

138

oppdragsmelding

Ekkoloddregistrering av pelagisk fiskebestand i Mjøsa 1990-91

Odd Terje Sandlund
Tor F. Næsje
Torfinn Lindem



NINA

NORSK INSTITUTT FOR NATURFORSKNING

Ekkoloddregistrering av pelagisk fiskebestand i Mjøsa 1990-91

Odd Terje Sandlund
Tor F. Næsje
Torfinn Lindem

Odd Terje Sandlund, Tor F. Næsje & Torfinn Lindem
Ekkoloddregistrering av pelagisk fiskebestand i Mjøsa 1990-
91.

NINA Oppdragsmelding 138: 1-15.

Trondheim, juni 1992

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-0251-4

Klassifisering av publikasjonen:
sik, lagesild, krøkle, pelagisk fisk i innsjøer

Copyright (C) NINA
Norsk institutt for naturforskning

Siteres fritt med kildeangivelse

Opplag: 100

Adresse:
NINA
Tungasletta 2
7005 Trondheim

Forord

I 1989 ble Norsk institutt for naturforskning (NINA) anmodet av Programstyret for innsjøbeiting i Mjøsa om å fremme et forslag til overvåking av fiskebestanden i Mjøsa. Det ble i februar 1990 fremmet et omforent forslag for overvåking av innsjøen i samarbeid med Norsk institutt for vannforskning (NIVA). Det viste seg imidlertid umulig å finansiere dette programmet. På bakgrunn av de omfattende planene for økning av aurebestanden, og de store endringer i næringsstofftilførsel til Mjøsa de siste 10-15 år, besluttet NINA likevel å gjennomføre et prosjekt for ekkoloddregistrering av pelagisk fiskebestand i 1990 og 1991. Hensikten var å kunne sammenligne med data fra undersøkelser i 1978-79. Prosjektet fikk i 1991 noe støtte fra Fylkesmannen i Oppland, men er i hovedsak finansiert av NINA. Universitetet i Oslo har stilt båt til disposisjon, og har dekket kostnader med analyse av hydroakustiske data.

Denne rapporten redegjør for resultatene av registreringene i 1990-91, og trekker sammenligninger med data fra 1978-79.

Under feltarbeidet har vi hatt god hjelp av Sverre Havdahl, June Breistein, Randi Saksgård, Anne Marie Voll og Rune Johnsen.

Trondheim juni 1992

Odd Terje Sandlund

Referat

Sandlund, O.T., Næsje, T.F. & Lindem, T. 1992. Ekkoloddregistreringer av pelagisk fiskebestand i Mjøsa 1990-91. NINA Oppdragsmelding 138: 1-15.

Det er gjennomført nattregistreringer med ekkolodd over hele Mjøsa i august, september og oktober 1990, og i januar, mai/juni og september 1991. I mai/juni og september 1991 ble det også utført registreringer om dagen. Resultatene fra dag- og nattkjøringene viser at fiskettheten som beregnes på grunnlag av dagregistreringer er bare 46-48% av tilsvarende tall beregnet fra nattregistreringer.

Ekkostyrkefordelingene fra nattregistreringene viste at 0+ krøkle dominerte i antall i vannmassene, fulgt av eldre krøkle, lagesild og sik. Regnet etter biomasse dominerte som oftest eldre krøkle. Total pelagisk fiskebestand varierte mellom 7,8 millioner fisk (mai 1991) og 18,1 millioner fisk (september 1990).

Det har vært en kraftig nedgang i pelagisk fiskebestand i Mjøsa siden 1978-79; total pelagisk fiskebestand er redusert med ca 70%. Dette har vesentlig sammenheng med nedgangen i produktivitet i innsjøen som følge av redusert tilførsel av næringsalter.

Odd Terje Sandlund, Tor F. Næsje, Norsk institutt for naturforskning, Tungasletta 2, 7005 Trondheim

Torfinn Lindem, Fysisk institutt, Univ. i Oslo, Postboks 1048, Blindern, 0316 Oslo

Innledning

Den pelagiske fiskebestanden i Mjøsa domineres i hovedsak av de tre artene lagesild (*Coregonus albula*), sik (*C. lavaretus*) og krøkle (*Osmerus eperlanus*) (Sandlund et al. 1985). Av disse er det bare lagesilda som kun oppholder seg i pelagialen (Næsje et al. 1991, Sandlund et al. 1985). Sik og krøkle oppholder seg langs bunnen hele året, mens bare deler av bestanden vandrer ut i de fri vannmasser sommer og høst (Sandlund et al. 1992). Habitatskiftet skjer i den perioden da næringstilgangen i pelagialen er størst (Næsje et al. 1991).

Auren (*Salmo trutta*) er den viktigste predatoren på de pelagiske fiskebestandene (Sandlund et al. 1985), og krøkla er den viktigste byttefisk. Mjøsauren er kjent for sin gode vekst og størrelse. Dette gir grunnlag for et attraktivt fiske, og i de senere år har det fra forvaltningens side blitt lagt ned mye arbeide for å øke bestanden av aure i innsjøen (Taugbøl 1990). Dette gjøres blant annet ved storskala utsetting av stedegen oppdrettsfisk og habitatforbedring i gyte- og oppvekstlver. Bestanden av voksen aure er imidlertid avhengig av byttefiskbestanden. For at auren skal kunne gå over fra invertebrater (insekter og annet) til fiskeføde må det være tilgjengelig tilstrekkelig antall byttefisk av rett størrelse. I Mjøsa vil dette vesentlig si krøkle, og til en viss grad ungfisk av lagesild (Sandlund & Næsje 1984, Taugbøl et al. 1989). Omslaget i vekst som er viktig for aurens størrelse, er nøye forbundet med denne overgangen til fiskeføde. For å kunne vurdere produksjonsgrunnlaget for aure er det derfor viktig å kjenne til bestanden av pelagiske fiskearter.

