



FORSØK MED SEKKEFORLENGELSER AV KVADRATISKE MASKER I SNURREVAD

Tokt med snurrevadfartøyet Båragutt, mai 2022

Forfatter(e): Olafur Arnar Ingolfsson, Odd-Børre Humborstad, Liz Beate Kolstad Kvalvik (HI) og Hermann Pettersen (Fiskeridirektoratet)
Toktleder(e): Olafur Arnar Ingolfsson (HI)

TOKTRAPPORT
Nr.11 2022



Tittel (norsk og engelsk):

Forsøk med sekkeforlengelser av kvadratiske masker i snurrevad
Experiments with square mesh codend extensions in a demersal seine

Undertittel (norsk og engelsk):

Tokt med snurrevadfartøyet Båragutt, mai 2022
Cruise with the fishing vessel Båragutt, May 2022

Rapportserie:

Toktrapport

ISSN:1503-6294

År - Nr.:

2022-11

Dato:

15.11.2022

Forfatter(e):

Olafur Arnar Ingolfsson, Odd-Børre Humborstad, Liz Beate Kolstad
Kvalvik (HI) og Hermann Pettersen (Fiskeridirektoratet)

Godkjent av: Forskningsdirektør(er): Geir Huse Programleder(e): Maria
Fosheim

Toktleider(e):

Olafur Arnar Ingolfsson (HI)

Distribusjon:

Åpen

Toktnr:

2022838

Prosjektnr:

15793

Program:

Barentshavet og Polhavet

Forskningsgruppe(r):

Fangst

Antall sider:

31

Samarbeid med

Fiskeridirektoratet

Sammendrag (norsk):

I fiske etter hyse med snurrevad brukes det som regel «sekkeforlengelser» av diamantmasker foran den obligatoriske kvadratmaskesekken. I disse forsøkene ble det foretatt parvise sammenligninger av diamantmaskeforlengelse av 8 mm PE, kvadratmaskeforlengelse med 7,5 mm tråddykkelse og kvadratmaskeforlengelse med 12 mm tråddykkelse. Forsøkene viser at ved bruk av kvadratmaskeforlengelser oppnår en betydelig bedre utsortering av undermålsyse. Bruk av 7,5 mm tråd resulterer i fangsttap av hyse inntil 50 cm, mens ved bruk av 12 mm tråd holdes hyse over 42 cm igjen i sekken. For torsk holdes all fisk over 60 cm igjen i sekken med 7,5 mm tråd og all fisk over ca 40 cm ved å øke tråddykkelsen til 12 mm. En svart presenning ble også innmontert i kvadratmaskeseksjon som pilotforsøk. Presenningen påvirker fiskens atferd, men har begrenset effekt for å forbedre seleksjon. Generelt viser forsøkene økt utsortering ved å fjerne diamantforlengelsen, samt at økning i tråddykkelse fører til økning i fangst av små fisk.

Sammendrag (engelsk):

In the haddock fishery with demersal seines, most fishermen use 15-45m codend extension of diamond meshes in front of the mandatory square mesh codend. In these experiments, pairwise comparisons of diamond mesh extension of 8 mm PE, and square mesh extensions of 7.5 and 12 mm twine thicknesses were conducted. The results show that by using square mesh extensions, catches of undersized haddock and cod are significantly reduced. The use of 7.5 mm twine results in losses of haddock up to 50 cm, while the 12 mm twine retains haddock above 42 cm. For cod, all fish above 60 cm is retained with the 7.5 mm twine, and all fish above 40 cm by increasing the twine thickness to 12 mm. A black canvas tunnel was also inserted as a pilot study, in attempt to increase escape responses of fish and thereby influence size selection. The tunnel influences the fish behaviour but has limited effect for improving selection. In general, the results show that by removing the diamond mesh extension, retention of undersized haddock is reduced, and that increase in twine dimension causes greater retention of small fish.

Innhold

1	Innledning	5
2	Metode	7
2.1	Redskap	10
2.2	Måling av fisk	10
2.3	Svart tunnel	12
2.4	Statistikk	12
3	Resultater	15
3.1	Seleksjon	15
3.2	Svart tunnel	16
3.3	Videoobservasjoner	16
3.3.1	<i>Svart tunnel</i>	16
3.3.2	<i>Kvadratmaskeforlengelser</i>	18
3.4	Kledning av fisk i kvadratmasker	25
4	Oppsummering	28
5	Takk	29
6	Referanser	30

1 - Innledning

Norge har de siste årene hatt en totalkvote på rundt 100.000 tonn NA hyse (ICES, 2020). Kystflåten er tildelt omtrent halvparten av dette kvantumet. I 2020 ble knappe 25 % av totalfangsten av hyse tatt med snurrevad (<https://www.fiskeridir.no/Yrkesfiske/Tall-og-analyse/Fangst-og-kvoter/Fangst>). Ved fiske etter torsk, hyse og sei med trål og konvensjonelle redskap nord for 62°N er det adgang til å ha til sammen inntil 15 % fisk under minstemål i den enkelte fangst (Forskrift om utøvelse av fisket i sjøen (Utøvelsesforskriften)). De siste årene har snurrevadfelt ofte vært stengt på grunn av for stor innblanding av fisk under minstemål, hovedsakelig hyse. Flere ganger er det rapportert om over 50 % innblanding av undermålsfyse (kilde: www.fiskeridir.no). Det er derfor grunn til å tro at snurrevadenes egenskaper for størrelsesseleksjon ikke er tilfredsstillende.

På slutten av 1990-tallet ble det oppnådd betydelige forbedringer i størrelsesseleksjon i torsketrål ved innføringen av påbud om bruk av seleksjonsrist (Gullestad et al., 2015). Rist ble utprøvd også i snurrevad, men rigide rister var lite brukervennlige i dette fiskeriet fordi rist var vanskelig å få gjennom kraftblokka (Isaksen et al., 1997). Det ble derfor prøvd ut alternative løsninger til rist, og kvadratmaskesekker viste seg å være en brukervennlig og seleksjonseffektiv løsning. Valg av kvadratmasker ble begrunnet med deres selektive egenskaper sammenlignet med diamantmasker. Kvadratmaskesekker har «skarpere» seleksjon, dvs. at en kvadratmaskesekk som slipper ut mer småfisk vil kunne beholde like mye fisk over minstemål, sammenlignet med diamantmaskesekk, forutsatt rett valg av maskevidde (Isaksen and Larsen, 1988). For å tilfredsstillende krav om lav innblanding av undermålsfisk, samtidig som tap av større fisk holdes lavt, er en kvadratmaskesekk derfor et logisk valg. Kvadratmaskesekker ble i 2002 påbudt i snurrevadfiske i NØS øst for Sørøya. I 2019 ble påbudet utvidet til å gjelde for alt snurrevadfiske (med unntak av flyndrefiske innenfor fjordlinjene) nord for 62°N.

Det er imidlertid flere faktorer enn maskevidde som påvirker størrelsesseleksjon. Blant annet vil sekkens omkrets og lengde kunne ha betydning (Reeves et al., 1992; Lök et al., 1997; Broadhurst and Millar, 2009). For en sylindrisk diamantmaskeseksjon vil den forventede maskeåpningen (på tvers av masken) være 15-33% av maskevidden (Robertson, 1986; Broadhurst and Millar, 2009). Når en kvadratmaske- og en diamantmaskeseksjon av samme nominelle omkrets monteres sammen, vil derfor kvadratmaskene bli deformerte og ikke lenger kunne ha en ideell kvadratisk form. Dette vil igjen kunne påvirke seleksjonsegenskapene til seksjonen. I praksis bør derfor hver stolpe (1/2 maske) på kvadratmaskesekken festes til 2-3 diamantmasker av samme størrelse på diamantmaske-seksjonen. I henhold til gjeldende tekniske reguleringer (Utøvelsesforskriften, Vedlegg 1) skal omkrets på kvadratmaskesekken være mellom 5 og 8 m, mens diamantmaskedelen skal ha en minste maskevidde på 130 mm og en omkrets på 80-120 frie masker. På kommersielt brukte sekker er omkretsen på kvadratmaskesekken gjerne over 7 m (100 stolper), mens den faktiske omkretsen på diamantmaskedelen kun er 2,25-4,95 m (100 masker i 150 mm helmaske og 15-33% maskeåpning). Dette ser ut til å være en logisk brist i det tekniske regelverket. Omkretsen på kvadratmaskesekken er for stor i forhold til diamantmaskedelen.

Diamantmaskedelen fremst på kvadratmaskesekker skal i henhold til det tekniske regelverket ha en lengde på minimum 5 masker (~0,8 m), men det er ikke angitt en maksimal lengde. Mange fartøy benytter forlengelser som er opptil 45 m. Når sylindriske diamantmaskeseksjoner utsettes for strekk i lengderetningen (f.eks. fra akkumulertfangst i sekken), lukkes maskene og seksjonens diameter blir kraftig redusert. Longitudinalt strekk på sekken kan derfor kunne hindre eller forsinke transport av fisk bakover mot sekken under fiske, og fisken vil ofte først gå bakover når strekket reduseres idet snurrevaden nærmer seg overflaten. Det kan igjen gi økt overflateseleksjon, noe som er uønsket da det reduserer overlevelsessannsynligheten for utsortert fisk sammenlignet med utsortering på fiskedypet. Ingólfsson et al. (2021a) viste at 50 % av undermåls-hysa som var

