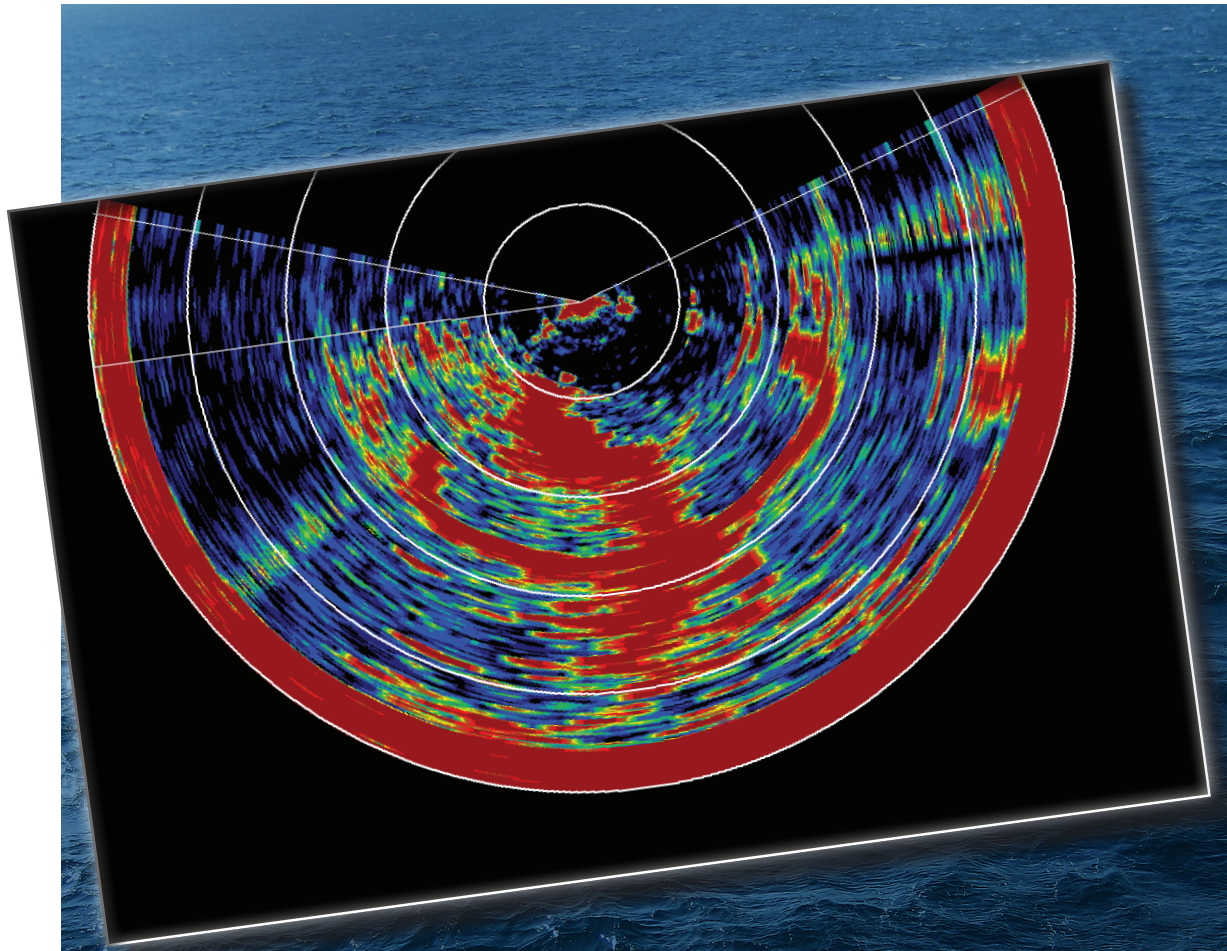


## Problemstillinger knyttet til et pelagisk trålfiske etter torsk og hyse

Terje Jørgensen, John Willy Valdemarsen, Arill Engås og Asbjørn Aasen



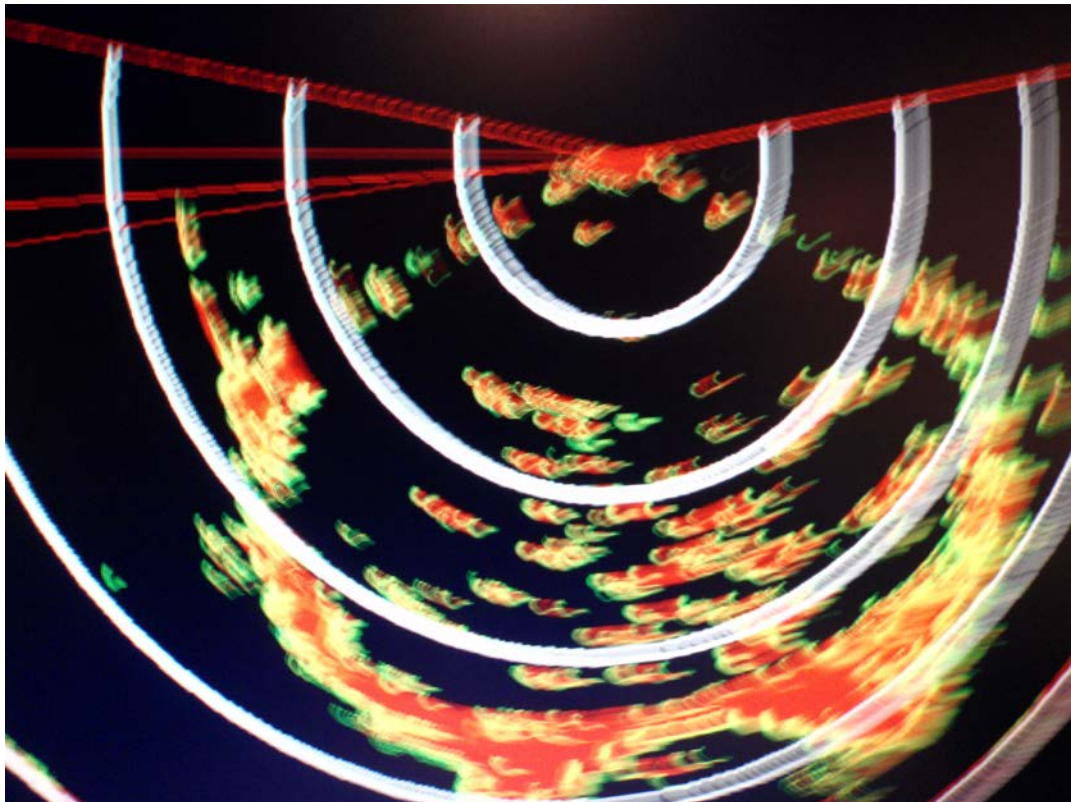


# Problemstillinger knyttet til et pelagisk trålfiske etter torsk og hyse

Av

Terje Jørgensen, John Willy Valdemarsen, Arill Engås og Asbjørn Aasen

Sluttrapport til Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond  
Prosjekt 900220



Bergen, april 2011



**HAVFORSKNINGSINSTITUTTET**  
*INSTITUTE OF MARINE RESEARCH*

## Innholdsfortegnelse

Innholdsfortegnelse .....	4
Innledning.....	5
Organisering .....	5
Prosjektgjennomføring .....	6
Resultater.....	6
Utvikling av et nytt seleksjonssystem .....	6
Seleksjonsforsøk for torsk og hyse.....	13
Redusert kledning av trålnota med lodde .....	13
Sanntids videovervåkning av trålen.....	14
Fiskekvalitet for fisk fanget med bunnrål og pelagisk trål.....	14
Oppfølging/videre forskning .....	15



## **Innledning**

I løpet av de siste to tiårene er det blitt stadig mer fokusert på hvordan bunntråling påvirker bunnfaunaen. Skader fra bunntråling er dokumentert i områder med sårbar bunnfauna som koraller og svamp. I andre typiske trålområder (f.eks. områder med sand og leirbunn) er omfanget av skadevirkningene mer omdiskutert. Generelt har bunntråling fått et dårlig omdømme, og sterke miljøverninteresser arbeider for et internasjonalt forbud mot bunntråling. Med økende fokus på ansvarlig forvaltning av fiskeressursene, er sertifisering av fiskeprodukter blitt mer vanlig, og i denne prosessen stilles det også krav om miljøvennlig og bærekraftig fangst. Forbrukere og matvarekjeder vektlegger i økende grad sertifisering ved valg av produkter og leverandører. En skånsom fangstprosess er derfor viktig ved markedsføring av norsk fisk i disse ofte best betalende markedene.

Bunnskadene ved bunntråling forårsakes hovedsakelig av tråldørene og trålgearet. Enkelte arter som torsk, hyse og sei står tidvis pelagisk. De vil da kunne fiskes med pelagisk trål, uten noen form for bunnpåvirkning. Flytting av fiskeinnsats fra bunntrål til pelagisk trål kan derfor bidra til redusert bunnpåvirkning. En slik omlegging er betinget av to forhold: Fisket må være økonomisk lønnsomt og beskatningsmønsteret må være minst like ressursvennlig som i bunntrål.

På 1960- og 70-tallet var det et betydelig fiske etter torsk og hyse med pelagisk trål i Barentshavet. Det ble tatt store fangster, men fangstene bestod av mye undermåls fisk med påfølgende høyt utkast. Fisket ble derfor forbudt i 1979. Forholdene nå er imidlertid vesentlig endret ved at maskevidden i trål er økt betydelig, det er innført seleksjonsrist og forvaltningsregimet er endret, blant annet slik at områder der det er mye småfisk kan stenges for fiske.

På denne bakgrunn startet Havforskningsinstituttet i 2007 et treårig forskningsprosjekt delfinansiert av Norges forskningsråd (NFR) for å undersøke mulighetene for å utvikle et effektivt og selektivt pelagisk trålfiske etter torsk, hyse og sei. I tillegg til å studere tilgjengelighet av disse fiskeslagene for fangst med pelagisk trål, ble det utført studier av vannstrøm inne i trålen og adferdsobservasjoner av fisk i fangstfasen som grunnlag for utvikling av en mer effektiv trål. Hovedinnsatsen var fokusert på å kvantifisere og forbedre seleksjonsegenskapene til den pelagiske trålen. I årene 2007-2009 ble det gjennomført tre forsøk med forskningsfartøy med fokus på eksperimentelle studier og tre fiskeforsøk med kommersielle fartøy. Kun i ett fiskeforsøk ble det fanget kommersielle kvanta fisk med den pelagiske trålen, men torsken var for stor (middellengde 73 cm) til å gi data for trålens seleksjonsegenskaper.

Foruten mangel på seleksjonsdata under forsøkene, kom det i løpet av NFR-prosjektet opp flere nye problemstillinger knyttet til pelagisk trålfiske, blant annet valg av ristkonsept, firepanel versus topanel pose og forlengelse, optimale spileavstander for de enkelte målartene og problemer knyttet til kledning av trålnett med lodde. Det ble derfor søkt Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond (FHF) om støtte til å videreføre forsøkene. Det ble innvilget støtte for ett år med prosjektstart høsten 2009. Denne rapporten gir en oppsummering av forsøkene som er gjort i løpet av prosjektet.

