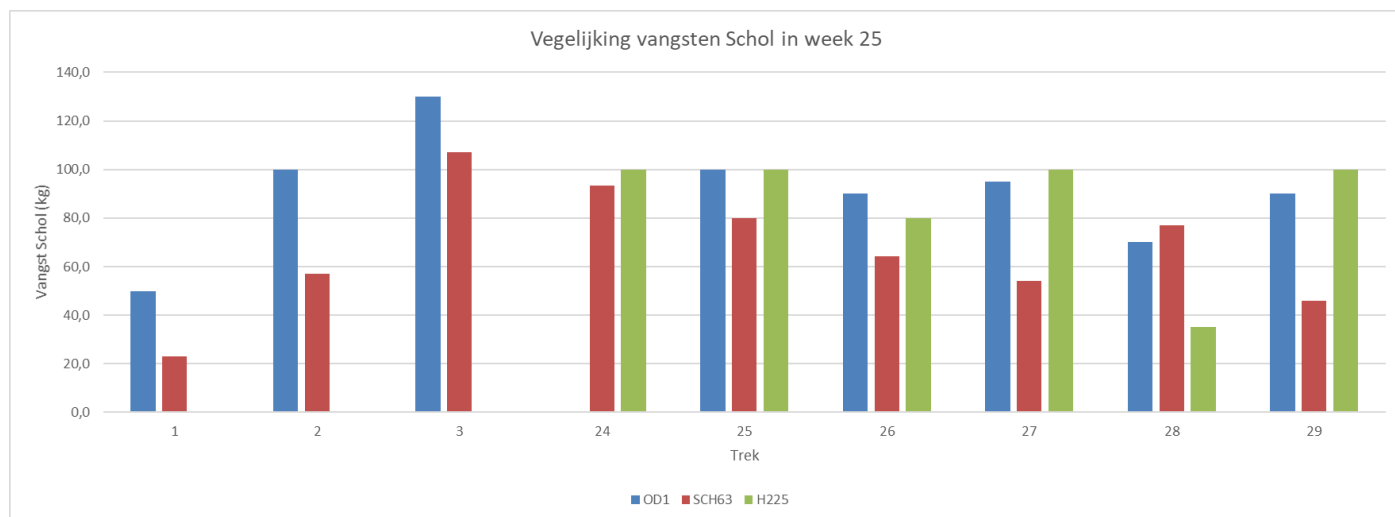
5.



6.



7.



10.

	Gasolie (l)	Besomming (€)	€/l
SCH-63	16100	21600	1,34
OD-1	22200	38500	1,73
H-225	19900	40100	2,02

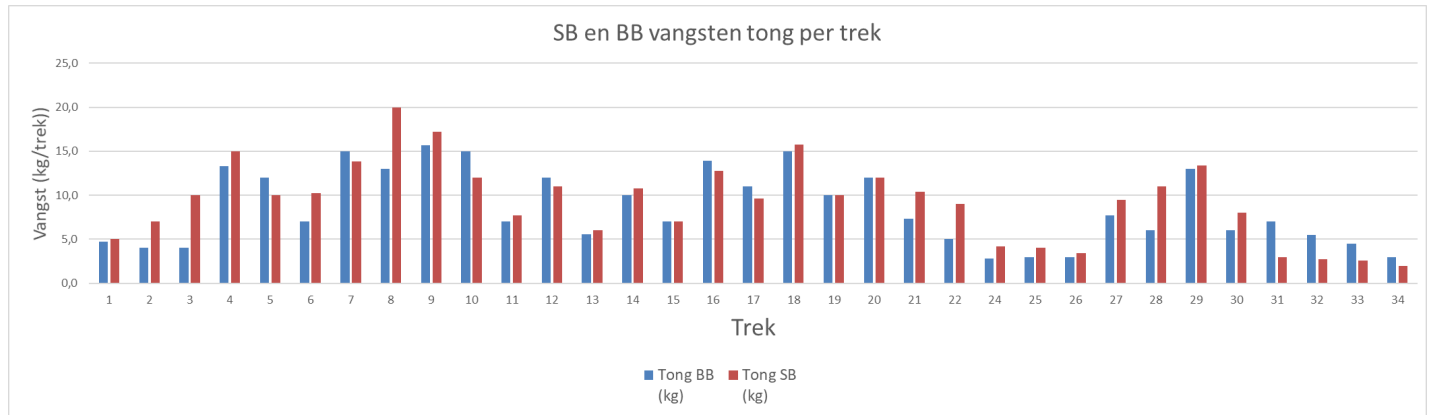
Plan voor week 26: Verschillende posities van de twisters ten opzichte van de onderpees testen op het stuurboord tuig. Maandag: 40 cm, dinsdag: 50 cm, woensdag: 60 cm en donderdag 30cm.

Week nummer: 26	Project: Rubberstrengen-Twistertuig
Schip: SCH63	Schipper: Sijmen Kuijt
Trefwoorden: Jaczon tuig (SB) v.s. Quotter tuig (BB), tongflap vs. geen tongflap, afstand twister-tongpees 45cm, 60cm, 75cm. Vergelijking met rubberstrengen twister tuig van deUK95.	
Geteste variabelen/weekplan: Het testen van verschillende afstanden tussen de twister en tongpees op het SB tuig. Het BB tuig blijft gelijk ter vergelijking.	
<u>BB tuig</u>	<u>SB tuig</u>
Gelijk aan week 25. Zie tuig infosheet voor details. Maaswijdte kuil: 82.6 mm	Start van week 26: gelijke opstelling als eind week 25. Afstand twister-onderpees en hoek van bolkop varieerde tijdens de week: - trek 1-5: 45 cm en 30 graden - trek 6-9: 45 cm en 45 graden - trek 10-21: 60cm en 45 graden - trek 22-34: 75cm en 45 graden Zie tuig infosheet voor details. Maaswijdte kuil: 82.0 mm
Positieve ervaringen: Beide tuigen viste redelijk goed, al bleven de tongvangsten achter ten opzichte van andere kotters.	
Verbeterpunten: Het BB tuig (met tongflap) loopt wel een vast in zachte gronden (veel trekkracht pieken). Dit kan een probleem opleveren in de zoektocht naar een allround werkend tuig. Er wordt naar een oplossing gezocht.	
Plan voor week 27: Het BB tuig vervangen door hetzelfde tuig als SB: dit om in zachtere gronden te kunnen vissen.	
Resultaten	
<p>Resultaten en conclusies: <i>Vangsten -Algemeen-</i> In week 26 zijn 34 trekken geregistreerd waarvan een trek (nr. 23) niet meegenomen kon worden ivm met het verliezen van de BB zak. De valide trekken zijn uitgevoerd op schelp en zandgronden in de zuidelijke Noordzee (zie figuur 5). Tijdens de week bleken de tongvangsten voor 10 trekken op bakboord beter te zijn dan die op stuurboord (zie figuur 1). Vergeleken met week 25 lijkt SB dus beter tong te vangen. De vangsten schol waren voor 18 trekken beter op bakboord (zie figuur 2). Hier lijken de scholvangsten op SB ook beter dan die van week 25. Het SB tuig lijkt dus verbeterd te zijn aangezien BB onveranderd is gebleven.</p> <p>De gemiddelde vangsten tong waren 1kg/100 visminuten hoger op SB dan op BB (figuur 3). SB ving gemiddeld 8.11 kg per 100 visminuten tong terwijl BB 7.40 kg per 100 visminuten ving. Schol werd gemiddeld 0.2kg/100 visminuten meer gevangen met het bakboord tuig dan met het stuurboord tuig (figuur 3). SB ving gemiddeld 12.87 kg per 100 visminuten schol terwijl BB 13.06 kg per 100 visminuten ving. Deze resultaten geven echter geen goede vergelijking aangezien het SB tuig door de week is aangepast. In figuur 4 en 5 zijn verdere details te vinden over bevist gebied en verschillen tussen BB en SB over de hele week.</p> <p><i>Veranderingen aan SB</i> Van trek 1 tot 9 is op SB de afstand tussen de onderkant van de twister tot de onderpees op 45 cm gezet. Van trek 10 tot 21 zat deze op 60 cm en van trek 22 tot 34 zat deze op 75 cm. Aan BB was de afstand tussen de twister en onderpees 80 cm. Om de vangsten te vergelijken zijn de vangsten van SB afgetrokken van de vangsten op BB (onveranderd tuig). Hierna zijn de gemiddeldes voor de verschillende afstanden berekend. Hieruit bleek SB het beste tong en schol te vangen met een afstand twister-onderpees van 45cm en 60cm respectievelijk. Zie figuur 6 en 7.</p> <p>De hoeken van de twisters waren van trek 1 tot 5 op 30 graden, hierna zijn deze op 45 graden gezet terwijl de afstand twister-onderpees 45 cm beef. Trek 1-5 en 6-9 konden op dezelfde manier als hierboven beschreven vergeleken worden. Hieruit bleek het verschil in hoek weinig effect te hebben op de vangsten tong (verschil van 0.1kg/100 visminuten, figuur 8). Er leek meer effect op de vangsten schol te zijn waar een hoek van 30 graden zorgde voor 1.4 kg meer vangst per 100 visminuten.</p> <p><i>Gasolie/besomming</i> De besommingen en het gasolie verbruik van de SCH-63, H225 en OD1 zijn door rederij Jaczon aan het eind van de week doorgegeven. Dit bood een vergelijkingskans voor de efficiëntie van het tuig tegenover klassieke tuigen. Hieruit bleek de SCH-63 de helft per liter brandstof te besommen dan de OD3 (0.79 euro/l vs. 1.23 euro/l). Deze vergelijking is een indicatie, de kotters hebben andere vermogens en rust verbruiken. De vangst efficiëntie van deze uitvoering van het rubberstrengen met twister tuig zal verbeterd moeten halen om commercieel interessant te zijn voor de Nederlandse boomkorvisserij.</p>	

