

# SLUTTRAPPORT / 2019



**sfi**  Centre for  
Research-based  
Innovation

# INNHOOLD

<b>1. SAMMENDRAG</b> .....	<b>6</b>	<b>8. INTERNASJONALT SAMARBEID</b> .....	<b>56</b>
<b>2. SUMMARY</b> .....	<b>8</b>	<b>9. FORSKERUTDANNING OG REKRUTTERING</b> .....	<b>58</b>
<b>3. VISJONER OG MÅL</b> .....	<b>10</b>	9.1 PhD-studenter.....	59
<b>4. FAKTA OM CRISP</b> .....	<b>12</b>	9.1.1 Bruk av dataverktøy for korrigerings av sonarbilder.....	59
4.1 Konsortiet.....	12	9.1.2 Alternativer til bunntråling.....	60
4.2 Organisering.....	13	9.1.3 Bedre kvalitet med skånsom behandling.....	61
4.3 Styret.....	14	9.1.4 Fangstkvalitet og størrelsesseleksjon i bunntrålfisket etter torsk.....	62
4.4 Vitenskapelig rådgivingskomité.....	15	9.1.5 Hvordan redusere skader på makrell.....	63
4.5 CRISPmedarbeidere.....	16	9.2 PostDoc-stillinger.....	64
4.6 Samarbeid mellom senterets partnere.....	16	9.2.1 Torskefisk tåler utmattelse bra.....	64
<b>5. FINANSIERING GJENNOM SENTERETS LEVETID</b> .....	<b>17</b>	<b>10. KOMMUNIKASJON</b> .....	<b>65</b>
<b>6. RESULTATER - NØKKELTALL</b> .....	<b>18</b>	<b>11. EFFEKTEN AV Å DELTA I SENTERET</b> .....	<b>66</b>
<b>7. FORSKNING</b> .....	<b>19</b>	11.1 Havforskningsinstituttet: CRISP åpner for nye tilnærminger til bestandsovervåkingen.....	66
7.1 FORSKNINGSPLAN.....	19	11.2 Dyp involvering i hele CRISP-perioden.....	68
7.2 Forskningsaktiviteter i arbeidspakkene.....	21	11.3 Scantrol Deep Vision AS: Kamera i trålen åpner for automatisk sortering.....	69
7.2.1 WPI - Identifikasjon av kvantitet, størrelsesfordeling og artssammensetning før fangst.....	21	11.4 Vellykket utvikling av justerbare tråldører.....	70
7.2.2 WP2 – Redskaps- og fangstovervåkingssystemer i ringnot.....	26	11.5 Nergård Havfiske AS vil bruke CRISP-løsninger på nytt fartøy.....	71
7.2.3 WP3 - Fangstovervåking og fangstkontroll under tråling.....	34	<b>12. VEIEN VIDERE</b> .....	<b>72</b>
7.2.4 WP4 - Trål med mindre miljøpåvirkning.....	38	<b>13. KONKLUSJON</b> .....	<b>74</b>
7.2.5 WP5 - Kvalitetsforbedring.....	40	<b>APPENDIX 1</b> Statement of accounts for the complete period of centre financing.....	<b>76</b>
7.2.6 WP6 - Verdiskaping.....	44	<b>APPENDIX 2</b> Personell.....	<b>77</b>
7.3 Høydepunkter.....	47	<b>APPENDIX 3</b> Publikasjoner.....	<b>80</b>
7.3.1 Nøyaktigere fangstinformasjon med bedre sonarsystemer.....	47		
7.3.2 Ni år med Deep Vision.....	48		
7.3.3 Fangstkontroll er en nøkkelfaktor for høyere produktkvalitet.....	49		
7.3.4 Skånsom behandling av fisken lønner seg.....	50		
7.3.5 Det overordnede bildet.....	52		
7.4 Innovasjoner i CRISP.....	53		
7.5 Utmerkelser.....	54		



# FORORD

## Ved Forskningsdirektør Geir Huse



*Geir Huse, Forskningsdirektør ved Havforskningsinstituttet og styremedlem i CRISP.*

*(Foto: Havforskningsinstituttet)*

**CRISP SFI**en har vært rettet mot sentrale utfordringer for Havforskningsinstituttet og fiskerinæringen knyttet til videre utvikling av bærekraftige fiskerier. Dette er et sentralt arbeidsfelt for Havforskningsinstituttet, og CRISP har involvert flere av våre forskningsgrupper. Konsortiet bak CRIPS består av fire forskningspartnere, fire industripartnere og to sponsorer som alle har vært med gjennom hele prosjektet. CRISP har

vært et meget viktig prosjekt for Havforskningsinstituttet av flere grunner. Det har gitt oss mulighet til å gjennomføre viktig og nyttig forskning og utvikling av observasjons- og fangstteknologi for å øke bærekraften innen fiskeri. Havforskningsinstituttet har arbeidet med disse temaene i en årrekke, men CRISP har hatt et omfang og en langsiktighet som har gjort at vi har fått ferdigstilt flotte forskningsleveranser, nyttige anvendelse og utvikling og testing av ny metodikk. Prosjektet har også vært nyttig for Havforskningsinstituttet sin forskerrekuttering og kompetanseutvikling.

Det nære innovasjonssamarbeidet mellom forskning og næringsliv er det unike med SFI ordningen. Dette har fungert meget bra innen CRISP og ikke minst for Havforskningsinstituttet. Vi har videreført vårt langvarige samarbeid med Kongsberg, mens vi har fått betydelig styrket samarbeidet med Deep Vision. Utviklingen av denne «kame-raboksen» har vært meget vellykket og Havforskningsinstituttet har nå kjøpt inn to fulle Deep Vision systemer og bruker disse på mange tokt, både til forskning og overvåking. Et annet eksempel på innovativ teknologi som har kommet ut av prosjektet er prøvetakingskanonen som skyter en liten trål ut i noten og brukes til å ta prøver fra kastet uten at fiskeren har behov for å trenge fisken tett sammen. Deep Vision og prøvetakingskanonen er eksempler på prisvinnende ny fiskeriteknologi fra CRISP!

Et viktig element i CRISP har vært satsingen på å forbedre mengdemåling og artsgjenkjenning ved bruk av sonar. Dette er viktig for å kunne ha et godt estimat på størrelse, art og størrelse på fisken før nota settes. Gjennom mer presis informasjon i forkant kan fiskerne unngå å sette nota rundt stimer som er

for store eller av andre grunner ikke er ønskelig å fangste. Dette sparer mulig neddreping av fisk som i verste fall kan skje når man trenger nota og det sparer fiskeren unødig tidsbruk på stimer som ikke bør fanges.

Et annet forskningstema har vært å gjøre bunntråling mer skånsomt mot bunnhabitatene. Innen CRISP har man utviklet og testet semi-pelagisk trålmetodikk der tråldorene ikke har kontakt med bunnen. Dermed reduserer man påvirkningen på bunnen betydelig selv om fangstratene reduseres noe.

Et annet viktig aspekt ved CRISP er at vi har hatt mange stipendiater og post docs involvert. For disse vil forhåpentligvis CRISP ha vært en viktig milepæl i forskerlivet og som har formet dem som forskere. Dette har gitt prosjektet en viktig rolle innen forskerrekuttering. Prosjektets størrelse i antall personer involvert og den lange horisonten med et åtte års prosjekt er unikt, og den spisesede satsingen over tid har gitt CRISP en unik tyngde. Det har også gjort at det har blitt ferdigstilt en rekke teknologiske nyvinninger som man ofte ikke får tid til innenfor rammene av vanlige forskningsprosjekter. Så vi på Havforskningsinstituttet er særdeles fornøyd med at vi ble tildelt CRISP prosjektet og at prosjektgruppen har jobbet så godt sammen og fått til så flotte resultater. Sluttrapporten fra prosjektet er imponerende lesning og gir en flott oversikt over alt det som har kommet ut av prosjektet. En stor takk går ut til Aud Vold og John Willy Valdemarsen som har vært prosjektledere og til arbeidspakkelederne som i fellesskap har loset prosjektet trygt i havn!

# FORORD

## Ved senterleder Aud Vold

**CRISP-senteret**, eller Center for Research-based Innovation in Sustainable fish capture and Processing technology som er det egentlige navnet, har vært i virksomhet siden 1. april 2011, altså åtte år. Denne rapporten er senterets slutt-dokument, og gir en kort beskrivelse av senteret og partnerne. Den gir også et glimt inn våre arbeidsmåter og presenterer de aller viktigste resultatene vi har oppnådd.

I CRISP har industri og forskning jobbet sammen for å utvikle fiskerinæringen på en bærekraftig måte. Dette har vi gjort gjennom å utvikle «smarte teknologier» som kan lede til ansvarlige fiskerier og på samme tid gi økt lønnsomhet for fiskeflåte og leverandørindustri.

Denne rapporten gir ikke en utførlig beskrivelse av alle våre nyvinninger eller presenterer alle våre vitenskapelige framskritt i detalj. For de som er interessert i de ulike innovasjonene eller forskningsresultatene, henviser vi til våre industripartneres hjemmesider og til referanselisten som finnes bakerst i rapporten.

Etter 8 års virksomhet er CRISP sin virketid nå over. I disse årene har partnerne i CRISP utviklet et nært samarbeid som vil bli videreført i ulike avskygninger. I løpet av åtte år har vi arbeidet med mange problemstillinger, hvorav noe har blitt fiasko og forkastet. Men når vi ser tilbake på samarbeidet i retrospektiv, er det de mange suksesshistoriene som har kommet ut av samarbeidet som først slår en. Vi håper og tror at denne rapporten vil vise dette.

De tre viktigste produktene fra senteret har vært: 1. Nye produkter / smarte teknologier; 2. Vitenskapelig resultater, publikasjoner og deltakelse i vitenskapelige fora; 3. Forskerutdanning. Vi er



*Senterleder Aud Vold orienterer om CRISP for EU-kommisjonen i Brussel (Foto: Havforskningsinstituttet).*

særlig fornøyd med at halvparten av våre nyutdannede forskere er kvinner, - dette til tross for at fiskeriteknologi tradisjonelt har vært et sterkt mannsdominert miljø.

Havforskningsinstituttet er stolte av å ha vært vertsinstusjon for CRISP gjennom åtte år. CRISP sin målsetning, bærekraftig høsting av havet, ligger midt i instituttets kjerneverdier og har bidratt til å styrke instituttets omdømme i så måte.

Som senterets leder gjennom den siste halvdelen av CRIPS sin funksjonstid, vil jeg takke alle samarbeidspartnerne i CRISP for godt samarbeid. Mange gode vennskap er knyttet under CRISP-paraplyen. Jeg vil også takke den forrige

senterlederen, John Willy Valdemarsen, som var en nøkkelperson under oppstartsfasen og ledet senteret stødig gjennom de første fire årene. Jeg vil også rette en spesiell takk til Olav Vittersø, administrerende direktør i Simrad (del av Kongsberggruppen) som har vært vår styreleder gjennom hele senterets funksjonstid.

**Aud Vold**  
*Senterleder*



# I. SAMMENDRAG

CRISP, Senteret for forskningsbasert innovasjon innen bærekraftig fangst og prosesseringsteknologi, startet sin forskningsaktivitet i april 2011 og avsluttet 30. mars 2019. Konsortiet har siden starten bestått av de samme fire industripartnere (Kongsberg Maritime AS, Simrad; Scantrol Deep Vision AS; Egersund Group AS; Nergård Havfiske AS), fire forskningspartnere (Havforskningsinstituttet (HI); Nofima AS; Universitetet i Bergen; Universitetet i Tromsø) og to sponsorer (Norges Råfisklag; Norges Sildesalgslag).

## Senterets forskning var organisert i seks vitenskapelige arbeidspakker (WP'er):

1. Identifikasjon av kvantitet, størrelsesfordeling og art før fangst
2. Redskaps- og fangstovervåkings-systemer i ringnotfiske
3. Metoder for fangstovervåking og fangstkontroll under tråling
4. Utvikling av tråler med redusert miljøpåvirkning
5. Kvalitetsforbedring
6. Verdiskapning

I løpet av CRISP sin levetid har senteret utviklet ny kunnskap, nye fiskeredskaper og instrumenter for fiskeflåten som viktige verktøy for å gjøre trål- og ringnotfisket mer bærekraftig. Disse framskrittene har kun vært mulige på grunn av et omfattende samarbeid mellom senterets industripartnere og forskningsinstitusjoner.

**WP1:** Både fiskeindustrien og forskningsinstitusjonene trenger mer nøyaktige tetthets- og mengdemålinger av stimdannende fiskearter enn det som var mulig med de instrumentene som var tilgjengelige da CRISP startet opp. Simrad har samarbeidet med HI for å utvikle nye og bedre fiskerisonarer som kan kvantifisere volumet av en stim før nota settes ut. Dette inkluderer både nye robuste sonarkalibreringsmetoder og en bedre forståelse av hvordan fiskens adferd påvirker tilbakespredningen når man observerer fisken sett fra siden. Bredbandsekkolodd, som kan måle fiskestørrelse og art før redskapet settes, er også utviklet. Dette kan medføre en betydelig reduksjon i mengden uønsket fangst og dermed også bidra til at mengden av fisk som kastes ut reduseres.

**WP2:** Skipperen på et ringnotfartøy har behov for verktøy som kan gi bedre kontroll over fangstprosessen. I tillegg til å få bedre identifikasjon av fangsten

før nota settes ut, trenger han å overvåke notas geometri gjennom fangstprosessen og den fangede stimens atferd inne i nota. Forbedret fangstovervåking gjør det mulig for fiskerne å optimalisere sine fangststrategier for å maksimere verdien av en begrenset fartøyskvote, samtidig som man bidrar til økt bærekraft ved å unngå uønskede fangster. I CRISP har denne arbeidspakken særlig satt søkelys på tre emner: 1) utvikling og testing av sonarteknologi for fangstkontroll inne i en ringnot under fiske; 2) overvåking av notredskapets geometri og funksjon ved hjelp av sonar- og transponderteknologi; og 3) overvåking av atferden og velferdsstatusen i ringnotfangster, særlig i forbindelse med slipping av uønskede fangster.

**WP3:** hadde som mål å redusere uønskede fangster under kommersiell tråling ved å gi skipperen sanntids informasjon om fiskeredskapets ytelse, og om mengden, typen og størrelsen på fisken som fanges. Følgende innovasjoner har blitt utviklet: 1) Trål «HUB» for kamera og akustiske systemer; 2) Fangst- og redskapsinformasjonssystem for trål, Simrad FX80; 3) Visuelt klassifiseringssystem for fisk i trål, Deep Vision; 4) Teknologi for aktiv seleksjon i trål. Samarbeidspartnere i WP3 var Kongsberg Maritime Simrad, Scantrol Deep Vision, HI og UiB.



**WP4:** Gjeldende trålpraksis anses ikke som bærekraftig. Den er skadelig for havbunnen, har ofte høy bifangst og høyt drivstofforbruk som kan påvirke miljøet. Trålingens fremtid vil således i stor grad avhenge av utviklingen av trålteknikker som reduserer disse negative virkningene betydelig. WP4 har adressert design, rigging og bruk av trålredskaper for å oppnå slike mål. Dette inkluderer utvikling av styrbare tråldører (Egersund Group, Simrad og HI), undersøkelse av effektiviteten til semipelagiske tråler og utvikling av fangstreduksjonsinnretninger for trål.

**WP5:** Den norske flåten av havgående trålere har gjennomgått betydelige endringer siden tusenårskiftet. I CRISP har det vært et mål å øke kvaliteten og verdien av råstoffet gjennom å endre måten trålen håndteres på og hvordan fangsten behandles. Økt kvalitet kan oppnås ved å minimere stress under tråling og ved å innføre ny teknologi som gjør håndteringen av fangsten mer skånsom. Studier av effekter av ulike stressfaktorer på fisk under fangst og håndtering har blitt utført ombord på fiskefartøyer, men også i kontrollerte eksperimentelle studier i CRISP sin trålsimulator. Forsøk i samarbeid med Nergård Havfiske AS har vist at bruk av liknende håndteringsteknikker som brukes i fangstbasert akvakultur og opp-

drett (mild håndtering, levende lagring i tanker før slaktning, automatisk bedøvelse og blødning, m.m.) har en positiv effekt på fiskekvaliteten.

**WP6:** Aktiviteten i denne arbeidspakken har vært rettet mot å måle verdiskapningen og bærekraften til den nye teknologien som er utviklet gjennom CRISP sine aktiviteter. CRISP har satt søkelys på fartøygruppene bunntrål og ringnot. I innledningsfasen ble fartøygruppens økonomiske status undersøkt. Den videre utviklingen av fartøygruppene er deretter overvåket gjennom hele prosjektperioden. Dette har vært grunnlag for å måle hvilke effekter de nye teknologiene som er utviklet gjennom arbeidet i CRISP har hatt for flåten. I dette arbeidet er det utviklet modeller som kan visualisere hvordan teknologiutviklingen har påvirket miljøet og verdiskapningen i form av redusert drivstofforbruk og forbedret kvalitet.

CRISP hadde syv doktorgradsstillinger, hvorav fire disputerte før senteret ble avvirket, mens de to siste vil fullføre innen kort tid. Halvparten av våre PhD-kandidater og mastergradsstudenter var kvinner, noe som er et viktig skritt mot økt likestilling i en tidligere sterkt mannsdominert bransje.

CRISP har samarbeidet med internasjonale forskningsinstitusjoner når et slikt samarbeid har vært gunstig for felles utvikling og innføring av bærekraftig fiskeriteknologi utenfor Norge. Næringslivspartnerne i CRISP er alle norske-eide, og alle har sin produksjonsvirksomhet i Norge. De har derfor vært motvillige til å involvere utenlandske partnere som kan dele kunnskap om produktutvikling med utenlandske industrikonkurrenter. Det har imidlertid vært viktig å formidle CRISP-filosofien og CRISP-teknologien til det internasjonale samfunnet. Eksempler dette har vært å delta i internasjonale møter og kongresser, ta del i internasjonale prosjekter (for eksempel Horizon 2020-prosjekter) og ved å gi kurs i bruk av CRISP-teknologi for internasjonale studenter og institusjoner.

Etter 8 års virksomhet er CRISP-samarbeidet nå avsluttet. I løpet av disse årene har partnerne i CRISP utviklet et nært og godt samarbeid som vil bli videreført i ulike former. Vi føler oss sikre på at det sterke kompetanse-miljøet som er bygget opp gjennom de siste åtte årene også vil bli etterspurt i tiden som kommer, og flere samarbeidsprosjekter er allerede på trappene.



## 2. SUMMARY

CRISP, the Centre for Research-based Innovation in Sustainable fish capture and Processing technology, started its research activities in April 2011 and ended up 30 Mars 2019. Since its launch, the consortium has consisted of the same four industry partners (Kongsberg Maritime AS, Simrad; Scantrol Deep Vision AS; the Egersund Group AS; Nergård Havfiske AS), four research partners (Institute of Marine Research (IMR); Nofima AS; University of Bergen; University of Tromsø), and two sponsors (Norges Råfisklag; Norges Sildesalgslag).

### The research of the Centre was organized in six scientific work packages (WPs):

1. Pre-catch identification of quantity, size distribution and species composition
2. Gear and catch monitoring systems in purse seine
3. Methods for capture monitoring and catch control during trawling
4. Development of low-impact trawls
5. Quality improvement
6. Value adding

During the lifetime of CRISP, the centre has developed new knowledge, new fishing gears and instruments for the fishing fleet as important tools for making the trawl and purse seine fisheries more sustainable. These achievements have only been possible because of extensive cooperation between the centre's industry partners and research institutes.

**WP1:** At the start of CRISP both the fishing industry and research institutes needed more accurate density and abundance measurements of schooling fish species than what was possible with existing instrumentation. In CRISP Simrad has collaborated with IMR to develop new and improved fishery sonars which can quantify the volume of a fish school prior to shooting a fishing net. This includes both new robust sonar calibration methods, but also a better understanding of how fish behaviour affects the backscattering when observing the fish in lateral aspects. Also, high definition echo sounders, which can measure the fish size and species prior to setting the net, has been developed. This may substantially reduce the amount of unwanted catch and consequently also the lower the level of discarding and unintentional mortality.

**WP2:** Purse seine fishermen need tools to improve their control over the capture process, including better characterisation of the catch before they shoot their nets, as well as being able to monitor the geometry of the purse seine and the behaviour of the catch during the capture process. Improved catch characterisation enables fishermen to optimise harvesting strategies to maximise the value of limited vessel quotas, while improving the sustainability of the fishery by helping to avoid taking unwanted catches. In CRISP this work package has focused on three topics: 1) testing of sonar technology for catch control inside a seine net; 2) monitoring purse seine geometry and performance using sonar and transponder technology; and 3) monitoring the behaviour and welfare status of purse seine catches, particularly during slipping of unwanted catches from the net.

**WP3:** had the goal of reducing unwanted catches during commercial trawling by providing the skipper with real-time information on the performance of their fishing gear and the amount, type, and sizes of fish being captured. The following innovations have been developed: 1) Trawl HUB for camera and acoustic systems; 2) Catch and gear information system for trawl, Simrad FX80; 3) Visual fish classification system for trawl, Deep Vision;





4) Active device for selection in trawls. The cooperating partners in WP3 were Kongsberg Maritime Simrad, Scantrol Deep Vision, IMR and UiB.

**WP4:** The current trawling practice is regarded as unsustainable. It may be harmful to the seabed, have high bycatch rates and high fuel consumption that can affect the environment. The future of trawling will thus largely depend on the development of trawling techniques that significantly reduce these negative impacts. WP4 has addressed the design, rigging and operation of trawl gears to achieve such objectives. This includes development of manoeuvrable trawl doors (Egersund Group, Simrad and IMR), investigation of the efficiency of semi-pelagic trawling, and development of catch reduction devices for trawls.

**WP5:** The Norwegian fleet of trawlers has gone through substantial changes since the turn of the millennium. In CRISP, one aim has been to increase the quality and the value of the raw material through altering the way the trawl is used and how the catch is treated. Better quality can be achieved by minimizing stress during trawling, and by implementing new technologies that makes the handling of the catch more lenient. Studies of the effects of different stressors on fish during capture and handling have been carried out aboard fishing vessels as well as in con-

trolled experimental studies in CRISP's large-scale trawl simulator. Experiments in collaboration with Nergård Havfiske AS has shown that applying handling techniques similar to those used in capture-based aquaculture (gentle handling, storing in live fish tanks before slaughter, automatic stunning and bleeding, and others) has a positive effect on fish quality.

**WP6:** The activity in this work package has been aimed at measuring the value creation and sustainability of the new technologies developed through the activities of CRISP. CRISP has focused on two vessel groups: demersal trawlers and purse seiners. In the initial phase, the economic status of the vessel groups was surveyed. Thereafter, the development of the vessel groups has then been monitored throughout the 8-years period of CRISP. This has been the basis for measuring the effect of the new technologies that have been developed through the work in CRISP. In this WP models have been developed that visualizes how technology development has affected the environment and value creation in the form of reduced fuel consumption and improved quality.

CRISP hosted seven PhD positions, of which four have finished their project, while the last two will finalize shortly after the termination of the centre. Half of our PhD candidates and Master stu-

dents were females, which is a key step towards increasing gender equality in a formerly male dominant industry.

CRISP has cooperated with international research institutions when such cooperation has been beneficial for joint development and introduction of sustainable fishing technology outside Norway. The industry partners in CRISP are all Norwegian owned, and all have their production activities based in Norway. They have therefore been reluctant to involve foreign partners that can share knowledge of product development with potential industry competitors. However, it has been important to disseminate the main CRISP philosophy and CRISP technology to the international community. Examples are by participation in international meetings and congresses, in international projects (e.g. Horizon 2020 projects) and by giving courses in the use of CRISP technology for international students and institutions.

After 8 years of business, the CRISP collaboration has now come to an end. However, the strong trust and cooperation between the partners will be continued in various forms. We feel confident that the strong expertise that has been built up over the past eight years will also be in demand in the time to come. Several collaborative projects are already on the stairs.

## 3. VISJONER OG MÅL

### VISJON:

CRISP (The Center for Research-based Innovation in Sustainable fish capture and Processing technology) har hatt som mål å styrke posisjonen til norske fiskerirelaterte selskaper som ledende leverandører av utstyr og sjømat gjennom utvikling av bærekraftig trål- og not-teknologi.

### MÅL:

Hovedmålsetningen for senteret har vært å utvikle «smarte teknologier» som kan lede til ansvarlige fiskerier og på samme tid gi økt lønnsomhet for fiskeflåte og leverandørindustri. Derigjennom har man søkt å legge til rette for det grønne skiftet.

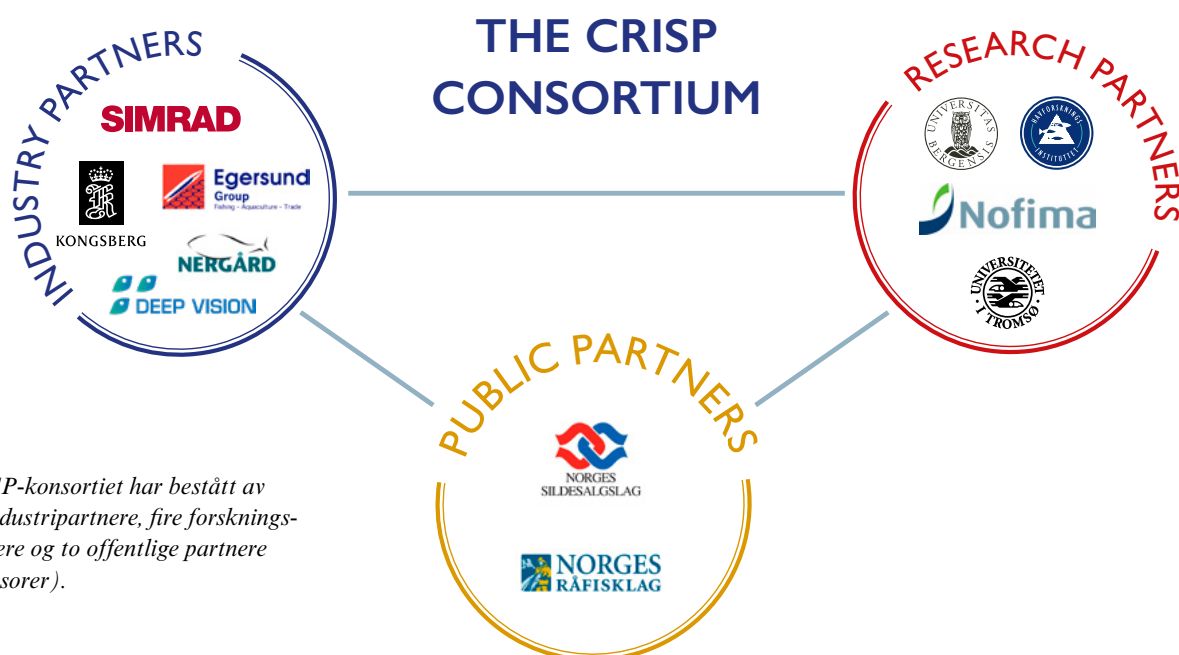
### DETTE HAR MAN FORSØKT Å GJØRE GJENNOM:

1. Å utvikle og implementere instrumentering for å identifisere arter og størrelser av fisk før fangstprosessen.
2. Å utvikle og implementere instrumentering for å overvåke fiskeadferd og redskapets funksjon under fiske.
3. Å utvikle metoder og instrumentering for aktivt å frigjøre uønsket bifangst under trål- og notfiske uten å skade fisken.
4. Å utvikle ny redskapsdesign som minimerer miljøbelastningen på bunnhabitater og reduserer luftforurensning.
5. Å utvikle fangst- og håndteringspraksis som optimaliserer kvaliteten og dermed verdien av fangsten.
6. Å analysere og dokumentere de økonomiske fordelene som implementering av de nye teknologiene som er utviklet under prosjektet fører til for fiskeindustrien.



# 4. FAKTA OM CRISP

## 4.1 KONSORTIET



CRISP-konsortiet har bestått av fire industripartnere, fire forskningspartnere og to offentlige partnere (sponsorer).

Helt siden starten har CRISP bestått av de samme ti partnerne:

### Industripartnere:

- 1. Simrad** (del av **Kongsberg Maritime AS**) har utviklet akustiske instrumenter for fiskeriforskning og kommersielt fiske i mer enn 60 år. Simrad er en ledende leverandør av akustiske systemer for fiskeleting, fangstidentifikasjon og fangstovervåking.
- 2. Scantrol Deep Vision AS** (opprinnelig Scantrol AS) har utviklet en unik teknologi for å ta høykvalitets stereo-bilder inne i en trål (Deep Vision-teknologien), som kan brukes til å identifisere art og måle størrelse på fisk gjennom billedanalyser.

- 3. Egersund Group AS** er en ledende produsent av pelagiske tråler, tråldører og ringnøter. Firmaet har sterkt søkelys på "grønn" høsting som vil være en fordel både i norske og internasjonale markeder.
- 4. Nergård AS** er en av Norges største eksportører av sjømat, med sterkt fokus på fiskekvalitet. Nergård har som målsetning å opprettholde lokale tradisjoner og samfunn samtidig som de deler havets verdifulle ressurser med resten av verden.

### Forskningspartnere:

- 1. Havforskningsinstituttet (HI)** er Norges ledende senter for marin forskning. Instituttet dekker et vidt spekter av forsknings- og overvåkningsoppgaver knyttet til havet, som dekker alt fra bærekraftig høsting av havets ressurser og akvakultur til sunn sjømat. For CRISP har instituttets flåte av forskningsfartøyer har vært spesielt viktige som forskningsplattform for testing av de teknologiske framskrittene som senteret har oppnådd.
- 2. Nofima AS** innehar høy kompetanse innenfor levendefisk-teknologi.

logi, fiskevelferd og restitusjon, og om hvordan håndtering påvirker kvaliteten til fisk og fiskeprodukter. Nofima har også kompetanse for å evaluere sosioøkonomiske konsekvenser av endringer i flåtestruktur og teknologiske nyvinninger.

- 3. Universitet i Bergen (UiB)** med sin relevante vitenskapelige ekspertise i generell fiske-biologi, eksperimentell biologi, fiskeatferd, fiskeriakustikk og fangst, har hatt rolle som veiledere for Master- og PhD-studenter tilknyttet CRISP.

- 4. Norges Arktiske Universitet, Tromsø (UiT)** med Norges Fiske-rihøgskole har vært ansvarlige for studenter innenfor alle områder av fiskerier og akvakultur. CRISP har særlig nytt godt av universitets multidisiplinære ekspertise og tilnærming.

#### Offentlige partnere:

- 1. Norges Sildesalgslag** er Europas største markedsplass for første-handssalg for pelagiske fiskearter. Markedsplassen er eiet av norske

fiskere. Deres interesse i CRISP ligger i første rekke i utviklingen av ansvarlige fangstmetoder, særlig i forhold til øko-merking og sertifisering av fiskeprodukter.

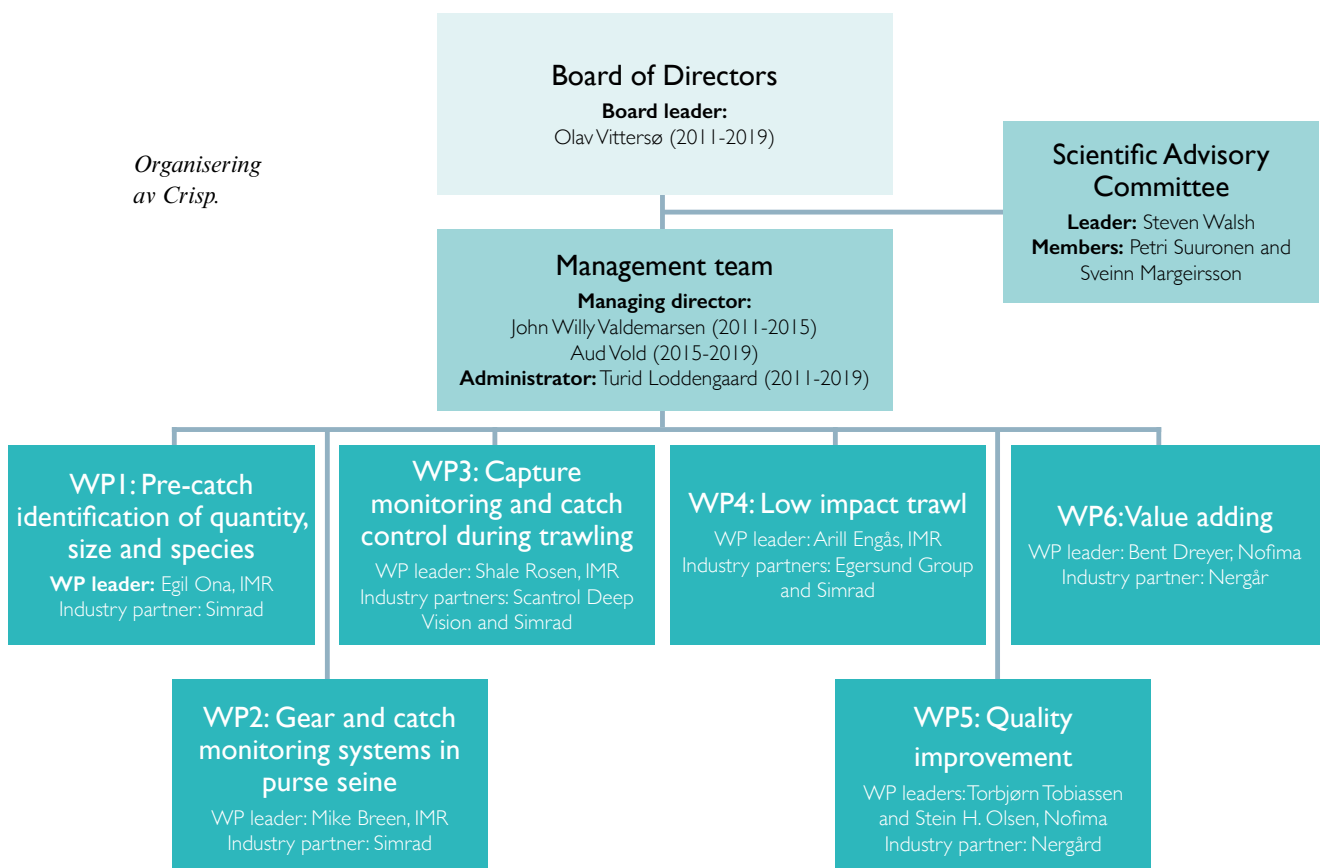
- 2. Norges Råfisklag** organiserer og arrangerer salg av hvit-fisk, skalldyr og skjell som landes langs Norges kyst fra Nordmøre i sørvest til Finnmark i nord-øst. Deres interesse i CRISP er i første rekke kvalitetsforbedring av fiskeråstoffet.

## 4.2 ORGANISERING

Havforskningsinstituttet i Bergen har vært vertsinstitusjon for CRISP og ansvarlig for senterets administrasjon siden det ble opprettet i 2011. I de første årene var CRISP organisert som et uavhengig forskningsprogram i instituttets organisasjonsstruktur, men ble senere

plassert inn som et stort prosjekt under programmet Marine Prosesser. De fleste HI-ansatte som har vært tilknyttet CRISP tilhører Forskningsgruppene Marin Økosystemakustikk og Fangst. Forskere som har jobbet i CRISP-prosjekter har også vært involvert i pro-

sjekter utenfor CRISP. En tilsvarende organisasjonsstruktur har det også vært ved Nofima i Tromsø, som var den andre store forskningspartneren i CRISP. Her har forskere fra Sjømatindustri- og Økonomigruppene deltatt i CRISP-aktiviteter.





Seniorforsker John Willy Valdemarsen fra Havforskningsinstituttet var ansatt som senterleder for CRISP fra starten i 2011. Denne rollen hadde han til september 2015 da Aud Vold, også fra Havforskningsinstituttet, tok over (Foto: Petri Suuronen).

## 4.3 STYRET

Senteret har vært ledet av et styre, som ved avslutningen hadde følgende sammensetning:

**Olav Vittersø**, Administrerende direktør,  
Kongsberg Maritime AS, Simrad  
(Leder 2011-2019)

**Helge Hammersland**, Administrerende direktør,  
Scantrol AS (2011-2019)

**Bjørn Havså**, Daglig leder,  
Egersund Group AS (2011-2013 and 2016-2019)

**Kjell Larsen**, Daglig leder,  
Nergård Havfiske AS (2011-2019)

**Geir Huse**, Forskningsdirektør,  
Havforskningsinstituttet (2016-2019)

**Heidi Nilsen**, Forskningsdirektør,  
Nofima AS (2012-2019)

**Arne Johannesen**, Professor,  
Universitetet i Bergen (2011-2013 og 2015-2017).

**Helge K. Johnsen**, Professor,  
Norges Fiskerihøgskole,  
Universitetet i Tromsø (2013-2014 og 2017-2019)

**Jonny Caspersen**, Norges Råfisklag (2015-2017)

**Jonny Garvik**, Styreleder,  
Norges Sildesalgslag (2017-2019)

**Turid Hiller**, Spesialrådgiver,  
Norges Forskningsråd (Observatør 2011-2018)

**Liv Jorunn Jensen**, Spesialrådgiver,  
Norges Forskningsråd (Observatør 2018-2019)



*Olav Vittersø, Administrerende Direktør i Kongsberg Maritime AS, Simrad, har vært styreleder gjennom hele CRISP sin levetid (2011-2019).*



*Leder for Den Vitenskapelige Rådgivingskomitéen, Steven Walsh (venstre) and Petri Suuronen sammen med CRISP phd-student Ragnhild Svalheim (høyre). Petri var Ragnhilds første-opponent ved Doktordisputasen i desember 2018 (foto: Petri Suuronen og Nofima).*



Senterleder har fungert som sekretær for styret. Representanter fra Universitetene i Bergen og Tromsø har alternert som styremedlemmer annethvert år. Det

samme gjelder representanter fra Norges Råfisklag og Norges Sildesalgslag.

Det vitenskapelige arbeidet har vært organisert i seks ulike arbeidspakker

(WPer). I tillegg har det administrative arbeidet vært organisert i en egen arbeidspakke (WP7).

## 4.4 VITENSKAPELIG RÅDGIVINGSKOMITÉ

Et viktig resultat av midtveiseevalueringen i 2015 var opprettelsen av en internasjonal vitenskapelig rådgivingskomité (Scientific Advisory Committee, SAC) som ble sterkt anbefalt av eva-

lueringsgruppen. Komitéens arbeid ble regulert gjennom et eget mandat. Komitéen besto av Dr. Stephen Walsh, Scientist Emeritus, Fisheries and Oceans Canada (leder), Dr. Petri Suuronen,

FAO Roma (senere Luke Finland) og Dr. Sveinn Margeirsson, MATIS, Island.



*CRISP-“familien” ved det årlige forskningsmøtet i Åsgårdstrand 2015 (venstre) hvor vi besøkte Simrad og i Egersund 2016 hvor vi besøkte Egersund Trål (høyre) (foto: Havforskningsinstituttet).*



*CRISP-familien samlet til sluttseminar i Bergen 23. Mai 2019 (foto: Havforskningsinstituttet).*

## 4.5 CRISPMEDARBEIDERE

For oversikt over forskere og teknikere som har vært involvert i CRISP, se liste i Appendix 2.

## 4.6 SAMARBEID MELLOM SENTERETS PARTNERE

De seks arbeidspakkene var organisert med en forsker som leder. I enkelte arbeidspakker var det også en assisterende leder fra den bedriftspartneren som hadde størst innsats i arbeidspakken. De fleste arbeidspakkene hadde innsats fra mer enn to partnere, særlig der hvor Master- og PhD-studenter var involvert. I slike tilfeller var universitetene naturlige samarbeidspartnere. At de fire industripartnerne hadde komplementær kompetanse og interesse, med minimal overlapp i forretningsinteresser, gjorde samarbeidet enkelt.

Senteret brukte ulike arenaer og metoder for å oppmuntre til gjensidig tillit og samarbeid. Annenhver måned hadde forskningspartnerne kontaktmøte over video der saker av felles interesse ble tatt opp. De fleste prosjekter ble utført i samarbeid mellom ansatte fra én eller to forskningsinstitusjoner og en eller to industripartnerne. Feltarbeid og uttesting av utstyr ble ofte utført om bord på forskningsfartøyer eller fiskefartøyer der både forskere og representanter for industripartnerne deltok. En viktig rolle for forskernes nøkkelrolle i CRISP har vært å evaluere effektiviteten, funksjonaliteten og miljømessige fordeler av

de teknologiske nyvinningene som ble utviklet i senteret.

Med unntak av 2018 ble det arrangert en årlig fagsamling i september. Dette var det viktigste møtepunktet for hele CRISP-konsortiet der alle forskere og ansatte fra industripartnerne møttes til et to-dagers seminar for å legge fram og diskutere framdriften i prosjektene. Fagsamlingene roterte mellom de ulike medlemmene av konsortiet. Høsten 2018 ble det imidlertid bestemt å slå sammen fagsamlingen med sluttseminaret som ble avholdt ved Havforskningsinstituttet i Bergen 23 mai 2019.



