



RAPPORT FRA FORSKNINGSTOKT MED MS BÅRAGUTT

*Relativ seleksjon på fiskedyp i hysefiske med snurrevad:
sammenligning av seleksjonsegenskaper til kvadratmaskesekker
med og uten sekkeforlengelser og med nedkorting av snurrevad*



**Ólafur Arnar Ingólfsson¹, Liz Kvalvik¹, Manu Sistiaga¹,
Neil Anders¹ og Hermann Pettersen²**

¹Havforskningsinstituttet, Forskningsgruppe Fangst

²Fiskeridirektoratet, Utviklingsseksjonen

Rapport fra forskningstokt med MS Båragutt

Relativ seleksjon på fiskedyp i hysefiske med snurrevad: sammenligning av seleksjonsegenskaper til kvadratmaskesekker med og uten sekkeforlengelser og med nedkorting av snurrevad

Ólafur Arnar Ingólfsson¹, Liz Kvalvik¹, Manu Sistiaga¹, Neil Anders¹, Hermann Pettersen²

¹Havforskningsinstituttet, Forskningsgruppe Fangst

²Fiskeridirektoratet, Utviklingsseksjonen

Sammendrag

Tidligere forsøk har vist at halvparten av undermåls-hysa som var i sekk/forlengelse når snurrevaden kom til overflaten, ble selektert ut der. Overflateseleksjonen var ofte avgjørende for at innblandingen av undermåls-hyse i fangsten kom under den øvre tillatte grensen på 15 % i antall. Kunnskap om hvordan sekkeutforming påvirker redskapets selektive egenskaper er essensielt for å redusere problemene med fangst av undermåls-hyse og omfattende overflateseleksjon.

Forsøkene beskrevet i denne rapporten ble gjort for å sammenligne seleksjon på fiskedyp ved bruk av sekker med og uten 21 m lang sekkeforlengelse. I tillegg ble snurrevadens lengde redusert med 14 m. Det ble benyttet 3 identiske kvadratmaskesekker i 7,5 mm knuteløs PE, 125 mm nominell innvendig maskevidde, med omkrets på 7 m og 12,75 m i lengde. Bak sekkene er det montert småmaskete poser. Mellom kvadratmaskesekkene og de småmaskete posene ble det montert automatiske sekkeutløserer som åpner kvadratmaskesekkene på vei opp for å hindre overflateseleksjon.

All torsk og minst 1000 hyser ble målt fra hvert hal. Ved å sammenligne størrelsesfordelingene mellom de forskjellige sekkene kan en estimere relativ forskjell i seleksjon på fiskedyp.

Resultatene viser at ved å montere en sekkeforlengelse av diamantmasker mellom snurrevad og sekk reduseres seleksjon på fiskedyp vesentlig for både torsk og hyse. Reduksjon i snurrevadens lengde bidro derimot til økt fangst av undermålsfisk for begge artene, sammenlignet med snurrevad uten forlengelse. En bieffekt av forbedring i seleksjon er at mer kleing av fisk i maskene foregår. Omfang av maskekleing ser ut til å øke med fangstmengde.

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 undermåls-hyse (kilde: www.fiskeridir.no). Det er derfor grunn til å tro at snurrevadens 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 tilfredsstille 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.

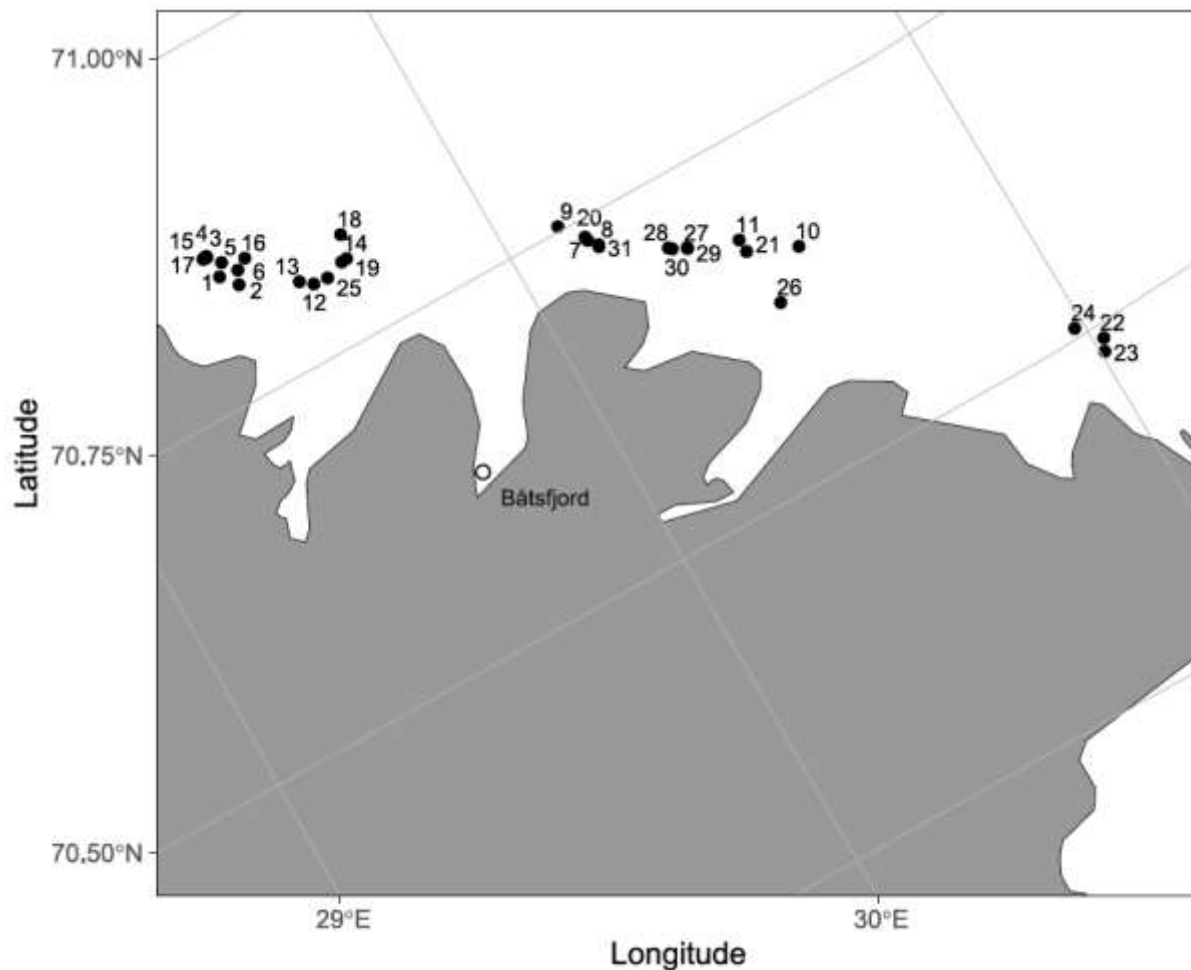
Det er imidlertid flere faktorer enn maskevidde som påvirker størrelsesseleksjon. Blant annet vil sekkens omkrets og lengde kunne ha betydning (Reeves et al., 1992; Lök et al., 1997; Broadhurst and Millar, 2009). For en sylindrisk diamantmaskeseksjon vil den forventede maskeåpningen (på tvers av masken) 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 diamantmaskeseksjonen. 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 kvadratmaske-sekken 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. (2021) 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 innblandingen 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.

