NYTT KONSEPT FOR KROK OG FORSYN TIL LINEFISKE



RAPPORT FRA
HAVFORSKNINGEN
NR. 2024-11

Tittel (norsk og engelsk):

Nytt konsept for krok og forsyn til linefiske

New concept for hook and leader for longline

Rapportserie:	År - Nr.:	Dato:
Rapport fra havforskningen	2024-11	22.04.2024
ISSN:1893-4536		

Forfatter(e):

Odd-Børre Humborstad, Olafur Arnar Ingolfsson, Svein Løkkeborg, Jostein Saltskår, Shale Pettit Rosen (HI), Alf Rune Ose - Mørenot Fishery AS og Jimmy Kieffer -Kieffer AS

Forskningsgruppeleder(e): Svein Løkkeborg (Fangst)
Godkjent av: Forskningsdirektør(er): Geir Huse Programleder(e): Jan Atle Knutsen

Distribusjon:

Åpen

Prosjektnr:

15646

Oppdragsgiver(e):

Fiskeri og Havbruksnæringens Forskningsfinansiering (FHF)

Oppdragsgivers referanse:

901613

Forskningsgruppe(r):

Fangst

Antall sider:

32

Samarbeid med

MØRENOT

Sammendrag (norsk):

Prosjektet «Nytt konsept for krok og forsyn til linefiske" ble igangsatt i 2020 og hadde som mål å (1) utvikle en krok som ikke korroderer og som er mer effektiv og har lengre levetid enn dagens krok, og (2) utvikle et forsyn som ikke avgir mikroplast, kan tilpasses ulike driftsformer og ha lengre levetid enn dagens forsyn. Prosjektet fikk en utfordrende start i koronapandemiåret 2020. Leveringsutfordringer fra underleverandører, men også materialespesifikke utfordringer i utviklingsarbeidet hos MF gjorde det nødvendig å avvike fra målsetningene tidlig i prosjektet. Det ble besluttet å fokusere på en hurtigkobling for krokskifte uten å skifte forsyn. Hurtigkoblinger mellom forsyn og krok hadde en positiv effekt på fangstrate av torsk sammenlignet med en blåkveitekrok med lignende, men ikke helt lik utforming. Fangstøkningen kan forklares utfra økt sviveleffekt fra hurtigkobling. Grunnet utfordringene ble fiskeforsøkene dreid mot testing av visuelle og taktile stimuli. Forsøk med lavenergi LED lys montert på linerygg økte fangstene (antall) av torsk og hyse med henholdsvis med ~75% og ~25% (ikke signifikant). Selvlysende hylser tredd over forsyn endret ikke fangsteffektivitet for torsk og hyse, hylsene var imidlertid ikke fulladet. Hylsene førte til lengdeavhengig seleksjon med høyere andel større fisk. Gummierte kroker førte til en 35% nedgang i hysefangstene, men ikke torskefangstene og forklares med ulik beiteadferd hos torsk og hyse. Prosjektet har frembrakt en rekke interessante innledende funn på visualisering, krokutforming og materialvalg med betydning for både fangsteffektivitet og seleksjon. Funnene kan ha betydning for utviklingsløpene på både krok, forsyn og linerygg både nasjonalt og internasjonalt.

Sammendrag (engelsk):

The project “New concept for hook and leader for longline” was started in 2020 and had as goals (I) develop a hook that does not corrode and last longer than currently used hooks and (2) Develop a snood that does not shed microplastic fragments and can be adapted to various types of longlines while lasting longer than current designs. The project had a challenging start as it coincided with the Coronavirus epidemic of 2020. Delays in delivery from subcontractors, as well as challenges in sourcing materials with the necessary properties for product development activities by MF made it necessary to deviate from the original goals early in the project. After multiple tests, development work was refocused on developing a system for rapid changing of hooks without the need to replace the entire snood. This clip system between hook and snood had a positive effect on the catch rate for cod compared with a Greenland halibut hook with similar, but not identical, shape. The difference can be explained by increased swivel effect with the clip. Owing to the difficulties described earlier, fishing trials were refocused on testing visual and tactile stimuli. Trials with low-energy LED lights mounted on the mainline increased catches (total number of fish) for cod by ~75% (statistically significant) and for haddock by ~25% (not statistically significant). Self-illuminating “sleeve protectors” which slip over the junction between the hook and snoot did not have an effect on catch rate (total number of fish) for either cod or haddock. The sleeves were likely not fully charged during setting. The sleeves did, however, result in length-dependent selectivity with a greater proportion of larger fish. Hooks with rubberized shank resulted in a 35% reduction in catches of haddock while catches of cod were unchanged. This is explained by differences in how the two species approach and bite a baited hook. The project made a number of interesting introductory finds on visualizing, hook design and material choice with important results for both catch efficiency and selectivity. These finds can be meaningful for the continued development of hooks, snoods and mainlines used in longline fisheries both nationally and internationally.

Innhold

1 Innledning 5

2 Materiale og Metoder 8

2.1 FoU ved Mørenot Fishery AS 8

2.2 Tokt Havforskningsinstituttet 8

2.2.1 *Fiskelys* 8

2.2.2 *Selvlysende hylser* 9

2.2.3 *Snap-on krokinnfesting, og gummierte kroker* 10

2.2.4 *Statistisk analyse* 11

3 Resultater 12

3.1 FoU Mørenot Fishery AS 12

3.2 Tokt Havforskningsinstituttet 14

3.2.1 *Fiskelys* 14

3.2.2 *Selvlysende hylser* 16

3.2.3 *Snap-on krokinnfesting og gummierte kroker* 19

4 Diskusjon 21

4.1 Fiskelys 21

4.2 Selvlysende hylser 22

4.3 Snap-on krokinnfesting og Gummierte kroker 24

4.4 Konklusjon 25

5 Hovedresultater 26

6 Takk 27

7 Referanser 28

8 Leveranser 31

1 - Innledning

Det norske kystlinefisket regnes som et miljøvennlig fiskeri fordi det i liten grad påvirker bunnhabitatene, gir relativt liten bifangst av ikke-kommersielle arter og har et lavt energiforbruk. I tillegg leverer lineflåten fisk av topp kvalitet som gir grunnlag for økt verdiskapning. Line er også et betydningsfullt redskap fordi det kan anvendes på de fleste typer fiskefelt (bunntyper), og flere arter fanges nesten utelukkende med line (brosme, lange, steinbit, kveite og tannfisk).

Fangstprinsippet for line er basert på fiskens beiteatferd, og agnet er derfor en nøkkelfaktor i fisket med denne redskapstypen. Den kanskje største utfordringen for linefisket ligger i agnforbruket med høy pris og anvendelse av en ressurs som kunne vært brukt til konsum. Mens det har vært og pågår aktiviteter for å løse agnutfordringene, har det i løpet av de siste tiårene vært gjort lite for å videreutvikle kroken og forsynet.

Krokene som i dag brukes i autolinefisket er små variasjoner over EZ kroken som ble utviklet på midten av 1980 tallet. Denne kroken ble raskt tatt opp i fiskeriene da den i tillegg til å krøke fisken lettere også holdt bedre på fisken etter krøking. En annen nyvinning fra 1990 tallet var overgang til svivelline. Ved at forsynet er festet til lineryggen med en svivel reduseres opptvinning av forsynet som tidligere resulterte i tap av fisk under haling. Siden EZ kroken og svivelline ble vanlig i fiskeriene har det vært gjort lite for å gjøre lineredskapen mer effektiv.

Fra 1990 og frem til i dag har det imidlertid vært en rivende utvikling på automatisering, spesielt for de mindre kystlinebåtene. Med dagens magasinbaserte autoliner, egnemaskiner og splittere settes og hales det opptil 20 000 krok i døgnet på disse fartøyene. Dette har ført til økt agnforbruk, og det er viktigere enn noen gang at hver krok og agn fisker best mulig.

Det er flere utfordringer med dagens krok og forsyn. Krokene er i all hovedsak laget av stål (legering av jern og karbon) som korroderer i kontakt med saltvann eller på grunn av krypstrøm. Selv om krokene er belagt med korrosjonsbeskyttende lag (for eksempel tinn, nikkel og kadmium) så er det et stort problem at krokene likevel ruster fordi legeringsprosessen er svært ømfintlig for varierende stålkvalitet. Spesielt går dette utover spissen på kroken som tæres raskere på grunn av gjentatte penetreringer gjennom agn og fisk samt slag i dragerluke, under avangling og i splitter. Det er viktig at kroken har en skarp og tynn spiss for god penetrering og effektiv krøking.

Videre er det et like stort forbruk av forsyn som av krok. Årsaken til det er at krok og forsyn blir levert ferdig knytt som en enhet. Når kun kroken er ødelagt blir også forsynet skiftet og omvendt. Forsynet som er av polyester svekkes også over tid og en del forsyn slites av under haling.

Tap av krok og forsyn medfører både et økonomisk tap for fiskerne og en miljømessig belastning. Fiber av polyester eroderer og er dermed en kilde til mikroplast-forurensing, samt at det totale forbruket av plast og andre krokmaterialer øker. Fiskevelferdsmessig er det også uheldig gjennom at fisk (omfanget er ukjent) trolig svømmer rundt med krok og forsyn i munnen. Basert på opplysninger fra fiskere som drifter med 60000 krok i døgnet så skiftes det ca. 3000 krok per døgn som tilsvarer 5% av bruket.

En annen utfordring er at det har blitt gjort lite for å automatisere prosessen med å knytte forsyn til krok. Dette er manuelt arbeid som utføres i lavkostland. Produksjonen er derfor for lengst flyttet ut av Norge med tap av arbeidsplasser og ekstra miljøbelastning gjennom lang frakt.

Prosjektet «Nytt konsept for krok og forsyn til linefiske» ble i 2020 etter en rettet forespørsel i 2019 bevilget ett tilsagn på inntil 2,5 millioner kroner. Prosjektet skulle etter planen sluttrapporters første kvartal 2022.

Prosjektet var et forsknings- og utviklingssamarbeid mellom Mørenot Fishery (MF) og Havforskningsinstituttet (HI). Det er del av en større satsning hos MF på line og inngår i HI's langsiktige strategi om utvikling av effektive, miljøvennlige og ressursvennlige fiskeredskaper. Prosjektet var forankret i FHF's handlingsplan (Hvitfisk/Fiskeri- og fartøyteknologi) ved å utvikle teknologi som reduserer miljøpåvirkninger samt utviklingen av et effektivt og lønnsomt fiskeri som er ressursvennlig. Prosjektet var også forankret i HI's strategiplan der bærekraftig høsting fra havet er en av fire kjerneområder. Prosjektets referansegruppe bestod av 3 linefiskere: Oddleif Grotle, Ronny Nogva og Per Ivar Sundsøy.

