

Fiskesamfunnet i Mjøsa; de lange linjer

Av Odd Terje Sandlund, Karl Øystein Gjelland, Jon Museth,
Knut Andreas E. Bækkelie og Erik Friele Lie

Odd Terje Sandlund (Dr. philos) er seniorrådgiver ved Norsk institutt for naturforskning (NINA).

Karl Øystein Gjelland (Ph.D) er seniorforsker ved NINA Tromsø.

Jon Museth (Dr. scient) er forskningssjef ved NINA Lillehammer.

Knut Andreas E. Bækkelie (M.Sc) er forsker ved NINA Oslo.

Erik Friele Lie (M.Sc) er avdelingsingeniør ved NINA Trondheim.

Summary

Long term changes in the fish community in Lake Mjøsa. The fish community in Lake Mjøsa was surveyed in 2018 as part of a monitoring programme of large lakes. Survey fishing was performed with benthic Nordic survey nets, el-fishing boat and pelagic trawl, and the pelagic fish stock was recorded with echo sounder. Surveys focusing on the whole fish community has not taken place in Mjøsa since 1978-80, and in 1917, H. Huitfeldt-Kaas published a comprehensive description of the fish community and fishing in the lake. This allows an assessment of the changes over the last hundred years. Species diversity (20 spp.) has not changed over the decades, but substantive changes were recorded in the structure and abundance of several species' populations. Most changes occurred from c. 1910 to 1980, due to hydropower development. The outlet spawning large-bodied whitefish and piscivorous brown trout were extinguished by the damming of the lake, while hydropower development in the inlet river impacted heavily on the local piscivorous trout and the river spawning vendace and whitefish. During the decades up to the 1970s, the peaking supply of nutrients from urban and rural sources caused serious eutrophication of the lake. Since the

1980s, mitigation measures have greatly improved this situation. The changes in fish stocks from 1980 until 2018 are to a large extent related to the reduction in nutrient supply to the lake as well as to inflowing streams and rivers, improving the situation for river spawners. A major change over the 100 years is the disappearance of an active subsistence and commercial fishery for several species; the only fishery remaining is angling for the large-bodied piscivorous trout.

Sammendrag

Fiskebestanden i Mjøsa ble undersøkt i 2018 som en del av overvåkingen av store innsjøer under vannforskriften. Det ble fisket med nordiske oversiktsgarn i strandsona og dypere bunnområder og med el-fiskebåt på grunt vann. I pelagialen ble det fisket med partrål og gjennomført registreringer av fisk med ekkolodd. Undersøkelser med fokus på hele fiskesamfunnet er ikke gjennomført i Mjøsa siden 1978-80, mens de omfattende beskrivelsene til Huitfeldt-Kaas i «Mjøsens fisker og fiskerier» (1917) gjør det mulig å trekke linjene tilbake til begynnelsen av 1900-tallet. Det er ingen endringer i artsmangfoldet av fisk (20 arter) i Mjøsa over disse 100 årene, men dominansforhold mellom artene,

og mengde og bestandsstruktur hos mange av artene har endret seg, spesielt i perioden mellom 1910 og 1980. Dambygging slo ut både den storvokste siken og auren som gytt i utløpet i Vorma ved Minnesund. I tillegg hadde utbyggingen i Hunderfossen stor effekt på aure, sik og lagesild som gyter i Lågen. I 1970-årene var eutrofieringen av Mjøsa, som følge av tilførsel av næringsalter i kloakk og avrenning fra jordbruket, det største miljøproblemet også for fisken, både i innsjøen og tilløpselvene. Basert på godt samsvar mellom gjennomsnittsvekt hos krøkle, sik og lagesild større enn 67 mm i fanget i trål og beregnet fra ekkodata, ble total biomasse av fisk i de åpne vannmassene i 2018 estimert til ca. 563 tonn eller vel 15 kg per hektar. Selv om det er stor usikkerhet i tallene er dette en tydelig reduksjon siden 1979-1980. Dette skyldes trolig at mengden sik og lagesild har gått tilbake, mens den småvokste krøkla har økt i antall. Av ca. 15.000 fisk fanget i trål i 2018 var 94-99 % krøkle. I dag, som i 1979, er abbor, hork og krøkle de mest tallrike artene i garnfangstene langs bunnen. En stor endring i Mjøsa siden begynnelsen av 1900-tallet er også at det omfattende fisket etter en rekke arter, både til salg og husbehov, er nesten helt borte. Bare sportsfisket etter Mjøsaure gjenstår.

Introduksjon

Norges største innsjø, Mjøsa, fikk på 1970-tallet stor oppmerksomhet da tilførselen av næringsalter fra landbruk, husholdninger og industri var i ferd med å gjøre vannkvaliteten ubrukelig til bading og rekreasjon, og ikke minst til drikkevann for den store befolkningen rundt innsjøen (Kjellberg 1985). Myndighetene viste stor handlekraft og satte i gang «Mjøsaksjonen» for å rydde opp i kloakksystemene i byer og tettsteder, fjerne punktutslipp og kloakk fra spredt bebyggelse og redusere diffus avrenning fra landbruket (Stuen 2010). I sammenheng med den akselererende eutrofieringen ble det fra 1972 også satt i gang overvåking av vannkvalitet, inkludert planktonalger og dyreplankton (Lyche Solheim mfl. 2018). Fisk ble derimot ikke inkludert før enkelte fagmiljøer hevdet at utfisking av de

planktonspisende fiskeartene i innsjøen ville bidra til bedre vannkvalitet, og at dette kunne erstatte mange av tiltakene for redusert tilførsel av næringsalter. Dette førte til at Miljøverndepartementet bevilget penger til et prosjekt som skulle skaffe datagrunnlag om fiskebestandene for å vurdere disse påstandene. Prosjektet, som fikk navnet «Mjøsundersøkelsen», ble gjennomført av Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk (DVF, nå Miljødirektoratet) i 1978-80, i nært samarbeid med NIVAs avdeling på Hamar (jf. Kjellberg & Sandlund 1983). Dermed ble det første systematiske prøvofisket gjennomført for å samle kunnskap om hele fiskesamfunnet i Norges største innsjø (Sandlund mfl. 1985).

Først nesten 40 år senere er det på ny gjennomført et lignende prøvofiske med fokus på hele fiskesamfunnet, denne gang fordi vannforskriften (dvs. EUs rammedirektiv for vann) har pålagt norsk forvaltning å skaffe data om alle økologiske kvalitetselement i alle typer vann og vassdrag. Mjøsa er én av 26 store innsjøer som fra 2015 er undersøkt i overvåkingsprogrammene ØKOSTOR (Lyche Solheim mfl. 2019) og «Fisk i store innsjøer» (FIST, Gjelland mfl. 2020). Fra 2021 er FIST en del av ØKOSTOR.

På begynnelsen av 1900-tallet publiserte Hartvig Huitfeldt-Kaas en omfattende beskrivelse av «Mjøsens fisker og fiskerier» (Huitfeldt-Kaas 1917), som gir et godt inntrykk av tilstanden til mange av fiskeartene og til situasjonen i innsjømiljøet den gangen. Man kan dermed hevde at det har vært 40-60 år mellom hver gang fiskesamfunnet i Norges største innsjø har fått oppmerksomhet fra forvaltning og forskning. Riktignok har det vært mange undersøkelser rettet mot enkeltarter, særlig etter at kraftutbyggingen i Hunderfossen ble gjennomført. I nedre del av Lågen, som ble sterkt påvirket av utbyggingen, gyter den navngjetne Hunderauren og dessuten både sik og lagesild (se for eksempel Aass 1972, Nashoug 1999, Kraabøl 2006). Auren i Mjøsa har fått mye oppmerksomhet, og Hunderauren er den mest storvokste av de fiskespisende aurebestandene som gyter i tilløpselvene til Mjøsa (Taugbøl 1995, Haugen mfl. 2008, Linløkken mfl. 2014). Men undersøkelser

med fokus på hele det mangfoldige fiskesamfunnet, som en viktig del av innsjøens økosystem, har altså vært en sjeldenhet.

