

2018:01302 - Åpen

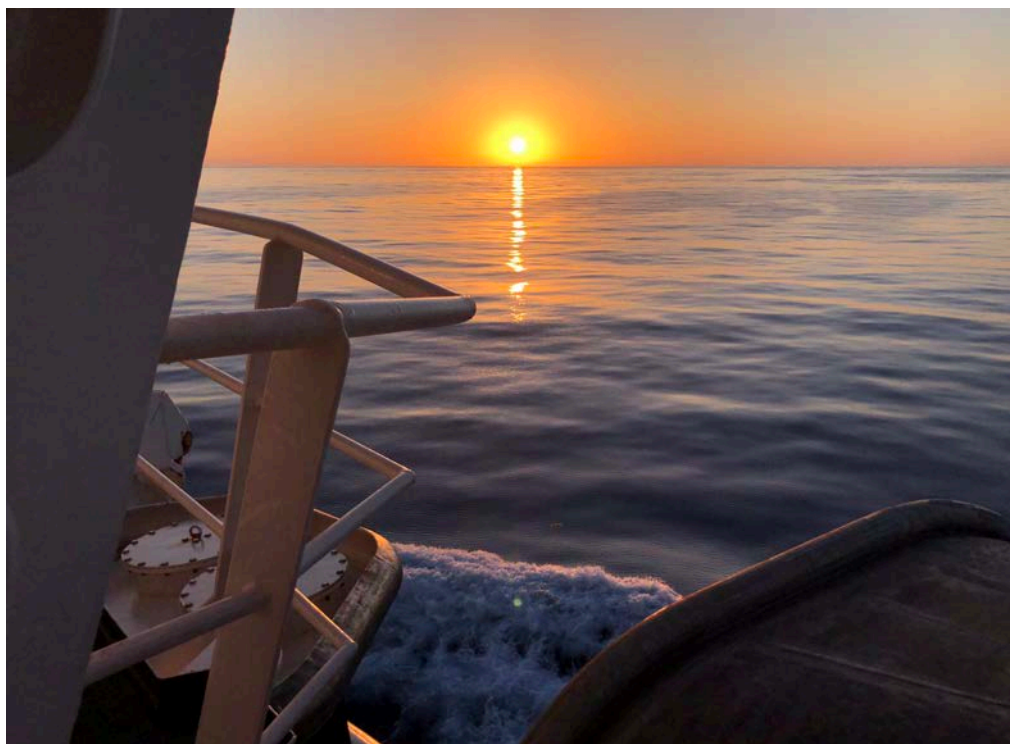
Rapport

Industriell utnyttelse av mesopelagisk fisk - ILLUM

Rapport til Fiskeridirektoratet i forbindelse med tilskudd til fiskeriforskning 2018, F.dir. ref. 17/17061

Forfattere

Leif Grimsmo, Eduardo Grimaldo
Bendik Toldnes, Erlend Indergård, Guro M. Tveit og Manu Sistiaga



SINTEF Ocean AS

2018-12-12

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

Industriell utnyttelse av mesopelagisk fisk - ILLUM

Rapport til Fiskeridirektoratet ifb. med tilskudd til fiskeriforskning 2018

RAPPORTNR	PROSJEKTNR	VERSJON	DATO
2018:01302	302002542	1	2018-12-12

EMNEORD:Mesopelagisk fisk,
redskapsteknologi,
fangstfordeling,
næringsinnhold,
prosessering,
prosessteknologi**FORFATTER(E)**Leif Grimsmo, Eduardo Grimaldo, Bendik Toldnes, Erlend Indergård, Guro M. Tveit og
Manu Sistiaga**OPPDRAGSGIVER(E)**

Fiskeridirektoratet, Br Birkeland Fiskebåtrederi AS

OPPDRAGSGIVERS REF.

F.dir. ref. 17/17061

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:**11s. /2 vedlegg****GRADERING**

Åpen

GRADERING DENNE SIDE

Åpen

ISBN

978-82-14-06804-7

SAMMENDRAG

I perioden mai-juni 2018 ble det gjennomført et 6 ukers tokt med den pelagiske tråleren "Birkeland" langs den midtatlantiske rygg, ned mot Vest-Afrika og opp fra Kapp Verde til Azorene. Deltagere på toktet var 6 vitenskapelig ansatte ved SINTEF Ocean (3 uker hver), en masterstudent (akustikk) ved Universitetet i Bergen og en rådgiver ved Havforskningsinstituttet (HI). Hydroakustiske registreringer ble gjort med et Simrad EK60 38 kHz ekkolodd utlånt fra HI.

I de undersøkte områdene på dette toktet ble det registrert små forekomster av mesopelagisk fisk i forhold til i 2017, og spesielt i forhold til 2016 da "Birkeland" var i samme områder på samme tid på året. Det ble totalt bare gjennomført 4 trålhal, hvorav to ga så små fangster at det ikke ga grunnlag for prøvetaking, ett ga fangst av trompetfisk og det andre ga mesopelagisk fisk. Det rettes en stor takk til mannskapet på M/S "Birkeland" for godt samarbeid under toktet i 2018.

**UTARBEIDET AV**

Leif Grimsmo, Eduardo Grimaldo

**KONTROLLERT AV**

Svein Helge Gjosund

**GODKJENT AV**

Hanne Digre

For


Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
1		Rapport til Fiskeridirektoratet fiskeriforskningsmidler 2018

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	4
1.1	Historikk 2016 og 2017	4
1.2	Tokt 2018	4
2	Toktbeskrivelse mai-juni 2018	5
2.1	Del 1 (med utgangspunkt i beskrivelse fra Ingvar Huse)	5
2.1	Del 2 (med utgangspunkt i beskrivelse fra Ingvar Huse)	5
3	Material og metoder	6
3.1	Fiskeredskap og leteutstyr	6
3.2	Prøvetaking og laboratorieforsøk	7
4	Logging av akustiske data (etter Kjetil Gjetsund Thorvaldsen)	8
5	Fangstsammensetning 2018	9
6	Vurderinger av videre aktivitet	10

BILAG/VEDLEGG

Notat fra Ingvar Huse mesopelagisk tokt 2018

Notat fra Kjetil Gjetsund Thorvaldsen mesopelagisk tokt 2018

1 Innledning

1.1 Historikk 2016 og 2017

Målsettingen med ILLUM-prosjektet er å utvikle potensialet for et industrielt fiske etter mesopelagiske fiskearter. Prosjektet startet i 2016; i juni-juli 2016 ble det gjennomført ett lengre tokt og i 2017 ble det gjennomført to lengre tokt: april-mai og juli med M/S "Birkeland" (LMWI, H-87-AV), hvor det ble tatt råstoffprøver, gjennomført laboratorieforsøk ombord og gjennomført analyser av råstoff og fraksjoner.

På toktene i 2017 var fangstsammensetningen annerledes enn i 2016. Fangstene var tatt på samme tid på året og i samme områder. Innslaget av krill var større i 2017 enn i 2016, og den laksesilden som ble tatt var i gjennomsnitt av mindre størrelse i 2017 enn i 2016. Det var også vanskelig å skille mellom krill og laksesild ved bruk av fartøyets hydroakustiske utstyr. Det er analysert prøver for aldersbestemmelse og vekstestimerting av laksesild både fra tokt i 2016 og 2017 ved AZTI Marine Research i San Sebastian (Spania). Kjemiske analyser, inkludert analyser av fremmedstoffer, og prosessforsøk i laboratorieskala vil legges frem i en vitenskapelig artikkel som er planlagt publisert på nyåret 2019.

Det har vært meningen å fryse ned prøver for prosesseringsforsøk i pilotskala med Mobile Sealab på land, men fisket både i 2017 og i 2018 har vært såpass begrenset at prøvekvantumet (som bør være godt over 500 kg for slike forsøk) ikke har vært stort nok for gjennomføring av disse forsøkene.

1.2 Tokt 2018

I perioden mai-juni 2018 ble det gjennomført et 6 ukers tokt med M/S "Birkeland" langs den midtatlantiske rygg, ned mot nordvestkysten av Afrika og opp fra Kapp Verde til Azorene. Deltagere på toktet var totalt 6 vitenskapelig ansatte ved SINTEF Ocean (3 uker hver), en masterstudent innen akustikk ved Universitetet i Bergen og en rådgiver ved Havforskningsinstituttet (HI).

Ingvar Huse fra Havforskningsinstituttet og masterstudent Kjetil Thorvaldsen ved Universitetet i Bergen opererte og tolket registreringene fra ekkoloddet (Simrad EK60, 38 kHz), som var lånt ut fra Havforskningsinstituttet for kontinuerlig logging av mesopelagisk biomasse under hele det 6 uker lange toktet. Huse og Thorvaldsen har utarbeidet egne notater som inkluderes som vedlegg til denne rapporten. Egil Ona ved Havforskningsinstituttet (HI) installerte og kalibrerte det hydroakustiske utstyret utlånt av HI om bord før avgang.

2 Toktbeskrivelse mai-juni 2018

2.1 Del 1 (med utgangspunkt i beskrivelse fra Ingvar Huse)

"Birkeland" gikk fra Austevoll 25. april. Skipper om bord på første del av toktet var Frode Aga, og mannskapet var på ytterligere 8 mann, samt Manu Sistiaga, Erlend Indergård og Bendik Toldnes fra SINTEF Ocean. Masterstudent Kjetil Gjetsund Thorvaldsen fra UiB/HI og Ingvar Huse fra HI var med på hele toktet (del 1 og 2). På sørvestsiden av Irland ble første trålhal gjennomført - uten fangst.

