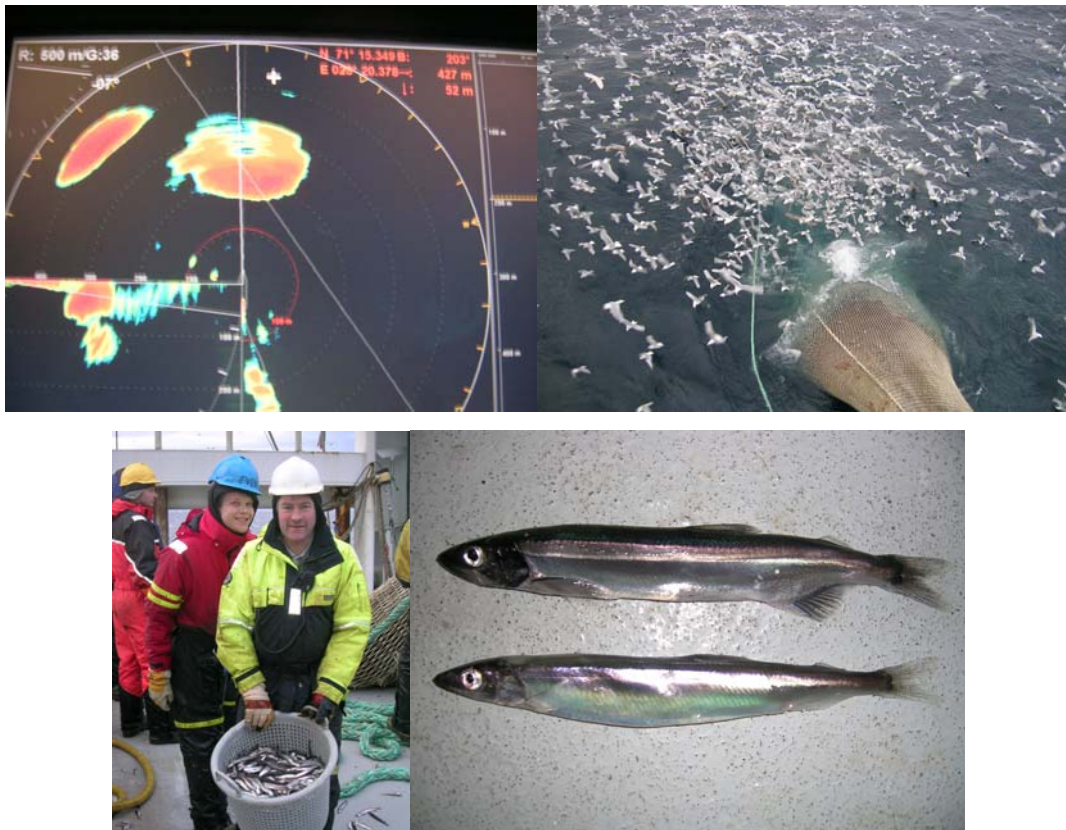


Toktrapport

MS "Gardar" 5.–18. mars 2007, M/S "Harvest" 26. Februar–12. mars
2007, M/S "Kvannøy" 26. Februar–12. mars 2007

Metodiske undersøkelser av gyteinnsiget av lodde langs Finnmarkskysten våren 2007 (2007804)

Methodology for assessment of the capelin spawning migration in the Barents Sea, spring
2007 (in Norwegian w/English summary)



**Geir Odd Johansen, Terje Torkelsen, Jaime Alvarez, Jostein Røttingen,
Maria Tenningen, Thor Egil Johansson og Bente Skjold**

Havforskningsinstituttet, Postboks 1870 Nordnes, 5817 Bergen

Summary (Sammendrag)

This report summarises a survey for testing out methodology for assessment of the capelin spawning migration in the Barents Sea spring 2007. The objectives of the survey were to: Evaluate the potential for using fishing vessels in acoustic assessment of spawning migrations of capelin. Identify critical factors for abundance estimation of capelin at this stage of the lifecycle. Test methodology for acoustic abundance estimation during spawning migration of capelin. Obtain biological data and abundance index of the spawning stock in 2007. The survey was conducted in the period 26. February—18. March as a cooperation between three fishing vessels. MS “Kvannøy” and MS “Harvest” was dedicated to searching for capelin concentrations, while MS “Gardar” conducted abundance estimation. The survey area covered an approximately 80 n.mi wide zone along the northern Norwegian coast from 15°E to 30°E. Sea temperature and salinity were sampled with a portable CTD. Biological samples were taken with pelagic trawl and purse seine. Acoustic registrations were recorded with echo sounder (38 kHz) and by school counting with high frequency sonar (110-128 kHz). All data are stored at the Institute of Marine Research, Bergen. The acoustic abundance estimation was conducted along regular transects in three sub areas in the western part of the survey area and two in the eastern part. The main part of the capelin spawning migration approached the coast in the eastern part of the survey area (east of 27°). The acoustic indices of spawning stock abundance were estimated to about 520 000 t based on the echo sounder recordings and about 560 000 t based on school counting with sonar. Note that the abundance estimates are highly uncertain because of lack of representative acoustic target strength measurements of capelin at this period of the year, and problems related to total survey coverage of the spawning stock. At the end of the survey there was still some immigration in the easternmost area, across the border to the Russian EEZ. The spawning stock indices are therefore likely to be underestimated. Capelin appears to be highly dynamic and patchy distributed in time and space during the spawning migration. This represents an important problem for estimating the abundance with acoustics, as well as for cooperation between the vessels involved in searching for capelin and those involved in conducting abundance estimation. The school counting method has interesting potentials under such conditions, while the echo sounder is more suitable when the capelin approached the spawning grounds along the coast. These two methods can be viewed as alternative methods used under different conditions, or as supplements in an integrated approach. We conclude that fishing vessels has great potential for acoustic abundance estimation of fish stocks. Nevertheless, some major problems must be

resolved to obtain data of high quality for reliable abundance estimation. Acoustic interference between different equipment and high levels of vessel noise are examples of such problems. Further, the coordination between searching and abundance estimation must be refined, as well as the coordination between survey and fishing operations. Future surveys should include measurements of the acoustic target strength of capelin in this period of the year. The school counting method with sonar should be further developed and assessment of the relationship between school size estimation with sonar, echo sounder and catch is necessary. Since this southern area of the Barents Sea is important nursing grounds for juvenile Norwegian spring-spawning herring, methods for separating capelin and herring acoustically should be tested. Use of multi frequency analysis is one option, but requires that the vessels are equipped with two or more transducers operating at different frequencies.

Innholdsfortegnelse

1 INNLEDNING.....	5
2 GJENNOMFØRING OG METODIKK.....	5
2.1 HYDROGRAFI	5
2.2 BIOLOGISKE PRØVER.....	6
2.3 AKUSTISKE REGISTRERINGER.....	7
2.4 AKUSTISK MENGDEBEREGNING AV LODDE.....	8
2.4.1 Ekkolodd	9
2.4.2 Sonar	9
3 RESULTATER OG DISKUSJON	10
3.1 BIOLOGI OG MENGDEINDEKSER FOR GYTEBESTANDEN AV LODDE.....	10
3.2 VURDERING AV METODIKK	13
3.3 VURDERING AV LEIEFARTØY SOM PLATTFORM FOR MENGDEBEREGNING AV GYTELODDE MED ANBEFALINGER FOR FREMTIDIGE TOKT	16
4 DELTAGERLISTE	23
VEDLEGG I. GJENNOMFØRING OG RESULTATER FRA LETEFARTØYER.....	24
VEDLEGG II. KALIBRERINGSRAPPORT.....	32
VEDLEGG III. HYDROGRAFISKE REGISTRERINGER	33
VEDLEGG IV. RESULTATER FRA BIOLOGISK PRØVETAKING	36
VEDLEGG V. SAMMENLIGNING AV EKKOLODD OG SONAR	38

1 Innledning

Formålet med toktet var å utvikle metoder for kartlegging og akustisk mengdemåling av gyteinnsiget av lodde langs Finnmarkskysten. Spesifikke problemstillinger var:

- Undersøke potensialet for bruk av fiskefartøy til akustisk kartlegging og mengdeberegning av gyteinnsiget av lodde.
- Identifisere kritiske faktorer for mengdeberegning av lodde i dette stadiet.
- Teste ut metodikk for akustisk mengdebergning av gyteinnsiget av lodde.
- Fremskaffe biologiske data og mengdeindeks for gytebestanden 2007.

Toktet ble utført som et samarbeid mellom et mengdemålingsfartøy og to letefartøy.

Mengdeindekser ble beregnet på grunnlag av akustiske målinger med ekkolodd, høyfrekvent sonar og biologisk prøver. Merk at toktet er et metodeutviklingstokt, og mengdeberegningen er derfor på det nåværende tidspunkt ikke egnet til å inngå i bestandsrådgvningen for lodde i Barentshavet. Det er store usikkerhetsmomenter knyttet til akustisk målstyrke for lodde i denne perioden av året og dekning av det totale gyteinnsiget representerer også en stor utfordring.

2 Gjennomføring og metodikk

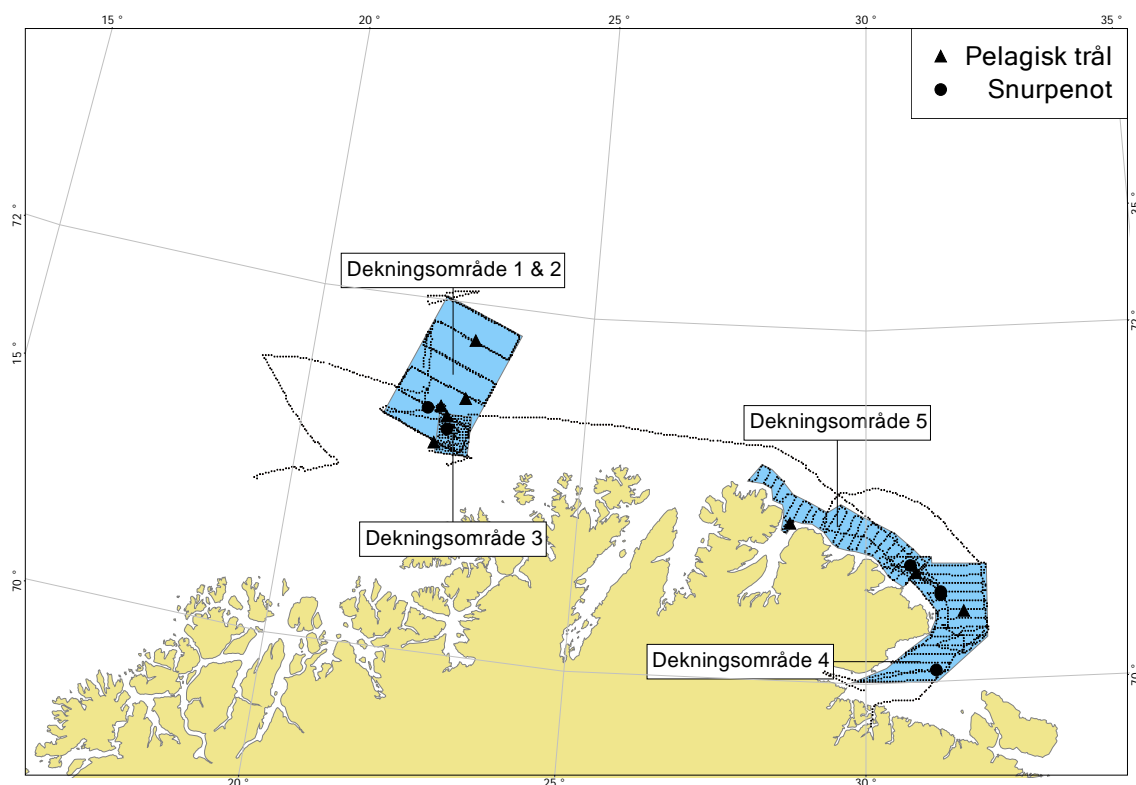
Mengdemålingsdelen ble gjennomført 5.–18. mars 2007 med leiefartøyet MS "Gardar" LMOG, H-11-AV (Toktnummer: 2007804, serienummer: 71001–71017), med start i Tromsø og avslutning i Kirkenes. Det geografiske dekningsområdet omfatter områder langs kysten fra 15°–32°Ø avgrenset av russisk økonomisk sone i øst. Et belte på omkring 80 nautiske mil (nm) fra kysten og inn ble dekket, med 72°N som nordligste grense. Figur 1 viser kurslinjer, transekter og stasjoner. Toktet hadde et midlertidig avbrudd 15. mars, grunnet lossing av fangst i Kirkenes. I tillegg til MS "Gardar" deltok også fiskefartøyene MS "Kvannøy" LMBE, N-400-B og MS "Harvest" LLAS, H-3-AV i kartleggingen av loddeinnsiget i perioden 26. februar–12. mars. Disse opererte som letefartøy for å lokalisere områder med større konsentrasjoner av lodde der MS "Gardar" kunne gjøre detaljerte målinger. Gjennomføring og resultater fra letefartøyene er gitt som Vedlegg I.

2.1 Hydrografi

Salinitet (‰), temperatur (°C) og oppløst oksygen (% og mg/l) ble registrert med en transportabel STD/CTD sonde SD204 (SAIV A/S, Bergen). Intervall for dataregistrering ble

satt til 1 s, og sonden ble senket og hevet for hånd med fart avpasset dette.

Temperaturdataene fra hevingen ble benyttet, da sonden trengte litt tid i vannet for å stabilisere seg. Prøvene ble tatt i forbindelse med kalibrering av ekkolodd og biologiske prøver. I noen tilfeller ble det foretatt trålhal og snurpenot kast i samme området, og da ble det tatt kun en CTD prøve. Det ble tatt tolv CTD stasjoner totalt.



Figur 1. Kart over kurslinjer, transekter, dekningsområder for akustisk mengdeberegning og stasjoner for biologiske prøver.

2.2 Biologiske prøver

Biologiske prøver ble tatt med liten sildetrål med åpningsomkrets på 1 200 m og snurpenot for lodde med notlengde på 600 m. Trålen hadde snitt i trålsekken for å begrense fangsten. Det ble tatt prøver fra åtte pelagiske trålhal og seks snurpenotkast (Figur 1). Det ble registrert lengde og vekt av hundre loddeindivider. Tretti individer ble kjønns- og aldersbestemt, og rognprosent ble målt på ti hunner. Dette ble gjort for alle fangstene, bortsett fra de to siste. Fangstene var rene loddefangster, med unntak av to sildefangster i det vestligste området, nord for Sørøya.

Referanselogg, posisjonsfiler, CTD data og biologiske data er lagret på ekstern harddisk hos Sigurd Tjelmeland, faggruppe Pelagisk fisk, Nordnesgaten 33.

2.3 Akustiske registreringer

Akustiske data ble registrert kontinuerlig med egen GPT (General Purpose Transceiver) som ble koblet til fartøyets 38 kHz SIMRAD ES38B splittstråle svinger. GPT var koblet til egen PC med ER60. Posisjonsfiler (*.pos) og referansefiler (*.ref) ble logget på egen PC med HI toktloggerprogram, koblet til ER60 via Ethernet utgang. Rekkevidde på ekkoloddet ble satt til 500 m og pulslengde til 1024 μ s. Kalibrering av ekkoloddet ble utført 5. mars i Lysebotn, nord på Senja (Vedlegg II). Kalibreringen ble utført på 25 m dyp og var vellykket med et avvik (RMS) på 0.1 dB fra strålemodell. Målinger av areal-ekkomengde (s_A , m^2/nm^2) ble lagret som ER60-råfiler (*.raw) og tolkingen av de akustiske registreringene ble gjort i Large Scale Survey System (LSSS 1.1, Korneliussen, R. J., Ona, E., Eliassen, I., Heggelund, Y., Patel, R., Godø, O.R., Giertsen, C., Patel, D., Normes, E., Bekkvik, T., Knudsen, H. P., Lien, G. The Large Scale Survey System - LSSS. Proceedings of the 29th Scandinavian Symposium on Physical Acoustics, Ustaoset 29 January–1 February 2006). Akustiske registreringer ble også lagret i BEI-format, som en backup.

Følgende kategorier ble tolket (prioritet i parentes): lodde (1), sild (2), bunnfisk (3), andre (3), og resultatene ble lagret for hver nautiske mil, med vertikal oppløsning på 10 m.

Integreringen stoppet 1.5 m fra akustisk bunnregistrering, terskel for volumspredningsstyrke (S_v) ble satt til -82 dB. Det var liten innblanding av ungsild i områdene der mengdeberegning ble foretatt, kun med noe innslag i det vestligste området, nord for Sørøya. Tolkingen av de akustiske dataene kan derfor betraktes som relativt sikker (se diskusjon). I enkelte områder ble det registrert kraftige og skarpt avgrensede signaler i overflaten, spesielt i nærheten av større loddeansamlinger. Disse kunne også observeres på sonaren. Dette skyldtes trolig dykkende sjøfugl som svømt under båten, da vi observerte flere sjøfugl som dukket opp ved båtsiden da dette intraff. Disse registreringene ble fjernet under tolkingen.