Beregning av størrelsen på fiskebestander kan i mange sammenhenger være problematisk. I store innsjøer som Mjøsa kan slike beregninger innen praktiske og økonomiske rammer bare gjennomføres ved hydroakustiske metoder, det vil si ved ekkolodd- registreringer. I 1978–81 ble det i regi av DVF-Mjøsaundersøkelsen og Fysisk institutt ved Universitetet i Oslo gjennomført en rekke ekkoloddregistreringer i Mjøsa. Formålet med denne rapporten er å sammenligne ekkoloddregistreringer utført i 1990–91 av Norsk institutt for Naturforskning (NINA) med resultatene fra 1978–81.

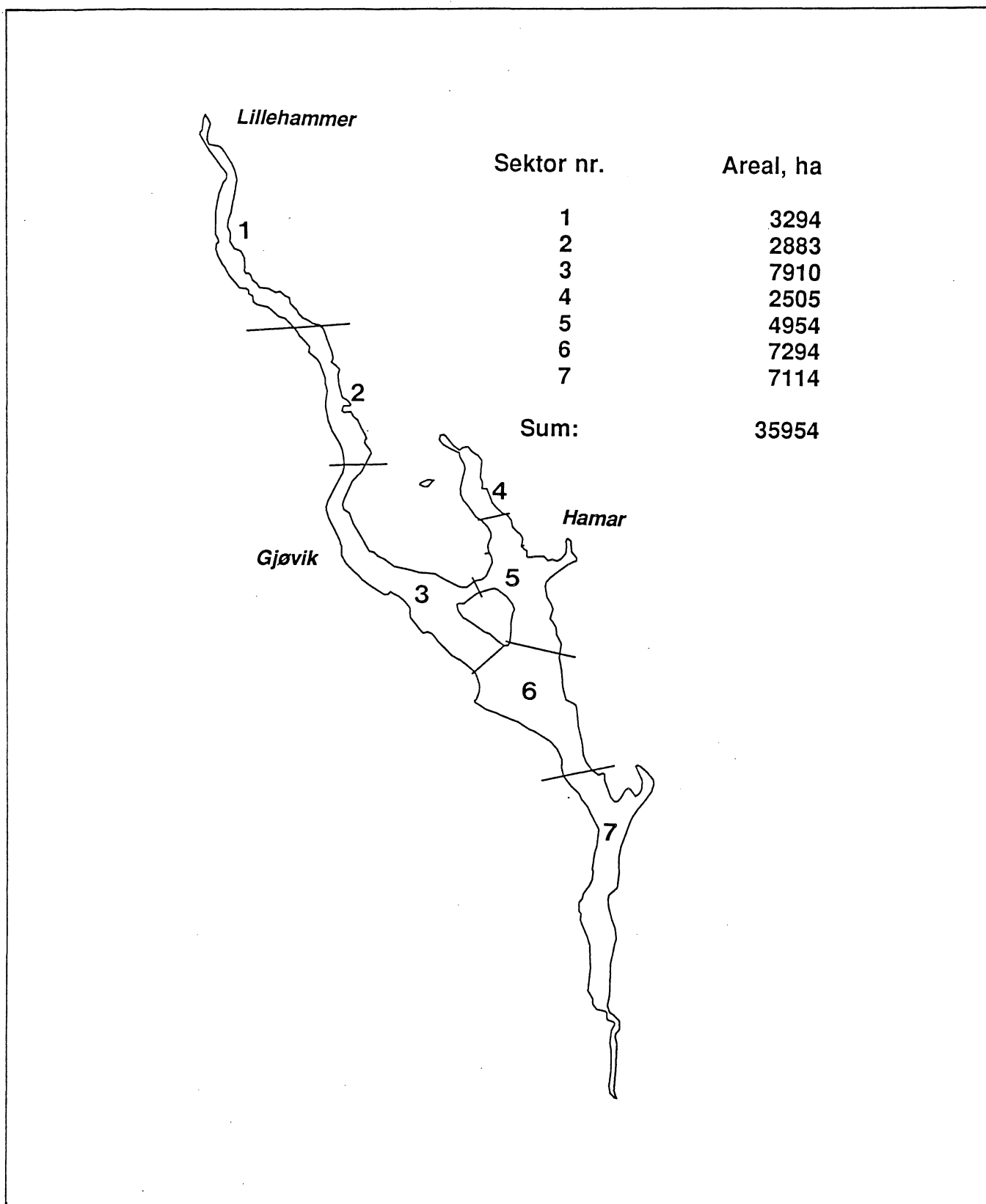
Områdebeskrivelse

Norges største innsjø, Mjøsa (overflateareal 365 km²), er en dyp fjordsjø, med maksimaldyp på 449 m og et gjennomsnittdyp på 153 m. Innsjøbassengets form fører til at strandsona er liten i forhold til den pelagiske sona. Produksjonen i strandsona er redusert på grunn av at innsjøen er regulert, med en reguleringshøyde på 3,6 m. Minimumsvannstanden inntreffer om vinteren før vårflommen. Vanligvis er innsjøen isdekt fra slutten av januar til begynnelsen av mai, men enkelte år legger ikke isen seg på den sentrale og sørlige delen av innsjøen, sør for Gjøvik (figur 1). Om sommeren er vannmassene lagdelte; det danner seg en termoklin mellom 10 og 20 m (Kjellberg 1986). Teoretisk oppholdstid for vannet i bassenget er 5,6 år.