Overflateseleksjon i hysefisket med snurrevad er dokumentert for sekk med forlengelser (Ingólfsson et al. 2021), men sekk uten forlengelse er pr. i dag ikke testet. Formålet med disse forsøkene var å se på effekt av lengde på snurrevad og sekkeforlengelse på seleksjon av hyse på fiskedyp med en kvadratmaskesekk.

Materialer og metoder

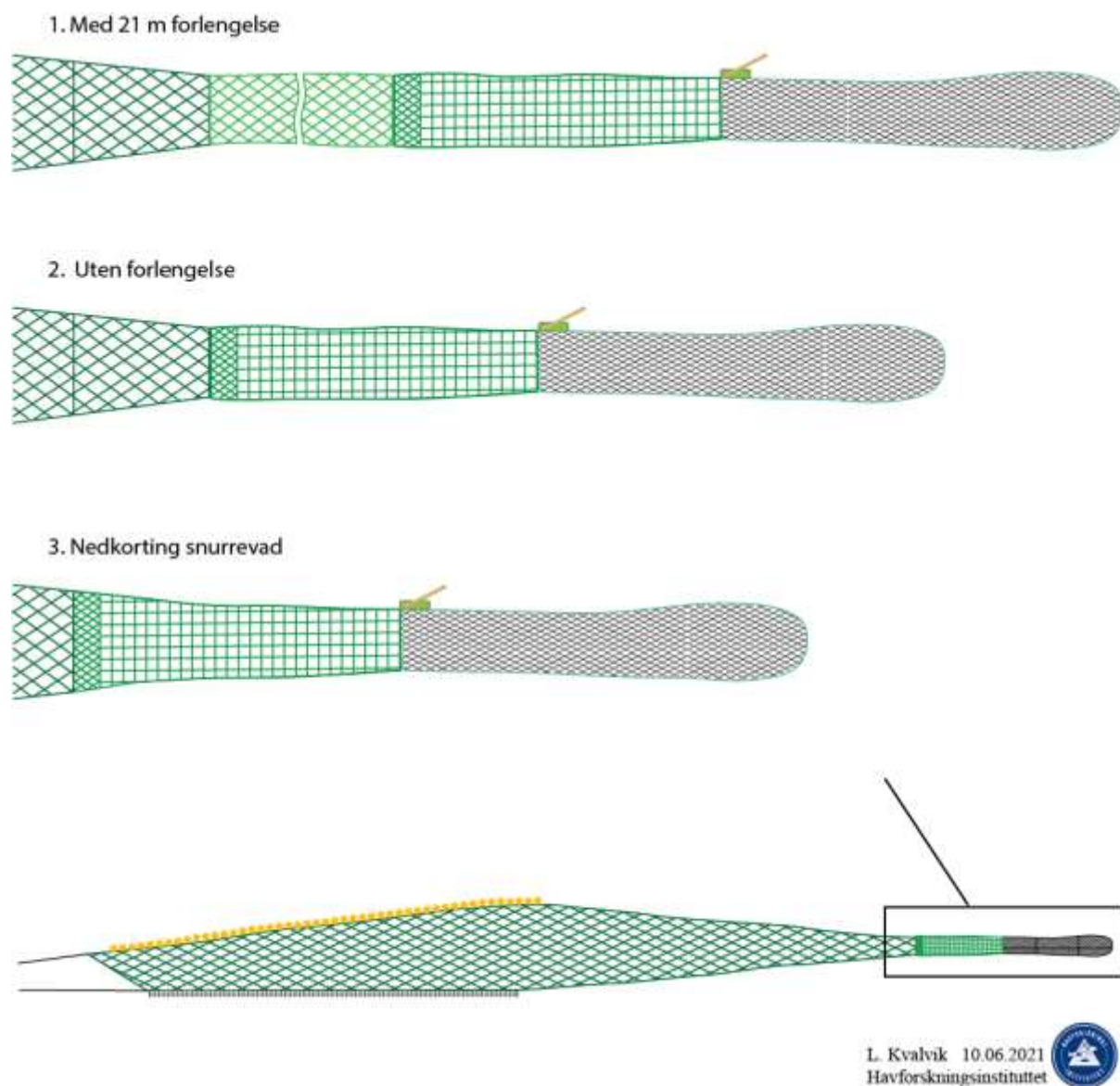
For å undersøke effekt av lengde på snurrevad og sekkeforlengelse på relativ seleksjon av hyse på fiskedyp med en kvadratmaskesekk ble det i perioden 05.– 8. mai 2021 gjennomført et tokt med MS Båragutt T-100-T. Båragutt er en 45 m lang snurrevadbåt med 1000 hk hovedmotor, utstyrt for fiske med snurrevad og not.