# 5. FINANSIERING GJENNOM SENTERETS LEVETID

## ØKONOMISK SAMMENDRAG FOR DE VIKTIGSTE KATEGORIER AV PARTNERE (MNOK)

Contributor	Cash/Funding	In-kind	Total
<b>Host</b>		88 710	88 710
<b>Research partners</b>		10 855	10 855
<b>Companies</b>		77 493	77 493
<b>Public partners</b>	1 600	7 730	9 330
<b>RCN</b>	80 000		80 000
<b>Sum</b>	81 600	184 788	266 388

## FORDELING AV RESSURSER PÅ ARBEISPAKKENE (WPENE; MNOK)

Type of activity	MNOK
<b>Research projects - WP1</b>	88 918
<b>Research projects - WP2</b>	34 208
<b>Research projects - WP3</b>	33 507
<b>Research projects - WP4</b>	35 247
<b>Research projects - WP5</b>	33 966
<b>Research projects - WP6</b>	15 694
<b>Common centre activities &amp; Administration</b>	24 848
<b>Total</b>	266 388

## 6. RESULTATER - NØKKELTALL

### OVERSIKT OVER CRISP-SENTERETS PRODUKSJON GJENNOM SENTERETS LEVETID

Type resultat	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Sum
<b>Vitenskapelige publikasjoner (peer review)</b>		7	4	5	1	4	6	7	6	<b>40</b>
<b>Formidlingstiltak for brukere / målgruppe</b>	12	48	20	20	25	39	13	14	8	<b>199</b>
<b>Formidlingstiltak for allmennheten</b>	37	78	22	43	17	37	8	8	1	<b>251</b>
<b>Fullførte PhD grader</b>						1		2	1	<b>4</b>
<b>Fullførte Master-grader</b>	2	1		2	2	4		4		<b>16</b>
<b>Antall ferdigstilte nye/forbedrede metoder/ modeller/prototyper</b>	3		1	2	1	1	1			<b>9</b>
<b>Antall ferdigstilte nye/forbedrede produkter/ prosesser/tjenester</b>		3			1	3	1	1		<b>9</b>
<b>Ny forretnings aktivitet</b>				1			1			<b>2</b>

# 7. FORSKNING

## 7.1 FORSKNINGSPPLAN

### OPPRINNELIG FORSKNINGSPPLAN (2011)

#### WP1. Pre-catch identification

- 1.1 Broadband fish identification
- 1.2 High resolution sizing
- 1.3 New in-seine sonar
- 1.4 Biomass sonar

#### WP2. Monitoring fish and gear

- 2.1 Vision technology for trawls
- 2.2 Integrated information systems
- 2.3 New signal cable
- 2.4 Density measurem. purse seines
- 2.5 Integr. catch monitor purse seines

#### WP3. Active selectivity and release

- 3.1 Active selection device for trawls
- 3.2 System to regulate trawlcatches
- 3.3 Gentle release purse seines

#### WP4. Low-impact trawl

- 4.1 Off-bottom trawl designs
- 4.2 Adjustabel trawl doors
- 4.3 Low impact ground gear

#### WP5. Quality improvement

- 5.1 Gear mod. and capture methods
- 5.2 Handling and fresh fish processing

#### WP6. Value adding

- 6.1 Quality improvement
- 6.2 Technological innovation
- 6.1 Environmental friendliness

#### WP7 Management activities

### FORSKNINGSPPLAN VED SLUTT (2018)

#### WP1. Pre-catch identification

- 1.1 Biomass estimation with digital fishery sonars
- 1.2 Pre-Catch identification and sizing of fish with broadband

#### WP2. Gear and catch monitoring systems in purse seine

- 2.3 "In-seine" sonar technology for catch control
- 2.4 Catch monitoring system in purse seine
- 2.5 Monitoring seine geometry and performance

#### WP3. Methods for capture monitoring and catch control during trawling

- 3.1 Visual fish classification
- 3.2 Trawl HUB for Camera and acoustic systems

#### 4. Low-impact trawl

- 4.1 Manoeuvrable trawl doors
- 4.2 Semipelagic trawl design and rigging
- 4.3 Catch regulation in trawls
- 4.4 Improving the quality of the pelagic trawl survey for NEA mackerel

#### 5. Quality improvement

- 5.1 Current quality conditions on board bottom trawlers
- 5.2 Facility and methods for investigation of fish quality

#### 6. Value adding

- 6.1 Nergård operation
- 6.2 How renewal and harvest strategies impact fleet performance

#### WP7 Management activities



- Har utviklet «smarte teknologier» som kan lede til ansvarlige fiskerier og på samme tid gi økt lønnsomhet for fiskeflåte og leverandørindustri.

CRISP sin hovedmålsetning har vært å styrke stillingen til norske fiskerirelaterte selskaper som ledende leverandører av utstyr og sjømat til et globalt marked gjennom utvikling av bærekraftig trål- og not-teknologi. Man har altså ønsket å utvikle «smarte teknologier» som kan lede til ansvarlige fiskerier, men på samme tid gi økt lønnsomhet for fiskeflåte og leverandørindustri.

Den opprinnelige forskningsplanen for CRISP (2011) er vist ovenfor sammen med forskningsplanen slik den så ut ved slutten av 2018. Forskningsarbeidet har vært organisert i 6 faglige arbeidspakker i tillegg til en administrasjonspakke. I store trekk har arbeidet fulgt den opprinnelige planen gjennom hele senterets levetid. Omtrent midtveis ble det av praktiske hensyn besluttet å omstrukturere prosjektene i arbeidspakke 2 («Monitoring fish and gear») og 3 («Active selectivity and release») slik at all forskning omkring overvåking av redskap og fangst i notfiske ble samlet i én ny arbeidspakke 2 «Gear and catch

monitoring systems in purse seine», mens all utvikling omkring overvåking i trålfiske ble samlet i en ny arbeidspakke 3 «Capture monitoring and catch control during trawling». Dette var i hovedsak en organisatorisk endring som i liten grad påvirket det faglige innholdet i forskningsarbeidet.

Selv om man har fulgt de opprinnelige hovedmålsetningene relativt nøye, er det foretatt mindre justeringer i kursen underveis innenfor alle arbeidspakkene ut ifra erfaringer og resultater fra det pågående forskningsarbeidet. Samtidig er noen nye problemstillinger tatt inn. Slike endringer er beskrevet under de enkelte arbeidspakkene.

Under midtveisevalueringen av CRISP, som ble gjennomført våren 2015, fikk CRISP i hovedtrekk positive tilbakemeldinger med hensyn til utviklingen av praktiske innovasjoner for fiskeflåten og det gode samarbeidet mellom forskning og industri. Imidlertid ble CRISP sterkt anbefalt å opprette en Scientific

Advisory Committee (vitenskapelig rådgivingsgruppe) som skulle fungere som et rådgivende organ i vitenskapelige spørsmål. Komiteen skulle evaluere utvikling og strategivalg i den gjenværende virketiden og gi råd og anbefalinger om veivalg innenfor forskning, rekruttering og forskningsformidling. En slik gruppe ble opprettet samme år.

Senteret ble også anbefalt å treffe tiltak for å øke senterets synlighet internasjonalt gjennom bl.a. mer publisering av forskningsresultater i kjente internasjonale journaler og gjennom deltakelse i internasjonale møter og fora. Dette har man tilstrebet i ettertid og publiseringssraten har vært økende, særlig i takt med at flere av våre PhD- og Masterstudenter har fullført sine prosjekter. Imidlertid har det i visse tilfeller vært en viss konflikt mellom vitenskapelig publisering og industripartners behov for konfidensialitet.

## 7.2 FORSKNINGSAKTIVITETER I ARBEIDSPAKKENE

### 7.2.1. WPI - Identifikasjon av kvantitet, størrelsesfordeling og artssammensetning før fangst

#### Bakgrunn

Både fiskeindustrien og forskningsinstitusjoner trenger mer nøyaktige metoder for å måle tetthet og mengde av stimfisk enn det som er mulig med dagens utstyr. I dag brukes hovedsakelig såkalte multistråle sonarsystemer der fisken detekteres og observeres i horisontalplanet. Her har forskning og industri en felles langsiktig utfordring. Dette omfatter både robuste kalibreringsmetoder for fiskerisonar, men også bedre forståelse av hvordan fiskens adferd påvirker stimekoet (lateralt aspekt).

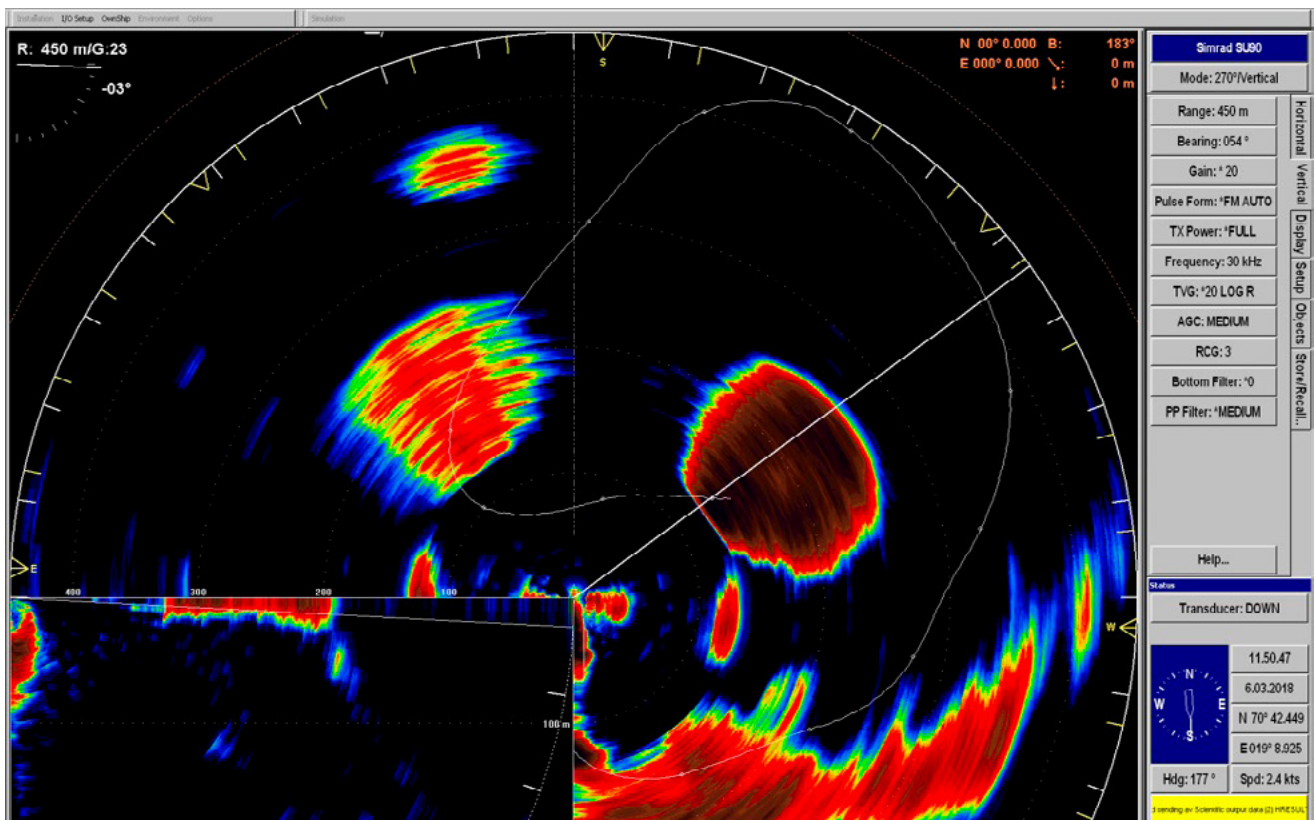
Det er også et klart ønske og behov for mer presise estimater av individ-størrelse

og artssammensetning av fiskestimer før man skyter av en ringnot. Dette kan redusere antall uønskede kast der fangsten er av feil art, feil størrelsessammensetning eller overstiger mengden som kan håndteres av fiskefartøyet. Hvis hele stimer eller deler av fangsten skal slippes, kan det oppstå uønsket dødelighet, og nye instrumenter og teknologi som kan redusere denne risikoen er viktig for fremtidig bærekraftig høsting av stimfisk med ringnot. Liknende utfordringer finnes også i kommersielt trålfiske, hvor identifikasjon og størrelsesmåling av fisk før man setter ut redskapet, eller under selve trålhalet vil være viktig i fremtiden. Vi tror at instrumenter og metoder som er utviklet i denne arbeids-

pakken vil gi viktig tilleggs-informasjon som hjelper skipperen til å ta vanskelige beslutninger både i fiske med not og trål i dag og i årene framover.

#### Aktiviteter

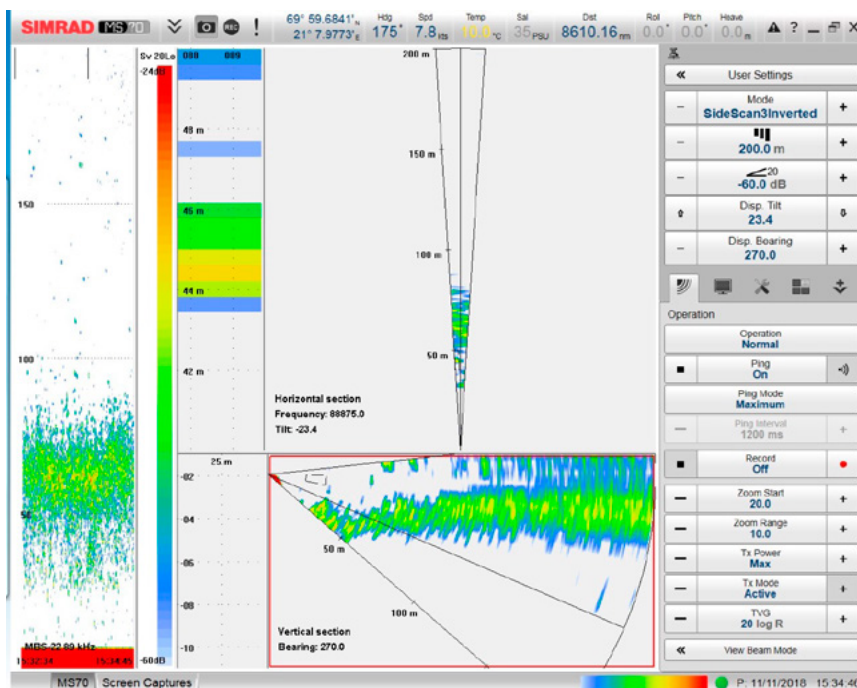
Simrad samarbeidet med HI for å utvikle nye og forbedrede multistråle fiskerisonarer som kan kvantifisere størrelsen på en stim før man setter nota og et nytt ekkolodd som kan måle fiskestørrelsen og / eller artssammensetningen. Arbeidet har omfattet utvikling og testing av sonarer og ekkolodd og etablering av standard kalibreringsprosedyrer og protokoller som er internasjonalt aksepterte. Det ble gjort viktige



Sonarbilde av en tett loddestim fra 2018 hvor det er akustisk demping i stimen, noe som ikke kommer tydelig fram i sonarvisningen.



KayakDrone brukes til å måle sildelag i Kværnangen, 2018. Sildas reaksjon på til forskningsfartøyet ble studert og kvantifisert, og sammenlignet med fire andre målemetoder.

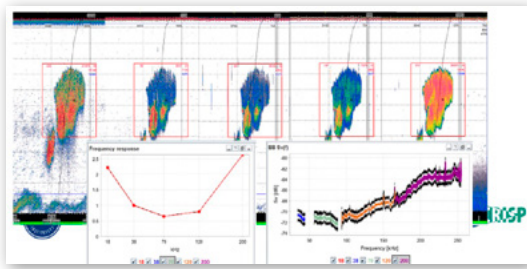


Måling av sild nær overflaten med spesielle setninger på forsknings-sonaren MS70, montert på G.O.Sars.

framskritt innenfor disse fagområdene i løpet av de første fire årene av CRISP, både med hensyn til sonarene SU90 og SN90 og bredbånds-ekkoloddet EK80. Kalibrering av ekkolodd og SU90 sonarer har blitt gjennomført om bord på ti forskjellige fiskefartøyer og tre forskningsfartøyer. Nye, robuste metoder for kalibrering av bredbånd, splittstråle-ekkolodd, er også utviklet og allerede implementert i de kommersielle produktene.

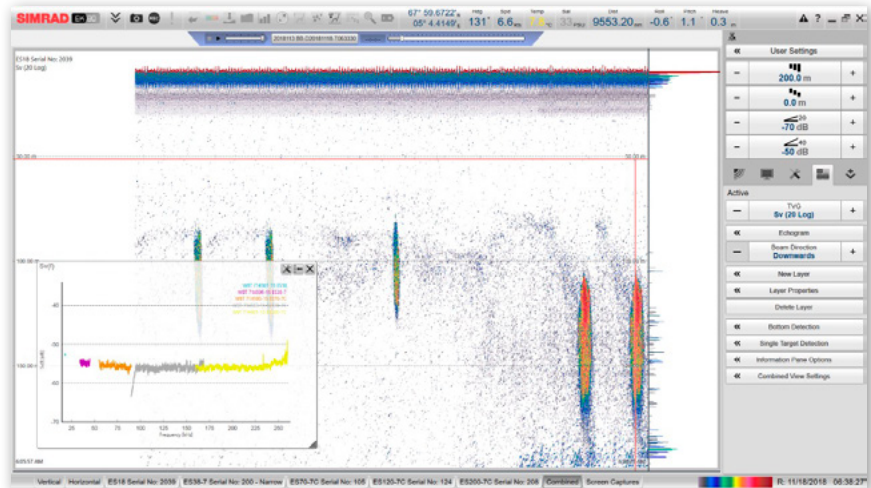
Videre er det utviklet forbedrede algoritmer for å estimere stimvolum, stimens middelekk og den gjennomsnittlige ekkostyrken til enkeltfild, makrell og lodde, når de observeres fra siden, i såkalt lateralaspekt. I teorien skal vi nå kunne estimere biomassen i en fiskestim dersom man bare tar hensyn til ren fysikk i målingen. Imidlertid kan biologi og stimatferd forstyrre bildet, og prosedyrer for inspeksjon og verifisering har vært nødvendig for å etablere korrekte konverteringsfaktorer mellom måling og reell fangst. En fast prosedyre for disse målingene er etablert og gjennomført, og de "beste" dataene er valgt for biomasseestimering, med en kritisk vurdering av om hele stimen ble fanget. Kun om lag en tredjedel av det totale antallet av verifikasjonsfangster kunne brukes på grunn av usikkerhetene i selve fangstprosessen.

Selv om man benytter en streng prosedyre under inspeksjon av stimene, med utvelgelse av de beste dataene fra hver stim, er det fortsatt en viss usikkerhet når i mengde-estimaterne, ofte knyttet til fiskens atferd. Hvis man bruker målingene fra verifiserte fangster, er usikkerheten i prognosen i størrelsesorden  $\pm 20-25\%$  på stimer fra 0-300 tonn. Hvor stor denne usikkerheten er for større stimer, er ennå ikke kjent, da vi bare har undersøkt stimer innenfor dette størrelsesvinduet. En annen viktig faktor observert for større stimer, er at vi må korrigere for akustisk ekstinksjon, eller akustisk demping av signalet gjennom stimen for å anslå et korrekt middel ekko for hele stimen. Spesielt var denne effekten tydelig i store loddestimer. Studiene av denne effekten er ennå ikke ferdig fullført. Vitenskapelige data fra store stimer med sild og lodde ble inn-



*Bredbånds frekvensrespons, SV(f) fra en stor sildestim med sterk vertikal unnvikelse, som viser overaskende frekvensrespons.*

*EK80, Echogram fra kombinert visning, 5 frekvenser, hvor frekvensresponsen, SV(f) fra 18 til 260 kHz vises i samtid, knipset for siste store sildestimen i høyre del av bildet.*



samlet i november 2018 og i mars 2019. En del forskningsarbeid gjenstår på dette feltet, og kanskje man må utvikle enklere metoder for å fjerne effekten fra akustisk demping, som f.eks. å bruke ekko-data (pixler) fra den fremre delen av stimen mens man venter på å få utviklet en mer detaljert korreksjonsalgoritme. For sild og loddestimer opptil 300 tonn forventer vi ikke store korreksjoner fra demping, og de etablerte relasjonene kan brukes som det er. For makrellstimer forventer vi ikke akustisk demping ved de sonarfrekvensene som brukes.

Hvis man skal fortsette å bruke forenklete algoritmer ved inspeksjon av stimtettheter, må man i tillegg implementere en forbedret fargeskala i eksisterende sonarer. Det er i dag svært vanskelig å evaluere stimens indre tetthet direkte fra sonarbildet fordi det meste av den dynamiske skalaen komprimeres til den røde fargeskalaen, og bildet blir filtrert

for støy. Hvordan dette kan gjennomføres vil bli diskutert med produsenten og brukerne etter at CRISP er avsluttet. Kanskje å utruste sonarene med en ny inspeksjons-stråle med full ekkodynamikk, slik som allerede utført i SN90-programvaren, kan være en god løsning?

Det ville også kunne være nyttig for skipper å utvikle et verktøy i sonarsystemet som tillater skipperen å legge inn fangstdata fra sine egne fangster sammen med samtidige sonarmålinger av samme stimen. På denne måten kan han lagre egne erfaringer og ytterligere forbedre algoritmene i sonaren. Hvordan dette kan gjøres i praksis, vil bli diskutert med produsenten.

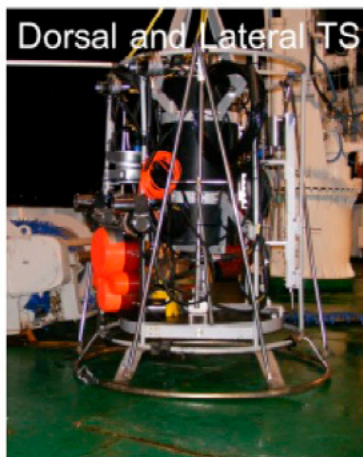
Under vår deltakelse om bord på fiskefartøyer har vi også sett at for å få et riktig bilde av stimen, er det helt nødvendig å inspisere stimene fra flere retninger før man kaster. Å angripe stimen

direkte etter at stimene er lokalisert kan føre til stor over- eller undervurdering av fangsten, uavhengig av skipperens ferdigheter. Dette gjelder spesielt for fisk under vandring og for stor fisk, hvor direktiviteten lett kan forårsake store endringer det gjennomsnittlige stimekkoet.. Dette bør både produsenten og forskerne ta opp og diskutere i møter med fiskeindustrien.

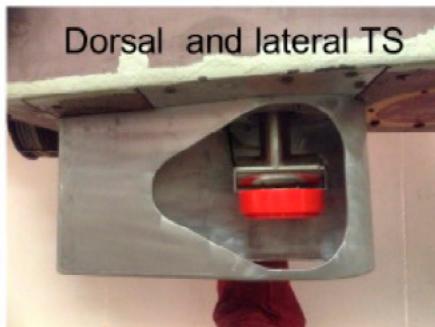
Kongsberg Maritime har i løpet av de siste årene jobbet med den nye matrix-sonaren (SN90) for å studere fiskestimer og notredskapet under kasting og snurping. Kalibreringsprotokoller for denne sonaren er nesten klar, og en vellykket kalibrering har blitt gjort på FF "Eros". HI sitt sonar-prosesseringsprogram PROFUS har også blitt tilpasset for å lese data fra SN90. På grunn av store problemer med luftbobler fra sidepropellene når svingeren monteres som normalt på skroget, ble svingeren på Eros flyttet til siden av senkekjølen

# IN SITU TS EQUIPMENT USED AT CRISP SURVEYS

**TS-PROBE**  
EK80, 38, 70, 120, 200 kHz



**TILTABLE KEEL TRANSDUCER**  
EK80 and ES2003C



**WBAT-Buoy**  
EK80, 70, 200 kHz



SHOW WBAT FILM

Instrumenter som brukes til å måle målstyrken til fisk i lateral (sonar) -aspekt.

A: HIs TS sonde med sidemonterte transdusere, B: Bredbånd smalstråle transduser ES200-3C, i motorisert plattform.  
C: Simrad WBAT-system med bredbånds 70 kHz og 200 kHz transdusere.

i 2017. Dette gjorde at data og grafikk ble mye bedre, og fangstprosessen kunne nå overvåkes både når nota ble skutt og under innhaling. I praksis er denne sonen også klar til å måle biomasse av stimer før kasting, og man kan utvikle og gjennomføre parallelle biomasseestimater med SU90-data.

## Størrelsesmåling

For akustisk beregning av fiskestørrelse regner vi med at metodene som ble utviklet tidlig i CRISP-prosjektet, og senere i DABGAF-prosjektet, nå kan kommersialiseres. Her brukte vi da 170-270 kHz bredbånds-ekkolodd EK80, koblet til en spesiell ekkoloddsvinger, spesialbygget av Kongsberg Maritime, ES200-3C med en svært smal stråle. På denne måten brukte vi fordelene fra pulskompresjonsmetoder og en smal stråle for å identifisere

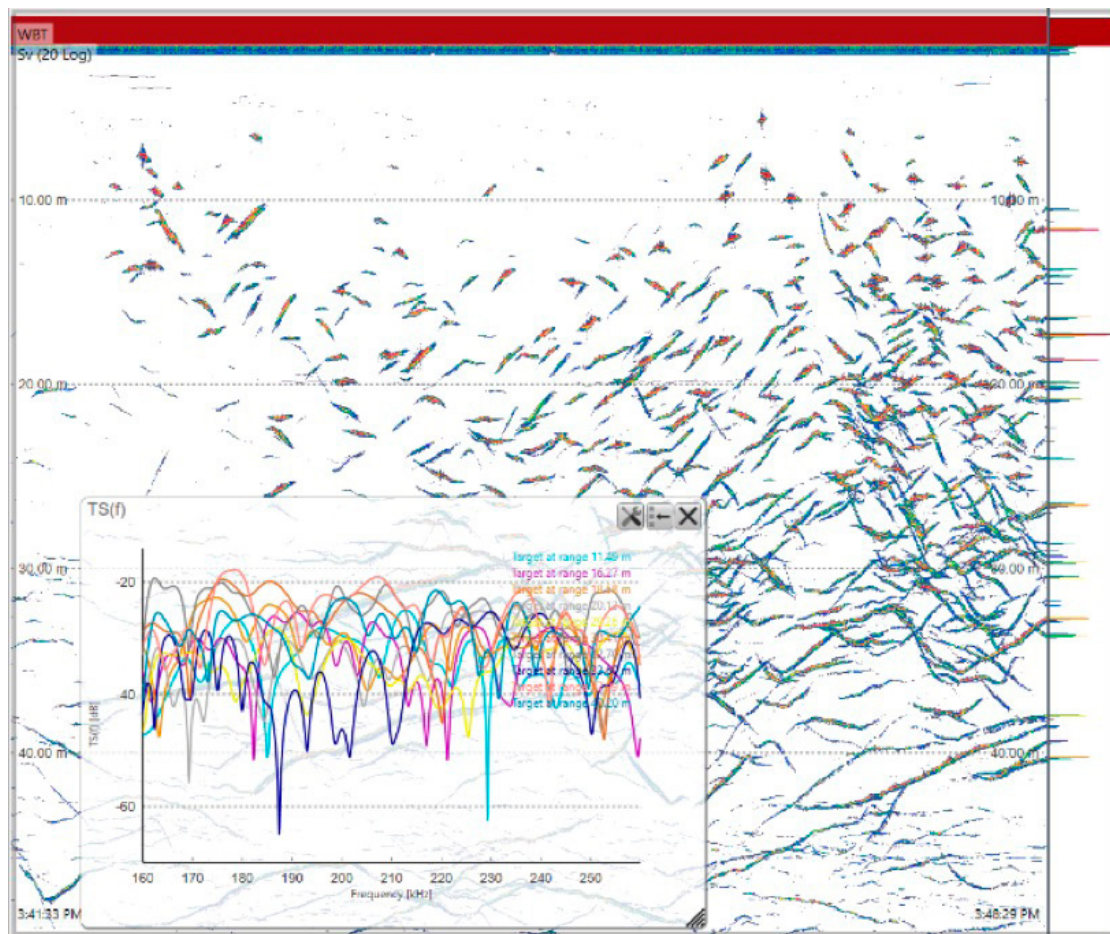
enkeltnål i makrell- og sildestimer på avstander opp til 100 meter fra skipet, målt enten vertikalt (ekkoloddsmodus) eller sideveis (sonarmodus). Sannstids DABGRAF-programvaren (kodet av CMR), brukte ekkostyrke (TS), orientering, pulslengde og ekkospektrum for å beregne sannsynligheten for at målet hadde en viss størrelse. Denne sannsynligheten ble presentert som et histogram i under prosesseringen. Vi tror at en modifikasjon av svingeren slik at den smale strålen kan tiltes elektronisk vil kunne oppnå samme oppløsningen i den sideveis observasjonsstrålen, og at programvaren ellers lett vil kunne implementeres i ekkolodd-programvaren eller i et eget EK80-system. Dette kan markedsføres som størrelsesindikator i pelagisk fiske og for tunfiskfartøy. Man kan da på sikt også ta med noen nye resultater fra AcoSize-prosjektet (HI) med hensyn til måling av måldimensjoner i

tidsdomenet, spesielt for større tunfisk. Når resultatene fra AcoSize-prosjektet er ferdig, bør man forsøke lignende metoder på bunnfisk, og man kan beregne frekvensen og strålebredden for riktig deteksjon av bunnfisk. Den nåværende smale 200 kHz svingeren vil bare være effektiv ned til 150 meter dyp, noe som er for kort rekkevidde for norske fiskerier etter bunnfisk, for eksempel i Barentshavet

## Fiskeidentifikasjon

Identifikasjon av fiskens art er sjelden et problem i det norske ringnotfisket, og siden de fleste CRISP-undersøkelsene i WP1 har fokusert på enkeltarter som sild, makrell eller lodde, har vi ikke arbeidet mye med dette emnet. Utviklingen av bredbåndssystemer vil imidlertid naturlig føre til bedre identifisering av mål-art og artsblandinger, siden dette





*Bredbåndsfrekvensrespons av enkle sildemål ved laterale TS-målinger.*

er en utvidelse av multifrekvens-metoden. De nye ekkoloddene genererer et “kombinert” ekkogram der fiskestimene inspiseres med flere frekvenser som kan gi god manuell, direkte tolkning av fiskearter, siden måling av totalekkoet som funksjon av frekvens, eller frekvensresponsen til stimen eller laget med fisk er direkte tilgjengelig. En videre naturlig utvikling er å inkludere et zoom-verktøy eller et «verktøyskrin», hvor skipperen kan velge ut spesielle områder på ekkogrammet og få ut frekvensresponsen i det valgte området direkte på skjermen. Et bilde av en stor sildestim (som vist ovenfor) med frekvensresponskurver kan vise dette. Dataene er nå lastet inn i HIs etterbehandlingsystem LSSS for å måle frekvensresponsen inne i det valgte området, men dette kan i dag i praksis utføres direkte inne i ekkolodd-programvaren. Sildestimen som vises i dette bildet har en spesiell, uventet

frekvensrespons, som øker ved høyere frekvenser og blir sterkest ved 200 kHz, noe som indikerer en unnvikelsesreaksjon når fartøyet passerer stimen. Silda svømmer nedover med høy, negativ tilt-vinkel. I dette tilfellet indikerer altså også ekkospekteret ikke bare at det er sild, men også sildas atferd inne i stimen.

Siden det målte frekvensresponsset har blitt brukt i forskning i to tiår nå for å identifisere arter, kan treningsdata-settene fra forskningsundersøkelser i fremtiden bli matet inn i ekkolodd-systemene som skal brukes av fiskerne. I enkelte tilfeller, som for tobis, kan til og med størrelseskategorier av tobisstimer identifiseres ved å studere forskjeller i ekkospekteret.

Vi kan konkludere med at CRISP-prosjektene og -undersøkelsene i WP1 har vært viktige for å løse noen av de

viktigste problemstillingene som ble identifisert i starten av prosjektet, men det har også vært viktig for å teste og forberede et utvalg av ny teknologi og metoder for akustisk bredbandsidentifikasjon av marine mål som fisk og dyreplankton. Noe av teknologien har også blitt «pakket inn» i små batteridrevne systemer, noe som gir data av høy akustisk kvalitet fra ethvert dyp, eller i droner som sendes fra fartøyet som ikke-forstyrrende observatører. Vi har antagelig derfor bare sett de første trinn i utviklingen av denne teknologien som nå også kan monteres på fiskeredskaper som trål, nøter og stasjonære fiskeredskaper.

## 7.2.2 WP2

### – Redskaps- og fangstovervåkingsystemer i ringnot

Ringnotfiskere trenger verktøy som kan gi bedre kontroll over fangstprosessen, bl.a. informasjon om fiskestimen før og under fangst og notas posisjon i forhold til fiskestimen. God kontroll over fangstprosessen vil gjøre det mulig for fiskere å optimalisere høstingsstrategier for å maksimere verdien av sine begrensede fartøyskvoter, samtidig som det vil forbedre fiskeriets bærekraft ved å unngå utilsiktet dødelighet. Det beste er om fiskeren kan få nøyaktig informasjon om størrelsen på stimen og arts- og størrelsessammensetning før nota blir satt ut, men det vil ikke alltid være mulig, og til tider hender det at man får uønsket eller for mye fangst. I slike tilfeller kan det være nødvendig å slippe noe av fangsten. Det er da viktig å overvåke og forstå fiskens atferd og stressnivå i nota under ulike fiskeforhold for å kunne utvikle ansvarlig slippe-praksis som sikrer overlevelse av fangst som slippes.

Dagens notflåte er godt utstyrt med fiskeletingsinstrumenter, men det finnes få instrumenter og metoder for å overvåke redskapet og fangsten under selve fangstprosessen. Når det gjelder redskapsovervåking, er instrumenteringen begrenset til sensorer som måler dybden av nota. Identifisering av fangsten med hensyn til art, størrelse eller kvalitet kan ofte ikke gjøres pålitelig før nota er snurpet så hardt sammen ved rekka at man kan ta ut en prøve av fangsten. Når man har kommet så langt i fangstprosessen, er det ikke lenger ansvarlig å slippe fangst. Det er derfor viktig å få fangstinformasjon så tidlig som mulig i fangstprosessen, men det er utfordrende å måle fiskestimer inne i nota. En stor del av fisket foregår om natten med dårlige lysforhold, og fartøyets propellere genererer luftboblestøy som kan forstyrre akustiske målinger. Videre blir instrumenter som monteres på en not, utsatt for store mekaniske belastninger under kasting og hiving.

Målsetningen i denne arbeidspakken var å utvikle og implementere instrumentering for overvåking av fangst og not under kommersielt ringnotfiske.

Arbeidet har fokusert på følgende tre temaer:

- 1) testing og utvikling av “in-Seine” sonartechnologi for fangstkontroll;
- 2) overvåking av notas geometri og ytelse ved hjelp av sonar- og transponderteknologi; og
- 3) overvåking av stimens atferd og velferdsstatus under fiske med ringnot.

#### “In-Seine” sonartechnologi for fangstkontroll

Fiskestimens posisjon (i forhold til fartøyet), svømmehastighet og retning blir overvåket kontinuerlig med flerstrålesonar før fangst. Sonaren blir også brukt til å beregne størrelsen på stimen. Fiskerisonarene er imidlertid montert på en aksel som stikker ut av fartøyets skrog, og sonaren må trekkes tilbake når nota blir snurpet (dvs. når bunn/snurpelina blir halt) for å unngå at nota blir viklet inn i transduseren. Dette stadiet av fisket er kritisk, fordi nettet ennå ikke er helt lukket, og fiskestimen fortsatt kan unnsippe ved å svømme ut av nettet eller under fartøyet.

En ny “in-Seine”-sonar beregnet på bruk inni nota (Simrad SN90, Kongsberg Maritime AS) ble utviklet for å muliggjøre kontinuerlig overvåking av fiskestimen under fangstprosessen. Sonaren har en flat svinger montert i styrbord side av fartøyets skrog, nær baugen. SN90-sonaren opererer på samme måte som de tradisjonelle fiskerisonarene og sender horisontale og vertikale stråler, men med økt pingrate og høyere stråleoppløsning. I tillegg gir fem inspeksjonsstråler mulighet for å samle inn mer detaljert informasjon om fisketetthet og atferd i frekvensområdet til sonaren (70 til 120 kHz). Denne informasjonen er viktig for å få mer nøyaktige anslag av stimens størrelse og hvordan stimen reagerer på nota og fartøyet. Ytelsen til SN90-sonaren ble testet gjennom flere CRISP-tokt. Til tross for kontinuerlig drift under hele fangstpro-

sessen, var kvaliteten på dataene lavere enn forventet. En av grunnene er at sonarsvingeren er montert i nærheten av fartøyets baugpropell (Figur 1). Sammen med hovedpropellen brukes baugpropellene vanligvis til å holde fartøyet klar av nota under snurping og haling, og luftboblene som genereres forstyrrer sonarsignalene. I et forsøk på å redusere effekten av luftboblene fra sidepropellene ble SN90-svingeren installert på en senkekjøl under CRISP-tokt ombord på FF “Eros”(Figur 1). Senkekjølen kan senkes 3 m under fartøyets skrog. Denne nye plasseringen, som er dypere enn normalt og på midten av fartøyet, forbedret datakvaliteten fra SN90 betydelig.

SN90-sonaren ble brukt til å overvåke stimens atferd i forhold til nota i tidlig fangstfase mens nota ble kastet rundt stimen og snurpet (Figur 2 og Figur 3). Ved hjelp av inspeksjonsstrålene er det også mulig å observere fiskestimenes indre dynamikk. Under ugunstige værforhold ble imidlertid kvaliteten og kontinuiteten i sonardataene også fra svingeren på senkekjølen redusert.

Parallelt med disse aktivitetene ble det gjort forsøk med å kalibrere SN90-sonaren ved hjelp av kunnskap som er oppnådd i WP1 med kalibrering av fiskerisonarer. Simrad utviklet en ny programvareversjon som gjør det mulig å bruke de innebygde inspeksjonsstrålene under kalibreringen, noe som forenkler overvåkingen av kalibreringskula inne i de horisontale og vertikale strålene. Under arbeidet med sonarkalibrering fikk man også detaljert kunnskap om dataformater og beskrivelse av de viktigste måleparametrene.

Våre resultater tyder på at SN90-sonaren er et verdifullt verktøy for overvåking av fiskestim og not under tidlige fangstfaser i ringnotfiske, spesielt når den monteres dypere (dvs. på en senkekjøl) der den er mindre utsatt for boblestøy.

For tiden undersøker vi alternative metoder for å overvåke fangsten



Figur 1. Ny plassering av SN90-svingeren i senkekjolen på FF "Eros", 3 m under fartøyets skrog. Den opprinnelige plasseringen nærmere baugen er også vist. Her var sonaren mer utsatt for forstyrrelser fra lufibobler fra baugpropell, hovedpropell og bobler forårsaket av bølgebevegelser (kilde: Rolls-Royce, skipsdesign)

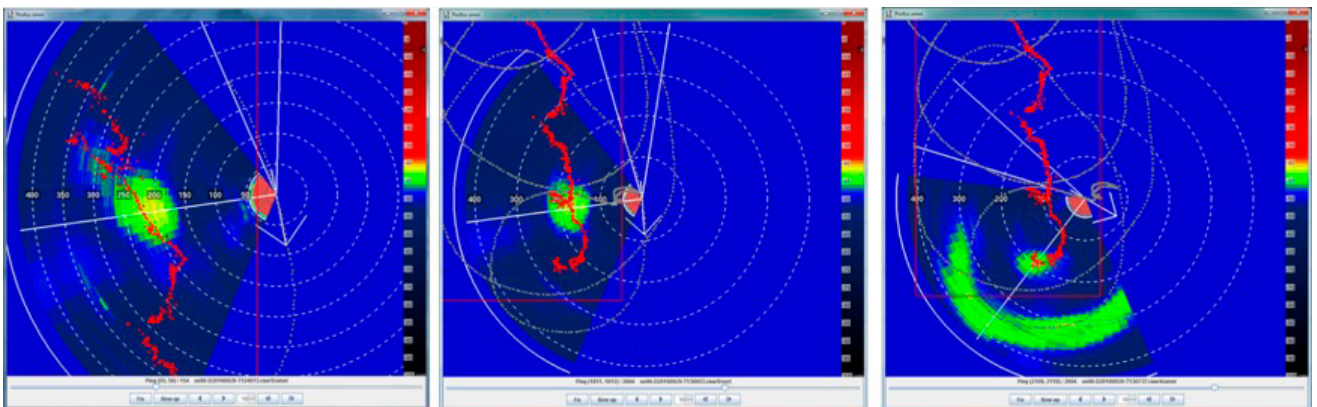
under ringnotfiske i nye prosjekter, for eksempel ved å feste akustiske instrumenter til nota eller ved å plassere instrumenter direkte inne i fangsten (FHF no. 901350 "Fangstkontroll i ringnot"). Utviklingen av SN90 pågår fortsatt, bygd på erfaringene fra denne arbeidspakken, og nye ideer for å forbedre overvåkingen av fangst og redskap under fiske med ringnot blir kontinuerlig evaluert.

