

Er det mogleg å justere loddekvoten ut frå eit vinterloddetokt?

Oppsummering av tokt 2007-2009



Av Elena Eriksen, Harald Gjørseter, Geir Odd Johansen, Ingolf Røttingen, Ingvald Svellingen, Sigurd Tjelmeland og Egil Ona, Havforskningsinstituttet

Innholdsfortegnelse

Er det mogleg å justere loddekvoten ut frå eit vinterloddetokt? Oppsummering av tokt 2007–2009..	1
Samandrag	3
English summary	4
Innleiing.....	5
Loddeforvaltning i Barentshavet og ved Island	5
Innspel frå næringa	6
Bruk av vinterloddetokt i forvaltninga av lodde	6
Vinterloddeundersøkingar	8
Bruk av data frå botnfisktoktet.....	11
Resultat	13
Konklusjon.....	16
Vegen vidare	17
Vedlegg	19
Målstyrkemålingar på vinterlodde 2008 og 2009.....	19
Trykkavhengighet.....	23
Fordeling av ekkoloddregistreringene på arter	31
Måling av vandring.....	32
Uvisse	33
Uvisse i ekkomengd langs kursen og uvisse i lengdefordelinga for biologiske prøver	34
Uvisse knytt til lodda si djupnefordeling.....	35
Uvisse knytt til vandring.....	37
Uvisse knytt til berekning av torskens beiting frå lodde.....	37
Oppsummering av uvisse	37
Referansar	38

Samandrag

Forvaltinga av lodde i Barentshavet er basert på eit årleg trål-akustisk tokt i september. Kvoten er basert på ei framskriving av den modne delen av bestanden til gytetidspunktet 1. april året etter. Framskrivinga er gjort med uvisse, og kvoten vert bestemt slik at det er mindre enn 5% sannsyn for at gytebestanden vert mindre enn 200 000 tonn.

Etter ynskje frå næringa gjennomførte Havforskningsinstituttet i 2007–2009 tokt om vinteren for å avklare om det er mogleg å etablere eit vinterloddetokt i forvaltinga, slik at ein førebels kvote sett om hausten kunne justerast ut frå ei måling nærare gytetidspunktet. Tanken var at dette kunne redusere uvisse i forvaltinga, fordi den lange framskrivingsperioden då ville bli kraftig redusert. Men dette er avhengig av at uvisse i toktestimatet ikkje er for stor. Tokta tok sikte på å avklare metodologiske problem knytt til at tilhøva for akustisk mengdeberekning er andre om vinteren enn om hausten.

Resultata frå tokta viser at problema knytt til områdedekking og vandring vil føre til at justering av kvoten med basis i eit vintertokt ville auke uvisse i forvaltinga av lodde. I 2007 var estimatet monaleg høgare enn prognosen, og dersom toktet hadde vore implementert i forvaltinga ville kvoterådet ha endra seg frå null til om lag 80 000 tonn. I 2008 var estimatet meir i line med kvoten og ville ikkje endra kvoterådet (som var null). I 2009 var estimatet lite i høve til prognosen, og det pågåande fisket ville ha blitt stoppa umiddelbart dersom toktet hadde vore implementert i forvaltinga.

Det er også vist at den akustiske målstyrken er sterkt avhengig av djupet, og sidan det gjennomsnittlege djupet kan vere annleis om hausten i høve til vinteren vil det skape ei tilleggsuvisse så lenge den akustiske målemetodikken ikkje tek omsyn til dette.

Dersom eit vinterloddetokt skal brukast til å justere loddekvoten må det utførast tidleg nok til at ein kan få utført toktet, bestemme kvoten, fordele den på fartøy og få utført fisket før gytinga startar. I 2008 starta gytinga alt i månadsskiftet februar–mars, så eit vinterloddetokt må utførast tidleg, og derfor vert det området som skal dekkast tilsvarande større. Sjølv om det var teke høgde for det i 2009, viste botnfisktoktet at det stod moden lodde endå lenger nord, som ikkje kom med i loddetoktet. Tidsfasing av toktet og områdedekking når det er sterk vandring er truleg det største problemet med å bruke eit vinterloddetokt i forvaltinga.

Røynslene frå dei tre tokta tilseier at ein ikkje tek sikte på å bruke eit vintertokt i forvaltinga av lodd.

Problem knytt til samarbeidet med Russland (tilgjenge til russisk økonomisk sone, Interne russiske problem, koordinering av norske og russiske fartøy) er ikkje omhandla i denne rapporten.

English summary

The management of capelin in the Barents Sea is based on one yearly trawl-acoustic survey in September. The quota is based on a probabilistic prognosis of the maturing part of the stock at 1 April when the capelin is supposed to spawn. The quota is determined by requiring a maximum of 5% probability for the spawning stock to be smaller than 200 000 tons.

Following suggestions from the fishing industry, Institute of Marine Research conducted surveys in the winters 2007–2009 to find out whether it is possible to implement a winter survey in the management of capelin, such that a preliminary quota decided in the autumn could be adjusted from a measurement closer to the time of spawning. The idea was that this would reduce the uncertainty in the management because the long prognostic period would be substantially reduced. This is dependent, however, on the uncertainty in the survey itself being not very large. The surveys aimed at clarifying methodological problems connected to the conditions for acoustic abundance estimations being different in the winter from those in the autumn.

The results from the surveys show that problems connected to area coverage and migration creates an uncertainty of such magnitude that using a winter survey in the management of capelin would increase the uncertainty in the management of capelin. In 2007 the estimate was substantially higher than the prognosis, and if the survey had been implemented in management the quota advice would have changed from 0 to about 80 000 tons. In 2008 the estimate was more in line with the prognosis and would have not changed the quota advice (which was 0). In 2009 the estimate was small compared to the prognosis, and the fishery would have been stopped immediately if the survey had been implemented in the management.

It is also shown that the acoustic target strength depends strongly on depth. Since the mean depth can be different in the autumn than in the winter this will create an additional uncertainty as long as the methodology does not account for depth dependent target strength.

If a winter survey shall be used to adjust the capelin quota it must be conducted early enough for conducting the survey, determine the new quota, distribute it on vessels and conducting the fishery before the spawning begins. In 2008 the spawning started already by the end of February/beginning of March. Therefore, a winter survey must be conducted early and the area that must be covered will be larger. Even if this was planned for in 2009, data from the demersal survey indicated that maturing capelin were distributed further north than the planned area. The timing of the survey and the area coverage combined with strong migration of capelin is probably the largest problem when using a winter survey in the management of capelin.

The experience from the three surveys discourages using a winter survey in the management of Barents Sea capelin.

Problems connected to the co-operation with Russia (admittance to Russian exclusive economic zone, internal Russian problems, co-ordination of Norwegian and Russian vessels) are not dealt with in this report.

Innleiing

Ingolf Røttingen og Sigurd Tjelmeland

Forvaltninga av lodde i Barentshavet er basert på eit bestandsestimat frå eit årleg norsk-russisk trål-akustisk tokt i september, og ein prognose for utviklinga av den modne delen av bestanden fram til 1. april. Metoden er vel etablert i det norsk-russiske forvaltnings- og forskarsamarbeidet. Men næringa har kritisert den lange framskrivingstida på 6 månader og foreslått at ein skal bruke den islandske metodikken også for lodda i Barentshavet, der kvoten kan bli justert om vinteren basert på eit tokt som måler mengda av moden lodde før gyting. Tanken er at dette vil redusere uvissa i framskrivinga. I perioden 2007–2009 har Havforskningsinstituttet undersøkt gyteinnsiget for å finne ut om slike målingar kan erstatte den etablerte metodikken som grunnlag for forvaltning av det norsk-russiske loddefisket i Barentshavet. Dette vart gjort ved å:

1. Bruke loddedata frå det årlege botnfisktoktet i februar med forskingsfartøy
2. Utføre akustiske undersøkingar av loddegyteinnsiget med innleigde ringnotfartøy (finansiert av forskingskvoter).

Loddeforvaltning i Barentshavet og ved Island

Ingolf Røttingen

Tabellen nedenfor sammenligner de generelle hovedkomponentene i loddeforvaltningen i Barentshavet og ved Island:

Trinn	Barentshavet	Island
Grunnundersøkelse	Norsk – russisk akustisk tokt i september	Tokt om høsten. I de senere år har det ikke vært mulig å oppnå et estimat på den tiden av året. Dette kan skyldes endret utbredelsesområde (lodda fordelt under isen?)
Prognose	Fram til 1. april	
Økosystemelement i forvaltningen	Torskens konsum modellert for perioden 1. Januar–1. april	Torskens konsum ikke koblet til loddeforvaltningen
Tileggsundersøkelser	Ingen	Flere tokt på gyteinnsiget
Gyteinnsig	Stort område i Barentshavet, stor variasjon fra år til år	Begrenset område Øst-Island
Gyteområde	Troms-Murmansk	Sørkyst Island
Minimum gytebestand	200 000 tonn	400 000 tonn
Maksimum tillatt usikkerhet i gytebestandsestimat	5 %	50 %
Forvaltningsmyndighet	Den blandede norsk-russiske fiskerikommisjon	Islandske myndigheter
Kvotefastsettelse	Endelig kvote ca 3 måneder før oppstart av fisket	Endelig kvote umiddelbart før oppstart av fisket

Innspel frå næringa

Sigurd Tjelmeland

I 2004 foreslår Norges Fiskarlag i eit brev til FKD at dersom eit vintertokt i 2005 gjev eit meir optimistisk bilete av den modne delen av bestanden enn hausttoktet i 2004, burde det opnast for eit lite loddefiske til konsum. I 2006 foreslår Fiskebåtredernes Forbund i brev til Havforskningsinstituttet at eit vintertokt bør bli ein fast del av forvaltingsmetodikken for lodde. Også Norges Sildesalgslag har ved fleire høve fremja dette ynsket. Spørsmålet om eit vinterloddetokt for å justere ein eventuell kvote var også oppe i Referansegruppa for ressursforskning ved fleire høve i 2006 og 2007.

Det er fleire problem knytt til å måle lodda om vinteren:

- Ulik gjennomsnittleg målstyrke på grunn av at lodda står i ulike djup om hausten og vinteren
- Målstyrken kan vere avhengig av feittprosenten
- Større vanskar med å skilje lodde og sild i det akustiske signalet
- Sterk vandring

Det er også ulike problem knytt til å implementere ei måling om vinteren i forvaltinga av lodde

- Evaluere uvissa i toktet og bruke denne i framskrivingsmodellen.
- Berekne beitinga av torsk frå toktet vert gjennomført og til gyting når toktet går over fleire veker.
- Tidspunkt for toktet: Det må vere så tidleg at det er rom for evaluering , tildeling av kvoter og utføring av fisket før gytinga startar. Det kan vere eit problem når gytinga startar tidleg (som den gjorde i 2008). Når toktet går tidleg må også større havområde dekkast, og toksam arbeidet med Russland vert viktigare.

Desse problema har gjort at Havforskningsinstituttet tidlegare har valt å ikkje bruke den islandske metodikken. Men vi har sett det slik at spørsmåla frå næringa er rimelege og må takast alvorleg. Derfor er det gjennomført eit 3-årig forskingsprosjekt 2007–2009 der vi ved hjelp av innleigde fiskefartøy finansierte av forskingskvoter har laga eit estimat over mengda moden lodde om vinteren og samstundes samla inn forskingsdata for å kunne utvikle metodikk til å løyse dei metodiske problema nemnde ovanfor, så langt det let seg gjere.

I denne rapporten oppsummerer vi resultatata frå desse tokta. Rapporten er organisert i ein hovuddel der vi gjev generelle resultat og trekker konklusjon og eit vedlegg, der vi gjev meir teknisk informasjon. Figur- og tabellnummerering i vedlegget fylgjer kvart vedleggskapittel.

Bruk av vinterloddetokt i forvaltinga av lodde

Sigurd Tjelmeland

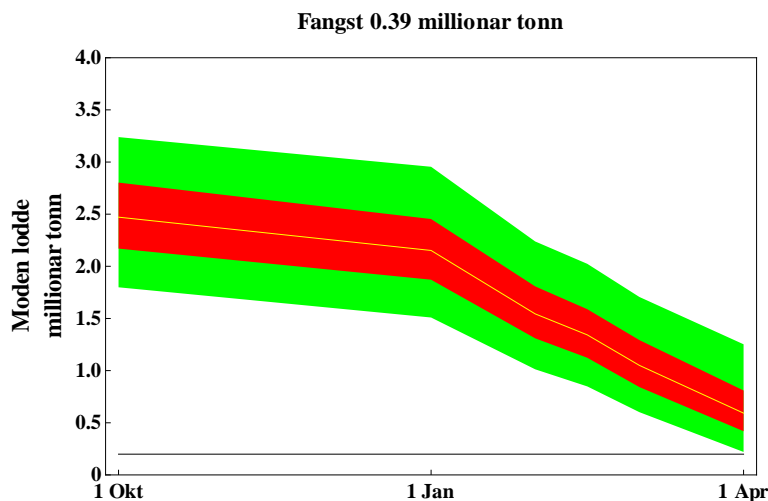
Figur 1 illustrerer korleis forvaltingsmetodikken kunne utvidast med eit vintertokt. Figur 1a viser resultatet frå ei mogleg bestandsvurdering, svært likt den som vart gjort hausten 2008, og som resulterte i ein loddekvote på 390 000 tonn vinteren 2009. Det er uvissa i alle lekkar av framskrivinga frå måletidspunktet 1. oktober til gytetidspunktet 1. april. Den utviklinga gjennom denne perioden som er mest sannsynleg er gjeven ved den gule lina. Vi bruker gjerne omgrepet punkttestimat når vi refererer til den mest sannsynlege verdien og ser bort frå uvissa. Den vassrette lina nedst markerer