Figur 1. Posisjoner for enkelte hal.

Tabell 1 Maskevidde på kvadratmaskesekker (n=60), diamantmaskedel (n=20), småmasket pose (n=20) og sekkeforlengelse (n=40). Tabellen viser gjennomsnitt i mm med standardavvik i parentes.

| Sekk | Maskevidde i mm: gjennomsnitt (SD). | | | |
|---------------------|-------------------------------------|--------------|----------------|--------------|
| | Kvadratmaske | Frampart | Småmasket pose | Forlengelse |
| 1) Forlengelse | 127,2 (1,31) | 132,7 (5,64) | 78,5 (0,89) | 130,4 (2,39) |
| 2) Uten forlengelse | 126,8 (1,63) | 134,4 (4,17) | 77,6 (1,39) | |
| 3) Nedkortet | 127,2 (1,69) | 133,7 (4,24) | 77,8 (0,95) | |



Figur 2. Forsøksoppsett som viser de tre sekkene; med forlengelse, uten forlengelse og nedkortet snurrevad. 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.

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 vingespissene til enden av den skråskårne snurrevadbelgen 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 3 identiske kvadratmaskesekker i 7,5 mm knuteløs PE, 135 mm helmaske, 100 masker (stolpe) omkrets (7 m) og 12,75 m i lengde. 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. Sekk 1 & 2 er identiske med 100 masker omkrets. Sekk 3 er identisk til 1 & 2 utenom diamantmaskekransen som er 250 masker i omkrets for

å passe til den nedkortede snurrevaden. 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 60 masker (tre rader á 20 masker), på den småmaskete posen 40 masker (to rader á 20 masker) og på diamantmaske-kransen 3x20 masker. Maskevidde på forlengelsen ble også målt (2 x 20 masker).

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

Sekk 2: Sekk uten forlengelse, satt rett på nota, 100 masker omkrets.

Sekk 3: Nota kortet ned med 92,5 x 150 mm masker (13,95 m), 250 masker omkrets på not og sekk.

På den ene noten er sekken med 250 maske-kransen montert. På den andre noten byttes det mellom hal fra å bruke sekk med og uten forlengelse. Tre hal tas etter hverandre i samme område, helst med overlappende trekk. Hal uten forlengelse (2) blir alltid hal nr. 2 den dagen for å være kortest mulig i tid for å sammenligne med både (1) og (3).

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 overflateseksjon. 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. To utløsere ble brukt: "HI gammel" på sekk 1 og 2 (med og uten forlengelse), "HI ny" på sekk 3 (nedkortet snurrevad).

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: $0,0211 l^{2,8144}$

Lengde-vekt torsk: $0,05 l^{2,971}$

Dybde- og temperatursensorer

Sekk 1: forlengelse: Nr. 120 foran forlengelse, 121 bak, 123 utløser, 124 bakerst på småmasket pose.

Sekk med 250 omkrets: Nr. 140 fremst på sekk (kvadratdel), 142 utløser, 145 bakerst på småmasket pose.

Sekk uten forlengelse: Nr. 127 fremst på kvadrat, 137 utløser, 148 bakerst på småmasket pose.

Utløserdyp

Utløserdyp var observert for åtte hal (hal 1, 2, 4, 5, 7, 8, 9 og 23). Sekkeutløseren åpnet overgang mellom snurrevadsekk og småmasket pose på 11,2–17,3 m dyp (median 13,6m [16,5- 17,3- 12,1- 16,5- 13,6- 13,4- 13,6 og 11,2 m]). Utløsing skjer når børtreene kommer i blokken.

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 l 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 snurrevadhalene. For parete 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 snurrevadsekken. 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 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. I de fleste halene er estimat basert på telling av kar med ~450 kg hyse.