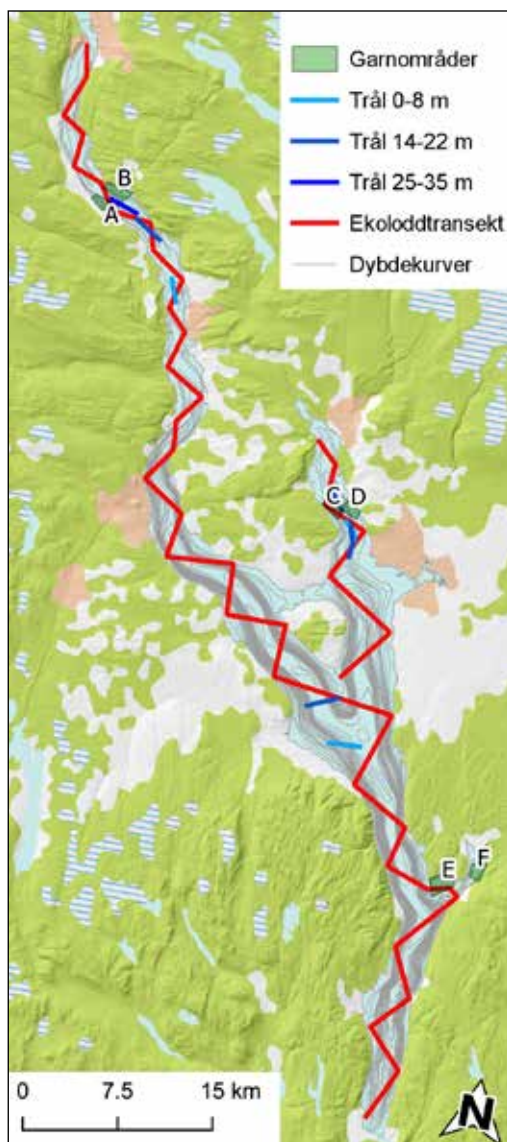
I denne artikkelen gir vi en kort oversikt over tilstanden til fiskesamfunnet i Mjøsa i 2018 og trekker linjene tilbake til tilstanden i 1979, og med et blikk også på Huitfeldt-Kaas (1917) sin beskrivelse fra begynnelsen av det forrige århundret. Endringene blir diskutert i lys av menneskeskapte endringer i innsjømiljøet gjennom denne lange perioden.

Metoder og materiale

Undersøkelsene av fiskebestanden i Mjøsa i 2018 ble gjennomført i perioden 9.-19. september. Bunn garnfisket med nordiske oversiktsgarn skjedde på 0-50 m dyp på seks stasjoner, med en samlet innsats på 90 garnnetter med oversiktsgarn (figur 1). Oversiktsgarna er satt sammen av tolv paneler med maskevidder mellom 5 og 55 mm. Dette opplegget er standard i FIST-undersøkelsene (Gjelland mfl. 2018). De fire bunn garnstasjonene i Ringsaker- og Furnesfjorden er de samme som ble brukt ved undersøkelsene i 1979, da det ble fisket ned til 70-80 m dyp med en garnserie med tolv enkeltgarn med maskevidder fra 8 til 50 mm (Sandlund mfl. 1985). Både i 1979 og 2018 er fangst per innsatsenhet (CPUE) regnet som antall fisk per 100 m² garnareal per natt. I området ved Tangen, lengre sør i Mjøsa, er det ikke gjennomført slikt prøvefiske tidligere.

Det ble også fanget fisk med el-fiskebåt i strandsona i Ringsaker- og Furnesfjorden (Gjelland mfl. 2020). El-fisket foregikk både i dagslys og i mørke, og fangst per innsatsenhet regnes som antall fisk per minutt fiske med strømmen påsatt. Vi antar at el-fisket med båt fanger fisk ned til 2 m dyp (Museth mfl. 2013).

I de åpne vannmassene (pelagisk sone eller pelagialen) ble fiskebestanden over hele innsjøen registrert med Simrad EY60 ekkolodd med en ES70-11 splittstrålesvinger. Med en pelagisk partrål med maskevidde 5,5 mm i fangstposen ble det fisket i tre områder: i Ringsaker- og Furnesfjorden samt i Mjøsas hovedbasseng sør for Helgøya (figur 1). Metodene er nærmere beskrevet i Gjelland mfl. (2020).



Figur 1. Kart over Mjøsa med plassering av garnstasjoner (A-F), trålposisjoner og utkjørt kurs med ekkolodd ved undersøkelsene i 2018. Etter Gjelland mfl. (2020).

Fangstene i bunn garn i 2018 kan sammenlignes med fangstene som ble gjort på dyp mellom 0 og 50 m på de samme fire stasjonene i Ringsaker- og Furnesfjorden i 1979 (Sandlund mfl. 1985). Utvalget av maskevidder som ble brukt i 1979 fanger tilnærmet samme fiskestørrelser som nordiske oversiktsgarn (Sandlund mfl. 1980a). I 1979 ble det i de åpne vannmassene

fisket med pelagiske garn (flytegarn) på to stasjoner i de samme områdene av Mjøsa. Dette kan vanskeligere sammenlignes direkte med fangstene i pelagisk trål i 2018. Det ble riktignok gjennomført noen forsøk med pelagisk partrål også i årene omkring 1980 (Lindem & Sandlund 1984), men denne metoden var den gang på forsøksstadiet, og sammenligninger med resultatene fra 2018 bør gjøres med forsiktighet. I perioden omkring 1980 ble det ved flere anledninger gjort ekkoloddregistreringer av pelagisk fisk i Mjøsa (Lindem 1978, Lindem & Sandlund 1984). Ekkoloddet som den gang ble brukt var Simrad EY-M, og både ekkolodd, svinger og programvare for analyse av data hadde begrensninger som gjør direkte sammenligning med resultatene fra 2018 vanskelig. Det ble også gjort registreringer med Simrad EY-M i 1991 (Sandlund mfl. 1992, se diskusjonskapitlet).

Resultater

Ved bunngarnfisket på seks stasjoner i september 2018 ble det i alt fanget 1521 fisk av 13 arter (tabell 1, figur 2). De to fiskeartene fra abborfamilien, hork og abbor, i tillegg til krøkle, var mest tallrike på alle stasjonene. På fem av seks stasjoner utgjorde abbor og hork til sammen over 50 % av fangsten. Hork var den mest tallrike arten, og den ble fanget i omtrent like stort antall i alle dyp ned til 50 m. Sik hadde også en jevn fordeling i alle dyp. Abbor ble også fanget i alle dyp, men mest tallrik grunnere enn 15 m. Mort var den eneste arten i garnfangstene som bare ble fanget på grunt vann, mens både krøkle, lagesild og lake ble fanget i størst antall dypere enn 15 m.

