



Miljø-
direktoratet

ØKOSTOR 2021 – Vedleggsrapport for kvalitetselement fisk

Utarbeidet av:

Norsk institutt for naturforskning (NINA)



Kolofon

Utførende institusjon (institusjonen er ansvarlig for innholdet i rapporten)

Norsk institutt for naturforskning (NINA), Norsk institutt for vannforskning og Akvaplan-niva AS.

Oppdragstakers prosjektansvarlig

Sigrid Haande

Kontaktperson i Miljødirektoratet

Preben Danielsen

M-nummer

2334

År

2022

Sidetall

76

Miljødirektoratets kontraktnummer

21087250

Utgiver

Miljødirektoratet, NINA-rapport 2183
ISBN: 978-82-426-4977-5

Prosjektet er finansiert av

Miljødirektoratet

Forfatter(e)

Eikland, K.A., Gjelland, K.Ø., Lie, E.F., Solberg, I., Ambjørndalen, V.M., Lungrin, E., Dokk, J.G.

Tittel

ØKOSTOR 2021 - Vedleggsrapport for kvalitetselement fisk
Surveillance monitoring of large Norwegian lakes 2021- Additional report for biological quality element fish

Sammendrag

Fiskebestandene i de åtte innsjøene Selbusjøen, Eikesdalsvatnet, Hornindalsvatnet, Vangsvatnet, Lundevatnet, Byglandsfjorden, Øyeren og Mjøsa ble undersøkt høsten 2021 som del av det nasjonale overvåkingsprogrammet Økosystemovervåking av store innsjøer (ØKOSTOR). Denne vedleggsrapporten presenterer de viktigste resultatene fra fiskeundersøkelsene og dokumenterer vurderinger som, sammen med øvrige biologiske kvalitetselementer og fysisk-kjemiske støtteparametere, utgjør grunnlaget for en samlet økologisk tilstandsklassifisering av innsjøene. Med unntak av Selbusjøen («god») og Byglandsfjorden («moderat») klassifiseres fiskebestandene i de undersøkte innsjøer til «svært god» tilstand.

4 emneord

Basisovervåking, Store innsjøer,
Vannforskriften, Fiskeundersøkelser

4 subject words

Large lakes, EU Water Framework Directive,
Monitoring of fish populations

Forsidefoto

Røye i bunngarn, prøvefiske i Hornindalsvatnet 2021. Foto: Knut Andreas Eikland, NINA

Forord

Den nasjonale basisovervåkingen av økologisk tilstand i store innsjøer iht. vannforskriften (ØKOSTOR-programmet) er fra 2021 inne i en ny programperiode. Arbeidet utføres av NIVA, NINA og Akvaplan-niva AS på vegne av Miljødirektoratet.

Innsjøene som inngår i ØKOSTOR 2021-2025 er de samme som ble undersøkt parallelt gjennom ØKOSTOR og metodeutviklingsprosjektet Fisk i store innsjøer (FIST) i perioden 2015-2020. Fiskeundersøkelsene er fra 2021 tatt inn som en ordinær del av ØKOSTOR-programmet. [Hovedrapporten for ØKOSTOR-programmet](#) tar for seg samtlige biologiske kvalitetselementer og fysisk-kjemiske støtteparametere. Av hensyn til det totale omfanget av hovedrapporten presenteres samtlige resultater fra fiskeundersøkelsene i denne vedleggsrapporten, og et utdrag i hovedrapporten.

FIST-prosjektet (2015-2020) skulle videreutvikle metodikk for rutinemessige undersøkelser i de åpne vannmassene ved hjelp av hydroakustikk (ekkolodd), partrål og pelagiske garn («flytegarn»), samt metodikk for prøvefiske med bunnsatte nordiske oversiktsgarn. Hensikten var å komme fram til hvilken innsats som er nødvendig for kunne fastsette økologisk tilstand for fisk i slike innsjøer, samt å gjennomføre overvåking av fiskesamfunnene for rapportering iht. vannforskriften. I den gjeldende prosjektperioden er fokuset dreid mot supplerende undersøkelser av de samme innsjøene for å følge utviklingen i den økologiske tilstanden over tid.

Innsjøene som ble undersøkt i 2021 ble sist undersøkt i 2017, med unntak av Mjøsa, som har vært undersøkt i 2018 og 2020. Foruten Mjøsa er dette den andre undersøkelsen av fiskesamfunnet gjennom ØKOSTOR-programmet. Undersøkelsene ble gjennomført i samarbeid med Statens naturoppsyn (SNO) og Bygland kommune. En oversikt over mannskap og aktivitet i de forskjellige innsjøene er gitt i **vedlegg 1**.

Vi vil rette en spesiell takk til Nils Børge Kile, Fiske- og vassdragsforvalter i Bygland kommune, som sammen med feltarbeiderne Olav Øygarden og Oddvar Omnes tilpasset og økte garninnsatsen i den løpende regulantfinansierte overvåkingen av blekebestanden i Otravassdraget til FIST-standarden, og til Bjørn Barlaup for tilbakemeldinger på rapporteringen av Byglandsfjorden. Jon Museth, NINA har kvalitetssikret rapporten.

Oslo, juni 2022

Knut Andreas Eikland

ansvarlig for fiskeundersøkelsene i ØKOSTOR 2021-2025.

Innhold

Forord	3
Sammendrag.....	6
Summary	8
1. Innledning	10
1.1 Undersøkte innsjøer i 2021	10
1.2 Fiskesamfunnet i de undersøkte innsjøene i 2021	12
1.3 Aktiviteter i 2021	14
1.3.1 Undersøkelser i det pelagiske habitat	15
1.3.2 Undersøkelser av bunn-nære og litorale habitater	17
1.4 Fastsettelse av grensen mellom epilimnion og hypolimnion.....	18
1.5 Om tilstandsklassifisering av BKE fisk i 2021	19
1.6 Datarapportering og -tilgjengelighet	19
2. Tilstandsklassifisering BKE fisk.....	20
2.1 Tilstandsklassifisering	20
2.2 Fremmede arter.....	21
2.3 Diskusjon	23
3. Innsjøvise resultater fra fiskeundersøkelsene i 2021	27
3.1 Mjøsa.....	27
3.1.1 Om innsjøen	27
3.1.2 Aktivitet i 2021	28
3.1.3 Biomasse og tetthet av fisk	29
3.1.4 Klassifisering og tilstandsvurdering	30
3.2 Øyeren sør.....	32
3.2.1 Om innsjøen	32
3.2.2 Aktivitet i 2021	32
3.2.3 Biomasse og tetthet av fisk	33
3.2.4 Klassifisering og tilstandsvurdering	34
3.3 Byglandsfjorden.....	36
3.3.1 Om innsjøen	36
3.3.2 Aktivitet i 2021	36
3.3.3 Biomasse og tetthet av fisk	37
3.3.4 Garnfiske.....	38

3.3.5	Klassifisering og tilstandsvurdering	42
3.4	Lundeavatnet	45
3.4.1	Om innsjøen	45
3.4.2	Aktivitet i 2021	45
3.4.3	Biomasse og tetthet av fisk	46
3.4.4	Klassifisering og tilstandsvurdering	48
3.5	Eikesdalsvatnet	49
3.5.1	Om innsjøen	49
3.5.2	Aktivitet i 2021	49
3.5.3	Biomasse og tetthet av fisk	50
3.5.4	Klassifisering og tilstandsvurdering	51
3.6	Hornindalsvatnet	53
3.6.1	Om innsjøen	53
3.6.2	Aktivitet i 2021	53
3.6.3	Biomasse og tetthet av fisk	54
3.6.4	Garnfiske	55
3.6.5	Klassifisering og tilstandsvurdering	58
3.7	Vangsvatnet	62
3.7.1	Om innsjøen	62
3.7.2	Aktivitet i 2021	62
3.7.3	Biomasse og tetthet av fisk	63
3.7.4	Tråling	64
3.7.5	Garnfiske	66
3.7.6	Klassifisering og tilstandsvurdering	70
3.8	Selbusjøen	73
3.8.1	Om innsjøen	73
3.8.2	Aktivitet i 2021	73
3.8.3	Biomasse og tetthet av fisk	74
3.8.4	Klassifisering og tilstandsvurdering	75
4.	Litteratur	76

Sammendrag

Fiskesamfunnet i de åtte innsjøene Selbusjøen, Eikesdalsvatnet, Hornindalsvatnet, Vangsvatnet, Lundevatnet, Byglandsfjorden, Øyeren og Mjøsa ble undersøkt i august-september 2021 som del av det nasjonale overvåkingsprogrammet Økosystemovervåking av store innsjøer (ØKOSTOR). Målet med undersøkelsene var å framskaffe et grunnlag for klassifisering av økologisk tilstand. I denne vedleggsrapport presenteres resultatene for fiskeundersøkelsene og grunnlaget for tilstandsklassifisering ved bruk av fisk som kvalitetselement. Den samlede vurderingen på tvers av fysisk-kjemiske støtteparametere og biologiske kvalitetselementer (planteplankton, dyreplankton, vannplanter, småkreps og fisk) for 2021 presenteres i [årsrapporten](#) for ØKOSTOR-programmet (Haande mfl. 2022).

Den metodiske tilnærmingen var en kombinasjon av bunngarnfiske med nordiske oversiktsgarn, pelagisk partrål og hydroakustisk registrering (ekkolodd) av pelagisk fisk. Samtlige innsjøer ble undersøkt med ekkolodd. Vangsvatnet var den eneste innsjøen som ble prøvefisket i åpne vannmasser, med pelagisk partrål. Hornindalsvatnet og Vangsvatnet ble prøvefisket med bunngarn etter standard innsats på 60 garnnetter, med fiske ned til 50 meters dyp, mens Byglandsfjorden ble prøvefisket med bunngarn av Bygland kommune med garn ned til 35 meter med 48 bunngarnnetter.

Et viktig funn i undersøkelsene av fisk i de åtte innsjøene i 2021 var at det ble observert en betydelig endring i vertikal fordeling av biomasse sammenlignet med hva som ble funnet i 2017. Spesielt i de fem innsjøene med røye (Selbusjøen, Eikesdalsvatnet, Hornindalsvatnet, Vangsvatnet og Lundevatnet) viste vertikalprofiler av biomasse fra ekkoloddundersøkelsene at fisken sto dypere og var mer konsentrert rundt sprangsjiktet enn ved tidligere undersøkelser i de samme innsjøene. Dette var tilfelle også i Øyeren og Mjøsa. I tillegg til en konsentrasjon av fisk rundt sprangsjiktet var det en stor reduksjon i estimert fiskebiomasse fra overflaten og ned til rundt 10 meter i pelagialen, et dybdelag som auren normalt dominerer. Resultatet var en stor reduksjon i estimerte tettheter og biomasse av auren sammenlignet med tidligere undersøkelser i ØKOSTOR. Selv med store forskjeller i estimerte totale tettheter og biomasse i pelagialen, og med en konsentrasjon av fisk rundt sprangsjiktet sammenlignet med 2017, klassifiseres samtlige innsjøer med «svært god» tilstand med hensyn til eutrofiering ved WS-FBI-indeksen.

En samlet vurdering av økologisk tilstand for biologisk kvalitetselement fisk skal inkludere en vurdering av fiskesamfunnet i innsjøens pelagiske, litorale og profundale habitater. I 2021 ble litoralen og profundalen kun undersøkt i Hornindalsvatnet, Vangsvatnet og Byglandsfjorden. Prøvefisket i disse innsjøene viste seg å bli viktige for tolkningen av

dynamikken i og på tvers av alle de undersøkte innsjøene i 2021. Hornindalsvatnet og Vangsvatnet klassifiseres til «svært god» tilstand, mens Byglandsfjorden ender i «moderat» tilstand, påvirket av vannkraftsregulering, forsuring og en fremmed art (ørekyt). Selbusjøen ble ikke prøvefisket i 2021, likevel nedklassifiseres den til maksimalt «god» tilstand ettersom tidligere undersøkelser har dokumentert en stor nedgang i aure- og røyebestandene på grunn av introduksjonen av fremmede arter.

Hovedrapporten fra ØKOSTOR 2022 er tilgjengelig her:

<https://hdl.handle.net/11250/3026439>

Summary

The fish community in the eight lakes Selbusjøen, Eikesdalsvatnet, Hornindalsvatnet, Vangsvatnet, Lundevatnet, Byglandsfjorden, Øyeren and Mjøsa were surveyed in August-September 2021 as part of the national monitoring program Ecological monitoring of large lakes (ØKOSTOR). This additional report presents the results of the fish surveys and the classification of fish as a quality element according to the EU Water Framework Directive (vannforskriften). The overall classification of ecological status across physical and chemical support parameters and biological quality elements (phytoplankton, zooplankton, macrophytes, crustaceans, and fish) for 2021 is presented in [the annual report](#) for the ØKOSTOR program (Haande et al. 2022).

The methodological approach was a combination of Nordic gill nets in the litoral and profundal habitats, and pelagic pair trawl and hydroacoustic registration (echo-sounding) in the pelagic habitat in each lake. All lakes were surveyed with an echo-sounder. Vangsvatnet was the only lake that was surveyed with a pelagic trawl. Hornindalsvatnet and Vangsvatnet were surveyed with Nordic nets according to a standard effort of 60 nets, using a stratified design down to 50 meters depth, while Byglandsfjorden was surveyed down to 35 meters with 48 Nordic nets with assistance from Bygland municipality.

An important finding from the surveys of fish in the eight lakes in 2021 was that a significant change in vertical distribution of biomass was observed compared to what was found in 2017. Especially in the five lakes with Arctic charr (Selbusjøen, Eikesdalsvatnet, Hornindalsvatnet, Vangsvatnet and Lundevatnet) vertical profiles of biomass from the echo sounder indicated that the fish were distributed deeper and more condensed around the thermocline compared to previous surveys in the same lakes. This was also the case in Øyeren and Mjøsa. In addition to a concentration of fish around the thermocline, there was a large reduction in estimated fish biomass from the surface down to about 10 meters in the pelagic habitat, a depth layer in which the trout normally dominates. The result was a large reduction in estimated densities and biomass of trout compared to previous surveys in ØKOSTOR. Despite the differences in estimated total densities and biomass in the pelagic habitat, and with a concentration of fish around the spring layer compared to previous surveys, all lakes are classified as "very good" ecological status for eutrophication in 2021, given by the WS-FBI index.

An overall assessment of the ecological status of fish as a biological quality element should include an assessment of the fish community in the lake's pelagic, litoral and profundal habitats. In 2021, the litoral and profundal habitats were only investigated in

Hornindalsvatnet, Vangsvatnet and Byglandsfjorden. Surveys with gill nets in these lakes proved to be important for the interpretation of the dynamics in and across all the surveyed lakes in 2021. Overall, Hornindalsvatnet and Vangsvatnet are classified to "very good" condition, while Byglandsfjorden is assessed to be in "moderate" condition, affected by the regulation of the lake for hydropower production, acidification, and an alien species (*Phoxinus phoxinus*, Eurasian minnow). Selbusjøen was not surveyed with gill nets in 2021, yet the ecological status is reduced to a maximum of "good" condition as previous studies have documented a large decline in trout and charr stocks due to the introduction of alien species.

1. Innledning

Overvåkingen av økologisk tilstand i store innsjøer (ØKOSTOR) inngår i basisovervåkingen under vannforskriften. Overvåkingsprogrammet er inne i sin tredje periode (2021-2025), med gjentatte undersøkelser i innsjøer som ble undersøkt i 2015 og 2016-2020. I ØKOSTOR inngår prøvetaking av fysisk-kjemiske forhold og kvalitetselementene planktonalger, vannplanter, litorale krepsdyr, dyreplankton og fisk (Haande mfl. 2022). Kvalitetselementet fisk ble tidligere undersøkt gjennom et eget FoU-prosjekt «Fisk i store innsjøer» (FIST) (Eikland mfl. 2022), hvor hensikten med prosjektet var å skaffe data som grunnlag for en klassifisering av fiskebestandenes tilstand, og å vurdere hvilken feltinnsats som er nødvendig for å skaffe et tilstrekkelig datagrunnlag for denne klassifiseringen. Fra 2021 er fiskeundersøkelsene inkludert som en integrert del av ØKOSTOR-programmet.

Denne rapporten er en vedleggsrapport til årsrapporten for ØKOSTOR-programmet (Haande mfl. 2022). Formålet med vedleggsrapporten er å presentere resultater fra fiskeundersøkelser som ikke får plass i hovedrapporten, men som likevel er viktig både som underlag for tilstandsklassifiseringen, og vurderingene av fiskesamfunnene i hver innsjø.

1.1 Undersøkte innsjøer i 2021

Fisk som kvalitetselement ble i 2021 undersøkt i åtte innsjøer: Selbusjøen (Trøndelag), Eikesdalsvatnet (Møre og Romsdal), Hornindalsvatnet (Møre og Romsdal/Vestland), Vangsvatnet (Vestland), Lundevatnet og Byglandsfjorden (Agder), Øyeren (Viken) og Mjøsa (Innlandet, Viken). Alle innsjøene har vært undersøkt tidligere. Med unntak av Øyeren og Mjøsa, som er blant de mest artsrike innsjøene vi har i Norge, er dette innsjøer der aure og røye er de viktigste artene. Med unntak av Selbusjøen og Mjøsa inngikk de samme innsjøene i ØKOSTOR-programmet i 2017 (Lyche Solheim mfl. 2018). Selbusjøen ble undersøkt i 2016 (Gjelland mfl. 2018) og 2020 (Eikland mfl. 2022), mens Mjøsa er undersøkt flere ganger, sist for fisk i 2018 (Gjelland mfl. 2020) og 2020 (Eikland mfl. 2022).

Innsjøene som ble undersøkt i 2021 ligger spredt fordelt i hele Sør-Norge fra Selbusjøen i Trøndelag i nord til Lundevatnet i Agder i sør (**tabell 1.1, figur 1.1**). Innsjøenes overflateareal varierer mellom 7,8 km² (Vangsvatnet) og 366 km² (Mjøsa). Fem av innsjøene er regulert, med reguleringshøyder mellom 2,5 og 6,3 m. Eikesdalsvatnet er uregulert, men likevel sterkt påvirket av at en betydelig del av nedbørfeltet er ført over til andre nedbørfelt i forbindelse med vannkraftreguleringer. Innsjøens nedbørfelt er dermed redusert fra 1085 km² til 313 km², slik at årlig middelavrenning er redusert fra 40 m³/s til 15 m³/s (Hesthagen mfl. 2010). Eikesdalsvatnet er derfor utpekt som en sterkt modifisert vannforekomst (SMVF). Blant de regulerte innsjøene er kun Selbusjøen utpekt som (SMVF) med eget miljømål.

Innsjøenes største dyp varierer fra 60 m i Vangsvatnet til 514 m i Hornindalsvatnet, som er Europas dypeste innsjø. Tre av innsjøene har svært begrenset med grunnområder (<10 % av arealet grunnere enn 20 m, **tabell 1.2**). I Vangsvatnet og Byglandsfjorden er ca. 30 % av arealet grunnere enn 20 m, mens Øyeren har store grunne områder, særlig i nordenden (nesten 70 % av arealet).

Tabell 1.1. Innsjøer undersøkt i 2021.

Meter over havet (m.o.h.) angir øvre regulerte nivå (HRV rundet av til nærmeste meter). Reg.høyde: Reguleringshøyde i regulerte innsjøer.

Innsjø	Vannforekomst-ID	Fylke	H.o.h. (m)	Innsjøareal (km ²)	Innsjø middeldyp (m)	Innsjø maksdyp (m)	Reg.-høyde (m)
Selbusjøen	123-892-1-L	Trøndelag	161	57	70	206	6,3
Eikesdalsvatnet	104-1994-L	Møre og Romsdal	22	23,1	89	155	
Hornindalsvatnet	089-1807-2-L	Vestland	53	50,5	237	514	
Vangsvatnet	062-2085-L	Vestland	47	7,8		60	
Lundevatnet	026-1399-L	Rogaland, Agder	48,5	27,5	172	413	4,5
Byglandsfjorden	021-1063-L	Agder	203	33,4	57	167	5
Øyeren	002-113-L	Viken	102	73,3	14	78	2,5
Mjøsa	002-118-1-L	Innlandet, Viken	123	366	155	453	3,61

Tabell 1.2. Andel innsjøareal i litoralsona i hver innsjø

Andelen innsjøareal i litoralsona, definert som 0-20 m dybdesone, i åtte store innsjøer undersøkt i 2021. Arealene er avlest visuelt fra hypsografiske kurver, se dybdekart i vedlegg 1-8).

Innsjø	Areal km ²	Areal		Andel av totalareal, %	
		0-20 m	>20 m	0-20 m	>20 m
Selbusjøen	57	15	42	26,3	73,7
Eikesdalsvatnet	23,1	2,2	20,9	9,5	90,5
Hornindalsvatnet	50,5	4,7	45,8	9,3	90,7
Vangsvatnet	7,8	2,4	5,4	30,8	69,2
Lundevatnet	27,5	2	25,5	7,2	92,8
Byglandsfjorden	33,4	10	23,4	30	70
Øyeren	73,3	50,8	22,5	69,3	30,7
Mjøsa	366	76	290	20,7	79,3

Det er også en betydelig gradient i vannkjemiske forhold i de åtte innsjøene, fra svært næringsfattige forhold i Eikesdalsvatnet (totalt fosfor 1,6 µg/L) til et relativt høyt fosforinnhold (10 µg/L) i Øyeren (Lyche Solheim mfl. 2018).



Figur 1.1. Kart over de åtte undersøkte innsjøene i ØKOSTOR i 2021 vist i mørkt blått. Nedbørfeltet til de undersøkte innsjøene, inkludert innløpselver og innsjøer er vist med en lysere blå-farge, mens utløpselva har samme farge som innsjøene. Andre navngitte innsjøer inngår i ØKOSTOR-programmet, men ble ikke undersøkt i 2021. Kilder: Innsjøer, elvenettverk og nedbørfelt er data fra NVE. Bakgrunnskartet med arealdekke er data fra NIBIO. Alle kartlag er henta via Geo-norge.no.

1.2 Fiskesamfunnet i de undersøkte innsjøene i 2021

Blant innsjøene som ble undersøkt i 2021 har seks av dem et begrenset antall fiskearter dominert av laksefisk, mens Øyeren er den innsjøen i Norge med flest registrerte fiskearter (**tabell 1.3**). I enkelte oppslagsverk oppgis 25 arter. Laks ble i en periode satt ut i Øyeren, men denne arten har ikke forekommet naturlig i Øyeren i historisk tid. Ål har forsvunnet på grunn av vanskelige oppvandringsforhold etter kraftutbyggingene i Øyerens utløp (Solbergfoss) og i Glomma nedstrøms innsjøen. Vi går derfor ut fra at det i dag forekommer 23 fiskearter i Øyeren. Fiskesamfunnet i den enkelte innsjø er også omtalt i de innsjøvise kapitlene (**kap 3**).

Tabell 1.3. Forekomst av fiskearter i de åtte innsjøene som ble undersøkt i 2021.

X og Xi betyr at arten er registrert i innsjøen og at den er hhv. stedegen og introdusert. Arter som er fanget i prøvefiske i 2021 (kun utført i Hornindalsvatnet, Vangsvatnet og Byglandsfjorden) er grønnmarkert. – betyr at arten er tidligere registrert, men at den ikke lenger finnes i innsjøen.

¹Laksen i Byglandsfjorden er den ferskvannsstadjonære bleka.

Fiskeart	Vitenskapelig navn	Selbusjøen	Eikesdalsvatnet	Hornindalsvatnet	Vangsvatnet	Lundevatnet	Byglandsfjorden	Øyeren	Mjøsa
Elveniøye	<i>Lampetra fluviatilis</i>							X	X
Ål	<i>Anguilla anguilla</i>		X	X	X			-	
Mort	<i>Rutilus rutilus</i>							X	X
Gullbust	<i>Leuciscus leuciscus</i>							X	X
Stam	<i>Leuciscus cephalus</i>							X	
Vederbuk	<i>Leuciscus idus</i>							X	X
Asp	<i>Aspius aspius</i>							X	
Ørekyt	<i>Phoxinus phoxinus</i>	Xi					Xi	X	X
Laue	<i>Alburnus alburnus</i>							X	X
Brasme	<i>Abramis brama</i>							X	X
Flire	<i>Blicca bjoerkna</i>							X	
Karuss	<i>Carassius carassius</i>							X	X
Gjedde	<i>Esox lucius</i>	Xi						X	X
Krøkle	<i>Osmerus eperlanus</i>							X	X
Laks	<i>Salmo salar</i>		X	X	X		X ¹		
Aure	<i>Salmo trutta</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
Røye	<i>Salvelinus alpinus</i>	X	X	X	X	X			
Harr	<i>Thymallus thymallus</i>							X	X
Sik	<i>Coregonus lavaretus</i>							X	X
Lagesild	<i>Coregonus albula</i>							X	X
Lake	<i>Lota lota</i>	X						X	X
Trepigget stingsild	<i>Gasterosteus aculeatus</i>		X	X	X			X	
Nipigget stingsild	<i>Pungitius pungitius</i>							X	X
Hornulke	<i>Myoxocephalus quadricornis</i>								X
Steinsmett	<i>Cottus poecilopus</i>							X	X
Abbor	<i>Perca fluviatilis</i>							X	X
Hork	<i>Gymnocephalus cernua</i>							X	X
Gjørs	<i>Sander lucioperca</i>							X	
Sum antall arter		5	5	5	5	2	3	24	20

1.3 Aktiviteter i 2021

Fiskeundersøkelsene i ØKOSTOR følger metoder testet og utviklet gjennom Fisk i store innsjøer (FIST)-prosjektet (Eikland mfl. 2022). Utgangspunktet for FIST-standarden er undersøkelser av fiskesamfunnet i litorale, bunn-nære og pelagiske habitater. I ØKOSTOR 2021-2025 er det lagt opp et noe redusert prøvetakingsprogram for fisk, hvor det ikke gjennomføres undersøkelser i alle habitater i alle innsjøer hvert år. I 2021 omfattet undersøkelsene hydroakustisk registrering av pelagisk fisk (med ekkolodd) i samtlige av innsjøene. Fiske med pelagisk partrål ble gjennomført i Vangsvatnet, mens det ble gjennomført et bunngarnfiske i Hornindalsvatnet og Vangsvatnet. Byglandsfjorden ble i 2021 prøvofisket med bunngarn av Bygland kommune med garn ned til 35 meter, men ellers i henhold til FIST-standarden (**tabell 1.4**).

Tabell 1.4. Undersøkelser i innsjøer i ØKOSTOR 2021, samt tidligere undersøkelser gjennom FIST-prosjektet.

For hver metode er det oppgitt årstall for undersøkelse(n). Se vedlegg 9 for mannskapsplan for undersøkelsene. SMVF = Sterkt modifisert vannforekomst.

