

**LABORATORIUM FOR FERSKVANNØKOLOGI OG INNLANDSFISKE (LFI),
ZOOLOGISK MUSEUM, UNIVERSITETET I OSLO, SARSGT. 1, OSLO 5.
TLF. (02) 68 69 60 LINJE 229.**

Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI) ble opprettet i 1969 etter en overenskomst mellom Universitetet i Oslo og Vassdragsregulantenenes forening (R.L.). Tilsvarende laboratorier ble opprettet i Bergen og Trondheim.

Laboratoriet skal drive oppdragsforskning på fagområdet ferskvannøkologi, og har spesiell kompetanse på bunndyr og fisk (laks, ørret og annen innlandsfisk).

For tiden har laboratoriet oppdrag i forbindelse med:

- Vassdragsreguleringer
- Vassdragsskjønn
- Eutrofiering
- Vassdragsovervåking

Lønn og drift dekkes av de enkelte oppdragsgivere, vassdragsregulanter, kommuner, Statlig program for forurensningsovervåking og forskningsråd.

LFI-Oslo har idag 6 ansatte:

- 1 amanuensis (daglig leder): cand.real. Svein Jakob Saltveit
- 2 forskere: cand.real. Åge Brabrand
dr.philos John E. Brittain
- 1 vit.ass.: cand.agric. Per Sondrup Nielsen
- 1 tekniker: Finn Smedstad
- 1 kontorfullmektig: Aud Skytte

Utover laboratoriets faste stab dekkes øvrige tjenester av engasjert personale, eller ved kontakt med annet personale ved Universitetet i Oslo.

Resultater fra undersøkelsene presenteres i en rapportserie som trykkes i begrenset opplag.

Forespørsler om rapporter rettes direkte til laboratoriet.

Registrering av fiskebestanden i Vättern med
hydroakustisk utstyr.

Åge Brabrand

FORORD

Etter oppdrag fra Fiskeriintendenten for Nedra Söndra Distrikt, Sverige, har Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske ved Zoologisk Museum, Universitetet i Oslo, foretatt en hydroakustisk undersøkelse av fiskebestanden i Vättern.

Undersøkelsen ble utført sammen med Fiskeriintendent Åke Petterson, fiskerikonsulent Bengt Brolin og fiskeriassistent Olof Enderlein, som også sto for trålfiske, bunn- og flytegarnfiske på utvalgte lokaliteter. Førstepreparant Knut Semb ved fiskeavdelingen, Zoologisk Museum i Oslo, deltok på feltarbeidet i forbindelse med ekkointegreringen. Undersøkelsen må betraktes som innledende, der hensikten var å skaffe informasjon om fiskens vertikal- og horisontalfordeling i vannmassene, samt fordelingen av de dominerende lengdegrupper av fisk. Ved en rekke biologiske undersøkelser er det av stor betydning å kjenne totalbestandens størrelse, og hvordan de ulike størrelsesgrupper av fisk er representert i bestanden. Dette gjelder både undersøkelser i forbindelse med utnyttelse av fiskebestander og i mer forskningsrettet virksomhet.

Cand.real. Torfinn Lindem har stått for analyse av de hydroakustiske data og for den tekniske beskrivelse av ekkoloddet SIMRAD EY-M under kap.1. Alle som har vært med på undersøkelsen takkes for velvillig innsats.

Oslo, mars 1984

INNHOOLD

SAMMENDRAG	.....	4
1. MATERIALE OG METODER	.....	6
2. RESULTATER	.....	9
Ekkogrammer	.....	9
Lengdefordeling	.....	9
dB - fordeling	.....	13
Vertikalfordeling og antall fisk	.....	14
3. KOMMENTARER	.....	19
4. LITTERATUR	.....	22

SAMMENDRAG

Brabrand, Å. 1984. Registrering av fiskebestanden i Vättern med hydroakustisk utstyr. Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo, 65, 23 s.

Det ble i september 1983 foretatt ekkoloddregistrering med type SIMRAD EY-M i Vättern langs fem 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. To profiler hadde totaldyp på 35 m, mens tre hadde totaldyp 50 m eller mer. Umiddelbart etter ekkoloddregistreringen ble det fisket med garn og trål. Både ekkoloddregistrering og garn/trålfiske ble utført om natten.

Lengde-frekvensfordeling av trålfangsten viste for krøkle (nors) 0+ (65-70 mm), 1+ (85-95 mm) samt en topp fra 110-125 mm som sannsynligvis representerer aldersgruppen 2+ til 4+. Trepigget stingsild (spigg) var representert med individer alle under 55 mm, mens det ble påvist en topp for lagesild (sikløje) fra 160-180 mm. Enkeltindivider av sik over 350 mm ble påvist. Lengde-frekvensfordeling av garnfangstene viste topper for 1+ krøkle, 2+ til 4+ krøkle og lagesild 160-180 mm, mens det ble påvist røye (rødning) mellom 270-340 mm. Ekkointegreringen viste størst tettheter av fisk langs profiler med totaldyp ca. 35 m (1800-3300 fisk/ha) sammenlignet med profiler med totaldyp 50 m eller mer (230-780 fisk/ha). Størst fisketetthet ble stort sett observert i de øverste 30 m.