Ved fisket med el-fiskebåt i strandsona ble det fanget 12 arter fordelt på 540 individer i Ringsakerfjorden, mens fangsten i Furnesfjorden besto av 13 arter fordelt på 411 individer (tabell 1). Fangst per minutt fiske (CPUE) var i begge

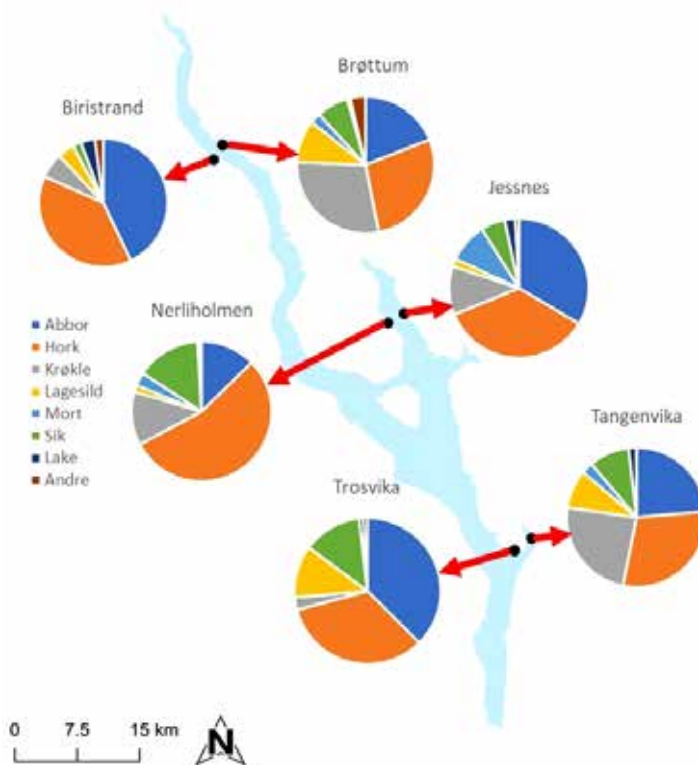
Tabell 1. Fiskearter fanget ved bunngarnfiske og båt-elfiske i Mjøsa, september 2018. For bunngarnfisket er N antall fisk og CPUE antall fisk per 100 m² garnareal per natt. Gul skravering er de tre mest tallrike artene i fangsten i de tre fiskeområdene. Fangst ved båt-elfisket er angitt som prosentvis artssammensetning, og grå skravering viser de tre mest tallrike artene i denne fangsten.

Område		Ringsakerfjorden			Furnesfjorden			Tangen		Total garnfangst	
		N	CPUE	Ei-fiske %	N	CPUE	Ei-fiske %	N	CPUE	Sum	CPUE
Abbor	<i>Perca fluviatilis</i>	114	8,4	4	154	11,4	6	134	9,9	402	9,9
Hork	<i>Acerina cernua</i>	133	9,9	53	295	21,9	32	138	10,2	566	14,0
Krøkle	<i>Osmerus eperlanus</i>	89	6,6	1,3	78	5,8	2	60	4,4	227	5,6
Lagesild	<i>Coregonus albula</i>	34	2,5		11	0,8	0,2	45	3,3	90	2,2
Sik	<i>C. lavaretus</i>	24	1,8	0,4	67	5,0		49	3,6	140	3,5
Harr	<i>Thymallus thymallus</i>	1	0,1	7	1	0,1		0	0,0	2	0,1
Aure	<i>Salmo trutta</i>	0	0,0	0,2	2	0,1	1,4	0	0,0	2	0,1
Mort	<i>Rutilus rutilus</i>	7	0,5	0,6	41	3,0	21	6	0,4	54	1,3
Vederbuk	<i>Leuciscus idus</i>	1	0,1		1	0,1	5	1	0,1	3	0,1
Ørekyt	<i>Phoxinus phoxinus</i>	7	0,5	28	0	0,0	28	0	0,0	7	0,2
Brasme	<i>Abramis brama</i>						0,2				
Lake	<i>Lota lota</i>	7	0,5	0,7	9	0,7	1,1	6	0,4	22	0,5
Gjedde	<i>Esox lucius</i>	2	0,1	0,6	0	0,0	0,2	0	0,0	2	0,1
Steinsmett	<i>Cottus poecilopus</i>	2	0,1	0,4	1	0,1	0,9	1	0,1	4	0,1
9-p. stingsild	<i>Pungitius pungitius</i>			4			0,9				
Sum		421	31,2		660	48,9		440	32,6	1521	37,6

Tabell 2. Fangstene ved fiske med pelagisk trål i tre områder i Mjøsa, september 2018.

Art	Ringsakerfjorden	Furnesfjorden	Hovedbasseng	Sum
Aure	1	1	0	2
Krøkle	2 570	8 246	3 924	14 740
Lagesild	123	42	34	199
Sik	11	2	6	19
Elvenøye	10	4	0	14
Sum	2 715	8 295	3 964	14 974

Figur 2. Fordeling av fiskearter i bunngarnfangster på 0-50 m dyp på seks prøvefiskestasjoner i Mjøsa, september 2018. Etter Gjelland mfl. (2020).



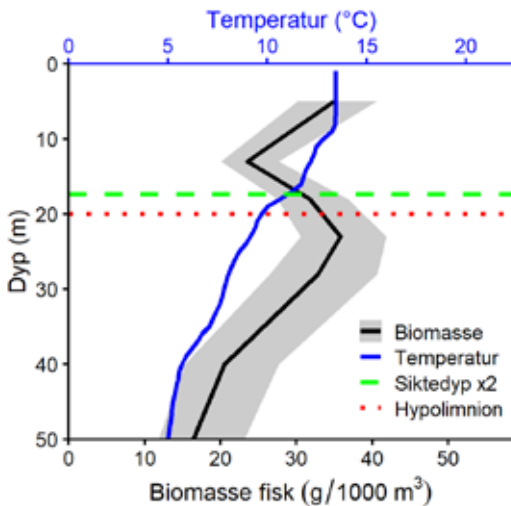
områder høyere om natta enn om dagen, i Ringsakerfjorden henholdsvis 6,6 og 2,8 fisk, i Furnesfjorden 6,7 og 1,34 fisk. Vi kan legge merke til at fangstene ved nattfiske er omtrent like store i Furnes- og Ringsakerfjorden, noe som tyder på nokså lik tetthet av fisk på grunt vann (<2 m) i de to områdene.

Fangstene i pelagisk trål bestod av i alt nesten 15 000 fisk fordelt på bare fem fiskearter (tabell 2). Krøkle var fullstendig dominerende i antall, med mellom 94 og 99 % av antall fisk i alle de tre

områdene der det ble fisket (tabell 2). Lagesild og sik ble også fanget i alle tre områder, mens aure og elvenøye (*Lampetra fluviatilis*) ikke ble fanget i hovedbassenget sør for Helgøya. For begge disse artene var imidlertid fangstene så små at fraværet i dette området kan bero på tilfeldigheter. Den eneste fiskearten i trålfangstene som ikke også ble fanget i bunngarna var elvenøye. Dette er en parasittisk art som ikke fanges i garn med mindre den har festet seg på en annen fisk som sitter fast i garnet.

Tabell 3. Tetthet (antall fisk per hektar) og biomasse (kilo per hektar) av fisk i pelagialsona i Mjøsa beregnet ut fra ekkoloddregistreringer. Gjennomsnittsvikt av fisk, henholdsvis i fangstene og estimert fra ekkostyrke (TS), er basert på fisk større enn om lag 67 mm (TS > 50 dB). Etter Gjelland mfl. 2020.

	Tetthet (antall fisk / ha)			Biomasse (kg / ha)				Snittvekt (g)	
	Årsyngel	Ett år og eldre	95 % konfidensintervall eldre	Totalt	Sik	Krøkle	Lagesild	Fangst	TS
Epilimnion	2135	1129	921-1366	5,11	0,13	4,92	0,06	4,4	4,5
Hypolimnion	1287	1726	1059-2775	10,32	2,23	7,61	0,47	4,8	6,0



Figur 3. Vertikalprofil for fiskebiomasse og temperatur i Mjøsa. Gråskravert område viser gjennomsnittlig biomasse ± 1 standardfeil. Dypet for 2x siktedyp og for grensa definert som overgangen mellom epilimnion og hypolimnion i analysene er også indikert. Etter Gjelland mfl. (2020).

