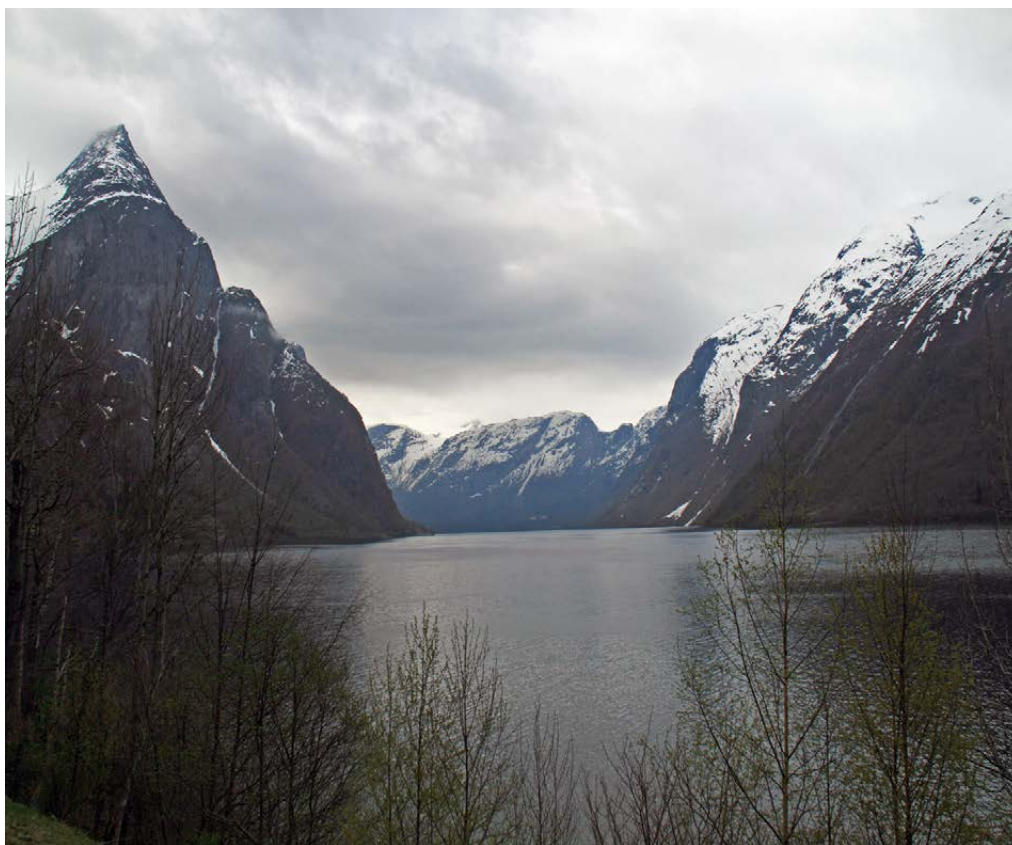


Fiskebiologiske undersøkelser i Eikesdalsvatnet høsten 2009

Trygve Hesthagen
Randi Saksgård
Odd Terje Sandlund
Antti Eloranta



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

Dette er en ny, elektronisk serie fra 2005 som erstatter de tidligere seriene NINA Fagrapport, NINA Oppdragsmelding og NINA Project Report. Normalt er dette NINAs rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på annet språk når det er hensiktsmessig.

NINA Temahefte

Som navnet angir behandler temaheftene spesielle emner. Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. NINA Temahefte gis vanligvis en populærvitenskapelig form med mer vekt på illustrasjoner enn NINA Rapport.

NINA Fakta

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. De sendes til presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivå, politikere og andre spesielt interesserte. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

Annen publisering

I tillegg til rapporteringen i NINAs egne serier publiserer instituttets ansatte en stor del av sine vitenskapelige resultater i internasjonale journaler, populærfaglige bøker og tidsskrifter.

Norsk institutt for naturforskning

Fiskebiologiske undersøkelser i Eikesdalsvatnet høsten 2009

Trygve Hesthagen
Randi Saksgård
Odd Terje Sandlund
Antti Eloranta

Fiskebiologiske undersøkelser i Eikesdalsvatnet høsten 2009. –
NINA Rapport 578. 39 s.

Trondheim, juni 2010

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-2155-9

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Trygve Hesthagen

KVALITETSSIKRET AV

Arne Johan Jensen

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsjef: Kjetil Hindar

OPPDRAKSGIVER(E)

Statkraft Energi AS

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER

Sjur Gammelsrud

FORSIDEBILDE

Eikesdalsvatnet Foto: Odd Terje Sandlund

NØKKEWORD

- Eikesdalsvatnet,
- Møre og Romsdal
- Auravassdraget
- Aure, røye, laks, ål, trepigget stingsild
- Vassdragsregulering
- Etterundersøkelse

KEYWORDS

- Lake Eikesdalsvatn
- Møre og Romsdal county
- Aura water course
- Brown trout, Arctic charr, Atlantic salmon, eel, three-spined stickleback
- Hydropower development

Sammendrag

Hesthagen, T., Saksgård, R., Sandlund, O.T. & Eloranta, A. 2010. Fiskebiologiske undersøkelser i Eikesdalsvatnet høsten 2009. NINA Rapport 578. 39 s.

Rapporten omhandler resultatene av de fiskebiologiske undersøkelsene i Eikesdalsvatnet høsten 2009. Dette er en av våre største og dypeste kystnære innsjøer, med et middel- og maksimum dyp på henholdsvis 89 og 155 m. Eikesdalsvatnet er siden 1950-tallet blitt berørt av flere vassdragsreguleringer, og til sammen er 70,9 % (769 km²) av nedbørsfeltet ført vekk. Dette ble gjort i forbindelse med reguleringen av Aura i 1954, Takrenneprosjektet i 1962 og Gryttenutbyggingen i 1975. Disse reguleringene har også resultert i at oppholdstiden og vanntemperaturen i Eikesdalsvatnet har økt. Aurareguleringen førte til en betydelig redusert vassføring i Aura. Etter Gryttenreguleringen ble Mardøla nesten helt tørrlagt, bortsett fra vannslipp i deler av sommeren på rundt 2,5 - 3,0 m³/s. Aura og Mardøla var det to største innløpselvene til Eikesdalsvatnet før reguleringene.

Eikesdalsvatnet har bestander av aure (*Salmo trutta*), røye (*Salvelinus alpinus*), trepigget stingsild (*Gasterosteus aculeatus*) og ål (*Anguilla anguilla*). I tillegg reproducerer laks (*Salmo salar*) og sjøaure i Aura, men etter at elva ble regulert er bestandene sterkt redusert. Eikesdalsvatnet ble ikke prøvafisket før de omtalte reguleringene. Der er likevel antatt at både kondisjon, vekst og kroppsstørrelse hos aure og røye har avtatt. Rekrutteringen til aurebestanden i Eikesdalsvatnet har også blitt redusert pga reguleringene av Aura og Mardøla. Auren gyter imidlertid i stor grad i strandnære områder i selve vatnet. Det er ikke kjent om rekrutteringen hos røya har blitt påvirket etter reguleringene.

Høsten 2009 ble det foretatt garnfiske i tre områder av Eikesdalsvatnet; nordlige, midtre (Vike og Hoem) og sørlige deler. Resultatene fra de nordlige delene av innsjøen ble sammenliknet med en tilsvarende undersøkelse i 1994 med på Jensen-serier. Disse garna ble satt enkeltvis fra land og dekte i hovedsak dybdeintervallet 0-10 m. Utbyttet blir uttrykt som antall individ fanget pr. 100 m² garnareal pr. natt, og angitt som Cpue. Fangstutbyttet i søndre og midtre deler vurderes som relativt høyt, med Cpue på henholdsvis 19,1 og 20,8 individ. I nord var derimot utbyttet betydelig mindre med bare 9,0 individ, mot 16,3 individ i 1994. Det har vært en ennå større nedgang i røyebestanden i nordlige deler av Eikesdalsvatnet, med et utbytte i de to åra på henholdsvis 3,4 og 0,9 individ. Høsten 2009 ble det også prøvafisket med nordiske oversiktsgarn (bunnngarn), med maskeviddene 5-55 mm. Disse garna ble satt langs bunnen fordelt på ulike dybdeintervall mellom 0-75 m. Også på disse garna var utbyttet betydelig høyere for aure enn for røye, med Cpue på henholdsvis 8,6 og 2,0 individ. Fangstene av aure var størst i sør (Cpue=15,1), intermedært i nord (Cpue=7,1), og lavest i midtre deler av innsjøen (Cpue=3,0). Auren dominerte på 0-6 m dyp, mens røya var mest vanlig på 20-50 m dyp. I 2009 ble det også prøvafisket med flytegarner, men utbyttet var lavt både for aure (Cpue=1,6) og røye (Cpue=0,3). Videre ble det satt ei lenke med tre garn på rundt 100-120 m dyp utenfor Vike, med maskeviddene 8,10 og 12,5 mm. I løpet av to netter ble det fanget fem røyer, og både kjønnsmodning og vekstmønster tyder på at dette er en røyeform som skiller seg fra den andre røya ("normalrøya") som oppholder seg på grunnere områder og i de frie vannmassene. L_{max} i von Bertalanffy's vekstfunksjon for "dverg"- og "normalrøye" var henholdsvis 12,5 og 39,0 cm. Røya var mager, med en gjennomsnittlig kondisjonsfaktor (K-faktor) på 0,84. Kvaliteten har heller ikke bedret seg vesentlig siden 1994, da K-faktoren var 0,84. Røye over 30 cm hadde imidlertid en vesentlig bedre K-faktor enn individ av samme størrelse i 1994. Auren i 2009 hadde derimot klart bedre kondisjon enn i 1994, med gjennomsnittlige verdier på henholdsvis 1,02 og 0,86. Auren vokser også bedre nå enn på 1990-tallet, uten noen tydelig vekststagnasjon med økende alder. L_{max} i von Bertalanffy's vekstfunksjon ble beregnet til 49,3 cm. Bestanden av aure i Eikesdalsvatnet synes å være tilstrekkelig stor mht å utnytte nåværende næringsproduksjon. Det blir derfor ikke anbefalt å sette ut innlandsaure for å øke rekrutteringen.

Aure og røye utnytter de samme næringsdyra, men det er påfallende at auren har en diett som er noe mer dominert av dyreplankton enn røya. Mens mageprøvene viser at dyreplanktonet i dietten hos både aure og røye vesentlig var rovformen *Bythotrephes longimanus*, tyder analysene av stabile isotoper (SI-analysene) på at også andre planktonformer må være viktige tidligere i sommerseongen. Auren viste stor variasjon i trofisk nivå. Som ventet var stor aure på et høyere trofisk nivå

enn små aure, men SI-analysene viser at det både for stor og små aure er stor individuell forskjell i næringsvalg. SI-analysene viste også at aureunger og lakseparr fanget i strandsona i nordenden av sjøen hadde noe ulik næringsøkologi. Lakseparren var svært avhengig av føde basert på primærproduksjonen i strandsona, men aureungene hentet noe næring også uavhengig av bunnen.

I nordlige deler av Eikesdalsvatnet, nær utløpet av Eira, ble det fanget et lite antall laksunger under 15 cm. I dette området har det hvert år i perioden 2004-09 vært satt ut rundt 10 000 laksunger (1+). Disse individene var merket ved å fjerne fettfinnen og en flik av høyre kjevebein. Ingen av laksungene som ble fanget 2009 var merket, slik at dette måtte være naturlig produsert fisk fra Eira. Utsettingene blir evaluert i samband med de pågående lakseundersøkelsene i vassdraget. Det ble ikke fanget voksen laks under prøvefiske høsten 2009. Fraværet kan skyldes at eventuelle vinterstøinger bare utnytter innsjøen fra etter gyting og fram til tidlig på våren.

Trygve Hesthagen, Randi Saksgård & Odd Terje Sandlund: Norsk institutt for naturforskning, Postboks 5685 Sluppen, NO-7485 Trondheim. E-post: trygve.hesthagen@nina.no
Antti Eloranta: Department of Biological and Environmental Sciences, P.O. Box 35, FI-40014 University of Jyväskylä, Finland

Abstract

Hesthagen, T., Saksgård, R., Sandlund, O.T. & Eloranta, A. 2010. Fish biology investigations in Lake Eikesdalsvatnet, autumn 2009. NINA Report 578. 39 pp.

Lake Eikesdalsvatnet was investigated in September 2009. This is one of Norway's largest and deepest coastal freshwater lakes, with mean and maximum depths at 89 and 155 m, respectively. The lake has since the 1950s been affected by a series of hydropower developments. A total of 70.9% (769 km²) of its catchment area has been transferred to other catchments, through the Aura project in 1954, the Takrenne project in 1962, and the Grytten project in 1975. This has led to an increase in theoretical retention time and water temperature in the lake. The Aura project caused a severely reduced water flow in the main inlet river, Aura, while the Grytten project left the inlet river Mardøla practically dry.

Lake Eikesdalsvatnet harbours populations of brown trout (*Salmo trutta*), Arctic charr (*Salvelinus alpinus*), three-spined sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus*) and eel (*Anguilla anguilla*). Atlantic salmon (*Salmo salar*) and anadromous brown trout did reproduce in River Aura, but these stocks are much reduced. There was no survey fishing in the lake before the hydropower developments, but it is assumed that condition factor, growth and body size in brown trout and Arctic charr has decreased. The recruitment of river spawning brown trout must also have been severely reduced, as both major spawning rivers Aura and Mardøla, were heavily impacted. Brown trout do, however, spawn in littoral areas around the lake, thus maintaining recruitment. Any impact of the hydropower developments on the recruitment of Arctic charr is not known.

Survey fishing was performed in three areas of the lake in September 2009: the northern, central and southern end of the lake basin. The results from the northern end of the lake were compared with that of a survey in 1994, where the same type of nets ("Jensen series") were used. These nets were set in the 0-10 m depth zone (littoral). Catch per unit effort (CPUE; number of fish caught per 100 m² net area per night) was lower in 2009 (9.0) than in 1994 (16.3). Catches in these nets in the central and southern end of the lake in 2009 were, however, much higher; 19.1 and 20.8, respectively. CPUE of Arctic charr in the littoral zone had decreased even more from 1994 to 2009; from 3.4 to 0.9 fish.

In 2009, fishing was also done with benthic Nordic survey nets, mesh sizes 5-55 mm (knot to knot), distributed in various depth zones from 0 to 75 m. These nets also caught more brown trout than Arctic charr, with CPUE at 8.6 and 2.0, respectively. Catches were highest in the southern part of the lake (CPUE = 15.1), intermediate in the north (CPUE = 7.1), and lowest in the central part (CPUE = 3.0). Brown trout dominated close to shore (0-6 m depth), while Arctic charr was more common in the 20-50 m depth zone. In 2009, pelagic nets were also used, but with moderate catches: for brown trout, CPUE = 1.6, for Arctic charr, CPUE = 0.3. Finally, a series of three benthic nets with mesh sizes 8, 10 and 12.5 mm was set at 100-120 m depth in the central part of the lake. Over two nights, these nets caught five Arctic charr which in terms of sexual maturation and growth pattern differ from the charr caught in shallower waters. L_{max} in the von Bertalanffy growth model for the deep water "dwarf" and the shallow water "normal charr" was 12.5 og 39.0 cm, respectively.

The quality of Arctic charr in the lake was moderate, with a mean condition factor of 0.84, similar to what was found in 1994. Larger charr (>30 cm), however, were in better condition in 2009 than in 1994. In brown trout, the condition factor had improved from 0.86 in 1994 to 1.02 in 2009. Brown trout growth rates were also better in 2009. There is no apparent growth stagnation, and von Bertalanffy's L_{max} was estimated at 49.3 cm. The brown trout population density in Lake Eikesdalsvatnet appears to be in balance with the food resources, and stocking with hatchery reared fish is not recommended.

Brown trout and Arctic charr utilize the same food items, but it is remarkable that trout seem to have a diet more dominated by zooplankton than do the charr. While the stomach analyses identified the predatory *Bythotrephes longimanus* as the major zooplankton prey, stable isotope analyses (SIA) indicates that also other herbivorous zooplankton must be important during summer. Individual brown trout varied greatly in their trophic level. As expected, large specimens were at a higher

trophic level than small fish. However, SIA results showed great individual variation even within size groups. SIA also showed that brown trout juveniles and Atlantic salmon parr in the littoral zone in the northern end of the lake had a somewhat different diet, as salmon parr almost entirely ate zoobenthos feeding on littoral primary production. Brown trout juveniles also took other prey types.

In the northern end of the lake, close to the outlet River Eira, a small number of salmon parr (<15 cm) were caught. During 2004-09, approximately 10 000 hatchery reared 1+ salmon have been released annually. These fish were tagged by fin clipping. None of the salmon parr caught in 2009 were fin clipped, indicating that they were naturally produced, possibly from the River Eira. The salmon stock enhancement programme in River Eira is being assessed during the ongoing salmon investigations in the river. We did not catch any adult salmon in the lake in 2009. Still, the lake might be utilized by kelts or early spawning migrants during winter and early summer.

Trygve Hesthagen, Randi Saksgård & Odd Terje Sandlund: Norwegian Institute for Nature Research, PO Box 5685 Sluppen, NO-7485 Trondheim, Norway. E-mail:

trygve.hesthagen@nina.no

Antti Eloranta: Department of Biological and Environmental Sciences, P.O. Box 35, FI-40014 University of Jyväskylä, Finland

Innhold

Sammendrag	3
Abstract	5
Innhold	7
Forord	8
1 Innledning.....	9
2 Områdebeskrivelse	10
2.1 Eikesdalsvatnet.....	10
2.2 Reguleringer	13
2.3 Fisk	13
2.4 Dyreplankton.....	14
3 Materiale og Metoder.....	16
3.1 Prøvefiske med garn.....	16
3.2 Analyser av alder, vekst og kondisjon	20
3.3 Diett.....	20
3.4 Stabile isotoper	20
4 Resultater	22
4.1 Fangstutbytte ved prøvefiske i 2009	22
4.2 Sammenligning av fangstutbytte i 1994 og 2009	23
4.3 Alder og bestandsstruktur.....	24
4.4 Vekst og livshistorie	25
4.5 Aure – og røyebestandene i 1994 og 2009.....	28
4.6 Mageinnhold	29
4.7 Struktur i næringsnettet	30
5 Diskusjon.....	35
6 Referanser.....	38

Forord

Våren 2009 ble NINA tildelt oppdraget med å undersøke bestandsforholdene hos fisken i Eikesdalsvatnet i Auravassdraget, Møre og Romsdal, av Statkraft Energi AS. Kontaktperson hos oppdragsgiver har vært Sjur Gammelsrud.