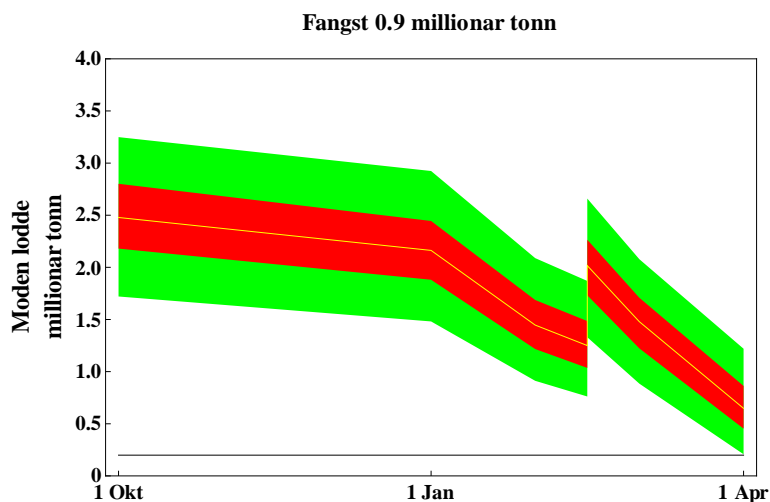
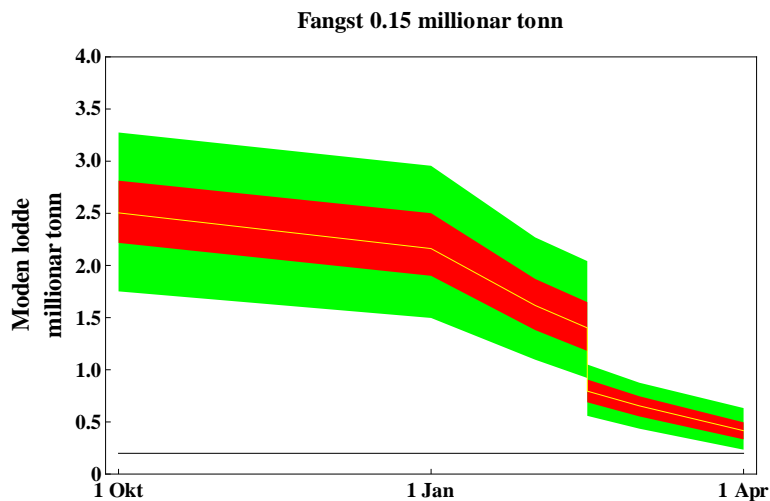
grenseverdien 200 000 tonn i forvaltingsregelen. Fordi det er uvisse, kan ein tenke seg mange ulike framskrivingar som alle er like sannsynlege, dei fleste av dei vil ligge i nærleiken av framskrivinga av punkttestimatet, men nokre kan ligge høvesvis langt frå. Samlinga av dei 50 % av alle framskrivingar som ligg nærast utviklinga av punkttestimatet er gjeve ved det raude feltet, og samlinga av dei 90 % framskrivingane som ligg nærast utviklinga av punkttestimatet er gjeve av det grønne feltet, dvs. 5 % av framskrivingane ligg under det grønne feltet. Kvoten er bestemt slik at grensa for det grønne feltet kryssar 200 000 tonn lina 1. april.

Når ein bruker eit vinterloddetokt til å justere kvoten, vil ein bruke den opphavlege framskrivinga til å bestemme den delen av kvoten ein reknar med vil bli teken før toktet, og bestemme den resterande delen av kvoten ut frå toktresultatet. I forvaltninga i dag er det føresett at 20 % av kvoten vert teken i januar, 30 % i februar og 50 % i mars, og denne fordelinga vert halden fast frå år til år. I realiteten vil fordelinga endre seg med kor stor den prognostiserte kvoten er og med kva tid hovudtyngda av innsiget kjem.

Figur 1b viser tilsvarande bestandsvurdering dersom eit vintertokt målte mengda moden lodde 15. februar til 800 000 tonn, og figur 1c viser korleis bestandsvurderinga hadde vore dersom toktet hadde vist 2 millionar tonn. Loddetoktet vinteren 2008 gav 100 000 tonn, vesentleg mindre enn desse to døma.

Dersom uvissa i vinterestimaten skulle vere større – og det ville den vore dersom uvisse knytt til vandring vart inkludert, t.d. – ser vi frå figurane at det nedste grønne feltet ville krysse grensa på 200 000 tonn i forvaltingsregelen. Resultatet ville vere at fangsten etter måletidspunktet ville måtta reduserast for å etterleve regelen.





Figur 1. Bestandsvurdering for lodde for perioden 1. oktober 2008 – 1. april 2009 utan justering med vinterloddetokt (øvst), med eit vinterloddetokt på 800 000 tonn (midten) og med eit vinterloddetokt på 2 millionar tonn (nedst). Den vassrette lina markerer grensa på 200 000 tonn i forvaltingsregelen.

Vinterlodgeundersøkelser

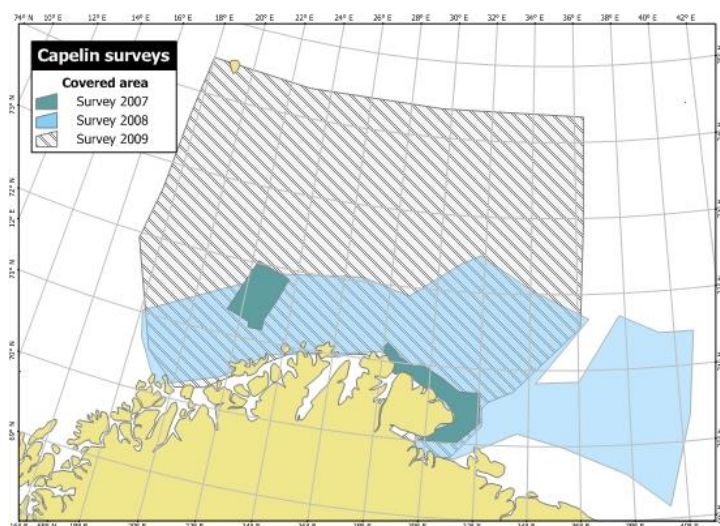
Elena Eriksen og Geir Odd Johansen

Toktene ble gjennomført om våren 2007, 2008 og 2009 som akustiske tokt for å teste ut metodikk for kartlegging og mengdeberegning av gyteinnsiget til lodde i Barentshavet. Målsetningene for toktene har vært å:

- Estimere akustisk målstyrke (Target Strength; TS) for lodde i gyteperioden, se resultater i Vedlegg.
- Kartlegge utbredelsen av ungsild med tanke på blanding av ungsild og lodde som problem for akustisk mengdeberegning
- Estimere vandringshastighet og retning for gytelodde med sonar som støtte for akustisk mengdeberegning, se resultater i Vedlegg.

- Foreta akustisk mengdeberegning av gytelodde.

Toktene ble gjennomført med leiefartøy og har dekket ulike deler av området langs kysten av Troms og Finnmark, samt i deler av Russisk eksklusiv økonomisk sone i 2008 og 2009. I 2009 var dekningsområdet i tillegg mer oseanisk, med nordligste utstrekning opp mot 75°N. I tillegg til akustiske data fra ekkolodd, sonar og TS sonde, er det samlet inn biologiske data fra lodde og sild med pelagisk trål og snurpenot, samt hydrografiske data med CTD sonde. Gjennomføringen av toktene er oppsummert i figur 2 og tabell 1.



Figur 2. Dekningsområder for vinterloddetokt i 2007–2009.

Tabell 1. Tidsrom, dekningsområde og innsamlede data for vinterloddetoktene i 2007–2009.

Innsamlede data omfatter antall trålhal, CTD stasjoner, TS-sonde stasjoner og sonarregistreringer. I 2007 ble det ikke benyttet TS-sonde, og bruk av sonar var på eksperimentstadiet.

År	Dekningsområde	Dato	Antall trålstasjoner	Antall CTD stasjoner	Antall TS-sonde stasjoner	Sonar registreringer
2007	70°00'–72°30' N 17°00'–34°10' Ø	26. februar– 18. mars	17	12	0	0
2008	Norskekysten(18°– 32°Ø) og russisk økonomisk sone	2. februar–2. mars	70	123	19	18 (lodde) 22 (sild)
2009	Sør for 75°N mellom 18° og 36°Ø	20. januar– 14. februar	69	115	4	4 (lodde)

Loddens gyteinnsig varierer betydelig fra år til år, både geografisk og med hensyn til når innvandringen begynner. Det er derfor svært vanskelig å koordinere toktet med hovedinnsiget, noe som medfører ufullstendig dekning av gytebestanden i innvandringsperioden, med mindre toktets

varighet og innsats økes betydelig. Beregningene av gytebestandens størrelse er derfor svært usikre. Et pålitelig estimat av gytebestanden som utgangspunkt for kvotefastsettelse om våren er derfor urealistisk med dagens metodikk.

2007: Dekningsområdet var begrenset til 5 små delområder. Avstand mellom kurslinjer varierte mellom delområder fra 9 til 1 nautiske mil. For stor avstand mellom kurslinjene økte risikoen for å gå glipp av vandrende loddestimer, mens for kort avstand økte risikoen for å dekke samme stimen flere ganger. Lodde ble observert i de øvre vannmasser i stimer, og blandet med andre fiskeslag på større dyp ned til 240 meter. Utbredelsen av ungsild er delvis overlappende med gyteinnsiget av lodde i de sørlige deler av Barentshavet. Sild ble observert i både rene sildestimer og blandet sammen med lodde. Sildestimene var vanskelig å skille akustisk fra loddestimene, og dette kan føre til feil i loddemengdeestimatet. Gyteklar lodde ble observert i perioden 10.–15. mars, og derfor synes timingen av undersøkelsen i forhold til innsigsperioden å ha vært vellykket.

2008: Dekningsområdet var større enn i 2007, og undersøkelsen og kartleggingen av loddemigrasjon startet tidligere enn i 2007. Regelmessig tråling ble utført både i pelagialen og nær bunnen. Loddestimer ble observert i det vestlige området, hvor loddeinnsiget startet uvanlig tidlig, rundt 15.februar. Derfor passet den tidlige starten av toktet bra med det tidligere vestlige loddeinnsiget. Lodde ble også observert blandet med andre fiskeslag langs kysten og i den østlige del av dekningsområdet. Målinger av akustiske målstyrke (TS) viste lignende TS om vinteren (gytelodde) og høsten for liten lodde, mens forskjellen var større for større lodde. Dette kan påvirke mengdeestimatet i de to sesongene. Målstyrken varierte fra -51,64 dB for 15,5 cm kroppslengde til -49,74 dB for 17,5 cm kroppslengde. Registrering av vandringshastighet og retning med sonar er egnet til å estimere lokal vandringsdynamikk nær kysten, men justering for dette i de akustiske bestandsestimatene krever utvikling av metodikk og et bilde av dynamikken på større skala. Hastigheten til stimene ble målt til omkring 1 knop for lodde og 0,6 knop for sild.

2009: Dekningsområdet var vesentlig utvidet sammenliknet med de to foregående år, selv om russisk økonomisk sone ikke ble dekket grunnet manglende tillatelse. Undersøkelsene startet tidligere for å dekke gyteloddevandringen før fiskeriet startet. Regelmessig tråling ble utført både i pelagialen og nær bunnen. De akustiske registreringene varierer mellom tette stimer, løse slør langs bunnen, og spredte bunnære registreringer av lodde i blanding med andre arter. I den vestlige delen av toktområdet ble lodde generelt observert i stimer i de øvre 50 meter. I den østlige delen blandet lodde seg med andre fiskeslag. 1 og 2 år gammel lodde ble observert blandet med andre arter nord for 74°N. Sildestimer ble observert i den vestlige delen, hvor lodde var fraværende. TS for lodde som ble observert nær bunnen ble også målt. Fiskeriet ble åpnet under toktet og foregikk i et område som senere ble dekket av toktet. I de siste ukene av toktet ble vandringshastigheten til lodde målt og varierte mellom 0,7 og 2,5 knop.

Toktene viser at leiefartøy med moderne akustisk instrumentering er velegnet til slike studier. Et sammendrag av resultatene fra toktene er vist i tabell 2 på side 15

Detaljerte toktrapporter er tilgjengelige fra Havforskningsinstituttet:

2007: Toktrapport Nr. 12 – 2007 (ISSN 1503-6294)

http://www.imr.no/publikasjoner/andre_publicasjoner/toktrapporter/2007/Nr.12_2007.pdf/nb-no

2008: Toktrapport Nr. 8 – 2008 (ISSN 1503-6294).

http://www.imr.no/publikasjoner/andre_publicasjoner/toktrapper/2008/Nr.8_2008.pdf/nb-no

2009: Toktrapport og Nr. 1 – 2009 (ISSN 1503-6294)

<http://www.imr.no/filarkiv/toktrapper/Nr. 1. 2009.pdf/nb-no>

Bruk av data frå botnfisktoktet

Sigurd Tjelmeland

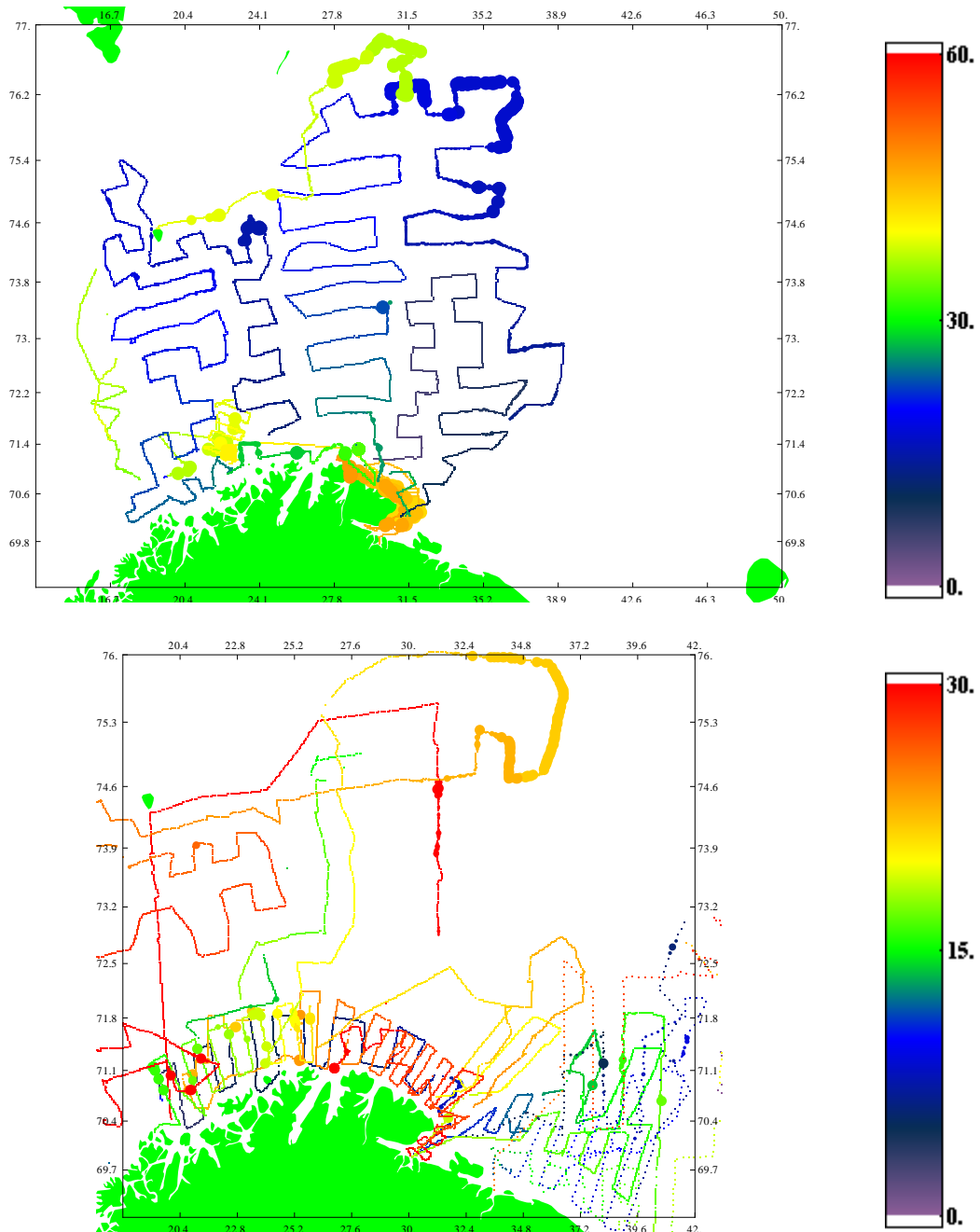
Samstundes med desse tokta gjekk også det årlege norsk-russiske vintertoktet for å dekke botnfiskbestandar. Vinterloddeprosjektet tok sikte på å undersøke om det let seg gjere å få eit estimat av moden lodde om vinteren ved å bruke eit eige tokt, uavhengig av botnfisktoktet. Bakgrunnen for det er at botnfisktoktet må prioritere ei god geografisk dekning av botnfisk og eit biologisk prøvetilfang som gjer at ein kan lage gode estimat av botnfiskbestandane. Dette gjev så sterke føringar på toktet at det vanskeleg kan vere ein del av grunnlaget for eit loddeestimat.