## **Organisering**

Prosjektet er blitt utført av faggruppe Fangst på Havforskningsinstituttet, og prosjektteamet har bestått av:

Arill Engås

Terje Jørgensen (prosjektleder)

John Willy Valdemarsen

Aud Vold

Jan Tore Øvredal

Asbjørn Aasen

Prosjektet har hatt felles referansegruppe med FHF-prosjekt 900447 "Utvikling av et seleksjonssystem til flytetrålfiske etter hvitfisk" som utføres i regi av Sintef fiskeri og havbruk. Gruppen har bestått av følgende personer:

Svein H. Gjøsund, Sintef fiskeri og havbruk  
Eduardo Grimaldo, Sintef fiskeri og havbruk  
Tormund Grimstad, Nordnes AS  
Hedin Joenson, Nordfjord AS  
Terje Jørgensen, Havforskningsinstituttet  
Roger Larsen, Universitetet i Tromsø  
Dagfinn Lilleng, Fiskeridirektoratet  
Joakim Martinsen, Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond  
Robert Misund, Fiskeridirektoratet  
Pål Roaldsnes, Roaldsnes AS  
Manu Sistiaga, Sintef fiskeri og havbruk  
John Willy Valdemarsen, Havforskningsinstituttet

Styringsgruppen har hatt to møter i løpet av prosjektperioden (7. juni 2010 og 4. februar 2011).

## Prosjektgjennomføring

FHF-prosjektet har hatt følgende målsetninger:

- Bestemme optimal spileavstand i rist ved fiske etter hyse
- Redusere tapet av torsk av kommersiell størrelse
- Raskere transport av fisk bak til trålposen
- Redusere kledning av trålnota med lodde ved bruk av T90
- Teste ut fangstbegrensende innretning for å unngå for store trålhal
- Undersøke om bruk av pelagisk trål i torsk- og hysefisket kan gi redusert energiforbruk per kilo fanget og dermed bedre lønnsomhet og mindre utslipp av miljøskadelige gasser, blant annet NO<sub>x</sub>.

Hovedfokus skulle være på uttesting av egnet spileavstand for hyse og forsøk med modifiserte rister og firepanels seksjoner og trålpose i

kombinasjon med kvadrat og T90-masker for å oppnå større åpning, og dermed bedre passasje for fisk bakover mot ristsystemet og videre bak til trålposen.

Ved prosjektets start var det ennå ikke fremskaffet seleksjonsdata for fiske med pelagisk trål etter torsk og hyse. I samråd med Referansegruppen ble det derfor bestemt at forsøkene i prosjektets regi skulle fokusere på dette. Først når slike data foreligger, er det hensiktsmessig å utføre forsøk for å bestemme optimal spileavstand i rist ved fiske etter hyse.

Grunnet situasjonen for forskningskvoter i 2010, kunne det kun gjennomføres ett seleksjonsforsøk om bord i en kommersiell tråler i løpet av prosjektperioden. Dette ble utført i november 2010 i samarbeid med Fiskeridirektoratet som stilte kvote til disposisjon. I tillegg er det gjennomført to tokt med forskningsfartøyet «G.O. Sars», ett høsten 2009 og ett høsten 2010. Foruten de spesifikke målsettingene listet over, ble det på disse toktene også utført forsøk relatert til andre aspekt ved pelagisk tråling. Disse omfattet adferdsobservasjoner av fisk i fangstfasen, testing av et kamerabasert sorteringssystem for fisk i trål (Scantrol AS), visuell overvåking av trålen med tauet undervannsfarkost, direkte overføring av videosignaler fra kamera montert i ulike posisjoner på trålen til fartøyet via trålsondekabelen (SIMRAD AS) og en komparativ undersøkelse av kvalitet til torsk fanget med bunntål og med pelagisk trål (samarbeid mellom Havforskningsinstituttet og Nofima Marin, Tromsø).

## Resultater

### Utvikling av et nytt seleksjonssystem

I de første seleksjonsforsøkene i 2007 og 2008 med pelagisk trål ble det benyttet standard 2-panels ristseksjon med enkel eller tandemrist. Videoobservasjoner med tauet undervannsfarkost ombord på FF «G.O. Sars» viste imidlertid at tverrsnittet av trålforlengelsen

snevres inn når fangst akkumuleres i posen. Dette kan påvirke fangsteffektiviteten til trålen ved at fisk stopper i bakre del av belgen og unnslipper gjennom de større maskene her (>200 mm). Transporten av fisk bak til posen hindres også, slik at fangstmengdesensorene ikke fungerer optimalt, og det blir da vanskelig å anslå mengde fisk i trålposen.

Det ble derfor i 2009 utviklet et seleksjons-system basert på en bakre trålbelg laget av kvadratiske masker, 4-panels ristseksjon i kvadratmasker og en 4-panels trålpose med kvadratmasker i overpanel og sider og bunn laget av T90 hotmelt. Kvadratiske masker holder seg åpnere enn vanlige diamantmasker og lukkes ikke i tverretningen når belastningen i lengderetningen øker, som ved økende fangstmengde i trålposen. Ristsystemet bestod av to ristenheter, en halvrist som også fungerte som løftepanel foran, etterfulgt av en leddet enkelrist. Ristene hadde ramme i rustfritt stål, spiler av glassfiber og 50 mm spileavstand. Ved høye fangstrater antas det at de fleste risttypene har kapasitetsproblemer. For å oppnå god seleksjon også i trålposen, ble hele trålposens toppanel laget av 130 mm kvadratmasker, mens side- og bunnpanel ble laget av T90 notlin (135 mm). Overgangen til trålbelgen ble også laget av kvadratmasker, primært for å unngå kledning av notlinet med lodde og krill. En skisse av systemet er vist på Figur 1.

Systemet ble prøvd ut på toktet med «G.O. Sars» høsten 2009. Forsøkene antydte at systemet hadde minst like god seleksjon som rist og poseseleksjon i bunntråd. Det ble også gjort forsøk med systemet uten ristseksjonen for spesifikt å undersøke seleksjonsegenskapene til posen. Resultatene indikerte at seleksjonen i posen var tilnærmet like god som for systemet samlet.

I samarbeid med Scantrol AS ble det gjort forsøk med deres trålmonterte kamerabaserte system for identifisering og sortering av fisk på fiskedypet. I samarbeid med færøyske kolleger

ble det også gjort målinger av strømningsmønsteret i trålen med hjelp av dopplermålere. Basert på erfaringene fra dette forskningstoktet ble følgende moment lagt til grunn for modifisering av seleksjonssystemet:

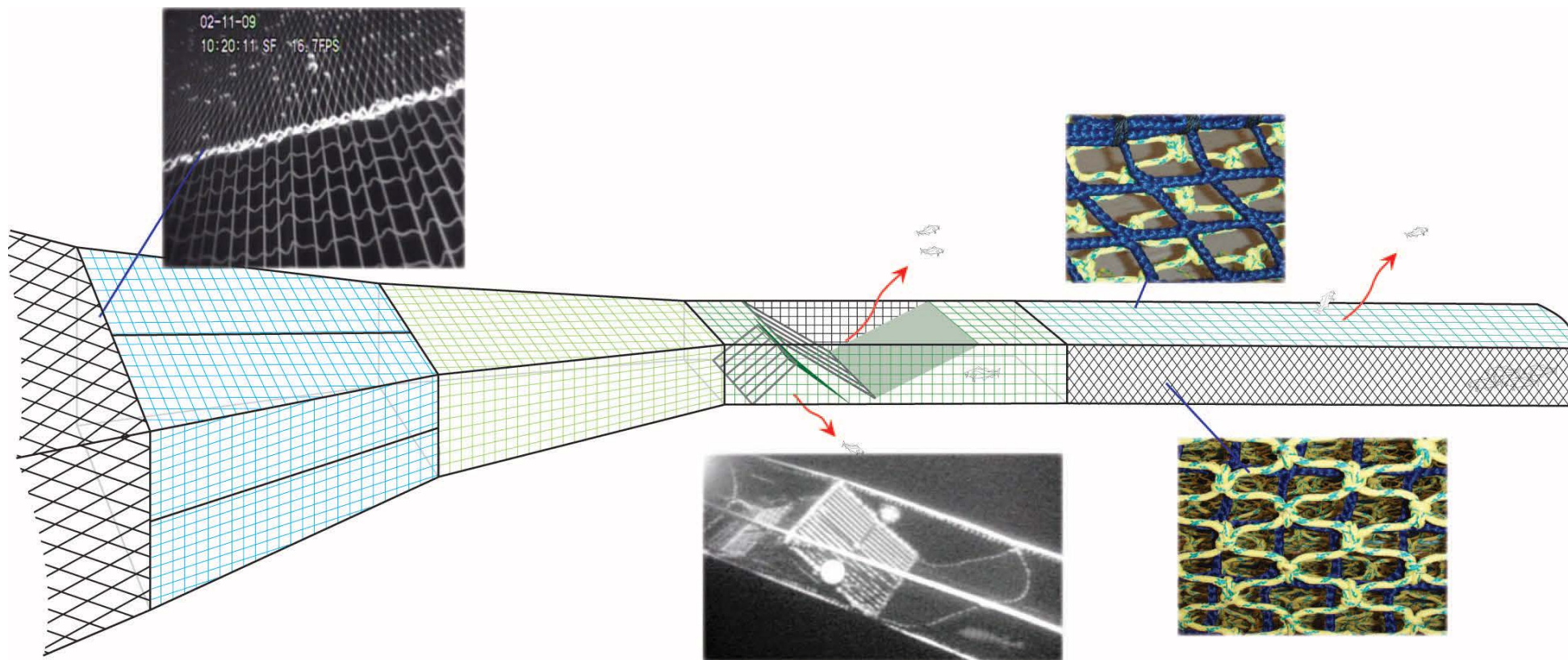
- Til tross for at forsøkene antydte at det ble oppnådd god seleksjon med posen laget av kvadratmasker og T90 masker, ble det valgt å inkludere rist i det nye seleksjonssystemet. Begrunnelsen for dette er at ristseleksjon skjer på fiskedypet, og at forsøk har vist god overleving av spesielt torsk, men også hyse som sorteres ut her. For maskeseleksjon i trålpose har forsøk vist at en betydelig del av seleksjonen kan skje i eller ved overflaten når maskene åpner seg på grunn av mindre langsgående strekk under hiving og inntaking av trålen. Overleving til fisk som sorteres ut her er ikke dokumentert, men det er sannsynlig at raske trykkendringer, og klemskader og skjelltap mens fisken er i posen, kan gi opphav til høyere dødelighet.
- Ved høye fangstrater er det ønskelig med god sorteringskapasitet. Forsøk med tandemrister antydte at et slikt arrangement kan gi blokkering fremfor fremste rist ved høye tettheter. Bruk av en større rist medfører at denne må monteres lenger fremme i trålen (overgang/belg) og dette kan betinge redusert maskevidde i seksjonen der rista monteres. En stor rist kan også medføre håndteringsproblemer. Det ble derfor valgt å lage et buksebeindesign med to parallelle ristseksjoner og poser. Under fiske gir dette til enhver tid en halvering av fisketettheten mot hver rist og trålpose.
- Ved fiske med pelagisk trål benyttes det ofte nettrommel. Det er da hensiktsmessig å kunne ta ristseksjonen inn på trommelen. Ved bruk av rigide rister er dette vanskelig. Det ble derfor valgt å prøve med rist av typen Flexirist, samme rist som brukes i bunntråd av de fleste norske trålerne.
- Vanlig materiale i trålposer er 8 mm PE (Hotmelt). Dette ble brukt som T90 nett i sider og bunnpanel i 2009 forsøket. Den

tykke tråden gir relativt store knuter som er rapportert å kunne gi klemskader med påfølgende bloduttredelse i fileten ved store fangster. For å hindre dette, ble det valgt å lage hele sekken av flettet, knuteløst notlin (Nitto-Seimo). Side- og underpanel ble laget i diamantmasker med en maskestørrelse på 130 mm (gjeldende minstemål fra 1. januar 2011). For topp-panelet, der det er kvadratmasker, ble det brukt notlin med en maskevidde på 125 mm (som gir tilnærmet samme seleksjon som 130 mm diamantmaske, jf. tekniske reguleringer for snurrevadfisket).

