

# 864 Fiskesamfunnet i Aursunden, Røros kommune

NINA Rapport

Stein Ivar Johnsen  
Odd Terje Sandlund  
John Gunnar Dokk  
Jon Museth  
Sigurd Rognerud  
Karl Øystein Gjelland  
Ingeborg Palm Helland  
Tron Steffen Westberg



## **NINAs publikasjoner**

### **NINA Rapport**

Dette er en 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.

# Fiskesamfunnet i Aursunden, Røros kommune

Stein Ivar Johnsen  
Odd Terje Sandlund  
John Gunnar Dokk  
Jon Museth  
Sigurd Rognerud  
Karl Øystein Gjelland  
Ingeborg Palm Helland  
Tron Steffen Westberg

Johnsen, S.I., Sandlund, O.T., Dokk, J.G., Museth, J., Rognerud, S., Gjelland, K.Ø., Helland, I.P. & Westberg, T.S. 2012. Fiskesamfunnet i Aursunden, Røros kommune - NINA Rapport 864. 47 s. + vedlegg

Lillehammer, oktober 2012

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-2459-8

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

[Åpen]

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Stein Ivar Johnsen

KVALITETSSIKRET AV

Jostein Skurdal

ANSVARLIG SIGNATUR

Jostein Skurdal

OPPDRAGSGIVER(E)

Glommen og Laagens brukseierforening (GLB)

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER

Trond Taugbøl

FORSIDEBILDE

Odd Terje Sandlund

NØKKEWORD

- Norge, Sør-Trøndelag, Røros kommune, Aursunden
- Sik, ørret, røye, harr, abbor, lake, ørekyt
- Fiskebiologisk undersøkelse

KEY WORDS

- Norway, County of Sør-Trøndelag, Røros municipality
- Whitefish, brown trout, arctic char, grayling, perch, burbot, minnow

#### KONTAKTOPPLYSNINGER

##### **NINA hovedkontor**

Postboks 5685 Sluppen  
7485 Trondheim  
Telefon: 73 80 14 00  
Telefaks: 73 80 14 01

##### **NINA Oslo**

Gaustadalléen 21  
0349 Oslo  
Telefon: 73 80 14 00  
Telefaks: 22 60 04 24

##### **NINA Tromsø**

Framsenteret  
9296 Tromsø  
Telefon: 77 75 04 00  
Telefaks: 77 75 04 01

##### **NINA Lillehammer**

Fakkeltgården  
2624 Lillehammer  
Telefon: 73 80 14 00  
Telefaks: 61 22 22 15

[www.nina.no](http://www.nina.no)

## Sammendrag

Johnsen, S.I., Sandlund, O.T., Dokk, J.G., Museth, J., Rognerud, S., Gjelland, K.Ø., Helland, I.P. & Westberg, T.S. 2012. Fiskesamfunnet i Aursunden, Røros kommune - NINA Rapport 864. 47 s. + vedlegg

Etter at Aursunden ble regulert i 1923, er det gjennomført flere fiskebiologiske undersøkelser. Det er imidlertid ikke gjort noen større fiskeundersøkelse de siste 10 årene. Det var derfor ønskelig med en ny oppdatert status av fiskesamfunnet i Aursunden, med et særlig fokus på sik-, ørret- og røyebestandene. De viktigste momentene har vært betydningen av næringskonkurranse, habitatbruk og predasjon.

Fiskesamfunnet i Aursunden synes i liten grad å ha endret seg siden undersøkelsene på midten av 1970-tallet. Den største forskjellen synes å være at røyebestanden, fra å være kraftig redusert som følge av tap av gyteplasser etter regulering og introduksjon av sik, nå nærmest er borte fra Aursunden. Undersøkelsen i 2011 gav følgende hovedfunn:

- Siken dominerer i alle habitater.
- Sikbestanden er lite beskattet, og består av en stor andel gammel fisk.
- Røya er nærmest fraværende i fangstene (både i prøvefiske og lokalt fiske).
- Med unntak av noen få fiskespisende ørret som ble fanget pelagialt ble det kun fanget ørret i strandsonen. Ørretbestanden er relativt tynn, men sammenlignet med bestander i andre tilsvarende innsjøer (både regulerte og uregulerte) er bestanden relativt god.
- Det er relativt store gyte- og oppvekstområder for ørret i innløpselver i Brekkfjorden og i Molinga.
- Harrbestanden er fåtallig, og synes å være knyttet til strandnære områder i nærhet til de store elvene (særlig Glåma) i Brekkfjorden. Lake og abbor forekommer sporadisk.
- Det viktigste tiltaket for å bedre forholdene for sik, røye og ørret er et hardt fiske på sikbestanden. Et årlig fangstuttak på inntil 25 tonn sik anses som gunstig i de første 2-3 årene, men vil kanskje være et høyere beskatningstrykk enn bestanden kan bære i det lange løp. Legger vi føre var-prinsippet til grunn, bør en bærekraftig beskatning av sikbestanden i Aursunden deretter holdes under 15 tonn i året. Et hardt fiske på sikbestanden kan potensielt føre til:
  - bedre vekst og kvalitet på siken
  - redusert konkurranse mellom sik og røye, og dermed bedre forhold for røye
  - redusert konkurranse mellom sik og ørret i strandsonen
  - økt rekruttering av sik og dermed økt forekomst av egnet byttefisk for stor ørret
- Bedre forhold for ørret generelt, samt større sannsynlighet for flere storvokste ørret vil også gjøre Aursunden mer attraktiv som sportsfiskedestinasjon.
- Det anbefales ikke å sette ut fisk (ørret eller røye) før sikbestanden er redusert og effekten av dette er evaluert.
- For å evaluere det igangsatte næringsfisket etter sik anbefaler vi at:
  - Det tas ut totalt 30 sik i året fra det pågående næringsfiske fra maskeviddene 35, 39 og 45 mm (flytegarn) for analyse av kvalitet, vekst og alder. 30 tilfeldige sik hvis det brukes storruse.

- Det gjennomføres et nytt prøvafiske i 2014 (tre år etter oppstart av næringsfisket). Det anbefales at ekkoloddregistreringer også innlemmes i denne undersøkelsen.
- Årlig uttak av sik registreres (vekt og antall).

Stein Ivar Johnsen, Norsk Institutt for Naturforskning, Fakkeldgården 2624 Lillehammer, [stein.ivar.johnsen@nina.no](mailto:stein.ivar.johnsen@nina.no)

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>3</b>
<b>Innhold</b>	<b>5</b>
<b>Forord</b>	<b>7</b>
<b>1 Innledning</b>	<b>8</b>
<b>2 Områdebeskrivelse</b>	<b>9</b>
2.1 Reguleringen og fiskesamfunnet	9
2.2 Fiskeundersøkelser og fiskeutsetninger	9
<b>3 Materiale og metode</b>	<b>10</b>
3.1 Datainnsamling	10
3.1.1 Prøvefiske med garn	10
3.1.2 Ekkoloddregistreringer	11
3.1.3 Næringsfiske etter sik og begrenset prøvefiske i Botnet	13
3.1.4 Ungfiskregistreringer og bekkebefaringer	13
3.1.5 Fangstregistreringer	13
3.1.6 Zooplankton	13
3.2 Prøvetaking og analyser	13
3.2.1 Lengde og vekt	14
3.2.2 Alder og vekst	14
3.2.3 Vekstmodell og kjønnsmodning hos sik	14
3.2.4 Overlevelse	14
3.2.5 Diett	15
3.2.6 Stabile isotoper	15
3.2.7 Gjellestaver hos sik	15
<b>4 Resultater</b>	<b>17</b>
4.1 Fiskeartenes fordeling og relative tetthet i innsjøen	17
4.1.1 Bunn garn	17
4.1.1.1 Strandsonen	17
4.1.1.2 Semiprofundal sone (10-20 m langs bunn)	17
4.1.1.3 Profundalsonen	17
4.1.2 De frie vannmasser (pelagialen)	18
4.1.2.1 De øvre vannlag (0-6 m)	18
4.1.2.2 Dypere vannlag (15-21 m)	19
4.2 De enkelte fiskeartene	19
4.2.1 Sik	19
4.2.1.1 Lengdefordeling i ulike habitat	19
4.2.1.2 Vekst, alder, kjønnsmodning, kondisjon og overlevelse	20
4.2.1.3 Gjellestaver	23
4.2.2 Ørret	24
4.2.2.1 Lengde- og aldersfordeling	24
4.2.2.2 Vekst, kjønnsmodning og kondisjon	25
4.2.3 Røye	26
4.2.4 Harr	27
4.3 Ekkoloddregistreringer	28
4.4 Diett og energistrøm	30
4.4.1 Mageprøver	30
4.4.1.1 Sik	30
4.4.1.2 Ørret	31

4.4.1.3 Røye .....	31
4.4.1.4 Harr .....	31
4.4.2 Stabile isotoper .....	33
4.5 Zooplankton .....	36
4.6 Ungfiskregistreringer og bekkebefaringer .....	37
<b>5 Diskusjon.....</b>	<b>40</b>
5.1 Habitatbruk og fangster .....	40
5.2 Næringskjeden i Aursunden .....	40
5.3 Historiske endringer i fiskesamfunnet og sammenligning med andre innsjøer.....	42
5.4 Forvaltning av fiskebestandene.....	43
<b>6 Referanser .....</b>	<b>45</b>
<b>7 Vedlegg.....</b>	<b>48</b>



## Forord

Introduksjon av sik i 1913 og reguleringen i 1923 førte til store endringer i fiskesamfunnet i Aursunden. Det har blitt gjennomført flere undersøkelser etter reguleringen, men det er ikke gjort noen større fiskeundersøkelse de siste 10 årene. Det var derfor ønskelig med en ny oppdatert status av fiskesamfunnet i Aursunden, med et særlig fokus på sik-, ørret- og røyebestandene.

Vi vil rette en stor takk til Aursundsjøens Fiskeforening ved Tore Evavold, Bjørn Sandnes og Francis Konow for stort engasjement, uvurderlig feltinnsats og god kommunikasjon gjennom hele prosjektperioden. En stor takk rettes også til Svein Birger Wærvågen for analyse av zooplankton. Til slutt rettes en takk til Trond Taugbøl i Glommens og Laagens Brukseierforening (GLB) og Aursundsjøens Fiskeforening for initiering og finansiering av prosjektet. NINA har bidratt med midler til gjennomføring av ekkoloddregistreringer.

Databearbeiding og rapportering har vært et samarbeid mellom NINA og NIVA.

I rapporten foreslår vi justeringer av avbøtende tiltak og fiskeregler. Disse justeringene bør evalueres i årene som kommer gjennom overvåking og nye fiskeundersøkelser.

25.9.2012

Stein Ivar Johnsen  
Prosjektleder

# 1 Innledning

Mange av de store og dype innsjøene på Østlandet har et karakteristisk fiskesamfunn dominert av laksefiskarter, slik som sik, røye og ørret (Sandlund og Næsje 2000). Tilstedeværelsen av disse artene er i stor grad et resultat av hvordan de ulike fiskeartene koloniserte Norge etter siste istid (Huitfeldt-Kaas 1918), men enkelte arter har også blitt satt ut i mange vann. Ofte er siken den dominerende arten ute i vannmassene i disse innsjøene og den livnærer seg i stor grad av dyreplankton. Røya derimot har ofte en mer beskjeden posisjon noe som skyldes at den er underlegen siken i konkurransen om planktonføden. I innsjøer hvor sik er introdusert går ofte avkastningen av røye kraftig tilbake (Museth mfl. 2007). Ørretbestandene i disse sjøene er ofte karakterisert ved at større eller mindre deler av bestanden slår over på fiskediett og blir storvokste. Andelen ørret som blir fiskespisere og gjennomsnittstørrelsen ved gyting varierer mye fra innsjø til innsjø (Jonsson mfl. 1999), noe som blant annet skyldes variasjon i arts-sammensetning og størrelsesstruktur hos potensielle byttefiskbestander.

Flere av de større innsjøene er også regulert, og vannstandsendingene som følge av reguleringene påvirker fiskeartene ulikt. Høstgytende arter som vanligvis gyter i selve innsjøen, f.eks. røye og sik, blir ofte mer skadelidende enn vårgytere (f.eks. harr, abbor og gjedde) og elvegytende arter som ørret. Dette gjelder særlig hvis tidligere gyteområder i innsjøen blir liggende over laveste regulerte vannstand, noe som medfører tørrlegging av gyteområdene når innsjøen blir tappet ned (f.eks. Johnsen mfl. 2011). I tillegg til effekter på gyteområdene vil også reguleringssonen bli negativt påvirket ved at næringsdyrproduksjonen blir redusert (Grimås 1962).

Aursunden er en av de større innsjøene på Østlandet. Fra å være en røyedominert innsjø, endret fiskesamfunnet seg betydelig etter introduksjonen av sik i 1913 og reguleringen i 1924. Det har blitt gjennomført flere undersøkelser etter reguleringen, men det er ikke gjort noen større fiskeundersøkelse de siste 10 årene.