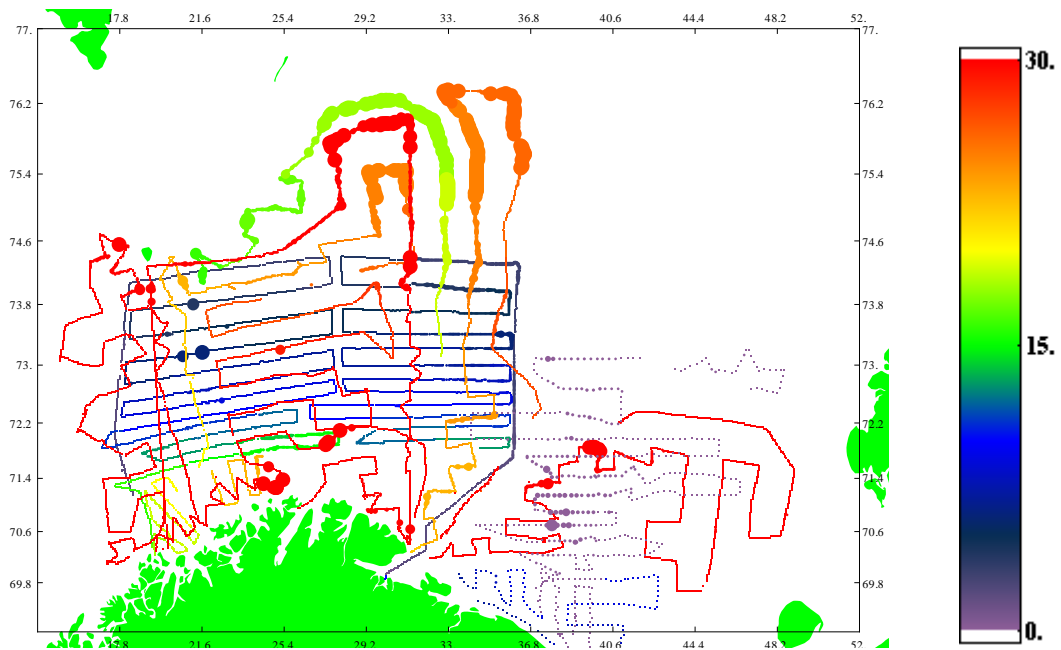
Det området som er dekkja på botnfisktoktet er større enn dei områda som har vore dekkja på dei tre vinterloddetokta, og det er nærliggjande å spørje om ikkje informasjon frå desse tokta kan brukast i eit eventuelt loddeestimat om vinteren, spesielt sidan områdedekkinga er eit problem og sidan ein god del moden lodde kan stå att i dei nordlege områda.

Vinterloddetokta har vore utført i stor grad uavhengig av botnfisktoktet, for å teste om det let seg gjere å utforme eit tokt som raskt kunne brukast til ei kvotejustering, utan å måtta vente på at botnfiskundersøkingane skulle bli ferdige. Bruk av data frå botnfisktoktet inneber to problem. For det første er tidsfasinga og områdeallokeringa vanskeleg å tilpasse til eit effektivt estimat av moden lodde. For det andre er det rett og slett for få pelagiske trålhal i botnfisktoktet. Det er lodde i mange av botntrålstasjonane, men det er vanskeleg å kombinere informasjonen frå desse med akustikken, sidan lodda som vert fanga på botnen som regel er ulik den lodda som vert fanga pelagisk. I pelagialen finn vi ei blanding av moden og umoden lodde, spesielt i dei nordlege områda, medan det på botnen stort sett er moden lodde. Det skal eit godt prøvegrunnlag til for å skilje mellom moden og umoden lodde. I dei nordlege områda (utanfor dekkingsområda for vinterloddetokta) er det ikkje sild, og det er truleg lite uvisse knytt til ekkomengda for lodde, men dei aller fleste biologiske prøvene er frå botntrålstasjonar, og det er lite sannsynleg at lodda frå desse er representative for den lodda som vert målt akustisk. I 2009 vart det målt 100 000 tonn moden lodde på dei to leigefartøya MS "Eros" og MS "Libas". Dersom ein tek med dataene frå fartøya på botnfisktoktet vert estimatet 1,1 millionar tonn ved å bruke alle dei biologiske prøvene. Dersom vi bruker bare dei pelagiske prøvene som er tekne frå tråling på registrering (2 prøver) vert estimatet 0,6 millionar tonn. Dette illustrerer uvisse knytt til prøvegrunnlaget for dette toktet. Begge estimata er i underkant av kva vi kunne vente frå haustmålinga (Figur 4), men dekkninga frå vintertoktet omfattar ikkje heile loddebestanden (Figur 3). 2009 var eit år med seint innsig, i motsetnad til 2008, då vi hadde eit tidleg innsig.

Tabell 2 og 3 gjev eit oversyn over kva som er målt på vinterloddetoktet, kva som vert estimatet dersom ein bruker data frå botnfisktoktet med prøver bare frå pelagiske trålhal, og 90 % intervallet frå prognosen (lese ut frå figur 4) på (omtrentleg) tidspunktet for toktet.

Figur 3 viser alle kurslinjer i 2007, 2008 og 2009. Storleiken på sirklane representerer dei målte ekkomengdene, som også inkluderer umoden lodde, der maksimal verdi er sett til 500. Fargen på sirklane representerer tidspunktet i dagar frå start av toktet, etter fargeskalaen gjeven for kvar figur.



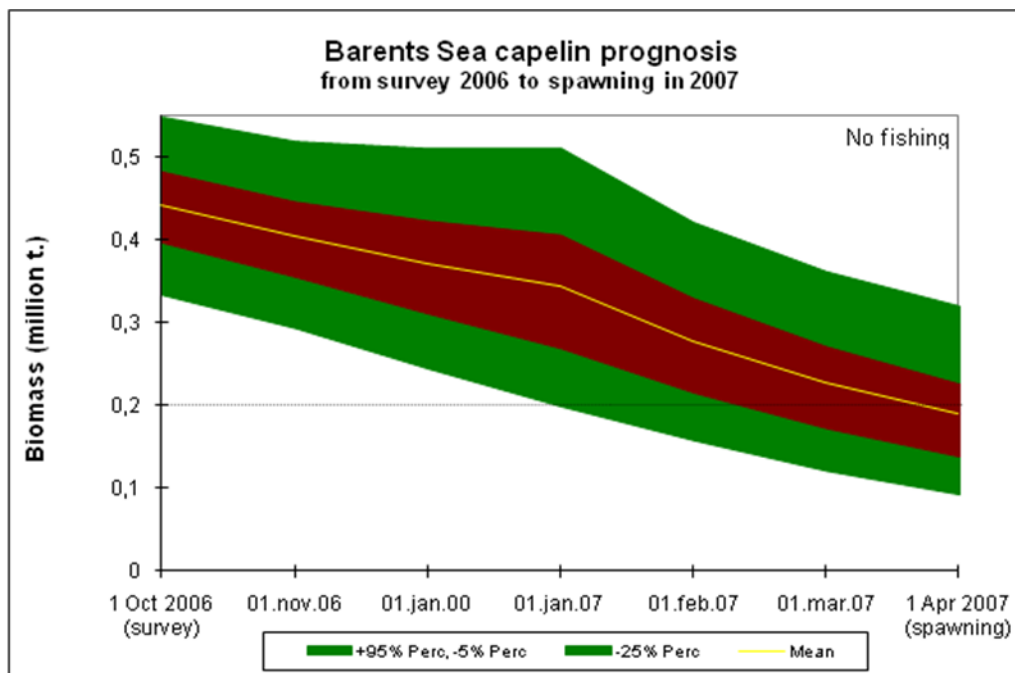


Figur 3. Kurslinjer og ekkomengd for lodde vinteren 2007 (øvt), 2008 (i midten) og 2009 (nedst). Dei nordlegaste kurslinene høyrer til botnfisktoktet.

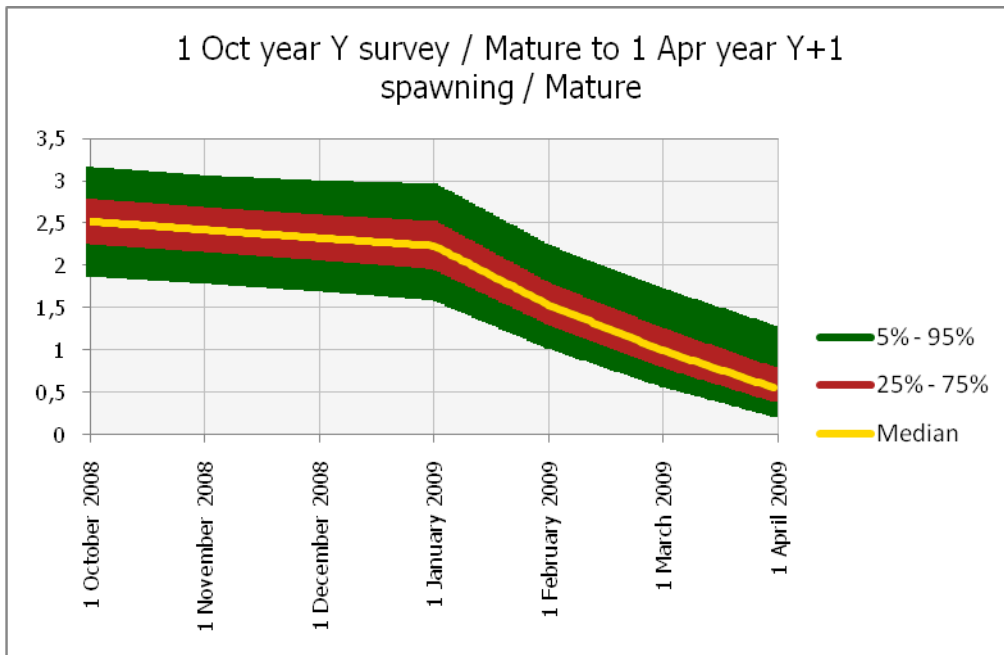
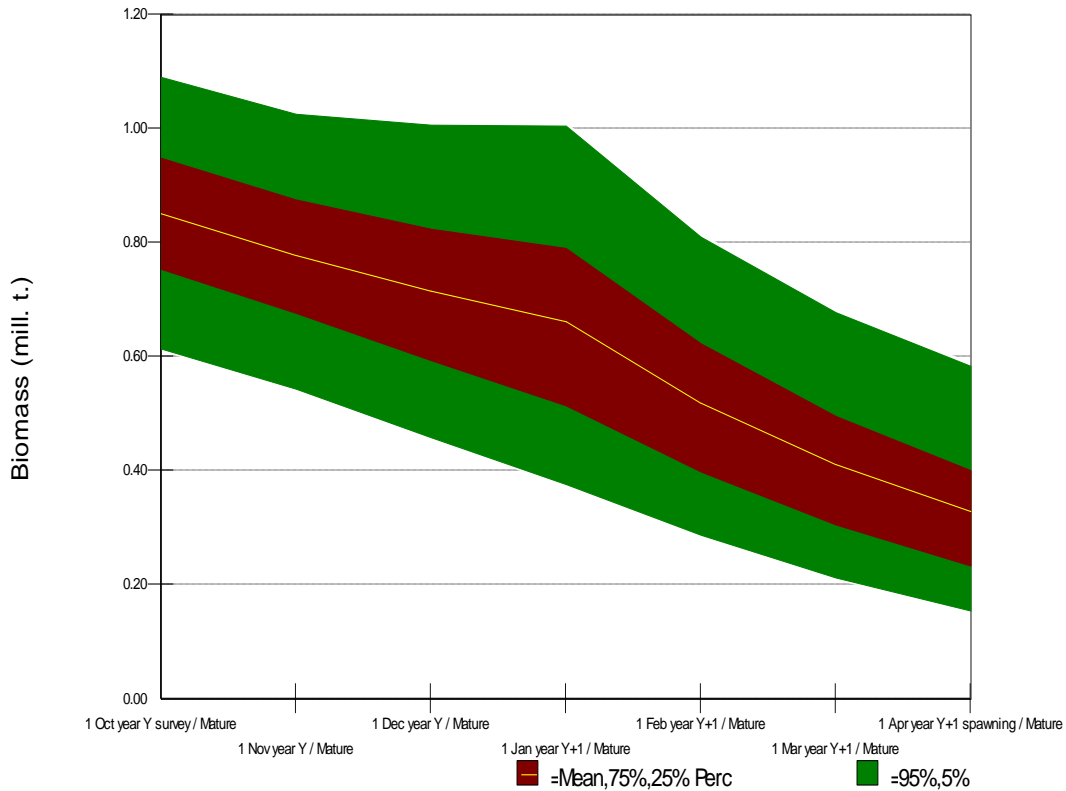
Resultat

Sigurd Tjelmeland

Figur 4 viser prognosane frå haustundersøkingane som danner grunnlaget for forvaltninga av lodda.



