

Tetthet, dybdefordeling og biomasse av fisk i
Bjørkelangen og Hemnessjøen, Haldenvassdraget.

Åge Brabrand

LABORATORIUM FOR FERSKVANNSØKOLOGI OG INNLANDSFISKE (LFI),
ZOOLOGISK MUSEUM, UNIVERSITETET I OSLO.

FORORD

Etter oppdrag fra Akershus fylkeskommune, Miljøvernavdelingen, har Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske (LFI) ved Zoologisk Museum, Universitetet i Oslo, foretatt hydroakustiske undersøkelser av fiskebestanden i Hemnessjøen og Bjørkelangen. Hensikten har vært å gjennomføre beregninger av total fisketett-
het i de pelagiske områder, fiskens vertikale fordeling i vannmassene og størrelsesfordelingen i bestanden. Begge innsjøer ligger i Haldenvassdraget, og er med i overvåkingen av Haldenvassdraget i Akershus.

Parallelt med de hydroakustiske undersøkelsene ble det gjennomført garnfiske av fisketekniker Jørn Enerud og cand.scient. Cecilia L. Moresi.

Oslo, april 1993

Svein Jakob Saltveit

INNHOOLD

SAMMENDRAG	4
INNLEDNING	5
MATERIALE OG METODE	6
RESULTATER	9
Ekkogrammer	9
Fisketetthet/størrelsesfordeling	11
Artssammensetning	14
KOMMENTARER	15
LITTERATUR	18

SAMMENDRAG

Brabrand, Å. 1993. Tetthet, dybdefordeling og biomasse av fisk i Bjørkelangen og Hemnessjøen, Haldensvassdraget. *Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske*, Oslo, 141, 19 s.

Det er gjennomført en fiskeribiologisk undersøkelse av Bjørkelangen og Hemnessjøen i Haldensvassdraget. Hensikten har vært å gi en kvantitativ beskrivelse av fiskesamfunnet, først og fremst i innsjøenes pelagialzone. Bjørkelangen og Hemnessjøen har begge fiskesamfunn som gir positiv respons ved eutrofi, men de er forøvrig svært forskjellige. Bjørkelangen har små arealer under termoklinen, og derved lite vannvolum for kaldstenoterme arter. Krøkle finnes i innsjøen, men ble ikke påvist under prøvefiske verken i 1992 eller av Vøllestad i 1982. Det er antatt at bestanden av krøkle er liten, da innsjøen er for grunn til å ha et kaldtvannsrefugium av noe vesentlig volum. Garnfangstene viste stor forekomst av mort både i 1982 og i 1992. Det ble beregnet en fiskebiomasse for pelagisk fiskebestand i Bjørkelangen til 290 kg/ha på dagtid og 112 kg/ha om natta. Beregnet fisketetthet og fiskebiomasse ligger i samme størrelsesorden, dog noe lavere, enn flere lavereliggende næringsrike sjøer med karpefisk, noe som tyder på periodisk fiskedød. Hemnessjøen har relativt store arealer dypere enn 10-15 m, og derved en veldefinert hypolimnetisk sone. Det ble beregnet en biomasse på 198 og 397 kg/ha i hovedbassenget på dagtid og 272 kg/ha etter mørkets frambrudd. Av dette utgjør biomassen under 7 m's dyp henholdsvis 139 og 269 kg/ha på dagtid og 240 kg/ha om natta.

I Bjørkelangen må tettheten av fisk og biomassen karakteriseres som lavere enn forventet i forhold til innsjøens generelle - trofiske nivå, noe som kan skyldes oksygenvinn. De målte bestandstettheter i pelagisk sone i Hemnessjøen er i samme størrelsesorden som de som observeres i andre dype, krøkle-dominerte sjøer med samme trofinivå.

INNLEDNING

Ved en rekke biologiske undersøkelser er det av stor betydning å kjenne totalbestandens størrelse og hvordan de ulike størrelsesgrupper av fisk er representert i bestandene. Dette gjelder både undersøkelser som har som siktemål å overvåke bestander, eventuelt registrere endringer over tid og i mer forskningsrettet virksomhet. Det er i denne undersøkelsen benyttet utstyr som har vist seg anvendelig i overvåking av bestander der deler av totalbestanden er lite fangbar med tradisjonell redskap.

Både i Bjørkelangen og Hemnessjøen finnes en artsrik fiskefauna. Begge ligger i områder preget av ferskvannsfiskens innvandring til Norge fra øst. Følgende arter er påvist:

	Hemnessjøen	Bjørkelangen
Abbor	x	x
Hork	x	x
Flire	x	x
Mort	x	x
Laue	x	x
Brasme	x	x
Sørv	x	x
Gjedde	x	x
Krøkle	x	x
Lake	x	x

Basert på følgende kilder:

Vøllestad (1985, 1992).