### Overvåking av notgeometri og ytelse

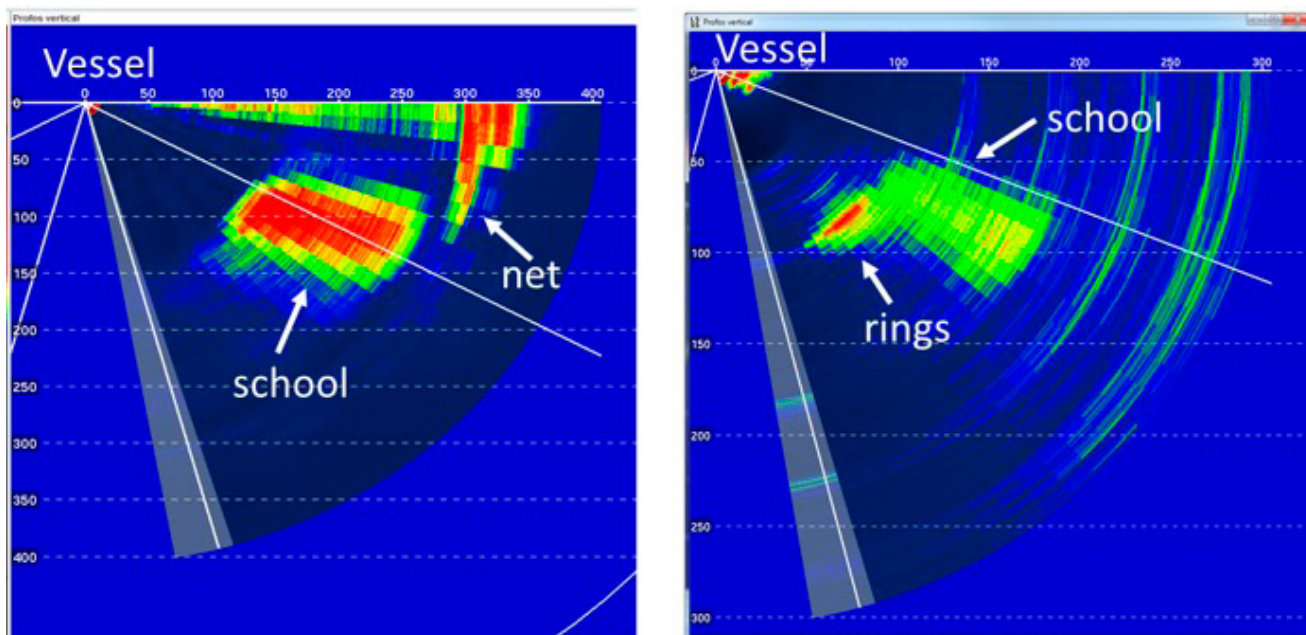
Overvåking og forståelse av fiskeredskaper under fiske er viktig for å ha kontroll over fangstprosessen, og for å identifisere forbedringspotensialet for redskapsdesign og -operasjon. I ringnotfiske blir synkehastigheten til nota vanligvis overvåket med en dybdesensor festet til blylina, men det er lite informasjon tilgjengelig om redskapets posisjon i forhold til fiskestim og om notas ytelse i sjøen. Bedre kontroll over nota i forhold til fiskestim og havbunn kan øke fang-

steffektiviteten og redusere bunnkontakt og redskapsskader. Målet med arbeidet var å:

1. Få bedre kontroll over notas ytelse gjennom visualisering av nettet i sanntid under utsetting, snurping og innhaling.
2. Få bedre kontroll over synkehastighet, dybde og plassering av redskapet i forhold til fiskestimen, sjøbunnen og fartøyet.



Figur 2. Fiskestim overvåket ved hjelp av SN90 med 120 graders horisontal vifte. Stimen er vist som en gullgrønn sirkel, med fartøyet midt i bildet med kurs sørover, indikert med en hvit pil. Bildene viser en stim som blir overvåket for fangst (t.v.), under utsetting av not (midten) og snurping (t.h.).



Figur 3. Vertikale stråler fra SN90 under fangstovervåking av en makrellstim. I venstre bilde kan man se fiskestimen og nota mens den synker. Høyre bilde viser et senere stadium når nettet blir snurpet opp, og ringene på snurpelina kan overvåkes mens nota lukkes og stimen fanges.

### Et sanntids overvåkingssystem for ringnot

Utviklingen av et overvåkingssystem for ringnot ble startet opp i et tidligere prosjekt finansiert av Fiskeri- og Havbruksnæringens Forskningsfond (FHF, 0900688). I prosjektet ble nota overvåket under kommersielt fiske med Simrad fiskerisonar (SH80), og dataene ble brukt til å rekonstruere notas form og volum (Tenningen et al., 2015). Sonarbaserte observasjoner av nota ble validert med det akustiske posisjoneringssystemet HiPAP (Kongsberg Maritimes AS) med transpondere montert i notveggene. I CRISP ble denne ideen videreutviklet med sikte på å utvikle et system som ville gi skipper oversikt over nota i forhold til fiskestimen i sanntid under fangst.

En prototyp av SN90-sonaren ble testet på "Kings Bay" i november 2014 med lovende resultater. Samtidig tilpasset Kongsberg Maritime en av sine fangstkontrollsystemer (Simrad PX Multi-Sensor) til bruk sammen med SN90-sonaren. Den modifiserte transponderen overfører et akustisk signal som mottas og vises i SN90-sonaren.

Siden 2015 har systemet blitt videreutviklet og testet i CRISP. Foreløpig gir den nøyaktige 3D-posisjoner for transponder montert på blylina i nota. Flere transpondere kan festes til nota (Figur 4), og disse vises som sterke ekkoer på SN90 sonarskjermbildet (Figur 5). Signalene fra transponderne kan observeres mens nota settes og hales ved å manuelt justere tilt og peiling på sonaren. I den nyeste programvareversjonen vises transpondere og fiskestim i samme modus ved å velge antall ping for å måle fisk og antall ping for å motta signal fra transponderne.

Noe utviklingsarbeid gjenstår før systemet kan tas i bruk av fiskerinæringen. Den viktigste gjenstående oppgaven er å identifisere transponderposisjonene automatisk og vise dem i samme skjerm bilde som fiskestimen. Dette vil gi skipper mulighet til å overvåke fiskestimen samtidig som man overvåker nota i forhold til stimens posisjon. Mindre og billigere transpondere vil også gjøre systemet mer praktisk i bruk og mer attraktivt for fiskerinæringen.

### Estimater av notgeometri og -volum under fangst

I CRISP har man brukt SN90-sonaren til å overvåke notas geometri og volum under kommersielt fiske (Figur 6). Målet var å få en bedre forståelse av notgeometri og hvor stort volum som er tilgjengelig for fiskestimen fanget i nota. Det er dokumentert at overlevelse av fisk som slippes avhenger av fiskens tetthet og varighet av trengingen i nota før slipping (Marcalo et al., 2006; Huse og Vold, 2010; Tenningen et al., 2012). Det er derfor viktig å ha et estimat på fisketetthet før slipping for å unngå at fisken blir for hardt trengt. Det er i dag ingen praktiske metoder for direkte estimat av fiskens tetthet i nota. I dette arbeidet ble notas volum sammen med normale fangststørrelser brukt som et anslag av fisketetthet.

I samarbeid med prosjektet RedSlip (NFR 243885) ble volumet i ulike noter som normalt brukes i nordiske makrell- og sildefiskerier, anslått og modellert som en funksjon av notstørrelse og hvor stor andel av nota som var halt om bord (Tenningen et al., under revidering). Virkningen av notvolumet på



Figur 4. Tre posisjoneringstranspondere festet til blylina i en ringnot.

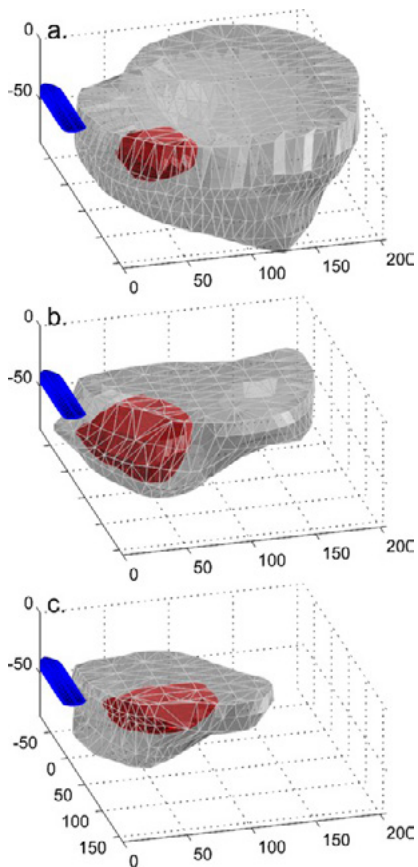
fiskettheten i normale fangststørrelser ble undersøkt. Resultatene tyder på at regelverket for slipping av uønsket fangst fra nota bør ta hensyn til effekten av notstørrelse på fiskettheten. Ideelt sett bør grenser for slipping reflektere målt fisketthet, men det vil kreve videre utvikling av sanntids fangst- og redskapsovervåkingsmetoder og instrumenter.

### Overvåking av fiskens atferd og velferdsstatus under fiske med ringnot

Målet med denne delen av WP2 har vært å utvikle en fangstovervåkings-plattform (CMP) for estimering av fangstens arts- og størrelsesfordeling og beskrivelse av fiskens atferd i nota i forhold til vanntemperatur og oksygen. Ved å identifisere art, størrelse eller kvalitet på en fangst inne i nota vil fiskerne kunne avgjøre om fangsten bør beholdes eller slippes. Verktøy for å overvåke stressnivået til fisken i fangsten, f.eks. gjennom å observere endringer i atferd og miljømessige parametre, vil gjøre det mulig å utvikle ansvarlig slippepraksis som sikrer overlevelse av sluppet fangst.



Figur 5. SN90 sonarskjerm som viser tre transpondere montert på bunnlina i nota ombord i FF "Brennholm". Horizontal seksjon (venstre panel) viser tre transpondere som fargede langstrakte registreringer mellom 300 og 400 m fra fartøyet. Fartøyets bevegelser mens nota settes vises som en hvit linje. I den vertikale delen (høyre panel) vises to av transponderne i en dybde på ca. 60 m.

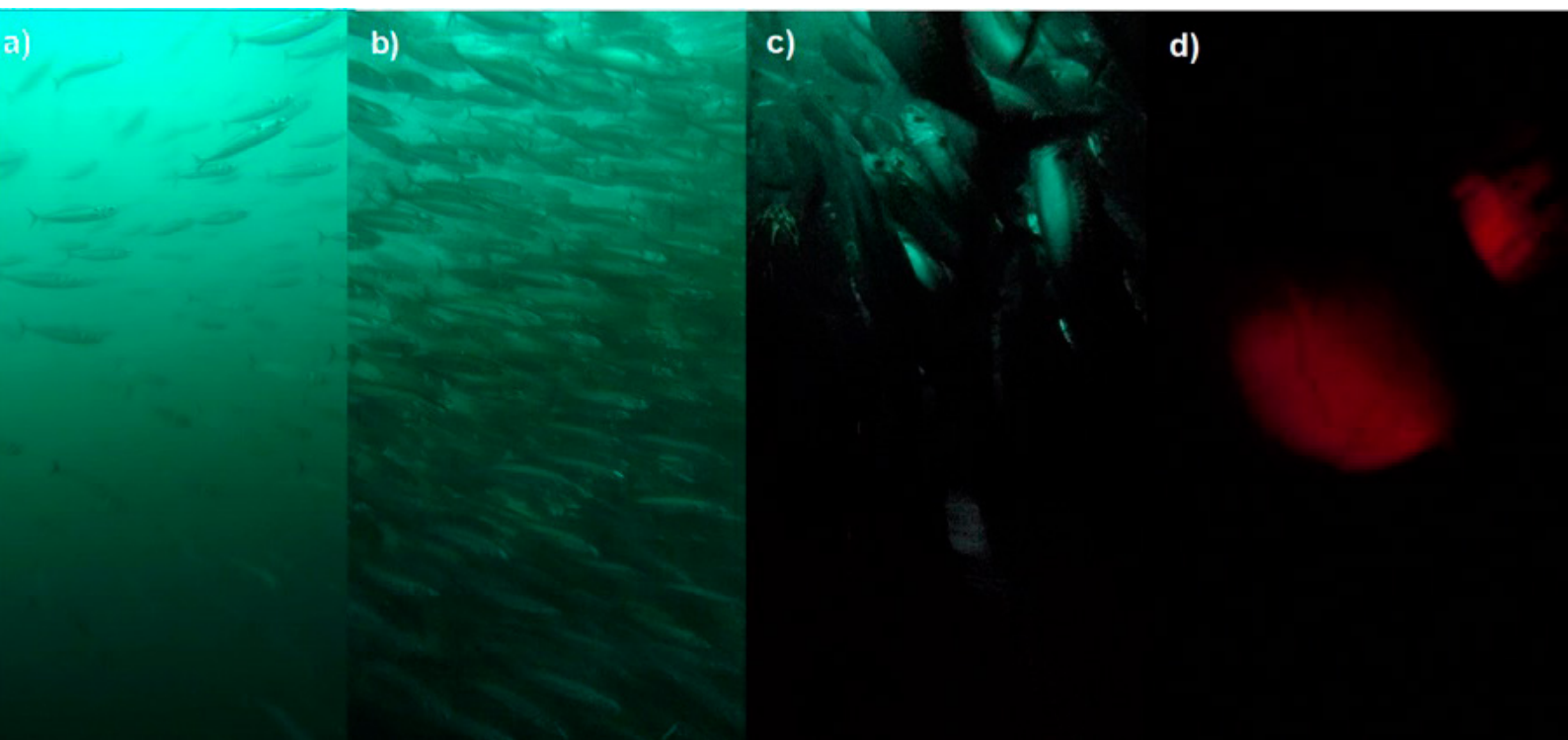


« Figur 6. Rekonstruert 3D-bilde av not og stimform. Nota er vist som en lukket triangulert overflate for volumetestimater på 22, 44 og 50 % halt not. Stimen er vist i rødt og skipet i blått.

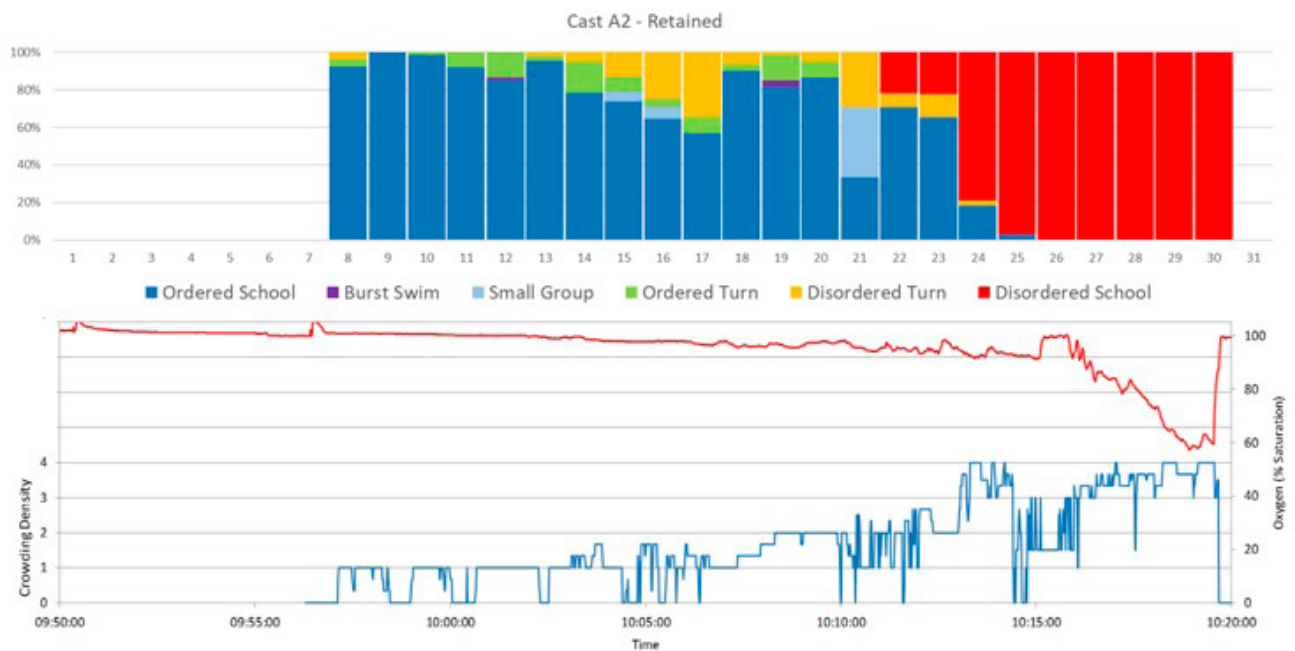
Tidlig i CRISP fokuserte man på å utvikle robuste instrumentbeholdere som kunne festes til notas vegger med kablet overføring av data til overflaten. Men selv om de var robuste nok til å tåle belastningene under kasting og innhaling, kom instrumentene sjelden nær nok fangsten til å kunne gi meningsfulle data. Man valgte derfor å utvikle en integrert plattform med overvåkingsinstrumenter som kunne settes direkte inne i fangsten. I 2014 ble en prototype bygget med kameraer, EK15 ekko-ekkolodd, CTD- og oksygensonde. Plattformen ble utplassert inne i nota fra en småbåt. Denne måten å operere instrumentene på har imidlertid begrenset praktisk anvendelse fordi den forstyrrer fiskeoperasjonene og er avhengig av gunstige værforhold. Man hadde planer om å operere plattformen fra et fjernstyrt overflatefartøy, men det var vanskelig å få tilstrekkelige midler til utviklingsarbeidet. I 2015 ble den i stedet plassert

ut i nota ved hjelp av fartøyets kran, men heller ikke denne metoden var ikke i stand til å samle inn nok data fra fangsten. I 2016 og 2017 ble en liten versjon av CMP utviklet i samarbeid med andre prosjekter [RedSlip (NFR 243885) og “slipping: Best Practice” (FHF 900999)]. Denne inneholdt GoPro-kameraer, samt oksygen-, dybde- og temperatursensorer (med et GoPro kamera og RINKO III logger). Denne versjonen ble skutt ut i nota og inn i fangsten ved hjelp av en pneumatisk kanon, noe som ga enestående data om atferden til fangsten i nota og målinger av viktige miljømessige parametre (temperatur og oksygen).

I samarbeid med prosjektene “RedSlip”, “slipping: Best Practice” (FHF 900999) og “Fangstkontroll i ringnot” (FHF 901350)] er flere varianter av CMP utviklet som kan overvåke ulike posisjoner og faser av fangstprosessen: 1) inne i nota under innhaling; 2) på



Figur 7. Catch Monitoring Probe (CMP)-bilder av ulike grader av trengingstetthet: a) lav tetthet (grad: 1); b) moderat tetthet (grad: 2); c) høy tetthet (grad: 3); og d) svært høy tetthet (grad: 4).



Figur 8. Data fra CMP fra et enkelt ringnotkast viser at trengingstettheten (blå linje), oppløst oksygenkonsentrasjon (rod linje; % metning) (nederst) og atferd (øverst) endrer seg over tid (atferden er oppsummert i intervaller på ett minutt).

pumpen som brukes til å pumpe fangsten ombord; 3) inne i RSW-tanken; 4) ved utslippsåpningen under slipping og 5) utenfor utslippsåpningen. I tillegg er en variant av CMP som inneholder et stereokamera for å gi nøyaktige anslag av størrelsesfordelingen i fangsten før den blir hardt trengt og fortsatt kan slippes, under utvikling i samarbeid med industripartnere (Mohn Drilling). Denne varianten vil bli testet i en ROV utplassert inne i en ringnot sommeren 2019 som en del av "Fangstkontroll i ringnot"-prosjektet, og det er søkt ytterligere finansiering for å utvikle dette til et kommersielt verktøy.

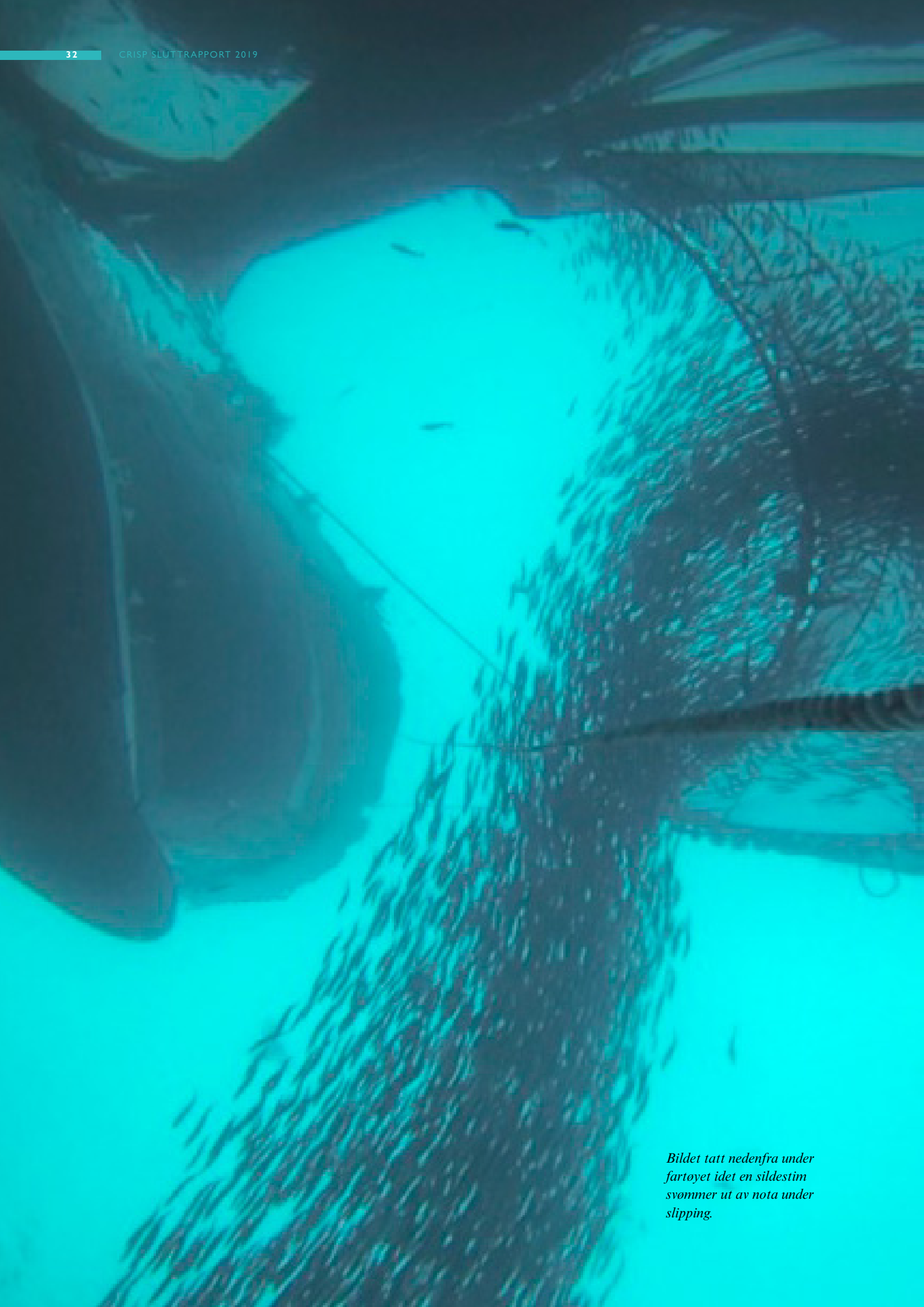
Blant de viktigste resultatene som er kommet fram ved hjelp av disse teknologiene, er identifikasjon av atferdsindikatorer for ikke-dødelig stress hos makrell. I kontrollerte forsøk på HIs akvakulturstasjon i Austevoll ble CMP og andre instrumenter brukt til å samle inn data om ikke-dødelige atferdsmessige reaksjoner på fangstrelatert stress som trenging og hypoksi. Disse viste at makrell kunne tolerere moderat trenging (~ 88 kg.m-3opp til 1 h) og relativt lave oksygenkonsentrasjoner (~ 40% met-

ning) uten signifikant dødelighet (som observert inntil 8 dager etter behandling) (Handegard et al. 2017). Under trenging viste imidlertid makrellen målbare endringer i atferd, bl.a. økt svømmeaktivitet (haleslagfrekvens) (Anders et al, 2019) og oppløsning av normal stimatferd (predatorunntvikelse) (Handegard et al, 2017). Muligheten til å overvåke slike stressresponser kan i framtiden nyttes til å unngå dødelige nivåer av stress under fangstprosessen i ringnotfiske og dermed øke overlevelsen til sluppet fangst.

Med bruk av CMP har man vært i stand til å måle og beskrive atferdsresponser for makrell under ringnotfiske. Resultatene tyder på at når nettvolumet blir redusert, blir stimen stadig mer ustrukturert (Figur 7), stimatferden mer forstyrret og oppløst oksygen i sjøen kan bli vesentlig redusert (Figur 8). Det er interessant at alvorlighetsgraden av disse atferdsendringene og reduksjonen i oksygenivået ved høye trengingstettheter var mindre for fangster som ble sluppet. Videre har beskrivelser av atferd ved slipping av uønskede fangster under ulike forhold gitt oss bedre

forståelse av hva som forårsaker atferdsendringer. Atferdsendringer kan igjen brukes som en indikator på dårlig velferd (Anders et al, 2019b). På sikt kan dette bidra til å utvikle en fiskeriregulering for ringnot basert på vitenskapelige data.

Når CRISP nå avsluttes, vil fangstovervåkingsteknologien utviklet i denne arbeidspakken, forsette å bidra til andre prosjekter og fremme et mer bærekraftig fiske. I prosjektet "Fangstkontroll i ringnot" for eksempel, er HI og SINTEF i ferd med å integrere data fra CMPer med data fra maskineri, navigasjon og miljødata fra fartøyet (kompilert og logget inn i SINTEFs Ratatosk-system). Når data er samlet, vil NOLDUS's Observer XT brukes til å gjennomføre en integrert analyse av dataene og tilhørende atferdsmessige responser. Ved å integrere data på denne måten vil vi bli i stand til å demonstrere hvordan endringer i forhold under fangstprosessen kan påvirke velferden både til fisk som tas ombord, og fangst som slippes.



*Bildet tatt nedenfra under fartoyet idet en sildestim svømmer ut av nota under slipping.*



## REFERENCES

- Anders N, Howarth K, Totland B, Handegard NO, Tenningen M, Breen M. 2019. Effects on individual level behaviour in mackerel (*Scomber scombrus*) of sub-lethal capture related stressors: Crowding and hypoxia. PLoS ONE 14(3): e0213709. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0213709>
- Anders N, Breen M, Saltskår J, Totland B, Øvredal JT, et al. 2019b. Behavioural and welfare implications of a new slipping methodology for purse seine fisheries in Norwegian waters. PLoS ONE 14(3): e0213031. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0213031>
- Breen, M., Saltskår, J., Anders, N., Totland, B., Øvredal, J.T., Tenningen, M., Handegard, N.O. & Peña, H. (In prep). A novel method for monitoring the behaviour of mackerel (*Scomber scombrus*) in relation to crowding and oxygen concentrations in commercial purse seine catches. To be submitted to PLoS One.
- Handegard, N.O., Tenningen, M., Howarth, K., Anders, N., Rieucan, G., Breen, M. 2017. "The loss of schooling function in mackerel in response to crowding but not hypoxia". December 2017 PLoS ONE 12(12):e0190259; DOI 10.1371/journal.pone.0190259
- Marçalo, A. Breen, M., Tenningen, M., Onandia, I., Arregi, L., Gonçalves, J. M.S. 2019. Chapter 11 - Mitigating slipping related mortality from purse seine fisheries for small pelagic fish: Case studies from European Atlantic waters. In, "The European discard policy reducing unwanted catches in complex multi-species and multi-jurisdictional fisheries". Uhlmann, S.S., Ulrich, C., Kennelly, S. (Eds). Springer. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-03308-8\\_15](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-03308-8_15)
- Huse, I., and Vold, A. 2010. Mortality of mackerel (*Scomber scombrus* L.) after pursing and slipping from a purse seine. Fisheries Research, 106: 54-59.
- Marçalo, A., Mateus, L., Correia, J. H. D., Serra, P., Fryer, R., and Strattoudakis, Y. 2006. Sardine (*Sardina pilchardus*) stress reactions to purse seine fishing. Marine Biology, 149: 1509-1518.
- Tenningen, M., Pena, H., and Macaulay, G. J. 2015. Estimates of net volume available for fish shoals during commercial mackerel (*Scomber scombrus*) purse seining. Fisheries Research, 161: 244-251.
- Tenningen, M., Vold, A., and Olsen, R. E. 2012. The response of herring to high crowding densities in purse-seines: survival and stress reaction. ICES Journal of Marine Science, 69: 1523-1531.
- Tenningen, M., Probitzer, A., Handegard, N.O., and de Jong Karen. Estimating purse seine volume during capture: implications for fish densities and survival of released unwanted catches. In Review. ICES Journal of Marine Sciences.

## 7.2.3 WP3 - Fangstovervåking og fangstkontroll under tråling

Arbeidspakke 3 hadde som mål å redusere uønskede fangster under kommersiell tråling ved å utvikle instrumenter som skal gi skipper bedre sanntids informasjon om fiskeredskapet under fiske, samt utstyr til å identifisere mengde, art og størrelser av fisk som blir fanget. Oppgavene som inngår i WP 3 endret seg en del i løpet av tiden CRISP-prosjektet varte, idet delprosjekt 2.1 Trawl HUB for camera and acoustic systems og 2.2 Catch and gear information system flyttet fra WP 2 til WP 3 og delprosjekt 3.3 Catch regulation in trawls flyttet til WP 4. I forbindelse med denne rapporten rapporteres følgende oppgaver under Arbeidspakke 3:

1. Trål-HUB for kamera og akustiske systemer
2. Fangst- og redskapsinformasjonssystem (for trål)
3. Visuell fiskeklassifisering
4. Aktiv enhet for seleksjon i trål

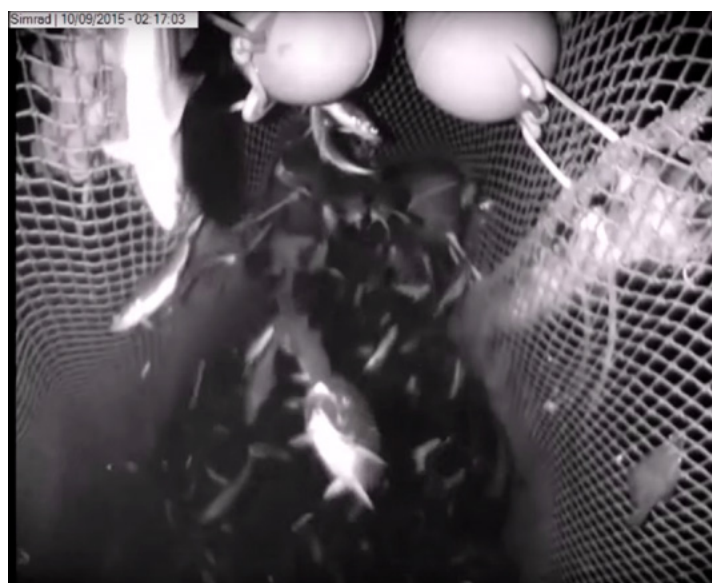
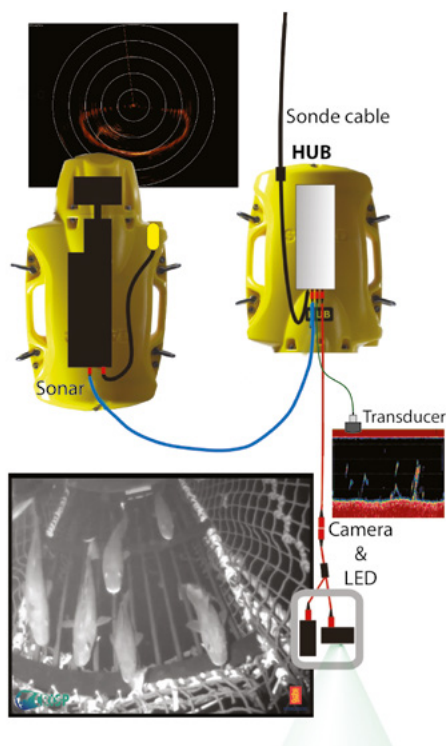
Samarbeidspartnerne i arbeidspakke 3 var Kongsberg Maritime Simrad, Scantrol/Scantrol Deep Vision, Havforskningsinstituttet og UiB. Kongsberg Maritime Simrad har jobbet med utvikling av trål-HUBen, fangst- og redskapsinformasjonssystem for trål og en selektivtetsinnretning (en fjernstyrt utløser som er koblet til trål-HUBen). Scantrol Deep Vision (Scantrol fram til 2013) har utviklet Deep Vision-kameraetsystemet for visuell klassifisering av fisk og har arbeidet med to prototyper av aktive seleksjonenheter beregnet på kopling mot Deep Vision-systemet. HI har koordinert arbeidspakken og ledet forskningstokt. UiB har bidratt gjennom veiledning av studenter som har arbeider med PhD- og MSc-prosjekter under arbeidspakken.

### Trål-HUB for kamera og akustiske systemer

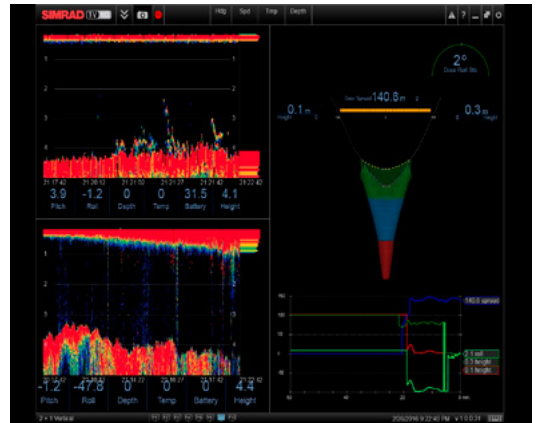
Målet med trål-HUBen var å gi Ethernet-tilkobling til headlina i en fisketrål for sanntids toveiskommunikasjon mellom broen og trålutstyr slik som

kameraer, sonarer etc. Trål-HUBen ble utviklet av Kongsberg Maritime Simrad som planlagt. Et skjematisk diagram over undervanns-komponentene i trål-HUBen er vist i Figur 1. HUBen er fleksibel når det gjelder antall og type enheter som kan koples til den. Dette inkluderer vitenskapelig ekkolodd (opptil 2), et kamera med LED-lyskilde, flere IP kameraer, scanning- og multistråle trålsonarer og en fjernstyrt utløssingsenhet.

Utviklingen av trål-HUB-systemet, som markedsføres som Simrad FX80, er fullført som planlagt og har blitt solgt til en rekke kommersielle fiskefartøyer, hovedsakelig i fiske etter Alaska Pollock (*Theragra chalcogramma*) der utstyret brukes til å redusere bifangsten av laks. Ved hjelp av kameraet identifiseres laks som kommer inn i trålen. Når laks observeres, sakter fartøyet ned på farten slik at laksen kan svømme ut gjennom en spesialdesignet "lakse-excluder".



« Figur 1. Skjematisk illustrasjon av Simrad FX80 fangstovervåkingssystem med trålsonar, ekkolodd og overvåkningskamera (venstre). Bildet til høyre viser systemet i bruk til å identifisere laks under tråling etter Alaska Pollock i USA.



Figur 2. Simrad PX tråloye montert på underpanelet i en pelagisk trål under er CRISP tokt (til venstre) og TV80 programvare for visualisering av data fra redskapet (høyre). Ekkogrammer fra tråloyer vises på venstre side av TV80 skjermen, avstanden av tråldørene over havbunnen, styrbord dør rulling og dørspredding til høyre.

### Fangst- og redskapsinformasjonssystem for trål

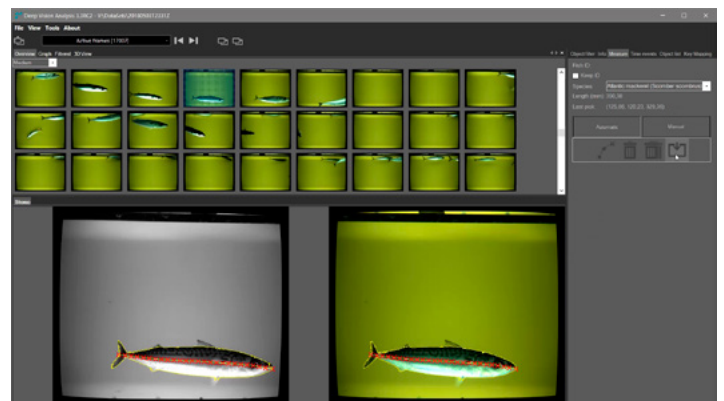
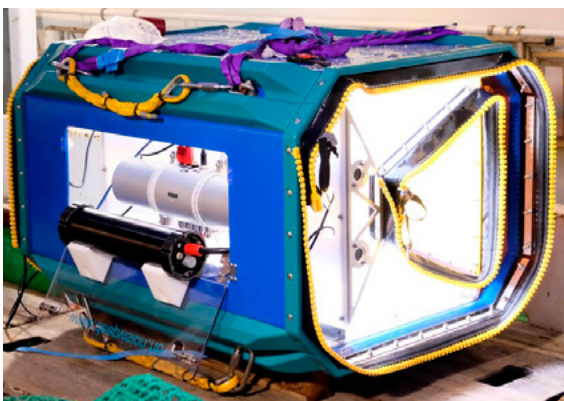
Parallelt med utviklingen av HUB-systemet har Kongsberg Maritime Simrad utviklet og testet en ny multistråle trålsonar (FM90), en ny serie med multifunksjonelle sensorer for fangstovervåking (PX) og en ny programvare for visualisering av informasjonen på broa (TV80) (Figur 2). Målet med alle disse sensorene er å forbedre skipperens kontroll over fiskeredskapet og oversikt over hva som kommer inn i trålen. Utviklingen av sensorer som kan måle tråldørenes høyde over havbunnen og sveivevinkel var avgjørende for gjennomføringen av forsøkene med seimpelagisk tråling som ble utført som

en del av Arbeidspakke 4 Low impact trawl. FM90, PX og TV80-systemene er alle kommersielt tilgjengelig og brukes av fiskefartøyr over hele verden. Nye typer PX trålsensorer vil fortsatt utvikles etter at CRISP er avsluttet, slik som en flow sensor som ble testet så sent som under det siste CRISP-toktet om bord i RV «G.O. Sars» i november 2019.

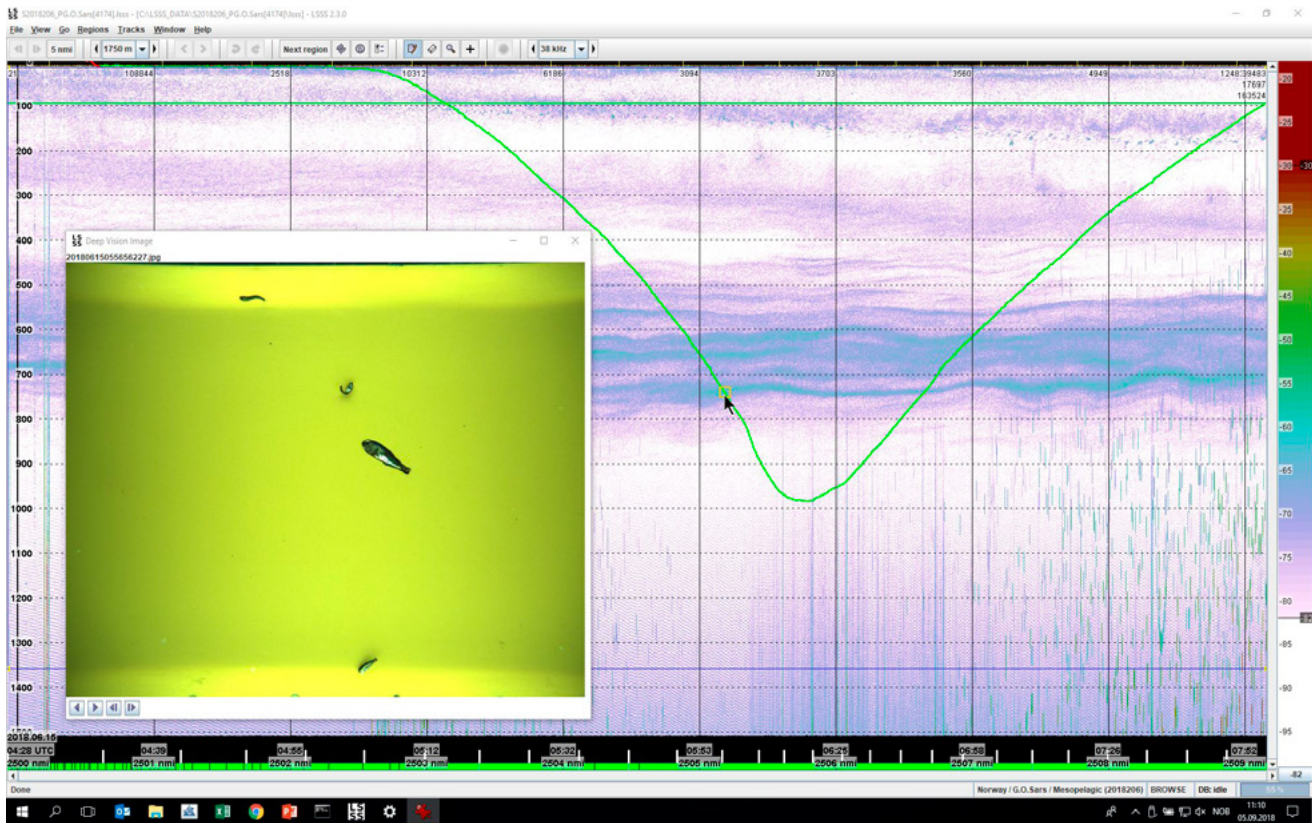
### Visuell klassifisering av fisk

Aktivitetene som er knyttet til visuell klassifisering av fisk i en trål, har vært sentrert rundt utviklingen av Deep Vision-systemet (forretningspartneren Scantrol Deep Vision AS). Opprinnelig var Deep Vision planlagt som et

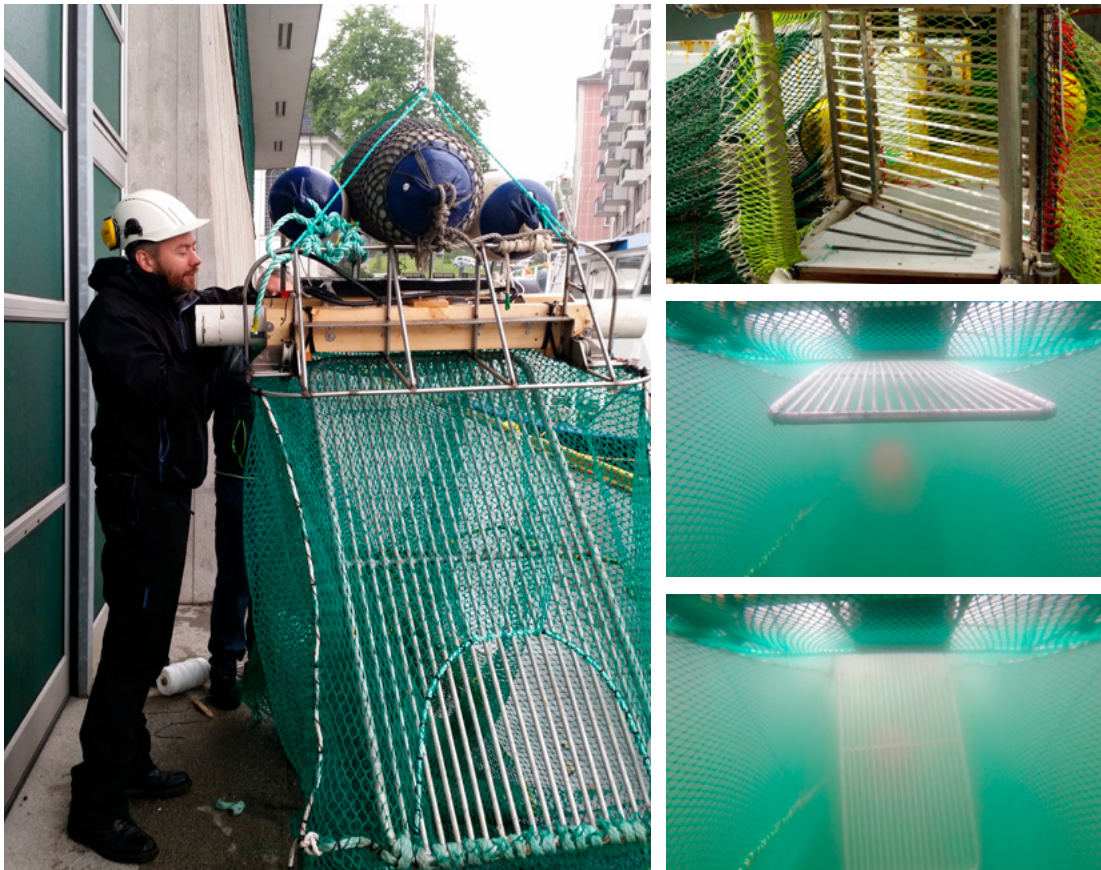
system for bruk i kommersielt fiskeri for å unngå fangst av uønskede arter eller størrelser, men utviklingsarbeidet under CRISP har i første fase blitt dreiet over til å utvikle et høypresisjons system for fiskeriforskning. Deep Vision fotografierer alt som passerer gjennom trålen og gir målinger med millimeters nøyaktighet. Til dags dato har to komplette Deep Vision-systemer blitt solgt til fiskeriforskning i Norge og et annet system er bestilt for levering til Korea høsten 2019. Som forskningsversjon er systemet nå klar for markedet, men Scantrol Deep Vision fortsetter å designe en enklere, mer kompakt versjon for bruk i kommersielt fiskeri etter at CRISP er avsluttet.



