

Sluttrapport

Utvikling av trål for kommersiell fangst av mesopelagisk fisk

Småskala- og fullskalaforsøk i det nordøstlige Atlanterhavet

Forfattere

Eduardo Grimaldo

Leif Grimsmo



SINTEF Ocean AS

Postadresse:
Postboks 4762 Torgarden
7465 Trondheim

Sentralbord: 464 15 000

ocean@sintef.no
www.sintef.no/ocean
Foretaksregister:
NO 937 357 370 MVA

Rapport

Utvikling av trål for kommersiell fangst av mesopelagisk fisk

Småskala- og fullskalaforsøk i det nordøstlige Atlanterhavet

RAPPORTNR	PROSJEKTNR	VERSJON	DATO
2019:00053	302003384	1	2019-01-18

EMNEORD:Mesopelagisk fisk
Redskapsteknologi
Fangstfordeling
Næringsinnhold
Prosessering
Prosessteknologi**FORFATTER(E)**Eduardo Grimaldo
Leif Grimsmo**OPPDRAGSGIVER(E)**

Fiskeri og havbruks næringens forskningsfond (FHF)

OPPDRAGSGIVERS REF.

Rita Maråk

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:

32

GRADERING

Unrestricted

GRADERING DENNE SIDE

Unrestricted

ISBN

ISBN 978-82-14-06843-6

SAMMENDRAG

I denne rapporten presenterer vi resultater fra ulike tester med trål designet til fangst av mesopelagisk fisk. Vi adresserer flere utfordringer i forhold til dimensjonering av trålen og tauemotstand, tap av fangst gjennom stor masker, samt utfordringer for samling av mesopelagisk fisk.

Store mengder mesopelagiske organismer ble registrert i det nordøstlige Atlanterhavet NEAFC RA1 Reykjanes Ridge-området i 2016; betydelig mindre i 2017, og veldig lite i 2018. Prøvetakingene med de nye trålene ga opp til 8000 kg fangst per tauet time, med stor variasjon i artssammensetning og i tetthet av arter på forskjellige årstider og steder. Analyse av akustiske data og undervanns videoopptak fra 2016 viste at mye av registreringene var knyttet til andre mesopelagiske organismer enn fisk. I prøvehalene med trål var laksesild (*Maurolicus muelleri*) og nordlig lysprikkfisk (*Benthosema glaciale*) de fiskeartene med høyest forekomst, men betydelige mengder krill ble også tatt. Mellom 150 og 250 m dyp bestod fangstene ofte av kun av *Maurolicus muelleri*, mens fra trålhal dypere enn 350m var det i større grad en blanding av *Benthosema glaciale* og flere andre typer lysprikkfisk.

Før toktet i 2018 ble det gjort endringer i trål-designet og planlagt bruk av småmasket oppsamlingspose, men dette ble ikke testet fordi man fant fisk på dette toktet.

**UTARBEIDET AV**

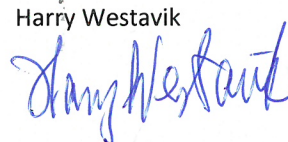
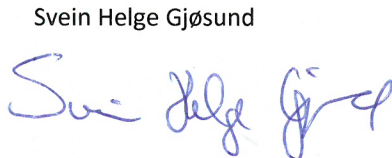
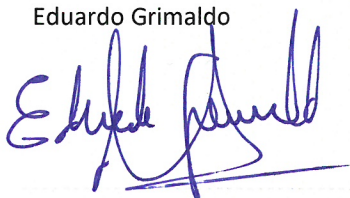
Eduardo Grimaldo

KONTROLLERT AV

Svein Helge Gjøsund

GODKJENT AV

Harry Westavik

PROSJEKTNR
302003384RAPPORTNR
2019:00053VERSJON
1

Side 1 av 37

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBESKRIVELSE
1	2019-01-18	1.utkast

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	4
1.1	Innledende fullskalaforsøk i 2016	4
1.2	Småskalaforsøk i testtanken i Hirtshals, Danmark, september og oktober 2016.....	7
1.3	Funksjonstester om bord på MS Birkeland utenfor Bergen, desember 2016.	8
2	FHF's prosjekt.....	13
2.1	Prosjektets hovedmål og delmål.....	13
2.2	Fullskalaforsøk ombord på MS Birkeland, Nordøst Atlanteren, april-mai og juni-juli 2017	13
2.2.1	Aldersbestemmelse og vekst av laksesild.....	20
2.2.2	Analyser av fremmedstoffer i mesopelagisk fisk.....	20
2.3	Småskalaforsøk i testtanken i Hirtshals, Danmark, januar 2018	23
2.4	Fullskalaforsøk ombord på MS Birkeland, Nordøst-Atlanteren, april-juni 2018	26
2.5	Tokt med FF Johan Hjort, desember 2018.	29
3	Diskusjon	31
4	Konklusjoner	32
5	Takk.....	32

BILAG/VEDLEGG

Vedlegg 1: Model 1166 1200 m Laksesild Pelagisk trål. Company: Egersund Trål A/S. Skala 1:50

Vedlegg 2: M1168 800 m Laksesild Pelagisk trål. Company: Egersund Trål A/S. Skala 1:40

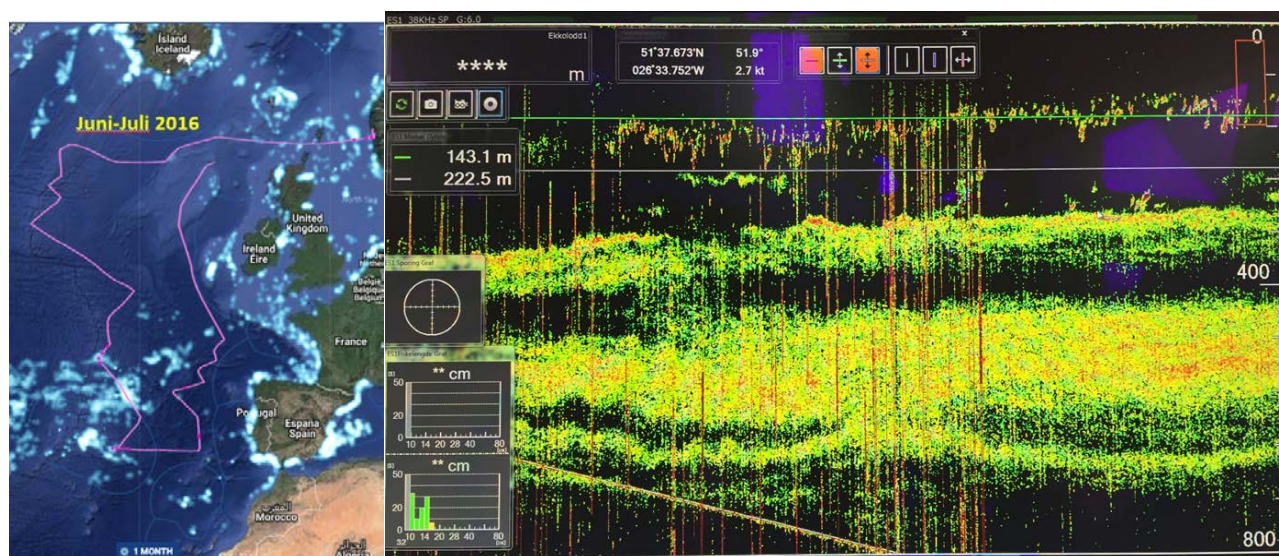
Vedlegg 3: Spesifikasjoner av oppsamlingsposene. Skala: 1:1

1 Innledning

Dette prosjektet bygger videre på forprosjektet "Uttesting av fiskeredskap, prøvetaking av fisk og innledende evaluering av egnet prosesseteknologi for mesopelagisk fisk" gjennomført i 2016 og finansiert av Br. Birkeland Fiskebåtrederi AS med støtte fra Fiskeridirektoratet og SkatteFUNN ordning.

1.1 Innledende fullskalaforsøk i 2016

I 2016 ble det gjennomført et tokt i det nordøstlige Atlanterhavet NEAFC RA1 Reykjanes Ridge-området. (Figur 1). På dette toktet ble det brukt en Egersund 1200m HEX trål som under fiske hadde en horisontal og vertikal åpning på hhv. ca. 100 og 65 m. Forlengelsen i trålen hadde en rekke småmaskede skjørt (laget av 16mm knuteløst lin) og var montert til en 70 m lang trålpose (codend) som hadde knuteløs innernett med maskestørrelse 8mm. Det antatt effektive fangstarealet dekket av småmasket nett (16mm masker eller mindre) ble beregnet til ca. 160 m². Generelt sett viste toktet at denne trålen var lite effektiv til å fange kommersielle mengder mesopelagiskfisk, men den fisket tilstrekkelig til at råstoffprøver kunne tas for videre laboratorieforsøk om bord. Akustisk instrumenter som ble brukt på dette toktet var en Sonic Kaijo Denki KSE 300 38 Khz ekkolodd, en kabel-basert Simrad trålsonde ved inngangen til trålen (200 kHz) og en ADCP (acoustic doppler current profiler). Selv om ekkomengde ikke ble estimert under dette toktet, ble kontinuerlige ekkogrammer produsert (Figur 1).



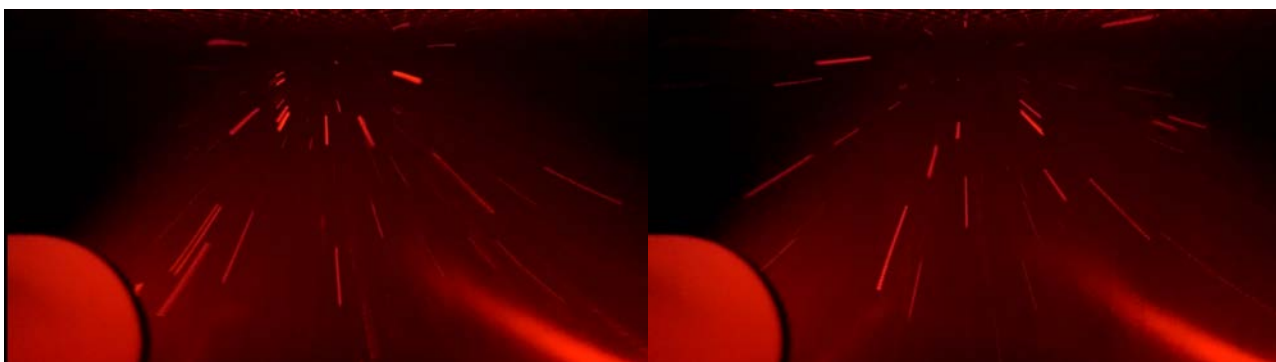
Figur 1. Til venstre vises området som ble dekket av toktet gjennomført i juni-juli 2016 med "M/S Birkeland". Til høyre vises et bilde av ekkolodd-skjermen med store registreringer av mesopelagiskorganismer i vannsøylen.

Ekkoloddet viste store registreringer av mesopelagiske organismer over hele vannsøylen. Ofte ble det observert to eller tre distinkte/adskilte lag (Figur 1). Undervanns videoopptak og prøvehal bidro til å identifisere artene som ble registrert av ekkoloddet. Videoopptakene som ble gjennomført mellom 150-250 m dyp viste at det særlig var mye laksesild i dette sjiktet, noen ganger blandet med småkrill og forskjellige typer små maneter bl.a. boblebærende siphonophores (Figur 2). Laksesilda har liten svømmeevne, og selv om den prøvde å unnsnippe ut av forlengelse kunne de fleste ikke kunne unngå å bli ført bakover mot sekken. Dette indikerer at vanngjennomstrømningen var tilfredsstillende i de småmaskede seksjonene. Prøvehalene på disse dybdene viste stort sett rene fangster av stor (50 – 60 mm) laksesild (> 98%) og nesten ikke spor av siphonophorer og eller maneter. Det siste tyder på at disse organismer ble silt ut av trålen, eller ødelagt, før trålen ble tatt ombord.

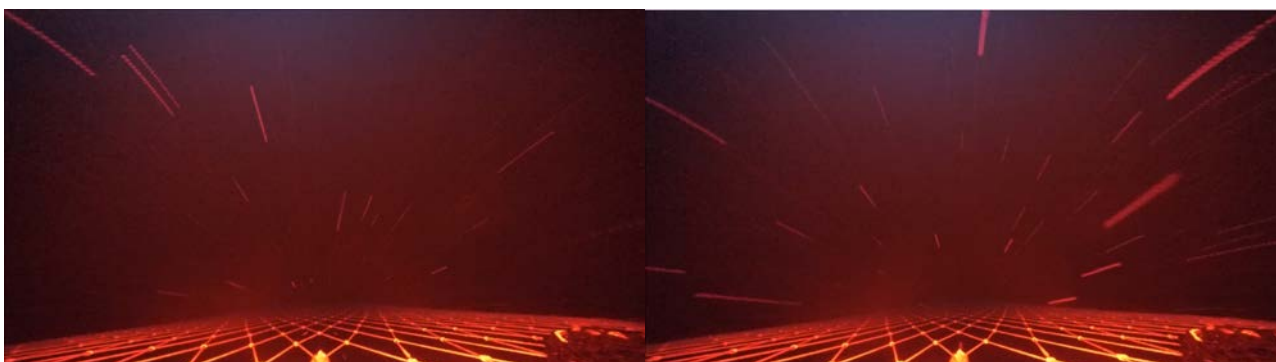


Figur 2: Undervannsbilder på 150 m dybde som viser laksesild blandet med andre mesopelagisk organismer i tråls forlengelse. Laksesild viser en viss svømmeevne men blir ført av strømmen mot sekken (kameraet er montert inni tunnelens topp-panel og ser fremover). Fangsten i dette prøvehalet ble ca. 1000 kg ren (98%) laksesild.

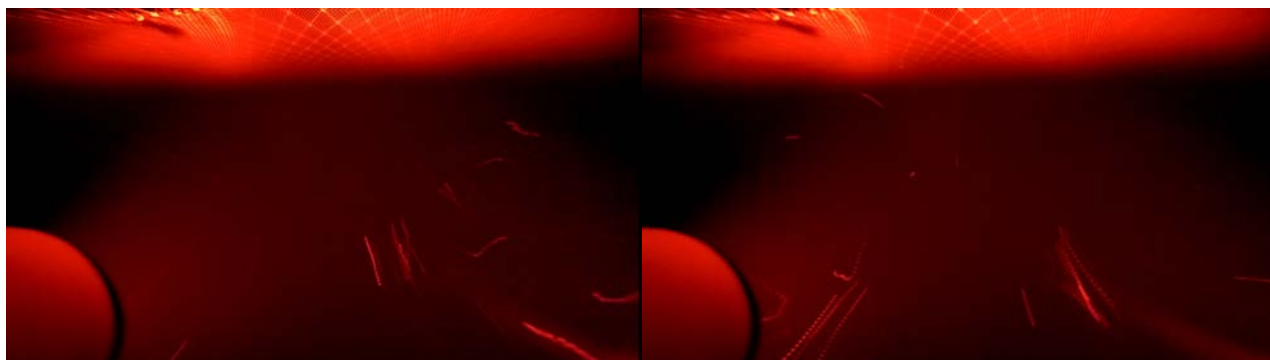
Under 300 m dyp ble det observert mange mesopelagisk organismer (inkludert lysprikkfisk) som gikk gjennom de store maskene. Dette indikerer at de stormaskede seksjonene ikke hadde noen samlingseffekt av betydning, og at fangst av mesopelagisk fisk tilnærmet innebærer en ren filtrering av vannmassene. Det effektive fangstarealet avgjøres dermed av åpningen av den småmaskede seksjonen (Figur 3, og 4). Videoopptakene viste store mengder med organismer som så ut til å være boblebærende, f.eks. siphonophorer (Figur 5 og 6). Dette kan også forklare de store registreringene på ekkoloddet. Prøvehal i sjiktet mellom 300-600 m dyp resulterte i relativt små fangster, med mindre enn 1500 kg fangst per time effektiv tauetid. Fangstene besto av flere typer lysprikkfisk, hvorav nordatlantisk lysprikkfisk var mest vanlig, i tillegg til diverse type maneter, akkar, amfipoder og krill.



Figur 3: Undervanns bilder som viser at en svært stor andel av de mesopelagiske organismene (ikke fisk) ble silt ut av trålen før den kom bak i sekken. (Kameraet er montert inni tunnelens topp-panel og ser fremover).



Figur 4: Undervanns bilder som viser at en svært stor andel av de mesopelagiske organismene (ikke fisk) ble silt ut av trålen før den kom bak i sekken. (Kameraet er montert inni tunnelens topp-panel og ser fremover).



Figur 5: Undervannsbilder som viser en av de mest dominerende organismene i prøvehalene: en boblebærende siphonophor. De ble typisk observert i svært store mengder i undervannssopptakene, men kunne sjelden finnes igjen i fangstene (kameraet er montert inni tunnelens topp panel og ser fremover).