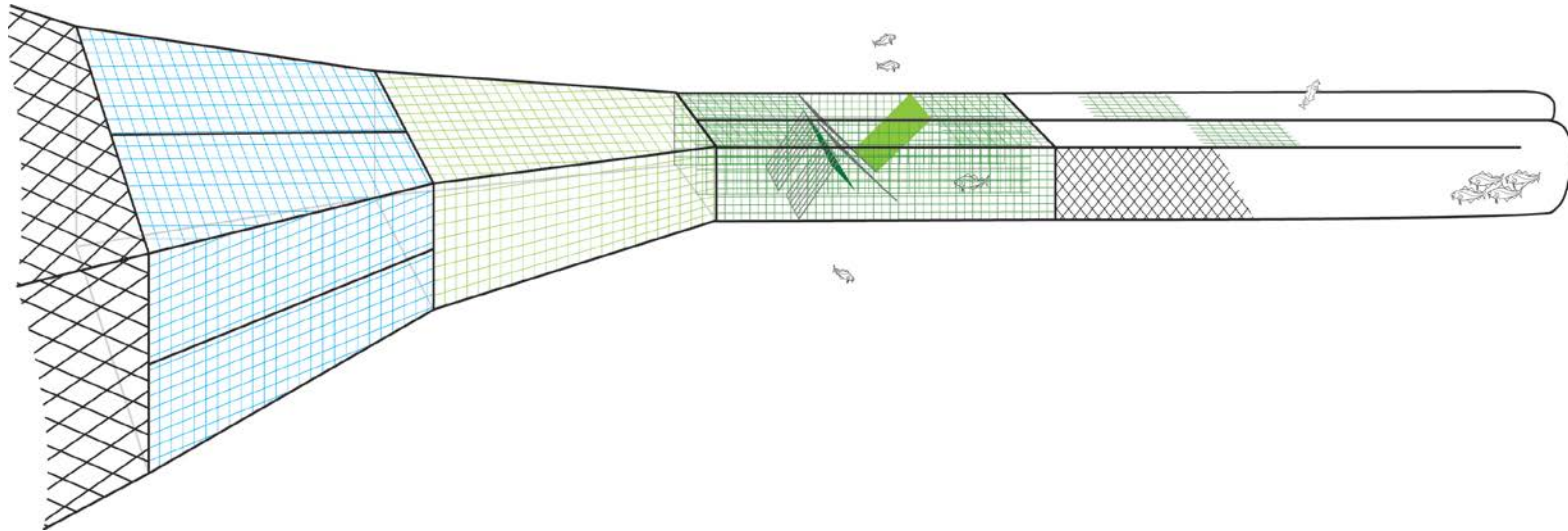
- Det modifiserte systemet er vist på figurene 2-4. Systemet ble testet på et 14-dagers tokt med «G.O. Sars» i oktober 2010. På forsøkstrålen ble styrbord side (buksebein) brukt som kontrollside.

Hele posen og ristseksjonen var derfor kledd med småmasket notlin for å hindre at småfisk skulle unnsnippe i noen del av seleksjonssystemet. Det ble også gjort forsøk med kjetting som nedre leisetau på den ene posen. Kjettingen var montert 6 % kortere enn strukket nett. For å balansere vekten av kjettingen ble det montert kuler på de to øverste leisetau. Systemet ble observert med tauet undervannsfarkost. Observasjonene viste at et stort antall kuler var nødvendig for å balansere vektene av kjettingen. Både kjetting og kuler medfører økt vekt og håndteringsproblemer. Kjettingen ble derfor bestemt fjernet ved senere forsøk. Systemet hadde ellers den ønskede geometri.

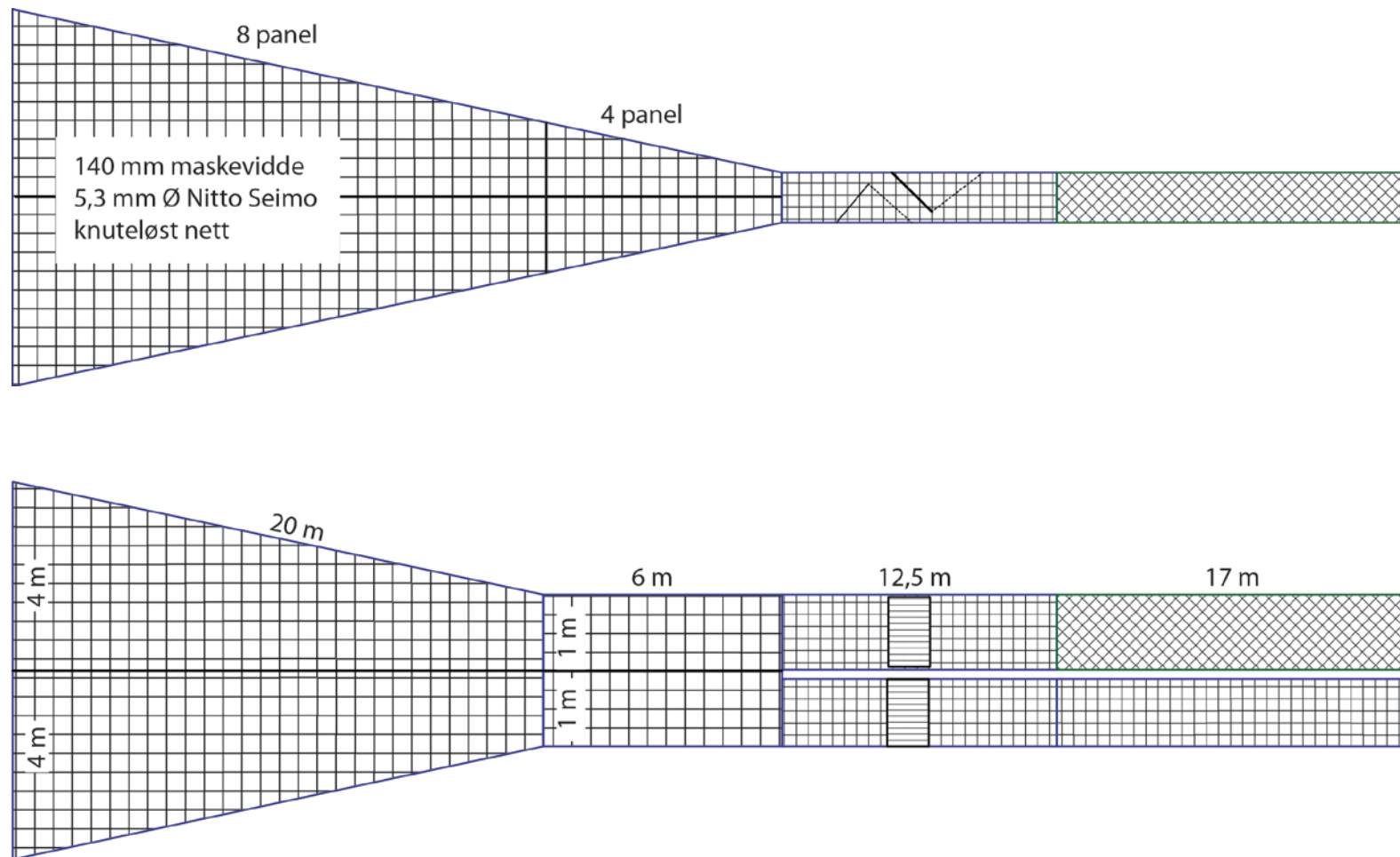




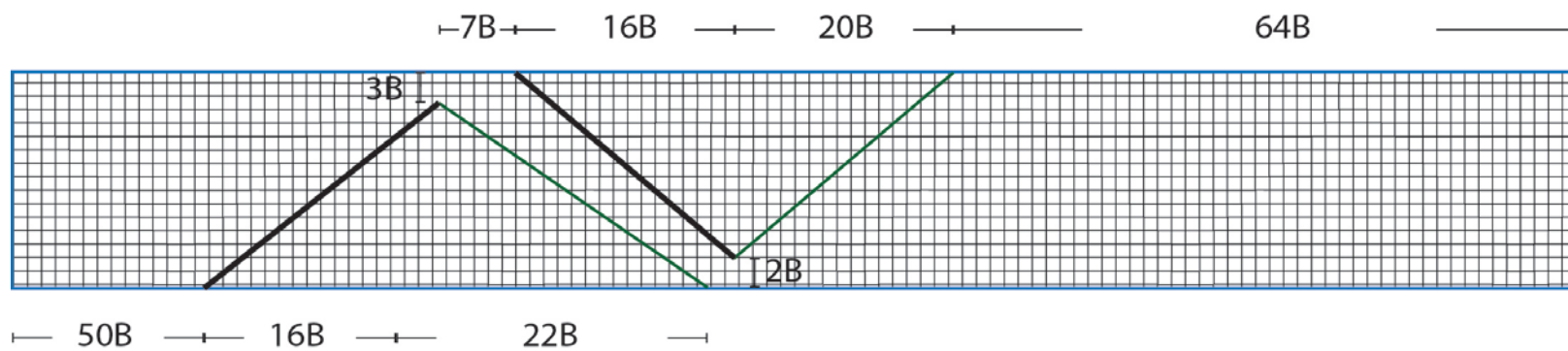
**Figur 1.** Seleksjonssystemet som ble utviklet og testet på forskningstoktet i oktober 2009. Bildene i figuren er tatt fra en tauet undervannsfarkost under tråling. På bildet av overgangen mellom diamantmasker og kvadratmasker viser at kledning med lodde er begrenset til diamantmaskepanelet.



**Figur 2.** Siste versjon av det nye seleksjonssystemet som er utviklet i prosjektet. Legg merke til at systemet har to parallelle rist/pose seksjoner. For mer detaljert beskrivelse, se Figur 3 og 4.



**Figur 3.** Det nye seleksjonssystemet sett fra siden (øvre figur) og ovenfra (nedre figur). Hele systemet er laget av Nitto Seimo knuteløst notlin. Maskevidden i overgangen er 140 mm, i ristseksjon og side og bunnpanel i posen 130 mm og i topppanelet i posen 125 mm. Trådtykkelsen er 5,1 mm i overgangen, 7,5 mm i ristseksjonen og 10,8 mm i trålposen. På forsøkstrålen ble styrbord side brukt som kontroll i seleksjonsforsøk og var dekket av småmasket notlin. Av økonomiske/praktiske hensyn ble topppanelet på styrbord side derfor laget av diamantmasker.



**Figur 4.** Skjematisk figur som viser installasjon av Flexirist i den 4-panels ristseksjonen.



## Seleksjonsforsøk for torsk og hyse

Fullskala seleksjonsforsøk med pelagisk trål påmontert det nye seleksjonssystemet ble utført i november 2010. En detaljert rapport fra forsøkene er gitt i vedlegg 1. I utgangspunktet var det planlagt å beregne seleksjon til både posen og totalsystemet (rist + sekk), men grunnet begrenset tid til forsøkene ble det kun målt total seleksjon for systemet. Forsøkene viste at den målte seleksjonen for systemet var uavhengig av om det var montert på en bunntrawl eller en pelagisk trål. Middel-seleksjonslengden ( $L_{50}$ ) for torsk var negativt korrelert med fangstrate; 52,5 cm ved en fangstrate på 1 tonn per time og 50,8 cm ved 5 tonn per time. Seleksjonsbredden ble estimert til 8,6 cm. For hyse var seleksjonsparametrene ikke avhengig av fangstrate. Middel-seleksjonslengden ble beregnet til 47,6 cm og seleksjonsbredden til 7,7 cm. Disse verdiene samsvarer med tidligere seleksjonsforsøk med bunntrawl med bruk av rist med 55 mm spileavstand og 135 mm diamantmaske i trålposen.