Feltarbeidet ble gjennomført i begynnelsen av september i 2009, av Trygve Hesthagen, Randi Saksgård og Odd Terje Sandlund. Frank Hanssen (NINA) har foretatt arealberegningene ved ulike dybdeintervall i innsjøen, mens Leidulf Fløystad har aldersbestemt fisken. Ola Ugedal har foretatt vekstberegningene vha von Bertalanffy's vekstlikning. Analysene og tolkningen av resultatene for stabile isotoper er foretatt av Antti Eloranta ved Universitet i Jyväskylä (UoJ), Finland. Kostnadene ved arbeidet med stabile isotoper er dekket av NINA og UoJ. NINA takker med dette Statkraft Energi AS for oppdraget.

Juni 2010
Trygve Hesthagen

1 Innledning

Eikesdalsvatnet i Auravassdraget er en av våre største og dypeste kystnære innsjøer, med et maksimum dyp på 155 m. Innsjøen har siden 1950-tallet blitt berørt av tre større vassdragsreguleringer: Aurlandbyggingen i 1954, Takrenneprosjektet i 1962 og Gryttenutbyggingen i 1975. Dette førte til at vassføringen til de to største tilløpselvene til Eikesdalsvatnet, Aura og Mardøla, ble sterkt redusert. Vanntilføringen til Eikesdalsvatnet ble følgelig mye mindre, og oppholdstiden har derfor økt. Dette har også ført til en økning av vanntemperaturen i innsjøen. Gryttenreguleringen gjorde at Mardøla nesten ble helt tørrlagt i store deler av året, bortsett fra et visst vannslipp i deler av sommeren.

Eikesdalsvatnet har aure (*Salmo trutta*), røye (*Salvelinus alpinus*), trepigget stingsild (*Gasterosteus aculeatus*) og ål (*Anguilla anguilla*). I tillegg er det laks (*Salmo salar*) og sjøaure i Aura, men mengden av begge artene er nå sterkt redusert (Jensen mfl. 2010). Mht bestandsforholdene for de ulike fiskeartene i Eikesdalsvatnet før reguleringene, uttalte Sven Sømme og Joakim Harstad dette i 1952: "Aurefisket synes ikke å ha særlig stor betydning i Eikesdalsvatnet. Sjøaurefisket spiller en rolle. Det viktigste fisket er røye (rør) samt om høsten etter laks" (jfr. Møkkelgjerd & Jensen 1987). Sven Sømme hadde imidlertid en vesentlig korreksjon av denne uttalelsen i et brev til Hovedstyret i NVE fem år seinere. Han mente nå at fisket etter innlandsaure ("svartaure") spilte en ikke ubetydelig rolle. Det ble fisket med garn og line om våren og med garn om høsten, og fangsten spilte en ganske stor rolle for husholdningen på gardene rundt vatnet. Sømme nevnte ellers at Eikesdalsvatnets produktive evne neppe ville bli berørt av de aktuelle overføringene. Han mente at ved tilførsel av nødvendig antall settefisk, ville produksjonen av stasjonær aure kunne opprettholdes.

Som Møkkelgjerd & Jensen (1987) også påpekte i sin gjennomgang av bestandsforholdene hos fisken i Eikesdalsvatnet, så hadde både aure- og røyefisket tidligere en ganske stor betydning. Ved en intervjuundersøkelse i 1974 fikk fiskerikonsulent Øyvind Vasshaug opplyst at mengden aure i Eikesdalsvatnet hadde minket i seinere år, men at kvaliteten var bra. Røya, som tidligere var stor (4 stk./kg) og hadde god kvalitet, var nå blitt liten og mager. På midten av 1970-tallet fantes det enkelte større individ av både røye og aure. Det syntes ikke å være særlig interesse for innlandsfisken i Eikesdalsvatnet på den tiden. Ifølge et prøvefiske som Vasshaug gjennomførte høsten 1974, hadde i nedre deler av innsjøen tette bestander av både aure og røye (Møkkelgjerd & Jensen 1987). Kvaliteten på fisken var også dårlig, spesielt gjaldt det røya. Mesteparten av fisken var dessuten infisert av bendelorm. Også fra lokalt hold i dag blir det uttalt at aurebestanden i Eikesdalsvatnet har gått tilbake etter reguleringen (Arne Vike, pers.medd.).

I juli 1994 ble det utført et prøvefiske i nordlige deler av Eikesdalsvatnet, med sju utvidede Jensen-serier (Bjørn 1996). Det omfattet garn med standardmaskeviddene 21-45 mm, pluss ett garn på 16 mm. Garna ble satt enkeltvis fra land, og dekte bare dyp ned til rundt 10 m. Ved dette prøvefisket ble det fanget 63 røyer, men utbyttet må vurderes ut fra garnsettingen. I innsjøer med aure og røye oppholder røya seg i stor grad i dypere områder enn auren (Hegge mfl. 1989, Klemetsen & Amundsen 2000, Langeland mfl. 1991, Saksgård & Hesthagen 2004). Røya som ble fanget i 1994 var svært mager, med en gjennomsnittlig kondisjonsfaktor på 0,80. Mange av fiskene var også infisert av innvollsparasitter. Andelen kjønnsmodne individ var stor, og det inntraff en klar vekststagnasjon for individ over 30 cm. Aurebestanden i Eikesdalsvatnet ble i 1994 vurdert som relativt tett, med et gjennomsnittlig utbytte på 42 individ pr. serie, eller 16,3 pr. 100 m² garnareal (n=300). Fisken var småfallen med få individ over 30 cm. Den hadde også dårlig kvalitet, med en gjennomsnittlig K-faktor på 0,86. Veksten var heller ikke spesielt god, med en årlig tilvekst på rundt 35-45 mm.

Denne rapporten omhandler resultatene av de fiskebiologiske undersøkelsene i Eikesdalsvatnet høsten 2009. Det ble som i 1994 gjennomført prøvefiske med utvidede Jensen-serier for å kunne vurdere mulige endringer i fangstutbytte og bestandsstruktur i løpet av de siste 15 år. Det ble også benyttet nordiske oversiktsgarn, og med maskeviddene 5-55 mm fanger de yngre og mindre individ. Disse garna ble også benyttet til å kartlegge artenes habitatvalg, ved at de ble satt på ulike standard dyp fra 0-75 m. I tillegg ble det fisket med flytegarn i de frie vannmassene.

2 Områdebeskrivelse

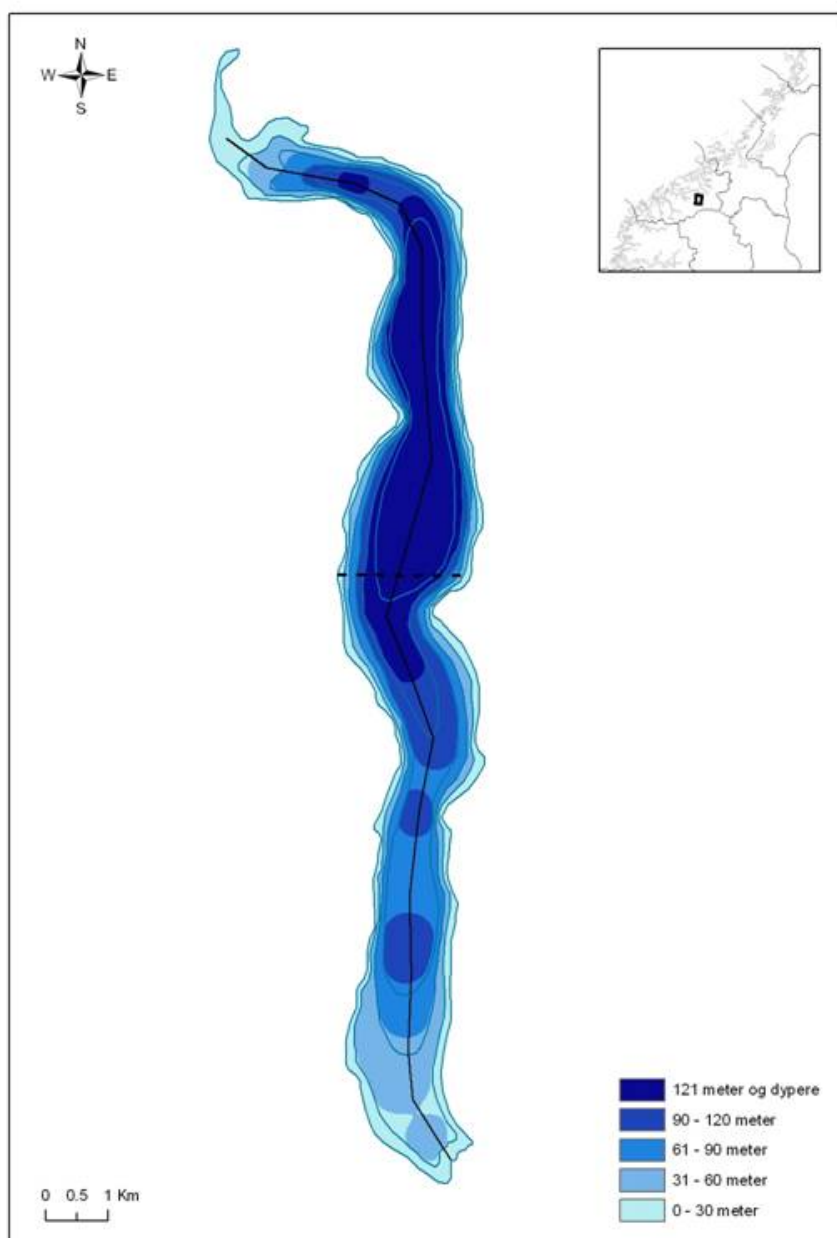
2.1 Eikesdalsvatnet

Eikesdalsvatnet i Auravassdraget (104.B1) ligger 22 m o.h. i Nesset kommune i Møre og Romsdal. Auravassdraget hadde et opprinnelig nedbørsfelt ved utløpet av Eikesdalsvatnet på 1085 km², med et årlig middelavløp på ca. 40 m³/sek. Innsjøen er rundt 19 km lang, 1,5-2,0 km på det bredeste, og dekker et areal på 23,1497 km². Den er dyp, med middel og maksimum dyp på henholdsvis 89 og 155 m (**figur 1**). Eikesdalsvatnet har små gruntområder, bortsett fra i nord- og sørenden. Omregnet til overflateareal, utgjør områder med 0-30 m dyp bare rundt 19 % av totalarealet (**tabell 1, figur 2**). Innsjøen er sjelden islagt om vinteren, og den virker som et varmemagasin for utløpselva Eira. Eikesdalsvatnet er omgitt av høye og bratte fjellsider, med noe innslag av lauvskog. Dyrket mark er begrenset til områder i den nordlige og sørlige enden av innsjøen, samt noen arealer ved Vike og Hoem i midtre del. Innsjøen har to større innløpselver; Aura og Mardøla.

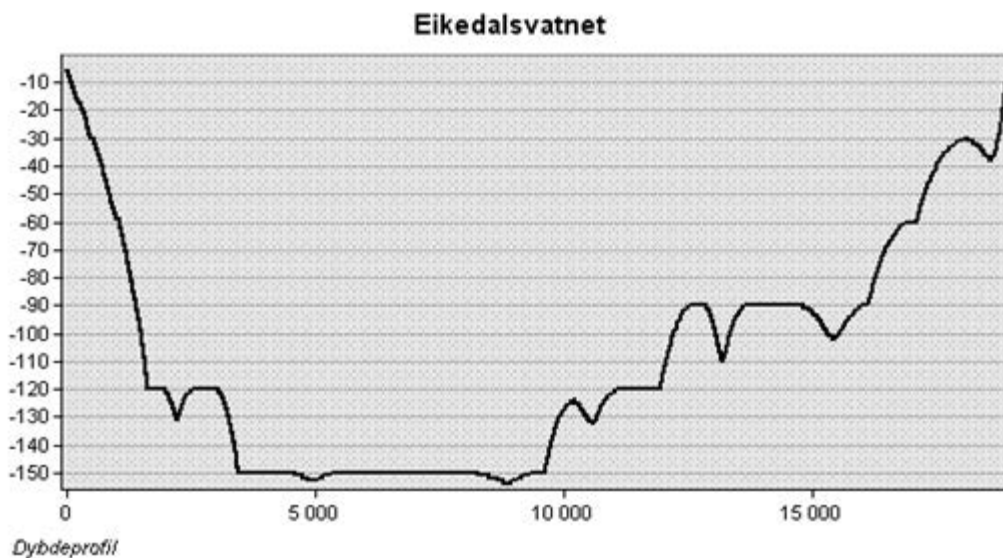
Tabell 1. Areal for de enkelte dybdeintervallene av Eikesdalsvatnet.

Dybdeintervall	Areal
0-30 m	4,94 km ²
31-60 m	4,88 km ²
61-90 m	4,72 km ²
91-120 m	4,46 km ²
>120 m	7,13 km ²

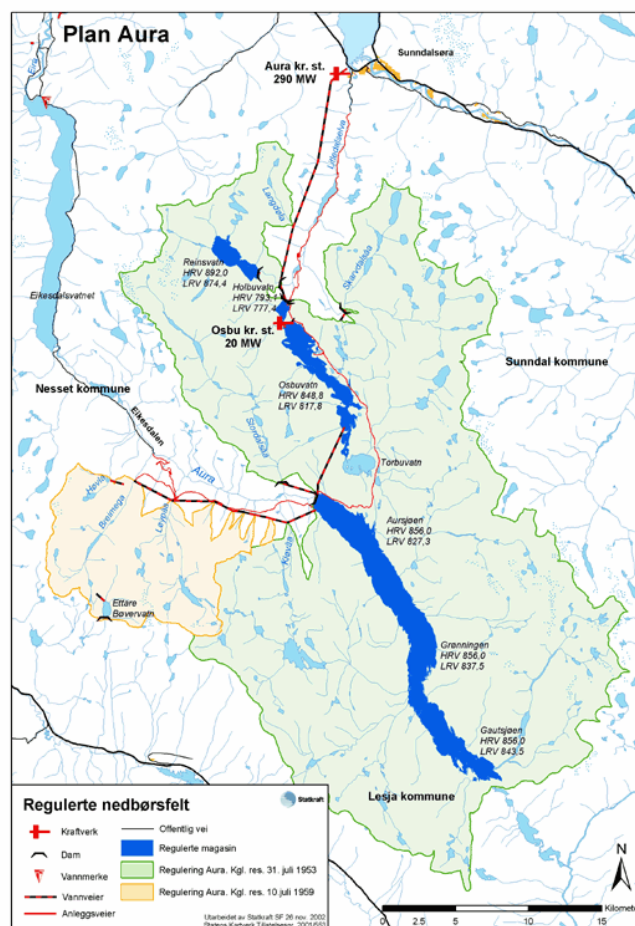
Eikesdalsvatnet har en god vannkvalitet, med pH 6,73 og 55 µekv/L i alkalitet. Innsjøen må imidlertid karakteriseres som næringsfattig, med et kalsiuminnhold på 1,59 mg/L, ledningsevne på 19 µS/m og 5,6 µg/L total fosfor. Siktedypet ble målt til 10 m.



Figur 1. Dybdekart over Eikesdalsvatnet, med ekvidistanser på 30 m (basert på oppmålinger utført i 1910, Anonym 1915). Midtlinja viser til dybdeprofilen i **figur 2**.



Figur 2. Dybdeprofil for Eikesdalsvatnet langs innsjøens midtlinje, jfr. **figur 1** (Etter Anonym 1915).

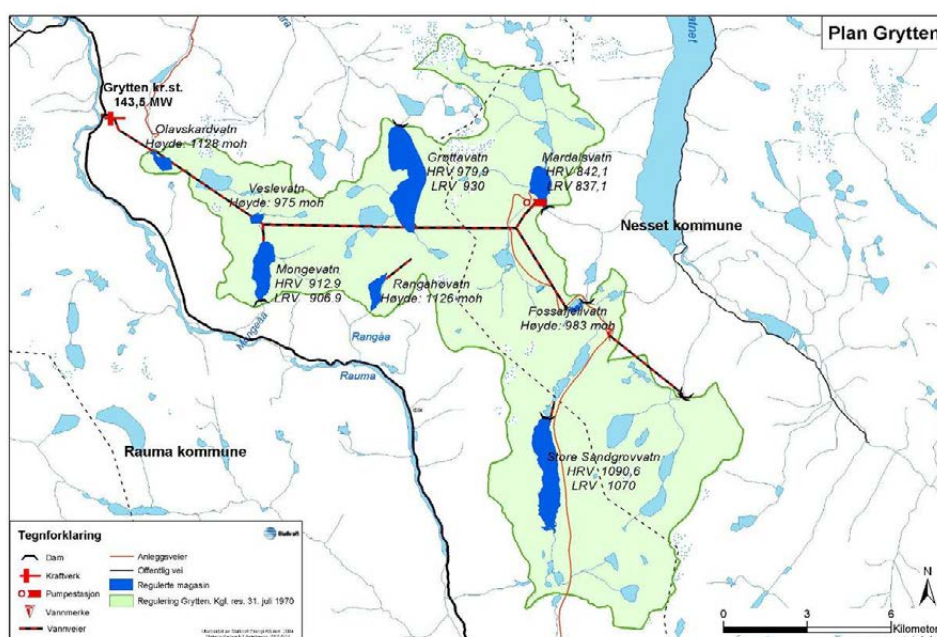


Figur 3. Kart som viser Aurautbyggingen (grønt nedbørfelt) og Takrenneoverføringen (gult nedbørfelt). Eikesdalsvatnet ligger i nordvestre del av kartet. Kartdata: Statkraft.

