

**Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske (LFI)
Zoologisk Museum, Universitetet i Oslo**

Rapport nr. 148 1994

ISSN 0333 - 161x

**TETTHET, BIOMASSE OG STØRRELSSEFORDELING
AV PELAGISK FISKEBESTAND I TINNSJØEN, TELEMARK,
BEREGNET MED HYDROAKUSTIKK.**

ÅGE BRABRAND

**TETTHET, BIOMASSE OG STØRRELSSEFORDELING AV PELAGISK
FISKEBESTAND I TINNSJØEN, TELEMAR, BEREGNET MED
HYDROAKUSTIKK.**

ÅGE BRABRAND

FORORD

Etter oppdrag fra "Styringsgruppen for Tinnsjøundersøkelsen" har Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske (LFI) ved Zoologisk Museum, Universitetet i Oslo, gjennomført en fiskeribiologisk undersøkelse i Tinnsjøen. Hensikten har vært å foreta beregninger av total fisketetthet i de pelagiske områder av innsjøen, og angi fiskens vertikale fordeling i vannmassene.

Parallelt med ekkoloddundersøkelsene gjennomførte hovedfagsstudent Liv Rigmor Flå, Institutt for biologi og naturforvaltning, Norges Landbrukshøgskole, sin hovedfagsoppgave på fisk i Tinnsjøen. Garnfiske ble gjennomført på de samme lokaliteter og i de samme tidsperioder som ekkoloddundersøkelsen.

Det rettes en takk til Hans Finnekåsa, Tinnoset, og Liv Rigmor Flå, Attrå/Ås, for praktisk tilrettelegging, og til cand. scient. Audun Stien for teknisk bistand under feltarbeidet.

Oslo, mars 1994

Svein Jakob Saltveit

INNHold

SAMMENDRAG	4
INNLEDNING	5
OMRÅDEBESKRIVELSE	6
MATERIALE OG METODE	6
RESULTATER	9
Ekkogrammer	9
Fisketetthet/ dybdefordeling	12
Størrelsesfordeling	16
DISKUSJON	17
LITTERATUR	19

SAMMENDRAG

Brabrand, Å. 1993. Tetthet, biomasse og størrelsesfordeling av pelagisk fiskebestand i Tinnsjøen, Telemark, beregnet med hydroakustikk. *Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske*, Oslo, 148, 20 s.

I juni og september 1992 ble det gjennomført en fiskeribiologisk undersøkelse med ekkolodd (Simrad EY-M) i Tinnsjøen. Hensikten var å beregne tettheten av pelagisk fiskebestand i nordlig og sydlig del av innsjøen. Her ble det parallelt foretatt en fiskeribiologisk undersøkelse med bunngarn og flytegarn i forbindelse med gjennomføring av en hovedfagsoppgave ved Institutt for biologi og naturforvaltning, Norges landbrukshøgskole, Ås.

I Tinnsjøen pelagiske områder finnes bestand av røye og ørret. Garnfangster på flytegarn ga i 1992 ca. 45% ørret og 55% røye. Røye forekommer i to former, den vanlige røya og dypvannsrøye eller "gautefisk". Forøvrig finnes abbor og i de senere år også ørekyt, men disse artene er lokalisert til strandnære områder. På ekkolodd ble det observert størst tetthet av fisk fra overflaten og ned til mellom 10 og 20 m's dyp. Her ble fisketettheten i den nordlige delen av Tinnsjøen beregnet til 34-161 fisk/ha i juni, og til 30-95 fisk/ha i september. I sydlig del var beregnet fisketetthet 24-77 fisk/ha i september. Det ble imidlertid observert relativt store tettheter på betydelig dypere vann langs flere transekter, varierende fra 50 fisk/ha (dyp 22-32 m) til 79 fisk/ha (62-72 m).

I juni ble det påvist pelagisk forekomst av småfisk, og en relativt stor andel hadde en lengde på under ca. 10 cm, med en mindre andel i lengdeintervallet 10-30 cm. I september ble det ikke påvist enkeltfisk under ca. 10 cm med ekkolodd, og observert fiskebestand besto hovedsakelig av fisk i lengdeintervallet 10-20 cm. Det ble imidlertid også observert fisk i lengdeintervallet 20-50 cm. Det ble beregnet en biomasse av fisk i pelagiske områder i juni 1992 i nordlig del av innsjøen til 4-8 kg/ha og i september 12-22 kg/ha. I sydlig del i september viste biomassen stor variasjon, fra 1,3-16,5 kg/ha.

INNLEDNING

Ved en rekke fiskeribiologiske undersøkelser er det av stor betydning å kjenne fisketettheten i pelagiske fiskebestander og hvordan de ulike størrelsesgrupper er representert i bestanden. Dette gjelder både undersøkelser som er knyttet til bedret drift, generell overvåking og mer forskningsrettet virksomhet. Det er i de senere år utviklet utstyr for hydroakustisk registrering av fiskebestander i ferskvann. Utstyret har vist seg svært anvendelig i overvåking av bestander der deler av totalbestanden er lite fangbar med tradisjonell redskap, eller der det dreier seg om store pelagiske vannmasser som er vanskelig å dekke godt med garn, som i Tinnsjøen.

Det er utført relativt få hydroakustiske undersøkelser på bestander av røye. I perioden 1985 - 1990 ble den pelagiske fiskebestanden i Atnsjøen studert med hydroakustikk. Tettheten ble beregnet til mellom 53 - 285 fisk/ha. Dette utgjorde mellom 9-14 kg/ha (Brabrand 1991). I den sterkt regulerte Tunhovdfjorden ble fisketettheten beregnet til 57-153 fisk/ha, tilsvarende 4,7 - 5,3 kg/ha (Brabrand 1992). Den største tettheten av fisk ble i begge innsjøene funnet i de øverste 10 m, og i begge sjøer er de tettheter som ble beregnet med hydroakustikk rimelige sammenliknet med det som er funnet med andre metoder eller basert på fangstutbytte.