| Posisjon not | | | | Klokkeslett | | Vind og vær | | Fangst (kg) | | | | | |
|--------------|-----|---------|-----------|-------------|-----------|-------------|--------|-------------|-------------------|----------------|-------|------|--------------------------------------|
| Hal nr. | Par | Dato. | Type Sekk | Lat | Lon | Dyp m | Strekk | hiv | Vindhast, retning | Sjø (Beaufort) | Torsk | Hyse | Fiskemåling |
| 1 | 1 | 05.mai | Forl. | 70° 50.98 | 29° 25.61 | 58 | 07:30 | 08:06 | 6ms, NE | 2 | 157 | 6500 | |
| 2 | 1 | 05.mai | Uten | 70° 50.27 | 29° 27.35 | 64 | 11:53 | 12:34 | 4ms, N | 1 | 908 | 422 | |
| 3 | 1 | 05.mai | Kort | 70° 51.98 | 29° 25.41 | 71 | 14:59 | 15:38 | 6ms, E | 2 | 887 | 4000 | |
| 4 | 2 | 07.mai | Kort | 70° 52.02 | 29° 25.34 | 82 | 06:30 | 07:11 | 13ms, E | 4 | 830 | 5000 | |
| 5 | 2 | 07.mai | Uten | 70° 51.48 | 29° 26.77 | 74 | 10:05 | 10:41 | 15ms, E | 4 | 55 | 2000 | |
| 6 | 2 | 07.mai | Forl. | 70° 50.85 | 29° 28.15 | 72 | 13:48 | 14:19 | 15ms, E | 4 | 376 | 3500 | |
| 7 | 3 | 09.mai | Forl. | 70° 44.44 | 30° 9.97 | 90 | 11:35 | 12:12 | 3ms, E | 1 | 570 | 5000 | |
| 8 | 3 | 09.mai | Uten | 70° 44.04 | 30° 10.92 | 72 | 17:38 | 18:23 | 3ms, SE | 1 | 435 | 3500 | |
| 9 | 4 | 10.mai | Kort | 70° 45.6 | 30° 7.49 | 109 | 06:40 | 07:33 | 9ms, SSW | 3 | 312 | 1062 | Alt målt |
| 10 | 4 | 10.mai | Uten | 70° 39.6 | 30° 33.4 | 100 | 11:17 | 11:57 | 10ms, S | 4 | 1022 | 6666 | 1000 hyser målt, resten (5293) telt. |
| 12 | 5 | 11.mai | Forl. | 70° 48.71 | 29° 35.96 | 64 | 05:40 | 16:12 | 5ms, SW | 3 | 262 | 3500 | |
| 13 | 5 | 11.mai | Uten | 70° 49.1 | 29° 34.45 | 83 | 08:46 | 09:25 | 2ms, SE | 2 | 866 | 1955 | |
| 15 | 6 | 12.mai | Uten | 70° 52.04 | 29° 25.42 | 83 | 08:52 | 09:33 | 2ms, E | 1 | 203 | 2955 | |
| 16 | 6 | 12.mai | Forl. | 70° 51.15 | 29° 29.72 | 92 | 13:24 | 13:58 | 5ms, SE | 2 | 284 | 7791 | |
| 17 | 6 | 12. mai | Kort | 70° 51.99 | 29° 24.87 | 75 | 19:19 | 17:56 | 9msE | 3 | 960 | 4263 | |
| 18 | 7 | 13.mai | Forl. | 70° 49.99 | 29° 42.23 | 128 | 06:57 | 07:28 | 8ms, W | 2 | 384 | 554 | Alt målt |
| 19 | 7 | 13.mai | Uten | 70° 48.94 | 29° 40.56 | 95 | 09:35 | 10:05 | 10ms, W | 4 | 344 | 2318 | Målte halvparten av hysen |
| 20 | 8 | 14.mai | Kort | 70° 44.62 | 30° 9.88 | 85 | 14:38 | 15:09 | 9ms, NE | 3 | 1028 | 1092 | Alt målt |
| 21 | 8 | 14.mai | Uten | 70° 40.56 | 30° 27.18 | 75 | 18:55 | 19:22 | 10ms, NE | 3 | 221 | 1195 | Alt målt |
| 22 | 9 | 15.mai | Kort | 70° 29.46 | 31° 1.34 | 84 | 08:06 | 08:35 | 9ms, E | 4 | 988 | 3500 | |
| 23 | 9 | 15.mai | Uten | 70° 28.94 | 31° 0.57 | 78 | 10:15 | 10:59 | 11ms, ENE | 4 | 550 | 4500 | |
| 24 | 9 | 15.mai | Forl. | 70° 30.46 | 30° 58.75 | 80 | 16:53 | 17:35 | 10ms, ENE | 4 | 172 | 8000 | |
| 26 | 11 | 17.mai | Kort | 70° 37.91 | 30° 27.64 | 69 | 09:23 | 10:03 | 5ms, SE | 3 | 986 | 1407 | alt målt |
| 27 | 11 | 17.mai | Uten | 70° 41.96 | 30° 20.73 | 74 | 13:12 | 13:47 | 6ms, SE | 2 | 369 | 3500 | |
| 28 | 11 | 17.mai | Forl. | 70° 42.4 | 30° 18.6 | 66 | 15:55 | 16:36 | 4ms, E | 2 | 200 | 620 | alt målt |
| 29 | 12 | 18.mai | Forl. | 70° 42.0 | 30° 20.75 | 75 | 04:19 | 05:03 | 0.5ms | 1 | 400 | 1624 | All hyse målt, ugyldig torskemåling |
| 30 | 12 | 18.mai | Uten | 70° 42.28 | 30° 18.98 | 62 | 07:07 | 07:41 | 0.5ms | 1 | 100 | 254 | Alt målt |

Resultater

Totalt 27 gyldige hal ble oppnådd. Med forlengelse ble det tatt 9 hal, 11 uten forlengelse og 7 med nedkortet snurrevad. Dermed har vi 9 parvise hal med og uten forlengelse for hyse og 7 med nedkortet snurrevad vs. sekk uten forlengelse. For torsk ble det oppnådd 8 parvise hal med og uten forlengelse og 6 med nedkortet snurrevad vs. sekk uten forlengelse.

Hysefangstene varierte fra ~250 til 8000 kg og torskefangstene fra ~50 til 1000 kg. Fisken ble fanget på dyp fra 62–128 m (tabell 2).

Fra de 9 parvise halene med og uten forlengelse varierte andel hyse under minstemålet på 40 cm fra 8,5–26,6 % for hal med forlengelse ($\bar{x} = 17,3$ %, $sd = 5,9$ %) og 4–12,8 % uten forlengelse ($\bar{x} = 7,8$ %, $sd = 2,9$ %) (tabell 3). Fra de 7 parvise halene med nedkortet snurrevad og hal uten forlengelse var andel fisk under minstemål ganske likt, prosentandelhyse under minstemål varierte fra 4,6–12,6 % med nedkortet snurrevad ($\bar{x} = 9,0$ %, $sd = 3,1$ %) og 4,6–12,8 % med snurrevad uten sekkeforlengelse ($\bar{x} = 7,6$ %, $sd = 2,8$ %) (tabell 4).

For hal med og uten forlengelse varierte andel torsk under minstemålet på 44 cm fra 2,7–41,5 % for hal med forlengelse ($\bar{x} = 23,7$ %, $sd = 13,7$ %) og 1,4–26,5 % uten forlengelse ($\bar{x} = 14,8$ %, $sd = 10,7$ %) (tabell 5). Fra de 6 parvise halene med nedkortet snurrevad og hal uten forlengelse var andel torsk under minstemål fra 2,0–56,9 % med nedkortet snurrevad ($\bar{x} = 17,7$ %, $sd = 20,1$ %) og 3,4–26,5 % med snurrevad uten sekkeforlengelse ($\bar{x} = 14,7$ %, $sd = 9,9$ %) (tabell 6).