Hovedmål

Utvikle et nytt konsept for krok og forsyn med nye materialtyper og forbedret egenskaper.

Delmål

- Utvikle en krok som ikke korroderer og som er mer effektiv og har lengre levetid enn dagens krok.
- Utvikle et forsyn som ikke avgir mikroplast, kan tilpasses ulike driftsformer og har lengre levetid enn dagens forsyn.

Prosjektets forventede nytteverdi var:

- Første steg til effektivisering gjennom utvikling av konsepter som muliggjør automatisering av bøting/utskifting av krok og forsyn
- Økt lønnsomhet fordi man skifter mindre del av bruket (kun krok), samt at frekvens på utskifting blir mindre på grunn av ikke korroderende krok
- Miljøvennlig (forsyn som ikke skaper mikroplast under normal bruk + mindre bruk av ressurser på grunn av lengre levetid)
- Høyere fangsteffektivitet gjennom mindre tap av fisk
- Ressursvennlig, mindre uønsket dødelighet fra mistet fisk og bedre fiskevelferd gjennom færre fisk som svømmer rundt med krokskader
- Bedre fiskerhverdag gjennom forbedrede arbeidsoppgaver, herunder enklere operasjon
- Ikke fiskeravhengig, høyere kvalitet på utskifting,
- Maskinell industriell produksjon i Norge
- Produksjonsmetoden vil åpne muligheten for tilpasninger og valg av ekstra funksjoner som brukeren mener kan øke effektiviteten.
- Mer eksakt styring av materialegenskaper vil gjøre det mulig å detektere kroker som er deformert (oftest ''strekt ut'') og dermed ikke lenger egnet for fiske. Målt effektivitet om bord vil som en følge av dette være mer representativt.

Prosjektet fikk en utfordrende start i koronapandemiåret 2020. En rekke tiltak for å begrense spredningen av viruset satte store begrensinger for prosjektgjennomføringen og prosjektet ble endret etter løpende avviksmeldinger en rekke ganger i 2020-2023. Særlig leveringsutfordringer fra underleverandører, men også materialespesifikke utfordringer i utviklingsarbeidet hos MF gjorde det nødvendig å avvike fra målsetningene tidlig i prosjektet. Utviklingsarbeidet hos MF er beskrevet som en egen del av rapporten.

Det ble gjennomført to tokt med base i Båtsfjord (okotober 2022 og 2023). Det første toktet hadde hovedfokus på visuelle stimuli grunnet leveringsutfordringer fra MF, mens toktet i 2023 hadde fokus på å teste en krokinnfestingsløsning levert av MF i tillegg til visuelle og taktile stimuli. Toktet i 2023 ble imidlertid avbrutt etter kun 2 sjøvær grunnet svært dårlige værforhold.

2 - Materiale og Metoder

2.1 - FoU ved Mørenot Fishery AS

Det ble gjennomført en rekke undersøkelser for å finne egnede materialer til krok og forsyn og/eller delkomponenter av disse. Arbeidet inkluderte kommunikasjon og samarbeide med plastprodusenter, modellering, CAD tegninger av design, støpning av prototyper og fysiske tester av disse. Etter gjennomgang av ulike materialer for de ulike komponentene ble disse testet via FEM analyser (Finite Element Method). Metoden går ut på å dele opp for eksempel forsyn i mindre deler (finite elements) med forskjellige ønskede egenskaper. Styrke, strekk, bevegelse med mer kan så beregnes numerisk uten å lage fysiske prototyper. Eksempel på ulike plastdeler er; innfesting mot svivel (kobling), forbindelse med forsyn (støpt), grensesnitt mot gripere (for autoline), selve forsynet, og tilsvarende med gripere mot innfesting til krok. Denne metoden muliggjorde simulering av en lang rekke materialer eller varianter av design. Utvalgte lovende modeller fra FEM analyse ble så støpt og testet for strekk og brudd i strekkcelletester hos MF for kontroll av prediksjoner fra modellering.

2.2 - Tokt Havforskningsinstituttet

Det ble gjennomført ett tokt med fiskefartøyet Solheim (17-27.10.2022) og ett tokt med fiskefartøyet Bjørkåsbuen (17-20.10.2023). Sistnevnte tokt måtte avbrytes grunnet dårlige værforhold.

2.2.1 - Fiskelys

Hvitt fiskelys (intensitet 23mV m^2, se beskrivelse i Humborstad m.fl. 2018, Figur 1) ble montert ved hver 20. krok slik at halve linen var med lys og halve uten lys (kontroll). Antall lys varierte mellom 8 og 10 per stamp. Til disse forsøkene ble det benyttet en 4,5 mm Dyrkorn line, cath-kyst 1171 krok, 1,3 meter krokavstand, 60 cm rødt monofilament 1,0 mm forsyn og det var totalt 415 krok per stamp. Linene ble klargjort med korte bånd som ble lagt nedi et hakk på linestamp i en løkke (ala steinbånd) under egning og lysene klipset på med lineklips under setting. Det ble egnet med makrell. Det ble fisket i 3 sjøvær i 2022, 5 stamper det første og andre og 4 stamper det tredje. I 2023 ble det gjennomført 2 sjøvær med 3 stamper i første og 2 i andre. I andre sjøvær 2023 ble det satt 2 ekstra kontrollstamper. Første sjøvær i 2022 var inne i fjorden på en typisk hyselokalitet, mens de to andre var ute på fiskefeltene utenfor Makkaursandsfjorden i kanten hvor det var en blanding av hyse, torsk, brosme og uer. I 2023 ble alle forsøkene gjort inne på fjorden på hyselokalitet på grunn av dårlig vær ute på bankene.



Figur 1 Fiskelys og montering av disse på «steinbånd» under setting.

2.2.2 - Selvlysende hylser

Selvlysende (luminiserende) hylser (Søvik Light Sleeves Luminous) ble testet i 3 sjøvær i 2022 (Figur 2). Det er to utgaver av hylsene; en gjennomsiktig som har til hensikt å stive av tackle (forhindrer at krok hekter i forsyn og sene) og beskytte knute mellom forsyn og krok og en utgave hvor hylsen også har selvlysende materiale for å tiltrekke fisk. På grunn av leveringsutfordringer ble gjennomsiktige hylser uten luminiserende materiale til kontrollformål testet ut i kun 2 sjøvær. I utgangspunktet var det planen å teste de to hylsetypene samtidig på samme stamp, men av praktiske årsaker ble de testet på forskjellige stamper. Hylsene ble montert på krokene før egning og det ble fisket med 50 krok med og uten hylser suksessivt på hver stamp. For å lade opp hylsene ble det benyttet en 500W (45000 lumen, 6500K) LED lampe montert over setter (1 per setter). Det ble fisket med totalt 13 stamper med selvlysende hylser og 6 stamper med gjennomsiktige (ikke selvlysende) hylser.

I tillegg til fiskeforsøkene ble det gjort enkle lade og utladingsforsøk i felt. Fem selvlysende hylser ble montert 10 cm foran en lysmåler (Trios RAMSES ACC hyperspektralt radiometer, sensitivitet 4.0 $x10^{-7}$ Wm^2 nm^{-1}) i en stålramme og intensitet ble målt for hver bølgelengde (317-951 nm) hvert 10. sekund. Et GoPro 5 kamera ble montert i samme ramme 12 cm fra fiskelysene og 21 cm fra et undervannslys (50W, 4000 lumen, 6500 K) som kunne slås av og på ved hjelp av en timer. GoPro kameraet ble stilt inn til å ta stillbilder hvert sekund med fast innstilling (1/3 sek. eksponering, f/ 2.8, ISO 800) for å kunne sammenligne bildene i etterkant. Rammen ble senket ned på 65 meter (vanntemperatur målt 8°) og ved hjelp av en digital timer ble lyset slått på i 15 minutter for å forsikre full ladning og så slått av. Utladning av de selvlysende hylsene ble da dokumentert visuelt ved hjelp av bilder fra GoPro kamera og kvantitativt ved hjelp av lysmåler i 60 minutter. Etter 60 minutter ble rammen halt til overflaten, hylsene fjernet og lysmåler senket ned til 65 meter igjen for å måle bakgrunnslys.



Figur 2 Modifisering av krok og forsyn med selvlysende (venstre) eller gjennomsiktige (midten) hylser og lading under setting med LED lamper.

2.2.3 - Snap-on krokinnfesting, og gummierte kroker

I 2023 ble det testet en hurtigkobling (Turboline, Karlsen 1998) mellom krok og forsyn levert av Bjørshol Mekaniske på oppdrag fra MF (Figur 3). Denne hurtigkoblingen passet kun til en type krok og som kontroll formål til denne ble det valgt en MF Rigg 1290 blåkveite krok som lignet mest på denne i sortimentet fra MF. Blåkveitekroken har imidlertid vridd bøy (offset), mindre gap og bøyd noe annerledes i hals. Forsyn var også forskjellig fra forsyn på hurtigkobling (gul vs. blank). Det var også ønske om å teste hvorvidt skaftmateriale kunne påvirke fangstene. Kroker ble derfor modifisert ved å tre på en sort krympestrømpe av Polyolefin materiale (PEX) (Onnline krympeslange sort 6-2 mm, produktnummer 1890208) og varme denne slik at den festet seg til skaftet. Det ble satt opp 4 stamper a 415 krok inndelt i 3 deler (139 kontroll, 138 gummiert, 138 hurtigkobling). Det ble fisket kun i ett sjøvær inne på Båtsfjorden da det kun var fangst på 5% av krokene. I etterkant av forsøkene ble det gjennomført ett sjøvær av fisker på fiskebankene 26. november. Her ble det kun registrert antall og ikke lengde.



Figur 3 Fra venstre Blåkveitekrok, gummiert blåkveitekrok og Snap-on hurtigkobling mellom krok og forsyn.

2.2.4 - Statistisk analyse

På grunn av forskjellig antall kroker har vi skalert antall fisk til antall pr. 235 krok som var det mest vanlige antall for kontroll. For å teste om forskjellen er signifikant med og uten LED lys brukte vi randomiserings test (Zhang ans Zhao, 2023). I 2023 ble det kun fanget én torsk i LEDlysforsøkene (ikke torskefelt) og data fra det året er derfor ikke inkludert på torsk.

På grunn av ubalansert forsøksoppsett og relativt lite fisk, ble hysedata fra 2023 slått sammen som om de kom fra en stamp i LED sammenligning.