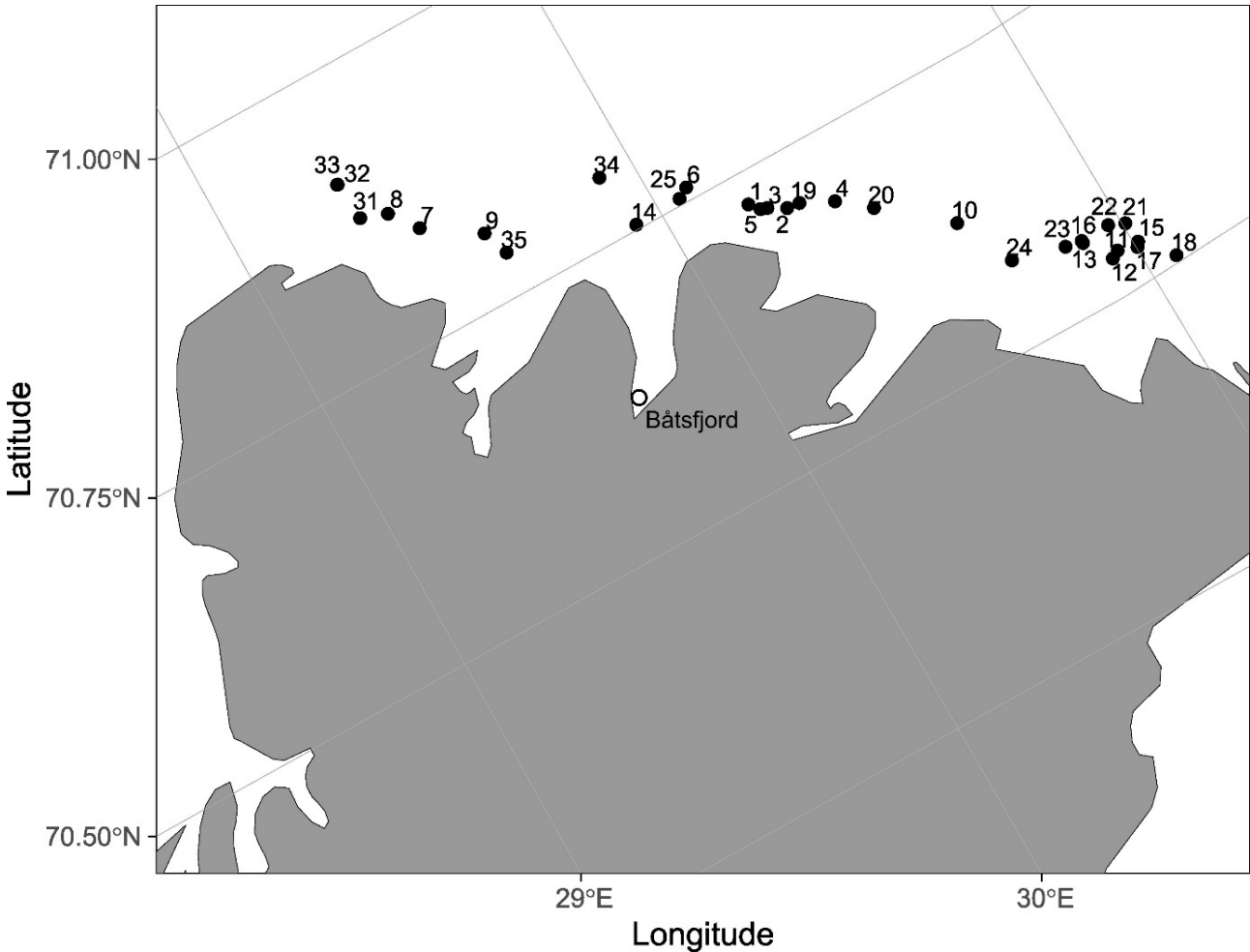
i sekk/forlengelse når snurrevaden kom til overflaten, ble selektert ut her. Overflateseleksjonen var ofte avgjørende for at innblanding av undermåls-hyse i fangsten kom under den øvre tillatte grensen på 15 % i antall (Op. cit). God kunnskap om hvordan sekkeutforming påvirker redskapets selektive egenskaper er derfor essensielt for å redusere problemene med fangst av undermåls-hyse og omfattende overflateseleksjon.

I 2021 ble det gjennomført forsøk med (1) kvadratmaskesekk uten forlengelse, (2) med en 21 m diamantforlengelse og (3) med 14 m nedkorting av snurrevadens bakpart (Ingólfsson et al. 2021b). Resultatene viste at med sekkeforlengelse fanges betydelig andel av småhyse og at med å fjerne forlengelsen kan en oppnå en seleksjon som resulterer i at mesteparten av hyse under minstemålet på 40 cm unnslipper på fiskedyp. Ved å redusere lengde på snurrevaden oppnås en mer utspilt sekk, men ingen gevinst for utsortering av undermålsfisk. Fjerning av sekkeforlengen resulterte i 75% utsortering av 40 cm hyse, sammenlignet med sekk med forlengelse. Kvadratmaskesekken holder all fisk over 50 cm, men fjerning av diamantmaskeforlengelsen resulterer også i betydelig fangsttap av fisk mellom 40 og 50 cm. Forsøkene viste også at ved høyere fangstrater og en selektiv sekk oppstår det betydelig kleing av fisk i de kvadratiske maskene.

Formålet med disse forsøkene var å se på effekt av sekkeforlengelse av kvadratiske masker på relativ seleksjon av hyse og torsk, sammenlignet med diamantforlengelse. I tillegg testes det forskjellige tråddykkelser i kvadratmaskesekk for å undersøke effekt på både kleing av sekk og seleksjon.

2 - Metode

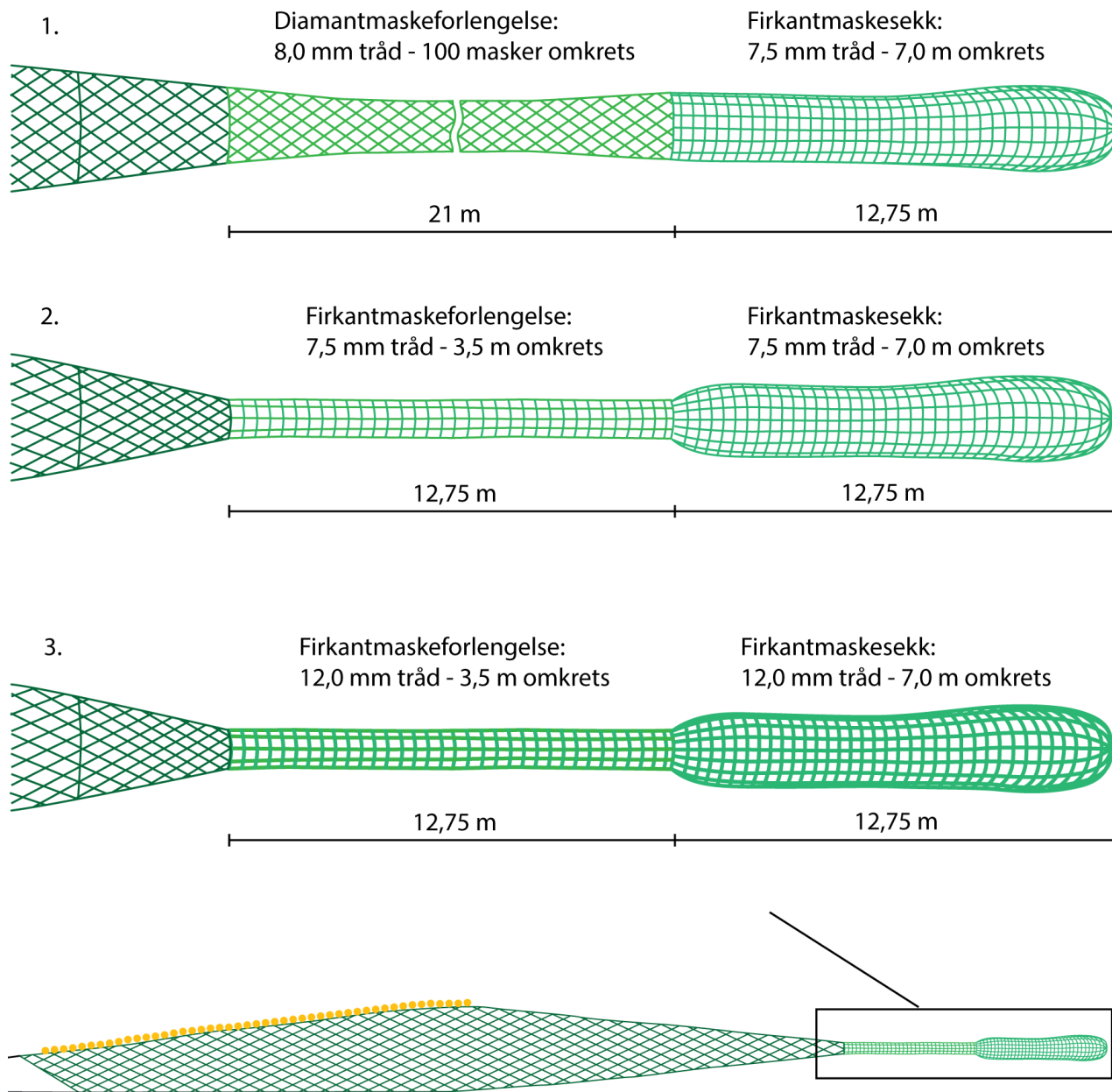
For å undersøke effekt av sekkeforlengelse og trådtykkelse på relativ seleksjon av hyse på fiskedyp med en kvadratmaskesekk ble det i perioden 02.– 15. mai 2022 gjennomført et tokt med MS Båragutt T-100-T. Båragutt er en 45 m lang snurrevadbåt med 1000 hk hovedmotor, utstyrt for fiske med snurrevad og not.



Figur 1 . Posisjoner for enkelte hal.

Tabell 1 Maskevidde på kvadratmaskesekker (n=20), forlengelse (n=20), småmasket pose (n=20). Tabellen viser gjennomsnitt i mm med standardavvik i parentes.