Vøllestad m. medarb. (1986).

Denne undersøkelsen.

Våren 1992 ble det satt ut et lite antall gjørs i Hemnessjøen, tatt fra Gjersjøen i Oppedgård. Selv om artsrikdommen er stor i begge innsjøer, er det likevel relativt få arter som antallsmessig dominerer i de frie vannmasser. Vøllestad (1985) angir

antallsmessig dominans av mort (50.2%) og krøkle. Forøvrig finnes pungreke Mysis relicta i begge innsjøene.

Den foreliggende undersøkelse har som målsetting å skaffe informasjon om fiskens vertikale og horisontale fordeling i de frie vannmassene langs bestemte profiler i Bjørkelangen og Hemnessjøen. Begge innsjøer ligger i Haldenvassdraget, og er med i overvåkingen av Haldenvassdraget i Akershus. Data ble bearbejdet for å gi informasjon om totalmengden fisk langs profilene og fordelingen av de ulike lengdegrupper av fisk. For å samholde data fra ekkointegreringen med kjente arter og lengdegrupper av fisk ble det parallelt foretatt fiske med garn.

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 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 (Nakken og Olsen 1977).

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 og 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 blir 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, og signalene kan kontrolleres ved at det reproduserer 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 og Fig. 2.

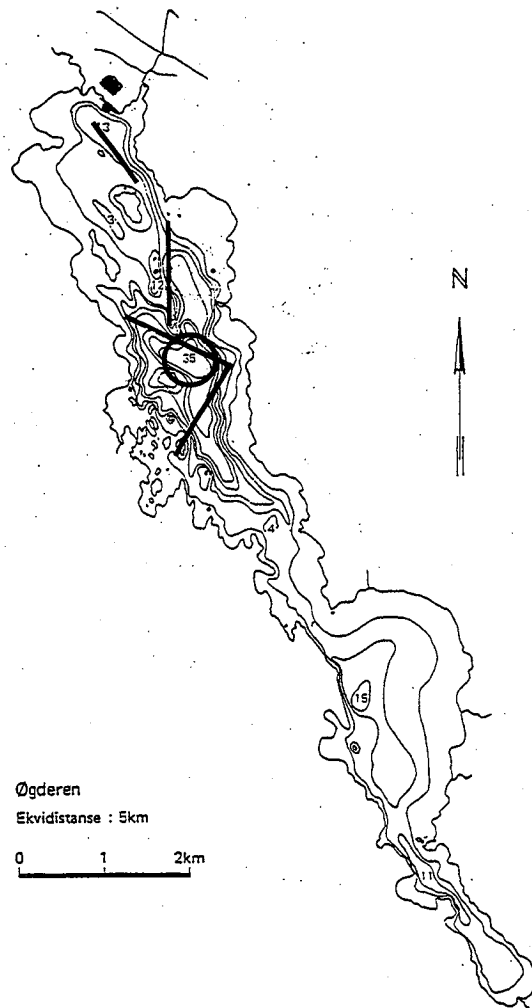


Fig. 1. Kart over Hemnessjøen med avmerket profiler for ekkointegrering (strek) og garnfiske (sirkel).

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). Det er valgt å benytte regresjonen $TS = 20 * \log_{10} (L) - 68$ gitt av Lindem og Sandlund (1984) for bestander i begge sjøer. Denne regresjonen er utarbeidet på grunnlag av ekkolodd/trålundersøkelse på fiskesamfunn bestående av sik, lagesild og krøkle i Mjøsa. Imidlertid er det ikke funnet signifikant forskjell mellom denne regresjonen og regresjoner basert på bestander dominert av mort (Bjerkeng et al. 1991).