## Redusert kledning av trålnota med lodde

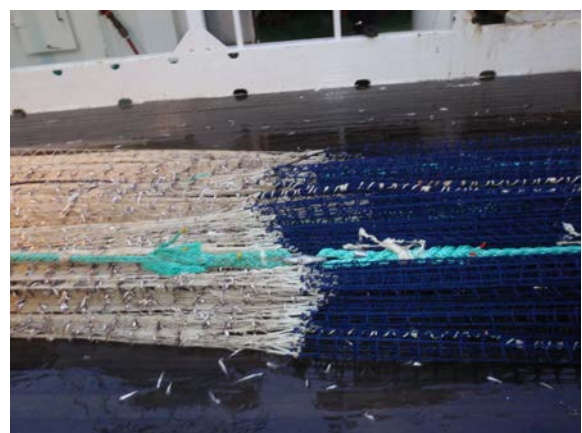
Forekomster av torsk og hyse er ofte knyttet til ansamlinger av byttedyr, f.eks. krill, småsild og lodde. Ved fiske med trål laget av tradisjonelle diamantmaskepanel, vil nettet ofte bli kledd med disse byttedyrene ved at de blir kilt fast et individ per maske i bakre maskevinkel i seksjoner med relativt tynn tråd (Figur 5). I pelagisk trål er problemet særlig lokalisert til de bakre deler av belgen og forlengelser. Kledning medfører uønsket bi-dødelighet og også økt tauemotstand for trålen.

Forsøk ombord på forskningsfartøy i 2008 og 2009 viste at kledningsproblemet var begrenset til notlin med maskevidder på 400 mm eller mindre. Bruk av seksjoner med T90 notlin viste at dette reduserte kledningsproblemet ganske mye. På toktet med "G.O. Sars" i november 2010 ble det benyttet kvadratmasker i bakre trålbelg istedenfor T90. Den fremste

seksjonen av kvadratmasker var laget av åtte panel. Det ble da ikke observert kledning (Figur 6).



**Figur 5.** Eksempel på kledning av trålnot med lodde.



**Figur 6.** Illustrasjon av effekten av masketype på kledning av lodde. Legg merke til betydelig kledning i seksjonen med 155 mm diamantmasker, mens det i den bakenforliggende kvadratmaske-seksjonen ikke er noen kledning.

## Sanntids videovervåking av trålen

På toktet med "G.O. Sars" i oktober 2010 ble det i samarbeid med Kongsberg Maritime AS også gjort forsøk med bruk av undervannskamera montert fast på trålen, og med sanntids billedoverføring til fartøyet via trålsonde-kabelen. Under forsøkene var kameraet blant annet montert i forkant av fremre ristflate. Bildene (Figur 7) ga et meget godt overblikk over relativ mengde fisk som passerte, og kunne også benyttes for en grov artsidentifisering. Ved høy fisketthet viste observasjonene at rista i korte perioder var dekket av fisk. Kamerateamet som ble testet hadde en begrenset maksimal lengde på kabelen som går fra knutepunktet på trålsonden til kameraet. Denne bergrensningen forventes imidlertid løst, og kamera kan da brukes helt bak til trålposen, f.eks. for å vurdere akkumulert fangst. Metodikken vil også kunne brukes for å slippe ut uønsket fangst på fiskedypet ved bruk av bruk av utslippsluker som kan fjernstyres fra broen.

## Kvaliteten på fisk fanget med bunntål og pelagisk trål

På oktober-toktet med "G.O. Sars" ble det gjort innledende forsøk for å studere forbedringspotensialet for kvalitet på trålfanget torsk. Bakgrunnen for undersøkelsen var adferdsobservasjoner av torsk som fanges med pelagisk trål. Mens torsk som fanges med

bunntål svømmer like fremfor trållåpningen inntil de er utmattet og først da går inn i trålen, stopper ikke torsk som fanges med pelagisk trål opp foran åpningen, men blir gradvis transportert bakover i trålen ettersom de blir innhentet av trålen. Med bakgrunn i denne forskjellen, ble det spekulert i om fisk fanget med pelagisk trål kunne ha bedre råstoffkvalitet på grunn av lavere laktatnivå og høyere pH i muskulaturen. Forskere ved Nofima Marin, Tromsø var interessert i denne problemstillingen, og et samarbeid ble innledet med innsamling av prøver og innledende analyser.

En hovedutfordring for kvaliteten på trålfanget fisk er at fangstkapasiteten ikke er tilpasset produksjonskapasiteten. Etter ombordtaling lagres fangsten i mottaksbinger, oftest uten vann, og fisk sløyes ofte først flere timer etter at den er død. Dessuten vil fisken utsettes for trykk og klemskader når store trålsekker trekkes opp slippet og når fisken ligger i mottaksbingene. Begge disse forhold forringer kvaliteten. Midlertidig mellomagring av levende fisk i tanker om bord er en fremtidig mulighet for å motvirke dette. Dette betinger høy overlevelse av fisk og rask fysiologisk restitusjon.

Forsøkene viste ingen klare forskjeller i de målte fysiologiske parametrene mellom fisk fanget med bunntål og pelagisk trål, men jo



**Figur 7.** Bilder fra sanntidsovervåkingen av fremre ristpanel (til venstre) og fra overgangen til de to ristseksjonene (til høyre).

lengre tauetid, dess lavere pH og høyere lactatnivå. Fisken var restituert etter ca. 24 timer. Overlevelsen var høy (ca. 90 %) for begge grupper, og på høyde med det en finner for snurrevadfanget torsk som i dag benyttes for levendelagring. Forslag til ny driftsform med skånsom ombordtaking/pumping av fangst, mellomlagring i levendefisktanker og maskinell bedøving og bløgging av helt eller delvis restituert fisk er skissert. En midlertidig rapport fra forsøkene er gitt i vedlegg 2.

### **Oppfølging/videre forskning**

Havforskningsinstituttet vil fortsette forskningen relatert til utvikling av et effektivt og miljøvennlig trålfiske. Arbeidet vil bli koordi-

net gjennom det nyopprettede senteret for forskningsdrevet innovasjon (CRISP) som instituttet er tildelt av Norges forskningsråd. Senteret er et samarbeid mellom sentrale næringsaktører og forskningen. Sentrale forskningsfelt er utvikling av mer energieffektive tråler som er skånsomme for bunnfaunaen og teknologi for en effektiv arts- og størrelsesseleksjon. Forskningen i 2011 vil fokusere på metodikk for mer effektiv kvantifisering av akkumulert fangstmengde under tråling, samt utvikling av en innretning for fangstbegrensning for å unngå for store fangster ved fiske i områder med høy fisketetthet. Videre vil arbeidet med å bestemme optimal spileavstand i fisket etter hyse bli videreført.





## Lengdeseleksjon i flytetralfisket etter torsk og hyse i Barentshavet

Toktrapport fra forsøk om bord på MTr Atlantic Star

17. november -1. desember 2010



Terje Jørgensen, Dagfinn Lilleng, Asbjørn Aasen og Thorvald Josefsen

## Innledning

På 1960- og 1970-tallet var det et betydelig fiske med flytetrål etter torsk og delvis hyse i Barentshavet. Mye av fisket foregikk utenfor kysten av Finnmark om våren på fisk som beitet på lodde. Fisket ble imidlertid forbudt i 1979 på grunn av store fangster av småfisk med etterfølgende høyt utkast.

I de senere år har skadelige effekter av bunntråling på bunnfauna fått stor medieoppmerksomhet, både nasjonalt og globalt. I norske farvann har det spesielt vært fokus på skader på korallrev og flere områder er nå permanent stengt for trålfiske. Med økende fokus på ansvarlig forvaltning og beskatning av fiskeressursene er sertifisering av fiskeprodukter blitt mer vanlig, og i denne prosessen stilles det også krav om miljøvennlig og bærekraftig fangst. Forbrukere og matvarekjeder vektlegger i økende grad sertifisering ved valg av produkter og leverandører. En skånsom fangstprosess er derfor viktig ved markedsføring av norsk fisk i disse ofte best betalende markedene.

Pelagisk tråling har ingen bunnkontakt og skader derfor ikke bunnfauna. Pelagiske tråler er dessuten betydelig større enn dagens bunntråler, men på grunn av konstruksjonen med store masker fremme i trålen er tauemotstanden tilnærmet lik for de to tråltypene. Pelagiske tråler har derfor et potensial for høyere fangstrater enn bunntrål. Det medfører kortere tauetid for å fange et gitt kvantum og derfor lavere oljeforbruk per kilo fisk fanget, som igjen medfører reduserte utslipp av klimagasser og bedre økonomi for fartøyet.

Siden flytetrålfisket ble forbudt, er fiskeriforvaltningen blitt betydelig forbedret. Minste lovlig maskevidde er økt fra 110 til 135 mm, og seleksjonsrist er innført. Det er innført utkastforbud, regler om lovlig innblanding av undermåls fisk og lovgrunnlag for stengning av områder med store forekomster av småfisk. Dessuten er kontrollregimet vesentlig forbedret. Forholdene som gjorde at flytetrålfisket ble forbudt på 1970-tallet, er derfor ikke lenger de samme.

På denne bakgrunn har Havforskningsinstituttet med støtte fra FHF og Norges forskningsråd gjort forsøk for å vurdere om trålfisket i Barentshavet kunne gjøres mer miljøvennlig ved en delvis omlegging av fiskeinnsatsen i trålfisket fra bunntrål til pelagisk trål. Viktige forutsetninger for omlegging til et pelagisk trålfisket etter torsk og hyse er i) God tilgjengelighet av pelagiske forekomster av torsk og hyse, ii) Seleksjonsegenskapene for pelagisk trål må være minst like god som for dagens bunntråler, og iii) Fangstkvanntum må kunne kontrolleres for å sikre god kvalitet og hindre utkast.

I arbeidet med utvikling av et pelagisk trålfiske er det gjort adferdsstudier av fisk i fangstfasen for å undersøke effektiviteten til redskapen. Det er også gjort forsøk med alternative rister og seleksjonspanel av kvadratmasker i trålposen. Det har vært utført to fullskala forsøk med flytetrål om bord på kommersielle fartøy. På det første toktet høsten 2007 ble det funnet kommersielle forekomster av pelagisk torsk og hyse. På det neste toktet våren 2008 ble det tatt gode fangster, men kun av stor fisk. Seleksjonsegenskapene til den pelagiske trålen har

derfor ikke blitt beregnet.

Videoobservasjoner gjort med tauet undervannsfarkost om bord på forskningsfartøy har vist at en betydelig innsnevring av diameteren av forlengelse/fremre del av trålposen ved langs-gående strekk pga akkumulering av fangst i trålposen. Dette hindret delvis passasje av fisk bak til posen. For å unngå dette, er det blitt utviklet et system bestående av firepanels ristseksjon og trålpose. Dette systemet sikrer en stabil geometri også ved høye fangster. For å sikre god seleksjon i system, ble topppanelet i posen og hele ristseksjonen laget av kvadrat-maskenotlin. Også overgangen frem til panel med 400 mm masker ble laget av kvadrat-masker, primært for å unngå kledning av lodde. Systemet har vært testet om bord på forskningsfartøy, men ikke i kommersielt fiske. For å øke seleksjonskapasiteten til systemet er det laget et buksedesign, med to parallelle rist- og poseseksjoner. Formålet med dette toktet var å måle systemets seleksjonsegenskaper i kommersielt fiske etter torsk og hyse med flytetrål.