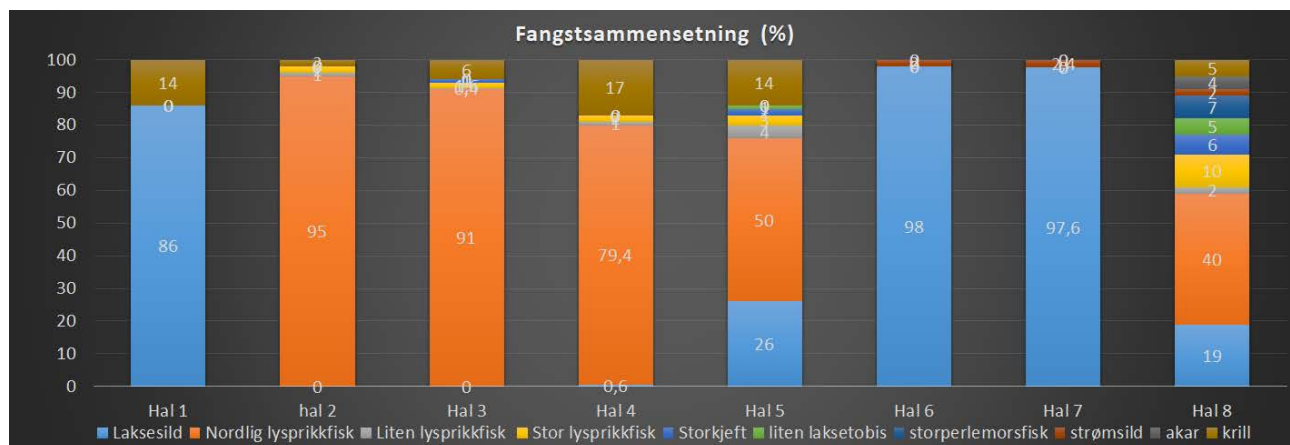
Figur 6: Nærbilde fra undervannssopptakene av en boblebærende siphonophor.

Det ble i alt gjennomført tolv prøvehal på 2016-toktet, se Tabell 1. Effektiv tauetid varierte fra 15 til 60 minutt, beregnet som tiden fra headlina på trålen nådde den ønskede fiskedybden til start hiving, og fangstene varierte fra 150 til 500 kg.

Tabell 1. Detaljerte informasjon om alle prøvehal

Tokt-hal nr.	Dato	Posisjon	Tauhastighet (knops)	Tauetid (min)	Dybde (m)	Temperatur (C°)	Total fangst (kg)	Fangstrate (tonn/t)
1-01	28.06.2016	60° 02' N 04° 44' W	2.4	30	220		2000	4
1-02	02.07.2016	59° 46' N 31° 26' W	2.4	60	480	6.2	1000	1
1-03	03.07.2016	56° 30' N 31° 27' W	2.2	50	400		1000	1.2
1-04	04.07.2016	53° 46' N 32° 00' W	2.2	40	400	5.2	1000	1.5
1-05	05.07.2016	52° 16' N 25° 57' W	2.2	30	400	7.0	1000	2
1-06	05.07.2016	51° 37' N 26° 33' W	2.3	15	160	11.8	2000	8
1-07	07.07.2016	46° 33' N 26° 01' W	2.3	30	150	13.5	1000	2
1-08	07.07.2016	46° 09' N 26° 16' W	2.2	30	500	10.9	500	1
1-09	13.07.2016	37° 34' N 19° 15' W	2.2	20	470	14.5	100	0.3
1-10	14.07.2016	38° 46' N 15° 26' W	2.2	15	250	15.8	3000	9
1-11	17.07.2016	48° 15' N 13° 43' W	2.2	15	367	12.8	3000	12
1-12	18.07.2016	50° 28' N 15° 37' W	2.3	15	260	16.3	500	2

Fangstsammensetningen ble bestemt fra en del-prøve på 1 liter fra fangsten. Alle artene ble sortert, identifisert, telt, lengde målt, og samlet volum for hver art ble målt. Figur 7 viser fangstsammensetning (%) for de første åtte prøvehalene.



Figur 7: Fangstsammensetning (%) per hal for de første åtte halene i toktet i 2016.

1.2 Småskalaforsøk i testtanken i Hirtshals, Danmark, september og oktober 2016

To småskala forsøk ble gjennomført i testtanken i Hirtshals, Danmark i slutten av 2016. Trålspesifikasjoner og måleresultater er i det videre oppgitt i fullskala verdier. I testene deltok Alf Oddvar Bjønnes og Paul Olsen (hhv. skipper og trålbass på M/S "Birkeland"), Arvid Sæstad og Livar Valdemarsen fra Egersund trål AS, og Kurt Hansen og Eduardo Grimaldo fra SINTEF Ocean. I det første forsøket testet vi en Egersund 1200m HEX trål med flere småmaskede seksjoner i 16, 20, 30 og 40 mm maskestørrelse sydd lang frem i belgen. Trålen ble rigget med et par 25m² pelagiske tråldører, 1500 kg kjettingklump per vinge og 120 m lange sveiper. Tauhastigheten varierte mellom 2.0 og 2.5 knop. Siden den første testen viste at trålen hadde en tauemotstand på over 100 tonn (Figur 2, Test 1) ble det gjort flere endringer på trålen, og effekten av disse endringene ble testet igjen i tanken. Den endelige versjonen av trålen (Figur 8, Test 10) hadde færre småmaskede seksjoner i belgen enn den opprinnelige trålen, og hadde et antatt fangstareal (masker mindre enn 40mm) på ca. 2276 m² og n samlet tauemotstand på ca. 42 tonn.

Company

Trawl

Trawl doors

EGERSUND TRAWL

1200 m Mezopelagisk

25 m² ET Speed

Model No:

Scale: 1 :

1166

50

Sweepline

Bridles

Set Back

Clump

Weights

Other

m

120 m

8 m

1500 kg

1000 kg

300 kg

sonde

opdrift

Test		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Towing speed	knots	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,0	2,5	2,5	2,0
Distance between doors	m	150,0	150,0	150,0	155,0	155,0	100,0		100,0	95,0	92,5
Spread											
Headline	m										
Footrope	m										
Side lines	m			84,9	74,6	76,6	60,4	57,6	57,7	55,8	54,1
Height											
Wingend	m										
Centre	m			54,5	41,7	49,1	54,6	61,3	59,9	50,6	53,6
Tension per side	tons	56,6	49,5	43,2	36,5	35,3	32,9	24,0	32,2	28,3	21,0

Test	Notes	Test	Notes
1	Original rig	6	Mindre afstand mellem døre
2	Indgang til Bleen 100x 68 m = 5400 m²	7	Indgang Ble 2590 m²
3	Halvdelen af bleen fjernet de 3 første seksjoner	8	Som test 6, indgang ble 2850 m²
4	INDGANG Ble: 85 m x 55 m = 3600 m²	9	Rigget med 90 m stjerner
5	totalt 4.5 seksjoner fjernet, Indgang ble, 74.5 x 42 m = 2450 m²	10	Indgang ble 2710 m²
	5 Trawlen skåret ned med 4 masker per plade		9 1.5 seksjon ble fjernet , 2200 m²
	Indgang ble : 2953 m²		10 Som test 9, Areal indgang ble: 2276 m²

21. September 2016

SINTEF Fisheries and Aquaculture, The North Sea Centre, Hirtshals

Figur 8: Småskalaforsøk med Egersund 1200m HEX trål.

I det andre forsøket i testet vi en Egersund 800m trål med flere småmaskede seksjoner i knuteløst lin med 16 og 20 mm maskestørrelse, som ble sydd innvendig i trålbelgen og forlengelse. Trålen ble rigget med et par 18m² pelagiske tråldører, 2000 kg kjettingklump per vinge og 90 m lange sveiper. Tauehastigheten varierte mellom 2.0 og 2.5 knop. Trålen hadde et antatt fangstareal på ca. 1600m² (masker mindre enn 20mm?? I dette tilfelle) og en samlet tauemotstand på ca. 44 tonn (Figur 9).

Company

Trawl

Trawl doors

EGERSUND TRAWL

800 m Laksesild trawl

Pelagiske døre

Model No:

Scale:

1168

1 : 40

SINTEF

Sweepline

Bridles

Set Back

Clump

Weights

Other

m

90 m

10 m

2000 kg

500 kg i sond

Test		1	2	3	4	5	6	7					
Towing speed	knots	2,5	2,0	2,5	2,0	2,5	2,0	2,0					
Distance between doors	m						56,0	41,1					
Spread													
Headline	m												
Footrope	m												
Side lines	m	71,5	47,2	41,9	42,7	45,4	47,0	42,5					
Height													
Wingend	m												
Centre	m	37,7	45,0	30,0	34,1	44,9	45,0	45,9					
Tension per side	tons	41,2	22,3	27,8	20,4	31,6	22,0						

Test	Notes	Test	Notes
1	1000 kg klumper areal 2100 m²		
2	2000 kg klumper areal 1920 m²		
3	to bleer fjernet Indgang næsten rektangulært ca 1200 m²,		
4	Mindre slæbehastighed areal ca. 1250 m²		
5	Trawls forstykke reduceret, areal indgang 1600 m²		
6	Mindre slæbehastighed areal ca. 1680 m²		
7	Afstand ved galger 30 m, Areal indgang ble 1530 m²		

14.10. 2016

SINTEF Fisheries and Aquaculture. The North Sea Centre. Hirtshals

14.10. 2016

SINTEF Fisheries and Aquaculture, The North Sea Centre, Hirtshals

Figur 9: Småskalaforsøk med Egersund 800m trål.

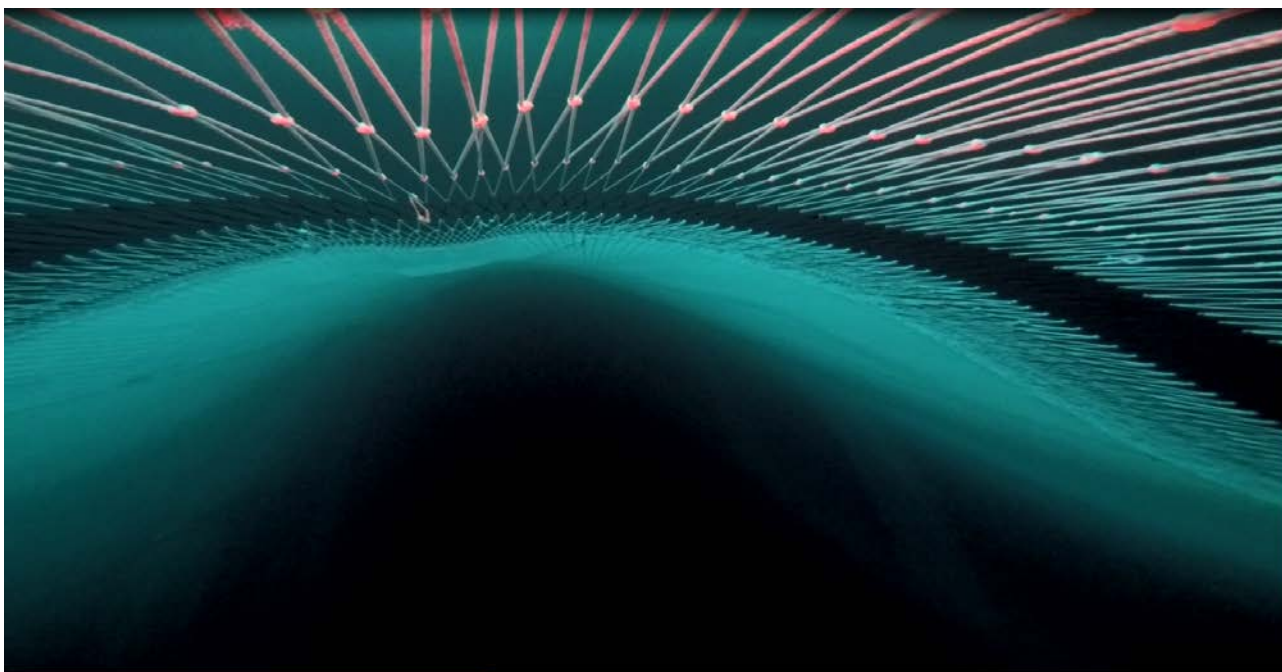
Forsøk i testtanken viste at det var vanskelig å oppnå full trålapning med et par 18m² tråldører ved tauehastigheter på 2-2.5 knop, ble det bestemt å feste tre store kiter (6 m²) i Egersund 800m trålens topp- og sidepaneler.

1.3 Funksjonstester om bord på MS Birkeland utenfor Bergen, desember 2016.

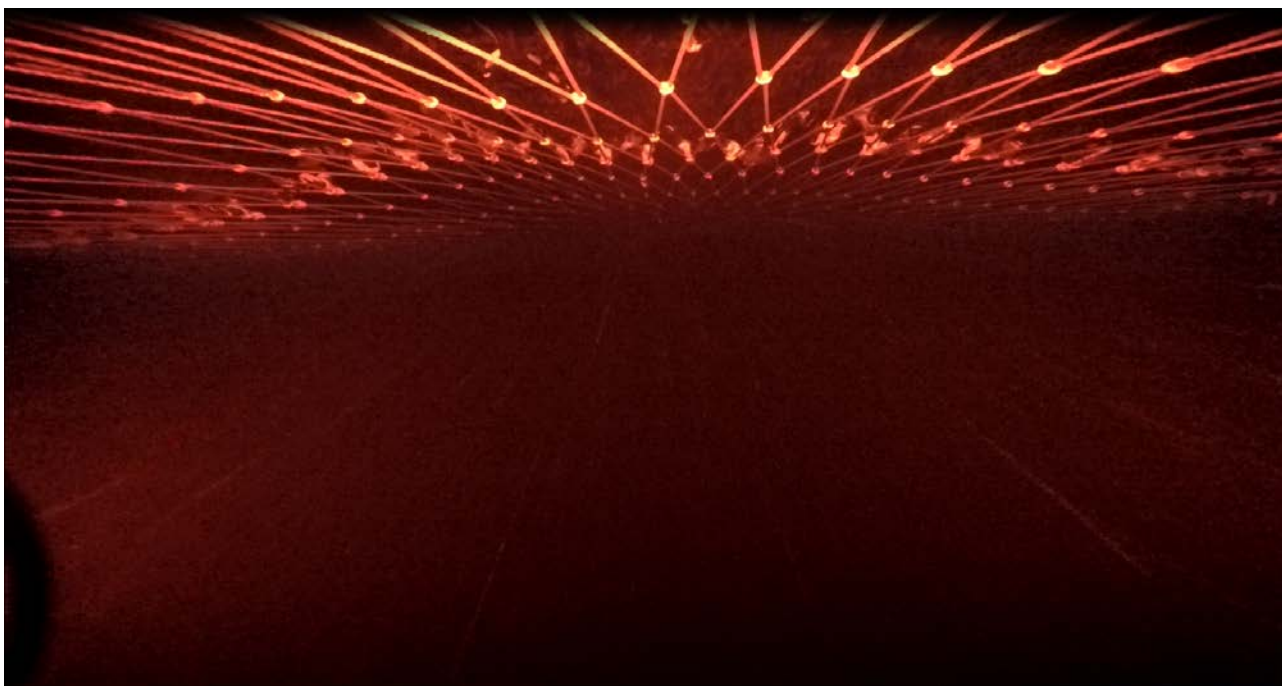
Funksjonstester i fullskala ble gjennomført utenfor Bergen, i perioden 06.-09. desember 2016. Hovedmålet med forsøket var å gjennomføre geometrimålinger (trålapning, høyde, bredde) og gjennomføre undervannsopptak av enkelte trålkomponenter (kites, bleier, maskeåpning, osv.) for å verifisere at de fungerer som tiltenkt.

Under operasjon var åpningen til Egersund 800m trål ca. 45m høy og 45m bred, mens åpningsarealet av trålen med småmaskede paneler var på ca. 1590 m². Dette arealet var lik til det som ble målt i småskalaforsøket. Overgangen fra de første store (400mm) maskene til første småmasket-seksjon ("bleie") viste at bleiene hang fint over de ytre store maskene (Figur 10, 11). De store 400mm maskene hadde en åpning på ca. 17-20 %, som var en indikasjon på at trålens åpningsareal ikke var fullt oppnådd¹.

¹ Optimalt sett burde maskene ha en åpning på ca. 28-30%.



Figur 10: Undervannsvideoopptak (kamera er satt i topp-panelet og ser bakover) som viser overgangen fra de første store maskene til den fremste småmaskede seksjonen (bleie). De store maskene har en åpning på ca. 17-20 % og dermed at trålens optimale åpningsareal ikke er oppnådd.



Figur 11: Undervannsvideoopptak (kamera er satt i topp-panelet fremfor den fremste småmaskede seksjonen og ser fremover) som viser at de store maskene har en åpning på ca. 17-20 % og dermed at trålens optimale åpningsareal ikke er oppnådd.

Overlappen mellom bleiene langs tråbelgen og forlengelsen var på ca. 2.5 meter. Bleiene overlappet fint mot hverandre og vi så at de lå fint over de større ytre maskene (Figur 12-13). Strømhastigheten i forlengelsen varierte mellom 0.9-1.1 knop.



Figur 12: Undervannsvideoopptak (kamera er satt i tunnelen og ser fremover) som viser at de småmaskede seksjonene (bleiene) overlapper fint mot hverandre og at de ligger fint over de større maskene.



Figur 13: Undervannsvideoopptak (kamera er satt i tunnelen og ser bakover) som viser svært mye mesopelagisk fisk som føres bakover mot trålsekken.