Andel hyse fanget i sekker med og uten sekkeforlengelser varierte tydelig med fiskestørrelse. Ved å fjerne forlengelsen øker seleksjon på fiskedyp vesentlig. Sammenlignet med sekk med forlengelse, er kun 25 % av 40 cm hyse igjen i sekken før den kommer til overflaten. Sekk med og uten forlengelse har lik fangstevne for fisk over ca. 50 cm (Figur 3). Ved å redusere lengde på snurrevaden med 14 m øker fangst av hyse under 37 cm, mens fisk over den størrelsen fanges likt (Figur 4).

Ved å fjerne forlengelsen øker seleksjon på fiskedyp også vesentlig for torsk. Sammenlignet med sekk med forlengelse, er ca. halvparten av torsk under minstemål (44 cm) igjen i sekken før den kommer til overflaten. Konfidensintervaller for torsk er videre enn for hyse, men jevnt over har sekker med og uten forlengelse lik fangstevne for fisk over ca. 57 cm (Figur 5). Ved å redusere lengde på snurrevaden med 14 m øker fangst av torsk under 40 cm, mens fisk over den størrelsen fanges likt (Figur 6).

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

| par nr. | Total nr. målt | | Antall under 40 cm | | Prosent under 40 cm | |
|--------------|----------------|------------|--------------------|------------|---------------------|------------|
| | forlengelse | uten forl. | forlengelse | uten forl. | forlengelse | uten forl. |
| 1 | 1058 | 452 | 218 | 49 | 20,6 | 10,8 |
| 2 | 1007 | 1018 | 188 | 66 | 18,70 | 6,50 |
| 3 | 977 | 1029 | 163 | 65 | 16,70 | 6,30 |
| 5 | 1355 | 1004 | 309 | 97 | 22,80 | 9,70 |
| 6 | 1788 | 1234 | 476 | 158 | 26,60 | 12,80 |
| 7 | 578 | 1101 | 55 | 44 | 9,50 | 4,00 |
| 9 | 2514 | 1206 | 452 | 97 | 18,00 | 8,00 |
| 11 | 649 | 1381 | 55 | 63 | 8,50 | 4,60 |
| 12 | 1888 | 271 | 277 | 21 | 14,70 | 7,70 |
| Σ | 11814 | 8696 | 2193 | 660 | | |
| Gjennomsnitt | 1312,7 | 966,2 | 243,7 | 73,3 | 17,3 | 7,82 |

Tabell 4 Antall hyser målt fra sammenligning av nedkortet snurrevad og sekk uten forlengelse, antall og prosentandel under minstemålet på 40 cm.

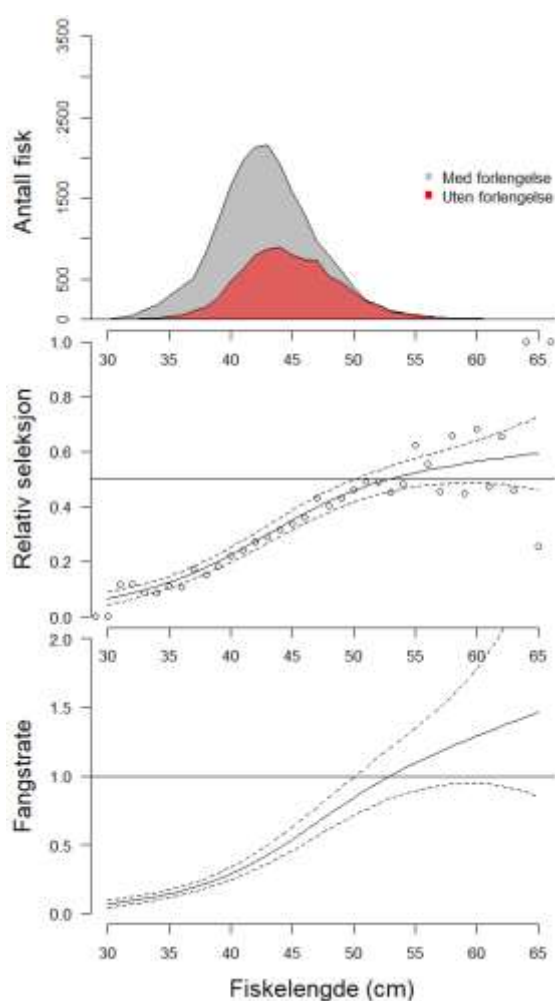
| Par nr. | Total nr. målt | | Antall under 40 cm | | Prosent under 40 cm | |
|--------------|------------------|-----------|--------------------|-----------|---------------------|-----------|
| | uten forlengelse | nedkortet | uten forlengelse | nedkortet | uten forlengelse | nedkortet |
| 1 | 452 | 1000 | 49 | 46 | 10,8 | 4,6 |
| 2 | 1018 | 1004 | 66 | 90 | 6,5 | 9,0 |
| 4 | 1003 | 370 | 49 | 25 | 4,9 | 6,8 |
| 6 | 1234 | 1232 | 158 | 155 | 12,8 | 12,6 |
| 8 | 1117 | 1306 | 62 | 135 | 5,6 | 10,3 |
| 9 | 1206 | 1192 | 97 | 94 | 8,0 | 7,9 |
| 11 | 1381 | 1224 | 63 | 144 | 4,6 | 11,8 |
| Σ | 7411 | 7328 | 544 | 689 | | |
| Gjennomsnitt | 1058,7 | 1046,9 | 77,7 | 98,4 | 7,6 % | 9,0 % |

Tabell 5 Antall torsk målt fra sammenligning av sekker med og uten forlengelse, antall og prosentandel under minstemålet på 44 cm.