Formålet med denne undersøkelsen har vært å gi en grundig statusbeskrivelse av fiskesamfunnet i Aursunden. Sik, røye og ørret er viet størst oppmerksomhet, og vi har sett nærmere på betydningen av både næringskonkurranse, habitatbruk og predasjon. Habitatbruk og diett hos andre arter har imidlertid også blitt undersøkt. Resultatene fra Aursunden sammenlignes flere lignende sjøer på Østlandet, f. eks. Femund (Næsje mfl. 1992, Sandlund mfl. 1997), Sølensjøen (Museth mfl. 2007), Storsjøen (Museth mfl. 2008), Osensjøen (Linløkken og Sandlund 2003, Linløkken mfl. 2011), Mjøsa (Kjellberg og Sandlund 1983, Sandlund mfl. 1985, Taugbøl 1995) og Tyrifjorden (Qvenild mfl. 1983). En slik sammenlikning bidrar til en bedre forståelse av innsjøenes økosystem og et bedre grunnlag for forvaltning av fiskebestandene.

Hensikten med denne undersøkelsen var å:

- Gi en generell beskrivelse av fiskesamfunnet i Aursunden
- Beskrive og vurdere naturlig rekruttering av ørret i tilløpsbekkene
- Gi en oversikt over mulige tiltak for en bedre forvaltning av fiskebestandene i Aursunden, da særlig tiltak som kan øke avkastningen og bedre kvaliteten til sik, røye og ørret

## 2 Områdebeskrivelse

### 2.1 Reguleringen og fiskesamfunnet

Aursunden ble første gang regulert i 1923 med konsesjon gitt i kgl. res. av 13. mai 1921. Aursunden har en total reguleringshøyde på 5,9 meter, fordelt på 1,4 meter heving og 4,5 meter senkning. Ved HRV ligger Aursunden 691,1 moh. og har et overflateareal på 44 km<sup>2</sup>. Ved LRV blir 13 km<sup>2</sup> tørrlagt, og innsjøarealet er ca. 31 km<sup>2</sup>. Aursunden har et middeldyp på 13 meter, og det største registrerte dypet er 60 m.

Glommen og Laagens Brukseierforening (GLB), overtok Aursundenreguleringen fra staten og fikk ny konsesjon ved kgl. res. av 18. juli 1997.

Fiskesamfunnet består av sik, røye, ørret, harr, abbor, lake og ørekyt.

### 2.2 Fiskeundersøkelser og fiskeutsetninger

Før 1913 var Aursunden en innsjø dominert av røye og ørret. Sik ble etter sigende spredd til Aursunden under vårfloppen i 1913 etter å ha blitt satt ut i et nærliggende tjern noen år tidligere (Stensaas 1941). Det hevdes at røyebestanden opprettholdt en rimelig tetthet inntil reguleringen av innsjøen i 1923. De første årene etter 1923 gikk både sik- og røyefangstene kraftig tilbake. Etter hvert tok sikbestanden seg imidlertid opp igjen, mens røyebestanden hadde fått sin endelige knekk. Sannsynligvis førte vannstandsvariasjonene og erosjon i reguleringssona på seks meter til at de viktigste gyteplassene for røya ble ødelagt, i tillegg til at røye alltid får vanskelige leveforhold i relativt grunne innsjøer der det også finnes sik (Svårdson 1976, Sandlund mfl. 2010, 2012).

I perioden 1924-1931, ble det satt ut 32 000 ørretyngel og 45 000 røyeyngel hvert år (Koksvik 1999). Fra 1944 og frem til 1951 ble det satt ut yngel av både sik, røye og ørret, mens det i perioden 1952-1958 kun ble satt ut ørret og røye. Etter dette ble det satt ut røye og ørret (i snitt 11 000 ensomrige i året) frem til 1975. Fra 1976 og frem til 1994 ble det satt ut totalt 225 000 tosomrig ørret. I 1991 ble det også satt ut 10 000 tosomrig røye. En oversikt over utsetninger i Aursunden etter regulering er gitt i tabell 2.1. Vurderinger gjort i forbindelse med fiskeutsettingene har konkludert med at utsettingene (både av røye og ørret) i liten grad har bidratt til et bedre fiske (Koksvik 1999).

Tabell 2.1. Data er hentet fra Koksvik (1999) og fra brev av 29.06.2005 fra GLB.

Utsetningsperiode	Sik	Røye	Ørret
1924-1931	0	32 000 yngel/år	45 000 yngel/år
1944-1951	Antall ukjent	Antall ukjent	Antall ukjent
1952-1958	0	Antall ukjent	Antall ukjent
1961-1975	0	Antall ukjent	11 000 ensomrig/år
1976-1994	0	10 000 tosomrig*	225 000 tosomrige (tot)

\* satt ut i 1991

Det er gjennomført flere fiskeundersøkelser i Aursunden opp gjennom historien. De viktigste er: 1975 (Borgstrøm 1976), i 1988 og 1991 (Linløkken 1992), i 1992 (Langeland og Nøst 1993), og i 1995-1997 (Westberg 1999, 2011), samt en mindre undersøkelse i 2004 (Borgstrøm 2005).

## 3 Materiale og metode

### 3.1 Datainnsamling

#### 3.1.1 Prøvefiske med garn

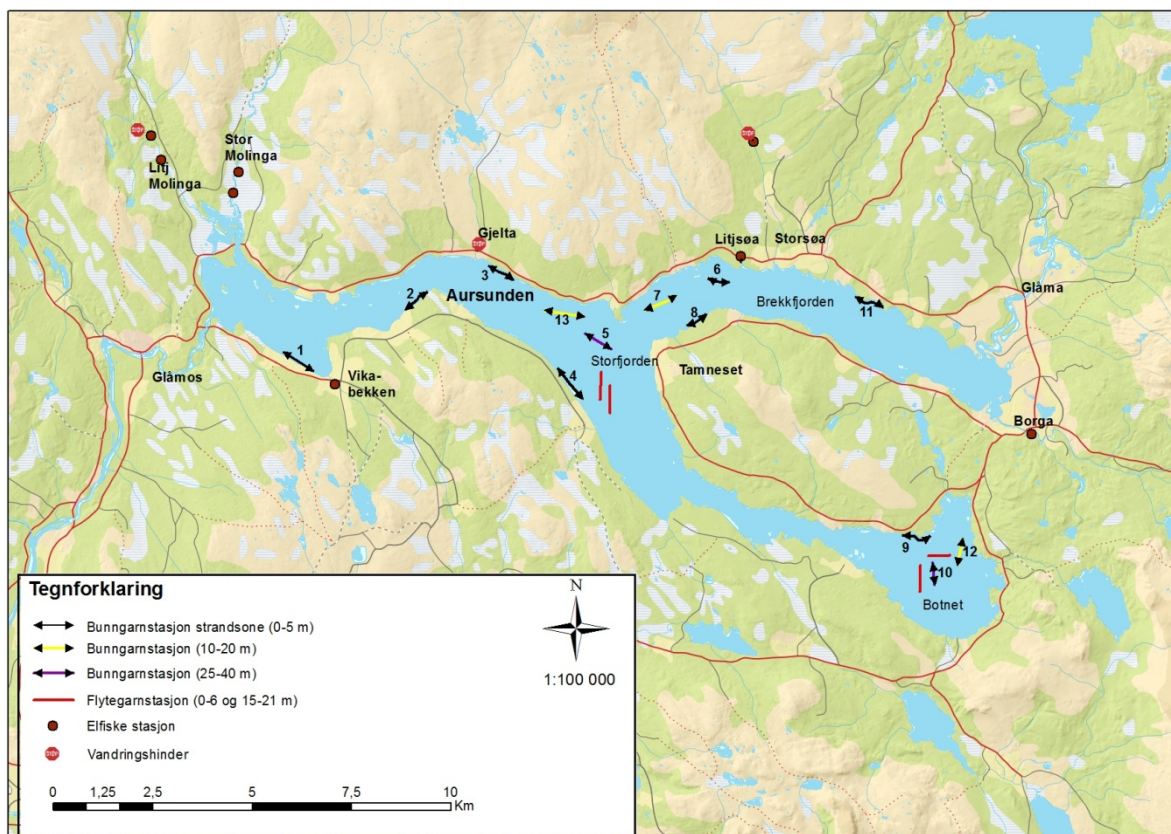
Prøvefisket ble gjennomført i midten av juni (14.6.-16.6.) og i slutten av august (22.8.-24.8.) i 2011.

I begge periodene ble det satt bunngarnserier i strandsonen (dybdeintervallet 0-10 meter), semi-profundalt (dybdeintervallet 10-20 meter) og profundalt (dybdeintervallet > 25 meter). Hver serie besto av 11 bunngarn (1,5x25 meter) med maskevidder 10, 12, 16, 2x21, 26, 29, 35, 39, 45 og 52 mm. En oversikt over innsatsen i de ulike periodene er gitt i **tabell 3.1**, mens plassering av stasjoner er gitt i **figur 3.1**. Fangstene ble standardisert for innsats som CPUE (catch per unit effort, eller fangst pr innsatsenhet), gitt i antall fisk fanget pr 100 kvadratmeter garn pr natt (# fisk 100 m<sup>-2</sup> natt<sup>-1</sup>).

I begge periodene ble det også fisket med flytegarn i dybdeintervallet 0-6 meter og 15-21 meter. I juni ble det benyttet garnserier bestående av 6 meter dype og 25 meter lange garn med maskeviddene: 16, 19, 22.5, 26, 29, 35, 39 og 45 mm. I august ble det benyttet oversiktsgarn (6x30 meter) med 12 integrerte maskevidder; 5, 6.25, 8, 10, 12.5, 15.5, 19.5, 24, 29, 35, 43 og 55 mm. En oversikt over innsatsen i de ulike periodene er gitt i **tabell 3.1**, mens plassering av stasjoner er gitt i **figur 3.1**.

*Tabell 3.1. Oversikt over antall garnnetter og garnareal under prøvefisket i Aursunden i 2010. En oversikt over plassering av stasjoner for prøvefisket er gitt i **figur 3.1**.*

Garntype	Juni		August	
	Antall garnnetter (serier)	Garnareal (m <sup>2</sup> )	Antall garnnetter (serier)	Garnareal (m <sup>2</sup> )
Bunngarn (10-52 mm, 0-10 m)	77 (7)	2888	44 (4)	1650
Bunngarn (10-52 mm, 10-20 m)	11 (1)	413	22 (2)	825
Bunngarn (10-52 mm, > 25 m)	22 (2)	825	11 (1)	413
Flytegarn (16-45 mm, 0-6 m)	16 (2)	2400	-	-
Flytegarn (16-45 mm, 15-21 m)	16 (2)	2400	-	-
Flytegarn (Nordic, 0-6 m)	-	-	3	540
Flytegarn (Nordic, 15-21 m)	-	-	3	540
Total	142	8926	83	3968



**Figur 3.1.** Oversikt over prøvefiskestasjoner for garn i Aursunden og elektrofiske i innløpselver. Vandringshindre for ørret er også markert i kartet.

### 3.1.2 Ekkoloddregistreringer

Parallelt med garnfiske i august ble fiskesamfunnet undersøkt med Simrad EY60 vitenskapelig ekkolodd. Ekkoloddet opererte med 200 kHz og en compositt-svinger med sirkulær 7°<sub>-3dB</sub> åpningsvinkel. Ekkoloddet ble brukt fra båt med både vertikalt og horisontalt rettet lydstråle. Den vertikalt rettede lydstrålen gir god informasjon om tetthet, størrelses- og dybdefordeling, mens den horisontalt rettede lydstrålen gir god informasjon om fisketettheter i vannlagene nært overflaten, der den vertikale lydstrålen har en «blindsoner». Sendestyrken som ble brukt var 120 W, med en pulslengde på 128 µs. Pingintervallet var 0,15 og 0,20 s for henholdsvis de vertikale og horisontale undersøkelsene. Ekkoloddet ble kalibrert i Aursunden samme dag som undersøkelsene startet. Alle ekkoloddtransektene ble kjørt om natten for å sikre mest mulig oppløste fiskeforekomster og lite unnvikelse. Totalt ble det analysert 38 km med vertikale undersøkelser, og ca. 10 km med horisontale undersøkelser. Samlet gir dette en dekningsgrad på 7,2, som anses som en god dekningsgrad (dekningsgrad er her definert som undersøkt distanse dividert med kvadratroten av innsjøens areal). Rådata ble lagret underveis, og analysert for fisketetthet og størrelsesdistribusjon i ettertid. Ved etterprosesseringen av dataene ble  $S_v$ -terskel satt til -66 dB, basert på Eckmann-tersking (Eckmann 1998; Balk & Lindem 2006). Terskel for målstyrken (TS, target strength) ble satt til -60 dB. Tetthetsanalysene ble basert på TS/ $S_v$ -skalering (Bodhold 1990; Balk & Lindem 2006), som er uavhengig av funksjoner som beskriver forholdet mellom lengde og vekt. For å gi estimer av lengdedistribusjon uavhengig av garnfangster, brukte vi følgende funksjon (heretter kalt Lindem-Sandlund-funksjonen) for å beskrive forholdet mellom fiskens lengde og ekkostyrke (Lindem & Sandlund 1984):

$$TS = 19.72 \cdot \log_{10}(L_T) - 68.08$$

Sammenligning mellom TS og fiskelengde ble kun utført for de vertikale ekkomålingene, der fisken kan forventes å ha en noenlunde vinkelrett orientering i forhold til lydstrålen. Fiskens ori-

entering har en sterk innvirkning på målstyrken. Ved horisontal bruk av lydstrålen er fiskens orientering ukjent, og målstyrkemålinger fra horisontalt rettet ekkolodd kan derfor ikke brukes som et mål for fiskestørrelse. TS-fordelinga fra de vertikale undersøkelsene ble omgjort til lengdefordeling gjennom Lindem-Sandlund-funksjonen. Siden disse resulterende lengdegruppene var logaritmisk fordelt, ble de integrert på en lineær lengdeskala, interpolert, og fordelingen deretter tilbakekalkulert til cm-grupper for sammenligning med garnfangster.