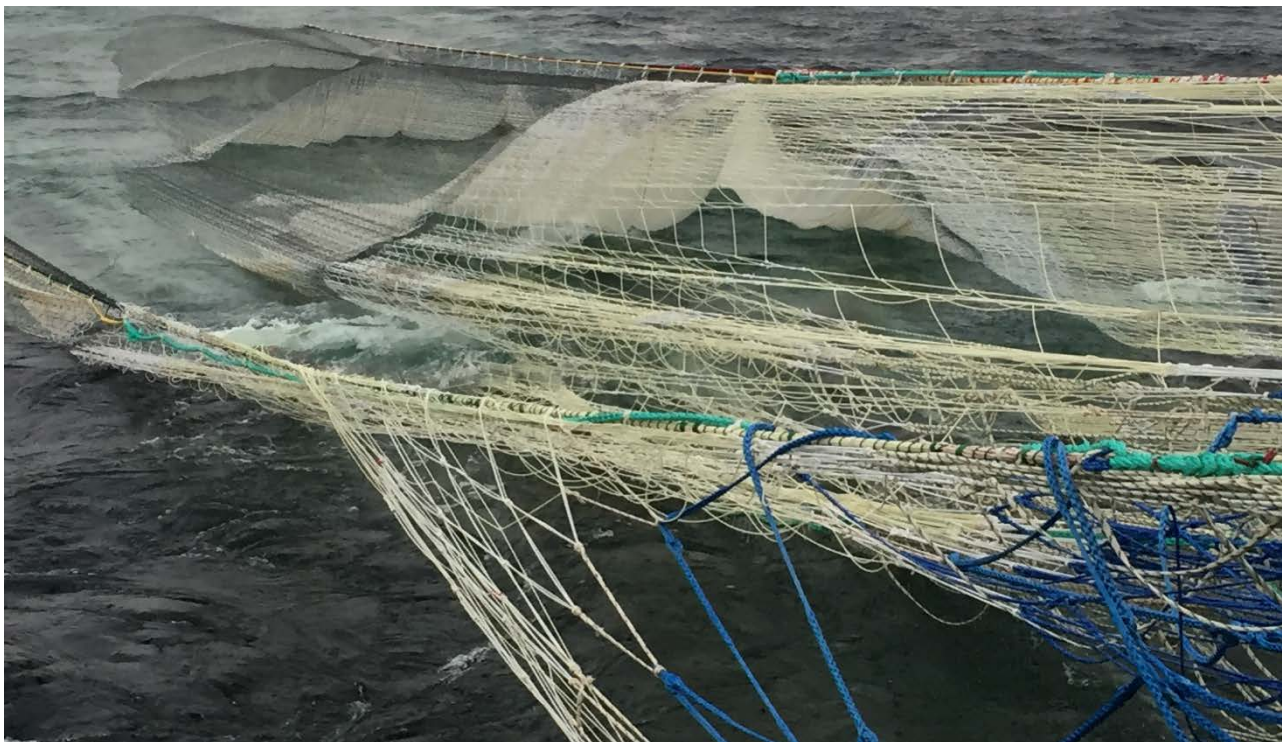
Det ble ikke funnet noen målbar økning av trålsens vertikale åpning ved å feste en kite i headlina. Det så ut som at kraften påført av sondekabelen motarbeidet eventuelt løft fra topp-kiten. På samme måte

ble det ikke målt noen økning i trålsens horisontale åpning ved å plassere en kite på hver side av trålen. Alle kitene ble derfor fjernet fra trålen. (Figur 14).

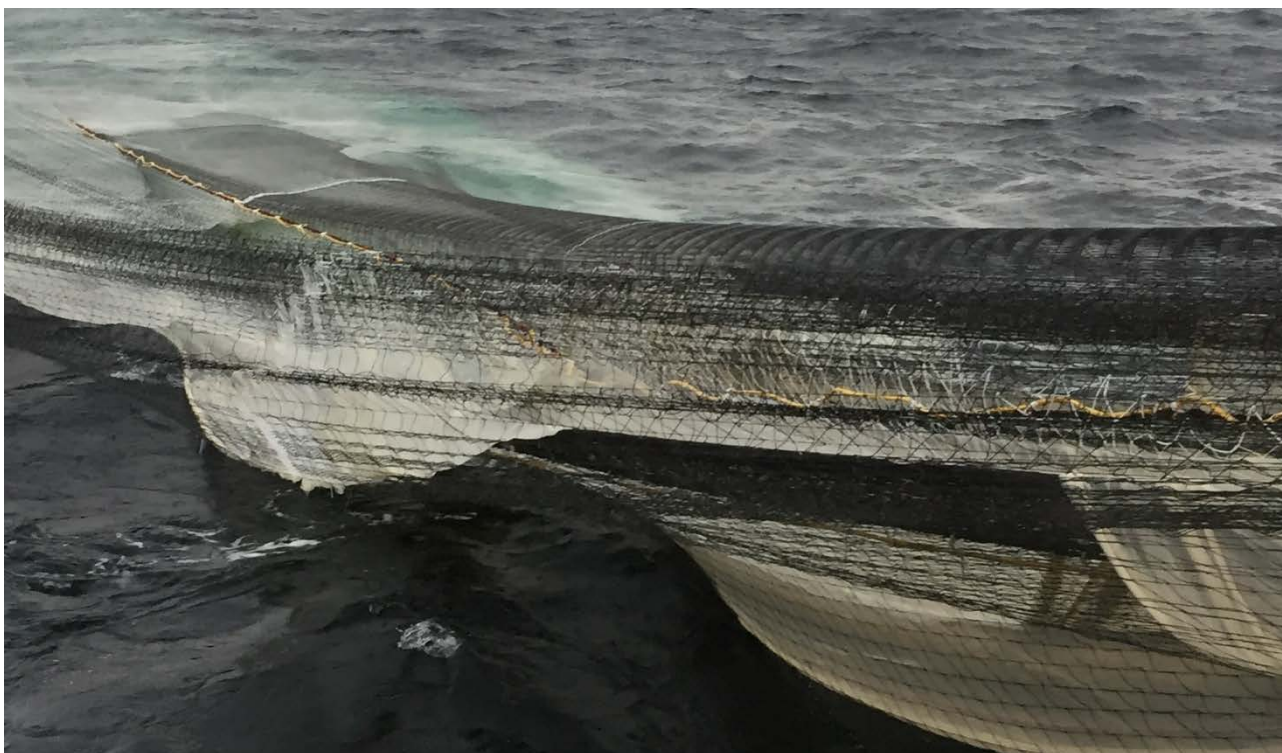


Figur 14: Undervannsvideoopptak (kamera er satt bak topp-kitene og ser fremover), som viser at topp-kitene ikke åpner seg under tråling.

Trålbelgen, som var laget av Spectra-lin, og noen av de småmaskede seksjonene (bleiene) viste seg å være for svake, og flere masker ble revet under hiving av trålen (Figur 15 og 16).



Figur 15: Bilde som viser hiving av trålen.



Figur 16: Bilde som viser hiving av trålen. Flere av de svarte Spectra-maskene i belgen ble revet under hiving.

2 FHF's prosjekt

2.1 Prosjektets hovedmål og delmål

Målsettingen med FHF prosjektet var å videreutvikle Egersunds 1200m- og 800m trålmodeller med tanke på at de skal kunne brukes til kommersielt fiske av mesopelagisk fiskearter.

Spesifikke mål var å:

- Studere fiskeadferd i forhold til trål.
- Se på muligheten for å utnytte eventuell samlingseffekt for å konsentrere fisk.
- Undersøke potensielle områder for "Kleing" av notvegger.
- Måle vanngjennomstrømning i ulike deler av trål.
- Logge tauemotstand i forskjellige fiske- og værforhold.
- Iterative prosess for designet og redesignet av trål (maskestørrelse, og materialvalg).

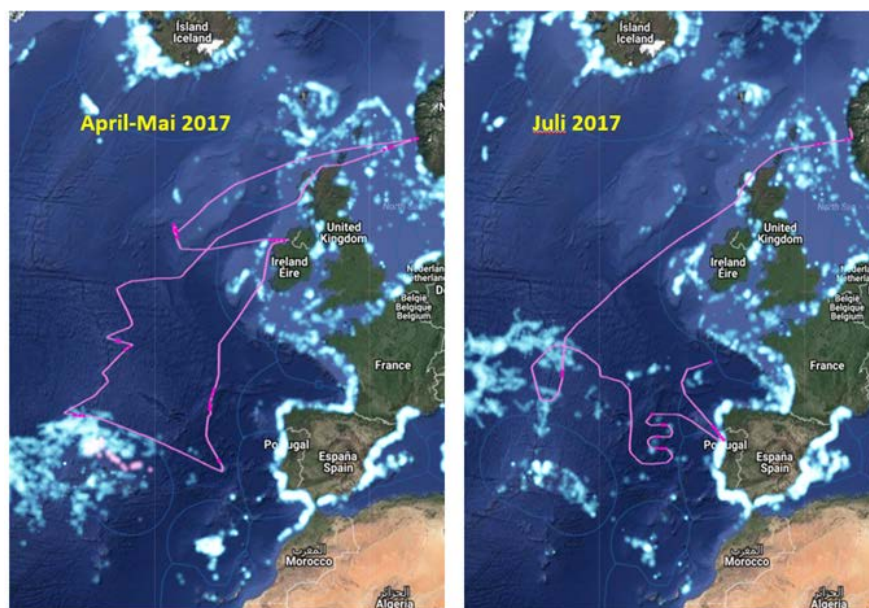
Sentralt i prosjektet var fullskalaforsøk i potensielle hot-spot områder i det nordøstlige Atlanterhavet NEAFC RA1 Reykjanes Ridge-området. M/S "Birkeland" (LMWI, H-87-AV) ble brukt til gjennomføring av tokt. På toktene deltok forskere fra SINTEF Ocean og Havforskningsinstituttet, samt personell fra Fiskeridirektoratet og teknikere fra Egersund Trål AS.

Totalt ble det gjennomført fire fullskalaforsøk i dette FHF-finansierte prosjektet:

- Fullskalaforsøk ombord MS Birkeland, Nordøst Atlantic, april-mai 2017.
- Fullskalaforsøk ombord MS Birkeland, Nordøst Atlantic, juni-juli 2017.
- Fullskalaforsøk ombord MS Birkeland, Nordøst Atlantic, april-juni 2018.
- Tokt ombord FF Johan Hjort, Bergen, desember 2018.

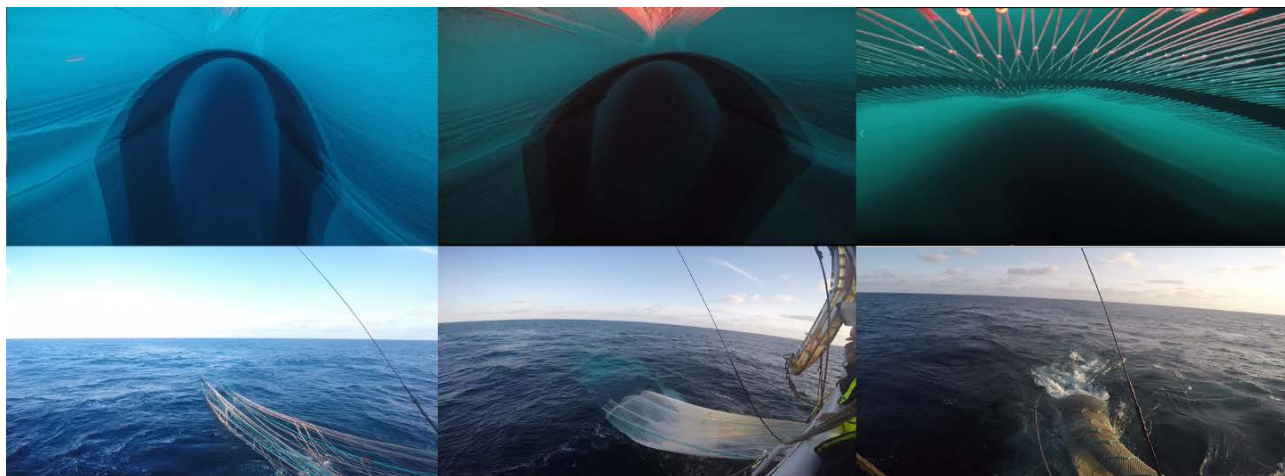
2.2 Fullskalaforsøk ombord på MS Birkeland, Nordøst Atlanteren, april-mai og juni-juli 2017

I april-mai toktet i 2017 var hensikten å dekke noen av de samme områdene som i 2016. Juli toktet i 2017 foregikk i samme tidsrom og sted som i 2016 uten å dekke de nord-vestlige delene av Irland da det her var små forekomster i 2016 (Figur 17). I 2017 ble det foretatt kontinuerlig registreringer av mesopelagiske arter med fartøyets leteinstrumenter under toktene. Det ble gjennomført fem hal i april-mai toktet og åtte hal i juni-juli toktet.



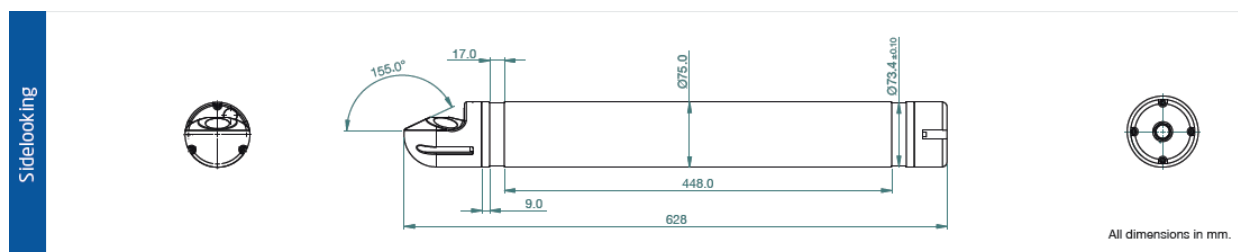
Figur 17. Området som ble dekket av toktene gjennomført i april-mai og juli 2017 med "M/S Birkeland".

Det ble gjort videoopptak i ulike deler av trålen for å studere fiskeadferd mht. trål og seleksjon. Det ble brukt GoPro Hero4 Black Edition kameraer og rødt lys. Kameraene ble festet inne i, og utvendig, på trålen. Figur 18 nedenfor viser stillbilder under videoopptak av trålen under operasjon.



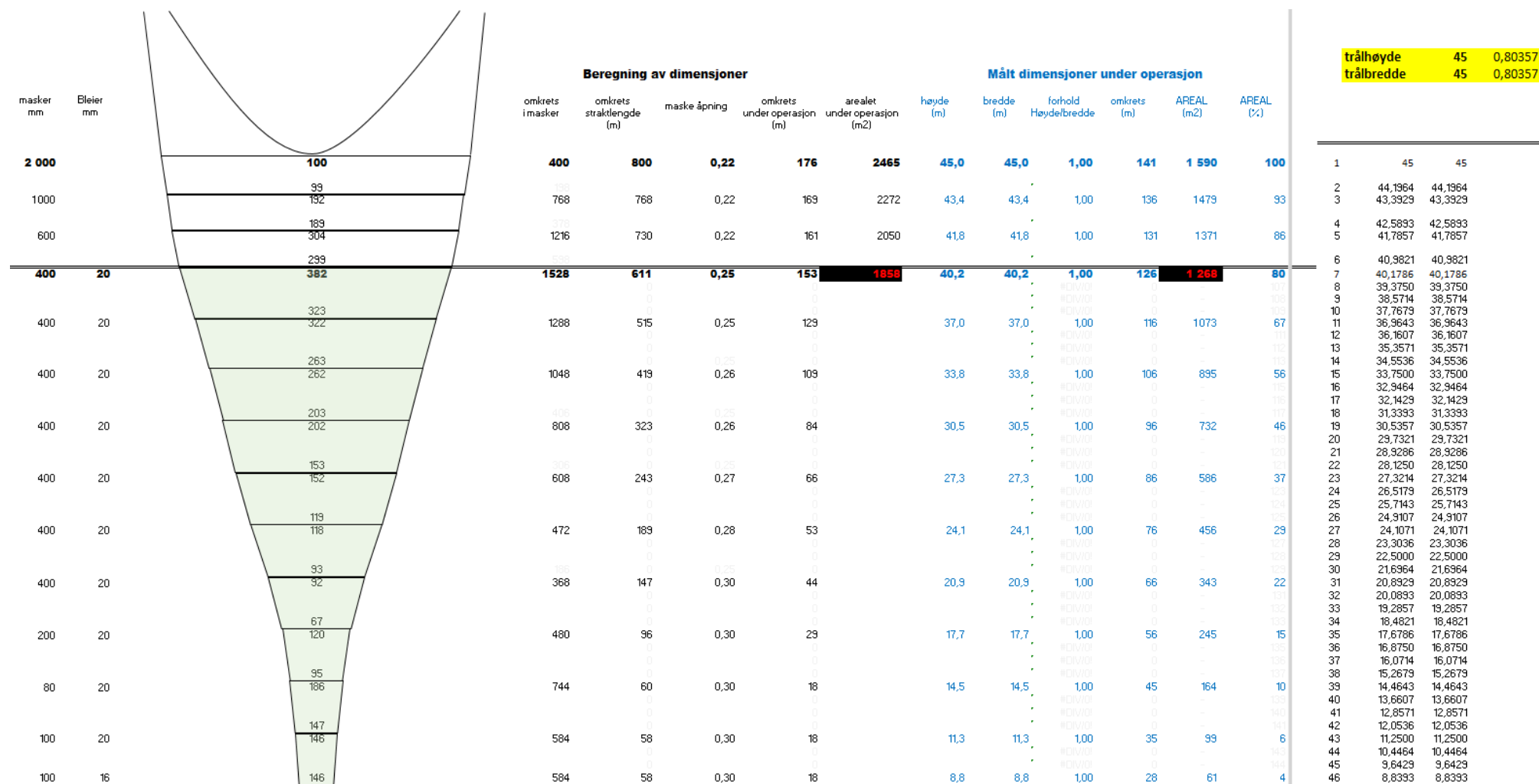
Figur 18. Stillbilder av videoopptak av trålen under operasjon.