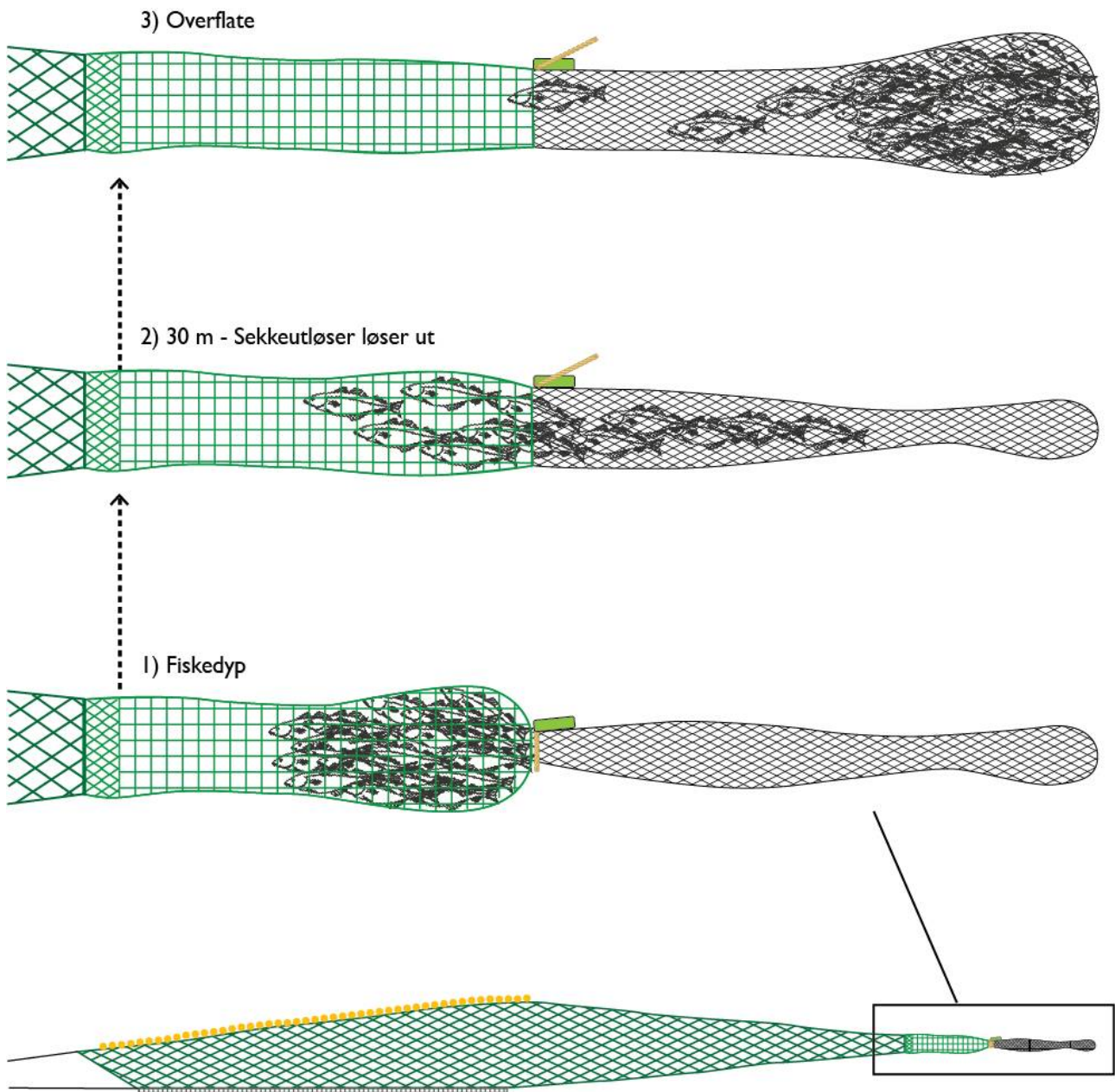
Sekk	Maskevidde i mm: gjennomsnitt (SD)		
	Kvadratmaske	Forlengelse	Småmasket pose
Diamantmaskeforlengelse	125,2 (1,70)	130,4 (2,39)	78,5 (0,89)
7,5 mm kvadratmaskeforlengelse	124,5 (0,9)	125,9 (1,40)	77,6 (1,39)
12 mm kvadratmaskeforlengelse	118,8 (3,0)	125,1 (1,6)	77,8 (0,95)




L. Kvalvik 25.10.2022
Havforskningsinstituttet



Figur 2 . Forsøksoppsett som viser de tre sekkene; med 21 m diamantmaskeforlengelse, 12,75 m kvadratmaskeforlengelse i 7,5 mm tråd og 12,5 m kvadratmaskeforlengelse i 12 mm tråd.. Diamantmaskeforlengelsen er laget av mykt Hotmelt materiale med 7,5 mm tråddykkelse og har en omkrets på 100 masker i 150 mm maskestørrelse (132 mm maskevidde) og en lengde på 21 m. Bak kvadratmaskedelen er det en småmasket sekk. Sekkeutløser holder overgang fra kvadratmaske til den småmaskete posen stengt i fiske, men åpnes før sekken kommer til overflaten og fisken holdes i en pose som hindrer overflateseleksjon.



L. Kvalvik 12.08.2021
Havforskningsinstituttet 

Figur 3. Illustrasjon av metodikken for estimering av seleksjon på fiskedyp og overflateseleksjon. Figuren viser sekken med påmontert småmasket pose og sekkeutløseren som ved hjelp av en stropp holder passasjen mellom sekk og pose lukket (1). Når sekken kommer til ca 30 m dyp, løser den trykkstyrte utløserenheten ut (2). Da frigjøres stroppen, oppsamlingsposen åpner seg, og fangsten går inn i den småmaskede, ikke-selektive posen. Det vil derfor ikke være noen overflateseleksjon for denne fangsten (3).

2.1 - Redskap

Det ble brukt to identiske nøter, Barents 180 fra Mørenot. De har en headlinelengde på 92,6 m og fiskelina er 74,6 m lang med 1 m skjørt i 8 mm premium lin. Fra vingspissene til enden av den skrånende snurrevadbjelgen er nøtene 106,5 m i strak lengde. Frampart (vinger og tak) er i 200 mm og bakparten i 150 mm helmasker i 2,5 mm PE, bortsett fra bakerste panel, 7,5 m, som er laget i 2x3,5 mm PE. Snurrevadtauene var 44 mm kombinasjonstau med en lengde på 7 kveiler á 220 m (1540 m).

Det ble benyttet tre kvadratmaskesekker av knuteløst lin av lik lengde (12,75 m) og omkrets (7 m) (Figur 2). Sekk 1 & 2 er identiske med 100 stolpe omkrets og 7,5 mm trådtykkelse. Sekk 3 hadde 12 mm trådtykkelse. Diamantmaskeforlengelsen var laget av Hotmelt® PE materiale, 8 mm trådtykkelse og 150 mm helmaske (130,4 mm maskevidde). Denne var 21 m lang og 100 masker i omkrets. Kvadratmaskeforlengelsene foran sekk 2 og 3 var 12,75 m lange og hadde begge omkrets på 3,5 m. Kvadratmaskeforlengelsene hadde samme trådtykkelse som selve sekkene (7,5 og 12 mm). Bak sekkene er det montert småmaskete poser i 2,5 mm PE, 80 mm helmaske, 150 masker omkrets, 199,5 maske i lengde (16 m). Alle sekkene har 1 m lang 2x5 mm PE maskekrans fremst i 150 mm helmaske.. Maskevidder på alle sekker og småmaskete poser ble målt før toktstart med en elektronisk Omega maskeviddemåler med 125N måletrykk (tabell 1). På kvadratmaskeseksjonene ble det målt 20 masker, på den småmaskete posen 40 masker (to rader á 20 masker). Maskevidde på forlengelsen ble også målt (2 x 20 masker).

Sekk 1: med 21 m «hotmelt» forlengelse, enkel 8 mm tråd. Forlengelsen var brukt og relativt myk, 100 masker i omkrets.

Sekk 2: med 7,5 mm kvadratmaskeforlengelse forlengelse, diamantmaskekrans på 100 masker omkrets, tilpasset snurrevadens bakpart.

Sekk 3: med 12 mm kvadratmaskeforlengelse forlengelse, ellers identisk til sekk 2. Diamantmaskekrans på 100 masker omkrets, tilpasset snurrevadens bakpart.

Tre hal tas etter hverandre i samme område, helst med overlappende trekk.

Mellom sekk og småmasket pose er det montert en utløser som er stilt inn på å løse ut på 30 m dyp på vei opp for å hindre overflateseleksjon. Det monteres kamera (GoPro Hero 3) ved utløser på noen av halene for å dokumentere utløserdyp. Det blir også montert kamera på not og sekker for å se hvordan de forskjellige sekkene står utspilt under vann og om fisk stikker ut gjennom maskene.

På sekkene og forlengelse monteres Starmon dybdesensorer. Fremst på sekk, bakerst ved utløser og bakerst på den småmaskete posen. I tillegg fremst på forlengelse. Alle måler hvert sekund. I tillegg har vi tilt sensor som måler akselerasjon på utløser i noen av halene for å se om de registrerer utløserdyp. Tre utløsere fra Fosstech AS ble brukt.

2.2 - Måling av fisk

Fra hvert hal måles i utgangspunktet all fisk, eventuell en prøve på 1000 hyser eller mer. Fisk pumpes om bord fra sekken i et samlekar, fra samlekalet går fisk på et transportbånd til mellomagringstanker før de går til prosessering. Når det tas delprøver blir prøvetaking randomisert slik at det tas 100–200 fisk fra transportbåndet om gangen. For hyse tas lengde-vekt sammenheng for å kunne kalkulere totalvekt av prøver. For torsk estimeres vekt fra tidligere tatt lengde-vekt sammenheng. Totalvekt av hysefangst estimeres fra mengde sløyd og hodekappet hyse fra fabrikk. Antall frosne blokker ganges med gjennomsnittsvekt på blokker for å få totalvekt produsert fisk. For å estimere totalvekt brukes omregningsfaktor for hyse (1.69).

Lengde-vekt hyse: 0,0211 /^{2,8144}

Lengde-vekt torsk: 0,00001 /^{2,971}

2.3 - Svart tunnel

En pilotstudie med «Svart tunnel», der en presenningssylinder ble satt midt i kvadratmaskeforlengelser ble gjennomført. Presenningen hadde samme omkrets som sekkeforlengelsen (3,5 m) og 3 m lengde. Dette ble gjort i håp å få fisk til å stoppe opp foran tunnelen, søke på maskene og der ved bidra til økt utsortering av hyse. Forsøk i trålfiske etter hyse har vist at hyse stopper opp foran en slik innredning og søker på maskene i topppanelet foran tunnelen (Glass and Wardle, 1995)

