

Hydroakustisk registrering av fisk i Storsjön,
Jämtland.

Åge Brabrand

Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske (LFI),
Zoologisk Museum, Universitetet i Oslo,
Sarsgate 1,
0562 Oslo 5.

FORORD

Etter oppdrag fra Fiskeriintendent Sten Andreasson, Fiskeristyrelsens Utredningskontor i Härnösand, Sverige, har Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI) ved Zoologisk Museum, Universitetet i Oslo, foretatt en hydroakustisk undersøkelse av fiskebestanden i Storsjön i Jämtland. Feltarbeidet ble utført i perioden 9-12.9.1985.

Undersøkelsen ble utført sammen med Byrådirektør Adam P. Gönczi, Fiskeriintendent Sten Andreasson, Fiskerikonsulent Arne Gad, Båtfører Axel Johansson og Fiskeriassistent Olof Enderlein.

Cand.real. Torfinn Lindem har stått for analyse av de hydroakustiske data og for den tekniske beskrivelse av ekkoloddet SIMRAD EY-M.

Alle som har vært med på undersøkelsen takkes for velvillig innsats.

Age Brabrand

Oslo, august 1986

INNHOOLD

	s.
SAMMENDRAG	4
SUMMARY	6
INNLEDNING	11
MATERIALE OG METODER	12
RESULTATER	16
Trål	16
Ekkogrammer	17
Vertikalfordeling	20
Lengdefordeling	23
dB-fordeling	25
Ekkointegrert fisketetthet/biomasse	28
KOMMENTARER	29
LITTERATUR	32
APPENDIX 1	34

SAMMENDRAG

Brabrand, A. 1986. Hydroakustisk registrering av fisk i Storsjön, Jämtland, med hydroakustisk utstyr. Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo, 87, 34 s.

Det ble i perioden 9-12.9.1985 foretatt ekkoloddregistrering med type SIMRAD EY-M i Storsjön, Jämtland, Sverige, langs utvalgte profiler. Utstyret gir muligheter for opptak av ekkosignaler på tape for videre behandling av mikrocomputer for telling av fisk i utvalgte dybdesjikt og angivelse av fiskens størrelse.

For å relatere ekkoloddssignaler til reelle lengder av de ulike fiskearter, ble det parallelt foretatt et pelagisk fiske med trål på ulike dyp. Dette fiske viste at sik (Coregonus lavaretus) og krøkle (Osmerus eperlanus) dominerte i de frie vannmasser. Mens fangstene av krøkle var relativt konstante og lite avhengig av dyp og profil, varierte fangstene av sik betydelig, med laveste fangstkvantum ved Kvissleviken/Hallen og størst i Vallsundet. Ekkogramutskriften ga også umiddelbart inntrykk av ujevn fordeling av fisk i innsjøen.

Lengdefordelingen av krøkle viste to klare toppe, en i lengdeintervallet 24-42 mm (årsunger) og en i intervallet 120-144 mm (3-6 år). Siden krøkle av alder 1+ og 2+ også vil være fangbare med den benyttete redskap, antyder dette at enkelte årsklasser i krøklebestanden mangler eller er svært små. En forklaring kan være ujevn rekruttering fordi det er forholdsvis kort tid etter at bestanden har etablert seg i innsjøen.

Fordelingen av sik viser få individer i lengdeintervallet 86-124 mm (0+) og 166-184 mm (1+, 2+), og at den alt overveiende delen av fangsten er i lengdeintervallet 186-258 mm. Bestanden viser klare indikasjoner på vekststagnasjon.

Dybdefordelingen av de mottatte ekkosignaler viser at langs de fleste undersøkte profiler var fisken lokalisert til dybdesjiktet 1-10 m, og at fisketettheten dypere ned ble betydelig redusert.

For alle profiler (P6-Vallsundet unntatt) utgjorde dB 56 en markert topp. Denne verdien representerer fisk med lengde ca. 3 cm, som med stor sannsynlighet er årsunger av krøkle. For de fleste profiler var også dB 38 markert, en verdi som representerer fiskelengde 24-26 cm, dvs. den vekststagnerte delen av sikbestanden. Dette indikeres av at det langs P6 ble tatt svært mye sik på trål, nettopp langs det profilet der dB 38 viser en svært markert topp, og videre at analyse av data i dybdesjiktet 1-10 m fortsatt viser dominans av samme dB topp.

De øvrige dB-verdier viser relativt jevn forekomst, men analyse av dB-fordelingen i de ulike dybdesjikt antyder en dB-topp i intervallet dB 52-50, og en i intervallet dB 46-42. Dette representerer fisk i lengdegruppene 5-6 cm og 10-16 cm. Førstnevnte gruppe antas å representere den tidligere nevnte svake aldersgruppe av krøkle, mens sistnevnte gruppe antas å representere dels rektutter av sik (0+) og den voksne delen av krøklebestanden (3-6+).

Antall fisk varierte fra mellom 547 (P4-Flaket) til 2600 fisk ha^{-1} . I tillegg til det relativt lave antallet som ble registrert langs P4, ble det i store deler av det såkalte Flaket observert lite eller svært lite fisk, og 547 fisk ha^{-1} i dette området må derfor betraktes som et høyt antall. Det største antallet ble funnet langs P5 i et lite delområde i Flakets ytterkant.

For fisk mindre enn ca. 8 cm er det sannsynlig at den pelagiske delen av fiskesamfunnet består hovedsakelig av krøkle, representert ved dB verdiene 56, 54 og 52 idet årsunger av sik ved avsluttet lengdevekst på høsten er 8 cm eller mer. For alle de tre lengdegruppene; under 10 cm, 10-20 cm, over 20 cm, varierte antall fisk pr. ha betydelig. Fisk i lengdegruppen 10-

20 cm besto både av rekrutter av sik og den voksne delen av krøklebestanden. Sett på bakgrunn av dette er antallet i lengdegruppen 10-20 cm relativt lite, spesielt sammenliknet med større fisk. Forutsatt at registreringene gir et riktig bilde, kan det lave antall av fisk i lengdegruppen 10-20 cm tolkes dithen at krøklebestanden fortsatt er lav. Dette forsterkes ved at trålfangstene av krøkle var lave, både sammenliknet med antall sik i de samme tråldragene, og også av fangster av krøkle tatt med samme type trål i Väneren, der det jevnt over ble tatt 10 ganger så mye krøkle. I tillegg vil krøkle i Storsjön ikke ha næringskonkurransen fra lagesild. Det er derfor sannsynlig at bestanden av krøkle fortsatt vil øke.

Tetthet av fisk over ca. 20 cm, og derved beregnet biomasse av kjønnsmoden sik varierte særlig mye langs de ulike analyserte strekninger, fra ca. 15 til ca. 920 kg ha⁻¹. Den regionale fordeling viser at fisken i undersøkelsesperioden sto konsentrert på bestemte steder i innsjøen.

SUMMARY

During the period 9.-12.9.1985 hydroacoustic research was carried out in the Swedish lake Storsjön, Jämtland, along selected transects with the echosounder SIMRAD EY-M. The equipment enables recording of echosignals on magnetic tapes and subsequent analysis on a microcomputer to calculate fish density in different water layers as well as the interpretation of single fish size. To relate the relative length-frequency diagrams to known fish species and size classes, trawl fishing (mesh size of 5 mm in the bag) at different depths was carried out simultaneously.

The results showed that whitefish (Coregonus lavaretus) and smelt (Osmerus eperlanus) dominated in the pelagic zone. The number of smelt was relatively constant and seemed independent of depth and locality, while the catches of whitefish varied considerably. The lowest number of whitefish was caught at

Kvissleviken/Hallen, the largest number in Vallsundet. The echograms also gave the impression of aggregations of fish.

The length-distribution of smelt showed two peaks; the length interval 24-42 mm (0+) and 120-144 mm (3-6+ years). The lack of smelt of age 1+ and 2+ in the catches indicates strong variation in the smelt recruitment, probably due to the short time since introduction.

The length distribution of whitefish showed few individuals in the length interval 86-124 mm (0+) and 166-184 mm (1+, 2+). The dominating length peak was in the interval 186-258 mm probably reflecting the stunted part of the whitefish population.

The depth distribution of received echosignals showed that along most of the investigated transects, the fish were located in the depth layer 1-10 m below the water surface, the fish density being generally reduced at greater depths.

Along all transects (except P6-Vallsundet), the dB 56 was present with a peak, representing fish size approx. 3 cm, probably 0+ of smelt. Along most transects, the dB 38 was markedly present, representing fish size 24-26 cm, which is dominated by the stunted part of the whitefish population. This is strongly indicated by the large trawl catches of whitefish along transect P6, where the value 38 dB showed a large peak in the same water strata.

Other dB values between dB 56 and dB 38 showed a relatively evenly distribution. However, further analyse of the dB distribution in different water strata indicate one peak in the interval dB 52-50 and one in the interval dB 46-42, representing fish of body size 5-6 cm and 10-16 cm. The first group is probably the previously described age group of smelt, while the second group is composed of whitefish recruits (0+) and the adult part of the smelt population.

The echointegrated number of fish varied between 547 (P4-Flaket) to 2600 fish ha⁻¹ (P5). In addition to the small number of fish observed along P4, almost none or very few fish were observed in large areas of Flaket, and 547 fish ha⁻¹ in one part of this area represents a high number. The largest number of fish was observed along P5 in a small area in the outer part of Flaket.

Based on the echosounding recordings and trawl catches, the dominating pelagic fish smaller than approx. 8 cm is smelt, since 0+ whitefish after the first summer are 8 cm or larger. For all the length intervals < 10 cm, 10-20 cm and > 20 cm, the recorded number of fish varied considerably along the different transects. Fish in the size group 10-20 cm were both whitefish recruits and adult smelt. A larger number of fish in this length interval was expected, especially compared to larger fish, although not large enough to indicate a large population of smelt. This is also indicated by the small trawl catches of smelt, both compared to those of whitefish, and those of smelt in lake Vänaren with the same trawl, where the catches on average were ten times larger. As smelt in lake Storsjön lacks serious competitors, an increase in the smelt population is expected.

The calculated biomass of adult whitefish varied considerably, from c. 15-920 kg ha⁻¹, reflecting the variation in the echointegrated density of fish larger than approx. 20 cm.

Legend to Figures and Tables.

page
no.

Fig. 1. Map of Lake Storsjön. Transects for echosounding and trawl fishing are marked.