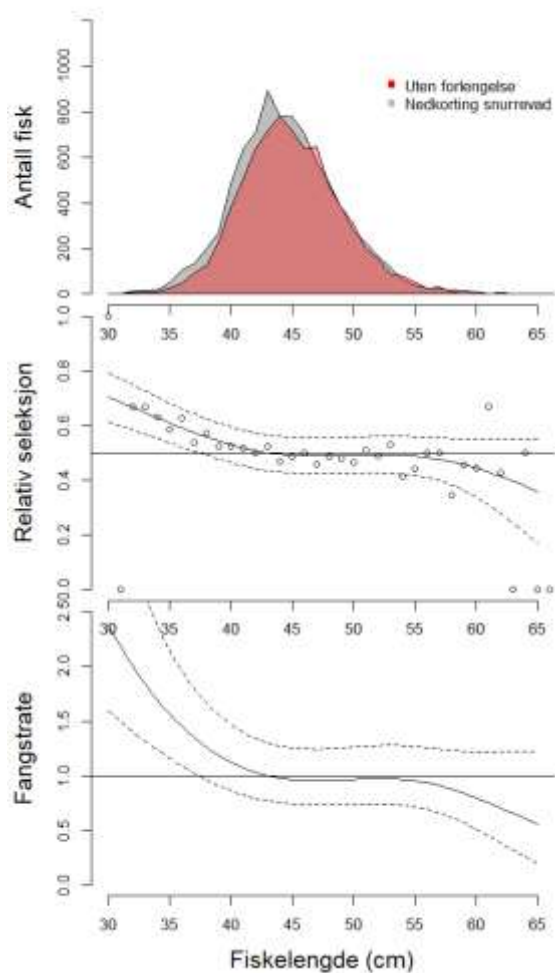
| Par nr. | Total nr. målt | | Antall under 44 cm | | Prosent under 44 cm | |
|--------------|----------------|------------|--------------------|------------|---------------------|------------|
| | Forlengelse | Uten forl. | Forlengelse | Uten forl. | Forlengelse | Uten forl. |
| 1 | 85 | 633 | 13 | 113 | 15,3 | 17,9 |
| 2 | 376 | 34 | 156 | 9 | 41,5 | 26,5 |
| 3 | 394 | 275 | 138 | 66 | 35 | 24 |
| 5 | 149 | 368 | 19 | 5 | 12,8 | 1,4 |
| 6 | 171 | 113 | 40 | 29 | 23,4 | 25,7 |
| 7 | 74 | 70 | 2 | 1 | 2,7 | 1,4 |
| 9 | 103 | 312 | 40 | 51 | 38,8 | 16,3 |
| 11 | 145 | 199 | 29 | 11,0 | 20,0 | 5,5 |
| Σ | 1497 | 2004 | 437 | 285 | | |
| Gjennomsnitt | 187,1 | 250,5 | 54,6 | 35,6 | 23,7 | 14,8 |

Tabell 6 Antall torsk målt fra sammenligning av nedkortet snurrevad og sekk uten forlengelse, antall og prosentandel under minstemålet på 44 cm.

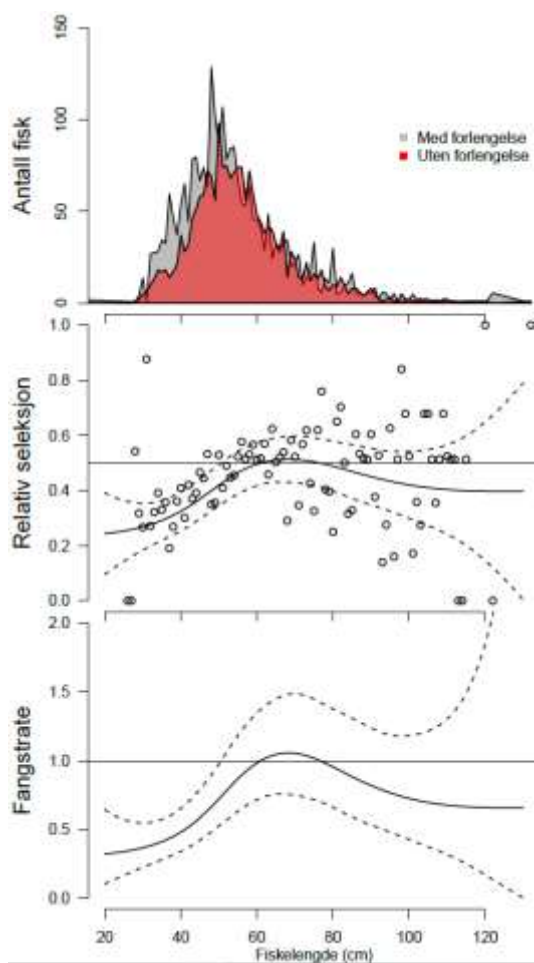
| par | Total nr. målt | | Antall under 44 cm | | Prosent under 44 cm | |
|--------------|----------------|-----------|--------------------|-----------|---------------------|-----------|
| | Uten forl. | Nedkortet | Uten forl. | Nedkortet | Uten forl. | Nedkortet |
| 2 | 34 | 27 | 9 | 3 | 26,5 | 11,1 |
| 4 | 445 | 351 | 15 | 7 | 3,4 | 2,0 |
| 6 | 113 | 58 | 29 | 9 | 25,7 | 15,5 |
| 8 | 64 | 211 | 7 | 120 | 10,9 | 56,9 |
| 9 | 312 | 78 | 51 | 13 | 16,3 | 16,7 |
| 11 | 199 | 163 | 11 | 6 | 5,5 | 3,7 |
| Σ | 1167 | 888 | 122 | 158 | | |
| Gjennomsnitt | 194,5 | 148,0 | 20,3 | 26,3 | 14,7 | 17,7 |