## **Materiale og metoder**

### *Fartøy og redskap*

Forsøkene ble utført om bord på den innleide frysetrålere "Atlantic Star". Fartøyet er 60,4 m lang og 13 m bred og har en maskinkraft på 4590 BHP. Fartøyet har tre trålbaner og en nettrommel for pelagisk trål. Det er videre utstyrt med trålsonde og sondevinsj. Fartøyet er ellers utstyrt med Scantrol autowinch system, SIMRAD og Furono ekkolodd og Scanmar fangstovervåkningsutstyr. Fabrikken er utstyrt med syv vertikalfrysere. Fartøyets egen pelagiske trål (Egersund 720) ble benyttet i forsøkene, men for overgang, ristseksjon og poser ble det benyttet et nytt design utviklet ved faggruppe Fangst, Havforskningsinstituttet. Dette består av 4-panels tvilling bakparter, dvs. to parallelle system med hver sin ristseksjon og tilhørende forlengelse og pose (Fig. 1). Ristseksjonen er laget av 125 mm flettet og knuteløst kvadratmaskenotlin. I seksjonen er det montert en standard Flexirist seleksjonsrist (Fig. 2). Side og underpanelet i posen er laget av 130 mm flettet og knuteløst diamantmaske notlin, mens topppanelet er laget av 125 mm knuteløst kvadratmaskenotlin. Maskevidden i sidepanelet av posen ble målt til 129,8 mm (sd= 2,1 mm) og i topppanelet til 125,5 mm (sd=2,1 mm). Overgangen mellom ristseksjon og trålbelg var sydd av 8-panel og laget av 140 mm flettet og knuteløst kvadratmaskenotlin. Det nye systemet ble montert 10 masker inn i 400 mm maskers seksjonen (målt bakfra) av den pelagiske trålen. Under fisket var det montert et småmasket (52 mm) innernett i hele styrbord ristseksjon og sekk. Denne siden fungerte derfor som kontroll i forsøket, og fangsten i denne ble sammenlignet med fangsten i trålposen på babord side. Det ble ikke benyttet oppsamlingssekk over ristutslippene. Trålen var rigget med 90 m lange sveiper. Loddene som ble brukt veide 1200 kg. Dørene var av typen Injector Shark, og hver tråldør veide 4400 kg og hadde et areal på 10,5 m<sup>2</sup>.

Ved bunntåling ble det brukt en Selstad 520 trål. Ved montering av det nye bakpartsystemet på bunntålen ble fremre del (8-panelsseksjonen) fjernet og systemet så satt inn der

ristseksjonen vanligvis blir påsatt. Ved montering samsvarte 49 masker i 155 mm med 32 stolper av kvadratmaskene. Tråldørene var også de samme som ble benyttet ved fiske med flytetral.

### *Prøvetaking*

Fangsten i hver pose ble opparbeidet separat. For hvert hal ble det fra hver trålpose målt anslagsvis 300-400 fisk av hver de kommersielle artene torsk, hyse, uer og blåkveite, eller samtlige fisk dersom fangsten var mindre. Også for fangster med rundt 1000 fisk ble tidvis hele fangsten målt. Den lengdemålte fisken ble veid, mens totalfangsten i en sekk ble bestemt basert på produsert vekt (blokker av sløyd, hodekappet fisk) ved bruk av omregningsfaktorer for å regne om til levendevekt.

### *Analyse*

Seleksjonsdataene ble tilpasset en logistisk modell:

$$r(l) = \frac{\exp(\alpha + \beta l)}{1 + \exp(\alpha + \beta l)}$$

der  $r$  er retensjon,  $l$  er lengde og  $a$  og  $b$  er parametre.

Seleksjonsparametrene  $L_{50}$  (middelseleksjonslengde) og  $SR$  (seleksjonsbredde =  $L_{75}-L_{25}$ ) er gitt ved relasjonene:

$$L_{50} = \frac{-\alpha}{\beta} \quad \text{og} \quad SR = \frac{\ln(9)}{\beta}$$

Siden forsøkene er gjort med «paired gear»-metoden, beregnes det i tillegg beregnet en splittfaktor som angir fiskeevnen til testsiden av trålen i forhold til kontrollsiden. Splittfaktoren bør ideelt ligge rundt 0,5.

Seleksjonsparametre for hele forsøket under ett ble beregnet med Fryers metode (Fryer, 1991). Denne tar hensyn til variasjonen både innen og mellom hal. Hal med P-verdi mindre enn 0,0001 ble ekskludert fra analysen. Seleksjonsparametrene ble modellert med fangstrate, tråltype og fiskeområde som forklaringsvariable. Fangstrate gir et mål på antall fisk per tidsenhet som ankommer/rist eller pose. Hvis det er kapasitetsbegrensninger i sorteringskapasiteten til rist eller pose forventes seleksjonen å være bli dette å manifestere seg ved at koeffisienten for fangstrate blir signifikant forskjellig fra null. Seleksjonssystemet ble montert på både den pelagiske trålen og bunntålen. Tråltype ble derfor inkludert som forklaringsvariabel for å teste om seleksjonen er lik for systemet brukt i de to tråltypene. Da forsøkene ble utført i to områder, med forskjellig lengdesammensetning av fisk, ble også område inkludert som en forklaringsvariabel i analysen.

Det ble fulgt en stegvis prosedyre der en startet med full modell. Eventuelle ikke-signifikante ledd ble så fjernet og den reduserte modellen ble kjørt på nytt. Akaikes informasjonskriterium (AIC) benyttet for valg av beste modell for de gitte data. Analysen ble utført ved bruk av programmet SELNET. Programmet er utviklet av Bent Herrmann; DTU, Danmark).



## Resultater

Det ble gjort totalt 17 seleksjonshal i løpet av toktet, seks ved Hopen, og 11 ved Bjørnøya (Tabell 1). Forsøkene ved Hopen ble gjort med pelagisk trål, mens det ved Bjørnøya ble benyttet både pelagisk trål og bunntål, begge med samme rist/posesystem. For enkelte hal var fangsten for liten til at seleksjonsparametrene kunne estimeres. Disse ble ekskludert fra analysen. Ved Hopen bestod fangstene utelukkende av torsk, mens det ved Bjørnøya var en blanding av torsk og hyse. Det ble også fanget mindre mengder uer og blåkkeite. Størrelsesfordelingen ved Hopen var godt egnet for seleksjonsforsøk, med fisk i hele seleksjonsintervallet. Ved Bjørnøya var det svært lite fisk med lengde mindre enn ca 50 cm.

### *Torsk*

Seleksjonsparameterne for de enkelte hal er gitt i Tabell 2. Middelseleksjonslengden ble best beskrevet med modellen:

$$L_{50} = 52,89 - 0,000414 * \text{fangstrate} \quad (3)$$

der  $L_{50}$  er i cm og fangstraten er i kg per tauetime. Ved en fangstrate på 1 tonn per time gir dette en  $L_{50}$  på 52,5 cm, men den ved en fangstrate på 5 tonn per time vil være 50,8 cm.

Seleksjonsbredden var områdeavhengig og gitt ved

$$SR = 8,55 \text{ cm} - 2,96 * \text{område} \quad (4)$$

der område er kodet 0 for Hopen og 1 for Bjørnøya. Dette gir en SR på 8,6 cm ved Hopen og 5,6 cm ved Bjørnøya.

### *Hyse*

Seleksjonsparameterne for de enkelte hal er gitt i Tabell 3. Det var ingen indikasjoner på at seleksjonsparametrene for hyse var påvirket av fangstrate eller hallengde. Midlere seleksjonslengde  $L_{50}$  var 47,6 cm og tilhørende SR var på 7,7 cm.

### *Uer*

I kun to hal var det tilstrekkelig fangst av uer til å beregne lengdeseleksjonen.  $L_{50}$  ble estimert til henholdsvis 34,2 og 40,0 cm, mens SR var 5,4 og 5,5 cm.

## Diskusjon

Fiskeforsøkene startet i området øst/nordøst av Hopen. Her hadde det de forutgående ukene blitt tatt store fangster av torsk med flytetral, både på et tokt med «G.O. Sars» og på et seleksjonstokt i regi av SINTEF Fiskeri og havbruk. Fangstene var imidlertid nå relativt små og etter en til to dager forsvant fisken helt fra området. Det ble søkt sørover i området, men ikke registrert kommersielle forekomster. Fartøyet gikk derfor til feltene sør av Bjørnøya og den resterende del av forsøket ble gjort her.

Fangstene ved Hopen bestod nesten utelukkende av torsk. Lengdefordelingen var gunstig for seleksjonsforsøk, med fisk i hele intervallet 30-70 cm. Dette gir gode estimat for både seleksjonslengde og bredde. Ved Bjørnøya var fangstene mer blandet; i noen hal var hyse dominerende, i andre torsk. Fangsten av torsk i kontrollsekken bestod hovedsakelig av fisk

over 50 cm, dvs. lite fisk med lengde mindre enn middelseleksjonslengden. Dette gir usikre estimat for seleksjonsbredden, som sannsynligvis underestimeres. Dette er også trolig forklaringen på at seleksjonsbredden viste signifikant områdeforskjell. Det mest realistiske estimatet for systemets seleksjonsbredde for torsk er derfor estimatet for Hopen-feltet (8,6 cm).

Modellen for midlere seleksjonslengde antyder at seleksjonslengden avtar med økende fangstrate. Dette kan antyde en kapasitetsbegrensning for systemets seleksjonsinnretninger. Effekten er imidlertid ikke særlig markant, ettersom  $L_{50}$  reduseres med 0,38 cm når fangstraten øker med 1000 kg per tauetime. Tilsvarende forhold er også observert for seleksjonsforsøk med bunnrål både med og uten bruk av rist. Supplerende forsøk med høyere fangstrater er nødvendig for å avgjøre om systemet, med to rister og tilhørende poser, har tilstrekkelig sorteringskapasitet.

Ved valgt av seleksjonssystem ble det bestemt at dette skulle inkludere en seleksjonsrist. Årsaken til dette er at seleksjonen for en rist skjer på fiskedypet, og overlevingsforsøk har dokumentert lav dødelighet for fisk som er sorteres ut her. For maskeseleksjon er det vist at deler av seleksjonen kan skje ved haling, nær eller ved overflaten. Overlevingen til denne fisken er ikke dokumentert, men det er antatt at den kan ha lavere overlevelse pga raske trykkendringer og klemskader og skjelltap mens den var i posen. I tillegg til seleksjonsristene, har systemet også en reserveseleksjonsinnretning i posenes toppanel. Dette er laget av kvadratmasker og utgjør dermed et seleksjonsvindu i hele sekkens lengde.

For enkelte hal ble det observert flere hyse som var fast i notlinet fremfor risten. Dette indikerer at hyse prøvde å unnsnippe gjennom maskene her. For enkelte hal der det ble fisket etter pelagisk hyse, var det også manglende samsvar mellom inngang observert på trålsonar og trålløye og fangst. Dette kan indikere unnslipping i 140 mm seksjonen. Mindre maskevidder må derfor vurderes i disse områdene. Det bør også gjøres adferdsobservasjoner av hyse i disse områdene for å vurdere om det er grunnlag for andre modifikasjoner av systemet.

Forsøkene viste ingen forskjell mellom estimatene for forsøk gjort med systemet montert på bunnrål og på pelagisk trål. Dessuten er seleksjonsestimatene sammenlignbare med andre forsøk med bunnrål og tilsvarende spileavstand. Dette antyder at seleksjonsprosessen i bunnrål ikke er vesensforskjellig fra det som observeres i bunnrål, selv om fiskens adferd i fangstfasen er ulik i bunnrål og pelagisk trål. Fiske med pelagisk trål burde derfor ikke resultere i større fangst av undermåls fisk dersom målpopulasjonen er den samme. Det har tidvis vært hevdet at det er en høyere andel småfisk (torsk) ved økende avstand fra bunnen, men dette er ikke klart dokumentert.