15

Fig. 2. Selected echograms from Lake Storsjön along transects P 1, P 2 and P 3 (below) in sept. 1985.

18

- Fig. 3. Selected echograms from Lake Storsjön along transects P 5, P 6 and P 8 (below) in sept. 1985. 19
- Fig. 4. Distribution of echosignals (in - dB) from different water depth strata between the bottom and 2 m depth along transects P 4 and P 5 in Lake Storsjön in sept. 1985. 21
- Fig. 5. Distribution of echosignals (in - dB) from different water depth strata between the bottom and 2 m depth along transects P 6 and P 8 in Lake Storsjön in sept. 1985. 22
- Fig. 6. Percentage length distribution of total number of smelt caught by trawling in Lake Storsjön in sept. 1985. 23
- Fig. 7. Percentage length distribution of total number of whitefish caught by trawling in Lake Storsjön in sept. 1985. 24
- Fig. 8. Percentage distribution of target strength of echosignals (in -dB) between bottom and 2 m's depth along transect P 4 and P 5 in Lake Storsjön in sept. 1985. 26
- Fig. 9. Percentage distribution of target strength of echosignals (in -dB) between the bottom and 2 m depth along transect P 6 and P 8 in Lake Storsjön in sept. 1985. 27
- Fig. 10. Probable size distribution of the dominant pelagic fish species in Lake Storsjön observed by echosounder and trawl catches. Target strength

values (in -dB) of corresponding single fish size are based on length-dB regression given by Lindem (1980). Krøkle: Smelt, Sik: whitefish. page no. 31

Table 1. Number of fish caught per 30 min. trawling along the different transects at different depths in Lake Storsjön in sept. 1985. Krøkle: smelt, Lake: Burbot, Abbor: perch, Stingsild: Stickleback, Ørret: Trout. 16

Table 2. Echo integrated number of fish per hectar lake surface along transects in Lake Storsjön The total number of fish and estimated total biomass of adult whitefish (sik) are shown. 28

INNLEDNING

Storsjön har siden begynnelsen av 1970-årene vært utsatt for store endringer når det gjelder næringskjedene i de frie vannmasser. Fra å være en innsjø dominert av sik (Coregonus lavaretus), med innslag av ørret (Salmo trutta) og utsatt canadaørret (Salvelinus namaycush), ble det i 1970-1971 etablert en bestand av det pelagiske krepsdyret Mysis relicta. Mysis innvandret fra utsetting i ovenforliggende innsjøer, og bestanden er idag meget stor. I 1974 og 1975 ble den pelagiske fiskearten krøkle (Osmerus eperlanus) satt ut, og i 1977 og 1978 ble krøkle påvist i mageinnhold av både canadarøye og ørret. Det er derfor siden 1970 etablert to pelagiske bestander som begge selv ernærer seg av zooplankton, og som begge kan inngå som viktige fôrorganismer for pelagiske predatorer. Sik ernærte seg tidligere sannsynligvis av zooplankton direkte, men har etter etablering av Mysis og krøkle fått hard næringskonkurransen. Fra lokalt hold hevdes det at fangstene etter sik er redusert, uten at dette er godt dokumentert.

Ved en rekke fiskeribiologiske undersøkelser er det av stor betydning å kjenne den totale fiskebestandens størrelse og hvordan de ulike størrelsesgrupper av fisk er representert i bestanden. Dette gjelder både undersøkelser som har som siktemål å skaffe kunnskap om riktig utnyttelse av fiskebestander, og forskningrettet virksomhet. Det er i de senere år utviklet utstyr for hydroakustiske undersøkelser av fiskebestander i ferskvann, utstyr som har vist seg svært anvendelig i overvåking av bestander der deler av totalbestanden er lite fangbare med tradisjonell redskap. Det gjelder spesielt i innsjøer som Storsjön, der behovet for en overvåking over tid i forbindelse med etablering av nye pelagiske arter burde være tilstede.

I innsjøer med nær samme dominans av sik, krøkle og eventuelt lagesild (Coregonus albula) er det i Norge og Sverige utført ekkoloddregistreringer etter samme mønster i Mjøsa (Lindem 1978, Lindem og Sandlund 1984), Randsfjorden (Lindem 1979, 1980), Tyrifjorden (Lindem 1981) og i Vättern (Brabrand 1984)

og Vänern og Hjälmaren (Brabrand (1985). På bestander av krøkle og mort (Rutilus rutilus) er dette også utført av Brabrand og Saltveit (1983).

Det knytter seg betydelige fiskeinteresser til Storsjön. Det foretas årlig utsetting av 4000 ørret med gjennomsnittsvekt 0.5 kg, og 7500 canadarøye med gjennomsnittsvekt 0.1 kg. På grunnlag av merking av utsatt fisk og innrapportering fra fiskere er det beregnet et årlig uttak av ørret 1500 - 2000 kg (Andreasson & Gönczi 1983). Uttaket av canadarøye er beregnet til 1600 - 3300 kg år⁻¹. For begge fiskearter inngår Mysis, krøkle og sik i ernæringen (Andreasson & Gönczi 1983).

MATERIALE OG METODER

Den foreliggende undersøkelse har som målsetting å skaffe informasjon om fiskens vertikale og horisontale fordeling i de frie vannmassene langs bestemte profiler i Storsjön, Jämtland i Sverige. Data ble bearbeidet for å gi informasjon om totalmengden fisk langs profilene og fordelingen av de ulike lengdegrupper. For å samholde data fra ekkointegreringen med kjente arter og lengdegrupper av fisk ble det parallelt foretatt trålfiske.

Alle ekkoregistreringer ble gjort med et ekkolodd av type SIMRAD EY-M. Dette ekkoloddet har en tidsvariabel forsterkningskontroll (TVG), som kompenserer for lydimpulsens spredning og absorpsjon i vannet. Denne TVG-funksjonen vil gi samme ekkonivå fra en gitt fisk, enten den befinner seg på 10 eller 60 meters dyp, bare den har samme vinkelposisjon i forhold til transduceren (Forbes & Nakken, 1972).

Transduceren har en åpningsvinkel på 11 grader og ekkoloddets vertikale oppløsningsevne er på ca. 80 cm. Det vil si at fisk som er atskilt i dyp med mer enn 80 cm, vil bli registrert som to forskjellige fisker.

Effekten av transducerens strålingsdiagram blir fjernet ved hjelp av en statistisk metode lik den som ble beskrevet av Craig & Forbes (1969). Metoden ser ut til å gi god nøyaktighet når ekkotallet i analysen blir større enn 1000. Presisjonen på utstyret er funnet å være bedre enn 10%.

Under dataregistrering i felt ble alle ekkosignalene innspilt på magnetbånd ved hjelp av en kassettpiller av type Nakamichi 550. Denne båndspilleren vil, sammen med magnetbånd av type Maxell UD XL11, gi nødvendig dynamikk ved innspilling av de amplitudemodulerte ekkosignalene på 10 KHz.

Det analoge ekkosignalet ble senere digitalisert av en mikrocomputer og lagret på floppy-disk. De digitale signalene kan kontrolleres ved at computeren reproducerer et ekkogram fra den aktuelle kursen. Dette ekkogrammet kan så sammenliknes med originalen som ble registrert i felt. Ekkogrammet ble tatt opp på magnetbånd langs kursene angitt i Fig. 1.

I histogrammene som viser frekvensen av ekkosignalstyrkene angis fiskens målstyrke, target strength, TS, i desibel (dB). Disse verdiene er en funksjon av fiskens størrelse og kan omregnes til fiskelengde i cm (L). Trålfangstene besto av krøkle og sik, og det er derfor valgt å benytte regresjonen $TS = 20 * \log_{10}(L) - 68$ gitt av Lindem & Sandlund (1984). Denne regresjonen er utarbeidet på grunnlag av ekkolodd/trålundersøkelse av sik, lagesild og krøkle i Mjøsa. I Appendix er gitt en tabell som viser samhørende verdier mellom fiskelengde (cm) og fiskens målestyrke (dB).

Da fisken erfaringsmessig står spredt i vannmassene om natta ble samtlige opptak av ekkosignaler tatt opp etter mørkets frambrudd. Opptakene ble gjort under noe varierende vindforhold. Det er derfor lagt mest vekt på de data som ble tatt opp i feltperiodens siste dager. Det gjelder spesielt vurdering av størrelsesfordelingen av fisk, der rulling av båten vil gi større spredning i dB-verdien for en fisk av gitt størrelse.

Det ble parallelt med ekkoloddregistreringene foretatt et fiske med trål. Denne hadde åpning 5 * 3 m, med 5 mm som minste maskevidde i posen. Trålen ble trukket av to båter som holdt konstant avstand 50 m ved hjelp av et tau. Avstanden til trålen var 150 m. Det ble foretatt enkelttrekk på ca. 30 min. på ulike dyp der det etter ekkogrammet skulle finnes fisk. Trålhastigheten var nær 2 knop.

Fisken ble artsbestemt og lengdemålt til nærmeste mm for hvert tråldrag. Lengdefordelingen er framstilt prosentvis.

På grunnlag av ekkogrammene ble det valgt ut delstrekninger for nærmere analyse innen de ulike profiler. Delstrekningene ble valgt ut slik at de skulle dekke variasjon i fisketetthet og fordeling som framkom på ekkogrammet.