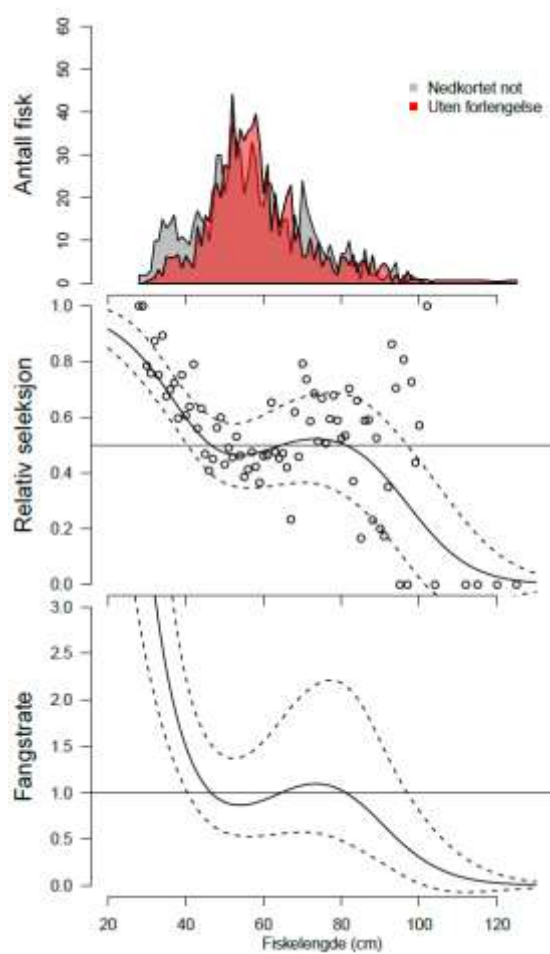
Figur 3. Størrelsesfordelinger for hyse i hver forsøksserie (topp) med 9 parvise hal. Relativ fangst i snurrevadsekk uten forlengelse, sammenlignet med sekk med forlengelse (midt). Figuren nederst viser relativ fangstrate (fangsttap av fisk <50 cm) ved å fjerne forlengelse.



Figur 4. Størrelsesfordelinger for hyse i hver forsøksserie (topp) med 7 parvise hal. relativ fangst i snurrevadsekk med å korte ned lengde på snurrevad med 14 m, sammenlignet med sekk med forlengelse (midt). Figuren nederst viser relativ fangstrate (fangstøkning av fisk <37 cm) ved å korte ned på snurrevaden.



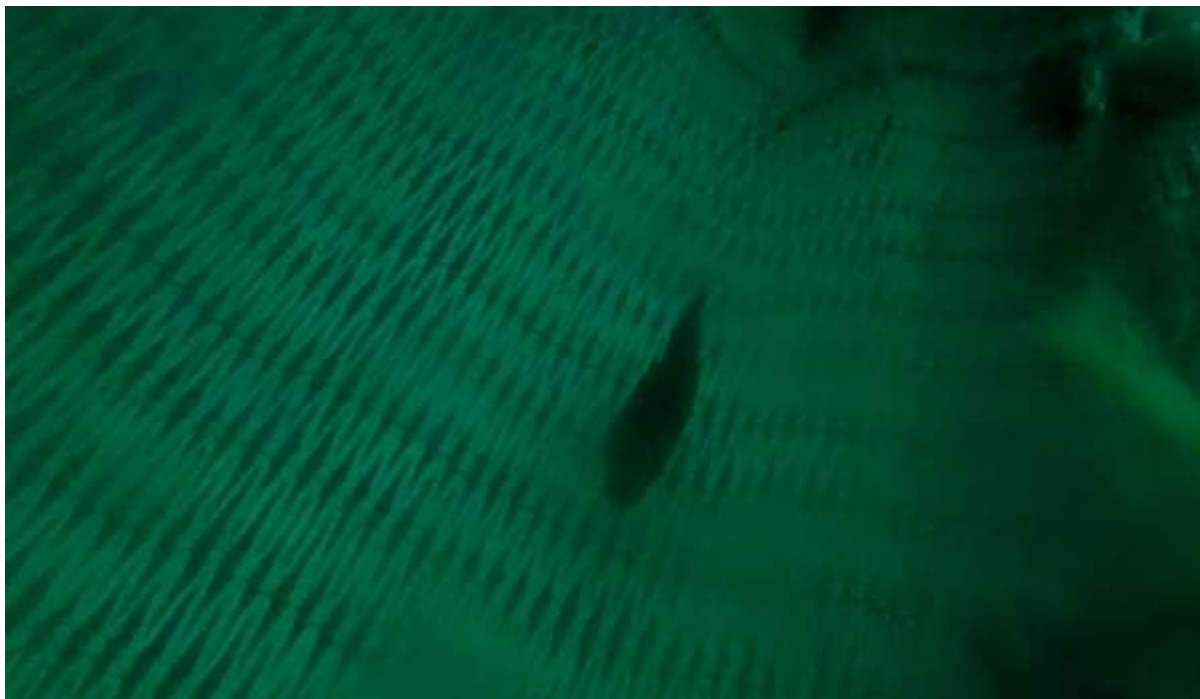
Figur 5. Størrelsesfordelinger for torsk i hver forsøksserie (topp) med 8 parvise hal. Relativ fangst i snurrevadsekk uten forlengelse, sammenlignet med sekk med forlengelse (midt). Figuren nederst viser relativ fangstrate (fangsttap av små fisk) ved å fjerne forlengelse.



Figur 6. Størrelsesfordelinger for torsk i hver forsøksserie (topp) med 6 parvise hal. Relativ fangst i snurrevadsekk med å korte ned lengde på snurrevad med 14 m, sammenlignet med sekk med forlengelse (midt). Figuren nederst viser -relativ fangstrate (fangstøkning av små fisk) ved å korte ned på snurrevaden.

Video/bilder

Maskeåpning bakerst i snurrevaden, foran sekkeforlengelse, ble målt ved bruk av bildebehandlingsprogrammet 'ImageJ'. Maskeåpning på 20 masker måles som bredde på maskene i forhold til lengde på to nærliggende stolper. Maskeåpningen måles 17,0 % i gjennomsnitt med standardavvik på 2 % (Figur 7).