I analysene ble tetthetene fra horisontale undersøkelsene antatt å være representative for dybdeintervallet 0-4 m. I de vertikale analysene ble dybdeintervallet fra 4 m til 0,2 m over bunnen undersøkt. Ekkoloddtransektene og de statistiske analysene av dataene var basert på et stratifisert design, det vil si at gjennomsnittlig tetthet og variasjon først ble beregnet for Botnet, Brekkfjorden og Storfjorden som områder hver for seg (kalt stratum), og resultatene av disse analysene ble så brukt til å beregne den gjennomsnittlige tettheten og variasjonen for hele Aursunden. Fordi det ble kjørt færre horisontale enn vertikale transekter, ble de gjennomsnittlige arealtetthetene fra de horisontale analysene innenfor hvert stratum lagt til arealtetthetene fra de vertikale transektene innenfor hvert stratum. Deretter ble vektet gjennomsnittlig arealtetthet  $\bar{F}_h$  innenfor hvert stratum  $h$  beregnet etter formelen:

$$\bar{F}_h = \sum_{i=1}^n d_i \cdot F_i / \sum_{i=1}^n d_i$$

der  $F_i$  er tettheten langs transektet  $i$ ,  $d_i$  er transektlengden, og  $n$  er antallet transekter i stratumet. Den vektete variansen ble så beregnet etter formelen (Shotton & Basigos 1984):

$$Var(\bar{F}_h) = \sum_{i=1}^n (F_i - \bar{F}_h)^2 \cdot d_i / \left[ (n-1) \sum_{i=1}^n d_i \right]$$

Den totale gjennomsnittlige tettheten  $\bar{F}$  ble vektet for størrelsen  $A_h$  for stratum  $h$  i forhold til det totale arealet  $A$ , og den totale variansen ble så beregnet med følgende formel (Cochran 1977):

$$Var(\bar{F}) = \sum_{h=1}^l [(A_h/A)^2 \cdot Var(\bar{F}_h)]$$

Grenseverdiene  $CL$  for 95 % konfidensintervaller for gjennomsnittsverdiene ble beregnet utfra en antagelse om at estimerte tettheter vil ha en poissonfordeling, og følgende formel ble brukt (Jolly & Hampton 1990):

$$CL = \bar{F} [1 + Var(\bar{F})/\bar{F}^2] \pm 2\sqrt{Var(\bar{F})}$$

Estimer for biomasse ble oppnådd ved å multiplisere gjennomsnittlig fisketetthet med gjennomsnittsvekta for fisken. Gjennomsnittsvekta for sik ble estimert ved en fangstbasert metode og ved en TS-basert metode. For den fangstbaserte metoden ble gjennomsnittsvekta fra garnfangstene (korrigert for innsats) brukt. For den TS-baserte metoden ble TS-fordelinga omgjort til lengdefordeling slik beskrevet over. Deretter ble sammenhengen mellom lengde og vekt for sik fra garnfangster beregnet, og den resulterende funksjonen brukt til å beregne gjennomsnittlig vekt i hver cm-klasse. Deretter ble den totale gjennomsnittsvekta i funnet gjennom å multiplisere den relative andelen registreringer i hver cm-gruppe (TS-basert) med tilhørende vekt, og så å summere produktene. For å beregne total biomasse i dybdeintervallene 0-10 m og dypere enn ti meter brukte vi arealene oppgitt fra dybdekartet (**vedlegg 3**) hhv. 43,7 og 25 km<sup>2</sup>.

### 3.1.3 Næringsfiske etter sik og begrenset prøvfiske i Botnet

I tillegg til prøvfisket, ble det samlet inn enkeltfisk av ørret, røye, harr, lake og ørekyt fra lokale fiskere i Brekkfjorden/Storfjorden og fra et spesifikt fiske med oversiktsgarn og enkeltgarn med maskevidder  $\leq 21$  mm på dypere områder i Botnet. Dette ble gjort for å supplere isotop-, alder- og vekstanalysene med arter/størrelsesgrupper som det ble fanget lite av under prøvfisket (røye, harr, lake, ørekyt og stor ørret). En oversikt over dette materialet er gitt i tabell 3.2.

**Tabell 3.2.** Oversikt over antall og lengdeintervall for ulike fiskearter som ble samlet inn i 2011 utenom det ordinære prøvfisket.

Art	Periode	Område	Antall	Lengdeintervall (mm)
Ørret	Aug/sept	Storfjorden/Brekkfjorden	8	470-850
Røye	Aug/sept	Brekkfjorden/Botnet	8	158-355
Harr	Aug/sept	Brekkfjorden	2	338-375
Lake	Aug/sept	Brekkfjorden/Botnet	3	212-497
Ørekyt	Aug/sept	Botnet	12	57-88

### 3.1.4 Ungfiskregistreringer og bekkebefaringer

Flere av innløpselvene til Aursunden ble befart for å vurdere gyte- og oppvekstforholdene til ørret. I tillegg til befaring ble det også fisket med elektrisk fiskeapparat for å se på tettheten av ungfisk. Det ble elektrofisket på oppmålt areal. All fisk ble artsbestemt og lengdemålt i felt til nærmeste mm. I Borga ble antall fisk ble beregnet ut fra avtak i fangst ved tre gangers overfisking av samme areal, "successive removal" (Zippin 1958). De andre stasjonene ble avfisket én gang, og tettheten av ørret ble beregnet ved å sette fangbarheten  $p=0,5$ . Dette er en tilnærming som kan brukes ved lave tettheter (Forseth & Forsgren 2008), da estimert fangbarhet i små bestander ofte er svært usikker og preget av tilfeldigheter (Bohlin et al. 1989). Elektrofisket ble gjennomført den 29. og 30. september 2011.

### 3.1.5 Fangstregistreringer

Det ble samlet inn fangststatistikk og opplysninger fra sikfiskere i Aursunden. Denne statistikken er i hovedsak brukt til vurderinger knyttet til maskeviddebruk og totalt uttak av sik.

### 3.1.6 Zooplankton

I forbindelse med prøvfiske i august ble zooplankton (dyreplankton) innsamlet med en planktonhåv som var 30 cm i diameter og med 90  $\mu$ m maskevidde. Det ble tatt vertikale håvtrekk fra 35 meter (bunn) og opp til overflaten. Copepoder (hoppekreps) og cladocerer (vannlopper) ble bestemt til art, og et representativt antall individer ble talt opp.

## 3.2 Prøvetaking og analyser

All fisk ble lengdemålt og veid til nærmeste gram, unntatt ørekyt hvor all fisk ble lengdemålt. Fiskelengde er målt til nærmeste millimeter som naturlig fiskelengde (Ricker 1979), dvs. fra snutespiss til ytterste haleflik i naturlig utstrakt stilling. Kjønn og modningsstadium er bestemt etter Dahl (1917). Det ble tatt ut mager for diettanalyser fra sik, ørret, røye og harr.

Det ble tatt ut vevsprøver til analyse av stabile isotoper fra sik, ørret, røye, harr, lake, abbor og ørekyt. Det ble i tillegg samlet inn zooplankton og bunndyr (skivesnegl og vanninsekter) til analyse av stabile nitrogen- og karbonisotoper (se kap. 3.2.6).

### 3.2.1 Lengde og vekt

Forholdet mellom lengde og vekt (fiskens kondisjon;  $k$ ) er beskrevet ved:

$$k = V * \frac{100}{L^3}, \text{ der } V=\text{vekt i gram og } L=\text{lengde i mm.}$$

### 3.2.2 Alder og vekst

Aldersbestemmelse av sik, røye, ørret og harr er gjort fra otolitter. For ørret er lengdeveksten tilbakeberegnet fra skjellradiene, basert på direkte proporsjonalitet mellom fiskelengde og skjellradius (Lea 1910).

### 3.2.3 Vekstmodell og kjønnsmodning hos sik

For fisk som vokser relativt raskt fram til kjønnsmodning, men med sterkt avtakende vekst etter første gyting, er van Bertalanffys vekstmodell en velegnet modell for å beskrive fiskens vekst (van Bertalanffy 1938). Denne modellen beregner asymptotisk lengde ( $L_{\infty}$ ), som er den lengden gjennomsnittsfisken vil nå hvis den lever lenge, og vekstkoeffesienten ( $K$ ) som viser hvor brått fiskens vekst avtar mot den asymptotiske lengda. Jo høyere  $K$ -verdi, jo mer markert er avflatingen i vekst. I beregningen av vekstmodellen er alder satt til avlest alder pluss 0,5 år (1,5, 2,5, 3,5 år..osv.) da fisken er fanget i august, som er omtrent en halv vekstsesong etter siste vinter.

Alder ved kjønnsmodning ble for sik undersøkt med logistisk regresjon med kjønnsmodning som binær respons, og alder og kjønn som kovariabler. Alder ved kjønnsmodning ble definert som alder der 50 % av fisken var kjønnsmoden ifølge regresjonsmodellen.

### 3.2.4 Overlevelse

Overlevelsen ble beregnet for sik som var 8 år og eldre, utfra en statisk livshistorie-tilnærming. Den relative andelen overlevende  $S$  ved alder  $i$  ble beregnet ved å bruke CPUE-verdier for hver årsklasse fra og med 8 år og oppover:

$$S_i = CPUE_i / CPUE_8$$

Deretter ble overlevelsen modellert med følgende funksjon:

$$\hat{S}(\text{Alder}) = e^{-zt},$$

der  $z$  beskriver momentan dødsrate og  $t$  tiden (i år) fra 8 år og oppover. Årlig dødelighet  $A$  er da gitt ved sammenhengen

$$A = 1 - e^{-z},$$

og gjennomsnittlig  $u$  levetid for sik som har blitt 8 år eller mer er

$$u = z^{-1} + 8.$$

Overlevelsesestimer forutsetter lik fangbarhet i alle aldersgrupper. Selv om garnserien er laget for å fange alle størrelser av fisk, øker fangbarheten generelt med størrelse på fisken. Bakgrunnen for å modellere overlevelse kun for fisk fra 8 år og eldre var at disse endret seg lite i størrelse, og man kan derfor anta at garnselektiviteten for disse aldersgruppene var relativt lik.



### 3.2.5 Diett

Mageinnholdet ble dissekert ut og oppbevart dypfrys fram til analyse under binokularlupe på laboratoriet. Andelen av de ulike næringsdyrgruppene i mageinnholdet ble bestemt til volumprosent.

### 3.2.6 Stabile isotoper

Det er analysert stabile karbon- ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ) og nitrogen- ( $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ ) isotoper på prøver fra ørret, sik, røye, harr, ørekyt, abbor, zooplankton og bunndyr i Aursunden. Analysene ble utført ved Institutt for energiteknikk (IFE), Kjeller. På fisk ble muskelprøver tatt ut bak ryggfinnen. Prøvene ble tørket ved 60 °C i to døgn og homogenisert. For bestemmelse av isotopene ble 1 mg prøvemateriale veid inn og overført til en 5 x 9 mm tinnkapsel som så ble lukket og plassert i en Carlo Erba NCS 2500 elementanalysator. Prøvene ble forbrent med  $\text{O}_2$  og  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  ved 1700 grader og  $\text{NO}_x$  redusert til  $\text{N}_2$  med Cu ved 650 °C. Forbrenningsproduktene ble separert i en poraplot Q kolonne og overført direkte til et Micromass Optima isotop massespektrometer for bestemmelse av  $\delta^{13}\text{C}$  og  $\delta^{15}\text{N}$ . Duplikater ble analysert rutinemessig for hver tiende prøve. Forholdet mellom stabile isotoper av karbon og nitrogen ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ,  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ ) rapporteres i promille, og det benyttes betegnelsen  $\delta$  i henhold til følgende likning:  $\delta^{13}\text{C}$  eller  $\delta^{15}\text{N} (\text{‰}) = [ (R_{\text{prøve}} / R_{\text{standard}}) - 1 ] \times 1000$ , der R representerer forholdet mellom tung og lett isotop ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  eller  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ ). Alle isotopverdiene refereres til primære standarder. For karbon er dette et marint karbonat, Pee Dee Belemitt (Craig 1953), og for nitrogen atmosfærisk luft (Mariotti 1983). Internasjonale standarder analyseres samtidig med prøvene for hver tiende prøve.  $\delta^{15}\text{N}$ -resultatene kontrolleres med analyser av IAEA-N-1 og IAEA-N-2 standarder.  $\delta^{13}\text{C}$ -resultatene kontrolleres med analyser av USGS-24 grafitt standard. IFEs verdier kontrolleres også mot en husstandard av ørretfilet. Ettersom  $\delta^{13}\text{C}$  verdiene påvirkes av fettinnholdet må en normalisering foretas før konklusjoner kan trekkes om karbonkildene til næringsdyr og fisk. Dette gjelder særlig for næringsdyr, men også for enkelte fisk som storvokst røye og ørret. Denne normaliseringen er gjort i henhold til anbefalinger gitt i Post mfl. (2007). Prøver av zooplankton og ulike bunndyr er behandlet etter samme prosedyre.