Sonardata ble registrert med en 110–128 kHz SIMARD SH80 høyfrekvent (HF) sonar, med dekningsradius på 600 m. Disse dataene inngikk i en eksperimentell studie av mengdeestimering av gytelodde basert på stimtelling med sonar. Metoden er beskrevet nedenfor. Målfølging og innsamling av rådata fra sonar ble også utført for å teste mulighetene for mer objektiv vurdering av stimene. Det ble installert målfølger på sonarens COM port, målfølging ble gjort med HI Target Tracker program (LabView) som registrerer all informasjon om stimene. Sonaren må kjøres i Target Track modus for å gjøre dette. Data ble lagret ca. hvert sekund når sonaren ble kjørt i denne modusen. Disse dataene inneholder tid (UTC), dato, målets posisjon, horisontal avstand til mål (m), retning til mål (grader relativt til nord), dyp (m), målfart (knop), målets bevegelsesretning (grader), målets areal (m^2) og volum

(t). Det ble også koblet til en logg-PC på Ethernet utgang, denne logget rådata fra sonaren (Scientific output). Denne loggingen gir svært store datamengder og ble kun startet når det var stimer i området.

Utenfor områdene for mengdeberegning ble det også benyttet en 24 kHz Furuno FSV-24 lavfrekvent (LF) sonar til leting og kartlegging.

Alle innsamlede akustiske data er lagret på ekstern harddisk hos Sigurd Tjelmeland, faggruppe Pelagisk fisk, Nordnesgaten 33.

2.4 Akustisk mengdeberegning av lodde

Det ble etablert fem dekningsområder for mengdeberegning av gyteinnsiget (Figur 1). Disse ble valgt på grunnlag av rapporteringer fra letefartøyene og egne observasjoner.

Dekningsområdene er beskrevet i Tabell 1. Arealet av områdene ble beregnet på grunnlag av polygoner definert av yterkanten av kursnettene, beregningene ble gjort i GIS (Manifold[®] System 7.1, <http://www.manifold.net/>). Merk at dekningsområde 1 og 2 er identiske, men dekket i ulike tidsrom. Dette ble gjort for å undersøke betydningen av romlig og temporær dynamikk for mengdeberegningen. Dekningsområdene 4 og 5 ble ikke dekket kontinuerlig i tid på grunn av avbrudd som skyldes fangst og levering av denne. I tillegg til ekkoloddregistreringer, ble det utført stimtelling med sonar i dekningsområdene 3, 4 og 5. Mengdeberegningene må oppfattes som indekser for gyteinnsiget, ikke absolutt mål på gytebestandens størrelse.

Tabell 1. Beskrivelse av dekningsområder. Kursnett angir tilnærmet avstanden mellom transektene innenfor dekningsområdet.

Dekningsomr.	Referanselog	Dato	Areal (m ²)	Kursnett
1	3377–3615	7.–8. mars	4 631 372 782	9 nm
2	3650–3884	8.–9. mars	4 631 372 782	9 nm
3	3981–4140	10. mars	527 114 384	1 nm
4	4429–4725, 5220–5298	12.–16. mars	3 319 338 467	3 nm
5	4747–4801, 4874–4998, 5377–5479	13.–17. mars	2 216 510 945	3 nm

2.4.1 Ekkolodd

Tolkede ekkoloddregistreringer ble fordelt mellom de fem dekningsområdene.

Gjennomsnittlig areal-ekkomengde ($\overline{s_A}$) per nautisk mil av lodde ble beregnet for hvert dekningsområde. Standardverdier for sammenhengen mellom målstyrke (TS), individlengde i cm (L) og tilbakespredningstversnitt (σ) brukt under loddetokt om høsten ble brukt. Disse gitt som:

$$TS = 10 \log\left(\frac{\sigma}{4\pi}\right) = 19.1 \log L - 74.0, \text{ som gir } \sigma = 5 \cdot 10^{-7} \cdot L^{1.91}.$$

Her angir L gjennomsnittslengden i cm for lodde i trål- og snurpenotfangster innenfor hvert dekningsområde, så σ kan betraktes som et gjennomsnitt. Biomassen (t) innenfor hvert dekningsområde ble beregnet som:

$$Biomasse = \frac{\overline{s_A} \cdot A}{\sigma} \cdot \overline{w} / 1000,$$

der A angir arealet på dekningsområdet i nm^2 og \overline{w} angir gjennomsnittlig vekt (kg) for lodde i de samme fangstene. Dette er en forenkling som ikke tar hensyn til lengdefordeling og kvadrert lengdeavhengig ekkobidrag.

2.4.2 Sonar

Mengdeberegning med HF sonar (SH 80) ble testet ut i dekningsområdene 3, 4 og 5.

Loddestimene innenfor dekningsradius på 600 m ble telt og registrert i referanseloggen som "Akustisk stasjon" i det øyeblikket de passerte en rett linje tverrskips. Stimene ble klassifisert i størrelsesklasser og merket spesielt hvis de ble registrert på ekkoloddet. Det siste ble gjort for å markere at to uavhengige mengdemål på en stim er tilgjengelig. Sonarens "notring" (satt til 600 m notlengde) ble benyttet som støtte for størrelsesklassifiseringen. Stimmer med areal større enn denne ble anslått til å være over 1 000 t. I område 3 ble følgende fire størrelseskategorier benyttet: 1 < 200 t, 2 = 200–600 t, 3 = 600–1 000 t og 4 > 1 000 t.

Ekkoloddregistrering av stim ble merket med "e". I områdene 4 og 5 ble følgende syv størrelseskategorier benyttet: 1 < 100 t, 2 = 100–500 t, 3 = 500–1 000 t, 4 = 1 000–3 000 t, 5 = 3 000–6 000 t, 6 = 6 000–10 000 t, og 7 > 10 000 t. Her ble ekkoloddregistrering markert med "9". For eksempel vil en stim som er merket "39" toktloggen vil være en på mellom 500 og 1 000 t, med ekkoloddregistrering. Denne metoden gir størrelsesberegnete (midtpunktet i hver størrelseskategori) stimmer med geografisk plassering og tidspunkt. Biomassen ble beregnet innenfor hvert dekningsområde ved å summere de størrelseskategoriserte stimene

registrert langs transektene, og justere for areal dekningsgraden av transektene. Stimer observert langs kortlengdene mellom transektene ble utelatt. Dekningsarealet for sonaren var 1 200 m og avstanden mellom transektene i dekningsområdene 3, 4 og 5, henholdsvis 1, 3 og 3 nm. Dette gir en arealjusteringsfaktor på 0.648 for dekningsområde 3 og 0.216 for 4 og 5. Biomassen ble så beregnet ved å dele summen av stimene med justeringsfaktoren.

3 Resultater og diskusjon

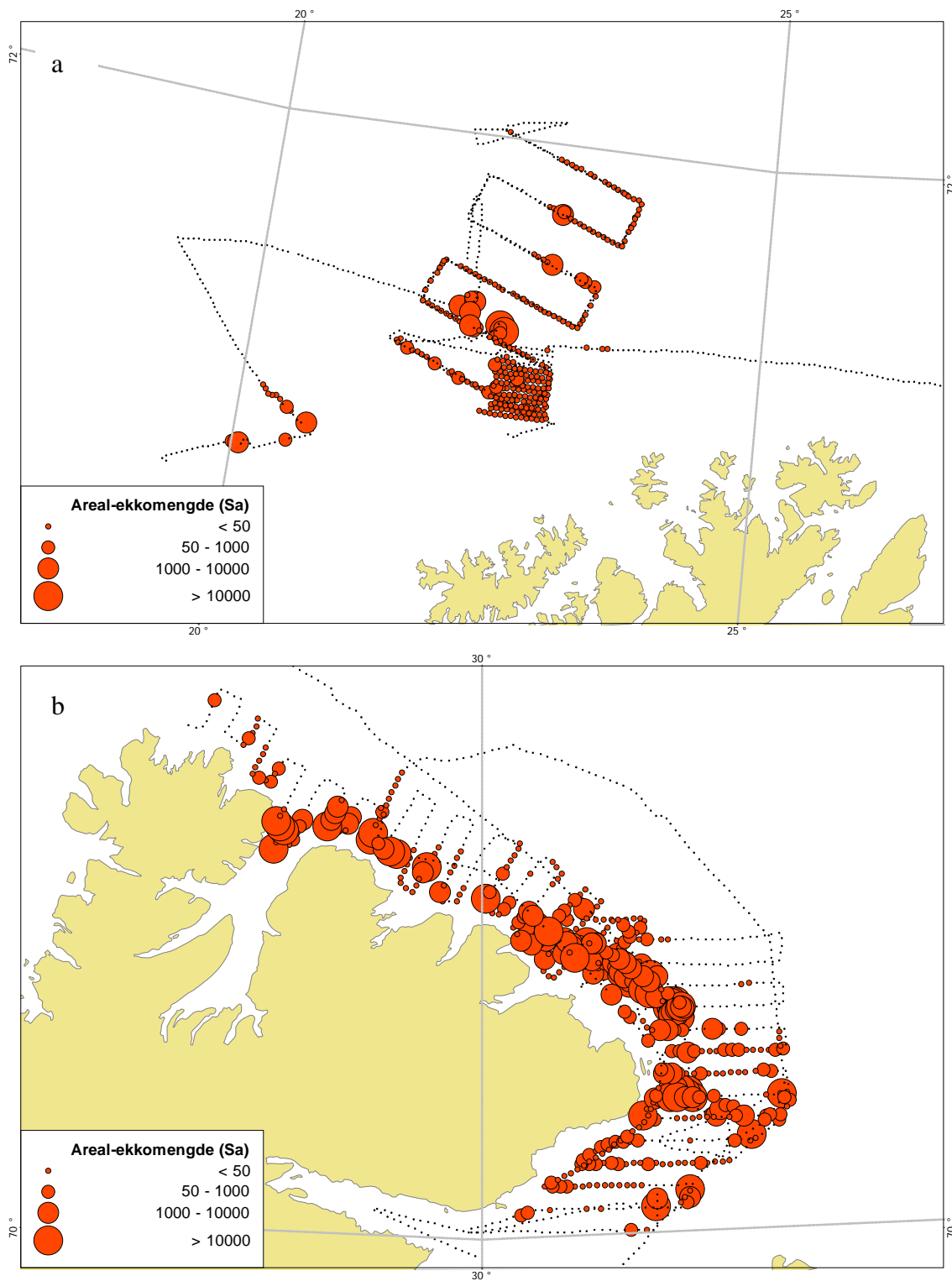
De hydrografiske registreringene er presentert i Vedlegg III. Gjennomsnittstemperaturen for dybdeintervallet 0–50 m i toktområdet som helhet varierte fra 3.03 til 5.51 °C. Merk at CTD-stasjon 12 kun ble dekket fra 0-40 m, da det var grunt i dette området. Temperaturen avtok mot øst, fra ca. 5.5 °C i de vestligste dekningsområdene til ca. 4 °C i de østligste. Langs kysten i øst var temperaturen nede i ca. 3 °C. Dybdeprofilene av temperatur- og salinitet viser at vannmassen var relativt homogene i hele toktområdet.

Utbredelsen av lodde basert på akustiske registreringer med ekkolodd i dekningsområdene, samt langs letekurser og transportetapper er presentert i Figur 2. Utbredelse basert på stimtelling med sonar i dekningsområdene 3, 4 og 5 er presentert i Figur 3. Hoveddelen av gyteinnsiget kom inn i østligste del av toktområdet, med sporadiske innsig i vest. Dette gjenspeiles av bestandsindeksene for disse områdene (Tabell 2).

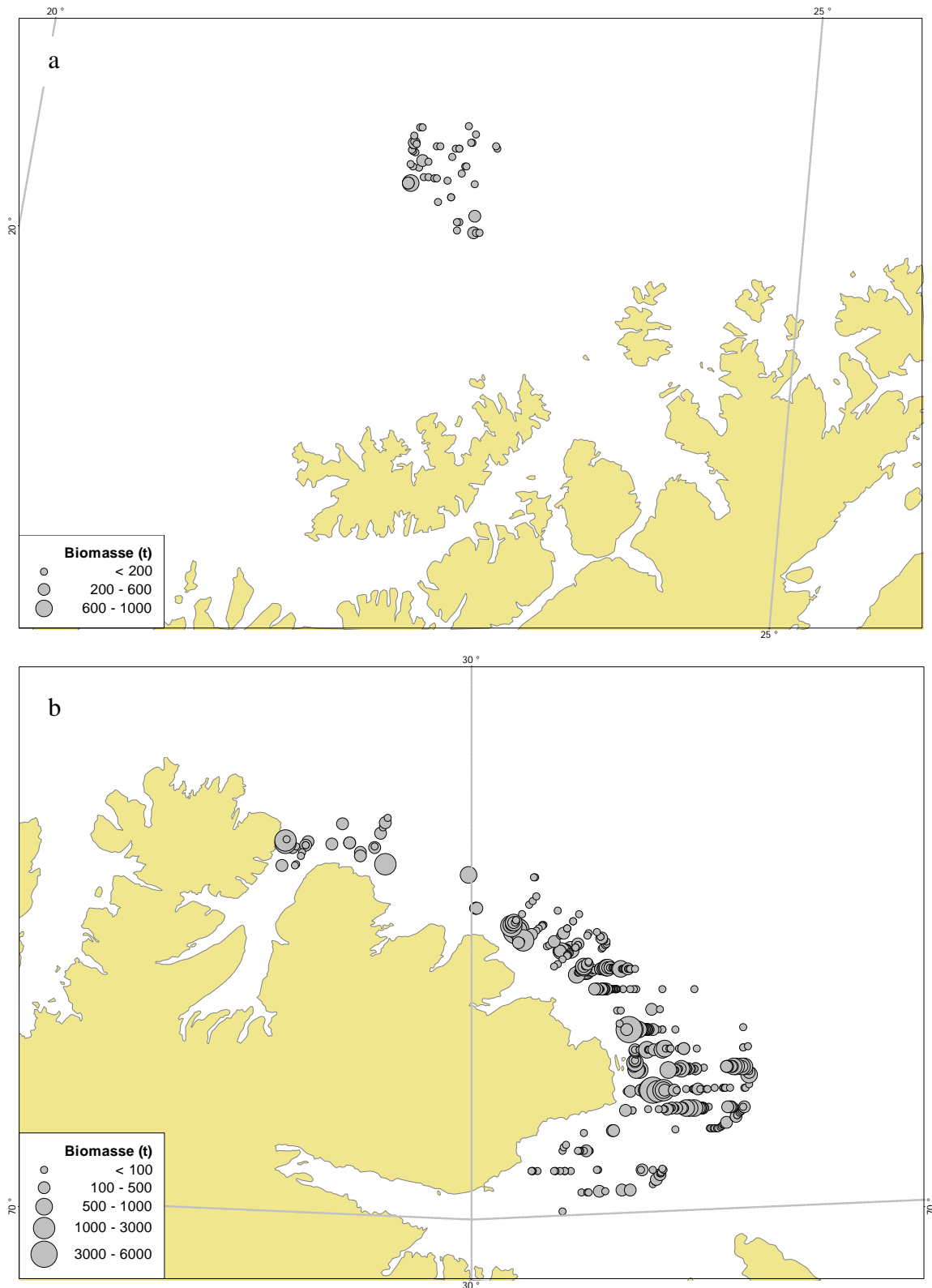
3.1 Biologi og mengdeindekser for gytebestanden av lodde

Sammendrag av biologiske prøver og resultatet av den akustiske mengdeberegningen er gitt i Tabell 2. Lengde- og aldersfordeling for lodde per dekningsområde er gitt i Vedlegg IV. Mesteparten av gytelodden var mellom 15 og 19 cm lang og gjennomsnittstørrelsen for hannene var generelt 1.5–2 cm større enn for hunnene. Rognprosenten var over 20 % for alle prøvene, noe som indikerer nært forestående gyting.

Akustiske indeks for den totale gytebestanden av lodde i 2007 basert på ekkoloddregistreringene var 517 283 t. Dette representerer en sum av alle dekningsområdene. Siden dekningsområdene 1–3 trolig dekker samme del av gyteinnsiget, vil det være naturlig å bruke gjennomsnittet av disse. Dette resulterer i en gytebestandsindeks på 503 099 t. Gytebestandsindeksen basert på stimtelling med sonar var 557 993 t.



Figur 2. Gjennomsnittlig areal-ekkmengde (\bar{S}_A) av lodde per nautisk mil i det vestlige (a) og østlige (b) området. Kurslinjer er angitt med stiplede linje.



Figur 3. Fordeling av størrelseskategoriserte stimer av lodde i dekningsområdene basert på sonartelling av stimer i det vestlige (a) og østlige (b) området.

Tabell 2. Biologiske karakteristika og akustisk mengdeberegning av gyteinnsiget av lodde for de fem dekningsområdene. \bar{L} angir gjennomsnittslengde (cm), \bar{w} angir gjennomsnittsvekt (g). Rogn % angir gjennomsnittlig rognprosent. Biomasseindekser (t) fra henholdsvis ekkolodd (E) og stimtelling med sonar(S).