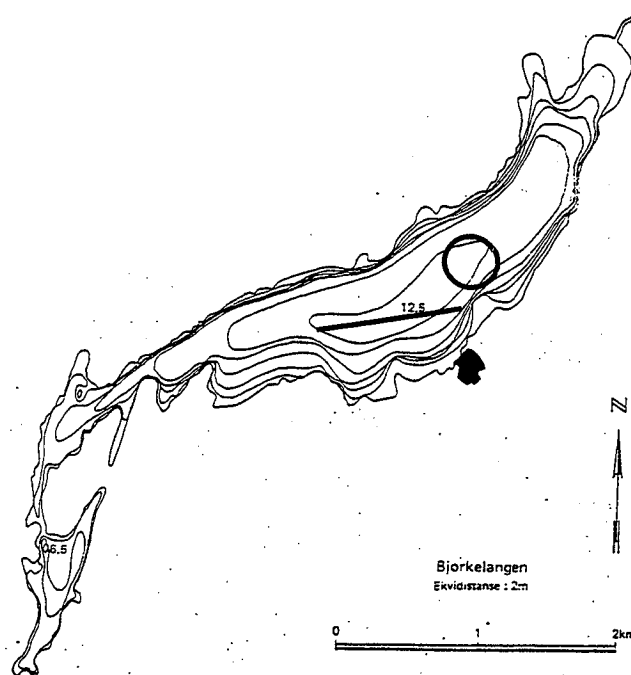


Fig.2. Kart over Bjørkelangen med avmerket profiler for ekkointegrering (strek) og garnfiske (sirkel).

I begge innsjøer ble det gjort opptak før og etter mørkets frambrudd, da fisken erfaringsmessig står spredt i vannmassene om natta. Opptakene i begge innsjøene ble gjort under gode værforhold.

For å relatere ekkosignalene til sannsynlige arter og lengdegrupper ble det parallelt med ekkoloddregistreringene foretatt prøvofiske med bunn- og flytegarn. Bunn-garn ble satt ut fra land enkeltvis. Følgende maskevidder ble benyttet: 10, 16, 19.5, 22.5, 35, 45, 52 mm. Flytegarn med maskevidde 19.5 og 22.5 mm ble benyttet både i Bjørkelangen og Hemnessjøen. I begge innsjøer ble garna trukket etter 3 timers fiske (kl. 17.00 - 20.00). Fisken ble artsbestemt og lengdemålt til nærmeste mm.

For beregning av total biomasse langs transektene er det benyttet regresjoner for lengde/vekt ($w \cdot aL^b$), der $w_{(gr)} = 0.0032 \cdot L^{3.16}_{(cm)}$ er benyttet for krøkle (Sandlund m. medarb. 1980), og $w_{(gr)} = 0.0037 \cdot L^{3.40}_{(cm)}$ for mort (Papageorgiou 1979).

RESULTATER

Ekkogrammer.

Reproduserte ekkogrammer fra dag- og nattoptak i Bjørkelangen er vist i Fig. 3. Ved begge anledninger ble fisk påvist i jevnt antall langs profilet. På dagtid ble det observert enkelte stimer, dels oppe i vannmassene, dels nær bunnen.

I Hemnessjøen ble det observert fisk i de dypere områder av innsjøen (Fig. 4). Før mørkets frambrudd ble store mengder fisk registrert under ca. 10 m's dyp og ned mot bunnen, dels på bunnen. Etter mørkets frambrudd foretok endel av bestanden vandring opp til dybdesjiktet 8-12 m under overflaten. Også i denne situasjonen ble det fortsatt observert store mengder fisk nær bunnen. Forekomsten av fisk viste relativt jevn horisontal fordeling, og der det ble foretatt ekkoregistrering ble det alltid observert fisk etter dette mønsteret der totaldypet var mer enn ca. 10 m.

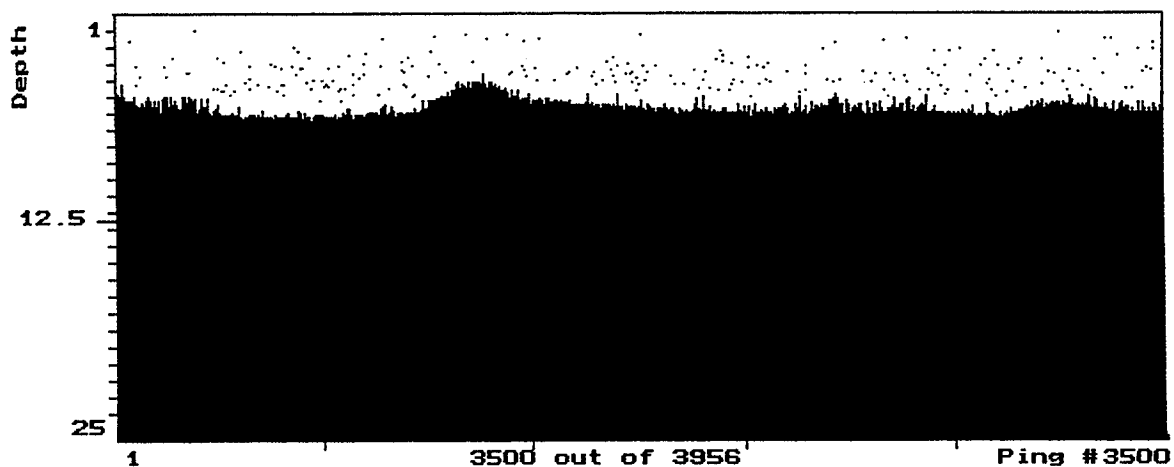


Fig.3. Ekkogram fra pelagiske områder av Bjørkelangen ved ekkointegrering i om natta 13.9.1992.