2.4 - Statistikk

Andel fisk under minstemål (40 cm for hyse, 44 cm for torsk) ble beregnet fra alle fiskemålingsprøver. Relativ lengdeavhengig fangstendring ble regnet ved bruk av GAMM (Generalized Additive Mixed Models). Andel fisk av lengde / modelleres med en binomisk modell av funksjonen:

$$\text{Logit}(\pi) = s(l) + o + \delta_{\text{par}}$$

Der π er sannsynligheten for at fisk av lengde l fanges i testsekk, gitt at den fanges i enten test eller kontrollsekk. $s(l)$ er en smooth funksjon av lengde, tilpasset med 'quadratically penalised likelihood'. δ_{par} er mellom par variasjon, antatt å være normalfordelt med $\sim N(0, \delta_{\text{par}})$. o er offset for å korrigere for forskjell i fangstmengde mellom snurrevadhale. For parvise hal der det fiskes på samme størrelsesfordeling og mengde forventes det å få en kurve som flater ved 0.5 verdi for stor fisk som ikke kan komme seg gjennom maskene på snurrevadsekk. For mindre fisk vil verdien av π gradvis minke med redusert fiskestørrelse, gitt større utsiling av små fisk med testsekk enn kontrollsekk. Fangstmengde varierer utelukkende fra hal til hal. Andel stor fisk i de parvise sammenligningshalene brukes som prediktor for relativ fangstmengde som det ble fisket på. Basert på den informasjonen kan en predikere en «split parameter» for hvert hal. For å estimere split parametere kjøres en logistisk modell for twin-trawl analysis for enkelte par, som estimerer «split» som er tilnærmet $1 - n_{\text{test}} / (n_{\text{test}} + n_{\text{kontroll}})$, der n_{test} og n_{kontroll} er antall «stor» fisk som ikke selekteres i henholdsvis test- og kontrollsekk. Estimerte split parametere på denne måten ble sammenlignet med verdier for stor fisk, ved å teste stegvis fisk over bestemt størrelse (48+, 49+, 50+ cm, ...). Antall fisk i prøvene avtar med økende størrelse, jo større fisk en bruker, jo færre fisk har en for å estimere split direkte ut fra antall stor fisk, som igjen påvirker usikkerhet rundt estimat på split parameteren. Det er derfor viktig å ikke bruke større fisk enn nødvendig. Split parametere fra seleksjonsmodellene var i god overensstemmelse med å bruke antall fisk over 50 cm størrelse som prediktor for hyse (42 cm for 12 mm tråddykkelse i forlengelse) og 57 cm for torsk (lavest RSS). Det inkluderes derfor en offset o i modellen for å ta høyde for fangstforskjeller, der

$$o = \log_e(1 / (n_{\text{test}_{51+}} / n_{\text{kontroll}_{51+}}))$$

$n_{\text{test}_{51+}}$ og $n_{\text{kontroll}_{51+}}$ er antall fisk, 51 cm og større (for hyse) i henholdsvis test- og kontrollsekk.

For dataanalyse ble funksjonen *gam* i analysepakken *mgcv* i dataanalyseprogrammet *R* benyttet.

Tabell 2 Dato, klokkeslett, dyp, vær og fangst for alle gyldige hal fra forsøkene. Totalvekt på torsk er basert på lengde-vekt sammenheng. Totalvekt hyse er basert på lengde-vekt sammenheng for hal der all fisk ble målt eller telt.

Hal nr.	Par	Dato.	Type Sekk	Posisjon not			Dyp m	Klokkeslett			taueretn	Vind og vær		Fangst (kg)		
				Lat	Lon	Strekk i tau		hiv	Børtre i blokk	Vindretn + hast		Sjø	Torsk	Hyse		
1	1	2.05	Tynn	70	43,74	30	12,32	73.8	09:00	09:52	10:14	128	E 9.4 ms	3	334	8000
2	1	2.05	Forl	70	42,59	30	17,18	59.9	13:39	14:20	14:43	308	E 11.2 ms	3	3972	1749
3	1	2.05	Tykk	70	43,10	30	14,58	74.0	17:50	18:28	18:52	140	E 6 ms	3	217	1638
4	2	3.05	Tykk	70	41,66	30	24,04	75.0	07:50	08:29	08:51	133	N 7 ms	2	1028	1421
5	2	3.05	Forl	70	43,23	30	13,56	58.5	12:30	13:04	13:30	306	NW 3.5 ms	2	550	404
7	3	4.05	Tynn	70	50,99	29	26,54	54.0	10:19	10:52		170	NW 8 ms	3	1000	1392
8	3	4.05	Tykk	70	52,42	29	23,36	90.0	14:07	14:29	14:41	130	NW 8 ms	3	100	120
9	3	4.05	Forl	70	49.14	29	34.87	84.6	22:35	23:14	23:38:19	132	NW 4.5 ms	2	500	907
11	4	5.05	Forl	70	32.2	30	57.32	86.4	12:26	13:02	13:31:00	330	SSW 4.5 ms	2	1000	14000
12	4	5.05	Tynn	70	31.98	30	56.09	84.6	16:12	17:05	17:27??	330	S 7 ms	2	1000	8000
13	4	5.05	Tykk	70	33.43	30	53.4	95.4	21:42	22:23	22:45	128	SW 7.5 ms	3	1000	11000
15	5	7.05	Tykk	70	32.05	31	0.69	93.6	07:15	07:44	08:04:59	130	SW 11.5 ms	2	900	3600
16	5	7.05	Forl	70	33.55	30	53.38	91.8	10:35	11:16	11:42:51	135	SW 10.5 ms	3	1000	10
17	5	7.05	Forl	70	31.83	31	00,20	90.5	13:33	14:19	14:40:00	313	SW 10.5 ms	3	397	343
18	5	7.05	Tynn	70	30.46	31	04,63	99.9	18:50	19:27	19:49	140	W 10.4 ms	2	709	763
22	7	10.05	Forl	70	33,55	30	58,08	115.2	14:22	15:10	15:40	140	E 4.2 ms	1	2037	419
23	7	10.05	Tykk	70	33,72	30	50,83	82.8	19:30	20:20	20:35	220	E 4.5ms	2	2338	71
26	9	12.05	Forl	71	00,62	28	39,46	50.4	07:45	08:30	08:57	324	NW 8 ms	2	903	464
27	9	12.05	Tynn	71	03,23	28	33,20	68.4	10:57	11:36	11:54	130	NW 8 ms	3	450	2500
28	9	12.05	Tykk	71	03,12	28	38,51	77.4	14:56	15:21	15:44	130	W 7,7 ms	2	993	692
29	10	13.05	Tykk	71	09,97	28	08,18	113.4	08:45	09:25	09:45	108	NW 10 ms	4	1942	915
30	10	13. mai	Forl	71	02,77	28	35,82	72.0	17:57	18:36	19:04	144	W 9,7 ms	3	703	704
31	11	14. mai	Forl	70	52,92	29	19,28	79.2	08:40	09:21	09:39	325	NW 4 ms	2	794	60
32	11	14. mai	Tynn	70	54,96	29	18,77	111.6	12:05	12:50	13:14	170	NW 4 ms	1	794	157
33	11	14.05	Forl	70	54,97	29	18,69	117.0	18:29	19:15	19:00	170	NW 4 ms	1	217	59
34	12	15.05	Forl	70	48,70	29	54,51	57.6	07:14	08:06	08:28	170	ESE 6 ms	2	155	25-30 tonn

35	12	15.05	Tynn	70	47,74	29	36,36	68.4	11:38	12:21	12:44	310	ESE, 4 ms	2	47	1020
----	----	-------	------	----	-------	----	-------	------	-------	-------	-------	-----	-----------	---	----	------

3 - Resultater

3.1 - Seleksjon

Totalt 25 gyldige hal ble oppnådd. Med forlengelse ble det tatt 10 hal, 7 med tynn tråd og 8 med tykk tråd. Dermed har vi 7 parvise hal med tynn tråd og 8 med tykk tråd. For torsk ble det oppnådd 8 parvise hal med 7,5 mm tråd og 6 med 12 mm tråd vs. sekk med forlengelse.

Ved å øke trådtykkelsen med over 50% fra 7,5 til 12 mm fordobles materialmengde. Sekk og forlengelse med 12 mm tråd er tung å håndtere. På en stor båt med tilgang til kraftblokker og triplex er det overkommelig, men det var enstemmig oppfatning av mannskap og toktdeltakere at en slik sekk er tung å håndtere og lite brukervennlig.

Hysefangstene varierte fra ~100 til 30.000 kg og torskefangstene fra ~100 til 2000 kg. Fisken ble fanget på dyp fra 50–117 m (tabell 2). Antall hyse som ble målt i forsøkene var 19.411, antall torsk var 12282

Fra de 8 parvise halene med tynn tråd og uten forlengelse varierte andel hyse under minstemålet på 40 cm fra 3–32 % for hal med diamantmaskeforlengelse ($\bar{x} = 15,6 \%$, $sd = 7,7 \%$) og 4–17 % med kvadratmaskeforlengelse med tynn tråd ($\bar{x} = 9,8 \%$, $sd = 3,9\%$). For kvadratmaskeforlengelse med tykk tråd var andel hyse under minstemål 6-17% ($\bar{x} = 11,3 \%$, $sd = 4,8 \%$) (tabell 3).

Andel torsk under minstemålet på 44 cm var fra 7-89 % for hal med forlengelse ($\bar{x} = 31,3$, $sd = 23,2$) og 5–36 % med tynn tråd i kvadratmaskeforlengelse ($\bar{x} = 19,1$, $sd = 9,9 \%$) (tabell 5). For kvadratmaskeforlengelse med tykk tråd var andel torsk under minstemål 14-57% ($\bar{x} = 25,2 \%$, $sd = 14,4 \%$) (tabell 6).

Andel hyse fanget i sekker med og uten diamantmasket sekkeforlengelser varierte tydelig med fiskestørrelse. Ved å erstatte forlengelsen med en kvadratmaskeforlengelse øker seleksjon på fiskedyp vesentlig. I fire av 10 hal er andel hyse under minstemål over stengingskriterier på 15% med diamantmaskeforlengelse, ett hal av syv med tynn tråd og to hal av åtte med tykk tråd. Sammenlignet med sekk med forlengelse, er 50 % av 40 cm hyse igjen i den tynne sekken før den kommer til overflaten. Sekk med diamantmaske- og kvadratmaskeforlengelse med 7,5 mm tråd har lik fangstevne for fisk over ca. 50 cm (Figur 9). Med tykk tråd er relativ utsortering av 40 cm hyse kun 20% sammenlignet med forlengelse, og all fisk over 42 cm er tilbakeholdt (Figur 10).

For torsk er 9 av 11 hal over stengingskriterier med diamantmaskeforlengelse, 6 av 7 med tynn tråd og 7 av 8 med tykk tråd. Ved bruk av kvadratmaskeforlengelser øker seleksjon på fiskedyp også vesentlig for torsk. Sammenlignet med sekk med forlengelse, er ca. 65% av torsk under minstemål (44 cm) igjen i sekken før den kommer til overflaten, og all fisk over 60 cm tilbakeholdt når det brukes tynn tråd (Figur 11). Med tykk tråd holdes derimot all fisk over 40 cm i sekken, sammenlignet med diamantmaskeforlengelse (Figur 12).

3.2 - Svart tunnel

To gyldige hal ble tatt med svart tunnel i kvadratmaskeforlengelse, men sammenligning med nærliggende hal uten tunnel ble ikke oppnådd. I hal 19 var gjennomsnittslengde for hyse 43.6 cm og 15,27% av fisken var under minstemålgrensen på 40 cm. I hal 21 var gjennomsnittet 46,3 cm og 7,29% under minstemål. For torsk var 46,3% under minstemålet på 44 cm i hal 19 og 20,9 % i hal 21.