Dekningsområde	\bar{L}	\bar{w}	Rogn %	Biomasse (E)	Biomasse (S)
1	17.5	25.5	23.5	18 551	
2	16.9	21.9	25.6	2 420	
3	16.6	23.1	26.2	305	11 421
4	17.5	27.5	22.9	308 204	433 831
5	16.5	21.4	23.1	187 803	112 741

Ved toktets avslutning var det fortsatt et betydelig innsig av lodde langs grensen mot russisk økonomisk sone. Et lignende tokt for kartlegging av gytebestanden av lodde ble utført med to russiske fiskefartøy, F/V “Nikolay Repnikov” (M-0064) og F/V “Boris Syromjatnikov» (M-0011) i februar–mars (beskrevet i arbeidsdokument til ICES Arctic Fisheries Working Group 2007). Her ble det observert forekomster av gytende lodde langs Murmanskysten fra områdene rundt Fiskerhalvøya og vestover mot norsk økonomisk sone. Det norske toktet har sannsynligvis dekket hoveddelen av gyteinnsiget, men det er grunn til å anta at gytebestanden er noe underestimert på grunn av manglende dekning i øst.

3.2 Vurdering av metodikk

Det er flere mulige feilkilder i metodikken som er benyttet på dette toktet og nedenfor drøftes noen av de viktigste.

Gyteinnsiget av lodde i Barentshavet gir inntrykk av å være svært dynamisk i tid og rom. Dette illustreres ved resultatene fra dekningsområdene i vest. Her varierer mengdeestimatene med en faktor på ca 7.5 mellom to etterfølgende deknninger av samme område (referert til som dekningsområde 1 og 2). Avstanden mellom transektene på 9 nm synes å ha vært for stor når lodda vandrer og er klumpvis fordelt. Det ble gjort et forsøk med svært tett (1 nm) dekning i et lite område (dekningsområde 3) der lodda ble antatt å befinne seg basert på vandringsretning og -fart. Dette resulterte i et svært lavt estimat, noe som trolig skyldes at hovedkonsentrasjonen dekket ett lite område utenfor dette dekningsområdet.

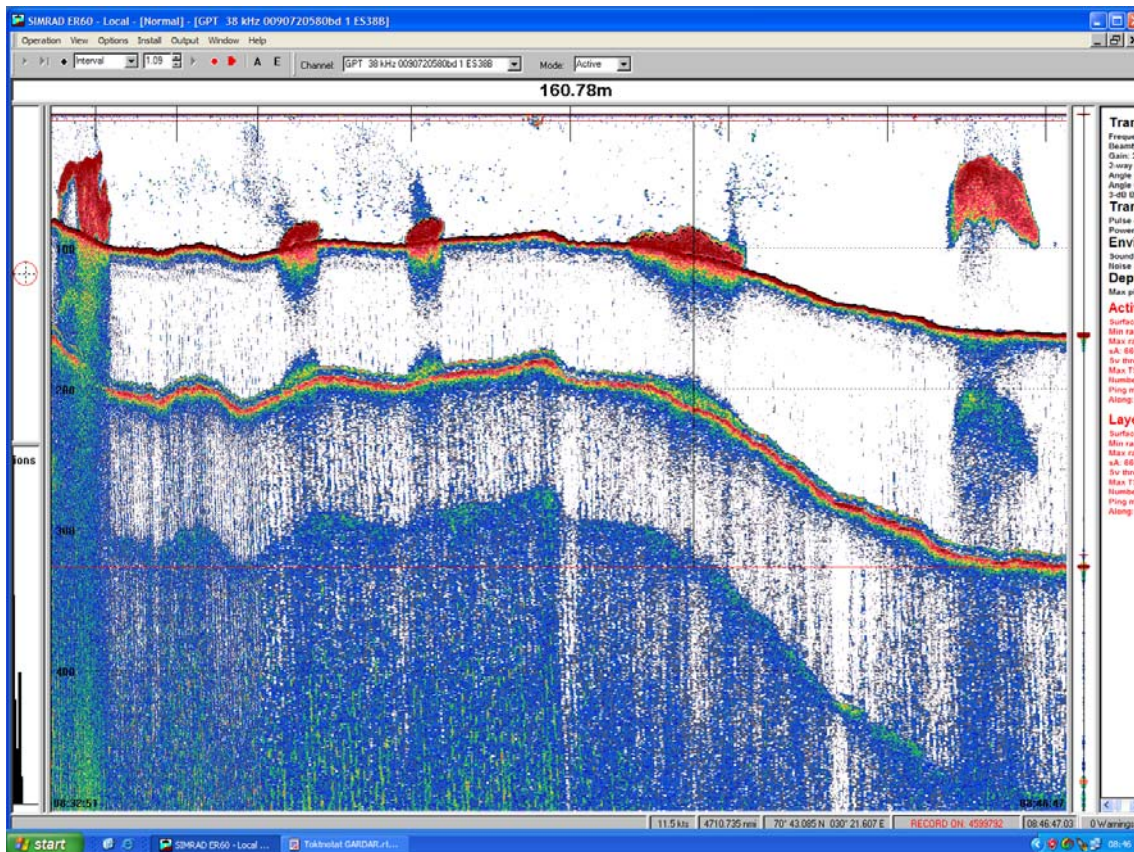
Basert på den klumpvise fordelingen og observasjoner av lodde som sto høyt i vannsøylen, ble det gjort forsøk med mengdeestimering med sonar i dekningsområdene 3, 4 og 5. Det ble

også foretatt noen registreringer av loddestimer med både sonar og ekkolodd for å kvantifisere sammenhengen mellom disse metodene (Vedlegg V). Dataene fra disse forsøkene er lagret for senere analyser. Vi foretok også en enkel test for å studere effekten av varierende avstand mellom transektene på sonarestimeringen, ved å beregne biomassen basert på annethvert transekt (oddetall og partall) i dekningsområdene 3, 4 og 5, og tredjehvert transekt i dekningsområde 3. Samme antall transekter ble valgt ut ved sammenligningen av odde- og partallstransekter. Resultatene er oppsummert i Tabell 3. Forskjellen mellom biomasseestimatet basert på opprinnelig avstand mellom transektene og utplukket avtok med biomasseindeksen for området som helhet. I område 3 er det størst forskjell på avvikene mellom odde- og partallstransektene, noe som demonstrerer effekten av manglende dekning av hovedkonsentrasjonen her. En avstand på 3 nm mellom transektene virker akseptabel med hensyn til avveiningen mellom dekningsgrad og tidsforbruk.

Tabell 3. Biomasseindekser (t) basert på utplukk av transekter fra de tre dekningsområdene. Oddetall og partall angir at indeksen er basert på henholdsvis transektene 1,3,5, osv og transektene 2,4,6, osv.

Dekningsområde	Totalestimat	Annethvert transekt (oddetall)	Annethvert transekt (partall)	Tredjehvert transekt
3	11 421	13 890 (21.6 %)	10 495 (8.1 %)	9 260 (18.9 %)
4	433 831	397 254 (8.4 %)	396 328 (8.7 %)	
5	112 741	124 084 (10.1 %)	101 397 (10.1 %)	

Totalestimatene basert på sonarmetoden var ca 37 ganger høyere i dekningsområde 3 og ca 1.4 ganger høyere i dekningsområde 4, sammenlignet med ekkoloddestimatene (Tabell 2). I disse områdene sto lodda høyt i vannmassene og var klumpvis fordelt. I dekningsområde 5 var derimot ekkoloddestimatene ca 1.7 ganger høyere enn estimatene basert på sonarmetoden (Tabell 2). I dette området var lodda kommet godt i gang med gytingen, og sto derfor i tette konsentrasjoner nær bunnen (Figur 4). Under slike forhold oppstår det problemer med å skille mellom fisk og bunn med sonaren. Konklusjonene er at sonaren gir et annet bilde enn ekkolodd ved mengdeberegning av lodde under varierende forhold. Sonar bør vurderes som et alternativ eller supplement til ekkolodd, spesielt når fisken står høyt og er klumpvis fordelt. Sammenhengen mellom ekkolodd- og sonarregistreringer på enkeltstimer er god, og det er et potensial for å utvikle mengdeestimeringsmetoder basert på sonar.



Figur 4 Gytende lodde observert på ekkoloddet langs Varangerkysten.

Det ble også observert døgnvariasjon i vertikal fordeling og graden av klumpvis fordeling av lodda. Ofte stod lodda høyere i vannsøylen og mer i slør om natten sammenlignet med om dagen, men dette varierte fra område til område. Denne atferden vanskeliggjør mengdemåling om natten.

Dynamikken i tid og rom vanskeliggjorde koordineringen mellom MS "Gardar" og de to letefartøyene. Når letefartøyene lokaliserte loddekonsentrasjoner, var MS "Gardar" opptatt med mengdeberegning langs oppsatte transekter på tidligere konsentrasjoner. Mengdeberegningen er tidkrevende, og innen MS "Gardar" var ferdig, hadde loddekonsentrasjonene forflyttet seg. Dette resulterte i ekstra tidsbruk til leting før ny mengdeberegning kunne settes i gang. Samarbeidet mellom fartøyene ble derfor ineffektivt. Den akustiske målstyrken (TS) for lodde er utviklet for bruk under høsttoktet i beiteområdene langs Polarfronten. Lodde på gytevandring har en annen vertikal fordeling enn i beiteområdene, og det er grunn til å tro at TS er forskjellig mellom de to periodene. Svømmeblæra til fisk, som er gir det viktigste tilbakespredningsbidraget for lyd, påvirkes av trykk slik at den komprimeres med økende dyp. I tillegg kan modne gonader som fyller bukhulen påvirke størrelse og/eller fason på svømmeblæra. Fettmengde kan også spille en

rolle. Disse faktorene kan gi variasjon i TS og dermed påvirke det akustiske mengdeestimatet. Under toktet ble det gjort akustiske registreringer av lodde når fartøyet lå i ro under fangst. Selv om lodda er sterkt påvirket under slike forhold, kan det være verdt å gå igjennom disse dataene med sikte på å studere målstyrken til enkeltmål. Dette kan gi en indikasjon på nivået for TS under gytevandringen, og eventuelt identifisere behovet for videre studier og kvantifisering av alternative TS-lengde relasjoner.

Toktet ble avbrutt på grunn av fiske og levering av fangst, noe som førte til diskontinuitet i deknningen av dekningsområdene 4 og 5. Dette kan ha gitt feil i estimeringen hvis lodda har forflyttet seg vesentlig i løpet av avbruddet. Etter avbruddet ble områdene utenfor Varangerfjorden i dekningsområde 4 dekket, for deretter å fortsette vider vestover fra midten av dekningsområde 5. Det kan ikke utelukkes at avbruddet førte til dobbelt dekning av noe av gyteinnsiget.

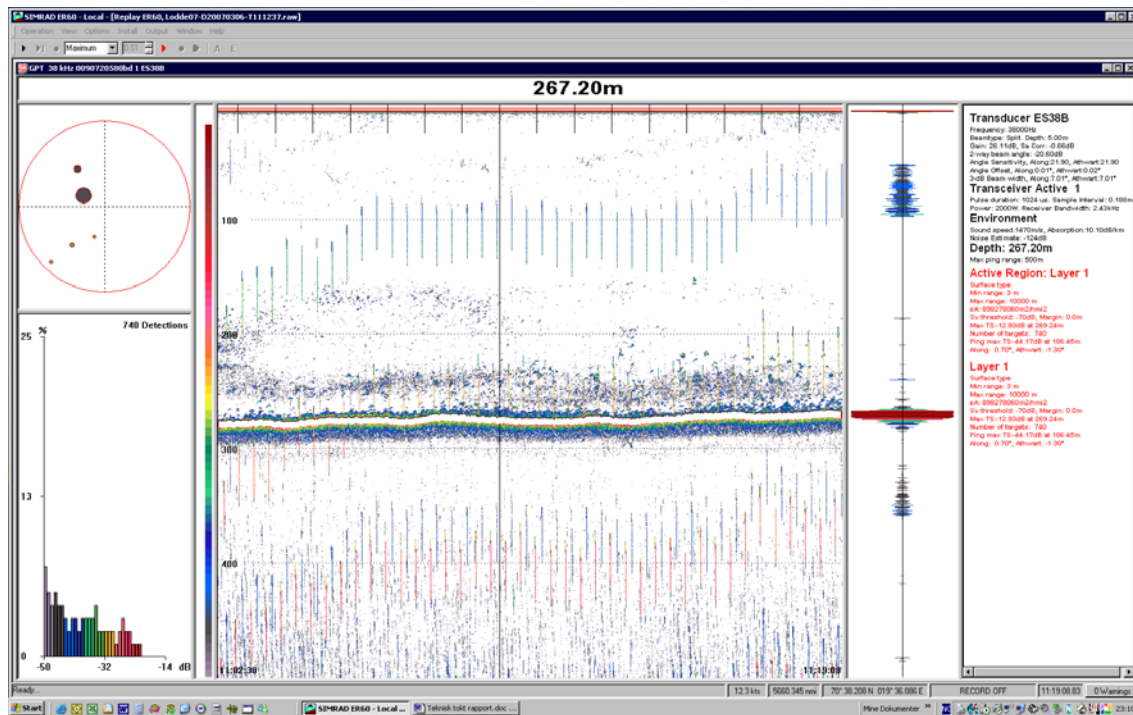
Området som ble dekket av toktet utgjør deler av oppvekstområdet for ungsild i Barentshavet. Det er vanskelig å skille mellom ungsild og lodde under tolkingen av de akustiske dataene, og man kan ikke se bort fra at innslag av ungsild kan ha påvirket estimatene. Sannsynligheten for dette svekkes forøvrig av at fangstene av sild fra MS "Gardar" og de to leiefartøyene er begrenset til områder vest og nord for Varangerhalvøya, mens mesteparten av gyteinnsiget foregikk lenger øst.

3.3 Vurdering av leiefartøy som plattform for mengdeberegning av gytelodde med anbefalinger for fremtidige tokt

Fiskerifartøy har gjennomgått en rivende teknisk utvikling de senere år, og det akustiske utstyret er i mange tilfeller velegnet til mengdeberegning av fiskebestander. Det er også utviklet fiskefartøy med spesifikasjoner tilpasset havforskning de siste årene. Potensialet for samarbeid om bestandskartlegging mellom fiskeriflåten og Havforskningsinstituttet er derfor stort. Men det er fortsatt begrensninger som må tas spesielt hensyn til ved bruk av fiskerifartøy i forhold til forskningsfartøy.

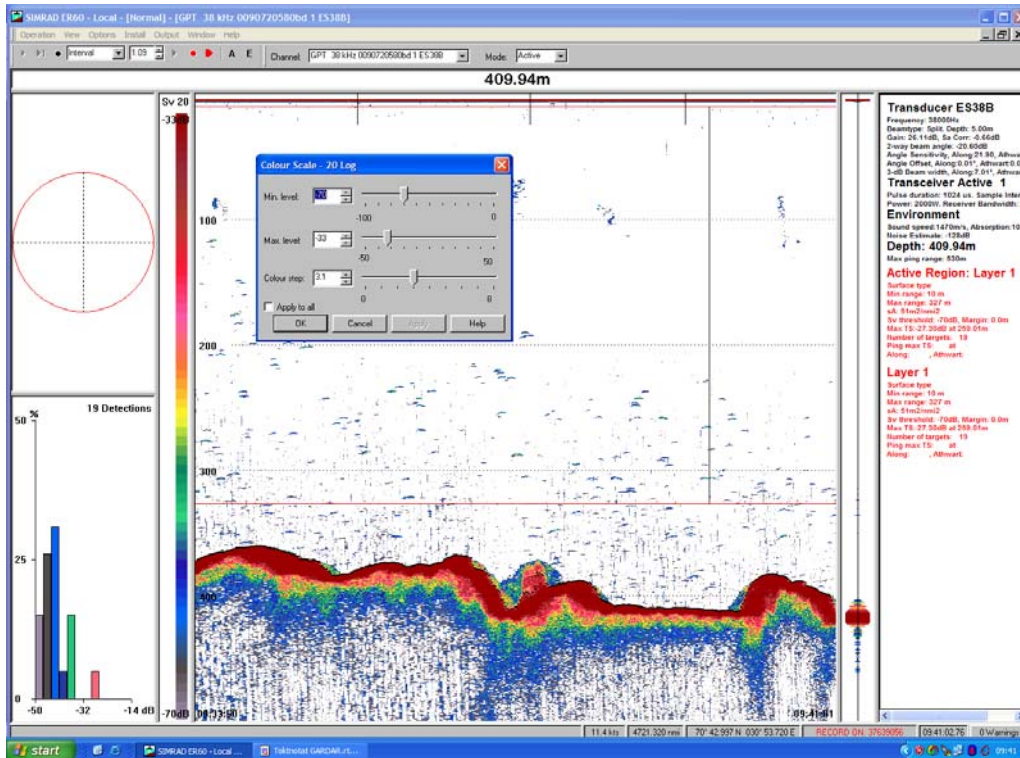
Forskningsfartøyene er utstyrt med avanserte instrumenter og intern kommunikasjonen mellom disse er velordnet og fastlagt. På et leiefartøy vil man ofte være avhengig av å sette opp ett tilleggssystem tilsvarende det man finner på forskningsfartøyene for å sikre informasjonsflyten. Det er nå under utarbeidelse en rapport som beskriver et standardisert opplegg for et slikt system som enkelt skal kunne installeres på leiefartøyene. Dette vil i stor grad forenkle forberedelsene til slike tokt.

Det akustiske utstyret om bord på slike fartøyer kan være påvirket av ulike former for støy. På loddetoktet med MS "Gardar" registrerte vi mye støy fra LF sonaren på ER60 (Figur 5), noe som resulterte i at denne sonaren måtte slås av under dekning av transektene. Denne støyen tilsvarer en s_A på 280 ved 300 m dyp, og 450 ved 500 m dyp. Dette skyldes flere interferenspulser innenfor avstanden til bunn.