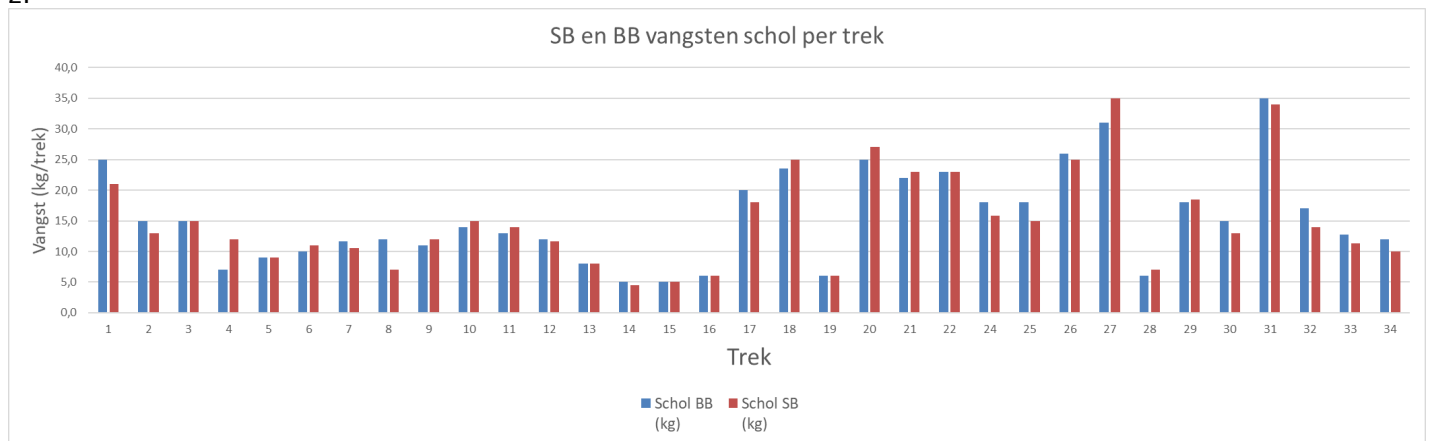
Conclusies:

- SB ving beter met een twister dicht op de onderpees. In week 25 zat deze op 80 en 100 cm. Hier ving SB consistent minder dan BB. Dat was week 26 niet het geval.
- Een afstand twister-onderpees van 45 cm lijkt beter voor tong. Dit kan te maken hebben met de reactiviteit en het snelle ingraven van tong.
- Een afstand van 60 cm leek beter voor scholvangsten.
- De hoek van de twister lijkt minder effect te hebben op de vangsten tong dan schol. Dit zou de maken kunnen hebben met de morfologie en gedrag van de twee soorten.
- De besomming was uiterst slecht in vergelijking met andere kotters. Deze zal in de toekomst verbeterd moeten worden.

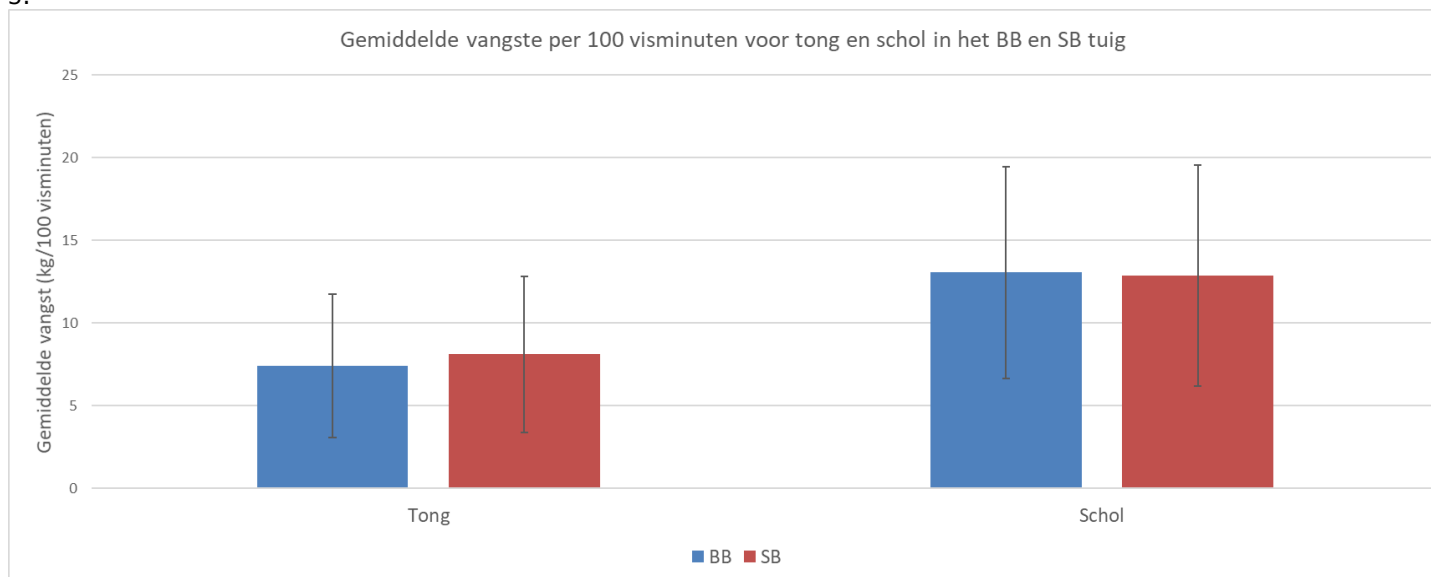
1.



2.



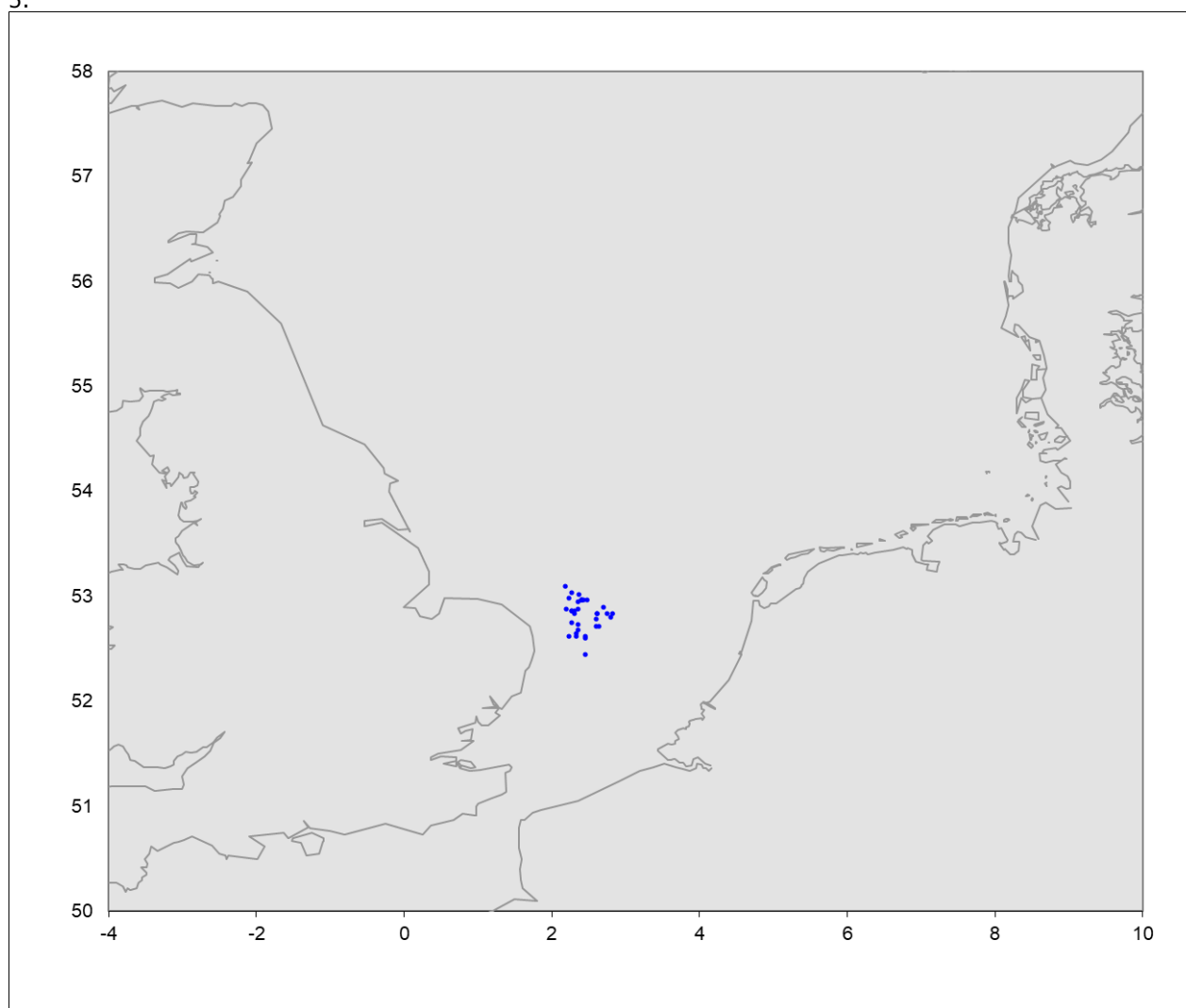
3.



4.