Den største erfaringer med hydroakustikk i næringsfattige sjøer i Norge er knyttet til pelagiske bestander av sik, krøkle, lagesild, som i Mjøsa (Lindem & Sandlund 1984), i Randsfjorden (Lindem 1979) og i Vättern, Vänern og Hjälmaren (Brabrand 1984, 1986).

Den foreliggende undersøkelse har som målsetting å skaffe informasjon om tetthet av fisk i de pelagiske områder og fiskens vertikale og horisontale fordeling langs bestemte profiler i Tinnsjøen. For å samholde data fra ekkointegreringen med kjente arter og lengdegrupper av fisk er de hydroakustiske data sammenholdt med resultater fra garnfiske (Flå 1993).

OMRÅDEBESKRIVELSE

Tinnsjøen har et overflateareal på 51 km². Innsjøen er dyp. Største dyp er 460 m, med et middeldyp på 190 m (Tjomsland 1985). Tinnsjøen ble regulert i 1889 og 1907 med dam i utløpet ved Tinnoset. Vannstanden varierer i dag mellom 187-191 m o.h.

I Tinnsjøen finnes røye, ørret, abbor og ørekyt. Røye forekommer i to former, normalrøye og dypvannsrøye. Sistnevne kalles "gautefisk". Denne skilles fra normalrøya ved sine marmorerte tegninger, andre kroppsproporsjoner og størrelse (vekt opp til 4-6 kg). Bestanden av abbor er svært liten. Ørekytstimer ble første gang påvist for ca. 5 år siden og antatt innført i løpet av de siste 10-15 år (Carm, pers. medd.).

Avkastningen av ørret og røye i Tinnsjøen er dårlig dokumentert. Medlemmer i Øvre Tinnsjø fiskarlag angir en fangst av røye på ca. 5000 kg/år, mot 10.000 kg/år oppgitt av Dahl (1933). I tillegg kommer fangst av ørret. Det er et inntrykk at fangst av ørret har økt i de seinere åra.

MATERIALE OG METODE

Det ble foretatt ekkoregistreringer i to hovedområder av Tinnsjøen. I nord mellom Austbygdi og Attrå (juni 1992) og i syd mellom Sandviken og Tinnoset (juni og september 1992), se Fig. 1. I hvert hovedområde ble det kjørt langs flere transekter. Registreringene er foretatt i skumringen eller i første delen av natta.

Følgende transekter ble undersøkt (se også Fig. 1):

	Nordlig del	Sydlig del
Juni 1992	P1 P2 P3	-
September 1992	P3 P5 P6 P8	P11 P12 P13 P14

Alle ekkoregistreringer ble foretatt med 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 på lydimpulsen fra en gitt fisk, enten den befinner seg på 10 eller 60 meters dyp, bare den har samme vinkelposisjon i forhold til transduseren (Craig & Forbes 1969).

Transduseren har en åpningsvinkel på 11 grader og ekkoloddets vertikale oppløsningsevne er på ca. 80 cm. Det vil si at fisk som er adskilt i dyp på mer enn 80 cm vil bli registrert som to forskjellige fisker. Presisjonen på utstyret er funnet å være bedre enn 10 % (Lindem & Sandlund 1984).

Under dataregistrering i felt ble alle ekkosignalene innspilt på magnetbånd ved hjelp av kassettspiller (Nakamichi 550). Denne spilleren vil, sammen med magnetbånd (Maxell UD XL II) gi nødvendig dynamikk ved innspilling av de amplitydemodellerte ekkosignalene på 10 KHz.

Det analoge ekkosignalet ble senere digitalisert og lagres på diskett, også for eventuell seinere bruk. Den videre bearbeidelse av data skjer maskinelt med programpakken Hadas (vers. 4.02). De digitale signalene kan kontrolleres ved at maskinen reproducerer et ekkogram fra det aktuelle transektet. Dette ekkogrammet kan så sammenliknes med originalen som ble registrert i felt.