Fartøyet gikk deretter mot Azorene. Her ble "Birkeland" engasjert i en leteaksjon etter to personer fra en seilbåt som hadde gått ned. Dette tok 3 dager. Deretter fortsatte seilingen mot Kapp Verdes økonomiske sone hvor "Birkeland" ankom 5. mai., og kurset nordover utenfor de økonomiske sonene til Senegal, Mauritania, Vest-Sahara og Marokko.

Det ble gjennomført tre trålhal på Del 1 av toktet; ett hvor det var svært lite fangst, ett hvor det ble fanget noe mesopelagisk fisk, og ett hvor fangsten bestod av trompetfisk.

2.1 Del 2 (med utgangspunkt i beskrivelse fra Ingvar Huse)

Det var mannskapsskifte i Las Palmas 14.-16. mai, med Alf O. Bjånes som ny skipper. Fra SINTEF Ocean kom; Guro M. Tveit, Eduardo Grimaldo og Leif Grimsmo.

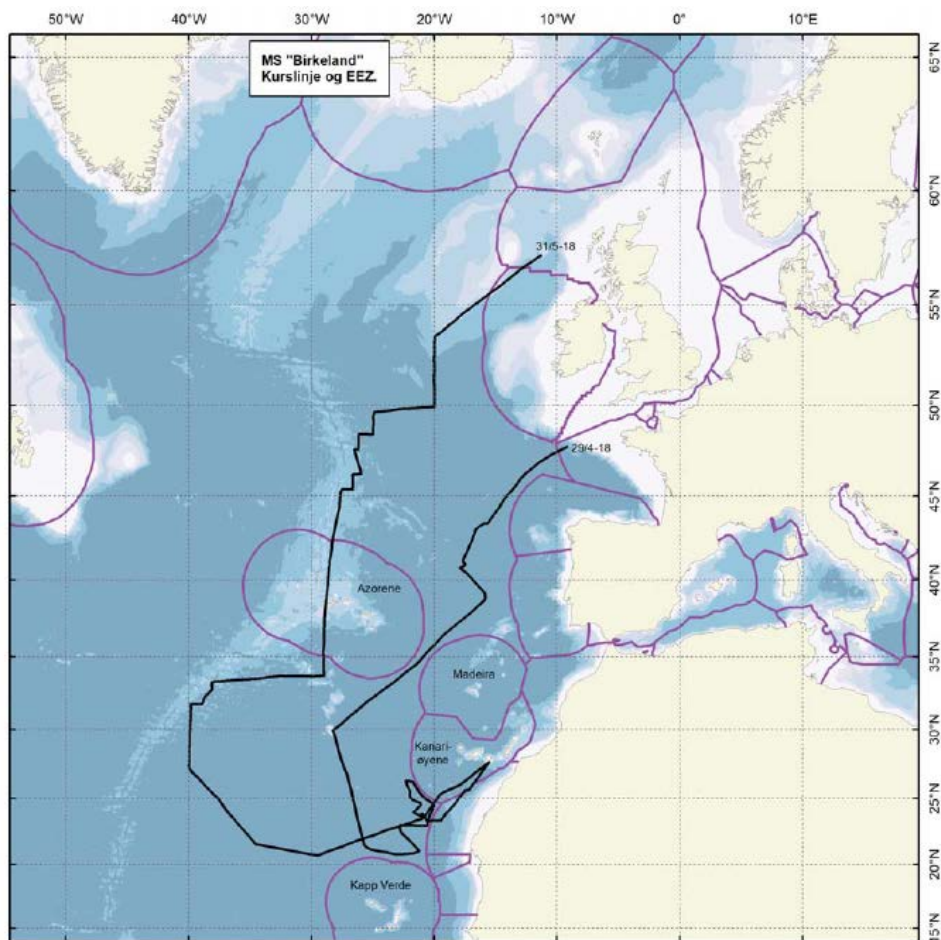
"Birkeland" gikk sørover fra Las Palmas tilbake mot Kapp Verde, for å undersøke om vi fant igjen forekomstene av trompetfisk (noe vi ikke gjorde), og så vestover i Kanaristrømmen til den midtatlantiske ryggen på ca. 20°N. Det ble gjennomført ett trålhal syd for Azorene. Fangsten i dette trålhalet var for liten til prøvetaking.

Tabell 1 nedenfor gir oversikt over gjennomførte trålhal for hele toktet, dvs. både Del 1 og Del 2. Det var bare ett av trålhalene (hal 1) som inneholdt mesopelagisk fisk. Det ble gjort laboratorieforsøk om bord med prøver fra dette halet, og råstoffet ble også analysert for kjemisk innhold samt at det ble gjennomført forsøk med saltopptak i råstoff i sjøvann over tid.

Tabell 1. Oversikt over trålhal for hele toktet.

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

Videre gikk kursen nordover vest for Azorene langs den midtatlantiske ryggen, og nordøstover mot sørvestkanten av Rock All – banken. "Birkeland" ankom Austevoll og Storebø 2. juni. Figur 1 nedenfor viser kurslinjer for toktet.



Figur 1. Kurslinjer for tokt gjennomført mai – juli 2019 med "M/S Birkeland" (figur fra Ingvar Huse).

3 Material og metoder

3.1 Fiskeredskap og leteutstyr

For fiskeleting ble fartøyets eget utstyr brukt: et 38 kHz Kaijo ekkolodd og en trålsone ved inngangen til trålen (200 kHz). I tillegg lånte vi et Simrad EK60 38 kHz ekkolodd, som ble installert og kalibrert om bord i "Birkeland" før avgang. Det ble gjennomført ekkointegrering av det mesopelagiske laget under hele toktet.

Prøvefisket ble gjennomført med en prototyp av mesopelagisk trål; en **800 m Lysprikkfisktrål** med småmasket innernett. Under fiskeri var denne trålen 45m høy og 45m bred. Det effektive fiskearealet for **800 m Lysprikkfisktrål** ble i 2017 målt til ca. 1268m², selv om trålen har et teoretisk fangstareal på over 1800m². Figur 2 nedenfor viser beregnede tråldimensjoner og tråldimensjoner målt under operasjon.



Figur 2. Beregning av tråldimensjoner og målte tråldimensjoner under operasjon for 800 m Lysprykkfisktrål.

3.2 Prøvetaking og laboratorieforsøk

Det ble på forhånd utarbeidet en forsøksplan for prøvetaking fra forsøkshal, laboratorieforsøk med prosessering ombord og kjemiske analyser med basis i erfaringer fra de mesopelagiske toktene i 2016 og 2017. Prosedyrer for prøvetaking og laboratorieforsøk er beskrevet i rapport til Fiskeridirktoratet "Industriell utnyttelse av mesopelagisk fisk" rapportnr. OC2017 F-242, Fdir., rapp 2017-11-17). Det henvises til denne rapporten for detaljert beskrivelse prosedyrer og metodikk.

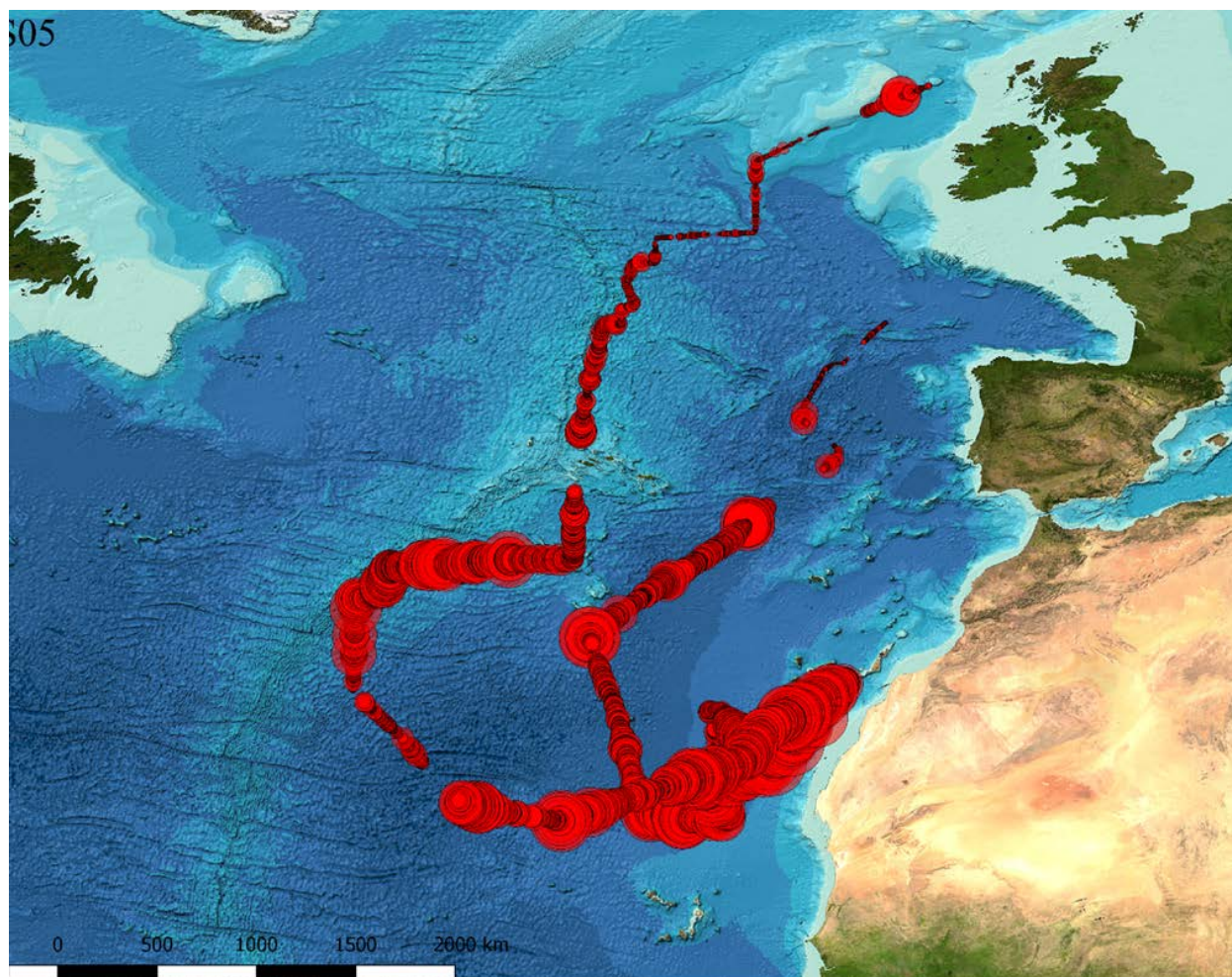
For dette toktet ble det utarbeidet en prosedyre for måling av saltopptak fra sjøvann i råstoffet. Hensikten med å måle saltopptak var å få et bilde på hvordan råstoffet tok opp salt fra sjøvann som funksjon av tid. Da de vanligste mesopelagiske fiskeartene har stor overflate i forhold til volum (små individer i forhold til pelagiske arter som f.eks. sild og makrell) kan en forvente at salt fra sjøvann relativt fort tas opp i fisken og utgjøre en begrensning i anvendelsen av råstoffet til fôr og mat hvis fisken blir liggende for lenge i sjøvann, enten i selve fangstredskapet eller i tanker om bord, før prosessering. Da vi kun fikk mesopelagisk fisk i ett hal (Hal 1, 5. mai 2018), ble slike målinger kun gjennomført for dette halet og på følgende måte: Vi brukte 5 liters plastbøtter til å måle saltopptak fra sjøvann i råstoffet. Først tok vi ut en 0-prøve hvor vannet ble silt av før innfrysing. Deretter ble fisken liggende i sjøvann i bøttene i blandingsforholdet en del fisk og en del sjøvann i 12 timer, 24 timer og 48 timer på kjølerom 3-4 °C. Sjøvannet ble silt av og prøvene ble umiddelbart fryst inn for senere måling av saltopptak i råstoffet på land.