Resultatene av stabile isotopanalyser fremstilles i biplott med  $\delta^{13}\text{C}$ -signaturen på x-aksen og  $\delta^{15}\text{N}$  signaturen langs y-aksen. Når det gjelder  $\delta^{13}\text{C}$ , er konsumenter i ferskvann (f.eks. fisk) bare marginalt anriket (0,2 ‰ per trofisk nivå) i forhold til dietten, mens forskjellen i  $\delta^{15}\text{N}$  er 3,4 ‰ per trofisk nivå. Derfor benyttes  $\delta^{13}\text{C}$  som en indikasjon på energikilden (type planter) som er det viktigste grunnlaget for fiskeproduksjonen, mens  $\delta^{15}\text{N}$  indikerer fiskens trofiske posisjon, og følgelig er godt egnet til å evaluere andelen av fiskespisere i bestandene. Forskjellene i  $\delta^{13}\text{C}$ -signatur hos plantene har sammenheng med ulike fysiologiske prosesser under fotosyntesen. Dette fører til at påvekstlger og moser, som er viktige primærprodusenter i strandsona, har høye  $\delta^{13}\text{C}$ -verdier (-18 - -22 ‰). På den annen side har planteplankton, som er grunnlaget for næringskjeden i de frie vannmassene, lave  $\delta^{13}\text{C}$ -verdier (-30 - -36 ‰). Landplantene, som f.eks. ved løvfall kan ha et viktig bidrag til næringskjeden både i bekker og elver og i strandsona i innsjøene, har middels lave  $\delta^{13}\text{C}$ -verdier (-26 - -29 ‰).

### 3.2.7 Gjellestaver hos sik

Siken kan i mange innsjøer opptre i flere ulike former, med blant annet ulik vekst, størrelse ved kjønnsmodning, gytetid, gytetid og habitatbruk. Dette er for eksempel tilfellet i Femund (Sandlund og Næsje 2000). På den annen side kan siken i andre store innsjøer opptre i bare én type, selv om den bruker mange gyteplasser (f.eks. Mjøsa; Sandlund og Næsje 2000). Den enkleste måten finne ut om det finnes flere typer sik i samme prøvefiskefangst er å telle antall gjellestaver.

Basert på antall gjellestaver fant Linløkken (1992) at det var to typer sik i Aursunden. En type med 29-30 gjellestaver, og type med 32-39 gjellestaver. Linløkken (1992) mente at dette kunne skyldes utsetting av sik fra ulike lokaliteter, men åpnet også for at det var gjort feil under prøve-

takingen. Det var derfor viktig å gjennomføre en ny undersøkelse med tanke på om det var flere typer sik i Aursunden. Det ble derfor samlet inn gjellebuer fra 16 sik fanget i strandsonen og 14 sik fanget i de frie vannmasser. Under prøvetakingen ble fremre venstre gjellebue klippet ut, og antall gjellestaver ble talt under binokularlupe.

## 4 Resultater

### 4.1 Fiskeartenes fordeling og relative tetthet i innsjøen

Det ble prøv fisket i juni og august med bunn garn på dyp fra 0-10 m (strandsonen), 10-20 m (semiprofundal sone) og > 25 m (profundalsonen). I tillegg ble det fisket med flyte garn i dybdeintervallet 0-6 m og 15-21 m. Totalt ble det fanget 493 fisk i juni og 267 fisk i august. Innsatsen var imidlertid betraktelig større i juni enn i august. Da det er brukt ulik innsats i de to periodene er figurene fremstilt som fangst (i antall eller gram) per 100 m<sup>2</sup> garnflate per natt (CPUE). En oversikt over innsats og fangst i de ulike habitatene og periodene er gitt i **vedlegg 1**.

#### 4.1.1 Bunn garn

##### 4.1.1.1 Strandsonen

Med unntak av ørekyte (se **tabell 3.2**) ble alle kjente arter for Aursunden fanget ved vårt prøvefiske i strandsona (**figur 4.1.1, vedlegg 1**). Totalt ble det fanget 153 fisk i strandsona i juni. I antall dominerte sik (CPUE<sub>antall</sub>=2,84) og ørret (CPUE<sub>antall</sub>=2,42) med henholdsvis 53,4 og 45,7 % av fangsten (**figur 4.1.1 a og c**). I tillegg til sik og ørret ble det kun fanget én abbor i strandsona i juni. I biomasse dominerte imidlertid sik, med 83,4 % (CPUE<sub>vekt</sub>=1349 g) av det totale fangstutbyttet (**figur 4.1.1 b**).

I august ble det totalt fanget 172 fisk i strandsonen. I antall dominerte sik (CPUE<sub>antall</sub>=6,91) med 66,3 % av fangsten, foran ørret (CPUE<sub>antall</sub>=2,85) med 27,3 % (**figur 4.1.1 a**). Av de andre artene utgjorde harr (CPUE<sub>antall</sub>=0,48) 4,65 % av de totale strandsonefangstene. I tillegg ble det fanget en fisk hver av røye, abbor og lake (**figur 4.1.1 c**). I biomasse dominerte sik (CPUE<sub>vekt</sub>=2828) med hele 84,4 % av fangstuttaket i august.

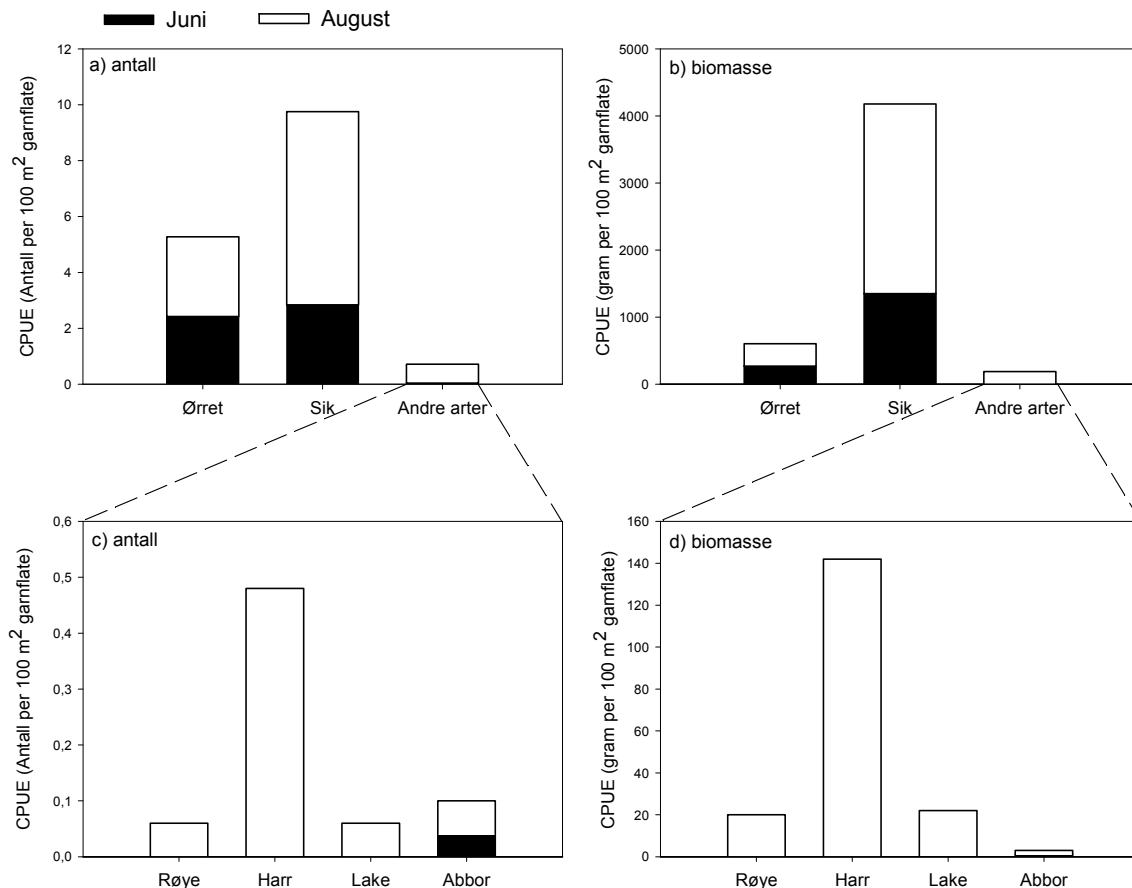
Den relative tettheten målt i antall og biomasse økte fra juni til august for alle arter (**figur 4.1.1 a-d**).

##### 4.1.1.2 Semiprofundal sone (10-20 m langs bunn)

I dette habitatet ble det i begge perioder kun fanget sik (**vedlegg 1**). I juni og august ble det henholdsvis fanget 3,88 og 6,79 sik per 100 m<sup>2</sup> garnflate per natt (CPUE<sub>antall</sub>). I biomasse utgjorde dette 366 og 1376 gram per 100 m<sup>2</sup> garnflate per natt (CPUE<sub>vekt</sub>).

##### 4.1.1.3 Profundalsonen

I denne sonen ble det også kun fanget sik. I både juni og august ble det fanget 2,67 sik per 100 m<sup>2</sup> garnflate per natt (CPUE<sub>antall</sub>). I biomasse utgjorde dette 198 og 258 gram per 100 m<sup>2</sup> garnflate per natt (CPUE<sub>vekt</sub>).



**Figur 4.1.1** Antall (a og c) og biomasse (b og d) av ulike fiskearter per 100 m<sup>2</sup> garnflate per natt i strandsonen i Aursunden i juni og august 2011.

#### 4.1.2 De frie vannmasser (pelagialen)

##### 4.1.2.1 De øvre vannlag (0-6 m)

Med unntak av en ørret på 3,7 kg fanget i juni, ble det kun fanget sik i dette habitatet (**vedlegg 1**). I juni ble det fanget 11,75 sik per 100 m<sup>2</sup> garnflate per natt, tilsvarende en  $CPUE_{vekt}=4059$  g. I august ble det benyttet nordiske oversiktsgarn, og sammenligningen med fangstene i juni må sees i lys av dette. På sammenlignbare maskevidder (16-43 mm i oversiktsgarna) ble det fanget 7,41 sik per 100 m<sup>2</sup> garnflate, tilsvarende en  $CPUE_{vekt}=2768$  g, noe som er lavere enn i juni.

Et mer reelt bilde får vi imidlertid ved å sammenligne fangstene fra prøvefiske i 35-45 mm i Storfjorden i juni med fangster gjort i tilsvarende maskevidder av lokale fiskere i området Storfjorden/Brekkefjorden i slutten av august. Disse tre maskeviddene sto for ca. 93 % av fangsten under prøvefisket i juni, og utgjorde 20,4 sik per 100 m<sup>2</sup> garnflate per natt. I august fanget de lokale fiskerne 24,2 sik per 100 m<sup>2</sup> garnflate per natt. Med andre ord synes det å være en liten økning i fangstene i de øvre vannlagene fra juni til august.

#### 4.1.2.2 Dypere vannlag (15-21 m)

Med unntak av en røye på 48 gram, ble det kun fanget sik i dette habitatet (**vedlegg 1**). I juni ble det fanget 0,79 sik per 100 m<sup>2</sup> garnflate per natt, tilsvarende en CPUE<sub>vekt</sub>=119 g. I august ble det benyttet nordiske oversiktsgarn, og sammenligningen med fangstene i juni må sees i lys av dette. På sammenlignbare maskevidder (16-43 mm i oversiktsgarna) ble det fanget 2,59 sik per 100 m<sup>2</sup> garnflate per natt, tilsvarende en CPUE<sub>vekt</sub>=634 g. I motsetning til pelagiske fangster fra 0-6 meter, økte fangstene på 15-21 meter til tross for bruk av oversiktsgarn. Med andre ord synes det klart at den relative tettheten av sik økte i dette habitatet fra juni til august.