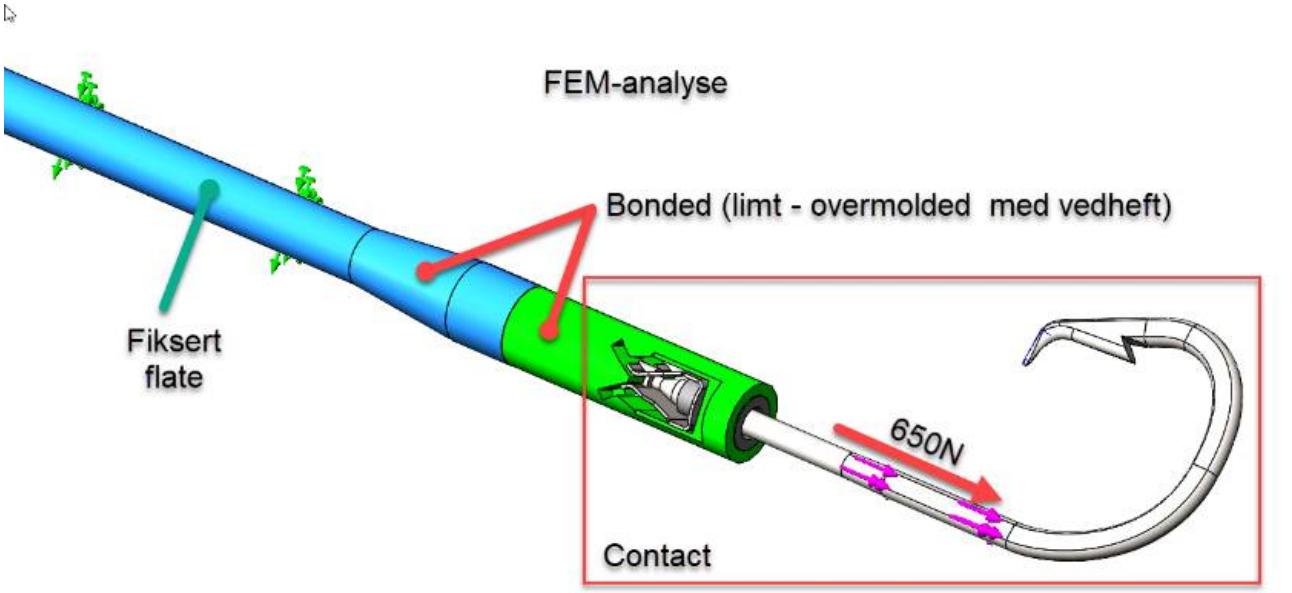
For selvlysende hylser, gummiering og snap-on ble det benyttet t-tester for sammenligning av fangst.

For å teste forskjell i (relativ) seleksjon, dvs om fangsteffektivitet for testoppsett øker eller minsker med fiskelengde benyttes en glm regresjonsanalyse for binære data (antall fisk pr lengdegruppe fanget med LED / (LED + kontroll)). Lengdeavhengig endring i fangsteffektivitet gjøres ved å teste om stigningskoeffisient β avviker signifikant fra 0. Lengdeavhengighet anses signifikant hvis p-verdi for $\beta < 0.05$. Figurer som viser kurver fra denne modellen, med 95% konfidensintervaller, er vist for de forskjellige forsøkene.

3 - Resultater

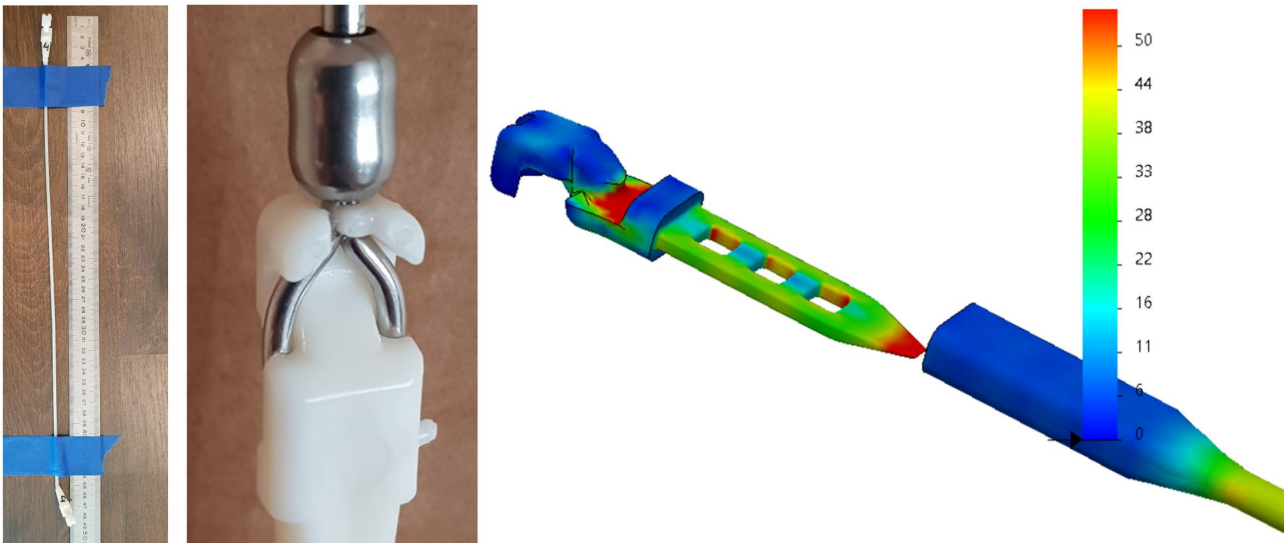
3.1 - FoU Mørenot Fishery AS

Prosjektet ble sterkt påvirket av store forsinkelser på spesial plastleveranser og støpeformer, hovedsakelig som følge av covid-relaterte forsinkelser og nedstengninger. I løpet av våren 2020 ble det gjort en betydelig innsats sammen med Pla-Mek (https://www.pla-mek.no/) for å identifisere egnede kombinasjoner av plastmaterialer til krok som også tillot innstøping av metallkjerne uten å lykkes (Figur 4). Det viste seg også at kompleksiteten ved å lage magnetisk krok i plastmateriale var langt høyere enn først antatt. Det ble derfor besluttet å gå videre med en «standard» sirkelkrok, uten forsøk på å støpe prototyper av kroker i prosjektet.



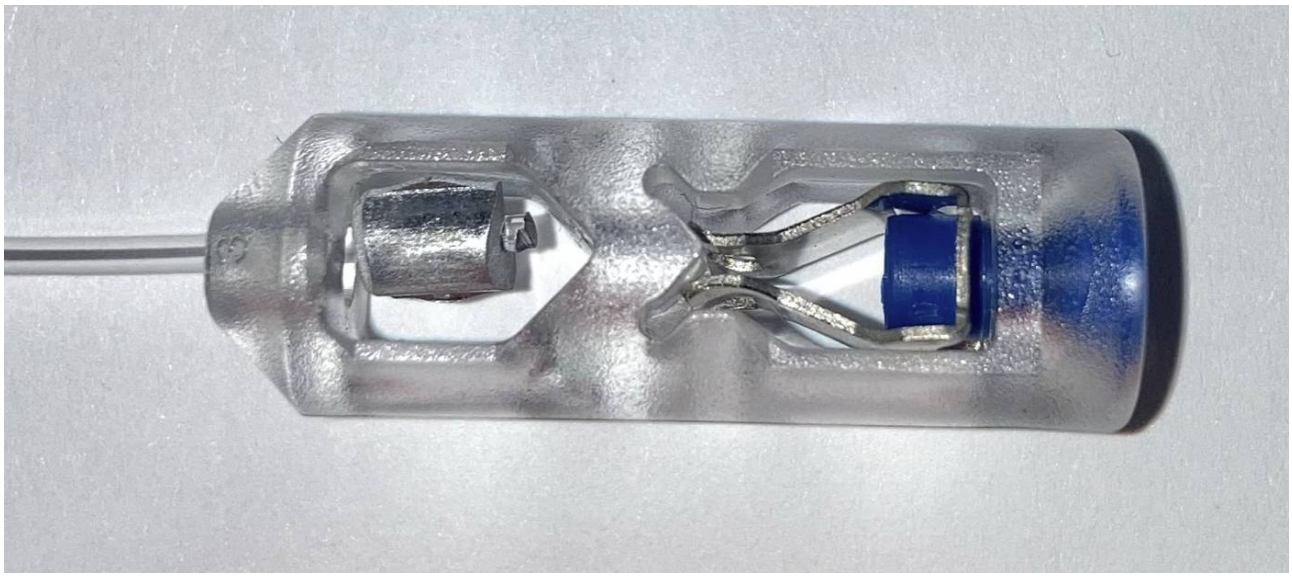
Figur 4 Skisse av forsyn med utskiftbar krok eksempel fra FEM-analyse. Det ble tidlig besluttet å avvike fra å lage krok i nye materialer da man ikke fant egnede materialer.

I 2020 og 2021 ble det testet en rekke ulike materialer til forsyn og gjort flere redesign på forsyn for å møte kravspesifikasjonen. Flere prototyper av forsyn ble produsert og testet for strekk og bruddstyrke (Figur 5). Hovedutfordringen til slutt var å få god nok kjemisk binding mellom ulike plastmaterialer som har ulike karakteristika som strekk/ fasthet etc. Dette kan løses med hvordan forsynet blir støpt og temperatur kontrollert på samme tid. Til dette trengs en kostbar avansert støpeform (~600 000kr), noe som ikke var forutsett, budsjettert eller ramme for i prosjektet. Dersom formen måtte endres for optimal produksjon måtte det lages en ny støpeform til samme kostnad.



Figur 5 Venstre: Prototype av forsyn fremstilt gjennom utviklingsarbeidet. Midt: Innfesting mot svivel. Høyre: FEM analyse, her vist eksempel på styrkeberegninger av innfesting til svivel og kobling mot griper til forsyn, svake punkt i rødt.

I forhold til den økonomiske rammen i prosjektet og relativt stor risiko for at form måtte endres, ble det i 2022 tatt beslutning i overenstemmelse med FHF om å endre prosjektet og fokusere på test og videreutvikling av en hurtigkobling mellom forsyn og krok (Snap-on Figur 6). Siden oppstart av prosjektet har MF og Bjørshol (https://bjorshol.no/produkter/turboline-linesystem) hatt ett utviklingssamarbeid vedrørende landegnemaskinen hvor snap-on krokinnfestingen er sentral. Sentralt for dette arbeidet var å få testet i fiskeri. I 2022 var planen å erstatte orginalkrok på snap-on med en MF 1171 krok, men leveransen med spesialbestilte kroker fra Kina kom aldri frem. For å sikre testing i fiskeri ble det i stedet i 2023 testet eksisterende snap-on med en orginalkrok hvor tauforsyn ble byttet ut med monofilament se kapittel 2.2.3 og 4.3)



Figur 6 Videreutvikling av Bjørshol Snap-on vil kunne være et viktig ledd i automatisering av egning og krokskifte. Mellom innfestingene brukes monofilament med en aluminiums stopper på hver ende. Gjennom prosjektet ble det av MF testet både nyproduserte (bilde) og eksisterende snap-on løsninger fra Bjørshol (se Figur 3).