		BB	SB
Totaal Kg	Tong	281	306
	Schol	507	495
Gemiddelde per trek	Tong	9	9
	Schol	15	15
STD	Tong	4,20	4,47
	Schol	7,70	7,89
Gemiddelde per 100min	Tong	7	8
	Schol	13	13
STD	Tong	4,33	4,72
	Schol	6,39	6,69
Gemiddele vangst per hectare	Tong	0,44	0,48
	Schol	0,78	0,77
STD	Tong	0,26	0,28
	Schol	0,39	0,41
Aantal trekken		33	33
% Vangst tong in SB tov BB	1,09		
% Vangst Schol in SB tov BB	0,98		

5.



6. Tong: afstand 45, 60 en 75 cm.

	Vershill
	BB-SB (kg/100min)
45 cm	-2,1
60 cm	0,1
75 cm	-0,4

7. Schol: afstand 45, 60 en 75 cm.

	Vershill BB-SB (kg/100min)
45 cm	0,1
60 cm	-0,2
75 cm	0,7

8. Tong: hoek 30 vs 45 graden.

	Vershill BB-SB (kg/100min)
45 °	-2,1
60 °	-2,2

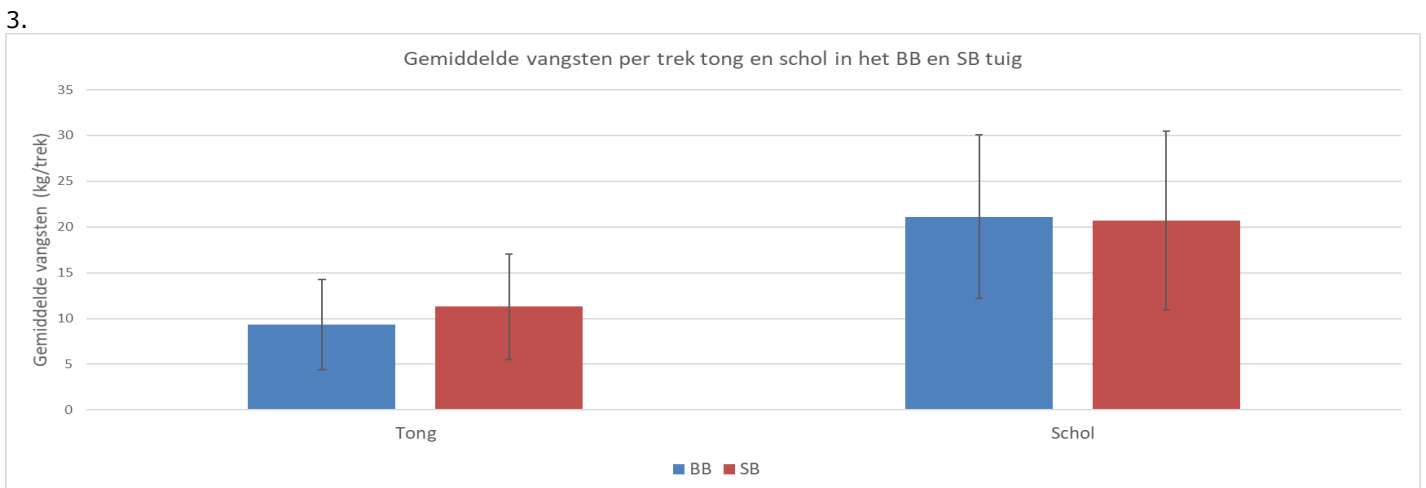
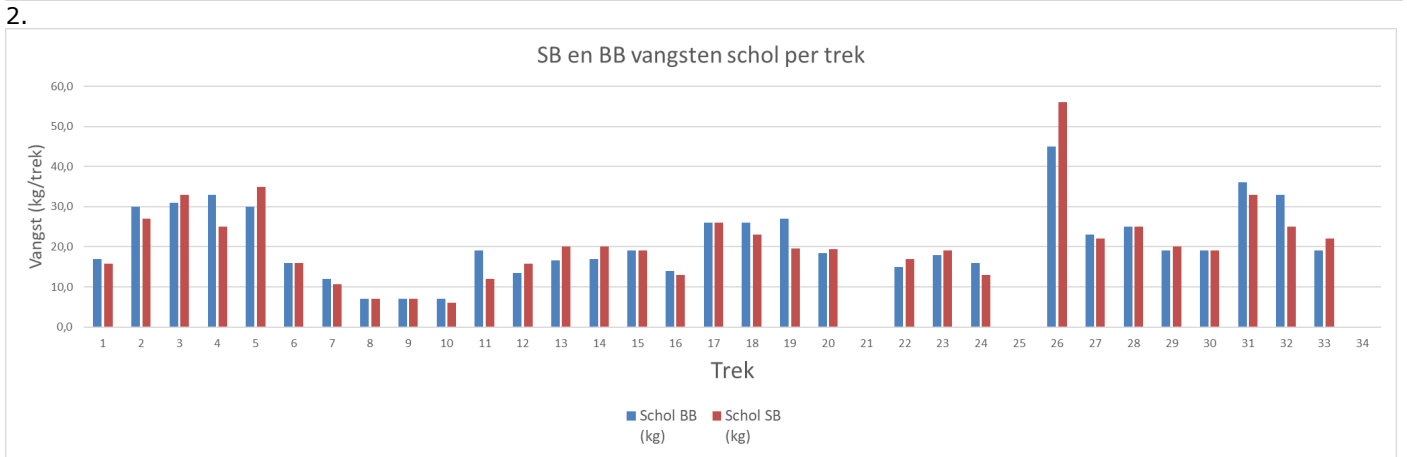
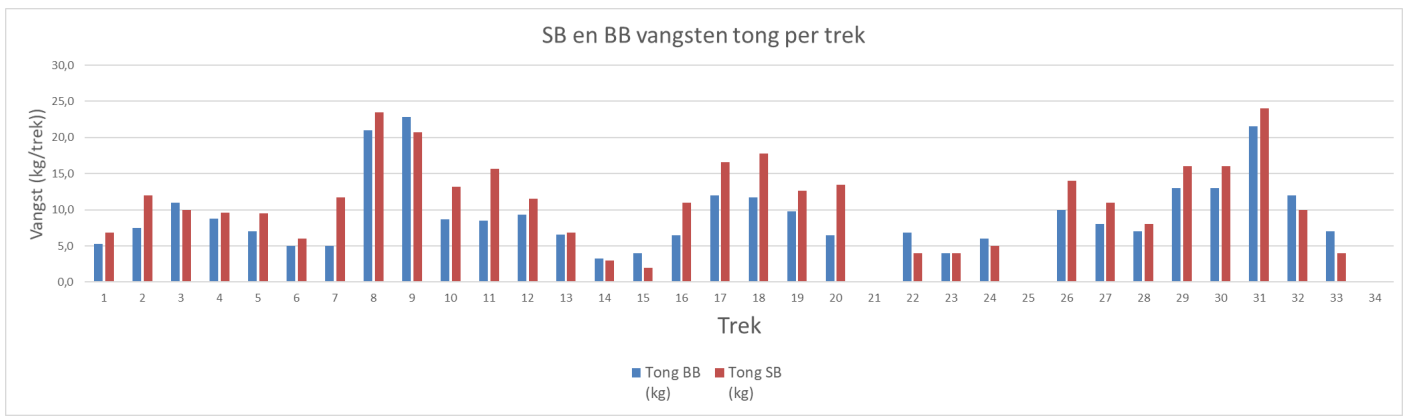
9. Schol: hoek 30 vs 45 graden.

	Vershill BB-SB (kg/100min)
45 °	-0,5
60 °	0,9

10.

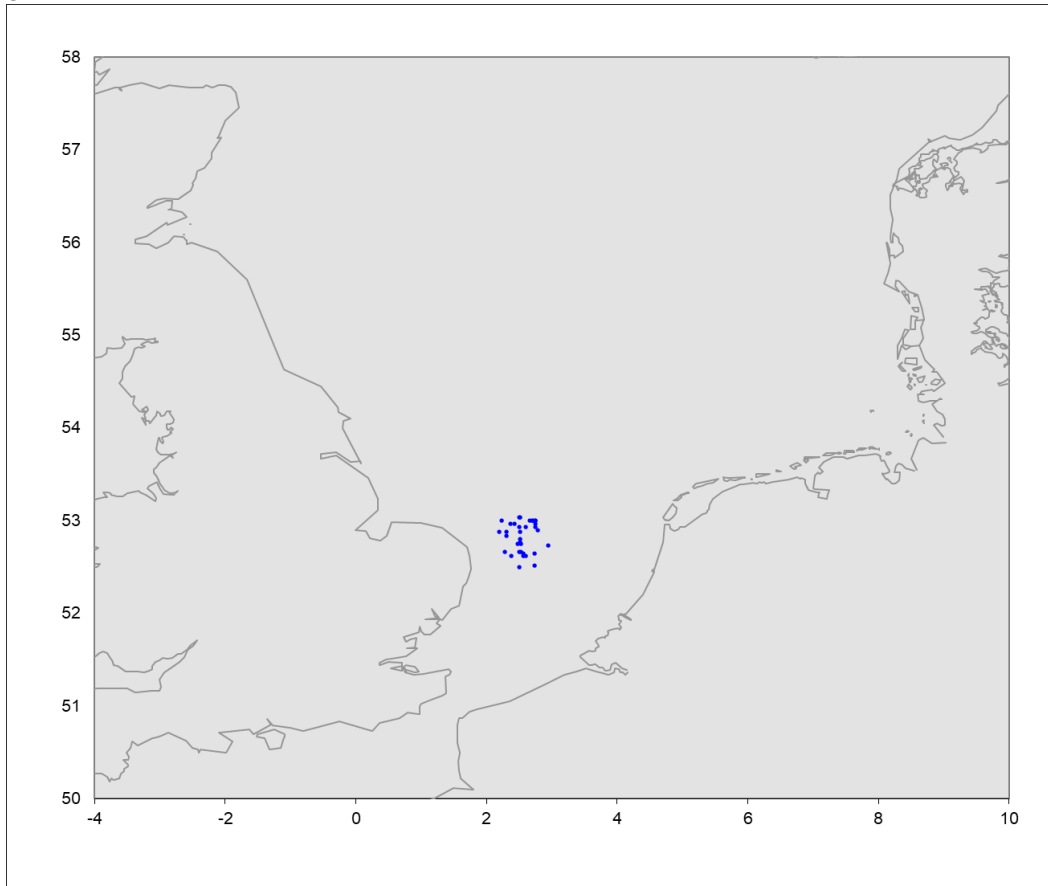
	Kotter	Gasolie (l)	Besomming (€)	€/l
wk26	SCH-63	16100	12700	0,79
	OD-1	23400	35900	1,53
	H-225	21500	38500	1,79