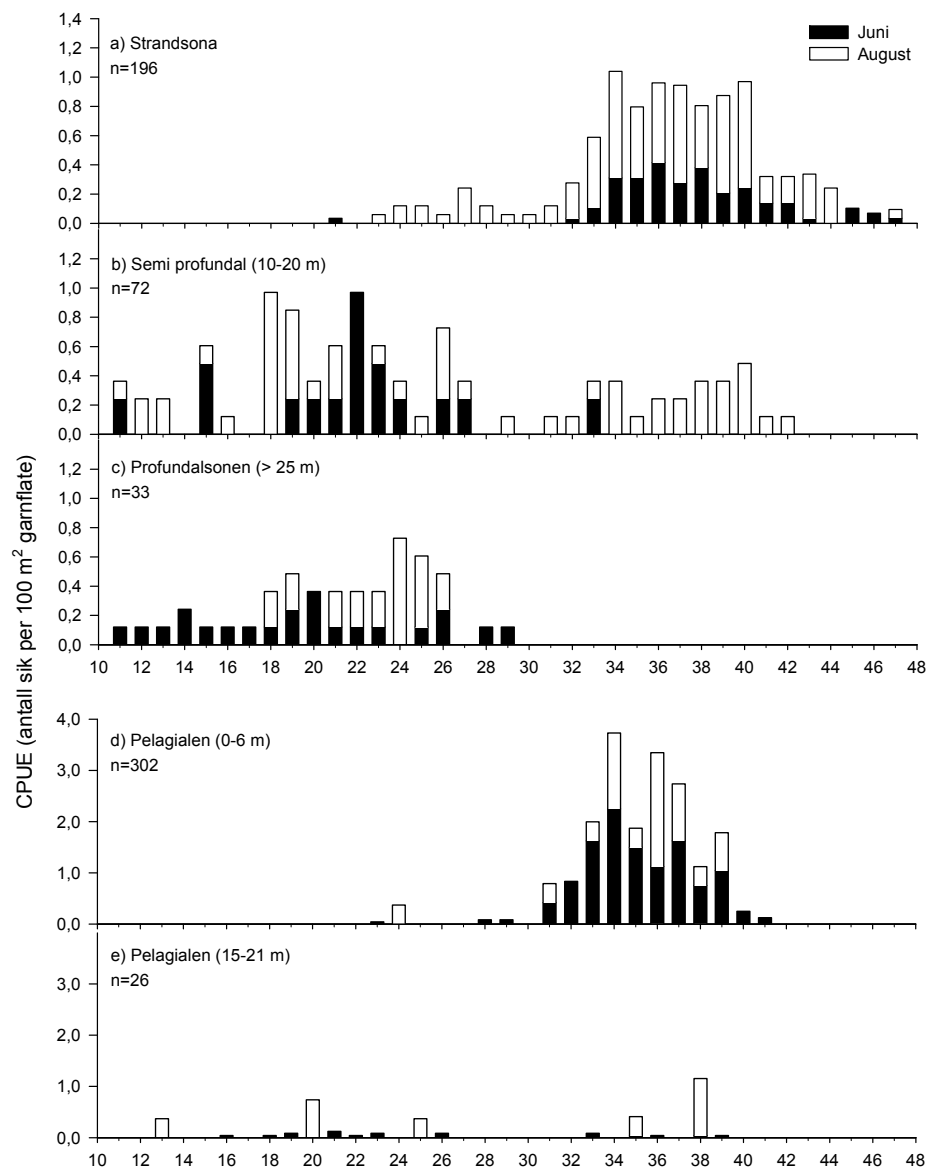
## 4.2 De enkelte fiskeartene

### 4.2.1 Sik

#### 4.2.1.1 Lengdefordeling i ulike habitat

Under prøvefisket ble det fanget sik i lengdeintervallet 11-47 cm (**figur 4.2.1**). I strandsonen og i de øvre deler av de frie vannmassene ble det ikke fanget fisk under 21 cm. I begge disse habitatene var det i både juni og august en klar dominans av sik større enn 30 cm (**figur 4.2.1 a og d**). Det er også verdt å legge merke til at 80 % (36 av 45) av sik større enn 40 cm ble fanget i strandsonen.

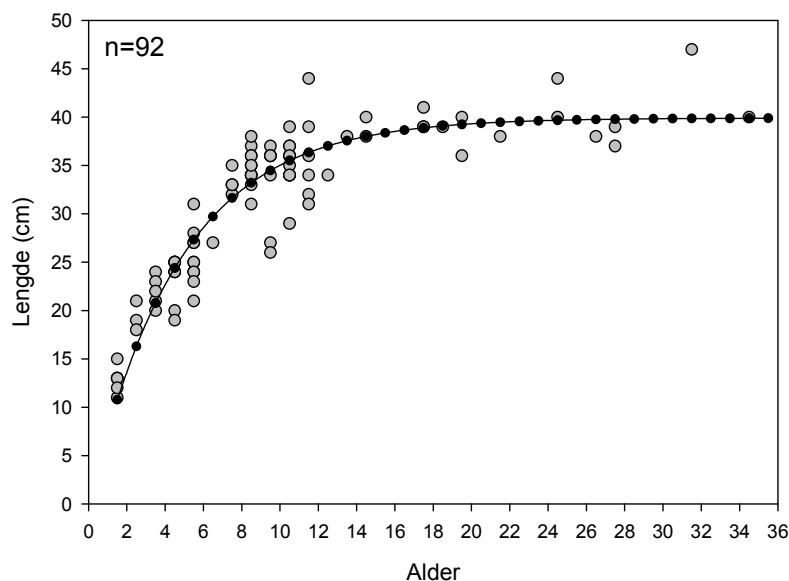
I de dypere delene av pelagialen, langs bunn på 10-20 meters dyp (semi-profundalt) og profundalt (dypere enn 20 m) var det et betydelig innslag av mindre sik (**figur 4.2.1 b, c og e**). Det ble også fanget en god del sik fra 30-40 cm i de dypere delene av pelagialen (begge perioder) og langs bunn på 10-20 meter (i august) (**figur 4.2.1 b og e**). Profundalt ble det ikke fanget sik større enn 29 cm (**figur 4.2.1 c**).



**Figur 4.2.1** Fangst av ulike lengdeklasser av sik per 100 m<sup>2</sup> garnflate per natt i ulike habitat og perioder i Aursunden i 2011. Fangstberegningene fra strandsone (a), semi-profundalen (b) og profundalen (c) er basert på garnarealer fra 10-52 mm (utvidet Jensen). Fangstberegningene i pelagialen (0-6 m, og 15-21 m) er basert på garnarealer fra hele serier (16-45 mm) i juni, mens garnarealer fra fisket i august (oversiktsgarn) er basert på maskevidder fra 15,5-43 mm for bedre å kunne sammenligne med fangster fra juni. Merk at skalaen på y-aksen er ulik for figur a-c og d-e.

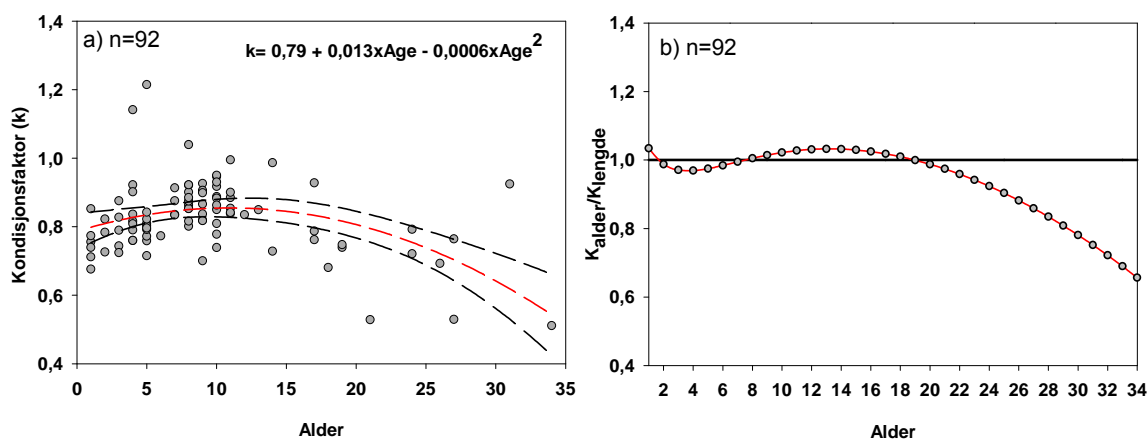
#### 4.2.1.2 Vekst, alder, kjønnsmodning, kondisjon og overlevelse

Veksten til siken er relativt normal de 6-8 første vekstsesongene før den avtar kraftig og flater helt ut ved 13-15 års alder (**figur 4.2.2**). Asymptotisk lengde ( $L_{\max}$ ) er i følge von Bertalanffy vekstmodell ca. 40 cm. Hannene kjønnsmodnes ved 6-7 års alder (**vedlegg 2**). Det ble funnet en kjønnsmoden hunn på fem år, men majoriteten av hunnene blir kjønnsmodne etter 7 år (**vedlegg 2**). Ifølge den logistiske regresjonen var alder ved kjønnsmodning 6,9 år og den var ikke signifikant forskjellig mellom kjønn.



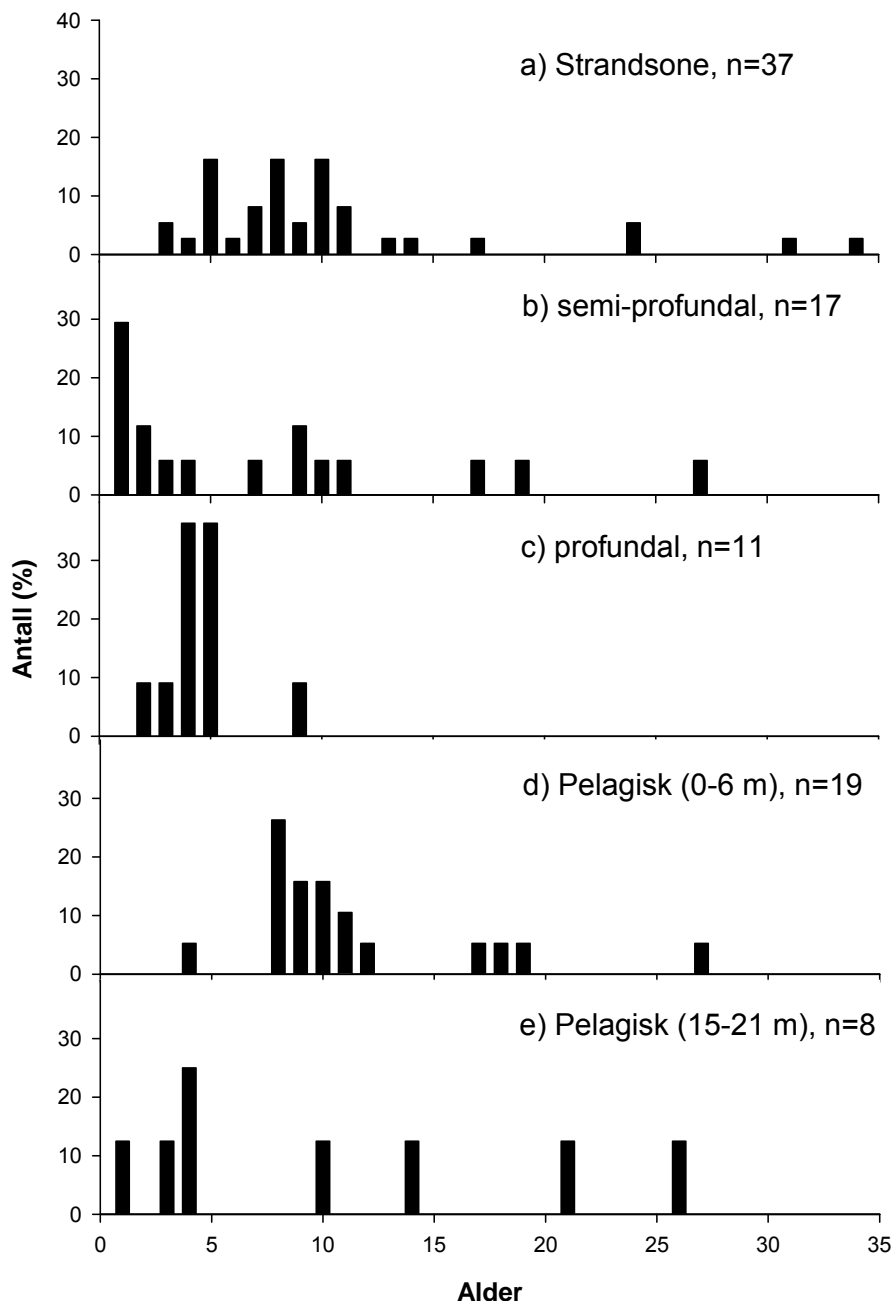
**Figur 4.2.2.** Alder mot empirisk lengde (grå sirkler) og beregnet vekstkurve etter von Bertalanffy vekstmodell (sort linje og sorte sirkler) for 92 sik fanget i august 2011. Asymptotisk lengde ( $L_{\infty} \pm SD$ ) er  $39,9 \pm 0,7$  cm, vekstkoeffisienten ( $K \pm SD$ ) er  $0,21 \pm 0,01$ .

Kvaliteten på siken i Aursunden endrer seg signifikant med økende alder ( $F_{1,90}=11,63$ ;  $r^2=0,21$ ;  $p>0,001$ , se **figur 4.2.3 a**). Kondisjonsfaktoren øker opp til siken er rundt 13-14 år, og begynner å avta etter at den har passert 15 år. På det samme materialet ( $n=92$ ) ble det ikke funnet noen signifikant sammenheng mellom kondisjonsfaktor og lengde ( $F_{1,90}=2,2$ ;  $r^2=0,047$ ;  $p=0,141$ ). Basert på forholdet mellom regresjonslinjer for kondisjonsfaktor mot alder og vekst synes det ikke som at alder påvirker sikens kvalitet før siken blir rundt 18 år, og forholdet mellom beregnet  $k$ -faktor<sub>alder</sub> og  $k$ -faktor<sub>lengde</sub> ligger rundt 1. Etter fylte 18 år, avtar kvaliteten på siken betydelig (**figur 4.2.3 b**).