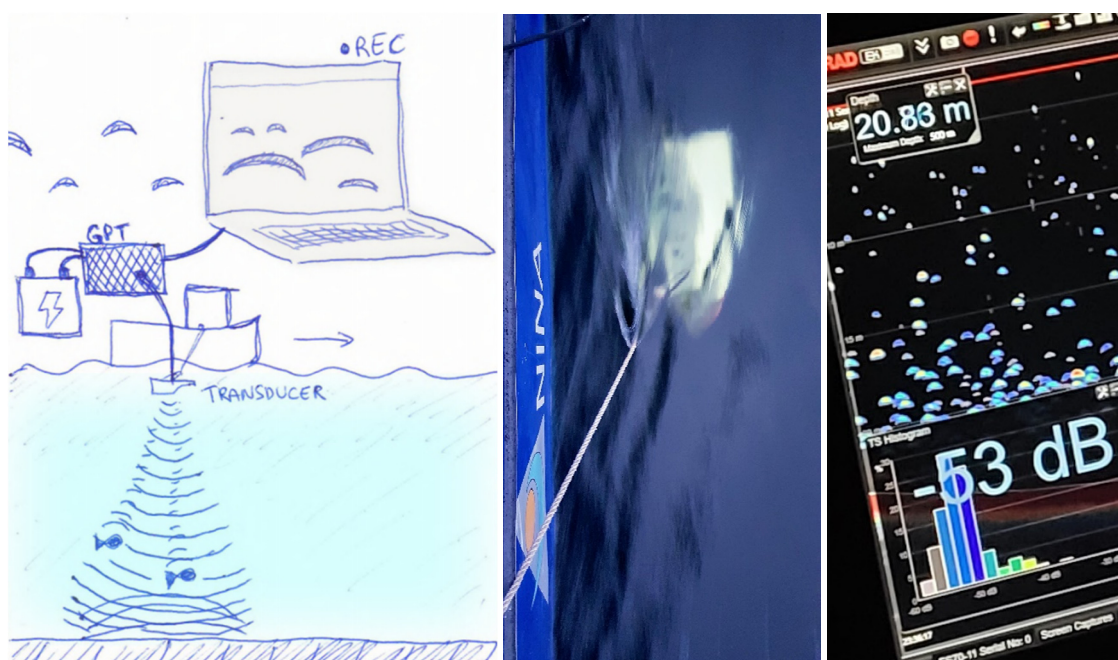
¹ Bunngarnfisket i Byglandsfjorden ble i 2021 gjennomført ned til 35 meter, ikke 50 som FIST-standarden.

Habitat	Litoralt og bunn-nært	Pelagisk		
		Flytegarn	Trål	Ekkolodd
Innsjø	Bunngarn			
Selbusjøen (SMVF)	2016	2016	2016	2016, 2020, 2021
Eikesdalsvatnet (SMVF)	2017		2017	2017, 2021
Hornindalsvatnet	2017, 2021		2017	2017, 2021
Vangsvatnet	2017, 2021		2017, 2021	2017, 2021
Lundevatnet	2017		2017	2017, 2021
Byglandsfjorden	2017, 2021 ¹		2017	2017, 2021
Øyeren	2017		2017	2017, 2021
Mjøsa	2018		2018, 2020	2018, 2020, 2021

1.3.1 Undersøkelser i det pelagiske habitat

1.3.1.1 Ekkolodd

Mengde (biomasse) og tetthet av fisk i det pelagiske habitatet ble undersøkt med et vitenskapelig ekkolodd. Ekkoloddregistreringene ble utført i henhold til FIST-metodikken (Eikland mfl. 2022). Oppsummert går metoden ut på å bruke et vitenskapelig ekkolodd (SIMRAD EK80 portable) koblet til en 70 kHz splitt-strålesvinger med 11° åpningsvinkel (SIMRAD ES70-11) montert på en aluminiumsvinge som taues langs båten skuteside på én meters dyp (**figur 1.2**). Registreringene foregikk om natten.



Figur 1.2. Ekkoloddundersøkelser gjennomføres med en svinger montert på en vinge som taues langs skutesiden. Svingeren er koblet til et vitenskapelig ekkolodd (GPT - General Purpose Transceiver) om bord i båten. Datafangst styres og lagres på en datamaskin i felt. Illustrasjon og foto: K.A. Eikland, NINA.

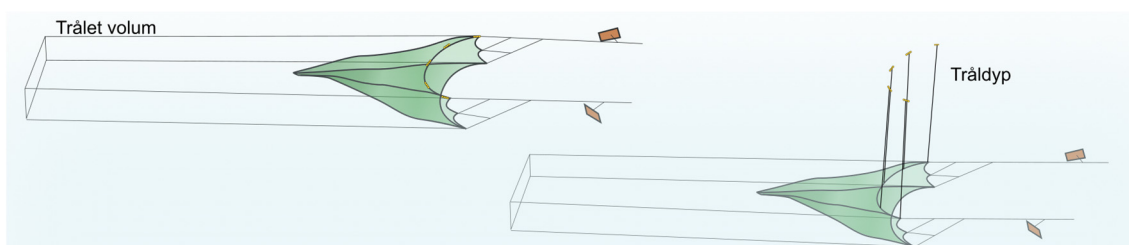
I 2021 ble det i tillegg samlet inn parallelle data med en kombinert 38/200 kHz -svinger med 18° åpningsvinkel (SIMRAD ES38-18/200-18C) montert på samme vinge. Total seilingslengde varierte mellom 16 og 148 km i de ulike innsjøene, noe som gir en dekningsgrad (seilt lengde / innsjøareal^{0,5}) på 5,3-7,7. NINAs trålbåt «Dytiscus» ble benyttet til undersøkelsene.

1.3.1.2 Tråling

Innsamling av fisk i det pelagiske habitatet ble gjennomført med tråling eller flytegarn (Eikland mfl. 2022). I 2021 var det kun i Vangsvatnet det ble gjennomført en slik innsamling. Innsamlingen ble gjort ved pelagisk forskningstrål (**figur 1.3**). Tråling ble gjennomført ved at to båter tauet en trål etter seg. Trålen har en bredde på åtte meter. Høyden er seks meter, men siden den kan påvirkes av hastigheten ble den logget med dybdesensorer på tråls topp- og bunnline. Fra båtene og ned til tråls spredningstau var det omtrent 100 meter. Trålen er satt sammen med minkende maskevidde bakover (400 - 5,5 mm), slik at fisken som befinner seg i tråls vei ledes mot en trålpose hvor den samles opp. Distansen, hastigheten og tiden ble notert for å regne ut volumet det enkelte tråltrekk dekket, for deretter å beregne volumtettheten av fisk. Tråling ble gjort i overflaten (0-6 meter) og senket ned på dypere vann etter fiskens fordeling i vannsøylen (**figur 1.4**). Det ble kun trålet i åpne vannmasser, ikke på bunnen. Arbeidet foregikk om natten bla. for å unngå at fisk skremmes, og for at fangster fra ulike dyp skal være lik fordelingen av fisk slik den ble registrert med ekkolodd. Se ytterligere beskrivelse av metoden i Eikland mfl. (2022).



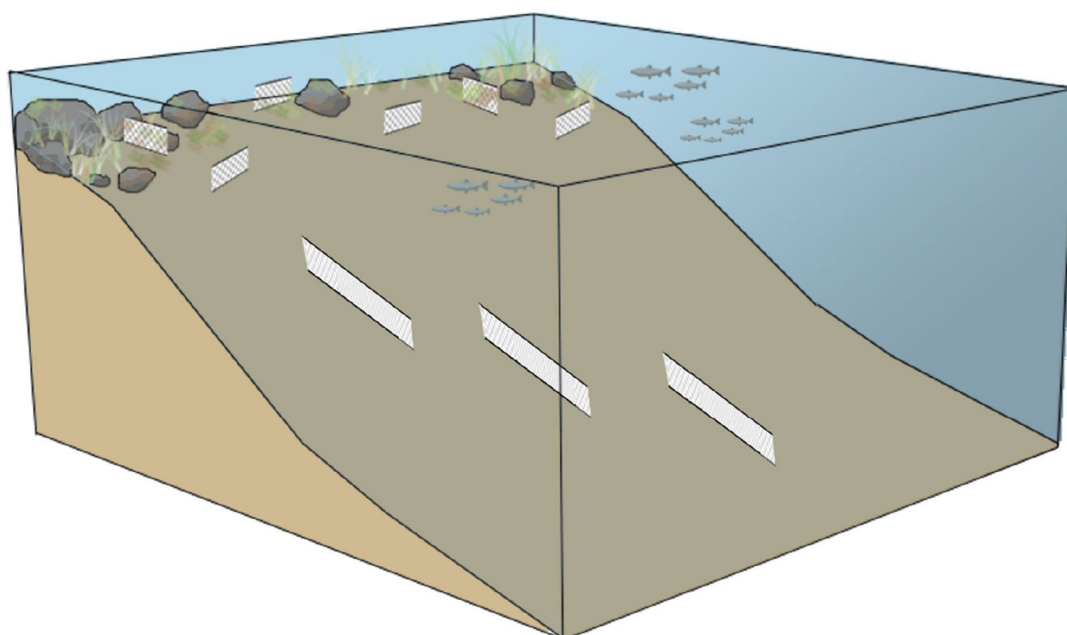
Figur 1.3 Pelagisk par-trål i overflaten på Mjøsa i 2020. Bildet viser et forsøksstrekk på dagtid. Foto: K. Rolseth.



Figur 1.4 Forskningstrål trekkes etter to båter, i overflaten og nedsenket inntil 35 meter. Dybden justeres med avstandstau fra toppline til flottører, med avstand fra trekkbåtene og hastigheten. Tråldører bidrar til å holde sidevingene fra hverandre ved utsett. Distansen, hastigheten og tiden benyttes for å beregne trålet vannvolum. Illustrasjon: K.A. Eikland, NINA.

1.3.2 Undersøkelser av bunn-nære og litorale habitater

Fiskesamfunnet i strandsonen og langs bunnen i Hornindalsvatnet, Vangsvatnet og Byglandsfjorden ble i 2021, som i 2017, undersøkt med bunn garn av typen nordisk oversiktsgarn (Appelberg mfl. 1995, NS-EN 14757, maskevidder 5, 6.3, 8, 10, 12.5, 15.5, 19.5, 24, 29, 35, 43 og 55 mm målt fra knute til knute). Normalt settes det garn i fire områder i hver innsjø. Standard garninnsats i hvert garnområde er seks enkeltgarn spredt i strandsona (2 garn på 0-5 m, 2 på 5-10 m, og 2 på 10-15 m) og tre lenker á tre garn fordelt dypere enn dette (15-25 m, 25-35 m, og 35-50 m dyp) (**figur 1.3**), som gir en garninnsats i hvert garnområde på 15 garnnetter. I Byglandsfjorden ble det gjennomført et bunn garnfiske ned til 35 meter, med en total garninnsats på 12 garnnetter i hvert garnområde.



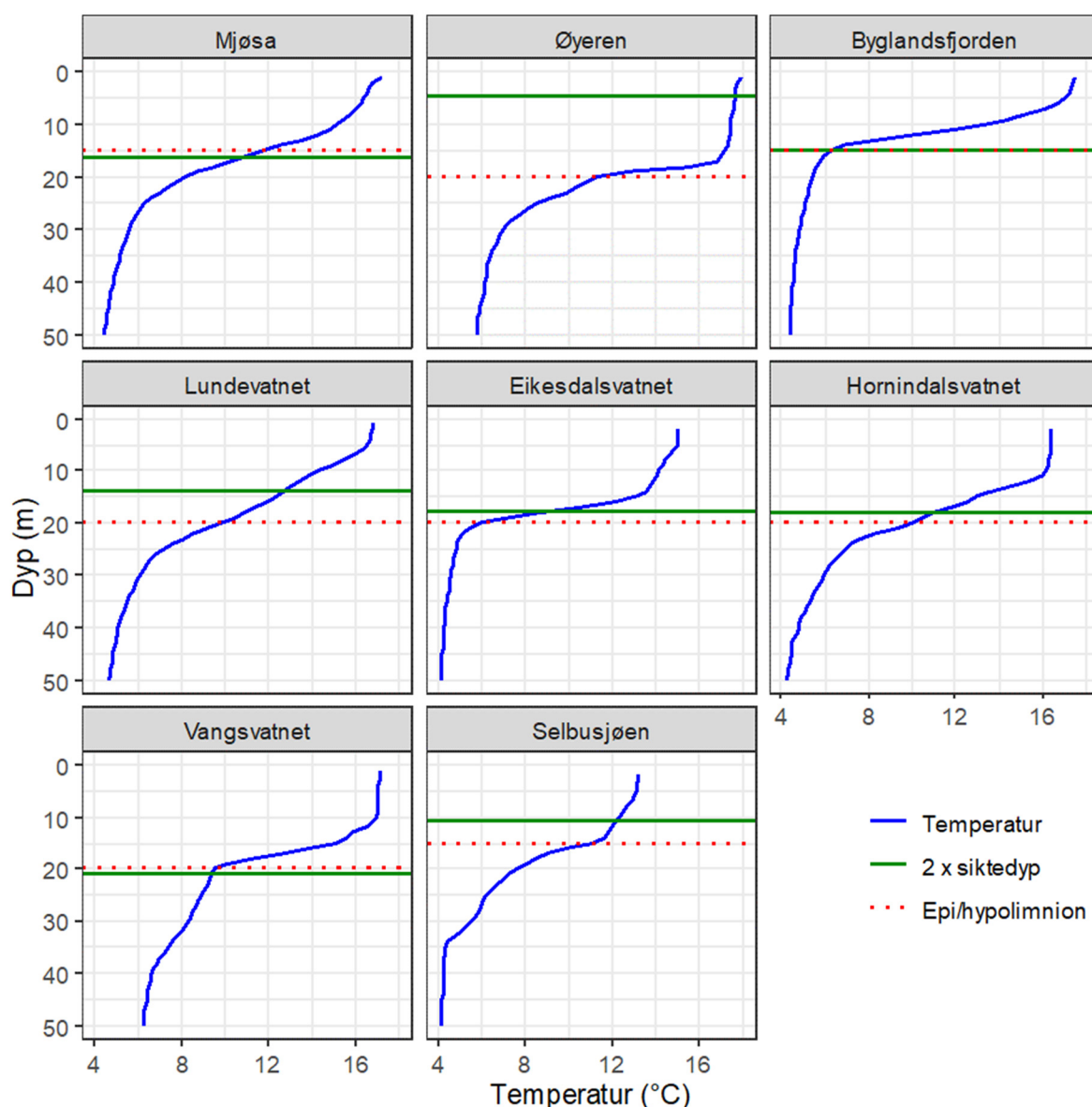
Figur 1.3. Skjematisk oppsett for bunn garnfiske med nordiske oversiktsgarn i hvert garnområde iht. FIST-standarden som benyttes i ØKOSTOR-programmet (Eikland mfl. 2022). Standard for fiske ved bunnen er seks enkeltgarn i strandsona og tre lenker á tre garn på dypere vann. Illustrasjon: S. Skoglund, NINA.

1.4 Dybdekurver og kartdata

Kartmateriale benyttet i rapporten er, foruten egne data, henta fra Kartverkets WMS-tjeneste (Topografisk Norgeskart 4). Dybdekurver er henta fra NVE sin karttjeneste (<https://kartkatalog.nve.no>).

1.5 Fastsettelse av grensen mellom epil- og hypolimnion

Grensen mellom epilimnion og hypolimnion er viktig for beregning av WS-FBI-indeksen. Fastsettelsen av denne tar utgangspunkt i en kombinasjon av to tilnærminger; 1) to ganger siktedyp (basert på tilnærming av produksjonsdyp) og 2) endringer i vanntemperatur med dyp (**figur 1.4**) (Eikland mfl. 2022). Blant innsjøene som også ble undersøkt i 2017 ble grensen satt likt som i 2017. For Mjøsa ble grensen satt til 15 meter, mot 20 meter i 2018 og 2020.



Figur 1.4. Temperaturprofiler (ned til 50 meter) for de undersøkte innsjøene i 2021 i undersøkelsesperioden for ekkoloddundersøkelsene. Dypet for 2 x siktedyp er også vist, samt overgangen mellom epi- og hypolimnion slik de er brukt i ekkoloddanalysene.

1.6 Om tilstandsklassifisering av BKE fisk i 2021

Tre indekser er tilgjengelige for klassifisering av de store innsjøene basert på biologisk kvalitetselement (BKE) fisk. Dette er *prosent bestandsnedgang* (tabell 6-5 i Klassifiseringsveilederen), *NEFI-indeksen* (Norsk endringsindeks for fisk; avsnitt 6.3.2 i Klassifiseringsveilederen) og *WS-FBI-indeksen* (avsnitt 6.3.3 i Klassifiseringsveilederen). De to første er indekser for generell påvirkning, mens WS-FBI er en eutrofieringsindeks.

For å kunne benytte *prosent bestandsnedgang* og *NEFI* kreves kunnskap om fiskesamfunnets historiske tilstand, og aller helst referanse-/naturtilstanden. Slike historiske data eksisterer i varierende grad for innsjøene. Det er særlig to usikkerhetsmomenter ved fiskeundersøkelser av eldre karakter: De ble gjennomført med standardgarn med middels til store maskevidder, og plasseringen av garna var ofte gjort på en annen måten enn slik det gjøres i ØKOSTOR etter FIST-standard, som følger Klassifiseringsveilederen. Det ble i mindre grad fisket i profundalsonen, og det var ofte et mål å finne ut hvilke garnmasker som gav best fangst og dermed ble det gjerne fisket på kjente og gode fiskeplasser. I tillegg er eldre data ofte presentert på et annet format, som kan gjøre sammenligninger vanskelig. Vi har imidlertid valgt å bruke eldre rapporter som et sammenligningsgrunnlag.

I 2021 har vi beregnet eutrofieringsindeksen WS-FBI for samtlige undersøkte innsjøer. For Hornindalsvatnet, Vangsvatnet og Byglandsfjorden er det ikke gjennomført tidligere undersøkelser som kan benyttes som referanse- eller naturtilstand. Det er derfor ikke mulig å benytte NEFI eller % bestandsnedgang. Men eldre rapporter, og nyere overvåkingsdata fra blekeprosjektet i Byglandsfjorden, blir sammen med resultatene fra undersøkelsene i 2017 benyttet for å ekspertvurdere tilstanden for fisk i bunn- og strandnære habitater basert på prinsippene bak *NEFI*-indeksen. I tillegg benyttes informasjon om introduserte arters påvirkning på fiskesamfunnet. For innsjøer med bestander av anadrom fisk (eksempelvis atlantisk laks og sjø-aure) er kvalitet etter kvalitetsnormen for laks og sjø-aure oppgitt, uten at det inngår i tilstandsvurderingen av innsjøen. For 2021 gjelder det innsjøene Eikesdalsvatnet, Hornindalsvatnet og Vangsvatnet.

1.7 Datarapportering og -tilgjengelighet

Innsamlede data fra fiskeundersøkelsene importeres til Vannmiljø. Data som rapporteres til Vannmiljø inkluderer data fra garnfangster (individdata og fangst per innsats), samlede biomasse- og tetthetsestimater, samt indeksverdier for indeksene som benyttes ved tilstandsklassifisering. Inntil det er avklart hvordan ekkolodd-data skal rapporteres lagres disse hos oppdragstaker.

2. Tilstandsklassifisering BKE fisk

Ved økologisk tilstandsklassifisering i henhold til vannforskriften gis det en samlet tilstandsklassifisering basert på tilgjengelig data og klassifisering av hvert enkelt kvalitetselement og støtteparametere. I dette kapittelet presenteres tilstandsklassifisering av biologisk kvalitetselement fisk i de åtte undersøkte innsjøene i 2021. Klassifiseringen bygger på undersøkelsene beskrevet per innsjø i kapittel 3. For en samlet tilstandsklassifisering på tvers av kvalitetselementer og støtteparametere, se hovedrapporten for ØKOSTOR 2021 (Haande mfl. 2022)

2.1 Tilstandsklassifisering

På grunnlag av det eksisterende datagrunnlaget er WS-FBI-indeksen benyttet i tilstandsklassifiseringen av fiskebestandene i samtlige av de åtte innsjøene som ble undersøkt i 2021 (**tabell 2.1, tabell 2.2**). I tillegg er ekspertvurdering i henhold til prinsippene bak NEFI-indeksen benyttet for Hornindalsvatnet, Vangsvatnet og Byglandsfjorden som ble prøvefisket i 2021 (**tabell 2.1**).

Tabell 2.1. Økologisk tilstand for kvalitetselement fisk i store innsjøer undersøkt i 2021
 Klassifiseringen er gjort på grunnlag av (indekser). SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD = Svært dårlig (rød) tilstand. BKE = Biologisk kvalitetselement.
¹ Basert på modifisert WS-FBI formel for å unngå negativ, ikke tolkbar verdi (se Eikland mfl. 2022).
² Nedgradert inntil én tilstandsklasse pga. forekomst av vannlevende høyrisikoarter (se kap. 2.2)
 * Klassifisert ved ekspertvurdering iht. prinsippene bak NEFI-indeksen (se kap. 1.6).

Innsjø	Grense epil./hypol. (m)	WS-FBI ¹			NEFI			% bestandsnedgang			Samlet tilstand for BKE fisk
		Verdi	EQR	nEQR	Verdi	EQR	nEQR	Verdi	EQR	nEQR	Tilstands-klasse
Selbusjøen	15	9,42	3,25	1,00							G ²
Eikesdalsvatnet	20	6,92	2,39	1,00							SG
Hornindalsvatnet	20	3,10	1,07	1,00	-	-	0,9*	-	-	-	SG
Vangsvatnet	20	2,63	0,91	0,94	-	0,9	0,9	-	-	-	SG
Lundevatnet	20	3,51	1,21	1,00							SG
Byglandsfjorden	15	15,71	5,42	1,00	-	-	0,5*	-	-	-	M ²
Øyeren	20	2,15	0,74	0,83							SG
Mjøsa	15	2,10	0,73	0,83							SG

Tabell 2.2. Fangster ved prøvafisket og beregnet total biomasse av fisk i de åpne vannmassene i åtte innsjøer undersøkt i 2021.

Total biomasse (tonn) i de åpne vannmasser (epilimnion + hypolimnion) og biomasse (kg/ha) i hhv. epilimnion og hypolimnion er beregnet fra hydroakustiske registreringer (grå rader). Tabellen viser også antall fisk av ulike arter fanget i bunngarn (antall garnnetter) og pelagisk partrål.

¹Laksen i Byglandsfjorden er den ferskvannsstadjonære bleka.

Innsjø Fangstmetode	Total biomasse (tonn)	Biomasse (kg/ha)		Antall fisk i fangst				
		Epi- limnion	Hypo- limnion	Ørekyt	Aure	Røye	Laks ¹	Trepigget stingsild
Selbusjøen	4,5	0,34	0,44					
Eikesdalsvatnet	2,3	0,85	0,17					
Hornindalsvatnet	19,2	2,23	1,55					
Bunngarn (60)					84	115		14
Vangsvatnet	4,6	3,46	2,42					
Bunngarn (60)					77	99		58
Trål					16	67		107
Lundevatnet	9,2	0,69	2,66					
Byglandsfjorden	1,9	0,57	0,01					
Bunngarn (48)				190	125		23	
Øyeren	68,3	5,5	13,8					
Mjøsa	698,7	6,1	12,9					

Tolkningen av ekkoloddregistreringene er gjort på grunnlag av tilgjengelige prøvafiskedata, enten fra nye undersøkelser i 2021, eller fra 2017 der det ikke ble gjennomført prøvafiske i 2021.

2.2 Fremmede arter

Klassifiseringsveilederen presenterer ingen direkte prosedyre for hvordan tilstandsklassifiseringen skal gjennomføres for vannforekomster med fremmede arter. Gjennom FIST-prosjektet, og nå ØKOSTOR er det valgt å nedgradere tilstanden med inntil én tilstandsklasse i de tilfeller der den innførte arten er en høyrisikoart iht. Artsdatabankens vurderinger (Artsdatabanken 2020). Hvorvidt dette fører til en samlet nedgradering av tilstanden for innsjøen kommer an på tilstanden til de øvrige kvalitetselementene som er klassifisert. Blant de undersøkte innsjøene i 2021 har Selbusjøen og Byglandsfjorden bestander av regionalt fremmede fiskearter.

For Selbusjøen gjelder dette gjedde og ørekyt, hvor det i tillegg er satt ut mysis (*Mysis relicta*) og firetorntet istidskreps (*Pallasiola quadrispinosa*). Tidligere vurderinger av økologisk påvirkning av de fremmede artene i Selbusjøen i 2016 og 2020 konkluderte med at fiskesamfunnet i Selbusjøen var sterkt påvirket av de introduserte artene (Gjelland mfl. 2020, Eikland mfl. 2022). Det er ingen ny informasjon som endrer denne vurderingen. En varig reduksjon i planktonsamfunnet i Selbusjøen som følge av utsetting av Mysis og Pallasea oppsummert i Sandlund mfl. (2022) bidrar til å understøtte vurderingen som ble gjort i 2016 og 2020. Fiskesamfunnet i Selbusjøen vil dermed, iht. prøvefiskedata, tidligere vurderinger av påvirkning og Miljødirektoratets klassifiseringsveileder 02:2018, i beste fall kunne oppnå tilstandsklasse «god» for kvalitetselement fisk.

I Byglandsfjorden er ørekyt en introdusert art som forekommer jevnlig i prøvefiske gjennom overvåkingen av bleke. Andelen i fangstene økte noe i 2021, og det antas at den er en betydelig næringskonkurrent til yngel av aure i strandsonen og gyteelver og -bekker. Ørekyt forventes i mindre grad å være en konkurrent til bleka i Byglandsfjorden, som i stor grad utnytter føde i de åpne vannmassene (Direktoratet for naturforvaltning 2009). De senere årene har imidlertid ørekyt etablert bestander i viktige rekrutterings- og oppvekstområder for bleke i elvesystemet tilknyttet Byglandsfjorden (se **kap 3.3.5**). Introduksjonen skjedde på begynnelsen av 2000-tallet, i en regulert innsjø under gjenhenting etter forsuring og med pågående bestandsforbedrende tiltak for den unike ferskvannsstasjonære laksen bleke. Introduksjonen av ørekyt ble ikke tatt hensyn til ved klassifiseringen av fisk i Byglandsfjorden i 2017, på grunnlag av manglende dokumentert negativ effekt på fiskesamfunnet. Sandvik mfl. (2020) diskuterer ulike tilnærminger til hvordan fremmede arter påvirker klassifisering av økologisk tilstand. Tilnærmingene tar utgangspunkt i ulik grad av tilgjengelig kunnskap. Rangert fra minst til mest usikkert er det å benytte enten 1) data fra den aktuelle innsjøen (eks. prøvefiskedata og indeksene NEFI og % bestandsnedgang), 2) kunnskap om enkeltarters påvirkning på fiskesamfunn (eksempelvis introduksjon av gjedde eller ørekyt i en aurebestand), eller 3) fastsettelse av tilstand ved hjelp av Fremmedartslista. Ørekyt er kategorisert som en art med «stort invasjonspotensiale, og høy økologisk effekt» i fremmedartslista (Artsdatabanken 2020). Basert på prøvefiskedata, observasjoner og kategoriseringen i Fremmedartslista vurderer vi det slik at fiskesamfunnet i Byglandsfjorden, iht. Miljødirektoratets klassifiseringsveileder 02:2018, i beste fall vil kunne oppnå tilstandsklasse «god» for kvalitetselement fisk.