Ved beregning av tetthet og biomasse av fisk splittes ekkodata i to grupper som reflekterer hhv. liten fisk og stor fisk (mindre og større enn ca. 67 mm). Den minste gruppa i Mjøsa vil stort sett være årsyngel av krøkle, mens den større fisken også omfatter lagesild og sik, selv om det er et langt større antall krøkle.

Dybdefordelingen av biomasse av fisk beregnet ut fra ekkoloddregistreringene er to-toppa, med høy biomasse nær overflata, og en ny topp i nedre del av sprangsjiktet, det vil si i overgangen mellom overflatelaget (epilimnion) og dyplaget (hypolimnion) definert ut fra vertikalprofilen for vanntemperatur (figur 3). Tettheten av fisk var noe høyere nær overflata, men her var inn-

slaget av liten fisk (årsyngel) dominerende, mens ettåringer og større fisk dominerte på dypere vann (tabell 3). Denne forskjellen i størrelsesfordeling mellom epilimnion og hypolimnion skyldes i stor grad at sik og lagesild ifølge trålfangstene hovedsakelig befant seg på dypere vann enn årsyngelen. Resultatene fra analysen av data fra ekkoloddet (ekkointegrasjonen) stemte også bra overens med trålfangstene med hensyn på gjennomsnittsvikt for krøkle, lagesild og sik større enn 67 mm (tabell 3).

Samlet biomasse av fisk større enn ca. 67 mm i Mjøsa er dermed 15,4 kg per hektar, eller 563,2 tonn basert på et innsjøareal på 365 km².

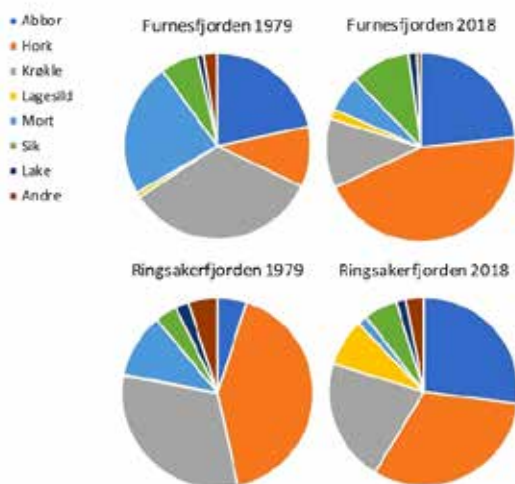
Sammenligning 2018 vs. 1979 Fisk i bunnhabitatet

Prøvefisket med bunn garn i Mjøsa i 2018 er første undersøkelse av denne typen siden årene 1978-80 (Sandlund mfl. 1980a, 1985). Selv om det er mulig å sammenligne resultatene i 2018 og 1979 da de ble gjennomført med lignende garnutstyr på samme dyp (0-50 m) og til samme tid på året (august/september) på de samme fire stasjonene i Furnes- og Ringsakerfjorden, er det vanskelig å spore utviklingen gjennom denne perioden på nesten 40 år.

Overvåkingen av vannkjemi og andre økologiske kvalitetslement i Mjøsa viser imidlertid hvordan de fleste miljøparametere har endret seg kraftig siden 1979 (Lyche Solheim mfl. 2019). Det vil derfor være rimelig også å vente at det har skjedd store endringer i fiskesamfunnet og for bestandene av de enkelte artene. Bildet er imidlertid komplisert, og endringene går delvis i ulik retning i de to delene av innsjøen. Bunn garnfangstene inneholdt de samme artene i 2018 som i 1979 (figur 4), men dominansforhol-

Tabell 4. Fangst i bunngarn (CPUE, antall fisk per 100 m² garnareal og natt) av de fem mest tallrike artene i 2018-fangstene, samt summen av alle arter, i 0-50 m dyp i Ringsakerfjorden og Furnesfjorden (to prøvofiskestasjoner i hvert område) i 1979 og 2018.

	Ringsakerfjorden			Furnesfjorden	
	1979	2018		1979	2018
Abbor	2	8,4		7	11,4
Hork	16,8	9,9		3,4	21,9
Mort	4,4	0,5		7,5	3,0
Krøkle	12,6	6,6		10,9	5,8
Sik	1,5	1,8		2,1	5
Alle arter	31,2	22,4		32,3	48,9



Figur 4. Artssammensetning i bunngarnfangster i 0-50 m dyp i Furnesfjorden (to stasjoner) og Ringsakerfjorden (to stasjoner) i august-september 1979 og september 2018. Antall fisk i Furnesfjorden 1979: 1299, 2018: 660; i Ringsakerfjorden 1979: 901, 2018: 421. Etter Gjelland mfl. (2020).

dene er endret. I Furnesfjorden utgjorde abbor omkring 25 % i begge åra, mens andelen hork hadde økt kraftig, fra 10 til 45 %. Både mort og krøkle utgjorde en mindre andel av fangsten i 2018 enn i 1979. Mort hadde gått fra 23 til 6 %, krøkle fra 34 til 12 %.

I Ringsakerfjorden var det andre endringer i bunngarnfangstene (figur 4). Abbor hadde økt fra 5 til 27 %, og lagesild fra 0,2 til 8 %. Derimot hadde mort blitt mindre vanlig i denne delen av innsjøen, fra 11 % i 1979 til 1,7 % i 2018. For de andre artene var endringene mindre.

Fangst per innsatsenhet i garnfisket (CPUE, antall fisk per 100 m² garnareal og natt) gir en indikasjon på tettheten av fisk på prøvofiskestasjonene. Ettersom Mjøsa er mindre næringsrik i dag enn for 40 år siden, skulle man forvente at fangstene generelt har blitt mindre. Dette ser ut til å stemme for Ringsakerfjorden, der CPUE for alle fiskeartene på 0-50 m dyp var 31,2 fisk i 1979 og 22,4 fisk i 2018 (tabell 4). I Furnesfjorden hadde derimot fangstene økt, fra 32,3 fisk i 1979 til 48,9 fisk i 2018. Endringene varierer også fra art til art. Mens bunngarnfangstene av abbor var mye større i 2018 både i Ringsaker- og Furnesfjorden, var fangstene av mort henholdsvis 89 % og 47 % lavere enn i 1979. Fangstene av krøkle var 47-48 % mindre. For den mest tallrike var 47-48 % mindre. For den mest tallrike var fangsten i Ringsakerfjorden lavere i 2018 enn i 1979, men betydelig større i Furnesfjorden (tabell 4). Fangstene av sik var relativt like i de to åra.

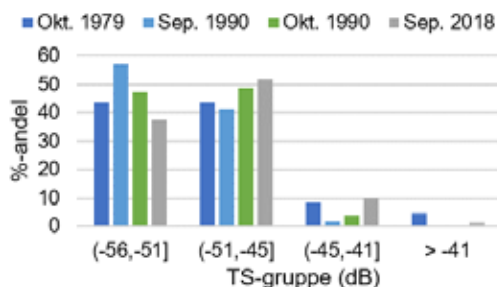
I 2018 var det et betydelig antall lagesild i bunngarnfangstene dypere enn 20 m både i Ringsaker- og Furnesfjorden (figur 4). I 1979 ble det ikke fanget lagesild i bunngarn på dette dypet; de store fangstene av lagesild ble den gangen gjort i pelagiske garn nær overflata (0-25 m) (Sandlund mfl. 1981a, 1985).