Mjøsa er i utgangspunktet en forholdsvis næringsfattig innsjø. I løpet av noen tiår fram til midten av 1970-tallet førte næringsalltilførsler fra jordbruk, industri og kloakk til en rask eutrofiering av vannmassene (Holtan 1981). Fra slutten av 1970-tallet ble det lagt stor innsats i å redusere tilførselene av næringsalter og bedre vannkvaliteten. Dette har ført til en reduksjon av tilført fosfor fra omkring 400 tonn i 1975 til ca 200 tonn på slutten av 1980-tallet (Kjellberg 1986; pers. medd.).

Primærproduksjonen i Mjøsa nådde en topp med ca 100 gC m⁻² år⁻¹ i 1975–1976. I dag er nivået ca 30 gC m⁻² år⁻¹. Gjennomsnittlig algebiomasse har gått ned fra ca 2 g m⁻³ på slutten av 1970-tallet til 0,2–0,7 g m⁻³ i 1989–1991 (Kjellberg 1986, pers. medd.). Også zooplanktonet gjennomgår store endringer i mengde og sammensetning fra år til år. Zooplanktonsamfunnets produksjon og struktur påvirkes både av tilgjengelig føde (produksjon, algetyper, algebiomasse) og av predasjonstrykk fra fisk og invertebrate predatorer (i Mjøsa særlig *Mysis relicta*). For å bedømme endringer i zooplanktonsamfunnet er det derfor nødvendig å kjenne både systemets produktivitet og bestanden av planktonspisende fisk.

Fiskebestanden i Mjøsa omfatter 20 arter (Sandlund et al. 1985), hvorav krøkle, lagesild, sik og aure utnytter den pelagiske sona.



Figur 1 Mjøsa, inndelt i sju sektorer (1–7) som er brukt ved bestandsberegningene.

Metoder og materiale

Registreringene er gjennomført med et Simrad EY-M ekkolodd. Data er lagret på kassettbånd med en Sony TC-D5M båndopptaker, og senere digitalisert og analysert med HADAS software (levert av Lindem Data Aquisition, Oslo). HADAS omregner statistisk ekkofordelingen til målstyrkefordeling, basert på en modifisert versjon av metoden beskrevet av Craig & Forbes (1969). Ved å kombinere ekkotelling med integrering av ekko fra fiskestimer beregnes gjennomsnittlig fisketetthet i et område. Systemet har blitt testet med godt resultat mot andre hydroakustiske metoder (Rudstam et al. 1988).

Det er gjennomført ekkoloddregistreringer etter faste kurser over hele Mjøsa i august, september og oktober 1990, og i januar, mai/juni og september 1990. I alle månedene ble registreringene gjort om natta. I mai/juni og september 1991 ble det også gjort registreringer om dagen for å skaffe sammenlignende tall. I januar 1991 lå det is fra Lillehammer til Gjøvik. Denne delen av innsjøen ble derfor ikke registrert i den perioden. I september 1991 gjorde en elektrisk feil ved båtens motor at en del av dataene ble ødelagt av elektrisk støy.

Mjøsa er delt i 7 sektorer (**figur 1**). Innen hver sektor er gjennomsnittlig fisketetthet (antall fisk pr hektar i 3–45 m dyp) beregnet på grunnlag av fisketetthet for hver registreringskurs. Total fiskebestand er beregnet ut fra arealet av de 7 innsjøsektorene og gjennomsnittlig fisketetthet.

Størrelsesfordelingen i fiskebestanden er anslått på grunnlag av forholdet mellom fiskestørrelse og fiskens målstyrke (target strength, TS) som er vist i Mjøsa (**tabell 1**). Undersøkelser av habitatbruk hos sik, lagesild og krøkle i Mjøsa viser at sik går pelagisk fra en kroppslengde på ca 25 cm (Sandlund et al. 1992). Lagesild går pelagisk fra en lengde på ca 7–8 cm (Næsje et al. 1986, 1991), mens alle lengdegrupper av krøkle finnes pelagisk (Næsje et al. 1987). Gruppen 7,3–14,8 cm kan derfor omfatte både ung lagesild og krøkle eldre enn 1+. I 1978–1979 viste prøvofisket at ung lagesild utgjorde mindre enn 0,1 % av fangstene i denne lengdegruppa (Sandlund et al. 1985). I denne rapporten brukes betegnelsene 0+ krøkle, eldre krøkle, lagesild og sik om de fire størrelsesgruppene, slik som definert i **tabell 1**.

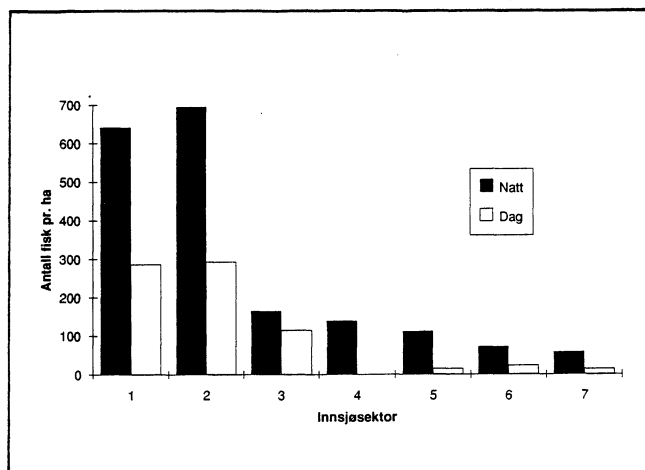
Tabell 1 Ekkostyrke (TS, i dB) for de ulike lengdegrupper (L, cm) av pelagisk fisk i Mjøsa. Basert på forholdet $TS = 19,72 \log L - 68$ (Lindem & Sandlund 1984).