4 Logging av akustiske data (etter Kjetil Gjetsund Thorvaldsen)

Under hele toktet ble det foretatt kontinuerlige hydroakustiske registreringer av mesopelagisk biomasse med et Simrad EK60 38 kHz ekkolodd utlånt fra HI.

Mesteparten av biomassen lå relativt konstant mellom 400-600 m dyp under hele toktet. I undersøkte havområder (og tidsrom) døgnmigrerte anslagsvis bare 20% av biomassen mot overflaten på natten.

Det ble dessuten avgjort å integrere registreringene over det "beste" 50 meters vertikale sjiktet, dvs. det vertikale sjiktet med sterkest hydroakustisk signal, for å estimere en potensiell fangstrate for en kommersiell mesopelagisk trål (se Figur 3). Dette ga en estimert fangstrate (med antatt 100% fangsteffektivitet) på opptil 5 tonn biomasse i timen. Dette anses som for lite for eventuell kommersiell fangst på mesopelagisk fisk, også selv om all denne biomassen er mesopelagisk fisk.



Figur 3. Tetthet av mesopelagisk biomasse i det "beste" 50 meters sjiktet, etter Kjetil Gjetsund Thorvaldsen.

5 Fangstsammensetning 2018

På grunn av svært små registreringer ble det altså kun foretatt 4 hal under hele toktet, hvorav to ga fangster av fisk og bare ett av disse igjen inneholdt mesopelagisk fisk (se figur 4 og 5 nedenfor).



Figur 4. Hal 1 (5. mai 2018, posisjon: 21°N 31' 800", 21°W 36' 400") bestod av lysprikkfisk (95%), laksesild (noen få individer) + diverse.



Figur 5. Hal 2 (10. mai 2018, posisjon: 23°N 34' 855", 20°W 47' 504") bestod av trompetfisk (90%) og sjøpølser.

6 Vurderinger av videre aktivitet

Dette toktet dekket ca 10.000 NM i Nord-Atlanteren i en 6-ukers periode uten å finne signifikante forekomster av mesopelagiske arter, og dermed ble det kun gjennomført svært få hal i løpet av toktet. Dette gjorde at vi ikke kunne gjennomføre planlagte forsøk med trål med oppsamlingssekker, og med unntak for ett hal, heller ikke prøvetaking fra forsøkshal, laboratorieforsøk med prosessering om bord, saltopptak i råstoff og kjemiske analyser.

Selv med finansiering både fra Fiskeridirektoratet (fartøyleie) og Norges Forskningsråd (FoU kostnader), har det påløpt betydelige kostnader for rederiet ifm. forberedelser og gjennomføring av tokt for å finne områder og perioder med drivverdige forekomster av mesopelagisk fisk. På bakgrunn av dette ble det sommeren 2018 innledet et samarbeid med to andre norske fiskeriselskaper, i et bedriftsnettverk, som sammen ønsker å utvikle en mesopelagisk industri. Bedriftsnettverket vil jobbe med å få på plass risikoavlastende finansiering av toktvirksomhet med kommersielle fartøy, mens nedstrøms aktiviteter som valg- og utvikling av, prosesseteknologi, marked etc. vil dette være den enkelte bedrift sitt ansvar. Dette samarbeidet, som har fått delfinansiering fra Innovasjon Norge (gjennom Bedriftsnettverksordningen), er høsten 2018 i en oppstartfase.

Kostnadene med å opparbeide et beslutningsgrunnlag for utvikling av en ny industri basert på mesopelagiske ressurser er som nevnt betydelige. Dette gjelder spesielt avklaringer rundt fangstbarhet og ressursgrunnlag. Det vurderes derfor slik at videre toktvirksomhet bør planlegges med innspill fra HI mht.:

- Tokttidspunkt og område; dvs. å kombinere ledig kapasitet i bedriftsnettverket med HI sine anbefalinger
- Instrumentering; hvilket hydroakustisk utstyr bør/må benyttes
- Praktisk samarbeid i gjennomføring av tokt på kommersielle fartøy

Vedlegg

- *Notat fra Ingvar Huse*
- *Notat fra Kjetil Gjetsund Thorvaldsen*

Rapport om mesopelagisk tokt med F/F "Birkeland" 25/04-02/05 2018

av

Ingvar Huse

Toktbeskrivelse

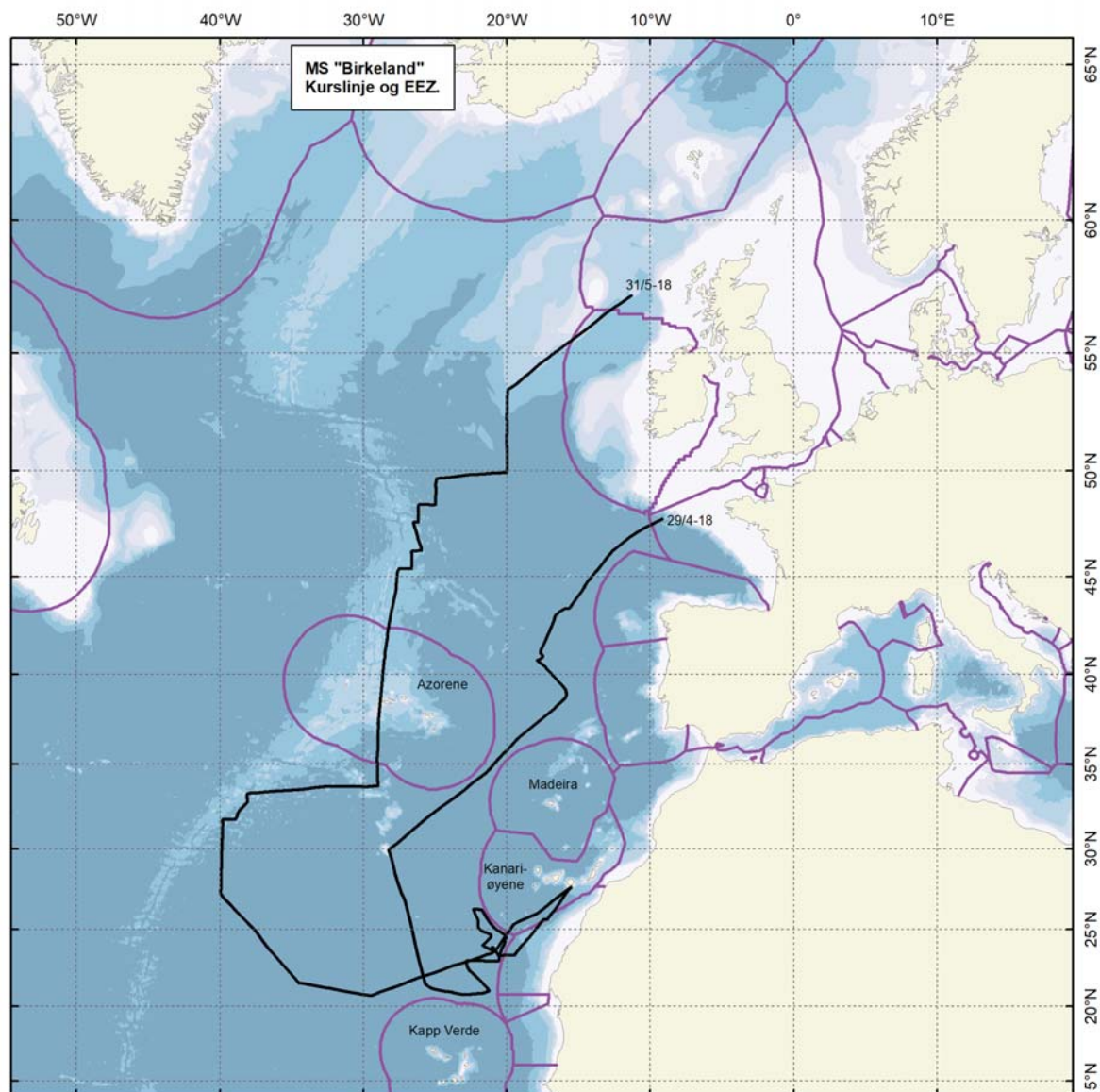
"Birkeland" gikk fra Austevoll 25.04.kl.1600, bunkret og provianterte i Haugesund, gikk til Egersund og tok ombord en not, og kurset mot den engelske kanal 26.04. Kaptein var Frode Aga, og mannskapet var på ytterligere 8, samt 3 fra SINTEF, en akustikkstudent fra UiB/HI, betalt av SINTEF, og undertegnede fra Havforskningsinstituttet. Gjennom kanalen kurset vi mot Madeira, men krysset litt ved utgangen av Biscaya på sørvestsiden av Irland. Hadde et trålhal her. Gikk så vestover mellom EEZ til Madeira og Azorene. Her ble vi engasjert i en leteaksjon etter to personer fra en seilbåt som hadde gått ned. Dette tok 3 dager. Så gjenopptok vi ferden videre mot Kapp Verdes EEZ. Ankom der 05.05.2018, og kurset nordover utenfor EEZ til Senegal, Mauritania, Vestsahara og Marokko. Gjennomførte to trålhal på denne strekningen, ett etter mesopelagisk fisk, og ett etter trompetfisk. Skiftet mannskap i Las Palmas 14.-16.05.2018. Alf Bjånes var nå kaptein. SINTEF skiftet også sine tre, slik at det bare var akustikkstudenten og undertegnede som var med på hele turen.