I løpet av forsøket ble det observert lite fisk i markant avstand over bunnen. Den pelagiske trålen ble derfor hovedsakelig fisket semipelagisk, dvs. at lodd og fiskeline hadde bunnkontakt, mens dørene var pelagisk. Forsøkene som er blitt gjort med pelagisk trål etter torsk og hyse antyder at fisk kun tidvis har en klar pelagisk fordeling. Det er derfor rimelig å

tro at pelagisk trål i stor grad vil bli fisket semipelagisk. Dette medfører kontakt mellom trål og bunn og sannsynlig skade på epifauna (bunndyr som lever på overflaten, f.eks. sjøfjær). Det er imidlertid sannsynlig at skadene er mindre enn ved bruk av bunntålutstyr med tunge tråldører og rockhopper-gear som det er vist lager markante spor på havbunnen. Det er derfor trolig at skadene på infauna (dyr som lever i bunnsubstratet) er mindre. I tillegg har forsøk vist at tauemotstand for en pelagisk trål er på nivå med en de bunntålene som brukes i Barentshavet. Større åpning gir mulighet for høyere fangstrater, som resulterer i kortere tauetid og mindre utslipp av klimagasser. Det er derfor sannsynlig at det også ved semipelagisk fiske med pelagisk trål er en miljøgevinst sammenlignet med fiske med bruk av bunntål.

**Tabell 1.** Oversikt over seleksjonshalene som ble gjort i løpet av toktet. Forsøkene ble gjort i to områder, ved Hopen (H) og ved Bjørnøya (B). Dato, tid og posisjon er for start av hal. Det samme seleksjonssystemet ble brukt på både bunntål (B) og pelagisk trål (P). Oppgitt tid er UTC. Tauetid er i minutter og dyp i meter.

Hal	Område	Trål	Dato	Dato	Tauetid (min)	Posisjon		Dyp (m)	Fangst (kg)			
						Lengde	Bredde		Torsk	Hyse	Blåkveite	Uer
1	H	P	19.11	11:50	100	7642	2853	210	2617	0	0	0
2	H	P	19.11	12:47	393	7636	2910	220	6817	0	82	1
3	H	P	19.11	20:30	230	7638	2856	204	3217	1	117	0
4	H	P	20.11	02:05	255	7641	2850	228	1375	4	89	0
5	H	P	20.11	08:30	110	7636	2846	177	258	1	4	0
6	H	P	21.11	07:40	60	7415	2256	242	67	250	12	19
7	B	B	24.11	04:06	189	7346	1940	317	18135	1642	19	20
8	B	B	24.11	13:15	165	7344	1936	335	17062	2221	30	27
9	B	B	24.11	20:25	230	7344	1936	352	10260	1062	36	10
10	B	B	25.11	17:10	160	7350	2019	377	13875	2511	97	15
11	B	B	26.11	01:00	270	7345	2003	379	21075	2093	348	22
12	B	B	26.11	09:30	155	7347	1957	329	5175	5216	58	5
13	B	B	27.11	05:00	140	7348	1946	306	5370	6246	153	45
14	B	B	27.11	11:15	150	7345	1934	300	676	3670	11	32
15	B	P	27.11	19:10	370	7346	1935	290	264	738	0	54
16	B	P	28.11	01:20	170	7346	2005	377	1153	8951	61	404
17	B	P	29.11	09:55	225	7345	1932	293	7687	7599	123	339

**Tabell 2.** Seleksjonsparametre for torsk for det enkelte hal. Tråltype er kodet P for pelagisk trål og B for bunntål.  $L_{50}$  er midlere seleksjonslengde, SR er seleksjonsbredde, s er splittfaktoren og df antall frihetsgrader. cov11, cov12, ..., cov33 er elementene i kovariansmatrisen for  $L_{50}$ , SR og s. Ved beregning av kovariansmatrisen er  $L_{50}$  og SR gitt i mm.

Hal	Trål	$L_{50}$	SR	s	P-value	Deviance	df	cov11	cov12	cov13	cov22	cov23	cov33
1	P	53,74	6,52	0,528	0,997	39,90	68	134,0	84,4	0,296	86,6	0,1598	0,0010
2	P	53,03	7,50	0,497	0,973	50,82	72	162,9	106,7	0,247	124,5	0,1540	0,0000
3	P	52,43	7,98	0,501	0,205	66,61	58	120,2	75,0	0,186	161,3	0,1287	0,0005
4	P	53,28	6,50	0,469	0,925	54,62	71	216,7	132,3	0,312	169,0	0,1784	0,0009
5	P	51,91	2,95	0,439	0,996	32,79	57	289,8	211,9	0,523	329,8	0,3379	0,0034
6	P	53,54	0,10	0,667	0,946	12,50	22	7551,2	149,3	0,031	366,3	-0,0015	0,0185
7	B	49,70	2,02	0,552	0,431	46,00	45	126,2	13,0	0,026	104,9	0,0053	0,0003
8	B	48,53	0,10	0,586	0,597	45,97	49	9316,0	124,8	0,001	453,9	0,0001	0,0003
9	B	51,02	0,10	0,467	0,382	47,21	45	189734,0	943054,0	0,001	4687365,5	0,0003	0,0004
10	B	52,60	3,12	0,501	0,356	53,08	50	107,1	33,2	0,056	192,0	0,0386	0,0004
11*	B	54,04	28,04	0,543	<0,001	112,44	47	11962,1	12540,2	9,428	34130,3	13,5480	0,0085
12	B	50,69	4,44	0,431	0,973	30,96	48	220,3	141,2	0,154	630,8	0,1874	0,0006
13*	B	49,92	0,10	0,491	<0,001	90,73	44	787615,8	-955180,4	0,007	1158402,4	0,0007	0,0006
14	B	55,53	5,42	0,486	0,123	66,20	54	261,8	158,6	0,354	439,8	0,2311	0,0015
15	P	53,50	0,100	0,392	0,08	42,63	31	4883,2	3,2	0,003	238,8	-0,0003	0,0023
16	P	43,68	3,26	0,527	0,773	51,54	60	134,6	114,6	0,136	290,9	0,1350	0,0007
17	P	45,36	20,66	0,536	0,102	75,41	61	5045,8	2736,5	2,222	6280,2	2,2400	0,0016

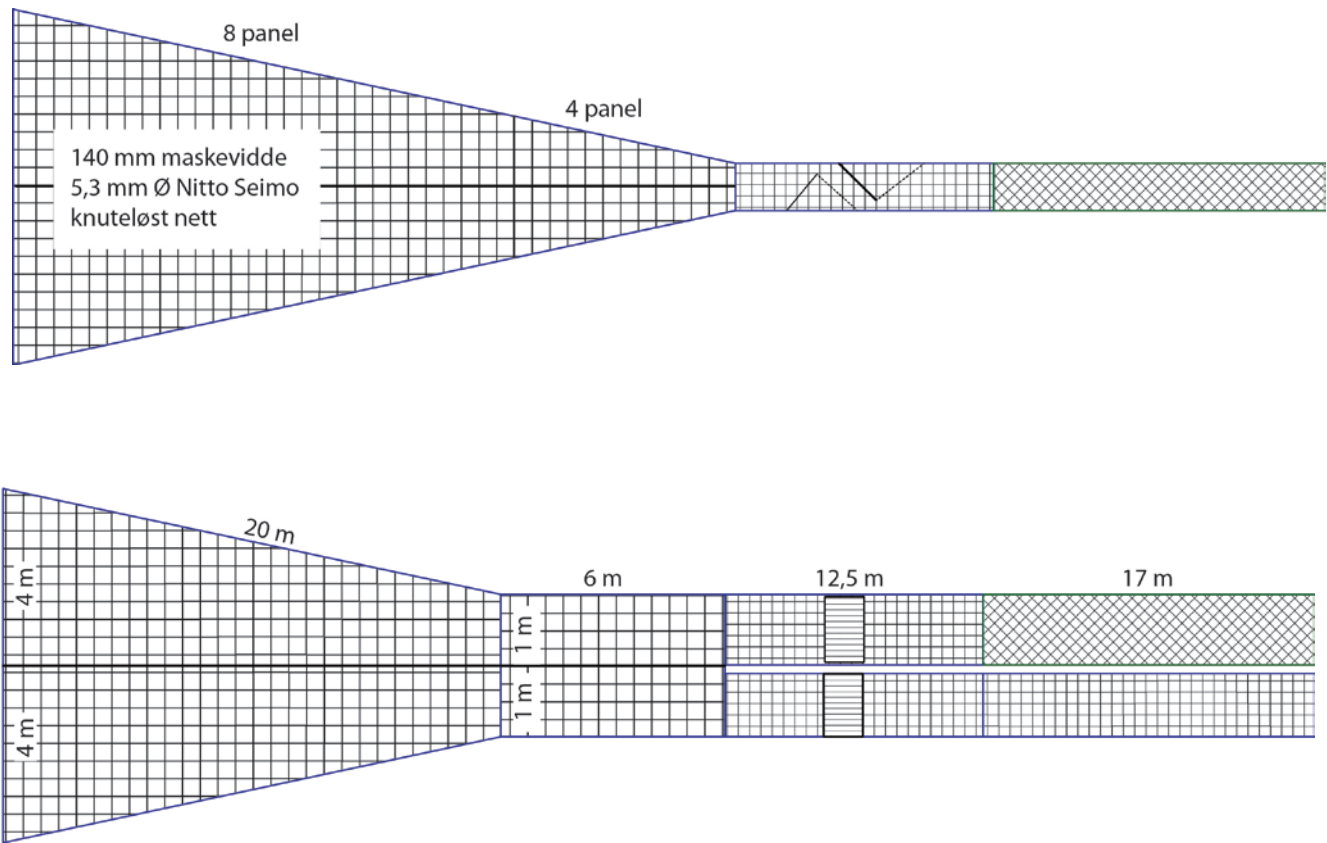
\* Ikke tatt med ved modellering av midlere seleksjon for forsøket.

**Tabell 3.** Seleksjonsparametre for hyse for det enkelte hal. I hal 1-5 ble det ikke fanget hyse. Tråltype er kodet P for pelagisk trål og B for bunntål.  $L_{50}$  er midlere seleksjonslengde, SR er seleksjonsbredde, s er splittfaktoren og df antall frihetsgrader. cov11,cov12, ..., cov33 er elementene i kovariansmatrisen for  $L_{50}$ , SR og s. Ved beregning av kovariansmatrisen er  $L_{50}$  og SR gitt i mm.