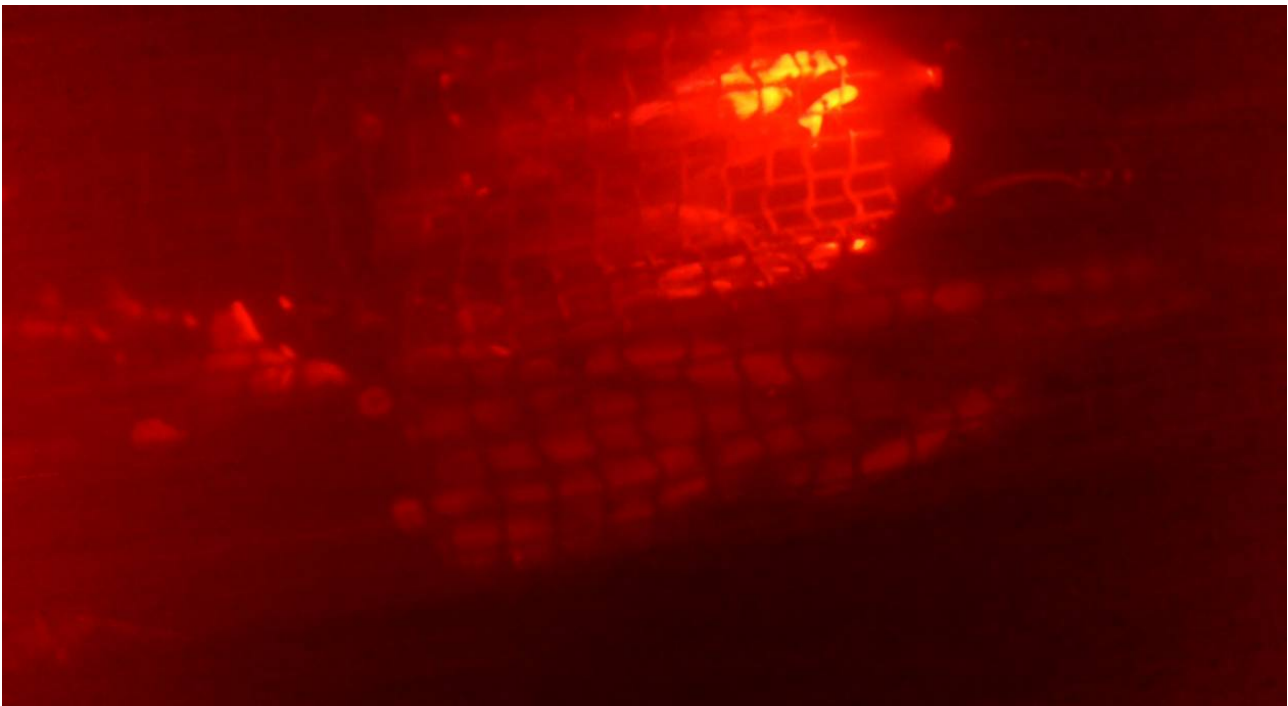
Undervannsvideo viser at tunnelen er godt utspilt inne i kvadratmaskeseksjonen, fisken stopper ved tunnelen og går ut i gjennom kvadratmaskene i noen grad, men viser ikke intensiv fluktrespons.

3.3 - Videoobservasjoner

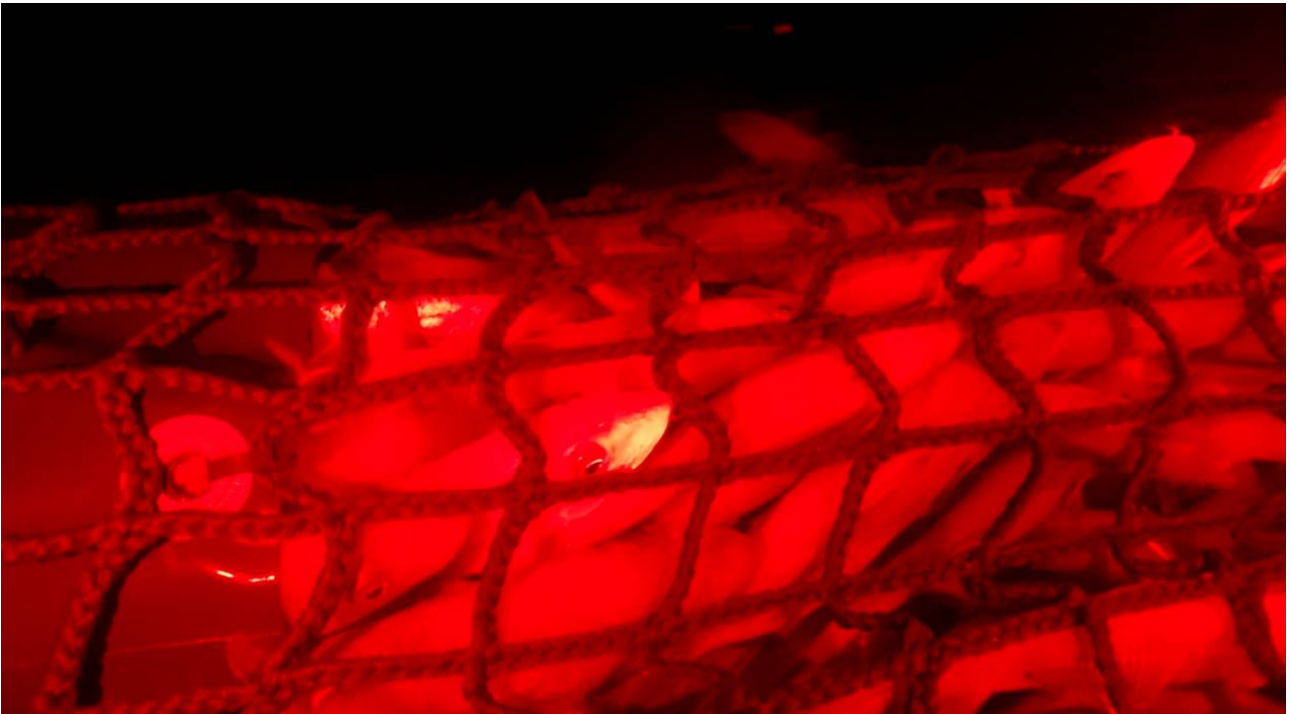
GoPro kameraer kan som regel brukes til å filme ned til ca 50 m i gode forhold. Fiske etter hyse foregår hovedsakelig på 50-100 m dyp som vanskeliggjør filming på fiskedyp uten bruk av kunstig lys.

Videoobservasjoner av kvadratmaskeforlengelser ble foretatt uten bruk av kunstig lys for å unngå å påvirke fiskeatferd og der med seleksjon. Det tillater likevel å se formen på seksjonene ved innhiving. For å filme svart tunnel ble det brukt rødt lys. Torsk (og antakelig hyse) ser ikke rødt lys og vil derfor ikke bli påvirket. Våre lys har bølgelengder fra rødt ned til oransje (590 nm). Vi anser sannsynligheten for at fiskens atferd påvirkes som lav, men det kan ikke utelukkes at den ser lyset.

3.3.1 - Svart tunnel



Figur 4 Sidebilde av svart tunnel (til høyre på bildet) i kvadratmaskeforlengelse. En del av fisken la seg på notlinet.

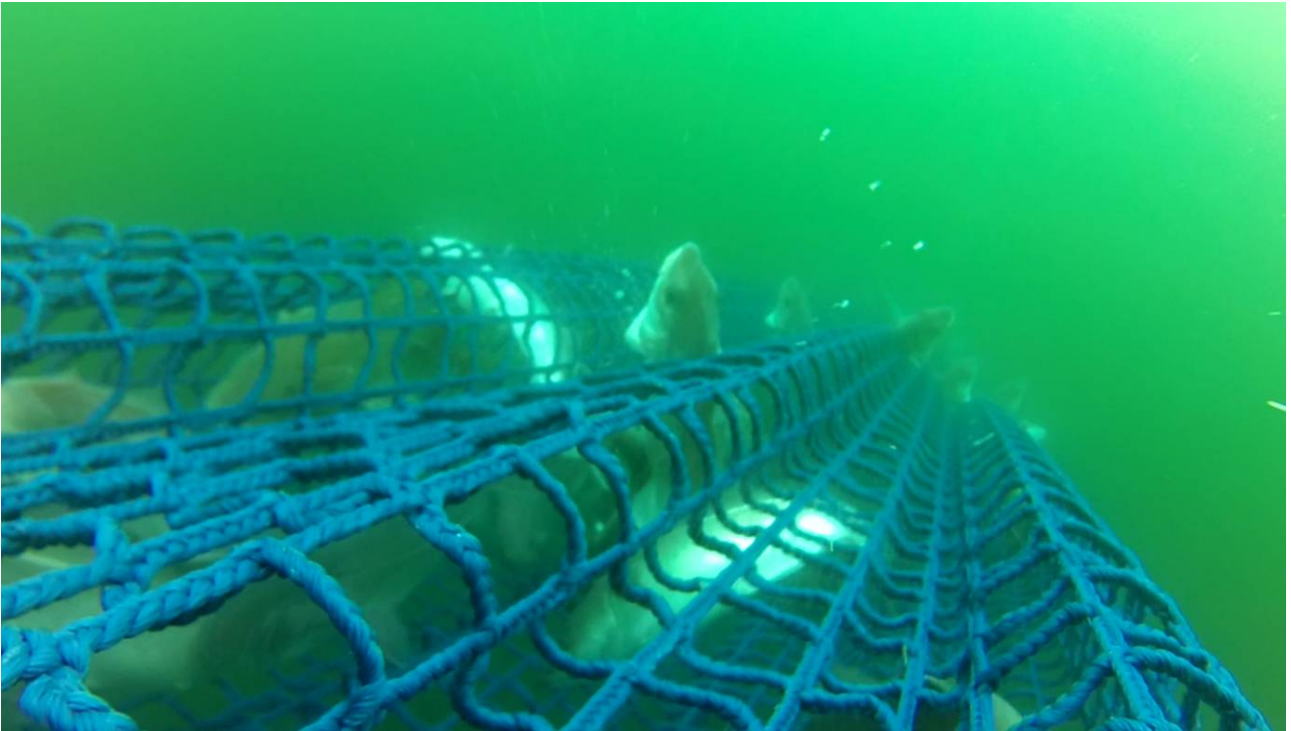


Figur 5 Nærbilde av fisk foran svart tunnel. Fisken stopper, men viser ikke intensiv fluktreaksjon