Målstyrke	Fiskelengde	Art
TS < -51 dB	< 7,3 cm	0+ krøkle
-51 dB < TS < -45 dB	7,3 – 14,8 cm	eldre krøkle
-45 dB < TS < -41 dB	14,8 – 23,6 cm	lagesild
> -41 dB	> 23,6 cm	sik

Resultater

Dag- og nattregistreringer

Erfaring med ekkoloddregistreringer tyder på at forskjeller i fiskens atferd om natta og om dagen i stor grad påvirker resultatene. De høyeste bestandsestimater oppnås trolig når registreringene gjøres om natta. I 1978–1981 ble mange av ekkooptakene på Mjøsa gjort om dagen. For å kunne sammenlikne resultatene ble det i mai og september 1991 gjort registreringer både natt og dag. For alle sektorene av innsjøen ga registreringene om natta høyere estimater for fisketetthet enn om dagen. Dagestimatene utgjorde i mai 1991 mellom 13,9 og 69,9% av nattestimatene, i gjennomsnitt 38,2% (figur 2). På grunn av tekniske problemer i september 1991 ble bare dag- og nattestimat for fisketetthet gjennomført i sektor 1 og 2 (Ringsakerfjorden). Her utgjorde dagestimatene henholdsvis 48,1 og 45,7% av nattestimatene (gjennomsnitt 46,9%). Et tilsvarende forsøk ble utført i mai 1978, i området Hamar–Helgøya. Fiske- tettheten beregnet på grunnlag av dagregistreringene utgjorde da 62,0% av resultatet for nattregistreringene.

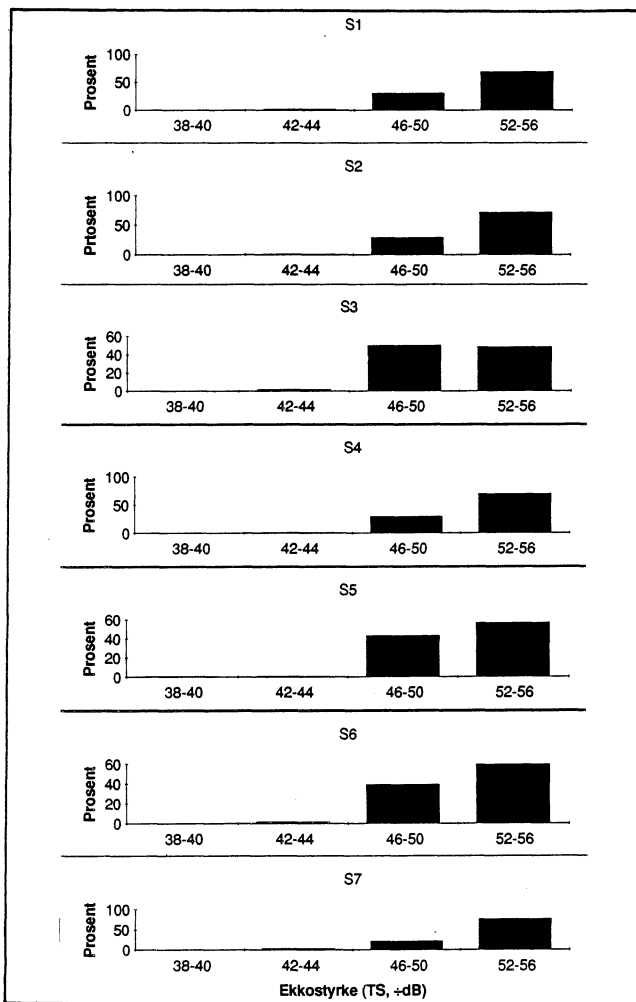


Figur 2 Fisketetthet ved natt- og dag-registreringer i mai 1991. I sektor 4 ble det ikke gjort dagregistreringer i denne registreringsperioden.

I Mjøsa er det derfor tydelig at de beste bestandsestimater for pelagisk fiskebestand oppnås ved registreringer utført om natta. Registreringer gjort om dagen gir estimater for fisketetthet som bare er mellom 40 og 60% av registreringer gjort om natta.

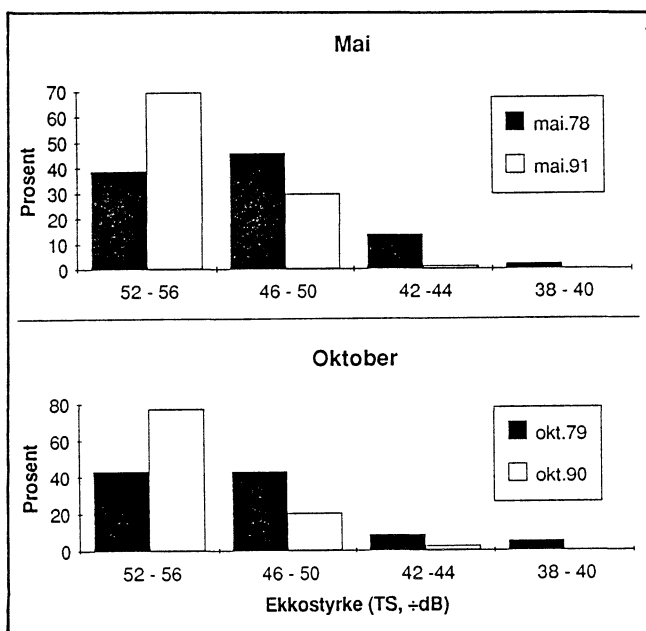
Ekkostyrkefordeling

I mai 1991 dominerte 0+ krøkle (nesten ett år gammel) i alle deler av Mjøsas fri vannmasser (figur 3). Bildet var generelt det samme i ved alle registreringene i 1990–1991. Sektor 3 (området ved Gjøvik) skilte seg ut i mai 1991, ved at det da var nesten like mye eldre krøkle som 0+ krøkle. I mai var det svært lite lagesild og sik i de fri vannmasser.