Relativ størrelsesfordeling (i enhet dB) viste stor dominans av dB 56/54/52, mens hver av de øvrige dB-verdier alltid utgjorde mindre enn 7%. dB 56/54/52 er antatt å representere fisk mellom 40-80 mm. Et sannsynlig tolkningsbilde er at dB 56 representerer trepigget stingsild (< 50 mm), mens dB 54/52 representerer aldersgruppen 0+ og deler av 1+ krøkle sammen med dB 50. 0+ lagesild og eldre krøkle enn 1+ overlapper delvis i lengde, og representerer sannsynligvis dB 48 og dB 46.

1. MATERIALE OG METODER

Alle ekkoregistreringer ble gjort med et ekkolodd av type SIMRAD EY-M. Dette ekkoloddet har en tidsvariabel forsterkningskontroll (TVG), som kompenserer for lydpuksens 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 transducere (Forbes & Nakken, 1972).

Transducere 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 kassettspiller 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.

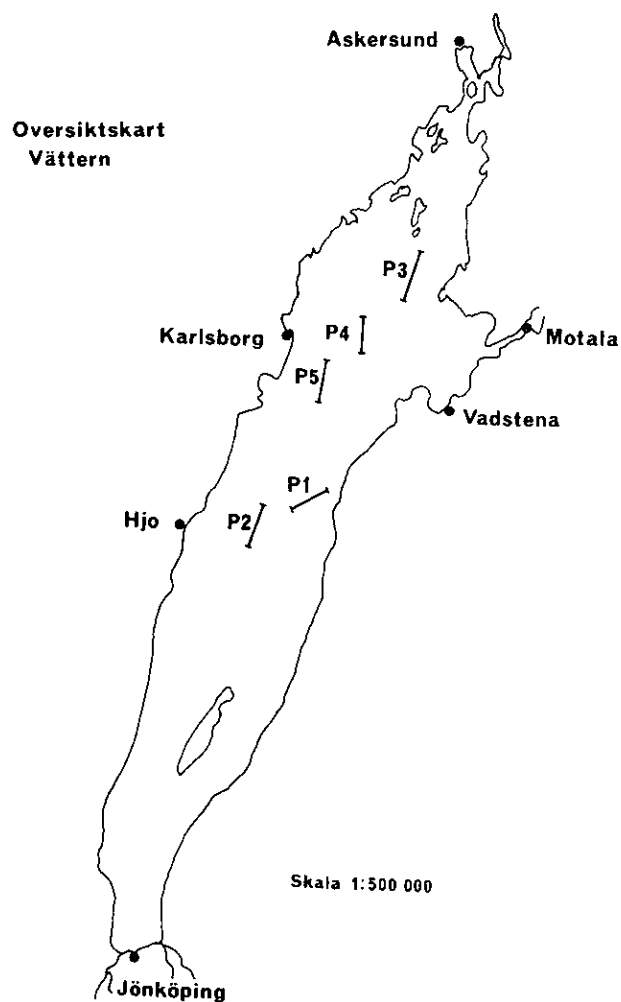


Fig. 1. Kart over Vättern med avmerket profiler for ekkointegrering (P1 - P5), trålfiske (P1) og garnfiske (P2).

I lengde-frekvens-histogrammene angis fiskens målstyrke, target strength, TS, i desibel (dB). Disse verdiene kan omregnes til fiskelengde i cm.

Samtlige opptak av ekkosignaler ble tatt opp etter mørkets frambrudd, da fisken erfaringsmessig står spredt i vannmassene om natta. Opptakene ble gjort i perioden 12.9 - 14.9.1983. Opptakene langs profilene P1 og P2 ble foretatt under moderate vindforhold, mens langs P3 - P5 under relativt kraftig vind og mye bølger. Det oppsto visse vanskeligheter med å holde transduceren stabil i vannet, p.g.a. rulling, noe som vil redusere nøyaktigheten i de registrerte dB-verdier.

For å relatere ekkosignalene til sannsynlige arter og lengdegrupper ble det i dagene umiddelbart etter ekkoloddregistreringene foretatt et fiske med trål (maskevidde i posen 5 mm) langs profil P1. Denne ble benyttet om natta i dybdesjiktet 10-20 m. På profil P2 ble det fisket med oversiktsnet (garn). Garnen besto av en 72 m lang og 3 m høy garnlenke, inndelt i 6 m's seksjoner av 12 ulike maskevidder med følgende dimensjoner (mm): 75, 60, 52, 43, 38, 33, 30, 25, 22, 16.5, 12.5, 10 mm. En lenke ble satt på 37 m dyp som bunn garn, og en som flyte garn i dybdesjiktet 15-18 m under vannflaten.

Fisken ble artsbestemt og lengdemålt til nærmeste mm. Lengdefordelingen er framstilt prosentvis, og viser separat fordelingen av garnfanget og trålfanget fisk.

I Vättern finnes betydelige bestander av de pelagiske fiskeartene sik, lagesild og krøkle (Enderlein 1981). Av disse har sik størst økonomisk betydning med et årlig opptak på over 100 tonn. I tillegg finnes en bestand av røye.

I innsjøer med nær samme dominans av sik, krøkle og eventuelt lagesild er det i Norge utført liknende ekkoloddregistreringer i Mjøsa (Lindem 1979, 1980), Randsfjorden (Lindem 1980) og i Tyrifjorden (Lindem 1981), mens det på bestander av krøkle og mort er utført av henholdsvis Brabrand & Saltveit (1983) og Borgstrøm & Brabrand (1983).