Week nummer: 27	Project: Rubberstrengen-Twistertuig
Schip: SCH63	Schipper: Symen
Trefwoorden: Jaczon tuig (SB en BB), Jaczon tuig allround vissend krijgen, tongvangsten mogelijk beter met twister-onderpees afstand 90cm i.p.v. 70-80cm	
Geteste variabelen/weekplan: Beide tuigen vissend krijgen.	
<u>BB tuig</u>	<u>SB tuig</u>
Tuig vervangen door hetzelfde tuig als SB. Zie infosheet SB van week 25. 25 rubberstrengen en 12 twisters. Twister onderpees afstand en hoek: - trek 1-33: 90cm en 45 graden	Zie tuig infosheet SB week 25 voor details. Twister onderpees afstand en hoek: - trek 1-12: 90cm en 45 graden - trek 13-33: 70/80 cm en 45 graden
Positieve ervaringen: Beide tuigen viste redelijk goed, al bleven de tongvangsten wat achter ten opzichte van andere kotters.	
Verbeterpunten: De vangsten zijn niet goed genoeg en de bemanning heeft veel werk aan het tuig. Twisterters draaien en komen in de knoop (door het ophangstelsel). Dit zorgt voor ergernis bij de vissers. Hierdoor is de motivatie laag en wordt doorvissen met dit tuig moeilijk.	
Resultaten	
<p>Resultaten en conclusies:</p> <p>In week 27 zijn 33 trekken geregistreerd waar van trek 21 niet meegenomen kon worden door het in de grond lopen van het tuig. Trek 25 is uit de dataset verwijderd door een inconsistentie in vangst dat door een waarschijnlijke tyfoutje de data voor die trek onbruikbaar maakt. De trekken zijn uitgevoerd op schelp en zandgronden in de zuidelijke Noordzee (zie figuur 5). De vangsten tong en schol zijn in figuur 1 en 2 te zien. Gemiddeldes over de hele week worden in figuur 3 en 4 weergegeven. Hieruit kunnen geen conclusies getrokken worden aangezien er van trek 1 tot 12 de BB en SB tuigen gelijk opgetuigd waren, terwijl van trek 13 tot 33 dit niet het geval was. Van trek 1 tot 12 ving SB 2.29 kg meer tong per 100 visminuten en 0.88 kg minder schol per 100 visminuten (figuur 6). Uit een standard T-test voor gemiddeldes bleek dit verschil significant voor tong ($P=0.007$). Het verschil in vangsten schol bleek niet significant. Het significante verschil in tongvangsten kan door een verschil in maaswijdte komen: in week 26 is een maaswijdte op BB van 82.8mm gemeten terwijl deze op SB 82mm was. Van trek 13 tot 33 is de afstand tussen de twister en onderpees verlaagd naar 70/80cm terwijl BB gelijk bleef. Van trek 13 tot 33 ving SB 1.21 kg meer tong per 100 visminuten en 0.10 kg meer schol per 100 visminuten (figuur 7). Uit een standard T-test voor gemiddeldes bleek dit verschil niet significant voor schol of tong. Aangezien het verschil in tongvangsten tussen BB en SB kleiner is als de afstand tongpees-twister verkort wordt, lijkt een afstand van 90 cm (i.p.v. 70-80 cm) gunstiger voor tongvangsten. Dit staan in tegenstelling met de resultaten van week 26, waar tongvangsten significant beter leken met een kortere afstand tongpees-twister van 45cm i.p.v. 60 cm. Er zal preciezer onderzoek gedaan moeten worden naar de meest efficiënte afstand twister-tongpees met gelijkmazige kuilen.</p> <p><i>Gasolie/besomming</i></p> <p>De besomming en het gasolie verbruik van de SCH-63, H225 en OD1 zijn door rederij Jaczon aan het eind van de week doorgegeven. Dit bood een vergelijkingskans voor de efficiëntie van het tuig tegenover klassieke tuigen. Hieruit bleek de SCH-63 de 0.11euro per liter brandstof minder te besommen dan de OD3 (1.27 euro/l vs. 1.38 euro/l, zie figuur 8). Deze vergelijking is een indicatie, de kotters hebben andere vermogens en rust verbruiken. De vangst efficiëntie van deze uitvoering van het rubberstrengen met twister tuig zal verbeterd moeten halen om commercieel interessant te zijn voor de Nederlandse boomkorvisserij.</p> <p>Conclusies:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Met dezelfde tuiguitvoeringen bleken vangsten tong significant verschillen: zeer waarschijnlijk te wijten aan een verschil in maaswijdte. - met een kortere afstand tongpees-twister bleek SB slechter te vangen in vergelijking met het onveranderd BB tuig. Deze verschillen waren echter niet significant. - De efficiëntie van het tuig is verbeterd in vergelijking met week 26, al zullen vangsten nog verbeterd moeten worden. <p>1.</p>	

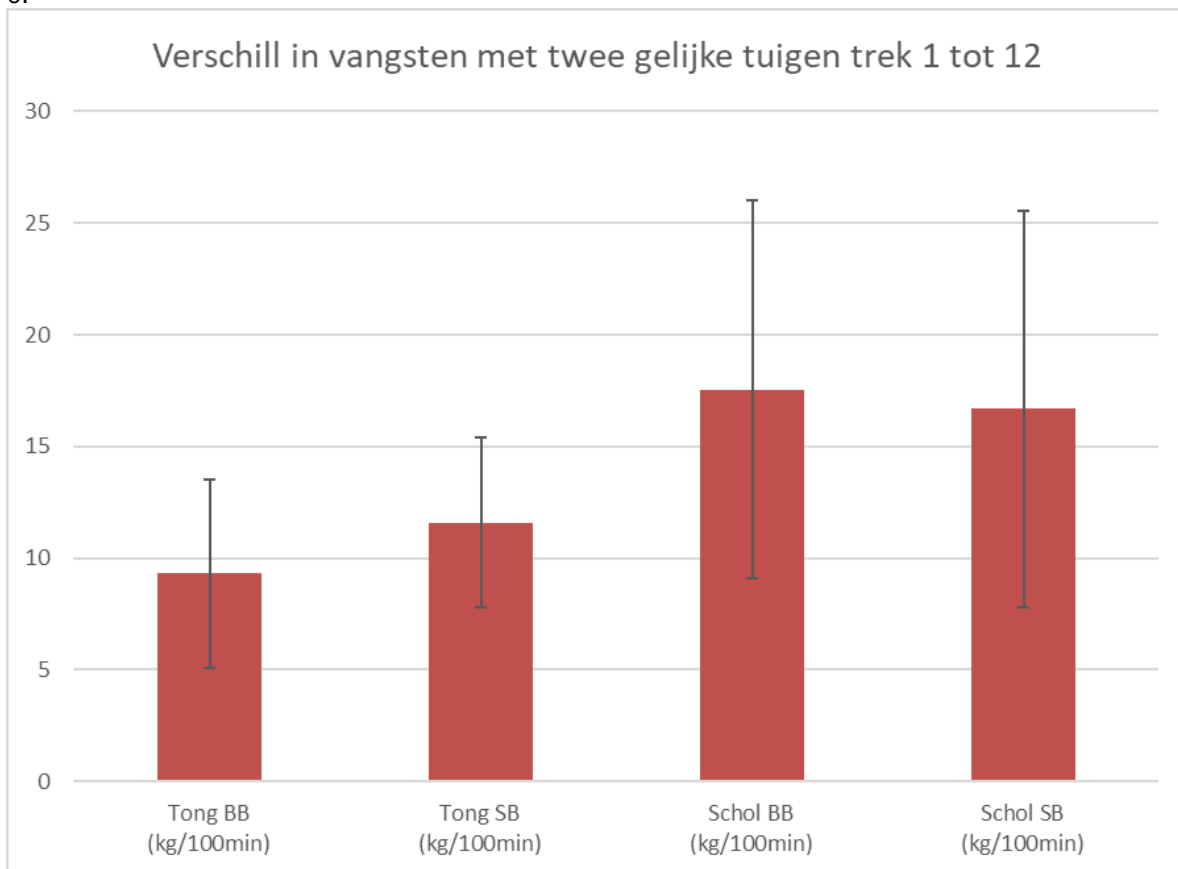


		BB	SB
Totaal Kg	Tong	289	350
	Schol	655	641
Gemiddelde per trek	Tong	9	11
	Schol	21	21
	Tong	4,92	5,76
	Schol	8,95	9,78
Gemiddelde per 100min	Tong	8	10
	Schol	19	18
	Tong	4,29	5,05
	Schol	8,89	9,93
Gemiddelde vangst per hectare	Tong	0,49	0,59
	Schol	1,11	1,10
	Tong	0,26	0,30
	Schol	0,53	0,60
Aantal trekken		30	30
% Vangst tong in SB tov BB		1,21	
% Vangst Schol in SB tov BB		0,98	

5.