2.3 Diskusjon

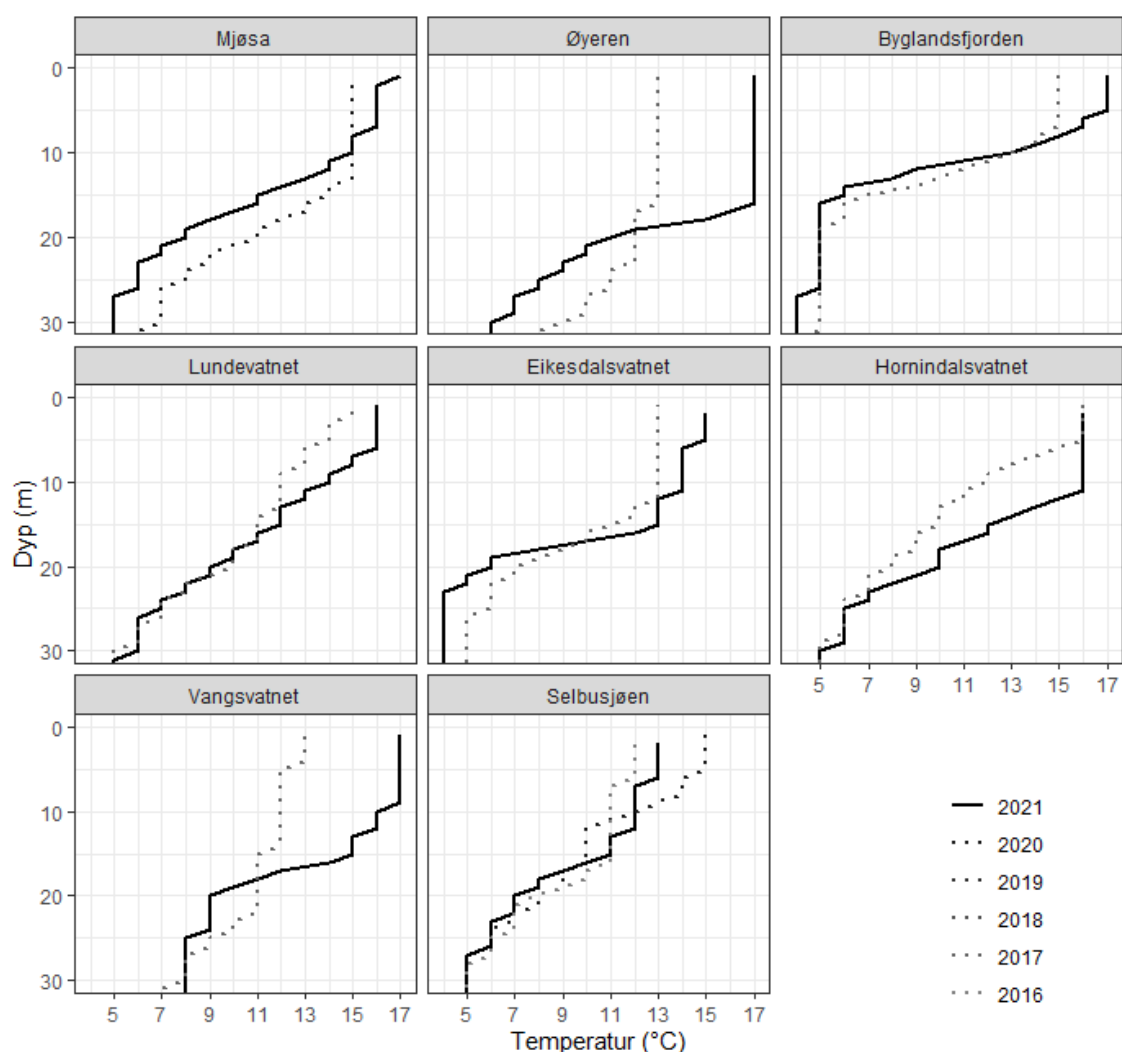
Det mest påfallende funnet i undersøkelsene av fisk i de åtte innsjøene i 2021 var forskjellen i vertikal fordeling av biomasse fra 2017. Spesielt i de fem innsjøene med røye (Selbusjøen, Eikesdalsvatnet, Hornindalsvatnet, Vangsvatnet og Lundevatnet) viste vertikalprofiler av biomasse fra ekkoloddundersøkelsene at fisken sto dypere og var mer konsentrert rundt sprangsjiktet enn ved tidligere undersøkelser i de samme innsjøene. Dette var tilfelle også i Øyeren og Mjøsa, men for Byglandsfjorden var bildet mindre tydelig.

I tillegg til en konsentrasjon av fisk rundt sprangsjiktet var det en stor reduksjon av estimert fiskebiomasse fra overflaten og ned til rundt 10 meter i pelagialen, et dybdelag som auren normalt dominerer. Resultatet var en stor reduksjon i estimerte tettheter og biomasse av aure i pelagialen sammenlignet med resultatene fra 2017. Reduksjonen av aure i overflaten ble dokumentert med pelagisk partrål på Vangsvatnet. I samme innsjø, og også i Hornindalsvatnet, hvor det ble prøvfisket i strand- og bunn-nære habitater, økte andelen aure i bunn garnfangstene. Det er normalt at auren utkonkurrerer røye i strandsonen, og dominansen kan variere mellom år i en enkelt innsjø, men i 2021 ble det registrert sammenfallende endringer på tvers av innsjøer med ulike fiskesamfunn og som er fordelt over et stort geografisk område, fra Trøndelag i nord til innsjøer både på Vest- og Østlandet i 2021.

Resultatene fra tråling i Vangsvatnet, og økningen av estimerte tettheter av fisk på størrelse med årsyngel i epilimnion fra flere innsjøer kan tyde på at stingsild (Eikesdalsvatnet, Hornindalsvatnet og Vangsvatnet) oppholdt seg i pelagialen i høyere grad i 2021 enn ved tidligere undersøkelser. Vi vet ikke nok om horisontale og vertikale vandringer, og driverne bak forandringene vi ser i hver enkelt innsjø, men dersom det er færre fiskespisende aure i pelagialen kan økningen i stingsild og fisk på størrelse med årsyngel i pelagialen skyldes økt predasjonstrykk fra aure i litoralen. Økningen av liten fisk kan også skyldes enkelte sterke årsklasser. Lavere tettheter av aure i pelagialen kan skyldes økning i næringstilgangen litoralt, eller en reduksjon pelagisk, enten det er overflateinsekter, insekts-klekkinger, eller mengde og sammensetning av dyreplankton, selv om sistnevnte i større grad vil antas å påvirke røye som er en mer effektiv planktonbeiter. Både aure og røye er fiskearter som foretrekker kaldt vann. En konsentrasjon av røye på dypere vann kan derfor også kunne forklares ved at den vil unngå økt stress og høyere metabolske kostnader med å stå i varmere vann. Uten trålfangster fra flere av sjøene er det usikkert om det også gjaldt auren.

Vanntemperaturen i overflaten var i de fleste innsjøene høyere i 2021 sammenlignet med tidligere undersøkelser i 2016 (Selbusjøen), 2017 (Eikesdalsvatnet, Hornindalsvatnet, Vangsvatnet, Lundevatnet, Byglandsfjorden og Øyeren) eller 2018 og 2020 (Mjøsa) (**figur 1.5**).

Størst var endringen i Vangsvatnet og Øyeren med en økning på fire grader fra overflaten og ned til ti meters dyp. Økningen i overflaten var mindre i Lundevatnet, Eikesdalsvatnet og Hornindalsvatnet, men samtidig gikk det varme vannlaget dypere. I Selbusjøen var temperaturen lavere enn i 2020, men høyere enn i 2016. Øyeren, Vangsvatnet og Hornindalsvatnet skiller seg særlig ut med stor temperaturøkning enten i overflaten eller i økt dybde på det varme vannlaget. De tre innsjøene ligger så geografisk spredt at vi i denne rapport ikke har mulighet til å belyse sannsynlige årsaker til forskjellen mellom de to årene.



Figur 1.5. Temperaturprofil for 2021, samt tilsvarende profiler fra tidligere undersøkelser i innsjøene undersøkt i 2021 for perioden 2016-2020. Kun de øverste 30 meterne av vannsøylen er vist. Målingene ble gjort ved månedlig prøvetaking i ØKOSTOR-programmet i august og september de aktuelle årene. Dersom ekkoloddregistreringene ble gjennomført midt mellom to månedlige målinger, eller i innsjøer med flere målepunkter (Mjøsa), representerer profilen i figuren snittet av enkeltmålinger.

For landet sett under ett var lufttemperaturen for perioden juni, juli og august i 2021 den syvende varmeste etter år 1900, særlig drevet av varme juni- og julitemperaturer (Mamen, 2022). Ett, eller noen få år med varmere overflatevann i august og september trenger ikke å gi varige endringer i et fiskesamfunn, og de observerte forskjellene mellom 2017 og 2021 kan enkeltvis representere vanlige år eller ekstremer innenfor en normaltilstand. Likevel gir de observerte forskjellene mellom de to årene et grunnlag for å vurdere hvordan endringer i klimaet i nåtid og fremtiden kan gi betydelige endringer selv i våre store og dype innsjøer.

Overvåkingen av Mjøsa har dokumentert en økning i middeltemperaturen i overflatelaget på 1,8 °C i perioden 1972-2015 (Løvik mfl., 2015), og fiskeundersøkelsene i 2018 viste at lagesilda her sto dypere enn tidligere (Gjelland mfl., 2020). Til tross for økningen i middeltemperatur varierer vanntemperaturen innen vekstsesongen og mellom år i Mjøsa. Vi har ikke tilstrekkelig kunnskap om dynamikken i innsjøer hvor pelagialen domineres av arter som krøkle, sik og lagesild, og om hvordan vanntemperatur og andre miljøforhold påvirker habitatvalg og konkurranse artene imellom. Et endret klima vil ha ulike effekter mellom klimaregioner, nedbørfelt og innsjøtyper, men sannsynligvis også påvirke flere trofisk nivåer i den enkelte innsjø. Fiskesamfunnene i de åtte innsjøene som ble undersøkt i 2021 er svært forskjellige. Fra Øyeren med flere enn 20 fiskearter, til innsjøer dominert av aure og røye. Røye er en av artene hvis livshistorie sannsynligvis vil påvirkes først.

Metodikk

En mulig feilkilde knyttet til alle undersøkelser med vertikaltrettet ekkolodd er «blindsonen» på dyp mellom 0-4 meter (Eikland mfl., 2022). På grunn av mengden støy og et lavt strålevolum blir enkelttekko på dette dypet utelatt fra analysene. I stedet antar vi at fordelingen av fisk mellom 0-4 meter tilsvarer fordelingen mellom 4-10 meters dyp. Skulle det være slik at aure sto høyere enn fire meter i pelagialen i 2021 kan det ha bidratt til en underestimering av total tetthet og biomasse, og av mengde aure. Fangst av aure i ett av tråltrekkene i overflaten i Vangsvatnet kan tyde på dette, samtidig inkluderte trekket det smale partiet mellom de to innsjøbassengene, hvor trålen var nedi bunnen, og at auren som ble fanget ikke sto pelagisk men litoralt.

Årsyngel og småvokste arter som stingsild blir i liten grad fanget i flytegarn, til tross for at de er til stede i pelagialen. Resultatene fra undersøkelsene i Vangsvatnet i 2021, og tidligere undersøkelser gjennom FIST-prosjektet (Eikland mfl., 2022), har vist at tråling, i kombinasjon med ekkolodd er metoder som bidrar til bedre forståelse av deres bruk av pelagialen.

Klassifisering

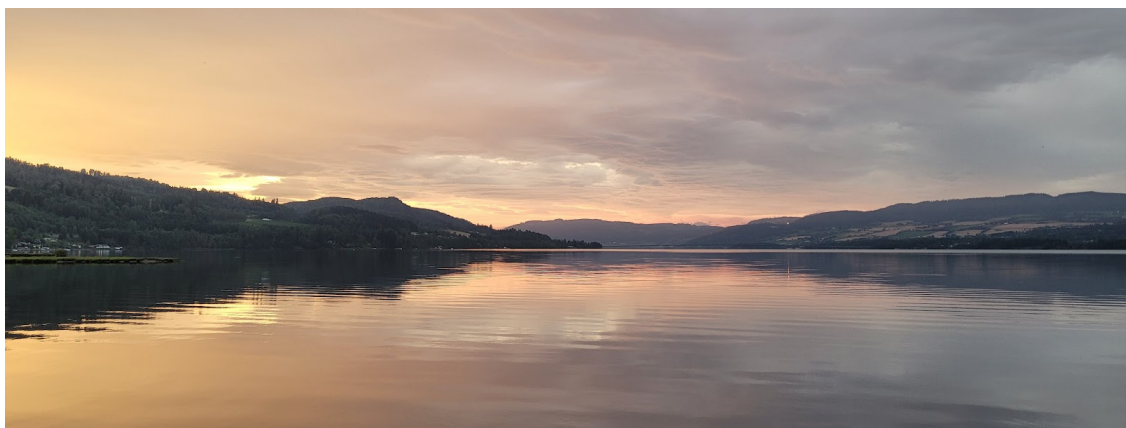
Selv med store forskjeller i estimerte totale tettheter og biomasse i pelagialen, og med en konsentrasjon av fisk rundt sprangsjiktet sammenlignet med 2017, klassifiseres allikevel samtlige innsjøer med «svært god» tilstand med hensyn til eutrofiering ved WS-FBI-indeksen. Øyeren og Mjøsa ligger fortsatt nært grensen mellom «god» og «svært god» tilstand. WS-FBI tar utgangspunkt i fordeling av fisk i epi- og hypolimnion. Det er derfor interessant at det ikke er større forskjeller i indeksverdier mellom 2017 og 2021.

En samlet vurdering av økologisk tilstand for biologisk kvalitetselement fisk skal inkludere en vurdering av fiskesamfunnet i innsjøens pelagiske, litorale og profundale habitater. I 2021 ble pelagialen undersøkt med ekkolodd i samtlige innsjøer, mens litoralen og profundalen kun ble undersøkt i Hornindalsvatnet, Vangsvatnet og Byglandsfjorden. Prøvefisket i disse innsjøene viste seg å bli viktige for tolkningen av dynamikken i og på tvers av alle de undersøkte innsjøene i 2021. Bare for Vangsvatnet er fiskesamfunnet undersøkt tidligere på en slik måte at det var mulig å sette en verdi for NEFI. For Hornindalsvatnet og Byglandsfjorden har vi likevel valgt å sette en tilstand basert på en ekspertvurdering av tilstanden for fisk i 2021 sammenlignet med tidligere. Mens Hornindalsvatnet fremstår som lite påvirket er Byglandsfjorden påvirket av vannkraftsregulering, forsuring og en fremmed art (ørekyt) med store fangster i litoralsonen, men også i gyte- og oppvekstområder for den ferskvannsstasjonære laksen bleke. Dermed ender Byglandsfjorden i «moderat» tilstand for fisk som kvalitetselement. I Selbusjøen ble det ikke prøvefisket i 2021, likevel nedklassifiseres den til maksimalt «god» tilstand ettersom tidligere undersøkelser har dokumentert en stor nedgang i aure- og røyebestandene på grunn av introduksjonen av fremmede arter.

3. Innsjøvise resultater fra fiskeundersøkelsene i 2021

I dette kapitlet presenteres resultatene fra fiskeundersøkelsene i 2021 for hver enkelt innsjø. Omfanget varierer etter hvilken aktivitet som ble gjennomført i den enkelte innsjø i 2021. Innsjøene presenteres alfabetisk innenfor hver økoregion og i samme rekkefølge som i årsrapporten for ØKOSTOR (Haande mfl. 2022).

3.1 Mjøsa



Figur 3.1.1 Ringsakerfjorden i Mjøsa sett fra Sveastranda i retning Mjøsbrua. Foto. K.A. Eikland, NINA.

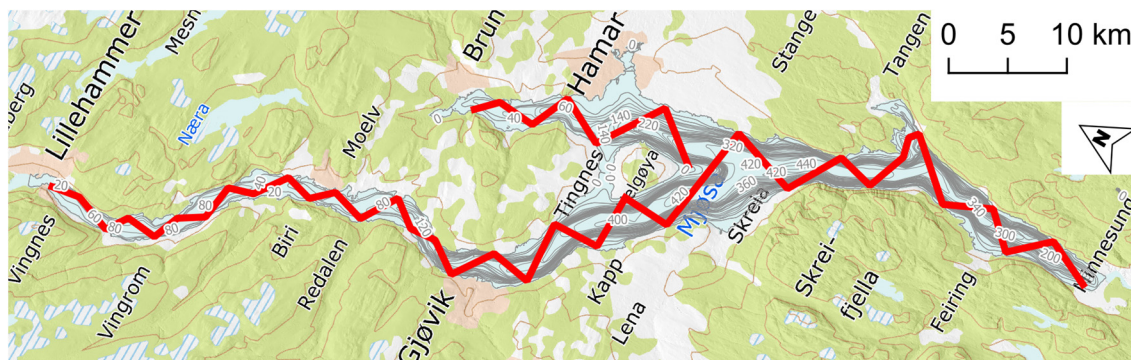
3.1.1 Om innsjøen

Mjøsa er Norges største innsjø og er et eget vannområde i vannregion Glomma. Den er regulert 3,61 meter. I det store nedbørfeltet utgjør skog (36 %) og snaufjell (39 %) de største arealene, men det er mye dyrket mark og urbane områder i nærområdet. Det foregår et omfattende rekreasjonsfiske, særlig etter storaure, og noe nærings- og husbehovsfiske etter lagesild og andre arter.

Fiskebestandene i Mjøsa har vært undersøkt to ganger tidligere gjennom ØKOSTOR/FIST-prosjektet. I 2018 ble det gjennomført prøvefiske med bunngarn på seks stasjoner, forsøk med elfiskebåt i strandsonen i tillegg til ekkolodd og tråling. I 2020 ble det pelagiske fiskesamfunnet undersøkt med ekkolodd og tråling. Fiskesamfunnet er tidligere undersøkt i forbindelse med Mjøsaksjonen midt på 70-tallet og en gang på begynnelsen av 90-tallet. Fysisk-kjemiske støtteparametere og plankton undersøkes årlig gjennom tiltaksrettet overvåking finansiert av Vassdragsforbundet for Mjøsa med tilløpselver.

3.1.2 Aktivitet i 2021

Fiskesamfunnet i Mjøsa ble i 2021 undersøkt med ekkolodd. Registeringene ble gjennomført nettene 24.-25. 26.-27. og 27.-28. august. Seilingskursene var de samme som i 2018 og 2020, totalt 38 transekter, med en total lengde på 148 km, som gir en dekningsgrad på 7,7 (**figur 3.1.2**).



Figur 3.1.2. Mjøsa med seilingskurser for ekkoloddregistreinger med røde linjer. Innsjøens dybdeutvikling er indikert med grå kurver med tall.

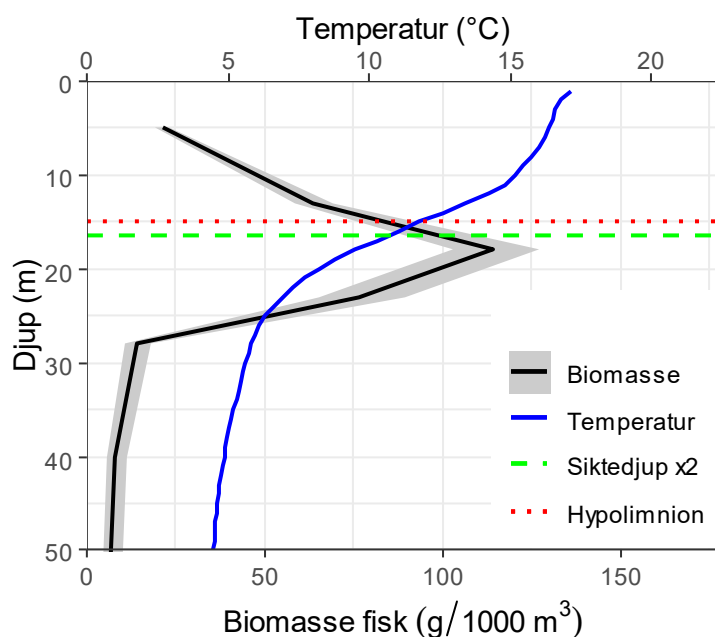
Feltarbeidet ble gjennomført under rolige vindforhold, men ble underveis utsatt en natt på grunn av sterk vind. Påfølgende natt ble det observert en nedgang i temperatur i Furnesfjorden etter et drøyt døgn med sterk vind fra nord (**figur 3.1.3**). På det laveste var vanntemperaturen i overflaten ned mot fire grader, og var så langt sør som ved Helgøya lavere enn åtte grader. To dager tidligere var overflatetemperaturen rundt 16 grader nær Helgøya. Reduksjonen i vanntemperatur skyldtes trolig en upwelling av kalde vannmasser etter at overflatevannet ble presset sørover. Fenomenet bidrar til dannelsen av såkalte stående bølger, eller «seicher» som bidrar til jevn forflytning av vannet frem og tilbake i tiden etter en periode med vind.



Figur 3.1.3. Lav overflatetemperatur observert ved ekkoloddregistreringer i Furnesfjorden natten 25.-26. august 2021.
Foto: K.A. Eikland, NINA.

3.1.3 Biomasse og tetthet av fisk

Beregnet biomasse av fisk ut fra ekkoloddregistreringene i Mjøsa viser en tydelig topp i nedre del av og like under sprangsjiktet, dvs. overgangen mellom overflatelaget (epilimnion) og dyplaget (hypolimnion) definert ut fra vertikalprofilen for vanntemperatur (**figur 3.1.4**). Tettheten av fisk var høyest i epilimnion, men her var innslaget av liten fisk (årsyngel) større enn i hypolimnion. Tettheten av større fisk (ettåringer og eldre sik, krøkle og lagesild) var svært lik i epi- og hypolimnion i antall, men med en dobling av biomasse i hypolimnion (**tabell 3.1.1**). Sammenlignet med 2018 (**vedlegg 2**) var overflatetemperaturen i Mjøsa rundt to grader varmere, og fordelingen av estimert biomasse mer konsentrert rundt en mer definert termoklin. Mens høye tettheter av krøkle ga høyere tettheter og lavere snittvekt i 2018, bidro et økt innslag av sik og lagesild til økt biomasse og snittvekt i epilimnion i 2021 (**tabell 3.1.1**).



Figur 3.1.4. 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.

Tabell 3.1.1 Tetthet og biomasse av fisk i pelagialsona i Mjøsa beregna ut fra ekkolodd-registreringer.

Gjennomsnittsvekt er estimert fra ekkostyrke (TS) > -50 dB, tilsvarende fisk større enn om lag 67 mm.

	Tetthet (# fisk / ha)			Biomasse (kg / ha)				Snittvekt (g)
	Årsyngel	Ett år og eldre	95 % konfidensintervall eldre	Totalt	Sik	Krøkle	Lagesild	
Epilimnion	1796	772	655-902	6.1	2.72	1.96	1.38	7.8
Hypolimnion	605	776	501-1183	12.9	8.17	2.14	2.54	16.6

3.1.4 Klassifisering og tilstandsvurdering

Beregning av trofiindeksen WS-FBI indikerer at fiskesamfunnet i Mjøsa er i «svært god» tilstand, men med en nEQR-verdi som ligger ned mot grensen for «god» tilstand (**tabell 3.1.2**).

Tabell 3.1.2. Resultater fra ekkoloddundersøkelsene i Mjøsa.

Biomasse-estimatene er basert på gjennomsnittsvæker med grunnlag i lengdefordeling kalkulert fra TS-registreringer med formelen $TS = 22.5 \log_{10}(L) - 68,6$, der L er fiskelengde. Tabellen viser innsjøareal (A), total lengde ekkoloddtransekter (L), dekningsgrad (D), estimert pelagisk fiskebiomasse per hektar, total pelagisk fiskebiomasse i tonn (TBM), WS-FBI-indeks, normalisert WS-FBI (nEQR), og økologisk status basert på WS-FBI. Merk at årsyngel ikke er med i biomasseestimatene.

			Biomasse (kg/ha)						
A (km ²)	L (km)	D	Sik	Krøkle	Lagesild	TBM (t)	WS-FBI	nEQR	Status
369	148	7,7	10,89	4,10	3,92	699	2.10	0,83	SG

Undersøkelser av fiskesamfunnet med ekkolodd i 2018 og 2020 ga samme resultat for trofiindeksen WS-FBI med en nEQR-verdi i overkant av grensen mellom «god» og «svært god» tilstand. Lav variasjon for WS-FBI kan og bør indikere en stabil situasjon med hensyn til eutrofieringspåvirkning av fiskesamfunnet i Mjøsa. Flertallet av innsjøer i ØKOSTOR-programmet er næringsfattige og lite påvirket av eutrofiering. Erfaringer fra hyppig overvåking av Mjøsa, samt repeterte undersøkelser i innsjøer som Øyeren, Eikeren og Norsjø bidrar til data for en fremtidig gjennomgang av grunnlaget for, og presisjonen av WS-FBI-indeksen for store innsjøer, som foreslått i Eikland mfl. (2022).

Konklusjon:

Fiskesamfunnet i Mjøsa blir, på grunnlag av WS-FBI klassifisert til «svært god» tilstand i 2021, som også i 2018 og 2020. Merk at nEQR-verdien ligger nært klassegrensen mot «god» og at klassifiseringen i 2020 og 2021 ikke inkluderer undersøkelser og vurdering av fisk i strandsonen og bunn-nære habitater.

3.2 Øyeren sør



Figur 3.2.1. Øyeren med grunnområdet Svullet i forgrunnen. Foto: K.A. Eikland, NINA.

3.2.1 Om innsjøen

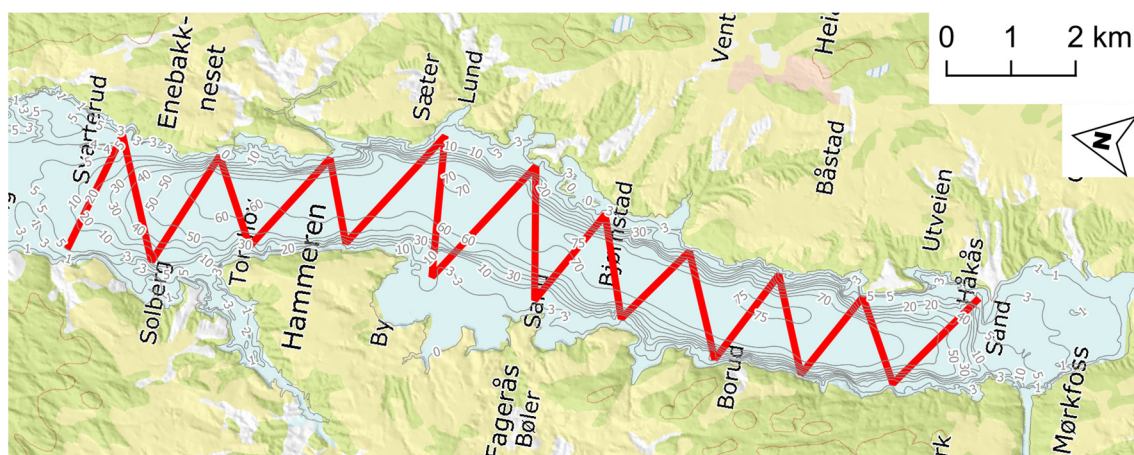
Den sørlige delen av Øyeren er relativt dyp og har en ganske steinete og bratt strandsone. Nedbørfeltet er stort (omfatter både Glomma og Gudbrandsdalslågen, **figur 1.1**), og innsjøen har derfor en svært kort oppholdstid, det vil si at i teorien er hele vannvolumet i innsjøen skiftet ut i løpet av ca. 20 dager. Nær innsjøen er det mye jordbruk som bidrar til relativt turbid vann med en del humus, og lavt siktedyp (2,3 meter). Øyeren er regulert 2,4 meter, primært med sikte på flomdemping.