2. RESULTATER

Ekkogrammer

Utsnitt av ekkogrammene fra profil P1-P5 er vist i Fig. 2 - 4. Langs P3 viser ekkogrammet flest fiskeregistreringer under ca. 25 m, mens det langs P1 og P2 er en mer jevn vertikal fordeling. Under opptak langs P4 og P5 var rullingene på båten relativt stor og har medført at bunnekket framkommer svært dårlig.

Lengdefordeling

Prosentvis lengdefordeling av fisk tatt under trålfiske er vist i Fig. 5. Fordelingen viser en liten topp for trepigget stingsild under ca. 50 mm, en kraftig topp for krøkle i lengdeintervallet 55 - 70 mm, en antatt topp for krøkle mellom 110 - 130 mm og en topp for lagesild fra 160 - 175 mm. I tillegg er det en antydning til økt frekvens av krøkle mellom 85-95 mm. Denne toppen framkommer også i lengdefrekvensdiagrammet for garnfangstene (Fig. 6). Det må derfor antas at denne toppen representerer en aldersgruppe. Det ble kun registrert fire sik, alle med lengde over 35 cm, noe som bl. a. kan skyldes at fangbarheten på stor fisk med trål er lav.

Prosentvis lengdefordeling av fisk tatt med bunn garn og flyte garn er vist i Fig. 6. Fisk under ca. 10 cm ble nesten ikke påvist. Krøkle framkom imidlertid med en tydelig topp i lengdeintervallet 10.5 - 14.0 cm, klart sammenfallende med den mindre tydelige toppen registrert på trålfangstene. I dette lengdeintervallet ble det også påvist hork. Sammenfallende mellom trål- og garnfangstene er også toppene for lagesild. I likhet med trål, ble det også på garn påvist svært få større fisk, kun enkelt eksemplarer av røye fra 27 cm til 34.5 cm. Sik ble ikke tatt. Utover de på Fig. 5 og 6 viste fiskearter ble det tatt enkelt eksemplarer av hornulke (hornsimpa), steinulke (stensimpa) og laks på garn og hornulke på garn. Imidlertid er

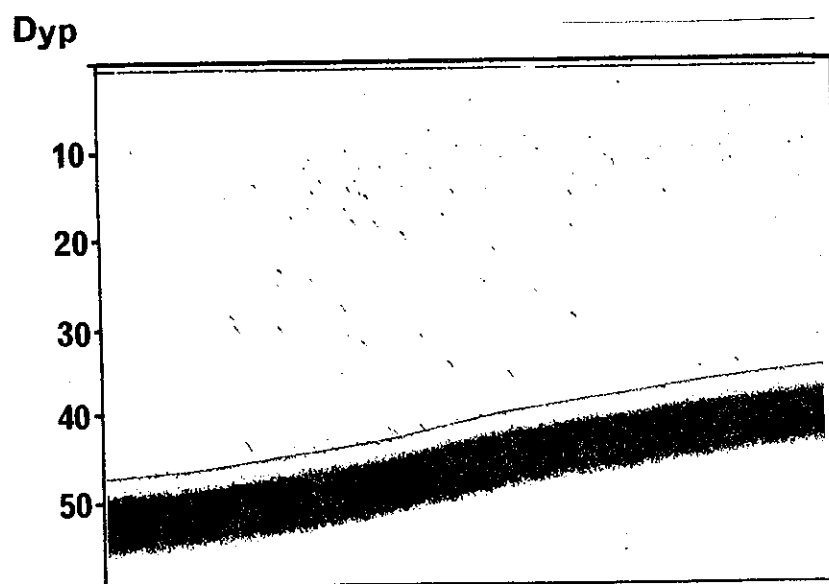


Fig. 2. Utvalgte ekkogrammer fra Vättern langs profil P 1 (øverst) og profil P 2 (nederst).

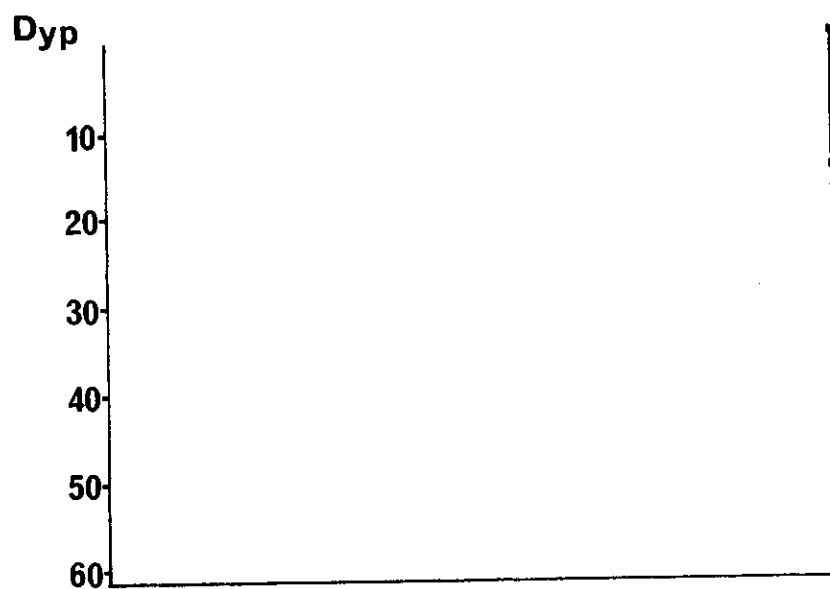
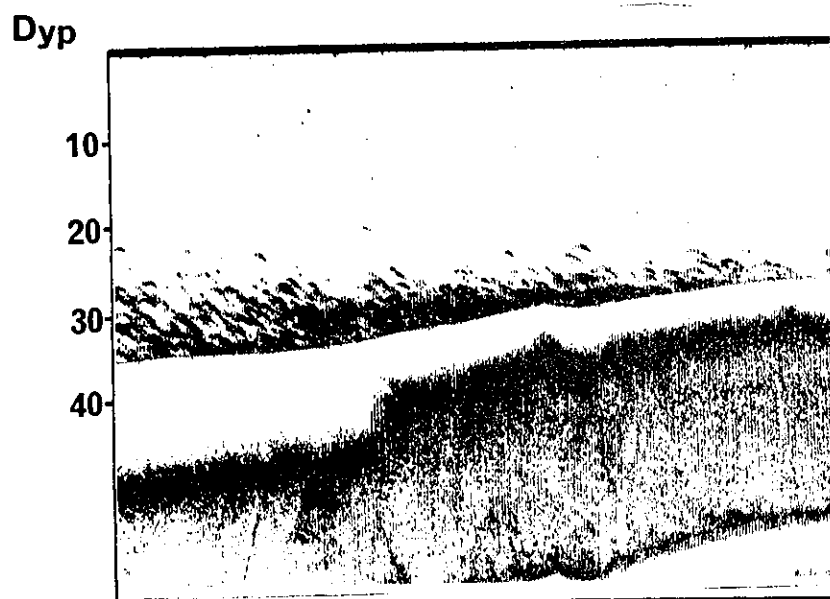