Figur 1. MS "Birkeland", kombinert snurper/tråler.

Gikk sørover mot Kapp Verde og så vestover i Kanaristrømmen til vi nådde den midtatlantiske ryggen på ca. 20 grader nord, sør for Azorene. Krysset nordover langs ryggen, og gjennomførte et trålhal syd for Faial/Horta 20.05.2018 på vei nordover på østsiden av

ryggen. Fulgte ryggen noen dager, og bøyde så nordøstover mot sørvestkanten av Rock All-banken. Kom inn i britisk EEZ 30.05.2018 kl. 2330. Kurset mot Austevoll, og ankom 02.06.2018 kl. 0800.



Figur 2. Kurslinje.

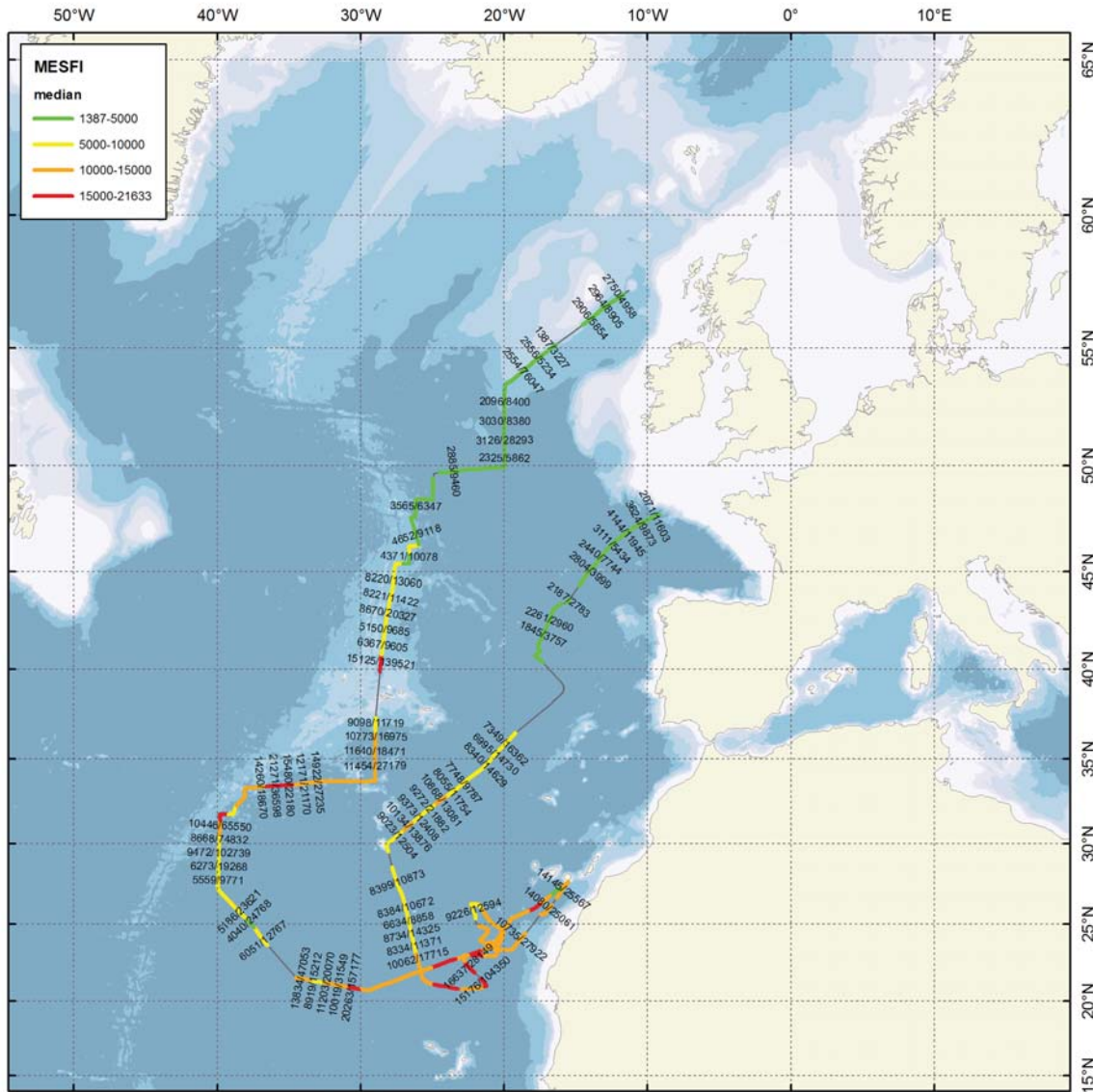
Resultater og diskusjon

Akustisk undersøkelse

Det akustiske utstyret som ble plassert på "Birkeland" av HI fungerte godt. Riktig nok måtte forsterkningen økes med 6 dB etter at Egil Ona kalibrerte loddet, men dette forårsaket ikke noen åpenbare problemer. Loddet ble kjørt med EK-80 software, og ble operert i slavemodus fra et Kayo-lodd som også var 38 Khz. Det førte til at pingraten ble lav, ca. ett ping annenhvert sekund, men det ga likevel rimelig gode registreringsforhold.

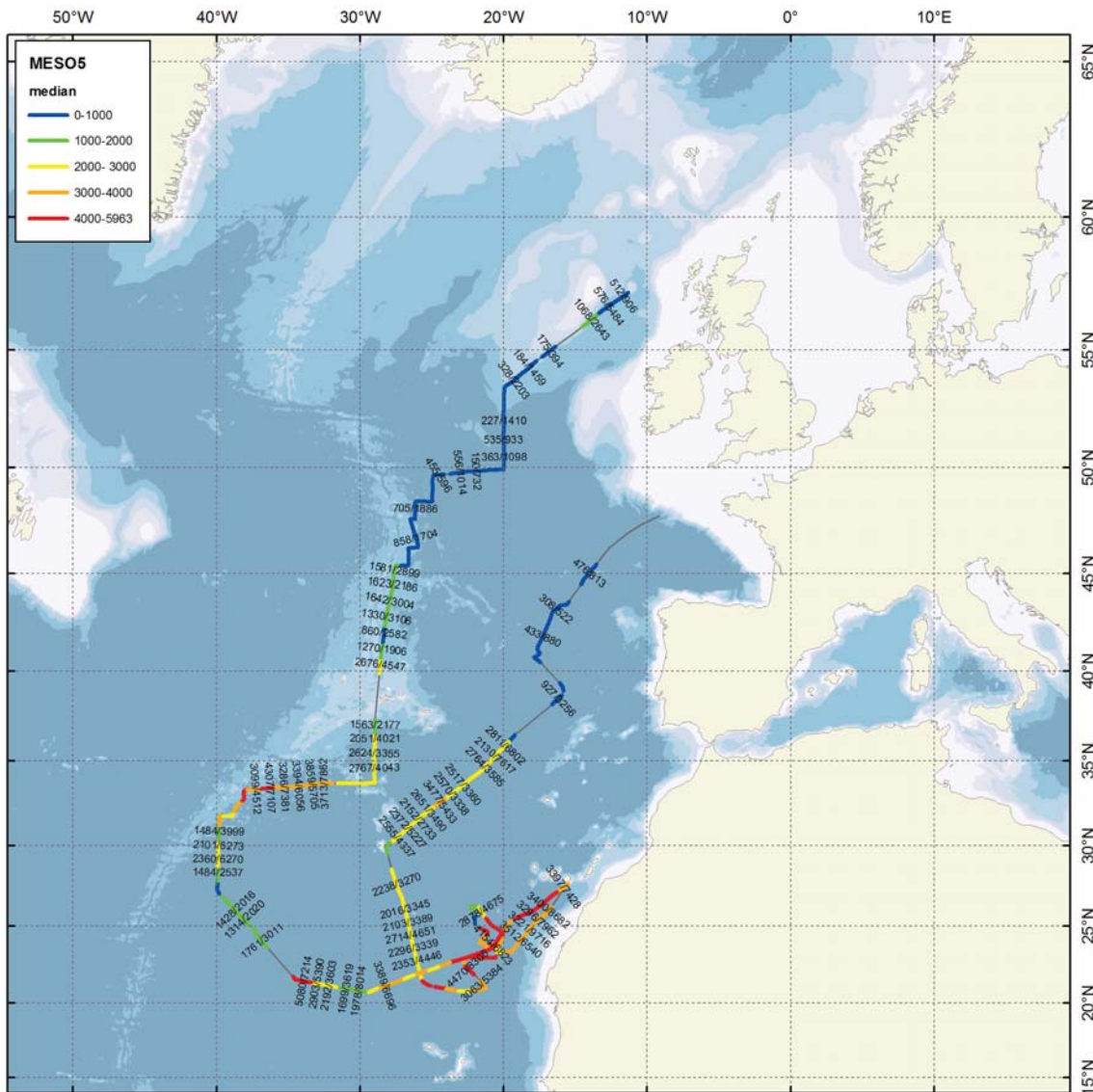
Boblestøy var tidvis et lite problem, men i og med at værforholdene var gode under hele toktet skapte dette ikke nevneverdige problemet for totalresultatet. Sonaren ga mer problemer, og mot slutten av andre leggen ble dette sjenerende. Dataene ble prosessert med LSSS, og sendepulsene fra