2.2 Reguleringer

Auravassdraget hadde et opprinnelig nedbørfelt ved utløpet av Eikesdalsvatnet på 1085 km², med et årlig middelavløp på rundt 40 m³/s. Aurareguleringen, med konsesjoner fra 1953 og 1959 (Takrenneoverføringen), berører både Auravassdraget, Litledalsvassdraget og Raumavassdraget (Møkkelgjerd & Jensen 1987, Jensen & Johnsen 2005). Aursjømagasinet med innsjøene Aursjøen, Grønningen og Gautsjøen, som opprinnelig drenerte til Auravassdraget, ble da overført til Osbumagasinet (**figur 3**). Tunnelen mellom vatna stod ferdig i 1954/55 (Hvidsten & Gunnerød 1978, Jensen & Johnsen 2005). Den såkalte Takrenneutbyggingen medførte at Leipåna, Breimega, Bøvra og Høvla ble overført til Aursjøen og videre til Litleelvassdraget. I 1975 ble Gryttenreguleringen satt i gang, med Mardalsvatnet, Grøttavatnet, Mongevatnet og Store Sandgrovvatnet som de største regulerende innsjøene (**figur 4**). Høsten 2007 ble det foretatt fiskebiologiske undersøkelser i noen regulerende innsjøer i Litledals- og Gryttenvassdraget (Hesthagen mfl. 2008). Gryttenreguleringen resulterte blant annet i at fossen i østre Mardøla ble tørrlagt i deler av året. I manøvringsreglementene heter det: "Basert på tilsig fra restfeltene ovenfor sperredammen ved Fossafjelltjern, samt Bruå overføringstunnel, skal det holdes en vannføring i fossen på 2,5 m³/s i perioden fra 20.juni til 30.juli, og en vannføring på 2,0 m³/s i perioden 1. til 20. august. Dersom tilsiget utgjør mindre enn disse verdiene, skal tilsiget i sin helhet slippes i fossen, og slik at eieren plikter å holde en vannføring på 2,5 m³/s i juli måned".

De tre nevnte reguleringene resulterte i at 769 km² av nedbørfeltet til Auravassdraget ble ført vekk, tilsvarende 70,9 % (Møkkelgjerd & Jensen 1987). Av dette utgjør overføringene i Aura, Takrenna og Grytten henholdsvis 567, 93 og 109 km². Det årlige middelavløpet fra Eikesdalsvatnet er i dag ca. 15 m³/sek (Møkkelgjerd & Jensen 1987).



Figur 4. Kart over Gryttenutbyggingen med sørlige deler av Eikesdalsvatnet. Kartdata: Statkraft

2.3 Fisk

Eikesdalsvatnet har stedege bestander av innlandsaure, røye, trepigget stingsild og ål. Tidligere hadde Aura gode bestander av laks (*Salmo salar*) og sjøaure, men disse er altså nå sterkt redusert (Jensen mfl. 2010). Det er ikke foretatt noen kartlegging av gyteområdene for innlandsaure i Eikesdalsvatnet. Rekrutteringen fra Aura vurderes som liten da vannføringen etter reguleringen til tider er svært låg (jfr. Jakobsen mfl. 1990). Men det er i seinere år registrert både gytefisk (trolig mest stasjonære individ, altså innlandsaure) og en del aureunger i elva (Jensen mfl. 2010). Mardøla har hatt

liten eller nesten ingen produksjon av aureunger etter reguleringen. Auren i Eikesdalsvatnet reproducerer hovedsakelig i strandnære områder, og dette gjelder trolig rundt store deler av innsjøen. I midtre deler som ved Vike blir innsjøgyting hos innlandsaure vurdert som svært vanlig (Arne Vike, pers. medd.). Dette foregår på grunne områder nær land, og gyteplassene kan observeres som kvite flekker gjennom hele vinteren. Verken Vikeelva eller Hoemselva blir vurdert som gyteelver for aure. Også i nord gyter auren på gruntområder i selve vatnet, forteller Aslak Nerås. Far hans var kjent med at dette foregikk på flere plasser i denne delen av vatnet, og de kunne observere dette som lysere partier på bunnen. Det antas at gyteplassene er lokalisert ved oppkommer med oksygenrikt vann. Det har ikke vært satt ut innlandsaure i Eikesdalsvatnet. Det er imidlertid hjemmel for å pålegge regulanten slike utsetninger. Det har vært satt ut regnbueaure i Eikesdalsvatnet tidligere, men trolig uten at dette resulterte i gjenfangster (Arne Vike, pers. medd.).

Aura hadde før reguleringen gode bestander av laks og sjøaure (Møkkelgjerd & Jensen 1987). Det går fortsatt noe laks og sjøaure opp i innsjøen, men laksen ble mer eller mindre borte etter Aura-overføringen og Takrenna. Fram til på 1980-tallet hadde mengden sjøaure ikke hadde endret seg nevneverdig (jfr. Møkkelgjerd & Jensen 1987). Det er påvist naturlig rekruttering av laks og trolig også sjøaure i nedre deler av Aura i de siste årene, men tetthetene av ungfisk er svært lave (Jensen mfl. 2010).

Hver høst i årene 2004-09 ble det satt ut rundt 10 000 laksunger i nordenden av Eikesdalsvatnet for å utnytte innsjøen til ekstra smoltproduksjon (Jensen mfl. 2010). I 2004 omfattet dette énsomrige individ, mens det i de øvrige årene har vært tosomrig fisk. Laksungene var gruppemerket ved klippe vekk fettfinnen og en flik av høyre overkjevebein. I 2005-07 ble all utvandrede laksesmolt fra smoltfella i Eira kontrollert for å identifisere laksunger utsatt i Eikesdalsvatnet (Jensen mfl. 2010). I 2008 og 2009 ble dette gjort bare på et utvalg av smolten.

Tidligere benyttet laksunger mindre tilløpsbekker som drenerte til Eikedalsvatnet i nord som oppvekstområder (Aslak Nerås pers. medd.). Disse bekkene er nå lagt i rør. Det er derfor svært sannsynlig at laksunger benyttet strandsona i nedre deler Eikesdalsvatnet som oppvekstområde. Tidligere var det også lakunger i flere bekker langs Eira. Ved Vike i sørlige deler av Eikesdalsvatnet var det tidligere også observert laksunger i strandnære områder (Arne Vike, pers.medd.).

Røya er vanlig i hele i Eikesdalsvatnet. For 30-40 år siden ble den ikke sett på som særlig verdifull som matfisk, og ingen var særlig interessert i å beskatte den (Aslak Nerås, pers. medd.). Men i senere år har kvaliteten på røya bedret seg noe, og størrelsen har også økt. Turister liker røye svært godt, og lokalbefolkningen har også fått mer interesse for den. Ved Vike i sørlige deler av Eikesdalsvatnet har røya aldri vært særlig beskattet (Arne Vike pers. medd.).

For ålen i Eikesdalsvatnet er statusen ukjent, men det var trolig bra forekomst tidligere. Under lyst-ring i strandsona ved Vike på 1940-tallet, ble det observert en del ål (Arne Vike pers. medd.). På 1970/80-tallet ble det observert en god del ål ved kaia i nordenden av vatnet (Aslak Nerås, pers. medd.). Fiske etter ål i Eikesdalsvatnet har imidlertid vært ubetydelig. Ett år på 1990-tallet var det en person som tok noe ål med ruser, som ble solgte til et hotell (Aslak Nerås pers. medd.). Vedkommende badt sammen flere ruser og monterte ledegarn mellom dem. I flere av garna som ble benyttet ved prøvefiske høsten 2009 var det spor etter ål, både form av slim og som halvveis oppspiste individ av aure og røye. Ut fra dette synes det som om Eikesdalsvatnet har en relativt god bestand av ål.

Det har også vært tatt noen få individ av harr (*Thymallus thymallus*) i Eikesdalsvatnet, men dette skjedde for en del år tilbake (Arne Vike, pers. medd.). Dette var trolig individ som har sleppt seg ned fra Aursjø-magasinet der det ble innført harr på 1950-tallet.

2.4 Dyreplankton

Eikesdalsvatnet har et artsfattig dyreplanktonsamfunn, idet det kun ble registrert fire arter vannlopper og to arter hoppekreps (**tabell 2**). *Cyclops scutifer* dominerte planktonsamfunnet. Av vannloppene var *Bythotrephes longimanus* i størst antall. *Daphnia galeata* ble også påvist. Alle de registrerte artene er vanlig utbredt over hele Norge (Hessen & Walseng 2008).

Tabell 2. Antall ulike krepsdyrarter som ble påvist i Eikesdalsvatnet høsten 2009; som gjennomsnittlig antall fra to håvtrekk og pr. liter vann ved planktoniske håvtrekk (90 µm) fra 20 m dyp og opp til overflaten.

Arter	Antall	Antall pr. liter
Vannlopper		
<i>Holopedium gibberum</i>	1,5	0,045
<i>Daphnia galeata</i>	1,5*	0,045
<i>Bosmina longispina</i>	2,0	0,060
<i>Bythotrephes longimanus</i>	2,5	0,076
Hoppekreps		
<i>Arctodiaptomus laticeps</i> ad	0,5	0,015
<i>Cyclops scutifer</i> ad	1146	34,61
Copepoditter	85	2,57

3 Materiale og Metoder

3.1 Prøvefiske med garn

De fiskebiologiske undersøkelser i Eikesdalsvatnet ble gjennomført i perioden 8.-11. september 2009. Det ble satt garn i tre områder av innsjøen, helt i sør, midtre deler både på øst- og vestsida (Vike og Hoem), samt ved utløpet helt i nord (**figur 5 & 6**). Det ble fisket med utvidede Jensen-serier i alle tre områdene, som ved forrige undersøkelse i 1994 (Bjørn 1996). Dette innebærer at det i tillegg til standard maskeviddene på 21 mm (2 stk), 26 mm (1 stk), 29 mm (1 stk), 35 mm (1 stk), 39 mm (1 stk) og 45 mm (1 stk) (Jensen 1977), ble satt ett garn på 16 mm. Hvert garn i denne serien er 25 m langt og 1,5 m dypt, dvs at det dekker et areal på 37,5 m². Det ble satt to serier i hvert av de tre områdene (**tabell 3 & 4**). Ifølge Bjørn (1996) ble det ikke benyttet 39 mm garn ved forrige undersøkelse i 1994. Fangstutbyttet i 1994 og 2009 ble derfor beregnet ut fra et garnareal på 7 garn pr. serie (37,5 x 7 = 262,5 m²). Ekskluderingen av 39 mm garn ved beregning av fangstutbyttet utgjør uansett en liten feilkilde, da denne maskevidden i 2009 bare ga et utbytte på tre individ. En Jensen serie består egentlig også av ett garn på 52 mm. Men fordi denne maskevidden ikke ble benyttet i 1994, ble den også utelatt i 2009.

I 2009 ble det også satt bunngarn av typen nordiske oversiktsgarn, fordelt på sju standard dyp: 0-3, 3-6, 6-12, 12-20, 20-35, 35-50 og 50-75 m (Appelberg mfl. 1995). Disse bunngarna er 30 m lange og 1,5 m dype (45 m²) og inneholder 12 maskevidder fra 5 til 55 mm. Det innebærer at på ett garn er hver maskevidde representert med en lengde på 2,5 m. Det ble satt 15 nordiske oversiktsgarn i sørlige og midtre deler av sjøen, og 10 garn i nordlige deler (**tabell 4**).

I 2009 ble det også satt flytegarn i de tre områdene. En flytegarnserie bestod av ett oversiktsgarn som var 54 m langt og 6 m dypt, og dekte et areal på 324 m². Serien har åtte maskevidder fra 10 til 43 mm; de samme som i SNSF-serien (Rosseland mfl. 1979). I hvert område ble flytegarna satt i to dybdeintervaller; 0-6 og 6-12 m.

Videre ble det satt fire garn med maskeviddene 10 og 12,5 mm i hvert område, med to av hver maskevidde. Disse garna inngår i SNSF-serien, og har en størrelse på 27 x 1,5 m (Rosseland mfl. 1979). Hensikten med å benytte disse garna var å få bedre data om yngre aldersgrupper hos de enkelte fiskeartene. Garna ble satt enkeltvis fra land, og begrenset til dybdeintervallet 0-3 m.

På midtre del av Eikesdalsvatnet, rundt 200 m fra land utenfor Vike, ble det i to netter satt ei lenke på tre garn med maskeviddene 8, 10 og 12,5 mm. Ut fra dybdeprofilen stod lenka på rundt 100-120 m dyp, kalt dyplenke (jfr. **figur 5 & 6**). Hensikten var å undersøke om noen av fiskeartene utnyttet de dypeste områdene av innsjøen.

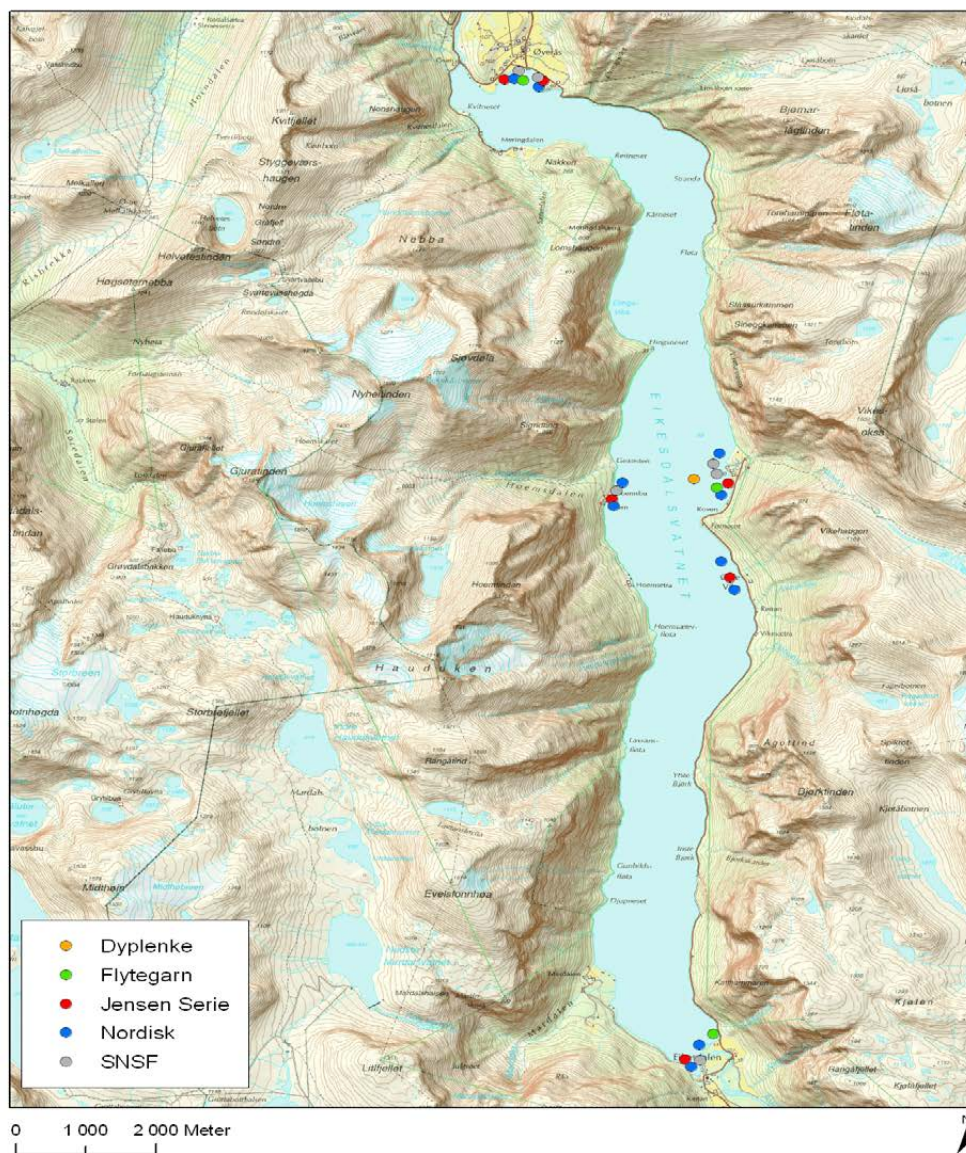
Tabell 3. Fangstutbytte uttrykt som antall individ pr. 100 m² garnareal (Cpue) av aure, røye, trepigget stingsild og laksunger (parr) fanget på ulike garntyper og garnserier i Eikesdalsvatnet høsten 2009. Dyplenken ble bare satt i det midtre området. n = antall fisk.

	Område	Nordiske Over- siktsgarn	n	Jensen- serier	n	10 og 12,5 mm	n	Dyp- lenke	n	Flyte- garn	n
Aure	Søndre	15,11	102	18,17	109	20,99	34			2,31	15
	Midtre	2,96	20	16,67	100	19,75	32			2,16	14
	Nordre	7,11	32	7,83	47	10,49	17			0,46	3
Røye	Søndre	2,52	17							0,15	1
	Midtre	1,04	7					2,06	5	0,62	4
	Nord	2,89	13	0,83	5	0,62	1			0,15	1
Trepigg. stingsild	Søndre	8,14	55								
	Midtre	4,30	29								
	Nordre	6,00	27								
Laks	Søndre										
	Midtre										
	Nordre	1,33	6	0,33	2	14,20	23				

Tabell 4. Antall enekeltgarn og garnserier satt i søndre, midtre og nordre deler av Eikesdalsvatnet høsten 2009.