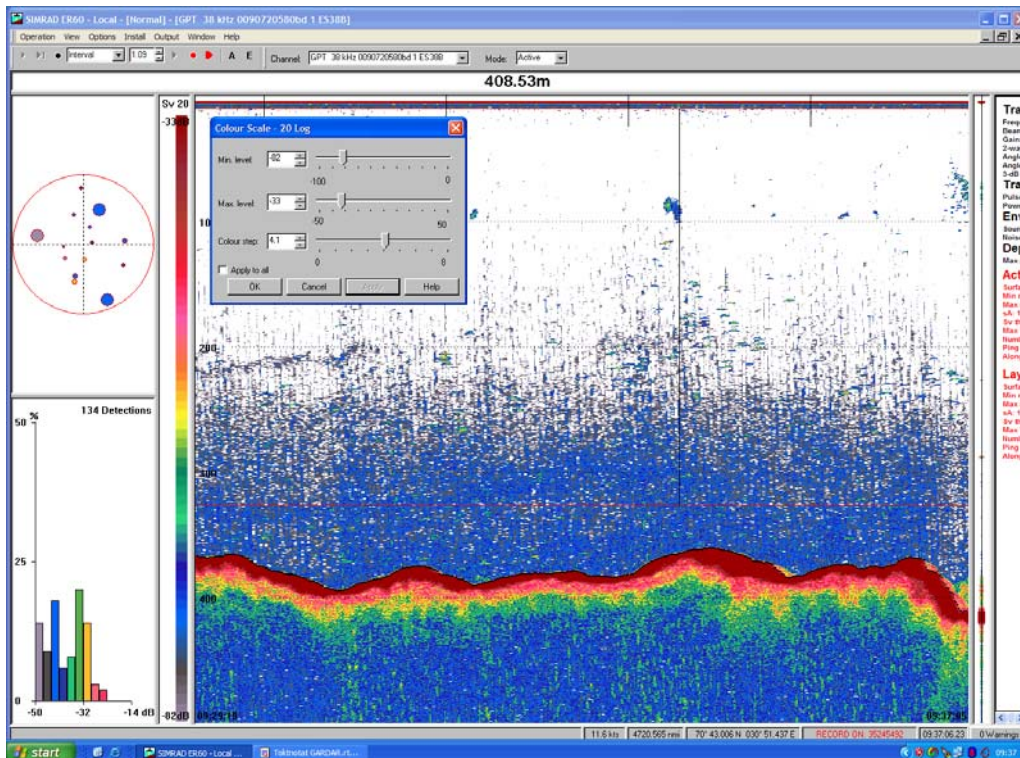


Figur 5. Interferens fra lavfrekvent sonar synlig på ekkoloddet. Interferensen sees som kratige vertikale striper.

For å unngå slik interferensstøy vil det er svært viktig å synkronisere LF sonaren med ekkoloddet og høyfrekvenssonaren, hvis disse instrumentene skal brukes samtidig under mengdemålingen. Dette vil være spesielt viktig hvis man har flere frekvenser på ekkoloddet. De fleste fartøyer har også en dopplerlog, denne kan også interferere akustikken. Som en standardrutine skal alt akustisk utstyr i utgangspunktet synkroniseres før toktets start. I tillegg til interferensstøy, ble det også observert støy fra andre kilder under dette toktet. Det var til tider så mye støy det høyst sannsynlig vil påvirke estimat av tynnere registreringer av fisk, spesielt på dypere vann (Figur 6). Støyen var variabel, og varierte blant annet med motorens turtall, og trolig også i forbindelse med at utstyr i maskinen ble startet og stoppet.

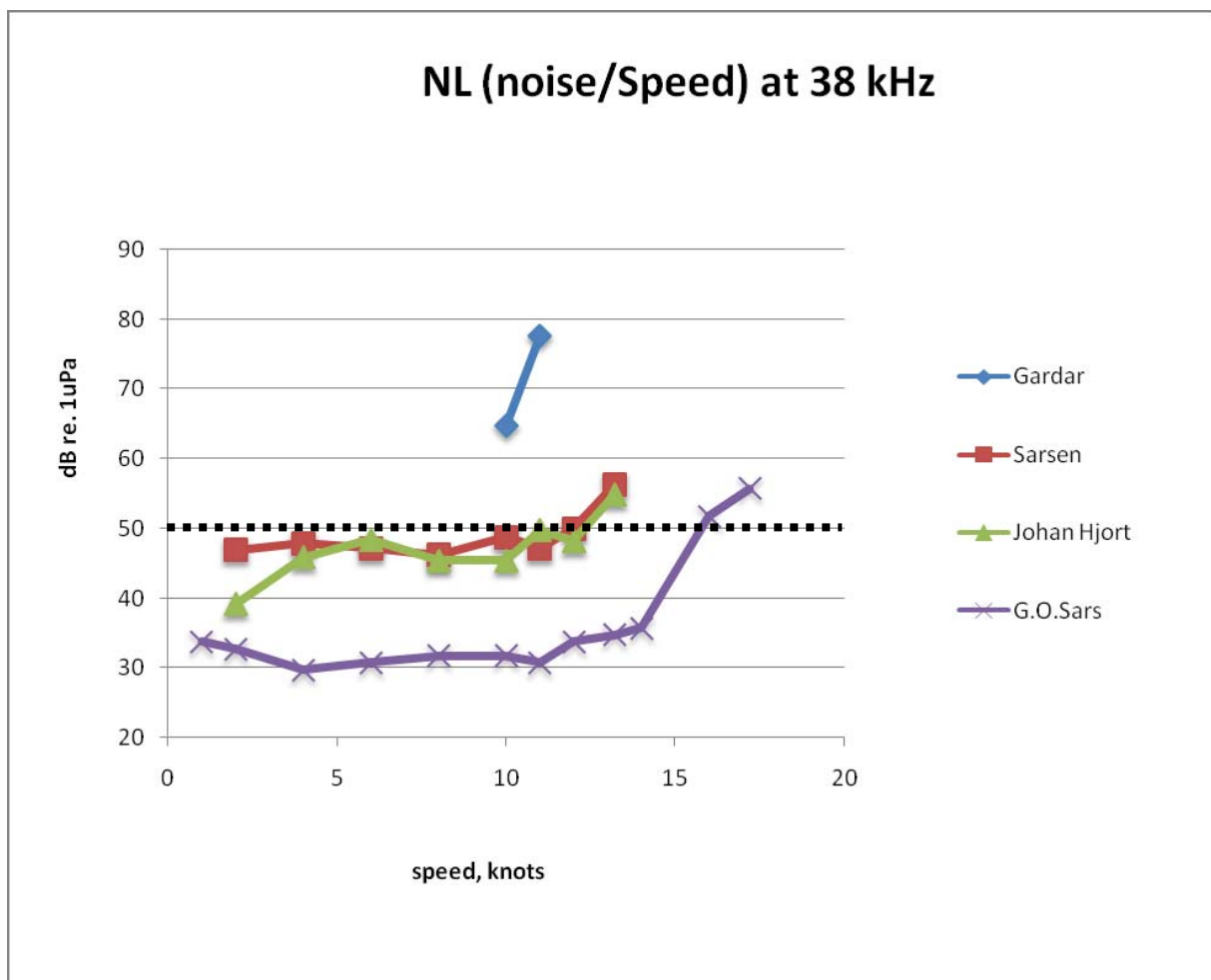


Figur 6a. Støy fra fartøy synlig på ekkoloddet ved terskel for volumspredningsstyrke (S_v) satt til -70 dB. Støyen sees som vertikale striper fra ca 250 m og nedover.



Figur 6b. Støy fra fartøy synlig på ekkoloddet ved terskel for volumspredningsstyrke (S_v) satt til -82 dB. Støyen sees som vertikale striper fra ca 100 m og nedover.

Ved en sensitivitet på -82 dB, som tilsvarer vanlig terskel for volumspredningsstyrke (S_v) når man tolker de akustiske dataene, begynte støyen allerede fra 100 meter og nedover. Støyen skyldes påvirkning fra propellen, strømminger langs fartøyet, og maskineri, der propellen bidrar mest. MS "Gardar" har tre nivåer på giret, med variabelt turtall. Vi beregnet fartøystøy i eget program utviklet ved HI, og basert på støymålingene fant vi ut at støyen ligger mellom 64 og 78 dB re.1 μ Pa (Figur 7). Det ble kun foretatt måling i to fartsområder, og støyen var sterkt variabel. Maksimum støy bør ligge under 50 dB re.1 μ Pa i aktuelt fartsområde for at fartøyet skal kunne benyttes til mengdemåling. Overstiger støyen 50, vil fartøyet ikke egne seg til registrering og måling av enkeltfisk. På fartøy med senkekjøl vil støynivået være minimalt, og hvis fartøy uten senkekjøl skal benyttes til mengdemåling i fremtiden, bør støymåling gjøres som standard rutine før fartøyet benyttes.



Figur 7. Støymålinger fra MS "Gardar" og noen forskningsfartøy som benyttes ved Havforskningsinstituttet. Støynivået bør være lavere enn 50 dB re.1 μ Pa (angitt med stiplet linje), hvis fartøyet skal være godt egnet til mengdeberegning.

Erfaringene fra dette toktet viser at sonar har stort potensial for mengdeestimering av lodde under gytevandringen. Når leiefartøyene er utstyrt med både HF og LF sonar bør man utnytte mulighetene dette gir for mengdeestimering av lodde. Et problem med HF sonar er at oppdagelsen av stim er avhengig av tiltvinkelen til sonaren. Man vet med andre ord ikke om man passerer en stim hvis denne går over eller under sonarstrålen. Ved å benytte LF i kombinasjon med HF kan man lettere oppdage slike stimer og justere tiltvinkel deretter. Hvis sonar skal benyttes til mengdemålingen, vil det være viktig å "kalibrere" biomasse estimatene fra sonaren med kombinerte sonarregistreringer og ekkoloddregistreringer og/eller fangst. Sonaren bør også kulekalibreres. Under toktet med MS "Gardar" ble det gjort forsøk med kalibrering av sonaren. For å kunne estimere biomassen basert på de registrerte dataene fra sonaren, må man velge riktig art i oppsettsmenyen. Hver art kan kalibreres ved at man endrer faktoren for den spesifikke arten. Vi korrigerer faktoren for lodde fra 25 til 20 kg/m² etter å ha utført et kast der hele stimen ble fanget og biomasseestimatet viste 20% mer enn fangsten. Merk at dette forholdet kan endre seg med dag/natt. Mer omfattende rutiner for slik kalibrering bør utarbeides for fremtidige tokt. Det bør også foretas mer grundige eksperimentelle undersøkelser av sammenhengen mellom mengdeestimat fra ekkoloddet og sonaren, ideelt sett kombinert med fangst av stimen enn det som er beskrevet i Vedlegg V. Data samlet inn under dette toktet er tilgjengelig for beskrivelse av vandringshastighet og retning, sammen med data for stimer, med ekkoloddregistreringer og fangst. Disse kan danne grunnlag for videre metodiske undersøkelser av sonar.

Bruken av leiefartøy for lokalisering av områder med hovedkonsentrasjoner av lodde fungerte ikke tilfredsstillende. Dette skyldes, som diskutert ovenfor, loddas betydelige dynamikk i tid og rom i denne perioden. Alternative måter å organisere letingen på bør vurderes i fremtiden. Ett alternativ kan være å kartlegge utstrekningen av loddeinnsiget i tid og rom i en tenkt halvsirkel rundt Finnmarkskysten, for deretter å ta stikkprøver av tettheten i forskjellige stadier av innsiget. Dette kan oppnås ved å la leiefartøyene parallelt krysse kontinuerlig frem og tilbake langs spesifikke deler av halvsirkelen. Ruten disse går bør ikke være lenger enn at størstedelen av tidsvariasjonen i innsiget fanges opp, det vil si at tidsrommet mellom forskjellige deknings av ett punkt ikke bør være for langt. For eksempel kan hvert fartøy gå langs ett fast snitt hver dag, for så å returnere om natten, og starte nytt snitt neste dag. Denne leteaktiviteten bør kunne kombineres med fiske om natten. Alternativ teknologi, som for eksempel flybåren LIDAR (LIght Detection and Ranging), bør også vurderes. Dette utstyret har en rekkevidde ned til 50 m dyp under optimale forhold, og bør kunne brukes til å kartlegge innsiget når lodda kan stå høyt i vannet, spesielt om natten. Den

begrensede planktonproduksjonen på denne tiden av året vil være gunstig for resultatene av dette. En fordel med denne metoden er den enorme geografiske dekningsgraden over kort tid sammenlignet med et fartøy.

Problemet med målstyrke (TS) for lodde i gyteperioden kan være en nøkkelfaktor for riktig mengdeberegning i denne perioden, og bør undersøkes metodisk. Det anbefales å la et godt utstyrt fartøy foreta slike undersøkelser parallelt med at andre fartøy foretar mengdemåling. Det er utviklet gode metoder for beregning og akustisk spesialutstyr for måling av dette i form av en nedsenkbar TS-sonde, og Landere som kan settes ut over lengre perioder. Som nevnt ovenfor, kan det også finnes verdifull informasjon om dette i dataene som ble samlet inn under dette toktet.

Kombinasjonen av mengdeberegning og fangst viste seg å skape problemer både for selve mengdeberegningen, men også for letefartøyene. Dette er et problem som bør løses både med hensyn til bestandskartleggingen og mulighetene for fangst. Fisket medførte avbrudd i dekningen av områdene, noe som øker sannsynligheten for dobbeltregistrering av deler av bestanden, eller at deler av bestanden vandrer gjennom området før den registreres.

Problemer med ødelagt redskap hos letefartøyene påvirket også effektiviteten hos disse. Fremtidige tokt med leiefartøy bør legges opp på en slik måte at fiske og levering av fangst planlegges som en integrert del av toktet. Hvis fisket skal foregå under toktet er det viktig å avsette tid til leting, fangst, seilingstid, og lossetid, i tillegg kan det være aktuelt å ta prøver med trål før fangst. Et anslag for medgått tid for disse aktivitetene på årets tokt er:

prøvetakning med trål: 1.5 t, kast med not: 4 t, lossing av fangst ca. 1. ett døgn. Kontinuerlig produksjon av fangst om bord på MS "Gardar" ble anslått til ca. 120 tonn per døgn.

Disse tingene er viktig å ta tilstrekkelig høyde for under planleggingen. Aktiviteten i forbindelse med fangst må koordineres tett med kartlegging og mengdeberegning. Støy på de akustiske instrumentene som skyldes selve produksjonen om bord er et tilleggsmoment som også må vurderes i denne sammenhengen.

Problemet med å skille mellom ungsild og lodde under tolkingen av de akustiske registreringene er ikke spesifikt for bruken av leiefartøy. Moderne forskningsfartøy er ofte utstyrt med flere akustiske svingere med ulike frekvenser som kan dekke et område på typisk 18—200 KHz, noe som gjør det mulig å skille mellom disse artene akustisk. Denne muligheten kan være begrenset på fiskefartøy, da de ofte kun har en svinger. Som hovedregel er det en fordel med et stort frekvensområde der frekvensene mellom ytterpunktene er dekket. Det bør utføres metodiske undersøkelser av lodde og ungsild med et fartøy utstyrt med flere frekvenser for å undersøke muligheten for å skille disse artene akustisk. Det er mange

usikkerhetsmomenter knyttet til flerfrekvensanalyse, slik som årstid, fiskens størrelse, dybdefordeling, fiskens tiltvinkelfordeling og atferd.

Konklusjonen fra årets tokt er at leiefartøy er godt egnet til kartlegging av loddas gyteinnsig. Mengdeestimatene som ble oppnådd virker tilforlidelige og det ble foretatt en omfattende dekning av hoveddelen av innsiget. Loddas dynamikk i tid og rom gir spesielle utfordringer i forhold til toktdesign og koordinering med leiefartøy. Sonar virker som en lovende metode for mengdeberegning, og bør testes grundig ut. Denne metoden bør fortrinnsvis brukes i kombinasjon med ekkolodd der lodda er fordelt nær bunnen. Det foreligger en del tekniske problemer i form av støy og manglende tekniske løsninger (senkekjøl etc.) som bør vurderes i fremtiden. Det er også behov for omfattende metodiske undersøkelser av spesielt målstyrke og metoder for kartlegging av innsiget.

Det rettes en stor takk til skipperne og mannskapet om bord på MS "Gardar" MS "Harvest" og MS "Kvannøy" for deres velvilje og innsats under toktet, og for å legge forholdene til rette for det vitenskapelige personalet på en særdeles god måte. Deres ekspertise og erfaring var en betydelig faktor for en vellykket gjennomføring, og samarbeidet om bord fungerte knirkefritt. Vi vil også nevne spesielt den gode kommunikasjonen mellom fartøyene. Utveksling av erfaring mellom fiskere og forskere var lærerikt og inspirerende, og representerer en verdifull ekstragevinst fra toktene med leiefartøy.