Følgende kombinasjoner av tråling, ekkogramopptak og bearbeidet ekkointegrering ble foretatt:

Dato	Tråldrag	Tråldyp(m)	Delstrekning	Analysert
9.9.85	Drag 1	0-3	P1 Kvissleviken	-
9.9.85	Drag 2	5-8	P2 Kvissleviken	-
9.9.85	Drag 2	5-8	P3 Hallen	-
10.9.85	Drag 3	30-33	P4 Flaket	+
10.9.85	Drag 4	10-13	P5 Flaket	+
11.9.85	Drag 5	10-13	P6 Vallsundet	+
11.9.85	Drag 5	10-13	P7 Vallsundet	-
12.9.85	-	-	P8 sør	+

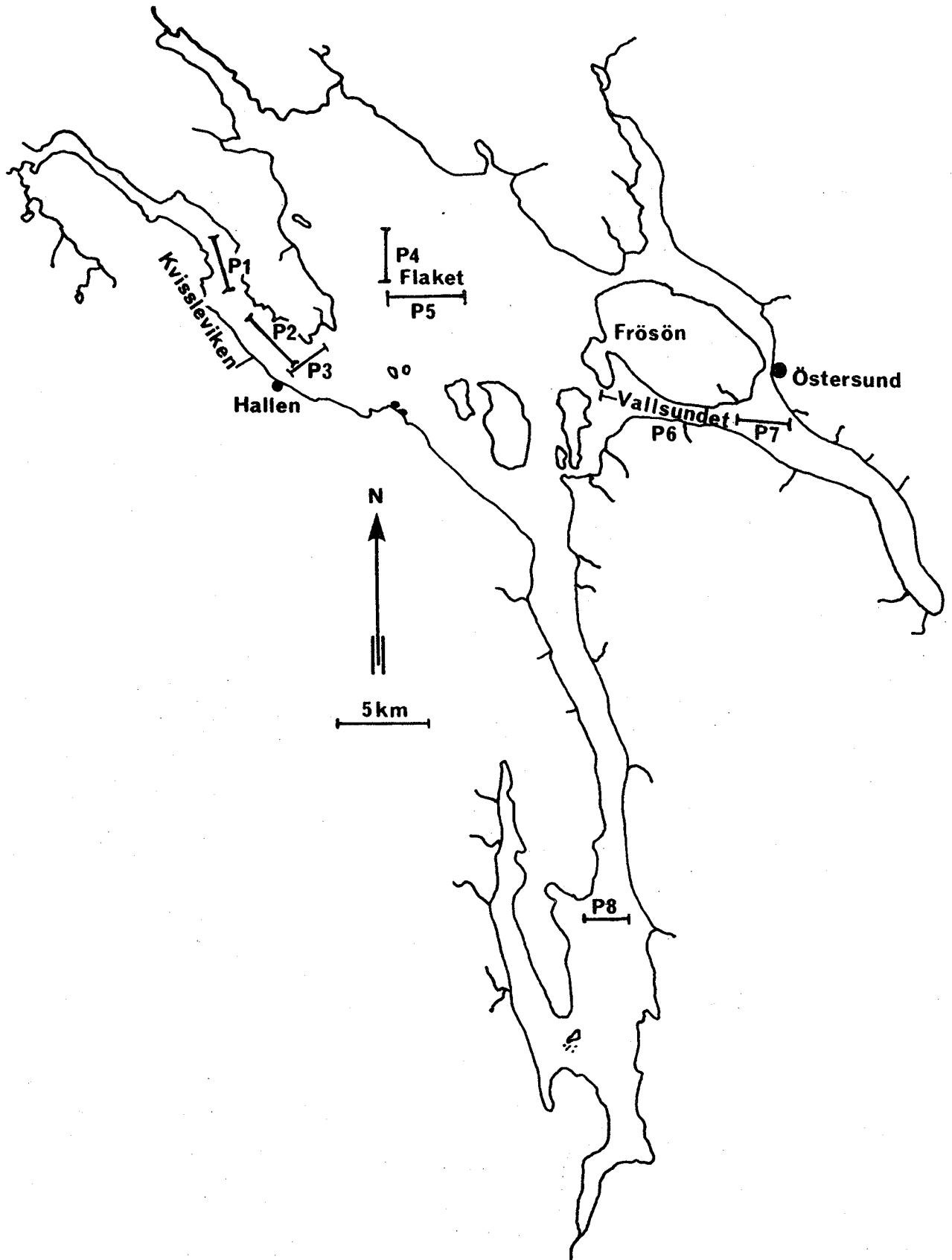


Fig. 1. Kart over Storsjön med avmerkete profiler for ekkointegrering og trålfiske.

RESULTATER

Trål.

Oversikt over fangst med trål i Storsjön er vist i Tabell 1. På samtlige dyp og for alle profiler dominerte krøkle eller sik. To drag i Kvissleviken og et i Flaket ga et relativt lite antall fisk. Fangstene i Vallsundet viste omlag det samme antall krøkle, mens antall sik var betydelig større. Av andre fiskearter ble ferskvannsulke påvist i Kvissleviken, sannsynligvis fordi trålen gikk noe grunt, foruten et meget lite antall abbor, stingsild, lake og ørret på alle tråldragene tilsammen. Det skulle derfor være klar dominans av krøkle og sik i de frie vannmasser.

Tettheten av fisk varierte sterkt på de ulike profilene. Det er derfor vanskelig å sammenlikne fangstene fra de ulike tråldyp. Det ble imidlertid påvist store mengder fisk på ekkogrammene i dybdeintervallet 8 - 15 m i Vallsundet, og tråldypet 10 - 13 m ble valgt etter dette. Det synes derfor klart at krøkle hadde en mer jevn vertikal fordeling, mens sik var stedvis sterkt konsentrert til dybdeintervallet 8 - 15 m.

Tabell 1. Antall fisk av de ulike arter tatt pr. 30 min. trål langs profiler på ulike dyp i Storsjön i perioden 9-12.9.1985.

	DATO	DYP(m)	KRØKLE	SIK	ABBOR	STINGSILD	ULKE	LAKE	ØRRET	LOKALITET
Drag 1	9.9	5- 8	44	11.5	0.5	0.5	0	0	0	Kvisslev.
Drag 2	9.9	0- 3	10	7	0	0	2	1	0	Kvisslev./ Hallen
Drag 3	10.9	30-33	37	27	0	0	0	0	0	Flaket
Drag 4	10.9	10-13	43	162	0	0	0	0	0	Flaket
Drag 5	11.9	10-13	22	364	0	0	0	0	0.5	Vallsund.

Ekkogrammer.

Utsnitt av ekkogrammer fra profilene P1 - P9 fra Storsjön er vist i Fig. 2 og Fig. 3. Det umiddelbare inntrykket var at fisken innen hvert av profilene viste lite klumpet fordeling, men at fisketettheten i noe mer regional sammenheng viste stor variasjon. I store deler av det såkalte Flaket ble det påvist svært lite fisk, mens det nettopp i Vallsundet langs profil 4 og 5 ble påvist store mengder fisk.



Fig. 2. Utvalgte ekkogrammer fra Storsjön langs delstrekning P4 (øverst) og P5 (nederst) 9-11.9.1985.

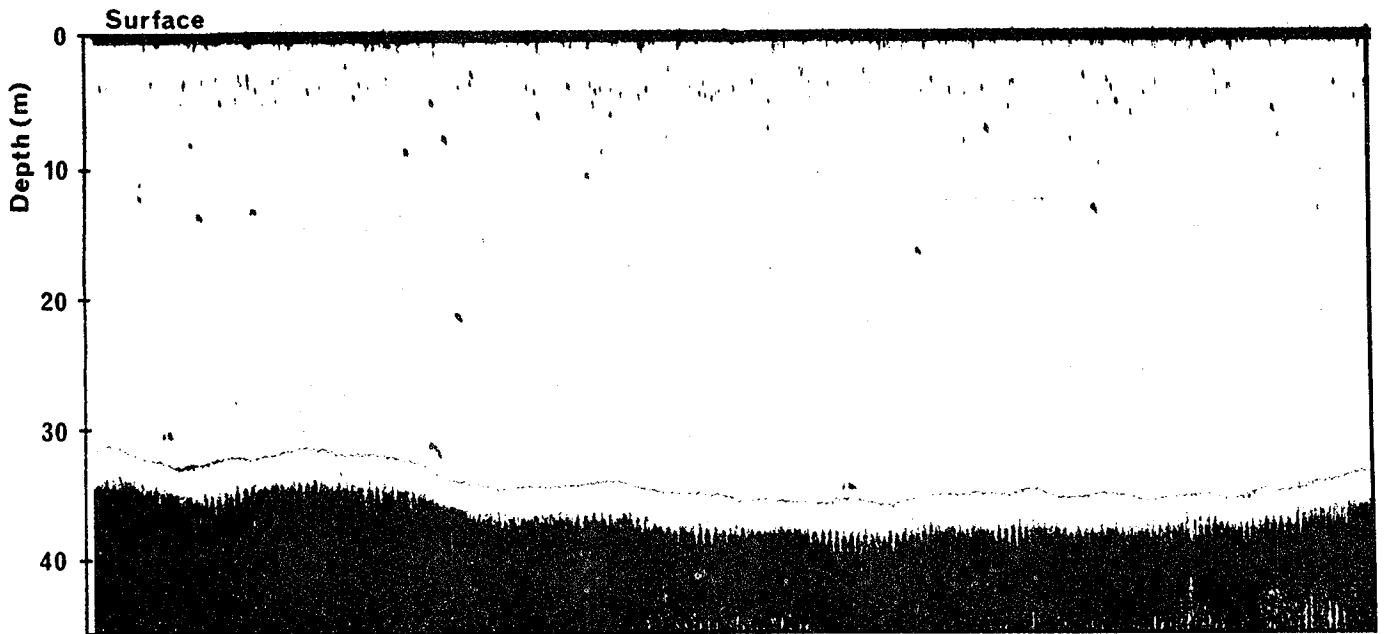


Fig. 3. Utvalgte ekkogrammer fra Storsjön langs delstrekning P6 (øverst) og P8 (nederst) 9-11.9.1985.

Vertikalfordeling.

Vertikalfordeling av de reflekterte ekkosignaler langs de ulike profilene i Storsjön er vist i Fig. 4 og Fig. 5. Mens det i Flaket totalt sett ble registrert lite fisk og lite markert vertikalfordeling, ble det langs P5, P6 og P8 registrert mest fisk i dybdesjiktet 1-10 m under transduseren, mens det dypere ned ble registrert betydelig lavere antall fisk. Langs de tre profilene varierte det registrerte antall fisk mellom ca. 1340 - 1820 fisk pr. ha⁻¹.

Fangstene på trål på de ulike dyp gir inntrykk av at krøkle i liten grad viser stor konsentrasjon i enkelte dybdesjikt, mens derimot sik ble tatt i stort antall i tråldypet 10 - 13 m. Den observerte toppen i dybdesjiktet 1-10 m er trolig et resultat av at sik som befinner seg i området rundt 10 m's dyp blir registrert til dybdesjiktet 1-10 m under analysen av ekkosignalene.