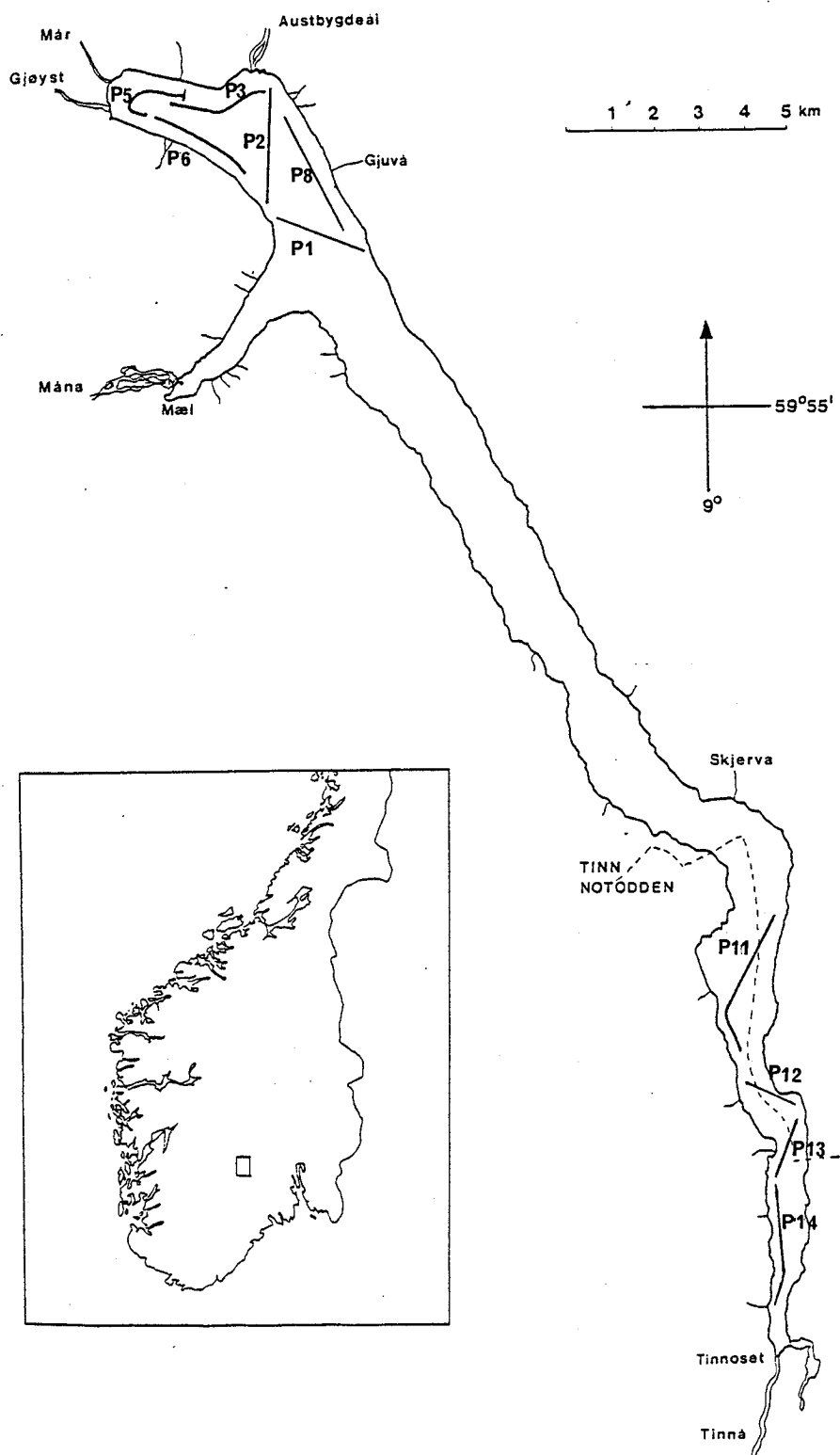


Fig. 1. Tinnsjøen med angitt transekt (T) for ekkointegrering utført om natten i juni og september 1992.

Ekkosignalene reflekterer enkeltfisk, og styrken på enkeltsignalene (TS) er en funksjon fiskens størrelse. TS angis i desibel (dB). Disse verdiene kan omregnes til fiskelengde i cm (L). Røye dominerte de pelagiske garnfangstene i Tinnsjøen (Flå 1993). Ved beregning av fiskelengde er det valgt å benytte regresjonen $TS = 20 * \log_{10}(L) - 68$ gitt av Lindem & Sandlund (1984).

På grunnlag av antall fisk og beregnet fiskelengde er biomassen estimert ved hjelp av regresjonen $\ln W (g) = A * \ln L (cm) + b$, der A er beregnet til 3.08 og b til -11.82 for zooplanktonspisende røye og for predatorrøye $A = 3.11$ og $b = -11.95$ (Jonsson et al. 1988). Verdier for zooplanktonspisende røye er valgt for de fleste transekter og for de fleste dybdesjikt, men verdier for predatorrøye er valgt for fisk i de dypere områder der det var antatt dominans av gautefisk.

Forårsaket av lav fisketetthet ble det valgt å foreta analyse av så lange transekter som mulig. Analysene for å beregne total fisketetthet og biomasse ble foretatt separat for dybdesjikt der fisketettheten var tilnærmet homogen, slik at omregning av fisketetthet fra lydimpulsens kjeglevolum til overflateareal blir så korrekt som mulig. Det ble benyttet 10 m's dybdeintervaller. For å kompensere for fisk som ikke var registrerbar nær overflaten (0-2 m) ble fisketettheten her gitt samme verdi som den beregnet for de nærmeste 10 m under transduseren, dvs. i dybdesjiktet 2-12 m under overflaten.

RESULTATER

Ekkogrammer

Hovedinntrykket av ekkogrammene fra Tinnsjøen er lav fisketetthet langs alle de undersøkte transektene. Typiske ekkogrammer, slik det fremkommer ved nattoptak, er vist i Fig. 2 for juni og Fig. 3 for september. Horisontalt langs transektene har det ikke vært mulig å angi større regionale forskjeller i fisketetthet.