Målingene av strømhastighet inni trålbeggen og tunnelen av trål ble gjennomført ved hjelp av en Side-looking Aquadopp Doppler profiler (akustikk frekvens 2.0MHz) (Figur 19). Strømhastigheten i forlengelsen ble kraftig redusert i forhold til tauehastigheten. Ved en tauefart på 2,2 knop var strømhastighet i tunnelen av Egersund 1200m trål rundt 1.2 ± 0.2 knop, og i tunnelen av Egersund 800m trål rundt 0.9 ± 0.2 knop.

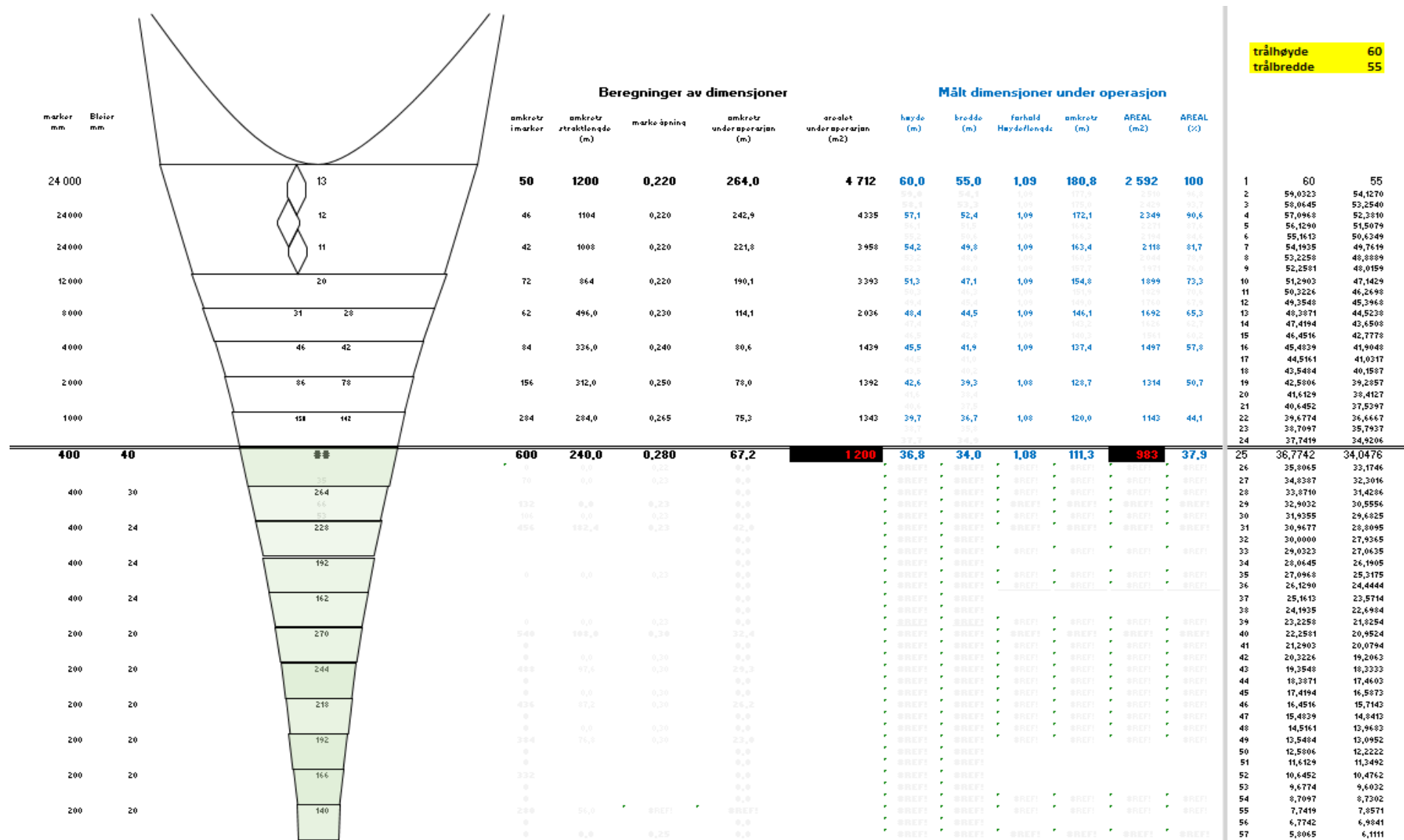


Figur 19: Side-looking Aquadopp Doppler profiler

Det effektive fiskearealet (arealet med småmasket bleiene) for **Egersund 800m trål** ble målt til ca. 1268m² selv om trålen har potensial for å være ca. 1800m². Figur 20 nedenfor viser beregning av tråldimensjoner og målte tråldimensjoner under operasjon for Egersund 800m trål. Det effektive fiskearealet (arealet med småmasket bleiene) for **Egersund 1200m HEX trål** ble målt til ca. 960 m² selv om trålen har potensial for å være ca. 1200m². Figur 21 nedenfor viser beregning av tråldimensjoner og målte tråldimensjoner under operasjon for Egersund 1200m HEX trål.



Figur 20. Beregning av tråldimensjoner og målte tråldimensjoner under operasjon for Egersund 800m trål. Det grønne området i trålen indikerer soner med småmaskede (20mm og 16mm) "bleier".



Figur 21. Beregning av tråldimensjoner og målte tråldimensjoner under operasjon for 1200m HEX laksesildtrål. Det grønne området i trålen indikerer soner med småmaskede "bleier".

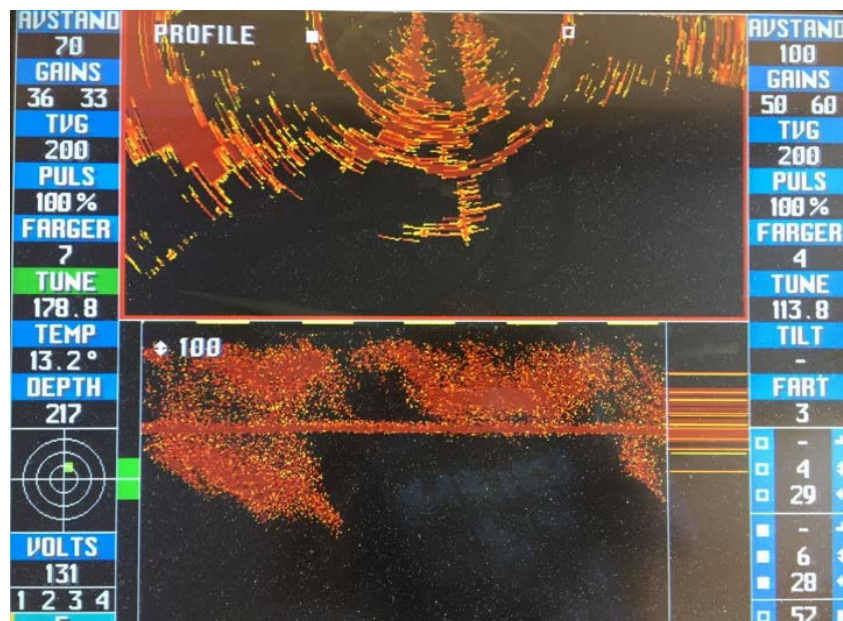
Kledning av småmaskemaskepanelene ("bleiene") i Egersund 1200m trål ble registrert visuelt i panelene med maskestørrelse 40, 30, 20 og 16 mm (Figur 22). Vi observerte mye kledning av småfisk i 30mm bleiene og lite i 20mm bleiene. Siden vi fisket på konsentrasjoner med mye småfisk i april-mai toktet (gjennomsnittlige lengde på 30mm) og juli toktet (gjennomsnittlige lengde på 22 mm) kan vi ikke si noe om effektiviteten til småmaskepanelene. Trålen er designet til mesopelagiskfisk større enn 40mm.



Figur 22. Kledning av 30mm panel.

Fangstsammensetningen på toktene i 2017 var generelt annerledes enn i 2016, for samme tid på året og i samme områder. Innslaget av småkrill var større i 2017, og den laksesilden som ble tatt var i gjennomsnitt mindre (<25mm) i 2017 enn i 2016. Det var også vanskelig å skille mellom krill og laksesild ved bruk av fartøyets hydroakustiske utstyr.

Trålsonden viste til tider veldig stor inngang av fisk/krill/maneter i trålen, som i hal 2 (Figur 23). I dette prøvehalet ble store mengder små laksesild (< 25 mm lengde) vasket ut av trålsekken under hiving, slik at bare en liten (ukjent) andel ble tatt om bord. Etter 45 min effektiv tauetid med Egersund 800m trålen (som hadde et effektivt fangstareal på 1268m²) ble fangsten ca. 275 kg. Fangsten bestod av ca. 96% laksesild, 2.4% amfipoder og 1.6% krill.



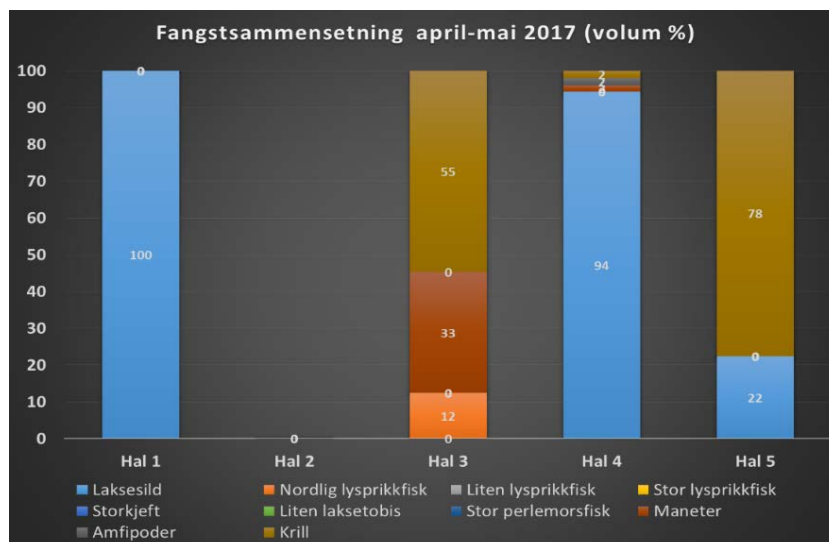
Figur 23. Bilde fra trålsonde for hal 2, som viser konstant inngang av små laksesild (< 25mm) i den 45m høye Egersund 800m trålen.

Det ble gjennomført fem prøvehal i april-mai toktet og åtte prøvehal i juli toktet, se Tabell 2. Effektiv tauetid varierte fra 20 til 120 minutt, beregnet som tiden fra headlina på trålen nådde den ønskede fiskedybden til start hiving, og fangstene varierte fra 0 til 600 kg.

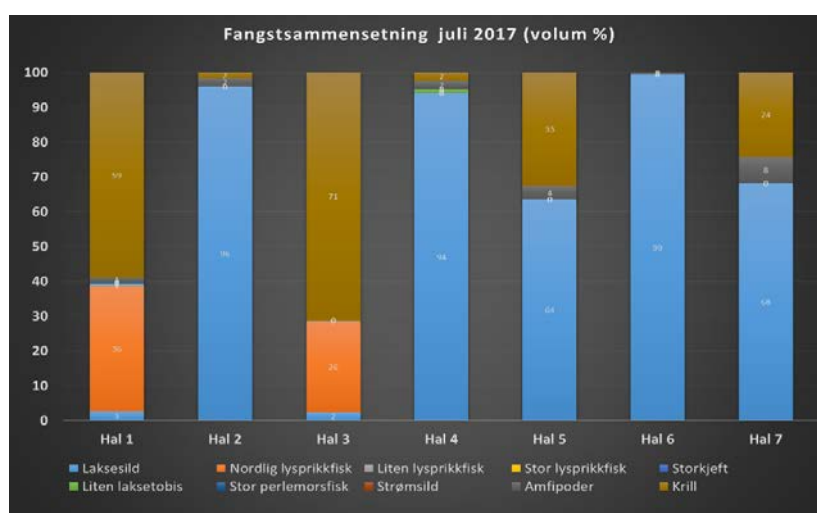
Tabell 2. Posisjon og stasjonsopplysninger for trålhalene gjennomført etter mesopelagisk fisk i 2017

Tokt-Hal Nr.	Dato	Posisjon	Tauhastighet (knops)	Tauetid (min)	Dybde (m)	Temp. fiskedybde (C°)	Total fangst (kg)	Fangst rate (tonnes/time)
2-01	21.04.2017	53° 51' N 17° 19' W	2.2	20	100	11.9	200	0.6
2-02	24.04.2017	48° 13' N 26° 19' W	2.2	20	80	12.7	0	0
2-03	30.04.2017	43° 27' N 16° 41' W	2.2	60	320	12.5	350	0.3
2-04	05.05.2017	55° 34' N 20° 09' W	2.3	45	50	11.4	600	0.9
2-05	09.05.2017	59° 58' N 23° 32' W	2.2	45	200	9.1	500	0.7
3-01	16.07.2017	47° 10' N 26° 17' W	2.2	120	260	12.6	300	0.1
3-02	16.07.2017	46° 15' N 26° 33' W	2.3	45	212	13.2	275	0.3
3-03	17.07.2017	44° 20' N 29° 01' W	2.2	50	338	12.6	100	0.1
3-04	18.07.2017	48° 00' N 26° 43' W	2.2	50	212	12.3	250	0.3
3-05	19.07.2017	45° 47' N 21° 36' W	2.2	60	85	14.3	300	0.3
3-06	21.07.2017	39° 24' N 16° 54' W	2.2	50	212	14.8	100	0.1
3-07	23.07.2017	42° 24' N 16° 02' W	2.2	60	170	14.1	300	0.3
3-08	29.07.2017	46° 52' N 10° 14' W	2.2	30	100	13.6	100	0.2

Fangstsammensetningen ble bestemt fra en del-prøve på 1 liter fra fangsten. Alle artene ble sortert, identifisert, telt, lengde målt, og samlet volumen per type art ble registrert. Figur 24 og 25 viser fangstsammensetning (%) for april-mai toktet og juli toktet.



Figur 24. Fangstsammensetning (%) fra hver av de fem gjennomførte prøvehalene i april-mai 2017. Blå søyle viser andel laksesild, brun søyle viser andel krill og oransje søyle viser andel nordlige lysprikkfisk.



Figur 25. Fangstsammensetning (%) fra de første sju halene som ble gjennomført i juli 2017. Blå søyle viser andel laksesild, brun søyle viser andel krill og oransje søyle viser andel nordlige lysprikkfisk.

I 2017, som i 2016, ble det ikke observert innblanding av kommersielle arter i prøvehalene. Fangstene bestod i hovedsak av små laksesild (*Maurollicus muelleri*), små nordlig lysprikkfisk (*Benthoosema glaciale*) og små krill (*Thysanoessa longicaudata*).