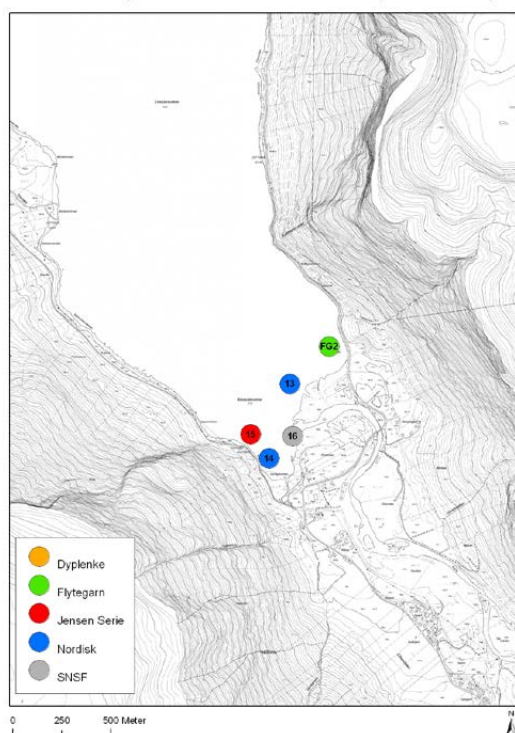
Type garn/serie	Søndre	Midtre	Nordre
Nordiske oversiktsgarn	15 garn	15 garn	10 garn
Jensen-serie + 16 med mer	2 serier	2 serier	2 serier
Enkeltgarn på 10 og 12,5 mm	4 garn	4 garn	4 garn
Dyp-lenke (8, 10 og 12,5 mm)	0 garn	6 garn	0 garn
Flytegarn: 0-6 m dyp	1 serie	1 serie	1 serie
Flytegarn: 6-12 m dyp	1 serie	1 serie	1 serie

Garnstasjoner i Eikesdalsvatnet (oversikt)

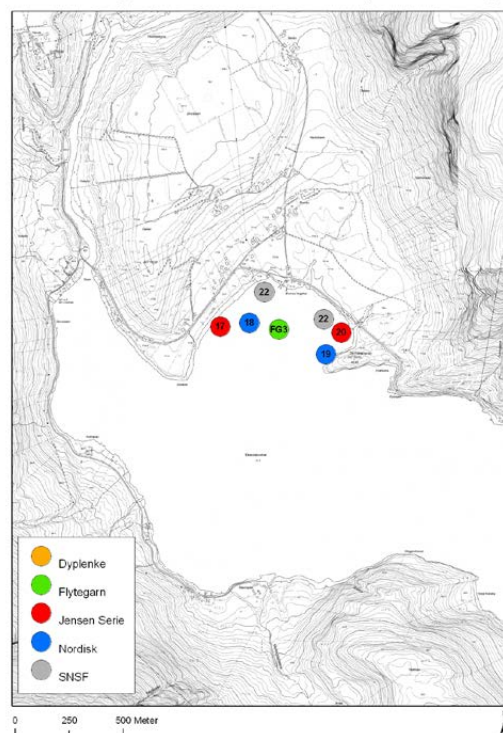


Figur 5. Eikesdalsvatnet med oversikt over plassering av de ulike garntypene og garnseriene. Se detaljer i **figur 6**.

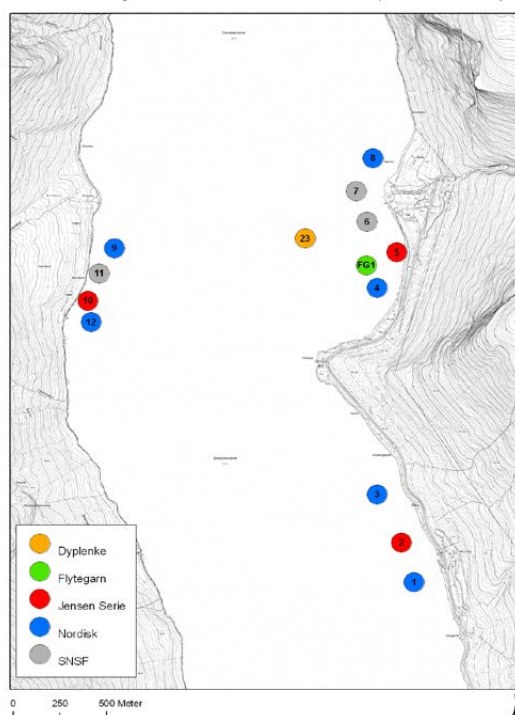
Garnstasjoner i Eikesdalsvatnet (utsnitt sør)



Garnstasjoner i Eikesdalsvatnet (utsnitt nord)



Garnstasjoner i Eikesdalsvatnet (utsnitt midt)



Figur 6. Utsnitt fra de tre områdene av Eikesdalsvatnet, med numring av de enkelte garnstasjonene.

3.2 Analyser av alder, vekst og kondisjon

For all fisk ble det målt lengde til nærmeste mm (total lengde), vekt til nærmeste gram, kjønn og stadium. All røye, med unntak av 5 individ, ble aldersbestemt vha otolitter ($n=49$). For aure ble det tatt skjellprøver og otolitter av et utvalg individ både på Jensen-serier og nordiske bunngarn, totalt 196 individ. Hos aure ble veksten tilbakeberegnet vha skjell, basert på beregninger for hver aldersgruppe:

$$L_d = L_f / S_r * S_d$$

der L_d er lengden på fisken ved dannelsen av d'te annulus, L_f er lengden på fisken ved fangsttidspunkt, S_d er den aktuelle avstanden fra sentrum av skjellet til d'te annulus, og S_r er skjellradius. Sammenhengen mellom skjellradius (S_r) og fiskelengde (L_f) uttrykkes ved formelen:

$$S_r = 0,385 * L_f + 1,946 \quad (F_{1,187} = 2349,08, R^2 = 0,93, p < 0,0001)$$

Veksten hos aure og røye (to former) blir også vist som asymptotisk lengdevest (L_∞ eller L_{\max}) og vekstkoefisient (k). Den siste parameteren uttrykker hastigheten som fisken nærmer seg L_{\max} med. Disse parametrene i von Bertalanffy's vekstlikning ble beregnet på basis av empirisk lengde ved gitt alder (von Bertalanffy 1938, Allen 1966):

$$L_t = L_\infty - (L_\infty - L_{t-1}) \cdot e^{-k \cdot L_t}$$

der L_t er fiskelengde ved alder t . De ulike parametrene ble beregnet vha ikke-lineær regresjon. Alderen til 1+ og 2+ etc settes til henholdsvis 1,5 og 2,5 år etc.

Fiskens kondisjonsfaktor (KF) ble beregnet ut fra forholdet mellom vekt (V) og lengde (L) etter formelen: $KF = V * 100 / L^3$, der vekten oppgis i gram og lengden i cm. Fisk med KF-verdier under 0,90 og over 1,0 vurderes å ha henholdsvis dårlig og god kvalitet.

3.3 Diett

Det ble samlet inn mageprøver fra aure, røye og laksunger, fordelt på område og habitat (bunnområder og frie vannmasser). Hos røya ble mageprøver fra individ fanget dypere enn 50 m behandlet separat. Ulike næringsdyr eller grupper ble identifisert, og den relative forekomsten ble vurdert ut fra volum- og frekvensmetoden (Nøst & Breistein 1997).

3.4 Stabile isotoper

Det ble samlet inn prøver av fisk og næringsdyr for analyse av stabile isotoper av nitrogen (N) og karbon (C) (**tabell 5**). Mens mageanalyser gir et øyeblikksbilde av fiskens næringsvalg, reflekterer forholdet mellom tunge og lette isotoper av karbon (karbon-13 og karbon-12, $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$, angitt som $\delta^{13}\text{C}$) og nitrogen (nitrogen-15 og nitrogen-14, angitt som $\delta^{15}\text{N}$) i fiskens muskelvev næringsopptaket de siste 2-3 måneder. Prøver tatt i august-september vil dermed indikere fiskens næringsvalg gjennom sommersesongen. $\delta^{13}\text{C}$ -verdien indikerer i hvilket habitat næringsopptaket har skjedd, ettersom $\delta^{13}\text{C}$ -signaturen blir ulik avhengig av om primærproduksjonen (fotosyntesen) har skjedd i planteplankton, landplanter eller akvatiske påvekstalg eller moser. Dersom det er klar separasjon i $\delta^{13}\text{C}$ -verdier mellom næringsdyr i strandsona (litoralsona) og i pelagialen, kan det relative energibidraget fra produksjon i litoralsona beregnes ("two source mixing modell; Karlsson & Byström 2005).

$\delta^{15}\text{N}$ -verdien viser derimot hvilket trofisk nivå organismen befinner seg på. I næringskjeden øker $\delta^{15}\text{N}$ -verdien med ca 3,5 enheter (promille) for hvert trinn opp i næringskjeden, dvs for hvert trofisk nivå (Vander Zanden & Rasmussen 1999, Post 2002). Dette betyr at en aure som spiser fisk vil ha $\delta^{15}\text{N}$ -verdier ca 3,5 ‰ høyere enn en aure som spiser bunndyr. For å fastslå isotopforholdet i grunnlaget for fiskens næringsopptak analyseres også de ulike gruppene av næringsdyr.

Tabell 5. Antall prøver til analyse av stabile nitrogen- og karbonisotoper.

Fiskeart	Antall prøver	Art / Gruppe	Antall prøver
Laks	10	Trepigget stingsild	11
Aure	59	Dyreplankton	1
Røye	38	Ulike bunndyr	5

Muskelp prøver av fisk og kvalitative prøver av bunndyr og dyreplankton ble tørket i åpne Eppendorf-rør ved 60°C i to døgn. De tørkede prøvene ble malt til et fint pulver i morter (fiskemuskel) eller med en spatel (zooplankton og bunndyr) og lagret i Eppendorf-rør fram til analyse. Fra hver prøve ble 0,5–0,6 mg homogenisert pulver veid opp i al-folie kopper ved hjelp av en mikrovækt (Sartorius CP2 P). Etter veiing ble foliekoppene lukket og lagret i prøvebrett.

Pulverisert gjeddemuskel (*Esox lucius*) ble brukt som lab-intern standard [kalibrert mot IAEA standarder: IAEA-CH-6 and IAEA-CH-7 for karbon og IAEA-N-1 and IAEA-N-2 for nitrogen (<http://curem.iaea.org/>)]. I hver analyserunde (50 prøver og 22 interne standarder) ble standarder lagt inn etter hver femte prøve for å kontrollere presisjon i lineariteten i analysene. Innen hver analyserunde var standard avvik for $\delta^{13}\text{C}$ - og $\delta^{15}\text{N}$ -verdiene mindre enn henholdsvis 0,06 ‰ og 0,07 ‰.

Analysene av stabile karbon- og nitrogenisotoper ble gjennomført i mai 2010 på Institute for Environmental Research, University of Jyväskylä, ved hjelp av en FlashEA 1112 elementanalysator koblet til et Thermo Finnigan DELTAplus Advantage massespektrometer. Resultatene uttrykkes som delta-verdier (δ) i promille (‰):

$$\delta = 1000 \left[\left(R_{\text{sample}} / R_{\text{standard}} \right) - 1 \right]$$

hvor $R = {}^{13}\text{C}:{}^{12}\text{C}$ or ${}^{15}\text{N}:{}^{14}\text{N}$. Variasjon i lipidinnhold (fettstoffer) hos fisk kan potensielt forstyrre analysene av $\delta^{13}\text{C}$, fordi lipider har relativt sett et lavt innhold av den tyngre isotopen (${}^{13}\text{C}$) (Post mfl. 2007). $\delta^{13}\text{C}$ -verdiene for fiskemuskel ble derfor justert i forhold til lipid-innhold etter prosedyren beskrevet av Kiljunen mfl. (2006).

En modell utviklet av Karlsson & Byström (2005) ("two-source isotope mixing model") er brukt til å beregne det relative bidraget fra litorale karbon- (dvs energi-kilder til karbonet i fiskevev, (dvs $\text{LF}_{\text{muskel}}$). Modellen sammenligner de observerte $\delta^{13}\text{C}$ - og $\delta^{15}\text{N}$ -verdiene i fisk med isotopsammensetningen i de prøvene av den litorale og pelagiske basisen (dvs næringsdyra) og beregner bidraget fra litorale kilder i prosent:

$$\text{LF}_{\text{tissue}} = 100 \left\{ \left[\delta^{13}\text{C}_{\text{fish}} - \delta^{13}\text{C}_{\text{pel}} - (\delta^{15}\text{N}_{\text{fish}} - \delta^{15}\text{N}_{\text{pel}}) \text{TS} \right] \left[(1 - \text{TSBS}) (\delta^{13}\text{C}_{\text{lit}} - \delta^{13}\text{C}_{\text{pel}})^{-1} \right]^{-1} \right\}$$

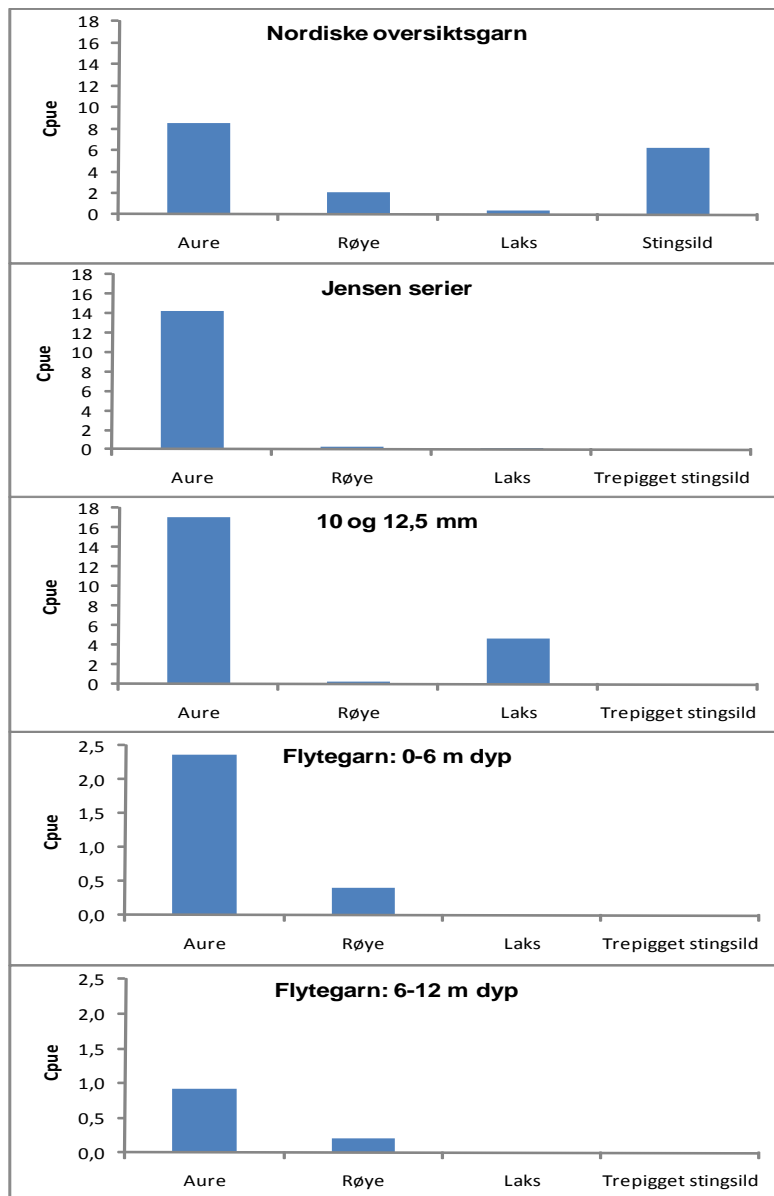
der TS er vinkelkoeffesienten for den vanlig brukte trofiske isotopiske fraksjoneringen av karbon og nitrogen ($\Delta\text{C}/\Delta\text{N}$, 0,47/3,46 ‰) (Vander Zanden & Rasmussen 2001) og BS er vinkelkoeffesienten av det lineære forholdet mellom pelagisk og litoral basis (som i dette tilfellet er 0,0697). Eventuelle beregnede LF-estimer >100 % ble satt lik 100 %.

I forbindelse med vurderingen av resultatene fra analysene av stabile isotoper har vi delt innsjøen inn i følgende habitater: litoral (strandsona) 0-6 m langs bunnen; sub-litoral 6-20 m langs bunnen; profundal 20-50 m langs bunnen; dyp profundal dypere enn 50 m langs bunnen, og pelagisk sone (frie vannmasser).

4 Resultater

4.1 Fangstutbytte ved prøvafiske i 2009

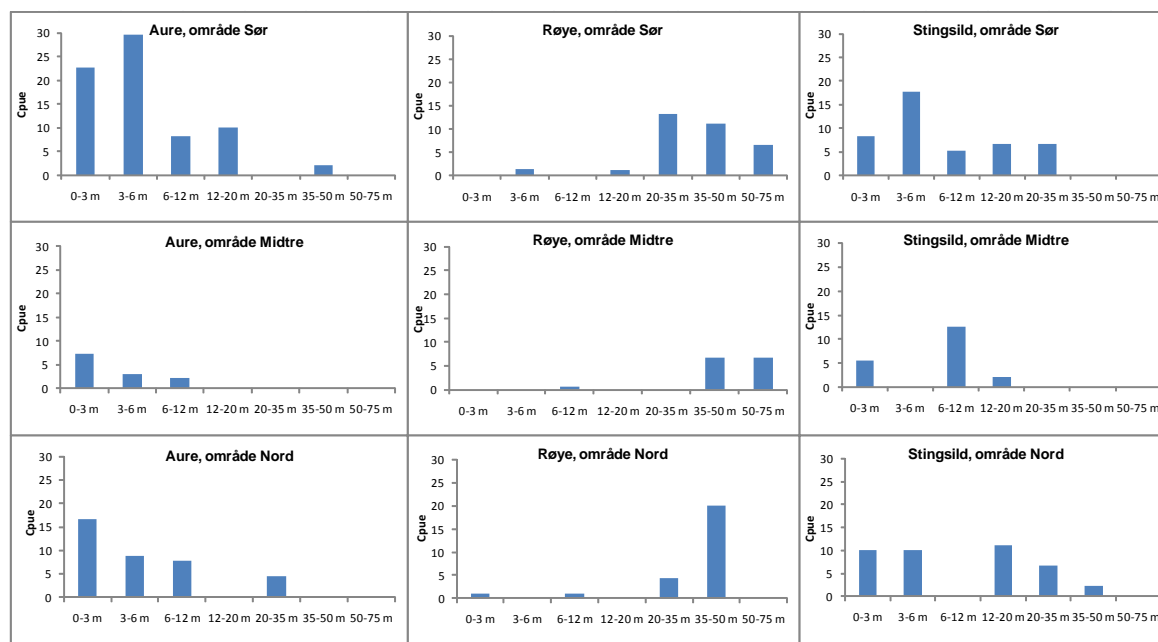
Fangstene på de enkelte garnseriene og garntyper er vist i **tabell 3**. På Jensen-seriene var det en sterk dominans av aure, med et utbytte på 14,2 individ pr. 100 m² (Cpue), mot bare 0,3 røyer (**figur 7**). Også de to enkeltgarna på 10,0 og 12,5 mm ga en sterk dominans av aure, med Cpue på 17,0 individ. For røye var tilsvarende utbytte bare 0,2 individ. Ved utløpet fanget disse garna seks laks-unger, som gav Cpue= 14,2 individ. Basert på totalinnsatsen for hele innsjøen, var utbyttet av laks-unger på 10 og 12,5 mm bare 4,73 individ. Det ble fanget lite fisk i de frie vannmassene, idet Cpue på flytegarna bare var 1,65 aurer (n=32) og 0,31 røyer (n=6). Fangstene av aure var høyere enn for røye på både 0-6 og 6-12 m dyp, med Cpue på henholdsvis 2,4 vs 0,4 og 0,9 vs 0,2 individ.