Figur 3 Ekkosignalenes relative fordeling på ekkostyrke ved registreringer i sju sektorer av Mjøsa (S1–S7, se figur 1) i mai 1991.

Registreringene i 1978–1980 viste en litt annen størrelsesfordeling enn i 1990–1991 (figur 4). Nattregistreringer i sektor 5 (utenfor Hamar; figur 1) i mai og oktober viser at 0+ krøkle var mindre dominerende i 1978–1979. I 1978–1979 var det nesten like mye eldre krøkle, og en større andel lagesild og sik. Registreringer i sektor 4 (Fumesfjorden) i 1978 og 1990 viste tilsvarende forskjeller.



Figur 4 Prosentvis ekkostyrkefordeling ved nattregistreringer i sektor 5 (Hamar-Helgøya) i mai 1978 og 1991, og oktober 1979 og 1990.

Total fisketetthet i Mjøsa

Ved alle registreringsrundene i 1990–91 var det stor variasjon i fisketetthet (alle størrelser) mellom de ulike delene av Mjøsa (figur 5). I august 1990 varierte fisketettheten mellom de sju sektorene av innsjøen fra 198 (sektor 1) til 1043 (sektor 2) fisk pr ha. I mai 1991 var fisketettheten generelt noe lavere, og varierte mellom 57 (sektor 7) og 758 (sektor 1) fisk pr ha. Maksimal tetthet ble observert i ulike deler av innsjøen til ulike tider. I mai var tettheten størst i sektor 1, i august og oktober i sektor 2, og i september 1990 i sektor 3. Dette indikerer at den fisken som går pelagisk flytter seg mellom de ulike delene av innsjøen.

For fire registreringsrunder foreligger det data fra alle sektorene i innsjøen (august, september, oktober 1990, mai 1991). Gjennomsnittlig fisketetthet for disse fire rundene var høyest i sektor 2 og 3 (henholdsvis 786 og 580 fisk pr ha). I januar og i september 1991, da ikke alle sektorer ble registrert, var maksimal fisketetthet henholdsvis i sektor 6 og 5.

På grunnlag av arealene for de sju sektorene av Mjøsa (figur 1) og fisketetthet innen de ulike sektorene (fig. 5) kan total pelagisk fiskebestand beregnes (tabell 2). For de tre høstmånedene i 1990 varierer pelagisk fiskebestand mellom 15 og 18 millioner fisk, med det laveste estimatet i oktober.

I mai 1991 var pelagisk fiskebestand lavere; i underkant av 8 millioner fisk.

I januar og september 1991 ble ikke hele innsjøen registrert. I januar lå det is på sektor 1 og 2, og vi tør ikke anslå noen tettheter for områdene under isen. Imidlertid var fisketettheten i den isfrie delen av innsjøen høy i januar. Totalbestanden for de ca 30000 ha uten is i januar var 19,7 millioner fisk. I september 1991 mangler data for sektor 3. Dersom vi antar at fisketettheten for denne sektoren tilsvarer gjennomsnittet for sektor 2 og 6, blir totalbestanden i september 1991 11,5 millioner fisk.

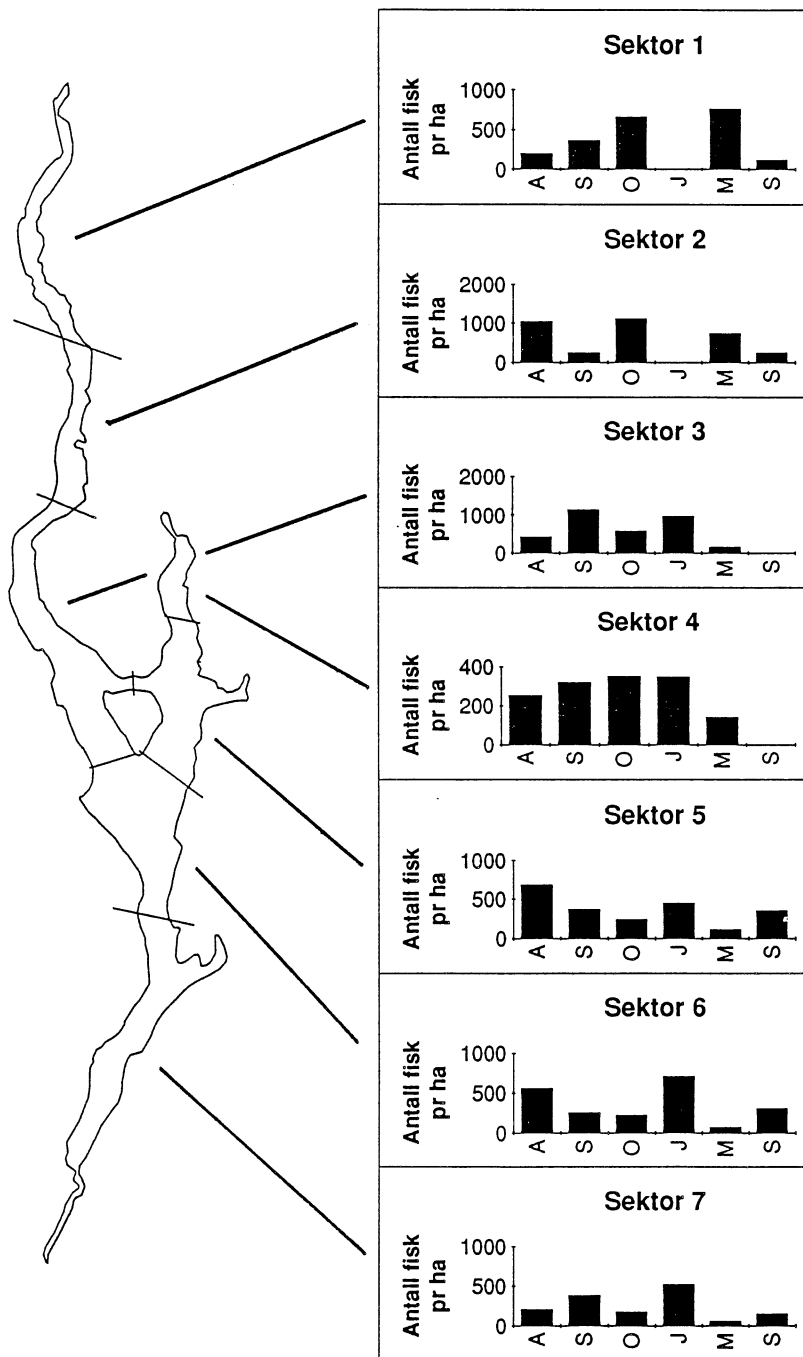
På grunnlag av ekkostyrkefordelingen kan fordelingen på fiskestørrelse også beregnes. Figur 6 viser utviklingen i antall fisk for de fire ekkostyrkegruppene fra august 1990 til september 1991. Bestanden av krøkle (0+ og 1+ og eldre; henholdsvis TS = +52 – +56 dB og TS = +46 – +50 dB), varierte kraftig, mens bestanden av lagesild og sik er mer stabil på et lavt nivå.