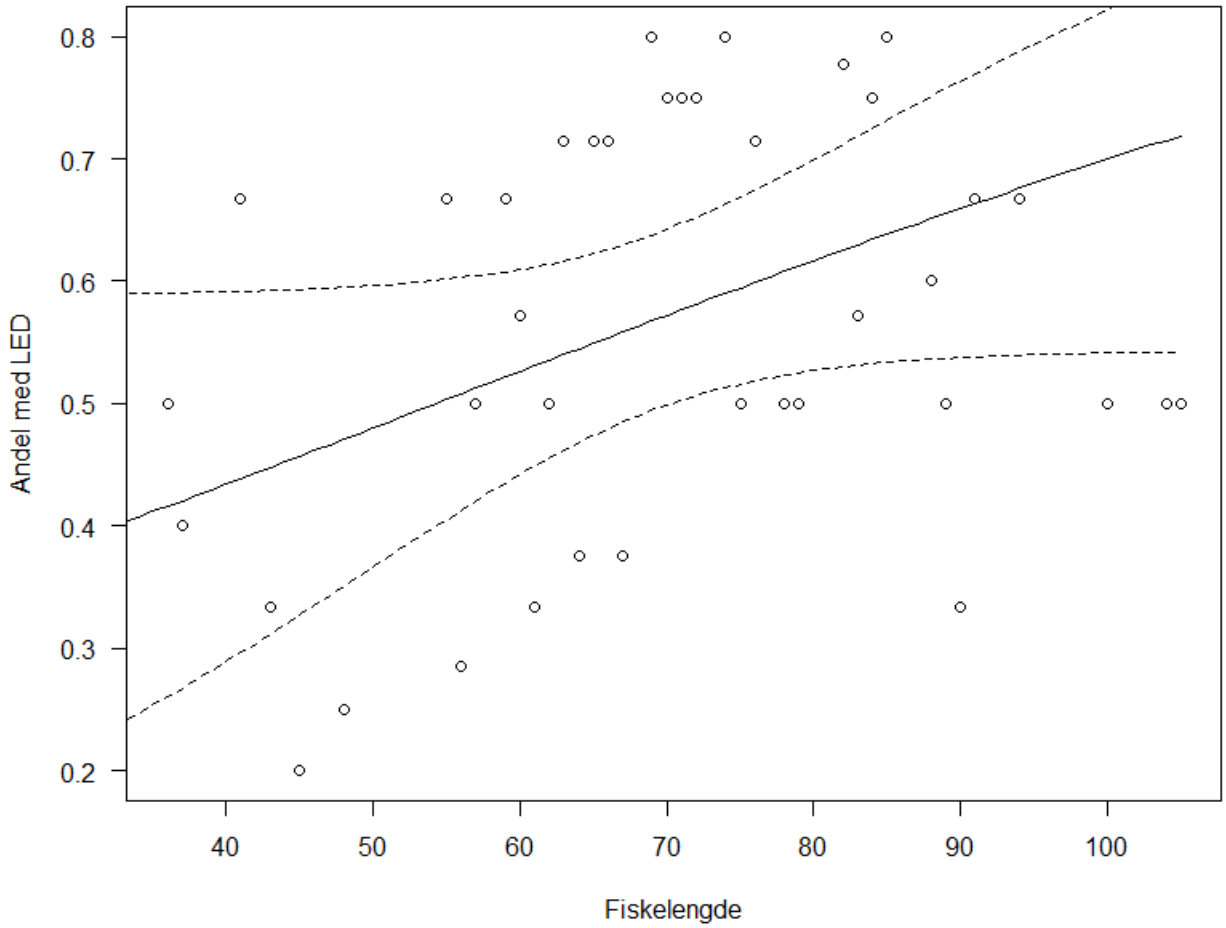
3.2 - Tokt Havforskningsinstituttet

3.2.1 - Fiskelys

Torsk var den arten som gav best respons på fiskelys, med økning i fangst på 13 av 14 stamper i 2022 (Tabell 1). I 2023 ble det kun fanget én torsk i forsøkene (ikke torskefelt) og data fra det året er derfor ikke inkludert på torsk. Totalt ble det fanget 80 torsk uten LED og 105 med LED. Skalert til 235 kroker for sammenligning blir det totalt antall torsk (alle stamper) 107,5 uten LED og 187,5 med LED. Gjennomsnittlig standardisert antall per 235 kroker er 13,39 med LED og 7,67 uten, tilsvarende 74,6% fangstøkning med lys ($p<0,01$). Gjennomsnittslengde for torsk fanget med LED var 71,1 cm (36 – 105 cm, sd = 14,2 cm). Uten LED var torsken av samme lengdeintervall (36 – 105 cm), men med gjennomsnittslengde på 66,9 cm (sd = 16,4 cm). Det var derfor tendens til at større andel stor fisk (eller mindre små fisk) ble fanget med LED lys (Figur 7), men forskjellen var ikke signifikant ($p=0.064$).

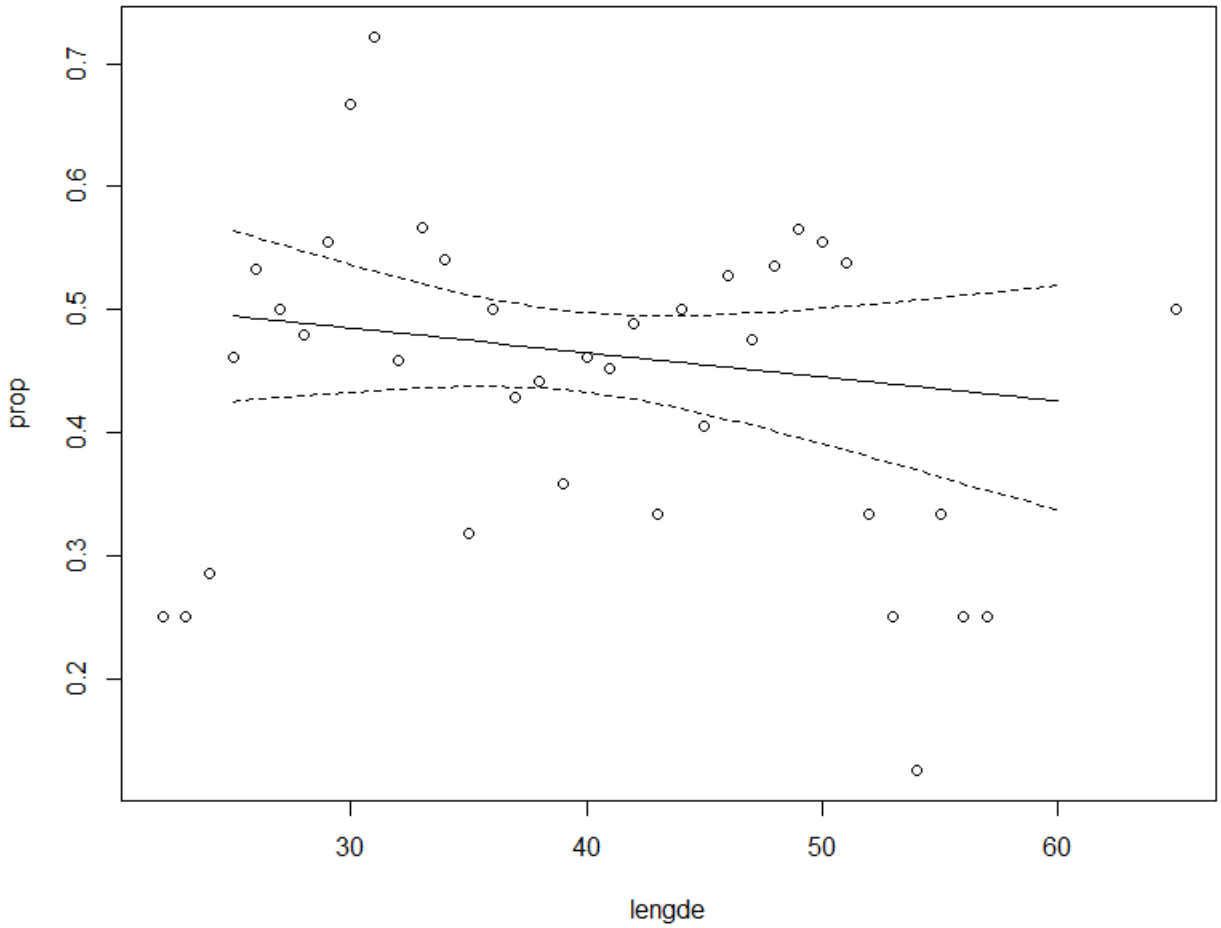
Tabell 1 . Effekt (antall) av fiskelys for ulike arter. Totalfangst og gjennomsnittlig fangst per 235 krok (i parentes).

	Hyse	Torsk	Steinbit	Brosme	Kongekr.	Lyr	Uer	Sei	Hvitting	Flatfisk	Skate
Kontroll	496(25,6)	107,5 (7,7)	14	53	4	2	89	12	1	7	4
LED	591(32)	187,5(13,4)	9	45	3	1	46	5	1	1	0
Differanse	25 %	74,6 %	-30 %	-14 %	-27 %	-35 %	-48 %	-54 %	0 %	-83 %	-100%
P-verdi	0,074	0,004	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Figur 7 . Relativ andel fangst av torsk med LED (LED / (LED + kontroll) som funksjon av fiskelengde. Kurven viser en tendens til økning i fangst av stor fisk med LED, men trenden er ikke statistisk signifikant (vide konfidensintervaller, stiplete kurver).