Mature capelin prognosis autumn 2007-spring 2008, no catch



Figur 4. Framskrivningar av lodde frå målinga om hausten til gytetidspunkt for 2006–2007 (øvtst), 2007–2008 (midten) og 2008–2009 (nedst), tekne frå ICES-assessmentet.

Tabell 2 gjev ei oppsummering av dei akustiske undersøkingane ved bare å bruke data frå vinterloddetoktet. Vi har ikkje vist uvissa i estimata, sidan den uvissa vi kan talfeste i dag bare

omfattar uvisse knytt til integratorverdiar langs kursen og uvisse i dei trålprøvene som faktisk vart tekne. Denne delen av uvisse er av same storleiksorden som tilsvarande uvisse frå haustestimata. Uvisse som i dag ikkje kan talfestast er truleg mykje større om vinteren enn om hausten, sjå kapitlet om uvisse i vedlegget. Estimata på 480 000 tonn med MS "Gardar" vinteren 2007 er gjort med same program og metodikk som dei andre estimata. Umiddelbert etter toktet vart det gjort eit estimat på 503 000 tonn med ein litt annan metodikk.

Tabell 2. Oppsummering av vinterloddeundersøkingane 2007–2009.

År	Fartøy	Tidsrom	Estimat, 1000 tonn	Moden lodde hausten før	Kommentar	Aksjon dersom vinterloddetoktet var implementert i forvaltinga
2007	MS "Gardar# Leitefartøy: MS "Kvannøy" og MS "Harvest"	26. februar – 18. mars	480	437	Innsig konsentrert rundt Varangerhalvøya	Eit fiske på omkring 80 000 tonn
2008	MS "Eros" MS "Libas" MS "Smolensk"	2. februar – 2. mars	445	843	Vestleg og tidleg gyting	Nullkvote oppretthalden
2009	MS "Eros" MS "Libas"	20. januar – 14. februar	100	2467	Sein gyting, moden lodde utanfor undersøkingsområdet	Stopp i fisket

Tabell 3 viser prognosen frå haustassessmetet ved slutten av vinterloddeundersøkingane saman med estimata frå vinterloddeundersøkingane aleine og estimat med data frå både vinterloddeundersøkingane og botnfisktoktet. Bare data frå pelagiske trålhal er nytta. Resultata spriker mykje. Sidan botnfisktoktet dekker eit mykje større område vert estimatet ved å bruke data derfrå alltid høgare, dvs. det har stått ein god del moden lodde utanom undersøkingsområdet for vinterloddetoktet, som ikkje har kome skikkeleg i gang med innsiget.

Tabell 3. Estimat av moden lodde frå vinterloddeundersøkingane aleine og ved å bruke data både frå vinterloddeundersøkingane og botnfisktoktet.

År	Målt på vintertoktet	Bruk av data frå botnfisktoktet	Prognose frå assessmentet (90 % intervall)
2007	480	518	120 – 380 (1. mars)
2008	392 (446 med MS "Smolensk")	704	250 - 800 (1. februar)
2009	101	622	800 - 1800 (15. februar)

Konklusjon

Ingolf Røttingen og Sigurd Tjelmeland

I 2007–2009 utførte Havforskningsinstituttet tokt om vinteren med sikte på å avklare om det er mogleg å implementere eit vinterloddetokt i forvaltinga av lodde, slik at kvoten kan justerast ut frå ei måling som ligg nær gytetidspunktet. Denne metoden er i bruk på Island, og det har i mange år vore eit ynskje frå næringa å innføre metodikken også for lodda i Barentshavet, ut frå den tanken at det ville redusere uvissa i forvaltinga.

I samband med dette vil vi peike på fylgjande:

2007: Estimaten – anten data frå botnfisktoktet er inkluderte eller ikkje - bomma på prognosen (overestimat). I staden for eit 0-fiske ville ein kunne, med basis i vedteken haustingsregel, arrangere eit vinterlodddefiske på 80 000 tonn (48 000 tonn norsk andel). Men dette estimaten var klart først i midten av mars. Vi ville tru at ein så sein dato ville føre til problem med å arrangere eit vinterlodddefiske (fordeling av kvoter og ikkje minst kontraktar for levering av (konsum)lodde.

2008: Det var samsvar mellom prognose og resultat frå vinterlodgeundersøkingane. Forvaltningstiltaket (0-fiske) ville ha stått ved lag. Dato for ferdigstilling av estimaten var byrjinga av mars.

2009: Estimaten – anten data frå botnfisktoktet er inkludert eller ikkje - bomma på prognosen (underestimat). Resultatet låg føre i midten av februar. I utgangspunktet skulle det ha vore arrangert eit vinterlodddefiske på 390 000 tonn, men vintertoktets resultat tilsa eit 0-fiske. Vi trur at det ville ha skapt praktiske problem å avlyse eit fiske. Dersom fisket likevel vart arrangert ville det kunna ha blitt diskusjon om fisket var i samsvar med føre-var-prinsippet.

Toktresultata viser at det er stor uvissa i denne metoden, og at det er dårleg samsvar mellom det som vert målt og det ein kunne vente ut frå den utviklinga i loddebestanden som vert registrert på hausttoktet i september. Å innføre eit vintertokt i forvaltinga ville derfor heller auke enn minke uvissa i forvaltinga. I tillegg er det store problem knytt til å finne eit høveleg tidsrom for gjennomføring av toktet på grunn av ekstrem variasjon frå år til år i tida for gyteinnsiget.

Implementering av eit vintertokt i forvaltinga av lodde kan derfor ikkje tilrådest.

Vegen vidare

Harald Gjøsæter

Sjølv om det har synt seg vanskeleg å mengdemåla lodda under innsiget, har likevel tokta med fiskefartøy i perioden februar–mars gjeve oss interessante opplysningar om loddeinnsiget, både når det gjeld variabiliteten i tid og rom, og dei biologiske og økologiske prosessane som knyter seg til innsiget. Det er difor ønskeleg å halda fram med studiar i denne perioden, men også å utvida perioden til tida etter sjølve gytinga, for meir systematisk å samla inn data. Vi føreslår difor at det vert sett i gang eit økologisk program som ein oppfølgjar til desse undersøkingane og tidlegare undersøkingar på loddas gytefelt. Det er nemleg av stor verdi å få betre kjennskap til dei prosessane som føregår i det kystnære økosystemet i denne perioden.

Det er vel kjend at dei to store pelagiske bestandane sild og lodde har stor innverknad på kystøkosystema ved at dei transporterer stor biomasse, produsert langt til havs, inn til kysten i samband med at dei gyter på botnen nær kysten. Det som særmerkjer lodda er at ho, i motsetnad til silda, døyr etter gytinga, så her er det ikkje berre gyteprodukt som vert liggjande att ved kysten, men biomassen av praktisk tala heile gytebestanden. Denne biomassen vert redusert gjennom predasjon gjennom heile perioden frå den modnande lodda skil seg frå resten av bestanden og byrjar vandra mot kysten i januar-februar, til gytinga er over i april. Ein del av denne prosessen er kartlagd, medan andre deler, som til dømes kva som skjer med lodde som dør ein naturleg død etter gytinga, framleis er temmeleg ukjend.

Eit økologisk program bør ha som hovudmålsetjing å kasta lys over kva effektar loddegytinga har på økosystemet. Det kunne omfatta prosjekt med ulik tilnærming og studieobjekt som til saman står opp under denne målsetjinga. Økosystemet består av mange aktørar og det burde gjerast innsamling og analyse av data både på kjemisk/mikrobielt nivå (korleis bakteriar og mikroalgar nyttiggjer seg den auka mengda av næringsstoff som vert frigjort når lodda gyter/dør/vert nedbroten), på benthos (korleis loddegytinga påverkar botntilhøva, korleis benthosorganismar nyttiggjer seg gyteprodukt og død lodde som hamnar på botnen), på fisk (kven er dei viktigaste predatorane på hhv. levande lodde, død lodde og gyteprodukt, og kva betyr denne ekstra tilgangen på næring for dei ulike artane), på fugl (kva artar som nyttiggjer seg hhv. levande lodde, død lodde og gyteprodukt og kva dette betyr for dei), på pattedyr (kva for sel- og kval-artar er involvert og kva betyr dette for dei). Andre aktuelle studiar er ein mulig interaksjon mellom økosystemet yttarst på kysten og inne i fjordane. Vert noko av energien som kjem til kysten i form av loddeinnsiget transportert vidare innover i fjordane? Elles er sjølvsagt studiar av årsakene til variasjon av gytinga i tid og rom, og eventuell modellering av desse prosessane, interessante.

Føremålet med eit slikt program må vera å finna ut om det faktisk er slik vi gjerne trur; at loddeinnsiget har ein vesentleg gjødslingseffekt på kysten, som er så stor og viktig at det bør vurderast om ikkje desse effektane må inkorporerast i loddeforvaltinga på eit eller anna vis. Prosjekta bør vera orientert mot observasjon og innsamling for å dokumentera og kvantifisera effektar. På nokre område er ein komen eit steg lenger og kan kanskje ta i bruk noko modellering, men i hovudsak er dette programmet deskriptivt. For deler av programmet kan det kanskje søkjast om finansiering frå NFR, sjølv om årets utlysingar kanskje ikkje er særleg aktuelle. Ein forskingskvote på lodde vert etter alt å døma vidareført, særleg dersom både vi og PINRO ønskjer det, og ein slik kvote kan sjølvsagt tenkjast vera basisfinansieringa for programmet. Innsamlinga må då føregå frå

fiskefartøy, og overskotet kan finansiera stillingar i tilknytning til prosjekta. I tillegg til akustikk og sampling frå trål/not/snurrevad/snøre etc. bør det truleg leggjast opp til bruk av undervassobservasjonar i form av bilete/video frå bøyar, ROVar, trålar eller dykkarar. Likeeins når det gjeld fugl og sjøpattedyr må visuelle observasjonar, merking, mageprøver etc. takast i bruk. Når det gjeld fugl må det søkjast samarbeid med NINA eller andre med kompetanse på sjøfugl. Det andre burde kunna handterast av Havforskingsinstituttet. Det må vurderast om igangverande prosjekt som Epigraph eller andre kystøkologiprojekt kan sjåast i samanheng med nye prosjekt.

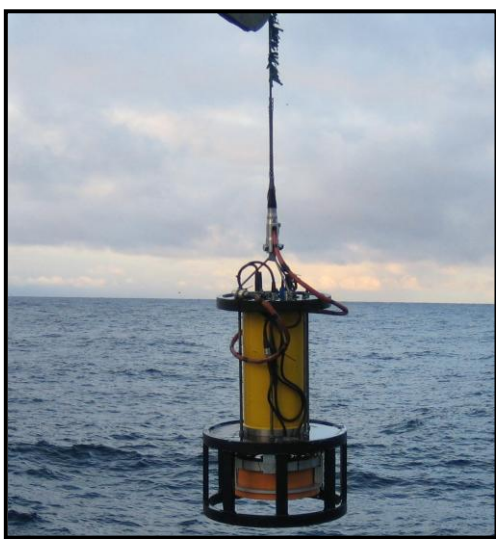
Vedlegg

Målstyrkemålinger på vinterlodde 2008 og 2009

Egil Ona og Ingvald Svellingen

Gode målstyrkedata kan bare oppnås i situasjoner hvor en har mindre enn ett mål i pulsvolumet. Mange fiskeslag, inkludert lodde, opptrer i slike tettheter og på slike dyp at dette kravet svært sjelden oppfylles ved å bruke ekkolodd på selve fartøyet. Volumtettheten blir for høy for presis enkeltmål-deteksjon, eller pulsvolumet blir for stort, selv om volumtettheten av fisk er rimelig lav.

Det ble derfor under prosjektet spesialutviklet en målstyrke-sonde (TS-sonde, Figur 1) som kan senkes fra fartøyet på samme måte som en CTD-sonde til ønsket dyp, inn i en stim, eller like over en



Figur 1. TS-sonden på vei ut.

fiskeregistrering når fartøyet ligger stille eller drifter sakte. Systemet består av en Simrad EK60 GPT, 38 kHz, montert inne i en kraftig trykkbestandig elektronikkylinder, og videre koplet til en trykkstabilisert svinger som tåler et maksimalt trykk tilsvarende 1500 meters dyp. For at lydstrålen alltid skal peke nedover, uavhengig av wire-vinkel, er svingeren montert i et kompassoppheng på undersiden av den trykkfaste elektronikkbeholderen. På svingeren er det montert sensorer som til enhver tid viser dyp, svingerens vinkel i begge plan, samt retning fra et elektronisk kompass. Sonden er koplet til en kabel med fiberoptisk leder som kopler undervannsenheten og PC ombord sammen i et nettverk, og med elektriske ledere for spenningsforsyning til undervannsenheten. Data fra sensorer kan dermed leses ombord på fartøyet i sanntid, og ekkoloddet kan kjøres/styres direkte fra datamaskin om bord.