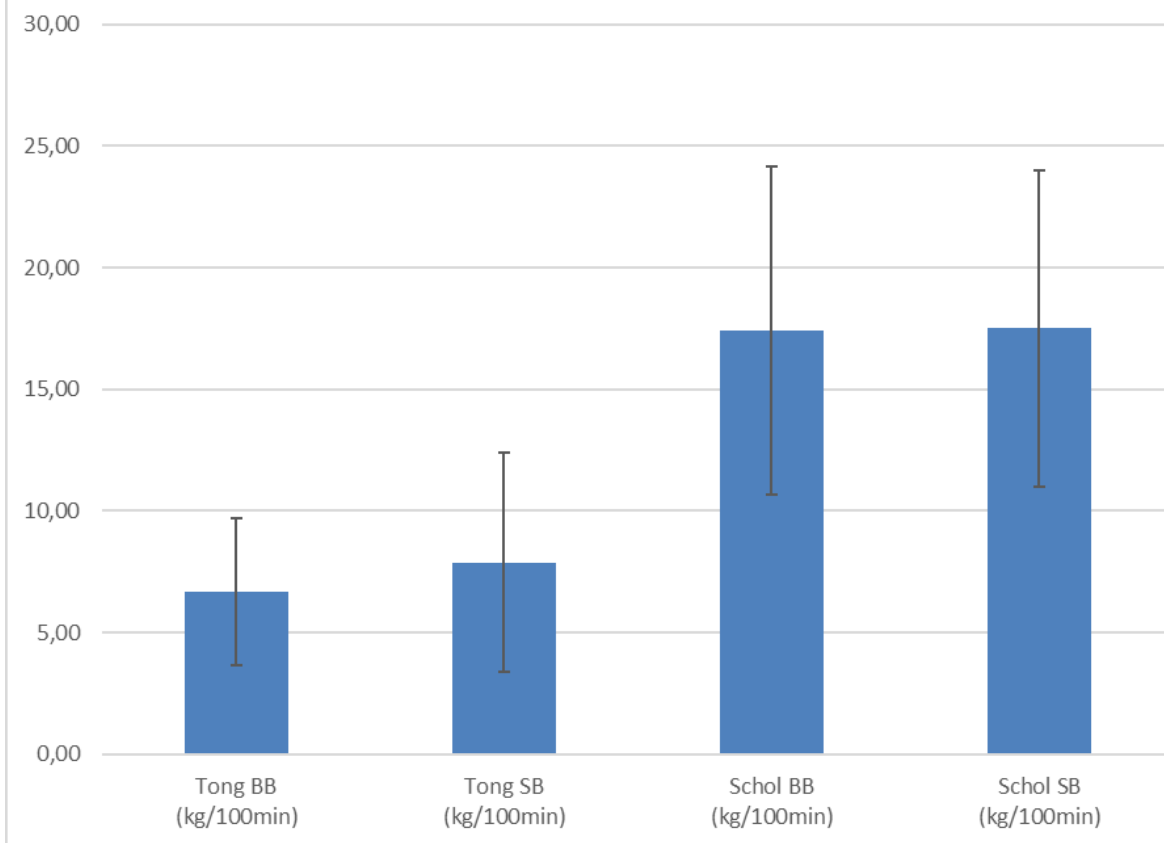


6.



7.

Verschil in vangsten met verschillende tuigen trek 13 tot 33



8.

	Kotter	Gasolie (l)	Besomming (€)	€/l
wk27	SCH-63	14500	18400	1,27
	OD-1	22300	30800	1,38
	H-225	19900	34900	1,75

Plan voor week 28: Bemanning houdt er mee op, einde zelfsampling.



Onderzoekssamenwerking: waterspraytuig en rubberstrengen in combinatie met twisters

Innovatie tongvisserij: werken aan een effie

LIJMUIDEN – Visserij en onderzoekers van Wageningen Marine Research werken in verschillende projecten samen aan duurzaam visserijbeheer, zoals innovaties om selectiever te vissen en verbetering van de bestandsschattingen. Projecten uit deze onderzoekssamenwerking staan centraal in deze column in Visserijnieuws. Deze week WMR-onderzoekers Allard van Mens, Piekke Molenaar en Lennert van der Pol over tuiginnovatie in de tongvisserij.



Doelen

De Nederlandse kottersvisserij bevindt zich in een moeilijke situatie door het verbod op pulsvisserij en de verhoogde brandstofprijzen te midden van andere dreigingen zoals kritiek op bodemverstorende visserijen en de uitrol van windenergie op zee. Door het pulsverbod zijn vissers gedwongen terug te grijpen op traditionele methoden, zoals de boomkar met wekrerfingen of kettingmatten, om de waardevolle tong te vangen. Dit heeft echter geleid tot een verduubeling van de brandstofkosten, waardoor rendabel ondernemen aanzienlijk moeilijker is geworden. Er is dan ook dringende behoefte aan een alternatieve vismethode die de tongvisserij op korte termijn en in de toekomst rendabel maakt, zelfs bij hogere brandstofprijzen.

Het project 'tuiginnovatie tongvisserij', gefinancierd door het Europees Fonds voor Maritieme Zaken en Visserij, heeft als doel om een innovatief en toekomstbestendig vistuig voor de tongvisserij te ontwikkelen. In dit project worden twee hoofdlijnen van innovatie en onderzoek gevolgd.

In de eerste lijn is het eerder door Jaczon bedachte waterspraytuig verder ontwikkeld. Op basis hiervan werd binnen het project 'tuiginnovatie tongvisserij' verder geïnvesteerd, waarbij verschillende technische aanpassingen en ideeën in de praktijk getoet werden. Daarnaast is onderzocht wat de efficiëntie van de waterstraal is, afhankelijk van de penetratiediepte van de waterstraal en de afbuiging van de waterstraal. Binnen dit project is dus een nieuwe versie van het waterspraytuig ontwikkeld, waarmee op Nederlandse visbestanden op tong gevist is om de werking en efficiëntie van het tuig verder te onderzoeken.

In de tweede onderzoeklijn is het project konden ook andere energie-efficiënte tuigen worden ontwikkeld en getoet. Zo is gekeken naar alternatieve opwerkmethode voor platvis om het gewicht en weerstand van



★ Waterspraytuig I met sprayreukjes en een watersprayingwing met geïntegreerde pomp.



★ Onderkant van de verschillende sprayreukjes en plaatjes gebruikt tijdens de ontwikkeling van het waterspraytuig I. De plaatjes waren voorzien van 4 openingen, de reukjes van 3 spuitmondjes.

het tuig minimaliseren. Hiermee kan aanzienlijk bespaard worden op brandstofgebruik en daarmee verminderd ook de CO₂-uitstoot. Binnen het project is gekeken om de efficiëntie van het rubberstrengjes-twistering verder te onderzoeken.

Waterspraytuig

Het waterspraytuig bestaat uit een systeem van waterstralen die onder een hoek van negenzig graden over de breedte van het tuig op de zeebodem worden gespoten. De waterdruk hiervoor wordt opgevoerd door een elektrische pomp die aan de boom (of in een

wing) van het tuig is bevestigd. Water wordt via een slang vanaf het verzamelpompstation op de boom naar drie spuitplaatjes of reukjes geleid, zodat ze voorzien worden van water. De spuitopening is in het reukje of plaatje gemaakt. De waterstralen worden gegenereerd door water onder druk (5-5,5 bar) door een klein gaatje (5 mm spijngat) van het reukje of plaatje te spuiten.

Om de opwaartse druk van de waterspray te compenseren en ervoor te zorgen dat het water stabiel vanaf de juiste hoogte en in de gewenste richting wordt gespoten, is in de eerste versie van

het tuig een metalen reukje of plaatje ontworpen. Dit reukje of plaatje bevindt zich 90 à 70 cm voor de onderpoos van het net.

In het tweede watersprayproject zijn de reukjes vervangen door een watersprayslang. Deze slang was gemaakt in een V-vorm zou en mogelijk efficiënter via aanzetten opschrikken en vangen. Door deze vorm kon er met een V-net gevist worden.

Bakboord-stuurboord

Met het waterspraytuig met waterwing (waterspray II) en een tuig met een reukjes (waterspray I) zijn aan boord van de SC13-63

door de bemanning 'zelfmonsteringsproeven' uitgevoerd. Deze proeven lieten als doel het waterspray II tuig visserij te krijgen en een bakboord-stuurboord (BS-SB) vergelijking te maken tussen de twee versies. Er is in 2021 een totaal van 6 weken zelfmonstering uitgevoerd. Het tuig met de ronde waterspray en 10 kietelaars ving gemiddeld 19% meer tong dan het waterspraytuig in vierkante opstelling. Met deze opstelling was het echter niet mogelijk om te bepalen of dit verschil veroorzaakt werd door de ronde waterspray of door het toepassen van de 10 kietelaars.

OSW



Helaas is door de algemene lage tongvangsten, beperkte resultaten, hoge werkdruk voor de bemanning en het niet krijgen van toegang tot Britse wateren met dit experimentele tuig, de ontwikkeling van deze innovatie stopgezet. Er bleven na deze zelfmonsteringsproeven wel fundamentele vragen rondom het geluid van de pomp, de afbuiging van de waterstraal en de penetratiediepte van de waterstraal staan. Met proeven in het Visserij Innovatie Centrum (VIC) in Stelendam is antwoord gezocht op deze fundamentele vragen.

Afbuiging waterstraal?