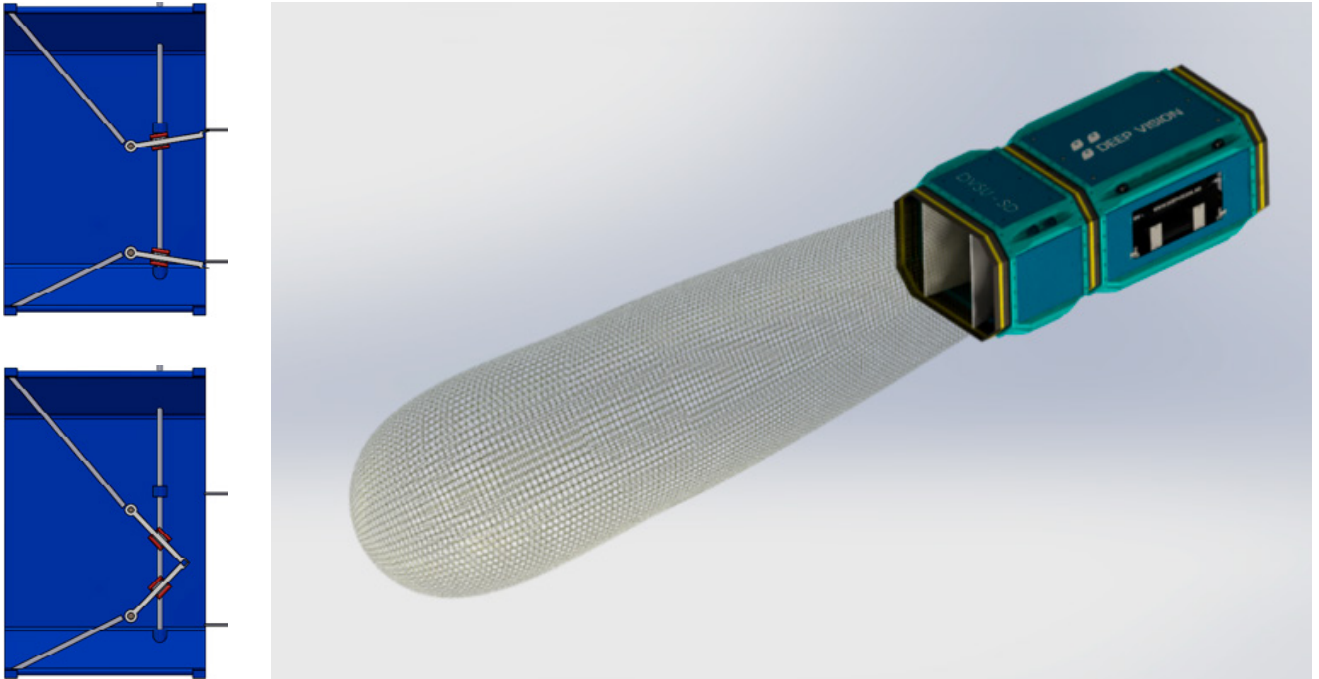
Figur 3. Deep Vision ramme og elektronikk (venstre) og analyseprogramvare som her brukes til å identifisere og måle en 35 cm lang atlantisk makrell (*Scomber scombrus*) (høyre).



Figur 4. Trålbane og Deep Vision-bilde integrert med LSSS-programvare for visning av akustiske data. Den grønne linjen viser trålbane gjennom vannsøylen (0 til 990 m). Pilen og små oransje boksen indikerer plasseringen av Deep Vision-bildet som vises. Bildet inneholder fire laternefisk (*Benthoosema glaciale*) avbildet på 750 m dybde.



« Figur 5. Motorisert portsystem testet for aktivt seleksjon i en trål som en del av CRISP.



Figur 6. Design av et sorterings system som for tiden er under bygging for direkte integrasjon med Deep Vision-rammen. Øverst til venstre er en visning av sorterings portene sett ovenfra i posisjon til å beholde fangst, nederst til venstre i posisjon til å frigi fangst. Illustrasjon av sorterings mekanismen plassert mellom Deep Vision-kameraramme og codend (høyre).

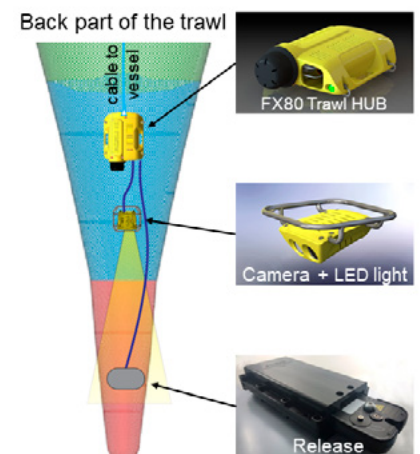
Forskningsutgaven av Deep Vision-systemet består av en ramme som er plassert mellom trålens forlengelse og trålposen (cod-end), elektronikk inkludert et stereo-kamerasystem, lys og batteri for 6 timers drift, samt programvare for artsidentifisering og lengdmåling fra stereo bildene (figur 3).

Scantrol Deep Vision og Havforskningsinstituttet har samarbeidet om å integrere informasjon om sampling-trålens posisjon under tauing og Deep Vision-bilder med LSSS (Large skala Survey system)- programvaren som brukes til å analysere akustiske data fra bestandstokt. Man får da en god bekreftelse på artsidentifikasjon under tolking av akustiske data (figur 4).

#### Aktiv enhet for seleksjon i trål

Utvikling av en enhet for aktivt seleksjon/utslipp av uønskede fiskearter fra trål ble startet opp, men ikke fullført under CRISP prosjektet. To prototype systemer basert på en bevegelig port eller dør ble testet på CRISP tokt (Figur 5). En system med to porter for direkte integrasjon med Deep Vision-rammen har blitt testet i småskala og er for tiden under bygging i fullskala (Figur 6).

På anmodning fra et fiskeriselskap har Kongsberg Maritime Simrad utviklet og levert en seleksjonsenhet som kan kobles til FX80 trål-HUBen (Figur 7). Fiskeriselskapet er for tiden i ferd med å designe et system for å bruke denne enheten til å åpne trålposen hvis man observerer uønsket fangst med kameraet.



Figur 7. Codend seleksjonssystem basert på Simrads FX80 trål-HUB.

## 7.2.4 WP4

### - Trål med mindre miljøpåvirkning

Bunntråling kan ha negativ påvirkning på bunnfaunaen. Det var derfor en viktig oppgave i CRISP å utvikle nye trål-design som reduserer den negative innflytelsen som trålen utøver på bunnhabitatene når man tråler etter bunnfisk.

Torsk og hyse står vanligvis nær bunnen, men til tider foretar de døgn-vandringer eller sesongvandringer og kan finnes ganske langt over bunnen. Dersom man kunne fiske etter torsk og hyse med pelagisk trål når de står over bunnen ville dette kunne være et alternativ for å redusere bunnpåvirkningen. Forsøk som er utført i Barentshavet viser at det ikke er noe systematikk i når torsk og hyse er fordelt over bunnen, og at det skjer ganske sjelden og ofte i lave konsentrasjoner, noe som gjør det vanskelig å etablere et effektivt fiskeri kun basert på pelagisk trål. Derfor ble det i CRISP prioritert å undersøke potensialet for å benytte semipelagisk tråling etter torsk og hyse som en metode for å redusere påvirkningen på bunnsamfunn.

Utviklingen av semipelagisk trål-teknikker med tråldørene og sveipene løftet

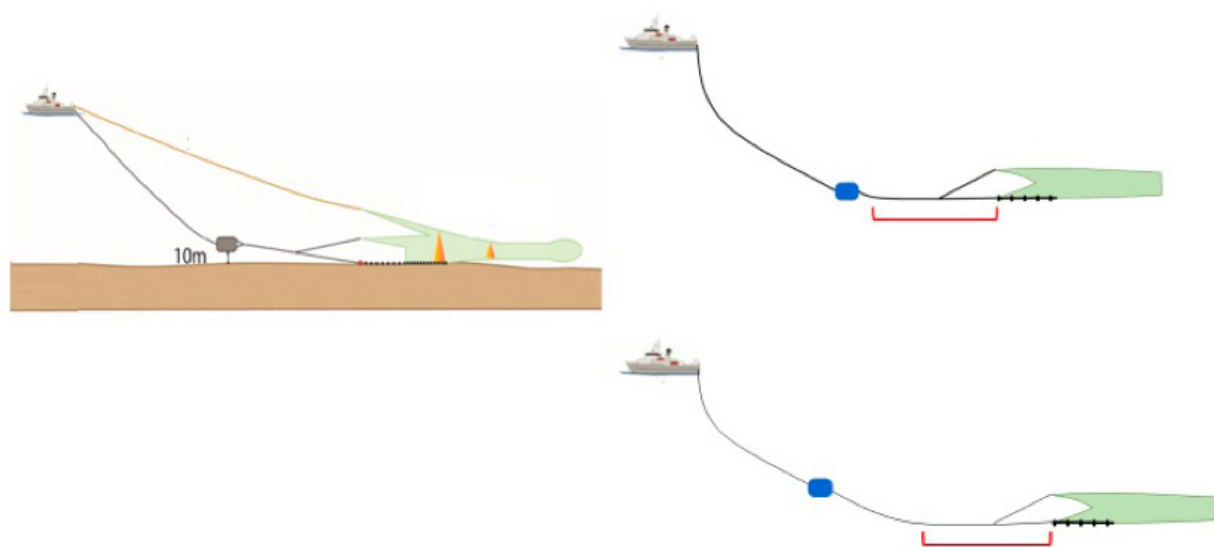
over sjøbunnen mens man beholder trålen på bunnen, inkluderte styrbare tråldører. Det er viktig å posisjonere de to tråldørene i lik avstand fra bunnen under semipelagisk tråling for å opprettholde korrekt trålgeometri og dermed også opprettholde fangsteffektiviteten. Dette kan ikke alltid gjøres ved å justere på varpene.

Pelagiske tråldører med luker over og under taue-brakettene ble konstruert og testet (Figur 1). Lukene kunne åpnes og lukkes av en motor som ble styrt via et akustisk kommunikasjonssystem. Forsøk viste at tråldørene kunne manøvreres både vertikalt og horisontalt ved å åpne og lukke øvre luke i tråldørene. Imidlertid ble det akustiske kommunikasjonssystemet funnet å være for upålitelig til å bli anvendt kommersielt.

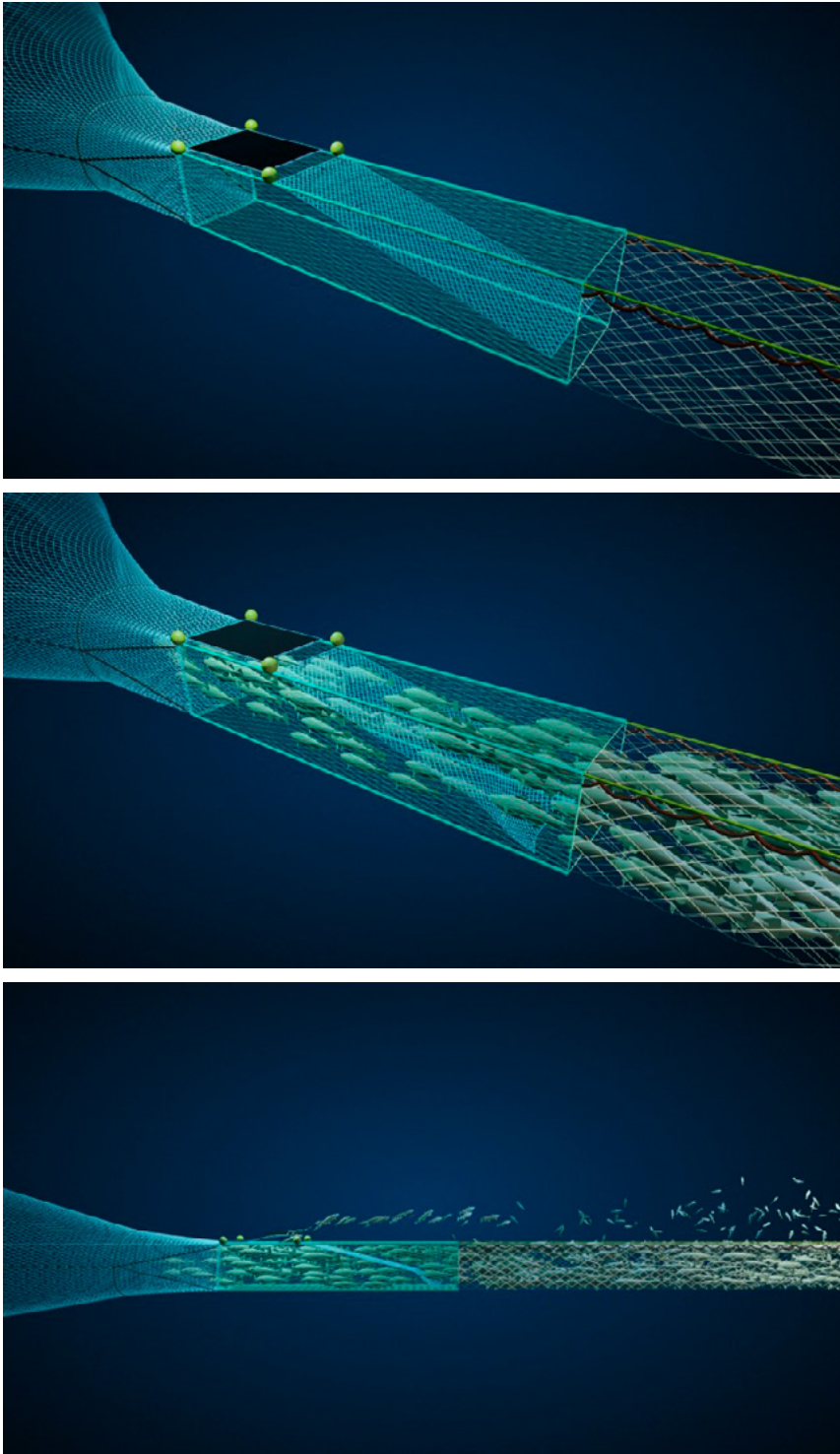
Det ble utført forsøk for å sammenligne fangsteffektiviteten ved semipelagisk tråling med vanlig bunntråling. Man sammenlignet da hvordan fangstene av torsk og hyse ble påvirket av at dørene og/eller sveipene ble hevet over sjøbunnen (Figur 2). Man fant at når fisken sto nær



Figur 1. Styrbare pelagiske tråldører med luker over og under taue-brakettene som ble utviklet i crisp. Lukene kunne åpnes og lukkes av en motor som ble styrt via et akustisk kommunikasjonssystem.



Figur 2. Semipelagisk tråling: Det ble utført forsøk for å sammenligne fangsteffektiviteten ved semipelagisk tråling med vanlig bunntråling (øverst til høyre). Man sammenlignet da hvordan fangstene av torsk og hyse ble påvirket av at dørene og sveipene (til venstre) eller bare dørene (nederst til høyre) ble hevet over sjøbunnen.



Figur 3. Fangstbegrensings-systemet (Exfed) består av en fiskelås rett bak en åpning i det øvre trålpanelet som er dekket av en matte som kun er festet i forkant (øverst). Fiskelåsen hindrer den ønskede mengden av fisk fra å rømme ut under hiving (midten). Innledningsvis ligger maten mot trålsens topp-panel og tetter hullet. Når det samler seg fisk i posen og fyller den opp fram til fiskelåsen, blir vannstrømmen ledet ut av hullet slik at maten løftes og lar overflødig fisk unnsnippe på fiskedyptet (nederst) (grafikk John Ringstad).

havbunnen, fanget den semipelagiske trålen dårligere enn bunntrålen. Dette antyder at samleffekten som tråldørene og/eller sveipene skaper på havbunnen er avgjørende for å fange torsk og hyse når fisken står nær bunnen. I tilfeller hvor torsken er aggregert i stor tetthet over havbunnen, ga semipelagisk trål tilsvarende fangster som bunntråling, trolig på grunn av nedadgående skremming fra dørene.

Man kan konkludere med at semipelagisk tråling etter torsk og hyse nær bunnen ikke kan anbefales med dagens rigging. Den reduserte fangsteffektiviteten vil kreve at man tråler lengre for å oppnå samme fangster som tradisjonell bunntråling. Imidlertid kan semipelagisk tråling være et levedyktig alternativ til bunntråling etter torsk i visse situasjoner, slik som når det er høye tettheter av fisk over bunnen.

Høye torskebestander i Barentshavet fra ca. 2010 førte ofte til for store trålfangster. Dette resulterte i redusert kvalitet når fangsten oversteg fartøyets produksjonskapasitet, økt risiko for utkast, redskapsskader og sikkerhetsproblemer. Derfor, etter anmodning fra industri og forvaltning, utviklet CRISP et passivt system for å begrense den maksimale størrelsen på trålfangster. Fangstbegrensings-systemet (Exfed) består av en fiskelås rett bak en åpning i det øvre trålpanelet som er dekket av en matte som kun er festet i forkant (Figur 3). Fiskelåsen hindrer den ønskede mengden av fisk fra å rømme ut under hiving. Innledningsvis ligger maten mot trålsens topp-panel og tetter hullet. Når det samler seg fisk i posen og fyller den opp fram til fiskelåsen, blir vannstrømmen ledet ut av hullet slik at maten løftes og lar overflødig fisk unnsnippe på fiskedyptet. Exfed kan monteres i en slik avstand fra torskelina at man oppnår en fangstmengde som er tilpasset fartøyets produksjonskapasitet.

Fiskerimyndighetene ga seks norske fartøyer tillatelse til å bruke Exfed-systemet under kommersielt fiske i 2013. Det viste seg at systemet reduserte risikoen for uønsket store trålfangster. I ettertid har systemet blitt forbedret basert på tilbakemeldingene som kom fra den kommersielle flåten. I 2019 har 21 norske trålere fått tillatelse til å bruke systemet.

## 7.2.5 WP5 - Kvalitetsforbedring

### Bakgrunn

Kvaliteten på fiskeprodukter påvirkes av en rekke faktorer, som for eksempel sesongvariasjoner i næringstilgang, temperatur og gyting. Kvaliteten på råstoffet er også sterkt avhengig av hvordan fisken fanges. Under fangst blir fisken utsatt for en rekke faktorer som kan redusere muskelkvaliteten, for eksempel svømming til utmattelse, trengsel i fangstredskapet, alvorlig barotrauma og mangel på kontrollert slaktning og utblødning.

Under kommersielt trålfiske vil sannsynligheten være stor for at for at en betydelig del av fangsten kan bli påført skader på grunn av trålingen og overgangen fra sjøen og inn i fartøyets mottakstanker. Størrelsen på halet har direkte innvirkning på graden av skader. Når store hal med fisk blir trukket opp trålslipen og oppbevares i tørre mottakstaker i timer før sløyning, vil mesteparten av fisken være død før bløgging/direktesløyning. Dette resulterer i utilstrekkelig utblødning og misfarging av fiskefileten. I CRISP-prosjektet har Nergård Havfisk AS og Nofima samarbeidet om kvalitetsforbedring om bord på trålere. Det er utfordrende å identifisere og måle alle de forskjellige faktorene som påvirker fiskekvaliteten under kommersielt fiske. For å øke kunnskapen rundt fangstgenerert stress/belastning, ble det bygget en eksperimentell svømmetunnel i CRISP-prosjektet. En rekke ulike stressfaktorer har blitt undersøkt i kontrollerte eksperimentelle forsøk i svømmetunnelen.

I CRISP, arbeidspakke 5, har målsettingen vært å øke kvaliteten og verdien av fisken gjennom å endre måten trålen brukes på og hvordan fangsten håndteres. Dette kan oppnås ved å minimere stress under tråling, og ved å implementere ny teknologi som gjør håndteringen av fangsten mer skånsom.

### WP5.1 Kvalitetsstatus om bord på kommersielle bunntrålere

#### Resultater

Det har blitt gjennomført tokt ombord på J. Bergvoll (Nergård Havfiske AS), som er en kommersiell hekktråler. På tokt ble stress/belastning på fisken undersøkt i sammenheng med kommersiell tråling av atlantisk torsk. I tillegg ble korttids levendelagring (0, 3 og 6 timer) om bord og hvilke effekter dette har på muskel-pH, blod-pH, blodglukose, blodlaktat og dødelighet under levendelagring evaluert. Den kommer-

sielle måten å prosessere fisken på ble sammenlignet opp mot fisk som var levendelagret, før de ble avlivet med slag i hodet og bløgget (strupekuttet) og deretter blødd ut i 30 minutter før sløyning. Visuelle fangstrelaterte kvalitetsfeil på hel fisk (redskapsmerker, skrapemerker, blodsprenget) og på ferske fiskefileter (blåmerker, misfarging av filet, og blodflekker) ble evaluert. Tauetiden og størrelsen på halet påvirket både overlevelse (40-95%), laktatnivået, blod- og muskel-pH. Halene med høyest dødelighet på fisk gjennom levendelagring om bord, var relatert til lang tauetid og store enkeltfangster.



Levendelagring av fisk i 6 timer for deretter å bløgges for den fileteres, bidrar til en hvitere farge på fileten (høyre) enn fileter som er behandlet på tradisjonell måte (venstre), dvs. sløyet og filetert en time etter fangst (Foto: Nofima AS).



Når det gjelder kvalitetsfeil i fileter, førte den kommersielle prosesseringsmetoden til økt misfarging (rødfarge) av filetene. Fisk, som ble bløgget umiddelbart etter fangst, hadde hvitere filetfarge, sammenlignet med kommersiell prosedyre, der fisken dør ned før den direktesløyes. Imidlertid syntes levendelagring og restitusjon ut over 6 timer før slaktning, å ha et potensial til å gi et produkt med hvitere muskel. Fisk som ble tatt fra produksjonslinjen etter direktesløying, hadde økt misfarging av fileter, sammenlignet med fisk som ble holdt levende i 6 timer før slaktning. Dette tyder på at mye av den røde misfargingen ble borte fra muskelen under restitusjonen i levendelagringstankene. Disse filetene var betydelig hvitere i farge og hadde færre blodfylte årer. Derfor er overlevelse om bord fram til slaktning, avgjørende for å øke fangstverdien. Det ble også undersøkt hvordan dødsstivheten til fisken utviklet seg etter fangst og levendelagring. Fiske som ble slaktet umiddelbart etter fangst ble raskere dødsstiv, sammenlignet med fisk som ble holdt levende i 6 timer før slaktning. Den raske inntreden av dødsstivhet i stresset fisk rett etter fangst gjør at man har mindre tilgjengelig tid tilgjengelig, for å prosessere fisken før den

blir dødsstiv. Prosessering av fisk mens den er dødsstiv er uheldig, noe som ofte fører til filetpalting og bløt tekstur, senere i produksjon og fordeling.

### Vasshaling

Vasshaling, også kjent som ”short wiring” i Alaska, er en type redskapsbruk som ofte brukes under forhold med høy tetthet av fisk på fangstfeltet. Noe som ofte kan oppstå under på trålfeltene i Barentshavet. En del skipperer velger å skyte av trålen igjen rett etter at fangsten er tatt om bord. I enkelte tilfeller tas ønsket mengde fisk i trålen, før fangst fra det foregående halet er ferdig produsert. Derfor løftes trålen fra havbunnen for å unngå at mer fisk blir fanget og trålen sleges på en bestemt dybde ved lav hastighet, fram til produksjonskapasiteten i fabrikken er gjenopprettet og klar for å ta imot nytt råstoff. Begrunnelsen for denne praksisen er å sikre kontinuerlig tilførsel av fisk for å unngå unødvendig stopp i fabrikken. Det er flere som er kritiske til denne måten å fiske på, da det kommer indikasjoner og tilbakemelding på redusert fangstkvalitet. Det ble derfor gjennomført et tokt om bord FF ”Helmer Hanssen”, eid av

Universitetet i Tromsø, med sikte på å undersøke hvordan vasshaling påvirker fangstkvaliteten til torsk. Resultatene fra dette toktet viser at vasshaling hadde signifikant negativ effekt på nivåene av fangstskader, utblødning og farge på filetene.

### Skånsom trålsekk

Et nytt trålsekk-konsept ble testet om bord på ”J. Bergvoll”, med målsetting om å forbedre kvaliteten på trålfangst fisk. Hensikten var å redusere fangstskadene under oppstigning og om bordtaking av fangsten. Under tråling ble fisken holdt i et fremre segment av trålsekken som hadde lovlig maskeviddestørrelse. Et kvalitetsforbedrende småmasket segment ble festet til den bakre delen av codend. Inngangen til denne delen av trålsekken var lukket under regulært fiske. Åpningen til den bakre seksjonen ble ikke åpnet før trålsekken kom opp til et forhåndsdefinert dyp, slik at fisken fikk bedre plass under oppstigning og de siste meterne opp mot overflaten. Formålet med den trålsekken var å redusere vannstrømmen og å unngå at fisken ble pakket for tett under heving og ombordtaking av fang-



Testing av den nye 4-panels trålpøsen som er konstruert for å forbedre fangstkvaliteten. Egersund Group har designet den nye trålpøsen i samarbeid med CRISP sin forskere. Pøsen holdes lukket under tauing, men åpnes ved et bestemt dyp slik at fangsten får bedre plass under innhiving. (Foto: Nofima AS).

sten. Ved sammenligning av kvalitet på torsk som ble tatt med den skånsomme trålsekken, opp mot den konvensjonelle trålsekken, så var sannsynligheten for å få torsk uten fangstrelaterede skader (redskapsmerker, dårlig utblødning, blodsprenget og slitasje på skinnen), fem ganger høyere ved bruk av den skånsomme trålsekken.

### WP 5.2 Eksperimentell testing av stressorer med mulig effekt på kvaliteten til trålfanga fisk

Under kommersielt fiske er det begrensede muligheter for å identifisere, måle og forutsi betydningen av de ulike stressfaktorene som er kjent for å påvirke fiskens kvalitet. Det er også begrensede muligheter for å manipulere disse faktorene for å teste om kvalitetsforbedringer kan gjøres. For å øke kunnskapen om stress under fiske, ble det bygget en eksperimentell svømmetunnel med en påfestet små-skala cod-end. Svømmetunnelen gjorde det mulig å teste ut hvilken effekt ulike stressorer som oppstår under fangsting, har på fiskens fysiologi og kvaliteten.

Studiene som ble utført ved hjelp av eksperimentelle svømmetunnelen, inkluderte tidsmåling av stress og kvalitetsbestemmende biologiske parametere, og har gitt viktig ny kunnskap om disse mekanismene. Nærmere bestemt ble den eksperimentelle svømmetunnelen og cod-enden brukt til å undersøke hvordan stresset fra ulike faser av trålfangst påvirker kvaliteten med tanke på restblod, tid og grad av muskelstivhet og filetfarge på torsk og hyse. I tillegg ble effekten av stress og betydningen av timing av avlivning også undersøkt. Studiene i denne arbeidspakken er en del av en doktorgradsavhandling med tittelen ”Stress responses influencing fillet quality of trawled Atlantic cod and haddock».

#### Eksperimentell svømmetunnel

Svømmetunnelen er spesiallaget for å gi et eksperimentelt oppsett for svømmeforsøk med grupper fiska v kommersiell størrelse. Den besto av en samling med 0,8 m indre diameter rør, en 3-blads propell med en integrert 5,5 kW elek-



*PhD-student Ragnhild A Svalheim utfører forsøk med simulert trålhal i svømmetanken utenfor Tromsø. Her ble ulike stressfaktorens effekt for fiskens kvalitet og velferd testet under kontrollerte forsøk (Foto: Nofima).*

trisk motor sikret i en 0,8 m indre diameter aluminium rørhus og et 1400 L oktagon aluminium svømmekammer (2,8 m og 0,8 m i indre høyde og indre bredde). Svømmekammeret var utstyrt med en akryl glass toppluke for lasting av fisk og et gjennomsiktig sidevindu for undervannsfotografering av fisken. For å minimere turbulens ble en strømningsstyrer laget av kvadratrør (5 × 5 cm) på 1 m lengde plassert foran svømmekammeret. Gitter som hindret fisk i å rømme svømmekammeret, ble laget av plastdekte rustfrie stålstenger (SS gitter) og plassert i kammerets for- og bakender. Den nedre halvdel av bakre rutenettet skrånet slik at dens laveste punkt rakte ca. 0,4 m inn i svømmekammeret. Dermed ble utmattet fisk styrt til den øvre halvdel av bakre rutenettet, som var festet til den nedre halvdel med hengsler og kunne åpnes for å fjerne fisk hver for seg. En beholder laget av plastbelagte rustfrie stålstenger (SS-nett) ble plassert bak kammeret for å hindre at fisken flyr lenger inn i tanken når bakgitteret ble åpnet. En små-skala eksperimentell cod-end er festet til tunnelen. Den eksperimentelle cod-enden ble laget av netting (80 mm bar mesh) og bestod av fire paneler med en total lengde på to meter. Forskjellige sammenføyningsdensiteter kan oppnås ved å stramme tauene rundt posen ved forskjellige posisjoner.

#### Resultater

Den første fasen av trålfangst som vil valgte å studere, var gjetning av fisk foran trålmunnen. To forsøk ble utført for å undersøke hvordan dette potensielt påvirker kvaliteten. Det første tok for seg utmattende svømming av torsk, og den andre den kritiske svømmehastigheten til hyse. Disse studiene viste at utmattende svømming forårsaker en moderat stressrespons som tar lengre enn 6 timer å komme seg fra, og at svømming har en kortvarig effekt på muskeltekstur, men liten eller ingen effekt på filetfargen. Det ble konkludert at andre stadier av trålfangst har større innvirkning på muskelkvaliteten.

Den andre fasen av trålfangst under undersøkelse var hvordan svømming og fulgt av trenging vil påvirke torskens fysiologi og muskelkvalitet. Resultatene fra denne studien viste at trenging forårsaket et sterkt stressrespons, og at fisken sannsynligvis ble hypoksisk på grunn av manglende evne til å bevege gjellelokket og ikke på grunn av lavt oksygeninnhold i vannet. I tillegg ble kvaliteten betydelig redusert som følge av økt mengde blod i muskelen. Ingen av effektene av trenging kunne reverseres med 6 timer restitusjon.



Forsker Stein Harris Olsen og PhD-student Ragnhild A. Svalheim evaluerer filet-kvaliteten etter et forsøk (Foto: Nofima).

Den siste fasen med fangstprosessen, dvs. effekten av lufteksponering på dekk, ble også undersøkt. Fisk ble stresset ved mild trenging og deretter eksponert for luft i 15 eller 30 minutter eller avlivet direkte ved slag til hodet og deretter lagt i luft i 0, 15 eller 30 minutter før bløging. Vi fant at stressede / trengte fisken reagerte sterkere lufteksponeringen og hadde mer restblod i fileten enn ustresset fisk. Dersom fisken ble avlivet umiddelbart istedenfor å bli eksponert for luft, var kvaliteten betraktelig bedre, selv om det to 15-30 minutter før fisken ble bløget.

Med utgangspunkt i de eksperimentelle undersøkelsene som ble gjort i WP 5.2, konkluderte vi med at det høye presset under fangsting og lufteksponering om bord på fiskefartøylene, er viktige stadier der kvalitetsforringing skjer under trålfiske. Trenging og lufteksponering forårsaker en økning i filetrødhet og blod i muskelen som en ikke ser hos fisk som er stresset som følge av tvungen svømming. Vi foreslår at akkumulering av restblod i de hvite musklene i trengt fisk kan være et resultat av utilstrekkelig tømning av segmentale vener på grunn av den

statiske tilstanden til musklene under trengsel og lufteksponering på dekk.

Tiltak som kan sikre toppkvalitetsfisk fra trålere, inkluderer redusere trenging i cod-end og umiddelbar slakting av fisk uten betydelig lufteksponering. Restitusjon i vannfylte tanker, kan ha gunstige effekter på filet-kvalitet fordi det reduserer tiden fisk blir liggende i luft og bedrer dermed kontroll på slaktingen.

### Konklusjoner

I AP 5 har både biologiske og fysiske faktorer som påvirker kvaliteten på trålfanget hvitfisk (torsk, sei og hyse) blitt studert. Den forskningsbaserte dokumentasjonen i WP5 binder sammen årsaks og sammenheng mellom fangstprosessen, prosesseringen og produkt-kvaliteten.

De eksperimentelle studiene viste at trenging og lufteksponering av fisken før den slaktes er uheldig for kvaliteten. Dette kan løses ved å redusere tauetiden og hal-størrelse, implementere ny redskapsteknologi som gir fisken mer plass under hiving, samt holde fang-

sten levende om bord fram til slakting. En ny levendelagringstank er designet på kunnskap utført i WP5 og bygget av OPTIMAR AS (FHF prosjektet Optipro 3). Tanken er testet om bord på tråler og har gitt gode overlevelse på fisken.

### Fremtidsperspektiver

Konseptet med skånsom fangst og hold av fangsten levende om bord, vil danne grunnlaget for hvordan fremtidens fiskefartøy utformes og hvordan fiskeriet og fangsthåndteringen gjennomføres. Framtidens produksjonslinje vil på sikt tilpasses en kontinuerlig og jevn produksjonsflyt. Behovet for stor overkapasitet om bord på trålere vil være redusert. På sikt kan økonomisk motivasjon til utvikling og innovasjon bidra til å heve kvaliteten på trålfanget fisk. Fra et forvaltningsperspektiv bidrar gode fangstrutiner og bedre kvalitet, også til å redusere risikoen for dumping fisk av redusert kvalitet og verdi. I dag er tre nye trålfartøy under bygging, der teknologi og erfaring fra CRISP-prosjektet vil bli implementert for å holde fangsten levende om bord fram til slakting.

## 7.2.6 WP6 - Verdiskaping

Aktiviteten i denne arbeidspakken har vært rettet mot å måle verdiskapingen og bærekraften av de nye teknologiene som er utviklet gjennom aktivitetene i CRISP. Søkelyset har vært rettet mot fartøygruppene torsketrål og ringnot. I startfasen ble den næringsøkonomiske status i fartøygruppene kartlagt. Fartøygruppens videre utvikling er deretter overvåket gjennom hele perioden. Dette har vært basis for å måle effekten av de nye teknologiene som har blitt utviklet igjennom arbeidet med CRISP. I dette arbeidet er det utviklet modeller som kan belyse hvordan teknologiutviklingen har påvirket miljøet og verdiskaping i form av redusert drivstofforbruk og forbedret kvalitet.

### Næringsøkonomisk status

I starten av prosjektperioden ble oppmerksomheten rettet mot å utarbeide statusrapporter for fartøygruppene ringnot og torsketrål. Denne aktiviteten resulterte i en rapport om torsketrålgruppen «Norske torsketrålere – Struktur og lønnsomhet» som ble ferdigstilt i 2012. I denne rapporten ble tradisjonelle næringsøkonomiske mål som utviklingen i kapasitet, alderssammensetning på fartøyene, fangstmønster, lønnsomhet, fangstverdi,

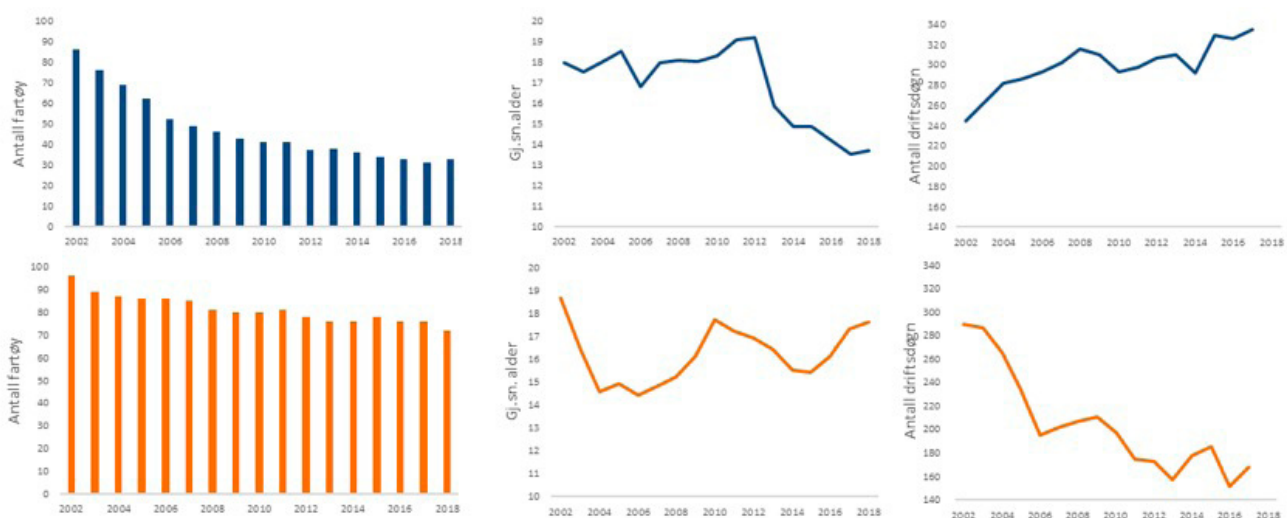
fangstkostnader og drivstofforbruk undersøkt. I rapporten ble det avdekket en fartøystruktur i endring, og det ble observert store variasjoner i fangstrater, driftsdøgn, drivstofforbruk og verdiskaping innad i fartøygruppen. Et tilsvarende arbeid ble utført på ringnot. Arbeidet resulterte i rapporten «Ringnot: struktur og lønnsomhet» som ble ferdigstilt i 2013. Her ble det observert stor utskifting av fartøy, noe som har gitt en oppdatert og moderne fartøygruppe. Ringnotfartøyene har hatt god lønnsomhet over tid, med en driftsmargin på rundt 25-30 %, som har gjort utskifting av gamle fartøy mulig. De nye fartøyene er større enn dem som ble skiftet ut. Til tross for en mer moderne flåte, ble det påvist et betydelig forbedringspotensial.

Felles for begge fartøygruppene er at de har god lønnsomhet, men innad i begge fartøygruppene observeres en stor heterogenitet både når det gjelder drivstofforbruk og verdiskaping. Potensialet for reduserte drivstofforbruk er større i torsketrål, siden fartøygruppen er mer energikrevende enn ringnot. Samtidig oppnås det betydelig lavere pris på råstoffet fra denne fartøygruppen enn for eksempel autoline. Fartøygruppene driver fangst på arter som er forskjellige

med hensyn til tilgjengelighet. Blant annet har ringnotflåten intensive sesongfiskerier etter både NVG-sild og makrell. Artenes biologi spiller dermed en viktig rolle i fartøyenes valg av fangststrategi. Teknologiske fremskritt som gjør at man klarer å fininnstille fangsttinnssatsen på den delen av biomassen som har høyest verdi i markedet, vil bidra til å øke verdiskapingen. Teknologi utviklet i CRISP vil bidra til redusert drivstofforbruk, økt målrettet fangst på de mest verdifulle delene av fangsten og bedre fangsthåndtering både i ringnot og trålfiske.