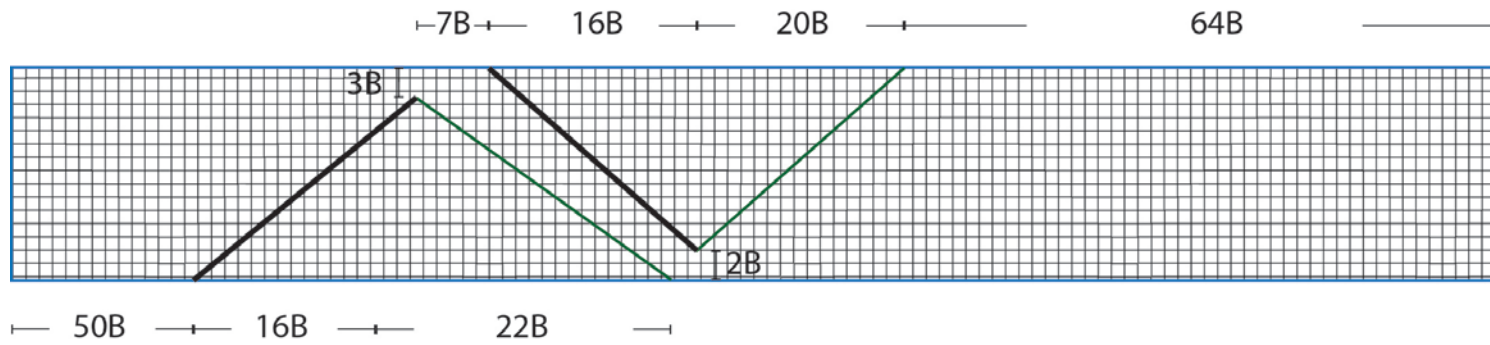
Hal	Trål	$L_{50}$	SR	s	P-value	Deviance	df	cov11	cov12	cov13	cov22	cov23	cov33
6	P	72,21	11,14	0,950	0,975	21,77	36	318064,3	11709,6	271,308	909,7	9,1620	0,2329
7	B	52,40	10,87	0,666	0,412	23,85	23	12885,0	7620,1	27,979	5114,6	15,9340	0,0624
8	B	47,35	8,12	0,530	0,740	21,95	27	938,2	816,1	2,477	1090,2	2,1248	0,0072
9	B	45,82	6,72	0,171	0,315	27,85	25	362,0	310,2	0,579	511,7	0,5019	0,0011
10	B	57,42	11,09	0,817	0,846	19,63	27	38434,4	10610,8	73,424	3166,8	19,7707	0,1416
11	B	50,38	6,67	0,667	<0,001	47,65	20	1249,3	723,1	3,996	657,2	1,9487	0,0149
12	B	47,33	8,32	0,515	0,362	27,94	26	443,0	380,8	1,191	457,0	0,9971	0,0034
13	B	48,77	8,60	0,651	0,009	49,95	29	447,5	370,1	1,058	429,2	0,8427	0,0027
14	B	49,96	7,83	0,448	0,302	30,28	27	641,9	458,5	1,861	435,7	1,2464	0,0059
15	P	41,54	0,10	0,272	<0,001	66,50	30	9522,4	200,8	0,007	461,4	0,0012	0,0007
16	P	46,81	8,36	0,409	0,825	21,02	28	819,4	752,4	2,018	897,4	1,8314	0,0053
17	P	72,36	14,02	0,950	0,167	39,61	32	808888,8	46664,1	527,586	2969,6	30,0972	0,3445

⑩ Ikke tatt med ved modellering av midlere seleksjon for forsøket.





**Figur 1.** Konstruksjon av bakpart, ristseksjon og pose laget i knuteløst Nitto-Seimo nett. Bakpart, ristseksjon, og toppanel av babord pose er laget med kvadratiske masker. Toppanel av styrbord pose, samt bunn- og sidepanel av begge posene er laget med kvadratmasker. Øvre figur: Systemet sett fra side. Nedre figur: Systemet sett ovenfra.



**Figur 2.** Montering av Flexirist i en 4-panels kvadratseksjon laget av 130 mm maskevidde knuteløst Nitto-Seimo nett.

## Overlevelse og kvalitet

Foreløpige resultater fra forsøk om bord på "G.O. Sars"  
19.-31. oktober 2010



Kjell Ø. Midling<sup>1</sup>, Aud Vold<sup>2</sup>, Tor H. Evensen<sup>1</sup>, og Ronny Jakobsen<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Nofima, Tromsø

<sup>2</sup>Havforskningsinstituttet, Bergen

## Formål

Aktiviteten skal belyse forbedringspotensialet hos trålfanget torsk i forhold til kvalitet. Hovedutfordringene i dagens trålfiske er "mis-match" mellom fangstkapasitet og produksjonskapasitet. Dette resulterer i at fangsten ofte bløgges/sløytes (direktesløying) mange timer etter at fisken er død. Fangstoperasjonen avsluttes ved at trålsekken trekkes opp slippet til tråldekket hvor fangsten utsettes for stor belastning (trykk og klemskader). I tillegg lagres fangstene i mottaksbinger under tråldekk uten tilførsel av vann. Dette resulterer i ytterligere trykkskader og ofte i svært dårlig kvalitet ved store hal (aka "trålkvalitet").

Kritiske faktorer å teste under toktet er derfor:

- Hvor stor overlevelse er det mulig å ha på trålfanget torsk?
- Er det forskjell mellom bunntål og pelagisk trål i forhold til overlevelse?
- Hvor utmattet er torsken når den kommer om bord?
- Hvordan restituerer torsken som overlever seg?
- Hvordan forholder resultatene seg til fangst av levende torsk med snurrevad?
- Hvilken ny teknologi trengs og hvor må eksisterende teknologi endres for å basere prosessering av torsk på et levendelager om bord?

Prosjektet var et samarbeid mellom Havforskningsinstituttet (prosjektet «Problemstillinger knyttet til et pelagisk trålfiske etter torsk og hyse») og Nasjonalt kompetansesenter for fangstbasert akvakultur ved Nofima Marin, Tromsø.

## Metoder

### Fiskens tilstand umiddelbart etter fangst

#### *Refleks*

Fra 3 bunntålhal og 3 pelagiske trålhal ble det tatt ut 10 fisk til reflekstesting (se Humborstad et al. 2009 for nærmere beskrivelse av metode.) Reflekstesting gir et relativt mål på fiskens levedyktighet/fysiologiske tilstand.

#### *Fysiologi*

Grad av utmattelse og restitusjon etter fangst hos torsken ble målt gjennom en rekke fysiologiske parametre (blant annet pH i muskel og blod, lactat og glucose i blodet og blodgasser) hos 20 individer like etter at trålposen var kommet opp på dekk.

#### *Restitusjon*

Så snart fiskeposen var på dekk etter et trålhal, ble det tatt ut prøver til ulike målinger av fiskens fysiologiske tilstand og vurderinger av potensialet for å holde den levende i spesialbygde tanker om bord. Straks sekken ble åpnet, ble 50 enkeltfisk plukket fra dekk og overført til 3 stk. 800 liters transportkar med vanngjennomstrømming etter oppstrømsprinsippet. Fisken i det ene karet ble brukt til å måle endringer i O<sub>2</sub>-opptak over tid. Det andre ble brukt til å ta ut prøver for fysiologiske målinger ved ulike tidsrom etter fangst.

Det tredje ble brukt til å se på overleving over ett døgn.

Prøver for fysiologiske målinger ble tatt ut 0, 2, 6, 12 og 24 timer etter fangst. Ved tid 0 ble det tatt ut 20 fisk, mens det senere ble tatt ut 10 fisk ved hvert tidspunkt. Fisken ble umiddelbart tatt inn i laboratoriet, der det ble tatt ut blodprøver fra vena cauda vha. hepariniserte vacutainere. PH ble målt i muskel og blod vha. stikk-pH-meter, Lactat i blod ble målt med Lactate-Pro og blodsukker med standard Mini-Freestyle Lite blodsukkermåler. Videre ble en rekke fysiologiske parametere målt med i-STAT helblodanalysator. Serum ble frosset ned for senere analyser av cortisol.

### **Filetkvalitet og rigor mortis**

Fisk bløgget (utblødd 30 minutter) og sløyd ble fryst inn for opparbeiding i laboratoriet på Nofima. Filetene blir blant annet analysert i forhold til farge og innhold av blod og vil sammenlignes med tradisjonelt trålråstoff. 20-fisk grupper ble tatt ut når fisken kom om bord og etter 12 og 24 timer i tankene og målt i forhold til utvikling i dødsstivhet (Rigor mortis) og endring i pH i muskel post mortem. Disse parametrene gir informasjon om fiskens utmattelsesstatus og når den kan prosesseres etter død uten å påføre fileten feil.

### **Resultater**

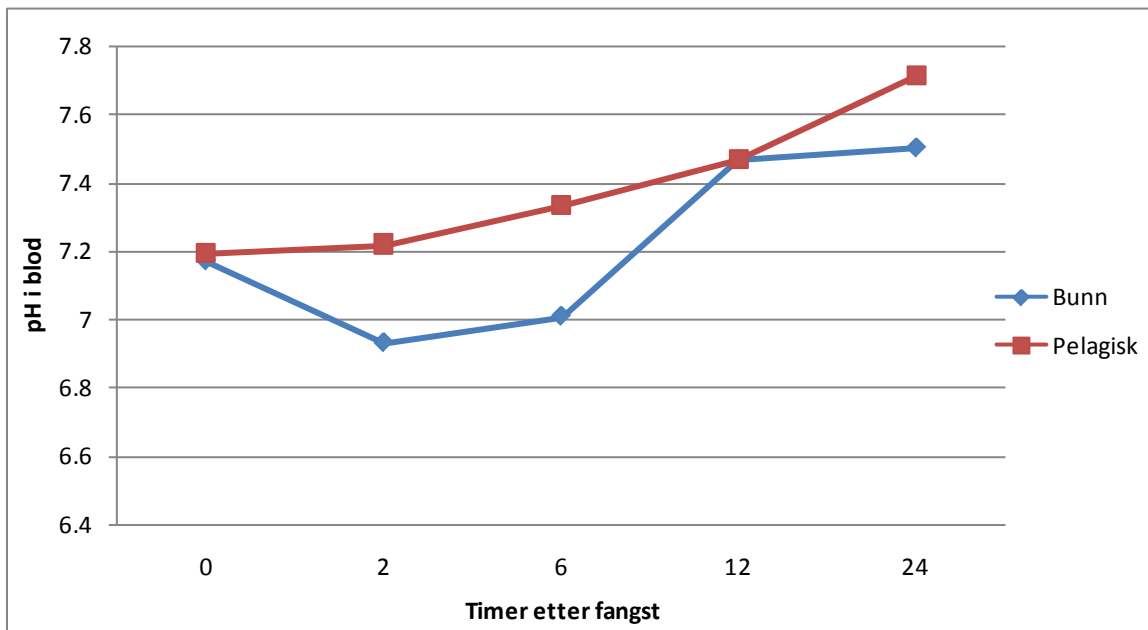
De fysiologiske prøvene som ble tatt umiddelbart etter fangst, viste verdier som forventet hos fisk som har utvist fysisk aktivitet (svømming foran og i trålen). pH i muskel og blod var lavere enn normalt, mens lactat og glucoseverdiene var høyere. Det var ingen klare forskjeller på fisk som var tatt med pelagisk og bunntrål, mens tauetid viste seg, ikke uventet, å virke noe inn på verdiene. Jo lengre tauetid, jo lavere pH og høyere lactatverdier etter fangst. Resultatene fra reflekstestene vil bli analysert etter at toktet er avsluttet.

Overlevelsen hos torsk som ble overført til transporttanker og holdt der ett døgn, var imidlertid uventet høy hos fisk både fra bunntrål og pelagisk trål. Overlevelsen i bunntrålhalet var 95 %, mens den var 89 og 90 % i de to bunntrålhalene. Man skal være forsiktig med å tilskrive disse forskjellene i overlevelse til tråltipe, siden faktorer som tauetid, fangstmengde og annet varierte mellom halene. Det var få såkalte flytere i de fleste halene, med unntak av i ett av de pelagiske halene.