Øyeren var overbelastet med næringsalter på 1970-tallet, men tiltak for å redusere avrenning fra bebyggelse og jordbruk førte til stor forbedring, og på 1990-tallet var tilstanden god. Senere har fosfor og algemengde igjen økt litt, men ikke slik at situasjonen er i nærheten av det man så omkring 1980. Det er registrert 24 fiskearter i Øyeren, av disse er karpefiskene representert med ti arter. Pelagisk dominerer krøkle, med hovedsakelig to størrelsesgrupper på 40-60 og 80-90 mm. I tillegg er det innslag av større fiskespisende krøkle over 150 mm.

Øyeren er delt i to vannforekomster; nordlig del er grunn og dominert av delta-området, mens sørlig del er relativt dyp. De pelagiske undersøkelsene i ØKOSTOR-programmet er begrenset til den sørlige delen av innsjøen.

3.2.2 Aktivitet i 2021

Fiskesamfunnet i Øyerenes søndre del ble i 2021 undersøkt med ekkolodd. Registreringene ble gjennomført natten 23.-24. august. Seilingskursene var de samme som i 2018, totalt 18 transekter, med en total lengde på 32 km, som gir en dekningsgrad på 5,3 (**figur 3.2.2**). Feltarbeidet ble gjennomført en vindstille natt med måneskinn deler av natta.

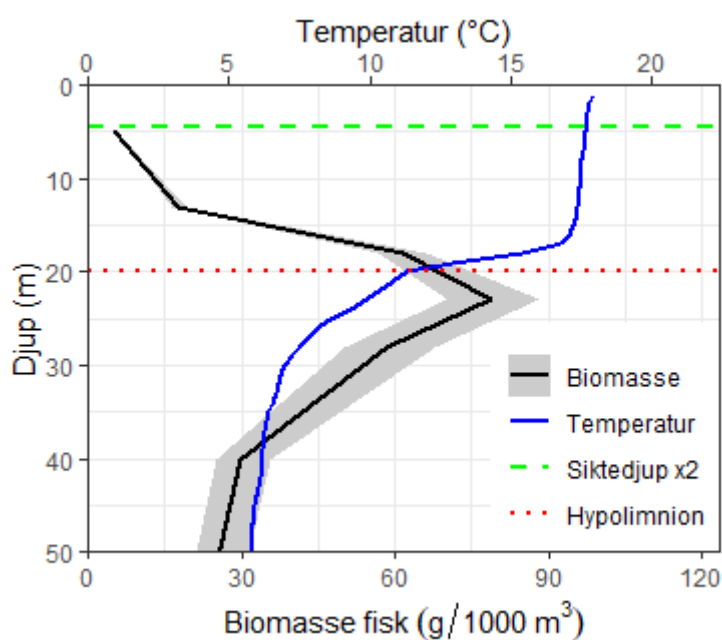


Figur 3.2.1 Søndre deler av Øyeren med seilingskurser for ekkoloddregistrenger med røde linjer. Innsjøens dybdeutvikling er indikert med grå kurver med tall.

3.2.3 Biomasse og tetthet av fisk

Beregnet biomasse av fisk ut fra ekkoloddregistreringene i Øyerenes søndre basseng viser en tydelig topp i nedre del og like under sprangsjiktet (**figur 3.2.3**). Tettheten av fisk var høyest i epilimnion, men her var innslaget av liten fisk (årsyngel) større enn i hypolimnion. Tettheten av større fisk (ettåringer og eldre sik og krøkle) var relativt lik i epi- og hypolimnion i antall, men med nær en tredobling av biomasse i hypolimnion (**tabell 3.2.1**).

Sammenlignet med 2017 var temperaturen i epilimnion vesentlig høyere i 2021, med en mer markant sjiktning mellom øvre og nedre vannlag (**vedlegg 2**). De høye tetthetene og estimert biomasse i hypolimnion skyldes at fisken står dypere og mer konsentrert enn i 2017. I mangel av trålfangster fra 2021 har vi valgt å se bort fra andre arter enn sik og krøkle i estimeringen, og fordelingen av disse er gjort på bakgrunn av størrelse. Andre arter vil utgjøre anslagsvis ti prosent av den totale estimerte biomassen.



Figur 3.2.3. Vertikalprofil for fiskebiomasse og temperatur i Øyeren. 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.

Tabell 3.2.1. Tetthet og biomasse av fisk i pelagialsona i søndre del av Øyeren beregna ut fra ekkoloddregistreringer.

Gjennomsnittsvekt er estimert fra ekkostyrke (TS) > -50 dB, tilsvarende fisk større enn om lag 67 mm.

	Tetthet (# fisk / ha)			Biomasse (kg / ha)			Snittvekt (g)
	Årsyngel	Ett år og eldre	95 % konfidensintervall eldre	Totalt	Sik	Krøkle	TS
Epilimnion	4100	1381	1230-1544	5,5	2,90	2,60	4,0
Hypolimnion	310	1295	904-1827	13,8	9,99	3,80	10,6

3.2.4 Klassifisering og tilstandsvurdering

Trofiindeksen WS-FBI indikerte «god», på grensen til «svært god» tilstand i 2017. En liten forbedring i absoluttverdi gjør at nEQR-verdien bikker over til «svært god» tilstand for 2021, men fortsatt nært klassegrensen til «god» (tabell 3.2.2).

Tabell 3.2.2. Resultater fra ekkoloddundersøkelsene i søndre del av Øyeren.

Biomasse-estimatene er basert på gjennomsnittsvæker med grunnlag i lengdefordeling kalkulert fra TS-registreringer med formelen $TS = 22.5 \log_{10}(L) - 68,6$, der L er fiskelengde. Tabellen viser innsjøareal (A), total lengde ekkoloddtransekter (L), dekningsgrad (D), estimert pelagisk fiskebiomasse per hektar, total pelagisk fiskebiomasse i tonn (TBM), WS-FBI-indeks, normalisert WS-FBI (nEQR), og økologisk status basert på WS-FBI. Merk at årsyngel ikke er med i biomasseestimatene.

			Biomasse (kg/ha)					
A (km ²)	L (km)	D	Sik	Krøkle	TBM (t)	WS-FBI	nEQR	Status
35,4	32	5,3	12,89	6,40	68,3	2.15	0,83	SG

Konklusjon:

Fiskesamfunnet i Øyeren blir, på grunnlag av WS-FBI klassifisert til «svært god» tilstand i 2021, som er én tilstandsklasse høyere enn i 2017. Merk at nEQR-verdien ligger nært klassegrensen mot «god» og at klassifiseringen i 2021 ikke inkluderer undersøkelser og vurdering av fisk i strandsonen og bunn-nære habitater.

3.3 Byglandsfjorden



Figur 3.3.1. Byglandsfjorden ved utløpet i sørenden. Foto: I. Solberg, NINA.

3.3.1 Om innsjøen

Byglandsfjorden ligger i Otravassdraget, der berggrunnen består av sure bergarter som gir vannet svært lite kalkinnhold og liten bufferevne mot forsurening. Innsjøen er regulert 5 meter, og vannets teoretiske oppholdstid er ca. et halvt år. Området var sterkt forsuret, og vannkvaliteten har blitt restaurert ved kalking gjennom mange år. Hele 30 % av arealet er grunnere enn 20 meter, slik at middeldypet bare er 57 meter. Byglandsfjorden har en unik fiskebestand i norsk sammenheng, med den ferskvannsstasjonære laksen bleke. Bleka var nesten utryddet på grunn av regulering og forsurening, men tilstanden er bedret etter flere år med tiltak.

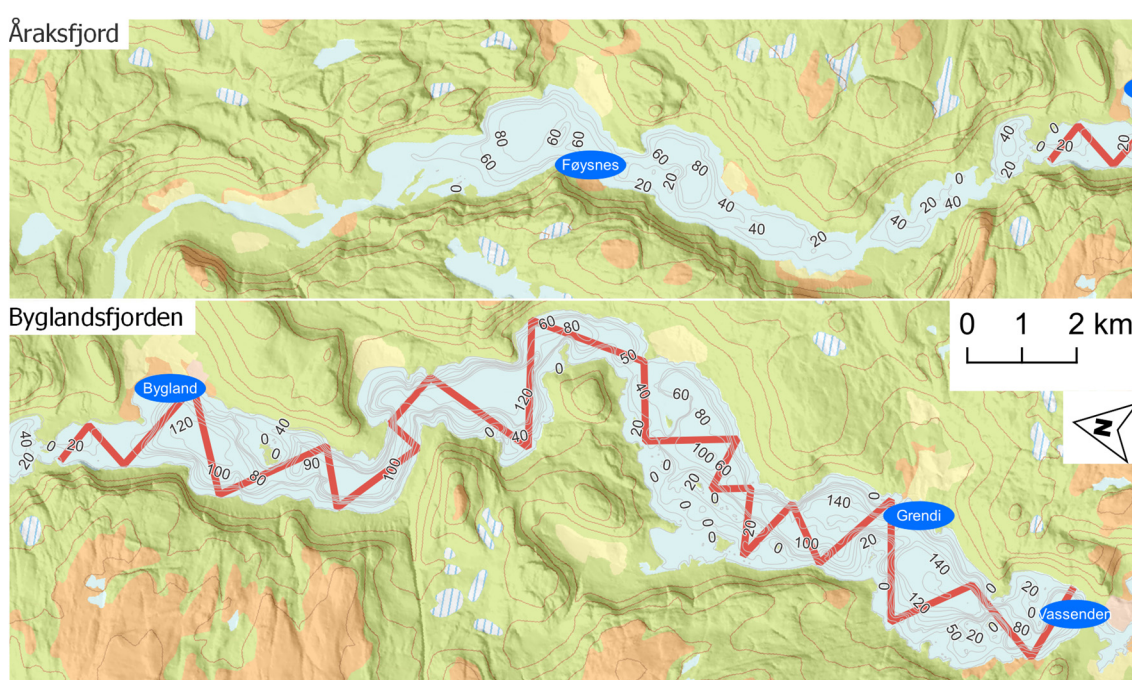
Byglandsfjorden ble sist undersøkt i ØKOSTOR-programmet i 2017, men fiskebestanden har over lengre tid vært overvåket med årlige undersøkelser i strandsonen ned mot 10 meter, og med ruser gjennom overvåkingen av blekebestanden i Otravassdraget (Blekeprosjektet) finansiert av regulant og gjennomført med bistand fra lokale krefter. Blekeprosjektet rapporteres årlig av NORCE-LFI (tidl. Uni Miljø).

3.3.2 Aktivitet i 2021

Fiskesamfunnet i Byglandsfjorden ble i 2021 undersøkt med bunngarn, rusefiske og ekkolodd. Bunngarnfisket ble organisert av fiske- og vassdragsforvalter i Bygland kommune i perioden 14.-22. september. Det ble fisket på de samme stasjonene som i 2017, men med noe redusert innsats på dypet. På hver av fire stasjoner ble det satt 12 bunngarn ned til 35 meters dyp, mot normalt 15 garn og ned til 50 meter. Total garninnsats var 48 garnnetter,

mot normalt 60. I Blekeprosjektet settes det normalt bunngarn ned til 10 meters dyp. I tillegg til bunngarn ble det fisket med ruse på Åraksbø i perioden 7. september til 7. januar som rapporteres gjennom Blekeprosjektet.

Ekkoloddregistreringene ble gjennomført om natten 20.-21. august. Seilingskursene var de samme som i 2017, totalt 24 transekter, med en total lengde på 36 km, som gir en dekningsgrad på 6,2 (**figur 3.3.2**). Feltarbeidet ble gjennomført en vindstille natt med måneskinn deler av natta.

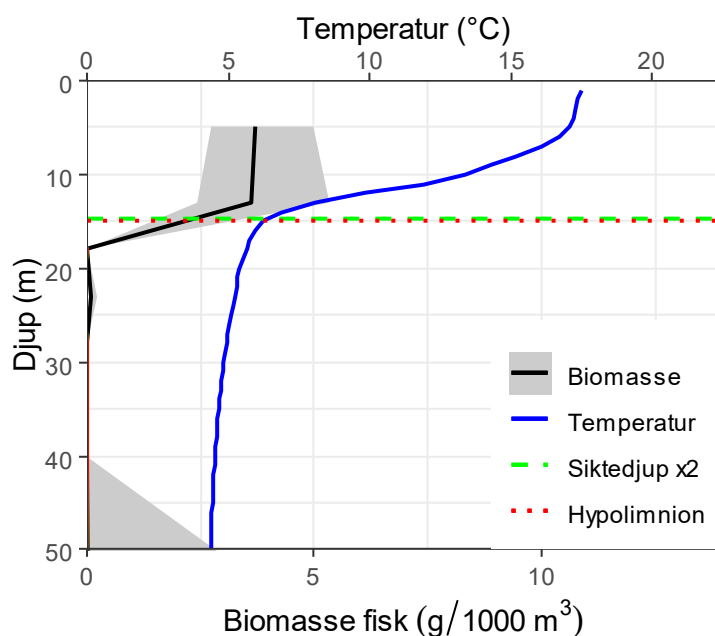


Figur 3.3.2. Kart over Byglandsfjorden og Åraksfjord med garnområder merket med blå symboler, og seilingskurser for ekkoloddregistreringer med røde linjer. Innsjøens dybdeutvikling er indikert med grå kurver med tall. Ett av garnområda var i Åraksfjord, tre i Byglandsfjorden. Ekkolodd ble kun kjørt i Byglandsfjorden.

3.3.3 Biomasse og tetthet av fisk

Beregnet biomasse av fisk ut fra ekkoloddregistreringene i Byglandsfjorden viser at fisken i all hovedsak sto over sprangsjiktet, dvs. overgangen mellom overflatelaget (epilimnion) og dyplaget (hypolimnion) definert ut fra vertikalprofilen for vanntemperatur (**figur 3.3.4**).

Sammenlignet med 2017 (**vedlegg 2**) er det en halvering av tetthet av fisk som er ett år eller eldre, fra 12,1 til 5,2 fisk per hektar, med tilsvarende reduksjon i biomasse (**tabell 3.3.1**).



Figur 3.3.4. Vertikalprofil for fiskebiomasse og temperatur i Byglandsfjorden. Gråskravert område viser gjennomsnittlig biomasse ± 1 standardfeil. Dypet for 2x siktedjup og for grensa definert som overgangen mellom epilimnion og hypolimnion i analysene er også indikert.

Tabell 3.3.1 Tetthet og biomasse av fisk i pelagialsona i Byglandsfjorden beregna ut fra ekkoloddregistreringer.

Gjennomsnittsvekt er estimert fra ekkostyrke (TS) > -50 dB, tilsvarende fisk større enn om lag 67 mm.

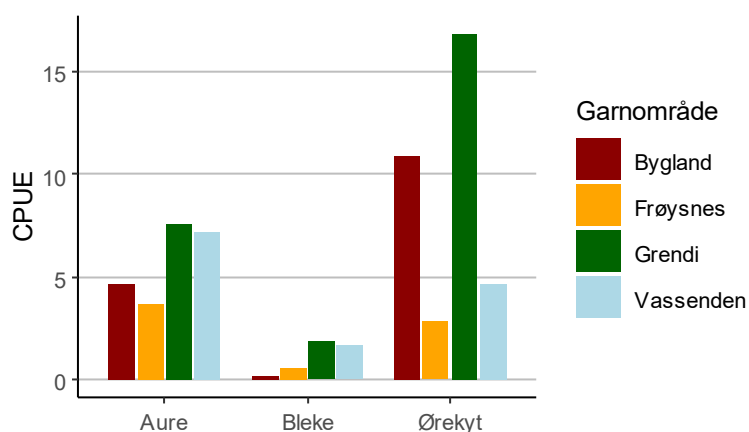
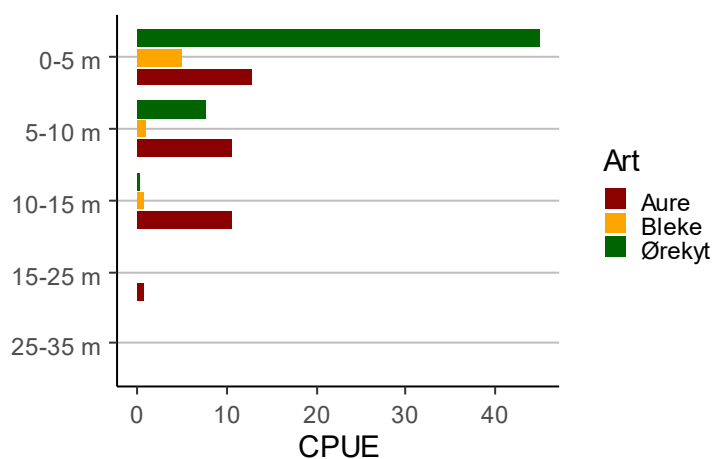
	Tetthet (# fisk / ha)			Biomasse (kg / ha)			Snittvekt (g)
	Årsyngel	Ett år og eldre	95 % konfidensintervall eldre	Totalt	Aure	Bleke	TS
Epilimnion	11,8	5,2	2,6-9,0	0,57	0,08	0,48	109
Hypolimnion	2	0,1	0,0-0,7	0,01	0	0,01	

3.3.4 Garnfiske

Bunn garnfisket i Byglandsfjorden i 2021 resulterte i fangst av 338 fisk (**tabell 3.3.2**). Ørekyt utgjorde over halvparten av fangsten. Fordelingen mellom de to andre artene var 84 % aure og 16 % bleke. Både aure og bleke ble fanget i størst antall på de to sørligste stasjonene (**figur 3.3.5**). Det ble fisket på dybder ned til 35 meter, men ingen fisk ble fanget dypere enn 25 meter. Foruten tre aure ble det heller ikke fanget fisk i dybdeintervallet 15-25 meter (**figur 3.3.6**). Fangsten av aure var jevnt fordelt ned til 15 meters dybde, mens bleka i all hovedsak ble fanget grunnere enn 5 meter.

Tabell 3.3.2 Fangsttall fra prøvefiske med bunngarn i Byglandsfjorden, september 2021.CPUE er antall fisk per 100 m² garnareal per natt. Plasseringa til fiskeområdene er vist i figur 3.3.1.

Art	Bunngarnområde				Sum	CPUE	Andel av fangst
	1 (Frøysnes)	2 (Bygland)	3 (Grendi)	4 (Vassenden)			
Aure	20	25	41	39	125	5,8	37,0 %
Laks (bleke)	3	1	10	9	23	1,1	6,8 %
Ørekyt	15	59	91	25	190	8,8	56,2 %
Sum	38	85	142	73	338		
CPUE	7,0	15,7	26,3	13,5	15,6		

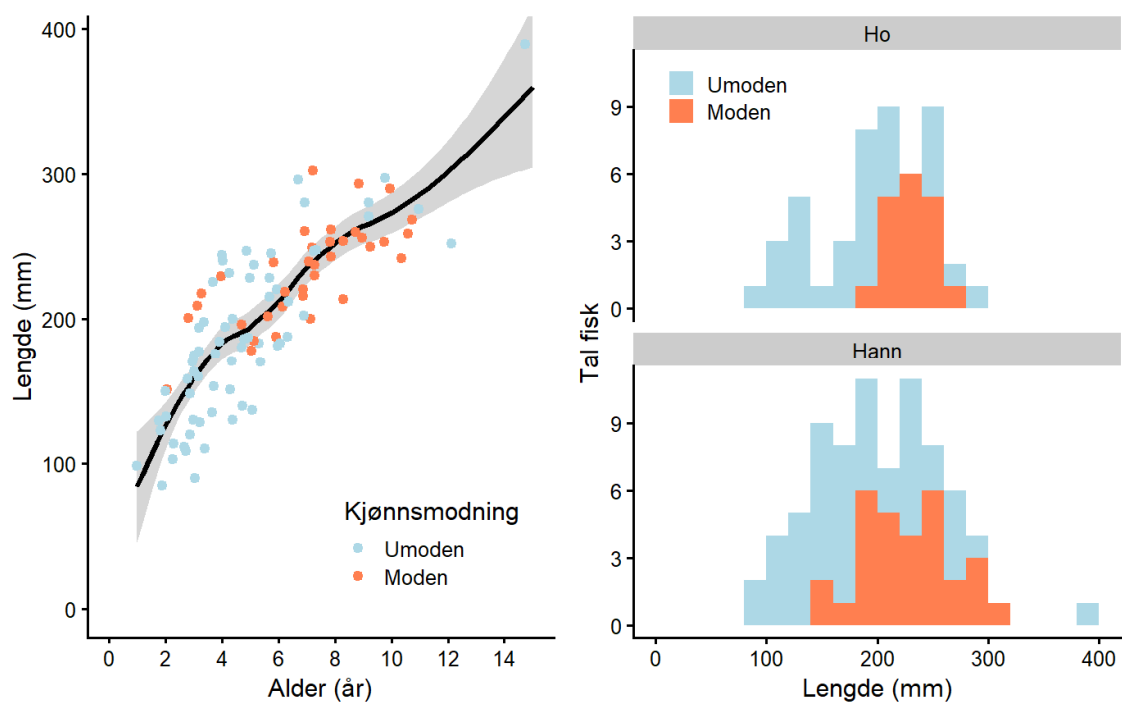
**Figur 3.3.5** Gjennomsnittlig relativ tetthet (CPUE, fisk per 100 m² garn per garnnatt) i de fire fangstområda for garnfisket i Byglandsfjorden.**Figur 3.3.6** Gjennomsnittlig CPUE i hvert dybdeintervall for aure, bleke og ørekyt i bunngarnfangster i Byglandsfjorden, september 2021. Det ble fisket ned til 35 meters dybde, men det var ingen fangst i dybdeintervallet 25-35 m. CPUE er antall fisk per 100 m² garnareal per natt.

3.3.4.1 Bleke

Bleka som ble fanget i bunngarn i Byglandsfjorden var mellom 113 og 265 mm. Vi hadde ikke tilgang til aldersbestemmelser av bleka som ble fanget i 2021, men aldersbestemmelse av materialet fanget i 2017 er presentert i Gjelland mfl. 2018.

3.3.4.2 Aure

Auren som ble fanget i bunngarn i Byglandsfjorden var mellom 85 og 389 mm, fra ett til 12 år (**figur 3.3.7**). Auren viser jevn vekst frem til 4 års-alder, før den avtar ved kjønnsmodning. Hanner virker å kjønnsmodne fra 150 mm, mens hunner noe lengre fra 180 mm.



Figur 3.3.7 Lengde ved alder og lengdefordeling av gytemoden og umoden aure fanga ved prøvefisket i Byglandsfjorden, september 2021. Venstre: lengde ved alder, punkta er forskjøvet litt i alder for å vise alle punkta. Svart kurve viser gjennomsnittlig lengde ved alder, med 95 % konfidensintervall i grått. Høgre: histogram over lengdefordeling. Antall fisk: 39. Farge indikerer modning.



Figur 3.3.8. Aure fra bunngarnfiske i Byglandsfjorden. Foto: N.B. Kile, Bygland kommune.

3.3.5 Klassifisering og tilstandsvurdering

Det ble fanget noe færre aure under prøvefisket i 2021 i forhold til 2017, mens blekefangsten var på omtrent samme nivå. Det ble fanget flere ørekyt i 2021 (**tabell 3.3.3**).

Tabell 3.3.3 Sammenligning av fangst pr innsats gjennom prøvefiske i ØKOSTOR i Byglandsfjorden i 2017 og 2021.

	2017		2021	
	CPUE	Andel av fangst	CPUE	Andel av fangst
Aure	8,6	53 %	5,8	37 %
Laks (bleke)	1,3	8 %	1,1	7 %
Ørekyt	6,3	39 %	8,8	56 %

Opprinnelig var aure og bleke de eneste fiskeartene i Byglandsfjorden. Vi kan ikke med sikkerhet fastslå hvordan størrelsen på disse to bestandene er i dag i forhold til naturtilstanden. Blekas historiske utbredelse og forekomst er beskrevet i Barlaup mfl. (2005). Kort fortalt var bleka vanlig, kanskje også den dominerende arten i Byglandsfjorden (Dahl 1927, 1947), før bestanden kollapset på 60-/70-tallet på grunn av vassdragsregulering og forsurening. Det er antatt en reduksjon med minst 90 % i denne perioden (Barlaup mfl. 2005). Siden har den hatt en positiv utvikling på grunn av redusert forsurening og omfattende bevaringstiltak (Barlaup 2021). Likevel er bestanden trolig langt unna å være på det nivået den opprinnelig var. I dag er også ørekyt etablert i Byglandsfjorden, etter at den spredte seg hit på starten av 2000-tallet. Det er usikkert hvilken effekt denne har hatt og vil få på aure- og blekebestanden.

Regulering av Byglandsfjorden og tilløpselver til Otra representerer en varig reduksjon av aurens og blekas reproduksjons- og næringspotensial. I tillegg til tette bestander av ørekyt i strandsonen i Byglandsfjorden har senere års undersøkelser påvist etablering av bestander av ørekyt i gyte- og oppvekstområder til bleke i Otravassdraget, ved Vassenden i Byglandsfjorden, men også i elver som Brokke og Dåselva som ligger oppstrøms og nedstrøms Byglandsfjorden (Nils B. Kile, pers. medd.). Pågående utsettinger av bleke bidrar videre til usikkerhet knyttet til hvor stabil situasjonen er, liknende garnfangster i 2017 og 2021 til tross.

Ekkoloddregistreringene og garnfangstene tegner et svært likt bilde av fordelingen av fisk med økende dyp litoralt (**figur 3.3.6**) og pelagisk (**figur 3.3.4**). Når fisken står så grunt som i Byglandsfjorden i 2021 øker usikkerheten til estimatene av pelagisk fisk. Ved

ekkoloddregistreringer med vertikalt-rettet ekkolodd dannes det en «blindsoner» mellom 0-4 meter, og det antas i beregningene derfor lik tetthet og biomasse i blindsona som for laget 4-10 meter. Er tetthetene i 0-4 meter høyere, vil tetthet og biomasse være underestimert. Beregningene av artsspesifikke tettheter og biomasse tok utgangspunkt i en fordeling i fangster i trålen i 2017 mellom aure og bleke, med 85 % bleke i hele vannsøylen. Trålfangstene i 2017 var imidlertid lave (10 fisk), og med manglende fangster fra 2021 er fordelingen høyst usikker. Usikkerheten blir sannsynligvis større i Byglandsfjorden enn i innsjøer med aure og røye, hvor det gjerne er en klarere segregering av artene i vannmassene.

Usikkerhet er også knyttet til høye estimater av fisk i størrelse med årsyngel i epilimnion både i 2017 og 2021, særlig siden det ikke var fangster av denne årsklassen i trålen i 2017. Svingeren som er brukt i ØKOSTOR er en 70 kHz svinger med 11° åpningsvinkel. I innsjøer med fisk som står nært overflaten er det mulig at antallet ekko i størrelsesområdet -50 til -60 dB og lavere overestimeres ved at ekko fra større fisk fanges opp i ekkoloddets sideløber. Det er en metodisk utfordring som bør undersøkes nærmere, for eksempel gjennom sammenligning av data fra svingere med større åpningsvinkel. Estimaterne for årsyngel blir presentert tabellarisk, men påvirker i liten grad konklusjonen og klassifiseringen.