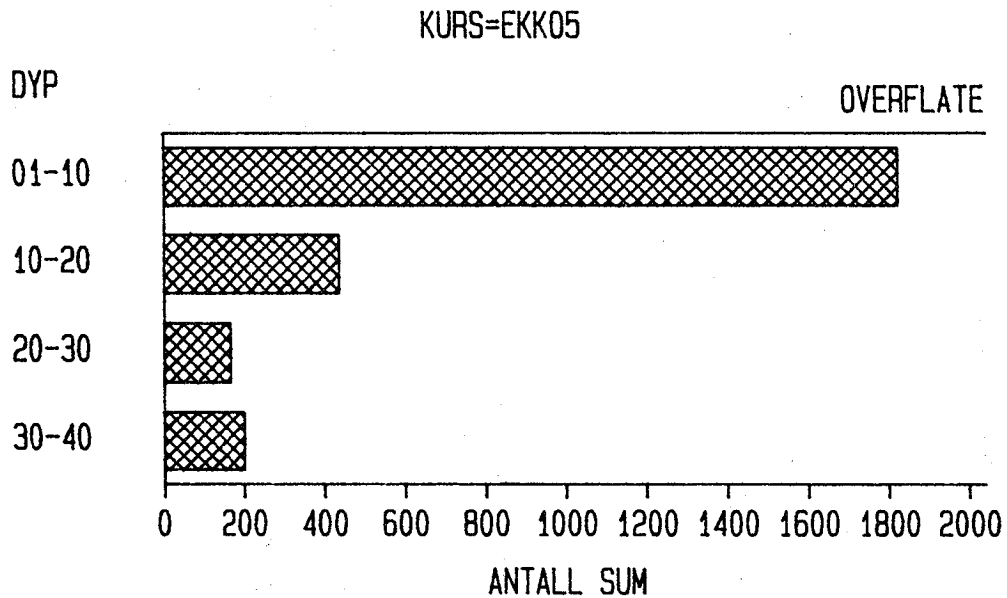
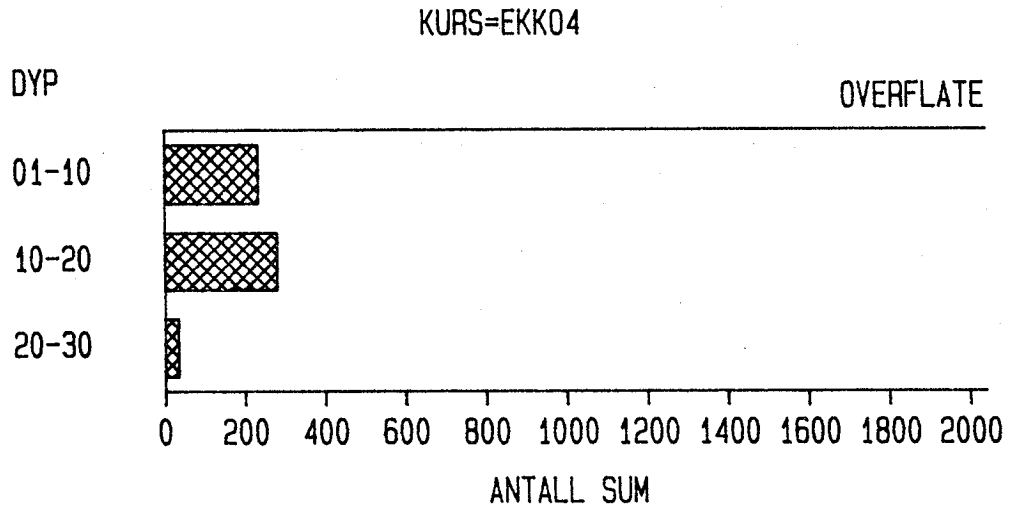


Fig. 4. Fordeling av antall reflekterte ekkosignaler fra ulike dybdesjikt mellom bunn og 1 m's dyp langs profil P4 og P5 i Storsjön 10.9.1985.

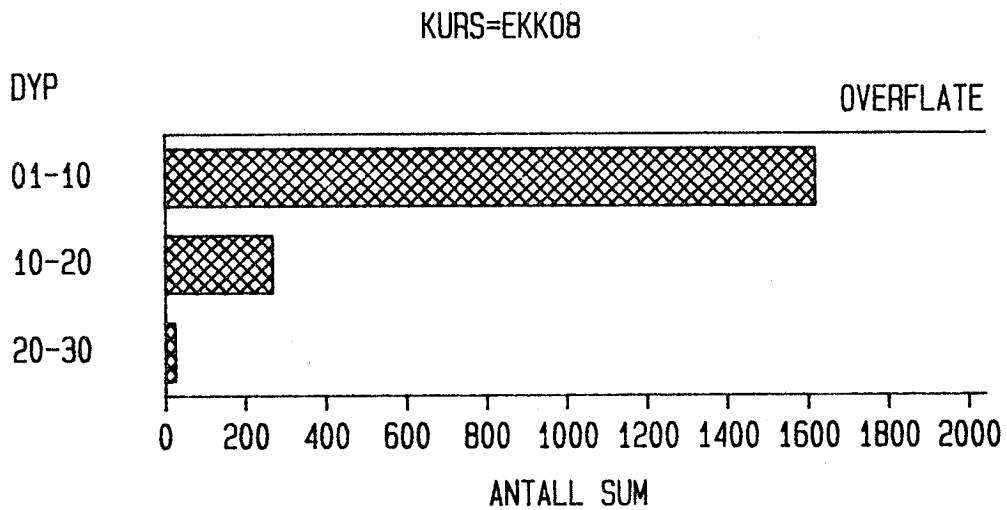
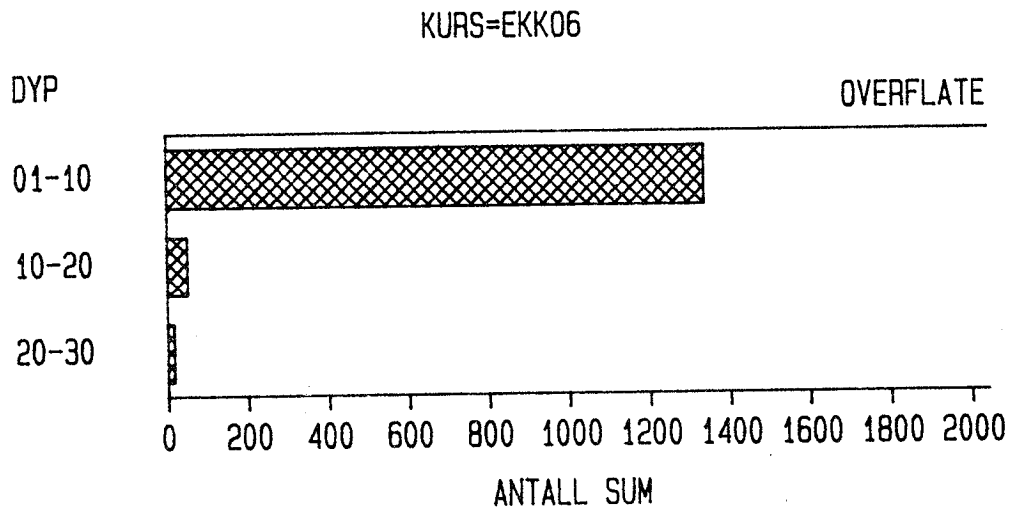


Fig. 5. Fordeling av antall reflekterte ekkosignaler fra ulike dybdesjikt mellom bunn og 1 m's dyp langs profil P 6 og P8 i Storsjön 11-12.9.1985.

Lengdefordeling.

Krøkle

Prosentvis lengdefordeling av totalmaterialet av krøkle tatt under trålfiske i Storsjön er vist i Fig. 6. Materialet består av 263 fisk, og viser to klare topper. Årsunger framkommer med en lengdetopp i diagrammet på 24 - 42 mm. Den andre toppen ligger i lengdeintervallet 120 - 144 mm. Aldersbestemmelse på grunnlag av otolitter viser at denne delen av krøklebestanden har en alder på 3-6 år (flest 4 år), noe som synes rimelig ut fra vekst hos krøkle. Siden krøkle i alderen 1+ og 2+ vil være fangbare med den trålen som er benyttet, indikerer lengdefordelingen at enkelte årsklasser i krøklebestanden mangler eller er svært små. Det kan imidlertid ikke gis en fullgod forklaring på dette. En faktor kan være ujevn rekruttering fordi det er forholdsvis kort tid etter at bestanden har etablert seg i innsjøen.

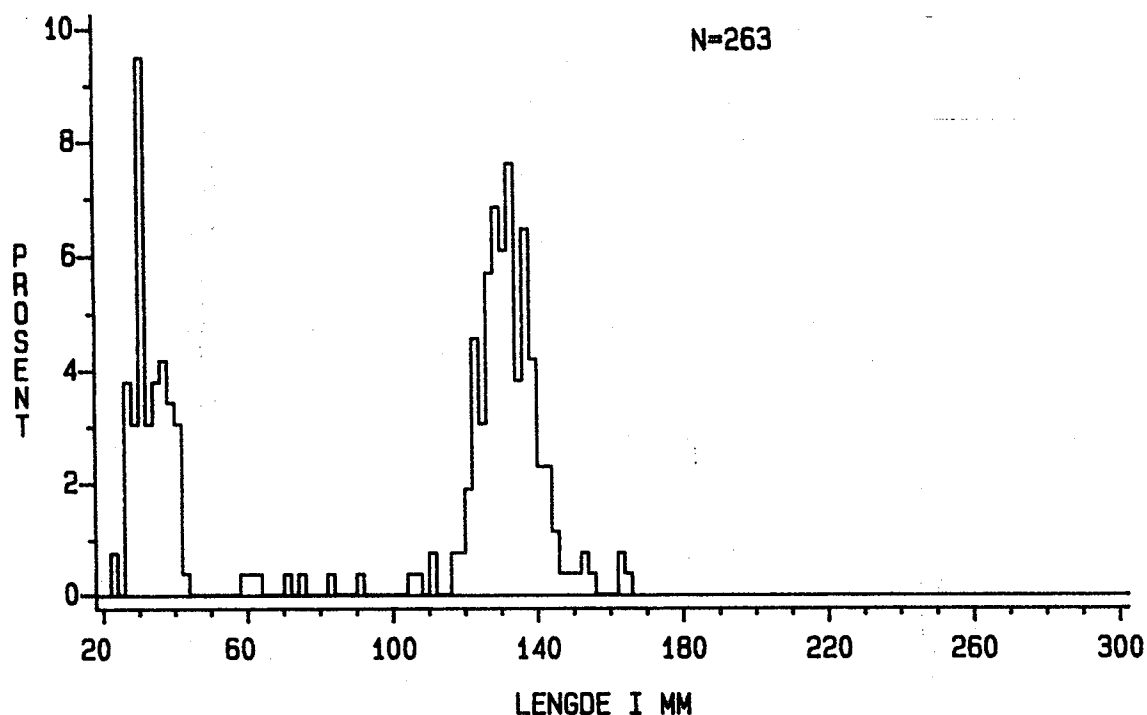


Fig. 6. Prosentvis lengdefordeling av totalmaterialet av krøkle (nors) tatt under trålfiske i Storsjön (Drag 1-5), 9-12.9.1985.