Fisk i de åpne vannmassene (pelagisk sone)

Vi har mulighet til å sammenligne ekkoloddregistreringene i de frie vannmassene i 2018 med undersøkelser gjort i 1978-1980 (Lindem 1978, Kjellberg & Sandlund 1983) og i 1990-1991 (Sandlund mfl. 1992). Ulikheter i hvordan

undersøkelsene ble gjennomført (om dagen i 1978-1980 og både dag og natt i 1990-1991), samt begrensninger i datidens ekkoloddteknologi, kompliserer disse sammenligningene. Sandlund mfl. (1992) fant at ekkoloddregistreringer i Mjøsa gjort om dagen i mai bare gav halvparten så store tetthetsestimater som de gjort om natta. Dette skyldes at fisken går mer i stimer og har en sterkere unnvikelsesadferd på dagtid. Videre hadde programvaren HADAS som ble brukt med Simrad EY-M ekkoloddet noen begrensninger i størrelsesklasser (Gjelland mfl. 2020). Dette er spesielt av betydning for om årsyngel av krøkle blir inkludert i tetthetsberegningene. På den annen side kan HADAS ut fra fordelingen av ekkostyrke automatisk sette stor fisk, for eksempel sik, til én eller tre ulike størrelsesgrupper. Ekkoloddundersøkelsene i FIST med Simrad EY60 og etterprosesserings-programvaren Sonar5 har ikke disse begrensningene, og i tillegg brukte vi en lavere deteksjonsterskel (-60 dB). Det betyr at vi fikk bedre (og høyere) estimater for årsyngel av krøkle enn vi ville gjort med EY-M, samt sikrere estimater for tetthet og biomasse av sik og lagesild (for diskusjon av metodene, se Gjelland mfl. 2020).

Sammenligner vi den relative mengden enkelttekk for de samme størrelsesklassene i 2018 som i 1979 og 1990 (Figur 5), ser vi at det er noe variasjon innenfor de minste størrelsesklassene (-45 - -56 dB), som for det aller meste omfatter krøkle, dvs. fisk mindre enn 17 cm. Men den viktigste forskjellen er nedgangen for fisk med ekkostyrke >-41 dB, som tilsvarer eldre ungfisk og voksen lagesild og sik. For området Hamar-Helgøya var andelen av denne størrelsesklassen 4,7 % i oktober 1979. For hele Mjøsa sett under ett var registreringer >-41 DB nesten fraværende i 1990, og i 2018 var den kun 1,2 % av registreringene (Figur 5). Basert på ekkoloddregistreringer i 1978 ble andelen sik og lagesild estimert til 16,2 % (Kjellberg & Sandlund 1983). Basert på endringene i ekkostyrkefordelingen gjennom denne tidsperioden, er det liten tvil om at andelen sik og lagesild hadde gått kraftig tilbake fra 1979 til 1990, og at den har holdt seg lav etter det.



Figur 5. Sammenligning av relativ størrelsesfordeling i det pelagiske fiskesamfunnet i Mjøsa, basert på ekkostyrken fra enkeltfisk, i 1979 registrert i området Hamar-Helgøya, i september og oktober 1990 i hele Mjøsa, og i 2018 i hele Mjøsa. I 2018 var ekkostyrkefordelingen i området Hamar-Helgøya svært lik ekkostyrkefordelingen i hele Mjøsa. Etter Gjelland mfl. (2020).

Totalbestanden av pelagisk fisk i Mjøsa ble i mai og oktober 1978 estimert til henholdsvis $37,2 \times 10^6$ og $26,1 \times 10^6$ fisk. Hvis vi ser bort fra fisk med ekkostyrke mellom -60 og -56 dB (21 % av registreringene) i 2018, var tilsvarende estimat 179×10^6 fisk i 2018. Dette er 5-7 ganger høyere enn i 1978. Antar vi at undersøkelser på dagtid (1978) gir halvparten så store estimat som undersøkelser gjort på natta (Sandlund mfl. 1992), er estimatene i 2018 fortsatt tre ganger høyere enn i 1978. Noe av denne forskjellen skyldes trolig ekkoloddmetodik, men det er likevel rimelig sikkert at de totale tetthetene var høyere i 2018, og at dette skyldes økte tettheter av krøkle. En mer tallrik bestand av krøkle, som er den aller viktigste byttefisk til auren, vil også bidra til økning i aurebestanden, slik fangstregistreringene de siste åra tyder på ([fangstregistreringer-i-mjosa.pdf \(statsforvalteren.no\)](https://statsforvalteren.no)).

Sammenligning av biomasse-vurderinger i 2018 med undersøkelsene i 1978-1981 (Kjellberg & Sandlund 1983) er imidlertid problematiske. Dette skyldes at biomasse-estimatene den gang ble basert på artsfordeling i flytegarnefangstene. Fordi krøkle har en mye slankere kroppform enn sik og lagesild, fanges den mye mindre effektivt i garn enn disse to artene. Dette fører til at krøkle blir sterkt underrepresentert i garnfangster i forhold til den faktiske andelen i fiske-samfunnet. Dette så vi også sterke indikasjoner

på ved FIST-undersøkelsene i Randsfjorden i 2015 (Sandlund mfl. 2016). Biomasseberegninger basert på artsfordeling i flytegarngangster vil derfor overestimere biomassen av sik og lagesild, og underestimere biomassen av krøkle. Biomasseestimatene for 1978-1981 var 100 tonn krøkle, 500 tonn sik og 340 tonn lagesild, totalt 941 tonn. Disse biomasseestimatene fra 1978 til 1981 var karakterisert som svært usikre, og basert på diskusjonen over må vi anta at biomassen av krøkle var kraftig underestimert, mens lagesild og sik var overestimert. I 2018 var tilsvarende estimat 459 tonn krøkle, 87 tonn sik og 23 tonn lagesild, totalt 569 tonn. Biomasseestimatene for 2018 er basert på ekkostyrkefordeling, men med god støtte i trålfangstene. Pelagisk trål er langt mindre selektiv enn flytegarngang og gir et mer korrekt bilde av størrelsesfordelingen av fisk i vannmassene. I og med at størrelsesfordelingen i ekkoloddregistreringene for 1978 og 1979 viste 4-12 ganger høyere andel av fisk i størrelsesklassen for sik og lagesild, kan vi på tross av lavere total tetthet i 1978-1979 resonnerer oss fram til at biomassen av sik og lagesild har blitt mye mer enn halvert siden 1978-1979.

Oppsummert kan vi si at det er store endringer i det pelagiske fiskesamfunnet i Mjøsa siden 1978. På tross av alle komplikasjonene med sammenligninger med tidligere data, kan vi likevel dra noen konklusjoner:

- De pelagiske tetthetene av fisk målt i antall var minst like høye, og trolig vesentlig høyere, i 2018 enn i 1978-1981.
- I trålfangstene har gjennomsnittsstørrelsen og vekta til krøkle gått litt ned i perioden mellom 1978-1981 og 2018. Men dette er i stor grad kompensert med høyere tettheter av krøkle, slik at den totale biomassen av krøkle kanskje var vel så stor i 2018.
- Det er også sterke indikasjoner på at lagesild og sik har gått kraftig tilbake i 2018 sammenlignet med perioden 1978-1981. Med nedgang i sik- og lagesildmengde, samt redusert størrelse av krøkle, kan den totale pelagiske biomassen være redusert på tross av at tetthet i antall fisk per arealenheter har gått opp.