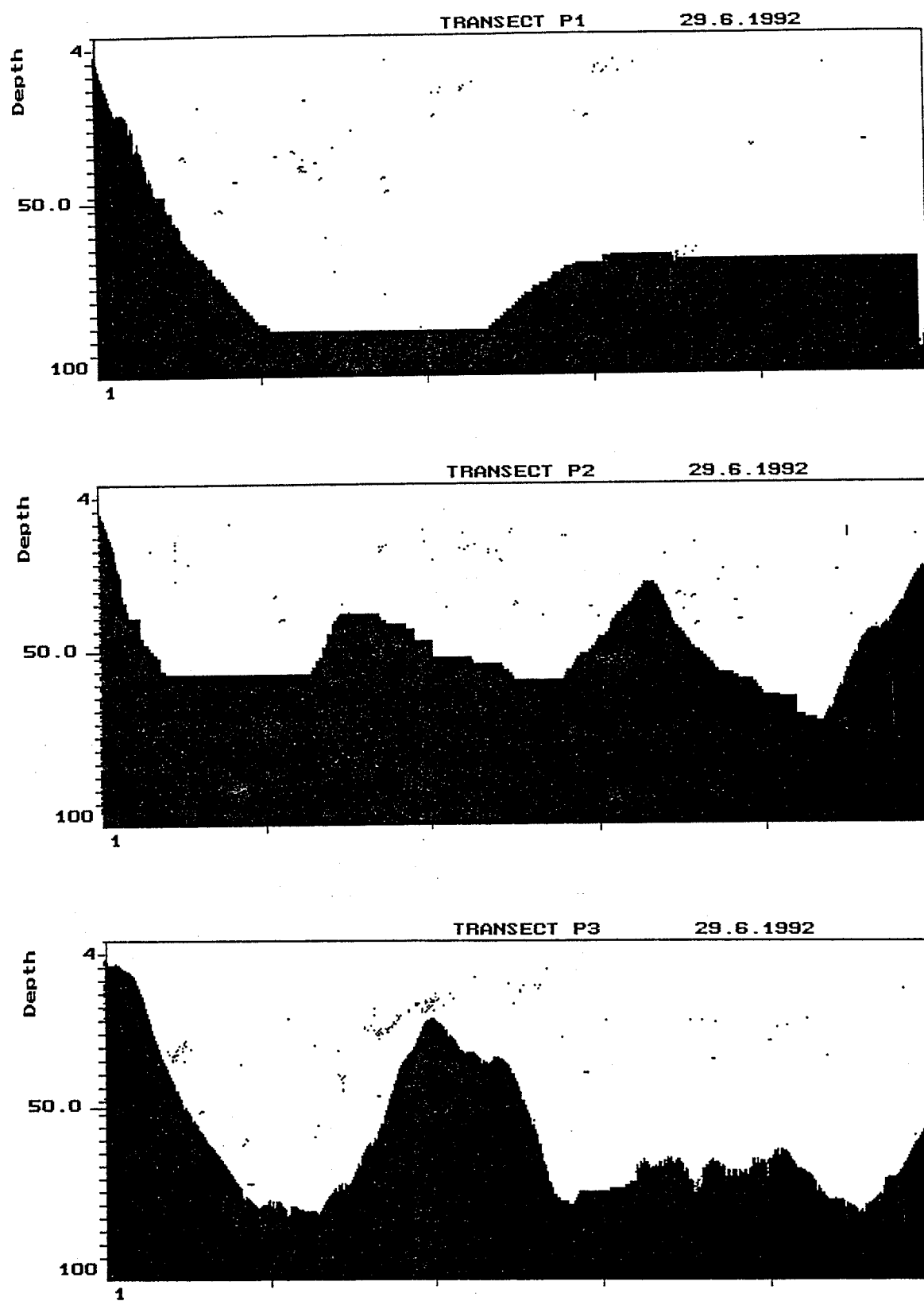


Fig. 2. Utvalgte ekkogramutsnitt fra nordlig del av Tinnsjøen om natten i juni 1992.

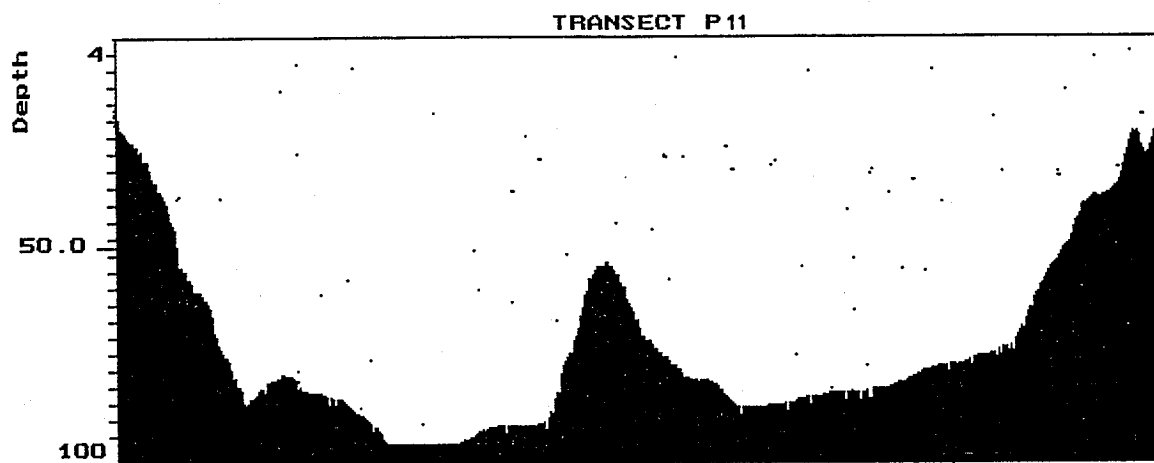
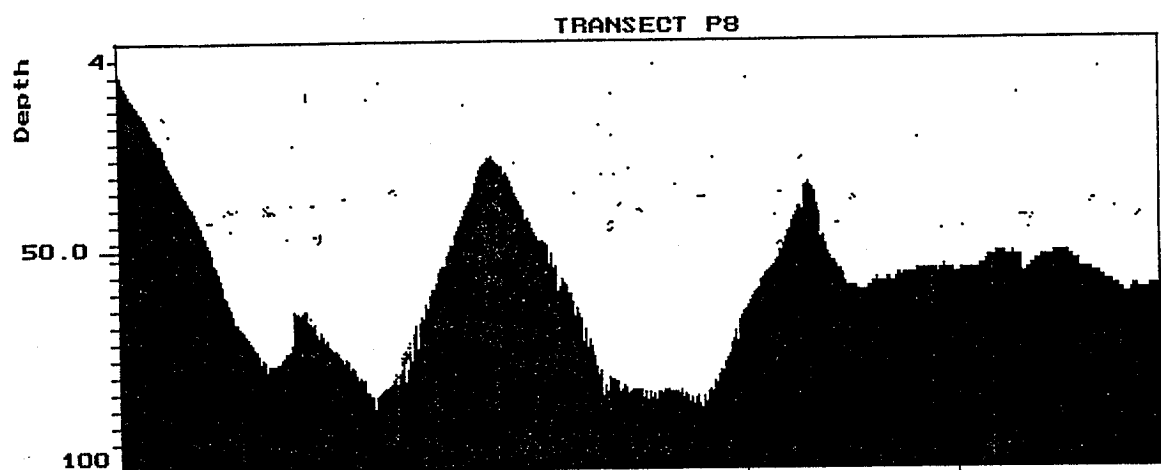


Fig. 3. Utvalgte ekkogramutsnitt fra Tinnsjøen i nordlig (over) og sydlig (under) del om natten i september september1992.