Figur 7. Fangstene av aure, røye og laks pr. 100 m² garnareal (Cpue) i Eikesdalsvatnet høsten 2009, fordelt på Jensen-serier, enkeltgarn på 10,0 og 12,5 mm og flytegarn på 0-6 og 6-12 m dyp.

På nordiske oversiktsgarn var fangstutbyttet av aure på 8,6 individ, basert på alle dyp (**figur 8**). Det ble fanget desidert flest individ i sør, med Cpue på 15,1 individ. Her var det høye tettheter både på 0-3 og 3-6 m dyp, med Cpue på henholdsvis 22,8 og 29,6 individ. Midtre deler av Eikesdalsvatnet

hadde betydelig lavere tettheter av aure, idet Cpue på 0-3 og 3-6 dyp var henholdsvis 7,2 og 3,0 individ. I nord var fangstene på nordiske oversiktsgarn noe høyere enn i midtre deler, med Cpue=16,7 individ på 0-3 m dyp. Eikesdalsvatnet hadde lave tettheter av aure på områder dypere enn 6 m. I nord ble det fanget to individ på 20-35 m dyp, og i sør ett individ på 35-50 m dyp.



Figur 8. Fangstene av aure, røye og trepigget stingsild på nordiske oversiktsgarn (pr. 100 m² garnareal = Cpue) i Eikesdalsvatnet høsten 2009, fordelt på ulike dyp og områder.

For røye var fangstutbytte for alle dyp 2,06 individ (**figur 8**). Hele 84 % av røya ble fanget på dyp ≥ 20 m. Det var størst forekomst på 35-50 m dyp i både sør, midtre og nordlige deler, med Cpue på henholdsvis 11,1, 6,7 og 20,0 individ. I sør og midtre deler ble det totalt fanget seks røyer på 50-75 m dyp, som gav Cpue = 6,7 individ i begge områdene.

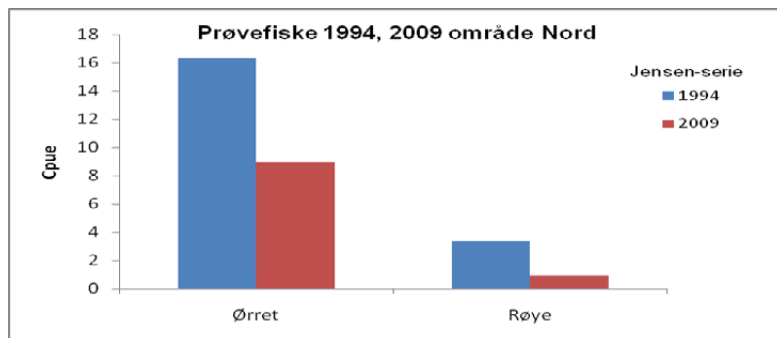
Eikesdalsvatnet har en relativt tett bestand av trepigget stingsild, med et fangstutbytte for alle dyp på 6,2 individ (**figur 8**). Forekomsten var størst i sørlige og nordlige deler, der gjennomsnittlig utbytte på 0-12 m dyp var henholdsvis 10,4 og 6,7 individ. Trepigget stingsild i Eikesdalsvatnet oppholder seg også på relativt dypt vann, idet den ble fanget helt ned på 35-50 m dyp.

På dyplunken med 8,0, 10,0 og 12,5 mm garn satt på rundt 100-120 m dyp utenfor Vike, ble det i løpet av to netter fanget fem røyer. Lengden på disse individene varierte mellom 8-13 cm. Fangstutbyttet tyder på at Eikesdalsvatnet har en lav tetthet av røye på dypere områder.

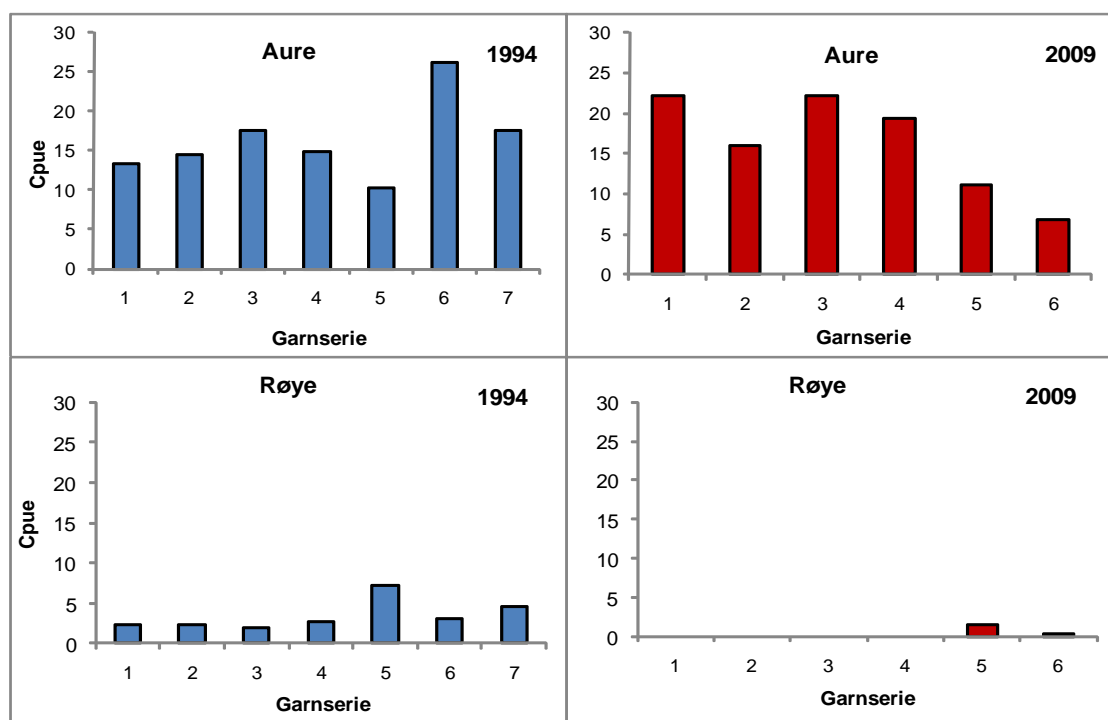
4.2 Sammenligning av fangstutbytte i 1994 og 2009

I 1994 omfattet prøvefisket i Eikesdalsvatnet bare bruk av Jensen-serier (n=7) i nordlige deler. Det ga et gjennomsnittlig utbytte (Cpue) på 16,3±5,0 aurer, med en variasjon på 27-69 individ (**figur 9 & 10**). I 2009 ble det fisket med seks Jensen-serier, med to serier i både sørlige, midtre og nordlige deler av sjøen. Utbyttet av aure pr. serie i de tre områdene var henholdsvis 19,1, 20,8 og 9,0 individ. I nord utgjorde altså utbyttet bare noe over halvparten av det fra 15 år tidligere. Derimot var gjennomsnittlig utbytte pr. serie for alle stasjoner i 2009 det samme som fra nordenden i 1994; 16,3±6,2 individ.

Fangsten av røye i nord var også betydelig høyere i 1994 enn i 2009, med Cpue på henholdsvis 3,4±1,9 og 0,3±0,6 individ (**figur 9 & 10**). I 1994 ble det tatt røye på alle seriene, mot bare på to serier i 2009. På Jensen-seriene fra sørlige og midtre deler av Eikesdalsvatnet ble det overhode ikke fanget røye i 2009.



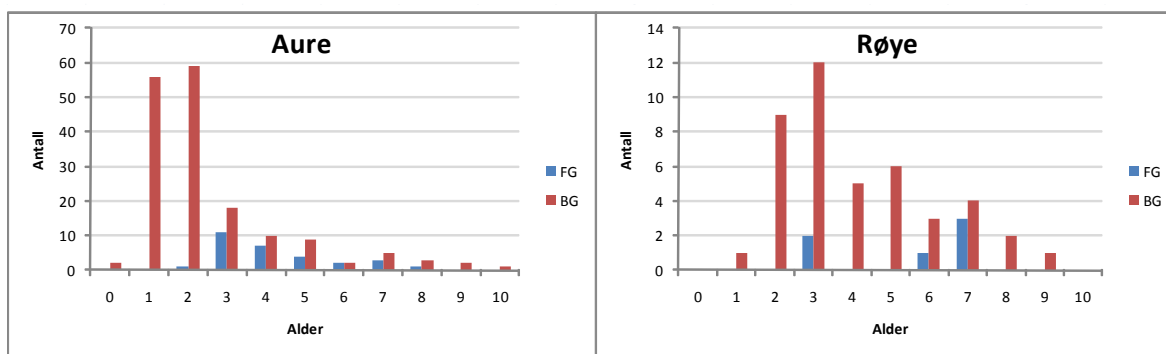
Figur 9. Fangstene av aure og røye pr. 100 m² garnareal (Cpue) på Jensen-serier i nordenden av Eikesdalsvatnet i 1994 (Bjørn 1996) og i 2009.



Figur 10. Fangstene av aure og røye (Cpue) på hver av de sju Jensen-seriene i nordenden av Eikesdalsvatnet i 1994 og på de seks Jensen-seriene i 2009 fordelt på sørlige (serie 1 og 2), midtre (serie 3 og 4) og nordlige deler av innsjøen (serie 5 og 6).

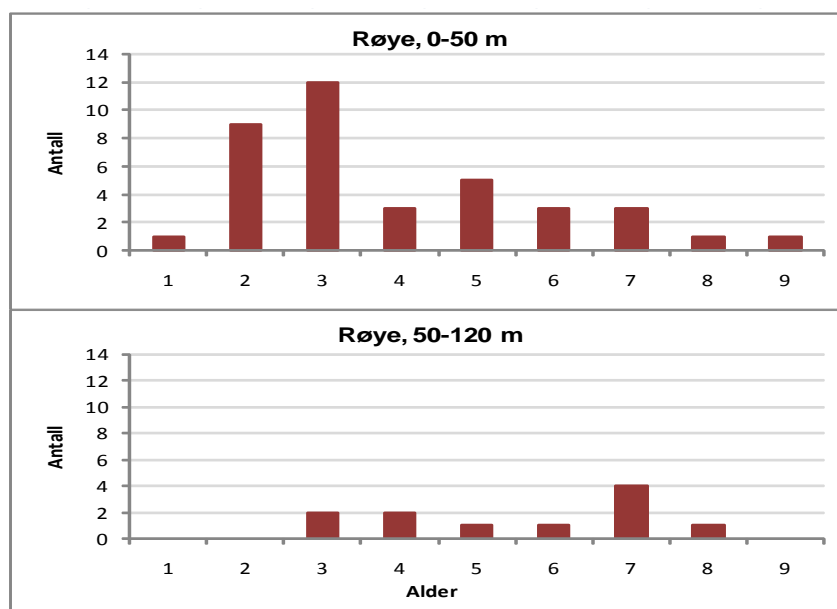
4.3 Alder og bestandsstruktur

Hos aure var 1+ og 2+ dominerende aldersgrupper på nordiske bunngarn, men 3-5 år gammel fisk var også vanlig (**figur 11**). Den eldste auren var 10 år gammel. I flytegarnfangstene var aldersgruppene 3+ og 4+ de vanligste, og yngre individ var svært fåtallig. Det er vanlig at de yngste aldersgruppene er fraværende i de frie vannmassene. I bunngarnfangstene av røye var dominerende aldersgrupper 2-5 år, og de eldste individene var 9 år gamle.



Figur 11. Aldersfordelingen hos aure fanget på nordiske oversiktsgarn (BG) og flytegarn (FG) ($n=196$), og for røye fanget på ymse bunngarn og flytegarn (totalt 38 normalrøyer og 11 dvergøyer, mens fem individ ikke ble aldersbestemt) i Eikesdalsvatnet høsten 2009. Merk ulik skala på de to Y-aksene.

Dypere enn 50 m var fangstene av røye relativt små, men aldersgruppene 3-8 var representert. De yngste aldersgruppene (1-3 år) ble i hovedsak fanget på grunnere områder enn 50 m.



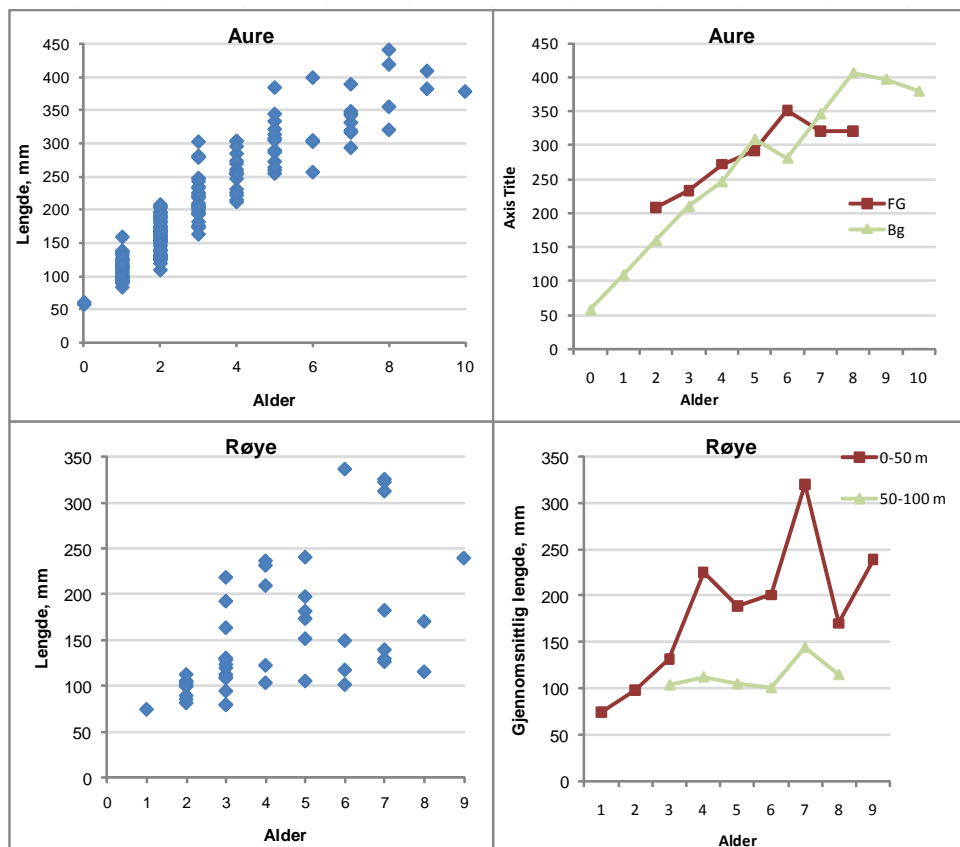
Figur 12. Aldersfordelingen hos røye fanget i Eikesdalsvatnet høsten 2009, fordelt fra 0-50 m dyp (inkluderer også flytegarn) og 50-120 m dyp (bare bunngarn).

4.4 Vekst og livshistorie

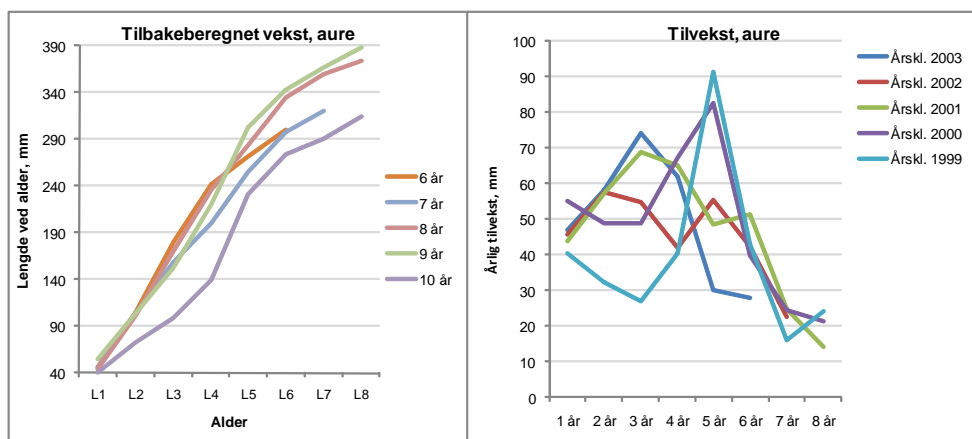
Auren i Eikesdalsvatnet har en relativt homogen vekst som flater ut rundt 40 cm, basert på plott mellom observert lengde ved en gitt alder (**figur 13**). Det var liten forskjell i vekst mellom individ fanget langs bunnen og i de frie vannmassene. Tilbakeberegnet vekst viste imidlertid at det var betydelig variasjonen i veksten innen de ulike årsklassene (**figur 14**). Hos årsklassene 2001-2003 var første og andre års vekst relativt lik, mens 1999- og 2000-årsklassene var mer avvikende. Fire av de fem årsklassene viser et omslag til bedre vekst ved 3-5 års alderen, og ved ei lengde på 20-30 cm. Særlig har aldersgruppene 9 og 10 et tydelig vekstomslag etter 3-5 år. Den største auren i fangstene var 44,2 cm åtte år gammel.

Røya i Eikesdalsvatnet hadde en svært variabel vekst i ulike aldersgrupper (**figur 13**). Eksempelvis varierte lengden i aldersgruppen 3+ mellom 7,9 og 21,8 cm. Denne store spredningen i veksten kan delvis knyttes til deres forekomst i forskjellige leveområder. Mens røya som ble fanget på områder grunnere enn 50 m har en relativt god vekst opp til ca 20-30 cm, stagnerer den ved 10-13 cm hos

individ fra dypere områder. Det var for øvrig også stor variasjon i veksten hos røye fra grunnere områder, men dette må vurderes ut fra få fisk i flere aldersgrupper. Den største røya i fangstene var 33,6 cm lang, og hadde en alder på seks år.