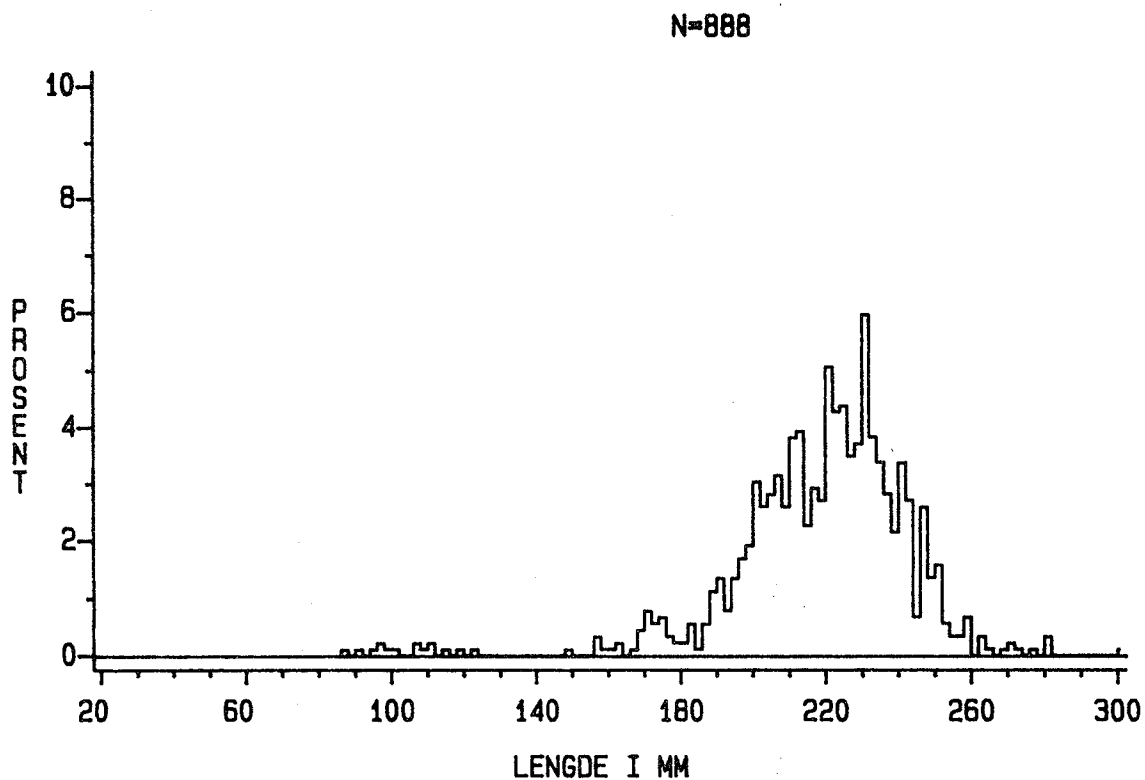


Fig. 7. Prosentvis lengdefordeling av totalmaterialet av sik tatt under trålfiske i Storsjön (Drag 1-5), 9-12.9.1985.

Sik

Lengdefordeling av sik fra Storsjön er vist i Fig.7. Fordelingen viser en topp som strekker seg fra ca. 186 mm til ca. 258 mm. Aldersbestemmelse på grunnlag av otolitter viser at denne delen av bestanden har en alder fra 3+ til 8+. En mindre veldefinert topp fremkommer i lengdeintervallet 166-184 mm (1-2+), likeledes ble det påvist enkelte individer i lengdeintervallet 86 - 124 mm (0+). Det viser seg fra trålfiske også i andre innsjøer med sik at disse aldergruppene er lite fangbare med trål.

dB-fordeling.

Prosentvis fordeling av ekkosignalstyrke langs profilene P4, P5, P6 og P8 for Storsjön er vist i Fig. 8 og Fig. 9. Det er her vist fordelingen av signalene i hele dybdesjiktet fra overflate til bunnen. Felles for de fire profilene er at hele spekteret fra dB 56 til dB 38 er representert i histogrammet.

For alle profiler unntatt P6 utgjør dB 56 en markert topp, mens dB 38 er tilstede med en mer eller mindre markert topp langs P4, P6 og P8. dB-verdien 56 representerer fisk med lengde ca. 3 cm, som med stor sannsynlighet er 0+ krøkle. dB 38 representerer fisk med lengde ca. 24 - 26 cm, og representerer den vekststagnerte delen av sikbestanden.

Dette indikeres sterkt av at det langs P6 ble tatt svært mye sik på trål, nettopp langs det profilet der dB 38 viser en svært markert topp, og videre at analyse av data i dybdesjiktet 1-10 m fortsatt viser dominans av samme dB topp.

De øvrige dB - verdier viser relativt jevn forekomst, men analyse av dB-fordelingen i de ulike dybdesjikt antyder en dB-topp i intervallet dB 52-50, og en i intervallet dB 46-42. Dette representerer fisk i lengdegruppene 5-6 cm og 10-16 cm. Førstnevnte gruppe antas å representere den tidligere nevnte svake aldersgruppe av krøkle, mens sistnevnte gruppe antas å representere dels rekrutter av sik (0+) og den voksne delen av krøklebestanden (3-6+).

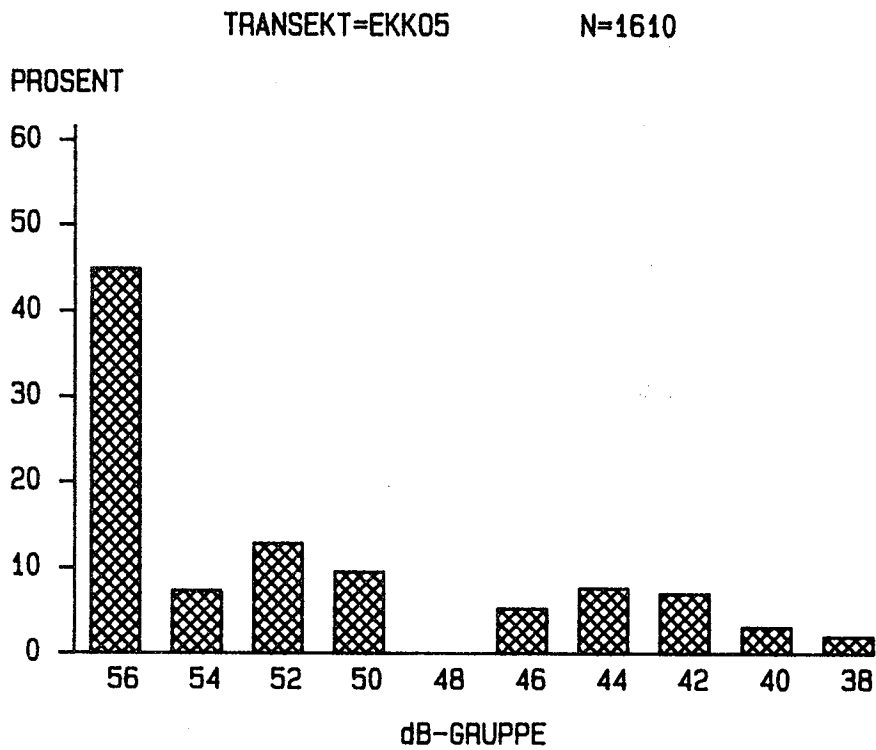
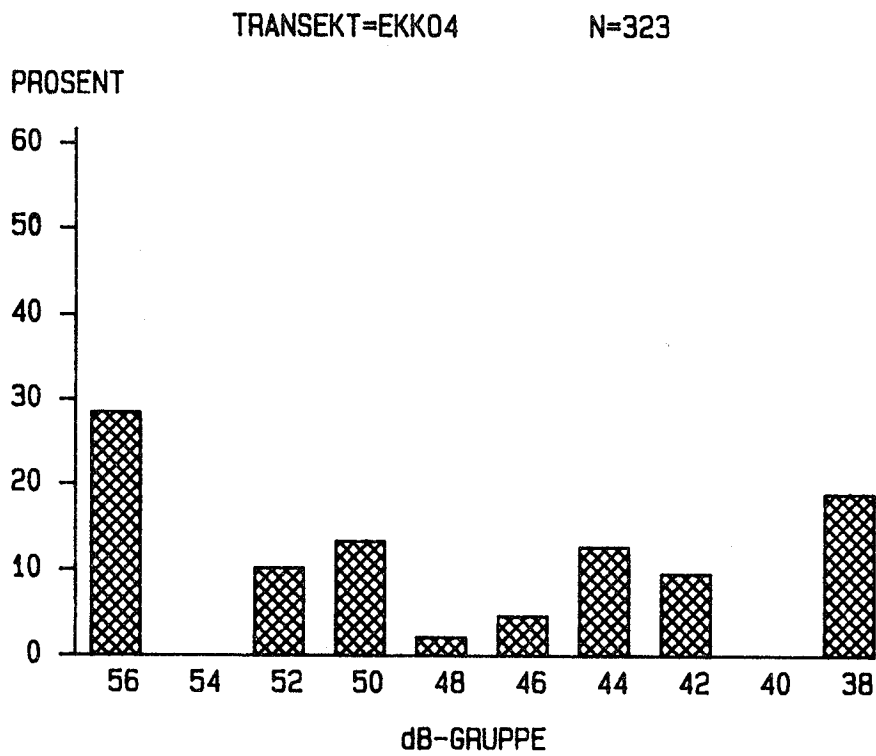


Fig. 8. Prosentvis fordeling av ekkosignalstyrke (-dB) mellom bunn og 1 m's dyp langs profil P4 og P5 i Storsjön 9.9.1985.