**Figur 4.2.3.** Kondisjonsfaktor mot alder (a) for sik fanget under prøvefisket i august 2011. Rød linje viser trendlinjen til regresjonen (2. ordens polynomial) og de svarte linjene representerer 95 % konfidensintervallet til trendlinjen. Figur b viser forholdet mellom kondisjonsfaktor basert på alder og lengde mot økende alder. Heltrukken strek angir et 1:1 forhold, dvs. ingen forskjell i kondisjonsfaktor om man bruker alder eller lengde som utgangspunkt.

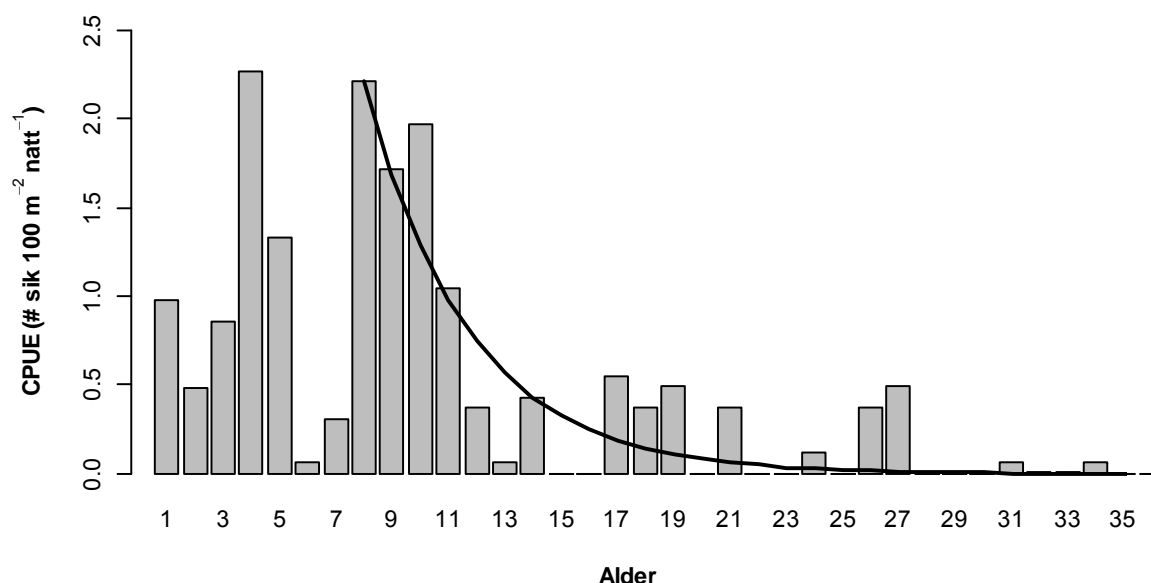
Av 92 sik som ble analysert for alder ble det funnet 23 ulike aldersklasser. Alderen fordelte seg fra 1-34 år, og det var stor forskjell mellom habitatene. I profundalsonen fanget vi kun fisk yngre enn 10 år, og 91 % av denne fisken var fem år eller yngre (**figur 4.2.4**). I de andre habitatene var det innslag av både ung og gammel sik, men den yngste siken (1+ og 2+) var fraværende i fangstene fra strandsonen og de øvre delene av pelagialen. I fangstene fra pelagialen og strandsonen var det en betydelig andel gammel sik, og 43-53 % av fangstene i disse habitatene besto av sik eldre enn 9 år (**figur 4.2.4**).



**Figur 4.2.4.** Aldersfordeling i ulike habitater for sik fanget i Aursunden i 2011.



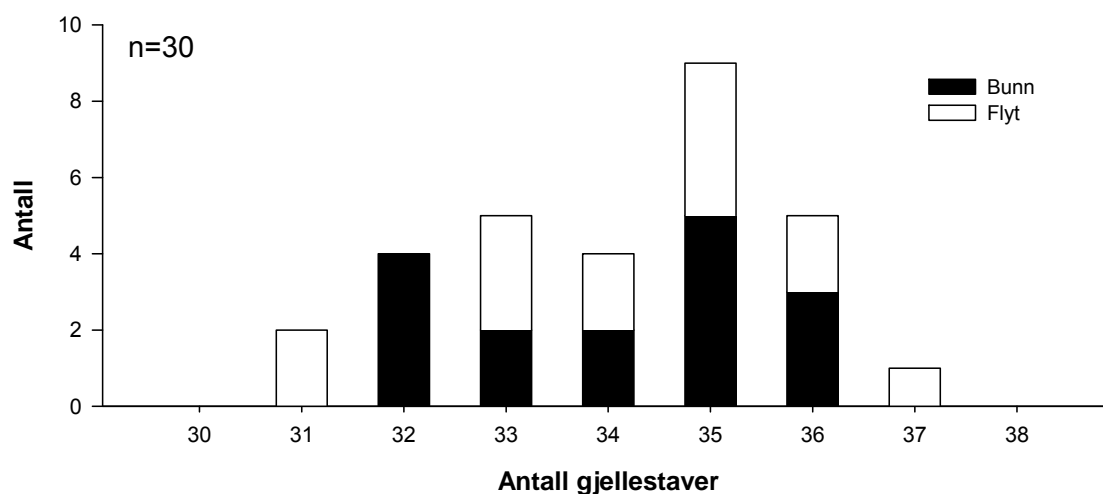
Slås fangstene justert for innsats sammen mellom habitater, ser det ut til at rekrutteringen er noe ujamn (**figur 4.2.5**). Rekrutteringen synes å ha vært dårlig i sykluser på ca. 6-7 år. Forventet levealder (gjennomsnittlig levealder) for sik som ble 8 år eller mer var 11.7 år, med en gjennomsnittlig årlig dødelighet på 24 %.



**Figur 4.2.5.** Aldersfordeling (stolper) og gjennomsnittlig overlevelse (svart kurve) for sik eldre enn 8 år fra alle habitater.

#### 4.2.1.3 Gjellestaver

Antall gjellestaver for 30 sik fanget i Aursunden i juni i 2011, varierte mellom 31 og 37 (**figur 4.2.6**). Det ble ikke funnet forskjeller i antall gjellestaver mellom sik fanget i strandsonen (gjennomsnitt  $\pm$  2SE:  $34,06 \pm 0,76$ ) og i de frie vannmassene (gjennomsnitt  $\pm$  2SE:  $34,14 \pm 0,96$ ;  $F_{1,28} = 0,02$ ,  $p = 0,90$ ).



**Figur 4.2.6.** Fordeling av antall gjellestaver for 16 sik fanget i strandsonen og 14 sik fanget i de frie vannmasser i Aursunden i juni 2011.

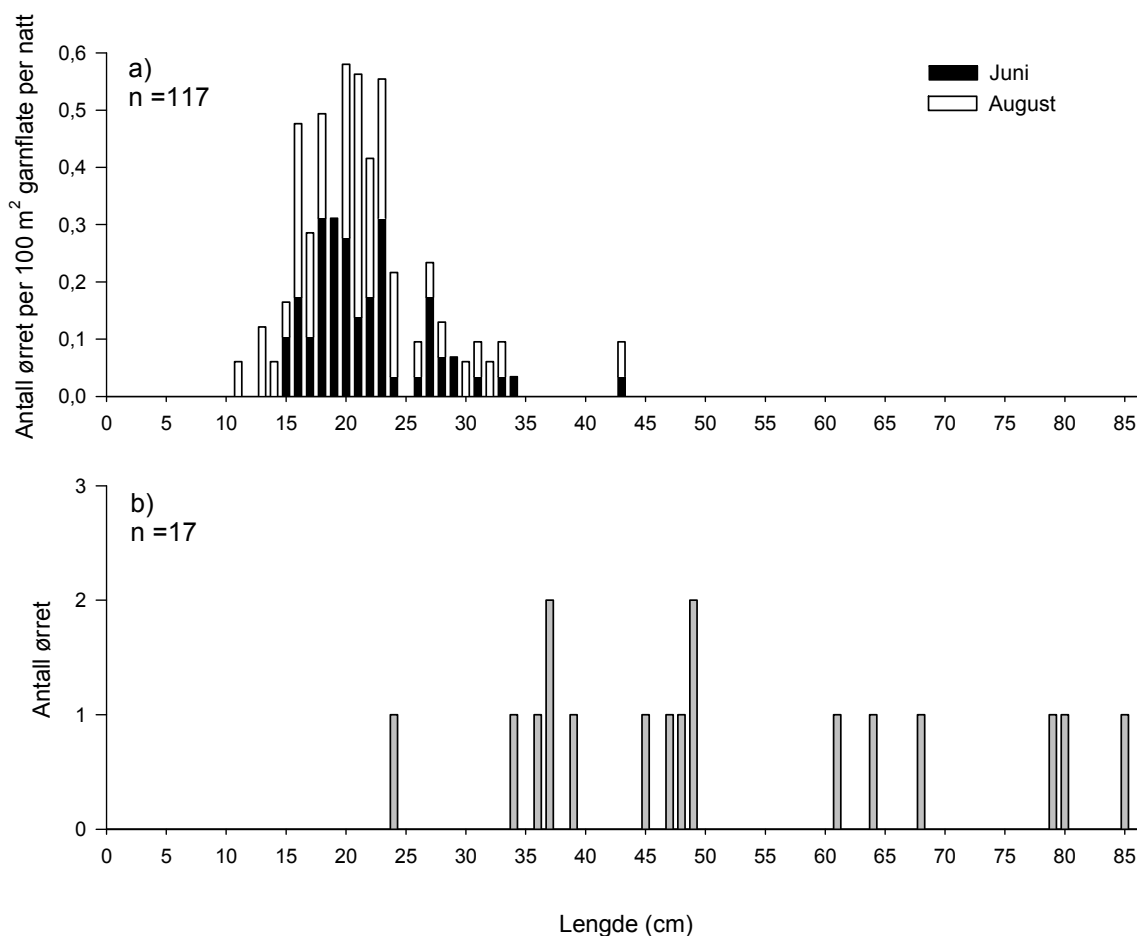
## 4.2.2 Ørret

Under prøvefisket ble det fanget 118 ørret, fordelt på 71 i juni og 47 i august. I relevante maskevidder (Jensen + 16 mm) tilsvarer dette henholdsvis 2,96 og 3,26 ørret per 100 m<sup>2</sup> garnflate per natt. Med en gjennomsnittsstørrelse på kjønnsmodne hunner på ca. 30 cm, vil den generelle ørretbestanden i Aursunden kunne karakteriseres som tynn med fisk av middels størrelse (Ugedal mfl. 2005).

### 4.2.2.1 Lengde- og aldersfordeling

Med unntak av en ørret på 77 cm tatt på flytegarn i juni, fordelte ørreten fra prøvefisket seg i lengdeintervallet 11-43 cm (**figur 4.2.7 a**). Ørret i intervallet 15-25 cm dominerte fangstene. Det ble fanget lite ørret større enn 30 cm. I tillegg ble det samlet inn ørret fra lokale fiskere i lengdeintervallet 24 – 85 cm (**figur 4.2.7 b**). Av disse ørretene var 11 fisk større enn 45 cm, og de fleste ble tatt på flytegarn.

Under prøvefisket i august ble det fanget ørret i aldersgruppene 1-7 år (**tabell 4.1**). Aldersgruppene 2-4 år dominerte i fangstene, og det ble tatt lite fisk over fem år (**tabell 4.1**). De yngste kjønnsmodne hannfiskene av ørret var fire år, og ved fem års alder var 50 % kjønnsmodne. De yngste kjønnsmodne hunnørretene var fem år (**tabell 4.1**).



**Figur 4.2.7.** Fangst av ulike lengdeklasser av ørret per 100 m<sup>2</sup> garnflate per natt i strandsonen (a), lengdefordeling til ørret samlet fra lokale fiskere (b) i Aursunden i 2011.