sonaren måtte enten “viskes” bort, eller man måtte terskle ned bildet til alle fiskeekkoene var borte, og så trekke gjenværende støy fra totalen og allokere det resterende som fisk/plankton. Dette er ikke en korrekt prosedyre ettersom støy allerede da blir tersklet ned. Fiske/plankton-delen blir da overestimert. Men vi valgte likevel å gjøre det slik når støyen utgjorde en stor del av total ekkomengde.



Figur 3. Medianverdier/Maksimumverdier ($S_A(m^2/(n.m^2))$) per 50 n. m., 25 n. m. før og 25 n. m. etter posisjonen i kartet. Variabelen MESFI inneholder summen av all mesopelagisk fisk.

Figur 3 illustrerer at laksesild ikke ble funnet i store konsentrasjoner under toktet. Verdiene i nord og øst, der laksesild normalt forekommer, var lave. De høyeste verdiene ble observert i Kanaristømmen både langs de afrikanske EEZ og vestover fra Kapp Verde-øyene. Høye verdier forekom også på østsiden av den midtatlantiske ryggen syd for Azorene, og like nord for Azorene. Dette er for så vidt ikke uventet i og med at området i nord er avhengig av en enkelt kortlivet art, mens områdene i sør har høy diversitet, og dermed høyere resiliens mot variasjon. Verdiene er imidlertid for lave for kommersiell fangsting basert på dagens teknologi. Imidlertid er det rapportert langt høyere verdier nærmere kysten av Vest-Sahara og Mauritania, så det kan eksistere et potensiale for høsting i Kanaristømmen selv med dagens teknologi.



Figur 4. Medianverdier/Maksimumverdier (S_A ($m^2/(n.m)^2$)) per 50 n. m., 25 n. m. før og 25 n. m. etter posisjonen i kartet. Variabelen MESO5 inneholder summen av all mesopelagisk fisk i en 50 høy dybdekanal med den høyeste konsentrasjonen av mesopelagisk fisk langs den aktuelle observerte kurslinja. Hensikten var å kunne illustrere fangstmengde i en 50 m høy pelagisk trål.

Figur 4 bekrefter inntrykket fra Figur 3, samt indikerer at det ikke foreligger smale vertikale kanaler som inneholder betydelige deler av den totale observerte biomassen. I høydversitetsområdene i sør er det grunn til å anta at de mange artene vil utnytte hele den aktuelle vannsøyla til beiting, dermed vil de vertikalvandrende slørene bli ganske tynne. Gytetidsrommene for mesopelagisk fisk er også dårlig definerte i tid, og dermed vil gyteansamlinger ikke sette sitt preg på vertikalfordelingen.

Tråling

Det ble utført 4 trålhal i løpet av toktet. Det første var sydvest for irsk sone på vei sydvestover. Fangsten var liten, mindre enn 50 kg. Den besto i hovedsak av laksesild, sardinella (*Aurelia aurita*) og nordlig lysprykkfisk.

Andre trålhal ble tatt utenfor Mauritanias EEZ. Fangsten var ca. 200 kg. Hovedarten var

Myctophum punctatum. Der var også en del nordlig lysprikkfisk, perlemorfisk og enkeltindvider av andre myctofider.

Tredje trålhal ble tatt utenfor Vestsaharas EEZ. Fangsten besto av ca. 100 kg. trompetfisk (Slender snipefish (*Macrorhamphosus gracilis*)). Der var betydelige registreringer av denne fisken i dette området.

Det fjerde og siste trålhalet ble tatt sydvest for Azorene ved Atlanterhavsryggen. Fangsten var ubetydelig, og var desuten begravd i rester etter trompetfisk-halet, så det ga ikke grunnlag for en prøve. Imidlertid hang det betydelige mengder av myctofid yngel i maskene, og hovedmengden hadde nok gått gjennom maskene. Det er derfor grunn til å anta at registreringen vi fisket på var myctofid yngel.

Fire trålhal på bortimot 10000 n.m. utseilt distanse betyr at der ikke finnes biologisk grunnlag for å tolke ekkogrammene. Tolkningen ble gjort etter beste evne, men må betraktes i lys av mangelfull tråldekning.

Diskusjon

Det som ligger fast uavhengig av resultatene fra dette toktet er at det i oseaniske områder i det Nordlige Atlanterhavet nord for ca. 40 grader nord foregår en betydelig primærproduksjon i store deler av året. Det samme gjelder upwellingsområdet skapt av Canaristrømmen og Nordøstpasaten fra Sahara langs Afrikakysten (Marokko, Vestsahara, Mauritania, Senegal/Gambia og Kapp Verde). Denne primærproduksjonen vil bli utnyttet, og i de oseaniske delene av området (ved og utenfor kontinentalræningene) vil en stor del av denne produksjonen ende opp som mesopelagisk fisk.

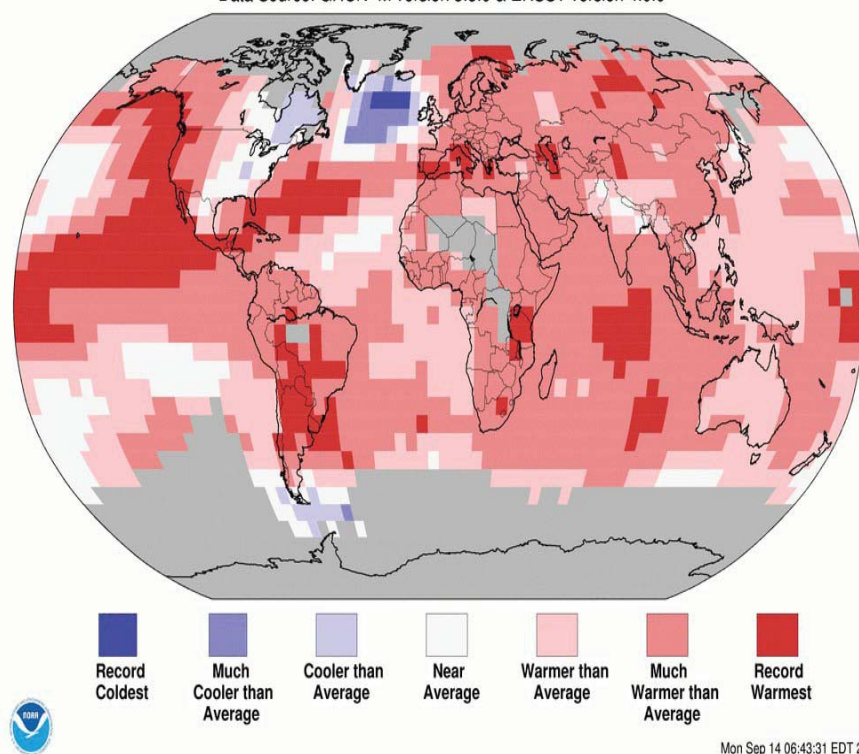
Men et naturlig spørsmål er hvor det ble av laksesilda som ble observert i 2016, og yngelen fra 2017? Det vi ser fra andre områder med mesopelagisk fisk som Chile/Peru (Cornejo and Koppelman 2006 *Marine Biology* 149: 1519–1537) og Omangulfen er at estimatene svinger mye fra år til år. Laksesild er en kortlivet fisk (3 år i følge FishBase, men SINTEF har ikke funnet laksesild eldre enn 2 år de tre årene de har deltatt) og vil, som annen kortlivet fisk (ansjos, lodde) være utsatt for store årsklassesvingninger. Det samme gjelder *Benthocema pterotum* i Omangulfen, som lever kortere enn ett år. I nord langs den midtatlantiske ryggen er biodiversiteten lav. Der vil store årsklassesvingninger prege fangsttilgjengeligheten fra år til år. På Afrikakysten er biodiversiteten høy ("Nansen" fant 219 arter på toktet i januar). Der kan man forvente at årsklassevariasjoner i større grad bufres ut ved at noen av alle artene utnytter naturgrunnlaget hvert år.