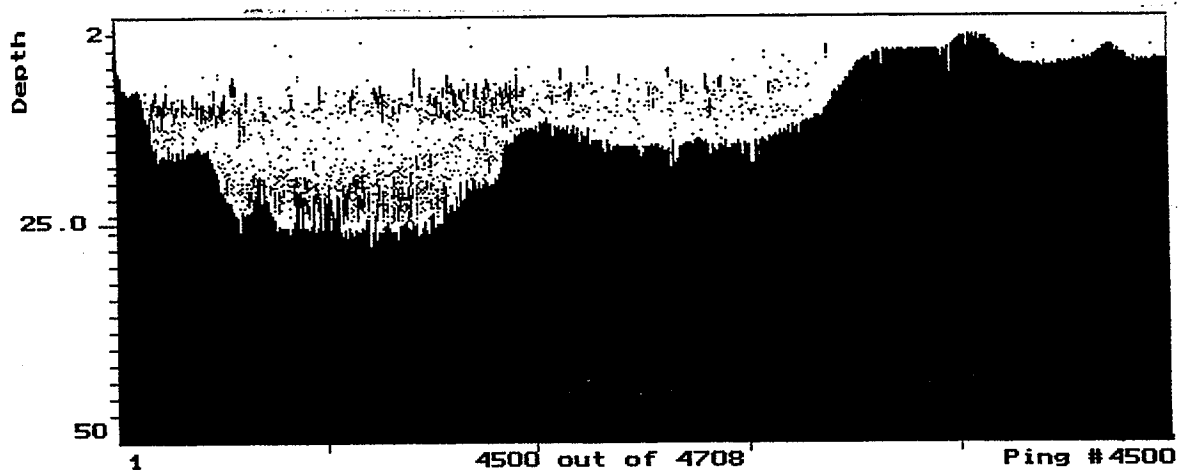


Fig.4. Ekkogram fra pelagiske områder av Hemnessjøen om natta 10.9.1992.

I innsjøen grunnområder i nord ble det kjørt et separat transekt i mørket der totaldypet var ca. 8 m. Det ble observert spredte forekomster av fisk.

Tabell 2. Antall fisk/ha innsjøoverflate beregnet ved ekko-integrering i Hemnessjøen 10.9.1992 i 4 dybdesjikt i innsjøens hovedbasseng, totaldyp ca. 25 m.

Dyp (m)	Dag P1	Dag P2	Natt
2 - 7	2.702 F/ha	500 F/ha	2.518 F/ha
7 - 12	6.211 F/ha	7.081 F/ha	8.169 F/ha
12 - 17	3.589 F/ha	4.734 F/ha	1.283 F/ha
17 - 23	884 F/ha	1.775 F/ha	2.645 F/ha

Relativ størrelsesfordeling av fisk i pelagiske områder av Hemnessjøen om natta er vist i Fig. 6. I dybdesjiktet 7-23 m under overflaten ble det observert fisk i lengdeintervallet -52 til -44 dB, noe som tilsvarer fisk i lengdeintervallet 6 - 15 cm.