Fig. 3. Utvalgte ekkogrammer fra Vättern langs profil P 3.

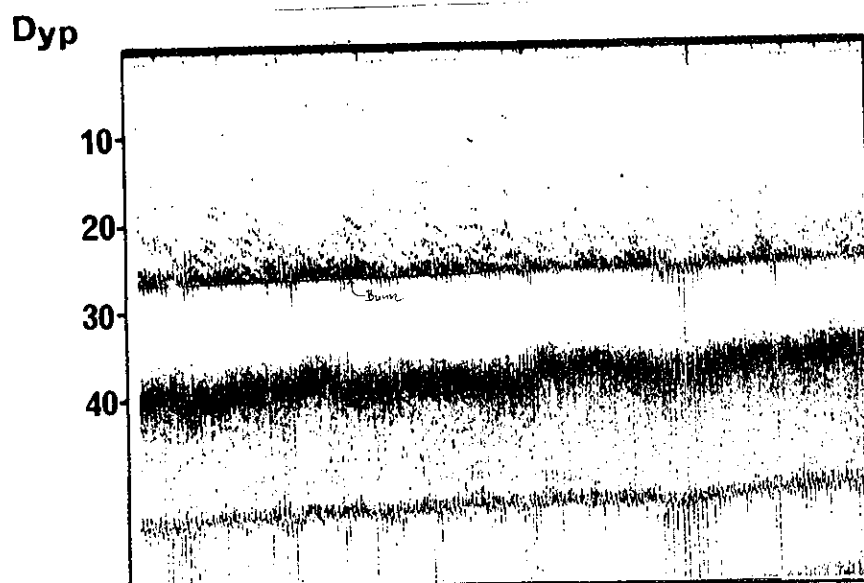
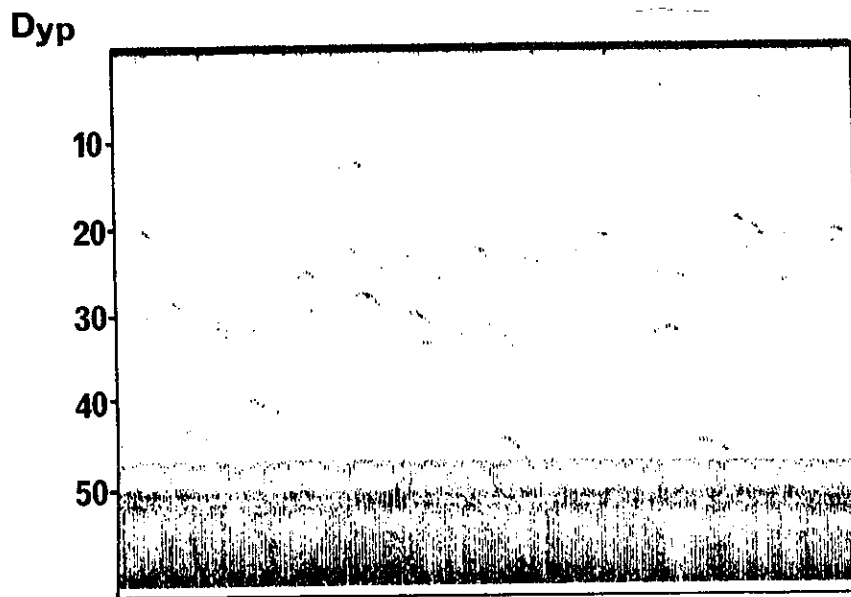


Fig. 4. Utvalgte ekkogrammer fra Vättern langs profil P 4 (øverst) og profil P 5 (nederst).

det en betydelig bestand av sik i innsjøen som ikke framkommer på de to lengdefrekvensdiagrammene. Vanlig fangststørrelse av sik er mellom 25 og 35 cm.