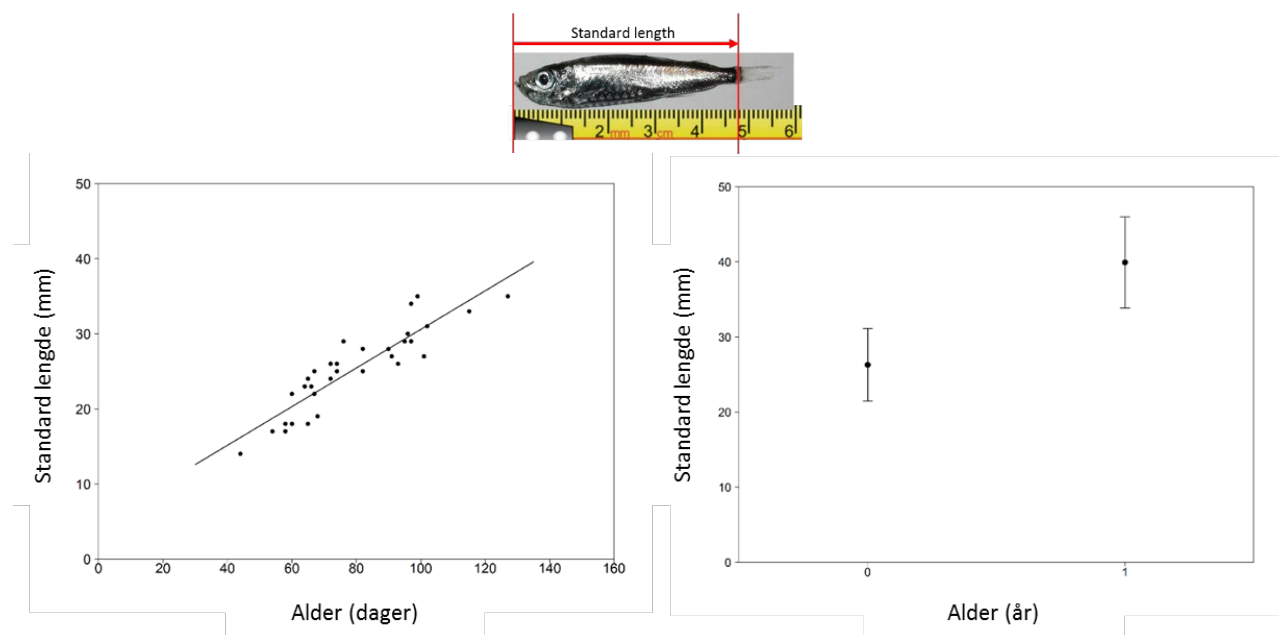
I tillegg ble det tatt råstoffprøver for laboratorieanalyser og det ble gjennomført prosesseringsforsøk i laboratorieskala. Råstoff og fraksjoner fra laboratorieskala prosesseringsforsøk ble analysert for næringsinnhold og videre kjemiske analyser og aldersbestemmelse av laksesild ble gjennomføres i ettertid. To 10-liters bøtter (med ca. 10 kg i hver bølge) fra hvert hal ble tatt ut til prøvetaking. Det ble lagt vekt på at prøvene i størst mulig grad skulle være representative og relevante i forhold til industriell prosessering av aktuelt mesopelagisk råstoff for hvert hal. I tillegg til uttak til laboratorieforsøk ombord ble det for hvert hal tatt råstoffprøver for kjemiske analyser og aldersbestemmelse, samt prøver på ca. 3 kg som ble sendt til Havforskningsinstituttet. Råstoffprøvene og fraksjonene fra laboratorieforsøkene ble umiddelbart fryst inn i en 10' frysecontainer ombord til ca. -20°C.

2.2.1 Aldersbestemmelse og vekst av laksesild

Det ble tatt ut prøver for aldersbestemmelse og vekst av laksesild både fra toktet i 2016 og 2017. Prøvene ble overlevert AZTI (San Sebastian – Spania) i oktober 2017. AZTI har lang erfaring og ekspertise for aldersbestemmelse av bl.a. laksesild. Prøvene ble tatt fra hal 6 juni-juli 2016, hal 4 april-mai 2017 og hal 4 og 6 juli 2017. Hensikten med aldersbestemmelse av laksesild var å få informasjon om forholdet mellom fiskelengde, alder og vekt på laksesild i aktuelle områder da gjennomsnittslengden på laksesild (i samme område) var betydelig høyere i 2016 (50-60 mm) enn i 2017 (27- 40 mm). Denne informasjonen kan brukes til få en ide om hvor og når en kan forvente å finne "stor" laksesild, samtidig som størrelsen på laksesild er avgjørende for design av egnet fiskeredskap.

Aldersbestemmelsene og vekst gjøres ved avlesning av vekstsoner i fiskens sagittale otolitter. For hver prøve velges en gruppe på 20 fisk hvor det måles total lengde (mm) og total vekt (gr.). Hvis mulig, blir tre til fem individer for hvert 0,5 mm intervall valgt for å få et representativt utvalg av lengder i prøven. Begge otolittene tas ut av hvert individ og høyre otolitt brukes for aldersbestemmelse. Otolittene blir analysert med lysmikroskop kombinert med et program for bildeanalyser (Visilog, TNPC Software, v.5.02, Ifremer, France). Dato for klekking (og alder) blir beregnet ut ved å telle (dag) vekstsoner i forhold til fangstdato. Hver otolitt blir avlest to ganger av samme person og ved avvik større enn 5% vil resultatet bli forkastet.

Resultatene av aldersbestemmelsene og vekst er vist i Figur 26. Laksesild tilhørte enten klasse 0 (yngre enn ett år) eller klasse 1 (yngre enn to år). Det var ingen laksesild i prøvene som tilhørte klasse 2 (eldre enn to år). Vestkurven viser at laksesilden vokste veldig fort. På 120 dager vokste laksesildene til omtrent 35mm (standard lengde) som tilsvarer individer med ca. 42mm full lengde.



Figur 26. Aldersbestemmelse (i år) og vekst (i dager) av laksesild.

2.2.2 Analyser av fremmedstoffer i mesopelagisk fisk

Hensikten med analyser av fremmedstoffer i råstoffet, inkludert tungmetaller og klorerte pesticider, er å finne hvordan innholdet av uønskede fremmedstoffer er i forhold til anvendelse i fôr i forhold til grenseverdier² for fremmedstoffer i Forskrift om fôrvarer. Denne forskriften skal sikre at fôret er trygt og ikke helseskadelig for mennesker eller dyr, eller gjør næringsmidler fra dyr uegnet for konsum. Fôret skal heller ikke ha skadevirkning på miljøet.

² Grenseverdier for uønskede stoffer i fôrvarer som nevnt i direktiv 2002/32/EF artikkel 3 annet ledd.

For å gi et representativt utvalg av mesopelagiske fangster til analyser av fremmedstoffer ble det valgt ut prøver dominert av henholdsvis lysprikkfisk, laksesild, krill og en miks av disse. Prøvene ble analysert ved Eurofins GfA Lab Service GmbH (Hamburg) og Eurofins WEJ Contaminants GmbH (Hamburg). Tabell 3 og 4 nedenfor gir oversikt over råstoffprøver (â 200 gram) for analyse av fremmedstoffer. Tabell 3 viser at innhold av tungmetaller og arsen i analysert råstoff er langt under grenseverdiene for uønskede stoffer i fôrvarer som nevnt i direktiv 2002/32/EF artikkel 3 annet ledd. Det samme gjelder målte verdier for dioksiner og furaner, dioksinliknende PCB-er og ikke dioksinliknende PCB-er.

Tabell 3. Fremmedstoffer i fangster fra utvalgte hal i 2017

ANALYSERAPPORT, uønskede fremmedstoffer og tungmetaller	Grenseverdi fôr med vanninnhold på 12%*	Hal 2, 2. juli 2017 (omregnet til v.innh. 12%) Lysprikkfisk	Hal 7, 7. juli 2017 (omregnet til v.innh. 12%) Laksesild	Hal 3, 30. april 2017 (omregnet til v.innh. 12%) Laks. + Lyspr.	Hal 4, 5. mai 2017 (omregnet til v.innh. 12%) Laksesild	Hal 5, 19. august 2017 (omregnet til v.innh. 12%) Laksesild + Krill
Vanninnhold målt Eurofins	-	73 %	77 %	86,70 %	81,10 %	78,40 %
Arsen (As)	25 mg/kg	1,8 mg/kg	1,9 mg/kg	7.2 mg/kg	1,2 mg/kg	1,9 mg/kg
Kadmium	2 mg/kg	0,09 mg/kg	0,44 mg/kg	0,19 mg/kg	0,31 mg/kg	0,7 mg/kg
Bly (Pb)	10 mg/kg	<0,05 mg/kg	<0,05 mg/kg	<0,05 mg/kg	<0,05 mg/kg	<0,05 mg/kg
Kvikksølv (Hg)	0,5 mg/kg	0,039 mg/kg	0,03 mg/kg	0,017 mg/kg	0,022 mg/kg	0,005 mg/kg
Dioksiner og furaner (17 PCDD/F)	1,25 ng/kg	0,724 ng/kg	0,254 ng/kg	0,457 ng/kg	0,310 ng/kg	0,273 ng/kg
GFF05 WHO(2005)-PCDD/F TEQ inkl. LOQ						
Summen av dioksiner og dioksinliknende PCB-er	4 ng/kg	0,416 ng/kg	0,158 ng/kg	0,276 ng/kg	0,197 ng/kg	0,165 ng/kg
GFF10 WHO(2005)-PCB TEQ inkl. LOQ						
Ikke dioksinliknende PCB-er	30 µg/kg	5,50 µg/kg	1,75 µg/kg	2,66 µg/kg	2.91 µg/kg	1,59 µg/kg
GFF10 Sum 6 DIN-PCB inkl. LOQ						

*Grenseverdier for uønskede stoffer i fôrvarer som nevnt i direktiv 2002/32/EF artikkel 3 annet ledd

Tabell 4 nedenfor viser innhold av klorerte pesticider i samfengt råstoff fra utvalgte hal i 2016 og 2017 (se Tabell 1 og 2). Resultatene viser at verdiene også her er langt lavere enn maksimale grenseverdier for uønskede stoffer i fôrvarer.

Tabell 4. Innhold av klorerte pesticider i samfengt råstoff fra utvalgte hal i 2017

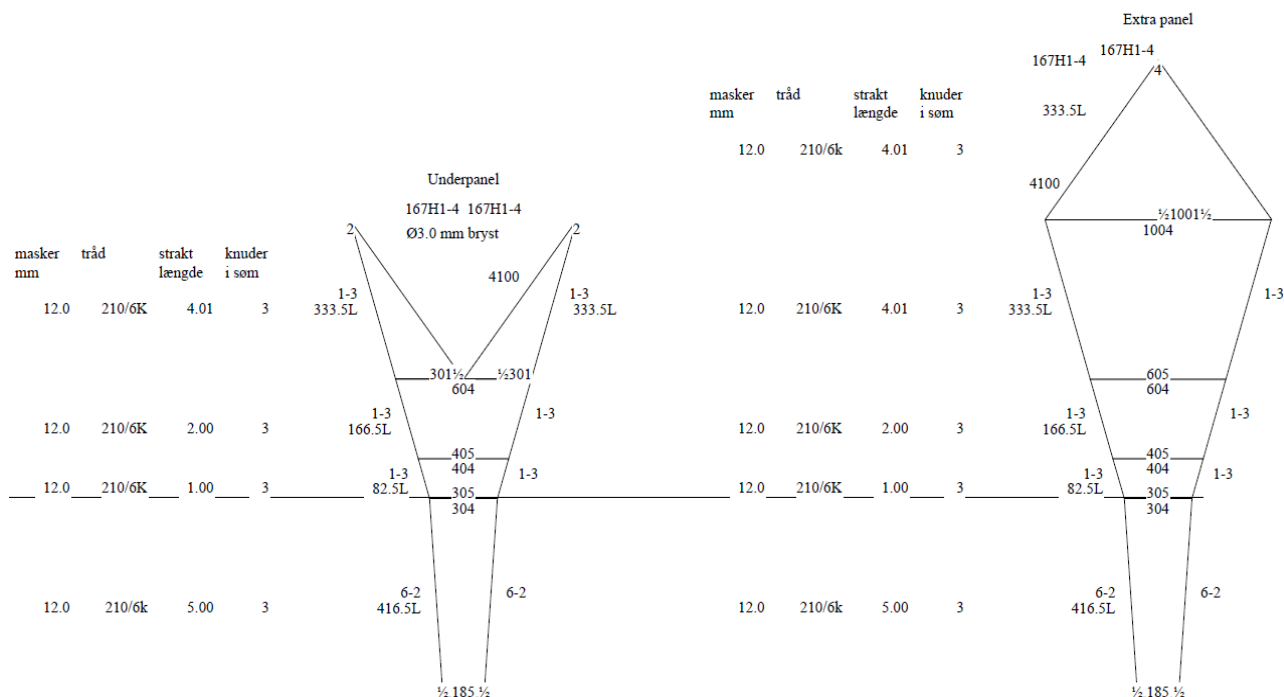
ANALYSERAPPORT, klorerte pesticider	Hal 2, 2. juli 2017 Lysprykkfisk	Hal 7, 7. juli 2017 Laksesild	Hal 3, 30. april 2017 Laks.+Lyspr.	Hal 4, 5. mai 2017 Laksesild	Hal 5, 19. august 2017 Laks.+Krill
GFB53 Endosulfan-alfa	< 0.303 ng/g	< 0.321 ng/g	< 0.602 ng/g	< 0.309 ng/g	< 0.319 ng/g
GFB53 Endosulfan-beta	< 0.242 ng/g	< 0.257 ng/g	< 0.482 ng/g	< 0.247 ng/g	< 0.255 ng/g
GFB53 Endosulfan-sulfat	< 0.242 ng/g	< 0.257 ng/g	< 0.482 ng/g	< 0.247 ng/g	< 0.255 ng/g
Grenseverdi Endosulfan	100 ng/g				
GFB53 Pentaklorbenzen (QCB)	< 0.303 ng/g	< 0.321 ng/g	< 0.602 ng/g	< 0.309 ng/g	< 0.319 ng/g
GFB53 Heksaklorbenzen	0.752 ng/g	< 0.321 ng/g	< 0.602 ng/g	< 0.309 ng/g	< 0.319 ng/g
Grenseverdi Heksaklorbenzen	10 ng/g				
GFB53 alfa-HCH	< 0.151 ng/g	< 0.160 ng/g	< 0.301 ng/g	< 0.155 ng/g	< 0.160 ng/g
GFB53 beta-HCH	< 0.151 ng/g	< 0.160 ng/g	< 0.301 ng/g	< 0.155 ng/g	< 0.160 ng/g
GFB53 gamma-HCH (Lindan)	< 0.151 ng/g	< 0.160 ng/g	< 0.301 ng/g	< 0.155 ng/g	< 0.160 ng/g
GFB53 delta-HCH	< 0.151 ng/g	< 0.160 ng/g	< 0.301 ng/g	< 0.155 ng/g	< 0.160 ng/g
GFB53 o,p'-DDT	0.250 ng/g	< 0.0641 ng/g	< 0.120 ng/g	< 0.0618 ng/g	< 0.0639 ng/g
GFB53 p,p'-DDT	0.266 ng/g	< 0.0641 ng/g	0.162 ng/g	< 0.0618 ng/g	< 0.0639 ng/g
GFB53 o,p'-DDE	0.147 ng/g	< 0.0641 ng/g	< 0.120 ng/g	< 0.0618 ng/g	< 0.0639 ng/g
GFB53 p,p'-DDE	2.05 ng/g	0.342 ng/g	0.206 ng/g	0.450 ng/g	< 0.0990 ng/g
GFB53 o,p'-DDD	0.229 ng/g	< 0.0641 ng/g	< 0.120 ng/g	< 0.0618 ng/g	< 0.0639 ng/g
GFB53 p,p'-DDD	0.464 ng/g	0.0665 ng/g	< 0.120 ng/g	< 0.0618 ng/g	< 0.0639 ng/g
SUM DDT	3,406 ng/g	0,4085 ng/g	0,368 ng/g	0,450 ng/g	-
Grenseverdi DDT	50 ng/g				
GFB53 Aldrin	< 0.0606 ng/g	< 0.0641 ng/g	< 0.120 ng/g	< 0.0618 ng/g	< 0.0639 ng/g
Grenseverdi GFB53 Aldrin	10 ng/g				
GFB53 Dieldrin	1.24 ng/g	0.156 ng/g	< 0.181 ng/g	0.120 ng/g	< 0.153 ng/g
Grenseverdi GFB53 Dieldrin	20 ng/g				
GFB53 Endrin	< 0.182 ng/g	< 0.192 ng/g	< 0.361 ng/g	< 0.186 ng/g	< 0.192 ng/g
Grenseverdi GFB53 Endrin	10 ng/g				
GFB53 Toksafen Parlar 26	1.07 ng/g	< 0.321 ng/g	< 0.602 ng/g	< 0.309 ng/g	< 0.319 ng/g
GFB53 Toksafen Parlar 50	1.66 ng/g	< 0.321 ng/g	< 0.602 ng/g	< 0.309 ng/g	< 0.319 ng/g
GFB53 Toksafen Parlar 62	1.22 ng/g	< 0.641 ng/g	< 1.20 ng/g	< 0.618 ng/g	< 0.639 ng/g
SUM Kamfeklor (26,50 og 62)	3,95 ng/g	-	-	-	-
Grenseverdi Kamfeklor	20 ng/g				
GFB53 Heptaklor	< 0.0606 ng/g	< 0.0641 ng/g	< 0.120 ng/g	< 0.0618 ng/g	< 0.0639 ng/g
GFB53 Mirex	< 0.0606 ng/g	< 0.0641 ng/g	< 0.120 ng/g	< 0.0618 ng/g	< 0.0639 ng/g
GFB53 alfa-Klordan (cis)	0.644 ng/g	< 0.0641 ng/g	< 0.120 ng/g	< 0.0641 ng/g	< 0.0639 ng/g
GFB53 gamma-Klordan (trans)	0.180 ng/g	< 0.0641 ng/g	< 0.120 ng/g	< 0.0618 ng/g	< 0.0639 ng/g
GFB53 Oxyklordan	< 0.303 ng/g	< 0.321 ng/g	< 0.602 ng/g	< 0.309 ng/g	< 0.319 ng/g
GFB53 Nonaklor, trans-	0.659 ng/g	0.100 ng/g	< 0.0602 ng/g	< 0.0876 ng/g	0.0495 ng/g
GFB53 Heptakloreposid (cis)	0.126 ng/g	< 0.0962 ng/g	< 0.181 ng/g	< 0.0928 ng/g	< 0.0958 ng/g
GFB53 Heptakloreposid (trans)	< 0.182 ng/g	< 0.192 ng/g	< 0.361 ng/g	< 0.186 ng/g	< 0.192 ng/g
GFB53 Oktaklorstyren	0.0361 ng/g	< 0.0321 ng/g	< 0.0602 ng/g	< 0.0309 ng/g	< 0.0319 ng/g
SUM klordan	1,6451 ng/g	0,1 ng/g	-	-	0,0495 ng/g
Grenseverdi klordan	20 ng/g				