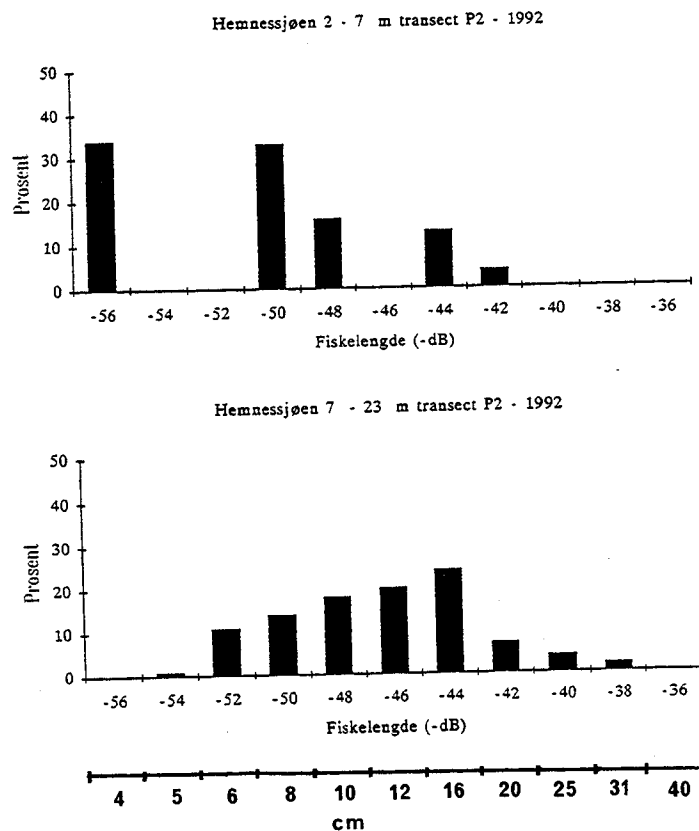


Fig.6. Relativ lengdefordeling (i - dB verdier basert på mottatt ekko-signalstyrke av fisk fra pelagiske områder av Hemnessjøen om natta 10.9.1992 i dybdesjiktet 2-7 m (over) og 7-23 m under overflaten. Omregnet verdier i cm er angitt i nederste akse

Fisketetthet/størrelsesfordeling.

Beregnet fisketetthet i de pelagiske områdene av Bjørkelangen er gitt i Tabell 1. Tettheten ble beregnet til 6.572 fisk/ha innsjøoverflate på dagtid og 10.201 fisk/ha etter mørkets frambrudd.

Tabell 1. Antall fisk/ha innsjøoverflate beregnet ved ekko-integrering i Bjørkelangen 13.9.1992 i dybdesjiktet 1-6 m.

	Dag	Natt
Bjørkelangen	6.572 F/ha	10.201 F/ha

Relativ størrelsesfordeling viser dominans av småfisk, dvs. med lengde mindre enn ca. 10 cm (se Fig. 5). I Hemnessjøen ble det over hovedbassenget med totaldyp ca. 25 m registrert 13.386 og 14.089 fisk/ha langs to transekter før mørkets frambrudd, mot 14.615 fisk/ha ved totalt mørke. I Tabell 2 er vist fisketetthet i 4 dybdesjikt. Fisketettheten i dybdesjiktet 17-23 m på dagtid er sannsynligvis sterkt underestimert, idet fisken sto svært nær eller tildels på bunnen. Tallmaterialet forøvrig viser at fisken beveger seg mot høyere vannlag etter mørkets frambrudd.

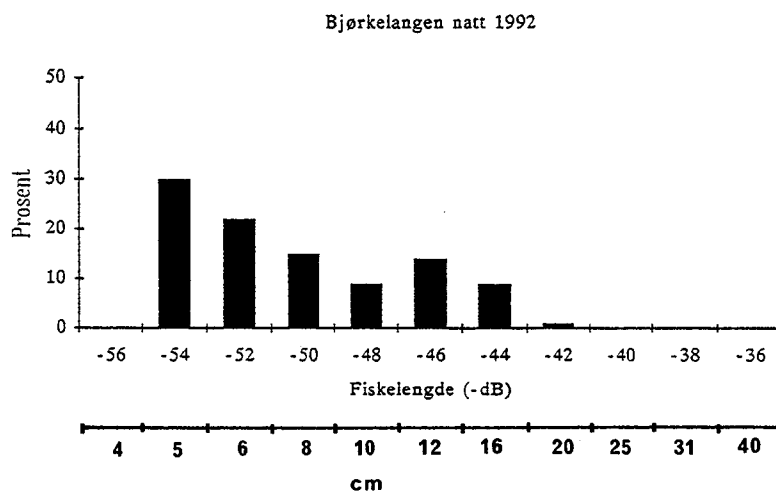


Fig. 5. Relativ lengdefordeling (i - dB verdier basert på mottatt ekkosignalstyrke) av fisk fra pelagiske områder av Bjørkelangen om natta 13.9.1992. Omregnede verdier til cm er angitt i nederste akse.

I grunne områder i nord ble fisketettheten beregnet til 1657 fisk/ha (Tabell 3), hvorav 1586 fisk/ha sto i dybdesjiktet 2-7 m. Lengdefordelingen er vist i Fig. 7, og viser reflektert ekkosignalstyrke hovedsakelig i intervallet -54 til -46 dB, tilsvarende 5-12 cm.

Tabell 3. Antall fisk/ha innsjøoverflate beregnet ved ekko-integrering i områder med totaldyp ca. 11 m i nordlig del av Hemnessjøen 10.9.1992 etter mørkets frambrudd.