Fisketetthet/dybdefordeling

Langs de undersøkte transekter ble det observert størst fisketetthet i dybdesjiktet 2-12 m under overflaten (Fig. 4 og 5). Fisketettheten i dette sjiktet ble i den nordlige delen av Tinnsjøen beregnet til 34-161 fisk/ha i juni 1992, og i september 1992 til 30-95 fisk/ha. I september var fisketettheten i sydlig del 24-77 fisk/ha. Dette var hovedmønsteret i dybdefordelingen. Imidlertid ble det også langs flere transekter observert relativt stor fisketetthet i et dybdesjikt dypere nede, varierende fra 22-32 m langs P2 i juni (79 fisk/ha), til 62-72 m's dyp langs P5 i september 1992 (50 fisk/ha).

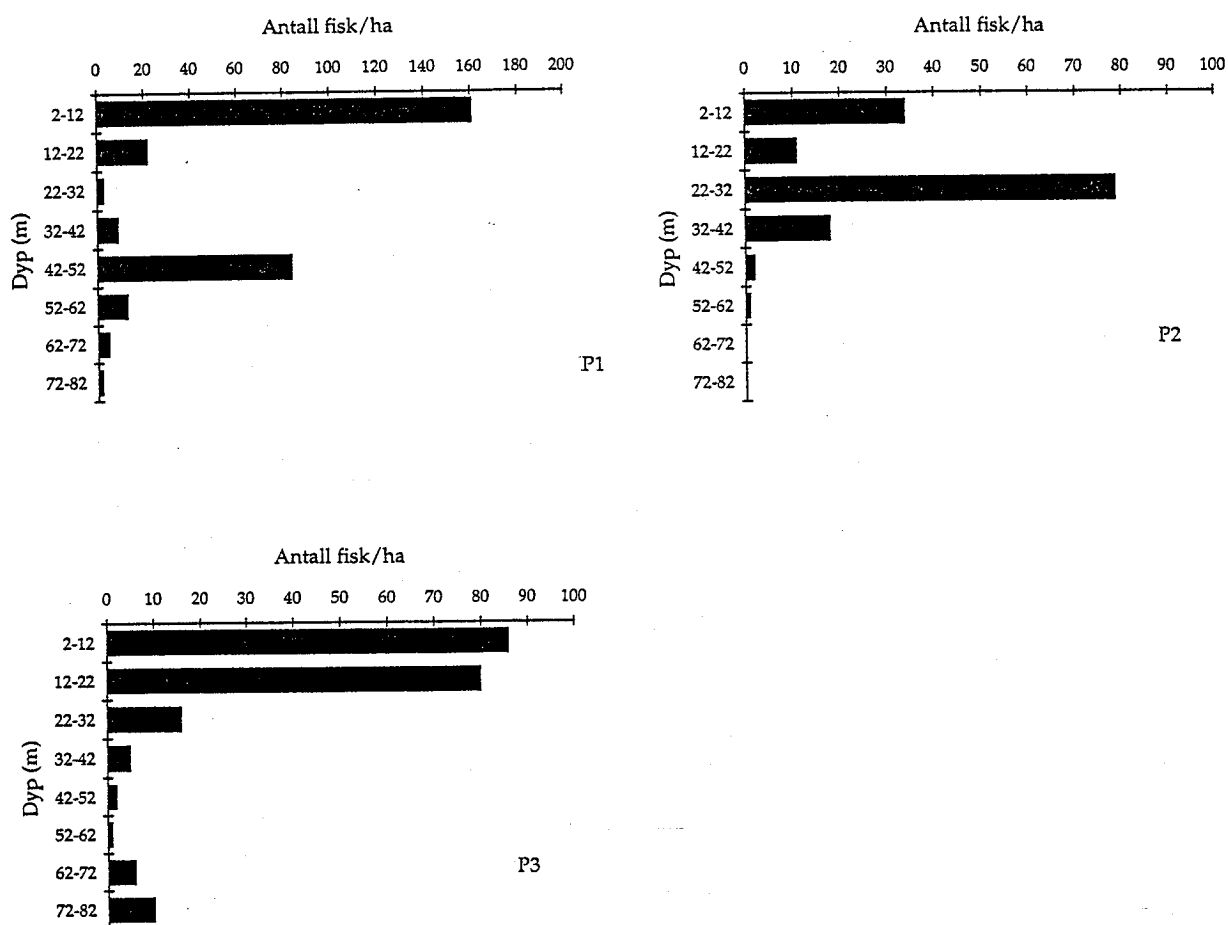


Fig. 4. Dybdefordeling av mottatte ekkosignaler i Tinnsjøen i juni 1992.