4 Deltagerliste

Deltakernavn	Gruppe	Tidsrom	Fartøy
Geir Odd Johansen (Toktleder)	410 Observasjonsmetodikk	05.-18.03	MS "Gardar"
Thor Egil Johansson	620 Instrument	05.-18.03	MS "Gardar"
Terje Torkelsen	307 Observasjonsteknologi	05.-18.03	MS "Gardar"
Jaime Alvarez	308 Pelagiske undersøkelser	05.-18.03	MS "Gardar"
Bente Skjold	308 Pelagiske undersøkelser	05.-18.03	MS "Gardar"
Jostein Røttingen	308 Pelagiske undersøkelser	26.02-08.03	MS "Kvannøy"
Maria Tenningen	Timeengasjert	26.02-12.03	MS "Harvest"

Vedlegg I. Gjennomføring og resultater fra letefartøyer



Fartøy: M/S "Harvest", H-3-AV og M/S "Kvannøy", N-400-B
Tidsrom: 26. februar—12. mars 2007
Område: Kysten av Troms og Finnmark og det sørlege Barentshavet
Personell: Maria Tenningen ("Harvest"), Jostein Røttingen ("Kvannøy")
Føremål: Kartlegging av loddeinnsiget

Skippar om bord på "Harvest" var Nils Haugland. På "Kvannøy" var Trond Nærø skippar på fyste delen (t.o.m. 3. mars) og Birger Dahl jr. på siste delen (f.o.m. 3. mars).

To representantar frå Furuno var med på "Kvannøy". Det vart kontinuerleg logga data frå Furuno FSV-30R-sonaren. Desse dataene vil vera tilgjengelege for Havforskningsinstituttet, dersom ein ynskjer det.

Bygd på erfaringar frå det førre forsøket på å kartleggja loddeinnsiget for to år sidan, og på innspel frå Noregs Fiskarlag og prosjektmedlemane oppnemnde av Fiskarlaget, vart det lagt opp til ein totrinnsmodell der fase I gjekk ut på å leita opp og freista kartleggja både innsigsområde og vandringsretning/fart på stimane, og i fase II skulle "Gardar" føreta akustiske målingar på dei konsentrasjonane som var kartlagde. Det vart lagt opp til at fase I i stor grad skulle vera fiskarstyrt, i den forstand at både tidspunktet for oppstart og metodikk vart diskutert med dei aktuelle reiarlaga og skipparane om bord. Vår rolle om bord har fyrst og fremst vore å letta kommunikasjonen og den daglege rapporteringa til HI. Eit kvantum på 2000 tonn lodde var sett av til finansiering av loddeundersøkingane. Av dette kvantumet skulle "Gardar" fiska 950 tonn, og "Harvest" og "Kvannøy" 525 tonn kvar.

I1. Gjennomføring og metodikk

Leiteinstrument

”Kvannøy”:

Sonarar: Furuno FSV-30R, lavfrekvens (24 kHz), Simrad SH 80, høgfrequens (110-122 kHz). Ekkolodd: Furuno FCV-1200, 2-frekvens (50/200 kHz).

”Harvest”:

Sonarar: Simrad SP90 lavfrekvens (20-30 kHz), Kajo Denki høgfrequens. Ekkolodd: Simrad ES60, 2-frekvens (38/200 kHz).

Fiskereidskap

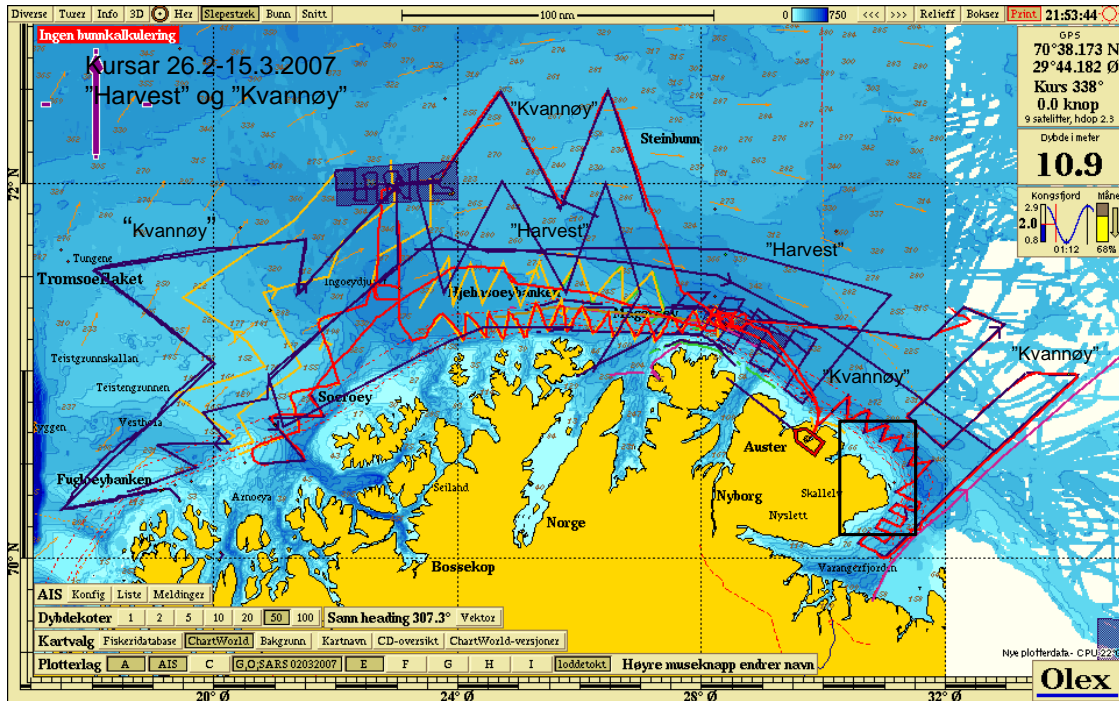
”Kvannøy”: Kolmuletrål 1200 meter med loddepose og Loddenot.

”Harvest”: Vassildtrål 950 meter med loddepose og Loddenot.

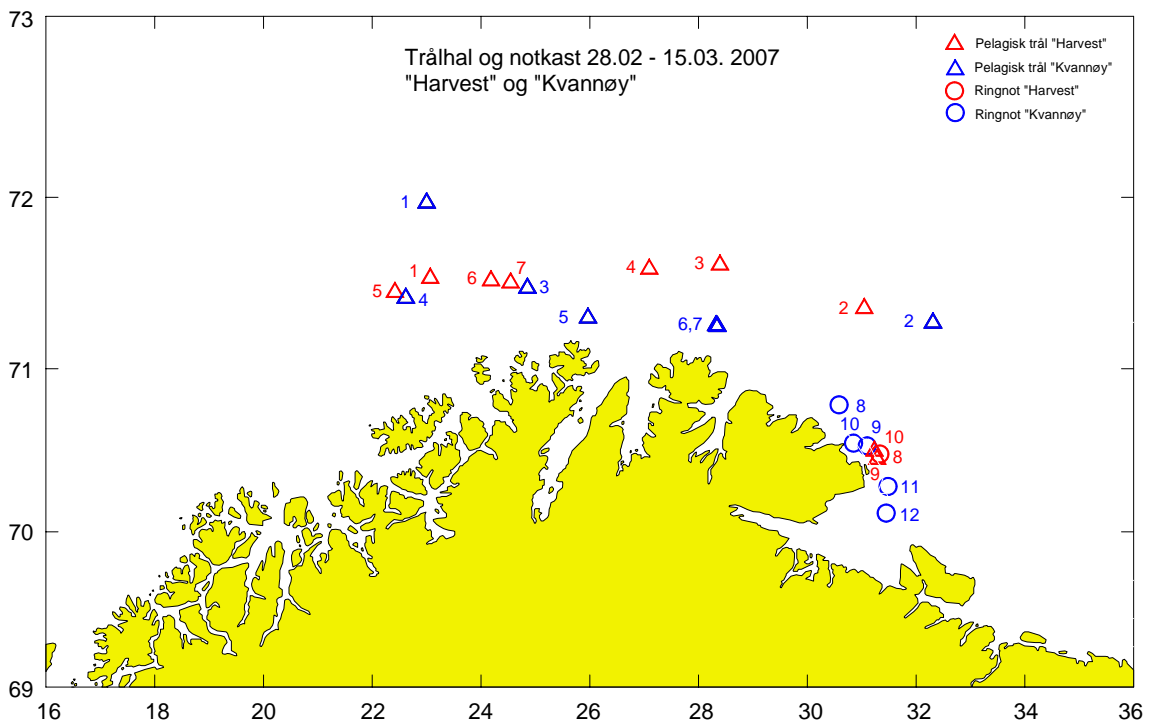
Gjennomføring

På eit møte om bord på ”Harvest” i Tromsø, var det semje om å starta leitinga i vest, og leita seg austover. Avgang frå Tromsø 26. februar kl 17.30. ”Harvest” gjekk til Honningsvåg og la i land nota, før dei starta leitinga ved Nordkapp. ”Kvannøy” gjekk ut ved Fugløya og starta leitinga nord av Torsvåg. Posisjonar henta frå fangstdagbøkene på ”Harvest” og ”Kvannøy” for fangstar dei siste åra det vart fiska lodde (t.o.m. 2003) vart lagt til grunn for kursnettet.

Området som vart undersøkt strekkjer seg frå N70°00' til N72°30' og frå E17°00' til E34°10' (Figur I1). Det vart i alt gjort 9 trålhal og 1 notkast med ”Harvest”, og 7 trålhal og 5 notkast med ”Kvannøy”. Fiskestasjonane er vist i Figur I2. Det var splitt i trålposen på begge fartøy for å unngå for store fangstar. Dette fungerte fint. Sjøtemperaturen i 5 meters djup vart registrert kvar time på begge fartøy. Temperaturen varierte frå 6,4 °C i vest til 3,2 °C i aust. Med unntak av to døger med stiv og sterk kuling, var det godt ver under heile toktet.



Figur I1. Kursar "Harvest" og "Kvannøy" 26. februar–12. mars 2007. Firkanten i aust syner området som vart dekkja 09. mars–12. mars 2007.

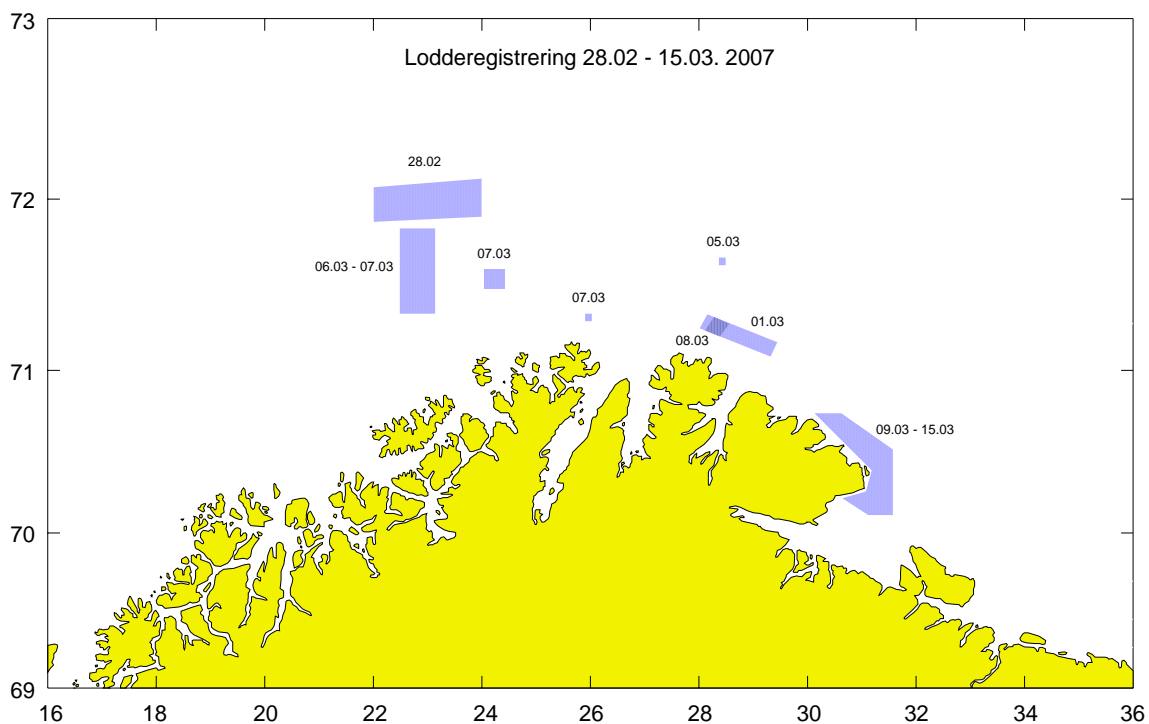


Figur I2. Fiskestasjonar (not og pelagisk trål) "Harvest" og "Kvannøy" 28. februar–12. mars 2007.

I2. Resultat

Lodde

Det vart registrert lodde i 3 hovudområde (Figur I3): nord av Ingøydjupet, nord av Nordkyn/Slettnes og i området frå Makkaur til Kiberg/Varanger, med det siste som det desidert beste. Utanom desse hovudområda var det berre sporadiske registreringar av lodde. Dei fyrste loddestimane vart registrert 28. februar i posisjon 7158N, 2259E (N av Ingøydjupet). Rognprosenten var 16,7 (Tabell I1). Mange gode loddestimar vart registrert i dette området. Lodda stod i varierende djup frå 10 til 240 meter. Hovudtrekket på stimane såg ut til å vera V-SV med ein fart på ca 0,5 n. mil i timen. Loddestimane som vart registrert N av Nordkyn/Slettnes 1. mars stod i varierende djup frå 60 til 200 meter. Lodda trakk på vest. Dei beste førekomstane av lodde vart registrert aust av Vardø 9.–12. mars. Her vart det registrert store loddeflak. Både ”Harvest” og ”Kvannøy” fiska kvoten i dette området i perioden 10.–15. mars. Rognprosenten varierte frå 21,5 til 23 i dei ulike prøvane frå det austlege området. På den fyrste leiterunden i Varangerområdet og aust til russegransa den 4. mars vart det ikkje registrert lodde.



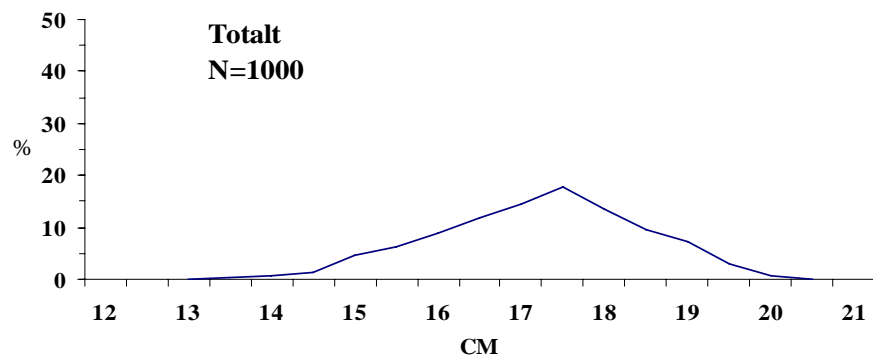
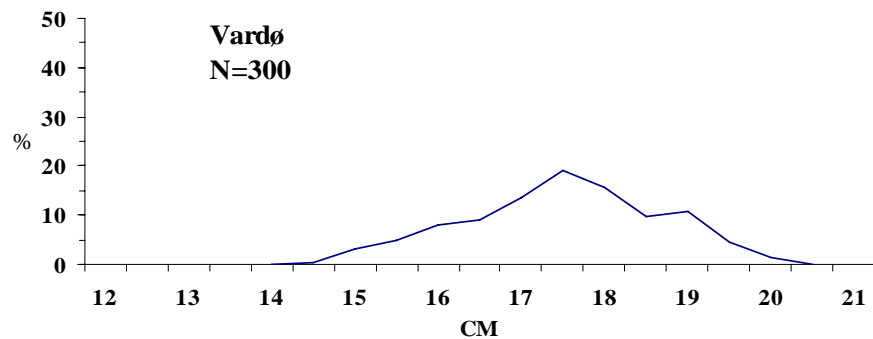
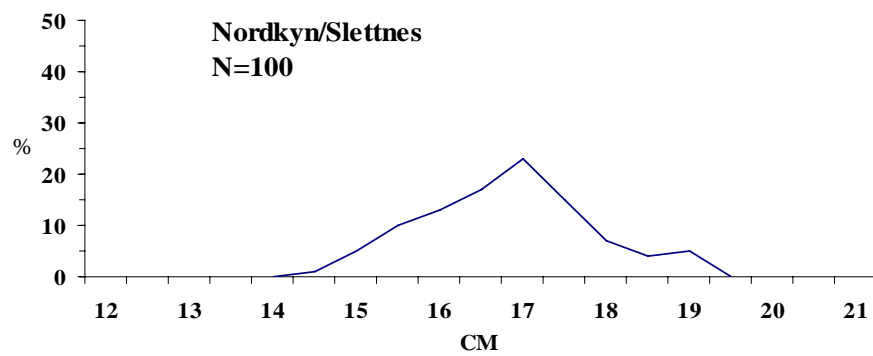
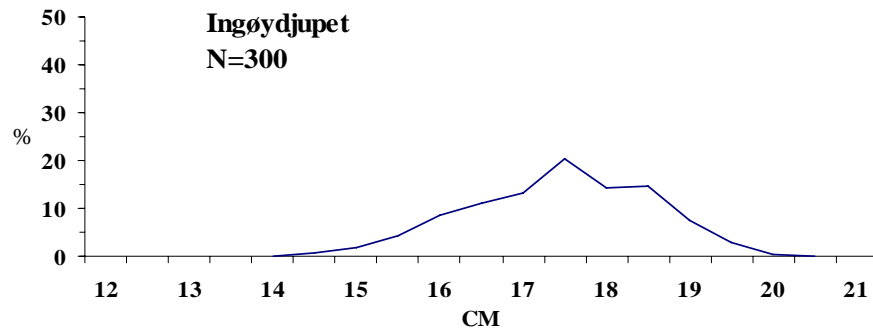
Figur I3. Lodderegistreringar ”Harvest” og ”Kvannøy” 28. februar–12. mars 2007.