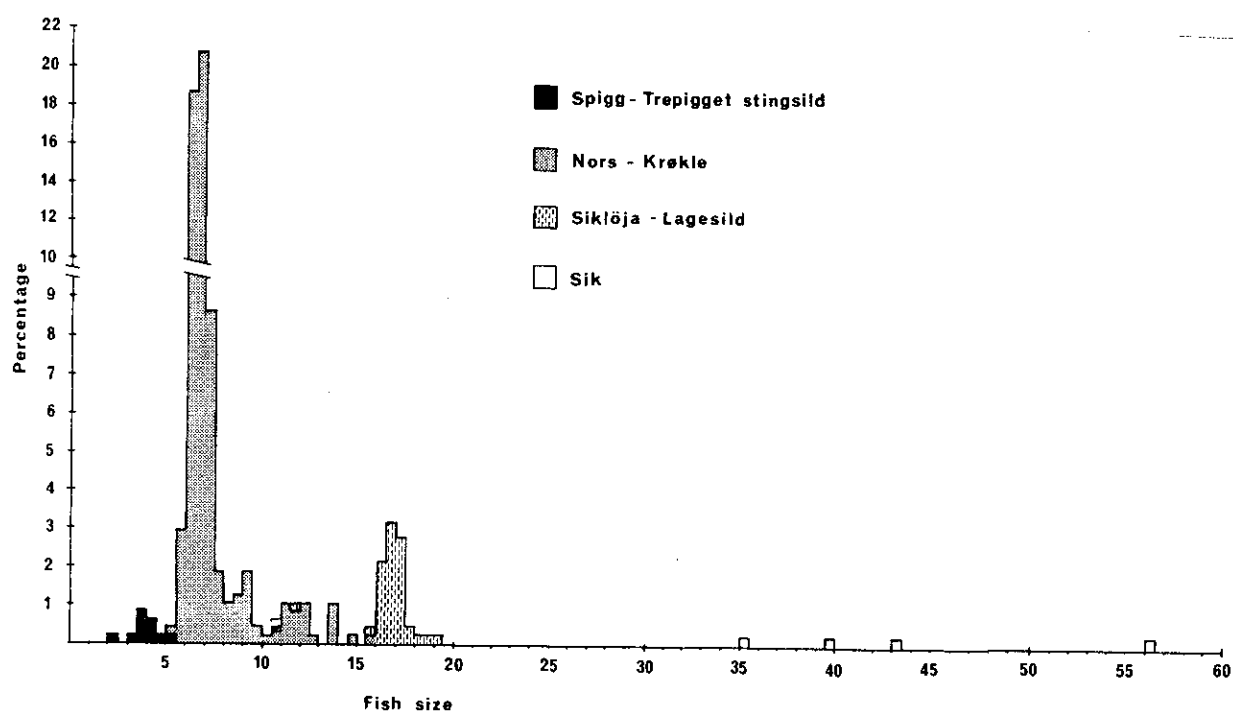


Fig. 5. Lengde-frekvensdiagram av fisk tatt med trål i Vättern langs profil P 1.

dB-fordeling

Prosentiv fordeling av ekkosignalenes styrke over hele dybde-intervallet er vist for de fem profilene P1-P5 i Fig. 7 - 9. Langs alle profilene var det klar dominans av 56, 54 og 52 dB. Høyeste registrerte verdi var dB 38, mens dB-intervallet 44 til 38 alltid utgjorde mindre enn ca. 2%.