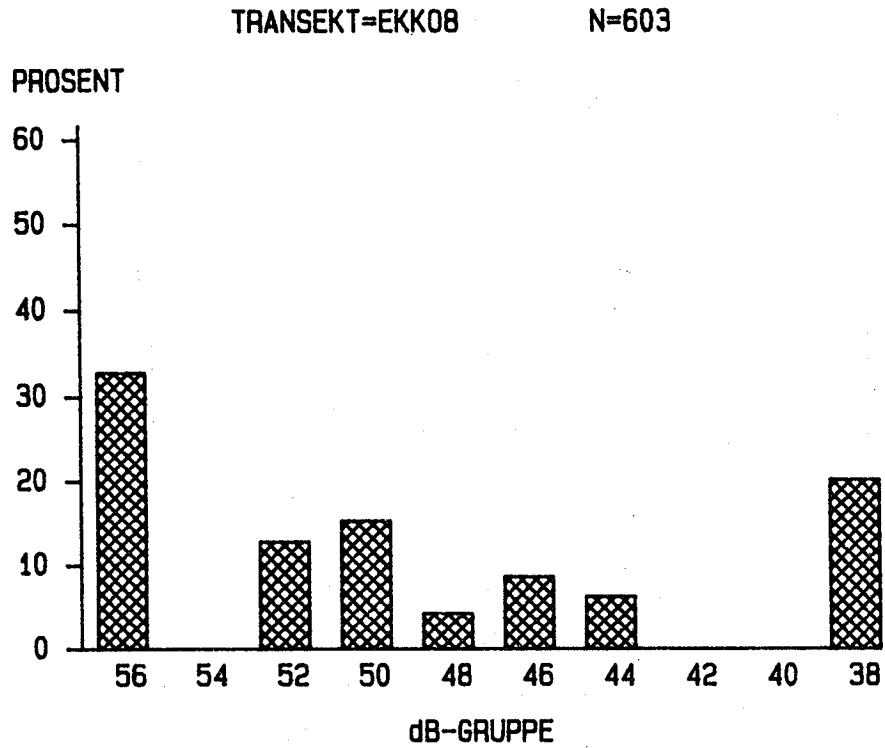
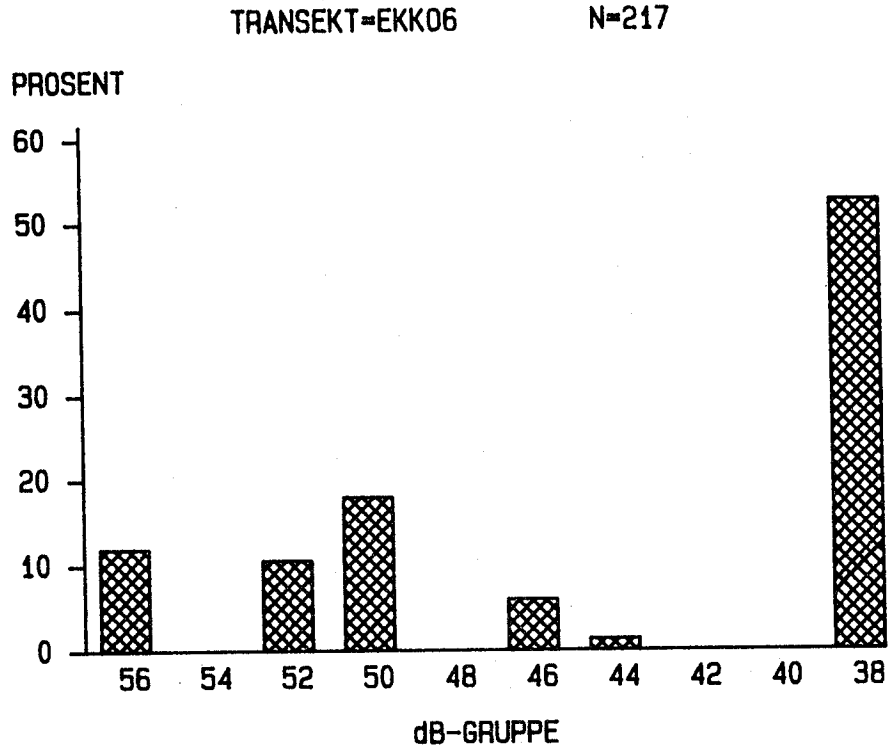


Fig. 9. Prosentvis fordeling av ekkosignalstyrke [-dB] mellom bunn og 1 m's dyp langs profil P 6 og P 8 i Storsjön 11-12.9.1985.

Ekkointegrert fisketetthet/biomasse av sik.

Det totale antall beregnete fisk langs profilene P4, P5, P6 og P8 er vist i Tabell 2. Antallet varierte fra mellom 547 til 2600 fisk ha⁻¹. I tillegg til det relativt lave antallet som ble registrert langs P4, ble det i store deler av det såkalte Flaket observert lite eller svært lite fisk, og 547 fisk ha⁻¹ i dette området må derfor betraktes som et høyt antall. Det største antallet ble funnet langs P5 i et lite delområde i Flakets ytterkant.

På grunnlag av størrelsesfordelingen som har fremkommet av ekkoloddregistreringene er det forsøkt beregnet biomasse av sik langs profilene, idet dB 42, dB 40 og dB 38 er antatt utelukkende å representere sik. På grunnlag av trålfangstene i Storsjön ble gjennomsnittvekten for sik i den vekststagnerte delen av bestanden beregnet til ca. 120 gr. Under disse forutsetninger er det beregnet en biomasse av denne delen av sikbestanden langs profilene på mellom 15 og 900 kg/ha innsjøoverflate.

Tabell 2. Ekkointegrert antall fisk pr. ha innsjøoverflate langs profiler i Storsjön. Tallet viser beregnet totalt antall fisk i hele dybdesjiktet. Basert på integrert totalt antall fisk, ekkosignalstyrken og gjennomsnittsvekt for vekststagnert sik er biomasse sik pr. ha innsjøoverflate beregnet.

Dato	Analysert Profil	Totalt antall fisk/ha	Antall			Beregnet biomasse sik i kg/ha (dB 42/40/38)
			<10cm	10-20cm	>20cm	
10.9.85	P4	547	289	131	128	15
10.9.85	P5	2627	1266	683	678	813
11.9.85	P6	1405	615	25	765	918
12.9.85	P8	1908	1328	268	312	37

KOMMENTARER

I Storsjön var de pelagiske trålfangstene langs alle profiler og på alle dyp dominert av sik og krøkle. Utover disse to artene ble det observert abbor, stingsild (Gasterosteus aculeatus), ørret og kvitfinnet ferskvannsulke (Cottus poecilopus) i et meget lite individantall. Det konkluderes derfor med at sik og krøkle utgjør den registrerte fiskemengden ved ekkointegreringen.

Både regionalt i Storsjön og med hensyn til dyp langs de ulike profiler ble det tatt mest fisk på trålen der det ble påvist mest fisk på ekkolodd. En slik sammenheng ble godt dokumentert med samme type redskap og ekkoloddregistrering i Vänern (Brabrand 1985). Det kan synes opplagt med en slik klar sammenheng, men forhold som klumpet fordeling av fisk (stimdannelse), korte trålstrekninger og at redskapen fisker selektivt kan bidra til at en slik sammenheng blir dårlig. Når fangst og ekkointegrert fiskemengde viser en klar sammenheng, indikerer det at de ekkointegrerte og trålete vannvolumer er store nok til å dekke over den stimdannelse som tross alt er tilstede horisontalt. Videre tyder dette på at trålen fanger lite selektivt (eller mer presist at seleksjonen er relativt konstant).

Individer ned til størrelse av årsunger av krøkle er fangbare med denne type trål, dog med lav fangbarhet. Det antas derfor at trålfangstene gir et rimelig bilde av artssammensetningen av de pelagiske fiskearter, og likeledes beliggenheten av toppene når det gjelder størrelsesfordeling. Det må her bemerkes at årsunger av krøkle opplagt er underrepresentert, og at høyden på toppen som disse utgjør er for liten sammenliknet med større krøkle.

I Fig. 10 er vist en grov oversikt over lengdeintervall av de dominerende fiskearter som er påvist i Storsjön, basert på ekkoloddregistreringer og trålfangster.

Problemet med tolkningen av de hydroakustiske data og hvordan signalene fordeler seg på de to artene ligger først og fremst i den relativt store overlapping i lengde som er tilstede mellom den kjønnsmodne delen av krøklebestanden og ikke kjønnsmoden sik, dvs. fisk i lengdegruppen ca. 9-15 cm. Imidlertid går det klart fram av trålfangstene at fisk over ca. 17 cm så og si utelukkende er sik. Dette er fisk som gir ekkosignalstyrkene dB 38, 40 og 42.

For fisk mindre enn ca. 8 cm er det sannsynlig at den pelagiske delen av fiskesamfunnet består hovedsakelig av krøkle representert ved dB verdiene 56, 54 og 52, idet årsunger av sik ved avsluttet lengdevekst er ca. 8 cm eller mer. For alle de tre lengdegruppene angitt i Tabell 2 (under 10 cm, 10 - 20 cm, over 20 cm), varierer antall fisk pr. ha betydelig. Fisk i lengdegruppen 10 - 20 cm består både av rekrutter av sik og den voksne delen av krøklebestanden. Sett på bakgrunn av dette er antallet i lengdegruppen 10 - 20 cm relativt lite, spesielt sammenliknet med større fisk. Forutsatt at registreringene gir et riktig bilde, kan det lave antall av fisk i lengdegruppen 10 - 20 cm tolkes dithen at krøklebestanden fortsatt er lav. Dette forsterkes ved at trålfangstene av krøkle var lave, både sammenliknet med antall sik i de samme tråldragene, og også av fangster av krøkle tatt med samme type trål i Vänern, der det jevnt over ble tatt 10 ganger så mye krøkle (Brabrand 1985). I tillegg vil krøkle i Storsjön ikke ha næringskonkurransen fra lagesild. Det er derfor sannsynlig at bestanden av krøkle fortsatt vil øke.