Dyp (m)	Fisk / ha
2 - 7	1.586
7 - 10	71
Totalt	1.657

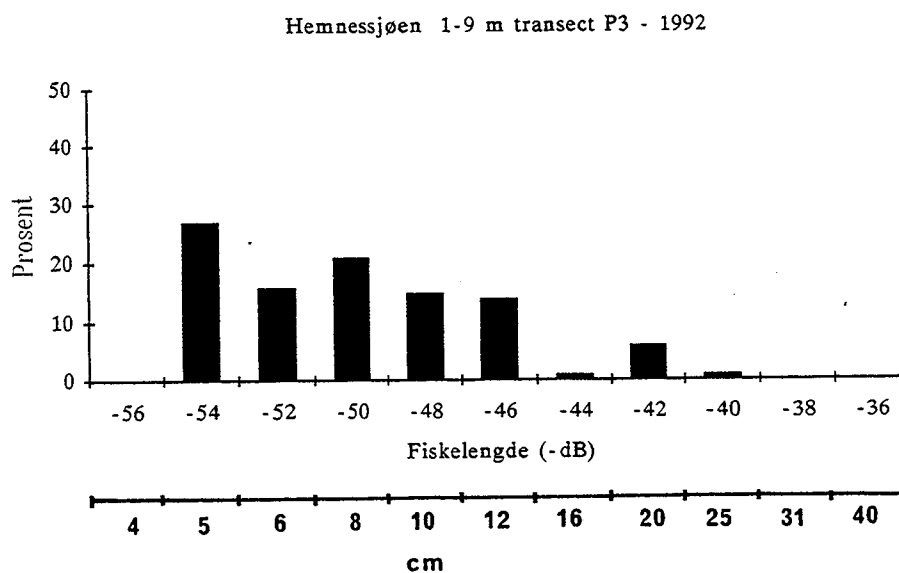


Fig.7. Relativ lengdefordeling (i -dB verdier basert på mottatt ekkosignalstyrke) av fisk registrert ved ekkoregistrering i nordlige grunne områder av Hemnessjøen 13.9.1992. Omregnet fiskelengde i cm er angitt i nederste akse.

Artssammensetning.

Ved fiske med garn i Bjørkelangen ble det påvist tilsammen syv arter, hvorav abbor, mort og flire dominerte bunngarnfangstene. I Hemnessjøen ble kun abbor, mort og flire påvist på bunngarn, hvorav de to første dominerte. Det ble ikke påvist fisk på flytegarn (dybdesjikt 1-7 m).

Tabell 4. Bunngarnfangster i Bjørkelangen ved 3 timers fiske (17.00-20.00) 1.9.1992.

Maskevidde	Fisk pr.							
	garn	Abbor	Mort	Flire	Laue	Hork	Sørv	Gjedde
10 mm	22	9	1	1	10	1	0	0
16 mm	70	15	45	6	1	2	1	0
19.5 mm	31	15	5	11	0	0	0	0
22.5 mm	41	8	5	27	0	1	0	0
35 mm	6	2	0	4	0	0	0	0
45 mm	5	0	1	3	0	0	0	1
52 mm	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	175	49	57	52	11	4	1	1

Tabell 5. Bunngarnfangster i Hemnessjøen ved 3 timers fiske (17.00-20.00) 2.9.1992.

Maskevidde	Fisk pr.			
	garn	Abbor	Mort	Flire
10 mm	6	2	4	0
16 mm	86	55	31	0
19.5 mm	19	11	8	0
22.5 mm	49	15	34	0
35 mm	0	0	0	0
52 mm	2	0	0	2
Total	162	83	77	2

KOMMENTARER

Bjørkelangen og Hemnessjøen har begge fiskesamfunn som gir positiv respons ved eutrofi. Fiskesamfunnet har en artssammensetning som kan utnytte produksjonen på lavere trofiske nivå. Forutsetningen er at oksygenforholdene er tilfredsstillende, noe som kan være et problem i Bjørkelangen på ettervinteren, idet innsjøen er grunn og næringsrik. Det er her observert fiskedød.

Forøvrig har de to innsjøene svært ulik morfometri. Totaldypet er oppgitt til 12.5 m i Bjørkelangen og 35 m i Hemnessjøen. Hvorvidt Bjørkelangen har en veldefinert pelagisk sone i fiskeribiologisk forstand kan derfor diskuteres. Den har dessuten små hypolimnetiske arealer for kaldstenoterme arter eller arter som har et vertikalt vandringsmønster mellom hypolimnion og epipolimnion. Krøkle finnes i innsjøen, men ble ikke påvist under prøvefiske verken i 1992 eller av Vøllestad i 1982. Det er antatt at bestanden av krøkle er liten, da innsjøen er for grunn til å ha et kaldtvannsrefugium av noe vesentlig volum. Fisketettheten i pelagiske områder i Bjørkelangen økte etter mørkets frambrudd. Dette indikerer at bestanden domineres av mort, idet vandring fra littorale til mer åpne områder er karakteristisk for mort (Bohl 1981, Brabrand et al. 1991). Garnfangstene viste stor forekomst av mort både i 1982 og i 1992.