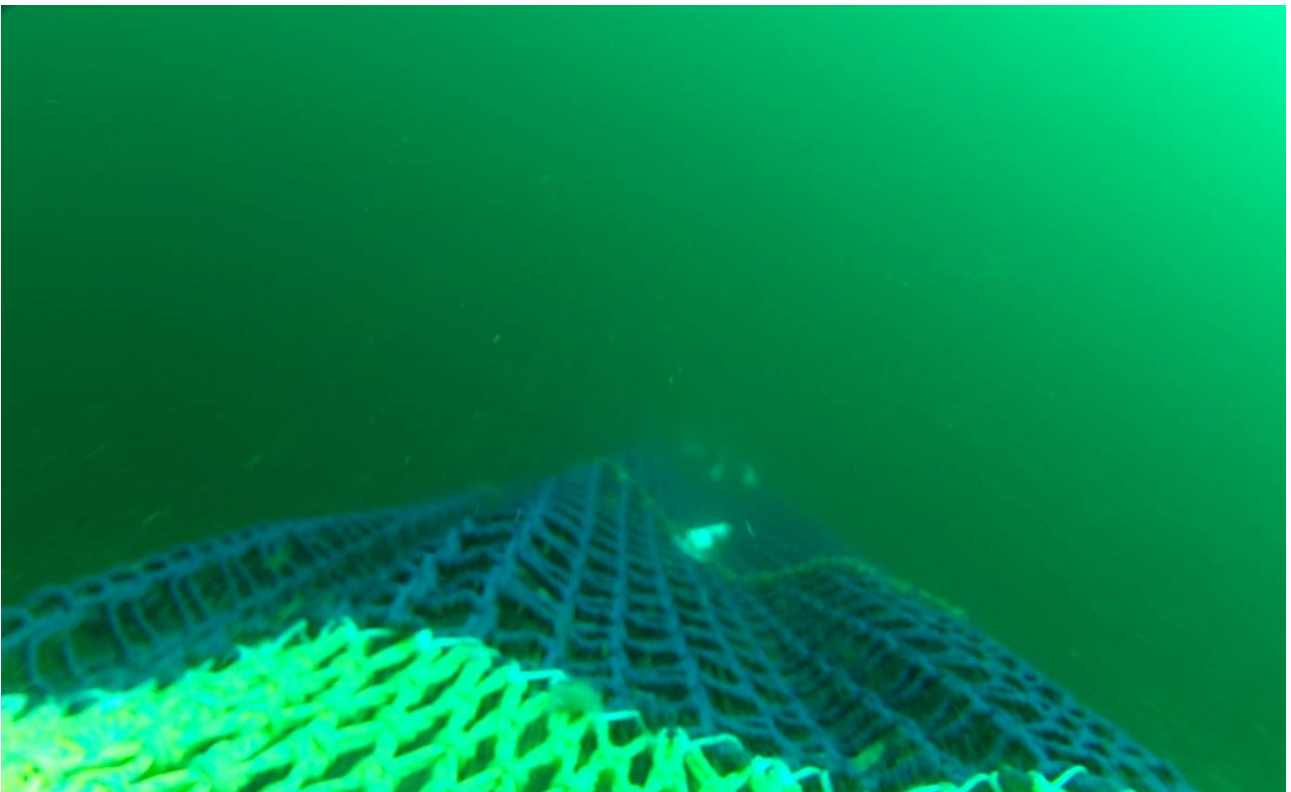


Figur 6 Fisk foran svart tunnel.

3.3.2 - Kvadratmaskeforlengelser



Figur 7 Kvadratmaskeforlengelse i 7,5 mm tråd ved innhiving.



Figur 8 Kvadratmaskeforlengelse i 12 mm tråd ved innhiving.

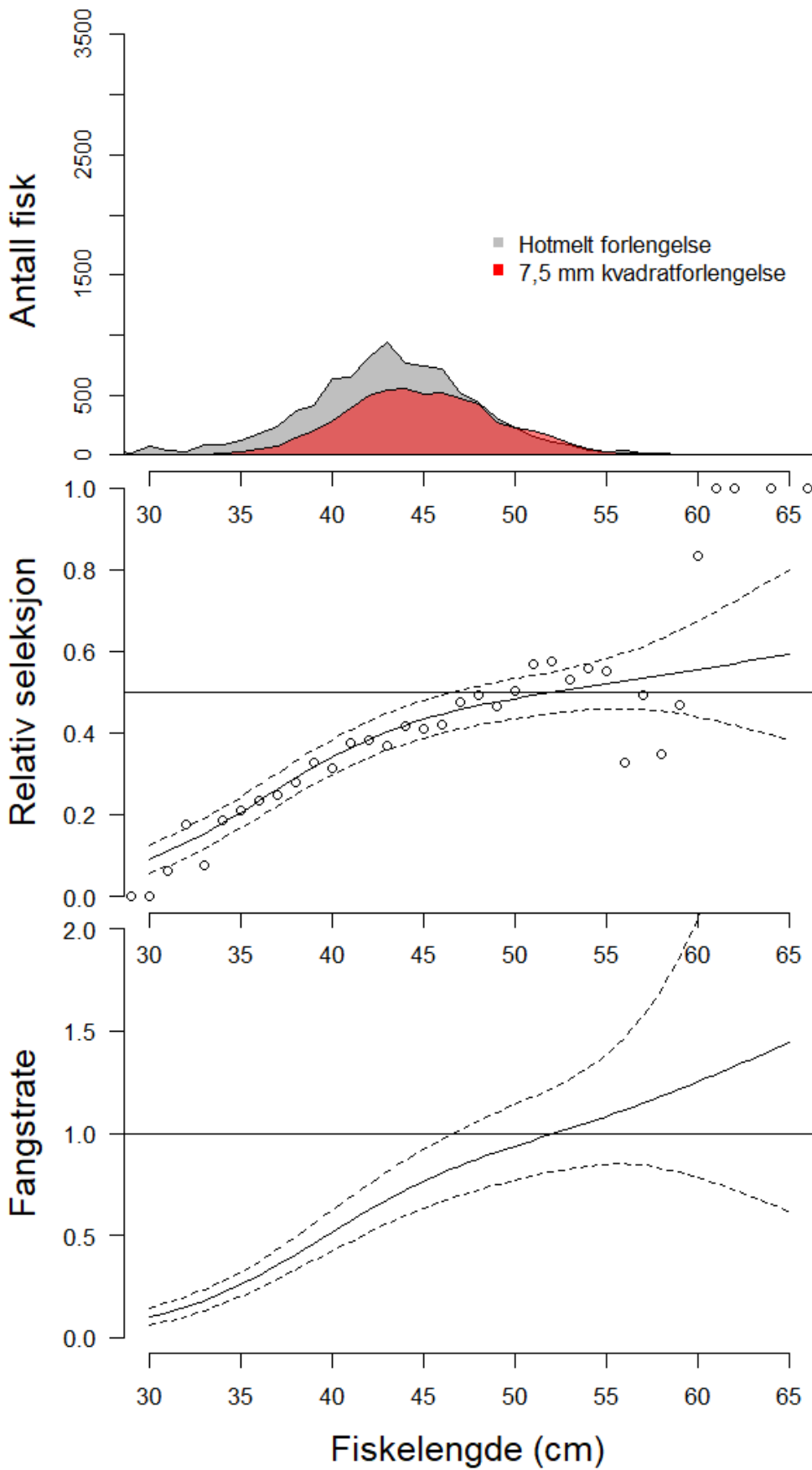
Tabell 3 Antall hyser målt fra sammenligning av sekker, antall og prosentandel under minstemålet på 40 cm.

Par	Forlengelse				Tynn tråd				Tykk tråd			
	hal	n	<40 cm	% < 40 cm	hal	n	< 40 cm	% < 40 cm	hal	n	< 40 cm	% < 40 cm
1	2	1156	227	19.6 %	1	1036	117	11.3 %	3	1206	175	14.5 %
2	5	483	91	18.8 %					4	1623	266	16.4 %
3	9	908	31	3.4 %	7	1051	107	10.2 %	8	147	25	17.0 %
4	11	1010	140	13.9 %	12	714	25	3.5 %	13	1016	64	6.3 %
5	17	371	55	14.8 %	18	761	60	7.9 %	15	1012	138	13.6 %
7	22	417	27	6.5 %					23	75	8	10.7 %
9	26	600	191	31.8 %	27	1022	103	10.1 %	28	738	52	7.0 %
10	30	752	112	14.9 %					29	898	41	4.6 %
11	31	68	12	17.6 %	32	175	29	16.6 %				
12	34	1082	155	14.3 %	35	1090	102	9.4 %				
Sum		6847	1041	15.2 %		5849	543	9 %		6715	769	11 %
Gjennomsnitt				15.6 %				9.8 %				11.3 %
Standardavvik				7.7 %				3.9 %				4.8 %
Middelverdi				14.9 %				10.1 %				12.2 %