Om te onderzoeken wat de afbuiging van een waterstraal met bepaalde druk, spuitgatiemeter, vaasveelheid en spuithoek is, werd gebruik gemaakt van de faciliteiten van het VIC. Aan de hand van de video's, referentiehoeken en afmetingen kan de afbuiging van de voorste/achterste waterstraal achterhaald worden. Hieruit werd onderzocht welke variabelen de meeste invloed hadden op de afbuiging van de waterstraal. Uit de analyse bleek dat de spuithoek de meeste invloed had op de uiteindelijke afbuiging van de straal, gevolgd door de vaasveelheid en waterdruk. De beste uitvoering voor een zwaartere spuithoek bleek een voorwaartse spuitstraal van 20 graden te zijn.

Geluid waterstraal?

Bij het gebruik van waterspraytuigen is het mogelijk van belang om rekening te houden met het geluid dat de waterpompen en spuitgaten op de tuigen kunnen produceren. Dit geluid kan vissen mogelijk waarschuwen voor het naderende vistuig en daarmee vissen een mogelijkheid kunnen geven om het tuig te ontwijken. Dit onderzoek had als doel om het effect van verschillende parameters, zoals spuitgatiemeter, druk en rekopstelling, op het geluidsniveau van een waterstraal te onderzoeken.

Het onderzoek werd uitgevoerd in het VIC, waar een 'vriendelijke' waterstraal werd gebruikt om de geluidspendence van het tuig te simuleren. Verschillende combinaties van spuitgatiemeter, druk en rekopstelling werden getoet. Geluidsniveaus werden gemeten met behulp van een microfoon die het geluid onderwater registreerde.

De resultaten toonden aan dat de spuitgatiemeter een effect had op het geluidsniveau. Spuitgaten met een diameter van 4, 5, 8 en 10 mm veroorzaakten een vergelijkbaar geluidsniveau, terwijl een spuitgat van 13 mm minder

ient tuig

platform



★ Waterspray II net met Vormige pass, V-waterspray slang, kielwaaier en wing met gewijde pomp. De laatste staat niet op de foto. De spraygootjes waren in de middelste metalen compartimenten van de Vormige spray slang gemaakt, deze slang werd onderhouden door twee staalkabels met rubberschijven.

gehuïd genereert. Dit wijst erop dat een groter spuitgatdiameter minder geluid produceert.

Het effect van de druk leek minimaal te zijn. Er was weinig verschil in geluidsniveau tussen drukken van 3 en 5 bar bij hetzelfde spuitgat. Het geluidsniveau nam toe bij een waterdruk van 7 bar.

De rek-opstelling, oftewel het aantal rekjes, had weinig invloed op het geluidsniveau onderwater. Wel lijkt het plaatje iets meer geluid te produceren dan het rekje. Er zijn geen proeven gedaan met levende vissen, wellicht zou dit in de toekomst wel kunnen.

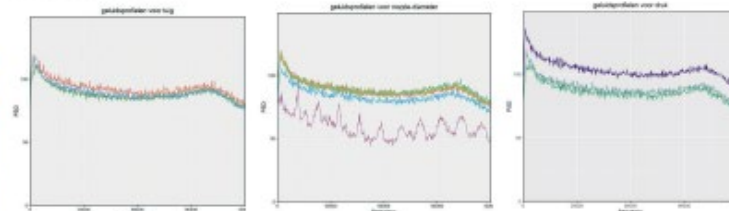
Hoe diep penetreert een waterstraal in de grond?

Het begrijpen van de interactie tussen een waterstraal en de bodem is van groot belang om de ecologische impact te toetsen, en inzicht te krijgen in de toetsmogelijkheden. In de proefopstelling in het VIC werden elektrische sensoren gegraven om het verschil tussen zand en water te meten, waardoor de invloed van spuihoek, het geluid van een rekje of plaatje, de spuithoogte en de waterdruk op de penetratiediepte van de waterstraal kon worden onderzocht.

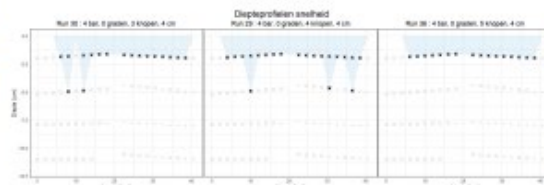
Een speciaal ontworpen constructie werd gebruikt voor het experiment, waarin elektrische sensoren op verschillende dieptes waren ingegraven. De sensoren waren in staat om de elektrische weerstand te meten wanneer ze in contact waren met zand of water of een mengsel hiervan. Hierdoor kan het verschil tussen zand en water gedetecteerd worden en daarmee de mate van indringingsdiepte van de waterstraal.

Verskillende experimentele runs (trekken) werden uitgevoerd, waarbij variaties werden aangebracht in de spuihoek, waterdruk en spuithoogte. Voor elke run werden spuitrekjes en plaatjes voortgetrokken met verschillende methoden. De grondelektrische signalen bij het passeren van de waterstralen werden verzameld en geanalyseerd om indringingsdiepte van de waterstralen te meten.

Uit de analyse van de verzamelde gegevens bleek dat zowel



★ Onderwater-geluidprofielen van waterstralen met verschillende spuitgaten, druk en een vergelijking tussen plaatjes en rekjes. De PSD-waarden op de verticale as geven de geluidintensiteit aan, op de horizontale as staan de geluidsfrequenties. Te zien is dat er tussen de geluidintensiteit het meest verschil was te nemen is voor de verschillende spuitgaten. Bij een hogere druk (7 bar) is de intensiteit hoger dan bij 3 of 5 bar. Tussen de verschillende rekjes zit weinig verschil in geluidintensiteit.



★ Diepte profiel van de waterstralen met verschillende treknelheden. Zwarte kruisjes zijn sensoren die geactiveerd zijn door een waterstraal op verschillende dieptes. In blauw wordt weergegeven welke deel van de bodem door de waterstraal omgewoeld is. Hoe hoger de snelheid hoe minder omwoeling.

de spuihoek als de waterdruk significante (bewezen) invloeden hadden op het ingraven van de waterstraal. Bij spuitrichtingen met de vaantiching mer vertoende de waterstraal een ondiepere ingaving, terwijl spuihoeken

naar voren op de vaantiching resulteerden in een diepere ingaving. Daarnaast had een hogere waterdruk een grotere indringingsdiepte tot resultaat. Verder werd grofweg dat variaties in snelheid en hoogte ook enige

invloed hadden op het ingraven van de waterstraal, zij het in mindere mate dan de spuihoek en waterdruk. Deze kennis zou in de toekomst kunnen bijdragen aan een verbeterd ontwerp van het waterspruittuig.

invloed hadden op het ingraven van de waterstraal, zij het in mindere mate dan de spuihoek en waterdruk. Deze kennis zou in de toekomst kunnen bijdragen aan een verbeterd ontwerp van het waterspruittuig.

Alternatief: rubberstreng-twister met de TX-36

Na het stopzetten van de ontwikkeling van het waterspruittuig, is er besloten om in te zetten op de floorlootwikkeling van een ander tuig: het rubberstreng-twistertuig. Dit tuig is al enige tijd in ontwikkeling, voornamelijk dankzij de inspanningen van Jan de Boer en bemanning van de UK-95. Het tuig is lichter dan een wakerkettingtuig en kan met lagere vaansnelheden worden voortgetrokken, wat betekent dat er bespaard kan worden op brandstofkosten.

In samenwerking met Jacczou zijn er in het VIC proeven uitgevoerd om de werking van de 'twisters' beter te begrijpen. Hieruit werd een nieuw rubberstreng-twistertuig gebouwd. Dit tuig werd op de SCH-63 getest, helaas met tegenvallende resultaten. Vervolgproeven onderzoeken hoe efficiënt het rubberstreng-twisterwaterspruittuig is in vergelijking met een waterspruittuig met lichte wakerkettingen.

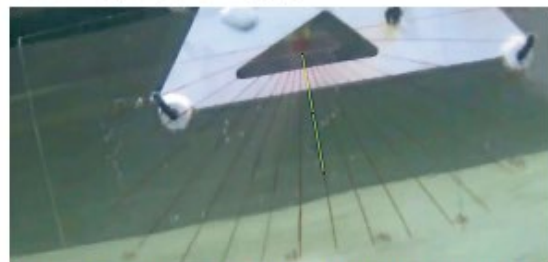
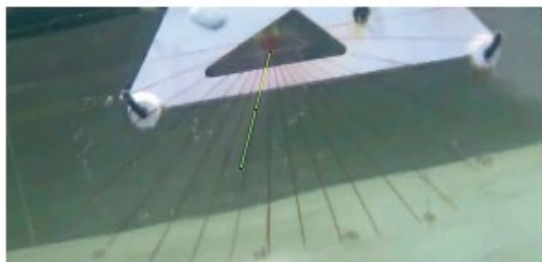
In juli 2023 is een vergelijkingsreis met de TX-36 uitgevoerd. Hiervan zullen de resultaten deze maand verschijnen.

Conclusies

Oftewel het waterspruittuig momenteel aan de kant staat, heeft dit project fundamentele vragen kunnen onderzoeken met betrekking tot het gebruik van waterstralen voor het vissen op platvis. De verkregen inzichten kunnen gebruikt worden voor de ontwikkeling van een verbeterde versie van het tuig of als kennisbasis voor de ontwikkeling van andere tuigen.