Tabell 3.3.4. Resultater fra ekkoloddundersøkelsene i Byglandsfjorden.

Biomasse-estimaterne er basert på gjennomsnittsvæker med grunnlag i lengdefordeling kalkulert fra TS-registreringer med formelen $TS = 22.5 \log_{10}(L) - 68,6$, der L er fiskelengde. Tabellen viser innsjøareal (A), total lengde ekkoloddtransekter (L), dekningsgrad (D), estimert pelagisk fiskebiomasse per hektar, total pelagisk fiskebiomasse i tonn (TBM), WS-FBI-indeks, normalisert WS-FBI (nEQR), og økologisk status basert på WS-FBI. Merk at årsyngel ikke er med i biomasseestimaterne.

			Biomasse (kg/ha)					
A (km ²)	L (km)	D	Aure	Bleke	TBM (t)	WS-FBI	nEQR	Status
33,7	36	6,2	0,09	0,49	1,9	15,71	1,00	SG

Konklusjon

Etter to års undersøkelser med bunngarn gjennom Fisk i store innsjøer/ØKOSTOR-programmet, og årlige undersøkelser gjennomført i forbindelse med restaurering av blekebestanden, virker situasjonen i det litorale og bunn-nære fiskesamfunnet å være stabil. Ørekyt er introdusert og utgjør en stor andel av fangstene i strandsona. Undersøkelser av det pelagiske fiskesamfunnet med ekkolodd indikerer «svært god» tilstand med hensyn til eutrofiering. Uten tilstrekkelig god dokumentasjon på fiskesamfunnets naturtilstand før regulering og forsuring av innsjøen er det ikke mulig å klassifisere innsjøen etter NEFI eller % bestandsnedgang. Summen av påvirkningene fra reguleringen, tidligere forsuring og

introduksjonen av ørekyt er derfor utslagsgivende for at den økologiske tilstanden for fisk settes til «moderat» ved ekspertvurdering. Det er imidlertid heftet usikkerhet til denne klassifiseringen, og vurderingen bør etterprøves med nye undersøkelser av ørekytens utbredelse og økologiske effekt, og en fortsatt overvåking av blekebestanden. Neste gang Byglandsfjorden undersøkes gjennom ØKOSTOR bør en inkludere pelagisk partrål for å kunne gi mer presise estimater på fordelinger av aure og bleke i pelagialen, som også vil gi verdifull informasjon inn i det løpende blekeprosjektet.

3.4 Lundevatnet



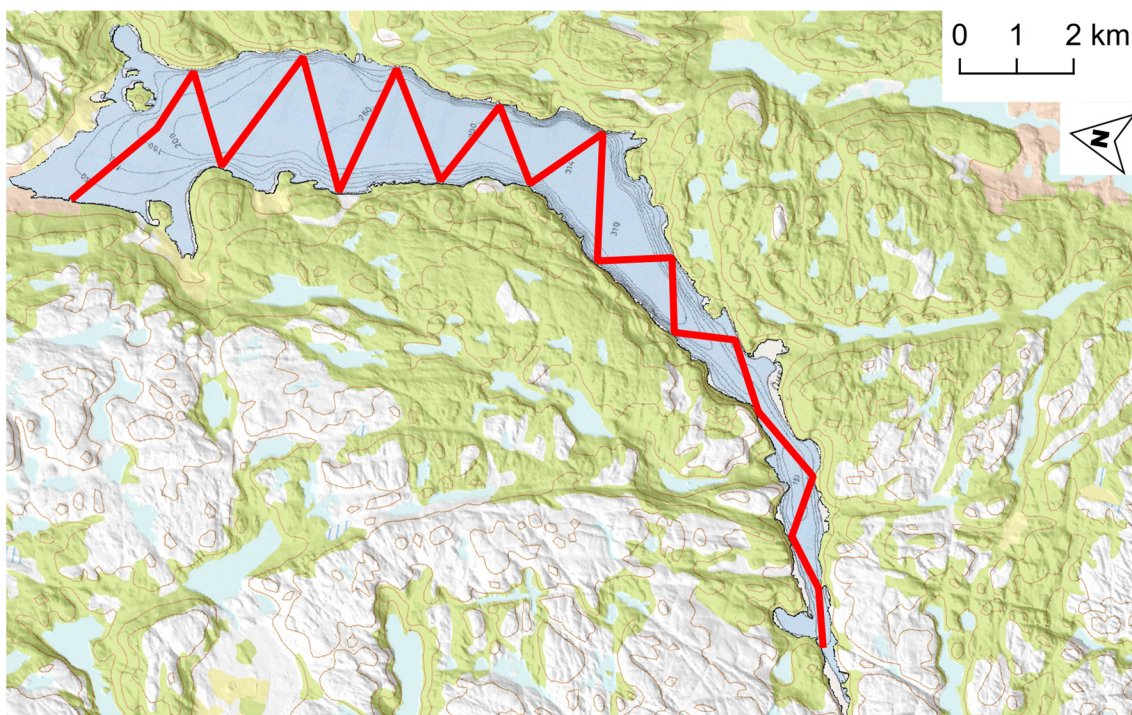
Figur 3.4.1. Lundevatnet. Bilde tatt fra sørvest, i retning mot Sirnes. Foto: K. A. Eikland, NINA.

3.4.1 Om innsjøen

Lundevatnet er Sørlandets største innsjø, og den er svært dyp. Bare ca. 7 % av innsjøarealet er grunnere enn 20 meter. Innsjøen er regulert 4,5 meter, og vannet har en teoretisk oppholdstid på vel ett år. Nedbørfeltet er for det meste snaufjell og skog, og hard og kalkfattig berggrunn gir svært ionefattig vann. Dette området har vært blant de mest forurede i Norge, og fremdeles mottar nedbørfeltet forsurende forbindelser med nedbøren. Fiskebestanden i Lundevatnet omfatter kun to arter, aure og røye.

3.4.2 Aktivitet i 2021

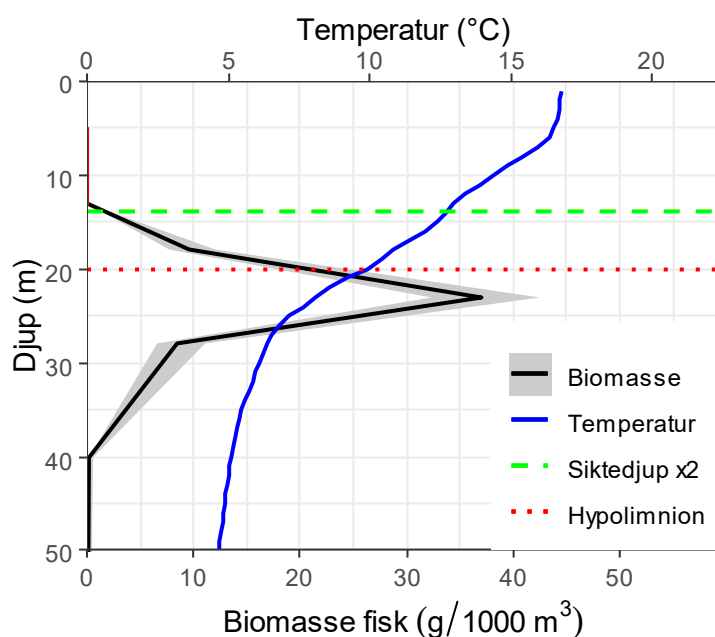
Fiskesamfunnet i Lundevatnet ble i 2021 undersøkt med ekkolodd. Registeringene ble gjennomført natten 19.-20. august. Seilingskursene var de samme som i 2018, totalt 18 transekter, med en total lengde på 30 km, som gir en dekningsgrad på 5,7 (**figur 3.4.2**). Feltarbeidet ble gjennomført en vindstille natt med måneskinn deler av natta.



Figur 3.4.1 Kart over Lundevatnet med seilingskurser for ekkoloddregistreinger med røde linjer. Innsjøens dybdeutvikling er indikert med grå kurver med tall.

3.4.3 Biomasse og tetthet av fisk

Beregnet biomasse av fisk ut fra ekkoloddregistreringene i Lundevatnet viser en tydelig topp i nedre del og like under sprangsjiktet (**figur 3.4.3**). Total tetthet av fisk var omtrent like høy over og under sprangsjiktet, men innslaget av liten fisk (årsyngel) var langt høyere i epi- enn i hypolimnion. Tettheten av større fisk (ettåringer og eldre aure og røye) var størst i hypolimnion i antall og biomasse (**tabell 3.2**).



Figur 3.4.3 Vertikalprofil for fiskebiomasse og temperatur i Lundeavatnet. Gråkravert område viser gjennomsnittlig biomasse ± 1 standardfeil. Dyptet for 2x siktedyp og for grensa definert som overgangen mellom epilimnion og hypolimnion i analysene er også indikert.

Tabell 3.4.1 Tetthet og biomasse av fisk i pelagialsona i Lundeavatnet beregna ut fra ekkoloddregistreringer.

Gjennomsnittsvekt er estimert fra ekkostyrke (TS) > -50 dB, tilsvarende fisk større enn om lag 67 mm.

	Tetthet (# fisk / ha)			Biomasse (kg / ha)			Snittvekt (g)
	Årsyngel	Ett år og eldre	95 % konfidensintervall eldre	Totalt	Aure	Røye	TS
Epilimnion	26,2	4,6	3,3-6,1	0,69	0	0,69	151
Hypolimnion	6,1	22,9	10,5-48,1	2,66	0	2,66	116

De øverste tolv meterne av vannsøylen var nesten fisketomme, med det resultat at samtlige ekko er tolket som røye (**tabell 3.4.1**). Tolkningen baseres på fordeling av fisk da Lundeavatnet ble trålet i 2017. Av totalt fire tråltrekk var ett dypere enn ti meter i 2017. På det ene trekket på 13-20 meters dyp ble det tatt én røye. All fangst grunnere enn 10 meter var aure. Med høyere temperatur i epilimnion er det mulig at auren, i likhet med røya, sto dypere i 2021, men den kan også ha beveget seg litoralt. Fordeling av aure og røye i bentisk sone i bunngarnfangster i 2017 viste at aure ble fanget dypere enn 20 meter (Gjelland mfl. 2018). Uten prøvofiskedata pelagisk og litoralt er det ikke mulig å konkludere, ei heller tolke endringen som en permanent endring av fiskesamfunnet i Lundeavatnet. Observasjonen med varmere vann og lave tettheter i overflaten ble observert på flere innsjøer på Vestlandet i 2021 og blir diskutert i kapittel 2.3.

3.4.4 Klassifisering og tilstandsvurdering

Undersøkelser av det pelagiske fiskesamfunnet blir på grunnlag av WS-FBI klassifisert til «svært god» tilstand i 2021 (**tabell 3.4.2**).

Tabell 3.4.2. Resultater fra ekkoloddundersøkelsene i Lundevatnet.

Biomasse-estimatene er basert på gjennomsnittsvæker med grunnlag i lengdefordeling kalkulert fra TS-registreringer med formelen $TS = 22.5 \log_{10}(L) - 68,6$, der L er fiskelengde. Tabellen viser innsjøareal (A), total lengde ekkoloddtransekter (L), dekningsgrad (D), estimert pelagisk fiskebiomasse per hektar, total pelagisk fiskebiomasse i tonn (TBM), WS-FBI-indeks, normalisert WS-FBI (nEQR), og økologisk status basert på WS-FBI. Merk at årsyngel ikke er med i biomasseestimatene.

			Biomasse (kg/ha)					
A (km ²)	L (km)	D	Aure	Røye	TBM (t)	WS-FBI	nEQR	Status
27,5	30	5,7	0,00	3,34	9,2	3,51	1,00	SG

Konklusjon:

Fiskesamfunnet i Lundevatnet blir, på grunnlag av WS-FBI klassifisert til «svært god» tilstand i 2021, som i 2017. Merk at klassifiseringen i 2021 ikke inkluderer undersøkelser og vurdering av fisk i strandsonen og bunn-nære habitater.

3.5 Eikesdalsvatnet



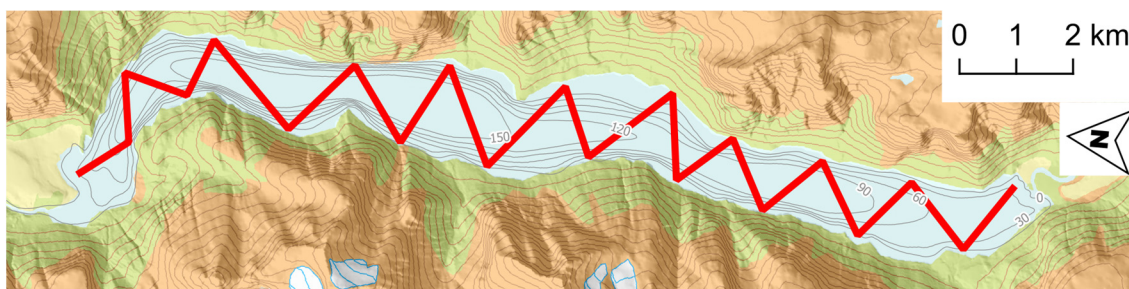
Figur 3.5.1. Eikesdalsvatnet fra nord mot sør. Foto: K.A. Eikland, NINA.

3.5.1 Om innsjøen

Eikesdalsvatnet er den største innsjøen i Møre og Romsdal, og ligger kun 26 meter over havet i Eiravassdraget. Begge de viktigste tilløpselvene Aura og Mardøla er regulert. Selv om selve Eikesdalsvatnet er uregulert, er innsjøen sterkt påvirket av at 71 % av nedbørfeltet er ført over til andre vassdrag slik at årlig middelavrenning er redusert fra 40 til 15 m³ per sekund. Dette er bakgrunnen for at Eikesdalsvatnet er klassifisert som en 'sterkt modifisert vannforekomst'. Eikesdalsvatnet er ekstremt næringsfattig, med svært lavt innhold av næringssalter og kalsium, og med et gjennomsnittlig siktedyp på 15,9 meter. Fiskesamfunnet omfatter fem arter: røye, aure, laks, trepigget stingsild og ål. Aurebestanden inneholder både stasjonær innsjøaure og sjøaure.

3.5.2 Aktivitet i 2021

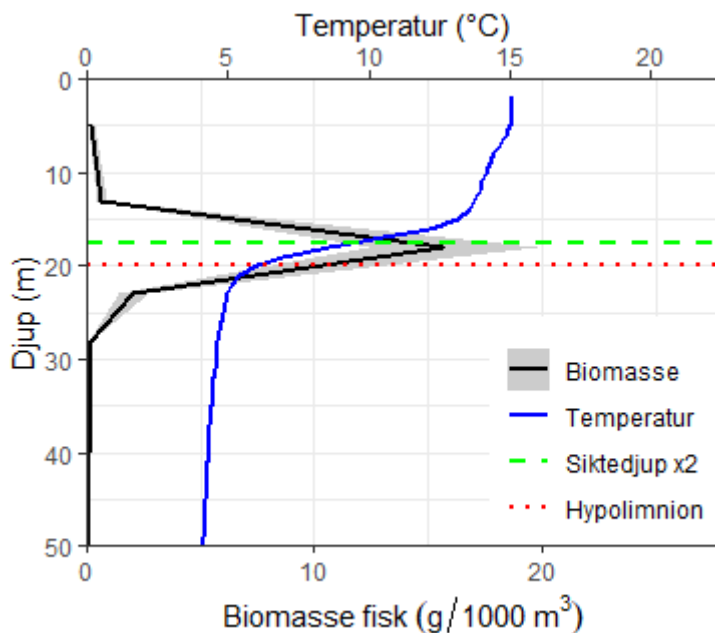
Fiskesamfunnet i Eikesdalsvatnet ble i 2021 undersøkt med ekkolodd. Registeringene ble gjennomført natten 11.-12. august. Seilingskursene var de samme som i 2017, totalt 20 transekter, med en total lengde på 29 km, som gir en dekningsgrad på 5,9 (**figur 3.5.2**).



Figur 3.5.2 Kart over Eikesdalsvatnet med seilingskurser for ekkoloddregistreringer med røde linjer. Innsjøens dybdeutvikling er indikert med grå kurver med tall.

3.5.3 Biomasse og tetthet av fisk

Beregnet biomasse av fisk ut fra ekkoloddregistreringene i Eikesdalsvatnet viser en tydelig topp i sprangskiktet, dvs. overgangen mellom overflatelaget (epilimnion) og dyplaget (hypolimnion) definert ut fra vertikalprofilen for vanntemperatur (**figur 3.5.3**). Som i 2017 (**vedlegg 2**) var både antall fisk og biomasse av fisk per hektar større på 0-20 m dyp (epilimnion) enn i de dypere vannlagene (**tabell 3.5.1**).



Figur 3.5.3 Vertikalprofil for fiskebiomasse og temperatur i Eikesdalsvatnet. 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.

Tabell 3.5.1 Tetthet og biomasse av fisk i pelagialsona i Eikedalsvatnet beregna ut fra ekkoloddregistreringer.

Gjennomsnittsvekt er estimert fra ekkostyrke (TS) > -50 dB, tilsvarende fisk større enn om lag 67 mm.

	Tetthet (# fisk / ha)			Biomasse (kg / ha)			Snittvekt (g)
	Årsyngel / Stingsild	Ett år og eldre	95 % konfidensintervall eldre	Totalt	Aure	Røye	TS
Epilimnion	12,1	5,1	3,2-7,5	0,85	0,02	0,83	167
Hypolimnion	14,4	2,5	0,9-6,6	0,17	0,00	0,17	67

3.5.4 Klassifisering og tilstandsvurdering

På grunnlag av ekkoloddregistreringene ble biomassen av fisk i pelagialen beregnet til 2,3 tonn, mot 3,6 i 2017, eller 1,02 kg/ha mot 1,55 kg/ha i 2017 (**tabell 3.5.2**). WS-FBI-indeksen tilsier at fiskebestanden i Eikesdalsvatnet er i «svært god» tilstand.

Tabell 3.5.2. Resultater fra ekkoloddundersøkelsene i Eikesdalsvatnet.

Biomasse-estimatene er basert på gjennomsnittsvakter med grunnlag i lengdefordeling kalkulert fra TS-registreringer med formelen $TS = 22.5 \log_{10}(L) - 68,6$, der L er fiskelengde. Tabellen viser innsjøareal (A), total lengde ekkoloddtransekter (L), dekningsgrad (D), estimert pelagisk fiskebiomasse per hektar, total pelagisk fiskebiomasse i tonn (TBM), WS-FBI-indeks, normalisert WS-FBI (nEQR), og økologisk status basert på WS-FBI. Merk at årsyngel ikke er med i biomasseestimatene.

			Biomasse (kg/ha)					
A (km ²)	L (km)	D	Aure	Røye	TBM (t)	WS-FBI	nEQR	Status
23,1	29	5,9	0,02	1,00	2,3	6,92	1,00	SG

Anadrom fisk

Eikedalsvatnet er del av et anadromt vassdrag med laks- og sjø-aure elvene Aura, Eikedalsvatnets største innløpselv, og utløpselva Eira. Vitenskapelig råd for lakseforvaltning har gitt Eira «svært dårlig» som vurdering av kvalitet etter kvalitetsnormen for villaks (Anonym, 2017). Vurderingen begrunnes i svært dårlig oppnåelse av gytebestandsmål og høstbart overskudd, og svært dårlig genetisk integritet. For sjø-aure oppnås «moderat» tilstand, med vannkraftregulering (stor effekt, kategori 3), lakselus (moderat effekt, kategori 2) og fangstpåvirkning liten effekt (gult, kategori 1) som de viktigste menneskeskapt påvirkningsfaktorene (Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 2022).

Innslaget av anadrom fisk kan være en betydelig faktor for fiskesamfunnet i innsjøen gjennom påvirkning av viktige økologiske prosesser som rekruttering, nærings- og

habitatkonkurranse og predasjon. Etter kraftreguleringen og fraføring av vann er innløpselva Aura sannsynligvis gått fra å være en elv med stort innslag av anadrom fisk, til stort sett stasjonære individer av aure. Aura og Eikesdalsvatnet var derfor sannsynligvis langt viktigere for yngre årsklasser og oppvandrende gytefisk før reguleringen enn etter.

Vurderingene til vitenskapsrådet er basert på tilgjengelige fangstdata og analyser av innsamlet materiale. Rapportering av fangster av sjø-aure var lav i Eikesdalsvatnet før 2020, men en økning i rapporteringen av innsjøfanga sjø-aure i 2020 bidro til at kvaliteten iht. kvalitetsnormen ble vurdert til «moderat» i 2022, mot «dårlig» i 2019 (Anonym 2019), uten at det nødvendigvis var en endring i kvalitet eller tilstand mellom de to tidspunktene. Snittstørrelsen til auren som var rapportert fanget i innsjøen var mindre enn auren fanget i utløpselva Eira, noe som kan tyde på en grad av feilbestemmelse av stasjonær aure som sjø-aure. Basert på rapporteringen er det rimelig å anta at det fortsatt er et betydelig innslag av anadrom aure i innsjøen, men at det er færre enn før reguleringen, og en tenkt naturtilstand. Laks som gyter i utløpselva Eira har få incentiver til å benytte innsjøen før gyting, og forventes derfor å ha liten effekt på det øvrige fiskesamfunnet. Vi vet ikke hvor stor andel av auren i Eikesdalsvatnet som er anadrom, men om andelen er høy kan leveforhold og fisketrykk i havet og i elva bidra til økt variasjon i fangster og ekkoloddregistreringer mellom undersøkelsesår i innsjøen.

Konklusjon:

Fiskesamfunnet i Eikesdalsvatnet blir, på grunnlag av WS-FBI klassifisert til «svært god» tilstand i 2021, som i 2017. Merk at klassifiseringen i 2021 ikke inkluderer undersøkelser og vurdering av fisk i strandsonen og bunn-nære habitater, og at det i klassifiseringen ikke er tatt stilling til redusert kvalitet etter kvalitetsnormen for anadrom laksefisk, og hvordan det har påvirket fiskesamfunnet i innsjøen.

3.6 Hornindalsvatnet



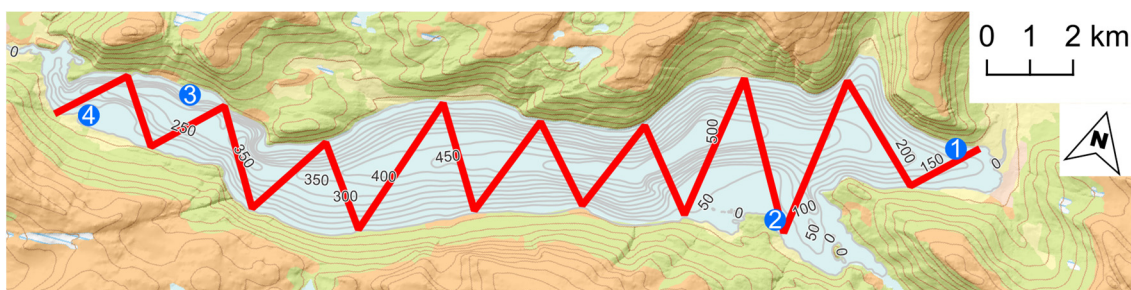
Figur 3.6.1. Hornindalsvatnet fra øst mot vest. Foto: K. A. Eikland, NINA.

3.6.1 Om innsjøen

Hornindalsvatnet er Europas dypeste innsjø, og det store vannvolumet kombinert med et lite nedbørfelt gjør at den teoretiske oppholdstida for vannet er svært lang, ca. 16,6 år. Berggrunnen i nedbørfeltet består av harde og kalkfattige bergarter som gir ionefattig vann. Nedbørfeltet har mest skog og snaufjell, samt noe dyrka jord nær innsjøen. Fiskesamfunnet i Hornindalsvatnet omfatter fem arter: røye, aure og trepigget stingsild, i tillegg til ål og laks.

3.6.2 Aktivitet i 2021

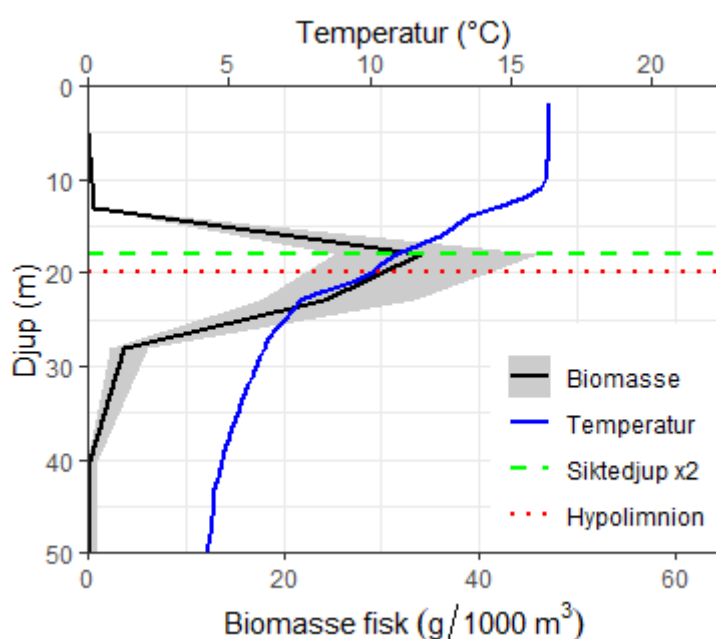
Fiskesamfunnet i Hornindalsvatnet ble i 2021 undersøkt med bunngarn og ekkolodd. Prøvefisket med bunngarn ble gjennomført på fire stasjoner 13.-15. august (**figur 3.6.2**) fra strandsona ned til ca. 50 m dyp. Ekkoloddregistrering ble gjennomført om natta 12.-13. august med 17 transekter på totalt 43 km, som gir en dekningsgrad på 6,1 (**figur 3.6.2**). Det var spredte regnbyger, men stort sett oppholdsvær og rolige vindforhold mens arbeidet pågikk.



Figur 3.6.2 Kart over Hornindalsvatnet med garnområder merket med blå symbol, og seilingskurser for ekkoloddregistreringer med røde linjer. Innsjøens dybdeutvikling er indikert med grå kurver med tall.

3.6.3 Biomasse og tetthet av fisk

Beregnet biomasse av fisk ut fra ekkoloddregistreringene i Hornindalsvatnet viser en tydelig topp i sprangsjiktet, dvs. overgangen mellom overflatelaget (epilimnion) og dyplaget (hypolimnion) definert ut fra vertikalprofilen for vanntemperatur (**figur 3.6.3**). Som i 2017 var både antall fisk og biomasse av fisk per hektar større i 0-20 m dyp (epilimnion) enn i de dypere vannlagene. (**tabell 3.6.1**). Varmere vann og lite fisk grunnere enn 15 meter bidro likevel til at forskjellen mellom epi- og hypolimnion var mindre enn i 2017 (**vedlegg 2**). Særlig estimatet for auren ble påvirket av en svært lav andel fisk nærme overflaten.



Figur 3.6.3 Vertikalprofil for fiskebiomasse og temperatur i Hornindalsvatnet. 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.

Tabell 3.6.1 Tetthet og biomasse av fisk i pelagialsona i Hornindalsvatnet beregna ut fra ekkoloddregistreringer.

Gjennomsnittsvekt er estimert fra ekkostyrke (TS) > -50 dB, tilsvarende fisk større enn om lag 67 mm.