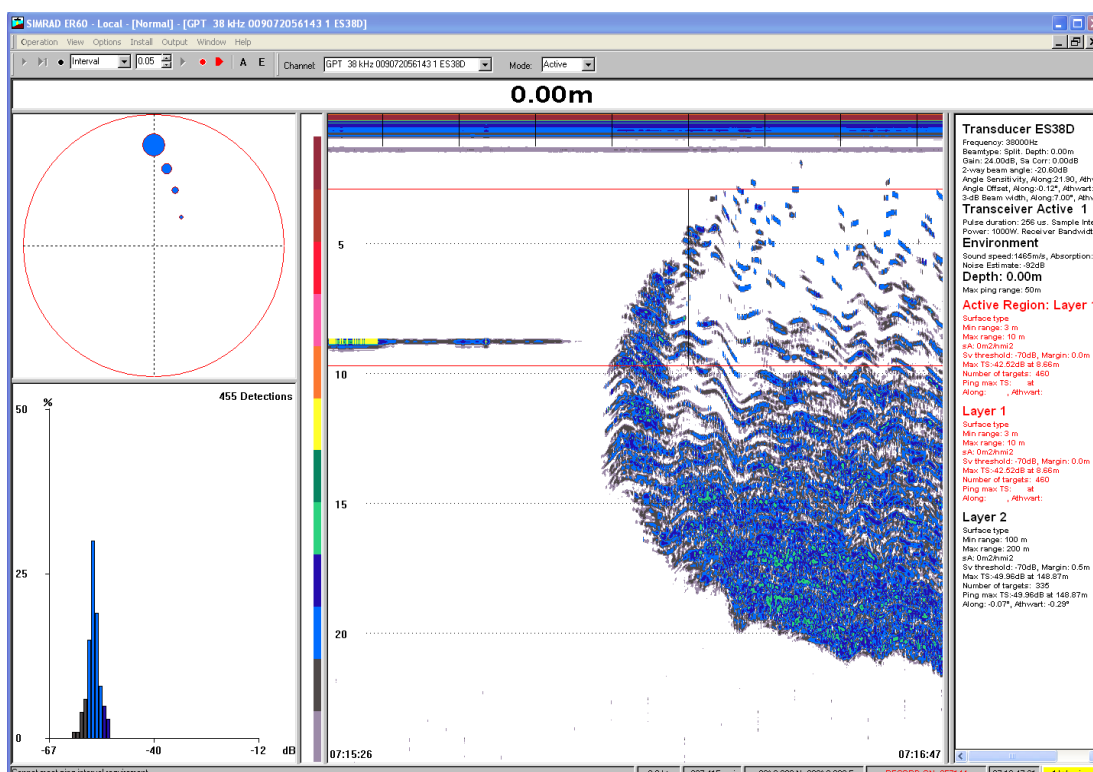
Svingeren har tilsvarende nominell åpningsvinkel som fartøyets ekkolodd, 7° , men under målstyrkemålinger i fri sjø kopler en ut ekkoloddets bunndetektor slik at pingraten kan økes betydelig. Ofte måler en på fisk som svømmer naturlig 10 – 100 meter foran svingeren, og for å oppnå så mange deteksjoner som mulig per fisk, pinger en oftest 5 – 10 ganger per sekund. For ytterligere å øke oppløsningen benytter en ofte kortere pulslengder, 0,5 eller 0,25 ms, enn det som vanligvis blir brukt på fartøysystemet 1,0 ms. På 10 meters avstand fra svingeren har en da et typisk oppløsningsvolum på $0,15\text{m}^3$, og en kan derved oppnå rimelige enkeltfiskmålinger når fisketettheten er tilfeldig opptil 6fisk/m^3 . Helst skal den være noe lavere enn dette, hovedsaklig begrenset av sannsynligheten for å, feilaktig, akseptere to fisk som ett ekko, se Ona (1999), ICES CRR 235.

Rådata fra ekkoloddet blir lagret til disk og må viderebehandles i ettertid. Etterbehandlingen er her utført manuelt ved å velge stasjoner, (Figur 2), og områder på ekkogrammet fra TS sonden med gode enkeltfiskregistreringer, valgt ut ved bruk av etterbehandlingssystemet Large Scale Survey system (LSSS) (Korneliussen et al., 2006). Videre har en statistisk analysert signal-støy forholdene i enkeltfiskdetektoren, (se Figur 6 a, b, og Figur 7) og basert på denne, valgt ut kun målstyrkedata innefor $2,5$ grader fra akustisk akse. På hver stasjon sorterte en videre dataene inn i 20 meters

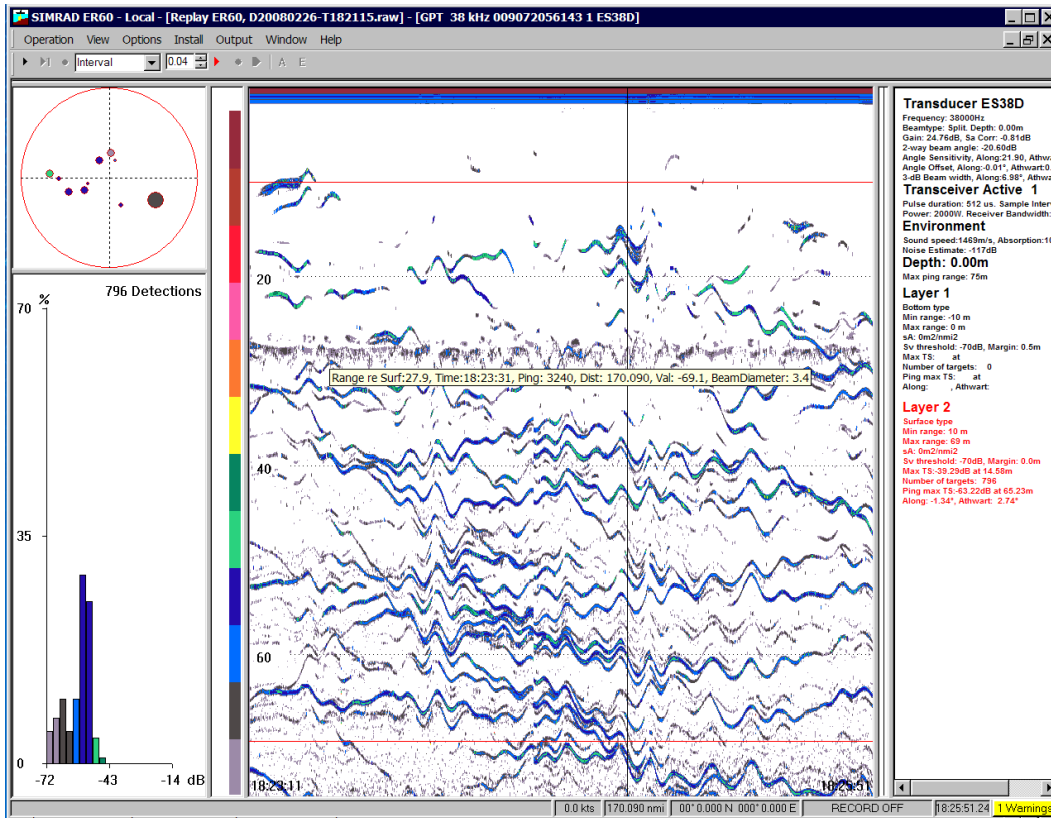
dybdekanaler og beregnet midlere målstyrke med slik dybdeoppløsning. Midlere målstyrke beregnes for hver stasjon og sammenholdes med lengdefordelingene fra trålfangsten tatt i samme område som TS-stasjonen ble gjort. En oppsummering av alle data, kritisk utvalgt med hensyn på kvalitet, er vist i Tabell 1.

Svingeren ble kalibrert nær overflaten på samme måte som skipets svingere etter standard prosedyrer. I tillegg foretok en målinger på kalibreringskula i ulike dyp for å kontrollere svingerens yteevne ved forskjellig vanntrykk. På de fleste av måleseriene på fisk hang kalibreringskula permanent ca. 8 meter under svingeren, slik at vi direkte kunne kontrollere målstyrken på kula i måledypet parallelt med måling på fisk, og derved justere nivået på fiskemålingene til helt korrekt verdi. Nøyaktigheten i målingene anslås derfor til å være bedre enn $\pm 0,2$ dB. Ekkoloddsettinger og kalibreringer er angitt i Tabell 2.

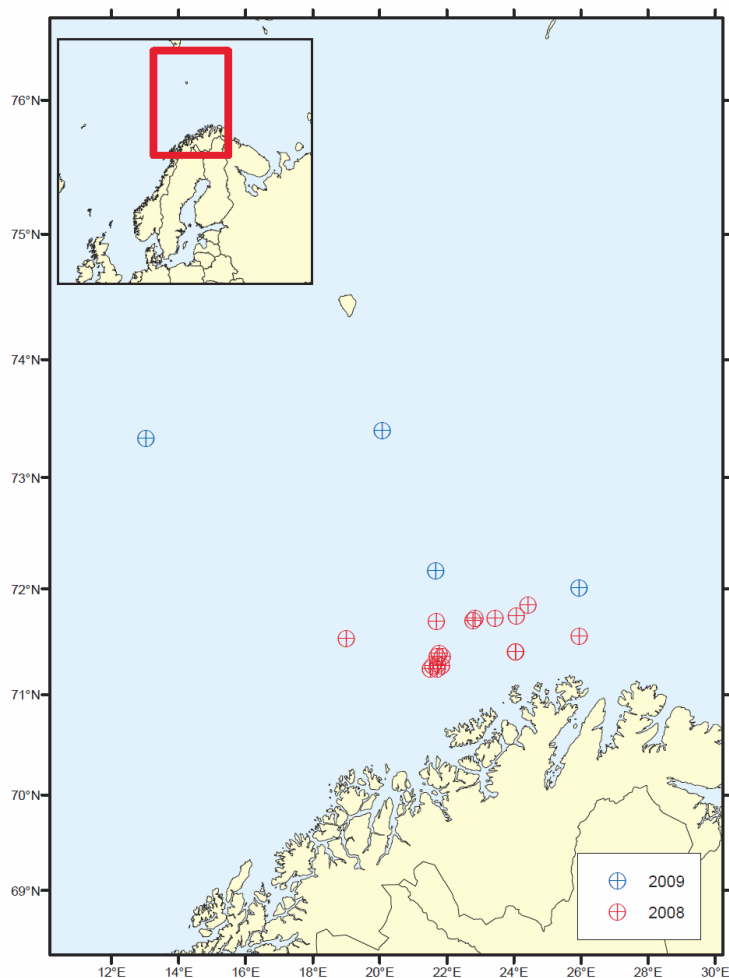
På loddetoktene i 2008 og 2009 er TS-stasjonene tatt i forbindelse med trålhal, enten like før en trålstasjon, eller like etter at trålen er oppe. Når stasjonene skal tas stoppes fartøyet og legges på drift eller går svært sakte, og sonden senkes til ønsket dyp og driver over registreringene. Bildet nedenfor, Figur 3, viser et eksempel fra en loddestim der sonden driver sakte inn i overkant av stimen og hvor øvre del av stimen er fint oppløst i enkeltfisk. Til venstre i ekkogrammet, på 8 meters dyp, vises kalibreringskula som en grønn stripe. På venstre side, ved siden av ekkogrammet er ekkots posisjon i strålen øverst, og fordelingen av målt målstyrke i det dybdeskiktet som er valgt, nederst til venstre, her fra 2 til 10 meters avstand fra svingeren. På 10–20 minutter kan en slik måle tusenvis av enkeltfiskekko, kanskje 10-20 stk per fisk idet den svømmer igjennom strålen.



Figur 2. Sonden på vei inn i en loddestim. I øvre del av denne stimen kan en enkelt måle enkeltfisk.



Figur 3. Eksempel på løsere registrering med gode enkeltfiskmålinger fra 5 – 75 meter foran svingeren. Den undulerende bevægelsen er sonden som løftes og senkes litt pga. skipets bevægelse.



Figur 4. Oversikt over TS stasjoner med TS-sonde på vinterloddetoktene i 2008 og 2009.

På vintertoktene er det utført målstyrkeobservasjoner fra 3 til 190 meters dyp på totalt 21 stasjoner (Figur 4). Fra direkte kvalitetsvurdering av målingene under innsamling med hensyn på oppløsning, fiskedata og måleforhold har en valgt ut bare det aller beste materialet for etterbehandling. Tabell 1 gir en oversikt over resultatene fra aksepterte stasjoner, med beregnet middel målstyrke, øvre og nedre 95 % konfidensintervall for middelerdien, antall aksepterte mål i måleserien, og fiskens middellengde, gitt som RMSL-lengden. Siden målingene er utført på voksen lodde, nær 17 cm i middellengde, har en normalisert dataene til 17,0 cm ved å benytte en 20logL normalisering for å ta bort lengdeavhengighet under studier av trykkavhengighet. En har ikke samlet data med tilstrekkelig lengdespredning for å beregne både trykk og lengdeavhengighet samtidig. Dette er heller ikke nødvendig i dette prosjektet, og vi kan med rimelig sikkerhet anta en 20logL sammenheng innenfor det begrensede lengdeområdet for gytelodde. Vi har fra høsten også data på mindre lodde som bekrefter denne sammenhengen, men tråldataene er for dårlige for å utføre en regresjonsanalyse; for få, og for stor lengdespredning i trålfangstene der en utførte målstyrkemåling på mindre fisk, 0 og 1 gruppe.

Trykkavhengighet

Lodde har en åpen svømmeblære med en enkelt kanal til svelget. Den er ikke vaskularisert (blodforsynt) på en slik måte at den kan bygge opp trykk i blæren på samme måte som fisk som fisk med lukket svømmeblære, for eksempel torsk. Dette ble vist av Fahlen (1968). Se også Jørgensen (2003). Svømmeblære hos lodde er videre rimelig løst festet dorsalt i bukhulen, og er nesten en liten boble som er knapt dobbel så lang som tverrsnittet. Dersom svømmeblæren komprimeres med dypet etter Boyles lov, så vil det arealet av boblen, som er av akustisk interesse avta slik: $Az=A_0(1+z/10)^{-2/3}$.

Som angitt i Ona (2003) har en tilpasset målt spredetverrsnitt, σ , slik: $\sigma_z=\sigma_0(1+z/10)^{-\gamma}$, der σ_0 spredetverrsnittet ved overflaten, og trykkleddet, γ , estimeres ved hjelp av ikke-lineær regresjonsanalyse, eller iterasjon.

Tilsvarende kan en beregne direkte ved hjelp av lineær regresjon $TS_z = A*\log(1+z/10) + TS_0$ i det logaritmiske domene. Selv om residualavvikene vektet litt forskjellig blir resultatet rimelig likt, se Figur 8 og 9.

Figur 8 viser den estimerte trykkavhengigheten for dataene i Tabell 1. Som forventet er gjennomsnittsekkoet sterkere nær i overflaten enn på dypet, og trykkleddet er mye sterkere enn for sild, som har en mye mer komplisert svømmeblæreform. Estimert trykkforløp her er svært nær det en forventer for en fri boble, $\gamma = -0,67$, nemlig $-0,64$. Spredetverrsnittet for en 17 cm lodde ved overflaten er estimert til $2,82 \text{ cm}^2$, tilsvarende en midlere målstyrke, $\langle TS_0 \rangle$ på $-46,5 \text{ dB}$. Funksjonen estimert er da: $\sigma_z=2,82(1+z/10)^{-0,64}$, eller uttrykt i logaritmisk skala: $TS_z = -6,4\log(1+z/10) + 46,5$ (Figur 9).

Videre kan en da utarbeide en generell formel for voksen lodde:

$$TS_z = 20\log L - 6,4\log(1+z/10) - 71,1 \text{ dB.}$$

Denne kan da benyttes ved å beregne et dybdestratifisert mengdeestimat, der en benytter databasefiler med 10 meters dybdekanaler for integratordata, tilsvarende som er utført på sild i Løland et al. (2007).