Utviklingen i bestanden hos utvalgte arter

Det har vært tydelige endringer i bestandsstruktur hos enkeltarter i Mjøsa siden 1978-1981. For den mest tallrike dominerende fiskearten, krøkle, har gjennomsnittlig lengde for den gytemodne «normalkrøkle» gått ned fra ca. 11-14 cm (Sandlund mfl. 1980b) til 10-11 cm. Lignende endringer så man imidlertid i gytebestanden av krøkle over et kortere tidsrom også på 1980-tallet. I 1980-1981 var for eksempel den mest tallrike lengdegruppa 11,5-14 cm, mens den i 1982 var 9,5-11,5 cm (Sandlund mfl. 2017). Disse endringene har trolig sammenheng med variabel rekruttering og dermed vekst hos ungfisken (Næsje mfl. 1987, Sandlund mfl. 2017). Vellykket rekruttering gir mange fisk og dårlig vekst.

Lagesildas vekst og bestandsstruktur i Mjøsa har også variert over tid, og gytemoden størrelse i 2018, ca. 19 cm, ligger godt innenfor den variasjonen som tidligere er registrert (Aass 1972, Sandlund mfl. 1981a). Veksten hos lagesilda stoppet ved treårsalderen på 1960, -70 og -80-tallet (Sandlund mfl. 1991), slik det også var i 2018 (Gjelland mfl. 2020). Det ser imidlertid ut til at lagesilda i Mjøsa har endret atferd. I 1979 ble det praktisk talt ikke fanget lagesild på bunngarn (Sandlund mfl. 1981a). På 0-50 m dyp i august/september 1979 var CPUE av lagesild i Furnes- og Ringsakerfjorden hhv. 0,2 og 0,1 (Sandlund mfl. 1981a, og upubliserte data). Tilsvarende fangster i 2018 var 0,7 og 2,4. Lagesilda ble i 2018 fanget dypere enn 15 m, noe som stemmer overens med at det ikke lenger brukes landnot (som fanger i de øverste 10-15 m av vannsøylen) i fisket etter lagesild i Mjøsa under gytevandringen mot Gudbrandsdalslågen. Fiskerne bruker nå flytegarngang som senkes ned til 25-30 m dyp. Det er naturlig å tenke seg at en slik endring henger sammen med at overflatevannet i Mjøsa har blitt varmere i løpet av de siste tiåra (Lyche Solheim mfl. 2019). Det er kjent fra svenske innsjøer at voksen lagesild unngår varmt overflatevann om sommeren (Hamrin 1986).

Vekstforholdene for siken i Mjøsa ser ikke ut til å ha endret seg siden 1979, ettersom lengden

på gytemoden fisk fremdeles er i underkant av 30 cm, slik den også var på slutten av 1970-tallet (Sandlund mfl. 1981b). Det er imidlertid påfallende at fangsten av små sik (<15-20 cm) i bunn garn var langt større i 2018 enn i 1979. Det samme gjelder for lagesild, selv om den store fangsten av årsyngel av lagesild i 2018 skjedde ved Tangen, der det ikke ble prøvfisket i 1979. Sett sammen med nedgangen i de åpne vannmassene, kan dette tyde på at en større andel av sik- og lagesildbestandene beitet mer i bunn nære habitater i 2018 sammenlignet med 1979.

En sammenligning av gjennomsnittlig lengde ved ulike aldre hos abbor fanget i Mjøsa i 1979 og 2018 viser at fisken i aldersgruppene 3-10 år var mindre i 1979 (rådata fra 1979 i vedlegg til Sandlund mfl. 1981c). Materialet i hver aldersgruppe er lite, men for aldersgruppene 4-7 år, der det er minst fire fisk i hver gruppe, var gjennomsnittslengdene mellom 4 og 52 mm mindre i 1979. Forskjellen var signifikant for sjuåringer (t-test, $p < 0,001$). Dette tyder på litt bedre vekst hos abbor i Mjøsa i 2018 enn i 1979, til tross for at innsjøen er blitt mindre næringsrik.

Tilstanden for 100 år siden – eller hva sa Huitfeldt-Kaas?

De største endringene i innsjømiljøet i Mjøsa har åpenbart skjedd etter begynnelsen av 1900-tallet da Huitfeldt-Kaas (1917) samlet informasjon til boka «Mjøsens fisker og fiskerier». Dette skyldes bl.a. regulering av vannstanden i innsjøen og utbygging av Hunderfossen, anlegg av vei og jernbane i strandkanten, en periode med stor tilførsel og senere reduksjon av næringsalter, samt tilførsel av ulike miljøgifter (Dervo mfl. 2017). Huitfeldt-Kaas (1917) beskriver riktignok mange eldre inngrep og endringer, men den faktoren som virkelig var mye viktigere for 100 år siden enn i dag var utnyttelsen av fiskebestandene (Dervo mfl. 2017). Både lagesild og sik var den gangen svært attraktive arter. Næringsfisket etter lagesild var det mest omfattende næringsfisket etter innlandsfisk i Norge, med fangster opp mot 140 tonn, og en førstehandsverdi for saltet fisk på 30-90 øre per kilo. Sik ble fisket både i Lågen, i

Mjøsa og ved Minnesund, og Huitfeldt-Kaas anslo en total fangst på ca. 24 tonn. Kiloprisen varierte mellom 60 øre og 1 krone. Fisket etter aure foregikk med mange ulike metoder, og Huitfeldt-Kaas anslo totalfangsten i Mjøsa og Lågen til ca. 7 tonn. Prisen for Mjøsaure i butikk var den gangen ca. 2,2 kr per kilo. Sett i forhold til at en dagslønn for en håndverker på den tiden var 2,5 – 3,5 kr kan vi forstå at fisket i Mjøsa var en viktig økonomisk aktivitet. Anslagene over fangsten av Mjøsaure de siste 100-årene har variert mye, og synes på 1990- og 2000-tallet å ha vært helt oppe i 15-20 tonn (Kraabøl mfl. 2009). Fangsten skjer i dag for det meste med ulike typer stangfiske, og det skjer også en viss grad av gjenutsetting («catch-and-release») (Museth mfl. 2018).

Tidlig på 1900-tallet foregikk det også et fiske etter krøkle på gyte plassene om våren. En del av fangsten ble oppbevart levende til bruk som agn til fiske etter bl.a. aure, og krøkla ble brukt både som grisefor og gjødsel. Huitfeldt-Kaas (1917) mente at krøklefisket med not i de lyse forsommer nettene i midten av mai, i tillegg til å være et nyttig fiske, også ble sett på som en forlystelse.

Huitfeldt-Kaas (1917) sine beskrivelser av vekst og bestandsstruktur hos disse fire artene viser delvis tilsynelatende stabile forhold, delvis store endringer. Både krøkle, lagesild og aure ser ut til å hatt omtrent samme vekstforhold for vel 100 år siden som i dag. Lagesild og aure er påvirket av inngrepene i gyteelva Lågen, men vekst og alder hos disse artene så ut til å være innenfor den variasjonen vi har registrert siden 1970-tallet. Den utløpsgytende auren fra Minnesund/Vorma har forsvunnet etter flere utbygginger i utløpet, sist med byggingen av Svanfossen. Forurensing fra landbruk og bosetning gjorde at situasjonen i mange gytebekker og -elver var mye verre på 1970-tallet enn i dag. Selv om Mjøsaksjonen og senere tiltak ryddet opp i svært mye av denne forurensingen har veibygging og andre aktiviteter ført til begrensede vandringsmuligheter for aure i mange mindre tilløpsbekker. Resultatet er at samlet tilgjengelig gyte- og oppvekstareal er redusert også om vi

ser bort fra utbyggingen i Hunderfossen (Museth mfl. 2018). Det er derfor rimelig sikkert at rekruttering av aure til Mjøsa er vesentlig lavere i dag enn for 100 år siden. Settefiskproduksjon for å kompensere for tapt produksjon i Lågen på grunn av Hunderfossutbyggingen har gjennom de siste tiårene gitt et stort bidrag til aurefangstene i Mjøsa (Kraabøl mfl. 2009).