Figur 7. Skjermbilde tatt fra videokamera montert i topppanelet bak i snurrevaden, framfor sekkeforlengelse. Kameraet ser ned mot bunnpanelet. Ved å måle stolpelengde og bredde på maskeåpning ble relativ maskeåpning målt til ($n=20$, $\bar{x}=17\%$, $sd = 2\%$).

Form på sekker

Sekkene ble filmet med GoPro kameraer uten bruk av lys. Dette vanskeliggjør filming på fiskedyp, og sekkenes form evalueres under innhiving når de nærmer seg overflaten. Ved å plassere kameraene ca. 1 m foran kvadratmaskeseksjonene ser en hvordan de er utspilt (Figur 8). Kvadratmaskesekk med forlengelse viser en lite utspilt sekk og sammenklemt forlengelse foran. Når forlengelsen fjernes virker det som de gule diamantmaskene foran sekken er mer utspilt. Det er likevel fremdeles ujevn form på selve kvadratmaskesekken. Ved å korte ned snurrevaden med 14 m til 250 maske omkrets blir sekken fullt utspilt på tvers.



Kvadratmaskesekk med forlengelse. Kameraet er plassert foran sekken og filmer bakover.



Kvadratmaskesekk uten forlengelse. Det virker som de gule diamantmaskene er mer utspilt når forlengelsen er fjernet, men fremdeles ujevn form på selve kvadratmaskesekken.



Kvadratmaskesekk montert på snurrevaden etter at den ble kortet ned med 14 m til 250 maske omkrets, filmet forfra. Sekken er mer utspilt på tvers.

Figur 8. Topp: Sekk med forlengelse. Midt: Uten forlengelse. Nederst: Nedkortet snurrevad.

Med forlengelse



Hal 7. 5,6 tonn



Hal1. 6,7 tonn



Hal 24. 8,2 tonn

Uten forlengelse



Hal8. 3,9 tonn



Hal 10. 7,7 tonn



Hal 13. 2,8 tonn

Kort



Hal 3. 4,9 tonn.



Hal 4. 5,8 tonn.



Hal 10. 2,2 tonn

Figur 9. Kleing av fisk for de tre forsøksoppsettene og forskjellige fangstmengder.

Diskusjon/oppsummering

Bruk av sekkeforlengelser mellom snurrevad og sekk resulterer i vesentlig økning i fangst av små torsk og hyse, sammenlignet med sekk uten bruk av forlengelse. Ved å fjerne forlengelsen reduseres fangst av undermålsfisk betraktelig, men samtidig opplever fiskere tap av fisk inntil 50 cm lengde. Dette gjelder spesielt for hyse, der lengdeintervallet var relativt snevert. I disse forsøkene var lengdeintervall for hyse fra sekk med forlengelse ~30 – 60 cm, med lengdefordeling normalfordelt rundt ~43 cm. Med slike størrelsesfordelinger med lite «stor» fisk, opplever fiskere markant tap av fisk over minstemål med fjerning av sekkeforlengelsen.

Nedkorting av snurrevaden resulterer i en utspilt sekk med godt åpne masker. Seleksjon ved å korte ned snurrevaden er markant «dårligere» (mer småfisk som holdes igjen). Diameter på fullt utspilt sekk med 7,1 m omkrets er 2,3 m. Med antatt maskeåpning bakerst på snurrevaden, med 100 masker omkrets, 150 mm maskevidde og 17 % åpning er sekkens omkrets 2,6 m og diameter kun 0,8 m. Den store omkretsen på sekken ved å korte ned på noten gjør at avstand fra fisk til åpne masker er relativt stor, som igjen reduserer sannsynligheten for at fisk prøver å unnsnippe gjennom maskene. I trålfiske er det godt dokumentert at omkrets på diamantmaskesekker påvirker seleksjon. Resultatene fra disse forsøkene tyder på at det samme gjelder for kvadratmaskesekker i snurrevadfiske.

Kleing av fisk i kvadratmaskene var merkbar for både sekk uten forlengelse og ved nedkorting av snurrevad. I sekk med forlengelse var det derimot relativt få fisk i maskene. Årsaken ligger antakelig i at forlengelsen hindrer fisk i å komme bak i sekken slik at den ikke får kontakt med maskene. Med andre ord; hvis det ikke er seleksjon vil det ikke være kleing heller.

Konklusjon

Fjerning av forlengelse er essensielt for å redusere fangst av småfisk, men fører til fisketap. Montering av snurrevadsekk på en nedkortet snurrevad med omkrets på 250 masker resulterte i økt andel små fisk, sammenlignet med snurrevad uten forlengelse. Resultatene tyder på at sekkeomkrets kan være av betydning for størrelsesseleksjon. Seleksjon ved bruk av 125 mm kvadratmaske med 7,5 mm tråd resulterer i kleing av fisk i masker, spesielt ved større fangster. Videre arbeid bør derfor fokusere på både å få til skarpere seleksjon og uttesting av alternativer for å redusere kleing av fisk.

Takk

Toktet ble gjennomført i godt samarbeid med skipper Knut Henriksen og mannskap på snurrevadfartøyet Båragutt. Vi fikk både gode råd ved planlegging og hjelp ved gjennomføring av forsøkene, spesielt arbeid med redskap og fiskemåling. Vi retter en stor takk for den uvurderlige hjelpen og samarbeidet. Toktet er gjennomført i samarbeid mellom Havforskningsinstituttet og Fiskeridirektoratet og delvis finansiert av Fiskeri- og havbruksnæringens Forskningsfinansiering (FHF), prosjektnr. 901725.

Referanser

- 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. 2021. Surface selection of haddock and cod in the Norwegian demersal seine fisheries. *ICES Journal of Marine Science*, <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsab055>
- 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.