Typisk vil en se at dersom lodda står dypt, for eksempel fra 100 – 200 meter, så vil dagens estimat være et kraftig underestimat, kanskje med en faktor på omlag 2. Det blir da dobbelt så mye lodde som med dagens beregningsmåte. Dersom all lodda derimot står på omlag 30 meters dyp vil mengdeestimatet bli det samme som med dagens metodikk.

Det er også interessant å studere spredningen, eller usikkerheten i TS dataene. Vi antar, siden vi har vært veldig kritiske til datautvalget, og har hatt gode kalibreringsforhold, at målefeilen er liten. Dette betyr at atferden til lodda, og tidshistorie med hensyn på svømmeblærefylling er årsak til den spredningen vi ser i ekkostyrke. Den er betydelig, men vesentlig mindre enn det vi ser for overvintrende sild. For sild har en benyttet bootstrapping for å beregne usikkerheten, noe vi enda ikke har utført her. –Men, på den lineære regresjonen utført i logaritmisk domene, Figur 9, ser vi at konfidensgrensene ligger på omlag $\pm 0,5 \text{ dB}$, som gir en absolutt usikkerhet på omlag $\pm 12 \%$ dypere enn 25 m, og noe større på grunnere forekomster. Dette er omlag tilsvarende for det vi har beregnet usikkerheten til for trykkavhengig målstyrke på sild i Ona (2003).

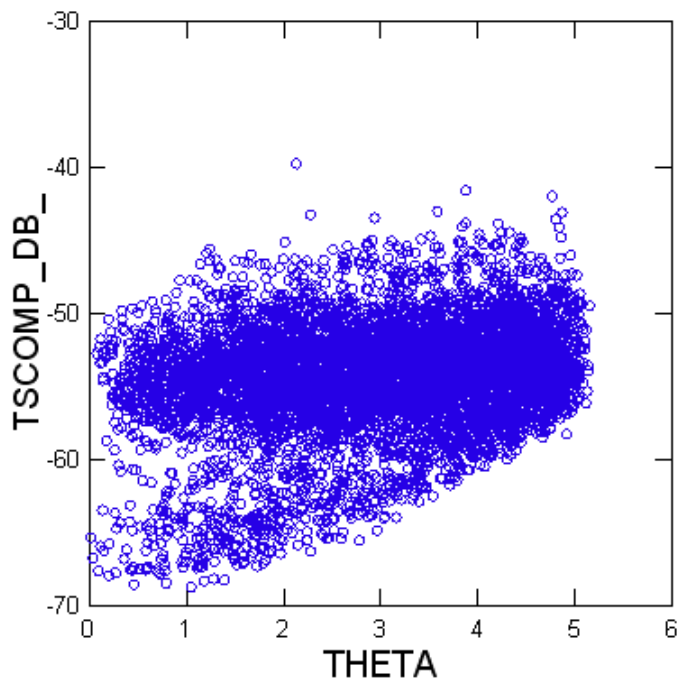
Tabell 2. Ekkolodd settinger og kalibreringer av TS-sonde 2009

Simrad EK60 – 38 kHz	Verdi			Enhet
Svinger type	ES38D D	ES38D D	ES38D D	-
Absorpsjons koeffisient	10,29	10,29	10,29	dB km ⁻¹ ₁
Pulse varighet	0,256	0,512	0,512	ms
Båndbredde	3,68	3,28	3,28	kHz
Sender effekt	1000	2000	1000	W
Ekvivalent strålevinkel	-20,6	-20,6	-20,6	dB
Vinkel følsomhet, Langskips	21,9	21,9	21,9	grader
Vinkel følsomhet, Tverrskips	21,9	21,9	21,9	grader
Svinger forsterkning	24,00	24,70	24,54	dB
Langskips strålebredde 3dB	7,0	7,05	7,0	grader
Tverrskips strålebredde 3dB	6,99	7,01	6,99	grader
Langskips forskyvning	-0,13	-0,12	-0,12	grader
Tverrskips forskyvning	0,03	0,05	0,03	grader
s _A -korreksjon	-0,00	-0,88	-0,88	dB

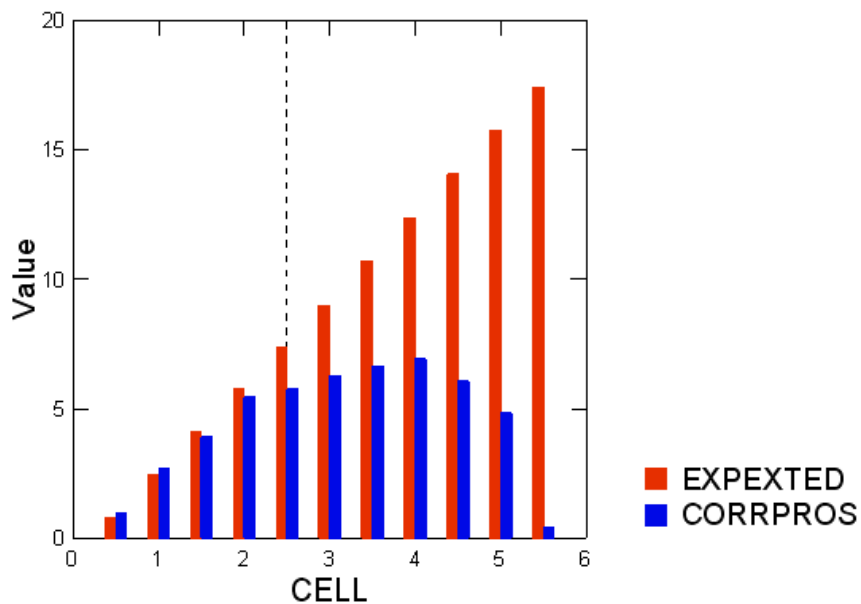
Tabell 2. Resultater fra Målstyrkemålinger med TS-sonde på lodde fra vinteren 2008 og 2009.

År	Dato	Tid	Stasjon Nummer TS-sonde	Svinger Dyp [m]	Måledyp [m]	Middel måledyp [m]	Kule	Middel Målstyrke [dB]	Antall [N]	95 % Lav	95 % Høy	Stasjon Nummer Pel. Trål	Fiskelengde RMSL [cm]	Lengde- korrigert Målstyrke (ref.17cm)
2008	20.02	0840	1	18	24–42	33	Nei	-51,4	1019	-51,5	-51,2	25	16,98	-51,4
2008	20.02	1829	3	16	24–40	32	Ja	-50,3	1308	-50,5	-50,2	26	16,78	-50,2
2008	25.02	1917	12	16	20–30	25	Nei	-53,3	4254	-53,4	-53,2	35	16,05	-52,8
2008	25.02	2323	14 Fil2	14	20–25	22	Nei	-50,5	87	-51,4	-49,7	36	15,74	-49,8
2008	25.02	2323	14 Fil3	14	30–50	40	Nei	-52,5	3319	-52,6	-52,3	36	15,74	-51,8
2008	26.02	1910	17 Fil1	25	35–55	45	Ja	-52,3	417	-52,9	-51,9	39	17,50	-52,6
2008	26.02	1910	17 Fil1	25	55–75	65	Ja	-53,3	1037	-53,5	-53,1	39	17,50	-53,6
2008	26.02	1910	17 Fil1	25	75–95	85	Ja	-54,2	918	-54,5	-53,9	39	17,50	-54,5
2008	26.02	1930	17 Fil2	25	35–55	45	Ja	-50,9	333	-51,5	-50,4	39	17,50	-51,2
2008	26.02	1930	17 Fil2	25	55–75	65	Ja	-52,0	1042	-52,2	-51,7	39	17,50	-52,3
2008	26.02	1930	17 Fil2	25	75–95	85	Ja	-52,1	1043	-52,3	-51,8	39	17,50	-52,4
2008	26.02	1957	17 Fil3	25	35–55	45	Ja	-51,2	110	-52,0	-50,5	39	17,50	-51,5
2008	26.02	1957	17 Fil3	25	55–75	65	Ja	-50,7	212	-51,5	-50,1	39	17,50	-51,0
2008	26.02	1957	17 Fil3	25	75–95	85	Ja	-53,6	156	-54,5	-52,9	39	17,50	-53,9
2008	26.02	2041	17 Fil4	16	21–31	16	Ja	-49,2	93	-50,0	-48,5	39	17,50	-49,5
2008	26.02	2111	17 Fil5	15	20–30	25	Ja	-48,4	193	-49,0	-48,0	39	17,50	-48,7
2008	26.02	2113	17 Fil6	15	20–30	25	Ja	-46,8	50	-47,8	-46,0	39	17,50	-47,1
2009	23.01	2240	2	3	6–20	13	Ja	-50,5	3199	-50,7	-50,4	4	17,05	-50,5

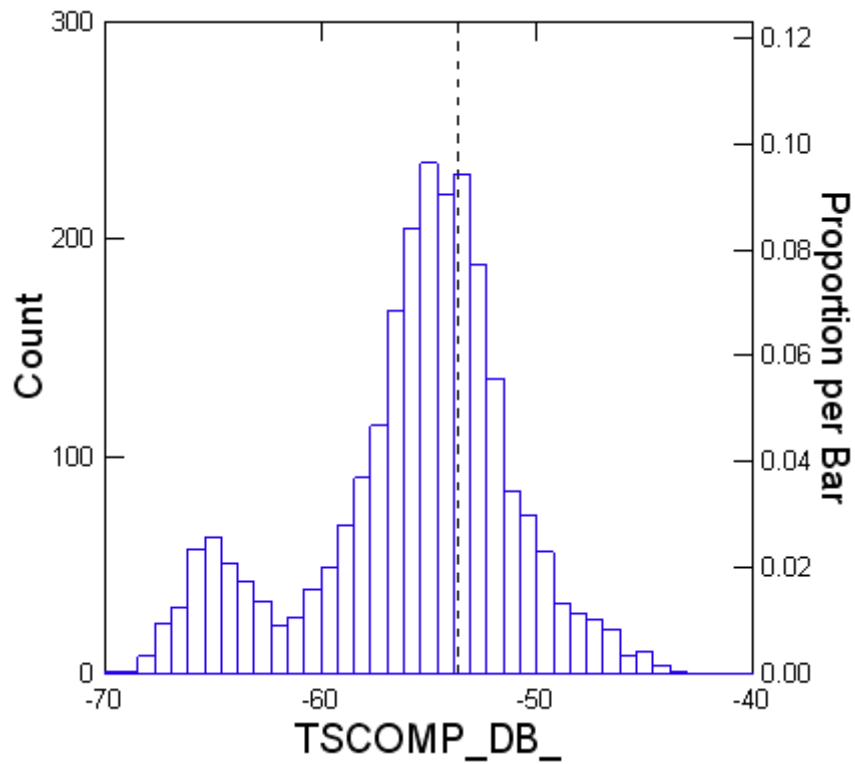
2009	23.01	2240	2	48	55–65	60	Ja	-52,6	761	-52,9	-52,3	4	17,05	-52,6
2009	23.01	2240	2	48	65–75	70	Ja	-52,5	1592	-52,7	-52,2	4	17,05	-52,5
2009	23.01	2240	2	48	75–90	82	Ja	-52,2	1758	-52,3	-52,0	4	17,05	-52,2



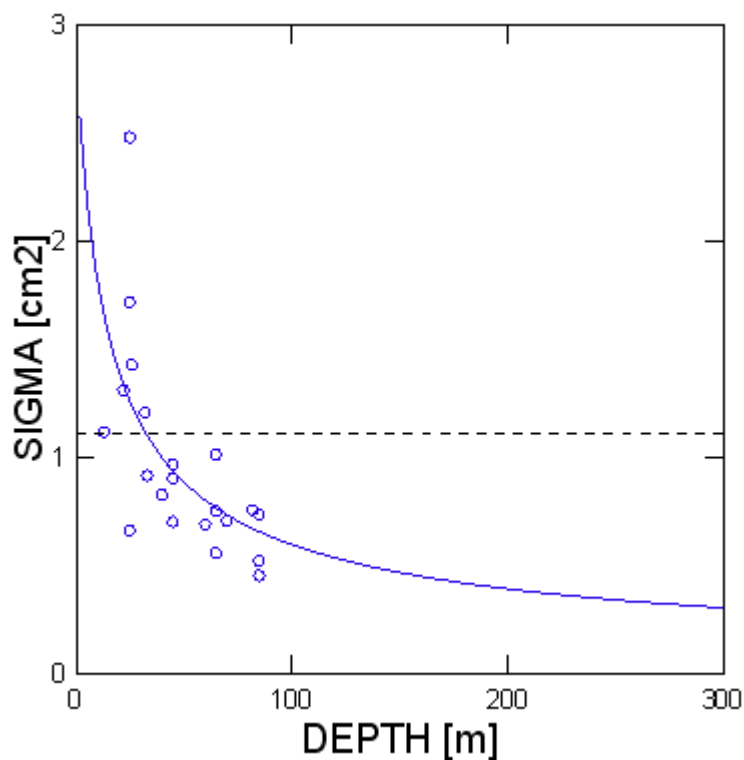
Figur 6A. Rå målstyrkedata som funksjon av vinkel ut fra akustisk akse. Her ser en at på grunn av lavere signal-støyforhold, SNR, så terskler en bort en del svake mål i ytterkanten av strålen. Hvis en videre beregner hvordan 5000 mål burde ha fordelt seg, teoretisk, tilfeldig fordeling, får en Figur 6B:



Figur 6B. Siden strålearealet innefor en gitt vinkel øker jevnt utover, så er forventet fordeling, uten signal-støy-tersteking som gitt i røde stolper, mens observert fordeling er angitt i blått. Ved kun å velge ut målstyrkemålinger innenfor 2,5 grader fra akustisk akse, måler en med godt SNR på alle mål, derved valgt tersklingsvinkel = 2,5 grader.



Figur 7. Eksempel på målstyrkefordeling fra en gitt fil med 2404 aksepterte målinger innenfor 2,5 graders åpningsvinkel. Midlere målstyrke, egentlig beregnet i lineært domene, σ , og tilbakeberegnet til $\langle TS \rangle$ i dB, er gitt som stiplet linje i fordelingen. Bare denne middelveiden, med 95 % konfidensintervall er gitt i oppsummeringstabellen.



Figur 8. Hovedresultat. Viser estimert trykkavhengighet i målstyrken for lodde på 17 cm. Spredteverrsnittet, σ , er her gitt i cm^2 , mens den egentlige enheten er i m^2 , dvs. $1/10000$ av det den er oppgitt i her i figuren. Funksjonen vist er estimert ved hjelp av ikkelineær regresjon, og er egentlig bare gyldig innefor måleområdet, men gir en god pekepinn for hva vi kan forvente dypere enn 100 m.