Det kan også reises spørsmål om horisontal forflytting av bestander. Vi har dekket mye hav på denne turen, men der er nok av plass til å gjemme bort millioner av tonn mesopelagisk fisk utenom ruten vår. Forflytning ved hjelp av strøm kan gi uventede resultater. Generelt har vi for lite grunnleggende biologisk kunnskap om disse artene. Spesielt gjelder det populasjonsdynamikk, populasjonsgenetikk og vandringsmekanismer. I fangstammenheng vil det også være nødvendig med en bedre forståelse av atferd/fysiologi (svømmeevne).

Land & Ocean Temperature Percentiles Jan–Aug 2015

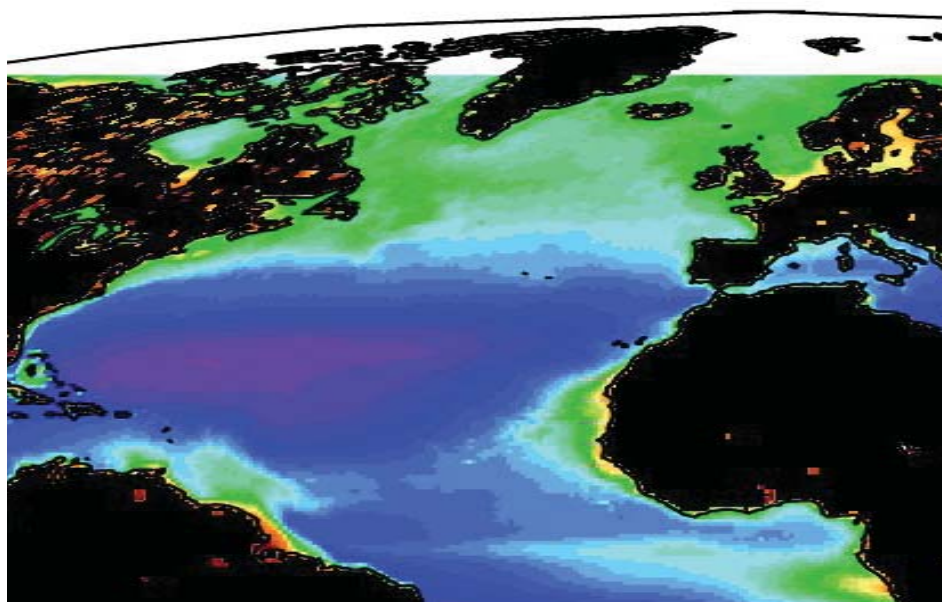
NOAA's National Centers for Environmental Information

Data Source: GHCN–M version 3.3.0 & ERSST version 4.0.0



Figur 5. “The Greenland Blob”

Ca. 300 n. m. nord for Azorene på østsiden av Den midtatlantiske ryggen kom vi inn i overflatevann der temperaturen var rundt 12 grader, mens den hadde vært over 20 grader lengre sør. Bildet ovenfor viser “The Greenland Blob”, et område med kaldt overflatevann som strekker seg fra Grønland og sørøstover i Atlanterhavet. Smeltevann fra breene i nord er kaldt, men ferskt, og følgelig lettere enn vannet i Atlanterhavsdriften. Det vil derfor spre seg utover i overflaten og kan trenge et godt stykke syddover avhengig av mengden av smeltevann. Brevann inneholder lite næringssalter, så det er mulig at dette ferske kalde toppskiktet kan virke hemmende på primærproduksjonen, og dermed også på mesopelagisk fisk. En undersøkelse av satellittbilder for klorofyll vil kunne svare på om en slik mulighet har noen meritt.



Figur 6. SeaWiFS – Wikiwand.1998-2006, Average sea surface chlorophyll (mg chl/m^3).

Figur 6 gir ikke grunnlag for oppfatninger av effekter som følge av “The Greenland Blob”, men illustrerer hvor det kan være grunnlag for å lete etter mesopelagisk fisk.

Myctophidene vi registrerte akustisk kom ikke opp mot overflaten om natten. Heller ikke yngelstadiene foretok noen vertikalvandring. Vi tillot oss derfor å hypotetisere at myctophidene i stor grad beitet på marin snø. Fettanalysene SINTEF har gjort kunne også tyde på det. De data vi har for å underbygge en slik hypotese er i beste fall svært beskjedne. Men det er kanskje av interesse å forfølge denne hypotesen videre med hensyn på oseaniske myctofider, som jo ofte holder seg dypere enn laksesild, og ofte ikke går opp til overflaten om natten.

De data vi nå har reiser flere spørsmål enn de besvarer. Det eneste vi kan slå fast er at vi i løpet av toktet ikke har kommet over forekomster av mesopelagisk fisk som gir grunnlag for kommersiell høsting med dagens teknologi.

De akustiske dataene ble stilt til rådighet av Egil Ona. Figurene 2, 3 og 4 ble tegnet av Kjell Bakkeplass på grunnlag av de akustiske dataene.

Rapport fra mesopelagisk Tokt med MS Birkeland

Av Kjetil Gjetsund Thorvaldsen

Introduksjon

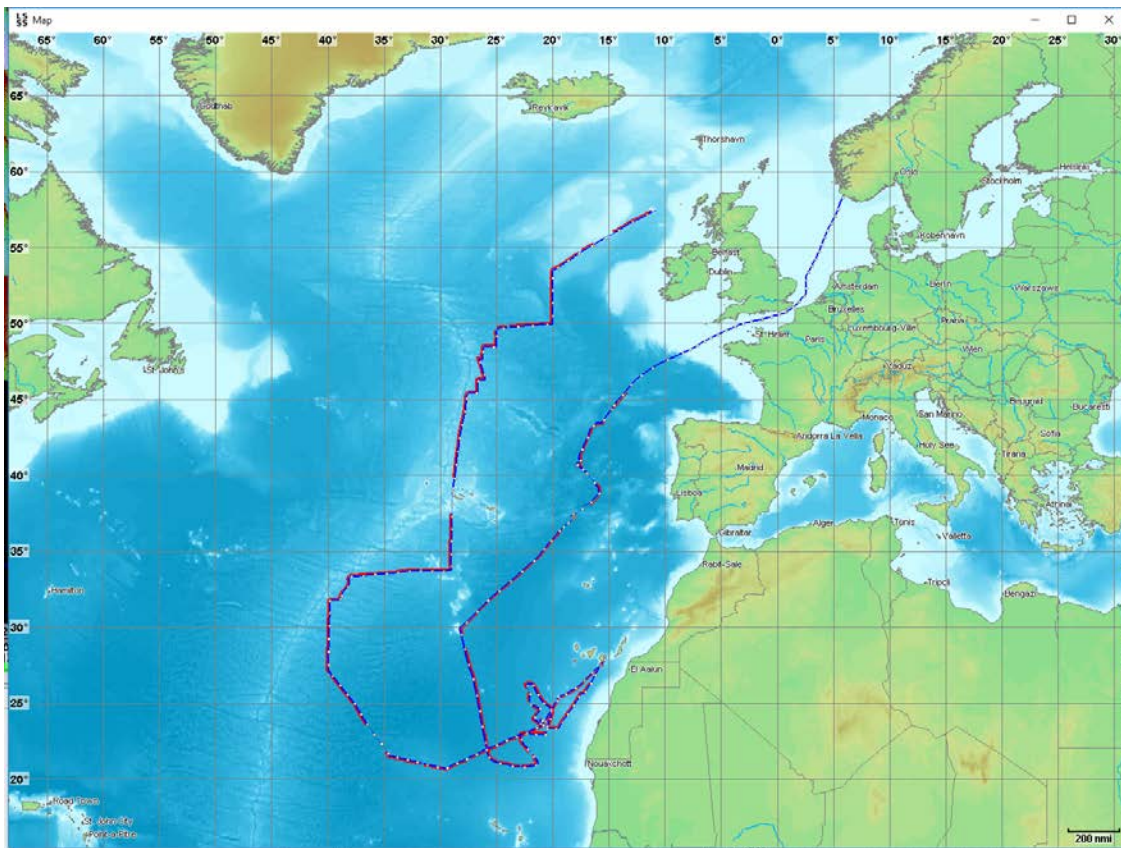
I løpet av de siste årene har interessen for de mesopelagiske artene skutt i været. Dette fordi de kan potensielt utgjøre en av de største biomassene i hele verden. I en studie i 2014 ble mengden mesopelagisk fisk anslått til å være 10 milliarder tonn. Dette har ført til en økende interesse både fra forskere og kommersielle aktører. Selv om det er stor optimisme er det flere utfordringer som må bli møtt for at denne ressursen skal kunne utnyttes effektivt.

Mesopelagiske fisker er fisker som er utbredt i alle verdenshavene (Gjøsaether & Kawaguchi, 1980). De er utbredt i kyster og fjorder, i tillegg til åpent hav. I de tidligste studiene brukte en trålprøver for å samle inn data om disse fiskene. Da ble det anslått til å være omlag 1 milliard tonn på verdensbasis. Ved bruk av akustiske metoder ble bestandsestimatet tidoblet (Irigoiien et al., 2014). I tillegg har fiskene vist egenskaper som gjør at de unnviker konvensjonelle tråler (Kaartvedt et al., 2012). Etter oppdagelsen av store biomassen er det fremdeles en del ubesvarte spørsmål; blant annet hvordan utvikle ett fiskeri på disse artene. Et problem er at selv om summen av organismer er stor, er mesopelagisk fisk ofte spredt relativt tynt utover. Er artene av riktig type? Er det i det hele tatt fisk?