Tabell II. Modningsutvikling for lodde 28. februar–11. mars 2007.

Fartøy	Dato	Posisjon	Gj.sn. lengde (cm)	Rognprosent
MS "Kvannøy"	28. februar	7159N, 2300Ø	17.6	16.7
MS "Harvest"	5. mars	7137N, 2823Ø	15.6	15.0
MS "Kvannøy"	6. mars	7126N, 2237Ø	17.8	20.1
MS "Kvannøy"	7. mars	7119N, 2558Ø	17.4	22.3
MS "Harvest"	7. mars	7128N, 2225Ø	17.5	20.0
MS "Harvest"	7. mars	7132N, 2411Ø	17.6	23.5
MS "Kvannøy"	8. mars	7116N, 2821Ø	17.1	23.0
MS "Harvest"	9. mars	7029N, 3120Ø	17.5	21.5
MS "Harvest"	11. mars	7028N, 3117Ø	17.7	23.0
MS "Harvest"	11.mars	7031N, 3114Ø	17.3	21.5

Om bord på "Harvest" vart 596 individ fordelt på 6 prøvar lengdemålt. Om bord på "Kvannøy" vart det teke vekt, lengde, kjønn, modningsstadium og magefylling på 404 individ fordelt på 5 prøvar. Det vart rekna ut rognprosent på kvar prøve. Lengdefordeling av lodda frå dei ulike områda og totalt er vist i Figur I4. Havforskningsinstituttet hadde ikkje representant om bord på "Kvannøy" dei siste dagane (9.–12. mars). Det vart difor ikkje teke vekt/lengdeprøvar av lodde i den perioden, men "Harvest" var i same området, og lengdeprøvar vart teke der om bord.

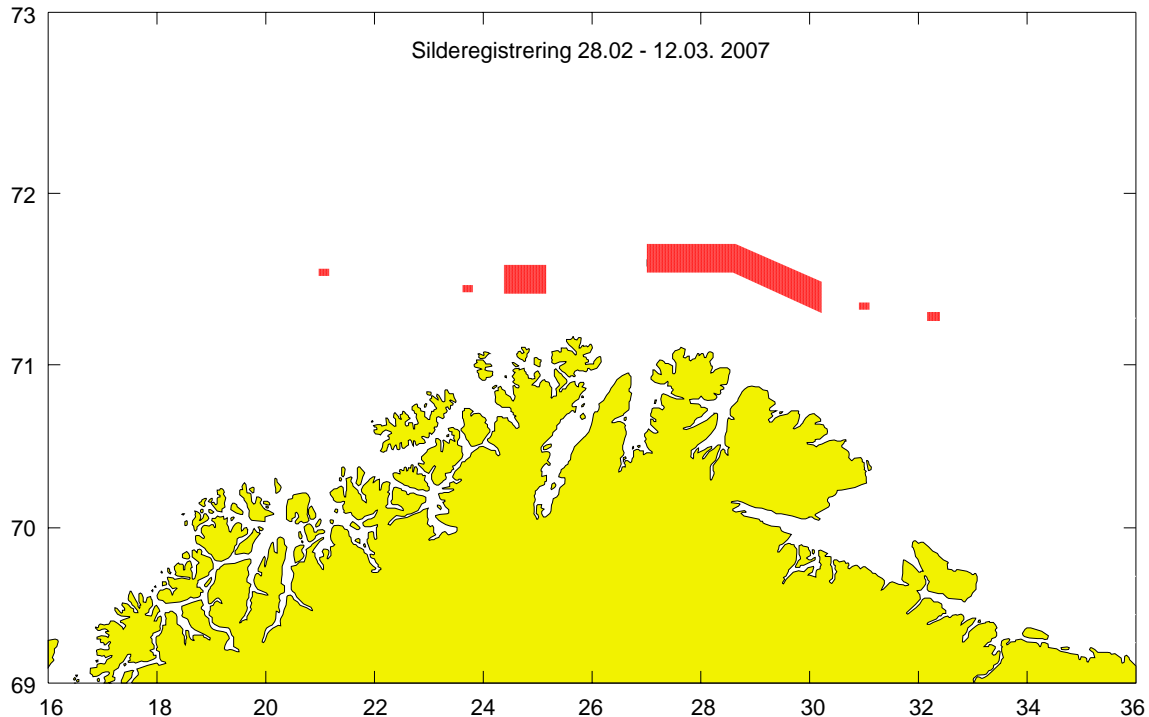
Starttidspunktet for leitetoktet viste seg i år å vera ideelt i høve til loddeinnsiget.



Figur I4. Lengdefordeling lodde "Harvest" og "Kvannøy" 26. Februar—12. mars 2007.

NVG-sild

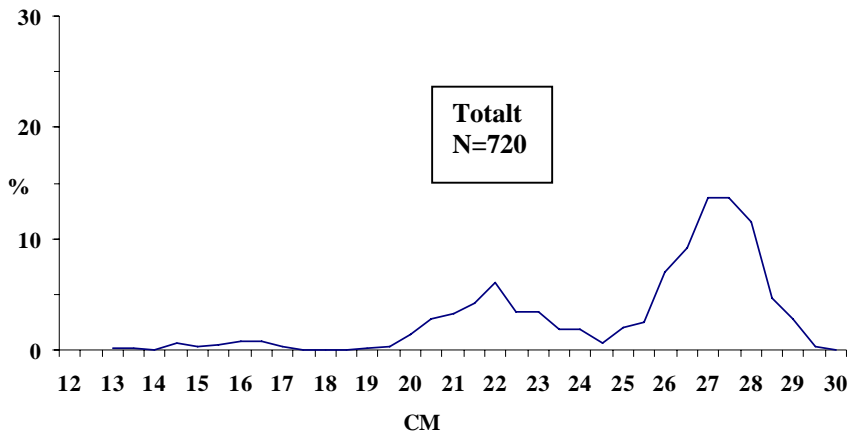
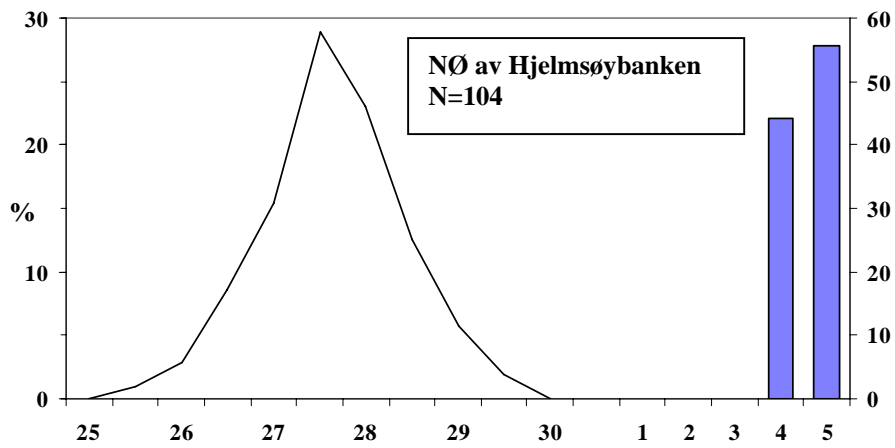
Silderegistreringane er vist i Figur I5. Dei beste silderegistreringane vart gjort i området frå N71°20' til N71°40' og mellom E27°06' og E31°10'. Silda stod for det meste frå 100 til vel 300 meters djup. I eit trålhal som "Harvest" gjorde i posisjon N71°37' E28°23' på svært gode registreringar frå 210 til 340 meters djup, var det 10 % innblanding av lodde i sildefangsten.



Figur I5. Silderegistreringar "Harvest" og "Kvannøy" 28. februar–12. mars 2007.

Om bord på "Harvest" vart 516 individ fordelt på 5 prøvar lengdemålt. Om bord på "Kvannøy" vart det teke vekt og lengde av 204 individ fordelt på 2 prøvar. Av 80 av desse vart det teke aldersprøve i tillegg til feitt, kjønn, modningsstadium og magefylling.

Lengdefordeling av silda er vist i Figur I6. I tillegg er det vist alders- og lengdefordeling av silda i prøven frå eit trålhal i NØ-kant av Hjelmsøybanken. 100 % av denne silda var modnande (spesialstadium 4 og 5). 2002-årsklassen utgjorde 55 % i prøven og resten var sild av 2003-årsklassen.



Figur I6. Alders-lengdefordeling av NVG-sild frå Hjelmsøybanken, og total lengdefordeling.

Vedlegg II. Kalibreringsrapport

DRIFTSJOURNAL 1 Calibrating with ref. sphere Rev:2006

Ship : M/S "Gardar" Date: 06.03.2007

Echosounder: SIMRAD ER60 Localization: Lysebotn, Senja

Sphere: CU-60, TS_{sphere}: -33.70 dB (Corrected for sound speed or t,S), Bottom depth: 41 m

Calibration Version: 2.1.0.11

Reference Target:

TS: -33.70 dB

Min. Distance: 20.00 m

TS Deviation: 5.0 dB

Max. Distance: 30.00 m

Transducer: ES38B Serial No. 123

Frequency: 38000 Hz

Beamtype: Split

Gain: 25.96 dB

Two Way Beam Angle: -20.6 dB

Athw. Angle Sens.: 21.90

Along. Angle Sens.: 21.90

Athw. Beam Angle: 6.87 deg

Along. Beam Angle: 6.94 deg

Athw. Offset Angle: 0.02 deg

Along. Offset Angel: 0.01 deg

SaCorrection: -0.65 dB

Depth: 5.00 m

Transceiver: GPT 38 kHz 0090720580bd 1 ES38B

Pulse Duration: 1.024 ms

Sample Interval: 0.188 m

Power: 2000 W Receiver

Bandwidth: 2.43 kHz

Sounder Type:

EK60 Version 2.1.2

TS Detection:

Min. Value: -50.0 dB

Min. Spacing: 100 %

Max. Beam Comp.: 6.0 dB

Min. Echolength: 80 %

Max. Phase Dev.: 8.0

Max. Echolength: 180 %

Environment:

Absorption Coeff.: 0.1 dB/km

Sound Velocity: 1469.6 m/s

Beam Model results:

Transducer Gain = 26.11 dB

SaCorrection = -0.66 dB

Athw. Beam Angle = 7.01 deg

Along. Beam Angle = 7.01 deg

Athw. Offset Angle = 0.02 deg

Along. Offset Angle = 0.01 deg

Data deviation from beam model:

RMS = 0.10 dB

Max = 0.22 dB No. = 324 Athw. = 1.7 deg Along = 3.3 deg

Min = -0.31 dB No. = 228 Athw. = 4.7 deg Along = -0.4 deg

Data deviation from polynomial model:

RMS = 0.05 dB

Max = 0.13 dB No. = 113 Athw. = -0.3 deg Along = -4.4 deg

Min = -0.19 dB No. = 393 Athw. = -1.9 deg Along = 1.4 deg

Remarks :

Kalibrering i forkant av loddetokt

Wind speed: 1 kn. **Wind direction:** 350 grader

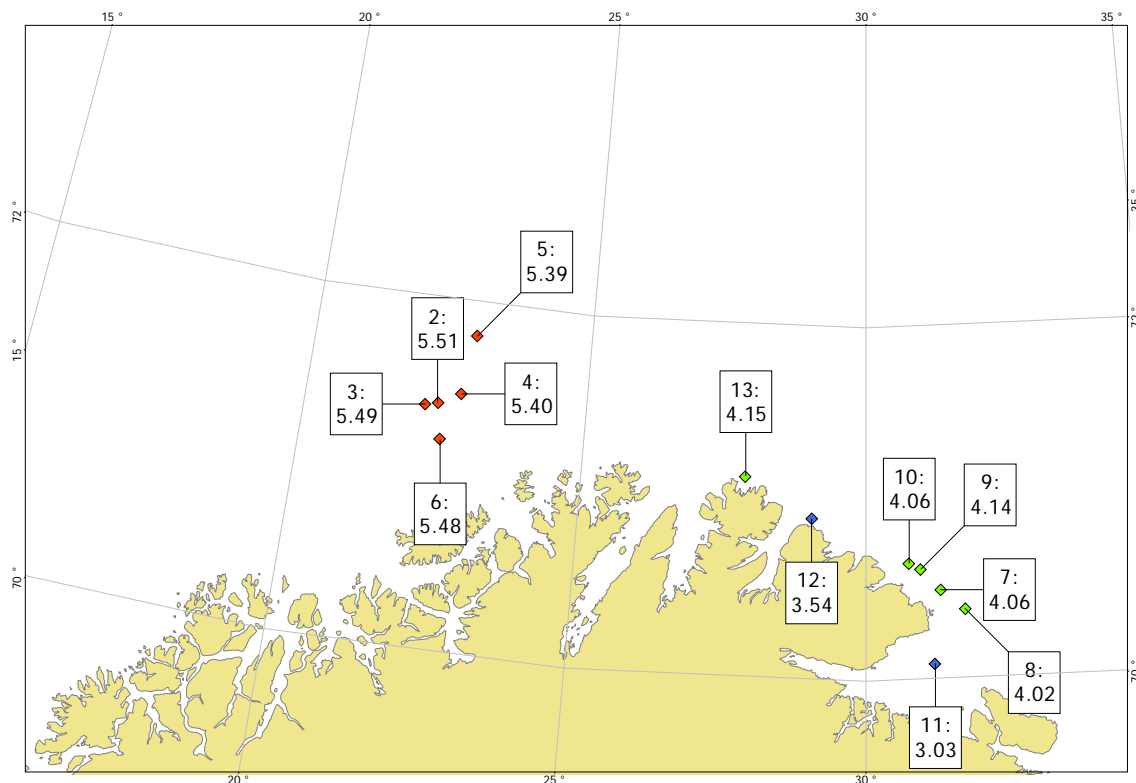
RawdataFil: C:\Documents and Settings\terjet\My Documents\Projects\Tokt\Loddetokt 2007\Calibration Gardar 060307\Gardar c

Filename: C:\Documents and Settings\terjet\My Documents\Projects\Tokt\Loddetokt 2007\Calibration Gardar 060307\kalibreri

Calibrated by: Terje Torkelsen

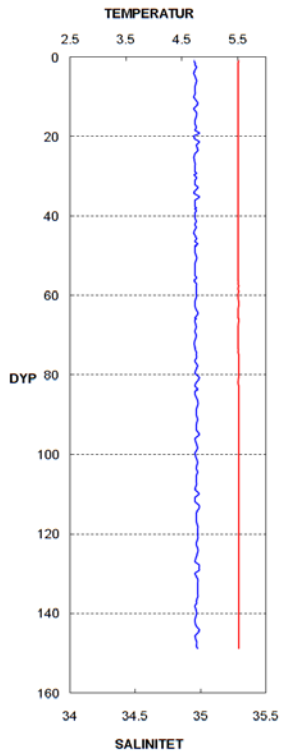
Vedlegg III. Hydrografiske registreringer

CTD-stasjonene er presentert på kartet nedenfor med stasjonsnummer og gjennomsnittstemperatur for dybdeintervallet 0-50 m. Merk at registreringene begynner med stasjon 2, da stasjon 1, som ble tatt under kalibrering av ekkoloddet er utenfor toktområdet. Merk også at CTD-stasjon 12 kun ble dekket fra 0-40 m, da det var grunt i dette området. Røde punkter angir gjennomsnittstemperatur > 5 °C, grønne angir 4-5 °C og blå angir < 4 °C.

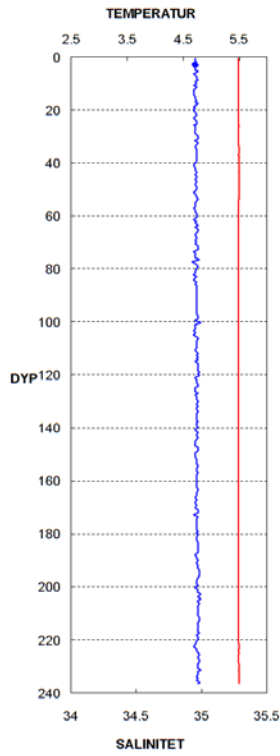


Dybdeprofiler for temperatur (rød linje, °C) og salinitet (blå linje, ‰) er gitt for hver stasjon i figurene nedenfor. Merk at dyp (m) varierer avhengig av bunndypet i området.