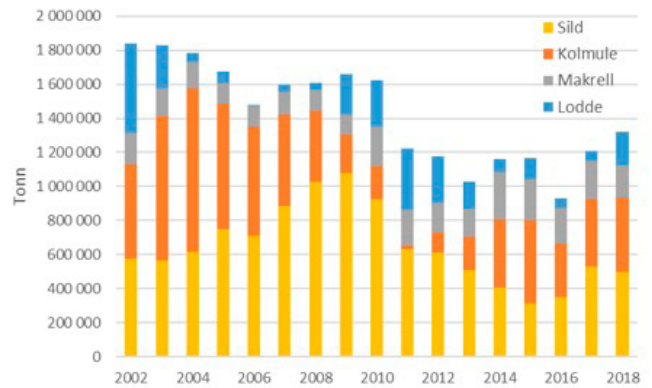
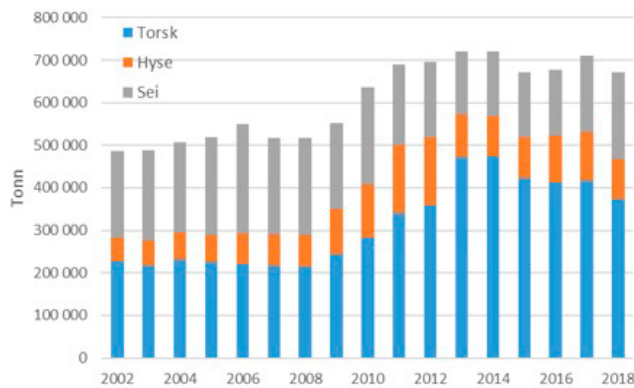
### Forvaltningen påvirker strukturelle endringer

Forvaltningsregimet påvirker nytten av de teknologiske innovasjonene som er utviklet i CRISP. Et forvaltningsregime kan påvirke muligheten fartøyene har til å implementere ny teknologi og fartøygruppens effekt på miljøet. Det er derfor viktig å forstå hvordan forvaltningen påvirker bruk og effekt av ny teknologi i fartøygruppene. En endring i regelverket som introduserte strukturkvoter muliggjør at et fartøy kan disponere en høyere andel av totalkvoten<sup>1</sup>, og dette har hatt stor innvirkning på fartøygruppens utvikling. Samtidig må historiske begivenheter i fiskeriene, som kollapsen



Utvikling i antall fartøy, gjennomsnittsalder og driftsdøgn for torsketrålere (blå - øverst) og ringnot (oransje - nederst) for perioden 2002–2018

<sup>1</sup>Det eksisterer derimot både kvotetak og andre regler som begrenser konsentrasjonen i fartøygruppene.



Årlige norske fangster av torsk, sei og hyse (venstre) og sild, kolmule, makrell og lodde (høyre) i perioden 2002–2018

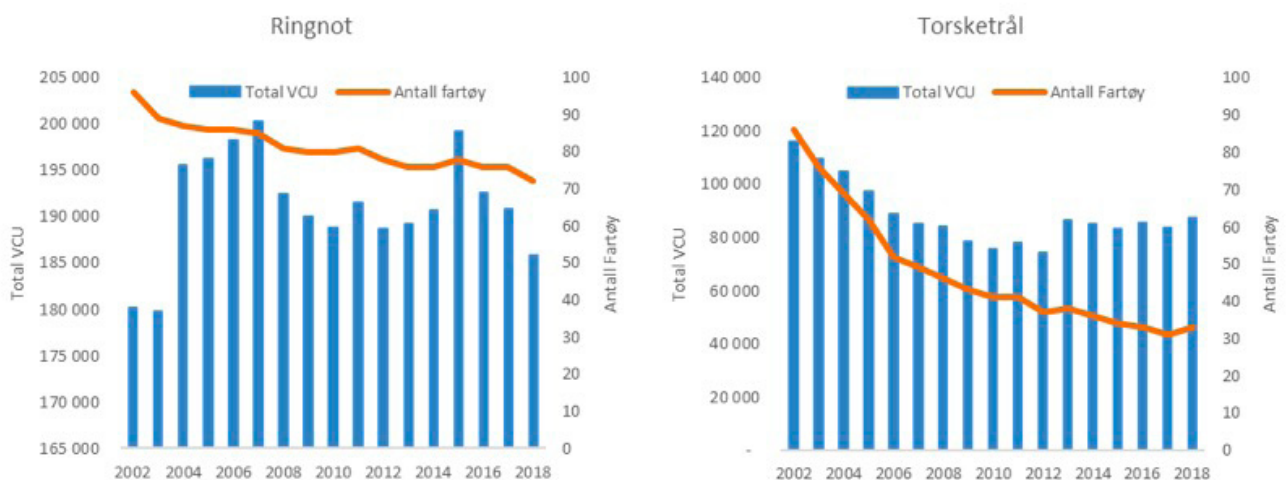
80-tallet og påvirkningen av ulike kapasitetsbegrensende virkemiddel, antas å ha ført til ulik utvikling i fartøygruppene.

Stolpediagrammene til venstre viser en reduksjon i antall aktive fartøy for begge fartøygruppene. Reduksjonen i antall aktive fartøy i torsketrål er mest markant i perioden. Torsketrålerne har utnyttet strukturingsmulighetene langt bedre enn ringnotfartøyene. Andelen strukturkvoter er på henholdsvis 62 % i torsketrål og 21 % i ringnot i 2018. Det har nok først og fremst sammenheng med langt mindre konsentrasjon av rettigheter i ringnot enn blant torsketrålerne. Det har blant annet ført til at strukturering i trålerflåten i stor grad har foregått innad i flerbåtsrederiene.

Linjediagrammene i midten viser utviklingen i fartøyenes gjennomsnittsalder i perioden 2002–2018. Det er viktig å merke seg at ved en uendret fartøymasse vil snittalderen øke for hvert år. Snittalderen for torsketrålerne lå relativt stabilt i perioden fra 2002 til 2012, men i årene etter ble flere nye fartøy introdusert i fisket. Det har ført til at snittalderen er redusert med rundt fem år siden 2012, og ligger på rundt 13 år i 2018. I ringnot har det i perioder kommet inn et høyt antall nye fartøy, avløst av perioder med introduksjon av få nye fartøy. Snittalderen i 2018 er 17 år, og fartøyene er i snitt to år yngre enn i 2002, noe som skyldes en introduksjon av mange nye fartøy i perioden 2013–2015. Fartøygruppens alder antas å være et mål på teknologisk utvikling. For eksempel kan

nyvinninger fra CRISP ha blitt implementert i løpet av analyseperioden. I linjediagrammene til høyre vises utviklingen i gjennomsnittlig antall driftsdøgn på fartøynivå. For torsketrål har antall driftsdøgn økt fra 244 døgn i 2002 til 335 døgn i 2017, mens for ringnot har antall driftsdøgn blitt redusert i samme periode, fra 290 døgn til 168 døgn i 2017. I snitt har de gjenværende torsketrålerne fått et bedre driftsgrunnlag i løpet av perioden, mens det motsatte er tilfelle for ringnot. Nivåforskjellene i aktivitet må ses i sammenheng med strukturingsnivået, kvoteutvikling og fartøyfornyingen i fartøygruppene.

Søylediagrammene øverst på side 45 viser fangstutviklingen for fartøygruppens viktigste arter. Til venstre ser vi



Utvikling i antall fartøy og teknisk kapasitet (vcu) i ringnot og trål, 2002–2018

utviklingen i fangststørrelsene som er de viktigste artene for torskestrål. Til høyre ser vi tilsvarende for ringnot. Figurene viser ulik utvikling i de to gruppene, som er styrt av TAC<sup>2</sup>, hvor en økning/nedgang i TAC for artene vil øke/reducere gruppens aktivitetsnivå isolert sett.

Illustrasjonene nede til høyre på side 45 viser reduksjonen i antall aktive fartøy for begge gruppene. Torskestrålgruppen er redusert fra 86 fartøy i 2002 til 33 fartøy i 2018 (-62%). Antall fartøy er imidlertid et dårlig mål på kapasitetsutviklingen. Når vi ikke ser en tilsvarende reduksjon i gruppens totale kapasitet målt i VCU<sup>3</sup>, blir konklusjonen at kapasiteten er om lag på samme nivå som da CRISP startet. Reduksjonen i antall aktive fartøy har ført til at de gjenværende og moderne fartøyene utnytter sin kapasitet bedre. Ringnot har i langt mindre grad utnyttet struktureringspotensialet. Reduksjonen i antall aktive fartøy er bare på 25 % i perioden. I denne fartøygruppen ser vi at når vi bruker VCU til å måle kapasitetsutvikling, er denne høyere i dag enn i 2002.

### Energiforbruk

I perioden 2002–2017 observerer vi en reduksjon i drivstofforbruk per kilo landet fisk for torskestrål. Vi finner en reduksjon fra 0,72 l/kg til 0,39 l/kg i denne perioden, men dette må også sees i sammenheng med kvoteutviklingen og bedre tilgjengelighet av torsk. Den viktigste årsaken er nok at antall fartøy er kraftig redusert og at gjenværende fartøy har langt flere driftsdøgn og kvotegrunnlag. Dette kombinert med større lastekapasitet i de nye trålerne har bidratt til lavere energiforbruk per landet mengde. Vi observerer også at trålerne tidvis velger bort muligheten til å drive trålfiske etter reker i løpet av tidsperioden. Trålfiske etter reker regnes som betydelig mer energiintensivt og vil følgelig ha en større innvirkning på drivstofforbruket enn trållaktivitet etter andre fiskeslag.

Til tross for forbedringer i energiforbruket blant trålerne, er ringno-

tfartøyene og deres fiske langt mer energieffektivt. Det har først og fremst sammenheng med at ringnot er et energieffektivt redskap. Dette kombinert med et intensivt fiske i korte perioder med høye fangstrater på nye fartøy med stor lastekapasitet nært kysten bidrar sterkt til en energivennlig fangst i denne fartøygruppen.

### Verdiskaping

I forbindelse med oppstart av CRISP ble det avdekket store variasjoner i oppnådd pris innad i fartøygruppene. I løpet av prosjektperioden har det vært et viktig mål å løfte verdien gjennom skånsom og kvalitetsfremmende fangst og fangstbehandling. Innovasjonene som er jobbet frem igjennom arbeidet med CRISP bidrar positivt til å forbedre råvarekvaliteten. Selv om vi ikke kan observere at variasjonen i kvaliteten er redusert, er det forventet at de nye trålerne som nå kommer vil forbedre kvaliteten betydelig. Særlig oppløftende er at de nye trålerne bygges med «vått» mottak som har som ambisjon om å holde fisken i live til den slaktes. CRISP kan dermed bidra til å forbedre kvaliteten på trålfisk til et nivå som frem til nå kun har vært oppnådd med autoline.

En studie som undersøker status for råvarekvalitet i ringnotflåten viser rom for forbedringer i deler av flåten. Teknologi utviklet i CRISP, som bidrar til økt kunnskap om størrelse på stimen og størrelsessammensetning på fisken i den, vil bidra til et mer presist fiske på de delene av bestanden som har høyest markedsverdi både i ringnotfiske og med torskestrål. I CRISP er det utviklet ny kunnskap om hvordan stressnivået til fisken er i fangstoperasjonen og under lagring før slaktning. Stressnivået påvirker råvarekvalitet. Slik kunnskap er derfor benyttet i CRISP til å utvikle teknologiske forbedringer på fangstredskap og i prosesslinjene for fangsthåndtering.

Analyser i CRISP har avdekket at fartøyene velger ulike strategier for å oppnå lønnsomhet. Noen fartøy prioriterer tempo og effektivitet. Det går

ofte ut over kvalitet. Samtidig er det noen som prioriterer skånsom fangst. Det går ofte ut over effektivitet. En viktig forvaltningsmessig utfordring blir derfor å organisere et velfungerende førstehåndsmarked som premierer god kvalitet og straffer dårlig kvalitet. Det er en underliggende forutsetning for at fartøyene skal ta i bruk kvalitetsfremmende teknologi og prosesser som er utviklet i CRISP.

I undersøkelser gjennomført i CRISP ser vi liten systematisk forbedring i råvarekvalitet og energieffektivitet i de nye fartøyene som er kommet inn i de to fartøygruppene. Dette har nok sammenheng med at også eldre fartøy kan ta i bruk deler av den teknologien som er utviklet. Samtidig tar det ofte tid før innovasjoner er tilgjengelige og til effektene fra slike kan observeres i fartøyene.

<sup>2</sup> Total Allowable Catch: Det totale kvantum som fartøyene har anledning til å fiske av et fiskeslag

<sup>3</sup> Vessel capacity units:  $VCU = \sum_{i=1}^n \text{lengde}_i \times \text{bredde}_i + 0,45 \times \text{motorkraft}_i$  (i kW)

## 7.3 HØYDEPUNKTER

### 7.3.1 Nøyaktigere fangstinformasjon med bedre sonarsystemer

**Mer presise målinger av både totalt kvantum og individstørrelser i stimer av pelagisk fisk som sild, makrell og lodde gir skipperen bedre muligheter til å velge riktig stim før fangsting.**

Havforsker Egil Ona har siden 1980-tallet arbeidet med akustiske metoder for mengdemåling av fiskebestander. I det åtteårige CRISP-prosjektet ledet han en arbeidspakke for å videreutvikle slike metoder for direkte å kunne størrelsesmåle stimer med fiskerisonar.

– Prosjektet omfattet både metodikk for kalibrering av instrumentene og beregningsmetodikk for selve målingene av stimen. Dette inkluderte fysisk verifikasjon, ettersom stimene ble fanget med net etter instrumentmåling, sier Ona.

Med seg i prosjektet har han hatt forskere fra Havforskningsinstituttet og Simrad, doktorgradsstudenten Sindre Vatnehol og ikke minst flere svært erfarne fiskere og skipperer.

– At skipperen bedre kan bestemme kvantumet i en stim og kanskje få en indikasjon av fiskestørrelsen inne i stimen gjør at næringen kan ta sin kvote uten å skade bestanden ved feilkasting og uønsket bi-dødelighet i fangstfasen.

#### Måltallene forutsetter erfaring

Ringnotskipperen bruker sonar når en passende stim velges ut for fangst. Fartøyet har fastsatte kvoter og det er viktig å få maksimal verdi ut av disse. Skipperen må dermed bruke både alle tilgjengelige observasjonsverktøy og ikke minst egen erfaring for å beregne hvor stor stimen faktisk er.

– Tradisjonelle sonarer er mangelfulle. De gir primært indikasjon om hvor stor biomasse det er i stimen. Feilmargine kan dessuten være store. Det er da erfaring som avgjør om målebildet tolkes noenlunde riktig, sier Ona.

Eksempler på feilkilder er «digital smøring» av stimstørrelse, mangelfull tethetsinformasjon og akustisk demping av signalene som går gjennom stimen. I tillegg er svømmeblærestatus og fiskens atferd med på å bestemme sildas evne til ekkorefleksjon.

– En «dott» på sonaren kan lett både være tre ganger så stor eller halvparten så stor som antatt. I CRISP-prosjektet

har vi prøvd å kompensere for noen av de viktigste feilkildene og kalibrere systemene slik at de også blir sammenlignbare mellom fartøyer.

#### Bedre teknikk og bedre programvare

CRISP-prosjektet har hatt som mål å utvikle systemer som gir skipperen mer presise data for beregning av stimstørrelser og forskningen har omfattet en rekke verifiseringskast, etter målinger både fra forskningsfartøyer og fiskefartøyer.

Arbeidet har skjedd i tett samarbeid med industripartner Simrad, som kontinuerlig implementerer nye metoder i programvaren for utstyret som de leverer til fiskeleting og forskning.

– Våre algoritmer blir bygget inn i fremtidige modeller av sonarene slik at skipperen får tall og data det i utgangspunktet blir langt lettere å stole på, oppsummerer havforsker Egil Ona.



Seniorforsker Egil Ona, Havforskningsinstituttet (Foto: Havforskningsinstituttet)



Seniorforsker Egil Ona, Havforskningsinstituttet, i aktivitet på tokt (Foto: Havforskningsinstituttet)

## FAKTA

Shale Rosen (f 1976) er opprinnelig fra USA, men kom til Norge i 2007 for å ta en mastergrad i fiskeri og forvaltning og har nå norsk statsborgerskap. Rosen disputerte i 2013 med avhandlingen «Giving eyes to pelagic trawls. Acoustic and optical techniques measure behaviour, species, and sizes of fish in situ» og har vært tilknyttet CRISP siden oppstarten i 2011.

### 7.3.2 Ni år med Deep Vision

**Forsker Shale Rosen har i hele CRISP-perioden hatt som hovedoppgave å arbeide med utviklingen av Scantrol Deep Visions nyskapende Deep Vision-kamerasystem.**



*Forsker Shale Pettit Rosen, Havforskningsinstituttet  
(Foto: Havforskningsinstituttet)*

I 2009-2013 var Rosen stipendiat under NFR Nærings PhD-prosjekt. Arbeidsgiver var Scantrol Deep Vision, arbeidspakke 3. Som PostDoc i perioden 2014-2016 var Rosen tilknyttet Havforskningsinstituttet, arbeidspakke 3. Han er nå fast ansatt som forsker på Havforskningsinstituttet og har blant annet

fungert som toktleder for CRISP tokt på FF «G.O. Sars».

#### **Store muligheter**

Shale Rosens viktigste arbeidsoppgave har i hele perioden vært utviklingen av det stereoskopiske kamerasystemet

Deep Vision, et arbeid han startet opp med allerede i 2009.

Deep Vision er et verktøy som skal gi bedre fiskeriforskning, mer korrekt bestandsberegning og ikke minst muligheter for en langt mer selektivt fiske når denne teknologien overføres til kommersielt fiske.

– I motsetning til tradisjonelle systemer som ekkolodd og sonar gir Deep Vision-kameraene direkte visuell informasjon om arter og størrelsesfordeling mens fisken ennå er i sjøen. Dette vil gjøre det lettere for skipperen å beslutte om pågående fangst skal fortsette eller avbrytes, forklarer Rosen.

#### **Kan styre seleksjon av fisk**

Etter planen skal arts- og lengdeinformasjon fra Deep Vision-systemet også kunne brukes til å fjernstyre en lukkemekanisme som slipper ut fisk av feil art eller størrelse.

– Slik minimaliseres risikoen for å fiske på feil art eller undermåls fisk, og fartøyet kan i tillegg fangste optimalt i forhold til kvotene. Dataene og bilder som leveres fra Deep Vision, både om fangstet fisk og om ikke-fangstet fisk, kan i tillegg lett gjøres tilgjengelig for forskere. Alt dette vil bidra til bedre fremtidig fiskeriforvaltning, sier Shale Rosen.





## FAKTA

Ólafur Arnar Ingólfsson (f. 1970) er fra Isafjörður på Island. Han disputerte i 2006 med avhandlingen «Size selectivity and escape mortality of gadoid fish in the Barents Sea trawl fishery». Ingólfsson har ledet et CRISP-prosjekt for begrensning av fangstmengden tilpasset fartøyets produksjonskapasitet.

*Forsker Ólafur Arnar Ingólfsson, Havforskningsinstituttet, i arbeid med trålen på dekk sammen med redskapskonsulent Liz Kvalvik (Foto: Havforskningsinstituttet)*

### 7.3.3 Fangstkontroll er en nøkkelfaktor for høyere produktkvalitet

Svært store fangster er et problem for fiskeindustrien. Skal det leveres konsumfisk av høyeste kvalitet, bør fisken behandles før dødsstivheten setter inn. Men med lengre håndteringstid øker antallet fisk som går gjennom dødsstivhetsfasen, noe som medfører en samlet nedgang i kvaliteten på sluttproduktet.

Havforsker Ólafur Arnar Ingólfsson har ledet et CRISP-prosjekt for å utvikle nye passive, mekaniske systemer som skal frigjøre overflødig fisk i trålene nede ved bunnen. Prosjektet ble først ledet av Arill Engås, men Ingólfsson overtok oppdraget i 2015.

Ett av disse mekaniske systemene består av et flukthull omgitt av en stålramme, en gummimatte over hullet og en fiskelås bakerst. Systemet viste lovende kvaliteter, spesielt når det ble brukt foran trålposen uten sorteringsnett i trålen.

I 2013 ga Fiskeridirektoratet seks trålere tillatelse til å bruke og teste fangstreguleringsenheten for å få praktisk erfaring. Året etter ble det også gitt tillatelse til

å teste en lignende enhet montert bak størrelses-selektive sorteringsnett, men erfaringene viser at denne varianten av systemet ikke er like effektiv.

#### Forbedringer underveis

For å forbedre fangstreguleringsystemet ble det deretter gjennomført nye undersøkelser på fiskefartøyer, supplert av undervannsobservasjoner på forskningsfartøyet «G.O. Sars».

– Basert på disse undersøkelsene ble det foretatt forbedringer av fangstreguleringsystemet. Stålrammen rundt åpningen viste seg unødvendig og ble fjernet. I tillegg ble det gjennomført forbedringer av utforming og oppdrift, sier Ingólfsson.

Dette siste systemet har virket som planlagt og gir muligheter for å unngå for store fangster, selv om kapasiteten til å ekskludere fisk ved virkelig store fangstmengder ennå er begrenset. I slike tilfeller krever trålsystemet at mannskapet griper inn i prosessen. I tillegg forårsaker

bruken av obligatoriske sorteringsrister sporadiske problemer i kombinasjon med fangstreguleringsansordningen. Fisk samler seg ofte rundt risten og det er observert fisk som «vaskes ut» i vannskorpen.

#### Foreslår konkrete løsninger

Derfor ble et alternativt konsept designet og testet, som en del av prosjektet:

– En firepanels trålpose med korte lei-stau for å oppnå maksimal maskeåpning ble sammenlignet med en sorteringsrist. Dette ga betydelig forbedring i størrelses-selekteringen og bidrar dermed også til bedre utvikling av fiskebestandene på grunn av redusert fangst av ungfisk. Vår foreslåtte løsning for fangstbegrensning er dermed en kombinasjon av fangstreguleringsansordningen og en korrekt rigget firepanels trålpose, oppsummerer Ólafur Arnar Ingólfsson.



Forsker Stein Harris Olsen, Nofima (Foto Nofima)

### 7.3.4 Skånsom behandling av fisken lønner seg

**Trål er et svært effektivt fangstredskap med potensielt stor lønnsomhet, men det er kjent at kvaliteten på trålfanget fisk varierer. Målsettingen med arbeidspakke 5 har vært å forbedre kvaliteten på trålfanget fisk, delvis med inspirasjon fra metoder og teknologier som benyttes innen moderne akvakultur og lakseslakterier.**

Skånsom fangst og ombordtaking, samt levendelagring av fangsten helt til slaktning er noen av elementene som kan bidra til å forbedre kvaliteten på fisk fanget med trål.

I denne arbeidspakken deltok Nofima, Universitetet i Tromsø – Norges Arktiske Universitet, Nergård Havfiske og Havforskningsinstituttet.

#### **Sikter mot linefangstkvalitet**

– I arbeidspakke 5 ble det testet ut metoder som kan bidra til å redusere stressbelastning og skader på trålfanget fisk. I tillegg ble det etablert rutiner og teknikker for å holde fangsten levende om bord til den er uthvilt, sier forsker Torbjørn Tobiassen.

Det er også testet ut slakteteknikker som er kjent fra laksenæringen. Skånsom behandling og kontrollert avliving av fisken gir bedre forutsetning for en fin, hvit filet, og kvalitet på linje med linefanget fisk. Dette oppfattes av kundene som synonymt med god kvalitet og er i seg selv et viktig markedsføringsargument for å oppnå høyere priser.

– Fargen på fileten er derfor en viktig kvalitetsindikator og i arbeidspakke 5 er filetfargen vurdert sensorisk og målt instrumentelt.

#### **Forsøk i svømmetunnel og på båt**

I tillegg til omfattende forsøk på kommersielle fiskefartøyer ble det foretatt studier i en stor, eksperimentell svøm-

metunnel ved Havbruksstasjonen i Tromsø. Tunnelen gjør det mulig å på kontrollert vis å simulere påkjennningene fisken blir utsatt for under trålfiske.

Summen av forsøkene har gitt informasjon som gjør både forskere og fiskere bedre i stand til å forstå de fysiologiske mekanismene i den levende fisken som bidrar til å endre råstoffets kvalitet.

– I CRISP er det utviklet teknologi og metoder som gjør at fisken kan holdes levende, både under fangsten og om bord på fartøyet. Bedre behandling av fangsten, kontrollert slaktning og dermed også bedre produktkvalitet er prinsipper som vil være viktige i fremtidens trålfiske, slutter Nofima-forsker Torbjørn Tobiassen.



*Forsker Torbjørn Tobiassen, Nofima (Foto, Nofima)*

### 7.3.5 Det overordnede bildet

**Hovedmålsettingen med Nofimas arbeid i CRISP arbeidspakke 6 har vært å analysere og måle effekten de nye teknologiene og metodene kan få for verdiskaping og bærekraft i fiskerinæringen.**

Nofimas forskere innen næringsøkonomi har hatt hovedansvaret for arbeidspakken, men også innspill fra de andre arbeidspakkene og fra samarbeidsbedriftene har vært viktig. Resultatene og modellene som er utviklet gir kunnskap som kan bidra til mer bærekraftige fiskerier, samt utvikling av fangstreguleringer og teknologi som reduserer drivstofforbruket og forbedrer produktkvaliteten.

#### Fulgt i hele perioden

Det ble tatt utgangspunkt i fartøygruppene torsketrål og ringnot. Dette er

effektive fangstsystemer med god lønnsomhet, men kvaliteten på fangsten kan variere.

– Fangstteknologien som anvendes - trål og ringnot - har ulike utfordringer når det gjelder energiforbruk og råstoffkvalitet. Samtidig påvirker biologien til artene som fiskes, om det er bunnfisk eller pelagisk fisk, hvilke fangststrategier som velges, forteller forskningsdirektør Bent Magne Dreyer i Nofima.

I begynnelsen ble det gjennomført næringsøkonomiske analyser av far-

tøygruppene for å finne status før CRISP startet. Det ble da undersøkt tradisjonelle næringsøkonomiske mål som utviklingen i kapasitet, alderssammensetning på fartøyene, fangstmønster, lønnsomhet, fangstkostnader og drivstofforbruk. Nofima fulgte deretter utviklingen i fartøygruppene gjennom hele den åtteårige prosjektperioden.

#### Mer bærekraftig fangst

Ved å studere utviklingen i flåten langs slike dimensjoner har intensjonen vært å analysere om fisket er blitt mer bærekraftig, både miljømessig, økonomisk og sosialt.

– Oppmerksomheten har vært rettet mot å måle om verdiskapingen har økt, om markedspotensialet til de begrensede fiskeressursene utnyttes bedre og om energiforbruket er redusert i de to flåtegruppene. I disse analysene er det vektlagt å studere hvordan skånsom fangst på de mest verdifulle delene av bestandene bidrar til økt verdiskaping i hele verdikjeden, sier Dreyer.

#### Modellbygging og praktiske konsekvenser

– Som følge av CRISP har Nofima utviklet faglige forklaringsmodeller for sammenhengen mellom fangstadsferd, fangstteknologi og verdiskaping. I disse modellene er også offentlige virkemidler og fangstreguleringer trukket inn. Sentralt i arbeidet har vært å dokumentere hvordan teknologiutviklingen i de to flåtegruppene har påvirket verdiskaping og miljøpåvirkning.

– Nofima har derfor kartlagt hvilke teknologiske produkter som er utviklet i CRISP, hvilket utviklingsstadium de befinner seg på, hvilke utfordringer som løses og de økonomiske og miljømessige effektene av alt dette, slutter forskningsdirektør Bent Magne Dreyer.



Seniorforsker Bent Dreyer, Nofima (Foto Petri Suuronen)

## 7.4 INNOVASJONER I CRISP

I løpet av CRISP sin levetid, er flere ulike teknologier utviklet og modifisert. Nedenfor er det listet opp de viktigste teknologiene, som er i ulike stadier av utvikling og kommersialisering. Noen av teknologiene er beregnet på vitenskapelig bruk, mens andre har potensielt stor kommersiell verdi. Man regner det som sannsynlig at disse teknologiene vil bidra til verdiskapning på ulike måter, f.eks. ved å forbedre fiskefangstens kvalitet, redusere kostnader (minsket drivstofforbruk), økt fangsteffektivitet, redusert mengde utkast og redusert miljøpåvirkning av fiske.

### WP1 - Pre-catch identification of quantity, size distribution and species composition

1. Akustiske metoder: Utvikling av sonarer og ekkolodd for å måle kvantitet, art og størrelse på en fiskestim før fangst. Det er utført fiske på tre arter for å verifisere sikkerheten i estimatene: sild, makrell og lodde.
2. Kalibrering av fiskerisonarer: Utvikling av utstyr og prosedyrer for å kalibrere fiskerisonarene med en nøyaktighet på 2-3% for Simrad SU90 og Simrad SN90 sonarene.
3. Ekkoloddsystem: Utvikling av et nytt bredbånds ekkoloddsystem og metoder for å måle størrelsen på individuell fisk i en stim (Simrad EK80 og Dabgraf-prosjekter).
4. Utvikling av metoder for in situ måling av målstyrke for enkeltmål i lateralt aspekt for konvertering av tilbakespredning målt av sonar til biomasse. (Probe og WBAT målinger).
5. Utvikling av metoder for å korrigere for akustiske skyggeeffekter i store silde- og loddestimer.

### WP2 - gear and catch monitoring systems in purse seine

6. Transpondre: Utvikling av transpondere som kan festes til noten under fiske. Denne kan brukes til å visualisere nettgeometrien til nota på sonarskjermen i styrehuset.
7. Sonar: Utvikling av en ny sonar, Simrad SN90, til bruk inne i en not.
8. Fangstovervåkingsprobe: Utvikling av teknologi og metoder for overvåking av fiskens atferd og velferd under fangst i ringnot med 360o kamera, stereokamera og oksygen- / temperatursensorer.

### WP3 - Methods for capture monitoring and catch control during trawling

9. Utviklet og operasjonalisert Deep Vision trål-kamera system for arts- og størrelsesidentifikasjon av fisk.
10. Simrad FX Integreert informasjonssystem: Utvikling av informasjonssystem for å streamere levende videobilder, trålsonar og ekkolodd-informasjon fra trålen til broen.
11. Simrad PX MultiSensor tråldør-sensor og TVI toppside interface.

### WP4 - Low impact trawl

12. Tråldører: Utviklet tråldører som kan justeres med hensyn på spredning og posisjon i vannsøylen.
13. Fangstreguleringssystem: Utviklet og implementert en fangstreguleringssystem for trål som slipper ut overflødig fisk på fiskedypet.

### WP5 - Quality improvement

14. CRISP trål-simulator: Utviklet som et vitenskapelig verktøy for å simulere forholdene i en trål i liten skala, som «produserer trålfanget fisk i laboratoriet».
15. Levende fisketeknologi: Utvikling av kunnskaper og en prototype tank for levende-lagring av torsk ombord i trålere.
16. Vakuumpumping av fangst fra trålposen: Testet vakuumpumping ombord på en kommersiell tråler for å forbedre ombordtaking av fisk fra trålen.
17. Slakte- og utblødningsmaskiner: Testet en modifisert slakte- og utblødningsmaskin (Baader-SI7) ombord på et kommersielt fiskefartøy
18. Sekvensiell trålpose: Utvikling av et nytt konsept for trålposer, designet for å forbedre kvaliteten på fisk uten å redusere størrelsesselektiviteten.
19. Hydrostatisk fangstutløser: Utviklet en hydrostatisk fangstutløser som åpner inngangen til den skånsomme trålposen under hiving. Også testet / brukt i snurrevad.



## 7.5 UTMERKELSER

I 2016 vant Scantrol Deep Vision AS Nor-Fishing Innovasjonspris for utviklingen av Deep Vision-systemet. Prisen ble delt ut av fiskeridirektør Liv Holme fjord under fiskerimessen i Trondheim i august. Fiskeriminister Per Sandberg var også til stede. Begrunnelsen for utnevnel sen var Deep Visions potensial for å revolusjonere både marin forskning og kommersielt fiske.

For CRISP var det spesielt gledelig at Havforskningsinstituttet, ved en av senterets forskere, Olafur Arnar Ingolfsson, også var blant de tre nominerte til samme Innovasjonspris for utviklingen av et fangstbegrensningssystem for snur revad.

*Nor-fishings innovasjonspris for 2016 ble tildelt Scantrol Deep Vision AS for utviklingen av Deep Vision. Fra venstre fiskeridirektør Liv Holme fjord, fiskeriminister Per Sandberg, leder for Scantrol Deep Vision Hege Hammersland-White og ingeniør Håvard Vågstol (Foto Nor-Fishing).*

### JURYEN GA FØLGENDE BEGRUNNELSE FOR UTVELGELSEN:

**Scantrol Deep Vision AS, Bergen – Deep Vision** er under utvikling som en alternativ og supplerende metode, i forhold til dagens metode basert på akustikk og erfaring, for overvåking av fangst ved hjelp av stereografiske bilder fra trålen. En 3D-modellering av fisken gir mulighet for bestemmelse av art og lengde som igjen gir mulighet for fangstsortering i trålen og et mer effektivt fiske sett i sammenheng med markedspris, kontroll med kvoter og mindre bifangst. Teknologien kan også gi et betydelig bidrag til mer etisk fiske og miljømessig forsvarlig forvaltninga av havets ressurser. Systemet forventes å få stor betydning for internasjonal havforskning og for kommersielt fiske.



*HKH Prins Charles og Kong Harald i dialog med daværende leder av CRISP, John Willy Valdemarsen, His daværende direktør, Tore Nepstad, og direktør for Norges Sildesalgslag, Johannes Nakken, om bord på ringnotfartøyet FF "Brennholm" (Foto: Havforskningsinstituttet).*



*Havforskningsinstituttet ved forsker olafur Arnar Ingolfsson (helt til høyre) var også blant de tre finalistene til Nor-Fishings innovasjonspris 2016 for sitt arbeid med utvikling av fangstbegrensningssystemer for snurrevad (foto Nor-Fishing).*



*Gruppefoto fra Ny-Ålesundsymposiet 2016 der bl. A. H.K.H kronprins Håkon og daværende fiskeriminister Per Sandberg deltok. Senterleder Aud Vold ble invitert til å presentere CRISP ved dette symposiet (foto: Ny-Ålesundsymposiet).*

Vi er også stolte av at CRISP-tilknyttet seniorforsker Bent Dreyer fra Nofima har vært invitert ekspert ved FAO i to perioder: Høsten 2015 og våren 2017. Under sitt opphold der, arrangerte han seminaret **THE COMPLEXITY OF SUSTAINABILITY IN THE SEA-FOOD INDUSTRY**, Capture based aquaculture of Arctic cod - state of the art.

I 2012 ble CRISP presentert for HKH Prins Charles og Kong Harald om bord i ringnotfartøyet «Brennholm» da de besøkte Bergen og Havforskningsinstituttet. Prins Charles hadde spesielt bedt om at orientering omkring forvaltning av hav og fiske skulle være en del av programmet. Her ble de kongelige orientert om CRISP sitt forskningsarbeide av sentrale forskere. Vi er også svært stolte av at CRISP ved sin leder Aud Vold var

invitert til å presentere senterets visjoner og nyskapingner ved Ny-Ålesund Symposiet Planet Ocean i September 2016. Dette symposiet er en årlig hendelse som bringer sammen internasjonale og nasjonale beslutningstakere, forskere, sentrale bedriftsledere og andre beslutningstakere på høyt nivå. I 2016 var temaet globale utfordringer rundt hav og klima.

## 8. INTERNASJONALT SAMARBEID

CRISP har samarbeidet med internasjonale forskningsinstitusjoner når slikt samarbeid har vært nyttig for felles utvikling og for introduksjon av bærekraftig fangstteknologi utenfor Norge. Industripartnerne i CRISP er norske bedrifter og all produksjon foregår i Norge. De har derfor vært noe tilbakeholdende med å involvere utenlandske partnere som kan dele kunnskaper om produktene med potensielle utenlandske konkurrenter.

Det har likevel vært viktig å spre CRISP sin visjon om å utvikle en lønnsom fiske-rinering gjennom utvikling av «smart» teknologi for bærekraftig fiske. Dette har vært gjort ved at CRISP sine forskere har deltatt i vitenskapelige møter og symposier. Det er stor internasjonal interesse rundt den teknologien som er utviklet i CRISP. Vi kan særlig nevne utviklingen innenfor fiskeletingsutstyr som sonarer og ekkolodd, fangst- og redskapovervåkningssystemer som FX80 og Deep Vision, og håndte-

ringsmetoder for bedre kvalitet for trålfanget fisk.

De siste årene har forskere fra en lang rekke nasjoner deltatt i ett kurs om akustisk mengdemåling med bredbands-akustikk som er utviklet under CRISP om bord på forskningsfartøyet «G.O.Sars». HI-forsker Hector Pena har også holdt kurs om bruk av sonarteknologi for forskningsinstitusjoner i Spania, Argentina og USA.



Seniorforsker Hector Pena, HI, underviser forskere ved Argentinian National institute of fisheries research and development (INIDEP) i sonar-teknologi i 2017 (foto Hector Pena).





Forsker Pyungkwan Kim fra the National Institute of fisheries science, Korea, studerer Deep Visions undervannsenhet ombord på RV "G.O.Sars" senhøstes 2018 (Foto Tim Petter Hansen).



Den russiske forskeren Alexander Pavlenko fra Pinro i murmansk deltok i et forskningstokt ombord på FF "G.O.SARS" i 2012 (Foto: Havforskningsinstituttet).

Flere forskere som er tilknyttet CRISP har hatt nøkkelroller i Horizon 2020-prosjektet MINOUW: Science, Technology, and Society Initiative to Minimize Unwanted Catches (Grant Agreement number: 634495 - MINOUW - H2020-SFS-2014-2015). Dette prosjektet har som målsetning å gradvis eliminere utkast fra de europeiske fiskeriene. Utstyr, instrumenter og metoder som er utviklet i CRISP, slikt som Deep Vision-teknologien og skånsom slippeteknologi i notfiske, har vært introdusert som metoder for å nå målene om redusert bifangst og dødelighet. CRISP deltok også i INT-PART-prosjektet PRIMA LEARNING ("Connecting hands-on-practice and innovative marine Ecological sampling methods and analysis tools for enhancing student learning of ocean science"), som ledes av Universitetet I Bergen. Målsetningen med prosjektet er å utdanne studenter fra Sør-Afrika til å bli høyt kvalifiserte fiskeriforskere.

CRISP-forsker Shale Rosen fra HI deltar også i Nansen-programmet og har deltatt i forskningstokt om bord på forskningsfartøyet "Dr. Fridtjof Nansen". Dette fartøyet drives av FAO og seiler under FN-flagg. Den viktigste aktiviteten har vært å implementere Deep Vision-teknologien som et hjelpemiddel i bestandsovervåking, særlig for mesopelagisk fisk. The National Institute of Fisheries Science, Korea, har kjøpt inn Deep Vision-systemet for bruk i sin nasjonale bestandskartlegging. Derfor har forsker Pyungkwan Kim deltatt i tokt ombord på RV "G.O.Sars" for å høste erfaring med bruken av denne teknologien.

## 9. FORSKERUTDANNING OG REKRUTTERING

I den opprinnelige prosjektplanen hadde CRISP som målsetning å utdanne 6 PhD-studenter, en i hver arbeidspakke. Totalt er det tatt inn 7 PhD-studenter, én mer enn planen tilsa, fordi Universitetet i Tromsø valgte å ansette og finansiere en ekstra stipendiat som ble knyttet faglig til arbeidspakke 5. Én stipendiat valgte av personlige årsaker å trekke seg før fullført grad. Dermed sitter man igjen med det antallet som var opprin-

nelig planlagt. Fire av disse har levert sin avhandling og disputert, én har planlagt å levere i løpet av høsten 2019, mens den siste vil bruke noe lengre tid på grunn av foreldrepermisjon. I tillegg har CRISP finansiert to PostDoc-stillinger, og utdannet 16 Mastergradsstudenter.

Fagområdet som CRISP representerer, fiskeriteknologi, er tradisjonelt et svært mannsdominert miljø, både innenfor

forskning og industri. Vi er derfor svært stolte av at halvparten av våre doktorgrads- og masterstudenter er kvinner. Kandidatene som har fullført doktorgrad har alle umiddelbart blitt rekruttert inn i forskerstillinger ved Nofima, Havforskningsinstituttet og Universitetet i Tromsø. Våre Master-studenter er spredt på svært ulike yrkesveier, f.eks. ansettelse i redskapsindustrien, forvaltning eller videre rekruttering til forskning.

**TABELL I**  
**ANSETTELSE AV FULLFØRTE DOKTORGRADSSTUDENTER**

Ved forskningsinstitutt	Ved universitet	Foreløpig ikke fullført	Avsluttet stipend	Totalt
3	1	2	1	7

## 9.1 PHD-STUDENTER

### 9.1.1 Bruk av dataverktøy for korrigering av sonarbilder

– Multistråle-sonar er et viktig redskap for fiskerne ved leting etter pelagiske fiskestimer som makrell, sild og lodde. Med bedre informasjon om stimens størrelse kan en kanskje unngå å fange for store stimer.