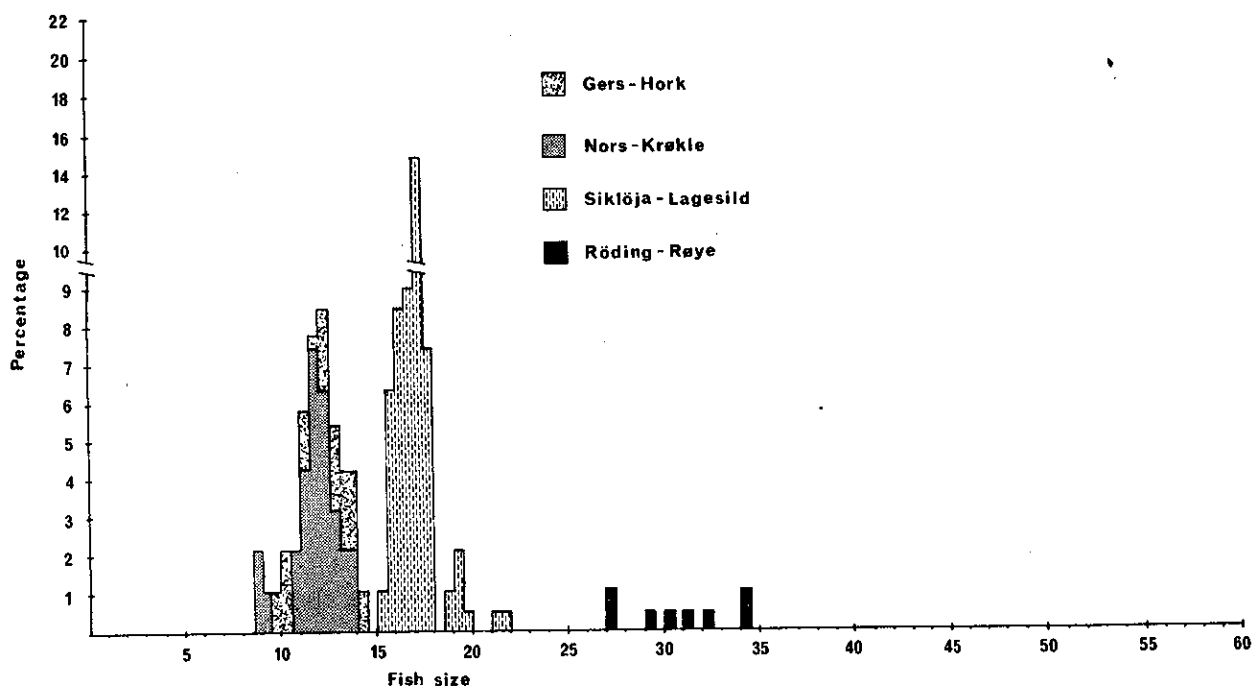


Fig. 6. Lengde-frekvensdiagram av fisk tatt med bunngarn og flytegarn i Våttern på profil P 2.

Vertikalfordeling og antall fisk

Ekkosignalenes vertikalfordeling på profilene P1 - P5 er vist i Fig. 10 og 11. P2 og P5 viste de høyeste tettheter av fisk, med henholdsvis 3300 og 1860 fisk pr. ha totalt for hele dybdeprofilet. Disse to profilene var også de minst dype, begge med et totaldyp på ca. 35 m. Profilene P1, P3 og P4 hadde mindre tettheter av fisk, alle med relativt store tettheter i det øverste registrerte dybdesjikt, P3 og P4 også dypere ned (Fig.11).

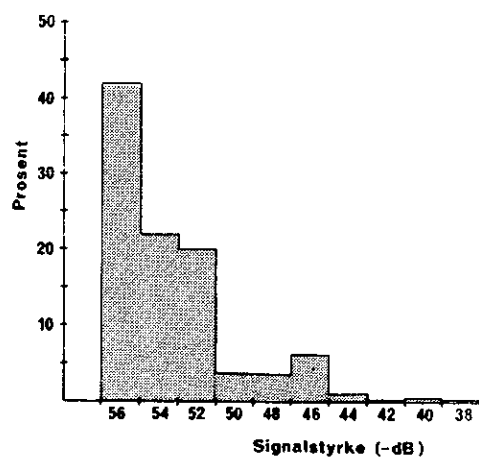
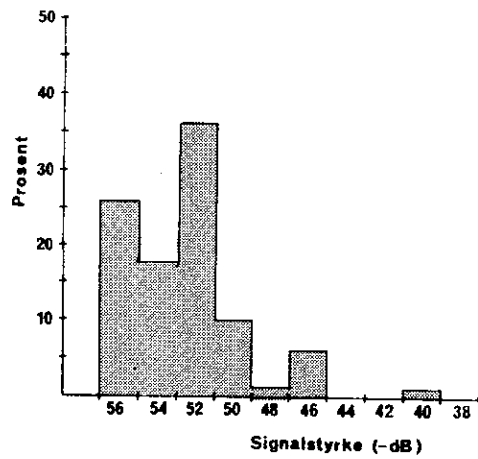


Fig. 7. Prosentvis fordeling av ekkosignalstyrke (-dB) mellom bunn og 2 m's dyp langs profil P 1 (øverst) og 3 m's dyp langs profil P 2 (nederst).

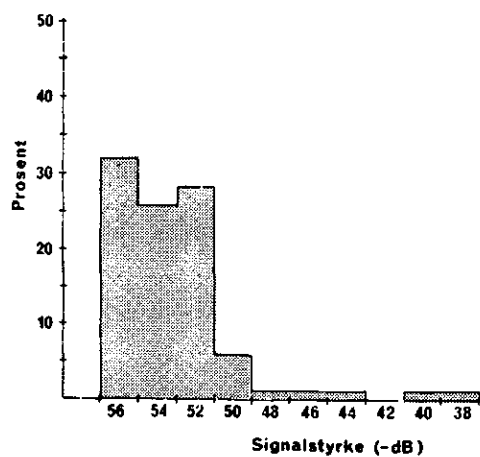
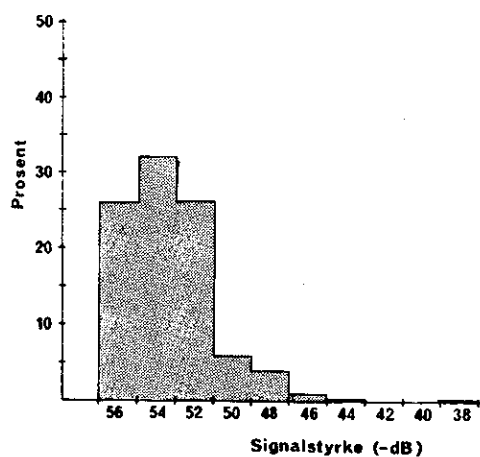


Fig. 8. Prosentvis fordeling av ekkosignalstyrke (-dB) mellom bunn og 3 m's dyp langs profil P 3 (øverst) og profil P 4 (nederst).