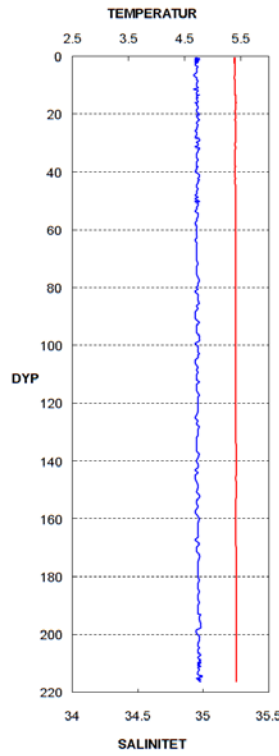
CTD-stasjon 2



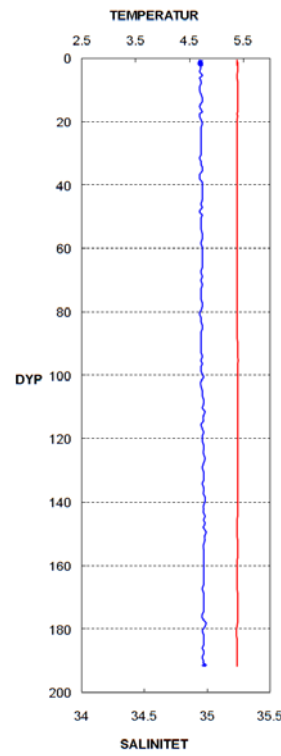
CTD-stasjon 3



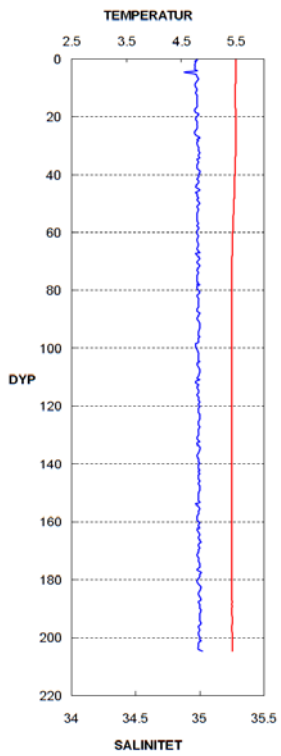
CTD-stasjon 4



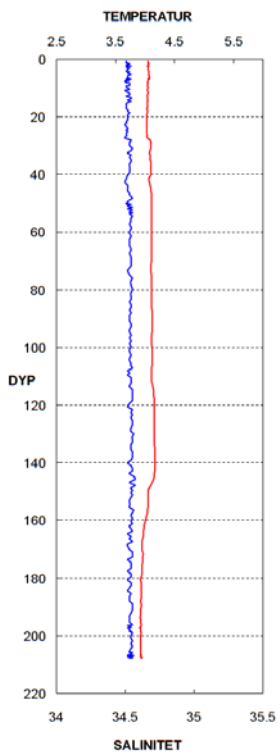
CTD-stasjon 5



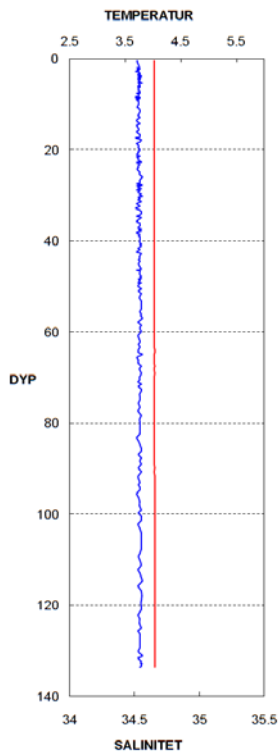
CTD-stasjon 6



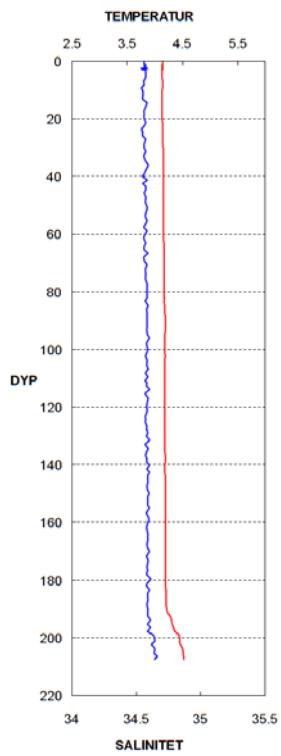
CTD-stasjon 7



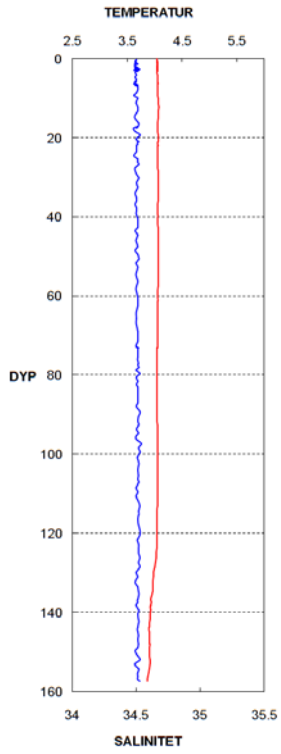
CTD-stasjon 8



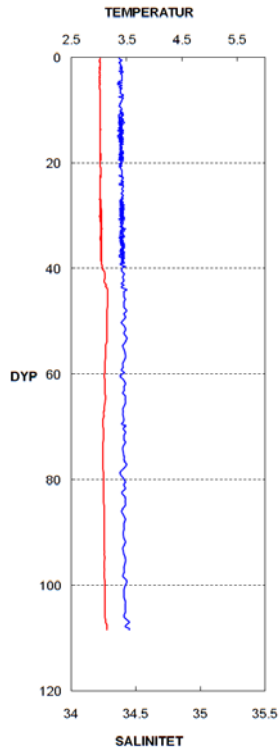
CTD-stasjon 9



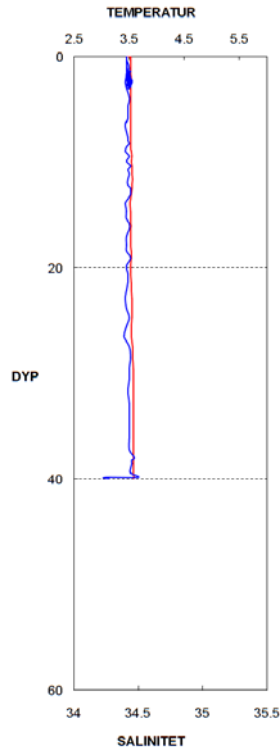
CTD-stasjon 10



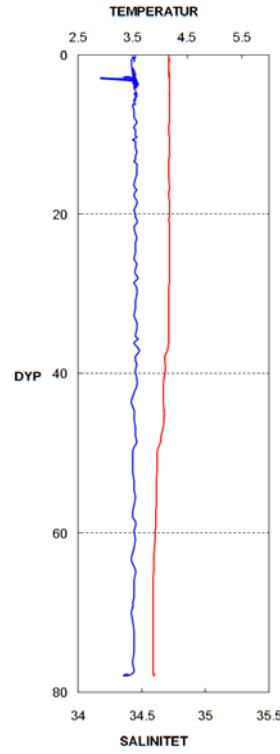
CTD-stasjon 11



CTD-stasjon 12



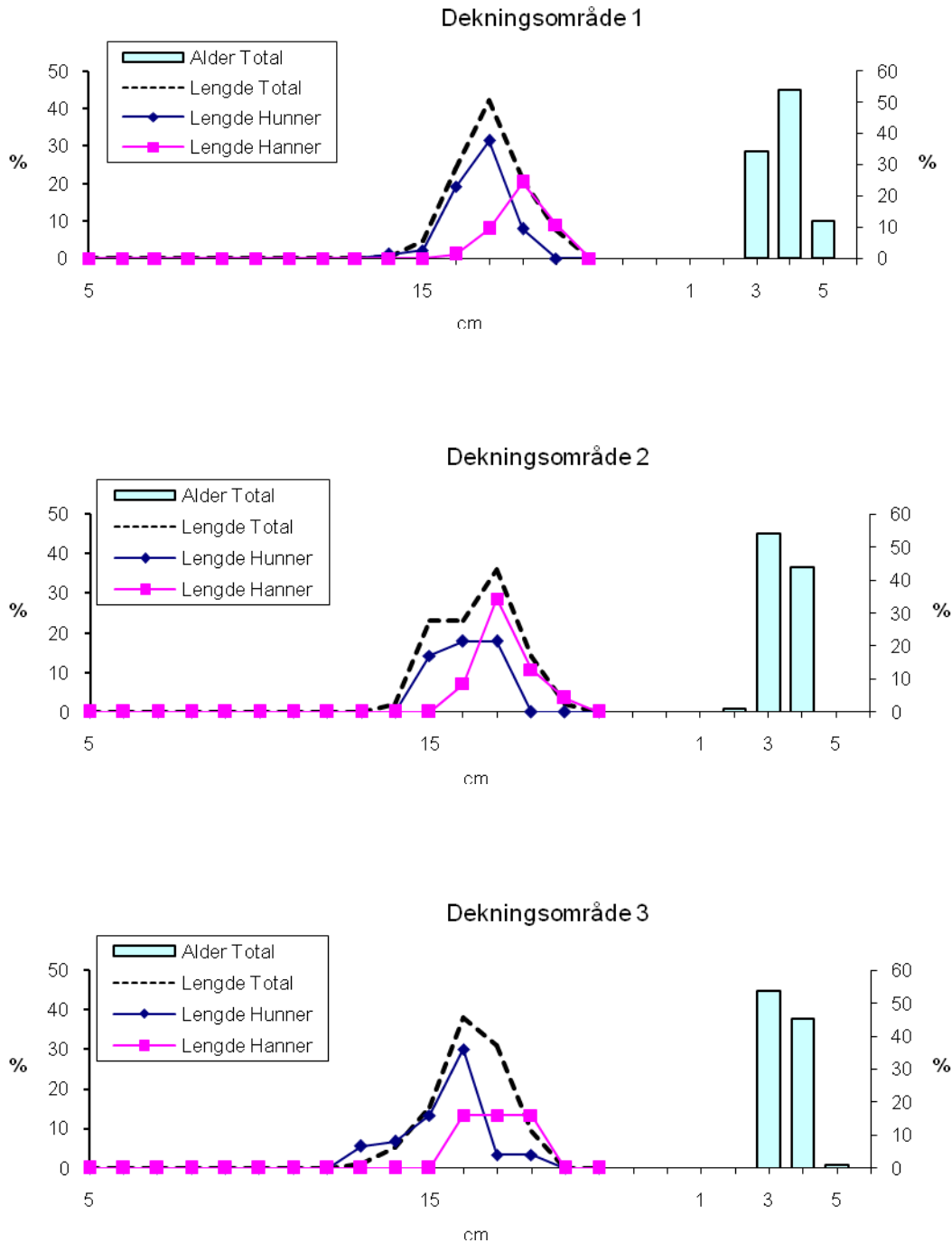
CTD-stasjon 13

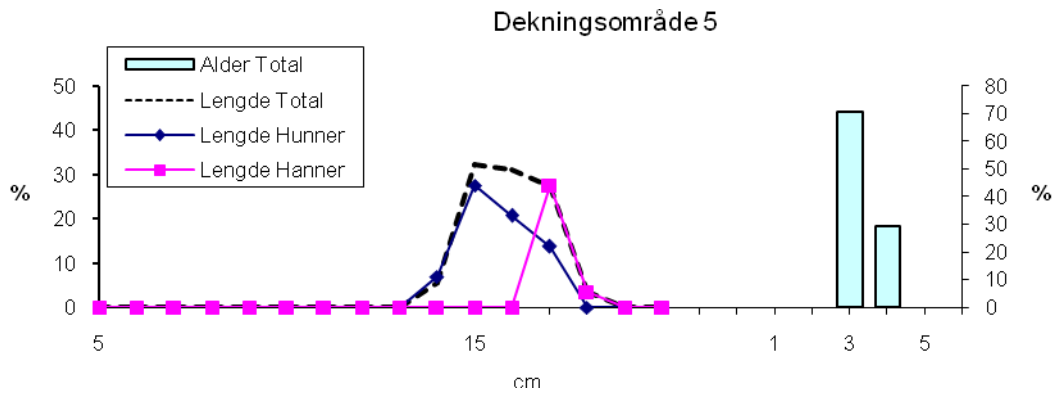
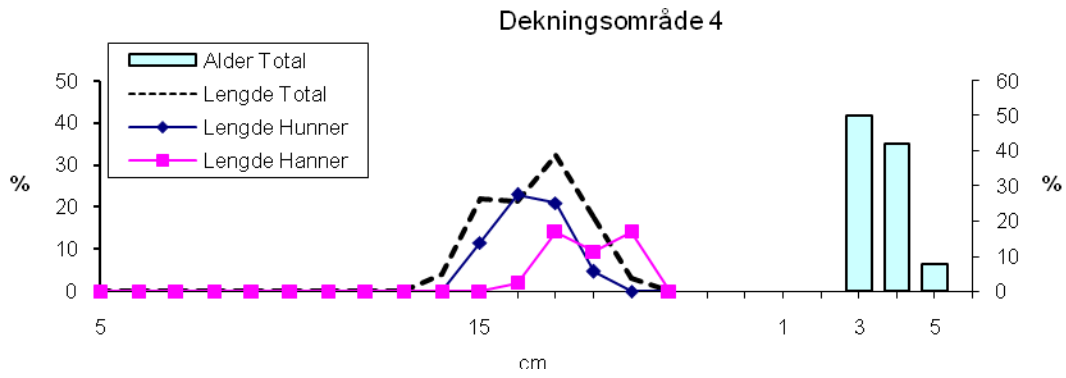


Vedlegg IV. Resultater fra biologisk prøvetaking

Figurene viser sammendrag av biologiske prøver fra de fem dekningsområdene for akustisk mengdeberegning. Lengdefordelinger er gitt for hunner og hanner og begge kjønn samlet.

Aldersfordelinger er gitt som søylediagram.



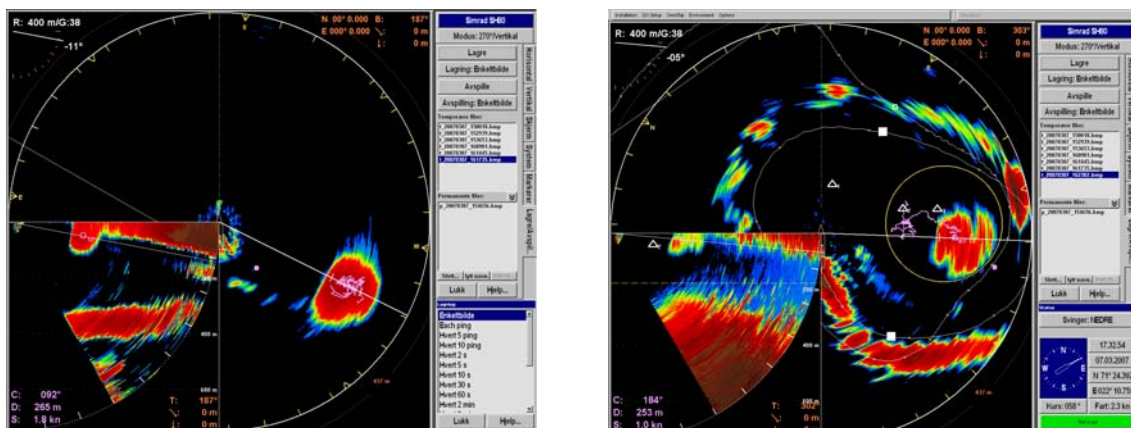


Vedlegg V. Sammenligning av ekkolodd og sonar

Det ble foretatt noen eksperimenter under toktet loddestimer ble registrert med både sonar og ekkolodd i et forsøk på å kvantifisere sammenhengen mellom disse metodene. Stimstørrelsen ble beregnet basert på scientific output fra sonaren og ved hjelp av ekkointegrering. Det ble også foretatt eksperimenter der en stim ble krysset i ulike retninger. I noen av tilfellene ble det foretatt notkast på disse stimene. Eksperimentene var ikke systematiske, men ble utført for å kartlegge potensialet for mer detaljerte studier på fremtidige tokt. Nedenfor følger en loggbok over disse undersøkelsene, med en kort beskrivelse av resultatene.

Onsdag 7. mars kl. 16.00

Startet sonarlogging på en stim i det vestlige området (Figur V1). Logget mens vi gikk sakte rundt stimen. Logging stoppet 17.15

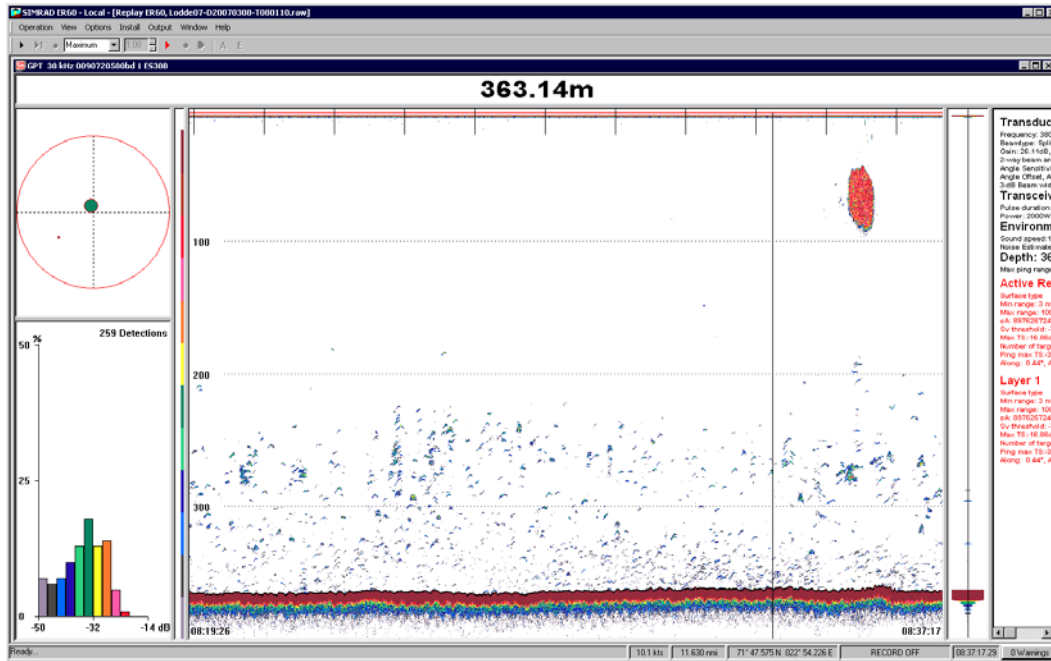


Figur V1. Sonarbilder av loddestim registrert 7. mars i det vestlige området. Bildene er fra ulike retninger.