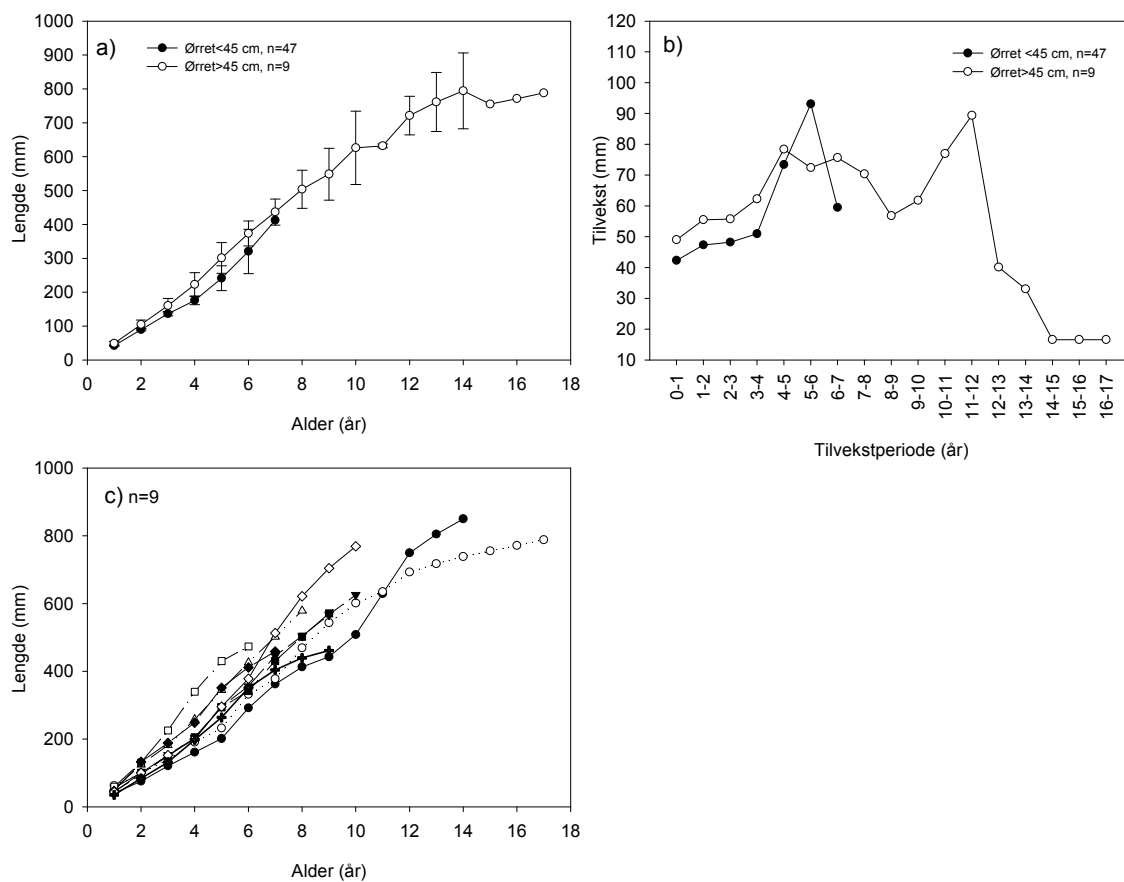
**Tabell 4.1.** Aldersfordeling og andel kjønnsmodne hanner og hunner av ørret fanget i august 2011 i Aursunden.

Alder	Hann		Hunn		Antall totalt
	Antall	% Kjønnsmodne	Antall	Andel kjønnsmodne	
1	1	0	0	-	1
2	4	0	7	0	11
3	11	0	7	0	18
4	3	33,3	8	0	11
5	2	50	2	50	4
6	0	-	1	0	1
7	1	100	0	-	1
Totalt	22		25		47

**4.2.2.2 Vekst, kjønnsmodning og kondisjon**

Ørret mindre enn 45 cm (99,2 % av prøvefiskefangsten i juni og august) i Aursunden vokste relativt dårlig de første fire årene, med en årlig tilvekst mellom 40 og 50 mm. Etter dette økte den årlige tilveksten til over 70 mm det femte leveåret og over 90 mm det sjette leveåret (**figur 4.2.8 b**). Stor ørret (> 45 cm) synes å vokse bedre de fire første årene (50-60 mm i årlig tilvekst), men fulgte det samme mønsteret med en økning i årlig tilvekst etter det femte leveåret (**figur 4.2.8 a og b**). Økningen i tilvekst tredje og spesielt fjerde sommer (**figur 4.2.8 b**) kan skyldes at fisken forlater gytebekken og etablerer seg i innsjøen ved denne alderen. Dette tilsvarer kroppslengder på ca. 15-20 cm (**figur 4.2.8 a**). Det er imidlertid stor variasjon vekstmønsteret til ørret over 45 cm, f. eks. varierte lengden ved åtte år fra 41 til 62 cm (**figur 4.2.8 c**).

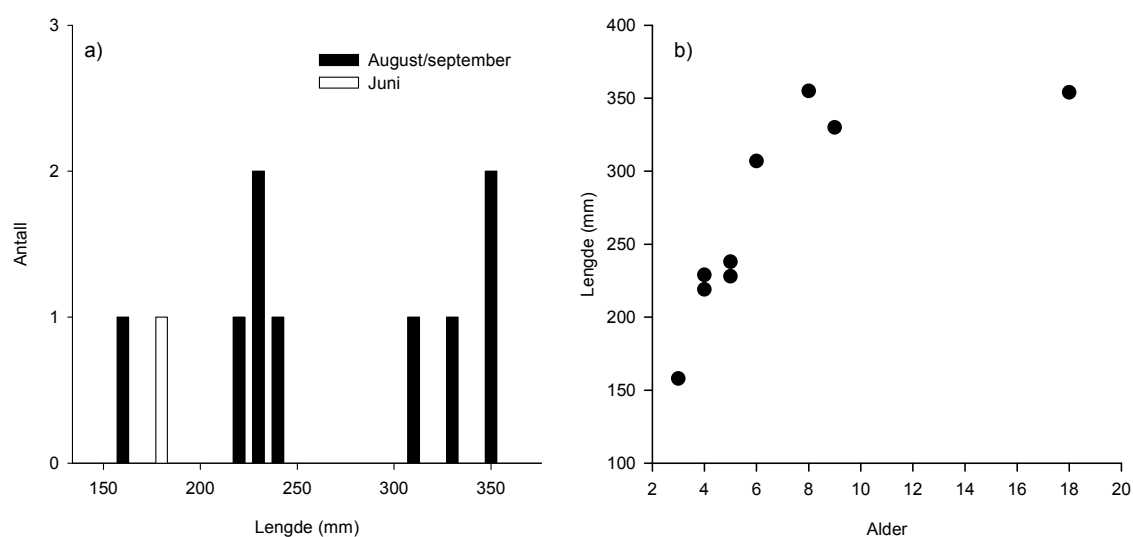
Gjennomsnittlig kondisjonsfaktor for ørret i Aursunden kan betegnes som normalt god, og var høyere i august (gjennomsnitt  $\pm$  SE:  $1,02 \pm 0,01$ ) enn i juni (gjennomsnitt  $\pm$  SE:  $0,93 \pm 0,008$ ;  $F_{1,115}=40,18$ ,  $p<0,001$ ). Det var ingen endring i kondisjonsfaktor mot lengde i hverken juni ( $F_{1,69}=0,7$ ,  $p=0,39$ ) eller i august ( $F_{1,45}=2,43$ ,  $p=0,13$ ).



**Figur 4.2.8.** Tilbakeberegnet lengde ( $\pm 2SE$ ) (a), og årlig tilvekstkurver (b) for 47 ørret mindre og 9 ørret større enn 45 cm. Figur c, viser individuelle vekstforløp (tilbakeberegnet) for 9 ørret > 45 cm.

### 4.2.3 Røye

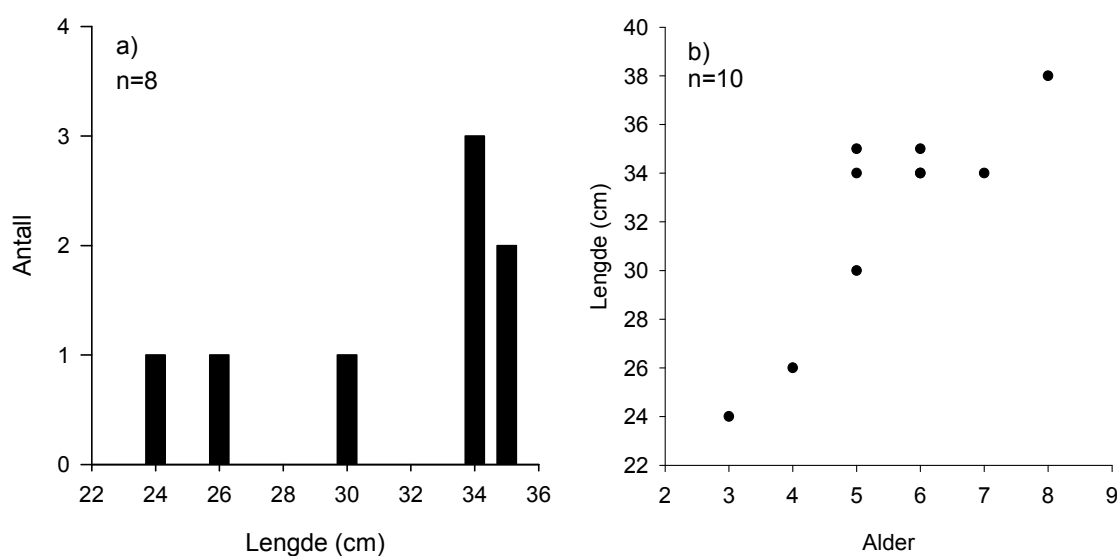
De ni røyene som ble fanget (to fra prøvefisket, sju av lokale fiskere) fordelte seg i intervallet 16-35 cm (**figur 4.2.9 a**). Lengde ved alder (**figur 4.2.9 b**) tyder på at veksten til røye avtar ved ca. 30 cm lengde, og synes å stagnere ved ca. 35 cm. I følge van Bertalanffys vekstmodell kan asymptotisk lengde beregnes til  $38,8 \pm 3,1$  cm, men det sterkt begrensede materialet gjør at denne verdien er usikker.



**Figur 4.2.9.** Lengdefordeling (a) til 10 røye fanget i Aursunden i 2011, empirisk vekstkurve (b) for 9 røye fanget i Aursunden i august/september 2011.

#### 4.2.4 Harr

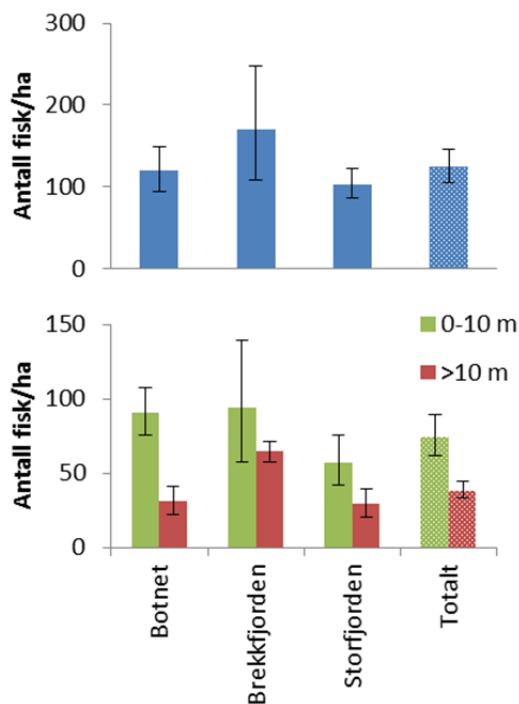
De åtte harrene som ble fanget, alle i Brekkfjorden, fordelte seg i lengdeintervallet 24-35 cm (**figur 4.2.10 a**), og var i alderen tre til åtte år (**figur 4.2.10 b**). Verdiene for lengde mot alder tyder på at harren hadde jevn vekst innenfor det alders- og lengdeintervallet som er representert i materialet.



**Figur 4.2.10.** Lengdefordeling (a) til 8 harr fanget i strandsonen under prøvefisket i Aursunden i august 2011 og (b) empirisk vekstkurve for 10 harr fanget i Aursunden i august/september 2011.

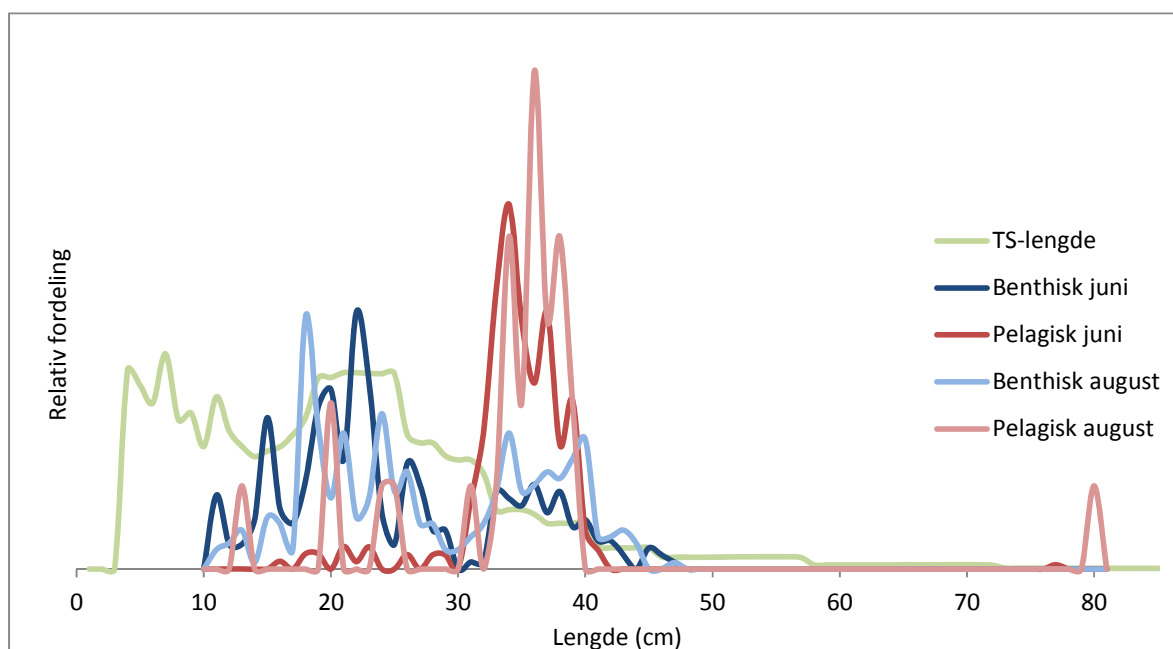
### 4.3 Ekkoloddregistreringer

Analysene fra de horisontale transektene (0,14-0,51) viste noe lavere, men lignende tettheter som for analysene fra de vertikale transektene (0,21-1,5 fisk/ha). Tetthetene av fisk varierte noe mellom de tre bassengene (**figur 4.3.1**).