Under forutsetning av at lengde/vekt regresjonen følger den angitt for mort for fisk opptil 20 cm (- 42 dB) og regresjon for abbor for fisk større enn 20 cm, beregnes en fiskebiomasse for pelagisk fiskebestand i Bjørkelangen til 290 kg/ha \pm 20 kg (95% konfidensintervall) på dagtid og 112 kg/ha \pm 20 kg om natta. Til tross for høyere fisketetthet om natta, beregnes en lavere fisketetthet, noe som indikerer utvandring av småfisk fra littorale områder og/eller at fisk oppholder seg svært nær overflaten og ikke blir registrert. Innsjøen er i grunneste laget for ekkointegrering, men de beregnete størrelser for fisketetthet og fiskebiomasse ligger i samme størrelsesorden, dog noe lavere, enn flere lavereliggende næringsrike sjøer med karpefisk. I

Årungen ble det i oktober 1984 beregnet en fisketetthet på 13.000 fisk/ha i pelagisk epilimnion om natta, noe som korresponderer til en biomasse på ca. 500 kg/ha (Bjerkeng et al. 1991). I Gjersjøen ble det før utsetting av topp-predatoren gjøres beregnet en fisketetthet til mellom 10.000 og 20.000 fisk/ha, tilsvarende ca. 200 kg/ha (Brabrand et al. 1990). Det vesentligste av dette var småmort (7-12 cm) med et horisontalt vandringsmønster.

Hemnessjøen har relativt store arealer dypere enn 10-15 m, og derved en veldefinert hypolimnetisk sone. For beskrivelse av fiskesamfunnet bør det skilles mellom følgende hovedhabitater: Et pelagisk habitat i hovedbasseng, bestående av epilimnion og hypolimnion. Videre utgjør littoralsonen et viktig habitat. Pelagisk epilimnion finnes både over innsjøens dypbasseng og i de mer grunne områder av innsjøen som er uavhengig av strandsonen.

Beregnet fisketetthet i dybdesjiktet 2-7 m langs to transekter over grunne områder etter mørkets frambrudd var 1096 og 1657 fisk/ha. Dette er vesentlig lavere enn i samme dybdesjikt over dypbassenget (2518 fisk/ha). Dette indikerer at fisketettheten i epilimnion over dypbassenget øker pga. vertikalt vandringsmønster. Krøkle er antatt å være totalt dominerende art i innsjøens pelagiske områder. Arten har et vertikalt vandringsmønster gjennom døgnet, og er av Vøllestad (1992) angitt som en av de dominerende arter under prøvegarnfiske.

Imidlertid antas fiskesamfunnet i epilimnion om natta å bestå både av mort med et horisontalt vandringsmønster og av krøkle som vandrer fra dypområdene. Prøvegarnfisket utført av Vøllestad i 1982 viser at krøkle totalt dominerte fangsten på flytegarn 10-16 m under overflaten, mens fangstene i 1-7 m sjiktet besto av mort, abbor og krøkle, med mort som dominerende. Under forutsetning av at mort dominerer i øvre vannmasser og krøkle i vannlag dypere enn 7 m er det beregnet en biomasse på 198 og 397 kg/ha i hovedbassenget på dagtid og 272 kg/ha etter mørkets frambrudd. Av dette utgjør biomassen under 7 m's dyp henholdsvis 139 og 269

kg/ha på dagtid og 240 kg/ha om natta.

I Bjørkelangen må tettheten av fisk og biomassen karakteriseres som lavere enn forventet i forhold til innsjøens generelle trofiske nivå. I regional sammenheng ligger målt fisketetthet lavt i forhold til både total fosforkonsentrasjon og mengde klorofyll. Dette kan enten skyldes at innsjøen er grunn og lite egnet for hydroakustiske målinger eller at det er andre forhold enn innsjøens produksjonskapasitet (bæreevne) som styrer fisketettheten. Sammenliknet med andre grunne sjøer (Tunevann, Årungen) viser imidlertid Bjørkelangen fortsatt lav fisketetthet, og det er antatt at periodisk fiskedød pga. oksygensvinn har resultert i lavere fisketetthet enn produksjonsforholdene skulle tilsi. Fra lokalt hold bekreftes forekomst av fiskedød, men omfang (frekvens/omfang) er ikke mulig å angi. Hyppig oksygensvinn og høyt trofinivå vil dessuten strukturere fiskesamfunnet mot økt forekomst av brasme og flire (Bninska 1955), mens spesielt krøkle sannsynligvis vil bli utsatt for hyppigere dødelighet. Prøvefiske både i 1992 og det gjennomført av Vøllestad i 1982 viste stor forekomst av spesielt flire, og fiskesamfunnets totale artssammensetning og dominansforhold angir at fiskesamfunnet er sterkt preget av innsjøens trofiske status.