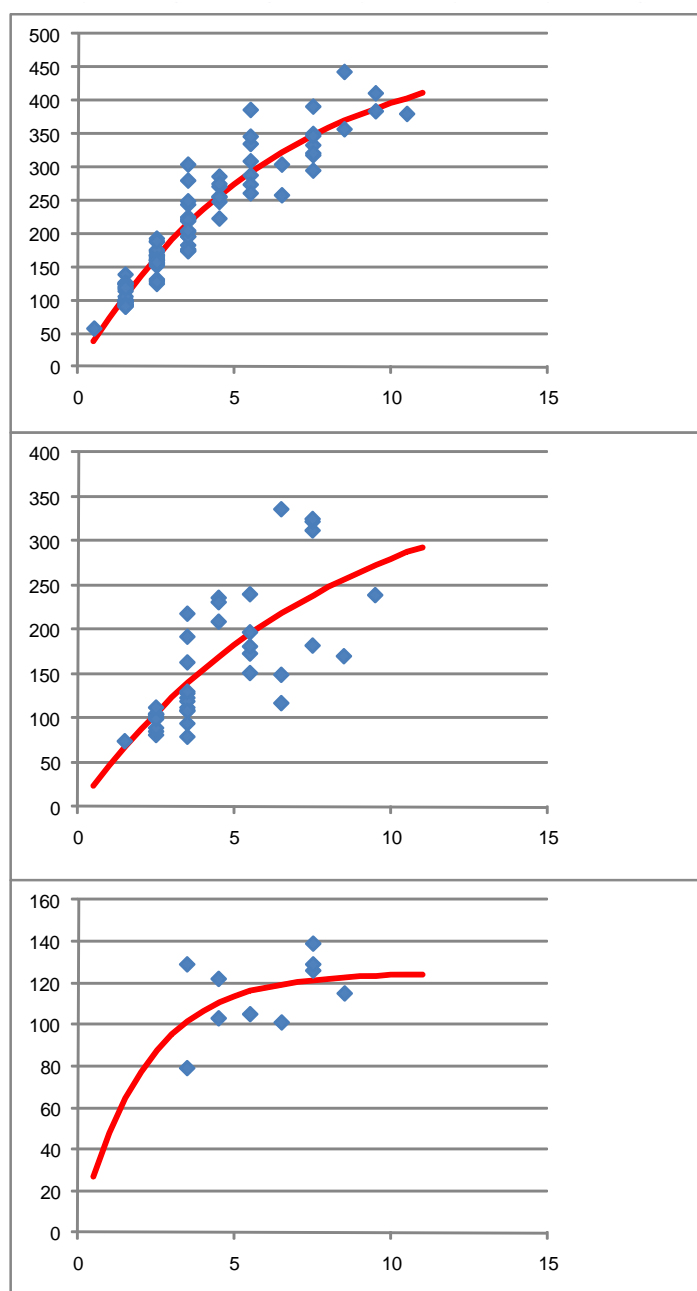
Figur 13. Plott over observert lengde ved alder hos aure ($n=196$) og røye ($n=49$) fra Eikesdalsvatnet høsten 2009, samt gjennomsnittlig lengde ved ulike aldersgrupper som for aure er fordelt på bunngarn og flytegarn, og for røye på de fanget grunnere enn 50 m (inkludert de på flytegarn) og de fanget dypere enn 50 m (dvs bare bunngarn).



Figur 14. Tilbakeberegnet lengdevækst for aure ved alder 1-8 (L1-L8), basert på fisk i aldersgruppene 6-10 år, og årlig tilvekst hos aure i årsklassene 1999 (10 år i 2009) til 2003 (6 år i 2009).

Vekstmønsteret hos auren og røya blir nå vurdert ut fra maksimum oppnådd lengde (L_{\max}) og vekstkoeffisienten (k), beregnet vha von Bertalanffy's vekstfunksjon (**figur 15**). Beregningene viser at auren har en L_{\max} på 49,3 cm ($k=0,163$). Det er en klar forskjell i L_{\max} hos dverg- og normalrøye,

med verdier på henholdsvis 12,5 og 39,0 cm. Vekstkoeffisienten for de to røyeformene var henholdsvis 0,485 og 0,127. Det er altså ingen klar vekststagnasjon hos verken aure eller normalrøye, mens dette er veldig tydelig hos dvergrye. En røye på 18 cm (8+), som ble fanget på 50-75 m dyp på nordiske bunngarn, ble ut fra vekstmønsteret vurdert til normalrøye.



Figur 15. von Bertalanffy's vekstkurve for fiskebestandene i Eikesdalsvatnet; aure (øverst), normalrøye (midten) og dvergrye (nederst). Y-aksen angir lengder i mm.

Auren i Eikesdalsvatnet blir kjønnsmoden etter 4-5 år (**tabell 6**). De yngste kjønnsmodne hannene og hunnene var henholdsvis 2 og 4 år gamle. Etter 5 år var alle hunner og nesten 60 % av hanner kjønnsmodne. Gjennomsnittlig lengde for kjønnsmodne hunner var $31,0 \pm 5,3$ cm ($n=13$). Hos "normalrøye", dvs individ fanget på grunnere områder enn 50 m, var kjønnsmodne hanner og hunner i gjennomsnitt henholdsvis 6,6 år og 28,4 cm ($n=5$), og 8,0 år og 17,0 cm ($n=1$). Blant de 10 "dvergryene" som ble fanget dypere enn 50 m, var ni individ kjønnsmodne. Det var seks hanner, med gjennomsnittlig lengde og alder på henholdsvis 10,4 cm og 5,0 år. Alle tre dverghunnene var

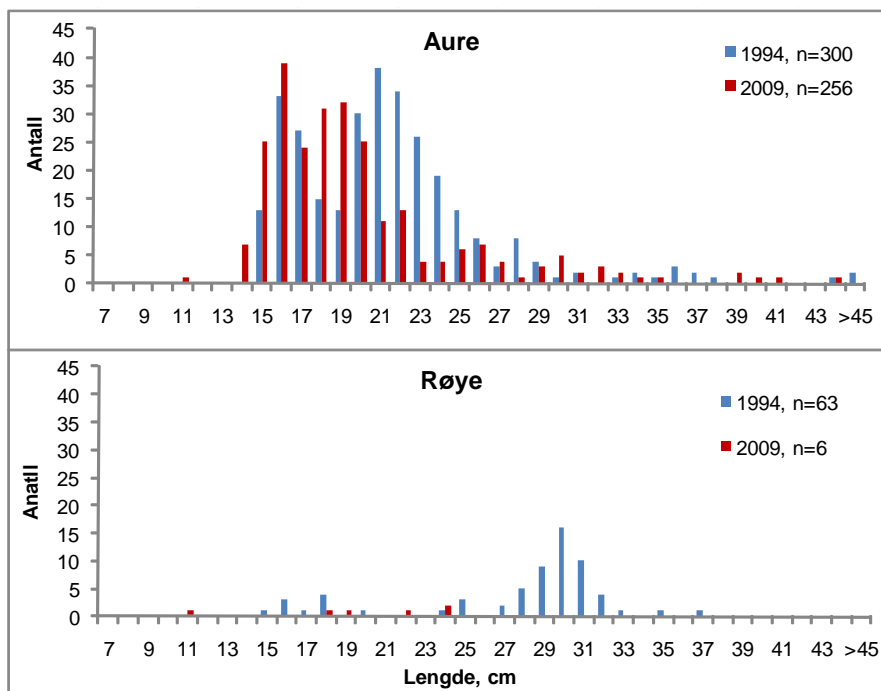
kjønnsmodne, og de hadde ei gjennomsnittlig lengde og alder på henholdsvis 13,1 cm og 7,0 år. Ett at de 10 "dvergørøye" fanget dypere enn 50 m ble kjønnsbestemt, men dette individet var ikke gytemodent.

Tabell 6. Antall hanner og hunner blant aure, "normalørøye" og "dvergørøye" i ulike aldersgrupper, og andel kjønnsmodne individ høsten 2009. Materialet er basert de med alder, kjønn og modningsgrad; 173 aurer og 39 øyer. Totalt ble 196 aurer aldersbestemt, men kjønn og modningsgrad balnt den aldersbestemte fisken foreligger bare for 173 individ.

Alder	Aure				"Normalørøye"				"Dvergørøye"			
	Hanner		Hunner		Hanner		Hunner		Hanner		Hunner	
	Antall	% kj.m.	Antall	% kj.m.	Antall	% kj.m.	Antall	% kj.m.	Antall	% kj.m.	Antall	% kj.m.
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	24	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	24	4,2	33	0	2	0	1	0	1	100	0	0
3	16	12,5	13	0	7	0	3	0	0	0	0	0
4	7	42,9	10	30	1	0	1	0	2	100	0	0
5	7	57,1	6	100	0	0	5	0	1	100	0	0
6	2	100	2	100	3	66,7	0	0	1	100	0	0
7	7	100	1	100	3	75,0	0	0	1	0	3	100
8	2	100	2	50	0	0	1	100	1	100	0	0
9	2	100	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
10	1	100	0	0	0							

4.5 Aure – og øyebestandene i 1994 og 2009

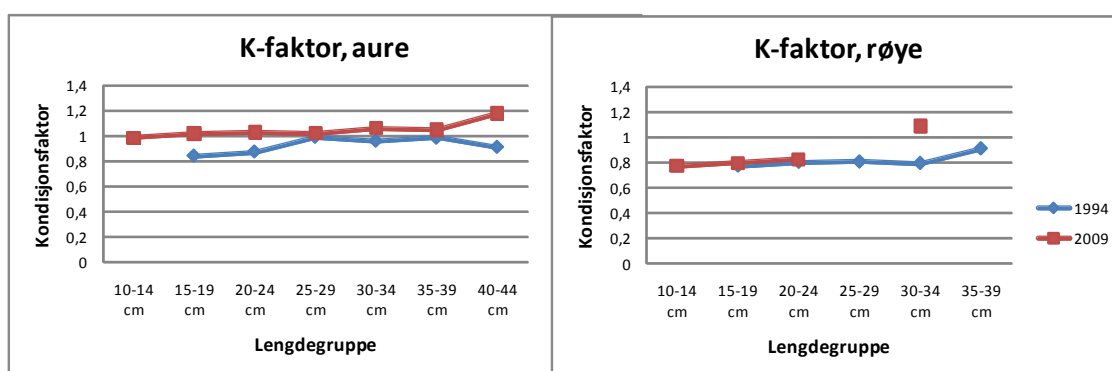
Hos aure har det ikke vært markerte endringer i bestandsstrukturen i perioden fra 1994 til 2009, basert på data fra de utvidede Jensen-seriene. Imidlertid har gjennomsnittlig lengde avtatt noe, fra henholdsvis 21,4±5,2 til 19,8±5,3 cm (figur 16).



Figur 16. Lengdefordeling hos aure og øye fanget med Jensen-serier i Eikesdalsvatnet i 1994 (Bjørn 1996) og 2009. I 2009 ble det bare fanget fem øyer på Jensen-serier.

I 1994 var det en dominans av aure i lengdegruppene 16-17 og 20-22 cm, mens det i 2009 var fleste individ mellom 14 og 19 cm. Forekomsten av fisk over 30 cm er for lite til å vurdere mulige endringer blant større individ. I 1994 hadde de fleste røyene fanget på Jensen-serier lengder på 29-31 cm. I 2009 var utbyttet på denne serien for lite mht å vurdere mulige endringer i bestandsstrukturen (n=5).

Auren i alle størrelsesgrupper hadde i 2009 bedre kondisjon enn på 1990-tallet (**figur 17**). Mens K-faktoren i 1994 varierte fra 0,84 til 0,99 for aure fra 15 til 44 cm, var variasjonern i 2009 på 1,02 - 1,17. Røya har generelt lavere K-faktor enn auren, og for fisk mellom 15-24 cm var det ingen forskjell mellom verdiene i 1994 og 2009. I 2009 hadde individ over 30 cm derimot vesentlig høyere K-faktor enn 15 år tidligere. Individ i denne størrelsesgruppen ble i 2009 fanget i flytegarn, mot i bunn-garn på 1990-tallet.

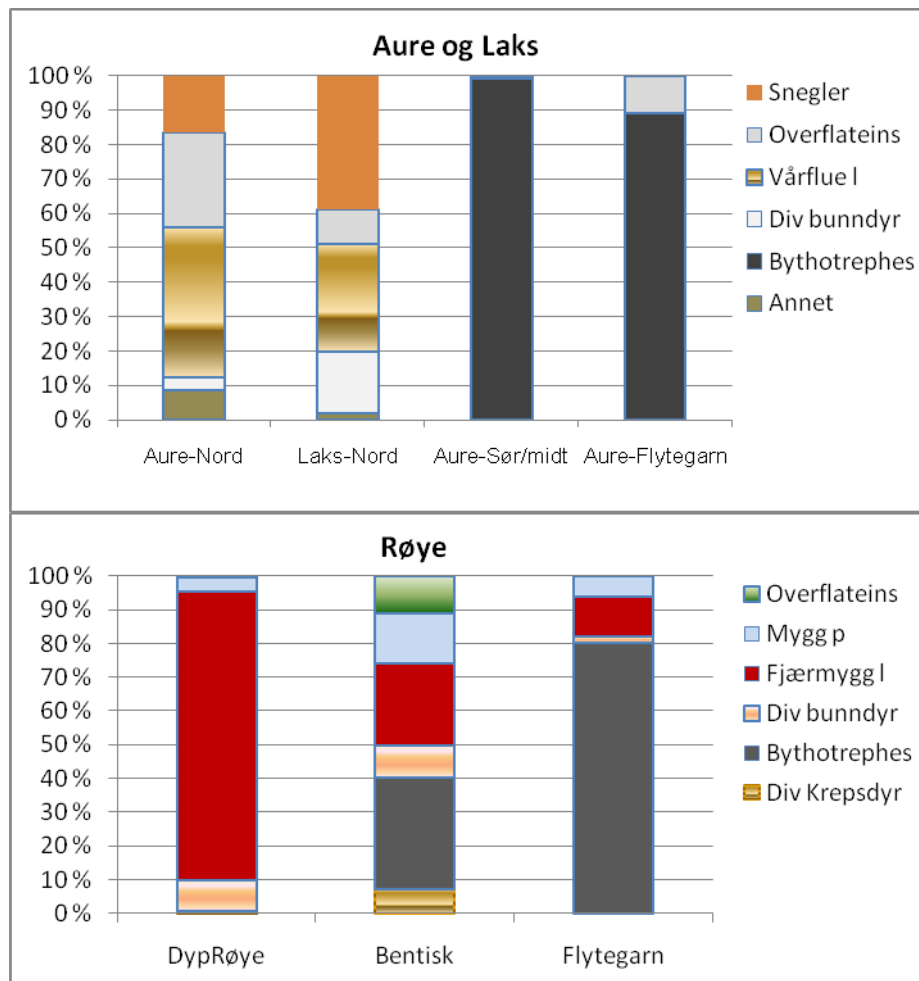


Figur 17. Gjennomsnittlig kondisjonsfaktor (K-faktor) hos aure og røye fra Eikesdalsvatnet i 1994 og 2009, fordelt på ulike lengdegrupper.

4.6 Mageinnhold

Vårfluelarver dominerte mageinnholdet hos aure fanget på bunn-garn i nordlige del av Eikesdalsvatnet (**figur 18**). I tillegg hadde de spist en del overflateinsekter og snegler. Auren fra sørlige og i midtre partiet av sjøen hadde i all hovedsak ernært seg av det store krepsdyret *Bythotrephes longimanus*. Det samme gjaldt auren som ble fanget på flytegarn. Laksunger og aure fra nordenden hadde svært lik diett, bortsett fra at laks hadde spist noe mer snegler. Her utgjorde overflateinsekter tilsvarende mindre. To av aurene som var 33 og 38 cm lange hadde spist fisk, som ble identifisert som aure og trepigget stingsild.

Røye fra i de dypeste delene av profundalen, på 50-120 m dyp, hadde hovedsakelig spist fjærmygglarver, som utgjorde 86 % av mageinnholdet. Individ fanget på grunnere områder (6-50 m) hadde en mer variert diett, med størst innslag av *B. longimanus* (33 %). Hos røye fra grunnere områder utgjorde fjærmygglarver bare 24 % av mageinnholdet. Røye fanget på flytegarn i pelagisk sone hadde i hovedsak spist *B. longimanus* (80 %).

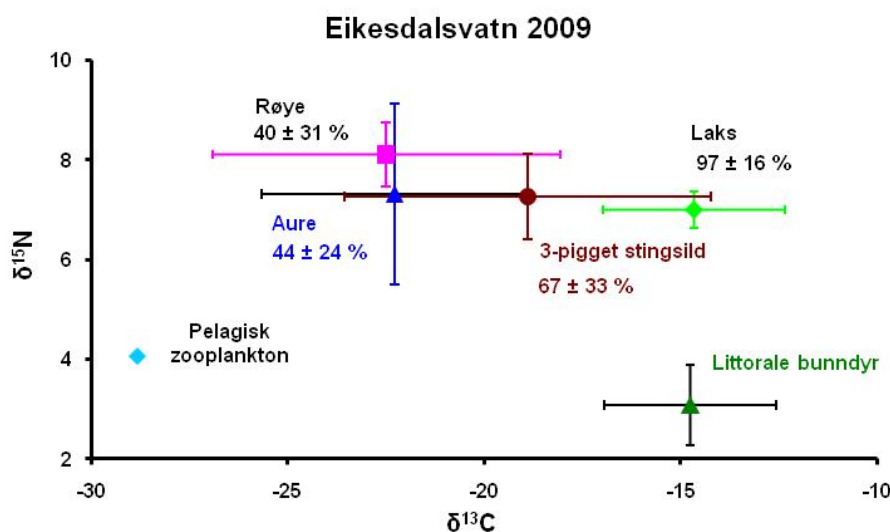


Figur 18. Diett hos aure, røye og laksunger fanget på bunngarn og flytegarn i Eikesdalsvatnet høsten 2009. Hos røye angir "DypRøye" og "Bentisk" individ som ble fanget på områder som var henholdsvis dypere og grunnere enn 50 m.

4.7 Struktur i næringsnett

Figur 19 viser de fire fiskeartenes "posisjon" i næringsnett, målt ved isotopsignatur. $\delta^{13}\text{C}$ -verdiene indikerer i hvilket habitat fisken finner sin føde, mens $\delta^{15}\text{N}$ -verdiene indikerer trofisk nivå (posisjon i næringskjeden). Middelverdien for $\delta^{15}\text{N}$ -verdiene er praktisk talt identiske for aure, laks og trepigget stingsild, mens røye ser ut til i gjennomsnitt å ligge på et litt høyere trofisk nivå. Det var en tydelig forskjell i $\delta^{13}\text{C}$ -verdiene hos bunndyr i strandsona og i zooplanktonet ute i vannmassene. Dette klare skillet mellom den litorale og pelagiske basisen gjør det mulig å anvende en model som estimerer det relative energibidraget til ulike fiskearter fra henholdsvis litorale og pelagiske kilder.