Dette var kjernen i Sindre Vatnehols oppgaver i de innledende fasene i prosjektet han var tilknyttet til, et prosjekt som ble videreført av blant annet Hector Pena og Arne Johannes Holmin da Vatnehol avsluttet sin doktorgrad i 2016.

Vatnehol var som student tilknyttet Havforskningsinstituttet og Universitetet i Bergen, og fikk etter fullført doktorgrad en PostDoc-stilling under Havforskningsinstituttets REDUS-prosjekt (Reduced Uncertainty in Stock Assessments). Siden 2018 har Sindre Vatnehol vært ansatt som forsker ved Faggruppe Pelagisk fisk på Havforskningsinstituttet.

#### Korrigering for «akustiske smøring»

I sitt doktorgradsarbeid undersøkte Vatnehol noen de viktigste elementene som skal til for å øke målenøyaktigheten

av stimstørrelse med sonar. Størstedelen av arbeidet var å tilrettelegge sonaren for kvantitativ måling, dvs utvikle metodikk for kalibrering. Det ble også utført simuleringer av hvordan volumberegningen for den «akustiske smøringen» av stimen kan korrigeres.

– Forenklet sagt er det behov for å estimere to parametere; stimvolum og stimtetthet. Volumet blir beregnet ved å måle tverrsnittarealene av stimen horisontalt og vertikalt. Dette arealet må deretter korrigeres med datamaskiner for «akustisk smøring» av stimen, ettersom stimens volum på dataskjermen er betydelig større enn den er i virkeligheten.

#### Unngå for store stimer

Tetthetsestimatet for stimen blir beregnet fra ekkostyrken, og om denne verdien skal være riktig må sonaren kalibreres. I tillegg er styrken på stimekkoet sterkest når en observerer vandrende stimer fra siden.

– Ved å sirkle rundt stimen flere ganger, slik som fiskeren gjør i en fangstsituasjon, kunne vi påvise at de sterkeste

#### FAKTA

Sindre Vatnehol (f. 1986) er fra Ålesund. Han har en mastergrad i fysikk fra UiB (2012) og arbeidet fra 2012 til 2016 som stipendiat ved Havforskningsinstituttet. I 2016 disputerte Vatnehol med avhandlingen «Increasing the biomass estimation accuracy of a single fish school using a cylindrical multi-beam fishery sonar».

ekkoene er best å bruke for å konvertere stimekkoene til reell fisketetthet, oppsummerer Sindre Vatnehol.

Denne forskningen kan i fremtiden bidra til en mer nøyaktig måling av stimstørrelse og dermed også gjøre det lettere å unngå få alt for store stimer i kastene



*Sindre Vatnehol, tidligere PhD-student i CRISP. Nå forsker ved Havforskningsinstituttet (Foto: Havforskningsinstituttet)*

## FAKTA

Melanie J. Underwood (f. 1980) er oppvokst i Australia. Hun tok i en mastergrad i kognitiv og atferdsmessig økologi ved Memorial University of Newfoundland i 2012. Samme år begynte hun som stipendiat ved Havforskningsinstituttet og UiB. Dette ledet frem til PhD-graden ved UiB i 2018. Underwood er i dag PostDoc ved Havforskningsinstituttet.

### 9.1.2 Alternativer til bunntåling

Det er viktig å forstå fiskens oppførsel og det komplekse samspillet mellom fisk og trål før bedre trålfunksjoner skal utvikles. God forståelse av hvordan trålen fungerer og observasjoner av hvordan fisken kommer i kontakt med de forskjellige delene av fangstredskapet er da sentralt.

I CRISP-prosjektets arbeidspakke 4 var Melanie J. Underwoods hovedoppgave å forske på om semipelagisk tråling kan være et alternativ til bunntåling i torsk fisket. Forskningen inkluderte fangsteffektivitet for torsk og bruk av hydroakustikk for å forstå torskens reaksjon

på de to ulike trålmetodene. Underwood benyttet også kameraer montert foran Deep Vision-systemet for å se om fisken stoppet eller passerte raskt gjennom Deep Vision-kanalen.

#### Metodiske utfordringer

Deler av CRISP-forskningen danner basis for Melanie J. Underwoods doktorgradsavhandling «Understanding interactions between fish and trawl gear in order to improve catching efficiency and scientific sampling, with focus on methodological challenges». Avhandlingen setter søkelys på å løse metodiske

utfordringer og øke kunnskapen om hvordan fisken reagerer på henholdsvis bunntåling, semipelagisk tråling og pelagisk tråling.

– Å studere fiskens adferd i møte med trålen er metodisk utfordrende. Nye kamerasystemer og avansert hydroakustikk har vært viktig, men det er fremdeles store hull i kunnskapen, sier Underwood.

Bedre adferdsforståelse gir bedre redskaper

Resultatene viser kompleksiteten i flerbstandsundersøkelser og har funnet mulige forbedringer i nåværende metodikk. Bedre forståelse av fiskens adferd kan føre til redskapsendringer som gir økt effektivitet for bunntåling.

I tillegg er det under visse forhold mulig å drive lønnsomt trålfiske etter torsk med utstyr som reduserer bunnpåvirkningen.

– Potensielle gevinster av forskningen inkluderer økt fangsteffektivitet og redusert miljøpåvirkning i fisket, samt tilpasning av trålene, slik at disse også fungerer bedre som prøvetakingsredskaper, sier Melanie J. Underwood.



*Melanie Underwood, tidligere PhD-student i CRISP. Nå PostDoc ved Havforskningsinstituttet (Foto: Havforskningsinstituttet).*



Ragnhild Aven Svalheim, tidligere PhD-student i CRISP. Nå ansatt som forsker ved Nofima i Tromsø (Foto: Nofima).

### 9.1.3 Bedre kvalitet med skånsom behandling

Ved å studere fiskens fysiologi gjennom hele fangstprosessen får vi et inntrykk av sammenhengen mellom fiskens velferd og kvaliteten på det endelige produktet.

Den viktigste problemstillingen for Ragnhild Aven Svalheims arbeid i arbeidspakke 5 var å identifisere hvilken del av trålfangstprosessen som er mest avgjørende for forringelse av kvaliteten på fersk torskefilet:

– Vi undersøkte også om det er en sammenheng mellom grad av stress og filetkvalitet og fant ut at det ikke bare er stressnivået, men også at måten fisken ble stresset på, var avgjørende. Skånsom behandling av fisk gir i alle tilfeller den beste kvaliteten!

#### Nofima-tilknyttet

Svalheim har en master i fiskeribiologi og forvaltning fra UiB og fullførte sin PhD ved Nofima og UiT i 2018. Hun jobber nå som forsker i Nofima i Tromsø.

Dette næringsrettede forskningsinstituttet har hatt en sentral rolle i CRISP arbeidspakke 5 og arbeidspakke 6.

– Muligheten for å kunne redegjøre for hvilke deler av trålfangstprosessen som har størst betydning for kvalitetsforringelse og hvorfor dette skjer, danner grunnlaget for utvikling av nye teknologier som kan bidra til å øke kvaliteten på fisk fanget med trål, sier Ragnhild Aven Svalheim.

#### FAKTA:

Ragnhild Aven Svalheim (f. 1988) er norsk statsborger. Hun var tilknyttet CRISP arbeidspakke 5 i perioden 2013-2019.

Forskeren Jesse Vallevik Brinkhof (28) er nederlandsk statsborger, tilknyttet UiT Norges arktiske Arktiske universitet/Norges Fiskerihøgskole, i CRISP sine arbeidspakker 3, 4 og 5. Han var ansatt som stipendiat frem til sin disputas 14. februar 2019.

## 9.1.4 Fangstkvalitet og størrelsesseleksjon i bunntrålfisket etter torsk

**Vasshaling svekker fangstkvaliteten og fiskens overlevelsevne mens en mer skånsom trålsekk femdobler sannsynligheten for å fange fisk uten synlige skader.**

Dette kommer frem i Jesse Vallevik Brinkhofs doktorgradprosjekt «Catch quality and size selectivity in the Barents Sea bottom trawl fishery - effect off codend design and trawling practice».

Prosjektet hadde som viktigste problemstilling å utrede hvordan fangstrutiner og tråldesign påvirker fangstkvalitet og størrelsesseleksjon. Dette er elementer som er viktige for å både sikre bedre priser for fiskerne og gi et mer bærekraftig bunntrålfiske.

**Bedre fangstkvalitet og fiskevelferd,**

– Mine forskningsinteresser ligger innenfor fangstteknologi der jeg ønsker å videreutvikle og bidra til fiskeriteknologi som kommer både ressursbrukere og ressursene til gode. Bakgrunnen for avhandlingen er økende interesse for fangstkvalitet og fiskevelferd, både i fiskerinæringen og blant konsumenter, sier Jesse Vallevik Brinkhof.

De to første studiene i avhandlingen dokumenter effekten vasshaling har på fangstkvalitet og seleksjon. Vasshaling praktiseres om utsatt trål fanger tilstrekkelig med fisk før forrige hal er ferdig prosessert. Da kan fiskeren velge å løfte trålen fra bunnen og taue den i

vannsøylen i påvente av at fangsten kan tas om bord.

– Denne praksisen påvirker fangstkvaliteten negativt i form av klem- og sårskader. I tillegg er det mistanker om utsortering av fisk under vasshaling. Sannsynligheten for om slik utsortert fisk overlever er usikker.

**Nyutviklet, sekvensiell trålsekk**

Tredje og fjerde studium tar for seg en nyutviklet, sekvensiell trålsekk (dual sequential codend), også kalt «koseposen». Konseptet består av to segmenter der det første opprettholder nødvendig størrelsesseleksjon for å redusere fangsten av undermålsfisk. Det andre segmentet er lukket under fisket og åpner seg under ombordtagning av trålen slik at fisken får bedre plass og mindre klemskader. Den holder også på en del vann under ombordtakingen, noe som er positivt for fiskens velferd. Sammenlignet med en vanlig trålsekk ble fangstkvaliteten forbedret. Sannsynligheten for å fange fisk uten noen form for synlige skader var faktisk femdoblet.

– Den sekvensielle trålsekken har heller ikke vist seg å påvirke seleksjon av undermålsfisk negativt, sier Jesse Vallevik Brinkhof.

Samtlige studier krevde innsamling av data fra forsøk på trålere. Til dette ble forskningsfartøyet FF «Helmer Hanssen» tilhørende Norges arktiske universitet og MTr «J. Bergvoll» tilhørende Nergård AS benyttet.

*Jesse Brinkhof, tidligere PhD-student i CRISP. Nå ansatt som forsker ved UiT (Bilde Nofima).*





### FAKTA:

Neil Anders (f. 1986) er doktorgradsstipendiat og var tilknyttet CRISP arbeidspakke 2. Han er britisk statsborger og arbeider på Havforskningsinstituttet. Planlagt disputas for doktorgraden om fiskevelferd i snurpenotfiske etter makrell er i desember 2019. Neil Anders ønsker deretter å fortsette arbeidet med fangstforskning som PostDoc eller i tilsvarende forskerstilling.

*PhD-student Neil Anders, Havforskningsinstituttet.*

## 9.1.5 Hvordan redusere skader på makrell

Slipping av uønskede fangster er under visse forhold lovlig praksis i notfiskerier etter makrell både i Norge og i EU, men det hersker fortsatt usikkerhet i hvor stor grad fisken overlever påkjenningene. I tillegg er regelverket noe uklart og vanskelig å kontrollere.

Fiskeskader og stress har åpenbart negativ påvirkning på både fangst-kvalitet og overlevelse ved 'slipping', eller utsetting av uønskede fangster før fangsten blir tatt om bord. Neil Anders' doktorgradsarbeid tar sikte på å bedre forståelsen av hvordan stresset makrellen opplever under notfisket kan påvirke overlevelsessevnen i tilfelle slipping. Forskningen har i tillegg sett på innflytelsen stress har for produktkvaliteten dersom makrellen tas ombord.

Prosjektet har skjedd i samarbeid med Mike Breen (HI/CRISP-forsker), Jostein Saltskår (HI/CRISP-tekniker), Bjørn Totland (HI/CRISP-tekniker), Jan Tore Øvredal (HI/CRISP-tekniker) and Aud Vold (HI-forsker og CRISP-leder).

### Stimene må ikke bryte opp

Neil Anders har hatt særlig oppmerksomhet på makrellens stimatferd før slipping. Stimere som brytes opp før slipping er en sterk indikasjon på at stressnivået er for høyt, noe som kan føre stor dødelighet.

Forskningen har skjedd som en kombinasjon av feltstudier på fiskefartøylene «Fiskebas» og «Sjarmør» og i laboratorieforsøk. På fartøylene ble det filmet i nota med GoPro-kameraer, og resultatene viser at små stimer og fisk som svømmer tidlig ut fra nota klarer å beholde stimstrukturen. Ved store fangster er derimot fisketettheten meget høy. Fisken blir da gjerne presset ut fra nota og stimatferden er kaotisk.

Dette kan gi økt risiko for dødelighet sammenlignet med de tilfellene der mindre stresset fisk blir sluppet i intakte stimer.

### Dagens rutiner er et godt utgangspunkt

I arbeidet har Neil Anders også sett på svømmeatferden til fisk som blir sluppet ved bruk av dagens «beste praksis»

slippemetode. Forskningen viser at denne slippemetoden har lav forekomst av unormal atferd blant den frigjorte fisken og derfor sannsynligvis lav risiko for dødelighet om slippingen går etter planen. Den nye forståelsen forskningen har bidratt med er viktigheten av å unngå at stimene brytes opp og at for store stimer blir fanget.

Det er derfor fortsatt behov for å utvikle nye metoder og bygge kunnskap om hva som får stimene til å bryte opp, slik at overlevelsesgraden blir forbedret ytterligere. Bedre forståelse av makrellens motstandsdyktighet mot påkjenninger under fangst, som for eksempel trening, oksygenmangel og stimstruktur som brytes ned, gjør det mulig å utvikle mer effektive mottiltak for å redusere skadene. Tiltak kan omfatte elementer som størrelsen på utslippsåpningen og naturligvis den totale mengden fisk i stimen som slippes.

I tillegg gjør forbedrete rutiner at fangsten som beholdes får best mulig kvalitet. Neil Anders' doktorgrad er dermed et direkte bidrag til bedre bærekraft og styrket lønnsomhet innen norsk fiskeindustri.

## 9.2 POSTDOC-STILLINGER

### 9.2.1 Torskefisk tåler utmattelse bra



Anders Karlsson-Drangsholt  
(Foto: Maya Boutroue Vedeld)

#### FAKTA:

Anders Karlsson-Drangsholt (f 1982) var tilsluttet i CRISP arbeidspakke 5, Universitetet i Tromsø i perioden juni 2012 - juni 2015. Han er i dag seniorrådgiver ved miljøstiftelsen Bellona.

Har fileter fra torsk og hyse som blir utsatt for harde svømmeturer før avlivning dårligere kvalitet? Er det forskjell på hvordan artene tåler påkjenningene? Svømmetunnelforskning gir mulighet å iverksette målrettede tiltak for å bedre kvaliteten på trålfanget fisk.

I forsøkene ble villfanget torsk og hyse av typisk konsumstørrelse satt i vann-tunnelen i Tromsø. Der måtte fisken svømme til den ble utmattet.

Prosjektet ble ledet av Anders Karlsson-Drangsholt. I tillegg deltok Ragnhild Aven Svalheim, Øyvind Aas-Hansen, Stein Harris Olsen, Kjell Øivind Midling, Michael Breen, Endre Grimsbø og Helge K. Johnsen under forsøkene og står som medforfattere til de to rapportene som er utarbeidet.

#### Robust torsk

Prosjektet tok sikte på å kopiere en typisk trålsituasjon der fisken gjerne prøver å svømme i retning trållåpningen inntil den blir utmattet eller mister interessen for å komme seg ut. Det ble både undersøkt om slike utmattende øvelser hadde betydning for filetkvaliteten og om hvordan ulike «rekonvalesensperioder» kunne tilbakeføre fisken til normal, ustresset og uthvilt tilstand.

Resultatene av forsøkene viser at utmattende svømming økte graden av muskelstivhet for torsk under rigor mortis, men påkjenningen endret ikke tidsperioden til maksimal stivhet eller medførte påvisbar misfarging av filetene. Nivåene

av melkesyre og kortisol økte også etter svømmingen, men sank så jevnt gjennom rehabiliteringsfasene. Ph-nivået i muskelvevet for utmattet torsk var typisk normalisert etter fire timer.

Dataene tyder på at utmattende svømming medfører moderat og raskt reversibel påvirkning av filetkvaliteten. Under tråling utsettes fisk også for andre faktorer som tett pakking i trålen, raske trykkendringer og tørrkvelning på dekk. Slike påkjenninger er trolig langt viktigere årsaker til redusert fangstkvalitet enn ren utmattelse.

#### Hyse mer utsatt for utmattelse

Identiske vanntunnelforsøk med hyse ga et noe annet resultat og tyder på at hyse i noe større grad blir påvirket av utmattelse. For visse parametere som glukosenivå og melkesyrenivå i blod var det ikke nok med seks timers rekonvalesenstid. Det var derimot ingen signifikant effekt av utmattende svømming på muskelvevets pH-verdier og heller ingen unormal misfarging av filetene etter forsøkene i svømmetunnelen.

I sluttrapportene konkluderes det med at selv om påvirkningen for hyse er noe større enn for torsk, er konsekvensene av utmattelse også her moderate og reversible. Også for hyse har andre fysiske påkjenninger antagelig større betydning for problemer med kvalitetsforringelse.



# 10. KOMMUNIKASJON



Ved oppstart i 2011 var det viktig å synliggjøre CRISP i Havforskningsinstituttets og Nofimas organisasjon. Senteret fikk en organisatorisk stilling som et eget forskningsprogram ved HI. Dette ble senere endret. For å gi CRISP en tydelig profil, fikk senteret en egen logo, som symboliserte en fisk i en trålpose. Det ble også laget egne CRISP-«roll-ups» som alle partnerne tok med f.eks. til Nor-Fishing i Trondheim for å synliggjøre at de var deltakere i CRISP-senteret.

CRISP-medarbeidere har deltatt i en lang rekke nasjonale og internasjonale forskermøter, -seminarer og -konferanser der de har presentert det vitenskapelige utkomme fra CRISP. Men CRISP sitt budskap og innovasjoner har også vært presentert for fiskerinæringen og allmenheten i mange ulike settinger, slik som fiskerimessen Nor-Fishing i Trondheim annet hvert år og ved årsmøter i fiskerienes organisasjoner. Nærings- og Fiskeridepartementet og Fiskeridirektoratet har vært interessert i og er blitt orientert om CRISP

sine innovasjoner, særlig slike som har et potensial for å brukes i kontroll og overvåkning av fiskeriaktivitet og for fiskebestander.

HI-forskerne publiserer det meste av sitt arbeid som rapporter i «Nytt fra Havforskningen», mens ansatte ved Nofima publiserer i Nofima Rapportserie. Mange av høydepunktene fra CRISP er publiserte som korte presentasjoner som «Havforskningsnytt». Inntil sluttdatoen for CRISP er det publisert 40 publikasjoner med fagfelle-vurdering.

CRISP har også ved flere anledninger blitt presentert i radio og på TV, både nasjonalt og internasjonalt. Fiskeribladet, Intrafish og Tekfisk er andre massemedia rettet mot CRISP sin målgruppe som har vært viktig for å spre vår forskning.

Aftenposten Onsdag 13. april 2016

Meninger | 11

sørge for sakens opplysning. Det er noe helt annet enn det Thune skriver, som bekrefter et inntrykk av for passiv dommerinnsats med mulige svake/gale dommer som følge. Etter min oppfatning viser Thunes artikkel og et alminnelig inntrykk ellers at det er behov for at staten gjennomgår muligheten for kvalitetssikring av dommerarbeid.

Jens A. Sunde  
høyesterettsadvokat (p)

## Demokratiet som sviktet

Oslos demokratiske system har sviktet beboerne på Nedre Grefsen. En sterkt inngripende omregulering av en veletablert småhusbydel kom som lyn fra klar himmel på de berørte. Skal dette være mulig i vårt demokrati?

Det er behov for økt antall boliger i Oslo, og fortetting er et godt virkemiddel. Våre politikere har sikkert diskutert fordeler og ulemper med de aktuelle alternativene før de besluttet å sanere Nedre Grefsen. Oslos ledelse har utvilsomt sitt på det tørre når det gjelder det juridiske. Men er det god moral å fatte en slik dypt inngripende beslutning over hodene på beboerne?

**Fiskerinæringen.** Teknologit utviklingen har sørget for mer effektiv produksjon og store fiskefangster. Men kvaliteten på fisken har fått unngjelde.

## Kunnskapsløs teknologit utvikling

### Debatt



Stein Harris Olsen  
forsker, Nofima

Ved å dreie oppmerksomheten fra kvantitet til kvalitet, kan mer av fisken gå til godt betalende ferskfiskmarkeder.

Bedre fangstteknologi, større fartøyskvoter og effektiv produksjon har bidratt til en kraftig reduksjon i antall fartøyer og fiskere de siste ti årene. Blant



Effektive fiskeredskaper har bidratt til gode fangstresultater. Denne utviklingen har gått på bekostning av kvaliteten til hvithisk, mens pelagisk sektor har klart å håndtere kvalitetsutfordringene. skriver Stein Harris Olsen. FOTO: OLE MATHISMOEN

# II. EFFEKTEN AV Å DELTA I SENTERET

## II.1 Havforskningsinstituttet: CRISP åpner for nye tilnærminger til bestandsovervåkingen



Når CRISP nå avsluttes er det en fornøyd forskningsdirektør Geir Huse som oppsummerer Havforskningsinstituttets mangeårige involvering i et mylder av prosjekter som kan føre fiskeribransjen inn en ny, enda mer teknologidrevet yrkeshverdag.

### FAKTA:

Forskningsdirektør for marine økosystemer og ressurser ved Havforskningsinstituttet, Geir Huse (f. 1969) er opprinnelig fra Austevoll. Huse tok sin doktorgrad om «Romlig fordeling av lodde» ved UiB i 1998.

– Slik jeg ser det har CRISP vært en nyttig og svært interessant modell for bedre samarbeid mellom forskning, fiskere og teknologiutviklere, ikke minst ettersom prosjektet har åpnet for alternative innfallsvinkler til de tradisjonelle overvåkingsmetodene, sier Huse.

CRISP leder mot en praksis der teknologi og smartere fisketeknikker både gir mindre svinn og økte priser på grunnlag av høyere kvalitet på produktene som når konsumentene.

### Bærekraft er nøkkelen

'Bærekraft' i bred forstand har vært nøkkelord for arbeidspakkene i CRISP, men det er når bærekraften også gir gode inntekter at prinsippet blir virkelig interessant for yrkesfiskere som hele tiden må tenke på inntjeningen.

– Jeg mener at dette arbeidet i grunnen begynte allerede tilbake på midten av 1980-tallet, da Gro Harlem Brundtland ledet FNs miljøkommissjon. Norge hadde da vært gjennom noen bestandsskollapser og hadde fått etablert ressursvennlige kvotesystemer. Men kvotene var innrettet mot å høste bestandene bærekraftig og tok i mindre grad hensyn til kvaliteten på sluttproduktet. Nå har vi andre muligheter for bærekraftig høstingsteknologi.

### Nye teknologi på plass

De siste årenes utvikling av stadig mer avanserte sonar- og videosystemer i kombinasjon med kraftige datamaskiner gjør at teknologien virkelig kan bidra til at fisket både blir mer bærekraftig og samtidig gir høyere avkastning for fiskerne. Med mer skånsom behandling av fisken som blir fanget, mer presise beregninger av både fiskemengder i stimer før notsetting samt av fiskeslag og størrelse i not, mindre behov for bunntåling og

ikke minst mindre bifangst, kan kvotene utnyttes mer rasjonelt med tanke på bedre sluttkvalitet og mindre svinn.

### Tekniske fremskritt

Det er altså høy i grad teknologiutviklingen som har stått i fokus for de mange CRISP-aktivitetene. Men i tillegg til å utvikle nye produkter og metoder har CRISP ledet frem til en rekke doktorgrader. I likhet med andre forskningsinstitusjoner opplever Havforskningsinstituttet at nåløyet er trangt når det skal søkes midler til ny forskning. De betydelige økonomiske investeringene som er lagt inn i CRISP i kombinasjon med svært gode muligheter for praktisk forskning på fartøyer og ved samarbeidsinstitusjoner har gjort det mulig for mange nye forskere å gjennomføre ambisiøse prosjekter.

– Det er åpenbart nyttig å samarbeide med både teknologiutviklerne og fiskeribransjen om konkrete forskningsopp-gaver, sier Huse.

### Glemmer ikke grunnforskningen

CRISP-prosjektene har derimot i mindre grad vært en plattform for grunnforskning, men Huse understreker at dette aspektet blir ivaretatt, både på



Havforskningsinstituttet og ved andre forskningsinstitusjoner.

– Grunnforskningen er naturligvis viktig og vi har gode virkemidler hos Norges forskningsråd for å finansiere denne, men husk at Havforskningsinstituttet

slik jeg ser det alltid har vært en praktisk orientert forskningsinstitusjon. For oss har CRISP-tilnærmingen dermed vært en naturlig videreutvikling av svært veletablerte tradisjoner. Men selve omfanget av CRISP er en ny dimensjon, og da er det fint å kunne konkludere med at

åtte år med intens innsats har vært så vellykket. Vi har hatt et godt samarbeid med aktørene og fått frem gledelig mange PhD-grader. CRISP har uten tvil gitt både studenter og forskere flotte muligheter, slutter forskningsdirektør Geir Huse.

## FAKTA:

Simrad var opprinnelig en forkortelse for Simonsen Radio AS, som ble etablert på basis av erfaringene Willy Chr. Simonsen gjorde som radioutvikler for de allierte under 2. verdenskrig. I over 70 år har selskapet vært en ledende leverandør av maritime kommunikasjonssystemer og skipselektronikk som sonar og ekkolodd. Simrad er i dag et merkenavn som benyttes på alle fiskerirelaterte produkter fra storkonsernet Kongsberg Maritime AS.

## 11.2 Dyp involvering i hele CRISP-perioden

# SIMRAD



## KONGSBERG

**Med Kongsberg Maritime, Simrad på plass som bedriftspartner helt fra starten av har CRISP nytt godt av å ha hatt ett av landets sterkeste teknologiutviklingsmiljøer som medspiller.**

Simrads sentrale rolle understrekes ved at administrerende direktør Olav Vittersø også har vært styreleder for CRISP - og etter åtte år er tiden inne for en oppsummering:

– Dette har vært et langt løp som vi nå har stått helt ut. Jeg kan konkludere med at samarbeidet i CRISP har fungert etter hensikten. Som styreleder i CRISP har jeg opplevd at prosessene har vært smidige og velfungerende, og som bedriftsleder ser jeg at Simrad har fått frem nye produkter og ny teknologi, i samarbeid med nye partnere, levert til nye kunder, sier Olav Vittersø.

Simrad er en av fire bedriftspartnere i CRISP og bedriften har på linje med de andre partnerne selv finansiert sin innsats. Alle Simrads prosjekter og delprosjekter støtter likefullt opp under CRISPs hovedmål om å utvikle mer miljøvennlige og ressursparende fangstteknikker som i tillegg gir fiskerne mulighet til å levere bedre kvalitet - og dermed oppnå bedre priser.

### Nye produkter og teknologier

I CRISP har Simrad særlig arbeidet med å videreutvikle akustiske instru-

menter for mer presise målinger av totalt kvantum og individstørrelse i stimer av pelagisk fisk. Dette gir skipperen bedre muligheter til å velge riktig stim før fangsting og for å overvåke fangsten inne i en not. Simrad har også utviklet det kablete video- og sonarsystemet FX80, som overvåker fangsten inne i trålen. Særlig amerikanske lyr- og rekefiskere som må unngå bifangst av villaks har kjøpt et stort antall av disse systemene.

I tillegg har Simrad fått mye blest rundt Scantrol-samarbeidet om Deep Vision, men det mye omtalte kamerasystemet er ikke det eneste prosjektet der firmaet har hatt en nøkkelrolle.

Nofima-samarbeidet har ifølge Olav Vittersø vært svært viktig og også Egersund Trål-prosjektet om praktisk testing og mulig fjernstyring av justerbare tråldører har involvert Simrads utvikleteam.

Simrad har videre testet bruken av vanngjennomstrømningsmålere og en ADCP-sonar (acoustic doppler current profiler) for bruk inne i trål. Dette er en del av forskningen som viser hvordan fangstteknikker og redskap påvirker art, kvalitet, mengde og størrelse.

### Praktisk testing og utvikling

Simrads kommersielle del av CRISP-satsingen var å finne nye produkter som styrker fiskerisektorens miljøprofil og lønnsomhet, men kombinasjonen av forskning og omfattende testing i felt er ofte vanskelig å få til, både av praktiske og økonomiske grunner.

I tillegg vil forskere og næringsliv gjerne møte den klassiske konflikten mellom målet om mest mulig åpen forskning og bedriftenes behov for å beskytte egen teknologi av konkurransehensyn.

– CRISP har klart å kombinere disse hensynene. Samarbeidet har også funnet sted på industriens premisser, og den velfungerende overlappingen mellom forskning og egne produktutviklingsplaner er et viktig moment for at vi er så fornøyd. Samarbeidsprosjektene vi har innledet vil nå fortsette etter at det formelle prosjektet nå avsluttes. Både Scantrol og Egersund Trål er åpenbare partnere for videre arbeid, slutter administrerende direktør Olav Vittersø.

**FAKTA:**

Scantrol Deep Vision AS startet opp i 2014 som et søsterselskap til Scantrol AS. Firmaets hovedoppgave i CRISP-sammenheng har vært utviklingen av kamerasystemet Deep Vision. Begge de to Scantrol-bedriftene har base i Sandviken, like ved Bergen sentrum, og har felles internasjonalt distribusjons- og kundeoppfølgingsnettverk.

### 11.3 Scantrol Deep Vision AS: Kamera i trålen åpner for automatisk sortering



#### Et CRISP-prosjekt som har vakt oppmerksomhet også utenfor rene fagmiljøer, er undervannskamerasystemet Deep Vision, utviklet av Scantrol Deep Vision AS.

Deep Vision er et kraftig verktøy i arbeidet med å skape en mer bærekraftig fangstteknologi for trålfisket. Bergensfirmaet har arbeidet med systemet i over ti år, og nå har kommersialiseringen av produktet startet. De første ordrene gikk til Havforskningsinstituttet, men også internasjonale kunder har det siste året bestilt Deep Vision.



– Deep Vision har i stor grad vært utviklet gjennom CRISP. Godt samarbeid er viktig for at vi skal kunne lykkes i å utvikle banebrytende teknologi og produkter, og CRISP ga oss en unik mulighet for dette, oppsummerer forretningsutvikler Hege Hammersland-White.

Kamerasystemet festes i trålen og tar bilder av all fisk som svømmer inn. Bildene blir analysert for art og lengde, og disse dataene gir skipperen bedre muligheter for å bestemme seg for om fangsten skal tas om bord eller ikke.

#### Fremtiden kan bli automatisk

– Etterhvert vil Deep Vision også kunne styre en sorteringsmekanisme som gjør det mulig for trålfiskere å velge ut den fangsten de vil ha og la resten svømme ut av trålposen. For teknologien utvikles stadig, og Deep Vision vil være klar som et sorterings-system for kommersielt fiske om få år.

Hammersland-White understreker også at det gode samarbeidet i CRISP har vært en viktig drivkraft i innovasjonsprosjektet. Senteret har gitt bedriften uvurderlig tilgang til kompetanse, både fra forskningsmiljøer og fra de andre bedriftene som har deltatt.

– Forskerne har ikke bare bidratt med kompetanse og tilbakemelding på systemet i bruk, men har i tillegg representert våre første kunder. Andre bedriftspartnere har også bidratt med kompetanse og teknologi, som Simrad, som leverer en akustisk link til systemet. Dessuten har vi fått drahjelp fra CRISP til å gjøre teknologien bedre kjent gjennom presentasjoner i ulike fora.

#### Praktisk testing på fellestoktene

En viktig del av CRISP har vært fellestoktene, der Scantrol Deep Vision AS fikk mulighet til å teste teknologien. Denne praktiske testingen ville vært svært tidkrevende og kostbar om bedriften skulle ha organisert det hele selv.

– Toktene har vært en god utprøvningsarena der mer eller mindre gode løsninger har lyktes eller har blitt forkastet, alt ettersom hvordan det har fungert i sjøen. I tillegg har toktene og de årlige samlingene vært viktig møteplass der vi har kunnet diskutere utviklingen av teknologien og mulige synergier med annen teknologi som har blitt utviklet i senteret, avslutter forretningsutvikler Hege Hammersland-White i Scantrol Deep Vision.

## FAKTA:

Egersund Trål AS er en del av Egersund Group. Bedriften ble etablert i 1952 og er i dag vært en viktig leverandør av trålrudskaper, oppdrettsnøter og ulike handelsvarer til fiskeflåten, havbruks- og offshorenæringen. Egersund Group produserer også oljevernustyr og isfjellnett.

### 11.4 Vellykket utvikling av justerbare tråldører



**Egersund**  
Trål  
Part of Egersund Group

**Redskapsprodusenten Egersund Trål AS har vært bedriftspartner i CRISP siden oppstarten i 2011. Hovedprosjektet har vært utvikling og praktisk testing av en ny type justerbar tråldør under arbeidspakke 4; Low impact trawl.**

Den justerbare tråldøren er primært utviklet for pelagisk tråling. Slik tråling skiller seg fra bunntråling ved at trålen kan arbeide på ulike dybder over bunnen. Med justerbare luker over og under tauebraketten kan dybde og spredning av trålen enkelt justeres av mannskapet uten å endre fartøyets fart. Dette er også til god hjelp ved tråling under vanskelige strømforhold, ved kursendring og ved tråling i bakkeskråninger.

I tillegg gjør de justerbare tråldørene at trålens spredningskraft kan reduseres med inntil 40 prosent. Dette innebærer at samme tråldørsett både kan brukes til pelagisk tråling, som har mindre krav til spredningskraft og til bunntråling, som krever stor spredningskraft.

#### Praktiske tester på M/S «Fangst».

Firmaet startet utviklingsprosjektet med to justerbare halv-skala tråldører av aluminium. Den praktiske testingen fant da sted på forsøksfartøyet «Fangst», og dørene ble benyttet til å åpne en pelagisk trål med 230 meters omkrets.

Forsøkene var positive og arbeidene har fortsatt med en lang rekke forsøk med å kartlegge tråldørenes oppførsel ved forskjellige lukeåpninger og rigginger.

Også fangstbegrensningsmuligheter er testet ut i form av trålmonteerte systemer som lar fisken svømme fritt ut av trålen når posen er full.

Egersund Trål AS ønsker i tillegg at det skal være mulig å justere lukene via trådløs fjernstyring. Dette kan realiseres ved å sende signaler direkte fra broen til tråldørene. I samarbeid med SIMRAD ble det utviklet motor- og batteripakker som ble festet på tråldørene og disse ble testet ut under tråling. Men det viste seg meget krevende å sende og motta signaler gjennom saltvann over såpass lange avstander, og fjernstyringsteknologien er derfor ennå ikke ferdig utviklet på et nivå der den vil fungere tilfredsstillende i praktisk bruk.

#### «Koseposen»

Et forsøk som derimot raskt ga positive resultater er det som har blitt kalt «koseposen». For å forbedre kvaliteten

på trålfanget fisk gjorde selskapet forsøk med å montere en ekstra, finmasket pose bak den originale trålposen. Under innhiving av trålen ble «koseposen» åpnet slik at fangsten fikk større plass og dermed blir mindre sammentrykt.

Posen er laget av et finmasket nett slik at mye vann blir med om bord på fartøyet. Dette hjelper til med å beskytte fangsten mot skader og øker sannsynligheten for at fisken holdes levende ved innhiving av trål. Dette er viktig ettersom flere båter leverer levende torsk.

**FAKTA:**

Trålerrederiet Nergård Havfiske AS, tidligere Ytre Rolløya AS, eier og driver i dag fire trålere. Rederiet, som nylig flyttet base fra Harstad til Tromsø er et heleid datterselskap i det store fiskerikonsernet Nergård AS.

*Samarbeid ombord på Nergårds tråler «J Bergvoll».  
Fra venstre skipper Torgeir Mannvik, PhD-student  
Ragnhild A. Svalheim, Nofima-forsker Stein Harris Olsen og  
daglig leder i Nergård Havfiske Kjell Larsen*



## 11.5 Nergård Havfiske AS vil bruke CRISP-løsninger på nytt fartøy



**Trålerrederiet Nergård Havfiske AS har allerede startet implementeringen av erfaringer fra deltagelsen i CRISP. Helt nye tekniske løsninger skal dessuten tas i bruk på et nybygg som leveres i 2020.**

– I perioder med mye fisk benytter vi fangstbegrensningssystemer som er utviklet i CRISP-samarbeidet, og på den nye båten er erfaringer som er vunnet gjennom CRISP, delvis integrert. Det blir for eksempel lagt opp til «vått mottak» på dette fartøyet. Det vil si at fisken står i friskt, oksygenrikt vann helt frem til slaktning. Da holder vi fisken i live lengre og det går kortere tid fra fisken dør og til den slaktes. Dette hever kvaliteten på sluttproduktene, sier daglig leder Kjell Larssen i Nergård Havfiske AS.

Rederiets moderkonsern, Nergård AS, er vertikalt integrert innen fangst, produksjon og salg og Larssen understreker at alle ledd både er opptatt av at fangsten skjer på en bærekraftig måte og at sluttproduktene holder stabil, høy kvalitet:

– CRISP hadde som mål å utvikle metoder for å sikre mindre miljøpåvirkning og forbedre kvaliteten. Det var derfor naturlig for oss å gå inn i prosjektet.

### Nye metoder innføres

Underveis i samarbeidet har Nergård Havfiske bidratt med innspill til å utvikle nye metoder i tillegg til at selskapets båter har vært benyttet til praktiske forsøk som testing av utstyr for fangstbegrensning, restitusjon av fisk, pumping av fisk om bord i fartøyet og testing av en sekk for mer skånsom ombordtaking.

Utstyret for fangstbegrensning ble relativt raskt til et produkt som flere båter nå benytter, men pumping av fisk og levendehold om bord er ikke på plass på trålere per i dag.

– Årsaken er nok at metodene medfører ekstrakostnader i investeringer og drift. Det er usikkert om markedet vil betale for den økte kvaliteten. Resultatene fra forsøkene er imidlertid så gode at det jobbes videre med prinsippene. Jeg tror levendehold litt etter litt vil introduseres på båtene i årene som kommer.

### Økt innovasjon i bedriften

Larssen fastslår at deltagelsen i CRISP har bidratt til økt innovasjon i bedriften:

– CRISP har helt klart bidratt til økt internt søkelys på nye metoder for å heve kvaliteten. De ansatte som har vært involvert i CRISP har bidratt på en svært positiv måte - og har ikke minst satt pris på kontakten med de mange dyktige forskerne vi har møtt.

Han trekker frem nettopp de mange kontaktene som er etablert mot forsknings- og utviklingsmiljøene som svært positivt.

– Dette blir utnyttet til videre utvikling, både på våre eksisterende båter og på den nye båten som nå snart skal leveres, sier daglig leder Kjell Larssen i Nergård Havfiske AS.



## 12. VEIEN VIDERE

**CRISP har siden starten arbeidet med forskning og utvikling innenfor områder knyttet til sjømatnæringen.**

Næringer knyttet til havet har alltid vært blant Norges viktigste næringsveier og i årene framover ser det ut til at betydningen av disse næringene kommer til å bli stadig større. Bl.a. har regjeringen lansert en havstrategi for å styrke bærekraftig verdiskaping og sysselsetting i havnæringene. Kunnskaps- og teknologiutvikling er avgjørende for å utløse potensialet for verdiskaping i havnæringene og for å sikre en bærekraftig vekst. Det skisseres at for å nå hovedmålet skal det arbeides langs tre hovedspor, hvor særlig de to siste er svært relevante for det arbeidet som er gjort innenfor CRISP:

- Det skal skapes kunnskaps- og teknologiutvikling i havnæringene gjennom forskning, innovasjon, utdanning og kompetanse. Dette vil man gjøre ved å styrke den grunnleggende kunnskapen om havet, videreføre og styrke kunnskaps- og teknologiutvikling

i dagens havnæringer, styrke samarbeidet på tvers av næringer og fagmiljø, legge til rette for nye næringer, sørge for et godt og relevant utdanningssystem som bidrar til å dekke havnæringens kompetansebehov, og fremme god rekruttering til hav-relatert forskning, utdanning og yrker.

- Styrke de norske havnæringenes internasjonale konkurransekraft gjennom å bistå i arbeidet med markedsadgang, internasjonalisering og profilering av havnæringene, bidra til at flere selskaper tar steget ut i verden og lykkes og sikre at Norge befester sin ledende globale posisjon som nav for hav-relatert teknologiutvikling.

Dette viser at tankegangen man har jobbet etter innenfor CRISP vil leve videre også etter 2019. CRISP sin filosofi må videreføres også etter at prosjektperi-

oden er over, om enn i noe andre former enn i dag.

Alle tema det har vært arbeidet med innenfor CRISP kan med et samlebegrep kalles «Sustainability sciences», dvs. å skaffe verdens voksende befolkning mat på en bærekraftig måte. Dette inkluderer hele verdikjeden fra god fiskeriforvaltning (inkludert teknologi for havovervåkning og bestandsforvaltning, utvikling og implementering av gode forvaltningsregimer, etc), ansvarlig fiske og fangst (inkludert fartøy, fiskeletingsinstrumenter, skånsomme redskaper), riktig fangsthåndtering (for kvalitet) og markedsføring. Potensialet må utvikles gjennom bærekraftig vekst der forvaltning, næring og teknologier utvikles på biologiens premisser.