In een voorgaand project heeft het rubberstreng-twistertuig laten zien dat het energie-efficiënt kan vissen. Het lichtere tuig kan met een lagere vaansnelheid voortgedreept worden met als resultaat een verminderd gasolieverbruik. Deze lagere snelheid gaat gepaard met een klein verlies van marktsaaijige vangst, maar dit kan gecompenseerd worden door een lager gasolieverbruik. Als de beide tuigen vergeleken worden zou het rubberstreng-twistertuig mogelijk energie-efficiënter vis kunnen vangen dan wakerkettingen. In het onderzoek aan boord van de TX-36 is het innovatieve tuig vergeleken met een licht wakerketting aan boord van dezelfde kutter.

Projectleider: Fieke Molenaar
Wageningen Marine Research
fieke.molenaar@wur.nl



★ Beeld van onderwatercamera tijdens de waterspruittuigproeven. Bovenstraal van het rekje recht naar beneden. Onder afbuiging van de straal tijdens een proef (trek) met een druk van 7 bar, snelheid van 4 knopen en spuitgat van 4mm.

Onderzoeksproject tuiginnovatie tongvisserij

Wings met rubberstrengen- twisters versus wekkers



Rubberstrengen-twistertuig bevestigd op een waterspraying zoals getest op de TX 36.

TEXEL/IJMUIDEN - De Nederlandse kottervisserij bevindt zich in een moeilijke situatie door het verbod op de pulsvisserij en de verhoogde brandstofprijzen te midden van andere dreigingen zoals kritiek op bodembereende visserij en de uitrol van windenergie op zee. Door het pulsverbod werden vissers gedwongen terug te grijpen op traditionele methoden zoals de boomkor met wekkerkettingen of kettingmatten om waardevolle tong te vangen. Dit heeft echter geleid tot bijna een verdubbeling van het brandstofverbruik ten opzichte van pulsvisserij, waardoor rendabel ondernemen aanzienlijk moeilijker is geworden. Er is dan ook dringend behoefte aan een alternatieve vissmethode die de tongvisserij op korte en lange termijn rendabel maakt, zelfs bij hogere brandstofprijzen.

Het onderzoeksproject tuiginnovatie tongvisserij, gefinancierd door het Europees Fonds voor Maritieme Zaken en Visserij, heeft als doel om een innovatief en toekomstbestendig vistuig voor de tongvisserij te ontwikkelen. In dit project worden twee hoofdlijnen van innovatie en onderzoek gevolgd. In de eerste lijn is het eerder door Jacobus bedachte watersprayingtuig verder ontwikkeld. Op basis hiervan werd binnen het project tuiginnovatie tongvisserij verder geïnnoveerd, waarbij verschillende technische aanpassingen en ideeën in de praktijk getest werden. De resultaten hiervan zijn in Visserijnieuws nr. 37 van 15 september gepubliceerd. In de tweede onderzoeklijn konden ook andere energie-efficiënte tuigen worden ontwikkeld en getest. Er kon gekozen worden naar alternatieve opwekmethoden voor stuurvis op het gewichte en weerstand van het tuig te minimaliseren. Hiernaas kan mogelijk aanzienlijk bespaard worden op brandstofgebruik en daarmee vermindert ook de CO₂-uitstoot. Binnen het project is gekozen om de efficiëntie van het rubberstrengen-twistertuig ten opzichte van brandstofgebruik verder te onderzoeken. In dit artikel worden de eerste resultaten van de vergelijkingsreis aan boord van de TX 36 uitgelicht.

GESCHIEDENIS
Het rubberstrengen-twistertuig bestaat uit twee onderdelen: rubberstrengen en wekkers. Deze onderdelen zijn door aparte ontwikkelingsprojecten tot stand gekomen en pas sinds mei 2022 gecombineerd in een tuig.

Rubberstrengen
Het rubberstrengentui bestaat uit strengen met rubberen schrijven opgebogen in de ijsoprichting in een net met in een rechte onderpees. Dit



Twister met ophangstelsel zoals gebruikt tijdens het innovatieproject binnen tuiginnovatie tongvisserij op de SCH 61.

tuig is bedacht door de schipper Jan de Boer van de UK 95 na het verbod op de pulsvisserij als alternatief voor de zwaardere wekkertuigen. Een waardevolle brandstofbesparende les uit de pulsvisserij was het gebruik van lichte tuigen gecombineerd met lagere vissmethoden. Hierdoor gebruikten kotters aanzienlijk minder brandstof, bergden tot een economisch rendabele visserij leidde. De netten van het pulstuijg werden door de UK 95 omgebouwd tot de eerste versie van het rubberstrengentui in 2019 onder een innovatie-Prestatie-Contracten (IPC) regeling. Met deze subsidie werd een haalbaarheidsstudie gedaan, waaruit bleek dat het tuig potentie had. Na afloop van de eerste IPC-regeling in mei 2020, werd een tweede IPC-regeling verkregen en kon de UK 95 samen met een consortium het tuig doorontwikkelen tot juni 2021. Hierna werd een derde subsidie verleend, deze zorgde voor verdere innovatie en eindigde in mei 2022.

Het tuig werd in mei 2022 gecombineerd met twisters na aanraden van Bertus Oort van rederei Quater. Dit werd gedaan omdat de vangsten marktwaaardige vis met enkel rubberstrengen achterbleven en het tuig niet economisch interessant genoeg was. Deze twisters bleken de marktwaaardige vangsten te verbeteren en boden perspectief voor het tuig.

Twisters
De tweede innovatie van het tuig bestaat uit Twisters. Dit zijn halve kopsels gemaakt van metaal die voor het net (onderpees) gepositioneerd worden en aan beide zijden achter de kopsel boven de bodem wervelvermogen waterstromingen creëren.

De innovatie komt oorspronkelijk uit de Canadese schelpdiervisserij (sint-jakobschelpen) als alternatief voor kettingmatten waarmee schelpen vaak kapotgingen bij het vangproces. Twisters leken een goede oplossing om de schelpen van de steenachtige grond los te krijgen met minder beschadigingen tijdens dit proces. Dit ging gepaard met een vermindering van het brandstofverbruik en beperkt vangsterlies. De winst in kwaliteit van de schelpen woog echter op tegen het vangsterlies, en de innovatie werd overgenomen door de lokale vissers. Deze innovatie werd in de Nederlandse garnalen- en scholvisserij als een mogelijke verbetering op klassieke tuigen getoet. Vanuit de coöperatie VCU (TCD) op UK werd deze innovatie naar Nederland gehaald. Het eerste Nederlandse twistertuig werd door een garnalenvaarder en een scholvisser (FD zn. Zeevisserijbedrijf Goertruida BV) getoet. Dit werd gedaan in samenwerking met WMR (destijds IMARES) en werd gefinancierd vanuit het Europees Visserij Fonds (EVF). De eerste versie van het twistertuig (toen HydroRig genoemd) bleek geschikt voor de scholvisserij, maar minder voor de tongvisserij. Bijvangst van zowel beentjes als vis



Bakboord- en stuurboordtuig tijdens de vergelijkingsreis van de TX 36. Bakboord: rubberstrengen-twistertuig met waterspraying. Stuurboord: wekkertuig met tongflap met waterspraying.



bleken minder te zijn in vergelijking met een wekkertuig met gelijke maatvisjes (uit een vergelijkbaar onderzoek in hetzelfde kwartaal in 2020). Het tuig haalde een brandstofvermindering van 27%, maar de besomming was daarbij ook 32% lager. Helaas kon de tweede innovatie niet rendabel gemaakt worden door de lage prijs van schol (€1,9 euro/kg, 2020). Twisters bleven tot 2021 op de plank tot ze door rederei Quater weer gebruikt werden voor tuiginnovatie op de UK 127. Deze innovatie leidde tot nieuwe technische inzichten. Helaas bleven de vangsten achter en waren de visprijzen in die periode erg laag, waardoor de rederei het tuig dus weer aan de kant liet staan. De twisters werden toen vanuit rederei Quater, die bij het derde IPC-project aangesloten waren, aan Jan de Boer (UK 95) aangeleverd om de vangsten van het rubberstrengentui te verbeteren. Hieruit ontstond het 'rubberstrengen-twistertuig'.

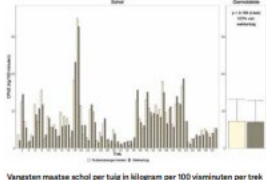
RECENT ONDERZOEK

De combinatie rubberstrengen twisters in sindsdien op verschillende kotters en in verschillende vormen uitgetoet. Vanuit het project tuiginnovatie-tongvisserij is allereerst een versie van het tuig, in samenwerking met rederei Jacobus, in 2022 uitgetoet op de SCH 61 (zie foto van gebruikte twister). Vervolgens is in 2022 besloten om samen met de TX 36 het tuig uit te proberen

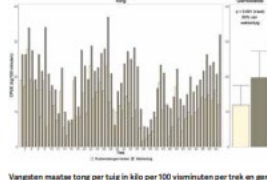
en te vergelijken met een wekkertuig aan boord van dezelfde kutter (zie pagina's Bakboord-Stuurboord vergelijking). Op de TX 36 werd dit rubberstrengen-twistertuig voor het eerst succesvol gecombineerd met een waterspraying. Deze wings betreffen een verbeterd ontwerp van de sunwing die in staat is een zwaardere tuig met een andere trekbelasting op een juiste manier boven de bodem te presenteren. Zowel het wekkernet als het rubberstrengen-twistertuig werden aan een waterspraying getoet. Na de eerste succesvolle testtoeren is besloten om een vergelijkingsreis uit te voeren. Deze reis had als doel het innovatieve tuig beter te vergelijken met een wekkertuig. Hierbij werd speciale aandacht gegeven aan het brandstofverbruik en de samenstelling van marktwaaardige vangsten en bijvangsten.