	Tetthet (# fisk / ha)			Biomasse (kg / ha)			Snittvekt (g)
	Årsyngel/stingsild	Ett år og eldre	95 % konfidensintervall eldre	Totalt	Aure	Røye	TS
Epilimnion	23,1	8,0	5,1-11,9	2,23	0,01	2,22	278
Hypolimnion	4,0	9,7	2,7-29,9	1,55	0,00	1,55	160

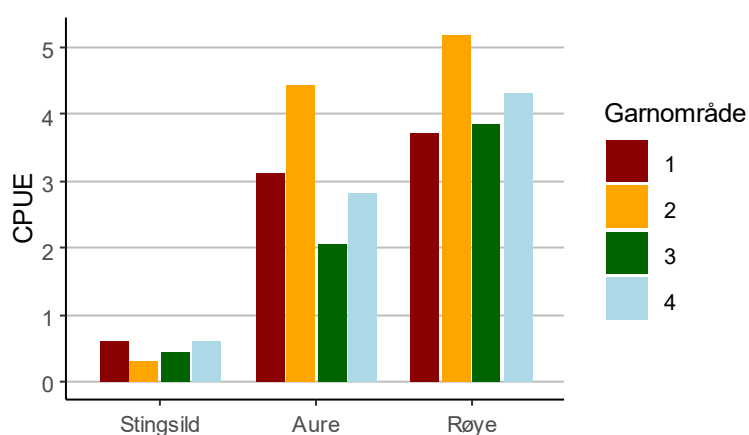
3.6.4 Garnfiske

Garnfiske i Hornindalsvatnet ble gjennomført etter standard metodikk med fire stasjoner, totalt 60 garnnetter (**figur 3.6.4**). Som i 2017 ble det fanget aure, røye og trepigget stingsild (**tabell 3.6.2**). Totalt sett var røye den mest tallrike arten, men aure var klart dominerende art på grunt vann (**figur 3.6.5**). På dyp større enn 15 m var røye nesten enerådende. Aller høyest tetthet hadde den i dybdeintervallet 25-35 m. Fangsten av trepigget stingsild var beskjeden både i 2017 og 2021, og arten er sannsynligvis ikke veldig tallrik i Hornindalsvatnet.

Tabell 3.6.2 Fangsttall fra prøvefiske med bunngarn i Hornindalsvatnet, august 2021.

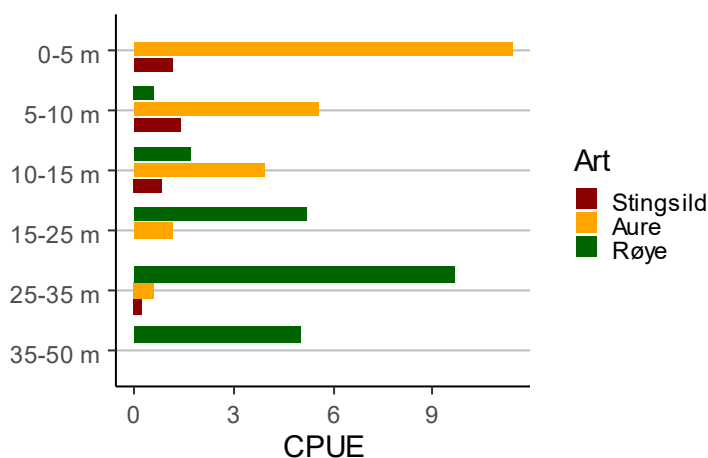
CPUE er antall fisk per 100 m² garnareal per natt. Plasseringa til fiskeområdene er vist i **figur 3.6.2**.

Art	Bunngarnområde				Sum	CPUE	Andel av fangst
	1	2	3	4			
Aure	21	30	14	19	84	3,1	39,4 %
Røye	25	35	26	29	115	4,3	54,0 %
Stingsild	5	2	3	4	14	0,5	6,6 %
Sum	51	67	43	52	213		
CPUE	7,6	9,9	6,4	7,7	7,9		



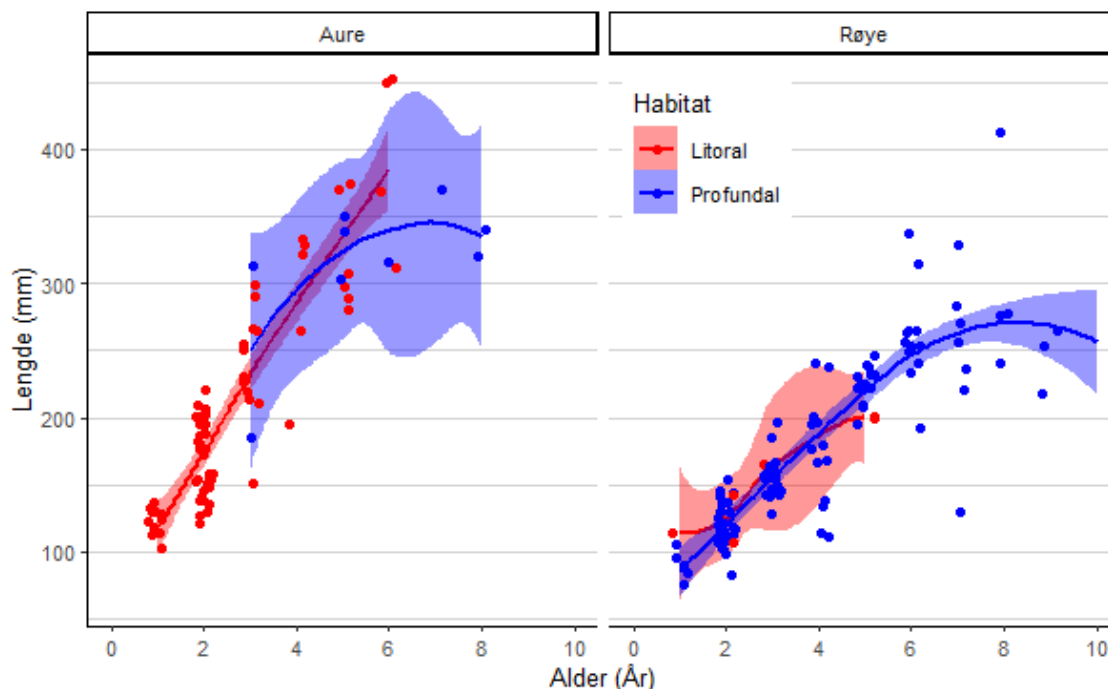
Figur 3.6.4 Gjennomsnittlig relativ tetthet (CPUE, fisk per 100 m² garn per garnnatt) i de fire fangstområda for garnfisket i Hornindalsvatnet.

De tre artene ble registrert ved alle stasjoner, med lignende fordelinger mellom stasjonene (**figur 3.6.4**). Ingen arter ble funnet i alle dybdeintervaller. Auren dominerte fangstene i strandsonen og ned til 10-15 meters dyp. Røye ble fanget i størst antall mellom 25-35 meter, men ble funnet mellom 5 og 50 meters dyp (**figur 3.6.5**). Stingsild ble funnet i beskjedne mengder på alle stasjoner og dyp, med høyest fangster i strandsona.



Figur 3.6.5 Fordeling av aure, røye og trepigget stingsild i bunngarnfangster i ulike dybdeintervaller i Hornindalsvatnet, august 2021. CPUE er antall fisk per 100 m² garnareal per natt.

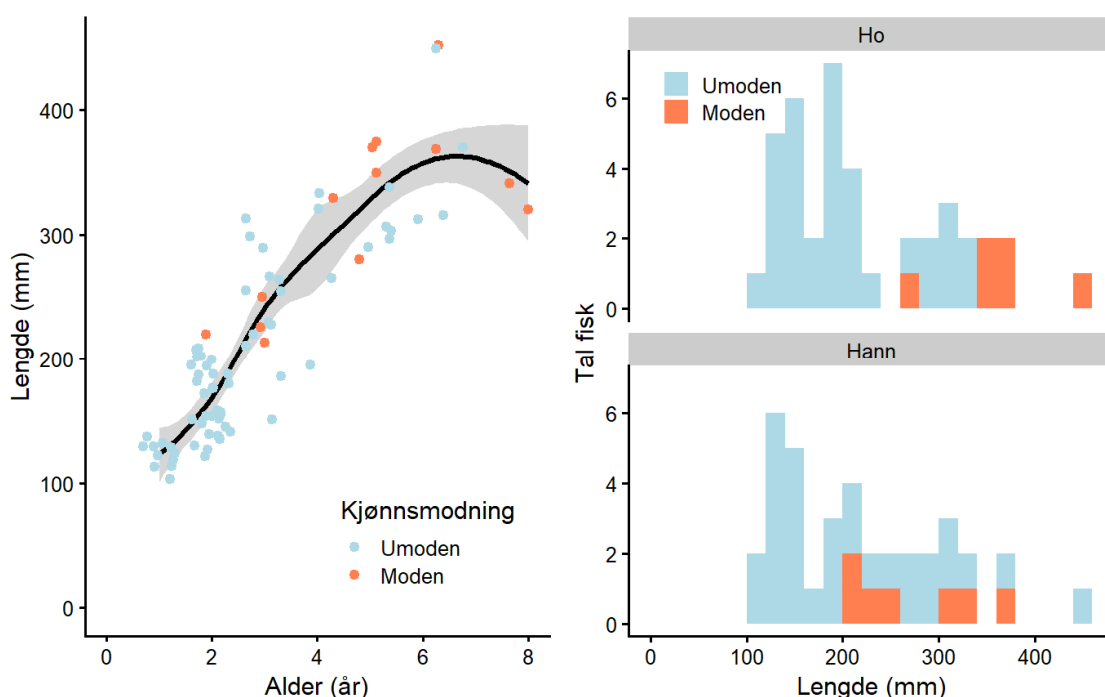
Det ble fanget fisk i det strandnære (litorale) og det bunn-nære (profundale) habitatet, mens det ikke ble fisket i de frie vannmasser (pelagialen) i 2021. For begge arter ble den eldste fisken fanget i profundale garn (**figur 3.6.6**).



Figur 3.6.6 Individuell lengde ved alder hos aure og røye i Hornindalsvatnet fanget i prøvefisken i august 2021. Punktene er forskjøvet litt i alder for å vise alle punktene. Kurver indikerer gjennomsnittlig vekstkurve estimert med loess-regresjon for fisk fanget i de respektive habitatene, fargeskravering gir 95 % konfidensintervall for kurvene. Det ble ikke fisket pelagisk i Hornindalsvatnet i 2021.

3.6.4.1 Aure

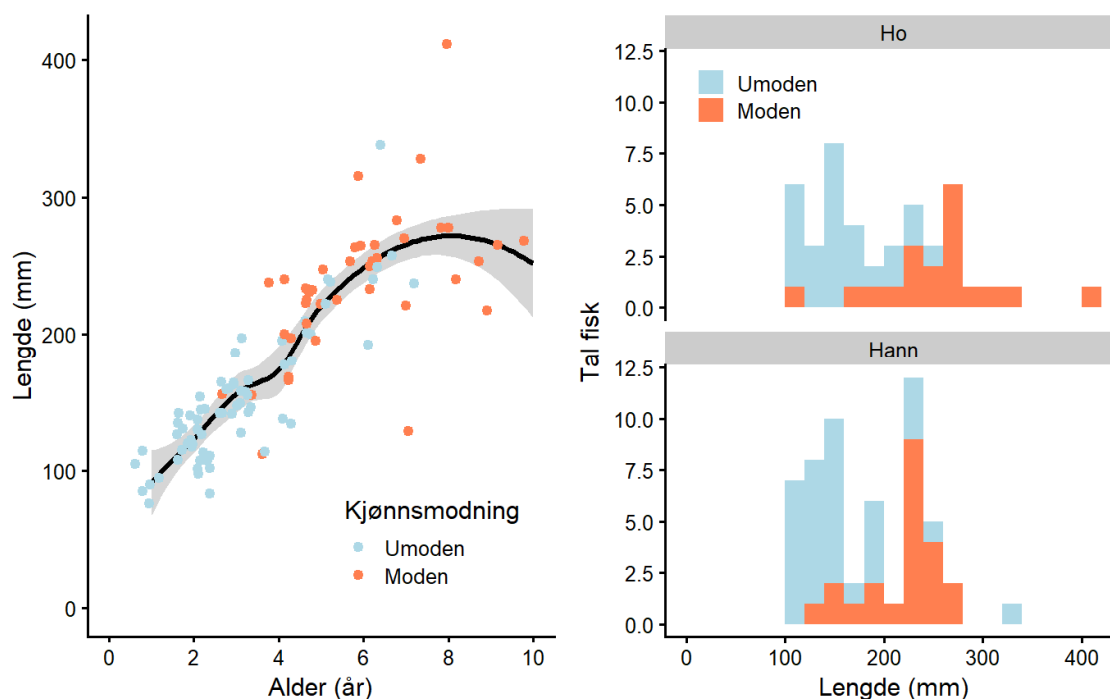
Fangsten av aure bestod av fisk mellom 103 og 452 mm (**figur 3.6.6**). Mens det i litorale garn ble fanget aure i de fleste lengdegruppene, manglet ett og toåringer i de profundale garn. Aldersanalysene viser videre at auren har en vekst på rundt 50 mm i året frem til rundt 340 mm ved fem års alder (**figur 3.6.7**). Deretter avtok veksten i forbindelse med kjønnsmodning fra fem års alder. Veksten avtok tidligere hos fisk fanget i profundalen (**figur 3.6.6**).



Figur 3.6.7 Lengde ved alder og lengdefordeling av gytemoden og umoden aure fanga ved prøvefisket i Hornindalsvatnet, august 2021. Venstre: lengde ved alder, punktene er forskyvd litt i alder for å vise alle punktene. Svart kurve viser gjennomsnittlig lengde ved alder, med 95 % konfidensintervall i grått. Høyre: histogram over lengdefordeling. Antall fisk: 39. Farge indikerer modning. Aldersbestemmelsen av en toårig gytemoden hann var noe usikker, den kan ha vært en treårig.

3.6.4.2 Røye

Fangsten av røye omfattet fisk mellom 76 og 412 mm (**figur 3.6.9**). Røye ga størst fangst i profundalen for alle lengdegrupper (**figur 3.6.5**). Aldersanalysene viser videre at røya har en vekst på rundt 30 mm i året frem til rundt 240 mm ved seks års alder (**figur 3.6.8**). Veksten var relativt lineær fram til seksårsalderen, deretter flatet den ut. Det var relativt stor spredning i individuell vekst (**figur 3.6.8**).



Figur 3.6.8 Lengde ved alder og lengdefordeling av gytemoden og umoden røye fanga ved prøvafisken i Hornindalsvatnet, august 2021. Venstre: lengde ved alder, punktene er forskjøvet litt i alder for å vise alle punktene. Svart kurve viser gjennomsnittlig lengde ved alder, med 95 % konfidensintervall i grått. Høyre: histogram over lengdefordeling. Antall fisk: 39. Farge indikerer modning.

3.6.5 Klassifisering og tilstandsvurdering

Det totale fangstutbyttet på bunngarn i 2021 var nær identisk med fangstutbyttet i 2017 (**tabell 3.6.3**), med henholdsvis 213 og 209 fisk på samme antall garnnetter. Røye var dominerende art begge årene, med over 50 % av fangsten, men mindre dominerende i 2021 enn i 2017. I forhold til 2017 var det en nedgang i fangst av røye på 12 %, samtidig som det var en økning i fangst av aure på 34 %. Vi kan likevel ikke konkludere med at det har skjedd endringer i bestandsstørrelser på disse fire årene.

I 2001 ble det gjennomført et prøvefiske i Hornindalsvatnet med samme type bunngarn som i 2017/2021 og omtrentlig samme dybdefordeling (Sægvog mfl. 2003). Innsatsen i 2001 var imidlertid betydelig mindre. Målt i fangst per innsats var det en betydelig større fangst av røye i 2001, og også aurefangsten var noe større enn i 2017/2021.

Tabell 3.6.3 Sammenligning av garnfangster i Hornindalsvatnet 2001, 2017 og 2021.
CPUE: Fangst per innsats.

	2001		2017		2021	
	CPUE	Andel av fangst	CPUE	Andel av fangst	CPUE	Andel av fangst
Aure	3,9	26 %	2,3	30 %	3,1	39 %
Røye	11,1	74 %	4,9	63 %	4,3	54 %
Trepigget stingsild	0,0	0 %	0,6	7 %	0,5	7 %

Den pelagiske fiskebestanden i Hornindalsvatnet er beregnet til 19,2 tonn, eller 3,78 kg/ha med en svært stor overvekt av røye. I 2017 ble samlet biomasse beregnet til 6,8 tonn, eller 1,34 kg/ha fordelt på 15 % røye og 85 % aure (Gjelland mfl. 2018). I ekkoloddanalysene i 2021 var det knapt fisk grunnere enn 10 meter, og svært få grunnere enn 15 meter. Basert på en antagelse om 100 % aure ned til ti meter, og 25 % aure ned til 15 meter ut fra tidligere års fangster ble nesten all pelagisk fisk i 2021 regnet som røye. Økningen av andel aure, og lavere andel røye i garnfangstene kan indikere at auren i høyere grad enn 2017 valgte å gå litoralt. Uten trålfangster fra 2021 kan vi likevel ikke utelukke at en høyere andel av den pelagiske fisken var aure. Estimaten på fordelingen av tetthet og biomasse for de to artene er derfor usikre. Observasjonen av varmere vann og lave tettheter i overflaten gjaldt også flere andre innsjøer på Vestlandet i 2021 og blir diskutert i kapittel 2.3.

WS-FBI-indeksen tilsier at fiskebestanden i Hornindalsvatnet er i «svært god» tilstand med hensyn til eutrofiering.

Tabell 3.6.4. Resultater fra ekkoloddundersøkelsene i Hornindalsvatnet.

Biomasse-estimatene er basert på gjennomsnittsvæker med grunnlag i lengdefordeling kalkulert fra TS-registreringer med formelen $TS = 22.5 \log_{10}(L) - 68,6$, der L er fiskelengde. Tabellen viser innsjøareal (A), total lengde ekkoloddtransektorer (L), dekningsgrad (D), estimert pelagisk fiskebiomasse per hektar, total pelagisk fiskebiomasse i tonn (TBM), WS-FBI-indeks, normalisert WS-FBI (nEQR), og økologisk status basert på WS-FBI. Merk at årsyngel ikke er med i biomasseestimatene.

			Biomasse (kg/ha)					
A (km ²)	L (km)	D	Aure	Røye	TBM (t)	WS-FBI	nEQR	Status
50,8	43	6,1	0,01	3,77	19,2	3,10	1,00	SG

Anadrom fisk

Hornindalsvatnet er del av et anadromt vassdrag med lakse- og sjø-aureelvne Horndøla (største innløpselv) og utløpselva Eidselva. Vitenskapelig råd for lakseforvaltning har gitt Eidselva «svært dårlig» som vurdering av kvalitet etter kvalitetsnormen for villaks grunnet

lav genetisk integritet (Anonym, 2017), og vurderingen «dårlig» tilstand for sjø-aure (Anonym, 2019).

På generelt grunnlag kan innslaget av anadrom fisk være en betydelig faktor for fiskesamfunnet i innsjøen gjennom påvirkning av viktige økologiske prosesser som rekruttering, nærings- og habitatkonkurranse og predasjon. Vi vet ikke hvor stor andel av auren i Hornindalsvatnet som er anadrom, men om andelen er høy kan levetilstand og fiskestrykk i havet og i elvene bidra til økt variasjon i fangster og ekkoloddregistreringer mellom undersøkelsesår i innsjøen.

Konklusjon:

Det pelagiske fiskesamfunnet i Hornindalsvatnet blir, på grunnlag av WS-FBI klassifisert til «svært god» tilstand i 2021, som i 2017. Fordelingen av aure og røye i pelagialen og bunnfiskefangstene indikerer at en lavere andel aure gikk pelagisk, og at fisken sto dypere i 2021 sammenlignet med 2017. Fiskesamfunnet i strandsonen og bunn-nære habitater blir klassifisert til «svært god» tilstand ved ekspertvurdering. Samlet ender fiskesamfunnet i Hornindalsvatnet i «svært god» tilstand i 2021. Merk at klassifiseringen i 2021 ikke inkluderer vurderingene av redusert kvalitet etter kvalitetsnormen for anadrom laksefisk, og hvordan det har påvirket fiskesamfunnet i innsjøen.



Figur 3.6.9. Røye fanget i nordisk oversiktgarn i Hornindalsvatnet. Foto: K. A. Eikland, NINA.

3.7 Vangsvatnet



Figur 3.7.1. Vangsvatnet. Foto: K.A. Eikland, NINA.

3.7.1 Om innsjøen

Vangsvatnet er den største innsjøen i Hordaland. Innsjøen ligger innenfor den anadrome delen av Vossevassdraget, og er dermed en del av leveområdet til den storvokste Vossolaksen. Denne bestanden har vært sterkt redusert siden slutten av 1980-tallet.

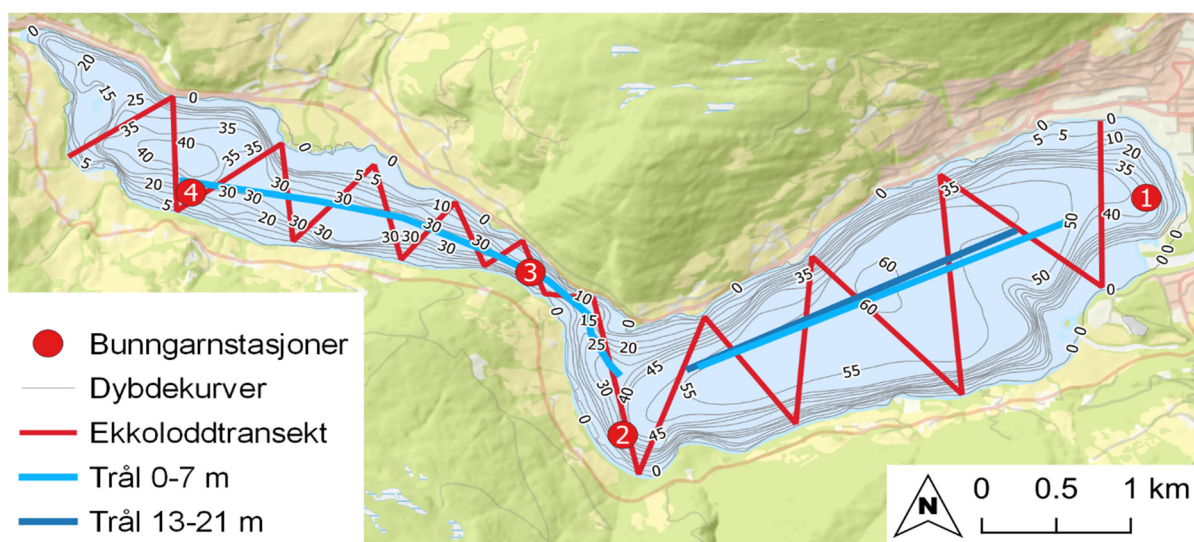
Forsuring var tidligere ansett som en miljøtrussel for vassdraget. Kalking gjennom flere år har fjernet denne trusselen, og i dag blir det observert kun litt forhøyet innhold av labilt aluminium under snøsmeltingen. I dag er vannkvaliteten preget av lav fosforkonsentrasjon, og gjennomsnittlig siktedyp er 6,6 meter. Innsjøen ligger langt ned i et relativt stort nedbørfelt, og teoretisk oppholdstid for vannet er bare 26 døgn. Vangsvatnet er uregulert, men med store naturlige vannstandsvariasjoner gjennom året, i gjennomsnitt 3,5 meter.

Vangsvatnet ble undersøkt for andre gang i 2021. Innsjøen ble forrige gang undersøkt i ØKOSTOR (Lyche Solheim mfl. 2018) og FIST i 2017 (Gjelland mfl. 2018), den gangen med ekkolodd, partrål og bunngarn.

3.7.2 Aktivitet i 2021

Fiskesamfunnet i Vangsvatnet ble i 2021 undersøkt med bunngarn, pelagisk partrål og ekkolodd. Prøvefisket med bunngarn i Vangsvatnet ble gjennomført på fire stasjoner 18.-

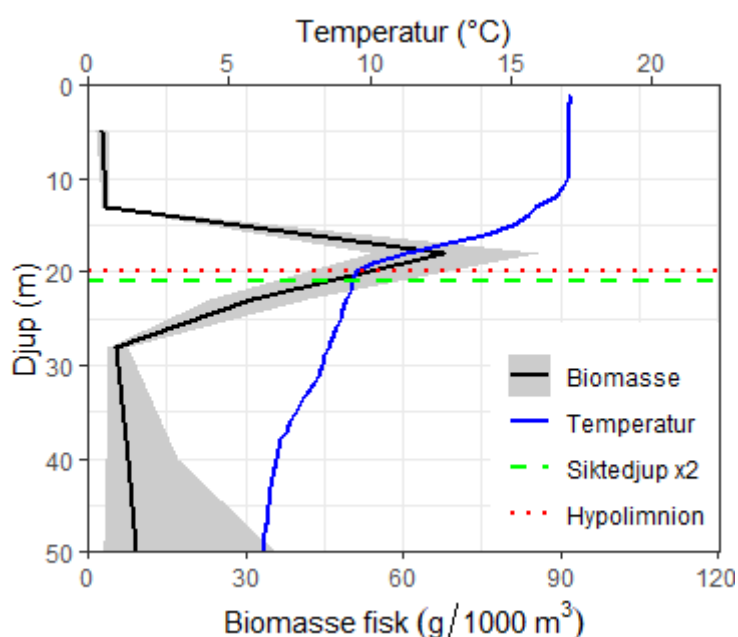
20. august (**figur 3.7.2**) fra strandsona og ned til ca. 50 m dyp. Tråling ble gjennomført natta 17.-18. august. Ekkoloddregistrering ble gjennomført om natta 16.-17. august med 15 transekter på totalt 16 km, som gir en dekningsgrad på 5,9 (**figur 3.7.2**). Både under tråling og ekkolodd var det oppholdsvær og rolige vindforhold.



Figur 3.7.2 Vangsvatnet med plassering av fire bunn garnstasjoner. Innsjøens dybdeutvikling er indikert med grå kurver med tall. Trålstasjoner og ekkoloddtransekt er markert med henholdsvis blå og røde linjer.

3.7.3 Biomasse og tetthet av fisk

Beregnet biomasse av fisk ut fra ekkoloddregistreringene i Vangsvatnet viser en tydelig topp i sprangsjiktet, dvs. overgangen mellom overflatelaget (epilimnion) og dyplaget (hypolimnion) definert ut fra vertikalprofilen for vanntemperatur (**figur 3.7.3**). Sammenlignet med 2017 var forskjellene i tettheter små, og med liknende fordeling av biomasse over og under sprangsjiktet (**vedlegg 2**). Overflatevannet var varmere i 2021, og fisken sto mer konsentrert mellom 12 og 27 meters dyp. Med unntak av én enkelt aure i tråltrekket på dypet, ble auren fanget i overflaten, og røye på dypet (**tabell 3.7.2, tabell 3.7.3**). Fordelingen gjenspeiles i lave biomasseestimer av aure (**tabell 3.7.1**).



Figur 3.7.3 Vertikalprofil for fiskebiomasse og temperatur i Vangsvatnet. Gråkravert 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.