### **Teknologi for hav- og ressursovervåkning**

Innenfor CRISP er det utviklet innovative teknologier som kan benyttes innenfor bestandsforvaltning (slik som ny sonarteknologi og DeepVision). Dette er teknologier som allerede er i ferd med å tas i bruk til bestandsovervåkingen, men som bør kunne utvide sitt bruksområde. De involverte bedriftene og andre høyteknologibedrifter i Norge vil ganske sikkert kunne utvide produktspekteret innenfor havovervåkning i årene som kommer, ikke bare innenfor fiskeri men også andre maritime næringer. De involverte partnerne i CRISP-konsortiet vil videreføre utviklingen innenfor havovervåkning i nye prosjekter, nasjonalt og internasjonalt.

### **Teknologi for fangst og fangstovervåkning**

Det er stadig behov for utvikling av mer selektive fiskerier og fiskeredskaper som

gir lavere energiforbruk, bedre driftssikkerhet og mindre miljøavtrykk. Det vil fortsatt være et mål å utvikle redskaper, fangstmetoder og energiløsninger som er mest mulig skånsomme for miljøet. Innenfor CRISP har man konsentrert seg om to høy-teknologiske flåtesegmenter innenfor norsk fiskerinæring, nemlig den havgående tråler- og ringnotflåten. Det ligger også utfordringer i å utvikle smarte løsninger for andre segmenter av norsk fiskeflåte.

På verdensbasis er hovedtyngden av fiskerier av en helt annen størrelse og på et helt annet teknologisk utviklingsnivå enn det man har jobbet med i CRISP. Ikke desto mindre er utfordringene med å utvikle ansvarlige høstingsmetoder minst like store på global skala. En viktig utfordring kan derfor være å nedskalere CRISP-innovasjonene til mindre størrelse og til produkter som er mindre kapitalkrevende og som skal kunne tas i

bruk over en større del av verdens havområder.

### **Mat og matkvalitet**

Verdens økte behov for mat vil delvis kunne dekkes gjennom økt produksjon i havet. Et produksjonsmiljø som gir trygg og sunn sjømat, må ligge til grunn for videre bærekraftig utvikling i fiskeri- og havbruksnæringen. For å maksimere det økonomiske utbyttet av fiskeressursene er det viktig å fokusere på kvalitet, forutsatt at man får bedre betalt for kvalitet. Andre viktige nøkkelord er forbrukermakt. Forbrukerne ønsker dokumentasjon på at maten de spiser er høstet fra en godt forvaltet bestand som er høstet på en bærekraftig måte og med god dyrevelferd, i tillegg til fokus på kvalitet. Her er det fortsatt forskningsoppgaver som bør løses framover.

## 13. KONKLUSJON

**I regjeringens havstrategi står det at kunnskaps- og teknologiutvikling er avgjørende for å utløse potensialet for verdiskapning i havnæringen og for å sikre en bærekraftig vekst. Man ønsker å styrke den grunnleggende kunnskapen om havet og å styrke kunnskaps- og teknologiutviklingen i dagens havnæring. Man vil også sikre at Norge befester sin ledende globale posisjon som nav for hav-relatert teknologiutvikling.**

CRISP sin målsetning, å styrke posisjonen til norske fiskerirelaterte selskaper som ledende leverandører av utstyr og sjømat gjennom utvikling av bærekraftig trål- og not-teknologi, sammenfaller godt med dette. CRISP har jobbet mot å utvikle en lønnsom fiskeriræring gjennom å satse på utvikling av «smart» eller «grønn» teknologi.

Vi vil påstå at vi langt på vei har lyktes i å nå våre mål. En rekke nye «smarte» teknologier er utviklet som et resultat av CRISP-samarbeidet. Noen av disse nyvinningene er allerede tatt i bruk av norsk fiskeriræring eller norsk og utenlandsk fiskeriforskning, og flere andre innovasjoner er fortsatt på utviklingsstadiet og vil videreutvikles etter at CRISP-perioden er slutt.

Den viktigste faktoren for CRISP sin suksess er trolig det tette samarbeidet mellom industri og forskning. Bedriftspartnerne har i stor grad styrt retningen i prosjektene, med forskningspartnerne som bidragsytere som også har bidratt med å legge forholdene til rette for å teste ut innovasjonene.

Den langsiktige finansieringsmodellen som en SFI tilbyr er selvfølgelig en svært viktig suksessfaktor, særlig for forskningspartnerne. For enkelte av bedriftene kan kanskje et prosjekt over åtte år bli noe i lengste laget. Langsiktigheten har gjort det mulig å bygge opp senterets forskningskapasitet både når det gjelder menneskelige og tekniske

ressurser. Det langsiktige samarbeidet har også bidratt til å utvikle en gjensidig tillit mellom partnerne som en vil ha nytte av i framtidige samarbeidsprosjekter. Et hjelpemiddel til suksess har også det nære samarbeidet mellom forskningsinstitusjonene og bedriftspartnerne om bord på forsknings- og fiskefartøyer vært. Her har man jobbet tett og intensivt sammen rundt praktisk testing og utvikling av innovasjoner. Det har også vært viktig at bedriftspartnerne i CRISP har hatt komplementære forretningsinteresser som har gjort det enkelt å samarbeide uten innbyrdes konkurranse.

CRISP har hatt stor suksess når det gjelder innovasjon, som også slått fast gjennom midtveisevalueringen og av vår Vitenskapelige rådgivingskomite. Selv om den vitenskapelige suksessen målt gjennom publiseringsraten har økt gjennom senterets levetid, og senterets forskere har deltatt med bidrag i en lang rekke vitenskapelig føra, scorer senteret lavere på de rent vitenskapelige måleskalaer enn når det gjelder innovasjon. Det har vært et lite paradoks i senterets levetid at SFI'ene, som i utgangspunktet skal sette søkelys på innovasjon, i så sterk grad måles etter vitenskapelige produksjon på bekostning av innovasjonsgraden.

Den årlige fagsamlingen der alle som har vært tilknyttet CRISP har vært samlet for å legge fram de siste framskritt og diskutere framtidige utfordringer, har også vært viktige for senterets suksess. Senteret har også utdannet en rekke Master- og PhD-studenter. Vi er, som representanter for en tradisjonelt sterkt mannsdominert næring, særlig stolte av at halvparten av våre rekrutter har vært kvinner, og at majoriteten av disse fortsatt arbeider innenfor fiskeriteknologisk forskning og i teknologibedrifter.





## APPENDIX I STATEMENT OF ACCOUNTS FOR THE COMPLETE PERIOD OF CENTRE FINANCING

### Funding

Activity/Item	RCN	HOST - Havforskningsinstituttet	Partner 1 - NOFIMA	Partner 2 Kongsberg Maritime	Partner 3 Scanrol Deep Vision AS	Partner 4 Egersund Group	Partner 5 Nergård	Partner 6 Universitetet i Bergen	Partner 7 - Universitetet i Tromsø	Sponsor Norges Sildesalgslag	Sponsor Norges Råfisklag	Total cost
WP 1	11 637	37 374	-	39 307	-	-	-	-	-	600	-	88 918
WP 2	9 064	16 244	-	8 900	-	-	-	-	-	-	-	34 208
WP 3	12 115	11 210	-	339	9 843	-	-	-	-	-	-	33 507
WP 4	8 115	16 091	-	113	242	10 686	-	-	-	-	-	35 247
WP 5	15 526	142	5 137	-	-	-	7 843	-	5 118	-	200	33 966
WP 6	9 156	-	5 718	-	-	-	220	-	-	-	600	15 694
SFI Equipment												-
WP 7	14 387	7 649						2 612		200		24 848
<b>Total budget</b>	<b>80 000</b>	<b>88 710</b>	<b>10 855</b>	<b>48 659</b>	<b>10 085</b>	<b>10 686</b>	<b>8 063</b>	<b>2 612</b>	<b>5 118</b>	<b>800</b>	<b>800</b>	<b>266 388</b>

### Cost

Activity/Item	HOST - Havforskningsinstituttet	Partner 1 - NOFIMA	Partner 2 Kongsberg Maritime	Partner 3 Scanrol Deep Vision AS	Partner 4 Egersund Group	Partner 5 Nergård	Partner 6 Universitetet i Bergen	Partner 7 - Universitetet i Tromsø	Sponsor Norges Sildesalgslag	Sponsor Norges Råfisklag	Total funding
WP 1	49 611	0	39 307	0	0	0	0	0			88 918
WP 2	25 308	0	8 900	0	0	0	0	0			34 208
WP 3	23 325	0	339	9 843	0	0	0	0			33 507
WP 4	24 206	0	113	242	10 686	0	0	0			35 247
WP 5	321	16 434	0	0	0	7 843	0	9 368			33 966
WP 6	0	15 474	0	0	0	220	0	0			15 694
SFI Equipment											0
WP 7	18 791						6 057				24 848
<b>Total budget</b>	<b>141 562</b>	<b>31 908</b>	<b>48 659</b>	<b>10 085</b>	<b>10 686</b>	<b>8 063</b>	<b>6 057</b>	<b>9 368</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>266 388</b>

\* Cost for 2019 are estimated in the reporting

## APPENDIX 2 PERSONELL

### Key Researchers

Name	Institution	Main research area	Sex
Torbjørn TOBIASSEN	Nofima	Quality improvement	M
Kjell MIDLING	Nofima	Quality improvement	M
Heidi NILSEN	Nofima	Quality improvement	F
Stein Harris OLSEN	Nofima	Quality improvement	M
Karsten HEIA	Nofima	Quality improvement	M
Bent DREYER	Nofima	Value adding	M
Kine KARLSEN	Nofima	Value adding	F
John R. ISAKSEN	Nofima	Value adding	M
<b>Marianne SVORKEN</b>	Nofima	Value adding	F
<b>Geir Sogn GRUNDVÅG</b>	Nofima	Value adding	M
<b>Øyvind AAS-HANSEN</b>	Nofima	Quality improvement	M
Arill ENGÅS	IMR	Low impact trawling/Instrumentation	M
John Willy VALDEMARSEN	IMR	Low impact trawling/administration	M
Shale ROSEN	IMR	Low impact trawling/Instrumentation	M
Olafur A. INGOLFSSON	IMR	Low impact trawling/Instrumentation	M
Terje JØRGENSEN	IMR	Low impact trawling/Instrumentation	M
Egil ONA	IMR	Sonar technology and instrumentation	M
Gavin MACAULEY	IMR	Sonar technology and instrumentation	M
Hector PENA	IMR	Sonar technology and instrumentation	M
Aud VOLD	IMR	Purse seine technology, Centre management	F
Maria TENNINGEN	IMR	Purse seine technology	F
Mike BREEN	IMR	Purse seine technology	M
Roger LARSEN	UiT	Quality improvement	M
Helge K. JOHNSEN	UiT	Researcher training, recruitment	M
Arne JOHANNESSEN	UiB	Researcher training, recruitment	M
Anders FERNØ	UiB	Researcher training, recruitment	M

## Key technicians, research institutes

Name	Institution	Main research area	Sex
Jan Tore ØVREDAL	IMR	Engineering, instrument development	M
Kjartan MÆSTAD	IMR	Information logistics	M
Turid LODDENGAARD	IMR	Centre management - Finance	F
Atle TOTLAND	IMR	Sonar Technology and Fisheries Instrumentation	M
Asbjørn AASEN	IMR	Trawl technology	M
Jostein SALTSKÅR	IMR	Engineering, instrument development	M
Liz B.K. KVALVIK	IMR	Engineering, instrument development	F
Anne Britt TYSSELAND	IMR	Engineering, instrument development	F
<b>Bjørn TOTLAND</b>	IMR	Engineering, instrument development	M
<b>Ronald PEDERSEN</b>	IMR	Sonar Technology and Fisheries Instrumentation	M
<b>Tor H. EVENSEN</b>	Nofima	Quality improvement	M
Kathryn DONELLY	Nofima	Information logistics	F
Ronny JAKOBSEN	Nofima	Quality improvement	M

## Key personell, industry partners

Name	Institution	Main research area	Sex
Ole Bernt GAMMELSÆTER	Kongsberg Group		
Lars N. ANDERSEN	Kongsberg Group	Sonar technology and fisheries instrumentation	M
Ivar WANGEN	Kongsberg Group	Sonar technology and fisheries instrumentation	M
Olav VITTERSØ	Kongsberg Group	Sonar technology and fisheries instrumentation	M
Thor BÆRHAUGEN	Kongsberg Group	Management, Board leader	M
Jon Even CORNELIUSSEN	Kongsberg Group	Monitoring fish and gear	M
Roger KOTENG	Kongsberg Group	Monitoring fish and gear	M
Øivind HANTHO	Kongsberg Group	Sonar technology and fisheries instrumentation	M
Anita P VIK	Kongsberg Group	Sonar technology and fisheries instrumentation	M
Toan Thanh PHAM	Kongsberg Group	Sonar technology and fisheries instrumentation	F
Helge HAMMERSLAND	Scantrol Deep Vision AS	Visual fish classification/Management	M
Kristoffer LØVALL	Scantrol Deep Vision AS	Visual fish classification	M
Håvard VÅGSTØL	Scantrol Deep Vision AS	Visual fish classification	M
Hege HAMMERSLAND-WHITE	Scantrol Deep Vision AS	Visual fish classification/Marketing	M
Boweng TONG	Scantrol Deep Vision AS	Visual fish classification	F
Arvid SÆSTAD	Egersund Group	Low impact trawling	M
Trond NEDREBØ	Egersund Group	Low impact trawling	M
Wenche H VIGRESTAD	Egersund Group	Low impact trawling	F
Bjørn HAVSØ	Egersund Group	Low impact trawling/Management	M
Vidar KNOTTEN	Egersund Group	Low impact trawling	M
Roy SKULEVOLD	Egersund Group	Low impact trawling	M

Name	Institution	Main research area	Sex
Kjell LARSEN	Nergård Havfiske	Quality improvement and value adding	M
Torgeir MANNVIK	Nergård Havfiske	Quality improvement and value adding	M
Morten HERMANSEN	Nergård	Quality improvement and value adding	M
Øyvind BERG	Nergård	Quality improvement and value adding	M

#### Postdoctoral researchers with financial support from the Centre budget

Name	Funding	Research area	Sex	Duration	Nationality
Anders KARLSSON	Universitetet i Tromsø	Fish physiology	M	3 years	Norwegian
Shale ROSEN	CRISP	Visual fish classification, fish behavior	M	3 years	USA

#### PhD students with financial support from the Centre budget

Name	Nationality	Period	Sex	Topic
Melanie UNDERWOOD	Australian	07.05.2012-10.04.2018	F	Capture behaviour
Sindre VATNEHOL	Norwegian	01.09.2012-03.03.2016	M	Sonar Technology
Ragnhild A. SVALHEIM	Norwegian	15.04.2013-31.03.2018	F	Fish Quality
Jesse BRINKHOF	Norwegian	14.03.2016-13.03.2019	M	Fish Quality/Capture behaviour
Helene JENSEN	Norwegian	01.09.2016-31.08.2018	F	Value adding
Neil R. ANDERS	Great Britain	01.01.2016-31.12.2019	M	Fish Welfare & Quality in Purse seine
Tonje K. BJØRVIG	Norwegian	31.03.2017-31.03.2021	F	Fish Quality in Trawl (funded by UIT)

#### Master students

Name	Nationality	Period	Sex	Topic
Alexandre J D GREVE	French	2018-19	M	Fish behavior and welfare
Thomas RIEDINGER	German	2018-19	M	Fish behavior and welfare
Kjetil G THORVALDSEN	Norwegian	2017-18	M	Acoustic of mesopelagic registrations
Kirsten HOWARTH	UK	2015-16	F	Fish welfare
Bård AARBAKKE	Norwegian	2015-16	M	Fish behavior
Helene JENSEN	Norwegian	2015-16	F	Value adding
Eugene KITSIOS	Greece	2014-15	M	Fish quality
Jacub TICHY	Slovakian	2014-15	F	Fish quality
Tonje JENSEN	Norwegian	2013-14	F	Fish quality
Wenche H VIGRESTAD	Norwegian	2013-14	F	Fish behaviour
Rachael MORGAN	UK	2013-14	F	Fish behaviour
Jan Tore DIDRIKSEN	Norwegian	2012-13	M	Quality improvement
Didrik VARTDAL	Norwegian	2011-12	M	Fisheries biology
Sindre VATNEHOL	Norwegian	2011-12	M	Sonar technology

## APPENDIX 3 PUBLIKASJONER

### ARTIKLER I

### VITENSKAPELIGE JOURNALER

#### 2019

- Anders, Neil; Breen, Michael; Salt-skår, Jostein; Totland, Bjørn; Øvredal, Jan Tore; Vold, Aud. Behavioural and welfare implications of a new slipping methodology for purse seine fisheries in Norwegian waters. PLoS ONE 2019 doi.org/10.1371/journal.pone.0213031.
- Anders, Neil; Howarth, Kirsten; Totland, Bjørn; Handegard, Nils Olav; Tenningen, Maria; Breen, Michael. Effects on individual level behaviour in mackerel (*Scomber scombrus*) of sub-lethal capture related stressors: Crowding and hypoxia. PLoS ONE 2019 doi.org/10.1371/journal.pone.0213709.
- Bertheussen, Bernt Arne; Dreyer, Bent. Is the Norwegian cod industry locked into a value-destructive volume logic? Marine Policy 2019, Volum 103: 113-120.
- Brinkhof, Jesse; Herrmann, Bent; Larsen, Roger B.; Veiga-Malta, Tiago. Effect of a quality-improving codend on size selectivity and catch patterns of cod in bottom trawl fishery. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 2019 doi.org/10.1139/cjfas-2018-0402.
- Svalheim, Ragnhild Aven; Aas-Hansen, Øyvind; Heia, Karsten; Drangsholt-Karlsson, Anders; Olsen, Stein Harris; Johnsen, Helge K. Simulated trawling: Exhaustive swimming followed by extreme crowding as contributing reasons to variable fillet quality in trawl-caught Atlantic cod (*Gadus morhua*). PLoS ONE 2019 doi.org/10.1101/372581.
- Svalheim, Ragnhild Aven; Burgerhout, Erik; Heia, Karsten; Joensen, Sjúrdur; Olsen, Stein Harris; Nilsen, Heidi; Tobiassen, Torbjørn. Differential response to air exposure in crowded and uncrowded Atlantic cod (*Gadus morhua*): Consequences for fillet quality. Food Bioscience 2019; Volum 28: 15-19.
- Karlsson-Drangsholt, Anders; Svalheim, Ragnhild Aven; Aas-Hansen, Øyvind; Olsen, Stein Harris; Midling, Kjell Øivind; Breen, Michael; Grimsbø, Endre; Johnsen, Helge K. Recovery from exhaustive swimming and its effect on fillet quality in had-dock (*Melanogrammus aeglefinus*). Fisheries Research 2018; Volum 197: 96-104.
- Macaulay, Gavin; Schouling, Ben; Ona, Egil; Fässler, Sascha M. M. 2018. Comparisons of echo-integration performance from two different multiplexed echosounders. Journal of Marine Research 10.1093/icesjms/fsy111: 10p.
- Underwood, Melanie; Rosen, Shale; Engås, Arill; Jørgensen, Terje; Fernø, Anders. Species-specific residence times in the aft part of a pelagic survey trawl: implications for inference of pre-capture spatial distribution using the Deep Vision system. ICES Journal of Marine Science 2018; Volum 75: 1393-1404.

#### 2018

- Allken, Vaneeda; Handegard, Nils Olav; Rosen, Shale; Schreyeck, Tiffanie; Mahiout, Thomas; Malde, Ketil. Fish species identification using a convolutional neural network trained on synthetic data. ICES Journal of Marine Science 2018 , doi 10.1093/icesjms/fsy147.

- Brinkhof, Jesse; Herrmann, Bent; Larsen, Roger B.; Sistiaga, Manu Berrondo. Escape rate for cod (*Gadus morhua*) from the codend during buffer towing. ICES Journal of Marine Science 2018; Volum 75(2): 805-813.

- Brinkhof, Jesse; Larsen, Roger B.; Herrmann, Bent; Olsen, Stein Harris. Assessing the impact of buffer towing on the quality of Northeast Atlantic cod (*Gadus morhua*) caught with a bottom trawl. Fisheries Research 2018; Volum 206: 209-219.

- Brinkhof, Jesse; Olsen, Stein Harris; Ingólfsson, Ólafur Arnar; Herrmann, Bent; Larsen, Roger B. Sequential codend improves quality of trawl-caught cod. PLoS ONE 2018; Volum 13:e0204328.(10): 1-14.

#### 2017

- Dreyer, Bent. Dårlig fiskekvalitet er sløsing. Økonomisk fiskeriforskning: Ledelse, marked, økonomi 2017; Volum 27: 14-22.

- Svalheim, Ragnhild Aven; Karlsson-Drangsholt, Anders; Olsen, Stein Harris; Johnsen, Helge K.; Aas-Hansen, Øyvind. Effects of exhaustive swimming and subsequent recuperation on flesh quality in unstressed Atlantic cod (*Gadus morhua*). Fisheries Research 2017; 193: 158-163.



- Tenningen, Maria; Macaulay, Gavin; Rieucan, Guillaume; Pena, Hector; Korneliussen, Rolf. Behaviours of Atlantic herring and mackerel in a purse-seine net, observed using multi-beam sonar. *ICES Journal of Marine Science* 2017; Volum 74: 359-368.
- Vatnehol, Sindre; Ona, Egil. Evaluation of target angular position algorithms for multi-beam fishery sonars. *Journal of the Acoustical Society of America* 2017; Volum 141:1074-1083.
- Vatnehol, Sindre; Pena, Hector; Ona, Egil. Estimating the volumes of fish schools from observations with multi-beam sonars. *ICES Journal of Marine Science* 2017; Volum 74: 813-821.

## 2016

---

- Isaksen, John Roald; Dreyer, Bent; Grønhaug, Kjell. Supply Chain Management under uncertain supply. *Økonomisk fiskeriforskning: Ledelse, marked, økonomi* 2016; Volum 26: 17-40.
- Macaulay, Gavin; Vatnehol, Sindre; Gammelsæter, Ole Bernt; Pena, Hector; Ona, Egil. 2016.
- Practical calibration of ship-mounted omni-directional fisheries sonars. *Methods in oceanography* 2016; Volum 17: 206-220.
- Vatnehol, Sindre; Totland, Atle; Ona, Egil. Two mechanical rigs for field calibration of multi-beam fishery sonars. *Methods in oceanography* 2016; Volum 13-14: 1-12.

## 2015

---

- Bjørgvinsson, David Bragi; Bertheussen, Bernt Arne; Dreyer, Bent. Differences in harvesting and marketing strategies between Iceland and Norway. *Økonomisk fiskeriforskning: Ledelse, marked, økonomi* 2015; Volum 25:v21-36.

- Nilssen, Jon; Bertheussen, Bernt Arne; Dreyer, Bent. Sustained competitive advantage based on high quality input. *Marine Policy* 2015; Volum 52: 145-154.
- Tenningen, Maria; Pena, Hector; Macaulay, Gavin. Estimates of net volume available for fish shoals during commercial mackerel (*Scomber scombrus*) purse seining. *Fisheries Research* 2015;vVolum 161: 244-251.
- Underwood, Melanie; Winger, Paul D.; Fernø, Anders; Engås, Arill. Behavior-dependent selectivity of yellowtail flounder (*Limanda ferruginea*) in the mouth of a commercial bottom trawl. *Fishery Bulletin* 2015; Volum 113: 430-441.

## 2014

---

- Nilssen, Jon; Bertheussen, Bernt Arne; Dreyer, Bent. Hvilken råstoffstrategi er mest lønnsom for norske filetbedrifter? *Økonomisk fiskeriforskning: Ledelse, marked, økonomi* 2014; Volum 24: 1-17. T
- Underwood, Melanie; Rosen, Shale; Engås, Arill; Eriksen, Elena. Deep vision: An in-trawl stereo camera makes a step forward in monitoring the pelagic community. *PLoS ONE* 2014; Volum 9.(11:e112304).

## 2013

---

- Olsen, Stein Harris; Tobiassen, Torbjørn; Akse, Leif; Evensen, Tor Hatten; Midling, Kjell Øyvind. Capture induced stress and live storage of Atlantic cod (*Gadus morhua*) caught by trawl: Consequences for the flesh quality. *Fisheries Research* 2013; Volum 147: 446-453.
- Rosen, Shale Pettit; Holst, Jens Christian. DeepVision in-trawl imaging: Sampling the water column in four dimensions. *Fisheries Research* 2013; Volum 148: 64-73.
- Rosen, Shale Pettit; Jørgensen, Terje; Hammersland-White, Darren;

Holst, Jens Christian. DeepVision: a stereo camera system provides highly accurate counts and lengths of fish passing inside a trawl. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 2013: Volum 70: 1456-1467.

## 2012

---

- Dreyer, Bent; Grønhaug, Kjell. Coping With Unpredictable Supply: The Role of Flexibility And Adaption. *European Journal of Marketing* 2012; Volum 46: 1268-1282.
- Hermansen, Øystein; Isaksen, John Roald; Dreyer, Bent. Challenging spatial and seasonal distribution of fish landings-Experiences from vertically integrated trawlers and delivery obligations in Norway. *Marine Policy* 2012; Volum 36: 206-213.
- Karlsen, Kine Mari; Dreyer, Bent; Olsen, Petter; Elvevoll, Edel Oddny. Granularity and its role in implementation of seafood traceability. *Journal of Food Engineering* 2012;cVolum 112: 78-85.
- Karlsen, Kine Mari; Hermansen, Øystein; Dreyer, Bent. Eco-labeling of seafood: Does it affect the harvesting patterns of Norwegian fishermen?. *Marine Policy* 2012; Volum 36: 1123-1130.
- Rosen, Shale Pettit; Engås, Arill; Fernø, Anders; Jørgensen, Terje. The reactions of shoaling adult cod to a pelagic trawl: implications for commercial trawling. *ICES Journal of Marine Science* 2012; Volum 69: 303-312.

## RAPPORTER

### 2018

- Olsen, Stein Harris; Tobiassen, Torbjørn; Evensen, Tor Hatten; Joensen, Sjurdur; Nilsen, Heidi.
- Bygging av mellomlagringstank, rigging og praktiske tester (Optipro 3). Tromsø: NOFIMA AS 2018 (ISBN 978-82-8296-538-5) 35 s. Nofima rapportserie(4/2018)
- Svalheim, Ragnhild Aven. 2018. Stress responses influencing fillet quality of trawled Atlantic cod and haddock. A dissertation for the degree of Philosophiae Doctor. Tromsø: UiT the Arctic University of Norway, Faculty of Biosciences and Economics, The Norwegian College of Fishery Science 2018 (ISBN 978-82-8266-162- 1), 116 p. PhD thesis.
- Thorvaldsen, Kjetil Gjeitsund. Improved density measurements of mesopelagic fish and the presence of physonect siphonophores in sound scattering layers, measured with multifrequency acoustics and a stereo camera mounted on a lowered probe. MSc thesis, University of Bergen 2018: 128 p.
- Underwood, Melanie. 2018. Understanding interactions between fish and trawl gear in order to improve catching efficiency and scientific sampling, with focus on methodological challenges. A dissertation for the degree of Philosophiae Doctor. University of Bergen 2018 (ISBN 978-82-308-3793-1). PhD thesis.
- Vold, Aud(ed.). CRISP Annual Report 2017. Bergen: Havforskningsinstituttet 2018 39 s.

### 2017

- Anders, Neil; Breen, Michael; Salt-skår, Jostein; Totland, Bjørn; Vold, Aud. Beste praksis for slipping fra

not. Faglig sluttrapport for prosjekt «Utvikling av standard slippemetode for makrell og sild i fiske med not». Rapport fra Havforskningen 6 (2017), 64p.

- Vold, Aud (ed). CRISP Annual Report 2016. Bergen: Havforskningsinstituttet 2017 31 s.

### 2016

- Aarbakke, Bård. 2016. A comparison of abundance, distribution and behavior of Northeast Atlantic mackerel (*Scomber scombrus* L.) during curved and straight forward trawling. Master Thesis, University of Bergen 2016, 79 s.
- Howarth, Kirsten. 2016. Assessing mackerel behaviour following crowding-induced stress in purse seine fisheries. Master Thesis, University of Bergen 2016.
- Jensen, Helene Skjønhal. 2016. Jakten på havets sølv - hvem tar gull? - fangststrategier i ringnotflåten. Master Thesis, UiT – Arctic University of Norway 2016, 102 s.

- Kitsios, Eugene. 2016. The nature and degree of skin damage in mackerel (*Scomber scombrus*) following mechanical stress: Can skin damage lead to mortality following crowding in a purse seine? Master Thesis, University of Bergen 2016, 64 s.

- Underwood, Melanie; Rosen, Shale; Engås, Arill; Hemnes, Terje; Melle, Webjørn; Aasen, Asbjørn. 2016. Flume tank testing of a multiple inner-paneled trawl to reduce loss and clogging of small organisms. Rapport fra havforskningen 5 - 2016.

- Valdemarsen, John Willy; Rosen, Shale; Aasen, Asbjørn; Øvredal, Jan Tore. 2016. Nettløsninger foran og

bak Deep Vision systemet. Rapport fra havforskningen 13-2016, 18p.

- Valdemarsen, John Willy; Øvredal, Jan Tore; Aasen, Asbjørn; Engås, Arill; Rosen, Shale; Macaulay, Gavin; Mæstad, Odd Kjartan; Sæstad, Arvid; Nedrebø, Trond; Bærhaugen, Thor; Vågstøl, Håvard; Knotten, Vidar. 2016. CRISP- Toktrapport Testing trålutstyr og instrumentering G. O. Sars 1.-11. mars 2015. Toktrapport fra Havforskningsinstituttet 2016 35 p.

- Vatnehol, Sindre. 2016. Increasing the biomass estimation accuracy of a single fish school using a cylindrical multi-beam fishery sonar. PhD Thesis, University of Bergen 2016 (ISBN 978-82-308-3263-9).

- Vold, Aud (ed.). 2016. CRISP Annual Report 2015. Bergen: Havforskningsinstituttet 2016, 30 p.

- Vold, Aud; Breen, Michael; Salt-skår, Jostein. 2016. Har testet beste praksis for slipping fra not. Havforskningsnytt 2 - 2016.

### 2015

- Nøttestad, Leif; Valdemarsen, John Willy; Rosen, Shale; Utne, Kjell Rong. Makrell: ICES godkjenner økt bestandsestimat fra ny trålmetode. Bergen: Havforskningsinstituttet 2015 3 s.

- Svorken, M., Donnelly, K., Dreyer, B., 2015, Fiskeriøkonomene har ordet – Energiforbruk og strukturering i den norske torsketrålflåten. Fiskeridirektoratets Lønnsomhetsundersøkelsen i fiskeflåten – 2013. Bergen: Fiskeridirektoratet 2015 pp 59-63.

- Valdemarsen, John Willy (ed). Annual Report 2014 CRISP. Bergen, Norge: Havforskningsinstituttet 2015 30 s.

## 2014

---

- Björgvinsson, David Bragi. The Competitive Advantage of Nations: Has the Icelandic whitefish fillet industry created and sustained superior performance over the Norwegian industry? Tromsø: UiT - Norges Arktiske Universitet 2014 .
- Morgan, Rachael. Using behaviour of herring (*Clupea harengus* L.) to assess post-crowding stress in purse-seine fisheries. Master Thesis, University of Bergen, Dept. of Biology 2014, 70 s.
- Valdemarsen, John Willy (ed). Annual Report 2013 for CRISP. Bergen: Havforskningsinstituttet 2014 26 s.
- Valdemarsen, John Willy. 2014. Tråling med redusert bunnkontakt i torskefiskeriene. Havforskningsnytt no 9, 2014.
- Valdemarsen, John Willy; Bærhaugen, Thor. 2014. Live video fra trål til fartøy. Havforskningsnytt no 10 2014.
- Valdemarsen, John Willy; Knotten, Vidar; Sæstad, Arvid. Semipelagisk trålriggering av EH 716 høgåpnings bunntål utstyrt med rullende bunntålgear om bord i G.O. Sars i mars 2014. Bergen: Havforskningsinstituttet 2014 15 s.
- Valdemarsen, John Willy; Rosen, Shale; Hammersland, Hege. 2014. Kan forske på fangsten uten forskningsfangsten. Havforskningsnytt no 11 2014.
- Valdemarsen, John Willy; Sæstad, Arvid; Nedrebø, Trond; Skulevold, Roy. 2014. Tester av tråldørriggering for SeaFlex 7,5 m2 tråldører med Multipelt 832 om bord i G.O. Sars i mars 2014. Rapport fra havforskningen no 22 2014.
- Valdemarsen, John Willy; Øvredal, Jan Tore; Aasen, Asbjørn; Bærhaugen, Thor; Nedrebø, Trond; Corneliussen, Jon Even. 2014. Akustisk styring av motor for å åpne/lukke luke i styrbare tråldører og funksjonstester av nytt rullegear på semipelagisk

rigget bunntål om bord i M/S "Fangst" i august 2014. Rapport fra Havforskningen no 26 2014.

- Vigrestad, Wenche. The behaviour of Atlantic cod, haddock and redfish in the aft belly section of a demersal trawl: implications for the interpretation of the information from the Deep Vision. Master Thesis, University of Bergen, Dept. of Biology 2014 110 s.

## 2013

---

- Larsen, Thomas Andre; Dreyer, Bent. Ringnot – Struktur og lønnsomhet. Tromsø: Nofima 2013 (ISBN 978-82-8296-111-0) 25 s. Nofima rapportserie (34/2013).
- Rosen, Shale. Giving eyes to pelagic trawls. Acoustic and optical techniques measure behaviour, species, and sizes of fish in situ. University of Bergen 2013 (ISBN 978-82-308-2430-6)
- Valdemarsen, John Willy (ed). CRISP - Annual Report 2012. Ber: Havforskningsinstituttet 2013 24 s.
- Valdemarsen, John Willy. 2013. Rapport fra CRISP-tokt med F/F "G.O.Sars 10.-24. april 2013. Bergen: Havforskningsinstituttet 2013 19 s. Rapport fra havforskningen nr. 17-2013.
- Valdemarsen, John Willy; Aasen, Asbjørn; Øvredal, Jan Tore. 2013. Forsøk med Styrbare tråldører og Deep Vision enhet om bord i "Fangst" 19.-24. juni 2013. Bergen: Havforskningsinstituttet 2013, 15 s.

## 2012

---

- Valdemarsen, John Willy (ed). CRISP - Annual Report 2011. Havforskningsinstituttet 2013 24 s.
- Engås, A., Jørgensen, T., Øvredal, J. T. and Aasen, A. 2012 Toktrapport nr. 1 fra forsøk ombord på F/T Ramoen, juni 2011: Testing av fallem for å

begrensefangstmengden under tråling. Rapport fra Havforskningen 2-2012.

- Engås, A., Jørgensen, T., Øvredal, J. T. and Aasen, A. 2012. Toktrapport nr. 2 fra forsøk ombord på F/T Ramoen, juni 2011: Kommerisiell testing av undervannskamera og trålsonar for in situ signaloverføring fra trål til fartøy. Rapport fra Havforskningen 3-2012.
- Engås, Arill; Jørgensen, Terje; Øvredal, Jan Tore; Aasen, Asbjørn. Toktrapport nr. 3 fra forsøk ombord på F/T Ramoen, juni 2011: Størrelse-seleksjon og unnslipping av torsk og hyse i trålbelgen av en pelagisk trål. Bergen: Havforskningsinstituttet 2012 12 s. Rapport fra Havforskningen 4-2012.
- Eriksen, Elena; Rosen, Shale. Survey Report from the Joint Norwegian/Russian Ecosystem Survey in the Barents Sea, August – October 2012. IMR/PINRO Joint Report Series 2012 139 s. IMR/PINRO Joint Report Series (2/2012).
- Larsen, Thomas Andre; Dreyer, Bent. Norske torsketralere – Struktur og lønnsomhet. Tromsø: Nofima 2012 (ISBN 978-82-7251-970-3) 29 s. Nofima rapportserie (12/2012).

## BØKER OG BOKKAPITLER

### 2018

- Salvanes, Anne Gro Veia; Glenner, Henrik; Aksnes, Dag Lorents; Asplin, Lars; Dahl, Martin; Devine, Jennifer Ann; Engås, Arill; Erga, Svein Rune; Falkenhaug, Tone; Ferter, Keno; Hestetun, Jon Thomassen; Jensen, Knut Helge; Ona, Egil; Rosen, Shale; Sjøtun, Kjersti. Sampling gears and equipment. I: Marine Ecological Field Methods - A guide for marine biologists and fisheries scientists. John Wiley & Sons 2018 ISBN 9781119184300. s.75-120.

### 2017

- Hermansen, Øystein; Dreyer, Bent. Norwegian capture-based aquaculture of cod. I: Globefish Highlights. A Quarterly Update on World Seafood Markets. Roma: FAO - food and Agriculture Organization of the United Nations 2017 ISBN 978-92-5-130047-3. s.64-67.

### 2016

- Iversen, Audun; Hermansen, Øystein; Henriksen, Edgar; Isaksen, John Roald; Holm, Petter; Bendiksen,

Bjørn Inge; Nyrud, Thomas; Karlsen, Kine Mari; Sørdahl, Patrick Berg; Dreyer, Bent. Fisken og folket. Orkana Forlag 2016 (ISBN 978-82-8104-288-9) 308 s.

### 2015

- Svorken, Marianne; Donnelly, Kathryn Anne-Marie; Dreyer, Bent. Energiforbruk og strukturendring i den norske torsketrålflåten. I: Lønnsomhetsundersøkelse for fiskeflåten 2013. Bergen: Fiskeridirektoratet 2015 s.59-63.

## KONFERANSEBIDRAG

### 2019

- Dreyer, Bent. Strukturering i fiskeflåten - Drivkrefter og konsekvenser. Årsmøte i Sjømatbedriftene; 2019-05-13.
- Isaksen, John Roald. "De sei størrelsen ikkje betyr nåkka..." Fartøytvikling og kvotefordeling. Nofima-seminaret på Lofotfishing 2019; 2019-03-30.
- Johnsen, Espen; Totland, Atle; Kubilius, Rokas; Ona, Egil. Acoustic measurements of herring close to the sea surface. ICES FAST WG; 2019-04-29 - 2019-05-02.
- Kubilius, Rokas; Macaulay, Gavin; Ona, Egil; Totland, Atle; Forland, Tonje Nesse. Broadband backscattering from tethered Atlantic mackerel. ICES FAST WG; 2019-04-29 - 2019-05-02.
- Macaulay, Gavin; Tenningen, Maria; Øvredal, Jan Tore. Development of

acoustic catch monitoring methods for purse seine fisheries. ICES FAST WG; 2019-04-29 - 2019-05-02.

- Olsen, Stein Harris. Hold av levende-fisk om bord fram til slaktning. FHF's hvitfiskseminar – kvalitet i alle ledd; 2019-02-13.
- Vold, Aud. CRISP sine innovasjoner for fangstidentifikasjon. Geilomøtet mellom NFD, FDir og HI; 2019-01-30 - 2019-02-01.
- Vold, Aud; Breen, Michael; Ona, Egil; Rosen, Shale; Tenningen, Maria. CRISP - eight years of innovation in fisheries technology. ICES FTFB Working Group Meeting; 2019-04-08 - 2019-04-12.

### 2018

- Bertheussen, Bernt Arne; Dreyer, Bent; Jensen, Helene Skjønhal. Are the Norwegian cod fisheries locked-in

in a value destructive volume logic? IIFET 2018; 2018-07-16 - 2018-07-20.

- Brinkhof, Jesse; Herrmann, Bent; Larsen, Roger B.; Olsen, Stein Harris; Sistiaga, Manu Berrondo. Buffer towing – Consequences for catch quality and size selectivity. ICES WGFTFB; 2018-06-04 - 2018-06-08 OCEAN.
- Brinkhof, Jesse; Olsen, Stein Harris; Ólafur, Ingólfsson; Herrmann, Bent; Larsen, Roger B. Improving catch quality with a dual sequential codend-and its effect on size selectivity. ICES WGFTFB; 2018-06-04 - 2018-06-08.
- Dezhang, Chu; Macaulay, Gavin. Training course on principles and methods of broadband/wideband technologies: application to fisheries acoustics. ICES FAST WG; 2018-05-20 2018-05-23.