Det ble fanget 500 hyser i kontroll på 4781 krok og 446 på LED lys på 3436 kroker. Skalert til antall fisk per 235 kroker blir det 496 hyser på kontroll (4700 kroker) og 591 hyser på LED lys (4465 kroker). Gjennomsnittsantall hyser på 235 kroker var 25,6 for kontroll og 32,0 for LED lys tilsvarende en (ikke signifikant) fangstøkning på 25% med LED. Gjennomsnittslengde for hyse fanget med LED var 39,2 cm (22 – 65 cm, sd = 7,5 cm). Uten LED var fisken av samme lengdeintervall med gjennomsnittslengde på 39,7 cm (sd = 7,6 cm). Det var derfor ikke størrelsesrelatert forskjell i fangsteffektivitet (Figur 8 , p=0.37). For de andre artene var det veldig lave fangster og det er ikke kjørt statistikk på disse.



Figur 8 . Relativ andel fangst av hyse med og uten LED som funksjon av fiskelengde.

3.2.2 - Selvlysende hylser

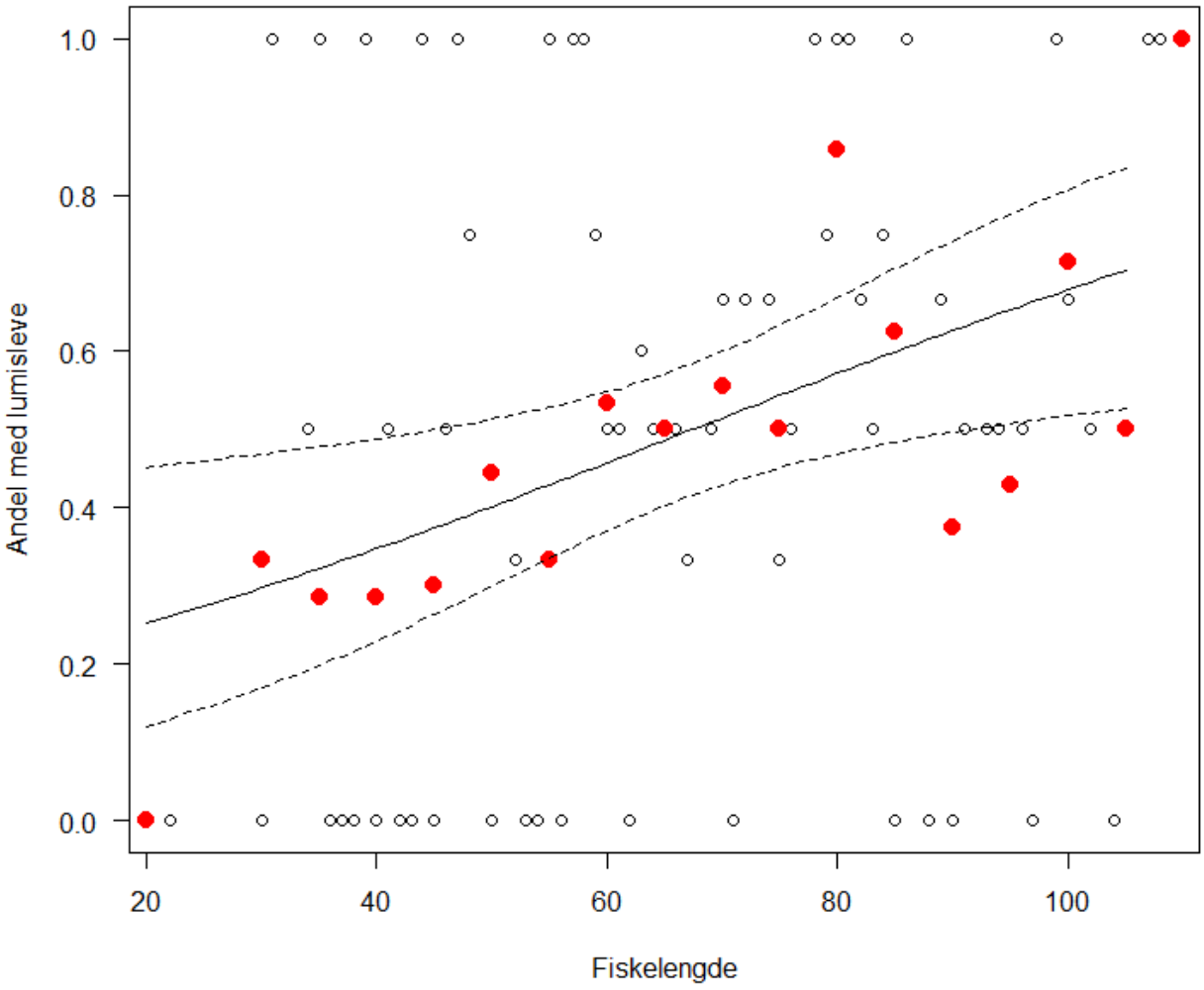
Hverken selvlysende eller blanke hylser førte til fangstforskjeller (antall) for torsk eller hyse (Tabell 2).

Tabell 2 Totalfangst og gjennomsnitt pr halve stamp (i antall) i forsøk med gjennomsiktige og selvlysende hylser. Det var ikke signifikant forskjell i totalfangst mellom gruppene (Wilcoxon test, alle verdier > 0,05).

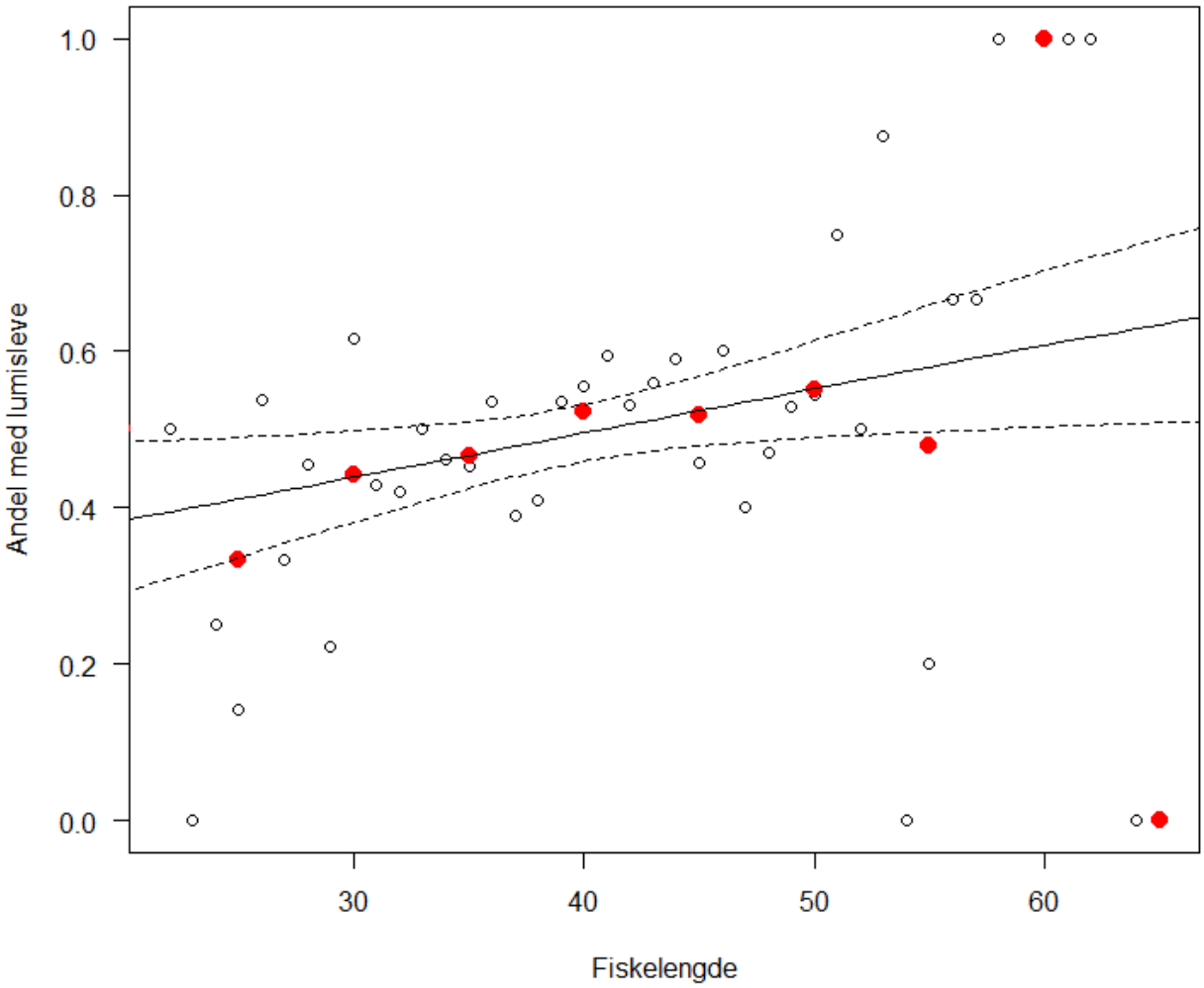
	Gjennomsnitt per halvstamp		**Totalfangst**		
	selvlysende hylser	**kontroll**	**selvlysende hylser**	**kontroll**	**p-verdi**
Torsk	5	5	70	69	1
Hyse	27	28	357	367	0,36
	Gjennomsiktige hylser	kontroll	gjennomsiktige hylser	kontroll	
Torsk	6	3	19	34	0,1
Hyse	20	21	121	123	1

For selvlysende hylser ble det funnet en signifikant lengdeavhengig fangst med mindre fangst av småfallen

torsk og hyse (Figur 9 , Figur 10). Samme tendens ble funnet for blanke hylser, men her var datagrunnlaget dårligere (færre stamper) og sammenhengene ikke signifikante (ikke vist).



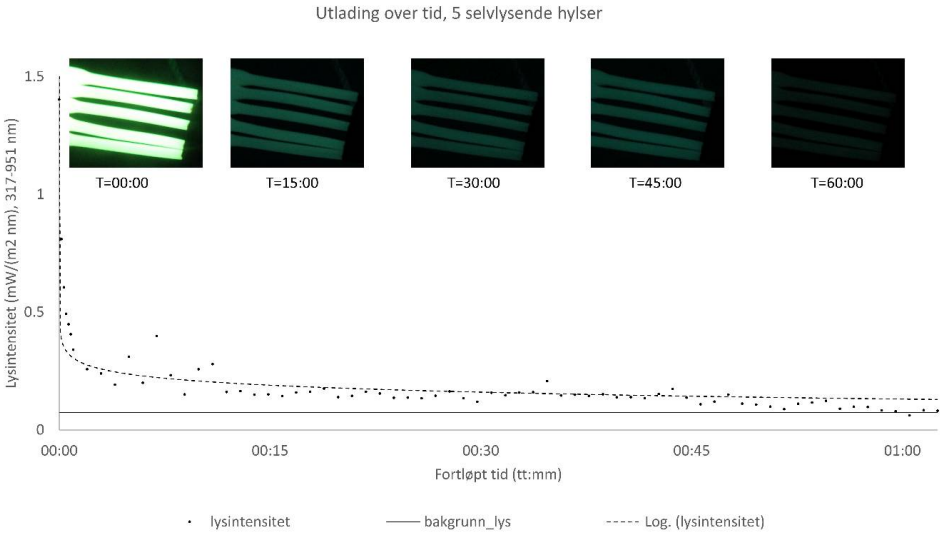
Figur 9 . Relativ fangst av torsk med "lumi" (selvlysende hylser) mot kontroll (uten hylser). 70 torsk i kontroll og 69 med lumi. Figuren viser størrelses-selektiv effekt ved bruk av selvlysende hylser på kroken, med mindre fangst av småfallen fisk. Lengde-effekten er signifikant (p = 0.01). Åpne punkt viser fisk målt med 1 cm nøyaktighet, mens de røde punktene viser sammenslåing av fisk til 5 cm størrelsesgrupper for å visualisere trenden.