Sikbestanden som beskrives av Huitfeldt-Kaas (1917) var mer sammensatt enn det vi ser i dag. For det første opererte fiskerne med flere navn på sik, delvis etter når og hvor den ble fisket. For eksempel fantes den gangen en storvokst sik, opptil 2 kg, som ble fisket under gytinnga om høsten ved Minnesund. Når slik stor sik ble fanget i Mjøsa hadde den gjerne magen full av krøklekyngel. Denne bestanden har reguleringsene utryddet. Den gangen var også siken generelt mer storvokst enn i dag, med vanlig vekt på 500 gram. Omkring 1980 var vanlig vekt på kjønnsmoden sik 250-400 gram (Sandlund mfl. 1981b, Næsje mfl. 1991), og det har ikke vært noen særlig endring fram til i 2018, da gjennomsnittsvekten på gytymoden fisk (5 år eller eldre) var 263 gram. Nedgangen siden 1910 skyldes trolig også at fisket på sik har opphørt helt, slik at bestanden de siste tiåra er et ekstremt eksempel på «forgubbing», med vanlig alder på 15 – 16 år, og enkeltfisk opptil over 35 år (Sandlund mfl. 1981b, Gjelland mfl. 2020).

Krøkla, som gyter i innsjøen, hadde for 120 år siden en todelt bestandsstruktur, med både gytymoden «normalkrøkle» på 10-12 cm og enkeltindivider som slår over på fiskeføde og vokser opp til 25-30 cm («krøklekjør», som er kannibaler) (Huitfeldt-Kaas 1917). Dette er det samme bildet som vi så både i 1979 og i dag (Sandlund mfl. 2017, Gjelland mfl. 2020).

Oppsummering

Dagens fiskesamfunn i Mjøsa omfatter de samme artene som fantes både omkring 1980, og ved begynnelsen av 1900-tallet. Prøvefisket i 2018 registrerte 15 av de 20 fiskeartene som forekommer i innsjøen.

I bunngarnfangstene i september 2018 var hork, abbor og krøkle mest tallrike i alle de tre

prøveområdene (Ringsaker- og Furnesfjorden og ved Tangen). Hork utgjorde mellom 9,9 og 21,9 % av fangsten i de tre områdene, abbor mellom 8,4 og 11,4 %, mens krøkle utgjorde mellom 4,4 og 6,6 %. Båt-elfisket om natta i Ringsaker- og Furnesfjorden tyder på at tettheten av fisk i grunnområdene (< ca. 2 m) er forholdsvis lik i de to delene av Mjøsa.

I de åpne vannmassene var krøkle den helt dominerende arten i antall, med mellom 94 og 99 % av pelagiske trålfangster. Beregnet biomasse av fisk i de frie vannmassene i 2018 var 569 tonn, hvorav 81 % var krøkle og 15 % sik.

Siden 1979 har fangsten i de bunn-nære områdene samt dominansforholdene mellom de ulike fiskeartene endret seg både i Ringsaker- og Furnesfjorden, men endringene har gått i ulike retninger. Total fangst i bunngarna var ca. 28 % lavere i Ringsakerfjorden, men 51 % høyere i Furnesfjorden. Dette er et uventet resultat, i og med at Mjøsa er en langt mer næringsfattig innsjø i dag enn i 1979. Reduksjonen i Ringsakerfjorden skyldtes spesielt nedgang i fangsten av hork og krøkle, mens abbor viste en svak økning. I Furnesfjorden hadde både abbor og hork økt, mens fangsten av mort og krøkle var redusert.

I de åpne vannmassene var tettheten av fisk høyere i 2018 enn ved undersøkelsene omkring 1980, spesielt fordi bestanden av krøkle synes å være større. Samtidig har bestandene av sik og lagesild gått tilbake, spesielt gjelder dette lagesilda. Ulikheter i metodene brukt ved tidligere ekkoloddundersøkelser og i 2018 gjør sammenligning av beregnet biomasse av fisk i vannmassene usikker. Resultatene kan tyde på en økning i tettheten av fisk, som skyldes en større krøklebestand, samtidig som det har vært en kraftig reduksjon i biomasse, noe som skyldes reduserte tettheter av de mer storvokste artene sik og lagesild.

Mens både krøkle og lagesild synes å ha omtrent samme vekstforhold i 2018 som i 1979 og på begynnelsen av 1900-tallet, har gytefisk av sik blitt mindre. I forbindelse med utbyggingene i Mjøsas utløp (Minnesund – Svanfoss), som skjedde før undersøkelsene i 1979, synes en storvokst sikbestand å ha blitt utryddet. Det

totale fraværet av fiske etter sik har bidratt til en sterkt forgubbet bestand med dårlig vekst. Reguleringen ved Svanfoss har også utryddet den utløpsgytende auren. Utbyggingen av Hunderfossen har spesielt påvirket auren, men også sik og lagesild, som gyter i Lågen.

Eldre lagesild var svært fåtallig i fangstene i 2018, og det var nærmest kollaps i antall lagesild på gytevandring i 2019. Ettårig lagesild var imidlertid godt representert i fangstene i 2018, og et begrenset trålfiske i 2020 samt større fangster av lagesild på gytevandring (upubl. data) bekreftet at det igjen er bedre rekruttering av lagesild. Krøkle er uten tvil en svært viktig art i Mjøsa, fordi den er så dominerende i antall. Vi vet imidlertid svært lite om svingningene i krøklebestanden, og hvordan den eventuelt påvirker resten av fiskesamfunnet og lavere nivåer i næringskjeden (Sandlund mfl. 2005). Vi vet også lite om hva som påvirker rekrutteringen både i krøklebestanden og lagesildbestanden. For å lære mer om disse sammenhengene er det nødvendig med en mye høyere frekvens i fiskeundersøkelser i Mjøsa enn det vi har sett de siste 100 årene.

Anerkjennelse av bidragsytere

Følgende personer takkes for god bistand under feltarbeidet i Mjøsa i september 2018: Oddgeir Andersen, John Gunnar Dokk, Oskar N. Pettersen (alle NINA), Frode Næstad (Høgskolen i Innlandet), og Finn Bjormyr, Johan Danielsen og Jan Huseklepp Wilberg (alle SNO).

Referanser

Dervo, B.K., Skurdal, J., Sandlund, O.T. & Museth, J. 2017. Mjøsens fisker og fiskerier gjennom 100 år. Tidsskriftet Utmark nr 2-2017, 13 s. <http://hdl.handle.net/11250/246974>

Gjelland, K.Ø., Bækkelie, K.A., Brabrand, Å., Kristoffersen, R., Svenning, M.-A., Eloranta, A., Pettersen, O., Saksgård, R., Solberg, I. & Sandlund, O.T. 2020. Overvåking av fisk i store innsjøer – FIST 2018. NINA Rapport 1749. Norsk institutt for naturforskning.

Gjelland, K.Ø., Sandlund, O.T., Postler, C., Bækkelie, K.A., Eloranta, A., Pettersen, O., Solberg, I. & Saksgård, R. 2018. Overvåking av fisk i store innsjøer (FIST) i 2017. NINA Rapport 1644. Norsk institutt for naturforskning.

Hamrin, S.F. 1986. Vertical distribution and habitat partitioning between different size classes of vendace, *Coregonus albula*, in thermally stratified lakes. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 43: 1617-1625.