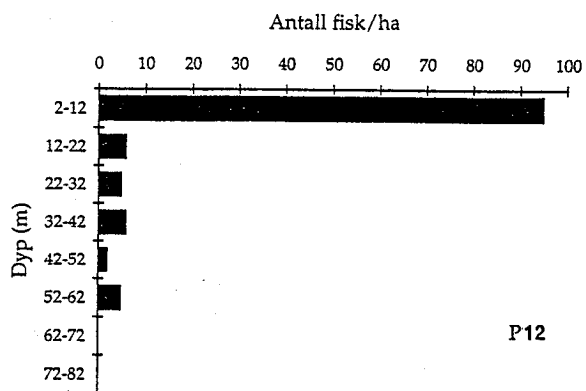
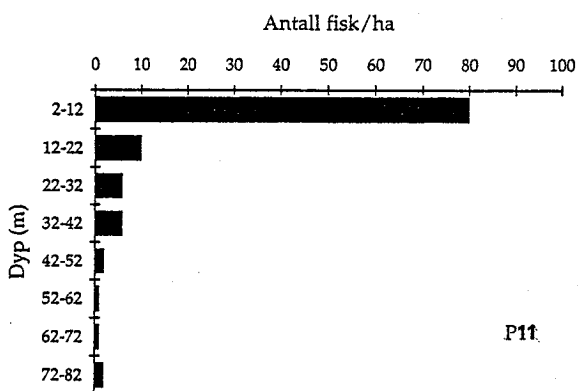
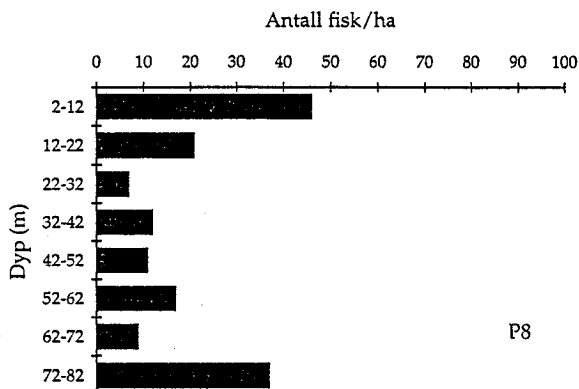
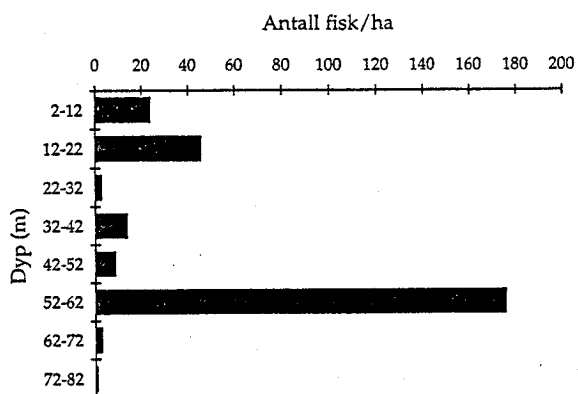
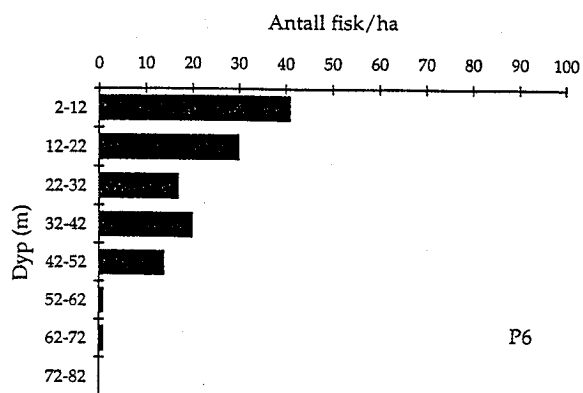
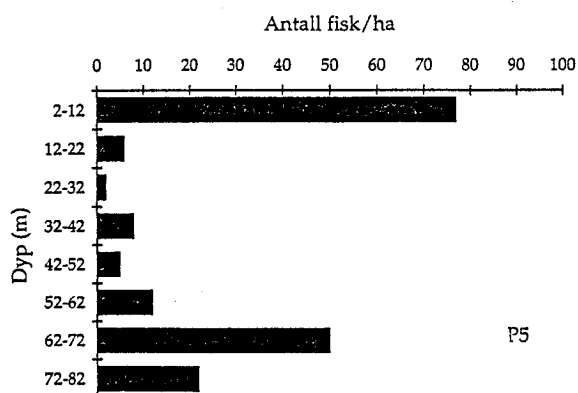


Fig. 5. Dybdefordeling av mottatte ekkosignaler i Tinnsjøen i september 1992.

Tabell 1. Beregnet biomasse av fisk i pelagiske områder av Tinnsjøen om natta i juni 1992. Beregningene er gjort på grunnlag av antall fisk og mottatt ekkosignalstyrke.

Transekt	P1	P2	P3
2-12 m	0.502	0.127	0.100
12-22	1.133	4.518	0.892
22-32	0.434	2.776	0.498
32-42	0.410	0.434	0.804
42-52	1.191	0.181	0.001
52-62	0.355	0.022	0.001
62-72	0.004	-	0.011
72-82	0.011	-	0.170
Totalt	4.040 kg/ha	8.0580 kg/ha	2.50 kg/ha

De totale fiskemengder uttrykt i biomasse fordelt på dyp er vist i Tabell 1 for juni 1992 i nordlig del av Tinnsjøen og for september 1992 i Tabell 2 (sydlig del) og Tabell 3 (nordlig del). Ved beregningene er det benyttet sammenheng mellom lengde og vekt for røye. Imidlertid er det gjort betydelige fangster av ørret i de pelagiske områder i det tidsrom ekkoloddregistreringene ble gjennomført. De angitte tall må derfor ansees som minimumstall. I juni ble det beregnet en pelagisk fiskebiomasse på 2.5-8.1 kg/ha innsjøoverflate, med et gjennomsnitt på 5 kg/ha. I september var beregnet biomasse langs de undersøkte transekter 12.2 kg/ha. Det ble imidlertid funnet stor variasjon.

Tabell 2. Beregnet biomasse av fisk i pelagiske områder av Tinnsjøen om natta i september 1992 i sydlig del av Tinnsjøen. Beregningene er gjort på grunnlag av antall fisk og mottatt ekkosignalstyrke.

Kurs	P11	P12	P13 / P14
2-12	5.011	15.1	0.956
12-22	0.663	0.129	0.173
22-32	1.165	0.196	0.110
32-42	0.114	0.859	0.046
42-52	0.022	0.066	0.020
52-62	0.044	0.152	-
62-72	0.022	-	-
72-82	0.011	-	-
Sum	7.052 kg/ha	16.546 kg/ha	1.305 kg/ha

Tabell 3. Beregnet biomasse av fisk i pelagiske områder av Tinnsjøen om natta i september 1992 i nordlig del av Tinnsjøen. Beregningene er gjort på grunnlag av antall fisk og mottatt ekkosignalstyrke.