Figur 10 . Relativ fangst av hyse med "lumi" (selvlysende hylser) mot kontroll. 367 hyser i kontroll og 357 med lumi. Figuren viser størrelses-selektiv effekt ved bruk av selvlysende hylser på kroken, med mindre fangst av småfallen fisk. Lengde-effekten er signifikant (p = 0.02).

Lade- og utladingsforsøkene viste at 500W lampen dekker alle bølgelengdene de selvlysende hylsene gir fra seg (450-650nm med topp på 520nm), med ~2000 x større effekt (500W lampe gir fra seg ~4000 mW/ (m^2 nm), selvlysende hylser ~2 mW/ (m^2 nm). Det antas at ca. 5-10 sekunder er tilstrekkelig for fullading under 500W lampe. Utlading skjer raskt i sjøen på 8°, med effekt redusert til 76% etter ett minutt i mørket; 78% etter 5 minutter, 92% etter 30 minutter og 94% etter 60 minutter. Selvlysende hylser kunne fortsatt sees på kamerabildene etter 60 minutter.

Bakgrunn belysningsstyrke ble målt til 0.07 mW/ (m^2 nm) på 65 meter dybde, lik effekten til ei selvlysende hylse etter ett minutt i mørket på 10 cm avstand (NB: Figur 11 . under viser samlet effekt av 5 hylser).



Figur 11. Utlading av lysintensitet fra selvlysende hylser i sjøen på 65 m dyp, vanntemperatur 8°. Målverdier og kurv fra lysmåler data, bilder tatt hver 15 minutter.

3.2.3 - Snap-on krokinnfesting og gummierte kroker

Første sjøvær var inne på fjorden med småfallen hyse, mens andre sjøvær var på bankene lengre ut hvor det var mer torsk. Det ble ikke tatt lengdemålinger i det andre sjøværet og derfor har vi ikke lengdedata på torsk for disse sammenligningene. Det ble fanget totalt 379 fisk på 3440 krok, dvs. fangst på ~11% av krokene. Blåkveitekrok (kontroll og Snap-on) fanget i snitt hyser som er ~5 cm lengre enn kyst 1171 krok (Tabell 3).

Tabell 3 Gjennomsnittslengde hyse fra kontroll blåveitekrok, Snap-on og kontroll kyst 1171 krok.

Krok	Gjennomsnittslengde	SD		n
Blåkveitekrok (kontroll)	34,6	6,7		28
Blåkveitekrok (Snap-on)	35,2	5,0		26
Kyst 1171 krok (kontroll)	29,9	7,0		41

I første sjøvær ble det kun fanget 2 torsk mot 187 i andre (Tabell 4). Det var ikke forskjell i torskefangst på gummierte kroker mot kontrollkroker (t-test, p = 0,57), mens Snap-on fanget 75% mer torsk enn kontroll (t-test, p < 0,05).

Det var ikke signifikant forskjell i hysefangst på Snap-on mot kontroll (t-test, p = 0,1) selv om tendensen var den samme som for torsk med noe høyere totalt antall. Gummierte kroker fanget 35% færre hyse enn kontroll (t-test, p<0,05).

Tabell 4 Antall torsk og hyse i forsøket. Torsk og hyse utgjorde 98% av fangstene.

		Torsk				Hyse				
Sjøvær	Stamp	Kontroll	Gummiert	Snap	Totalt	Kontroll	Gummiert	Snap	Totalt	Totalt alle arter

1	1		1		1	10	5	7	22	27
1	2					7	4	7	18	18
1	3					3	3	3	9	12
1	4			1	1	8	5	9	22	25
2	1	11	9	21	41	7	5	9	21	62
2	2	15	11	18	44	9	4	17	30	74
2	3	7	13	24	44	11	5	18	34	78
2	4	19	12	27	58	4	7	14	25	83
Sum		52	46	91	189	59	38	84	181	379

4 - Diskusjon

Fangstprinsippet for line er basert på fiskens beiteatferd og involverer en rekke interaksjoner mellom indre og ytre variabler (Løkkeborg m.fl. 2010; Løkkeborg m.fl. 2014). Beiteadferd påvirkes av sultnivå, reproduktiv status, døgnrytmer og tidligere erfaringer, så vel som lys, temperatur, strøm og byttedyr tetthet. Adferdsresponser som kan lede til krøking påvirkes av lukt, smak, tekstur og andre stimuli fra agn og krok.

4.1 - Fiskelys

Fiskelys økte torskefangstene med ca. 75% og det var en tendens til at økningen var lengdeavhengig, men sammenhengen var ikke signifikant. Torsk er både en visuell og luktbasert predator og adferden endres av lysnivået. Luktesansen blir mer fremtredende og luktsøk langs bunnen dominerende i mørket. Idet torsken nærmer seg agnet vil luktskyen bli gradvis smalere og det gir signal om at fisken nå er nærme byttet. I fravær av noe som er synlig eller oppfattes som bytte vil fisk kunne tiltrekkes til området hvor lina står uten at den biter på agnet. Vintermånedene som er den beste sesongen for linefiske etter torsk, er preget av korte dager med lite lys og en stor andel av kystfiske med line foregår også på store dyp hvor det er lite lys hele året. Foruten indirekte studier (eks monofilament vs. multifilament, Huse 1979) er det så vidt oss bekjent ikke publisert vitenskapelige studier av LED lys og synlighet på line i norske farvann. I en studie fra Newfoundland hvor man benyttet LED lys (trolig svakere lys enn i vår studie, men intensitet var ikke gitt) på håndline etter torsk (en krok egnet med lodde, sild makrell eller akkar med ett lys over krok) ble det ikke funnet forskjell i fangstmengde (Blackmore m.fl. 2023). Det ble ikke kontrollert for dyp som varierte fra 30-100 meter i studien som ble utført på høsten (sept-nov) og videre oppgitt at fangstene var unormalt lave denne sesongen. Disse faktorene kan ha påvirket resultatene da man ikke forventer at lys vil virke positivt annet enn i mørke og for at lysene skal virke må det være tilgjengelig fisk.

Den største bruken av undervannslys på line finner vi imidlertid i fisket etter sverdfisk med pelagisk line (Nguyen & Winger, 2019), hvor det er vist at man kan øke fangsten opp mot 80 % (Hazin m.fl. 2005). Det er ikke kjent om lyset tiltrekker små fisk og blekksprut som igjen tiltrekker sverdfisk eller om lyset i seg selv hjelper fisken å lokalisere krokene. Sverdfisk er gode visuelle predatorer og det er foreslått at lyset kan være viktigere enn agnlukt når det gjelder å lede fisken til kroken (Broadhurst and Hazin, 2000). Kunstig lys benyttes også i en rekke andre fiskerier og redskaper, spesielt i notfiske etter pelagiske arter (Nguyen & Winger 2019). Lys i fisketeiner ga 17 ganger høyere fangster av torsk gjennom at torsk svømmer inn i teina for å beite på lystiltrukket krill (Humborstad m.fl. 2018). Forklaringen ligger i at torsk som er tiltrukket av lukten fra agnet er lite motivert til å svømme inn i teina fordi den ikke oppfatter agnposen som et mulig bytte, samt at teina i seg selv er et ukjent objekt. Fiskelysene som ble brukt i våre lineforsøk var de samme som i Humborstad m. fl (2018) gav en fangstøkning på 5 ganger. Ved å tilby mat inne i teina i form av krill kobler fisken søkebilde med et lett synlig og kjent bytte. I fiske etter akkar med juksa (jigging) benyttes også undervannslys til å samle byttedyr som akkaren tiltrekkes av (Matsushita & Yamashita 2012).

I vårt forsøk på Finnmarkskysten kan fangstøkningen ved bruk av lys trolig forklares av at det er lettere å lokalisere agnet (Broadhurst og Hazin, 2000) og at torsken går fra lukt til visuell beiteadferd. Lys i seg selv uten andre stimuli er vist i laboratorieforsøk å ikke tiltrekke seg torsk (Utne-Palm m.fl. 2018), men i kombinasjon med agn kan lys føre til raskere lokalisering og krøking på flere agn som ikke ville blitt lokalisert i mørke. Rask lokalisering kan også føre til fangstøkning ved at agnet fortsatt har mye lukt og smak og at det er flere agn tilgjengelig som etter hvert beites ned av åtselspisere. På 1970-tallet (Fernö m.fl. 1977) ble det gjort observasjoner av fiskeadferd i nærheten av bunnsatt line som indikerte at synlighet og bevegelse var positivt for krøking. Når en fisk ble krøket, førte rykkingen i lina til at andre fisk i området ble eksitert til å bite på

nabokrokene. Forklaringen kan ligge i at agnene ble mer synlige ved at de løftes fra bunn og kommer i bevegelse, og at dette stimulerer bitelysten (jamfør juksa, Huse 1979). Videre vil lys kunne tiltrekke seg fisk også oppstrøms og på sidene av luktsky og dermed fiske over et større område. Det ble ikke gjort kvantitative mageundersøkelser i våre forsøk i Båtsfjord, men mager fra flere torsk ble åpnet uten antydning til at de inneholdt krill eller pilormer slik tilfellet var under teineforsøkene utført i Ramfjorden (Humborstad m.fl. 2018). Det er sterk strøm i området det ble fisket på ute på bankene og da klarer ikke krill og pilormer å samle seg i lyset. Strømmålinger og fravær av krill og pilormer på video indikerer at det må være andre mekanismer som førte til fangstøkingen.