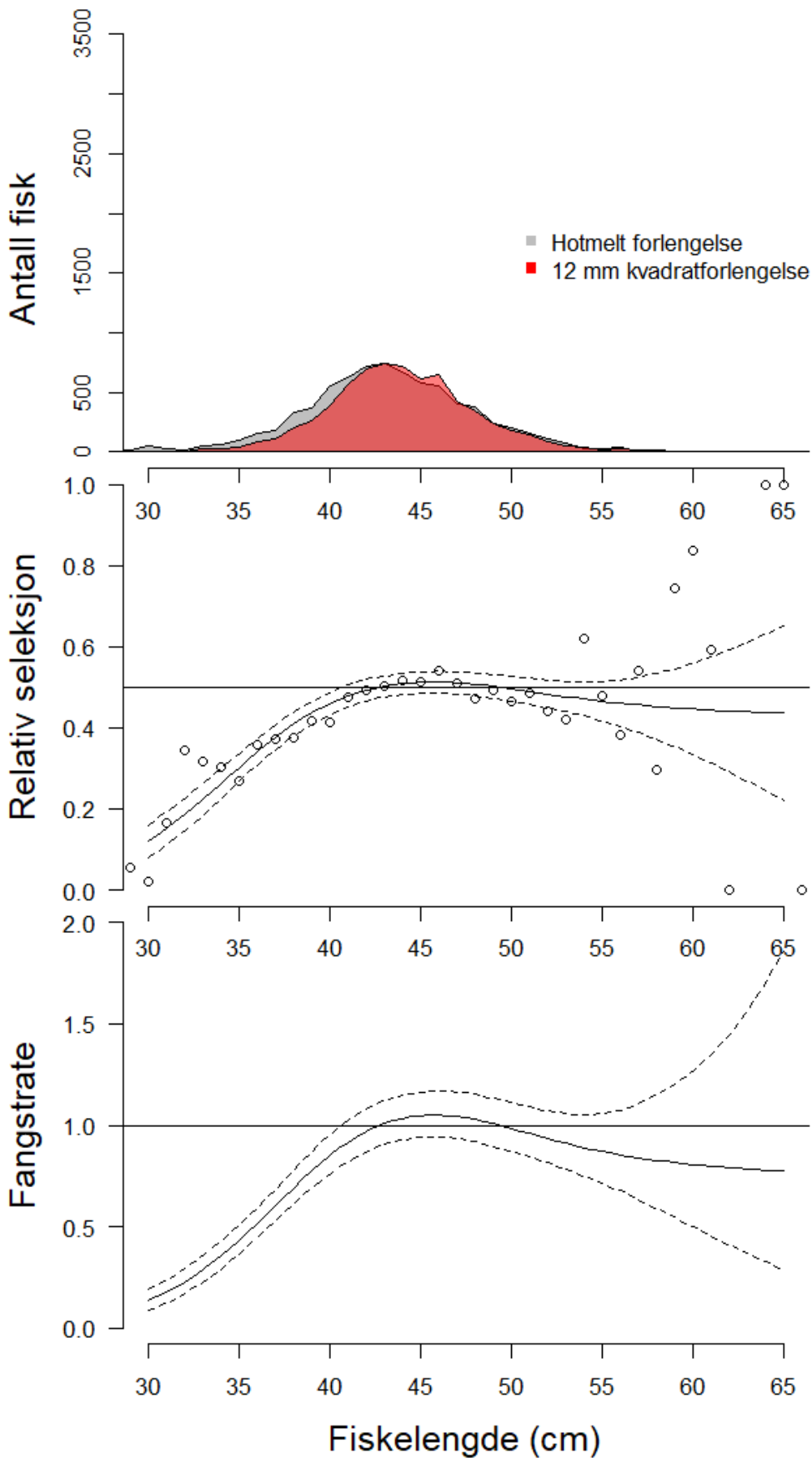
Tabell 4 Antall torsk målt fra sammenligning av sekker, antall og prosentandel under minstemålet på 44 cm.

Par	Forlengelse				Tynn tråd				Tykk tråd			
	hal	n	<44 cm	% < 44 cm	hal	n	< 44 cm	% < 44 cm	hal	n	< 44 cm	% < 44 cm
1	2	484	218	45 %	1	101	23	23 %	3	251	143	57 %
2	5	733	650	89 %					4	606	104	17 %
3	9	107	13	12 %	7	539	113	21 %	8	133	74	56 %
4	11	225	72	32 %	12	92	5	5 %	13	88	12	14 %
5	16	612	108	18 %	18	508	86	17 %	15	306	92	30 %
5	17	337	118	35 %								
7	22	767	57	7 %					23	1067	233	22 %
9	26	822	323	39 %	27	310	58	19 %	28	726	120	17 %
10	30	508	100	20 %					29	1131	243	21 %
11	31	844	341	40 %	32	856	308	36 %				
12	34	93	19	20 %	35	36	6	17 %				
Sum		5532	2019	36 %		2442	599	25 %		4308	1021	24 %
Gjennomsnitt				31.3 %				19.1 %				25.2 %

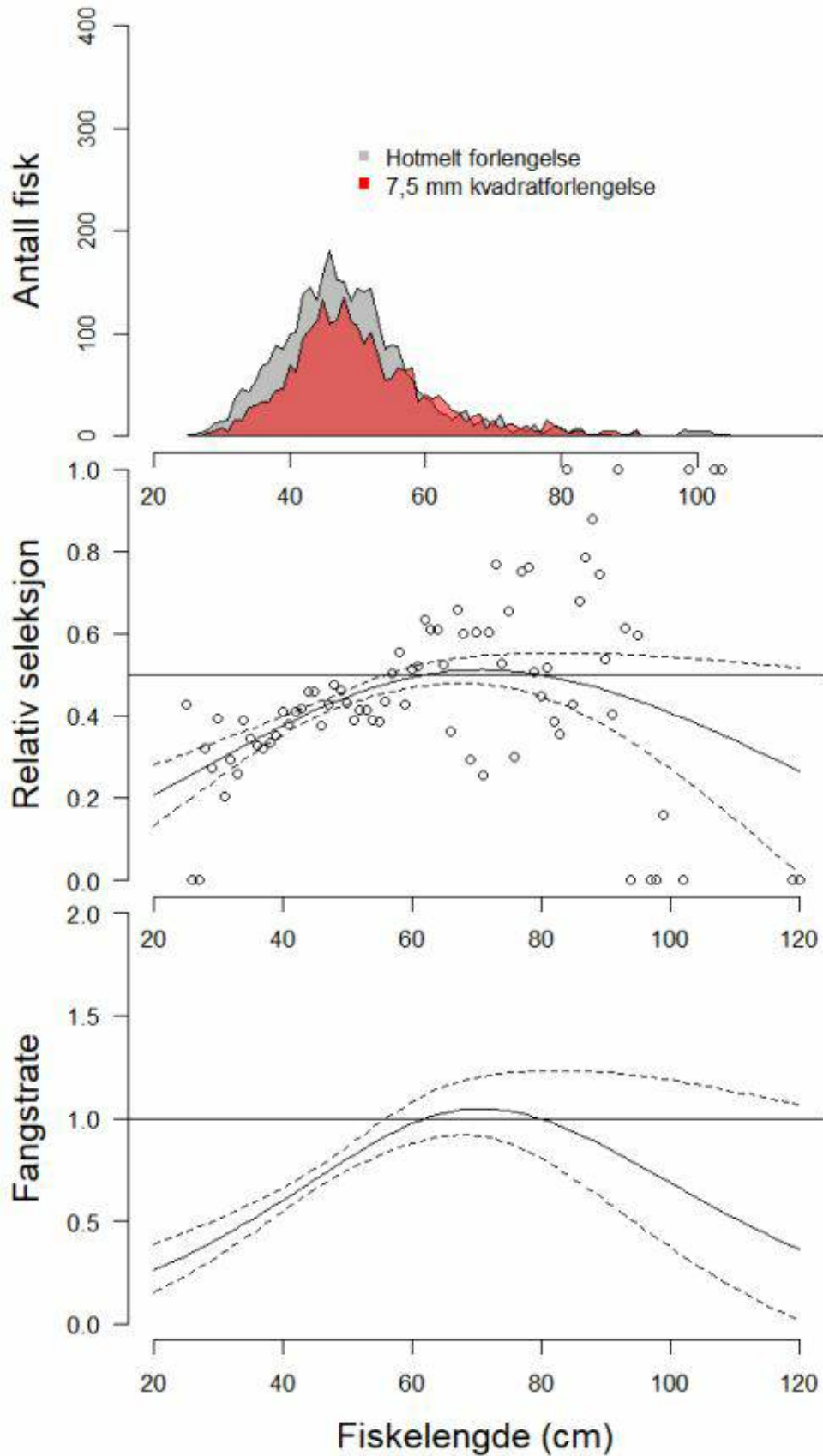
Standardavvik	23.2 %				9.9 %				14.4 %
Middelverdi	32 %				19 %				22 %



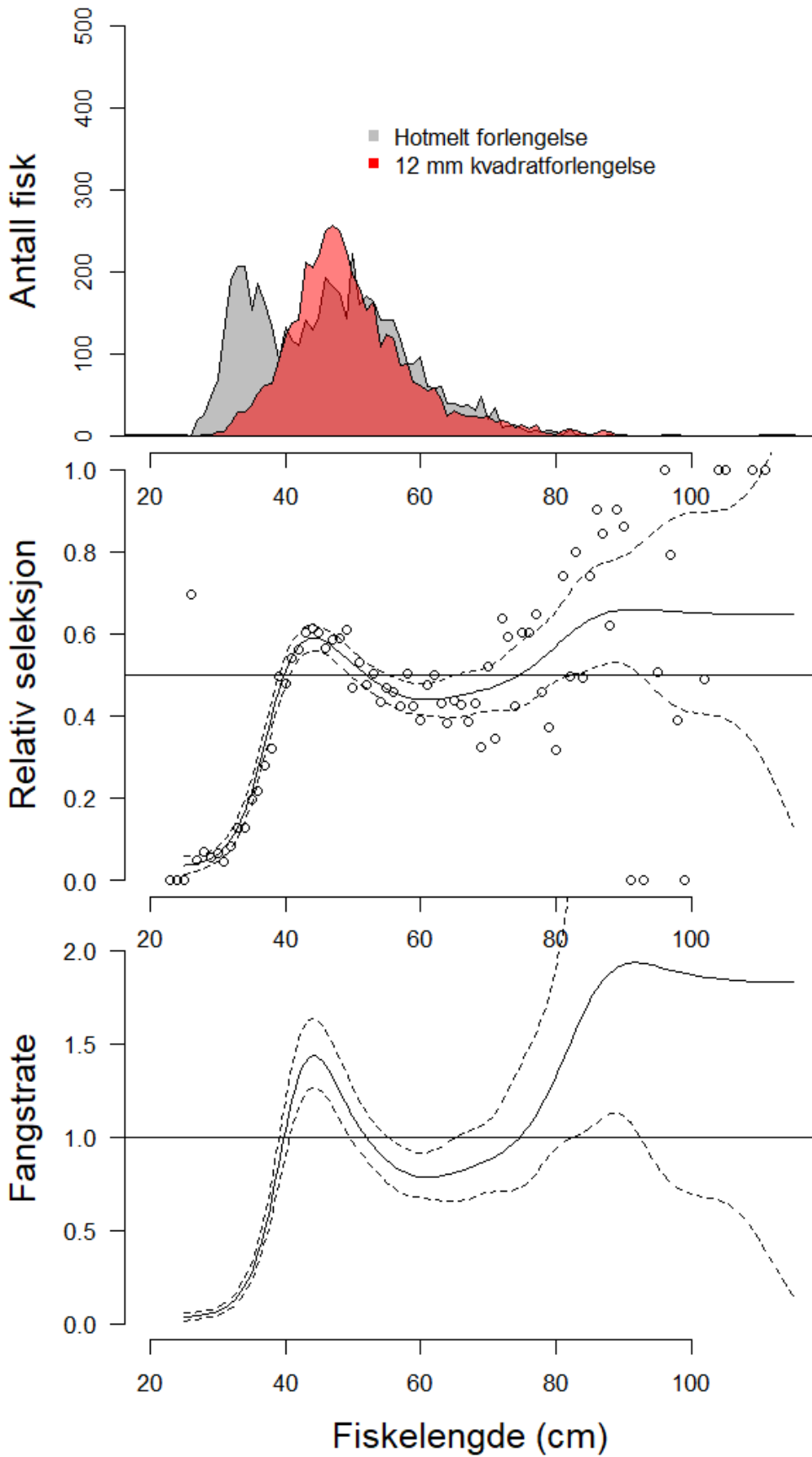
Figur 9. Størrelsesfordelinger for hyse i hver forsøksserie (topp) med 7 parvise hal. Relativ fangst i snurrevadsekk med 7,5 mm tråd i kvadratmaskeforlengelse, sammenlignet med sekk med diamantmaskeforlengelse (midt). Figuren nederst viser relativ fangstrate (fangsttap av fisk < ca 50 cm) ved å bruke kvadratmaskeforlengelse.