*1 ng/g (nanogram/gram) = 1 µg/kg (mikrogram/kg) = 0,001 mg/kg (milligram/kg) = 0,001 ppm (part per million)

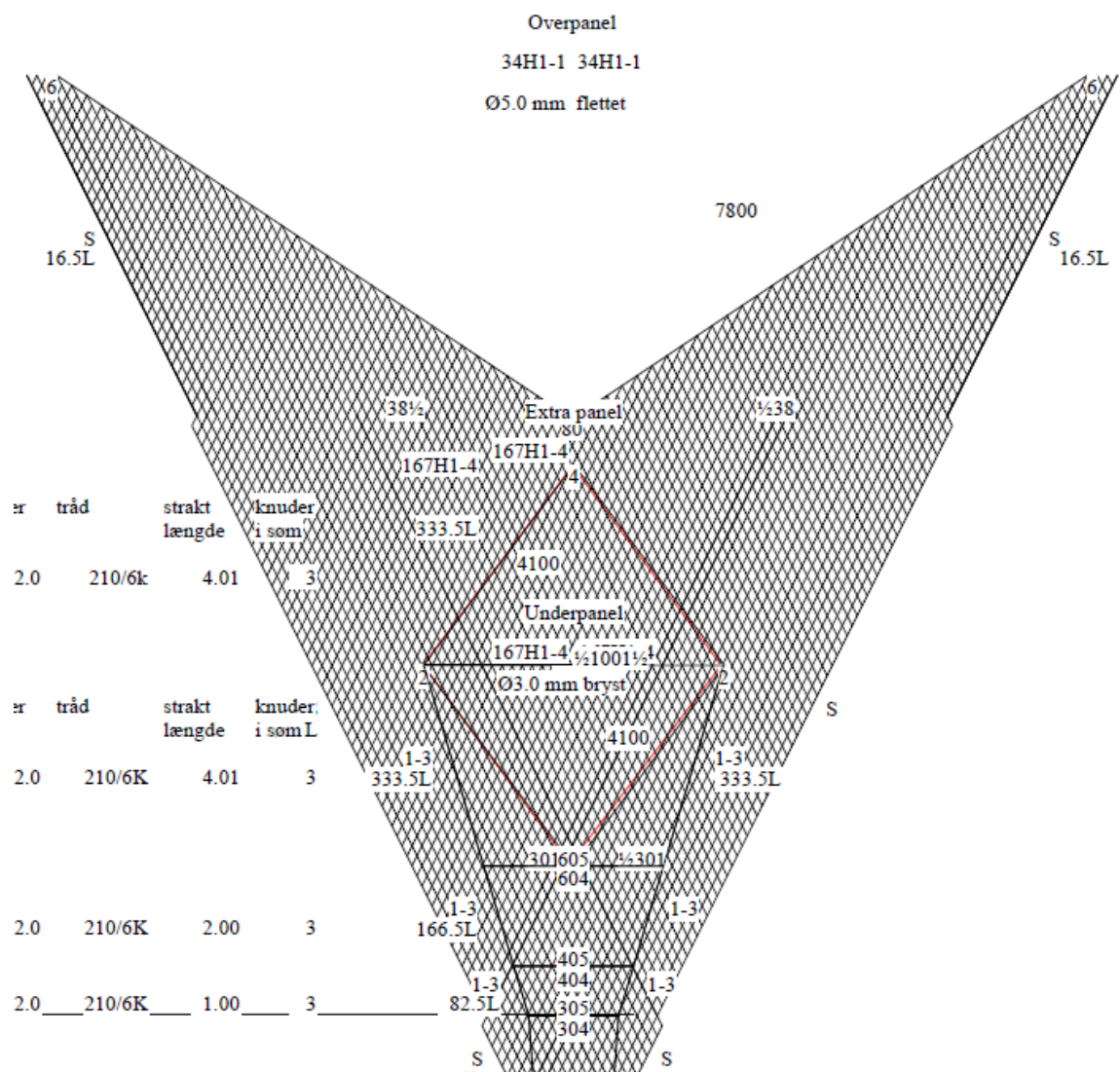
2.3 Småskalaforsøk i testtanken i Hirtshals, Danmark, januar 2018

Et småskalaforsøk ble gjennomført i testtanken i Hirtshals, Danmark, i januar 2018 for å teste nye småmaskede (12mm) oppsamlingsposer som kunne festes i belgen til Egersund 800m trålen. Hensikten med disse er å kunne kvantifisere mengden av fisk som går ut gjennom 20mm og 16mm bleiene. Denne informasjonen er viktig for riktig maskestørrelse og plassering av bleiene i forskjellige deler av trålbelen og forlengelsen.

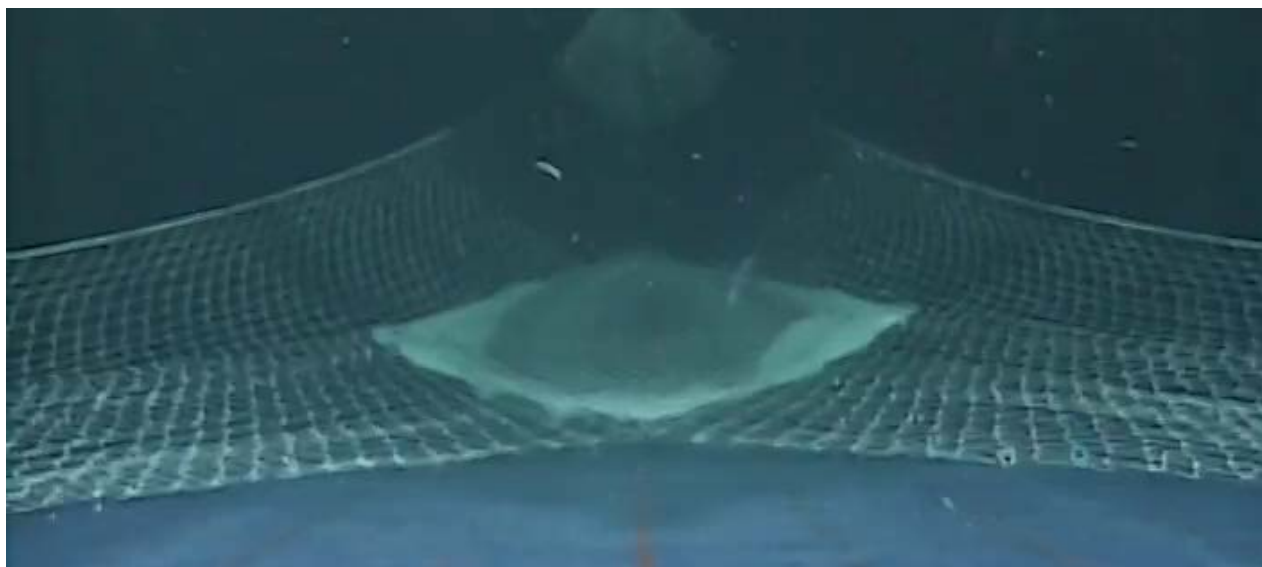
Figurer 27, 28, 29 og 30 viser spesifikasjoner av oppsamlingsposene, hvordan ble de montert på trålens underpanel, og hvordan de så ut under taving i 2.5 knop hastighet. Flere tegninger av oppsamlingsposene er vedlagt denne rapporten (Vedlegg 3).



Figur 27: Tegning av oppsamlingsposene.



Figur 28: Spesifikasjon av montering av oppsamlingsposen til tråls underpanel, som har 400mm masker.



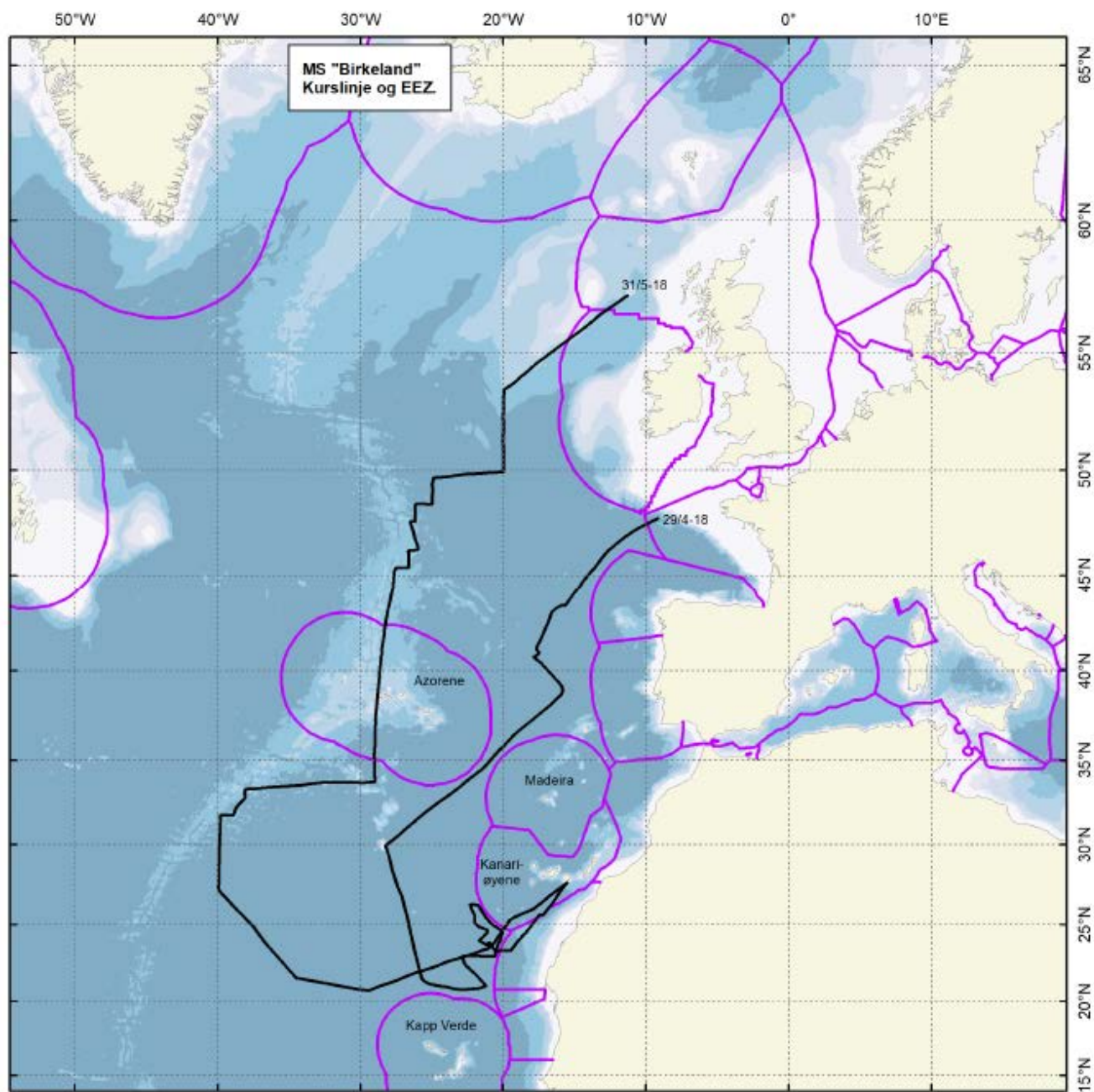
Figur 29: Trål med oppsamlingspose sett forfra.



Figur 30: Trål med oppsamlingspose sett fra siden, trållåpning til venstre.

2.4 Fullskalaforsøk ombord på MS Birkeland, Nordøst-Atlanteren, april-juni 2018

I april-juni 2018 ble det gjennomført et 6-ukers tokt der hensikten var å dekke noen av de samme områdene som i 2016 og 2017, men også undersøke nye områder lenger sør. MS Birkeland gikk sørover vest av Portugal, Madeira og Kanariøyene, nord for Kapp Verde, vestover mot den midtatlantisk rygg og områdene langs Reykjanes-ryggen sør for Azorene (Figur 31). I 2018 ble det foretatt kontinuerlig hydroakustiske registreringer av mesopelagiske arter. Ekkoloddet ble kjørt med EK80 software, og ble operert i "slavemodus" fra et 38Khz Sonic Kaijo Denki KSE 300 ekkolodd. Data ble prosessert med software LSSS og nautisk areal spredekoefisient ble estimert for hele ruten.



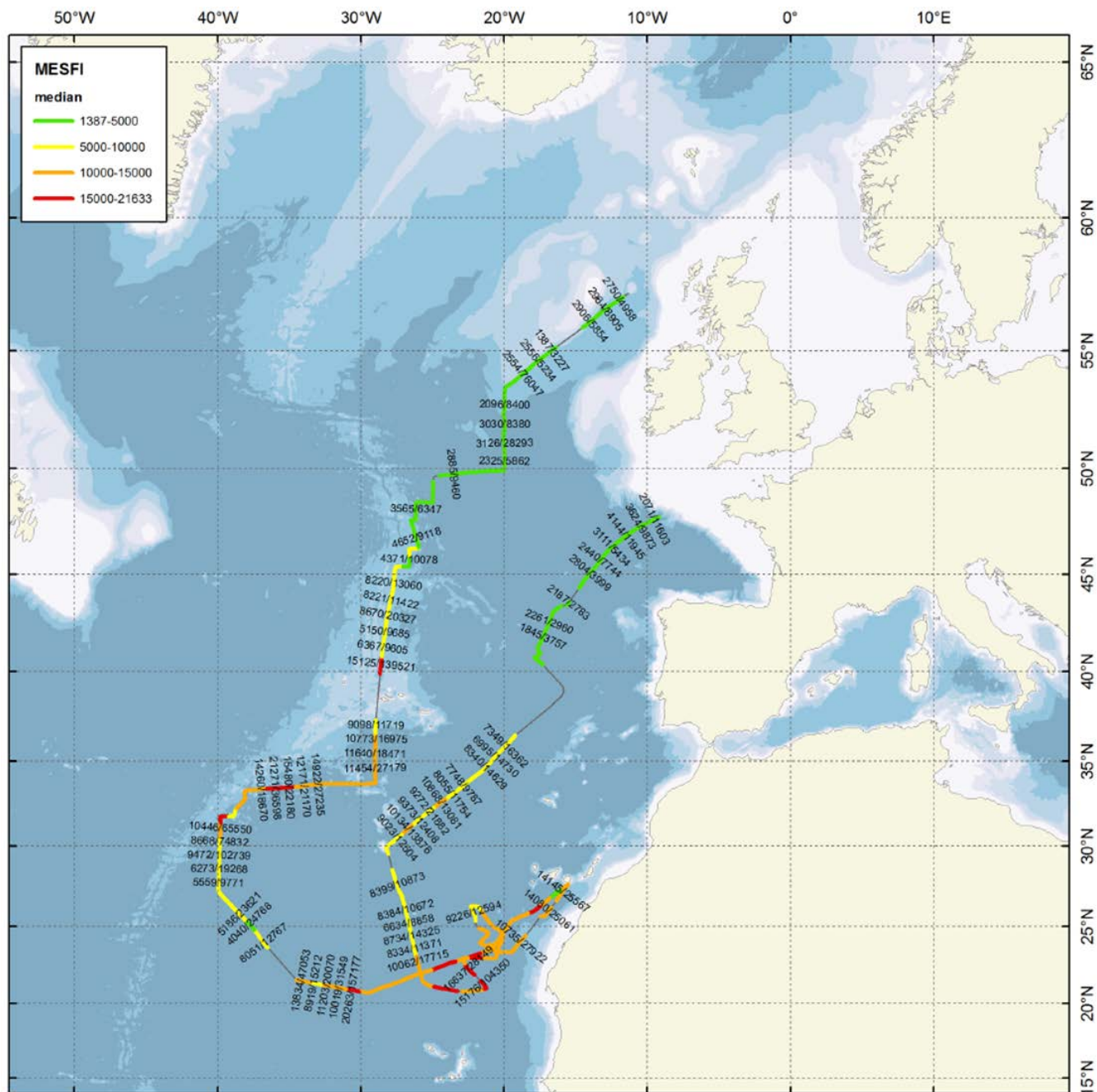
Figur 31: Toktrute for 2018-toktet (svarte linje) (Kilde: Ingvar Huse, 2018).

Laksesild og lysprikkfisk ble ikke funnet i signifikante konsentrasjoner under dette toktet. Ekkolodd-registreringene langs Reykjanes-ryggen, sørvest for Azorene, var blant de høyeste verdiene på hele toktet, men likevel for lave til å foreta prøvehal. Det ble gjennomført i alt fire prøvehal på hele toktet, se Tabell 5. Den største fangsten av lysprikkfisk ble tatt nord fra Kapp Verde. Langs Reykjanes-ryggen var fangstene mindre enn 5 kg per tauetime. Effektiv tauetid varierte fra 20 til 130 minutt, beregnet som tiden fra headlina på trålen nådde den ønskede fiskedybden til start hiving, og fangstene varierte fra 0 til 100 kg.