Haugen, T.O., Aass, P., Stenseth, N.C. & Vøllestad, L.A. 2008. Changes in selection and evolutionary responses in migratory brown trout following the construction of a fish ladder. Evolutionary Applications 1: 319-335.

Huitfeldt-Kaas, H. 1917. Mjøsens fisker og fiskerier. Det Kgl. Norske Videnskabers Selskabs Skrifter 1916. Aktietrykkeriet i Trondhjem. 256 s.

Kjellberg, G. 1985. Overvåking av Mjøsa. Sammendrag, trender og kommentarer til situasjonen 1976-1984. Statlig program for forurensningsovervåking (SFT). Overvåkingsrapport 192/85. NIVA-rapport 1759.

Kjellberg, G. & Sandlund, O.T. 1983. Næringsrelasjoner i Mjøsas pelagiske økosystem. DVF Mjøsundersøkelsen. DVMjøsundersøkelsen. Rapport 6: 61 pp. Tilgjengelig fra: <http://www.nina.no/Publikasjoner/Naturbiblioteket.aspx>

Kraabøl, M. 2006. Gytebiologi hos hunderørret i Gudbrandsdalslågen nedenfor Hunderfossen kraftverk. NINA Rapport 217. Norsk institutt for naturforskning.

Kraabøl, M., Museth, J. & Johnsen, S.I. 2009. Fangst-historikk og bestandsvurderinger av mjøsørret med hovedvekt på kultivering av hunderørret. NINA Rapport 485. Norsk institutt for naturforskning.

Lindem, T. 1978. Registrering av fisk i Mjøsa ved hjelp av hydroakustisk utstyr. Rapport, Fysisk institutt, Univ. i Oslo, 18 s.

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

Linløkken, A.N., Johansen, W. & Wilson, R. 2014. Genetic structure of brown trout, *Salmo trutta*, populations from differently sized tributaries of Lake Mjøsa in south-east Norway. Fisheries Management and Ecology 21: 515-525.

Lyrche Solheim, A., Løvik, J.E., Stuen, O.H., Thrane, J.-E., Eriksen, T.E., Kile, M.R. & Skjelbred, B. 2018. Miljøtilstanden i Mjøsa med tilløpselver 2017. NIVA Rapport 7255-2018. Norsk institutt for vannforskning.

Lyrche Solheim, A., Schartau, A.K., Bongard, T., Bækkelie, K.A.E., Dahl-Hansen, G., Demars, B., Dokk, J.G., Gjelland, K.Ø., Hammenstig, D., Jensen, T.C., Mjelde, M., Persson, J., Sandlund, O.T., Skjelbred, B., Solhaug Jensen, M.T., Walseng, B. 2019. ØKOSTOR 2018: Basisovervåking av store innsjøer. Utprøving av

- metodikk for overvåking og klassifisering av økologisk tilstand i henhold til vannforskriften. Miljødirektoratet M-1464, (NIVA-rapport 7414-2019), 177 s.
- Museth, J., Johnsen, S.I., Kraabøl, M., Dokk, J.G & Skurdal, J. 2013. Overvåking av fiskesamfunn i store vassdrag etter vannforskriften. Vann 2013 (2) s. 205-216.
- Museth, J., Dervo, B., Brabrand, Å., Heggnes, J., Karlsson, S. & Kraabøl, M. 2018. Storørret i Norge. Definisjon, status, påvirkningsfaktorer og kunnskapsbehov. NINA Rapport 1498. Norsk institutt for naturforskning.
- Nashoug, O. 1999. Vannkvaliteten i Mjøsa - før og nå. Mjøsovervåkingen gjennom 25 år. Styringsgruppa for overvåking av Mjøsa, FM i Hedmark/Innlandet. 86 s.
- 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. *Journal of Fish Biology* 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. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 48: 2307-2315.
- Sandlund, O.T. (red.), Brabrand, Å., Gjelland, K.Ø., Høitomt, L.E., Linløkken, A.N., Olstad, K., Pettersen, O. & Rustadbakken, A. 2016. Overvåking av fiskebestander i store innsjøer. Metodeutprøving og anbefalinger. NINA Rapport 1274. Norsk institutt for naturforskning.
- Sandlund, O.T., Grøndahl, F.A., Kjellberg, G. & Næsje, T.F. 2017. Variabel livshistorie hos krøkle (*Osmerus eperlanus*) i Mjøsa og Randsfjorden. VANN 01-2017: 81-92.
- Sandlund, O.T., Hagen, H., Klyve, L. & Næsje, T.F. 1980a. Prøvegarnfiske i Mjøsa 1978-1979. DVMjøsovervåkingen. Rapport 1: 48 pp. Tilgjengelig fra: <http://www.nina.no/Publikasjoner/Naturbiblioteket.aspx>
- Sandlund, O.T., Jonsson, B., Næsje T.F. & Aass, P. 1991. Year class fluctuations in vendace, *Coregonus albula* (Linnaeus): Who's got the upper hand in intraspecific competition? *Journal of Fish Biology* 38: 873-885.
- Sandlund, O.T., Klyve, L., Hagen, H. & Næsje, T.F. 1980b. Krøkla i Mjøsa. Alderssammensetning, vekst og ernæring. DVMjøsovervåkingen. Rapport 2: 70 pp. Tilgjengelig fra: <http://www.nina.no/Publikasjoner/Naturbiblioteket.aspx>
- Sandlund, O.T., Nashoug, O., Norheim, G., Høie, R. & Kjellberg, G. 1981c. Kvikksølv i fisk og evertebrater i Mjøsa og noen sjøer i Mjøsområdet, 1979-80. DVMjøsovervåkingen. Rapport 4: 54 pp. Tilgjengelig fra: <http://www.nina.no/Publikasjoner/Naturbiblioteket.aspx>
- Sandlund, O.T., Næsje, T.F., Hagen, H. & Klyve, L. 1981a. Lagesilda i Mjøsa. Alderssammensetning, vekst og ernæring. DVMjøsovervåkingen. Rapport 3: 58 pp. Tilgjengelig fra: <http://www.nina.no/Publikasjoner/Naturbiblioteket.aspx>
- Sandlund, O.T., Næsje, T.F., Klyve, L. & Hagen, H. 1981b. Siken i Mjøsa. Alderssammensetning, vekst og ernæring. DVMjøsovervåkingen. Rapport 5: 54 pp. Tilgjengelig fra: <http://www.nina.no/Publikasjoner/Naturbiblioteket.aspx>
- 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 net catches and echo sounder. Report Institute of Freshwater Research, Drottningholm 62: 136-149.
- Sandlund, O.T., Næsje, T.F. & Lindem, T. 1992. Ekko-loddregistrering av pelagisk fiskebestand i Mjøsa 1990-91. NINA-Oppdragsmelding 138. Norsk institutt for naturforskning.
- Sandlund, O.T., Stang, Y.G., Kjellberg, G., Næsje, T.F. & Hambo, M.U. 2005. European smelt (*Osmerus eperlanus*) eats all; eaten by all: Is it a key species in lakes? *Verh. Int. Verein. Limnol.* 29: 432-436.
- Stuen, O.H. 2010. Mjøsa – den gang – og nå. Våre suksessfaktorer. VANN 01-2010: 83-86.
- Taugbøl, T. 1995. Operasjon Mjøsørret – sluttrapport. Fylkesmannen i Oppland. Miljøvernavdelingen. Rapport nr. 9, 55 s.
- Aass, P. 1972. Age determination and year-class fluctuations of cisco, *Coregonus albula* L., in the Mjøsa hydroelectric reservoir, Norway. Report Institute of Freshwater Research, Drottningholm 52: 5-22.