Selvom en lokal biomasse kan være stor, betyr ikke det at disse individene lar seg tråle effektivt. Mesopelagiske fisker er ikke kjent for å være fisker som danner tette stimer. For å kunne høste store fangster må mest mulig fisk havne bak i trålen på minst mulig tid. Ved bruk av vitenskapelige ekkolodd kan man sammenligne den estimerte biomassen med den faktiske trålfangsten, og dermed kalkulere hvor effektiv trålen er.

Metode

Under dette toktet har det blitt gjort to forskjellige estimeringer. En tradisjonell estimering av biomasse, og en estimering av trålbarhet. Begge målingene ble gjort med et Simrad ek60-ekkolodd. Dataene ble lagret med ek80-programmet og overført i LSSS. LSSS (*Large scale survey system*) er et program der man kan sortere ekkoene i forskjellige kategorier. Med kunnskap om lengde og vekt til organismene kan man også estimere hvor mange tonn det er, eventuelt hvor mange individer.



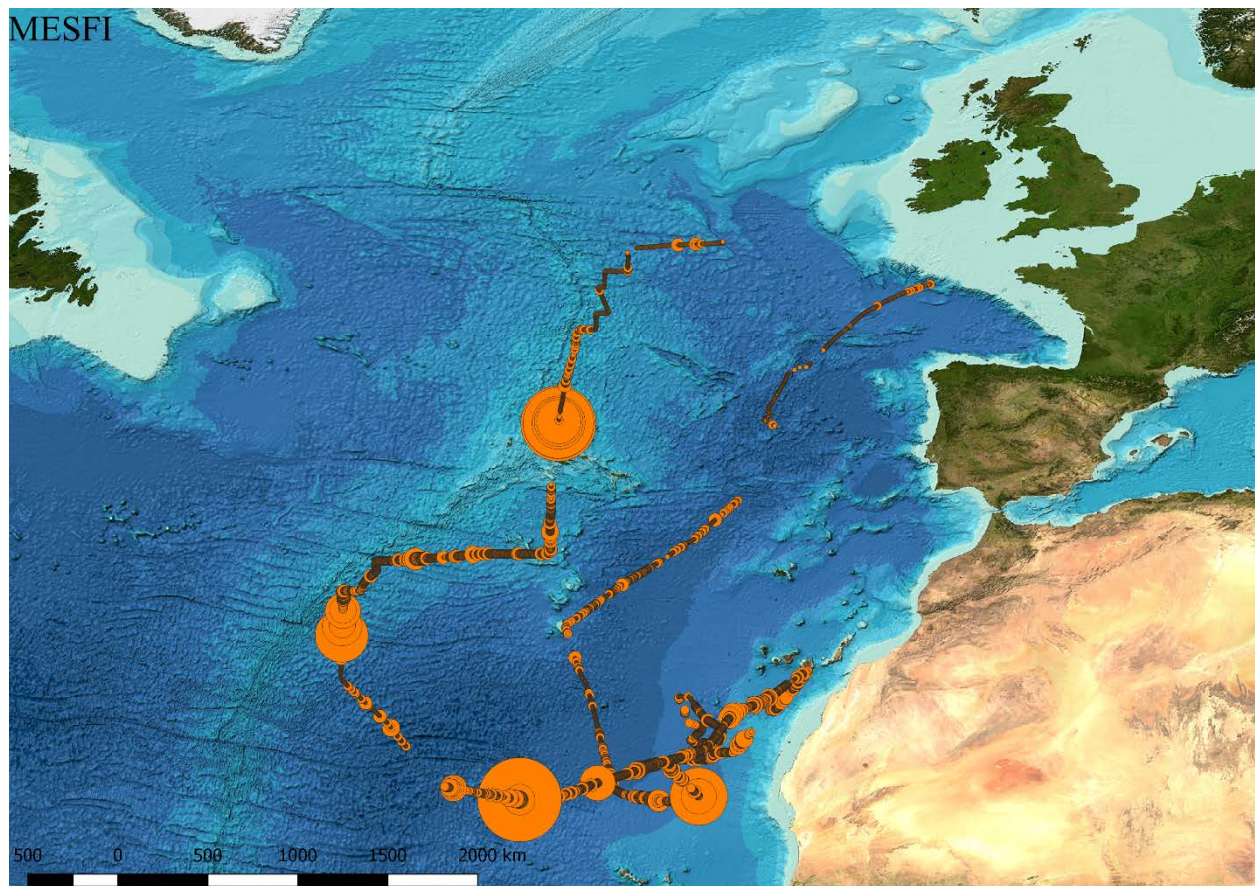
Figur 1: Bilde av kurslinjen på dette toktet.

I figur 1, er strekene farget med rødt, områdene hvor aukustiske data har blitt tolket. Fra Norge til Biscayabukten var det for grunt til å studere mesopelagisk fisk. I tillegg er det noen kursen

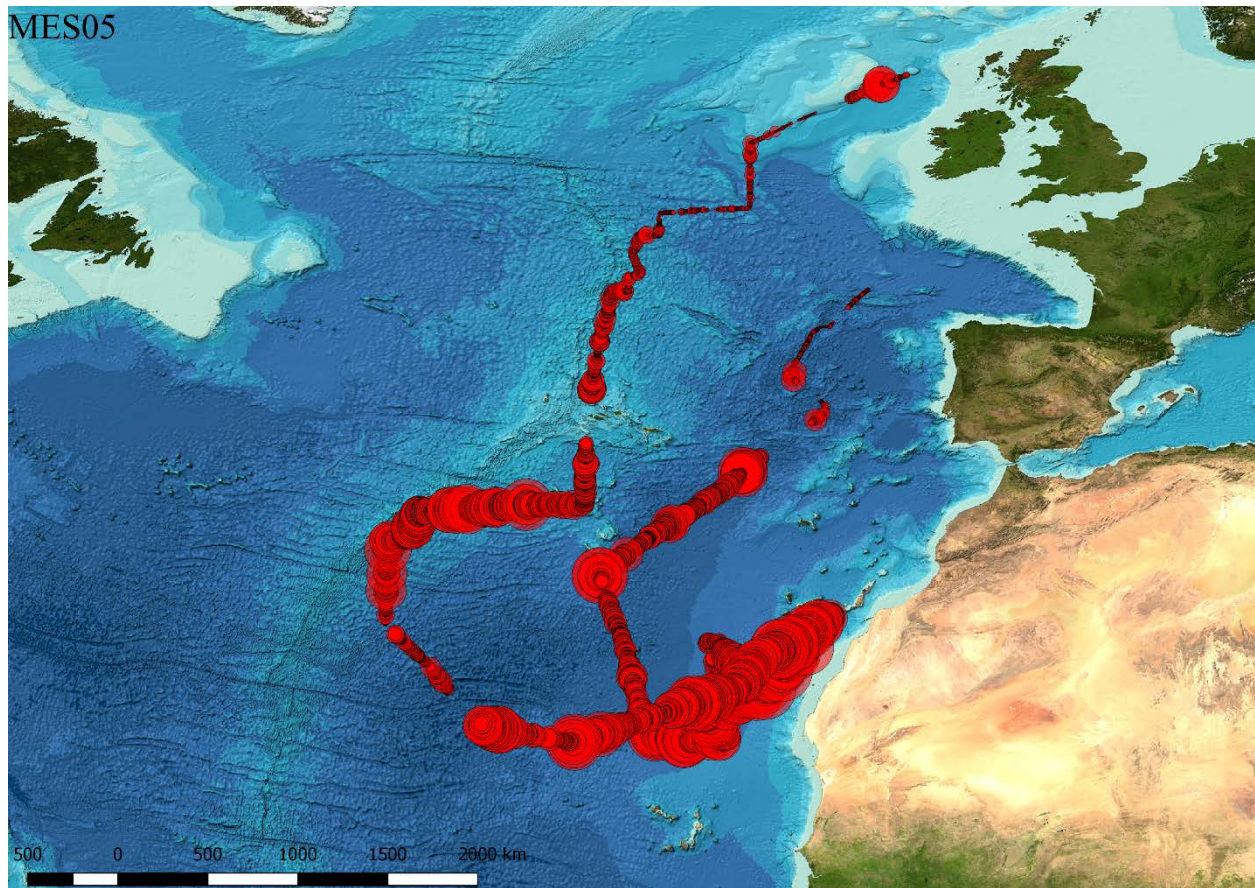
områder langs som ikke har blitt tolket, dette er på grunn av overveldende støykilder slik at tolking ikke har latt seg gjøre.

Ved estimeringen av trålbarhet ble en kanal på ca 50 meter valgt ut i LSSS der det så ut som volumtettheten av mesopelagiske fisk var på sitt største. Poenget med dette var å finne tettheten i ett område som var ca på størrelse med trålen. Her ble ekkoverdiene hentet ut og brukt som en referanse for trålbarhet.