PROEVEN OP DE TX 36

In totaal heeft de TX 36 de waterspraying in combinatie met de rubberstrengen en twisters drie overweekse reizen getoet. De eerste week werd besteed aan het afstellen en optimaliseren van de waterspraying met rubberstrengen en twisters. Hierbij werd met een smaltijd van 4,9 uren de visbaarheid vergeleken met een waterspraying uitgevoerd met een licht wekkernet zonder tongflap met 6 lichte stromen wekkers. De tong (+12%)



Vangsten maatsch schol per 100 vissertuigen per trek en gemiddeld tijdens de vergelijkingsreis aan boord van de TX 36.



Vangsten maatsch tong per 100 vissertuigen per trek en gemiddeld over de reis tijdens de vergelijkingsreis aan boord van de TX 36.

schol (+4%) vangsten waren deze eerste week hoger in het rubberstrengen-twistertuig in vergelijking met het wekkertuig. Ook werd door de bemanning een toename gezien in de vangst van lege kopselvisjes in het rubberstrengen twistertuig. De daaropvolgende testweek werd de waterspraying voorzien van beter gepositioneerde trekpunten. Daarnaast werd het lichte wekkernet vervangen door een wekkernet met tongflap en voorzien van 8 wekkers van 1mm. Gedurende de week werd een breed scala aan vissoorten bevestigd. De resultaten lieten een 30% hogere scholvangst zien, daarentegen werd er een 42% lagere tongvangst gevestigd in het rubberstrengen twistertuig. Na twee testreizen werd besloten om in week 29-30 een vergelijkingsreis met twee opstappers van Wageningen Marine Research uit te voeren. Tijdens die week is er met het rubberstrengen twistertuig (35 rubberstrengen en 12 twisters) en een wekkernet (inclusief tongflap met 8 wekkers van 1mm en 12 kopselarmen/soorten) een uitvoerige bakboord-stuurboord vergelijking uitgevoerd, waarbij marktwaaardige vangsten per kant apart geanalyseerd, gewogen en gemeten werden. Ook de omvang van bijvangst (discards) werd per kant door de onderzoekers in viskisten opgevangen en gewogen. Hiervan werd een monster tot in detail uitgezocht en gemeten. Hieruit konden van zowel de marktwaaardige vangsten als discards aantallen, lengtes en gewichten per tuig per trek vergeleken worden.

MARKTWAARDIGE VANGSTEN

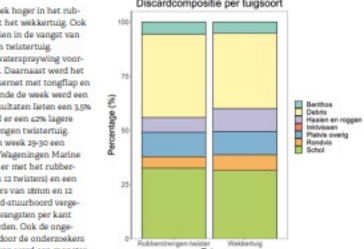
De marktwaaardige scholvangsten waren gelijk in beide tuigen. Dit was helaas niet het geval voor tong, waarbij het wekkertuig aanzienlijk meer vangst dan het rubberstrengen-twistertuig. Het rubberstrengen-twistertuig ving significant minder, 60% van de tong ten opzichte van het wekkertuig.

DISCARDSAMENSTELLING

Uit de discardgegevens die werden verzameld tijdens de vergelijkingsreis kwam naar voren dat de hoeveelheid discards gelijk was (niet significant verschillend was tussen het rubberstrengen-twistertuig en het wekkertuig). De discardensamenstelling in het rubberstrengentui komt grotendeels overeen met de vangst in het wekkertuig: de vangst van zwenkkrabben is wel significant minder, deze vangst werd weder afgevoerd tijdens een eerdere vergelijkingsreis met de UK 95. Dit roept vragen op over de mogelijk wolkende werking van het wekkertuig versus de wervelende werking van twisters. Ten slotte wordt waargenomen dat rondvis, zoals wijting, minder vaak wordt gevangen in zowel discards als marktwaaardige vangst, wat mogelijk te wijten is aan de rubberstrengen die voor de opening van het net zijn gespannen en die wellicht deze vissoort afschrikken. Deze bevindingen onderstrepen de complexiteit van visserijpraktijken en benadrukken de noodzaak van voortdurend onderzoek en evaluatie om duurzame methoden te ontwikkelen. Het waargenomen verschil in bijgevangsten roepen en haaien wordt veroorzaakt door een hoog individueel gewicht van enkele gevangene exemplaren, wat zorgt voor een vertekend beeld.

TRIEKKRACHT RUBBERSTRENGEN TWISTERTUIG

Uit het onderzoek blijkt dat het gebruik van rubber-twistertuig resulteert in een verminderde trekkracht van 19% in verge-



Gemiddelde samenstelling van discards per tuig type tijdens de vergelijkingsreis. Debruis- en levend materiaal, zoals plastic, stenen, enzovoort.

lijking met het wekkertuig. Een lagere trekkracht resulteert in een lager brandstofgebruik. Het verminderde vermogen wordt door het rubberstrengen-twistertuig in staat voldoende om het economisch verlies van de tongvangst in de geteste opstelling te compenseren, wat aangeeft dat verdere optimalisatie nodig is om de efficiëntie te verhogen. De geteste uitvoering van het rubberstrengen twistertuig bleef ten opzichte van het tuig met wekkers en tongflap een lagere brandstof- en vangst efficiëntie. Daarnaast zijn de investeringskosten hoger en is het een complex systeem wat reparaties bij schade op zee bemoeilijkt. Waterspraying hebben door het grote ving-oppervlak een hogere trekkracht nodig in vergelijking met de traditionele sunwings, maar zijn wel in staat met een lagere smaltijd een zwaardere viskant met twee visen per trekken waarbij de juiste afstand van de bodem behouden kan worden. Positief is dat scholvangsten van het rubberstrengen-twistertuig met een lagere trekkracht exact gelijk waren aan een wekkertuig. Dit suggereert dat het tuig mogelijk een interessant economisch alternatief kan bieden voor scholvisserij met wekkerkettingen.

Tot slot willen we graag onze waardering uitspreken voor de toewijding en inzet van de bemanning van de TX36 om te tuigen visserij te krijgen, meerdere weken achter elkaar een uitzakkende bakboord-stuurboord vergelijking uit te voeren om daarmee een goed beeld te krijgen van de effectiviteit van een innovatief vistuig.

Allard van Mens en Pieter Molenaar, WMR pieter.molenaar@wur.nl



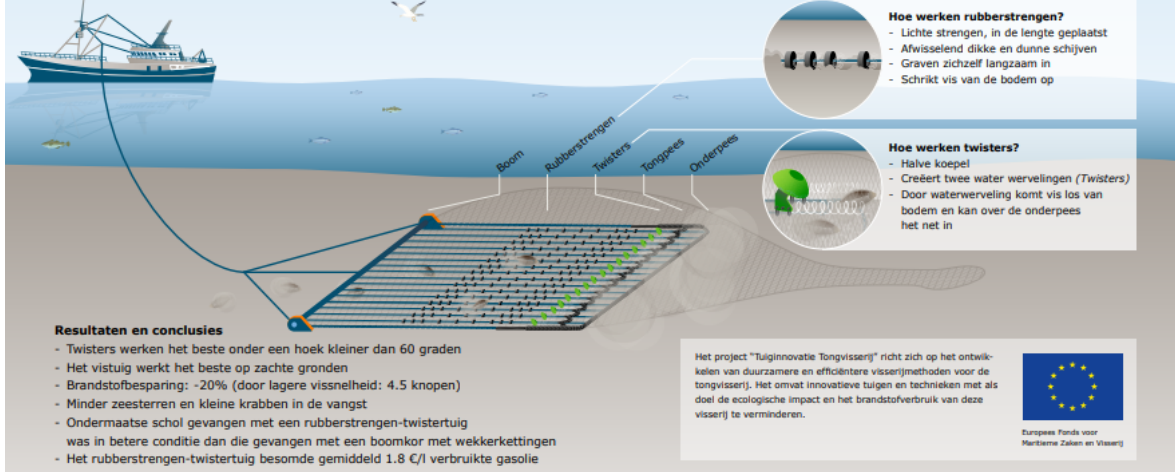
Bijlage 7 Infographic rubberstrengen- twistertuig

Gebruik rubberstrengen-twistertuig voor vangst platvis

Auteur: Allard van Mens (allard.vanmens@wur.nl), Wageningen Marine Research

Deze infographic is mede gefinancierd door het Europese Fonds voor Maritieme Zaken en Visserij en het project Kennis Op Maat in opdracht van: Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.

Het rubberstrengen-twistertuig, mede ontwikkeld door het project Tuiginnovatie-Tongvisserij, is bedacht na het verbod op pulsvisserij en als een alternatief voor de boomkorvisserij met wekkerkettingen. Deze innovatieve wekmethode heeft als doel het verminderen van brandstofverbruik en het verminderen van ecologische impact. Het tuig bevat rubberstrengen en twisters om vis van de bodem op te schrikken. Rubberstrengen bestaan uit lange strengen met rubberen schijven, opgehangen voor de sleeprichting in de sleeprichting van het net. De twisters zijn halve metalen koepels die wervelende water stromen creëren om vis uit de bodem op te schrikken.



Wageningen Marine Research
T: +31 (0)317 48 70 00
E: marine-research@wur.nl
www.wur.nl/marine-research

Bezoekers adres:

- Ankerpark 27 1781 AG Den Helder
- Korringaweg 7, 4401 NT Yerseke
- Haringkade 1, 1976 CP IJmuiden

Wageningen Marine Research levert met kennis, onafhankelijk wetenschappelijk onderzoek en advies een wezenlijke bijdrage aan een duurzamer, zorgvuldiger beheer, gebruik en bescherming van de natuurlijke rijkdommen in zee-, kust- en zoetwatergebieden.



Wageningen Marine Research is onderdeel van Wageningen University & Research. Wageningen University & Research is het samenwerkingsverband tussen Wageningen University en Stichting Wageningen Research en heeft als **missie**: 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'