Tabell 5. Detaljerte informasjon om alle prøvehal

Dato	Hal	Posisjon	Tauetid [min]	GMT+1	Fiskedyp [m]	Art	Mengde [kg]
02.05.18	1	37°N 12' 750" 18°W 12' 640"	55	15:35	50-70	Ikke mesopelagisk fisk. Noen småfisk (lite) og maneter	30
05.05.18	2	21°N 31' 800" 21°W 36' 400"	130	08:00	344	Lysprikkfisk (95%), perlemorfisk, laksesild, diverse	100
10.05.18	3	23°N 34' 855" 20°W 47' 504"	19	21:08	13	Ikke mesopelagisk fisk, trompetfisk (90%), sjøpølser	100
23.05.18	4	300 n.m. Syd for Azorene	60	12:00	300	Ingen fisk	0

Ekkoverdiene langs Reykjanes-ryggen, der det i 2016 og 2017 ble registrert større konsentrasjoner, var lave i 2018. De høyeste verdiene ble observert i Kanari-strømmen utenfor den afrikanske kysten og nordvest for Kapp Verde (Figur 32). Også noen få områder øst av den midtatlantiske ryggen (syd for Azorene) viste høye verdier.

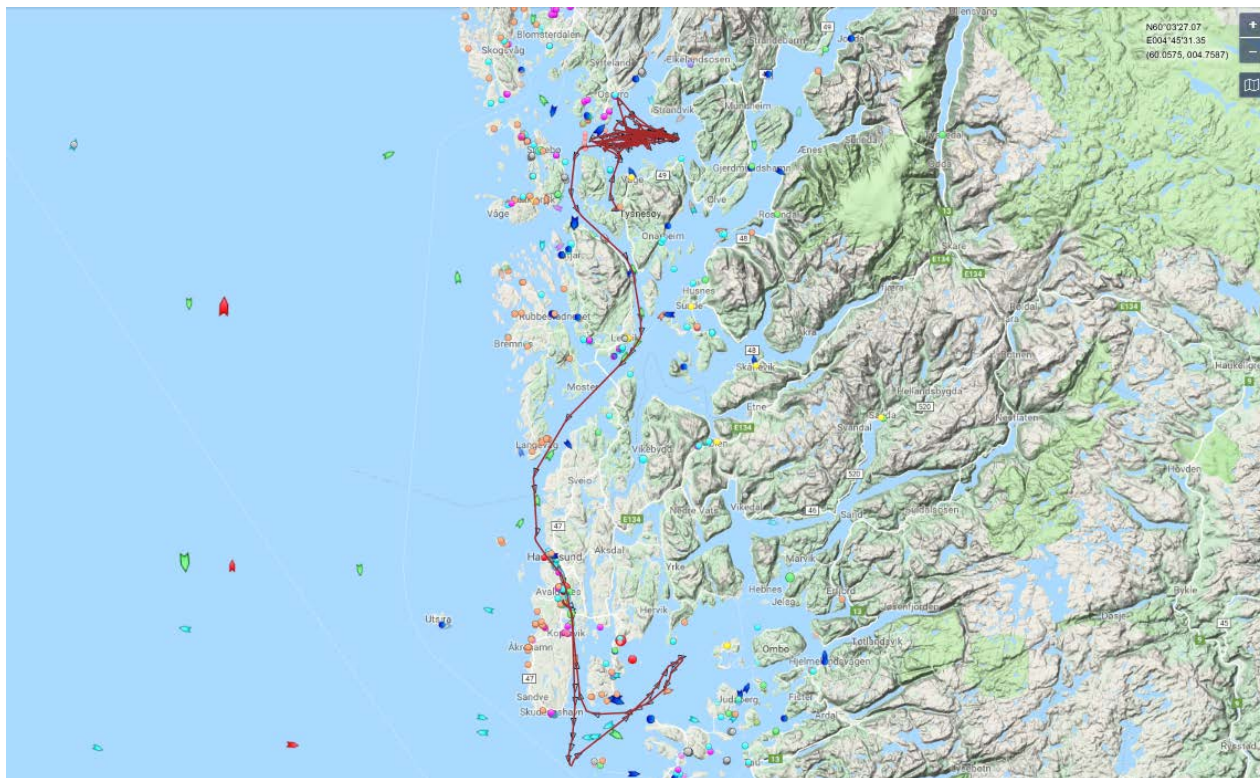


Figur 32: Medianverdier / Maksimumsverdier av nautisk areal spredkoeffisient ($S_A(m^2/(n.m.)^2)$) per 50 n.m.. Variabelen MESFI inneholder summen av all mesopelagisk biomasse (Utarbeidet av Ingvar Huse, 2018).

Egersund 800m trål ble brukt på alle fire prøvehalen, men siden fangstene var så små kunne ikke test-programmet for trålene og oppsamlingsposene følges.

2.5 Tokt med FF Johan Hjort, desember 2018.

Toktet med FF Johan Hjort ble ledet av Havforskningsinstitutt, og ble gjennomført i perioden 02.-11. desember 2018 i fjordene ved Bergen (Figur 33). Målet med toktet var å teste tre ulike sampling-tråler, som er designet spesielt for å ta prøver av mesopelagiske organismer i vannsøylen ned til 300 m, og å gjennomføre prøvefiske og logge akustiske data.



Figur 33: Kurslinjen fra F/F Johan Hjort.

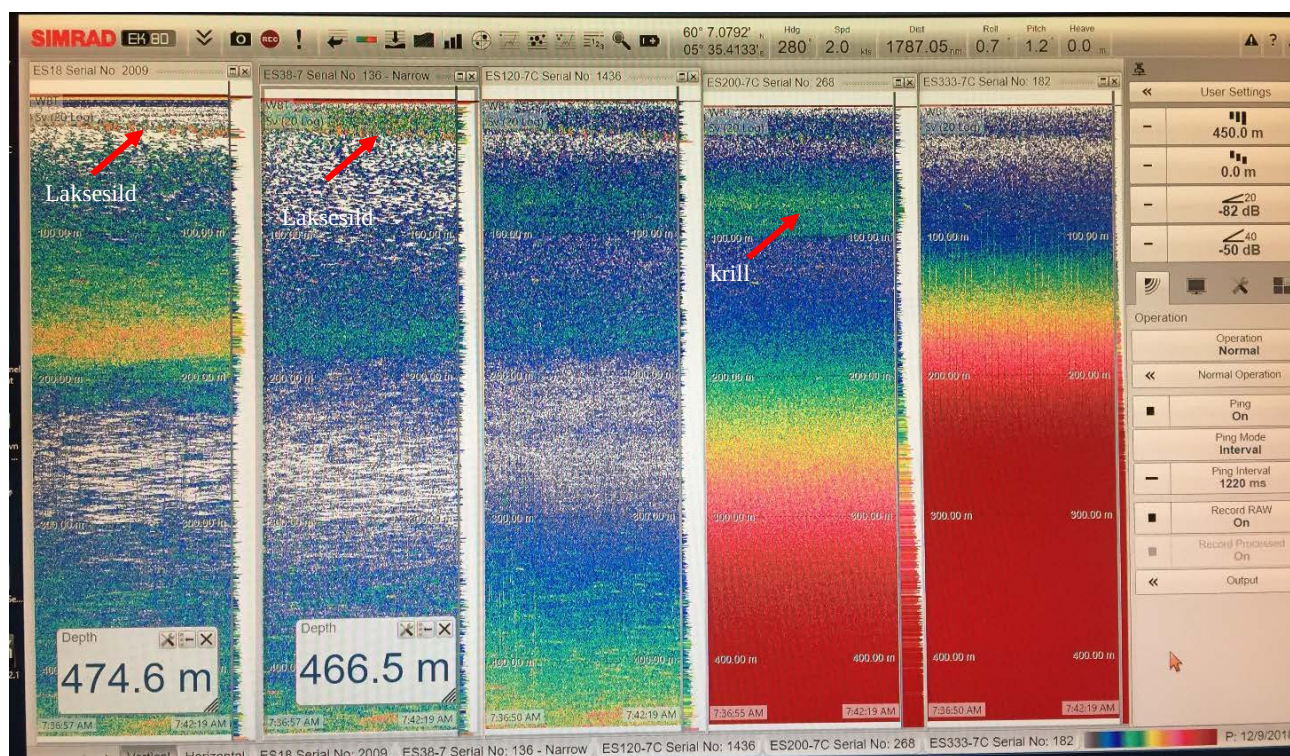
Trålene som ble brukt på toktet var i) en Egersund 400m trål, ii) en Åkrehamn 400m trål. Begge disse trålene hadde påmontert innvendige småmaskede seksjoner i 16mm knuteløst lin, som dekket hele trålens belg, forlengelse og sekk. I tillegg ble det brukt iii) en liten Åkrehamn trål laget i 4mm knuteløst nylon lin. Utstyret som ble festet på trålene var en SIMRAD-Kongsberg bredbånds akustiske transponder (WBAT), en ADCP, trykksensorer og flere undervanns videokameraer. I tillegg ble et Deep Vision-system³ festet til Åkrehamn- og Egersund trålene.

Egersund- og Åkrehamn trålene ble rigget med 60 m sveiper og 12m² Vonin Tornado tråldører som veide 4,200kg hver. Under operasjon var Egersund trålen 25-26m bred og 17-18m høy, som ga et effektivt fangstareal på ca. 360m². Åkrehamn trålen var 26-28m bred og 23-24m høy, som ga et fangstareal på ca. 510m². Trålene ble tauet i en V-bane i vannsøylen, hvor trålene ble senket sakte ned til 300m. Når denne dybden ble nådd ble trålene sakte tatt opp igjen. Under hele denne operasjonen ble tauehastigheten justert i forhold til hastigheten målt på trålens headline, som ble holdt stabilt på rundt 1.4 knop. Trålene ble byttet ut hvert tredje hal og tråling foregikk fra kl. 08:00 til ca. kl. 22:00.

³ Deep Vision er et undervanns system for å identifisere og måle fisk under vann. Deep Vision-systemet består av en ramme og kameraenhet festet med glidelås til trålen. I en innsnevring fotograferes alle organismer som går gjennom denne av et stereokamera. HD-bildene analyseres videre i Deep Vision-programvaren for registrering av arter og semi-automatisk lengdemåling. <https://www.deepvision.no/deep-vision/deep-vision>

Fangstene fra hvert prøvehal ble sortert på art og veid. De mest vanlige artene ble lengdemålt før prøvene ble fryst for videre analyser av mageinnhold, DNA, osv. Fangstene varierte fra noen få kg til ca. 20 kg per effektive tauetime. Hovedartene som ble tatt var laksesild (*Maurolicus muelleri*), nordlig lysprikkfisk (*Benthosema glaciale*), krill, og flere typer maneter.

Akustisk data ble også logget fra FF Johan Hjorts senkekjøl med fem forskjellige SIMRAD svingere, 18, 38, 120, 200 og 333 KHz (Figur 34). Akustiskdata ble analysert med EK80 software for senere estimering av areal spredekoefisient.



Figur 34: Skjerm bilde som viser ekkoresponsen av mesopelagiske organismer målt med forskjellige frekvenser: fra venstre mot høyre er 18, 38, 120, 200 og 330 KHz. På 18 og 38 KHz er det mulig å se laksesild nær overflaten, mens på 200KHz klarer vi å se krill på 60-100m.

3 Diskusjon

Laksesild (*Maurolicus muelleri*) og nordlig lysprikkfisk (*Benthosema glaciale*) ble ikke funnet i store (kommerielle) signifikante konsentrasjoner under toktene i 2016, 2017 og 2018, og fangstratene var for lave (mindre enn 8 tonn per time) med tanke på et fremtidig kommersiellfiske etter mesopelagisk fisk i midtatlantisk rygg området. Der er imidlertid en betydelig usikkerhet hva gjelder trålenes faktiske fangstevne mht. maskestørrelse og effektive fangstareal. Generelt sett var fangstsammensetningen på toktene i 2017 annerledes enn i 2016, på samme tid og i samme områder. Innslaget av småkrill var større i 2017 og den laksesilden som ble tatt var i gjennomsnitt mindre (<25mm). Det var også vanskelig å skille mellom krill og laksesild ved bruk av fartøyets hydroakustiske utstyr (38KHz lodd).

Flere studier som er publisert i de siste tre årene har vist at mesopelagisk fisk er resonerende ved 38KHz, dvs. at svømmeblæren kan gi (opp til 10 ganger) sterkere ekkorespons enn normalt, og at biomassen dermed kan bli overestimert. Dette problemet har vist å være oppfordrende men kan kanskje løses ved å bruke flere frekvenser. Ved hjelp av undervannsopptak observerte vi store mengder boblebærende siphonphorer på mellom 100-600m dyp. Likevel besto fangstene hovedsakelig av fisk, krill og store maneter. Dette tyder på at siphonophorene ble silt ut gjennom trålen, eller knust (ødelagt) før sekken kom om bord slik at det ikke var å registrere dem på dekk. Høye ekkoregistreringer og lave fangstmengder kan tyde på at mye av ekkoverdiene langs Reykjanes-ryggen, spesielt i 2016 og 2017, ble forårsaket av siphonophorer og ikke mesopelagisk fisk.

De store maskene fremst i Egersund 800 trålen hadde typisk en åpning på ca. 18%, mens de i utgangspunktet er designet for å ha en åpning på ca. 25-30%, noe som betyr at vi ikke oppnådde det maksimale trålpningsarealet. Dette skyldes hovedsakelig for liten spredekraft fra tråldørene og side-kitene ved de aktuelle tauehastighetene. De 14 m² tråldørene som ble brukt under forsøket hadde ikke tilstrekkelig med spredningskraft og slet med å gi trålen mer enn 50 m horisontal åpning. Side-kitenes plassering var heller ikke optimale og undervannskameraopptak viste at de ikke åpnet seg; dermed ble de fjernet. Det anbefales å bruke 1500-2000kg lodd per ving og sterkere eller større tråldører.

Designet til Egersund 800m-trålen er blitt justert i forhold til tauemotstand, tråddykkelse og maskestørrelse, og de småmaskede panelene så ut til å overlappe hverandre fint. Selv om denne trålen fremdeles er tung å taue i 2.2-2.4 knop (ca. 40-46 tonn motstand), gir den et effektivt fangstareal (arealet med småmasket bleiene) på ca. 1268m². I 2017 fant vi mye liten laksesild (< 25mm) og registrerte stor inngang av fisk i trålen (med hjelp av trålsonaren). Likevel ble det meste av fisken silt ut av trålen gjennom 20mm-maskene i belgen og forlengelsen, og også gjennom 16mm-maskene i den fremste delen av sekken. At vi ikke fant fisk større enn 3-4 cm i store nok konsentrasjoner i 2017 gjorde at vi ikke kunne teste trålens effektivitet og bleienes evne til å tilbakeholde fisk større enn 40mm, og dermed kan vi ikke trekke noe konklusjon om trålens effektivitet. I 2018 så vi enda lavere konsentrasjoner av mesopelagisk organismer og det derfor ble det ikke gjennomført prøvetrålning.

Analysene av fremmedstoffer i råstoffet fra prøvafisket i 2016 og 2017 viste svært lave verdier av uønskede stoffer. Dette er positivt med hensyn til anvendelse av mesopelagisk råstoff til føringredienser.

4 Konklusjoner

Det er uklart om Egersund 800m-trålen er egnet til kommersielt fiske etter mesopelagisk fisk, fordi vi ikke fikk testet den under store konsentrasjoner av voksen (>40mm) mesopelagiskfisk. Trålen ble ikke heller testet under røffere værforhold enn frisk bris mht. konstruksjonsmessig styrke. Det anbefales å gjennomføre videre fullskala testing av trålen, helst under forskjellige værforhold.

Det at svært lite fisk havnet i sekken til tross for høye ekkoregistreringer i 2016-2017 kan tyde på at mye av ekkoverdiene ble forårsaket av siphonophorer og ikke mesopelagiskfisk. Det anbefales å gjennomføre prøvefiske i andre årstider enn april-juli fordi artssammensetning kan endres i løpet av året.

Flerfrekvens akustikk (38, 70, 120, 200, 320 Khz) eller et bredbånd ekkolodd kan være en stor fordel for lokalisering og identifisering av mesopelagisk fisk i videre forsøk.