I Eikesdalsvatnet synes både røye og aure å være noe mindre avhengige av litorale enn av pelagiske energi- eller fødekilder; røye 40 % og aure 44 % fra litorale kilder. Derimot var trepigget stingsild og spesielt laks (parr og kjønnsmodne dverghanner) langt mer avhengige av litorale ressurser (trepigget stingsild 67 % og laks 97 %). Ingen av laksene vi fanget var merket med finnekipping, og vi må derfor gå ut fra at de er naturlig produsert fisk. Ellers vil fisk fra settefiskanlegg ha en annen isotopsignatur på grunn av at kommersielt fôr er basert på marint råstoff. Både aure, røye og trepigget stingsild viser stor variasjon i $\delta^{13}\text{C}$ -verdier, noe som indikerer stor individuell variasjon i diet og habitatbruk. Aure viser også svært stor variasjon i $\delta^{15}\text{N}$ -verdier, faktisk en variasjon som dekker hele spekteret til de tre andre fiskeartene. Dette indikerer at ørret har et svært bredt spekter av byttedyr, fra planteetende invertebrater til fisk.



Figur 19. Biplott for stabile isotoper av karbon ($\delta^{13}\text{C}$) og nitrogen ($\delta^{15}\text{N}$) i prøver av fisk og næringsdyr (dyreplankton og bunndyr) fra Eikesdalsvatnet (middelverdier \pm SD). Fiskematerialet omfatter: røye ($N = 38$), aure ($N = 59$), laks ($N = 10$) og trepigget stingsild ($N = 11$) (jfr tabell 5). Det estimerte bidraget (i prosent) fra litorale energikilder (middelverdi \pm SD) i dietten til de ulike fiskeartene er også vist.

Både $\delta^{13}\text{C}$ -verdiene og estimert litoralt energibidrag hos røye var signifikant forskjellige i de ulike habitatene (Kruskal-Wallis test, $df = 4$, $p = 0,001$) (figur 20). Røye fanget i litoralsona (0-6 m) hadde signifikant høyere $\delta^{13}\text{C}$ -verdier og estimert litoralt energibidrag sammenlignet med røye fra profundalen (20-50 m dyp) (Mann-Whitney U-test, $p < 0,001$), dyp profundal (> 50 m dyp) (Mann-Whitney U-test, $p = 0,001$) og pelagisk habitat (Mann-Whitney U-test, $p = 0,004$).

På samme vis var det forskjell på $\delta^{13}\text{C}$ -verdiene og estimert litoralt energibidrag hos aure fanget i de ulike habitatene (Kruskal-Wallis, henholdsvis $df = 3$, $p = 0,004$ og $p = 0,003$) (figur 20). Aure fra litoralsona (0-6 m) hadde signifikant høyere $\delta^{13}\text{C}$ -verdiene og estimert litoralt energibidrag enn aure fra sublitoralt (6-20 m) (Mann-Whitney U-tester, henholdsvis $p = 0,013$ og $p = 0,010$), og pelagisk habitat (Mann-Whitney U-test, $p = 0,002$).

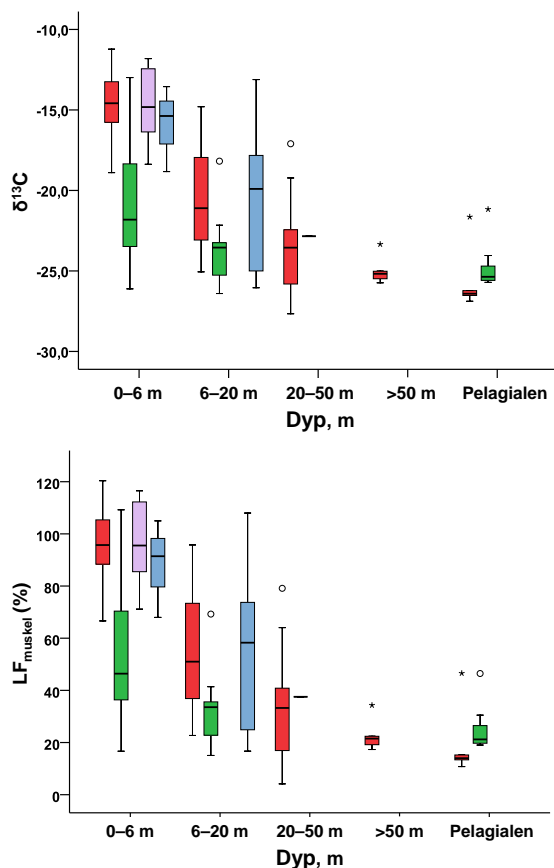
I litoralsona var det signifikant forskjell på $\delta^{13}\text{C}$ -verdiene og estimert litoralt energibidrag mellom fiskeartene (Kruskal-Wallis test, $df = 3$, $p < 0,001$) (figur 21). Auren hadde signifikant lavere $\delta^{13}\text{C}$ -verdier og litoralt (0-6 m dyp) energibidrag sammenlignet med de tre andre artene fra denne sona (tabell 7). I de andre habitatene var det ikke slike forskjeller mellom artene (Kruskal-Wallis, $df = 3$, $p > 0,05$).

Tabell 7. Signifikansnivå for Mann-Whitney U-tester av forskjellen i $\delta^{13}\text{C}$ -verdi og litoralt energibidrag hos aure sammenlignet med røye, laks og trepigget stingsild i litoralsona i Eikesdalsvatnet høsten 2009.

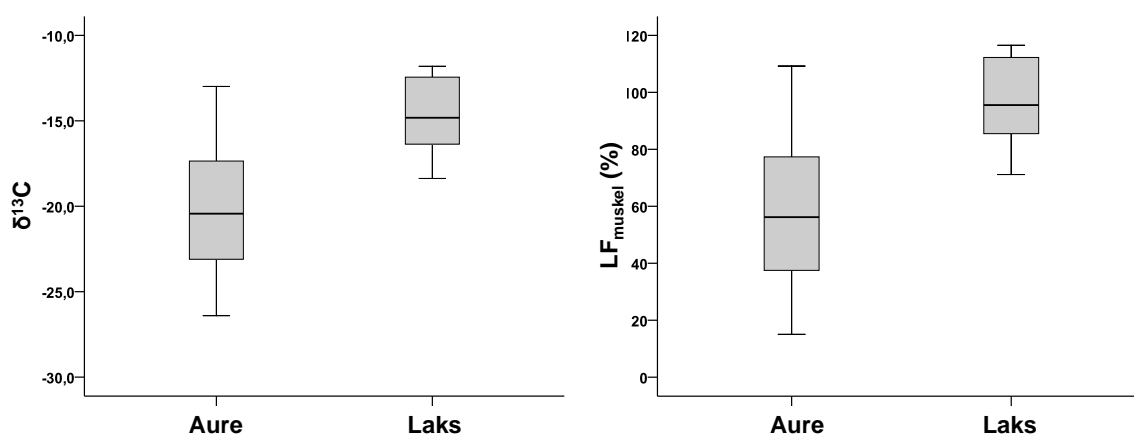
Aure sammenlignet med:	$\delta^{13}\text{C}$ -verdi	Litoralt energi-bidrag
Røye	$p=0,001$	$p<0,001$
Laks	$p<0,001$	$p<0,001$
Trepigget stingsild	$p=0,010$	$p=0,009$

Ved prøvefisket på grunt vann i nordenden av Eikesdalsvatnet ble det fanget et antall aureunger og parr og kjønnsmodne dverghanner av laks med lengder på 10-15 cm. Fiskene satt om hverandre i de samme garna. I dette tilfellet var de to artene signifikant forskjellige med hensyn til $\delta^{13}\text{C}$ -verdier og litoralt energibidrag (figur 21) (t-test, $p < 0,001$). Auren hadde lavere verdier enn laksen, noe som betyr at laksen i dette tilfelle er mer ensidig knyttet til ressursene i strandsona enn auren. På

den annen side var ikke de to artene forskjellige med hensyn til trofisk nivå (t-test, $p = 0,058$), selv om laksen hadde et litt høyere $\delta^{15}\text{N}$ -nivå.



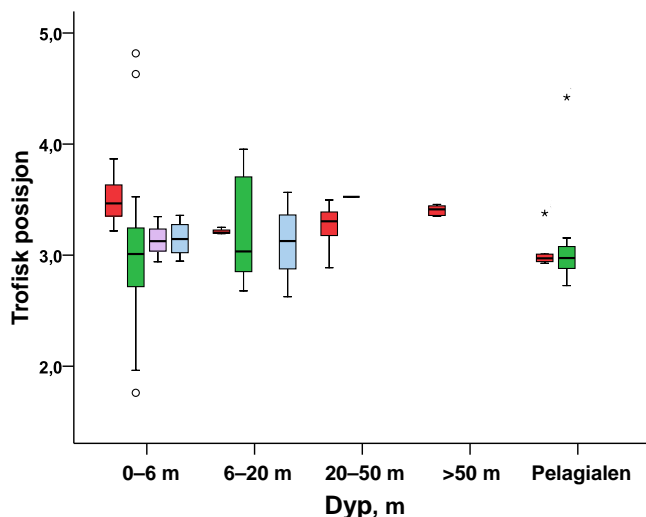
Figur 20. Boksplot av $\delta^{13}\text{C}$ -verdier (øverst) og estimert andel av energiinntak fra litoralsona (nederst) i dietten til røye (rød), aure (grønn), laks (rosa) og trepigget stingsild (blå) i ulike dyp langs bunnen og i pelagialen. Horisontale linjer viser medianverdi, boksene viser øvre (75 %) og nedre (25 %) kvartilene og vertikale linjer viser maksimums- og minimumsverdier. Utliggere er vist med ° og *.



Figur 21. Boksplot av $\delta^{13}\text{C}$ -verdier (til venstre) og estimert andel av energiinntak (til høyre) hos aure og laks under 15 cm fanget i litoralsona nord i Eikesdalsvatnet. Horisontale linjer viser medianverdi, boksene viser øvre (75 %) og nedre (25 %) kvartil, og vertikale linjer viser maksimums- og minimumsverdier.

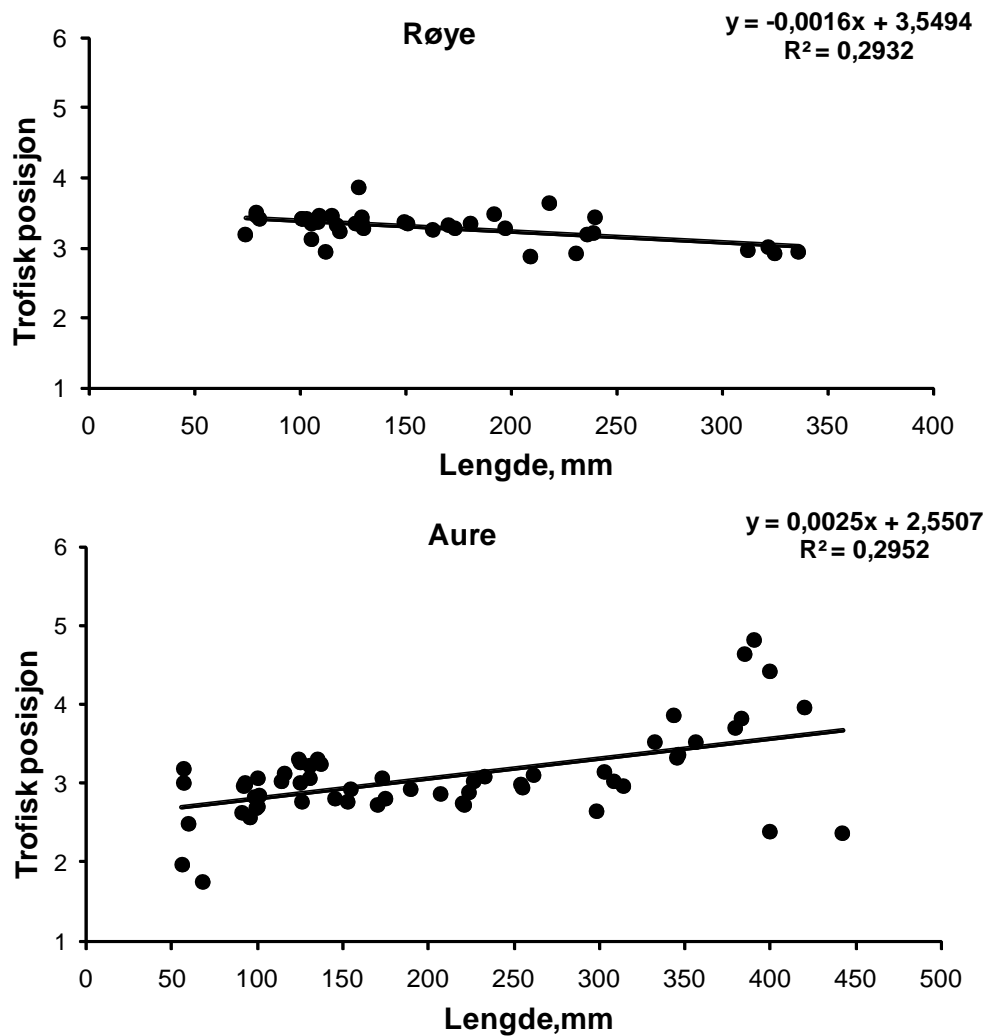
Den trofiske posisjonen til røye var signifikant forskjellig i de ulike habitatene (Kruskal-Wallis test, $df = 3$, $p = 0,007$) (**figur 22**). Røya fanget på 0-6 m dyp var på et høyere trofisk nivå enn individ på 6-20 m dyp (Mann-Whitney U-test, $p = 0,048$), på 20-50 m dyp (Mann-Whitney U-test, $p = 0,040$) og i pelagialen (Mann-Whitney U-test, $p = 0,017$). Røya fra det dypeste området (> 50 m) hadde en høyere trofisk posisjon enn fisk fra 6-20 og 20-50 m dyp, samt pelagialen på 0-12 m dyp (Mann-Whitney U-tester, alle p -verdier $< 0,03$).

I litoralsona inntok fiskeartene ulike trofiske posisjoner (Kruskal-Wallis test, $df = 3$, $p < 0,001$) (**figur 22**). Røya hadde signifikant høyere verdi av $\delta^{15}N$ enn de tre andre artene (Mann-Whitney U-tester, $p = 0,001 - 0,038$). Derimot hadde ikke laks, aure og trepigget stingsild signifikant forskjellige verdier ($p > 0,05$). I de andre habitatene var det heller ingen forskjell på den trofiske posisjonen til artene (Kruskal-Wallis, $p > 0,05$).



Figur 22. Boksplot av den trofiske posisjonen (basert på $\delta^{15}N$ -nivå) til røye (rød), aure (grønn), laks (rosa) og trepigget stingsild (blå) i ulike habitater i Eikesdalsvatnet. Horisontale linjer viser medianverdi, boksene viser øvre (75 %) og nedre (25 %) kvartil, og vertikale linjer viser maksimums- og minimumsverdier. Utliggere er vist med ° og *.

Eventuelle endringer i fiskeartenes habitatvalg og diett gjennom livet (ontogenetiske nisjeskift) bør i teorien kunne spores gjennom analyse av stabile karbon- og nitrogenisotoper. I vårt materiale fra Eikesdalsvatnet viste dette seg i den trofiske posisjonen til aure av ulik størrelse (**figur 23**), der det var en signifikant tendens til at større fisk befant seg høyere opp i næringskjeden. For røya var det derimot ingen slik tendens, idet stor fisk (30-35 cm) var på et noe lavere trofisk nivå enn individ under 25 cm.



Figur 23. Forholdet mellom kroppslengde og trofisk posisjon (plass i næringskjeden, basert på $\delta^{15}\text{N}$ -nivå) hos røye (øverst) og aure (nederst) fanget i Eikesdalsvatnet høsten 2009.

5 Diskusjon

Aure dominerte i garnfangstene både i de satt langs bunnen og i de frie vannmassene. På nordiske oversiktsgarn var utbyttet av aure størst i sørenden av Eikesdalsvatnet. Det var en dominans av aure på 0-6 m dyp, men det ble også fanget noen få individ på 35-50 m dyp. På de utvidede Jensen-seriene ble det tatt omtrent like mye aure i søre og midtre deler (Vike og Hoem), men betydelig mindre i nord. Gjennomsnittlig utbytte (Cpue) i de tre områdene var henholdsvis 19,1, 20,8 og 9,0 individ. Cpue på mer enn 15 aurer pr. Jensen-serie indikerer en tett bestand, mens verdier på 5-15 individ tilsier at bestanden er middels tett (Ugedal mfl. 2005).

Den relativt høye tettheten av aure, kombinert med det faktum at tilgjengelig gyteareal i tilløpselvene til Eikedalsvatnet er svært begrenset, indikerer at auren gyter i innsjøen. Både Aura og Mardøla var tidligere ansett som viktige gyteelver for auren i Eikesdalsvatnet. Reguleringene har imidlertid redusert begge elvene til å bli relativt ubetydelige i så måte (Jakobsen mfl. 1992, Bjørn 1996). I Aura er det riktignok i de siste åra registrert en del gytemoden aure (mest sannsynlig en dominans av innlandsaure), samt relativt høye tettheter av aureunger på enkelte stasjoner (Jensen mfl. 2010). Rekrutteringen i Aura er derfor trolig større enn tidligere antatt. Andre tilløp til vatnet er små og faller så bratt ned i sjøen at gytefisk knapt kommer opp i dem. Vi støtter derfor det lokale synet om at det meste av rekrutteringen til aurebestanden i Eikesdalsvatnet stammer fra innsjøgytende individ i strandnære områder (Arne Vike og Aslak Nerås, pers. medd.).

I 2009 var gjennomsnittlig utbytte av aure på Jensen-serier for alle de tre områdene som ble prøvefisket omtrent det samme som for nordområdet i 1994. I begge åra tilsvarer fangstene Cpue-verdier på 16,3 individ. Det tyder på at aurebestanden i Eikedalsvatnet ikke har endret seg særlig mye i løpet av de siste 15 åra. Vi vet likevel ikke om mengden mellom de ulike delene av innsjøen er stabil over tid. Det ser i alle fall ut til at aurebestanden i Eikesdalsvatnet totalt sett er god. Fangstene av aure på Jensen-serier i nordenden av innsjøen i 2009 var altså en god del lavere enn i 1994. Dette kan skyldes tilfeldigheter, da det fra lokalt hold ikke er registrert noen tydelig nedgang i aurefangstene her i seinere tid (Aslak Nerås, pers. medd.). Vi mener at bestanden av innlandsaure er tilstrekkelig stor til at nåværende næringsproduksjon blir utnyttet. Derfor har det ingen hensikt å sette ut aure for om mulig å øke rekrutteringen.