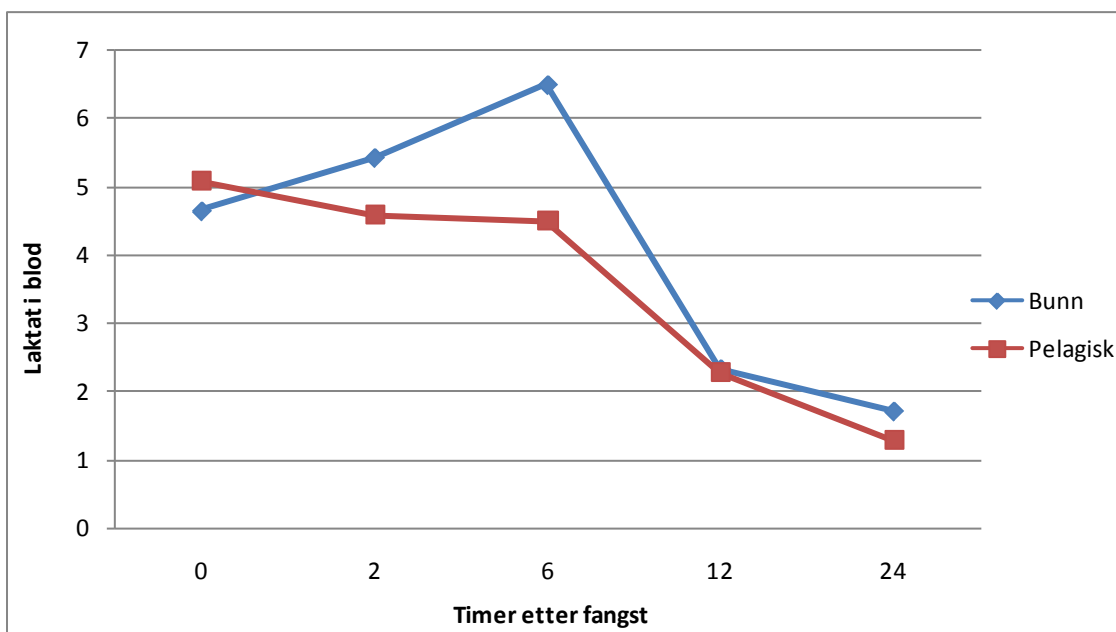
### **Restitusjon**

pH-verdiene i både blod og muskel var lave rett etter fangst (Figur 1 og 2) som et resultat av svømmeaktiviteten i trålen. Målingene som ble gjort 2, 6, 12 og 24 timer etter fangst viste at pH holdt seg lav de første timene etter fangst, og i bunntrålhalet faktisk var lavere etter 2 og 6 timer. Deretter steg pH som forventet hos fisk som ikke utviser særlig fysisk aktivitet. Fisken i karene lå mer eller mindre ubevegelige på bunnen av karene det første døgnet etter fangst. Dette skyldtes trolig både lav temperatur i vannet (+1 °C), at svømmeblæra var sprengt og at torsken er utmattet. Fra 6 til 24 timer vil torsken normalt periodevis løfte seg fra bunnen og svømme pelagisk, noe som også skjedde her. Den punkterte gassblæra er funksjonell like etter fangst, men det vil ta mer enn ett døgn før den igjen er så full at den gir torsken tilstrekkelig oppdrift.

Verdiene av laktat og glukose i blodet var høyt etter fangst. Dette er også som forventet etter fysisk aktivitet. Verdiene holdt seg høye en periode etter fangst på ca. 6 timer, for deretter å restitueres mot normalt nivå da fiskens aktivitetsnivå var lavt.



**Figur 1.** Utvikling av pH i blodet fra torsk som ble holdt levende i kar etter fangst med bunntål og pelagisk trål. pH var lav rett etter fangst på grunn av svømmeaktivitet under fangst, men resitituerte seg til nær hvilenivå i løpet av ett døgn.

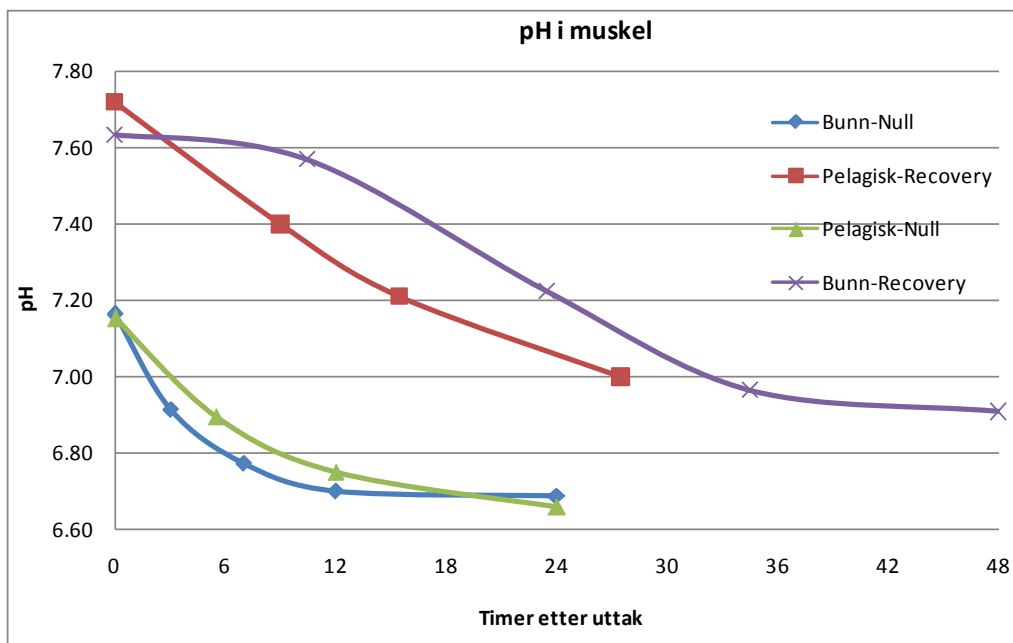


**Figur 2.** Utvikling av laktat i blodet fra torsk som ble holdt levende i kar etter fangst med bunntål og pelagisk trål. Innholdet av laktat, som generelt øker ved stor muskelaktivitet, var høy rett etter fangst, men resitituerte seg i løpet av ett døgn.

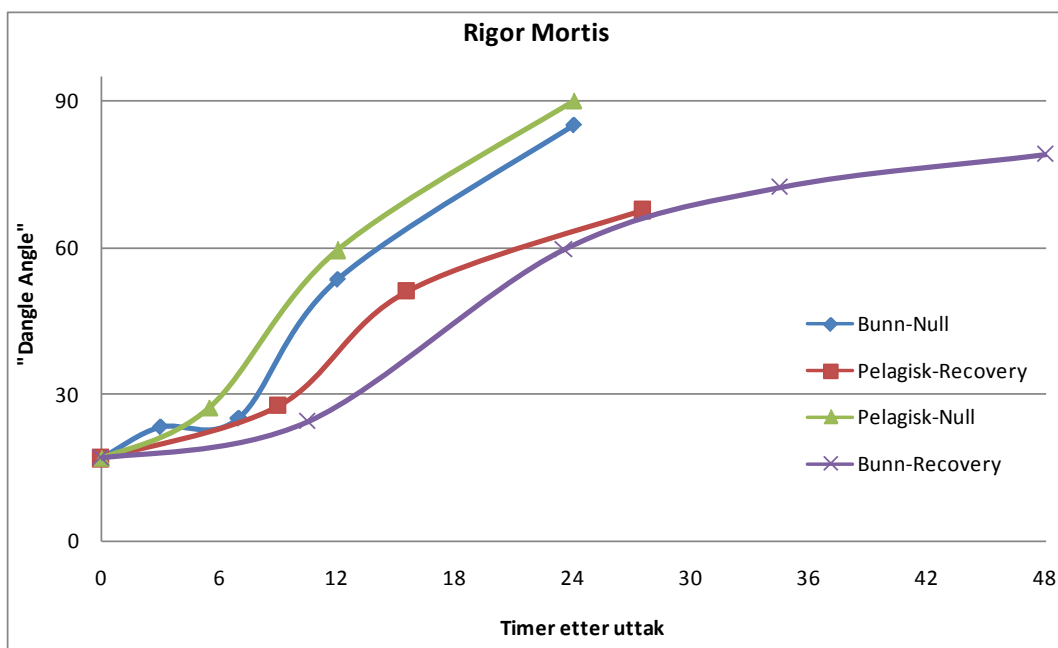


## Filetkvalitet / rigor mortis

Det er særlig status i dødsstivhet, *Rigor mortis* (R.m.), og innholdet av blod i fiskens muskulatur som påvirker filetkvaliteten. Prosessering av fisk i R.m. vil øke feilskjæring i maskinell bearbeiding (sløyting og filetering) og bidra til økt spalting av fileten. Det er god sammenheng mellom surhetsgrad (pH) i muskel og blod og hvor lang tid det tar før fisken går inn i R.m. Jo mer skånsom fangsten er og jo lengre tid fisken holdes levende etter fangst, desto lengre tid før den blir dødsstiv og jo bedre kvalitet. I disse forsøkene synker pH i blod og muskulatur raskt og forløp av R.m. er svært forskjellig mellom nyfanget og restituert torsk (Fig 3. og 4.). Innhold av blod i hvit muskulatur hos torsk (rosa farge) er ennå ikke analysert, men erfaringer fra snurrevadfanget torsk tilsier at fisk lagret ett døgn vil være betydelig hvitere enn nyfanget torsk. Trålfanget torsk vil kunne fremstå som "autoline-torsk" kvalitetsmessig.



**Figur 3.** Utvikling av pH i muskulatur hos torsk post mortem lagret på is viser store forskjeller i nivå mellom nyfanget (bunn-null, pelagisk-null) og etter ett døgns restitusjon (bunn-recovery, pelagisk-recovery).



**Figur 4.** Utvikling av Rigor mortis hos torsk post mortem lagret på is viser store forskjeller i nivå mellom nyfanget (bunn-null, pelagisk-null) og etter ett døgn restitusjon (bunn-recovery, pelagisk-recovery). For restituert torsk blir ikke torsken så dødsstiv, selv etter to døgn lagring på is, at den vil skades ved maskinell bearbeiding.

## Diskusjon og konklusjon

Trålfanget torsk oppfører seg svært likt snurrevadfandet torsk etter fangst.

Resultatene gir grunnlag for å basere fremtidig trålfiske etter torsk på et bufferlager av levende torsk om bord.

Ved normal innfrysing på en tråler (4 tonn per time) vil fisk i et ti-tonns hal bare ha maksimalt 2,5 timer oppholdstid i tanken før den produseres. Overlevelse på nær 100 % før prosessering synes derfor sannsynlig.

De nye metodene og teknikkene kan sterkt redusere eller eliminere tradisjonelle skader på trålråstoff som klemskader og dårlig utblødning. Den nye driftsformen fordrer noe ny teknologi og endring av eksisterende teknikker. De viktigste endringene er:

- Det må utvikles skånsomme teknikker for ombordtaking eller pumping til tank. Dette fordrer rigid slange (30-40 meter lang) montert på sekk. Slangen må kobles til slange om bord og fangsten pumpes om bord, ved vakuumpumpe eller lavtrykkslasting til spesialbygde tanker.
- 3 ganger 50 m<sup>3</sup> levendefisktanker vil være tilstrekkelig for å prosessere 70-100 tonn/dag.
- Delvis eller helt restituert fisk må bedøves før den kan bløgges og avlives effektivt. Dette fordrer maskinell bedøving/bløgging. I 2011 skal Nofima gjennomføre de første testene av slikt utstyr i Norge på snurrevadfartøy. Resultatene vil kunne overføres til

trålere. Det er forventet at to små kompakte maskiner gir en prosesskapasitet på 10 tonn/time.

De viktigste observasjonene som ble gjort i forbindelse med kvalitet og overlevelse på dette toktet, var altså at overlevelsen til torsk både fra bunntål og pelagisk trål var meget god etter fangst, faktisk på høyde med det man finner for snurrevadfanget fisk som i dag benyttes for levendefangst av torsk. Dette var overraskende og uventet og gir store muligheter til å utnytte kvaliteten på fiskeråstoffet om bord på trålerne. Dersom fartøyene utstyres med lagringstanker for fisk ombord, vil fangsten kunne overføres umiddelbart til disse buffertankene for mellomlagring, og etter en restitusjonsperiode tas ut for bløgging og prosessering avhengig av kapasitet i fabrikk. Mye av fangsten vil også kunne føres levende i land for videre lagring, særlig dersom man involverer nye fartøy (brønnbåter).

### **Referanser**

Humborstad, O.-B., Davis, M.W., Løkkeborg, S., 2009. Reflex impairment as a measure of vitality and survival potential of Atlantic cod (*Gadus morhua*). Fisheries Bulletin 107: 395-402.