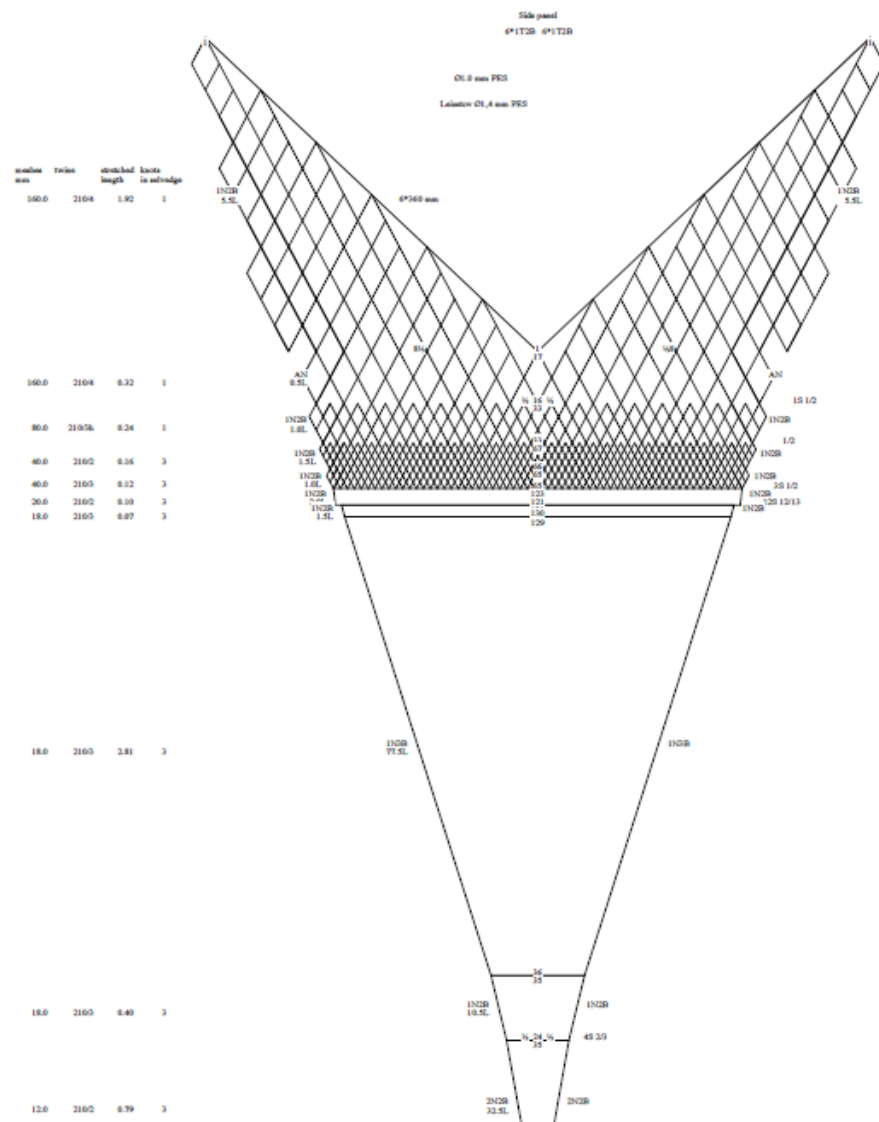
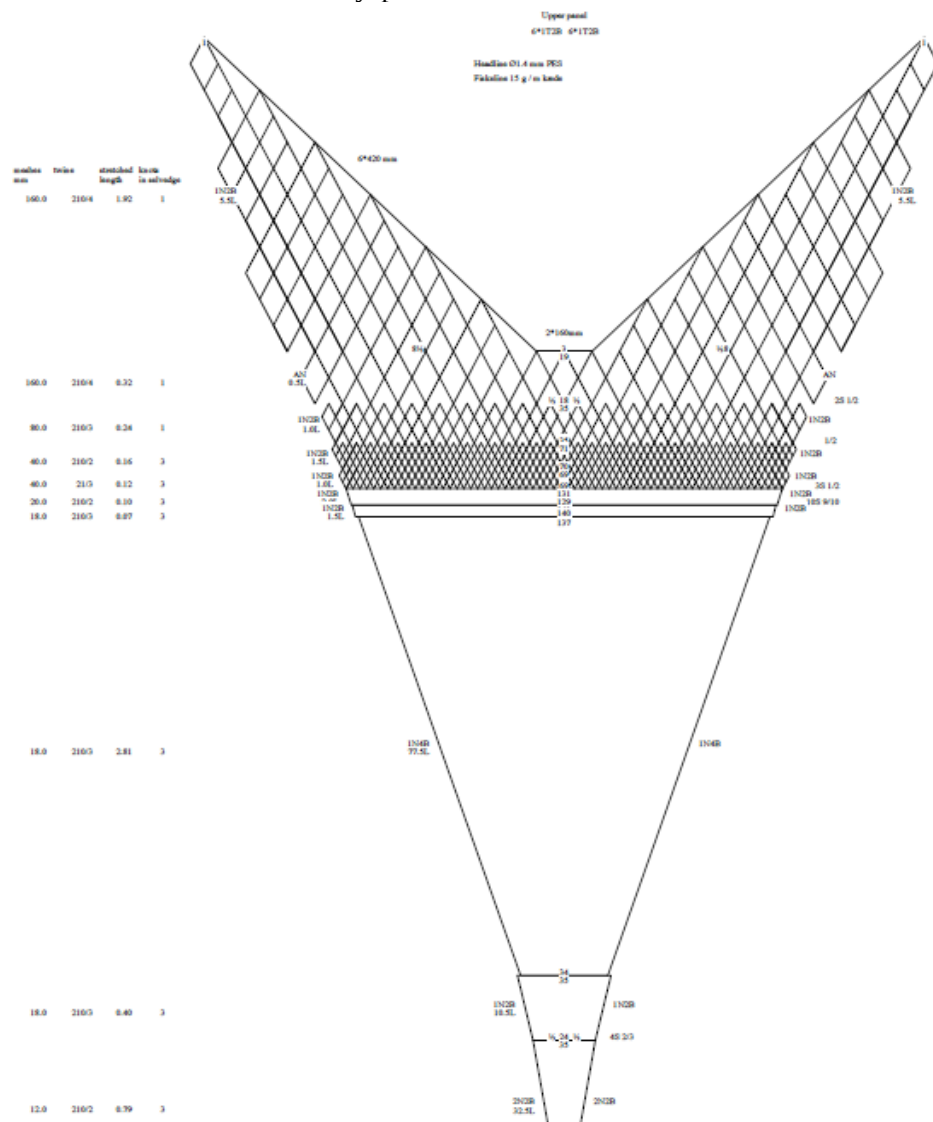
I de forskjellige toktene har det vært benyttet småmaskede seksjoner med maskestørrelser fra 16-40 mm, og det oppgitte effektive fangstarealet for de forskjellige trålene og toktene er ikke gjensidig tilsvarende eller sammenlignbare. Det er uklart hva valgene av maskestørrelser er basert på. Før fremtidige tokt bør det gjøres nærmere vurderinger av passende/nødvendig maskestørrelse for å holde tilbake mesopelagisk fisk av en gitt art og ønsket fangststørrelse. Fremtidige fremstillinger av fangsteffektivitet må relateres mer systematisk til forskjellige seksjoners inngangsareal, dvs. med en gitt maskestørrelse og maskeåpning, før man kan si noe om hva som er effektivt fangstareal og hvilke konsentrasjoner av fisk man tråler i.

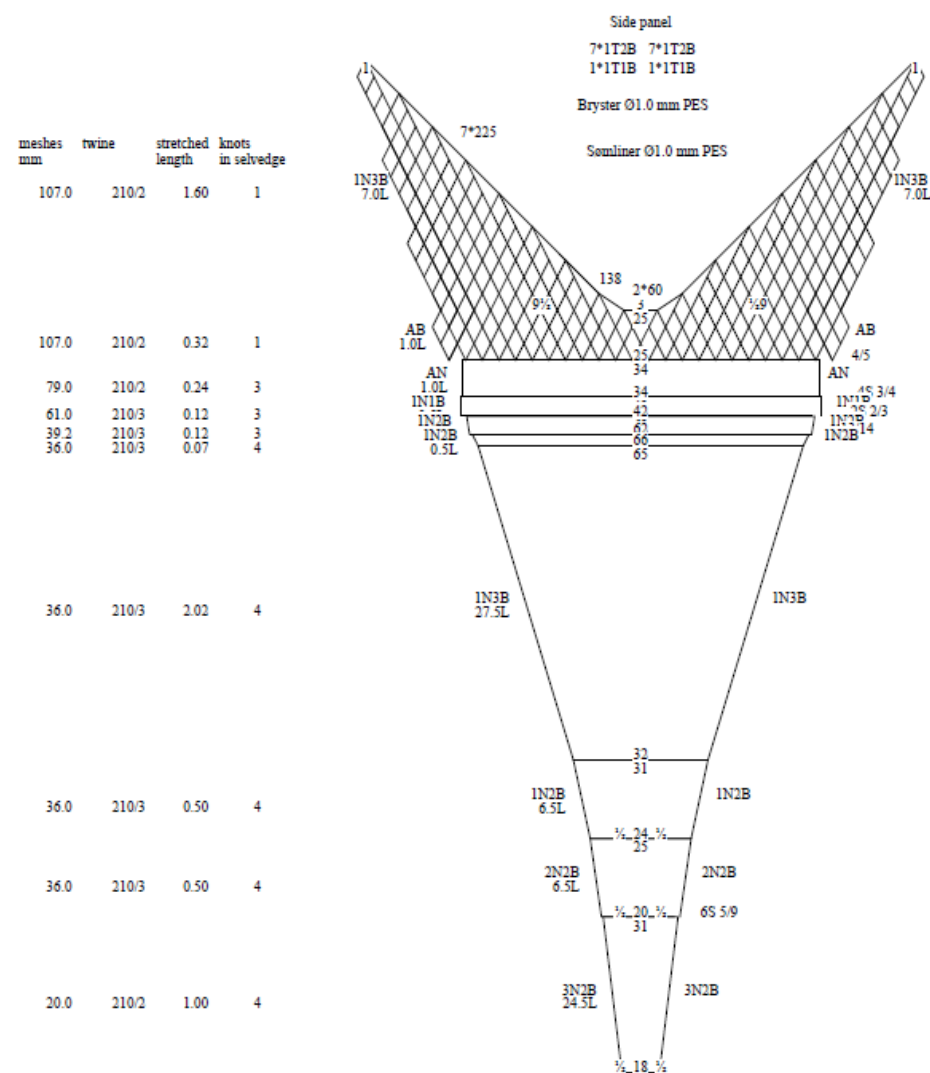
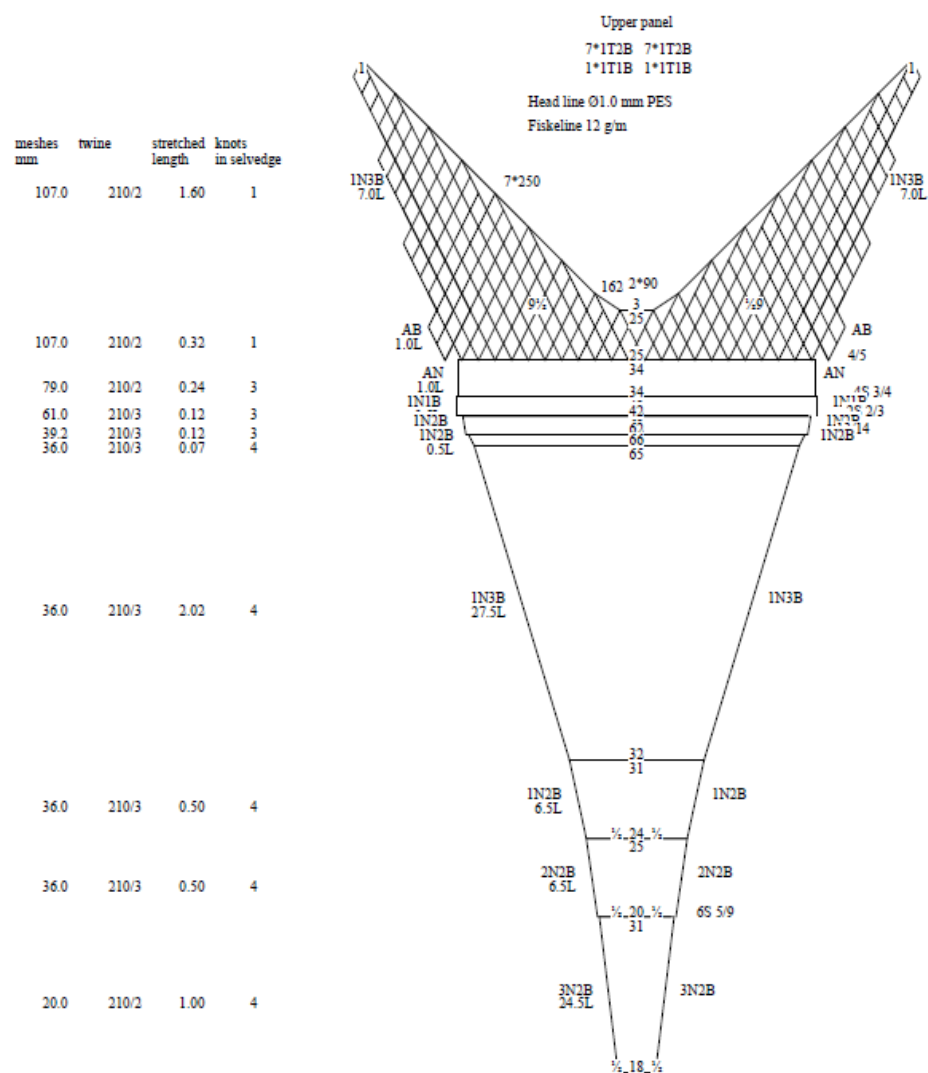
5 Takk

Vi takker Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond (FHF) for finansiell støtte til dette prosjektet, Br. Birkeland Fiskebåtrederi AS og Egersund Trål AS for betydelig egeninnsats ifm. utvikling og testing av trålene, og Fiskeridirektoratet for å ha innvilget prøvefisketillatelse og tilskudd av fiskeriforskningsmidler til gjennomføring av toktene i 2016, 2017 og 2018. I tillegg er prosjektet støttet gjennom Skattefunn (2016-2018), Norges Forskningsråd ved Havteknologiprogrammet, og Innovasjon Norge ved tilskudd fra Bioraffineringsprogrammet og Miljøteknologiordningen.

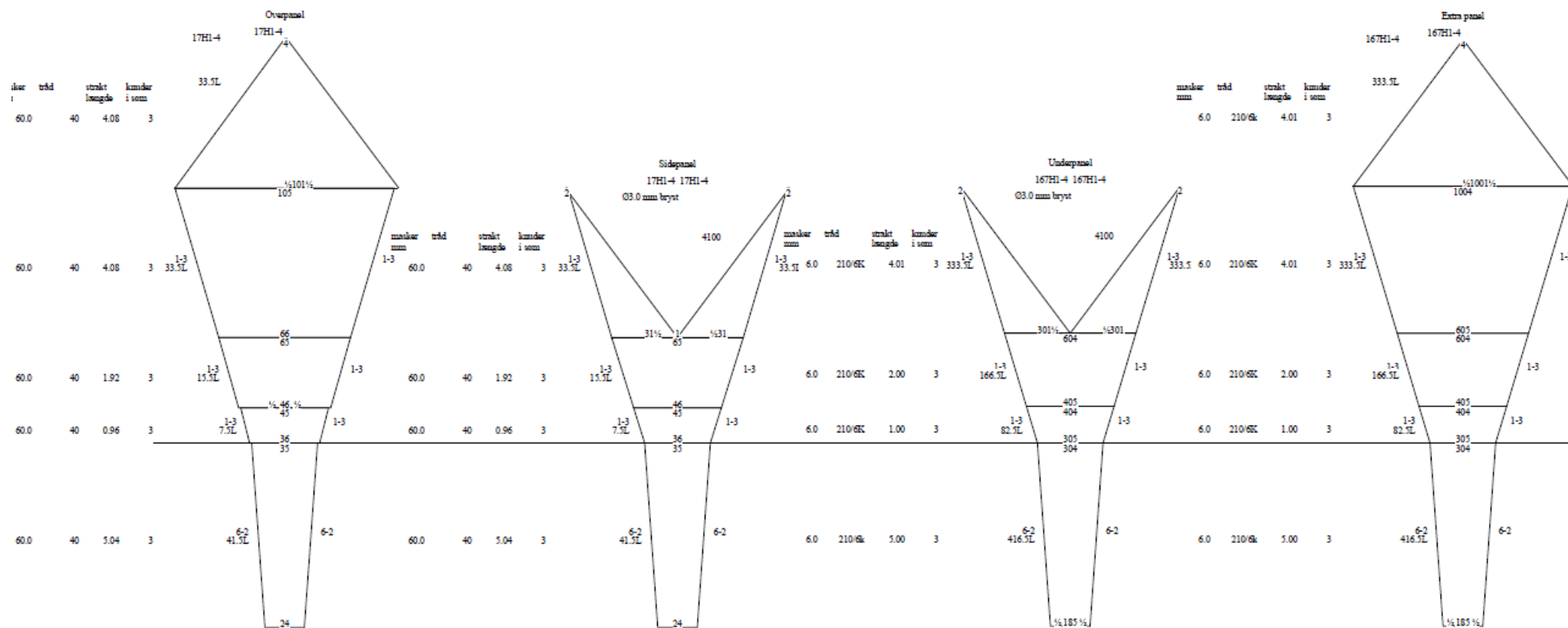
Vedlegg 1: Model 1166 1200 m Laksesild Pelagisk trål. Company: Egersund Trål A/S. Skala 1:50

File: M1166 1200m Laksesild Lysprikkfisk trål 1_50.ctf





Vedlegg 3: Spesifikasjoner av oppsamlingsposene





Teknologi for et bedre samfunn
www.sintef.no