Prøvefisket viste at Eikesdalsvatnet har en liten røyebestand. På 1950-tallet ble det uttalt at det viktigste fisket dengang foregikk etter røye (Møkkelgjerd & Jensen 1987). Dette tyder på at røyebestanden i Eikedalsvatnet har gått sterk tilbake etter reguleringen. Røya i innsjøen utnytter både bunnære områder og de frie vannmassene (pelagialen). De største fangstene ble tatt på 20-50 m dyp. Det ser ikke ut til at tilveksten hos røya har endret seg vesentlig siden 1994 (jfr. Bjørn 1996). Kondisjonsfaktoren for fisk på 15-24 cm er også nærmest identisk med den som ble observert for 15 år siden. Fisk på 30-35 cm som ble fanget på flytegarn i 2009 hadde imidlertid vesentlig høyere K-faktor enn individ med tilsvarende størrelse i 1994. Dette kan skyldes redusert konkurranse fordi tettheter er lavere enn tidligere. Våre resultater tyder for øvrig på at Eikesdalsvatnet har to røyeformer. Den vi kaller normalrøye utnytter områder grunnere enn ca. 50 m, samt de frie vannmassene. Den blir 30-35 cm lang, og L_{max} ble beregnet til 39,0 cm. Dverg- eller dypvannsrøya ble fanget dypere enn ca. 50 m, og L_{max} var bare 12,5 cm. En slik todeling av røyebestander er funnet i flere norske innsjøer (Hesthagen mfl. 1995, Klemetsen & Amundsen 2000, Jonsson & Jonsson 2001). Årsaken til at bestandspittelsen hos røya i Eikesdalsvatnet ikke har blitt påvist tidligere, skyldes manglende fiske med småmaskede garn i dypere områder. Vi vil seinere foreta en analyse av mulige genetiske forskjeller mellom de to røyeformene. Det bør også gjennomføres en mer omfattende kartlegging av dvergryebestanden, med bruk av standard serier på ulike dyp fra 75-155 m.

Auren i Eikesdalsvatnet har en noe variabel vekst. I de seks første leveåra er den i gjennomsnitt ca 5 cm pr. år, mens den avtar klart hos eldre individ. I 1994 vokste auren tilsynelatende noe dårligere, med en gjennomsnittlig vekst fram til 7 års alderen på i underkant av 4 cm pr. år (Bjørn 1996). Auren i de fleste årsklasser ser ut til å ha et visst vekstomslag etter 3-5 år. Dette kan skyldes at noen individ blir fiskespisere, alternativt at det dreier seg om sjøaure som smoltfiserer og går ut i fjorden for første gang. Det siste er mindre sannsynlig fordi bestanden av sjøaure nå er sterkt redusert. Her er det imidlertid nødvendig med analyser av individuell fisk for å fastslå årsaken. Sjøl om veksten hos aure altså avtar noe med økende alder, inntreffer det ingen klar vekststagnasjon. L_{max} ble be-

regnet til 49,3 cm. Auren hadde gjennomgående høyere kondisjonsfaktor nå enn i 1994, noe som gjaldt fisk i alle lengdegrupper.

Fangstene av både røye og aure tyder på at de har et relativt bredt habitatvalg. I noen grad utnytter de også de frie vannmassene. Dette reflekteres også i fødevalget, da auren hadde spist svært mye dyreplankton både langs bunnen og i pelagialen. Blant krepsdyrene var det spesielt rovdyrarten *Bythotrephes* som ble utnyttet. Aurens brede og relativt pelagiske nisje kan i dette tilfellet ha sammenheng med Eikesdalsvatnets bassengform, med bratte strender og svært begrenset forekomst av grunne områder. Forekomsten av bunndyr er derfor begrenset.

Både røye og aure hadde forskjellige næringsemner i de ulike habitatene. Dette viste seg både i mageanalysene og isotopsignaturene ($\delta^{13}\text{C}$). De utnytter altså ulike fødetyper med ulik isotopsignatur. Røye og aure i strandsona spiste bunndyr som lever av primærproduksjon, med høye $\delta^{13}\text{C}$ -verdier. Pelagisk fisk spiste derimot dyreplankton med lave $\delta^{13}\text{C}$ -verdier. Røye på dypere vann (≥ 20 m dyp) spiste derimot bunndyr som i stor grad lever av planteplankton som synker ned fra overflate-lagene. De fikk dermed en $\delta^{13}\text{C}$ -signatur som ligner på det pelagiske dyreplanktonet.

I strandsona hadde auren $\delta^{13}\text{C}$ -verdier som var noe mer "pelagiske" enn røya i det samme habitatet. Dette kan skyldes at auren som lever langs bunnen spiser mer dyreplankton enn røya, noe som stemmer med mageanalysene. Auren spiste nesten bare én planktonart (*Bythotrephes*), mens røya hadde ernært seg av flere næringsemner. Det er bemerkelsesverdig at de økologiske "rollene" til røye og aure i Eikesdalsvatnet synes å være reversert. Det vanlige i norske innsjøer er enkelt sagt at auren spiser bunndyr, mens røya i stor grad ernærer seg av dyreplankton (jfr Jonsson & Borgstrøm 2000).

Isotopanalysene ($\delta^{15}\text{N}$) viser at røye fanget i strandsona befant seg noe høyere i næringskjeden enn individ fra andre habitater. I dette habitatet hadde røya også høyere $\delta^{15}\text{N}$ -verdier enn andre fiskearter. At røya var på et lavt trofisk nivå i pelagialen, ville vanligvis bli koblet til en diett dominert av *Daphnia* og andre planteplanktonspisende dyreplanktonarter. Dette bekreftes imidlertid ikke av mageanalysene. Pelagisk røye hadde spist svært mye *Bythotrephes*, som altså er en rovform av krepsdyrplankton. Dersom røyas pelagiske diett var dominert av denne arten, burde store pelagiske individ hatt et høyere trofinivå målt som $\delta^{15}\text{N}$. Sannsynligvis spiser pelagisk røye ulike planktonarter gjennom sesongen. Det er vanlig at både *Bosmina*, *Daphnia* og *Holopedium* forekommer i store tettheter i ulike perioder gjennom sommersesongen (jfr. tabell 2). Vi har ikke data som kan bekrefte om dette også gjelder for Eikesdalsvatnet.

Auren viste som ventet stor individuell variasjon i trofisk nivå. En del av denne variasjonen skyldes at fisk av ulik størrelse har ulike næringsnisjer. Det er vanlig at aure gjennomgår såkalte ontogene-tiske nisjeskift, dvs de skifter byttedyr gjennom livet. Analysene av stabile nitrogenisotoper viser at også auren i Eikesdalsvatnet har en tendens til å spise mer fisk etter å ha nådd en størrelse på rundt 25-30 cm. Dette kan være vanskelig å påvise gjennom mageanalyser, da fiskespisende individ ofte fanges med tomme mager. I vårt materiale var det bare to aurer som hadde fiskerester i magen, og de målte henholdsvis 33 og 38 cm. Den individuelle variasjonen viser seg imidlertid også innen samme lengdegruppe. For eksempel hadde tre fisker på 38,5-40,0 cm mye høyere $\delta^{15}\text{N}$ -verdier enn andre individ på omtrent samme størrelse (jfr. utligger figur 22 & 23). Dette kan være stasjonære individ som er ensidige fiskespisere, eller sjøaure med et opphold i fjorden. De høye $\delta^{15}\text{N}$ -verdiene er typiske for vandrende sjøaure. Innen denne lengdegruppa var det også to individ med uvanlig lave $\delta^{15}\text{N}$ -verdier. Dette kan trolig være fisk som, til tross for sin størrelse, fremdeles spiser en god del invertebrater. Blant de minste aurene i fangstene var det også to små individ (5,6 og 6,8 cm) fra i strandsona med uvanlig lave $\delta^{15}\text{N}$ -verdier (jfr. utligger i figur 23). Disse kan eventuelt ha spesialisert seg på litorale krepsdyr som diett, f.eks linsekreps (*Eurycercus*). De har ofte svært lave $\delta^{15}\text{N}$ -verdier, med 0–1 ‰ i mange innsjøer.

Analysene av stabile isotoper viste klart at laksungene i Eikesdalsvatnet (parr og modne dverghanner under 15 cm) er svært nært knyttet til føderessursene i strandsona. Dette gjelder i forhold til de andre fiskeartene som også ble fanget i dette habitatet. Det er spesielt verdt å merke seg at like store aureunger som ble fanget i samme garna var mindre avhengig av næringsproduksjonen i strandsona. Mageinnholdet hos laks og aure i gruntområdene i nordenden av sjøen skilte seg spe-

sielt ved at laksen hadde spist mer snegl. Disse lever av påvekststalger, dvs av typisk litoral primærproduksjon.

Fangsten av laksunger begrenset seg til området i nord, nær utløpet til Eira. Her har det hvert år i perioden 2004-09 vært satt ut rundt 10 000 laksunger (1+). Fisken var merket ved å klippe vekk fettfinnen og en flik av høyre kjevebein. Ingen av de utsatte laksungene i prøvofiskefangsten var imidlertid merket. Følgelig må de være naturlig produsert i Eira. Ut fra den totale nedvandringen av smolt i Eira i årene 2006-08, ble det estimert at 480-1400 individ, eller 1,2-3,5 % av de 40 000 laksungene som ble satt ut i årene 2004-07, vandret ut i sjøen (Jensen mfl. 2010). Tilslaget av disse utsettingene ble vurdert som relativt dårlig. En ytterligere evaluering vil bli foretatt i forbindelse med de pågående lakseundersøkelsene i vassdraget.

Det ble ikke fanget voksen laks eller sjøaure under prøvofiske i Eikesdalsvatnet høsten 2009. Men på en stasjon nær Aura løsnet det imidlertid en fisk på anslagsvis 3-4 kg under garntrekkingen. Dette kan ha vært enten en laks eller sjøaure. Uansett er konklusjonen etter prøvofisken at laksen i dag i svært liten grad utnytter Eikesdalsvatnet. Vårt fiske foregikk på en tid av året da eventuelle gytefisk trolig ville ha beveget seg mot gyteplassene. På dette grunnlaget kan vi derfor ikke vurdere verken om Eikesdalsvatnet utnyttes om sommeren av tidlig oppvandrende laks eller sjøaure som skal gyte i Eira eller Aura, eller av eventuelle vinterstøinger fra etter gyting og fram til neste vår.

Det ble fanget relativt mye trepigget stingsild på de nordiske bunngarna, og de forekom helt ned på 35-50 m dyp. Det har tidligere ikke vært brukt garn med så små maskevidder ved prøvofiske i Eikesdalsvatnet. Trepigget stingsild er en viktig komponent i økosystemet i lavereliggende innsjøer langs kysten, da den vanligvis er det byttedyret laksefisk først kan ta når de eventuelt går over på fiskeføde (jfr. Jonsson & Borgstrøm 2000).

Den ordinære fisketiden i Auravassdraget er fra 1. juni til 31. august, og det kan fiskes etter innlandsfisk i samme tidsrom. Det anbefales å fiske betydelig hardere med garn etter både aure og røye i Eikesdalsvatnet. Ut fra bestandsstrukturen hos aure, bør beskatningen foregå med 29-35 mm garn (22-18 omfar). Dersom det fiskes mer spesifikt etter røye, som f.eks på gyteplasser eller i dypere områder, synes 29 mm å være passe maskevidde. Elles bør en tilrettelegge for økt fritidsfiske med dorg og stang blant tilreisende turister.

6 Referanser

- Allen, K.R. 1966. A method of fitting growth curves of the von Bertalanffy type to observed data. J. Fish. Res. Bd Can. 23: 163-179.
- Anonym 1915. Dybdekart over Eikesdalsvatnet. Kartlagt av dr. Olaf Devik over et originalkart på Retan gard. Oppmålinger utført omkring 1910-15. (NVE Hydrologisk avdeling).
- Appelberg, M., Berger, H.M., Hesthagen, T., Kleiven, E., Kurkilahti, M., Raitaniemi, J. & Rask, M. 1995. Development and intercalibration of methods in Nordic freshwater fish monitoring. Water, Air and Soil Pollution 85: 401-406.
- Bjørn, B. 1996. Fiskeribiologiske undersøkingar i regulerte vassdrag i Sunndal, Rauma og Nesset. Reguleringsmagasin, Statkraft. Holbuvatnet, Reinsvatnet, Osbuvatnet, Eikesdalsvatnet, Store Sandgrovvatnet, Nedre Sandgrovvatnet, Glutervatnet, Mongevatnet, Rångåvatnet. Fylkesmannen i Møre og Romsdal, Miljøvernavdelinga, Rapport 4-1996. 42 s.
- Hegge, O., Devo, B.K., Skurdal, J. & Hessen, D.O. 1989. Habitat utilization by sympatric Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) and brown trout (*Salmo trutta*) in Lake Atnsjøen, south-east Norway. Freshwat. Biol. 22: 143-152.
- Hessen, D. O. & Walseng, B. 2008. The rarity concept and the commonness of rarity in freshwater zooplankton. Freshwater Biology 53: 2026-2035.
- Hesthagen, T., Hindar, K., Jonsson, B., Ousdal, J.-O. & Holthe, H. 1995. Effects of acidification on normal and dwarf Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.) in a Norwegian lake. Biol. Conserv. 74:115-123.
- Hesthagen, T., Johnsen, S.I., Fløystad, L., Saksgård, R. & Ugedal, O. 2008. Fiskebiologiske undersøkelser i regulerte innsjøer i Aura- og Gryttenvassdraget høsten 2007. NINA Rapport 343. 56 s.
- Hvidsten, N.A. & Gunnerød, T.B. 1978. Fiskeribiologiske undersøkelser i Litledalsvassdraget, Sunndal kommune. Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk. Reguleringsundersøkelsene. Rapport nr. 3-1978. 32 s.
- Jakobsen, H.H., Jensen, A.J., Johnsen, B.O., Møkkelgjerd, P.I. & Saksgård, L. 1992. Laks og sjøaure i Auravassdraget 1987-1990. NINA Forskningsrapport 27.
- Jensen, K.W. 1977. On the dynamics and exploitation of the population of brown trout, *Salmo trutta*, in Lake Øvre Heimdalsvatn, southern Norway. Rep. Inst. Freshwat. Res., Drottningholm 56: 18-69.
- Jensen, A.J. & Johnsen, B.O. 2005. Aurereguleringen og Takrenneoverføringen. Erfarte skader på fisk, tiltak og utredninger. NINA Rapport 100. 35 s.
- Jensen, A., Bjørstad, O.K., Bremset, G., Eide, O., Finstad, B., Hvidsten, N.A., Jensås, J.G., Johnsen, B.O. & Lund, E. 2010. Fiskebiologiske undersøkelser i Auravassdraget. Årsrapport 2009. NINA Rapport 574. 65 s.
- Jonsson, B. & Borgström, R. 2000. Fiskesamfunn i lavlandssjøer i Vest- og Midt-Norge. Side 83-88 i Borgström, R. & Hansen, L.P. (red.) Fisk i ferskvann. Landbruksforlaget, Oslo.
- Jonsson, B. & Jonsson, N. 2001. Polymorphism and speciation in Arctic charr. Journal of Fish Biology 58: 605-638.
- Karlsson, J. & Byström, P. 2005. Littoral energy mobilization dominates energy supply for top consumers in subarctic lakes. Limnology and Oceanography 50: 538-543.
- Kiljunen, M., Grey, J., Sinisalo, T., Harrod, C., Immonen, H. & Jones, R.I. 2006. A revised model for lipid-normalizing $\delta^{13}\text{C}$ values from aquatic organisms, with implications for isotope mixing models. Journal of Applied Ecology 43: 1213-1222.
- Klemetsen, A. & Amundsen, P.-A. 2000. Fiskesamfunn i nordnorske innsjøer. Side 89-101 i Borgström, R. & Hansen, L.P. (red.) Fisk i ferskvann. Landbruksforlaget, Oslo.
- Langeland, A., L'Abée-Lund, J.H., Jonsson, B. & Jonsson, N. 1991. Resource partitioning and niche shift in Arctic charr *Salvelinus alpinus* and brown trout *Salmo trutta*. J. Animal Ecol. 60: 895-912.
- Møkkelgjerd, P.I. & Jensen, A.J. 1987. Reguleringer i Auravassdraget – Oppsummering og forslag til tiltak for fisket. DN Rapport, Reguleringsundersøkelsene 10-1987. 160 s.
- Nøst, T. & Breiten, J. 1997. Standardisering av måle- og biomasseberegningsmetoder for dyreplankton, bunndyr, overflateinsekter og fisk i ferskvann. NINA Oppdragsmelding 480. 19 s.
- Post, D.M. 2002. Using stable isotopes to estimate trophic position: models, methods, and assumptions. Ecology 83: 703-718.
- Rosseland, B.O., Balstad, P., Mohn, E., Muniz, I.P. & Sevaldrud, I.H. 1979. Bestandsundersøkelser. DATAFISK-SNSF-77. SNSF- prosjektet Teknisk Notat 45/79. 1432-Ås.

- Saksgård, R. & Hesthagen, T. 2004. A 14-year study of habitat use and diet of brown trout (*Salmo trutta*) and Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) in Lake Atnsjøen, a subalpine Norwegian lake. *Hydrobiologia* 521: 187-199.
- Ugedal, O., Forseth, T. & Hesthagen, T. 2005. Garnfangst og størrelse på gytefisk som hjelpemiddel i karakterisering av aurebestander. NINA rapport 73. 52 s.
- Von Bertalanffy, L. 1938. A quantitative theory of organic growth. *Human Biol.* 10: 181-213.
- Vander Zanden, M.J. & Rasmussen, J.B. 1999. Primary consumer $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ and the trophic position of aquatic consumers. *Ecology* 80: 1395-1404.
- Vander Zanden M.J. & Rasmussen, J.B. 2001. Variation in $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ trophic fractionation: implications for aquatic food web studies. *Limnol. Oceanogr.* 46: 2061-2066.

NINA Rapport 343

ISSN:1504-3312

ISBN: 978-82-426-1907-5



Norsk institutt for naturforskning

NINA hovedkontor

Postadresse: 7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, 7047 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

Organisasjonsnummer: NO 950 037 687 MVA

www.nina.no