Bestandsendringer siden 1978–1981

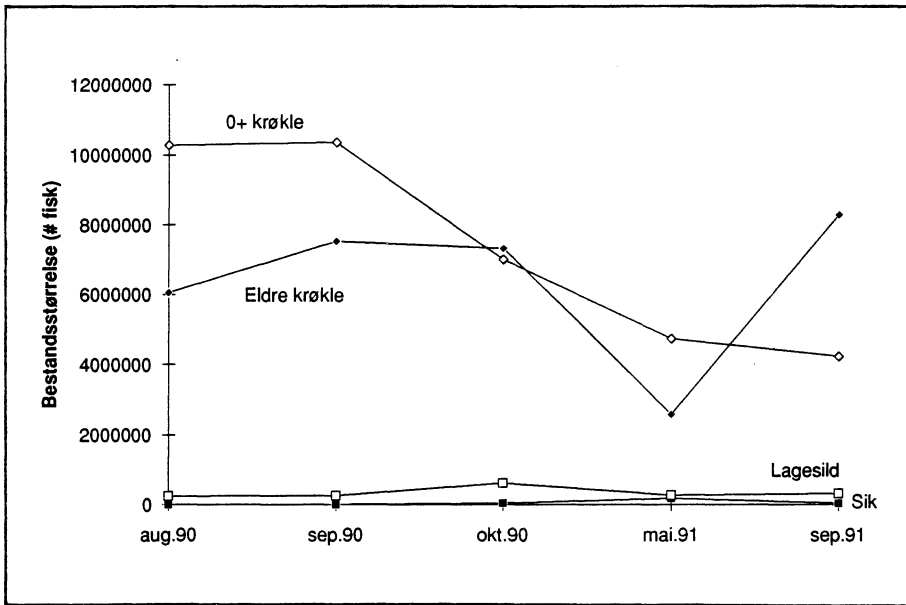
En direkte sammenligning av pelagisk fiskebestand kan gjøres mellom mai 1978 og mai 1991, da det ved begge anledninger ble gjort registreringer om dagen (figur 7). Fisketettheten i de ulike sektorene var i 1991 mellom 1,2 og 34,4% (i gjennomsnitt 14,1%) av tettheten i 1978. En tilsvarende tendens framkommer i en sammenligning mellom oktober 1978 og oktober 1990. I oktober 1978 ble registreringene gjort om dagen, i 1990 om natta. Dersom vi antar at dagesestimater gir ca 50% av nattestimatene, utgjorde fisketettheten i 1990 i de sju ulike sektorene av innsjøen mellom 11 og 77 %, i gjennomsnitt 32 % av tetthetene i 1978. Det ser altså ut til at den pelagiske fiskebestanden i Mjøsa er redusert med over 70 % fra 1978 til 1990–1991.

Biomasseberegninger

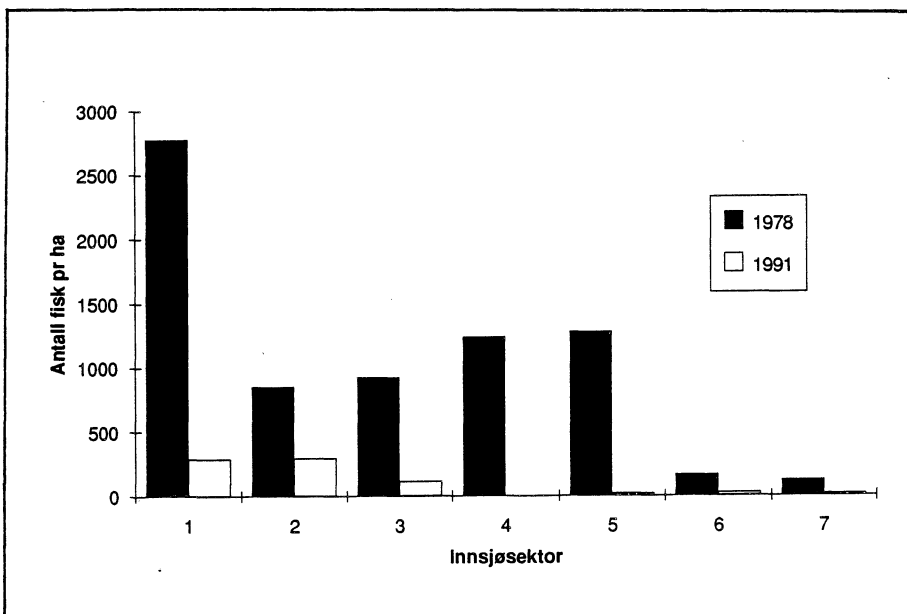
Det er ikke gjennomført noe prøvofiske i 1990–1991, og vi vet derfor ikke hvilke gjennomsnittsvæker som gjelder for de størrelsesgruppene vi her har definert. Dersom vi bruker de væker som er gitt i Kjellberg & Sandlund (1983) får vi en biomasse av pelagisk fisk i Mjøsa som vist i tabell 3. Sammenlignet med den biomassen som ble beregnet for innsjøen i 1978–1980, viser dette en dramatisk nedgang. Fordi vi ikke har sikre tall for gjennomsnittlige individvekter i 1990–1991, er imidlertid usikkerheten i biomasseberegningene stor.