Transekt	P5	P6	P3	P8
2-12 m	10.634	1.024	7.806	1.665
12-22	3.038	4.758	0.869	1.000
22-32	0.044	2.585	0.314	0.256
32-42	3.830	1.788	0.561	3.306
42-52	0.370	1.727	0.235	2.938
52-62	0.243	0.010	4.226	1.943
62-72	1.456	0.010	0.028	0.178
72-82	2.409	0	0.005	0.893
Sum	22.024 kg/ha	11.953 kg/ha	14.044 kg/ha	12.168 kg/ha

Størrelsesfordeling.

Lengdefordeling av fisk i hele dybdeprofilen (2-82 m), slik de fremkommer ved omregning av mottatte ekkosignaler er vist i Fig. 6 og Fig. 7 for henholdsvis juni og september. Det er observert dominans av fisk i lengdeintervallet 5-10 cm i juni, men fisk i lengdeintervallet 10-30 cm forekommer jevnt men i lave frekvenser. Stedvis ble det observert relativt store tettheter med liten fisk (< 10 cm). I september dominerte lengdegruppen 10-20 cm, men fisk i lengdegruppen 40-50 cm ble observert.

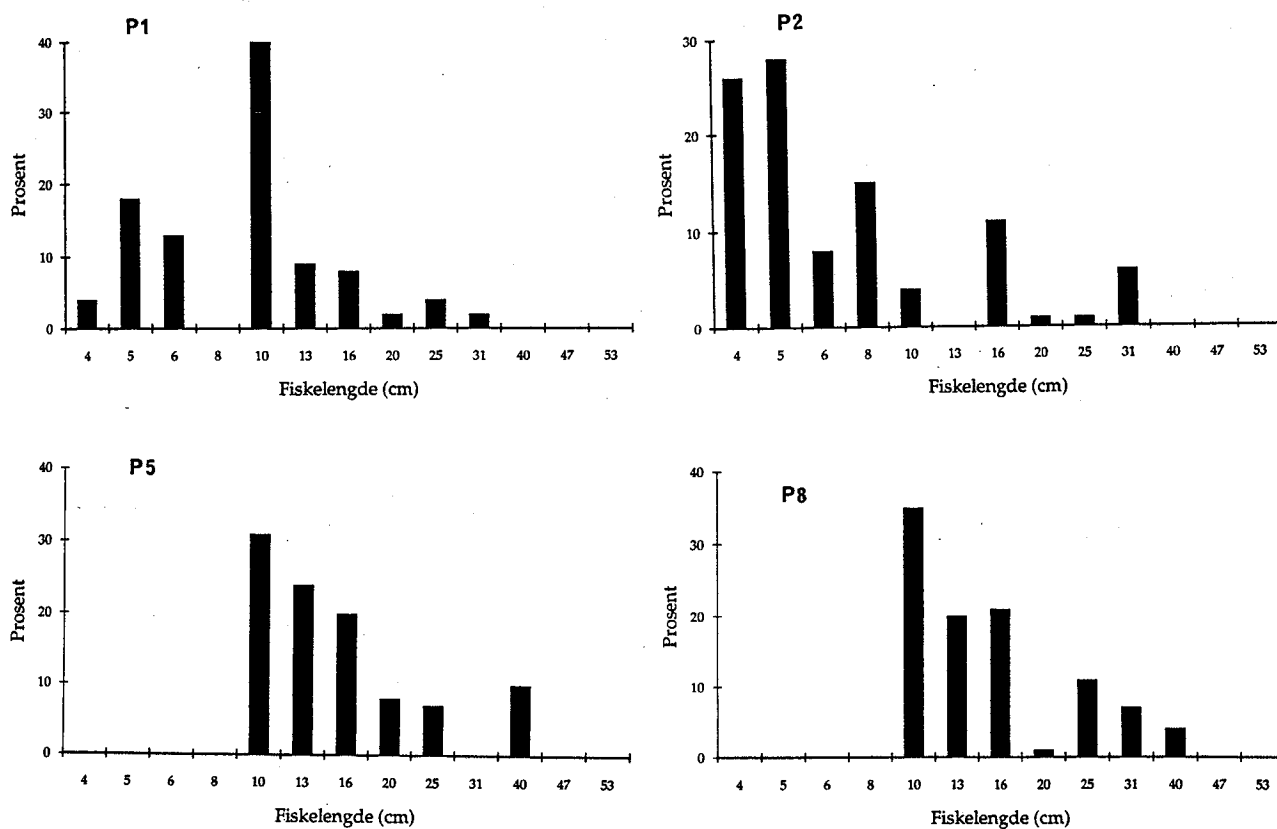


Fig. 6. Prosentvis lengdefordeling av fisk i de frie vannmasser i Tinnsjøen i juni (over) og september 1992 (under).

DISKUSJON

Av de fiskeartene som finnes i Tinnsjøen, er det røye og ørret som i undersøkelsesperioden enten er observert på flytegarn i de pelagiske områdene eller på bunngarn i dypområdene (Flå 1993). Garnfangstene vil til en viss grad angi mengdeforholdet mellom de to artene, vel og merke begrenset til den fangbare delen av bestanden. Mengdeforholdet mellom røye og ørret tatt på flytegarn har endret seg fra 1977 til 1992 (Flå 1993). I 1992 var fangsturbyttet 4.4 ørret og 5.4 røye pr. garnnatt på flytegarn, mao. 45% ørret og 55% røye (Flå 1993). De hydroakustiske signalene vil derfor reflektere en blandingsbestand bestående av ørret og røye.