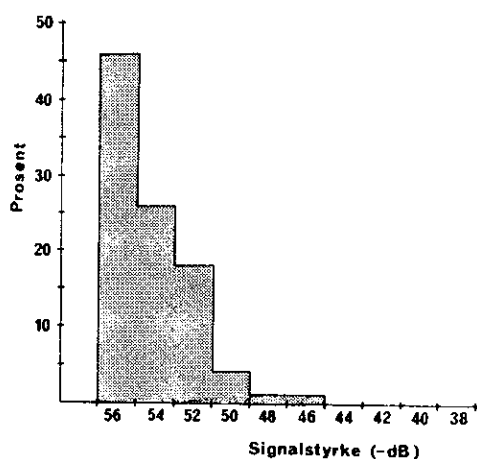


Fig. 9. Prosentvis fordeling av ekkosignalstyrke (-dB) mellom bunn og 2 m's dyp langs profil P 5.

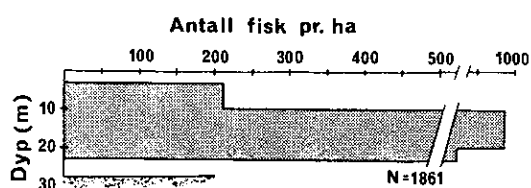
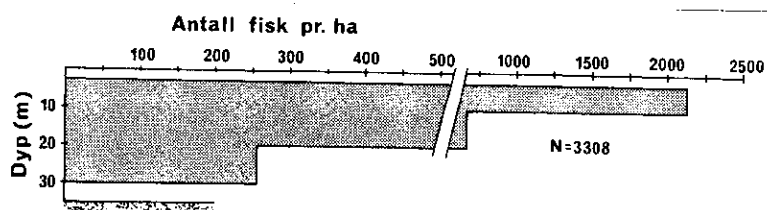


Fig. 10. Antall ekkoregistrerte fisk pr. ha i utvalgte dybdesjikt langs profiler med totaldyp på ca. 30 m, P 2 øverst, P 5 nederst.

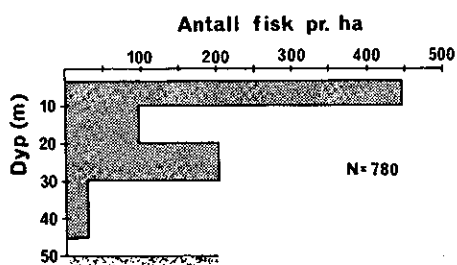
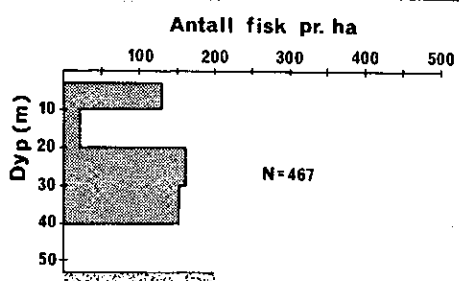
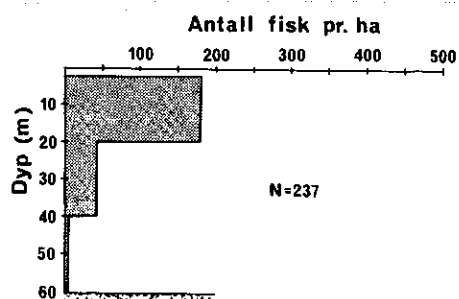


Fig. 11. Antall økkoregistrerte fisk pr. ha i utvalgte dybdesjikt langs profiler med totaldyp ca. 50 m eller dypere, P 1 øverst, P 3 midten og P 4 nederst.

3. KOMMENTARER

Fangstene på oversiktsgarn og trål var begge dominert av krøkle og lagesild. På grunnlag av veksten hos lagesild i Vättern kan alder for dominerende lengdegruppe på begge redskapstyper anslås til 3 vekstsesonger (Enderlein 1981).

For krøkle angir lengde-frekvensfordelingen at to aldersgrupper fanges med de to redskapstyper, 0+ og 2+, med lengde henholdsvis 65 - 70 mm og 115 - 130 mm. Videre angir diagrammene 1+ krøkle på 85-95 mm. Begge redskapstyper er sterkt størrelsesselektive. På garn ble det kun tatt få fisk under 100 mm, mens trålfanget krøkle ble tatt ned til ca. 50 mm. Imidlertid er trolig lengdefordelingen på 0+ krøkle tatt med trål ikke representativ for denne aldersgruppen i innsjøen, fordi krøkle på grunn av sin kroppsform har markerte seleksjonskurver. Det er derfor sannsynlig at bare de største individene av 0+ krøkle er fanget, og forskjellen i mengde mellom 0+ og 1+ vil sannsynligvis være større enn det som framkommer i Fig. 5. Trepigget stingsild under 50 mm vil imidlertid bli fanget, da den lett vil hekte seg fast.

På grunnlag av trål- og garnfangstene må hovedandelen av fisk under ca. 50 mm være stingsild, fordi 0+ av sik, lagesild og krøkle alle vil være større. Videre antas 0+ av lagesild og sik begge å være over ca. 90 mm, noe som innebærer at fisk mellom 50 og 90/100 mm først og fremst vil være 0+ og 1+ krøkle. 0+ krøkle er representert i fangstene med en lengde på 65 - 70 mm, mens 1+ og 2+ krøkle vil ligge henholdsvis på ca. 90 mm og 110 - 130 mm. Etter 3 vekstsesonger er tilveksten hos krøkle liten. I september vil 0+ lagesild ha en lengde på 100 - 120 mm, og vil overlapse med 2+ krøkle. Aldersgruppene 1+ til 4+ lagesild vil fordele seg opp til ca. 200 mm. En oversikt over antatte lengdeintervaller for dominerende arter er vist i Fig. 12. Her er også angitt lengde ved ulike dB - verdier, basert på regresjon mellom fiskelengde og dB - verdier gitt av Lindem (1980).