Tabell 3.7.1 Tetthet og biomasse av fisk i pelagialsona i Vangsvatnet beregna ut fra ekkoloddregistreringer.

Gjennomsnittsvekt for individer fanga i trål (fangst) og estimert fra ekkostyrke (TS) er basert på fisk større enn om lag 67 mm (TS > -50 dB).

	Tetthet (# fisk / ha)			Biomasse (kg / ha)			Snittvekt (g)	
	Årsyngel/ stingsild	Ett år og eldre	95 % konfidens- Intervall eldre	Totalt	Aure	Røye	Fangst	TS
Epilimnion	383,6	24,2	17,3-32,5	3,46	0,15	3,31	79	143
Hypolimnion	194,2	34,1	14,3-76,8	2,42	0	2,42	175	71

3.7.4 Tråling

Trålingen i Vangsvatnet ble gjennomført som standard partrål med tre tråltrekk på 37-60 minutter, noe som tilsvarer 2,5-3,6 km (**tabell 3.7.2**). Tråltrekkene ble gjennomført på to ulike dyp. Tråltrekkene ble gjort 1) i vestre basseng, og 2) og 3) i østre innsjøbasseng (**figur 3.7.2**).

Tabell 3.7.2 Tråltrekk i Vangsvatnet 2021.

Måling av trållåpningens maks- og min-dyp er gjort med HOBO dybde logger under tråling. Hastigheten er beregnet etter trålet tid og lengde, og trålvolumet fra trålens åpning.

Tråltrekk	Tid tråling (min)	Dybdeintervall	Målt min-dyp (m)	Målt maks-dyp (m)	Målt høyde trållåpning (m)	Lengde (m)	Hastighet (m/s)	Trålvolum (1000 m ³)
1	58	0-8 m	0	8	8	3578	1,03	229
2	37	0-8 m	0	6	6	2765	1,25	133
3	60	15-23 m	15	25	10	2548	0,71	204

Ved trålingen deltok SNO med båten «Krikkand», med Kristoffer Ullern Hansen som båtfører. NINA benyttet sin trålbåt «Dytiscus» med Karl Øystein Gjelland, Erik Friele Lie og Knut Andreas Eikland som mannskap.



Figur 3.7.3 Fangst av røye, to stingsild og en aure fra tråltrekk i epilimnion i Vangsvatnet i 2021 (tråltrekk 3). Foto: K. A. Eikland, NINA.

Tabell 3.7.3 Fangst i tråltrekk i Vangsvatnet i 2021.

Tråltrekk	Aure	Røye	Stingsild	Totalfangst	Volum-tetthet (fisk/1000 m ³)	Kommentarer til fangst
1	15		92	107	0,46	Trålen var nedi bunnen i sundet
2			13	13	0,1	
3	1	67	2	70	0,34	

Tre arter var representert i trålfangstene; røye, aure og stingsild. I antall utgjorde auren 8,5 % av fangsten, røye 35,5 % og stingsild 56 % (**tabell 3.7.3**).

Fiskens lengde ved alder for pelagiske fangster av aure og røye er presentert sammen med litorale og profundale fangster i **figur 3.7.5**. Det ble fanget røye mellom tre og tolv års alder i trålen, med gytemodne fem-, seks- og syvåringer rundt 250 mm som den dominerende gruppen (**figur 3.7.7**). Aure fanget i pelagialen var i hovedsak yngre årsklasser av umoden fisk (**figur 3.7.5, figur 3.7.6**). I epilimnion var gjennomsnittsvekt i fangsten høyere enn observert på ekkolodd, dette skyldes trolig at det meste av mindre fisk i epilimnion sto dypere enn tråltrekket som ble brukt til å representere epilimnion (0-8 m, **tabell 3.7.1**). I hypolimnion var forholdet motsatt, dette skyldes trolig at det meste av fangsten i dyptrekket fra trål (13-21 m dyp) faktisk ble fanget i nedre del av epilimnion. Trålfangstene var derfor ikke godt egnet til å vise størrelsesfordeling i hypolimnion.

Mens det kun ble fanget aure og røye i 2017, dominerte stingsild trålfangstene i antall i 2021. Sett bort fra stingsild dominerte røye fangstene i begge år, men enda tydeligere i 2021. Om endringene fra 2017 skyldes faktiske endringer i fiskesamfunnet, naturlig variasjon eller andre forhold som påvirket fangstene er uklart. Flere forhold peker imidlertid på at en høyere overflatetemperatur i 2021 kan ha bidratt. Høyere overflatetemperatur kan bidra til å forklare at røya sto dypere i vannsøylen (kapittel 3.7.3), og at andelen aure i fangstene var lavere i pelagialen, men høyere i litoralen. Mindre aure i pelagialen kan kanskje også forklare at stingsild valgte å gå pelagisk og ble fanget i trål, men også ga utslag i økt tetthet av samlekategori «Årsyngel og stingsild» i ekkoloddundersøkelsene (**tabell 3.7.1**).

3.7.5 Garnfiske

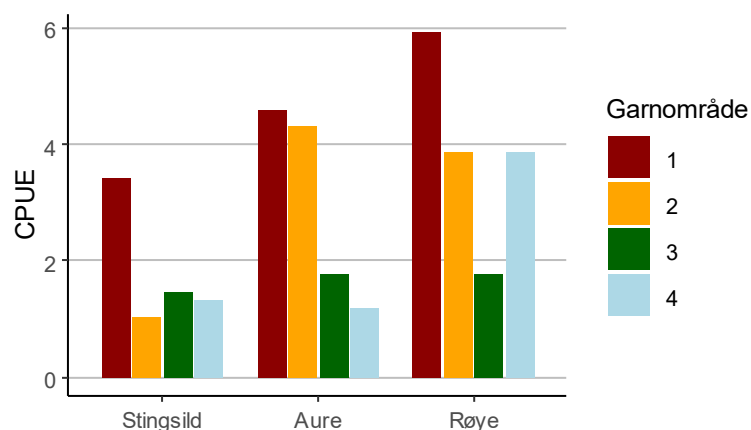
Garnfiske i Vangsvatnet ble gjennomført etter standard metodikk med fire stasjoner, totalt 60 garnnetter (**figur 3.7.2**). Fangsten bestod av totalt 234 fisk, fordelt på aure, røye og trepigget stingsild (**tabell 3.7.4**). Det var en betydelig større fangst i den østre delen av innsjøen (garnområde 1 og 2) enn i den vestre, først og fremst på grunn av større fangst av

aure. Totalt sett var røye mest tallrik. Laksen er vanligvis fåtallig i innsjøen, slik at fangst av denne arten krever en større garninnsats, mens ål vanligvis ikke vil bli fanget i garn.

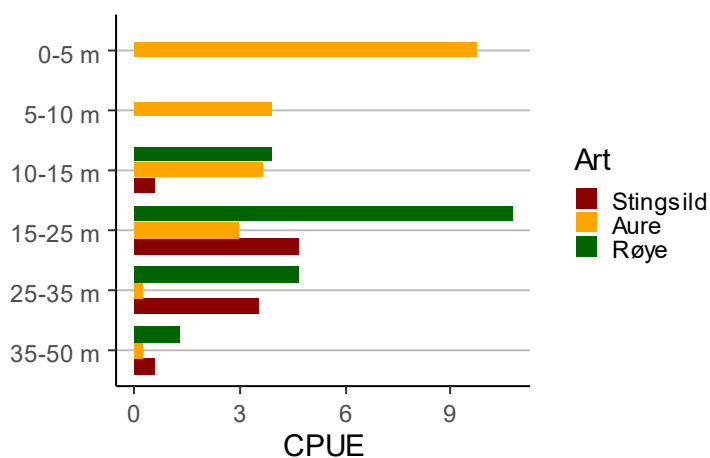
Tabell 3.7.4 Fangsttall fra prøvefiske med bunn garn i Vangsvatnet, august 2021. CPUE er antall fisk per 100 m² garnareal per natt. Plasseringa til fiskeområdene er vist i **figur 3.7.2**.

Art	Bunn garnområde				Sum	CPUE	Andel av fangst
	1	2	3	4			
Aure	31	29	9	8	77	2,9	32,9 %
Røye	37	25	13	24	99	3,7	42,3 %
Stingsild	23	13	12	10	58	2,1	24,8 %
Sum	91	67	34	42	234		
CPUE	13,5	9,9	5,0	6,2	8,7		

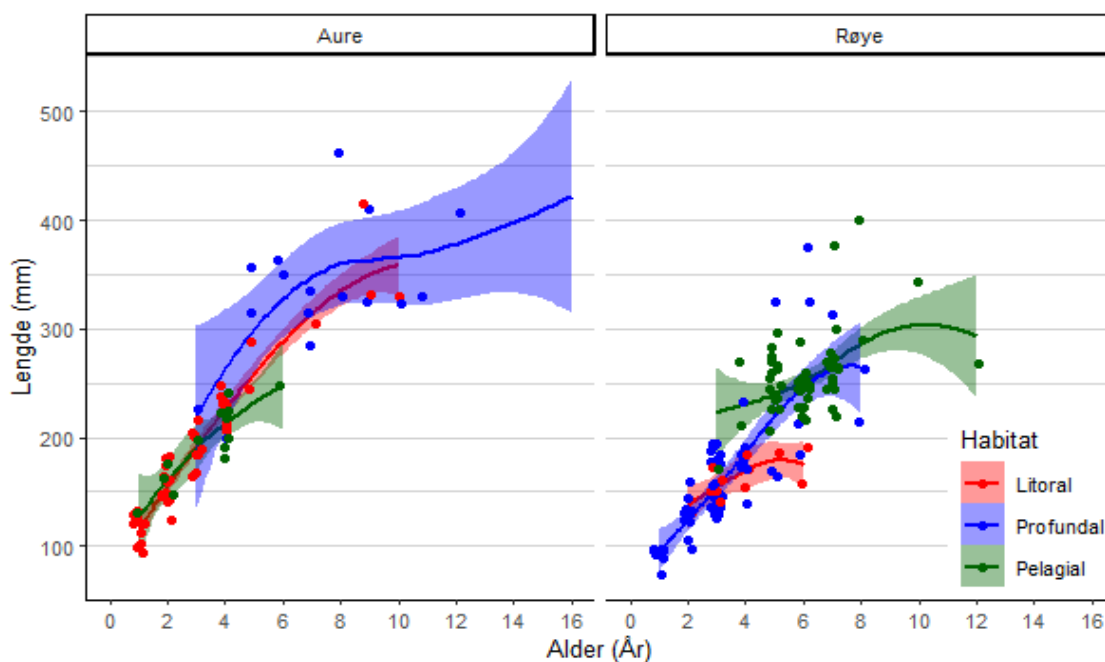
De tre artene ble registrert ved alle stasjoner (**figur 3.7.3**). Høyest fangster var ved stasjon 1 og 2, i den østre delen av innsjøen. Auren var den eneste arten som ble funnet ved alle dybdeintervaller, og dominerte strandsonen ned til dypere enn 10 meter (**figur 3.7.4**). Røye og stingsild ble funnet dypere enn 10 meter, og med størst antall på 15-25 meters dyp.



Figur 3.7.3 Gjennomsnittlig relativ tetthet (CPUE, fisk per 100 m² garn per garn natt) i de fire fangstområda for garnfisket i Vangsvatnet.



Figur 3.7.4 Fordeling av aure, røye og trepigget stingsild i bunngarnfangster i ulike dybdeintervaller i Vangsvatnet, august 2021. CPUE er antall fisk per 100 m² garnareal per natt.

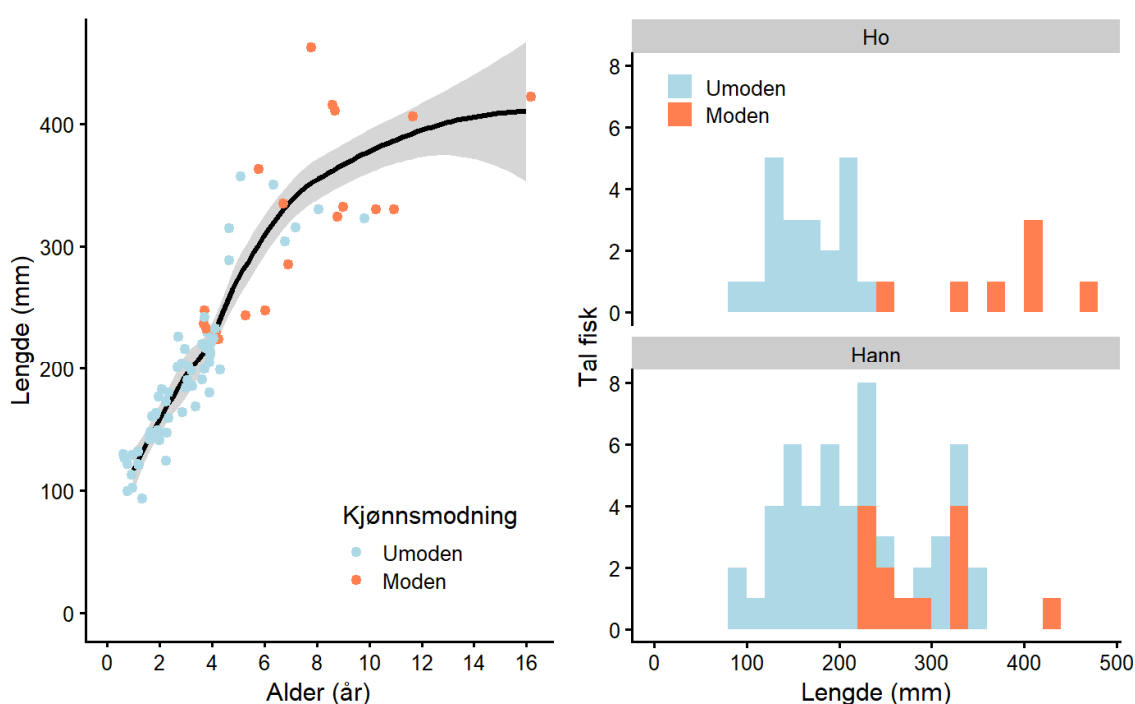


Figur 3.7.5 Individuell lengde ved alder hos aure og røye i Vangsvatnet, august 2021. Punktene er forskjøvet lett i alder for å vise alle punktene. Kurver indikerer gjennomsnittlig vekstkurve estimert med loess-regresjon for fisk fanget i de respektive habitatene, fargeskravering gir 95 % konfidensintervall for kurvene.

Av de tre artene som ble fanget i prøvefisken i 2021 ble det lest alder av et utvalg aure og røye fra hvert habitat (**figur 3.7.5**). Hver art vil bli presentert for seg.

3.7.5.1 Aure

Fangsten av aure omfatta fisk mellom 93 og 462 mm (**figur 3.7.5**). I bunnarna ble det fanget aure i de fleste lengdegruppene, mens trålfangstene viser at det stort sett er aure fra 125 til 250 mm som oppholder seg i pelagialsona. Aldersanalysene viser videre at auren har en vekst på rundt 35 mm i året frem til kjønnsmodning ved en gjennomsnittslengde på om lag 230 mm ved fem års alder, og at denne veksten fortsetter til auren er om lag 350 mm ved 8 års alder (**figur 3.7.6**).

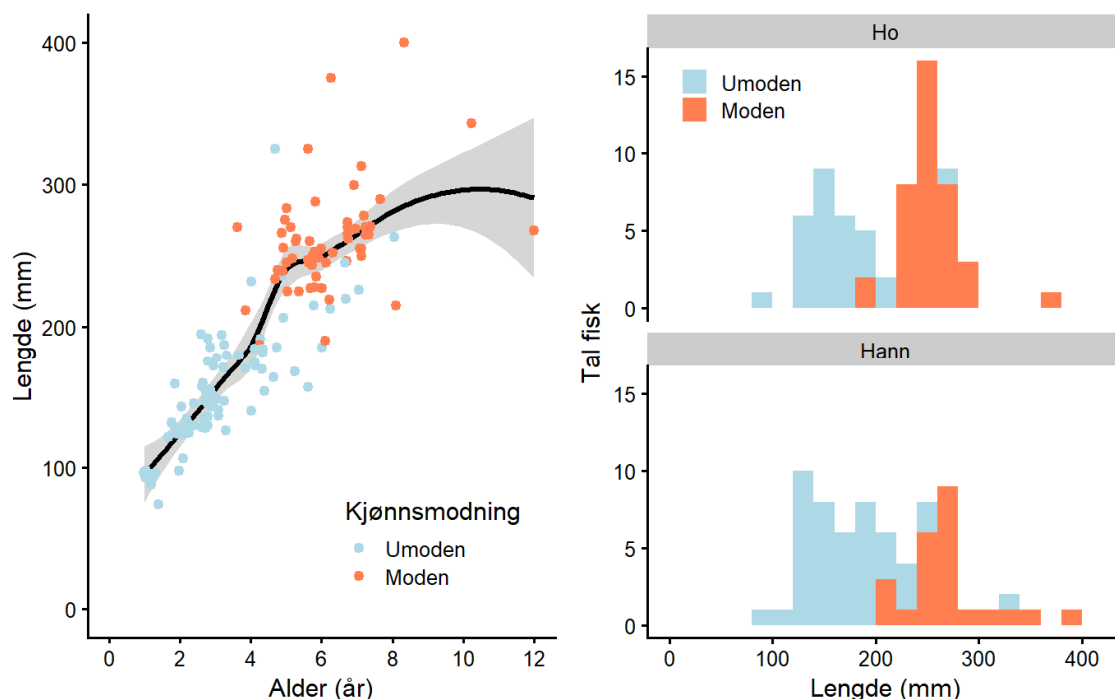


Figur 3.7.6 Lengde ved alder og lengdefordeling av gytemoden og umoden aure fanga ved prøvefisket i Vangsvatnet, august 2021. Venstre: lengde ved alder, punkta er forskjøvet litt i alder for å vise alle punkta. Svart kurve viser gjennomsnittlig lengde ved alder, med 95 % konfidensintervall i grått. Høgre: histogram over lengdefordeling. Antall fisk: 39. Farge indikerer modning.

3.7.5.2 Røye

Røymaterialet fra Vangsvatnet omfattet fisk mellom 80 og 400 mm (**figur 3.7.7**). Den største røya gikk pelagisk, med en alder over tre år og lengde mellom 200 og 400 mm (**figur 3.7.5**). Størst variasjon var det i det bunnære habitatet. Variasjonen kan skyldes at det eksisterer to økologiske former av røye i Vangsvatnet, «normalrøye» og «dvergrøye» (Jonsson & Hindar, 1982, Hindar & Jonsson, 1982), men det ble ikke skilt mellom disse. Det ble registrert røye i alle aldersgrupper mellom ett og 12 år (**figur 3.7.7**). Kjønnsmodning ser ut til å inntreffe ved

lengder mellom 170 og 200 mm både for hunner og hanner, ved 4-5 års alder. Etter kjønnsmodning stagnerer veksten (**figur 3.7.7**).

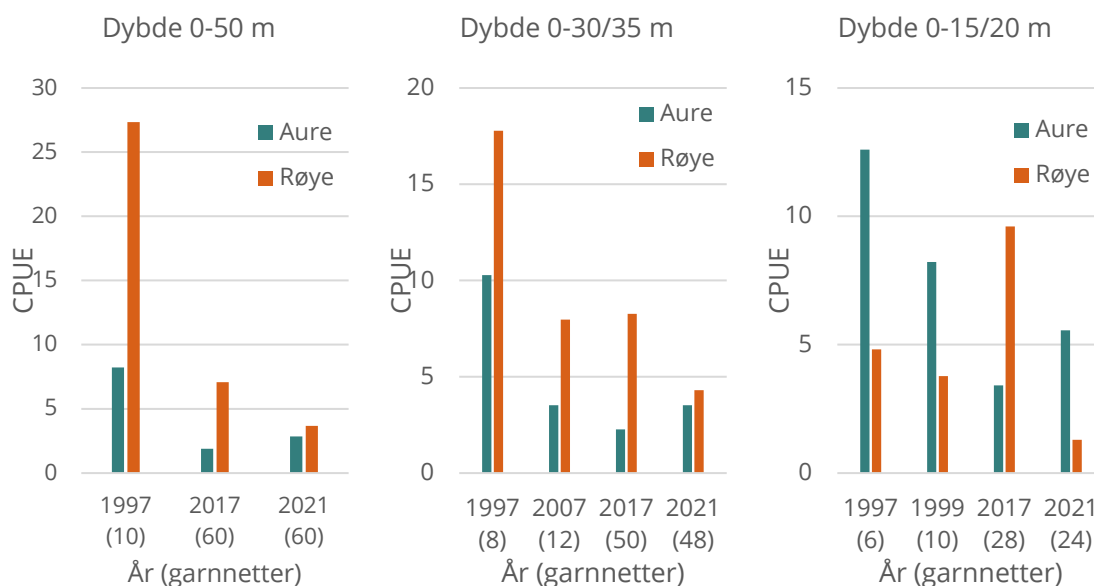


Figur 3.7.7 Lengde ved alder og lengdefordeling av gytemoden og umoden røye fanga ved prøvefisket i Vangsvatnet, august 2021. Venstre: lengde ved alder, punkta er forskjøvet litt i alder for å vise alle punktene. Svart kurve viser gjennomsnittlig lengde ved alder, med 95 % konfidensintervall i grått. Høyre: histogram over lengdefordeling. Antall fisk: 34. Farge indikerer modning.

3.7.6 Klassifisering og tilstandsvurdering

Sammenliknet med bunngarnfangsten i 2017 (Gjelland mfl. 2018) var fangsten av røye betydelig mindre i 2021. Fangsten av aure var noe større, mens for trepigget stingsild var fangsten omtrent på samme nivå de to årene.

Vi har også gjort en sammenlikning med bunngarnfangster i tre runder med prøvefiske utført i 1997, 1999 og 2007 (Sægrov, 1998; 2000; 2007). Undersøkelsene ble gjennomført med samme type garn og på samme tid av året som i ØKOSTOR-undersøkelsene. Innsatsen var imidlertid mye mindre, og dybdeintervallet det ble fisket i og fordeling av garna nedover i dypet varierte mellom årene. For å gjøre fangstresultatene mer sammenlignbare har vi beregnet fangst per innsats for ulike dyp (**figur 3.7.8**).



Figur 3.7.8. Sammenligning av fangster (fangst per innsats) i bunn garn i Vangsvatnet i 1997, 1999, 2007, 2017 og 2021. Fangstene er presentert slik at det er mulig å sammenligne prøvefiske med ulik innsats. Antall garnnetter står i parentes under årstallet. De ulike prøvefiskene som er presentert er gjennomført på samme tid av året.

Fangstene kan indikere at det har vært en reduksjon i både røye- og aurebestanden gjennom denne perioden, men usikkerheten må betegnes som høy. Likevel, det er sannsynlig at det var en reell nedgang i røyebestanden i årene etter 1997. Det ble da satt i gang et utfiskingsprosjekt for å bedre kvaliteten på røya. Usikkerheten er blant annet knyttet til at innsatsen var mye mindre ved de tre første undersøkelsene. Fangsten av aure i 2021 er et godt eksempel på at fangsten kan variere betydelig innenfor samme prøvefiske. Det ble fanget over tre ganger så mange aure i den østre delen som i den vestre.

NEFI er dårlig egnet i artsfattige sjøer der en i tillegg har begrenset kunnskap om referansetilstanden, spesielt for små arter som stingsild. Fangstresultatene fra vår undersøkelse tilsier at både røye og aure er i dominansklasse Dominant, mens stingsild er Vanlig. Det er rimelig å anta at dette også er referansetilstanden i Vangsvatnet, og basert på NEFI vil da tilstanden være «svært god». Det kan likevel ha skjedd store endringer i bestandene som ikke fanges opp av denne indeksen.

Vurdert ut fra WS-FBI-indeksen kan den økologiske tilstanden i Vangsvatnet karakteriseres som *svært god* (**tabell 3.7.2 og tabell 3.7.6**), og uendret sammenlignet med forrige undersøkelse i 2017.

Tabell 3.7.6. Resultater fra ekkoloddundersøkelsene i Vangsvatnet.

Biomasse-estimatene er basert på gjennomsnittsvæker med grunnlag i lengdefordeling kalkulert fra TS-registreringer med formelen $TS = 22.5 \log_{10}(L) - 68,6$, der L er fiskelengde. Tabellen viser innsjøareal (A), total lengde ekkoloddtransekter (L), dekningsgrad (D), estimert pelagisk fiskebiomasse per hektar, total pelagisk fiskebiomasse i tonn (TBM), WS-FBI-indeks, normalisert WS-FBI (nEQR), og økologisk status basert på WS-FBI. Merk at årsyngel ikke er med i biomasseestimatene.

			Biomasse (kg/ha)					
A (km ²)	L (km)	D	Aure	Røye	TBM (t)	WS-FBI	nEQR	Status
7,8	16	5,9	0,15	5,73	4,6	2,63	0,94	SG

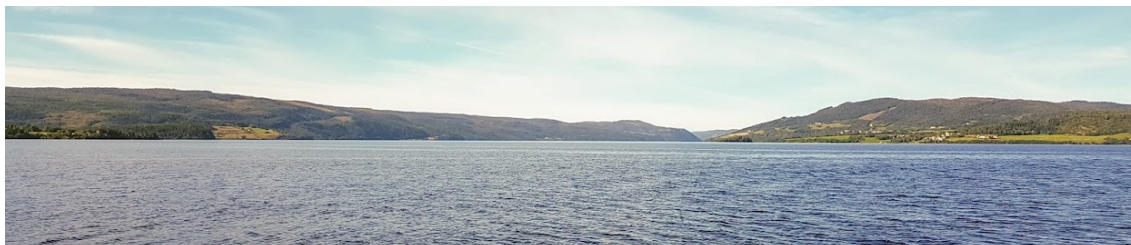
Anadrom fisk

Vangsvatnet er del av Vossovassdraget. Vitenskapelig råd for lakseforvaltning har gitt Vosso «svært dårlig» som vurdering av kvalitet etter kvalitetsnormen for villaks grunnet lav genetisk integritet, ikke oppnåelse av gytebestandsmål og høstbart overskudd (Anonym, 2017), og vurderingen «dårlig» tilstand for sjøaure (Anonym, 2019). Innslaget av anadrom fisk kan være en betydelig faktor for fiskesamfunnet i innsjøen gjennom påvirkning av viktige økologiske prosesser som rekruttering, nærings- og habitat-konkurrans og predasjon. En stor del av aurebestanden vandrer ut til sjøen ved 3-4 års alder (Jonsson 1985, Sægrov 2007), de som overlever sjøvandringa kan vende tilbake som store fiskespisende individer. Den årlige sjøvandringa gjør at predasjonsfaren i vatnet fra sjøaure varierer sterkt gjennom sesongen. Men også stasjonær aure kan vokse seg stor og bli fiskespisende individer, og fiskespisende aure utgjør trolig en viktig predasjonsfaktor både for røye og for laksesmolt på utvandring (Haugen mfl. 2017). Klassifiseringen «dårlig tilstand» (Anonym 2017) for sjøaure i Vossovassdraget bygger særlig på redusert rekruttering og overlevelse som følge av arealinngrep, lakselus og vannkraftreguleringer i vassdraget. Vi vet likevel ikke i hvilken grad dette har påvirket utvandring av auresmolt fra Vangsvatnet, og mengden sjøaure som returnerer til Vangsvatnet etter sjøvandringa. Kvalitativt tror vi likevel at påvirkning på fiskesamfunnet fra sjøaure i Vangsvatnet er mindre nå enn ved naturtilstanden.