Det ble observert flest fisk i de øvre vannlag. For de fleste transekter befant den helt overveiende delen av bestanden seg i dybdesjiktet grunnere enn 22 m. Dette stemmer meget godt overens med flytegarnfangstene gjennomført av Flå (1993) i de samme områdene og på de samme tidspunkter. Imidlertid er det viktig å legge merke til at det også befinner seg fisk dypere nede, og at det stedvis ble funnet forholdsvis mye fisk helt ned mot 80 m's dyp. Dette dypere sjiktet hadde en relativt jevn horisontal fordeling av fisk, og uavhengig av totaldypet. Det er viktig å være klar over at der dette vannlaget med fisk møter bunnen, altså f.eks. på 80 m's dyp vil denne fisken også kunne tas på bunngarn. På bakgrunn av bunngarn vil man kunne få det inntrykket at denne fisken står på bunnen på 80 m's dyp, mens den på ekkoloddregistreringene har en horisontal fordeling uavhengig av totaldypet. En nærmere dokumentasjon av hvilken fiskeart dette er har ikke vært mulig, idet det ikke ble gjennomført flytegarnfiske på dette dypet. Det er imidlertid flere indikasjoner på at dette er dyptlevende røye. I 1960-årene ble røye påvist på svært dypt vann (dypere enn 60 m) (Aass pers. medd.), men også Flå (1993) påviste røye på relativt dypt vann (30-40 m) på bunngarn.

Et annet forhold er at ekkoloddregistreringene angir pelagisk forekomst av relativt liten fisk i juni. Flå (1993) fisket med flytegarn med minste maskevidde

på 16 mm, men påviste her lite fisk. Ekkolodd registrerte stedvis relativt store tettheter av fisk i de øvre vannlag og noe dypere ned med størrelse av enkeltfisk i lengdeintervallet 5-10 cm. Det er ikke dokumentert hvilken fiskeart dette er, men trolig dreier det seg om smårøye. Smårøye har vanligvis tilhold i områder nær bunnen, enten i strandsonen eller dypere nede (L'Abée-Lund et al. 1993). Dette er angitt å være en tilpasning til å redusere risikoen ovenfor rovfisk, idet et tilhold i de frie vannmasser antas å innebære større risiko enn opphold nærmere bunnen. Dette kan gi en fordeling av smårøye som er tilpasset de predatorarter og de næringskonkurrenter som er tilstede.

I Tinnsjøen finnes predatorrøye, "gautefisk", både i strandnære områder og i dypområdene. Dessuten finnes en relativt stor bestand av ørret. Denne oppholder seg både i pelagisk og littoralt. I strandsonen er det dessuten en økende bestand av ørekyt. Denne antas å være en næringskonkurrent overfor andre arter, både ørret og smårøye. Smårøye er konkurransesvak og det er vanskelig å utelukke at smårøye i Tinnsjøen oppholder seg stedvis fritt ute i vannmassene.

I september ble det imidlertid vesentlig observert fisk med lengde 10-20 cm, og det var stor overenstemmelse mellom data fra ekkolodd og garnfangster på flytegarv (Flå 1993).

De beregnede biomasser av fisk angir 5 kg/ha i de pelagiske områder i juni og 12.5 kg/ha i september. I tilsvarende studier i Atnasjøen ble det funnet pelagisk fiskebiomasse (dominans av røye) (Brabrand 1991), mens den sterkt regulerte Tunhovdfjorden varierte beregnet fiskebiomasse mellom 7.6-13.9 kg/ha (Brabrand 1992). Biomassen i Tinnsjøen ligger derfor i samme størrelsesorden, og anses som rimelig sammenliknet med andre innsjøer.

LITTERATUR

- Bjerkeng, B., Borgstrøm, R., Brabrand, Å. and Faafeng, B. 1991. Target strength, single fish size and total fish biomass estimated by hydroacoustical methods, a statistical approach. *Fisheries Research*, 11:41-73.
- Bjørtuft, S.K. og Styrvold, J.O. 1978. Fiskebestandene i Tinnsjøes nordre del. Hovedoppgave ved instutt for naturforvaltning, NLH-Ås. 81 s + vedlegg.
- Brabrand, Å. 1984. Registrering av fiskebestanden i Vättern ved hjelp av hydroakustisk utstyr. Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo 65. 22 s.
- Brabrand, Å. 1986. Bestandsuppskattning av fisk i Vänern och Hjälmarén med hjelp av hydroakustisk utrustning. Information. Sötvattenslaboratoriet 7, 25 s.
- Brabrand, Å. 1991. The Estimation of Pelagic Fish Density, Single Fish Size Fish Biomass of Arctic Charr (*Salvelinus alpinus* (L.)) Echosounding. *Nordic J. Freshw. Res.* 66:44-49.
- Brabrand, Å. 1992. Estimation of the Pelagic Density of Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.) in reservoirs by Echosounding. LFI-Notat. 23 s.
- Craig, R.E. and Forbes, S.T. 1969. Design on a sonar for fish counting. *Fisk. Dir. Skr. Ser. Havunders.*, 15: 210-219.
- Dahl, K. 1933. Vassdragsregulerings virkninger på fisket i innsjøer. J.W. Cappelen, Oslo. 120 s.

- Flå, L.R. 1993. Habitatbruk og diett hos aure *Salmo trutta* L. og røye *Salvelinus alpinus* (L.) i Tinnsjø. Hovudoppgåve ved institutt for biologi og naturforvaltning, NLH Ås. 69 s + vedlegg.
- Hegge, O. 1988. Habitat utilization and life history of sympatric arctic char (*Salvelinus alpinus* L.) and brown trout (*Salmo trutta* L.) in lake Atnsjø. Cand. Sci. Thesis, University of Oslo, 61 s.
- Hesthagen, T., Skurdal, J., Qvenild, T., Hegge, O. & Dervo, B.K. 1988. Fiskeribiologiske undersøkelser. MVU-Årsrapport 1987, 63-70.
- L'Abée-Lund, J.H., Langeland, A., Jonsson, B. and Ugedal, O. 1993. Spatial segregation by age and size in Arctic charr: a trade-off between feeding possibility and risk of predation. *J. Anim. Ecol.* 2:160-168.
- 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. 1982. Successes with conventional in situ determinations of fish target strength. International Council for the exploration of the sea (ICES): No.53. Symposium on Fisheries Acoustics, Bergen, Norway, 21-24 June 1982.
- Lindem, T. & Sandlund, O.T. 1984. Ekkoloddregistrering av pelagiske fiskebestander i innsjøer. *Fauna* 37: 105-111