Tabell 3. Regresjonsresultater som tilhører Figur 8. Se tekst for forklaring av modell.

Dependent Variable: LCSIGCM

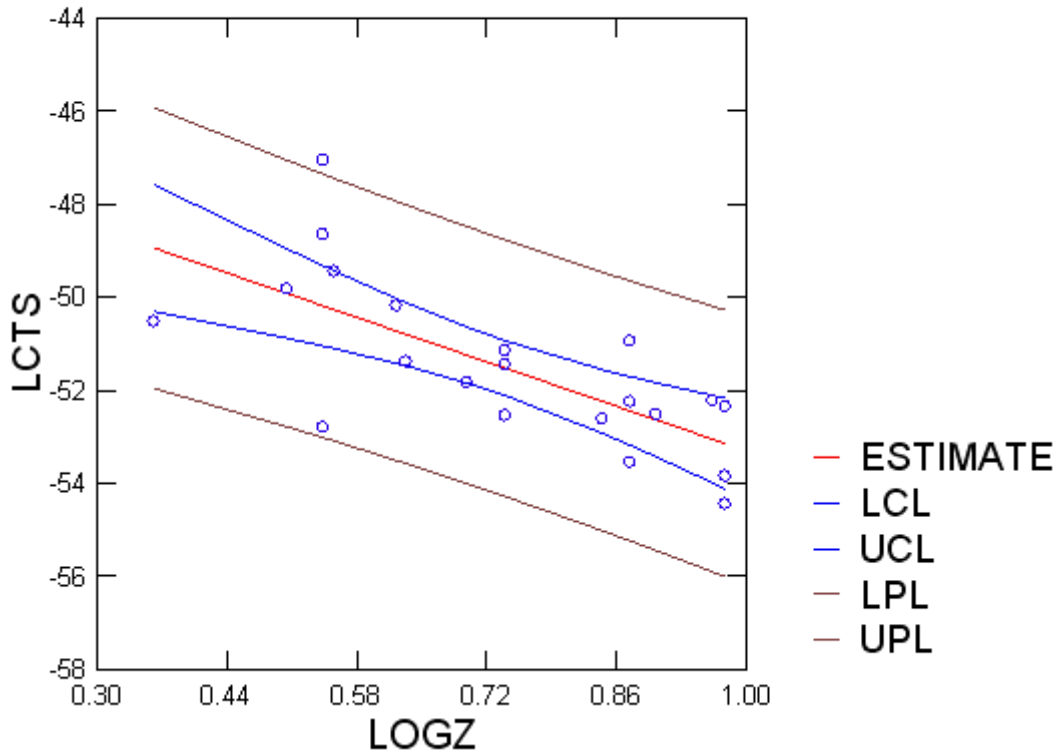
Sum of Squares and Mean Squares			
Source	SS	df	Mean Squares
Regression	21,373	2	10,687
Residual	2,704	19	0,142
Total	24,077	21	
Mean corrected	4,371	20	

R-squares

Raw R-square (1-Residual/Total) : 0,888
 Mean Corrected R-square (1-Residual/Corrected) : 0,382
 R-square(Observed vs Predicted) : 0,382

Parameter Estimates					
Parameter	Estimate	ASE	Parameter/ASE	Wald 95% Confidence Interval	
				Lower	Upper
A	2,819	0,856	3,292	1,027	4,612
B	-0,648	0,199	-3,262	1,064	-0,232

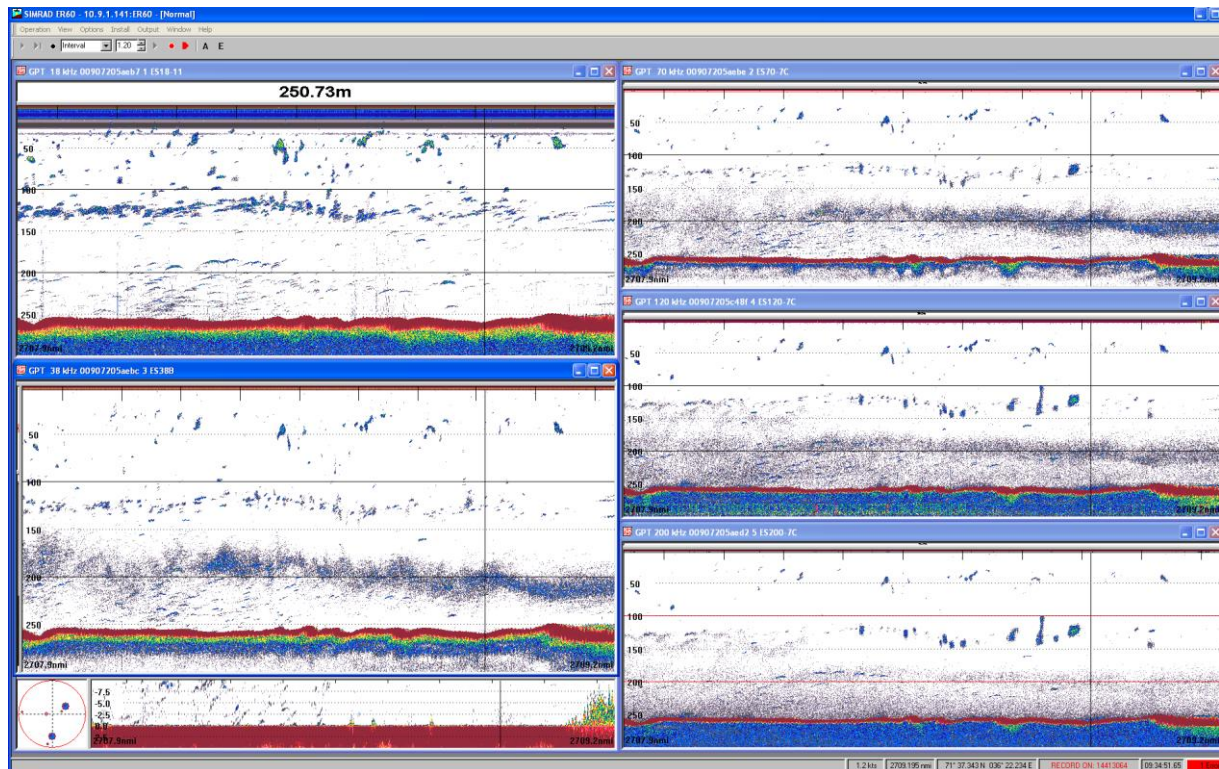
Confidence Interval and Prediction Interval



Figur 9. Tilsvarende data, der parametrene er tilpasset i logaritmisk domene, direkte på midlere TS fra Tabell 1. Resultatene er om lag helt like.

Fordeling av ekkoloddregistreringene på arter

Geir Odd Johansen

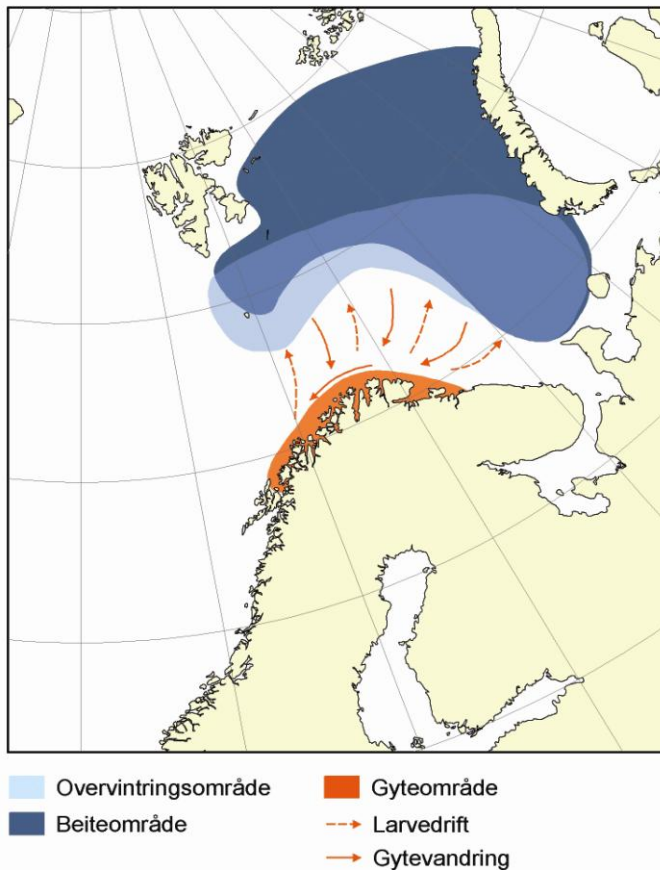


Det geografiske utbredelsesområdet for ungsild i det sørlige Barentshavet overlapper med området der gyteinnsiget for lodde foregår om vinteren. Dette gir opphav til usikkerhet knyttet til å skille mellom lodde og ungsild fordi de ser svært like ut i ekkoloddregistreringene. Gjennom toktperioden har mengden ungsild i Barentshavet vært minkende, slik at problemet kan ha vært av mindre betydning. Problematikken er uansett aktuell med tanke på nye sterke årsklasser av sild i Barentshavet. På toktet i 2008 ble det samlet inn akustiske data med ekkolodd med flere frekvenser (18, 38, 70, 120 og 200 kHz). Dette muliggjør flerfrekvensanalyse av ekkoloddregistreringene der den relative forskjellen i tilbakespredning ved de ulike frekvensene (frekvensrespons) kan sammenlignes mellom lodde og ungsild. Frekvensresponsen hos fisk varierer i større eller mindre grad mellom ulike arter, avhengig av forskjellen i de akustiske tilbakespredningsegenskapene. Den kan også variere med faktorer som størrelse, orientering i vannmassene og dyp. Frekvensresponsen hos lodde og ungsild er i mange tilfeller så lik at det er vanskelig å skille mellom disse to artene basert på dette alene. Basert på data fra 2008 ble det utført en studie der frekvensresponsen for stimer bestående utelukkende av en art (lodde eller ungsild) ble kombinert med ulike mål for stimmorfologi (stimens bredde, dybde, omkrets, sirkularitet etc.). Denne kombinasjonen gav en betydelig forbedring i korrekt artsidentifisering basert på akustiske registreringer. Det viste seg at loddestimene generelt var mer horisontalt utstrekte (større forholdstall mellom stimlengde og -høyde) enn sildestimene. Ved å innføre stimmorfologi økte andelen korrekt artsidentifiserte stimer fra ca 68 % basert på frekvensrespons alene til ca 90 % med begge metodene kombinert. Detaljene i denne studien er publisert i Korneliussen m fl. (2009).

Denne metoden er ennå ikke implementert som standard på akustiske tokt, men suksessraten er såpass stor at metoden bør kunne implementeres på slike tokt. Innen metoden er implementert og flere data er samlet inn for å kvalitetssikre den, må vi inntil videre stole på den informasjonen vi får fra trålhale. Men antall trålhale er som oftest så lite at det dette er en kilde til usikkerhet, som kan øke jo mer ungsild det er i det sørlige Barentshavet. Det lar seg gjøre å utvikle metodikk der man kan evaluere identifiseringsusikkerheten basert på resampling, men det er ennå ikke gjort. Foreløpig blir derfor denne kilden til usikkerhet stort sett ignorert. Denne usikkerheten er liten om høsten, da det geografiske overlappet mellom lodde og ungsild er mindre idet lodde står lenger nord i Barentshavet på denne tiden av året.

Måling av vandring

Geir Odd Johansen



Usikkerhet i akustiske mengdeberegning av fisk som er på vandring er et velkjent problem, og målinger på en tid av året der bestanden står tilnærmet i ro er vanligvis å anbefale. Når det gjelder gyteinnvandring for lodde ligger det i sakens natur at dette representerer en kilde til usikkerhet, idet loddene nettopp er på vandring på denne tiden av året. Det er to typer usikkerhet knyttet til dette problemet, usikkerhet som skyldes vandringer på liten skala i tid og rom og den som skyldes vandringer på stor skala.

Når toktet dekker bestanden i et avgrenset område over kort tid, slik situasjonen var i 2007, vil man få et overestimert dersom bestanden vandrer i toktretningen og et underestimert dersom bestanden vandrer mot toktretningen. Dette skyldes at man risikerer å følge den samme konsentrasjonen av fisk hvis bestanden vandrer med toktretningen, mens man derimot "mister" fisk i motsatt tilfelle. I sammenheng med prosjektet er det utviklet metodikk for å korrigere for denne feilen, basert på å måle vandringsretning og vandringsfart med sonar under toktet, men den er ikke implementert i praktisk bruk ennå. Sonarmålingene gir et godt bilde av småskalaflytningen (hastighet og retning) til de loddestimene som befinner seg i nærheten av fartøyet, og vil kunne gi et godt grunnlag for å anslå dette for et større område hvis innsatsen er stor nok og man oppnår tilstrekkelig mange målinger. Metodikken som ble brukt på toktene er derimot relativt arbeidskrevende og krever kontinuerlig overvåking og betjening av sonarsystemene under toktet. Dette skyldes at stimene må registreres og målfølges etter hvert som de dukker opp på sonaren og at datainnsamlingen bør startes og stoppes for hver stimkonsentrasjon. Dette begrenses av antall personell om bord og hvilke andre gjøremål disse har. Det siste året har Havforskningsinstituttet utviklet en modul for sonaren SH80 i det akustiske tolkeprogrammet Large Scale Survey System (LSSS) der registrering og målfølgning er en semi-automatisk prosess og kan gjøres i etttertid under tolkingen av akustikken. Det er også mulig å estimere ulike stimorfologiske variabler, tolke sonarbildet samt at sonarregistreringene kan studeres sammen med de ordinære ekkoloddregistreringene. Modulen baserer seg på lagrede rådata fra sonaren og setter således større krav til datagringskapasitet. Når systemet er klart til bruk kan vandringsdynamikk på liten skala estimeres og korrigeres for, samt at man kan utføre mengdeestimering basert på sonardata. Det siste er en stor fordel i situasjoner der fartøysunnvikelse representerer et stort problem for vertikale ekkolodd.

Det er et større problem når toktet dekker et stort område og tar lang tid. Da kan det oppstå situasjoner der den mengden lodde man måler et sted kan dukke opp igjen et annet sted ved et senere tidspunkt, og dermed føre til overestimering. For å utføre en mengdeberegning i slike tilfeller, må man basert på skjønn, lage seg en forestilling om hvordan vandringen kan ha vært, og eventuelt utelate ekkomengden i enkelte område.