Figur 5 Total fisketetthet i sju sektorer av Mjøsa, august 1990 – september 1991.



Figur 6 Bestanden av de ulike størrelsesgrupper pelagisk fisk i Mjøsa, august 1990 – september 1991, fordelt etter ekkostyrke. (TS-grupper: se tabell 1).



Figur 7 Fisketetthet i sju sektorer av Mjøsa (se figur 1) i mai 1978 og mai 1991, beregnet fra registreringer gjort om dagen.

Tabell 2 Bestandsestimater (i 1000 fisk) for pelagisk fisk (alle størrelser) i Mjøsa, august 1990 – mai 1991. For september 1991 er tallet for sektor 3 beregnet som gjennomsnittet for fisketettheten i sektor 2 og 5.

	August 1990	Sept. 1990	Okt. 1990	Jan. 1991	Mai 1991	Sept. 1991
Sektor 1	653	1200	2173	–	2498	389
Sektor 2	3005	704	3235	–	2123	700
Sektor 3	3344	9046	4646	7665	1301	(960)
Sektor 4	630	802	880	869	348	4421
Sektor 5	3377	1842	1181	2222	555	1738
Sektor 6	4092	1843	1600	5187	533	2236
Sektor 7	1483	2701	1248	3717	408	1060
Total	16584	18138	14963	–	7766	(11504)

Tabell 3 Biomasse av pelagisk fisk i Mjøsa, 1990–1991 og i 1978–1980. Gjennomsnittsvekter etter Kjellberg & Sandlund (1983): 0+ krøkle: 0,5 g, 1++ (1+ og eldre) krøkle: 10 g, lagesild: 85 g, sik: 250 g. Biomassetall for 1978–1980 etter samme kilde.

Gruppe	Aug. 1990	Sept. 1990	Okt. 1990	Mai 1991	Sept. 1991	1978– 1980
0+ krøkle	5145	5178	3496	2364	1889	11000
1++ krøkle	60518	75164	73200	25843	74031	90000
Lagesild	15792	16934	40082	17515	24038	340000
Sik	0	1005	8764	46069	10100	500000
Sum	81455	98281	125542	91791	110058	941000

Diskusjon

Det er en påfallende nedgang i pelagisk fiskebestand i Mjøsa i perioden fra 1978–1980 til 1990–1991. Reduksjonen i antall fisk er på mer enn 70 %. Særlig har antall fisk i størrelsesgruppene som tilsvarer sik og lagesild gått tilbake. Antall og biomasse voksen (1+ og eldre) krøkle har holdt seg mer stabil. Årsaken til tilbakegangen kan ligge i to ulike faktorer: 1) En generell reduksjon av produktiviteten i innsjøen, og 2) naturlige variasjoner i bestandsstørrelse. Den generelle produktiviteten i Mjøsa er kraftig redusert i løpet av 15 år; gjennomsnittlig algebiomasse er nå 10–30 % av det som ble målt på slutten av 1970-tallet (Kjellberg 1992). Det er sannsynlig at dette er den viktigste årsaken til reduksjonen i pelagisk fiskemengde.

Alle de tre artene er kjent for store variasjoner i rekruttering, også i Mjøsa. Bestandene av sik og lagesild i Mjøsa omfatter mange årsklasser. Dette vil motvirke effekten på totalbestanden av årlige variasjoner i rekruttering. Krøklebestanden omfatter færre årsklasser, og svingninger i rekruttering skulle gi større effekter. Likevel er det særlig sik og lagesild som har gått tilbake i antall. Det er derfor usikkert hvilken effekt denne nedgangen har på næringstilgangen for auren, som vesentlig er avhengig av krøkle. Det er imidlertid sannsynlig at aurens næringsforhold er blitt dårligere.

Fiskens atferd påvirker i stor grad resultatene av ekkoloddregistreringer. Lagesilda i Mjøsa har et rent pelagisk levesett fra første sommer, og skulle normalt bli registrert til alle tider på året. Likevel varierer biomassen av lagesild i 1990–1991 mellom 16 og 40 tonn. Siken i Mjøsa vandrer mellom bunnære områder og pelagialsona, og undersøkelsene i 1978–1980 viste at mengden pelagisk sik var størst om høsten. Registreringene i 1990–1991 tyder på at dette mønsteret ikke lenger er klart. I tillegg foregår det i dag i stor grad en vandring mellom de ulike deler av innsjøen. Mens mønsteret i 1978–1979 var at fisketettheten var størst i Furnesfjorden–Hamarområdet (sektor 4 og 5) (Lindem 1978a, b), synes den pelagiske fiskebestanden i dag i større grad å forflytte seg mellom de ulike deler av innsjøen.