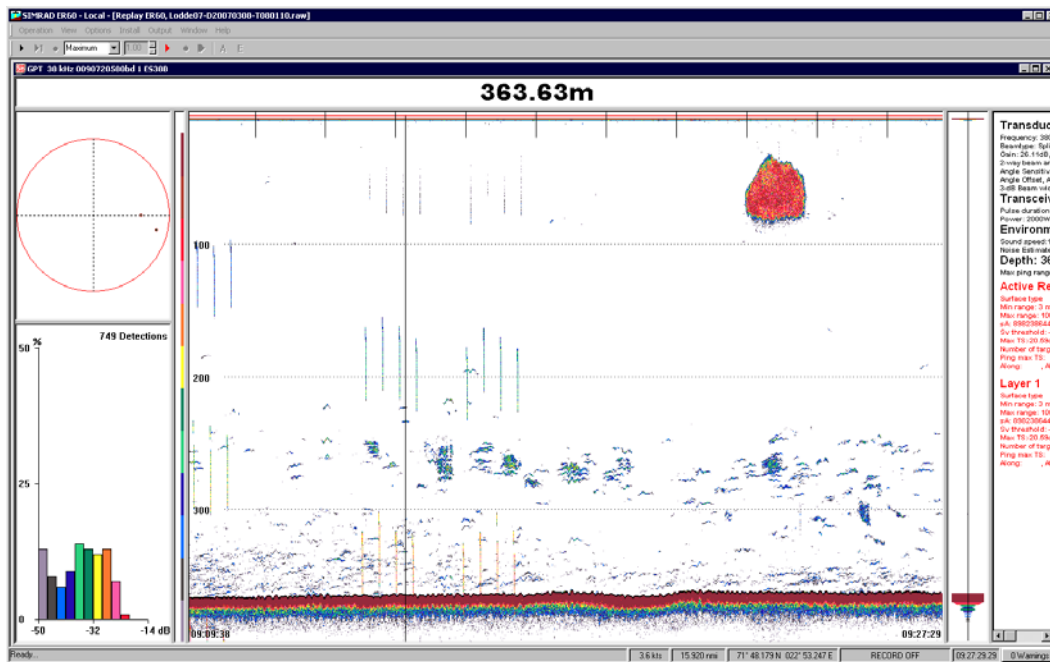
Stimstørrelsen ble estimert til 265 tonn basert på sonarregistreringene. Det ble foretatt notkast på stimen, og estimert fangst var ca 200 t lodde. Basert på dette resultatet ble estimert ekkostyrke for lodde med redusert med 25 % i oppsettet for stimestimering i sonaren.

Torsdag 8. Mars kl. 08.00

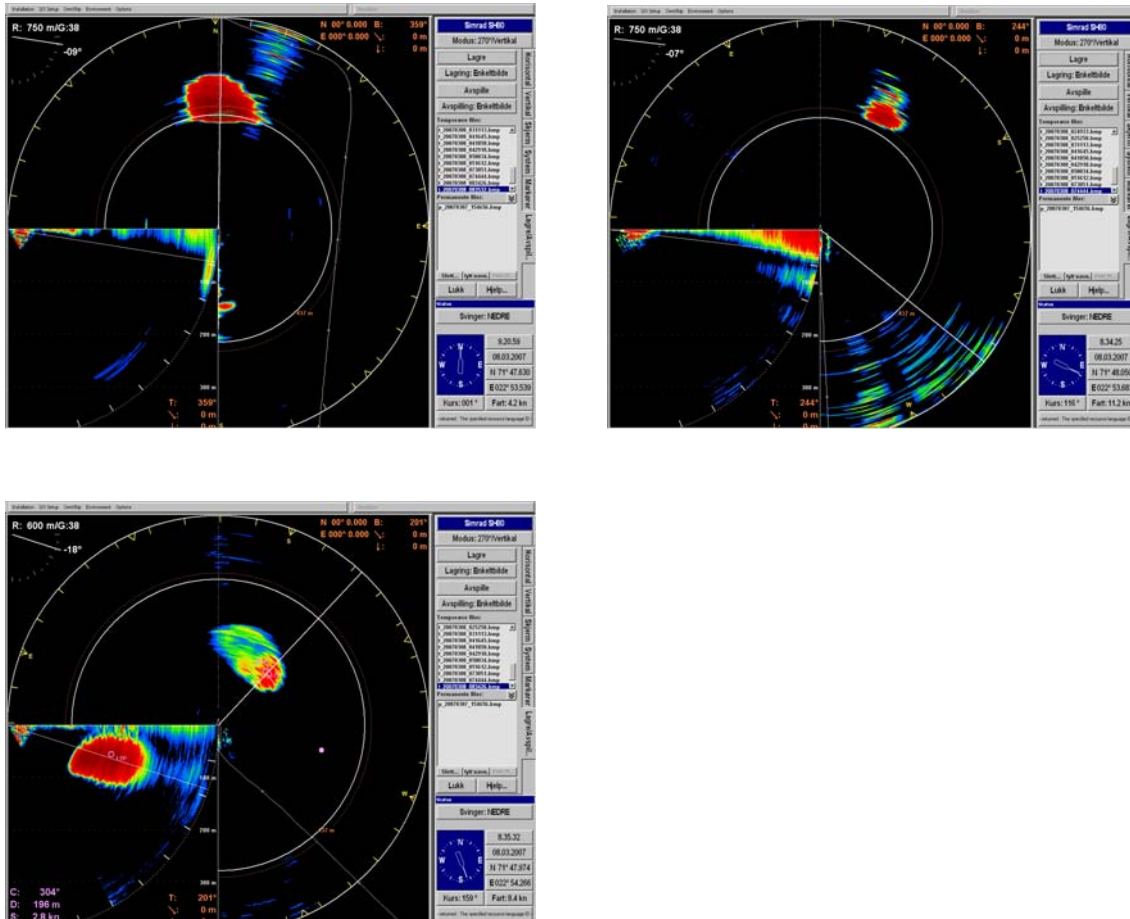
Krysset over en loddestim både langs kurslinjen og på tvers (Figur V2) og estimerte stimstørrelsen i etterprosesseringsprogrammet for ekkolodd (LSSS). Det ble tatt flere sonarbilde av stimen for referanse (Figur V3), og rådata fra sonar, Target Track og ER60 ble tatt vare på for senere analyser.



Figur V2a. Loddestim registrert på ekkoloddet langs kurslinjen 8. mars i det vestlige området.



Figur V2b. Loddestim registrert på ekkoloddet på tvers av kurslinjen 8. mars i det vestlige området.

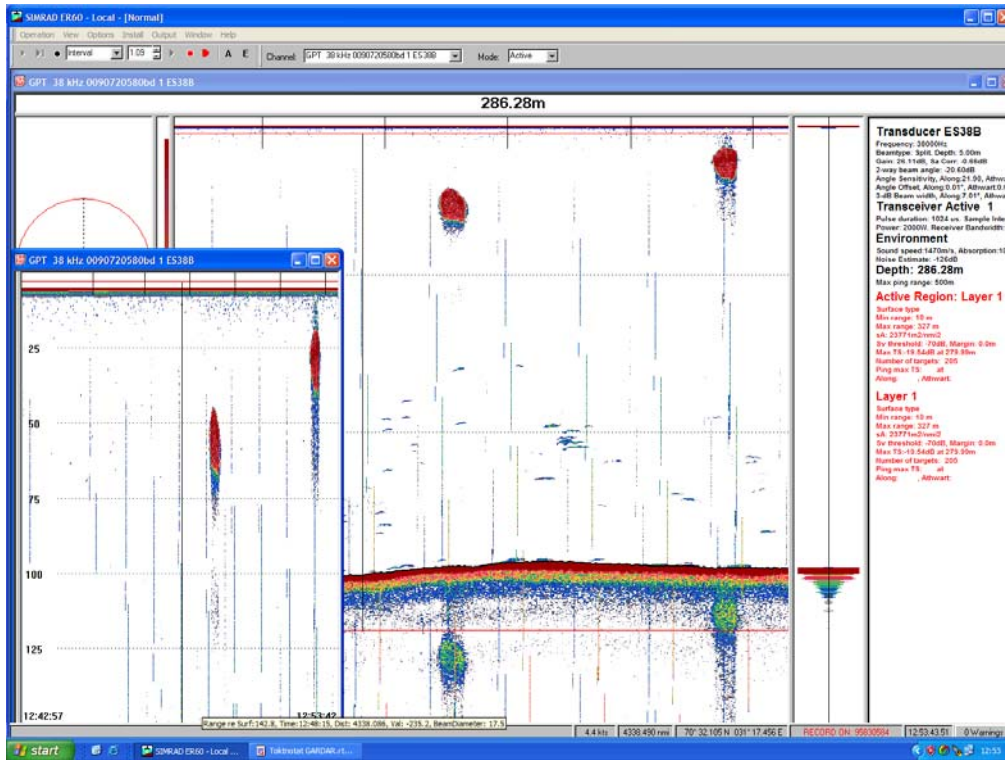


Figur V3. Sonarbilder av loddestim registrert 8. mars i det vestlige området. Bildene er fra ulike retninger.

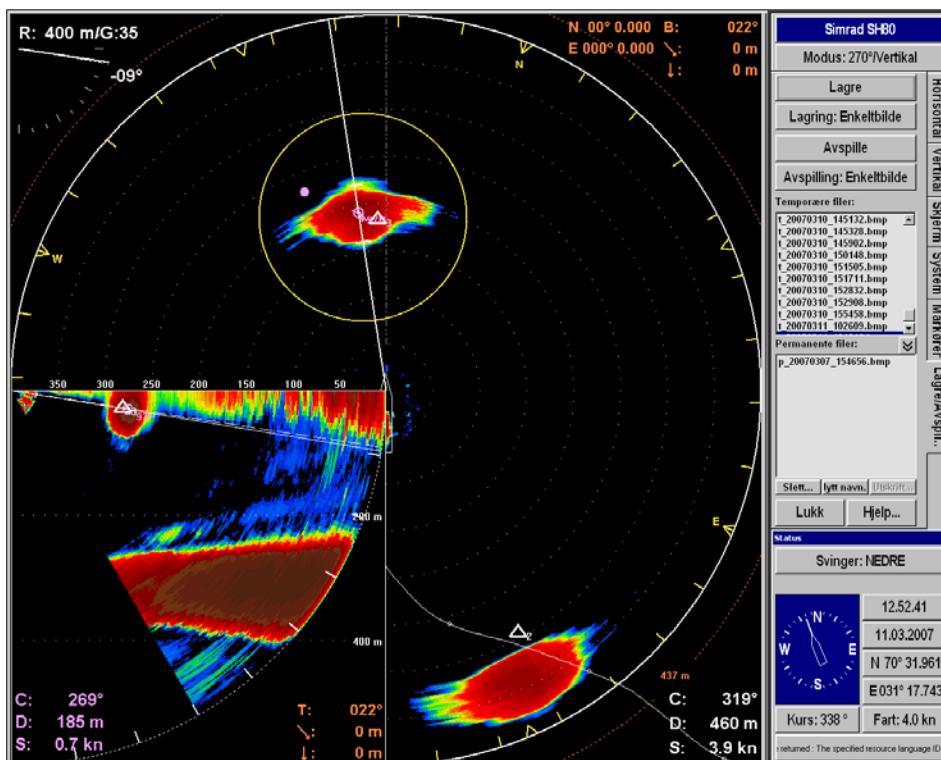
Basert på ekkoloddregistreringene ble gjennomsnittlig areal-ekkomengde ($\overline{s_A}$) for denne loddestimen beregnet til 7.13 langs kurslinjen og 11.65 på tvers av kurslinjen. Dette tallet er beregnet på grunnlag av biologiske prøver som viste en gjennomsnittslengde på 17.5 cm og gjennomsnittsvekt på 26.6 g.

Søndag 11. mars kl. 12.30

Vi lokaliserte to loddestimer på vei inn i det østlige området (Figur V4 og V5). Basert på sonarregistreringene ble stimstørrelsen estimert til 4000 m² og 94 t. Basert på ekkoloddregistreringene var gjennomsnittlig areal-ekkomengde ($\overline{s_A}$) for denne loddestimen beregnet til 26.0, noe som tilsvarer en stimstørrelse på ca. 90 t. Vi fikk dessverre ingen fangst fra denne stimen.



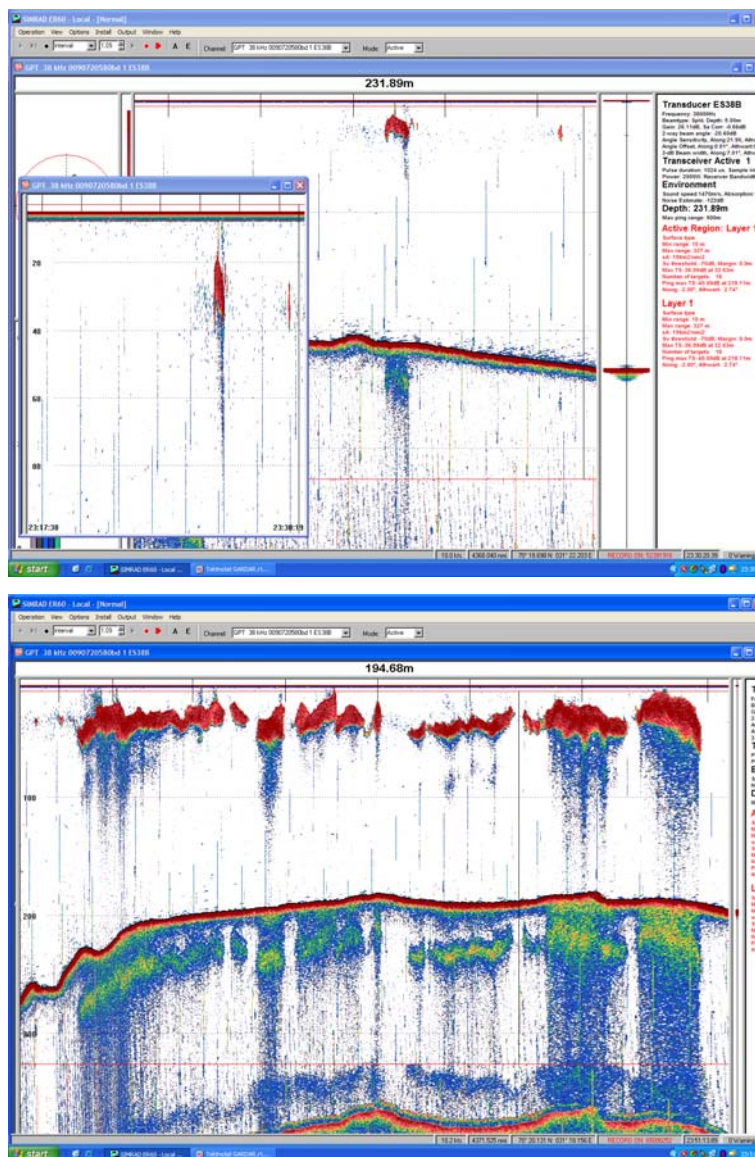
Figur V4. To loddestimer registrert på ekkoloddet 11. mars i det østlige området.



Figur V5. Sonarbilder av to loddestimer registrert 11. mars i det østlige området.

Søndag 11. mars kl. 23.00

På vei videre sørover for å etablere den sørligste utstrekningen av gytelodde før transektet ble lagt opp, krysset vi tvers over en langstrakt loddestim (Figur V6). Vi snudde og krysset denne stimen på langs i vestlig retning. I denne retningen hadde stimen en utstrekning på nesten 3 nm. Basert på ekkoloddregistreringene ble biomassen av denne stimen anslått til ca 100 000 t da vi kjørte på langs av stimen. Denne siste registrering av stimen er ikke medregnet i estimatet, da vi avvek fra kurslinjen. Denne registreringen kan representere en hovedgren av loddas gytevandring mot kysten. Observasjonen demonstrerer hvor sårbare ekkoloddestimatene er for variasjon i romlig fordeling.



Figur V6. Retningsavhengig variasjon i loddestimer registrert på ekkoloddet 11. mars i det østlige området. Øverste bilde viser registrering langs letekursen, mens nederste viser registreringen 90° på kursen.