Imidlertid er krøkle kortlevet og med stort reproduksjonspotensiale. Dette gjør at bestanden lett kan ta seg opp igjen. Sporadisk oksygensvinn vil derfor sannsynligvis føre til at krøklebestandens størrelse kan variere svært mye.

De målte bestandstettheter i pelagisk sone i Hemnessjøen er i samme størrelsesorden som de som observeres i andre dype, krøkledominerte sjøer med samme trofinivå (Øyeren: Brabrand under arbeid, Hjalparen: Brabrand 1985, Rødnessjøen: Brabrand upublisert). Innsjøen har imidlertid bare krøkle som typisk pelagisk/hypolimnetisk art, og fiskesamfunnet er derfor svært enkelt, idet krøkle vanligvis finnes sammen med sik og/eller lagesild.

Det har fra flere hold vært reist spørsmål om utsetting av gjørs

i flere innsjøer i Haldensvassdraget. Gjørs er en jagende rovfisk i pelagiske områder, og den er en effektiv predator på krøkle og yngre stadier av karpefisk (Linfield 1979). Der krøkle finnes, er denne arten den byttefisk som blir foretrukket. Forøvrig er gjørs en av de ytterst få pelagiske predatorarter som trives i mesotrofe og eutrofe sjøer. Det ble i 1992 satt ut et lite antall stor gjørs i Hemnessjøen, tatt fra Gjersjøen i Oppegård. Gjørsens preferanse for krøkle som byttefisk gjør at næringsforholdene for gjørs her antas som meget gode. Dersom overføring var vellykket, forventes gode vekstforhold og rask bestandsvekst. I Bjørkelangen vil periodisk oksygenvinn, liten bestand av krøkle og stort innslag av flire gjøre at forholdene her vurderes som mindre gunstige enn i Hemnessjøen. Selvom gjørs trolig vil kunne etablere fast bestand, vil spesielt periodisk oksygenvinn kunne gi lite stabil bestandsstørrelse.

LITTERATUR

- Bjerkeng, B., Borgstrøm, R., Brabrand, Å. og Faafeng, B. 1991. Fish size distribution and total fisk biomass estimated by hydroacoustical methods: a statistical approach. Fisheries Research, 11, 41-73.
- Brabrand, Å. 1985. Hydroakustisk registrering av fisk i Vänern og Hjälmaren. Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, 80, 35 s.
- Bninska, M. 1955. The possibilities of improving catcable fish stocks in lakes undergoing eutrophicaation. J. Fish Biol. 27 (Suppl. 1), 253-261.
- Craig, R.E. og Forbes, S.T. 1969. Design og a sonar for fisk counting. Fiskeridiv. Skr. Ser. Havunders. 15, 210-219.
- Linfield, R.S.J. and Rickards, R.B. 1979. The zander in perspective. Fish mgmt. 10, 1-16

- Lindem, T. og Sandlund, O.T. 1984. Ekkoloddregistrering av pelagiske fiskebestander i innsjøer. Fauna 37, 105-111.
- Nakken, O. og Olsen, K. 1977. Target strenght measurements of fish. Rap. P.-V. Reun. Cons. Int. Explor. Mer. 170, 52-69. Fevrier 1977.
- Papageorgiou, N.K. 1979. The length weight relationship, age, growth and reproduction of the roach Rutilus rutilus (L.) in Lake Volvi. J. Fish. Biol. 14, 529-538.
- Sandlund, O.T., Klyve, L., Hagen, H. og Næsje, T.F. 1980. Krøkla i Mjøsa-Alderssammensetning, vekst og ernæring. DVF-Mjøsendersøkelsen nr. 2. 70 s.
- Vøllestad, A. 1985. Resource partitioning of roach Rutilus rutilus and bleak Alburnus alburnus in two eutrophic lakes in SE Norway. Holarctic Ecology 8, 88-92.
- Vøllestad, A. 1985. Mort og laue spiser blågrønnalger. Fauna 37, 17-21.
- Vøllestad, A. 1985. Horkens biologi i Haldenvassdraget. Fauna 38, 13-17.
- Vøllestad, A. 1992. Age, growth and food of the burbot Lota lota in two eutrophic lakes in southeast Norway. Fauna norv. Ser. A. 13, 13-18.
- Vøllestad, A., Skurdal, J. og Qvenild, T. 1986. Habitat use, growth, and feeding of pike (Esox lucius L.) in four Norwegian lakes. Arch. Hydrobiol. 108, 1, 107-117.