Resultater

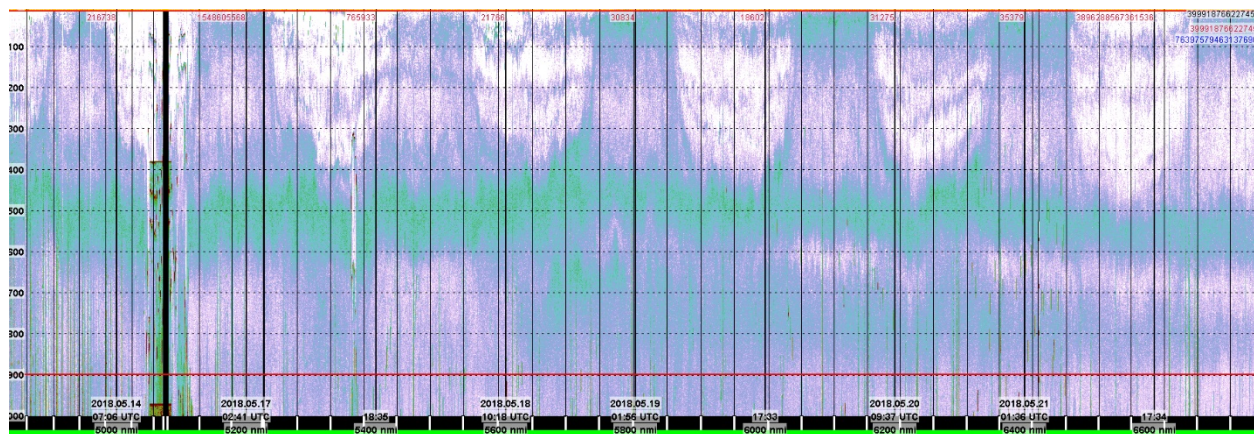


Figur 2: Tetthetskart over SA-verdiene på mesopelagisk fisk. Ringene forklarer Ekkoverdien av mesopelagisk fisk for det området og større ringer tilsier større biomasse.



Figur 3: Kart over trålbarheten i de forskjellige områdene.

Selv om biomassen var aldri stor nok til å tråles på dette toktet, er det tydelig at de største konsentrasjonene finnes gjennomsnittlig langs Afrika fra Kanariøyene til Kapp Verde. I tillegg er trålbarheten større langs ryggen sør for Azorene. Dette korrelerer både med trålbarhet og biomasse, selv om det er et par utliggere på biomassen. Nord for Azorene synker både trålbarhet og biomasse.



Figur 4: Skjemdump fra LSS. I tillegg kan transektet strekkes ut slik at en kan se trender over lenger tid. Her er ekkogrammer fra 7 dager der man kan tydelig studere døgnvandringen.

Diskusjon

Den høyeste SA-verdien ved trålbarhetsestimeringen var 9749. Hvis det antas at all fisken er 5 cm lang og 1 gram og har en målstyrke på -55 db, trålen er 50 m høy og 40 meter bred vil det gi omlag 5 tonn i timen. Dette estimatet tilsier at all fisk som går inn trålen havner i trålsekken. Gitt at mesopelagiske fisker har en evne til å unngå tråler slik tidligere sett, vil fangsten være betydelig mindre. For å ha et effektivt fiskeri må altså den lokale tettheten være mye høyere.

I utgangspunktet skulle en relativ skala av trålbarhet lages, men siden det ikke ble noen vellykkede trålhal er det usikkert hvilken ekkoverdi som faktisk må til for å fange 50 tonn i timen. Biomassen var gjennomsnittlig størst sør for Azorene med noen få unntak. Det dype laget befant seg på dyp fra 400-600 under omtrent hele toktet, laksesildlag høyere i vannet var ikke særlig synlige sett bort i fra noen områder nord for Azorene. I tillegg er det verdt å nevne at bare en relativt liten andel av det dype laget døgnmigrerte. Ca en

femtedel migrerte opp under natten. Det gjør at en må ned på dypet for å nå de største biomassene. Mer kunnskap om biologien til disse artene er også krevd.

Usikkerhetsmomenter

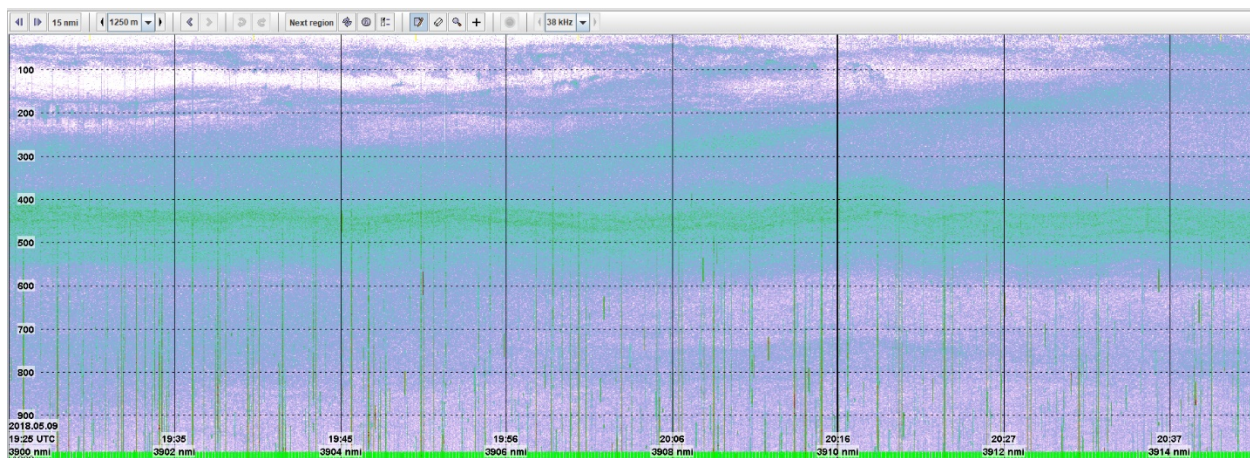
Siden det bare var bruk av en frekvens (38 khz) var det ikke mulig å utføre en frekvensanalyse av de forskjellige lagene og dermed separere fiskearter. Det var også få trålprøver slik at det var ikke mulig å si eksakt hvilke arter som befant seg der. Dermed har alt blitt kategorisert som mesopelagisk fisk. Under vanlig biomasseestimering blir parametere som gjennomsnittslengde og gjennomsnittsvekt brukt for å få denne ut i antall tonn og individer. Tonnasjen på dette toktet blir da rent hypotetisk.

Under dette toktet har det kommet en del støykilder. Siden ekkoloddet ikke var plassert på en senkekjøl oppstod det mye støy under dager med høy sjø. Heldigvis var det få dager på dette toktet med kuling. På strekket fra Kanariøyene til Azorene var det tilnærmet flatt hav og målingene var dermed gode. Ekkoloddene og sonarene har ikke vært fra samme leverandør og blandt annet sonaren har laget sendemerker i ekkogrammene fra ek60. Dette har blitt forsøkt korrigert etter beste evne i postprosesseringsprogrammet LSSS.

Det har vært mindre støyplager når trålbarheten skulle estimeres, noen av de kraftige utliggerne på biomassen kan og forklares ved at støy kan ha blandet seg med biomassen. I tillegg er det vanlig prosedyre å gjøre LSSS sammen to stykker. Dette minsker muligheten for personlig feil ved tolking og lagring. Sendemerken har enten blitt manuelt fjernet med hviskefunksjonen på LSSS, eller tersklet ut. Siden støysignalene vanligvis var sterkere enn dem til mesopelagisk fisk, ble de separert ut og verdiene ble gitt til støy. Til neste forsøk kan sendemerker også fjernes i preprosesseringsprogrammet Korona. Selv om det har blitt

forsøkt fjernet, kan både støy ha blitt tatt med i bergningen, men også mesopelagisk fisk blitt fjernet som støy, slik at estimatet kan ha blitt feil.

Lysprykkfisken har egenskaper med svømmeblæren som kan gjøre at den sender ut sterkere ekko i ung alder, enn i voksen alder (Scoulding et al., 2013). Dette kan føre til trålhal som fanger yngel istedenfor individene av interesse. Hos laksesilden er forholdet mellom ekko og størrelse mer korrelert, slik at dette er en enklere art å jobbe med. I dette forsøket allokeres all ekkoenergi til mesopelagisk fisk, selvom det er godt mulig lagene også består av andre arter. I tillegg kan døgnvandringene føre til en resonans i svømmeblærene (Godø et al., 2009). Kort forklart så blir ekkoene sterkere enn det de egentlig er på grunn av egenskaper ved svømmeblærene. Spesielt ved lave frekvenser som 18 khz, men kan og forekomme på 38 khz. Dette problemet kan løses med å bruke flere frekvenser.



Figur 5: Illustrasjon av forskjellige støykilder som dukket opp under toktet. De lange linjene er boblestøy ved bølger, og de korte strekene er sendemerker fra andre sonarer. Slørene til høyre er mesopelagisk fisk som døgnvandrer.

For senere forsøk anbefales det å bruke flere frekvenser slik at det er mulig å utføre en multifrekvensanalyse. Egenskaper ved svømmeblæren gjør at fisker reagerer ulikt på forskjellige frekvenser (Korneliussen & Ona, 2000). Kombinert med tråling kan dette gi

et innblikk i artskomposisjonen i det forskjellige geografiske områdene. I tillegg bør svingeren være montert på en senkekjøll. Det er ikke gitt at sjøen er like rolig neste gang, og kan få større problemer med boblestøy. I tillegg bør instrumentene være stilt inn slik at det ikke blir sendemerker.

Kilder

Gjosater, J., and Kawaguchi, K. (1980). "A review of the world resources of mesopelagic fish," Rome: FAO Fisheries Technical Paper 193, pp. 1–151.

Godø, O. R., Patel, R. & Pedersen, G. Diel migration and swimbladder resonance of small fish: some implications for analyses of multifrequency echo data. *Ices J. Mar. Sci.* 66, 1143–1148 (2009)

Irigoiien, X., Klevjer, T. A., Røstad, A., Martinez, U., Boyra, G., Acuña, J. L., Bode, A. et al. 2014. Large mesopelagic fishes biomass and trophic efficiency in the open ocean. *Nature Communications*, 5: 3271

Korneliussen, R. J., and Ona, E. 2000. Some applications of multiple frequency echo sounder data. *ICES Journal of Marine Science*, 59: 291–313.

Kaartvedt, S., Staby, A. & Aksnes, D. L. Efficient trawl avoidance by mesopelagic fishes causes large underestimation of their biomass. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 456, 1–6 (2012).