Konklusjon:

Det pelagiske fiskesamfunnet i Vangsvatnet blir, på grunnlag av WS-FBI klassifisert til «svært god» tilstand i 2021, som i 2017. Undersøkelser av fisk i strandsonen og bunn-nære habitater «svært god» på grunnlag av NEFI-indeksen. NEFI er dårlig egnet i artsfattige innsjøer med lite kunnskap om referansetilstanden. Det er derfor knyttet usikkerhet knyttet til denne. Samlet vurderes likevel fiskesamfunnet i Vangsvatnet å være i «svært god» tilstand. Merk at det i klassifiseringen ikke er tatt stilling til redusert kvalitet etter kvalitetsnormen for anadrom laksefisk, og hvordan det har påvirket fiskesamfunnet i innsjøen.

3.8 Selbusjøen



Figur 3.8.1. Selbusjøen fra Selbu i retning Klæbu. Foto: K.A. Eikland, NINA.

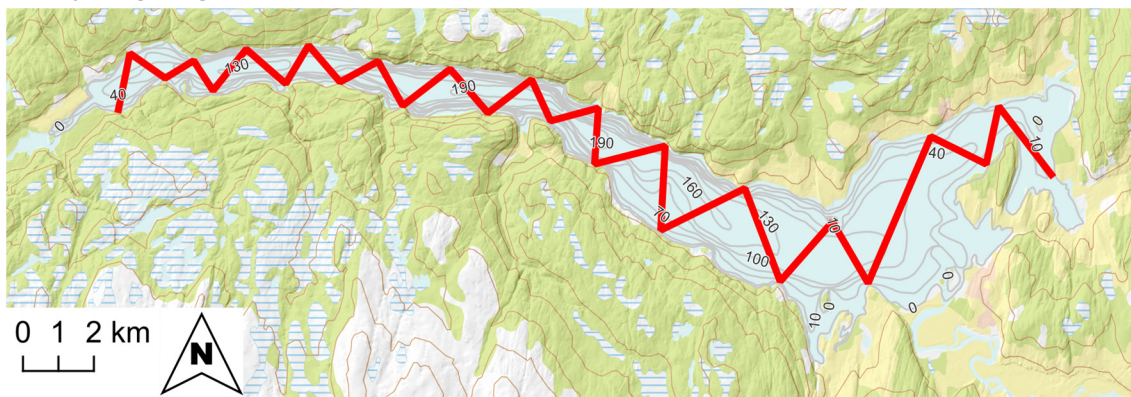
3.8.1 Om innsjøen

Selbusjøen er en dyp lavlandssjø med kalkfattig og klart vann, og den er regulert 6,3 meter. Den store reguleringen fører til at innsjøen er klassifisert som en 'sterkt modifisert vannforekomst'. I Selbusjøen finnes aure, røye, lake, gjedde og ørekyt. Fiskene gjedde og ørekyt, pungreken *Mysis relicta* og firetornet istidskreps (*Pallasea quadrispinosa*) er introdusert i innsjøen av mennesker.

Selbusjøen har siden 2016 blitt undersøkt årlig med et redusert parameterutvalg i ØKOSTOR-programmet. Full prøvetaking ble første gang gjennomført i 2016, deretter i 2020. Fiskesamfunnet ble undersøkt med ekkolodd, par-trål, flyte- og bunngarn i 2016. Siden er den undersøkt med ekkolodd i 2020 og 2021.

3.8.2 Aktivitet i 2021

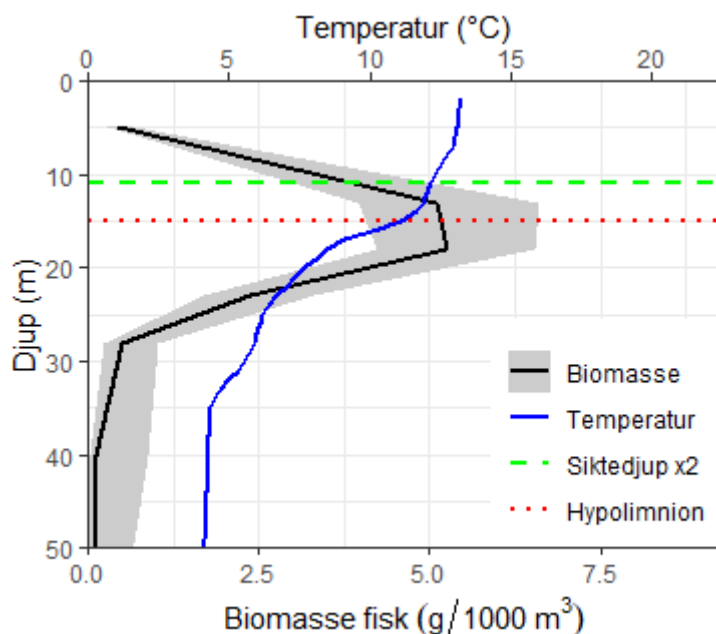
Ekkoloddregistreringen i 2021 ble gjennomført om natta 7.-8. august med 26 transekter med en total seilingskurs på 45 km, som gir en dekningsgrad på 6,0 (**figur 3.8.2**). Det var lettskyet og rolige vindforhold under feltarbeidet.



Figur 3.8.2. Selbusjøen med plassering av fire bunngarnstasjoner. Innsjøens dybdeutvikling er indikert med grå kurver med tall. Ekkoloddtransekt er markert med røde linjer.

3.8.3 Biomasse og tetthet av fisk

Beregnet biomasse av fisk ut fra ekkoloddregistreringene i Selbusjøen viser en konsentrasjon av fisk i sprangsjiktet (**figur 3.8.3**). Tettheten av fisk og total biomasse var høyest i hypolimnion, både for liten fisk (årsyngel) og eldre (**tabell 3.8.1**). I 2016 viste undersøkelsene høyere tetthet og biomasse, spesielt nært overflaten, men undersøkelsene ble gjennomført en måned senere (**vedlegg 2**). Det har vært en halvering av total biomasse og tettheter mellom 2016 og 2020, og mellom 2020 og 2021. Uten samtidig garnfiske i 2020 og 2021 er det ikke mulig å vurdere om fisken i høyere grad sto litoralt i 2020 og 2021, sammenlignet med 2016. Som for flere andre innsjøer i Trøndelag og langs kysten av Vestlandet kan det virke som at det var lite aure og røye i epilimnion i 2021. Dette diskuteres nærmere i kap. 2.3.



Figur 3.8.3 Vertikalprofil for fiskebiomasse og temperatur i Selbusjøen. Gråskravert område viser gjennomsnittlig biomasse \pm 1 standardfeil. Dyptet for 2x siktedyp og for grensa definert som overgangen mellom epilimnion og hypolimnion i analysene er også indikert.

Tabell 3.8.1 Tetthet og biomasse av fisk i pelagialsona i Selbusjøen beregna ut fra ekkoloddregistreringer.

Gjennomsnittsvekt er estimert fra ekkostyrke (TS) > -50 dB, tilsvarende fisk større enn om lag 67 mm.

	Tetthet (# fisk / ha)			Biomasse (kg / ha)			Snittvekt (g)
	Årsyngel	Ett år og eldre	95 % konfidens-Intervall eldre	Totalt	Aure	Røye	TS
Epilimnion	11.8	4.5	2.7-7.0	0.34	0.01	0.33	75
Hypolimnion	18.5	5.3	1.8-15.2	0.44	0.00	0.44	82

3.8.4 Klassifisering og tilstandsvurdering

Vurdert ut fra WS-FBI-indeksen kan den økologiske tilstanden med hensyn til eutrofiering i Selbusjøen karakteriseres som *svært god* (**tabell 3.8.2**). Vurderingen er uendret sammenlignet med undersøkelsene i 2016 og 2020.

Tabell 3.8.2. Resultater fra ekkoloddundersøkelsene i Selbusjøen.

Biomasse-estimatene er basert på gjennomsnittsvæker med grunnlag i lengdefordeling kalkulert fra TS-registreringer med formelen $TS = 22.5 \log_{10}(L) - 68,6$, der L er fiskelengde. Tabellen viser innsjøareal (A), total lengde ekkoloddtransekter (L), dekningsgrad (D), estimert pelagisk fiskebiomasse per hektar, total pelagisk fiskebiomasse i tonn (TBM), WS-FBI-indeks, normalisert WS-FBI (nEQR), og økologisk status basert på WS-FBI. Merk at årsyngel ikke er med i biomasseestimatene.

			Biomasse (kg/ha)					
A (km ²)	L (km)	D	Aure	Røye	TBM (t)	WS-FBI	nEQR	Status
57,9	45	6,0	0,01	0,77	4,5	9,42	1,00	SG

Konklusjon:

Fiskesamfunnet i Selbusjøen blir, på grunnlag av WS-FBI klassifisert til «svært god» tilstand i 2021, som i 2016 og 2020. På grunn av regulering og dokumenterte negativ økologisk effekter av introduserte fiskearter på fiskesamfunnet gir dette likevel en samlet vurdering tilstandsklasse «god» for fisk i Selbusjøen i 2021 (se kap 2.2). Merk at klassifiseringen i 2021 ikke inkluderer undersøkelser og vurdering av fisk i strandsonen og bunn-nære habitater.

4. Litteratur

- Anonym. 2017. Klassifisering av 148 laksebestander etter kvalitetsnorm for villaks. Temarapport nr 5, 81 s.
- Anon. 2019. Klassifisering av tilstanden til 430 norske sjøørretbestander. Temarapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 7, 150 s
- Appelberg, M., Berger, H.M., Hesthagen, T., Kleiven, M., Kurkilathi, M., Raitaniemi, J. & Rask, M. 1995. Development and intercalibration of methods in Nordic freshwater fish monitoring. *Water Air Soil Pollution* 85: 401-406.
- Artsdatabanken. 2020. Fremmede arter i Norge – med økologisk risiko 2018. Trondheim: Artsdatabanken. <https://www.artsdatabanken.no/fremmedartslista2018>
- Barlaup, B.T., Kleiven, E., Christensen, H., Kile, N.B., Martinsen, B.O. & Vethe, A. 2005. Bleka i Byglandsfjorden. DN-utredning 2005-3.
- Barlaup, B.T. 2021. "Bleka i Byglandsfjorden 2018-2021-Status, trusler og anbefalte tiltak." LFI-Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske. LFI-rapport nr: 422, ISSN nr: ISSN 1892-8889.
- Dahl, K. 1927. Byglandsfjordens "Blege" eller Dverglaksen. En relikv laks fra Byglandsfjorden i Setesdal. Fiskeriinspektørens innberetning om ferskvannsfiskeriene for året 1926. Landbruks-departementet. s. 45-57.
- Dahl, K. 1947. Dverglaksen. *Stangfiskeren* 1947. S. 85-89.
- Eikland, K.A., Gjelland, K.Ø., Solberg, I., Lie, E.F., Dokk, J.G., Holter, T. & Sandlund, O.T. 2022. Overvåking av fisk i store innsjøer 2020 – og oppsummering av erfaringer etter seks års metodeutvikling. NINA Rapport 2149. Norsk institutt for naturforskning.
- Gjelland, K.Ø., Bækkelie, K.A., Brabrand, Å., Kristoffersen, R., Svenning, M., 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., Andersen, O., Bremset, G., Bækkelie, K.A.E., Davidsen, J.G., Eloranta, A., Pettersen, O., Rønning, L., Rustadbakken, A., Saksgård, L., Saksgård, R. & Sjusen, A.D. 2018. Metodeutvikling: overvåking av fisk i store innsjøer (FIST) i 2016. NINA Rapport 1573. 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.
- Haande, S., Schartau, A.K., Dahl-Hansen, G., Demars, B., Dokk, J.G., Eikland, K.A., Gjelland, K.Ø., Hammenstig, D., Havn, T.B, Jensen, T.C., Lie, E.F., Lungrin, E., Mjelde, M., Persson, J., Saksgård, R., Solberg, I., Skjelbred, B., Solhaug Jenssen, M.T., Walseng, B. 2022. ØKOSTOR 2021: Basisovervåking av store innsjøer. Utprøving av metodikk for overvåking og klassifisering av økologisk tilstand i henhold til vannforskriften.

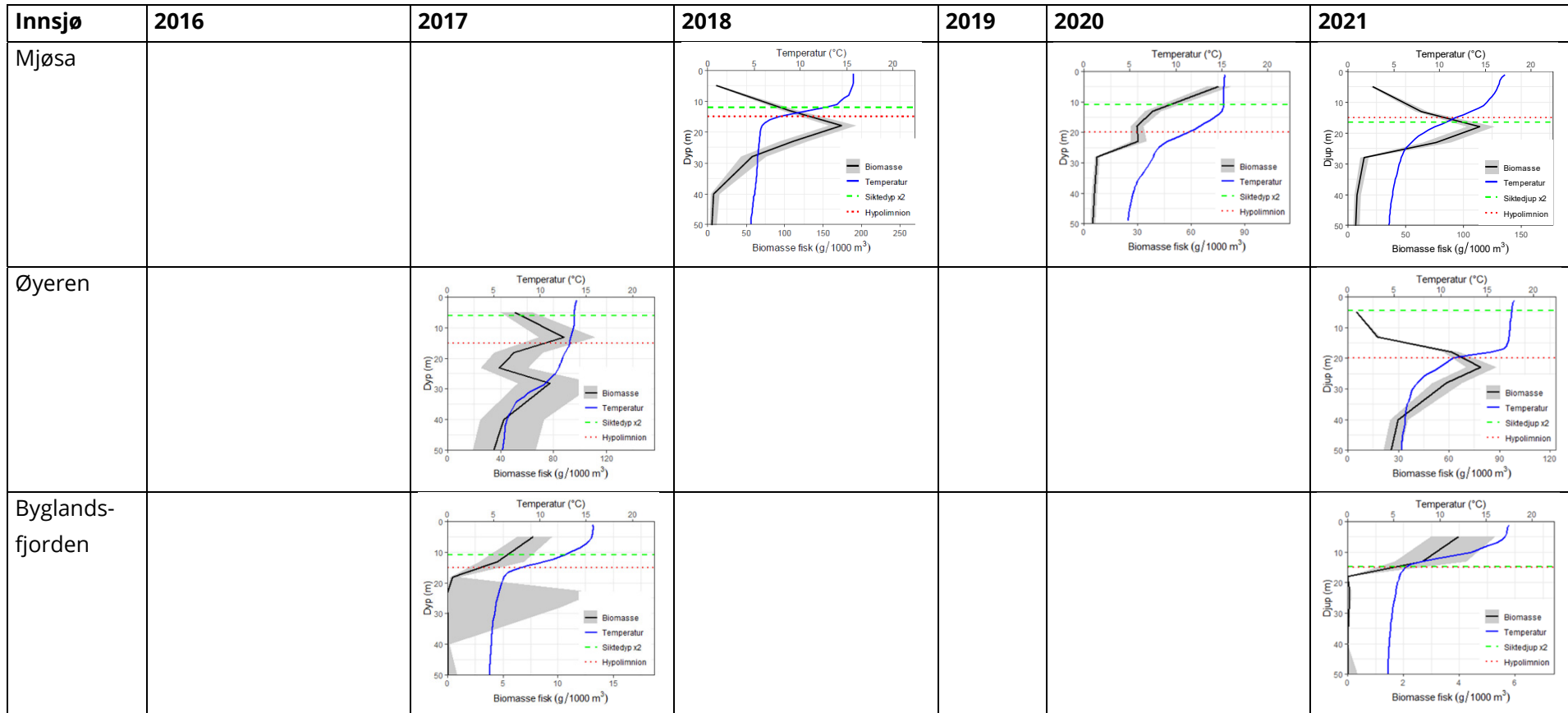
- Haugen, T.O, Kristensen, T, Nilsen, T.O., Urke, H.A. 2017. Vandringsmønsteret til laksesmolt i Vossovassdraget med vekt på detaljert kartlegging av åtferd i innsjøsystema og effektar av miljøtilhøve. MINA fagrapport 41, Universitetet for miljø og biovitenskap, Ås.
- Hindar, K. & Jonsson, B. 1982. Habitat and food segregation of dwarf and normal Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) from Vangsvatnet Lake, western Norway. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science 39: 1030-1045.
- Jonsson, B. & Hindar, K. 1982. Reproductive strategy of dwarf and normal Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) from Vangsvatnet Lake, western Norway. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science 39: 1404-1413.
- Lyche Solheim, A., Schartau, A.K., Bongard, T., Bækkelie, K.A.E., Dokk, J.G., Edvardsen H., Fosholt Moe, T., Gjelland, K.Ø., Hobæk, A., Håvardstun, J., Jensen, T.C., Mjelde, M., Persson, J., Sandlund, O.T., Skjelbred, B., Walseng, B. 2018. ØKOSTOR 2017: Basisovervåking av store innsjøer. Utprøving av metodikk for overvåking og klassifisering av økologisk tilstand i henhold til vannforskriften. Miljødirektoratet rapport M-1086 | 2018, 193 s.
- Løvik, J.E., Bækken, T., Kile, M.R., Skjelbred, B. 2015. Tiltaksorientert overvåking i vannområde Mjøsa. Årsrapport for 2014. NIVA-rapport 6848. Norsk institutt for vannforskning.
- Mamen, J. 2022. Været i Norge i 2021: Det kaldeste og tørreste året siden 2013. Naturen. Volum 146. doi:10.18261/naturen.146.1.2
- Sandlund, O.T., Arnekleiv, J.V., Hesthagen, T., Koksvik, J.I. & Næsje, T.F. 2022. Femti år etter utsettingene av mysis (*Mysis relicta*) og firetornet istidskreps (*Pallasiola quadrispinosa*) i norske innsjøer: til gagn eller skade? VANN 1:2022.
- Sandvik, H., Taugbøl, A., Bærum, K.M., Hesthagen, T., Jensen, T.C., Johnsen, S.I., Schartau, A.K. & Walseng, B. 2020. Fremmede arter og vannforskriften. Metoder for å vurdere påverknad fra fremmede organismer på økologisk tilstand i ferskvann. NINA Rapport 1845. Norsk institutt for naturforskning.
- Sægrov, H. 1998. Fiskeundersøkingar i Vangsvatnet i 1997. Rådgivende Biologer as. Rapport nr. 335. ISBN 82-7658-194-3.
- Sægrov, H. 2000. Utfisking og fiskeundersøkingar i Vangsvatnet i 1998-99. Rådgivende Biologer AS. Rapport nr. 448.
- Sægrov, H. 2007. Fiskeundersøkingar i Vangsvatnet i 2007. Rådgivende Biologer AS. Rapport nr. 1037.
- Sægrov, H., Telnes, T. & Urdal K. 2003. Fiskeundersøkingar i Hornindalsvatnet i 2001. Rådgivende Biologer AS. Rapport nr. 600.
- Vitenskapelig råd for lakseforvaltning. 2022. Klassifisering av tilstanden til sjørret i 1279 vassdrag. Temarapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 9, 170 s.

Vedlegg

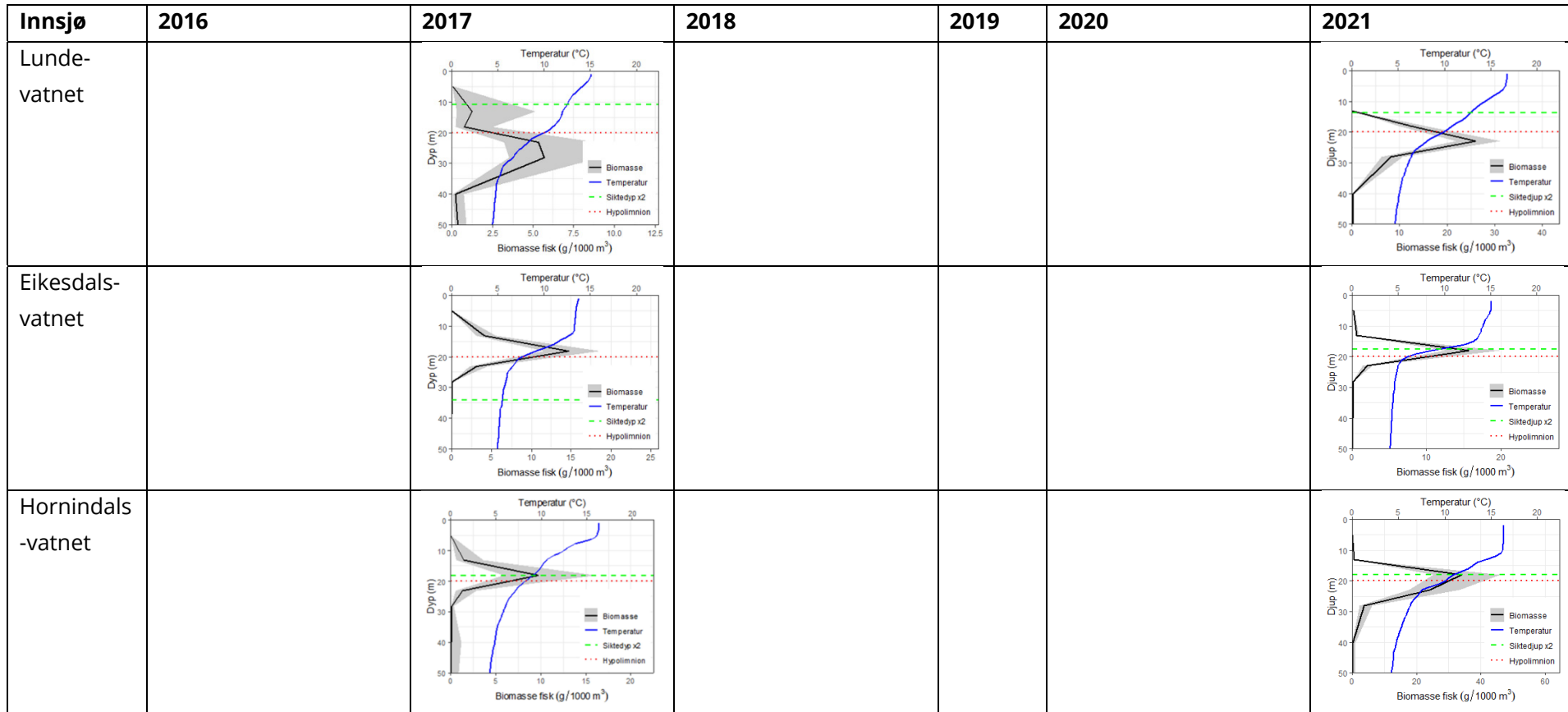
Vedlegg 1 – Bemanningsplan for fiskeundersøkelsene i 2021

Innsjø	Bunngarnfiske	Tråling	Ekkolodd
Selbusjøen			Karl Øystein Gjelland Birk Finstad
Eikesdalsvatnet			Karl Øystein Gjelland Knut Andreas Eikland
Hornindalsvatnet	Erik Friele Lie Knut Andreas Eikland		Knut Andreas Eikland Erik Friele Lie
Vangsvatnet	Erik Friele Lie Karl Øystein Gjelland	Karl Øystein Gjelland Erik Friele Lie Knut Andreas Eikland	Karl Øystein Gjelland Erik Friele Lie
		SNO: Kristoffer Ullern Hansen	
Lundevatnet			Knut Andreas Eikland Vegard Ambjørndalen
Byglandsfjorden	Utført av Fiske- og Vassdragsforvalter i Bygland. Feltarbeid ved Olav Øygarden og Oddvar Omnes		Knut Andreas Eikland Vegard Ambjørndalen
Øyeren			Knut Andreas Eikland Vegard Ambjørndalen
Mjøsa			Knut Andreas Eikland Vegard M. Ambjørndalen Elina Lungrin

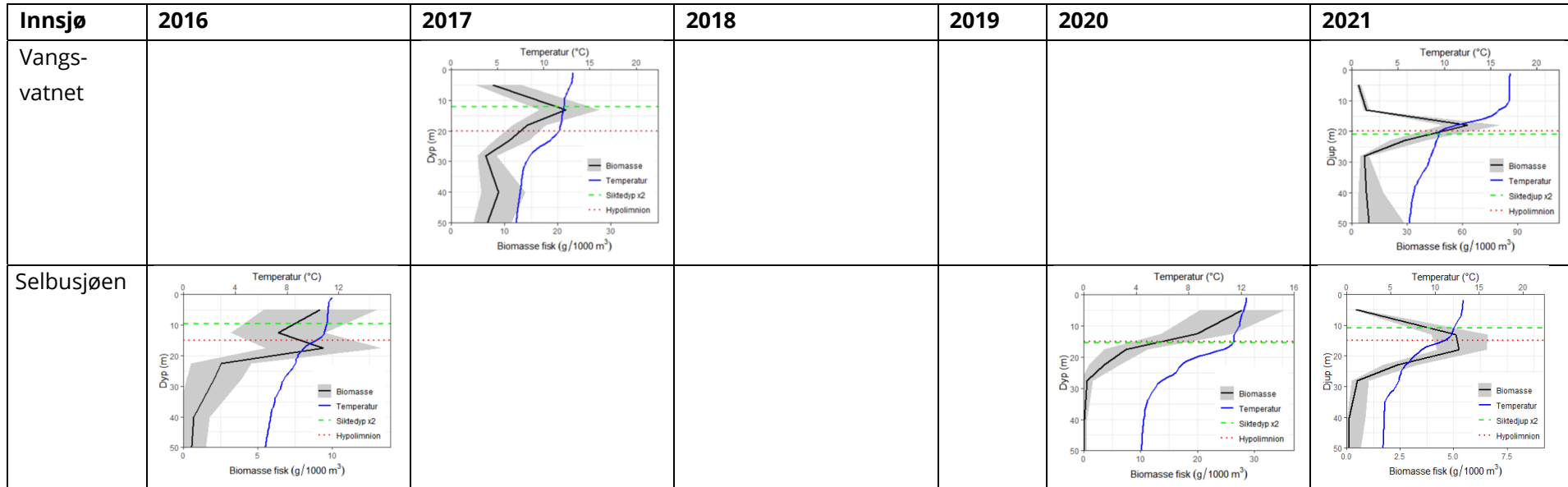
Vedlegg 2 – Vertikalprofiler for pelagisk fisk i innsjøer undersøkt i 2021, i perioden 2016-2021.



Figur V2. Årets (2021) og tidligere registrert vertikalfordeling av fisk i pelagialen ned til 50 meter i innsjøer som ble undersøkt i 2021.



Figur V2 forts.. Årets (2021) og tidligere registrert vertikalfordeling av fisk i pelagialen ned til 50 meter i innsjøer som ble undersøkt i 2021.



Figur V2 forts.. Årets (2021) og tidligere registrert vertikalfordeling av fisk i pelagialen ned til 50 meter i innsjøer som ble undersøkt i 2021.

Tlf.: 73 58 05 00
post@miljodir.no
www.miljodirektoratet.no
Postboks 5672 Torgarden,
7485 Trondheim

Besøksadresse Trondheim:
Brattørkaia 15, 7010 Trondheim

Besøksadresse Oslo:
Grensesvingen 7, 0661 Oslo



Miljødirektoratet er et statlig forvaltningsorgan underlagt Klima- og miljødepartementet. Vi jobber for et rent og rikt miljø. Hovedoppgavene våre er å redusere klimagassutslipp, forvalte norsk natur og hindre forurensning.