Forsøkene var ikke omfattende og det må gjennomføres flere forsøk med ulik plassering av lys (avstand, direktive lys, lys på bunnsatt line, pålesatt/vorm, fløyta), styrke (kan være stor forskjell i effekt på lav, moderat og høy intensitet; Humborstad m.fl. 2018; Frank og Bayse 2023), farge og ståtid, samt adferdsstudier koblet med detaljerte mageundersøkelser for å finne ut av mekanismene. Eksempelvis var det tendenser både til lengdeavhengighet på torsk (seleksjon) og fangstøkning også for hyse, men datagrunnlaget er for lite og innehar for stor variasjon. I snøkrabbefisket er det vist at identiske lys som fungerte som fangstfremmende tiltak i Newfoundland (Nguyen m.fl. 2017) ikke gav tilsvarende fangstøkning i Barentshavet (Nguyen m. fl 2019), mens et annet fiskelys gav høy fangstøkning også i Barentshavet (Cerbule m. fl, 2021). Videre kan det tenkes at tetthet av fisk (kan føre til metning, Nguyen 2019b), agntyver, størrelses- og artssammensetning, beitemotivasjon og miljøfaktorer som lys, turbiditet, strøm m.m. kan påvirke resultatene (Løkkeborg m.fl. 2014). Oppfølging av disse resultatene i forsøk med flere replikater og større geografisk og temporær utstrekning er viktig for å avdekke robuste sammenhenger (Blackmore m.fl. 2023).

Bruk av kunstig lys i forbindelse med linefiske i mørke vil utgjøre et sterkt stimuli som kan tenkes å påvirke både fangsteffektivitet og art/størrelsessammensetning og resultatene fra studien her bør følges opp med nye forsøk.

4.2 - Selvlysende hylser

I dette forsøket ble det forsøkt å punktbelyse krokene med selvlysende hylser for å lede fisk til å raskere og enklere lokalisere eksakt posisjon og bite på agn. Selvlysende hylser påvirket ikke fangsteffektivitet av torsk og hyse, men det er usikkert hvor godt hylsene lyste grunnet ugunstige forhold for lading samt at lysstyrken allerede etter ett minutt var på nivå med bakgrunnslyset (Figur 8). Estimert ladetid for hylsene er 5-10 sekunder under optimale forhold, mens eksponering for lys under setting var omtrent 1-2 sekunder og derav trolig for kort for full oppladning. Videre ble det brukt avispapir i stampen for å hindre at krokene hektet seg under utsetting. Papirene hengte seg ofte på krokene når de ble dratt opp i setter og virket sannsynligvis negativt på lading ved at de skygget for lyskilden. Torsk er lysfølsom for bølgelengder i det blå-grønne spekteret mellom 450-550nm (Anthony og Hawkins 1983) hvilket sammenfaller med intensitetstoppen til hylsene (520nm), men det kan det tenkes at den korte tiden hylsene er godt synlige ikke er tilstrekkelig til at mange fisk ser eller reagerer på lyset. Koblet med at ladingen sannsynligvis ikke var optimal, bør forsøkene repeteres på autolinefartøy hvor man har mulighet til å lade mens hylsene står i magasinene (Figur 12). Det bør forut for nye fiskeforsøk utføres lading/utladingstester av ulike luminiserende materialer i lab.

Det er vist at torsk er tilbakeholden med å angripe ukjente bytter, og kun 5% av torsken som kommer til et makrellagn vil angripe agnet (Løkkeborg m.fl. 1989). Når fisken kjenner lukten av et agn danner den seg et søkebilde/forventning (Løkkeborg m.fl. 2014) av hva den kommer til å finne og en mismatch kan føre til lavere fangster (Løkkeborg 1990). Det er imidlertid mange byttedyr som «produserer lys» (såkalt bioluminescens, Johnsen m.fl. 2012; Haddock 2010; Widder 2002). Krill er et viktig byttedyr for torsk (Johannessen m.fl. 2012; Eriksen m.fl. 2011; Dos Santos m.fl. 1989) og i tillegg til å tiltrekkes av lys (Humborstad m. fl 2018) produserer

krill lys selv også (Johnsen m.fl. 2014). Bruk av lys og visuelle stimuli er utbredt som attraktorer i meitefiske med stang og har flere fellestrekk med linefiske (Løkkeborg m.fl. 2014). Til fiske etter lange benyttes ofte selvlysende slanger som monteres på forsyn, og for uer og lysing benyttes blinkende lys. Kroker med selvlysende belegg er også i handelen. I stor kontrast til sluker som ofte er imitasjoner av byttedyr, er de fleste linekroker med agn ikke modifisert for å etterligne byttedyr hverken i form og bevegelse. I rekreasjonsfiske er også kombinasjonen av imitasjoner og agn svært vanlig (for eksempel selvlysende blekksprutimitasjoner).

En studie hvor man dyppet agnet i selvlysende bakterier gav 1,2 ganger høyere fangster for tunfisk og opptil 4,8 ganger høyere fangster av flere bunnfiskarter (Makiguchi m.fl. 1980). I 2019 ble det gjort en mindre funksjonstest av lys på forsyn i form av selvlysende slange på et mindre autoline fartøy der resultatene (ikke publisert) viste fangstøkning for lange, brosme, uer og bruskfisk. Et lignende forsøk med fosforiserende slange tredd inn på skaftet på kroken førte som i forsøket vårt ikke til fangstøkning og det ble tolket dithen at den til og med kunne være frastøtende (Huse 1979). Divergerende resultater kan skyldes en rekke ulike forsøksbetingelser til forskjellige luminiserende kilder mm (Løkkeborg m.fl. 2014), og det er grunn til å anta at man i langt større grad må gå grundigere til verks i fremtidige forsøk for å komme til mer presise allmenngyldige konklusjoner.



Figur 12 Lading av selvlysende slange vil være enklere på magasin på autoline enn i stampline. Foto fra pilotforsøk på Grotle 2019.

Det ble funnet en størrelsesselektiv effekt (økt andel større fisk) av å montere hylser for både torsk og hyse. På line er det agnstørrelse som er ansett å være den mest avgjørende faktoren som påvirker størrelsesseleksjon (Løkkeborg og Bjordal 1992: Løkkeborg m.fl. 2014). Det er imidlertid ikke så enkelt som at store agn fører til større fisk for alle arter. Eksempelvis så er hyse mer forsiktig og småfallen hyse kan nappe av store agn helt til krøking, mens torsk gjerne sluker agn og små torsk angriper ikke store agn. Det er uansett med dagens

agnkostnader uheldig å øke størrelsen på agnet for å unngå småfisk. I et forsøk på Island med ulike agn- og krokstørrelse (EZ baiter str 10-14) fant man at ved økende krokstørrelse gikk fangstrate ned for alle arter, mens det hadde liten effekt på størrelsesseleksjon (Ingolfsson m.fl. 2017, se også Johannessen 1983). I forsøk på fløytline er det vist for hyse at montering av plastbit på skaftet av kroken førte til størrelseseleksjon med mindre småfallen hyse, men ingen effekt på brosme og lange på bunnsatt line (Løkkeborg og Bjordal 1995). Hensikten var å gi inntrykk av større agn. Noe av samme effekt kan tenkes å spille inn i våre forsøk med hylser hvor krok og agn visuelt ser større ut, og effekten var størst for torsk.

4.3 - Snap-on krokinnfesting og Gummierte kroker

Hurtigkoblinger mellom forsyn og krok hadde en positiv effekt med 75% økning i fangstrate av torsk sammenlignet med en blåkveitekrok med lignende men ikke helt lik utforming. Siden kun små endringer i krokutforming kan ha store utslag i seleksjon og effektivitet (Huse og Fernö 1990), må disse resultatene tolkes med forsiktighet. Den store forskjellen her er likevel selve Snap-on-innfestingen hvor en vesentlig forskjell er at hurtigkoblingen roterer fritt mot både krok og forsyn. I forsøkene ble det benyttet svivelline som tidligere har vist positive effekt både på krøking og mindre tap av fisk under haling (George 1993), og med Snap-on koblingen kan det tenkes at dette er ytterligere forbedret.

Dersom man lykkes med videreutvikling av Snap-on, kan følgende oppnås:

- Kostnadsbesparelse – Skifter kun ut krok og ikke hele forsynet.
- Kan benytte monofilament på autoline (antatt bedre fiskeri i forhold til trådforsyn)
- Oppnår svivel effekt i begge ender av forsynet (mindre snurr under haling og mindre tap av fisk)
- Vil gi grunnlag for å utvikle maskinelt skifte av krok ved hjelp av robotteknologi.
- Kan brukes på automatisert egnemaskin for kystline.
- Redusert utslitt av mikroplast.

Før man går videre med tilpasning til autoline/automatisert landbasert egning er det nødvendig å ytterligere undersøke hvordan Snap-on hurtigkoblingen påvirker fiskelighet. Disse forsøkene må benytte en 1171 krok som tilpasses hurtigkoblingen. Dette er den kroken som benyttes mest til torsk- og hysefiske i dag og vil være neste naturlige ledd i utviklingen. Utfall av slike tester vil være avgjørende for om man kan gå videre med automatisering, eller om man må gå en ny runde med innfesting mellom krok og forsyn.

I undersøkelsen vår fant vi ingen signifikant effekt av gummierte kroker på torskefangsten, mens det var en nedgang på 35% i hysefangsten. Dagens kroker for linedrift er hovedsakelig laget av ulike metallegeringer av høykarbonstål med korrosjonsbeskyttende belegg (McGrath m.fl. 2011). Ett av problemene nevnt innledningsvis med stålkroker er at de ruster og spissen blir uskarp. Det lyktes ikke å lage kroker i andre materialer i prosjektet og gummiering ble forsøkt delvis fordi man ville teste om mykere krokskaft å bite i ville føre til endret fangstrate og sammensetning. Byttedyrene til fisk er svært forskjellige i hardhet og struktur, alt fra myke børsteormer og fisk til harde mollusker og krepsdyr inngår i diett til torsk og hyse, men er ikke like harde som stål. Forklaringen på forskjellen i torsk- og hysefangstene på gummierte kroker kan ligge i det samme som for agnstørrelse at torsken i større grad sluker agn og krok, mens hysa napper og smaker mer og kan ha mislikt lukt, smak eller tekstur på gummi. For agn finnes det studier av tekstur der Løkkeborg (1991) fant at agn puttet i nylonposer fanget færre torsk og hyse enn naturlig agn. Mens hyse ikke klarer å bite over agnet, kan det tenkes at torsken spytter det ut uten å svelge etter å ha vurdert tekstur. Volummessig er agnet mye større enn krok og derfor er

det godt mulig at det er agnet og ikke krokmaterialet som er mest avgjørende for om fisken vil forsøke å svelge agn og krok. Likevel viser forsøkene våre med gummiering at det var en effekt (nedgang) på hysefangst, men at ytterligere forsøk og studier av adferd er nødvendig for å vurdere hvilken egenskap ved gummiering som var avgjørende (lukt, smak eller tekstur). Med dagens materialeteknologi er det trolig at kroker med gode egenskaper kan lages av andre materialer enn metall, selv om plast som er det mest nærliggende har andre utfordringer. Et løp kunne være å utvikle kroker i biologisk nedbrytbare materialer som ville ha miljømessige fordeler samt bedre velferd hos fisk som sliter av forsyn og svømmer rundt med en krok.