Tetthet av fisk over ca. 20 cm pr. ha, og derved beregnet biomasse av kjønnsmoden sik varierte særlig mye langs de ulike analyserte strekninger, fra ca. 15 til ca. 920 kg ha⁻¹. Den regionale fordeling viser at fisken i undersøkelsesperioden sto konsentrert på bestemte steder i innsjøen, og betydelig mindre

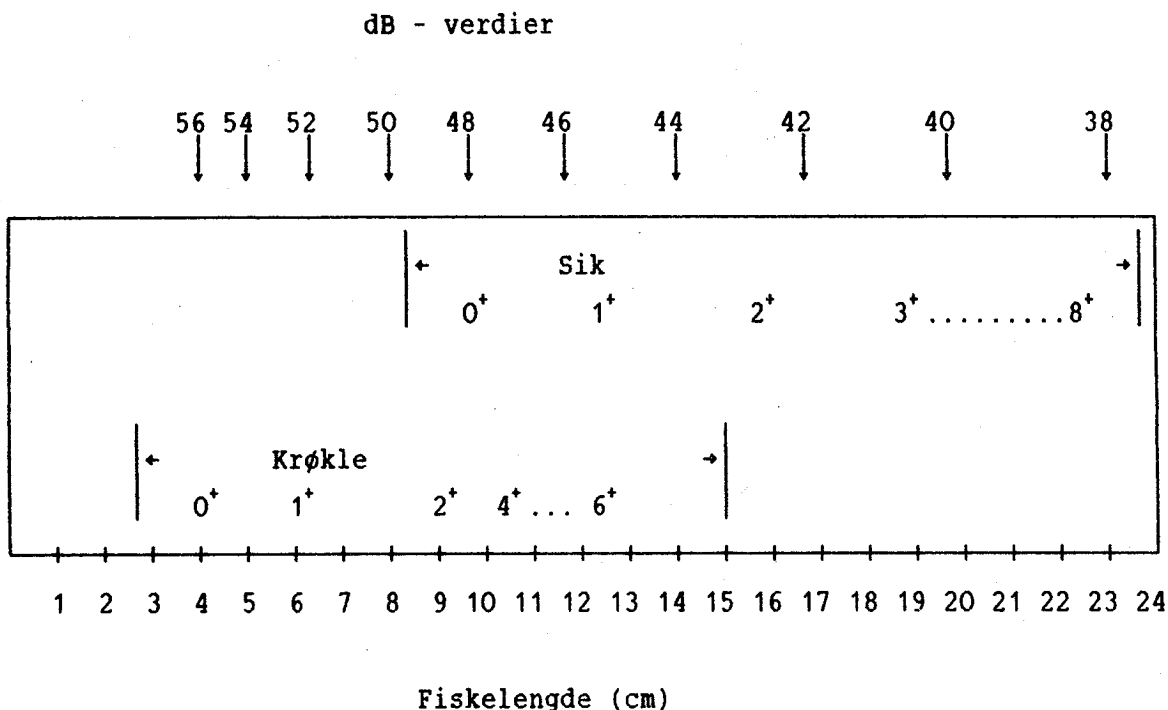


Fig. 10. Sannsynlig størrelsesfordeling av pelagisk sik og krøkle (nors) i Storsjön registrert med ekkolodd og trål i perioden 9-12.10.1985. dB-verdier for de respektive fiskelengder er basert på regresjon lengde/dB-verdier gitt av (Lindem 1980).

jevnt enn det som er observert i Mjøsa (Sandlund og Kjellberg 1983), Vättern (Brabrand 1984) og Vänern (Brabrand 1985), innsjøer som alle har sik og krøkle som viktige arter i det pelagiske fiskesamfunn. Dette kan henge sammen med sterk vind i begynnelsen av undersøkelsesperioden og at innsjøens form med trange fjordarmer gir spesielle strømforhold og fordeling av zooplankton. Den nedre verdi for beregnet biomasse av sik må betegnes som rimelig sammelignet med andre innsjøer. Imidlertid er en biomasse på ca. 920 kg ha^{-1} såpass høyt at dette i seg selv tilsier at siken stedvis har stått meget konsentrert.

LITTERATUR

- Andreasson, S. och Gönczi, A. 1983. Kompensationsplan för fisket i Storsjön, Jämtland. Rapport fra Fiskeriintendenten, i Nedre Norra Distrikt, 12 s.
- Brabrand, A. 1984. Registrering av fiskebestanden i Vättern ved hjelp av hydroakustisk utstyr. Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo, 65, 22 s.
- Brabrand, A. 1985. Hydroakustisk registrering av fisk i Vänern og Hjälmarén. Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo, 80, 34 s.
- Brabrand, A. & Saltveit, S.J. 1983. Biologisk undersøkelse av Maridalsvannet, Oslo kommune. Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo, 61, 52 s.
- Craig, R.E. & Forbes, S.T. 1969. Design of a sonar for fish counting. Fisk. Dir. Skr. Ser. Havunders., 15: 210-219.
- Forbes, S.T. & Nakken, O. (eds.) 1972. Manual of methods for fisheries resource survey and appraisal. Part 2: The use of acoustic instruments for fish detection and abundance estimation. FAO, Roma.
- Lindem, T. 1978. Registrering av fisk i Mjøsa ved hjelp av hydroakustisk utstyr. Rapport. Universitetet i Oslo, Fysisk institutt. 18 s.
- Lindem, T. 1979. The application of hydroacoustical methods in monitoring the spawning migration of whitefish, (Coregonus lavaretus) in Lake Randsfjorden, Norway. Contr. Joint USA-USSR Met. Hydroacoust. Methods Estim. Mar. Fish Populat. Cambr. M., 25-29 June 1979.
- Lindem, T. 1980. Fiskeribiologiske undersøkelser i forbindelse med reguleringsplanene for vassdragene Etna og Dokka

Oppland. II. Registrering av fisk i Randsfjorden ved hjelp av hydroacoustisk utstyr. Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, 45, 9 s. + vedlegg.

Lindem, T. 1981. Registrering av fisk i Tyrifjorden ved hjelp av hydroakustisk utstyr 1979. Tyrifjordutvalget, fagrappport nr. 12, 10 s. + vedlegg.

Lindem, T. 1982. Success with conventional in situ determinations of fish target strength. ICES. Symp. Fish. Acoust. Bergen, Norway 21-24 June 1982, art. 53.

Lindem, T. & Sandlund, O.T. 1984. Ekkoloddregistrering av pelagiske fiskebestander i innsjøer. Fauna 37: 105-111

Sandlund, O.T. og Kjellberg, G. 1983. Næringsrelasjoner i Mjøsas pelagiske økosystem. Rapport nr. 6, DVF-Mjøsundersøkelsen, 61 s.

APPENDIX 1

Sammenheng mellom fiskens målestyrke (TS) og fiskelengde (L) beregnet etter formel: $TS = 20 \log L - 68$ (Lindem & Sandlund, 1984). Seinere undersøkelser antyder at fisk større enn ca. 24 cm alle vil bli klassifisert til dB - gruppe 38.

Fiskelengde cm	Fiskens målestyrke
4 cm = target strength	.... - 56 dB
5 cm = target strength	.... - 54 dB
6 cm = target strength	.... - 52 dB
7 cm = target strength	.... - 51 dB
8 cm = target strength	.... - 50 dB
9 cm = target strength	.... - 49 dB
10 cm = target strength	.... - 48 dB
11 cm = target strength	.... - 47 dB
12 cm = target strength	.... - 46 dB
13 cm = target strength	.... - 46 dB
14 cm = target strength	.... - 45 dB
15 cm = target strength	.... - 44 dB
16 cm = target strength	.... - 44 dB
17 cm = target strength	.... - 43 dB
18 cm = target strength	.... - 43 dB
19 cm = target strength	.... - 42 dB
20 cm = target strength	.... - 42 dB
21 cm = target strength	.... - 42 dB
22 cm = target strength	.... - 41 dB
23 cm = target strength	.... - 41 dB
24 cm = target strength	.... - 40 dB
25 cm = target strength	.... - 40 dB
26 cm = target strength	.... - 40 dB
27 cm = target strength	.... - 39 dB
28 cm = target strength	.... - 39 dB
29 cm = target strength	.... - 39 dB
30 cm = target strength	.... - 38 dB
31 cm = target strength	.... - 38 dB
32 cm = target strength	.... - 38 dB
33 cm = target strength	.... - 38 dB
34 cm = target strength	.... - 37 dB
35 cm = target strength	.... - 37 dB
36 cm = target strength	.... - 37 dB
37 cm = target strength	.... - 37 dB
38 cm = target strength	.... - 36 dB
39 cm = target strength	.... - 36 dB
40 cm = target strength	.... - 36 dB

Oversikt over utgitte rapporter fra Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske (LFI), Zoologisk museum, Universitetet i Oslo.

- 1, 1970. Mårvatn. Rapport om fiskeribiologiske undersøkelser i august 1969.
- 2, 1970. Stolsvannsmagasinet. Årsrapport om fiskeribiologiske undersøkelser sommeren 1969.
- 3, 1970. Savalen. Årsrapport om fiskeribiologiske undersøkelser sommeren 1969.
- 4, 1971. Årsrapport om fiskeribiologiske undersøkelser i Hallingdal sommeren 1970.
- 5, 1971. Fiskeribiologiske undersøkelser i Savalen 1969 og 1970.
- 6, 1971. Fiskeribiologiske undersøkelser i Steinbusjøen og Øyangen i Vang i Valdres sommeren 1970.
- 7, 1971. Innledende undersøkelser av ørret- og abborbestanden i Flyvann i Vestre Slidre. Forslag til tiltak for å øke avkastningen.
- 8, 1972. Fiskeribiologiske undersøkelser på Blefjell.
- 9, 1972. Korttidseffekten av en øket senkning av Mårvann på ørretbestanden.
- 10, 1972. Fisket i Strandavatn i Hol kommune.
- 11, 1972. Fisket i Ustevann, Sløttfjord, Nygårdsvann, Bergsmulvann og Finsevann. Forslag til beskatningsmåter.
- 12, 1972. Fiskeribiologiske undersøkelser i Feragen, Rien og Hyllingen i Sør-Trøndelag.
- 13, 1973. The effect of increased water level fluctuation upon the Brown trout population of Mårvann, a Norwegian reservoir.
- 14, 1973. Kontinuasjonsskjønn for strekningen Nomelandsmo - Byglandsfjorden. Regulerings virkninger på fisket.
- 15, 1973. Regulering av Tronstadvann. Virkninger på fisket.
- 16, 1973. Skjønn - Ytterligere regulering av Nesvatn. Fiske.
- 17, 1974. Inventeringer av verneverdige områder i Østfold. Boksjøområdet, Berbydalen/Indre Iddefjord og Mingevatn/Vestvatn.
- 18, 1974. Dybdefordeling og ernæring hos sik, røye og ørret i Ustevann. Forslag til beskatningsmåter.
- 19, 1974. Østerdalskjønnet - Savalen. En vurdering av regulerings virkninger på fisket ved reguleringshøyder på 3.0 og 4.7 m.
- 20, 1974. Lomen kraftverk. Virkninger på faunaen i Øystre Slidre-vassdraget. Del I. Fisk.
- 21, 1974. Oppsamlingskjønn for Norsjø m.v. Ovenforliggende regulerings virkning på fiskebestander og utøvelsen av fisket.
- 22, 1975. Skjoldkreps, Lepidurus arcticus Pallas, i regulerte vann. I. Forekomst av egg i reguleringssonen og klekking av egg. II. Ørekyt og ørrets beiting på skjoldkrepslarver.
- 23, 1975. Fisket i regulerte vann i Hallingdal og Hemsedal. I. Flåvatn/Gyrinosvatn, Vavatn, Stolsmagasinet og Bergsjø.
- 24, 1975. Fisket i Glåma på strekningen Hommelvold-Telneset. Virkninger ved utbygging av Tolga-fallene.
- 25, 1976. Østerdalskjønnet. Glåma mellom Auma og Høyegga. Virkninger på fisket.
- 26, 1976. Utbyggingsplaner for Faslefoss kraftverk. Virkninger på fisket.
- 27, 1976. Skjønn Nisser og Fyresvatn. Ovenforliggende regulerings virkning på fisket i Nisser, Borstadvatn og Fyresvatn/Drang.
- 28, 1976. 1. Øvre- og Nedre Smådalsvatn. En limnologisk undersøkelse med hovedvekt på hydrografi, sommeren 1975. 2. Botnvegetasjonen i Øvre- og Nedre Smådalsvatn sommeren 1975. 3. Bunndyr og fiskebestander i Øvre- og Nedre Smådalsvatn. 4. Fuglefaunaen i Smådalen 1975.
- 29, 1976. Fisket i Aursunden. Forslag til drift.
- 30, 1976. Ørretbestanden i Tinnelva. Virkninger på fisket ved utbygging av fallet mellom Tinnsjøen og Årlifoss.
- 31, 1976. Fiskeundersøkelser i Straumsfjorden, Gjeddevatn, Kilevatn, Topsø og Grøssø.