Figur 10 . Størrelsesfordelinger for hyse i hver forsøksserie (topp) med 8 parvise hal Relativ fangst i snurrevadsekk med 12 mm tråd i kvadratmaskeforlengelse, sammenlignet med sekk med diamantmaskeforlengelse (midt). Figuren nederst viser relativ fangstrate (fangsttap av fisk < ca 42 cm) ved å bruke kvadratmaskeforlengelse.



Figur 11 . Størrelsesfordelinger for torsk i hver forsøksserie (topp) med 7 parvise hal. Relativ fangst i snurrevadsekk med 7,5 mm tråd i kvadratmaskeforlengelse, sammenlignet med sekk med diamantmaskeforlengelse (midt). Figuren nederst viser relativ fangstrate (fangsttap av fisk < ca 60 cm) ved å bruke kvadratmaskeforlengelse.



Figur 12 . Størrelsesfordelinger for torsk i hver forsøksserie (topp) med 8 parvise hal Relativ fangst i snurrevadsekk med 12 mm tråd i kvadratmaskeforlengelse, sammenlignet med sekk med diamantmaskeforlengelse (midt). Figuren nederst viser relativ fangstrate (fangsttap av fisk < ca 40 cm) ved å bruke kvadratmaskeforlengelse.

3.4 - Kledning av fisk i kvadratmasker

Som regel ble det ikke registrert mye kledning av fisk i kvadratmaskene. Kun i ett hal (hal 1 med 7,5 mm tråd i kvadratmaskeforlengelse) var det en del kledning av fisk i maskene (Figur 8). Det er derfor vanskelig å beslutte om økning i trådtykkelse resulterer i mindre kledning av fisk i masker.



Figur 13 Kleding av fisk i masker, bilde tatt fra hal 1 med 7,5 mm kvadratmaskeforlengelse.



Figur 14 Diamantforlengelse mellom snurrevad og kvadratmaskesekk.



Figur 15 Kvadratmaskeforlengelse med 12 mm tråddykkelse.



Figur 16 Svart presenning i kvadratmaskeforlengelse.

4 - Oppsummering

Seleksjon med kvadratmaskeforlengelser er klart bedre enn ved bruk av diamantmaskeforlengelse, men bidrar ikke til økt utsortering av undermålshyse, sammenlignet med å fjerne forlengelsen. I forsøkene i 2021 (Ingólfsson et al. 2021b), med å fjerne forlengelsen oppnådde en 75% reduksjon av 40 cm hyse, men kun 50% med å sette inn en forlengelse. En håpet på å øke sannsynligheten for at hyse søkte på maskene ved å sette inn en kvadratmaskeseleksjon med mindre omkrets enn selve sekken (3,5 m vs. 7 m). Dette bør resultere i en diameter på 1,1 m, forutsatt at forlengelsen har en sylindrisk form. Antakelig er volumet i forlengelsen for stort for å stimulere fluktrespons. Det er også mulig at selve lengden på sekken, som økes fra 12,75 m til 26 m har negativ effekt på seleksjon. Det er vist i forsøk med seleksjon i både snurrevad og trål at lengde på sekker har negativ innvirkning på seleksjon (Reeves et al. 1992). Forsinkelse i at fisken kommer til sekkens ende, der seleksjon er antatt å foregå i størst grad, er en mulig årsak. Bruk av tykkere tråd fører til mindre utsortering av fisk, dette ser vi både i at fangsttap begrenses til fisk under 42 cm, sammenlignet med ~50 cm ved bruk av tynnere tråd, samt at tilbakehold av undermålshyse øker. Bruk av svart tunnel i forlengelse ser ikke lovende ut. Selv om kun to hal ble tatt var andel hyse over minstemål tilsvarende det som ble oppnådd uten tunnel, og i det ene halet var andelen over grensen på 15%. For torsk var andelen høy, 20,9 og 46,3%. Filmobservasjoner viser likevel at fisk stopper foran tunnelen, men søker i begrenset grad på maskene. Innmontering av kun tunnel er derfor ikke tilstrekkelig for å øke utsortering av små hyse. Sammenlignet med resultater fra toktet i 2021 var det lite kledning av fisk i kvadratmaskene, selv om relativt store fangster ble tatt (tre hal av størrelsesorden 10 tonn med kvadratmaskeforlengelse). I mange av halene var hysefangstene mindre, ofte under 1000 kg og mest 3600 kg. I forrige forsøk var det sammenheng mellom seleksjonsegenskaper og fangstmengde.

Seleksjonsegenskapene med kvadratmaskeseleksjon var «dårligere» ved å sette inn en kvadratmaskeforlengelse, kontra montering av sekk rett på not uten noen forlengelse. I forsøkene i 2021 så vi gjerne kledning bak i sekken, foran akkumulering av fangst. Økning i sekkelengde kan ha bidratt til at fisken står lenger i forlengelsen og kommer sent til sekkens ende. Fangstratene var heller ikke problematiske. Det er derfor ikke mulig å trekke konklusjoner om hvor stor effekt økning i tråddimensjon har på kledning av fisk i masker. De forsøkene som ble gjennomført i 2021 og 2022 er ment for å undersøke effekten av sekkeforlengelser på størrelsesseleksjon på fiskedyp med snurrevad. Ved bruk av «lange» diamantmaskeforlengelser fanges mye undermålshyse og tidligere forsøk har vist at seleksjon skjer i stor grad i havoverflaten. Overflateseleksjon kan føre til utilsiktet dødelighet og seleksjon bør derfor foregå på fiskedyp. Videre forsøk i prosjektet vil fokusere på å oppnå «skarpere» seleksjon, slik at en unngår fangst av undermålshyse, samtidig som tap av større hyse minimeres. En skarpere seleksjon antar man at kan oppnås ved å innføre flere seleksjonsprosesser enn bare seleksjon i sekk. Dette krever at fisk må tilbys fluktmulighet foran sekken og den må stimuleres til å benytte seg av sjansen. I prosjektet vil det derfor utarbeides forslag til uttesting i 2023 og 2024.

5 - Takk

I både planleggings- og gjennomføringsprosessen har vi fått hjelp fra næringsutøvere til å gjennomføre toktet. Spesielt vil vi takke skipper Preben Angelsen og mannskap for betydelig innsats og trivelig opphold om bord i Båragutt. Prosjektet er et samarbeid mellom Havforskningsinstituttet og Fiskeridirektoratet, med støtte fra Fiskeri- og Havbruksnæringens Forskningsfinansiering (prosjektnr. 901725).

6 - Referanser

- Glass, C.W. and Wardle, C.S. 1995. Studies on the use of visual stimuli to control fish escape from codends II. The effect of a black tunnel on reaction behaviour of fish in otter trawl codends. *Fisheries Research*, 23. P. 165-174.
- Reeves, S.A., Armstrong, D.W., Fryer, R.J. and Coull, K.A. 1992. The effects of mesh size, cod-end extension length and cod-end diameter on the selectivity of Scottish trawls and seines. *ICES Journal of marine science*, 49. P 279-288.
- Broadhurst, M. K. and Millar, R. B. 2009. Square-mesh codend circumference and selectivity. *ICES Journal of Marine Science*, 66: 566–572.
- Gullestad, P., Blom, G., Bakke, G., Bogstad, B. 2015. The “Discard Ban Package”: Experiences in efforts to improve the exploitation patterns in Norwegian fisheries, *Marine Policy*, Volume 54, Pages 1-9, ISSN 0308-597X, <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpol.2014.09.025>.
- Ingólfsson, Ó.A., Humborstad, O.-B., and Løkkeborg, S. 2021a. Surface selection of haddock and cod in the Norwegian demersal seine fisheries. *ICES Journal of Marine Science*, <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsab055>
- Ingólfsson, Ó.A., Kvalvik, L., Sistiaga, M., Anders, N. and Pettersen, H. 2021b. Relativ seleksjon på fiskedyp i hysefiske med snurrevad: sammenligning av seleksjonsegenskaper til kvadratmaskesekker med og uten sekkeforlengelser og med nedkorting av snurrevad. Havforskningsinstituttet, tokrapport.
- Isaksen, B. and Larsen, R. 1988. Codend selectivity of the Danish seine investigated by the trouser trawl method. *ICES CM/ B:28*.
- Isaksen, B., Gamst, K. A., Misund, R. 1997. Sammenligning av bruks- og seleksjonsegenskaper hos sorteringsrister og kvadratmaskeposer for snurrevad. HI rapport: <https://imr.brage.unit.no/imr-xmlui/bitstream/handle/11250/116255/snurrevad1997.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Lök, A., Tokaç, A., Tosunoğlu, Z., Metin, C., and Ferro, R.S.T., 1997. The effects of different cod-end design on bottom trawl selectivity in Turkish fisheries of the Aegean Sea. *Fisheries Research* 32: 149–156. [https://doi.org/10.1016/S0165-7836\(97\)00048-9](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(97)00048-9)
- Reeves, S. A., Armstrong, D. W., Fryer, R. J., and Coull, K. A. 1992. The effects of mesh size, cod-end extension length and cod-end diameter on the selectivity of Scottish trawls and seines. - *ICES Journal of Marine Science*, 49: 279-288.
- Robertson, J. H. B. 1986. Design and construction of square mesh cod-ends. *Scottish Fisheries Information Pamphlet No. 12*. Aberdeen. Department of Agriculture and Fisheries for Scotland, Marine Laboratory. 10 pp.



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

Postboks 1870 Nordnes

5817 Bergen

Tlf: 55 23 85 00

E-post: post@hi.no

www.hi.no