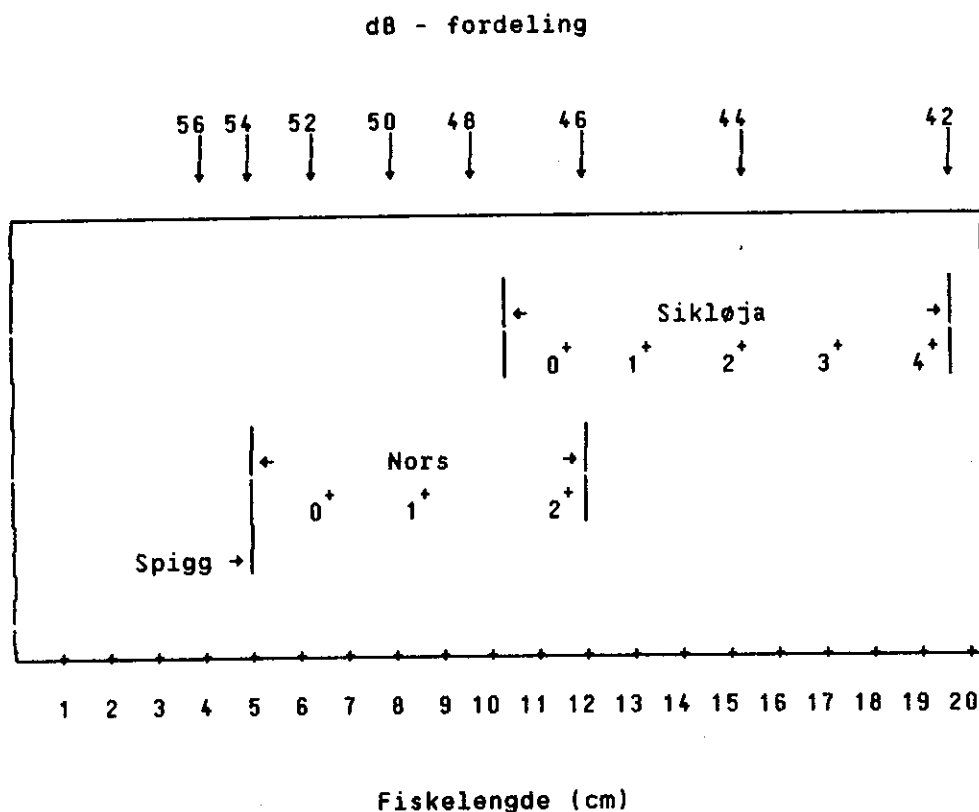


Fig. 12. Sannsynlig størrelsesfordeling av pelagiske arter i Vättern i september 1983, samt dB-verdier for respektive fiskelengder angitt (Lindem 1980).

Fordelingen av ekkosignalstyrke viste for alle de fem undersøkte profiler at det var klar dominans av intervallet dB 56 til dB 50. $TS = 20 \log L - 68$, der TS er ekkosignalstyrke i dB og L lengde i cm, viser at dette er fisk i lengdegruppen 40 - 80 mm. For fisk under 100 mm er det dessuten vist (Nakken & Olsen 1965, Borgstrøm & Brabrand 1983) at ekkosignalstyrken for en fisk med gitt lengde er lite avhengig av fiskearten.

Et sannsynlig tolkningsbilde er at dB 56 hovedsakelig representerer stingsild, intervallet 54 - 52 først og fremst aldersgruppen 0+ av krøkle, som delvis glir over i dB 50 - 48 som representerer 1+ krøkle og deler av 0+ lagesild. dB 48 til dB 42 vil på grunnlag av samme regresjon angi fiskelengder fra ca. 100 mm til 200 mm. Dette dB-intervallet er representert ved de øvrige aldersgrupper av krøkle og lagesild, samt 0+, 1+ og eventuelt 2+ sik.

Det påfallende ved fangstene er først og fremst at ikke yngre aldersgrupper av sik og spesielt lagesild ble tatt på trål, og større sik på oversiktsgarn. Det er imidlertid i Vättern en godt utnyttet bestand av sik, som i fangster på oversiktsgarn utført i perioden 1975-1981 har hatt en topp i lengdefordelingen fra ca. 24 cm til ca. 38 cm. Kun få eksemplarer av sik og røye over 20 cm ble tatt på trål og oversiktsgarn. Større fisk ble også meget sparsomt representert ved ekkointegreringen med dB 40 og dB 38. Der disse dB-verdiene ble observert var disse tilstede med under 10 fisk pr. ha.

4. LITTERATUR

Borgstrøm, R. & Brabrand, Å. Length of pelagic roach, Rutilus rutilus, measured by an echosounding method. I manuskript.

Brabrand, Å. & 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.

Enderlein, O. 1981. Resultat av konventionell trålning, bongotrålning och strandnotning i Vättern 1981. Internt notat, Fiskeriintendenten Søndra distrikt, 12 s.

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. 1978a. 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 Dokkam Oppland. II. registrering av fisk i Randsfjorden ved hjelp av hydroakustisk 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, fagrapport 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.

Nakken, O. & Olsen, K. 1977. Target strength measurements of fish. Rapp. P.-V. Reun. cons. Int. Explor. Mer. 170: 52-69