Uvisse

Sigurd Tjelmeland

Uvissa i eit estimat av moden lodde om vinteren kan bety like mykje som punkttestimatet. Uvissa i eit estimat av moden lodde frå eit vinterloddetokt kan kome frå ulike kjelder:

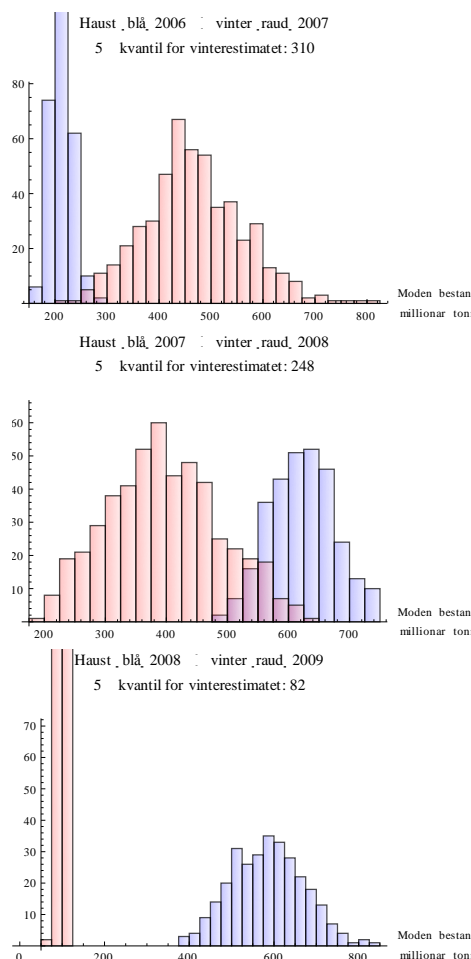
- Uvissa i ekkomengd langs kursen, hadde vi gått litt seinare eller litt ved sida, hadde vi fått andre nivå for ekkomengd.
- Uvissa i lengdefordelinga frå biologiske prøver, hadde vi trålt ein gong til på (nesten) same staden ville vi fått ei anna lengdefordeling.
- Uvisse i å splitte ekkoloddsignal på arter (lodde vs. sild).
- Uvisse knytt til vandring, lodde målt ein stad kan målast på nytt ein annan stad seinare, eller vi kan bomme på ein del av innsiget.

- Uvisse knytt til om lengdefordelingane frå biologiske prøver er representative for den lodda som er målt akustisk.
- Uvisse knytt til å bruke den akustiske målstyrken vi bruker om hausten.

Nedanfor er desse kjeldene til uvisse drøfta, og det er i nokre tilfelle vurdert kor mykje dei har betydd for estimata i 2007–2009.

Uvisse i ekkomengd langs kursen og uvissa i lengdefordelinga for biologiske prøver

Denne kjelda til uvissa gjer det seg greitt gjere å handtere med etablert metodikk. Vi bruker såkalla resampling, som betyr at vi reknar ut estimatet eit stort tal gonger der vi kvar gong trekker tilfeldige data frå måldataene. Figur 1 viser uvissefordelinga i estimatet frå dei tre tokta med denne metoden, samanlikna med uvissa av moden bestand frå hausttoktet. Fordelingane frå hausttoktet er skalerte med middelet av reduksjonen frå haust til vinter i dei tre åra.



Figur 1. Uvissefordeling for moden lodde om hausten (blå stolpar) og frå vinterloddetokta (raude stolpar).

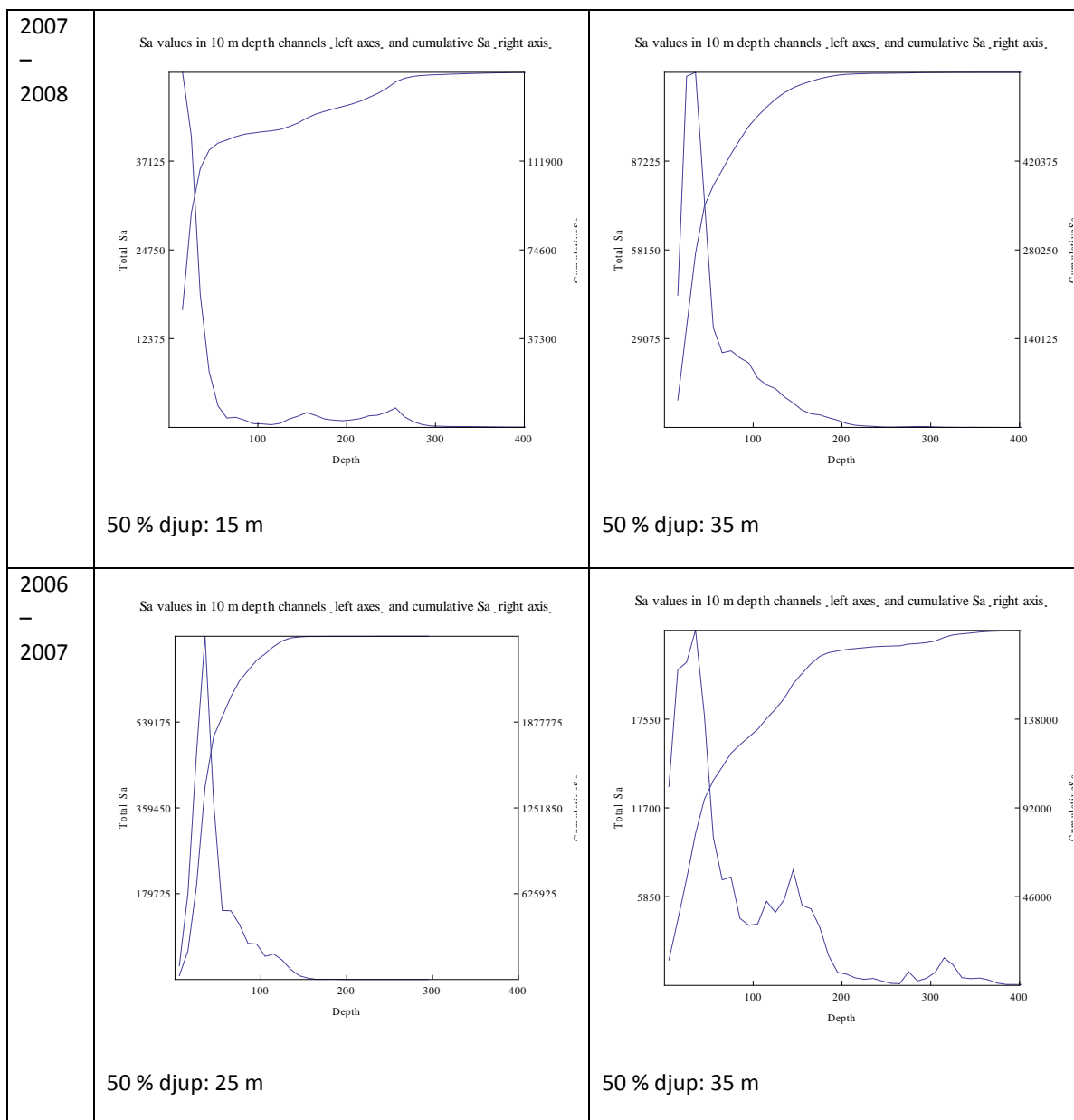
Men denne metoden tar bare utgangspunkt i data vi alt har samla inn. Uvisse knytt til vandring, prøver som ikkje er representative for det akustiske signalet, fordeling av akustisk signal på arter og uvisse knytt til å bruke den akustiske målstyrken vi bruker om hausten kan førebels ikkje handterast på denne måten.

Når vi tek omsyn til denne uvissa, ville målinga på 480 000 tonn vinteren 2008 ha gjeve opphav til ein kvote på om lag 80 000 tonn, sjå figur 1 i hovudrapporten korleis uvissa i vinterestimatet ville virke inn på kvoten.

Uvisse knytt til lodda si djupnefordeling

Lodda står gjerne i andre djup om hausten enn under innsiget om vinteren. Under innsiget om vinteren er det vanleg at den går høvesvis djupt i sjøen medan den er langt ute, og står høgare når den nærmar seg land. Det er vist gjennom målingar på tokta at målstyrken er sterkt avhengig av djupet (sjå kapitlet om målstyrke), og derfor vil ei bestemt ekkomengd svare til ulik mengd fisk når vi har målt tidleg og langt ute i høve til når vi har målt seint og langt inne, fordi lodda står som regel djupare i det første tilfellet. Tabellen nedanfor viser korleis ekkomengda har vore fordelte på djup om hausten og vinteren i dei tre åra. Bare norske fartøy er med, og om vinteren ingen av fartøya som var med på botnfisktoktet.

	Vinter	Haust
2008 – 2009	<p>Sa values in 10 m depth channels ,left axes, and cumulative Sa ,right axis.</p> <p>50 % djup: 105 m</p>	<p>Sa values in 10 m depth channels ,left axes, and cumulative Sa ,right axis.</p> <p>50 % djup: 25 m</p>



Vinteren 2009 vart lodda målt mykje djupare i sjøen enn om hausten, og dette er interessant med omsyn på at vi hadde eit kraftig underestimat. Dersom vi hadde teke omsyn til korleis målstyrken varierer med djup (sjå kapitlet om TS-målingar) kunne estimatet ha vorte opp mot 100 % høgare. Dei andre åra var mesteparten av ekkomengda samla i dei øvste vasslaga både vinter og haust, men noko djupare om hausten. Skilnadene her er små og ville ikkje ha påverka vinterestimatet vesentleg. Dersom vi hadde teke med data frå botnfisktoktet om vinteren ville vi truleg fått ei djupare fordeling.

Som det er vist i kapitlet om målstyrkemålingar er det funne at målstyrken er sterkt avhengig av djupet. Det er grunn til å vente at den akustiske målemetodikken vil bli utvikla vidare slik at dette vert teke omsyn til under mengdeutrekningar. Men skulle eit vinterloddetokt bli implementert i dag, måtte vi leggje til grunn ei uvisse knytt til varierende djup. Målstyrkemålingane viser vidare at det er uvisse knytt til djupet som er den viktigaste, uvisse knytt til utføring av målstyrkemålingane er forholdsvis lita.

Uvisse knytt til vandring

Ideelt sett skulle ein utføre toktet over eit så lite tidsrom at ein kunne sjå bort frå problem med vandring. Det ville krevje eit stort tal fartøy, og det er ikkje realistisk med ei tidsrom mindre enn frå ei veke ved ein gytebestand som er konsentrert nær kysten til over 14 dagar for ein gytebestand som må dekkast langt ute. I løpet av denne tida vandrar lodda sterkt, og fisk som vert dekkta i eitt område ved eitt tidspunkt kan ein i verste fall dekke på nytt i eit anna område til eit anna tidspunkt. Det kan og tenkast at ved to dekkingar av same område ved ulike tidspunkt, er det sterkt avvikande registreringar, som tyder på inn- eller utvandring i mellomtida. Når ein ikkje har uavhengig kunnskap om vandringa, må ein basere seg på skjønn og utelate område der det er mistanke om at ein har dekkta den same fisken ved eit anna tidspunkt, eller utelate integratorverdiar. Dette vart til dømes gjort for estimatet for 2008, der det vart funne gytelodde i det vestlege kystnære område utan at det ar sett lodde der på ei tidlegare dekning. Ei vurdering av det samla biletet tilsa at denne lodda ikkje var dekkta i andre deler av toktet, og integratorverdiene frå den første dekkinga vart kutta ut. Det kan la seg gjere å lage ein modell for uvisse knytt til slike avgjerder, og såleis bringe denne uvissa inn i det formelle apparatet for mengdeberekninga. Førebels har vi ikkje gått den vegen, fordi datagrunnlaget for ein uvissemodell er for spinkelt. Men ein må vere klar over denne forma for uvisse og prøve å få ei så synoptisk dekking som mogleg. Dette problemet er mykje alvorlegare for eit vinterloddetokt enn for toktet om hausten.

Eit problem på mindre tids- og romleg skala er når fisken vandrar under dekkinga, men er innanfor dekkingsområdet. Dette er omhandla under kapitlet "Måling av vandring". Ved å måle vandringsretning og vandringsfart med sonar medan fartøyet går, kan det late seg gjere å justere for denne feilkjelda. Vi har ikkje prøvd oss på ei slik justering, som ville vere eit stort steg framover i mengdemålingsmetodikk. Men det er gjort målingar av stimvandring med sikte på å etablere slik metodikk seinare. Førebels er altså denne kjelda til uvisse ignorert.

Uvisse knytt til berekning av torskens beiting frå lodde

Under gyteinnsiget er beitinga frå torsk på lodde stor. Sidan toktet vert utført over eit visst tidsrom vert det vanskeleg å berekne beitinga frå ein del av gyteinnsiget er dekkta av toktet og fram til gyting. Den lodda som er dekkta tidleg og langt ute vil bli utsett for sterkare beiting enn den lodda som er dekkta seint og langt inne. Denne uvissa kan bare handterast med ein modell for vandringa av lodde, og det er førebels uklart kor mykje den kan bety.

Oppsummering av uvissa

Den uvissa vi talfestar i dag er bare den uvissa som er knytt til uvissa i lengdefordelinga på ein gjeven trålstasjon og uvissa knytt til fordelinga av ekkomengd langs kursen. Uvissa knytt til vandring, målstyrke og utval av prøver for mengdeestimering vert ikkje vurderte. Dersom desse forholda er systematisk andre om vinteren enn om hausten, må også desse uvissekjeldene talfestast før vi kan bruke eit vinterloddetokt i forvaltinga av lodde.

Referansar

Dommasnes, A and Røttingen, I. (1984). Acoustic stock measurements of Barents Sea capelin 1972-1984, a review. *In Proceedings of the Soviet-Norwegian Symposium on the Barents Sea Capelin*, pp 45-63. Ed. By H. Gjøsæter, Institute of Marine Research, Bergen, Norway.

Fahlen, G. (1968). The gas bladder as a hydrostatic organ in *Thymallus thymallus* L., *Osmerus operlanus* L. and *Mallotus villosus* Mull. *Fiskeridirektoratets skrifter Serie Havundersøkelser*, 14: 199-228.

Jørgensen, R. (2003). The effect of swimbladder size, condition and gonads on the acoustic target strength of mature capelin. *ICES Journal of Marine Science*, 60: 1056-1062.

Korneliussen, R. J., Heggelund, Y., Eliassen, I. K. and Johansen, G. O. 2009. Acoustic species identification of schooling fish. *ICES Journal of Marine Science*, 66: 1111-1118.

Ona, E. (2003) An expanded target-strength relationship for herring. *ICES Journal of Marine Science*, 60: 493-499.

Ona, E. (Ed.) (1999). Methodology for target strength measurements. Cooperative Research Report No 235 (ISSN 1017-6195), 59 pp.