- 32, 1976. Faunaen i elver og bekker innen Oslo kommune. Del I. Bunndyr i Akerselva. Fisk i Akerselva, Sognevannsbekken - Frognerelva, Holmenbekken-Hoffselva og Mærradalsbekken.
- 33, 1977. Fiskeundersøkelser i Tovdal. Del II. Gauslåfjorden, Herefossfjorden, Ogge og Flakksvatn.
- 34, 1978. Reguleringsundersøkelser i Nedre Heimdalsvatn. I. Dyreplankton, bunndyr og ernæring hos ørret. II. Fisk og fiske. III. Innvirkninger på fugl og pattedyr.
- 35, 1978. Skjønn Øvre Otra. Utbyggingens virkninger på fisket i magasinene.
- 36, 1978. Fiskeribiologiske undersøkelser i Øyungen, Volbufjorden og Stranderfjorden, Øystre Slidre.
- 37, 1978. Fiskeribiologiske undersøkelser i Nidelva og Gjøv i Åmli, Aust-Agder.
- 38, 1978. Faunaen i elver og bekker innen Oslo kommune. Del II. Bunndyr og fisk i Akerselva, Sognevannsbekken- Frognerelva, Holmenbekken-Hoffselva og Mærradalsbekken 1976 og 1977.
- 39, 1978. Fiskeribiologiske undersøkelser i Numedalslågen ved Skollenborg.
- 40, 1979. Fiskeribiologiske undersøkelser i forbindelse med eutrofiering av Vansjø, Østfold.
- 41, 1979. Skjønn Laudal kraftverk. Fiskeribiologiske forhold i Mandalselva og Mannflåvatn.
- 42, 1980. Bunndyr i elver og bekker i Tovdal, Aust-Agder.
- 43, 1980. Smeland kraftverk. Fiskeribiologiske undersøkelser i Logna og Monn, Vest-Agder.
- 44, 1980. Fiskeribiologiske undersøkelser i forbindelse med reguleringsplanene for vassdragene Etna og Dokka, Oppland. I. Fisk og bunndyr i Etnsenn, Heisenn, Røssjøen, Rotvollfjorden, Sebu-Røssjøen, Dokkfløyvatn, Dokkvatn, Mjogsjøen, Synnfjorden og Garin.
- 45, 1980. Fiskeribiologiske undersøkelser i forbindelse med reguleringsplanene for vassdragene Etna og Dokka, Oppland. II. Registrering av fisk i Randsfjorden ved hjelp av hydroakustisk utstyr.
- 46, 1981. Fiskeribiologiske undersøkelser i forbindelse med reguleringsplanene for vassdragene Etna og Dokka, Oppland. III. Studier på ørret og sik i Randsfjorden og elvene Etna og Dokka.
- 47, 1981. Undersøkelse av bunndyr og fisk i Store Svarttjern og reguleringsmagasinet Øksne ved Hakavik, Eikervassdraget, Buskerud.
- 48, 1981. Fiskeundersøkelser i Tovdal. Del III. Status for fisk i innsjøer i Tovdal og Skjeggedal, basert på litteratur.
- 49, 1981. Flytting av Nisserdam i Nidelva, Telemark. Virkninger på fisket.
- 50, 1981. Fiskeribiologiske undersøkelser i forbindelse med endret regulering av Trevatn, Oppland.
- 51, 1981. En vurdering av skader på fisket ved utvandring av fisk via tunneler fra Norsjø til Rafnes og Porsgrunn fabrikker.
- 52, 1981. Registrering av fisk i Gjersjøen ved hjelp av hydroakustisk utstyr.
- 53, 1982. Fiskeribiologiske undersøkelser av Brødbølvassdraget, Kongsvinger, Hedmark.
- 54, 1982. Reguleringsundersøkelser i Flena-vassdraget, Hedmark fylke. I. Fisk og bunndyr. II. Hydrografi og dyreplankton.
- 55, 1983. Fiskeribiologiske undersøkelser i Lærdalselva, Sogn og Fjordane. Studier på laks- og ørretunger i 1980 og 1981.
- 56, 1983. Fiskeribiologiske undersøkelser i forbindelse med planer om bygging av Hekni kraftverk, Aust-Agder, Del. 1. Fisk.
- 57, 1983. Fiskeribiologiske undersøkelser i Landefoss, Numedalslågen.
- 58, 1983. Rutineovervåking i Farris-Siljanvassdraget 1982. Fagrapport om bunndyr.
- 59, 1983. Fiskeribiologiske undersøkelser i forbindelse med planer om en overføring av Heistadvassdraget til Hovatn, Aust-Agder. I. Fisk og bunndyr. II. Hydrografi og dyreplankton.
- 60, 1983. Fiskeribiologiske undersøkelser i innsjøene Leirungsvatn, Råkåvatn, Utletjønnene og i Finna elv, Oppland.

- 61, 1983. Biologisk undersøkelse av Mari-dalsvannet, Oslo kommune.
- 62, 1983. Fiskeribiologiske undersøkelser i Skasenvassdraget, Hedmark.
- 63, 1984. Faunaen i elver og bekker innen Oslo kommune. Del III. Bunndyr og fisk i Ljanselva.
- 64, 1984. Fiskeundersøkelser i Tovdal. Del IV. En vurdering av den lakseførende del av Tovdalselva.
- 65, 1984. Registrering av fiskebestanden i Vättern med hydroakustisk utstyr.
- 66, 1984. Reguleringsundersøkelser i Skafsåvassdraget, Telemark fylke. I. Fisk og bunndyr. II. Hydrografi og dyreplankton.
- 67, 1984. Fiskeribiologiske undersøkelser i Kosånassdraget i Aust- og Vest-Agder.
- 68, 1984. Fiskeribiologiske undersøkelser i Eidsfossen, Begna elv, Oppland.
- 69, 1984. Fiskeribiologiske undersøkelser i Svartangen og Dalelva i Lardal, Vestfold.
- 70, 1984. Fauna i elver og bekker innen Oslo kommune. Del IV. Bunndyr og fisk i Loelva.
- 71, 1985. Reguleringsundersøkelser i Søkundavassdraget, Hedmark fylke. I. Fisk og bunndyr. II. Hydrografi og dyreplankton.
- 72, 1985. Kanalisering nedstrøms Bingsfoss kraftverk i Glomma (Akershus): En fiskeribiologisk vurdering av virkningene på fisk og utøvelsen av fisket.
- 73, 1985. Undersøkelser i Drammenselva 1982-1984
- 74, 1985. Sundheimselva kraftverk, Vestre Slidre, Oppland. En vurdering av de fiskeribiologiske forhold og virkninger på fisk og næringsdyr i berørte innsjøer og elvestrekninger.
- 75, 1985. Haukrei kraftverk. Fiskeribiologiske undersøkelser i Finndølavassdraget, Telemark fylke.
- 76, 1985. Fiskeribiologiske undersøkelser i Sandgrovvatna, Møre og Romsdal.
- 77, 1985. Faunaen i elver og bekker innen Oslo kommune. Del V. Bunndyr og fisk i Akerselva.
- 78, 1985. Minstevannføringer i Øystre Slidre-vassdraget: Virkninger på bunndyr, driv og fisk i forbindelse med overføring av vann fra Øyangen til Lomen kraftverk.
- 79, 1985. Randsfjorden: Undersøkelse og vurdering av fiskeribiologiske forhold.
- 80, 1985. Hydroakustisk registrering av fisk i Vänern og Hjälmaren.
- 81, 1985. Skjønn Trollheimen kraftverk. Undersøkelser av laks og ørret i Surna i 1984.
- 82, 1986. Utbyggingsplaner for Kilå-vassdraget, Telemark. En vurdering av de fiskeribiologiske forhold og virkninger på bunndyr og fisk.
- 83, 1986. Bygging av Skarg kraftverk og ytterlige overføringer til Brokke kraftverk, Aust-Agder. Hydrografi og bunndyr i sidevassdragene til Otra.
- 84, 1986. Temperaturøkning nedstrøms kraftverk: Virkning på utviklingstid av sikrogn. Eksperimentelle studier.
- 85, 1986. Skjønn Ulla-Førre. Fiskeribiologiske undersøkelser i Suldalslågen. I. Lengdefordeling, vekst og tetthet av laks- og ørretunger i Suldalslågen, Rogaland i perioden 1976 til 1985.
- 86, 1986. Brukerundersøkelse av sportsfiske i Numedalslågen ved Skollenborg, Buskerud Fylke.