4.4 - Konklusjon

Prosjektet ble av utenforstående hendelser ikke gjennomført slik det var planlagt hvor fokus skulle være å teste nye kroker og forsyn levert av MF. Prosjektet har på tross av mange utfordringer gitt svært nyttig og lærerik erfaring for MF. Gjennom prosjektet har MF tilegnet ny kompetanse og dokumentasjon på bruk av ulike plastmaterialer i forbindelse med utvikling av nye krok, forsyn og automatiseringsprosesser på line i fremtiden. Konkret fremheves de lovende resultatene på hurtigkobling med blåkveitekrok som MF vil ta videre i nye tester for verifisering med torsk- og hysekrok. Prosjektet har i tillegg frembrakt en rekke interessante funn innen visualisering av line som i stor grad har potensiale for å være generisk for mye av norsk og internasjonalt linefiske. Funnene kan også ha betydning for utviklingsløpene på både krok, forsyn og linerygg.

5 - Hovedresultater

- Hurtigkoblinger mellom forsyn og krok hadde en positiv effekt på fangstrate av torsk sammenlignet med en blåkveitekrok med lignende men ikke helt lik utforming.
- Kunstig lys på bunnsatt line kan føre til fangstøkning av torsk. Forsøk med lavenergi LED lys montert på linerygg økte fangstene av torsk med ca. 75 %.
- Selvlysende hylser endret ikke fangsteffektivitet av torsk og hyse. Hylsene trenger lading i lys og egning i stamp er derfor ikke optimalt da eksponeringstid for lyskilder under setting er for kort til at hylsene blir fulladet.
- Kroker med hylser over krokøye førte til lengdeavhengig seleksjon med høyere andel større fisk.
- Kroker gummiert med krympestrømper på skaftet førte til lavere fangst av hyse.

6 - Takk

Takk til Fiskeri- og Havbruksnæringens Forskningsfinansiering (FHF) for finansiering av prosjektet. Takk til Freddy Kristoffersen skipper MS Solheim og Jens Einar B Johnsen skipper MS Bjørkåsbuen for godt utførte oppdrag for Havforskningsinstituttet og Mørenot Fishery AS.

7 - Referanser

Anthony, P. D., & Hawkins, A. D. (1983). Spectral sensitivity of the cod, Gadus morhua L. Marine & Freshwater Behaviour & Phy, 10(2), 145-166.

Blackmore, R. J., Winger, P. D., Bitton, P. P., Bayse, S., Whittaker, K., & Montevecchi, W. A. (2023). The effects of LED handline attachments on Atlantic cod (Gadus morhua) catch efficacy and bycatch. Fisheries Research, 258, 106543.

Cerbule, K., Herrmann, B., Grimaldo, E., Grimsmo, L., & Vollstad, J. (2021). The effect of white and green LED-lights on the catch efficiency of the Barents Sea snow crab (Chionoecetes opilio) pot fishery. Plos one, 16(10), e0258272.

Fernö, A., Tilseth, S., & Solemdal, P. (1977). The behaviour of whiting (Gadus merlangus) in relation to longlines. ICES.

Frank, C. C., & Bayse, S. M. (2023). The effect of variable light intensity in luminescent-netting pots on the catch of snow crab (Chionoecetes opilio). Aquaculture and Fisheries. https://doi.org/10.1016/j.aaf.2023.08.001

Eriksen, E., & Dalpadado, P. (2011). Long-term changes in Krill biomass and distribution in the Barents Sea: are the changes mainly related to capelin stock size and temperature conditions?. Polar Biology, 34, 1399-1409.

George, J. P. (1993). Longline fishing (No. 22). Food & Agriculture Org. https://books.google.no/books?hl=no&lr=&id=02rxdKs6ntoC&oi=fnd&pg=PA1&dq=swedish+longline+fishery+for+ling+snoods&ots=e9gS

Haddock, S. H., Moline, M. A., & Case, J. F. (2010). Bioluminescence in the sea. Annual review of marine science, 2, 443-493.

Hazin, H. G., Hazin, F. H., Travassos, P., & Erzini, K. (2005). Effect of light-sticks and electralume attractors on surface-longline catches of swordfish (Xiphias gladius, Linnaeus, 1959) in the southwest equatorial Atlantic. Fisheries Research, 72(2-3), 271-277.

Humborstad, O. B., Utne-Palm, A. C., Breen, M., & Løkkeborg, S. (2018). Artificial light in baited pots substantially increases the catch of cod (Gadus morhua) by attracting active bait, krill (Thysanoessa inermis). ICES Journal of Marine Science, 75(6), 2257-2264.

Huse, I. (1979). Betydningen av krokform og redskapsmaterialer ved linefiske etter torsk (Gadus morhua L.) og hyse (Melanogrammus aeglefinus L) undersøkt ved atferdsstudier og fiskeforsøk. Hovedfagsoppgave i fiskeribiologi ved Universitetet iI Bergen, Institutt for fiskeribiologi.

Huse, I., & Fernö, A. (1990). Fish behaviour studies as an aid to improved longline hook design. Fisheries research, 9(4), 287-297.

Ingolfsson, O. A., Einarsson, H. A., & Løkkeborg, S. (2017). The effects of hook and bait sizes on size selectivity and capture efficiency in Icelandic longline fisheries. Fisheries Research, 191, 10-16.

Johannessen, T. (1983). Betydning av krok-og agnstørrelse for fangsteffektivitet og lengdeseleksjon i linefisket etter torsk (Gadus morhua L.) og hyse (Melanogrammus aeglefinus L.) (Master's thesis, University of Bergen).

Johannesen, E., Lindstrøm, U., Michalsen, K., Skern-Mauritzen, M., Fauchald, P., Bogstad, B., & Dolgov, A. (2012). Feeding in a heterogeneous environment: spatial dynamics in summer foraging Barents Sea cod. Marine Ecology Progress Series, 458, 181-197.

Johnsen, S., Frank, T. M., Haddock, S. H., Widder, E. A., & Messing, C. G. (2012). Light and vision in the deep-sea benthos: I. Bioluminescence at 500–1000 m depth in the Bahamian Islands. Journal of Experimental Biology, 215(19), 3335-3343.

Karlsen, L. (1998). Redskapsteknologi i fiske. Universitetsforlaget 1998, 3. opplag. 206p.

Løkkeborg, S. (1990). Reduced catch of under-sized cod (Gadus morhua) in longlining by using artificial bait. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 47(6), 1112-1115.

Løkkeborg, S. (1991). Fishing experiments with an alternative longline bait using surplus fish products. Fisheries Research, 12(1), 43-56.

Løkkeborg, S., & Bjordal, Å. (1992). Species and size selectivity in longline fishing: a review. Fisheries Research, 13(3), 311-322.

Løkkeborg, S., & Bjordal, Å. (1995). Size-selective effects of increasing bait size by using an inedible body on longline hooks. Fisheries Research, 24(4), 273-279.

Løkkeborg, S., Fernö, A., & Humborstad, O. B. (2010). Fish behavior in relation to longlines. Behavior of Marine Fishes: Capture processes and conservation challenges, 105-141.

Makiguchi, N., Arita, M., & Asai, Y. (1980). Application of a luminous bacterium to fish-attracting purpose. Bull Jpn Soc Sci Fish, 46, 1307-1312.

Matsushita, Y., & Yamashita, Y. (2012). Effect of a stepwise lighting method termed “stage reduced lighting” using LED and metal halide fishing lamps in the Japanese common squid jigging fishery. Fisheries Science, 78, 977-983.

McGrath, S. P., Butcher, P. A., Broadhurst, M. K., & Cairns, S. C. (2011). Reviewing hook degradation to promote ejection after ingestion by marine fish. Marine and Freshwater Research, 62(10), 1237-1247.

Nguyen, K. Q., Winger, P. D., Morris, C., & Grant, S. M. (2017). Artificial lights improve the catchability of snow crab (Chionoecetes opilio) traps. Aquaculture and Fisheries, 2(3), 124-133.

Nguyen, K. Q., & Winger, P. D. (2019). Artificial light in commercial industrialized fishing applications: a review. Reviews in Fisheries Science & Aquaculture, 27(1), 106-126.

Nguyen, K. Q., Humborstad, O. B., Løkkeborg, S., Winger, P. D., & Bayse, S. M. (2019a). Effect of light-emitting diodes (LEDs) on snow crab catch rates in the Barents Sea pot fishery. ICES Journal of Marine Science, 76(6), 1893-1901.

Nguyen, K. Q., Winger, P. D., Wood, J., Donovan, M., Humborstad, O. B., Løkkeborg, S., & Bayse, S. M. (2019b). Application of luminescent netting in traps to improve the catchability of the snow crab Chionoecetes opilio. Marine and Coastal Fisheries, 11(4), 295-304.

Santos, J. D., & Falk-Petersen, S. (1989). Feeding ecology of cod (Gadus morhua L.) in Balsfjord and Ullsfjord, northern Norway, 1982–1983. ICES Journal of Marine Science, 45(2), 190-199.

Utne-Palm, A. C., Breen, M., Løkkeborg, S., & Humborstad, O. B. (2018). Behavioural responses of krill and cod to artificial light in laboratory experiments. PloS one, 13(1), e0190918.

Widder, E. (2002). Bioluminescence and the pelagic visual environment. Marine and Freshwater Behaviour and Physiology, 35(1-2), 1-26.

Zhang, Y & Zhao, Q. (2023). What is a randomization test? Journal of the American Statistical Association, 118:544, 2928-2942, DOI: 10.1080/01621459.2023.2199814

8 - Leveranser

- Referat oppstartsmøte-15.06.2020
- Referat statusmøte - 15.12.2020
- Avsluningsmøte - 29.02.2024
- Referat Avslutningsmøte - 8.03.2024
- Faglig sluttrapport - 31.3.2024
- Administrativ sluttrapport - 31.03.2024

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

Postboks 1870 Nordnes
5817 Bergen
Tlf: 55 23 85 00
E-post: post@hi.no
www.hi.no