Selv om detaljene i bestandsendringene er usikre, er det helt klart at bestanden av pelagisk fisk i Mjøsa har gått sterkt tilbake siden slutten av 1970-tallet.

Ekkolodd vil alltid gi et minimums estimat av fiskemengde, fordi fisk som oppholder seg nær overflata eller nær bunnen ikke vil bli registrert. Registreringene i 1990–1991 viser helt entydig at man oppnår de høyeste bestandsestimatene på grunnlag av registreringer utført om natta. I Mjøsa er bestandsestimater gjort om natta mer enn dobbelt så høye som dagesestimater. Pelagisk, planktonpisende fisk går i stim

når det er lyst, og stimene gjør det vanskeligere å få registrert fisken. Dette skyldes både at bestandsestimatene er avhengige av registreringer av enkeltfisk og at fisketimen er vanskeligere å registrere; de er færre og deres atferd er anderledes enn enkeltfisk. I mørke, derimot, sprer fisken seg og står enkeltvis.

Konklusjon

Det er en sterk nedgang i pelagisk fiskebestand i Mjøsa fra 1978–1980 til i 1990–1991. Dette er trolig i hovedsak et resultat av den reduserte produktiviteten i innsjøen. Mens reaksjonen på redusert næringstilførsel kom tidlig for lavere trofiske nivåer (Kjellberg 1986), er det naturlig å vente en langsommere reaksjon hos relativt lengelevende organismer som fisk. I tillegg til effekten av lavere produktivitet i innsjøen, kan også variabel rekruttering i bestandene av krøkle, lagesild og sik gi utslag fra år til år.

Resultatene viser at langsiktige endringer i innsjøsystemet bare kan dokumenteres skikkelig gjennom et årlig overvåkingsopplegg. For Mjøsa bør dette omfatte ekkoloddregistreringer en eller to ganger hvert år, i august/september, og et samtidig prøvefiske med pelagiske og bunnsatte garn for å gi biologisk informasjon om fiskebestanden.

Litteratur

- Craig, R.E. & Forbes, S.T. 1969. A sonar for fish counting. - Fisk. Dir. Skr. Ser. Havunders. 15: 210-219.
- Holtan, H. 1981. Eutrophication of Lake Mjøsa and its recovery. -Water Qual. Bull. 6: 99-103, 156.
- Kjellberg, G. 1986. Overvåking av Mjøsa. Sammendrag, trender og kommentarer 1976-85. NIVA-Rapport O-8000203, 80 s.
- Kjellberg, G. & Sandlund, O.T. 1983. Næringsrelasjoner i Mjøsas pelagiske økosystem. - DVF-Mjøsundersøkelsen. Rapport nr. 6: 61 s.
- Lindem, T. 1978a. Hydroakustiske undersøkelser på fisk i Mjøsa, 30-31 mai 1978. - Fysisk institutt, Univ. i Oslo, stensil, 17 s.
- Lindem, T. 1978b. Registrering av fisk i Mjøsa ved hjelp av hydroakustisk utstyr. - Fysisk institutt, Univ. i Oslo, stensil, 18 s.
- Lindem, T. & Sandlund, O.T. 1984. Ekkoloddregistrering av pelagiske fiskebestander i innsjøer. - Fauna 37: 105 - 111.
- Næsje, T.F., Sandlund, O.T. & Jonsson, B. 1986. Habitat use and growth of age-0 whitefish, *Coregonus lavaretus*, and cisco, *C. albula*. Env. Biol. Fish. 15: 309-314.
- Næsje, T.F., Jonsson, B., Klyve, L. & Sandlund, O.T. 1987. Food and growth of age-0 smelts, *Osmerus eperlanus*, in a Norwegian fjord lake. J. Fish Biol. 30: 119-126.
- Næsje, T.F., Jonsson, B., Sandlund, O.T. & Kjellberg, G. 1991. Habitat switch and niche overlap in coregonid fishes: effects of zooplankton abundance. - Can. J. Fish. Aquat. Sci. 48: 2307-2315.
- Rudstam, L.G., Clay, C.S. & Magnuson, J.J. 1987. Density and size estimates of cisco (*Coregonus artedii*) using analysis of echo peak PDF from a single-transducer sonar. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 44: 811-821.
- Sandlund, O.T. & Næsje, T.F. 1984. Mjøsauren: Alder, vekst og ernæringen hos fisk fanget med garn i Mjøsa. Stensil, Det Kgl. Selskap for Norges Vel, 7 s.
- Sandlund, O.T., Næsje, T.F., Klyve, L. & Lindem, T. 1985. The vertical distribution of fish species in Lake Mjøsa, Norway, as shown by gill nets catches and echo sounder. Rep. Inst. Freshwat. Res. Drottningholm 62: 136-149.
- Sandlund, O.T., Næsje, T.F. & Jonsson, B. 1992. Ontogenetic changes in habitat use by whitefish, *Coregonus lavaretus*. Env. Biol. Fish. 33: 341-349.
- Taugbøl, T. 1990. Operasjon Mjøsørret. Årsrapport 1989. Fylkesmannen i Oppland, Miljøvernnavdelingen. Rapport nr. 1, 23 s.
- Taugbøl, T., Hegge, O., Qvenild, T. & Skurdal, J. 1989. Mjøsørretens ernæring. Fylkesmannen i Oppland, Miljøvernnavdelingen. Rapport nr. 15, 17 s.

138

nina
oppdrags-
melding

ISSN 0802-4103
ISBN 82-426-0251-4

Norsk institutt for
naturforskning
Tungasletta 2
7005 Trondheim
Tel. (07) 58 05 00