- Dreyer, Bent. Drivkrefter for strukturering. Kyst, fisk og framtid; 2018-11-22
  - Dreyer, Bent. Hva menes med bærekraftig sjømat?. Nofima-seminaret "Verdens beste" - er det godt nok? Nor-fishing 2018; 2018-08-21.
  - Dreyer, Bent. Sjømatindustri: Hvor står næringen, hva er muligheter og hindringer for bruk av digital teknologi som konkurransefaktor? Innspillskonferansen til Digital21; 2018-02-06.
  - Dreyer, Bent. Status WP 6. Site visit; 2018-09-27.
  - Dreyer, Bent; Nyrud, Thomas. Strukturering i fiskeflåten. Forum Marinum, Kystens hus; 2018-11-01.
  - Handegard, Nils Olav; Allken, Vaneeda; Malde, Ketil. Drowning in data: Can deep learning approaches be the solution? ICES FAST WG; 2018-05-20 - 2018-05-23.
  - Jensen, Helene Skjønhal. Adding value or profit. IIFET 2018; 2018-07-16 - 2018-07-20.
  - Kubilius, Rokas; Ona, Egil; Macaulay, Gavin; Totland, Atle. Broadband backscattering from artificial fish-like targets. ICES FAST WG; 2018-03-20 - 2018-03-23.
  - Macaulay, Gavin; Pena, Hector. An open and extensible netCDF4-based file format for sonar data. ICES FAST WG; 2018-05-20 - 2018-05-23.
  - Olsen, Stein Harris. Hold av levende torsk om bord – hvordan påvirkes kvaliteten? FoU-samling 2018 Levende sjømat – siste nytt om fangstbasert akvakultur; 2018-11-26 - 2018-11-27.
  - Ona, Egil. Acoustic tools: New methods enable efficient mapping of mesopelagic fish aggregations. North Atlantic Seafood Conference; 2018-03-06 - 2018-03-09.
  - Ona, Egil. From single-beam acoustics to wideband analysis; can we study biology with new tools? Workshop on hydroacoustic data collection on drones; 2018-10-01 - 2018-10-02.
  - Ona, Egil. Hvordan kan vi bestemme mengde og fiskestørrelse i en stim? Årsmøte i Pelagisk forening; 2018-04-19 - 2018-04-20.
  - Ona, Egil; Kubilius, Rokas. Target strength of spawning herring.. ICES FAST WG; 2018-05-20 - 2018-05-23.
  - Vold, Aud. Bærekraftig høsting av marine ressurser. Årsmøte i Pelagisk Forening; 2018-04-19 - 2018-04-20.
  - Vold, Aud. CRISP sine innovasjoner for fangstkontroll og overvåkning av fiskeressursene. Møte i offentlig utvalg for framtidens fiskerikontroll; 2018-11-22.
  - Vold, Aud. Ny teknologi for bærekraftig høsting av marine ressurser. Norfishing; 2018-08-21 - 2018-08-24.
- ## 2017
- 
- Andersen, Neil; Breen, Michael; Saltskår, Jostein; Totland, Bjørn; Vold, Aud. Behaviour of mackerel and herring during slipping from purse seines. ICES Annual Science Conference; 2017-09-18 - 2017-09-21.
  - Dreyer, Bent. Capacity-reducing instruments and fleet structure. Forskersamling i CRISP; 2017-09-05 - 2017-09-06.
  - Dreyer, Bent. Industrien som tannhjul for aktivitet langs kysten. Kampen om råstoffet; 2017-03-14.
  - Dreyer, Bent. Strukturering i trål og ringnot. Styringsgruppemøte i Strukturprosjektet; 2017-11-06.
  - Dreyer, Bent. The complexity of sustainability in sea food industry. Presentation at FAO seminar; 2017-06-23.
  - Olsen, Stein Harris. God overlevelse under korttids levendelagring på trål. FoU samlingen "Levendefangst, levendelagring og produksjon av levendefanget råstoff 2017"; 2017-11-27 - 2017-11-28.
  - Rosen, Shale. Bycatch Reduction Devices (BRDs) and Alternative rigging and operation Pre-catch monitoring: acoustic methods for fish targeting. Advanced Course: TECHNOLOGICAL SOLUTIONS FOR REDUCTION OF DISCARDS IN FISHERIES; 2017-02-20 - 2017-02-24.
  - Rosen, Shale. Deep Vision in trawl fish sampling: mesopelagic applications. WKMESO – Workshop on monitoring technologies for the mesopelagic zone; 2017-11-06 - 2017-11-10.
  - Rosen, Shale; Vold, Aud. CRISP - med øyne i dypet. Havforskningsdagene 2017; 2017-01-04 - 2017-01-05.
  - Sogn-Grundvåg, Geir; Zhang, Dengjun; Iversen, Audun. Price and quality in the Norwegian pelagic auction: the case of mackerel. CRISP-møte; 2017-09-05.
  - Sogn-Grundvåg, Geir; Zhang, Dengjun; Iversen, Audun. Quality and asymmetric information in the Norwegian pelagic auction. The 3rd Norwegian Food Market Research Conference (NoFoMarc); 2017-11-02 - 2017-11-03.
  - Tenningen, Maria; Pena, Hector; Holmin, Arne Johannes. Catch and gear monitoring in purse seines using multibeam sonar: a new approach for improved catch control and reduced unintended fishing mortality. ICES Annual Science Conference; 2017-09-18 - 2017-09-22.
  - Tenningen, Maria; Vold, Aud; Breen, Michael; Ona, Egil; Macaulay, Gavin; Andersen, Neil; Pena, Hector; Saltskår, Jostein; Totland, Bjørn; Øvredal, Jan Tore. From survival studies to management - Norwegian purse seine fisheries. ICES Working Group on

- Methods for Estimating Discard Survival; 201711-27 - 2017-12-01.
- Tobiassen, Torbjørn; Olsen, Stein Harris. Capturing cod and haddock for capture-based aquaculture (CBA) by purse-seine. CRISP 2017 - Fagsamling 5.-6. September 2017 -; 2017-09-05 - 2017-09-06.
  - Vold, Aud. Trenging i not, - dødelighet i de pelagiske fiskeriene. Vide-regående kurs for fiskeriinspektører; 2017-04-14.
- ## 2016
- 
- Algrøy, Tonny; Ona, Egil. Development of instrumentation for pre-catch identification and sizing of fish. 7th World Fisheries Congress; 2016-05-23 - 2016-05-27.
  - Dreyer, Bent. Havet, folket og maten. Foredrag holdt for sentralstyret i Det Norske Arbeiderparti; 2016-03-14.
  - Dreyer, Bent. Strategisk næringsøkonomisk analyse i marin sektor. Mastergradskurs. Forelesningsserie ved Norges Fiskerihøgskole, UiT Norges Arktiske Universitet, vår 2016; 2016-04-15.
  - Dreyer, Bent; Isaksen, John Roald; Jensen, Helene Skjønhal. Structure development –Trawlers and purse seiners. CRISP fagsamling; 2016-09-13 - 2016-09-14.
  - Dreyer, Bent; Isaksen, John Roald; Jensen, Helene Skjønhal. Strukturutviklingen i torsketrål- og ringnotflåten. Fagsamling i CRISP; 2016-09-13.
  - Hammerland-White, Hege; Vågstøl, Håvard; Rosen, Shale. Deep Vision: non-extractive sampling using cameras inside trawls. 7th World Fisheries Congress; 2016-05-23 - 2016-05-27.
  - Heia, Karsten. Fra ekle kryp til lysende framtid. NOR-Fishing 2016; 2016-08-16.
  - Isaksen, John Roald; Dreyer, Bent. Capacity reducing measures in Norway: the case of the cod trawlers. International Institute of Fisheries Economics and Trade Conference - IIFET 2016; 2016-07-11 - 2016-07-15.
  - Isaksen, John Roald; Dreyer, Bent. Struktur og kapasitet i torsketrålerflåten: Utvikling og drivkrefter. Ombordfrost torskefisk – fra produksjon til marked; 2016-01-12.
  - Joensen, Sjurdur. Blodig alvor for torsken. “Topp kvalitet på dagsorden” - NOR-Fishing 2016; 2016-08-16.
  - Karlsen, Kine Mari. Kan kvaliteten bli for god? Forskerforbundet PechaKucha-turné; 2016-11-30.
  - Karlsen, Kine Mari. Kan kvaliteten bli for god? Styremøte i Nofima; 2016-09-28.
  - Midling, Kjell Ø. Rådta torsken - død eller levande. “Topp kvalitet på dagsorden” - NOR-Fishing 2016; 2016-08-16.
  - Nilsen, Heidi. CRISP - Quality considerations; trawling fisheries. Collaboration Workshop, Irish Seafood Development Agency, BIM; 2016-05-12.
  - Nilsen, Heidi; Midling, Kjell Ø.; Svalheim, Ragnhild Aven; Olsen, Stein Harris; Tobiassen, Torbjørn. CRISP prosjektet: Quality improvement in trawling fisheries – CRISP; adaption of capture and handling practices to optimize catch quality and value. FoU-samlingen «Levendefangst, levendelagring og produksjon av levendefanget råstoff 2016»; 2016-11-28 - 2016-11-29.
  - Nilsen, Heidi; Midling, Kjell Ø.; Svalheim, Ragnhild Aven; Olsen, Stein Harris; Tobiassen, Torbjørn. Framtidens trålfiske – CRISP. Forskningshighlights fra hav til konsum – fangst, foredling, kvalitet og marked, Sjømatdagene 2016; 2016-01-19 2016-01-20.
  - Nilsen, Heidi; Midling, Kjell Ø.; Svalheim, Ragnhild Aven; Olsen, Stein Harris; Tobiassen, Torbjørn. Kvalitetsforbedring i trålfiske - CRISP – forskning på fangst og fangsthåndtering for optimal kvalitet og verdioøkning. Presentasjon for Innovasjon Norge; 2016-06-10.
  - Olsen, Stein Harris. Topp kvalitet - råstoffkvalitet på fisk. Nor-Fishing 2016, Forskningsrådets stand; 2016-08-16.
  - Olsen, Stein Harris; Nilsen, Heidi; Larssen, Kjell; Svalheim, Ragnhild Aven; Midling, Kjell Ø. CRISP Work Package 5 - Top quality trawl captured fish. Nor-Fishing 2016; 2016-08-16 - 2016-08-19.
  - Ona, Egil. Akustisk måling av fiske-tetthet, og målinger med sonar. Foredrag for FDEP/FDIR; 2016-04-19.
  - Ona, Egil. Hvordan måler vi mengden av fisk i havet, og hvordan beregnes fiskekvotene. Foredrag for Telenor-pensjonistene; 2016-10-13.
  - Ona, Egil. Measuring important fish stocks with acoustic instruments; how can we do it and where can it go wrong? The 10th International Marine Technician, Symposium INMARTECH; 2016-10-04 - 2016-10-05.
  - Ona, Egil; Pedersen, Ronald; Korneliussen, Rolf. The TS-probe, a new instrument for detailed TS measurements of single targets and for profiling the water column. INMARTECH; 2016-10-04 - 2016-10-06.
  - Rosen, Shale; Hammersland-White, Hege. Deep Vision - In situ fish sampling. INMARTECH 2016; 2016-10-04 - 2016-10-06.
  - Tenningen, Maria; Pena, Hector; Macaulay, Gavin. Monitoring and quantifying school dynamics during purse seining. World Fisheries Congress; 2016-05-23 - 2016-05-27.
  - Vold, Aud. Lønnsomme fiskerier kan også være ansvarlige. Norfishing; 2016-08-18.

- Vold, Aud. Sustainable harvest of marine resources. The Ny-Ålesund Symposium 2016 - Planet Ocean; 2016-09-19 - 2016-09-21.
- Vold, Aud; Breen, Michael; Anders, Neil. Beste praksis for slipping fra not. Skippermøte ved Norfishing; 2016-08-18.
- Vold, Aud; Valdemarsen, John Willy. CRISP, The Center for Research based Innovation in Sustainable fish capture and Processing technology. 7th World Fisheries Congress; 201605-23 - 2016-05-27-.

## 2015

- Bjørgvinsson, David Bragi; Bertheussen, Bernt Arne; Dreyer, Bent. Kompetansefortrinn på Island. Styringsgruppemøte i Torskeprogrammet; 2015-02-09.
- Dreyer, Bent. Sjømatnæringa som global næring – drivkrefter, utviklingstrekk og framtidige muligheter. FoU-kurs for ledere i sjømatnæringen; 2015-05-06.
- Dreyer, Bent. Strategisk næringsøkonomisk analyse i marin sektor. Mastergradskur. Forelesningsserie ved Norges Fiskerihøgskole, UiT Norges Arktiske Universitet, vår 2015; 2015-04-15.
- Hermansen, Øystein; Dreyer, Bent. Capture based aquaculture on Arctic cod - state of the art. Foredrag for Findus; 2015-06-18.
- Huse, Geir; Vold, Aud. Ensuring sustainability of harvested and farmed marine resources through innovative monitoring projects. Trans Atlantic Science Week, side event; 2015-11-04 - 2015-11-06.
- Karlsen, Kine Mari. WP6 – Value adding. Midtveisevaluering CRISP; 2015-03-26.
- Karlsen, Kine Mari; Heia, Karsten; Svalheim, Ragnhild Aven; Olsen, Stein Harris; Tobiassen, Torbjørn; Svorken, Marianne. Fangsthåndtering, teknologi og lønnsomhet i trålerflåten. Styringsgruppemøte torskeprogrammet; 2015-09-08.
- Nilsen, Heidi; Olsen, Stein Harris; Tobiassen, Torbjørn; Svalheim, Ragnhild Aven; Midling, Kjell Øyvind. Quality improvement in trawling fisheries – CRISP; adaption of capture and handling practices to optimize catch quality and value. 5th TransAtlantic Fisheries Technology conference (45th WEFTA meeting), Conference Theme: Towards a better use of aquatic resources; 2015-10-12 2015-10-15.
- Nøttestad, Leif; Rosen, Shale; Valdemarsen, John Willy. Using action cameras to quantify fish behaviour and passages rate inside a trawl. POLSHIFT Poleward shifts in the pelagic complex, and effect of climate change? 2015-04-14 - 2015-04-15.
- Nøttestad, Leif; Valdemarsen, John Willy; Rosen, Shale; Utne, Kjell Rong. Development of a standardized surface trawling swept area abundance technique for estimation of Northeast Atlantic mackerel. POSHIFT Conference; 2015-04-14 - 2015-04-15.
- Olsen, Stein Harris. Overlevelse og levendelagring av hyse fra not, snurrevad og trål. FHF's seminar for hvitfiskindustrien; 2015-10-22.
- Ona, Egil. CRISP - fokus på nytteverdien for pelagisk sektor. Årsmøtet til Norges Sildesalgslag; 2015-11-30 - 2015-12-01.
- Ona, Egil; Macaulay, Gavin; Pedersen, Ronald. Target strength of herring and mackerel in dorsal and lateral aspect for sonar biomass estimation. ICES Symposium on “Marine Ecosystem Acoustics - observing the ocean interior in support of integrated management”; 2015-05-25 - 2015-05-28.
- Pena, Hector; Ona, Egil; Macaulay, Gavin; Holmin, Arne Johannes; Vatnehol, Sindre Nordlund; Gamel-sæter, Ole Bernt. School biomass estimates using digital omnidirectional fisheries sonar. ICES Symposium on “Marine Ecosystem Acoustics - observing the ocean interior in support of integrated management”; 2015-05-25 - 2015-05-28.
- Rosen, Shale. Deep Vision - non-extractive fish sampling for stock surveillance. Transatlantic Science Week 2015; 2015-11-04 - 2015-11-06.
- Rosen, Shale; Engås, Arill; Eriksen, Elena; Pavlenko, Alexander; Prokhorova, Tatiana; Øvredal, Jan Tore; Aasen, Asbjørn. Trials of ruffled small-meshed inner nets in a pelagic survey trawl. ICES Working Group on Fishing Technology and Fish Behaviour; 2015-05-04 - 2015-05-08.
- Svalheim, Ragnhild Aven. Betre fangsbehandling - Erfaringar frå simulert og kommersielt trålfiske. CRISP årsmøte; 2015-09-23 - 2015-09-24.
- Svalheim, Ragnhild Aven. Center for research-based innovation in Sustainable fishing and Pre-processing technology. Divisjonssamling; 2015-05-27 - 2015-05-28.
- Svorken, Marianne; Donnelly, Kathryn Anne-Marie; Dreyer, Bent. Effekter av strukturering i den norske torsketrålfåten. Styringsgruppemøte i Torskeprogrammet; 2015-02-10.
- Tenningen, Maria; Macaulay, Gavin; Pena, Hector; Korneliussen, Rolf. School and gear dynamics in purse seining, studied with multibeam sonar. ICES Symposium on Marine Ecosystem Acoustics; 2015-05-25 2015-05-28.
- Tobiassen, Torbjørn; Svalheim, Ragnhild Aven; Olsen, Stein Harris; Heia, Karsten; Evensen, Tor Hatten; Akse, Leif; Midling, Kjell Øyvind. Effect of stress and temperature on blood clotting time and bleeding of Atlantic salmon (*Salmo salar*). Presentation and Abstract. Aquaculture Europe 2015 - Session: Product quality, processing, biosecurity and value addition; 2015-10-21 - 2015-10-23.

- Valdemarsen, John Willy; Bærhaugen, Thor; Sæstad, Arvid; Øvredal, Jan Tore; Nedrebø, Trond. Manoeuvrable pelagic trawl doors. ICES-FAO Working Group on Fishing Technology and Fish Behaviour; 2015-05-04 - 2015-05-07.
- Vatnehol, Sindre; Pena, Hector; Totland, Atle; Macaulay, Gavin; Ona, Egil. calibration of omni-directional fisheries sonar using split beam target positioning. ICES Symposium on "Marine Ecosystem Acoustics - observing the ocean interior in support of integrated management"; 2015-05-25 - 2015-05-28.
- Vold, Aud. Regelverkene skaper nye rammebetingelser for notfisket. Fiskeleting, fangst og kvalitet: Siste nytt fra forskningsfronten; 2015-12-15.
- Vold, Aud. Technology for the future: Cutting edge on ecosystems and harvest. New frontiers for blue growth; 2015-10-20.
- Vold, Aud. Why are fish being slipped from purse seines?. Kick-off meeting for prosjektene RedSlip & Catch; 2015-03-03.
- Vold, Aud; Saltskår, Jostein. Dødelighet etter trenging og slipping fra not, og metoder for å unngå slik dødelighet.. Videregående kurs for fiskeriinspektører; 2015-03-14.
- Vold, Aud; Saltskår, Jostein. Slipping av fangst i pelagisk fiske. Etterutdanningskurs for KV-offiserer; 2015-03-10.
- Vold, Aud; Saltskår, Jostein. Trenging i not.. Grunnleggende fiskeriinspektørkurs; 2015-05-18.
- Dreyer, Bent. Sesongmønster – forklaring og effekt. Foredrag for Nærings- og fiskeridepartementet; 2014-11-06.
- Dreyer, Bent. Strukturering og energiforbruk i norske torsketrålere. Framtidas trål- og notfiskerier. Hva er utfordringene og de tekniske løsningene? 2014-11-11.
- Karlsson, Anders; Aas-Hansen, Øyvind; Johnsen, Helge K.; Jensen, Tonje; Eilertsen, Karl-Erik; Peruzzi, Stefano. Recovery from Exhaustive, Anaerobic Exercise in Triploid and Diploid Atlantic Cod. AFS 2014 Annual Meeting. From Fisheries Research to Management; 2014-08-17 - 2014-08-21.
- Pena, Hector; Holmin, Arne Johannes; Ona, Egil. Biomass estimation by echo integration using omni-directional fishery sonar. Working group on fisheries, acoustics, science and technology (WGFAST); 2014-05-06 - 2014-05-09.
- Pena, Hector; Ona, Egil. Biomass estimates for selected herring schools using omnidirectional fisheries sonar and echo sounder. Working group on fisheries, acoustics, science and technology (WGFAST); 2014-05-06 - 2014-05-09.
- Rosen, Shale; Underwood, Melanie; Hammersland-White, Darren; Engås, Arill; Eriksen, Elena; Jørgensen, Terje. Deep vision stereo camera system to identify, count, measure, and map a variety of species during trawling. ICES-FAO Working Group on Fishing Technology and Fish Behaviour (WGFTFB); 2014-05-05 - 2014-05-09.
- Rosen, Shale; Valdemarsen, John Willy; Nøttestad, Leif. Inexpensive action cameras quantify fish behaviour and passage rates inside a survey trawl. ICES-FAO Working Group on Fishing Technology and Fish Behaviour (WGFTFB); 2014-05-05 - 2014-05-09.
- Svalheim, Ragnhild Aven; Karlsson, Anders; Olsen, Stein Harris; Johnsen, Helge K.; Aas-Hansen, Øyvind. Recuperation of Atlantic cod (*Gadus morhua*) following exhaustive exercise in a swim tunnel. 44th WEFTA Conference; 2014-06-09 - 2014-06-11.
- Svalheim, Ragnhild Aven; Karlsson, Anders; Olsen, Stein Harris; Johnsen, Helge K.; Aas-Hansen, Øyvind. Recuperation of Atlantic cod (*Gadus morhua*) following exhaustive exercise in a swim tunnel – How can knowledge on swimming physiology improve quality. ICBF (International Congress on the Biology of Fishes); 2014-08-07.
- Svalheim, Ragnhild Aven; Karlsson, Anders; Ursin, Jonil T.; Johnsen, Helge K.; Olsen, Stein Harris; Aas-Hansen, Øyvind. Swimming fish to improve welfare and quality. 2nd FitFish Workshop on the Swimming Physiology of Fish; 2014-10-10 - 2014-10-10.
- Svorken, Marianne; Donnelly, Kathryn Anne-Marie; Dreyer, Bent. Effekter av strukturering i den norske torsketrålereflåten. Foredrag for referansegruppen i forskningsprogrammet «Økt lønnsomhet i Torskesektoren-arbeidspakke 4 og 5»; 2014-12-17.
- Svorken, Marianne; Donnelly, Kathryn Anne-Marie; Dreyer, Bent. Strukturering og drivstofforbruk i norsk torsketrålereflåte. CRISP-konferanse; 2014-11-11.
- Underwood, Melanie; Engås, Arill; Rosen, Shale; Aasen, Asbjørn. Excess Fish Exclusion Device (ExFED): How to passively release fish at depth during trawling. ICES-FAO Working Group on Fishing Technology and Fish Behaviour (WGFTFB); 2014-05-05 - 2014-05-09.
- Underwood, Melanie; Engås, Arill; Rosen, Shale; Aasen, Asbjørn. Excess Fish Exclusion Device: Passive System Releases Fish at Depth During Trawling. Fisheries Bycatch: Global Issues and Creative Solutions. 29th Lowell Wakefield Fisheries Symposium; 2014-05-13 - 2014-05-16.

## 2014

- Dreyer, Bent. FSK 3009, Strategisk næringsøkonomisk analyse i marin sektor. Mastergradkurs. Forelesningsserie ved Norges Fiskerihøgskole, UiT Norges Arktiske Universitet, vår 2014; 2014-04-15.



- Underwood, Melanie; Engås, Arill; Valdemarsen, John Willy. Do semi-demersal trawls catch cod? A comparison of a semi-demersal and demersal trawl, and how density/visibility may play a role. ICES SYMPOSIUM Effects of fishing on benthic fauna, habitat and ecosystem function; 2014-06-16 - 2014-06-19.
  - Underwood, Melanie; Engås, Arill; Valdemarsen, John Willy. Semi-demersal cod trawling in Barents Sea to reduce seabed contact. ICES-FAO Working Group on Fishing Technology and Fish Behaviour (WGFTFB); 2014-05-05 - 2014-05-09.
  - Valdemarsen, John Willy. CRISP - Hva er vi, hva gjør vi og hva har vi oppnådd? Seminar i regi av Norges Forskningsråd på Norfishing; 2014-08-19 - 2014-08-22.
  - Valdemarsen, John Willy. Framtidas trålteknologi. CRISP Teknologi-konferanse - Framtidas trål- og not-fiskerier. Hva er utfordringene og de tekniske løsningene? 201411-11 - 2014-11-11.
  - Valdemarsen, John Willy. Mitigation options to reduce impact of trawling on benthos. ICES Symposium Effects of fishing on benthic fauna, habitat and ecosystem function; 2014-06-16 - 2014-06-19.
  - Vatnehol, Sindre. Investigation of array processing on the SX90 omni-directional multi-beam fisheries sonar. ICES WGFAS; 2014-05-06 - 2014-05-09.
  - Vold, Aud. Bedre fangstkontroll i fiske med not. Fiskerikonferansen i Fosnavåg; 2014-09-05.
  - Vold, Aud. Best Practice” ved utøvelsen av fiske med ringnot. Skippermøte, Pelagisk sektor, under NorFishing 2014; 2014-08-20.
  - Vold, Aud. Metodikk for slipping av makrell og sild fra not. Møte angående prosjekt knyttet til slipping fra not; 2014-04-30.
  - Vold, Aud. Utfordringer for bærekraftige notfiskerier. CRISP teknologikonferanse; 2014-11-11.
- ## 2013
- 
- Dreyer, Bent. Fiskets gang. Foredrag holdt for seminar for LO; 2013-03-06.
  - Dreyer, Bent. Norsk sjømatindustri - Produksjon, struktur, lønnsomhet. NOU-utvalget, Fiskeri- og kystdepartementet; 2013-06-10.
  - Dreyer, Bent. Virkemidler for økt bearbeiding og lønnsomhet i sjømatnæringen. NNNs Fiskerikonferanse; 2013-01-15 - 2013-01-16.
  - Dreyer, Bent; Larsen, Thomas Andre. Ringnot – struktur, lønnsomhet og CRISP. Site visit CRISP; 2013-09-24.
  - Dreyer, Bent; Larsen, Thomas Andre. Ringnot – struktur, lønnsomhet og CRISP. Forskersamling i CRISP; 2013-09-17.
  - Dreyer, Bent; Larsen, Thomas Andre. Ringnot- struktur og lønnsomhet. Internseminar i Norges Sildesalgslag; 2013-09-24.
  - Midling, Kjell Øyvind; Olsen, Stein Harris. Machine killing and bleeding in one operation. 43rd WEFTA Conference; 2013-10-09 - 2013-10-11.
  - Olsen, Stein Harris; Tobiassen, Torbjørn; Akse, Leif; Evensen, Tor Hatten; Midling, Kjell Øyvind. Capture induced stress and live storage of Atlantic cod (*Gadus morhua*) caught by trawl: Consequences for the flesh quality. 43rd WEFTA Conference; 2013-10-09 - 2013-10-11.
  - Pena, Hector. Improved methods for data processing from omnidirectional fisheries sonar for studying pelagic fish schools. ICES FAST WG; 2013-04-16 - 2013-04-19.
  - Rosen, Shale. Deep Vision: Precision Measurements of Fish Inside a Trawl. Ukens Orientering; 2013-11-20 - 2013-11-20.
  - Rosen, Shale. DeepVision: Using in-Trawl Images to Improve Sampling. GMRI Seminar Series; 2013-01-08 - 2013-01-08.
  - Rosen, Shale. DeepVision: Using in-Trawl Images to Improve Sampling. Presentation to researchers from Thünen Research Institute; 2013-03-07 - 2013-03-07.
  - Rosen, Shale; Underwood, Melanie; Engås, Arill; Eriksen, Elena. DeepVision: an in-trawl stereo camera makes a step forward in monitoring the pelagic community. The 16th Russian-Norwegian Symposium. Sochi, Russia.; 2013-09-10 - 2013-09-12.
  - Suuronen, Petri; Valdemarsen, John Willy. Low-Impact and Fuel Efficient (LIFE) Fishing Challenges, opportunities and some technical solutions. LIFE minisymposium; 2013-05-06 - 2013-05-10.
  - Svorken, Marianne; Isaksen, John Roald; Larsen, Thomas Andre; Dreyer, Bent. Research and innovation on fish capture and pre-processing on bottom trawlers: An economic assessment from CRISP activities. 43rd WEFTA Conference; 2013-10-09 - 2013-10-11.
  - Svorken, Marianne; Larsen, Thomas Andre; Isaksen, John Roald; Dreyer, Bent. The Norwegian cod trawlers. An economic assessment. 43 WEFTA Conference; 2013-10-09 - 2013-10-11.
  - Valdemarsen, John Willy. CRISP - teknologitvilling for bærekraftig høsting. HI's Fagdag; 2013-01-09 - 2013-01-10.
  - Valdemarsen, John Willy. CRISP- a Norwegian industry research cooperation model to develop sustainable fishing technology. French- Norwegian Marine Seminar; 2013-06-25 - 2013-06-26.
  - Valdemarsen, John Willy. Development focus on trawl to reduce environmental impact within CRISP. 2nd FAO GHG Workshop; 2013-05-04 - 2013-05-05.

- Valdemarsen, John Willy. FoU arbeid for et mer miljøvennlig trålfiske. Samarbeidsmøte norsk-russisk fiskeindustri; 2013-06-03 - 2013-06-04.
- Valdemarsen, John Willy. Målinger i trålfredskap. Hva gjør vi i CRISP og hva skal vi gjøre om 5 år?. Marine Acoustic Workshop; 2013-01-15 - 2013-01-18.
- Vatnehol, Sindre; Macaulay, Gavin; Ona, Egil; Totland, Atle. Calibration trails on an omni-directional fisheries sonar with the split beam method. WGFASST meeting; 2013-04-16 - 2013-04-19.
- Vold, Aud. CRISP – en ny stor satsing i Barentshavprogrammet. Program-møte i Barentshav-programmet; 2013-10-14.
- Vold, Aud. CRISP – en satsing på teknologiutvikling for fiskeflåten. Besøk av Innovasjon Norge ved HI; 2013-10-17.

## 2012

---

- Breen, Mike; Isaksen, Bjørnar; Ona, Egil; Pedersen, A.O.; Pedersen, Geir; Saltskår, Jostein; Svardal, B; Tenningen, Maria Mikaela; Thomas, P. J.; Totland, Bjørn; Øvredal, Jan Tore; Vold, Aud. A review of possible mitigation measures for reducing mortality in purse-seine fisheries. ICES Annual Science Conference; 2012-09-17 - 2012-09-21.

## FAGARTIKLER

---

### 2018

---

- Dreyer, Bent. Godt nytt kvalitetsår? Fiskeribladet 2018 s.2.
- Karlsen, Kine Mari. Var fisken bedre før i tida? Fra fjord til bord - Blogg - forskning.no 2018.

- Dreyer, Bent. Omstilling og klynge-dannelse i sjømatsektoren. Nærings-politisk konferanse; 2012-11-14.
- Dreyer, Bent. Verdens fremste sjømatnasjon -Innspill Minisamråd. Minisamråd, Næringsfraksjonen til Arbeiderpartiet, Stortinget; 2012-12-13.
- Larsen, Thomas Andre; Dreyer, Bent; Hermansen, Øystein. To invest or not: renewal of the Norwegian cod trawler fleet. IIFET conference 2012; 2012-07-16 - 2012-07-20.
- Rosen, Shale. DeepVision: Improving surveys through identification and measurement of fish inside a trawl.. Optical-Trawl Sampler Workshop; 2012-09-26 2012-09-27.
- Rosen, Shale. DeepVision Pilot: species & length of fish in the trawl. Biology seminar; 2012-05-16 - 2012-05-16.
- Rosen, Shale. DeepVision: Using in-Trawl Images to Improve Sampling. IMR Research Group seminar series; 2012-11-15 - 2012-11-15.
- Rosen, Shale Pettit; Hammersland-White, Darren. DeepVision: Improving surveys through identification and measurement of fish inside a trawl. ICES Annual Science Conference 2012; 2012-09-17 - 2012-09-21.

- Karlsen, Kine Mari; Dreyer, Bent. Hva er bærekraftig torsk? Fra fjord til bord - Blogg - forskning.no 2018.
- Nilsen, Heidi; Dreyer, Bent. Har kunnskap - mangler insentiver. Næringsnytte 2018 ;Volum 8. s.30-31.

### 2011

---

- Dreyer, Bent. Fiskerinæringen frem fra glemelsen- et historisk perspektiv på utviklingen i næringen, ispedd noen vyer for fremtiden. Sparebanken Nord-Norges fiskeritreff; 2011-12-28.
- Dreyer, Bent. Husmann i eget matfat? En oversikt over utviklingen i nord-norsk fiskerinæring de siste tiår – og noen tanker om veien videre. Husøy-dagan; 2011-10-20.
- Dreyer, Bent. Marin sektor – utfordringer og kompetansebehov. Håp i Havet; 2011-02-10.
- Dreyer, Bent. Markedsbasert høsting - Kan komparative fortrinn i nordområdene gjenvinnes?. Landsdelsutvalgets næringspolitiske konferanse; Nordområdepolitikk for fiskerinæringen -økt verdiskapning på grunnlag av marine ressurser i nord; 2011-05-11.
- Dreyer, Bent. Norge, havet og sjømaten – Nasjonale fortrinn i en global økonomi. Kunnskapsdepartementets konferanse – Sulten på kunnskap; 2011-09-26.

### 2010

---

- Midling, Kjell Øyvind. Kvalitet hos verdens beste fiskerinasjon, utfordringer og løsninger. Framtidens trål- og notfiskerier. Hva er utfordringene og de tekniske løsningene? 2010-11-11.

- Sogn-Grundvåg, Geir. Har redskap noe å si for prisen på fisk?. Geirs videoblogg om sjømatkvalitet - forskning.no 2018.
- Sogn-Grundvåg, Geir. Hvorfor fiske med redskap som gir dårligere kva-

litet?. Geirs videoblogg om sjømatkvalitet - forskning.no 2018.

- Vold, Aud. Norsk bærekraft i praktisk fiskeri. Fiskeribladet 2018.

## 2017

- Heia, Karsten; Tobiassen, Torbjørn; Olsen, Stein Harris. Blodig alvor for kvalitet på fisk. Fra fjord til bord - Blogg - forskning.no 2017.

- Joensen, Sjurdur; Tobiassen, Torbjørn; Dreyer, Bent. Kvalitet på torsk fra kystflåten. Fiskeribladet 2017 s.27.

- Karlsen, Kine Mari. Makrell er mer enn pålegg og agn!. Fra fjord til bord - Blogg - forskning.no 2017.

- Karlsen, Kine Mari; Sogn-Grundvåg, Geir; Olsen, Stein Harris. Hva vet du om kvalitet på sjømat? Fra fjord til bord - Blogg - forskning.no 2017.

- Karlsen, Kine Mari; Sogn-Grundvåg, Geir; Olsen, Stein Harris. Hva vet du om kvalitet på sjømat? Norsk Sjømat 2017 (4) s.26-27.

- Mongstad, Edmund; Rosen, Shale. Smart nyhet for et mer effektivt og miljøvennlig trålfiske. Kystmagasinet 2017; Volum 1.(2017) s.68-71.

- Olsen, Stein Harris. Frakter fisken levende for bedre kvalitet. Fra fjord til bord - Blogg - forskning.no 2017.

- Petersen, Magnus; Rosen, Shale; Hammersland-White, Hege. Vil bruke ny trålteknologi i lakseoppdrett. Kyst.no 2017.

## 2016

- Falck, Rasmus; Rosen, Shale. An underwater revolution in fish surveying. The Norwegian American 2016.

- Hage, Øystein; Hammersland-White, Hege; Rosen, Shale. Scantrol Deep Vision vant innovasjonsprisen. Intra-Fish Media AS 2016.

- Hage, Øystein; Hammersland-White, Hege; Rosen, Shale. Vil revolusjonere framtidens fangsting. Fiskeribladet-Fiskaren 2016.

- Hage, Øystein; Rosen, Shale. Stakk av med innovasjonspris. Fiskeribladet-Fiskaren 2016.

- Hammersland-White, Hege; Rosen, Shale. Deep Vision up for Nor-Fishing award. Fiskerforum 2016.

- Hammersland-White, Hege; Rosen, Shale. Innovation Award goes to Scantrol Deep Vision. World Fishing 2016.

- Hammersland-White, Hege; Rosen, Shale. Scantrol Deep Vision won Innovation Award. Fish Information & Services 2016.

- Midling, Kjell Ø. Framtidens fiskerier; Lagring av levende fisk, nøkkelen til fremtidens fiskerier. Fiskeribladet-Fiskaren 2016.

- Olsen, Stein Harris. Teknologutviklingen har sørget for store fiskefangster, men kvaliteten på fisken har fått unngjelde. Aftenposten (morgenutg. : trykt utg.) 2016.

- Rosen, Shale. Pris til Scantrol Deep Vision. Maritimt magasin 2016 ;Volum 09.(2016).

- Rosen, Shale; Hammersland-White, Hege. Innovasjonsprisen gikk til Scantrol Deep Vision. Kystmagasinet 2016.

- Stensvold, Tore; Rosen, Shale. Nå blir fisken fotografert og målt på vei inn i trålen. Teknisk Ukeblad 2016.

- Sundnes, Hans Morten; Rosen, Shale. Ny tenking over og under sjøflaten. Norsk fiskerinæring 2016 ;Volum 8.(2016).

- Underwood, Melanie; Rosen, Shale; Engås, Arill; Hemnes, Terje; Melle, Webjørn; Aasen, Asbjørn. Flume tank testing of a multiple inner-paneled trawl to reduce loss and clogging of small organisms. Rapport fra havforskningen 2016 (5).

## 2015

- Valdemarsen, John Willy. New technology for sustainable fisheries. Pan European Networks: Science & Technology 2015 (15) s.172-173.

## 2013

- Dreyer, Bent; Isaksen, John Roald. Alt kan bli bedre. Norsk fiskerinæring 2013 (7) s.61-65.

- Valdemarsen, John Willy. Improving commercial trawling and purse seine practices. International Innovation 2013 s.66-68.

## 2012

- Dreyer, Bent; Bendiksen, Bjørn Inge. Jakten på lønnsomhet. Matindustrien 2012 (7-8) s.46-47.

- Engås, Arill. Nye systemer for å begrense fangstmengde under tråling. Havforskningsnytt 2012 (9).

## 2011

- Rosen, Shale. Subsea stereo computer vision with Scantrol Deep Vision. The Journal of Ocean Technology 2011; Volum 6.(4) s.72-73.

## MEDIEBIDRAG

### 2019

- Rosen, Shale; Allken, Vaneeda; Fenstad, Arne. DEEP VISION OG MASKINLÆRING Nå kan maskinen skille mellom makrell og sild Havforskningen automatiseres.. Teknisk Ukeblad [Internett] 2019-05-06.
- Vold, Aud. Slik har de jobbet for å gjøre fisket mer effektivt.. Tekfisk - Fiskeribladet [Internett] 2019-01-18.

### 2018

- Hauge, Marie; Tenningen, Maria. Tester om sonar kan måle størrelsen på loddestim. www.hi.no [Internett] 2018-03-20.
- Rosen, Shale; Aadland, Camilla. Her tester de ut ny trålteknologi. Tekfisk [Internett] 2018-12-10.

### 2017

- Hammersland-White, Hege; Gardar, Jógvan; Rosen, Shale. En god mulighet til å få spisset strategien. Intrafish [Fagblad] 2017-01-09.
- Olsen, Stein Harris. Klarer å holde trålfangst levende. kystogfjord.no [Avis] 2017-11-28.
- Olsen, Stein Harris. Levende trålfangst holder «line-kvalitet». Fiskeribladet.no [Avis] 2017-12-04.
- Strømme, Liz; Hammersland-White, Hege; Rosen, Shale. Avslører fangsten i trålen. Tunnelsyn [Internett] 2017-02-14.

### 2016

- Finne, Arne F.; Fylling-Jensen, Øyvind. Det grønne skiftet i nord er blått. High North News [Internett] 2016-11-10.

- Hammersland-White, Hege; Mullis, Magnus Ekeli; Rosen, Shale. Vi kaller det en revolusjon. FiskeribladetFiskeren [Fagblad] 2016-07-24.
- Hammersland-White, Hege; Rosen, Shale. Innovasjonsprisen til Bergen. Kyst og Fjord [Avis] 2016-08-16.
- Karlsen, Kine Mari; Melberg, Einar. Etterlyser høyere kvalitet på sjømat. Dagens Næringsliv [Avis] 2016-08-17.
- Valdemarsen, John Willy; Løken, Siri; Hammersland-White, Hege. NRK Hordaland radio reportasje om Deep Vision / Innovasjon Norge. [Radio] 2016-02-01.

### 2015

- Bjørnstad, Lasse; Rosen, Shale. En fotoboks for fisk. Forskning.no [Internett] 2015-03-09.
- Nilsen, Heidi. Samarbeider for økt kvalitet i fiskeriene. www.nofima.no [Internett] 2015-10-22.
- Rapp, Ole Magnus; Rosen, Shale; Valdemarsen, John Willy. Ny metode skåner havbunnen. Aftenposten inn-sikt [Avis] 2015-03-01.
- Rosen, Shale; Bjørnstad, Lasse. Se torsken - går i fotoboksen! VG [Avis] 2015-03-10.
- Svalheim, Ragnhild Aven; Hagen, Jørn Mikael. Ingen omdømmeutfordringer for levendelagret torsk. www.fiskeribladetfiskaren.no [Internett] 2015-07-06.

- Svalheim, Ragnhild Aven; Kvellestad, Sigve. Glad torsk er god torsk - men har torsken det godt nok?. www.nrk.no/troms [Internett] 2015-07-20.
- Svalheim, Ragnhild Aven; Svanstrøm, Christina. Uthvilt torsk gir best

kvalitet. www.nofima.no [Internett] 2015-07-30.

- Svalheim, Ragnhild Aven; Svanstrøm, Christina. Uthvilt torsk smaker best. www.forskning.no [Internett] 2015-07-20.

### 2014

- Christensen, Arnfinn; Svalheim, Ragnhild Aven; Karlsson, Anders. Torsken og trålmonstret. forskning.no [Internett] 2014-05-30.
- Vold, Aud. Et av de største problemene for fiskeriforvaltningen i søkelyset. Fiskeribladet Fiskaren [Tidsskrift] 2014-11-13.
- Vold, Aud. Vil utvikle ny ringnot. Fiskeribladet Fiskaren [Tidsskrift] 2014-08-22.

### 2013

- Valdemarsen, John Willy. Improving commercial trawling and purse seine practices. www.imr.no/crisp/en [Internett] 2013-04-01.

### 2012

- Engås, Arill; Rosen, Shale; Rapp, Ole Magnus. Nå skal fisken sjekkes av fotoboks. Bergens Tidene [Avis] 2012-09-19.
- Rosen, Shale; Engås, Arill; Rapp, Ole Magnus. Nå skal det fiskes med fotoboks. Aftenposten [Avis] 2012-09-19.

### 2010

- Rosen, Shale; Eriksen, Malvin. Her er tekno-trålen som skal hjelpe miljøet. NRK Nordland [Internett] 2010-11-03.