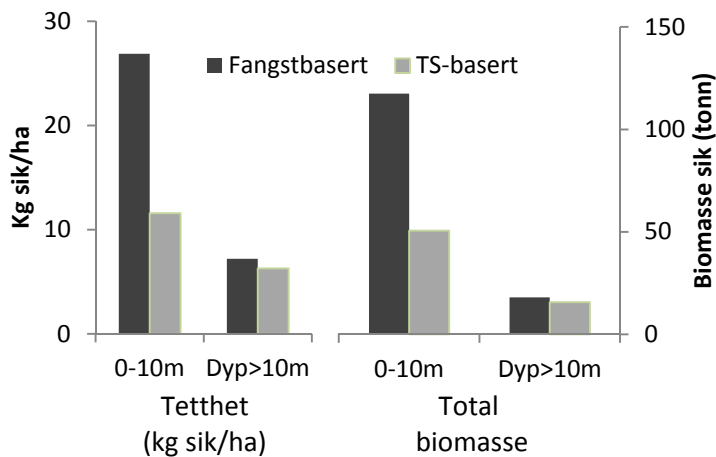
**Figur 4.3.1.** Tetthetene i de tre bassengene, estimert gjennom ekkoloddanalysene. Øverst uten å skille mellom dyp, nederst er analysene delt i to intervall; ett fra 0-10 meter og ett dype-re enn ti meter. Feilmarginsmålene viser 95 % konfidensintervall.

Tettheten av fisk var relativt lav, og relativt stor fisk utgjør en betydelig del av bestandsstruktu-ren (**figur 4.3.2**). Fordi ekkoloddregistreringene ble utført med 0,2 m klaring til bunnen, inngår også en del bunnlevende fisk i ekkolodd-registreringene. **Figur 4.3.2**, viser godt samsvar i be-standsstrukturen fra garnfangster mellom juni og august, med to markerte topper i fordelinga (en topp rundt 20 cm, og en topp mellom 30 og 40 cm). De pelagiske fangstene var dominert av 30-40 cm gruppa, mens denne gruppa var noe lavere representert i de bunngarnfangstene (**figur 4.3.2**). En alternativ og uavhengig tilnærming til størrelsesfordelingen i fiskesamfunnet ble oppnådd gjennom å estimere lengdefordeling fra TS-fordelingen (målstyrkefordelingen) i ekkoundersøkelsene. Denne tilnærmingen nyanserer bildet av størrelsesfordelingen i bestan-den noe, ved at den får frem at det er en betydelig andel av fisk <12 cm tilstede som er dårlig representert i garnfangstene (**figur 4.3.2**). Denne størrelsesgruppen er trolig dominert av årets rekruttering (0+), som i slutten av august har nådd størrelser mellom 5-8 cm. Det er godt kjent at garn fanger liten fisk dårligere enn stor fisk, i tillegg var garninnsatsen med små maskevidder liten. For større fisk har lengdefordelingen fra ekkolodd-estimatene om lag samme spennvidde som garnfangstene, og den har en topp i fordeling rundt 18-26 cm som tilsvarer en lik-nende topp både i bentiske og pelagiske i garnfangster. Skillet til toppen rundt 30-40 cm ifra garnfangstene er imidlertid borte i størrelsesfordelingen fra ekkolodd-estimatene. Dette kan skyldes at ekkoeene fra enkeltfisk er variable, men trolig reflekterer det også at innsjøen har noe mer fisk rundt 30 cm enn det som er reflektert i garnfangstene.



**Figur 4.3.2.** Sammenligning av lengdefordelinger fra fangster i benthiske habitater (bunngarn på alle dyp) og pelagialen i juni og august, og mellom garnfangster og lengdefordeling estimert fra målstyrkefordeling i ekkolodd-dataene. Forholdet mellom målstyrke (TS) og lengde er gitt ved  $TS = 19.72 \log_{10}(L_T) - 68.08$  (Lindem & Sandlund 1984). Den relative fangstfordelingen er beregnet utfra fangst per innsatsenhet i de ulike lengdegrupper. Det er ikke skilt på art i disse lengdefordelingene.

Den største biomassen av sik befant seg i dybdeintervallet 0-10 m (**figur 4.3.3**). Den totale biomassen av sik ble estimert til 135,5 tonn med den fangstbaserte metoden, og til 68,6 tonn med den TS-baserte metoden. Årsaken til den store forskjellen mellom estimatene er ulike estimater for 0-10 m intervallet, mens det i profundalen var godt samsvar mellom biomasseestimater basert på de to metodene (**figur 4.3.3**). I littoralsonen var gjennomsnittsverken noe høyere enn i pelagialsonen, men siden totalarealet er dominert av pelagiale områder ble gjennomsnittsverken for pelagisk fanget sik lagt til grunn for de fangstbaserte estimatene. I så henseende skulle biomasse-estimatet være konservativt. Men større fisk har høyere risiko for å gå fast i garn enn mindre fisk, noe som vil bidra til en kunstig høy gjennomsnittsverk i fangstene. Ekkoanalysene indikerte også at liten fisk var underrepresentert i fangstene. Siden disse to forholdene (konservativt valg av gjennomsnittsverk, garnseleksjon for stor fisk) virker mot hverandre, anses de fangstbaserte biomasse-estimatene til å være gode eller noe høye. Et viktig moment for de TS-baserte estimatene er at unnvikelsesatferden er sterkest nærmest båten. Det vil si at fisk i 0-10 m intervallet har større sannsynlighet for å dykke enn fisk som står dypere. Når fisken dykker, faller TS og dermed beregnet lengde og vekt kraftig. En må derfor forvente at biomasse-estimatene blir underestimert for dybder nær båten. På bakgrunn av dette, samt det gode samsvaret mellom metodene for områder dypere enn 10 m, anses det TS-baserte biomasse-estimatet som for lavt i 0-10 m intervallet. Det er derfor grunn til å feste lit til at totalmengden av sik i Aursunden er rundt 135 tonn, og i alle fall over 100 tonn.



**Figur 4.3.3.** Tetthet av sik i biomasse, samt den totale biomassen for Aursunden. Estimatenes er gjort hver for seg i dybdeintervallene 0-10 m og dypere enn 10 m.

## 4.4 Diett og energistrøm

### 4.4.1 Mageprøver

#### 4.4.1.1 Sik

I både juni og august dominerte zooplankton i dietten til sik fanget i de frie vannmassene (pelagialen), og utgjorde 88,9 % av mageinnholdet i begge perioder (**tabell 4.2**). Av zooplanktonet utgjorde hoppekreps mer enn 20 % i begge perioder. Mageprøver fra et utvalg på 6 sik fra august, viste at *Daphnia sp.* utgjorde 51 %, *Bytotrephes longimanus* 7,5 % og *Bosmina longispina* 3,1 % av vannloppene i dietten. De resterende 38,4 % var veldig nedbrutt, men besto trolig i stor grad av *Holopedium gibberum* (gelékreps).

Sik tatt i strandsonen i juni og august hadde i hovedsak ernært seg av bunndyr (**tabell 4.2**). Snegler og ertemusling utgjorde totalt 55,2 % og 39,3 % i henholdsvis juni og august, mens vannlevende insekter og litorale vannlopper (chydorider) utgjorde samlet 19,4 % og 18,0 % i de samme periodene. Det var imidlertid et betydelig innslag av zooplankton i dietten, særlig i august hvor zooplankton samlet utgjorde i overkant av 40 %.

For sik tatt i profundalsonen utgjorde zooplankton en betydelig andel (47,4 %) i juni, og dominerte i dietten sammen med litorale vannlopper (chydorider, 23,9 %) og fjærmygg (10,9 %). I august var dietten til sik fanget i profundalsonen dominert av fjærmygg (40,3 %). Innslaget av zooplankton i dietten var mindre enn i juni, men utgjorde fortsatt en betydelig andel (24,9 %) av dietten sammen med ertemusling (18,3 %) og skjoldkreps (13,3 %).



**Tabell 4.2.** Sammensetning av mageinnhold i volumprosent hos 33 sik fanget 14.6-16.6.2011 og 30 sik fanget 24.8.-26.8.2011. Byttedyrgrupper > 10 % er uthevet.

Garn	Juni			August		
	Pelagisk (0-6m)	Littoralt	Profundalt	0-6 m	Littoralt	Profundalt
Antall (N)	9	13	11	15	9	6
Antall tomme mager	0	0	2	0	0	0
<b>Krepsdyr</b>						
<b>Bunnlevende arter/grupper</b>						
Marflo						
Skjoldkreps						13,3
Chydorider			23,9		9,3	0,8
<b>Pelagiske arter/grupper</b>						
Cladocerer (vannlopper)	61,7	11,9	43,5	68,8	31,6	19,1
Copepoder (hoppekreps)	27,2	7,3	3,9	20,1	9,0	5,8
<b>Vannlevende insekt</b>						
Døgnflue/steinflue	9,4	5,4	7,8			
Fjærmygglarver/pupper		11,3	10,9		0,7	40,3
Vårfluelarve (husbyggende)		2,7		3,3	8,0	
Vannkalv (imago)						
<b>Overflateinsekter</b>				7,7		
<b>Bløtdyr</b>						
Skivesnegl		22,9			38,3	
Damsnegl		14,6			0,7	
Ertemuslinger	1,7	17,7	6,7		0,3	18,3
<b>Fisk</b>						
<b>Annet</b>		6,2	3,4		2,0	2,2
Totalt	100	100	100	100	100	100

#### 4.4.1.2 Ørret

I både juni og august ble dietten til ørret dominert av husbyggende vårfluelarver, som utgjorde henholdsvis 85,9 og 57,4 % av dietten (**tabell 4.3**). I august hadde ørreten i tillegg spist mye overflateinsekter (28,5 %). Fisk utgjorde svært liten andel av mageinnholdet i dette materialet, som omfattet ørret mellom 11 og 43 cm. Tre ørret større enn 45 cm med mageinnhold hadde alle spist fisk. En av disse, en ørret på 47 cm tatt på flytegarn (av lokale fiskere) i slutten av august hadde en sik på ca. 20 cm i magen.

#### 4.4.1.3 Røye

Den ene røya som ble fanget i pelagialen (15-21 m) hadde spist både litorale vannlopper (chydorider, 50 %), overflateinsekter (40 %) og noe zooplankton (10 % vannlopper). De sju røyene som ble fanget i august og september hadde en dominans av zooplankton (vannlopper, 56,1 %) og husbyggende vårfluer (25,1 %). I tillegg utgjorde ertemusling 10 % av dietten til røya i denne perioden (**tabell 4.4**).

#### 4.4.1.4 Harr

Det ble kun fanget harr i august, og dietten i denne perioden var dominert av husbyggende vårfluelarver og overflateinsekter med henholdsvis 64,1 % og 24,8 % (**tabell 4.4**).

**Tabell 4.3.** Sammensetning av mageinnhold i volumprosent hos 18 ørret fanget den 14.6-16.6.2011 og 26 ørret fanget den 24.8.-26.8.2011. Byttedyrgrupper > 10 % er uthevet.\* To av ørretene er fanget i september.

Garn	Juni Litoralt	August* Litoralt
Antall (N)	18	26
Antall tomme mager	1	0
<b>Krepsdyr</b>		
<b>Bunnlevende arter/grupper</b>		
Marflo		
Skjoldkreps		
Chydorider	0,3	0,04
<b>Pelagiske arter/grupper</b>		
Cladocerer (vannlopper)		0,34
Copepoder (hoppekreps)		
<b>Vannlevende insekt</b>		
Døgnflue/steinflue	5,9	4,0
Fjærmygglarver/pupper	0,6	2,3
Vårfluelarve (husbyggende)	<b>85,9</b>	<b>57,4</b>
Vannkalv (imago)	0,7	
<b>Overflateinsekter</b>		28,5
<b>Bløtdyr</b>		
Skivesnegl	0,7	1,8
Damsnegl	2,4	2,5
Ertemuslinger		
<b>Fisk</b>	3,5	
<b>Annet</b>		0,4
Totalt	100	100

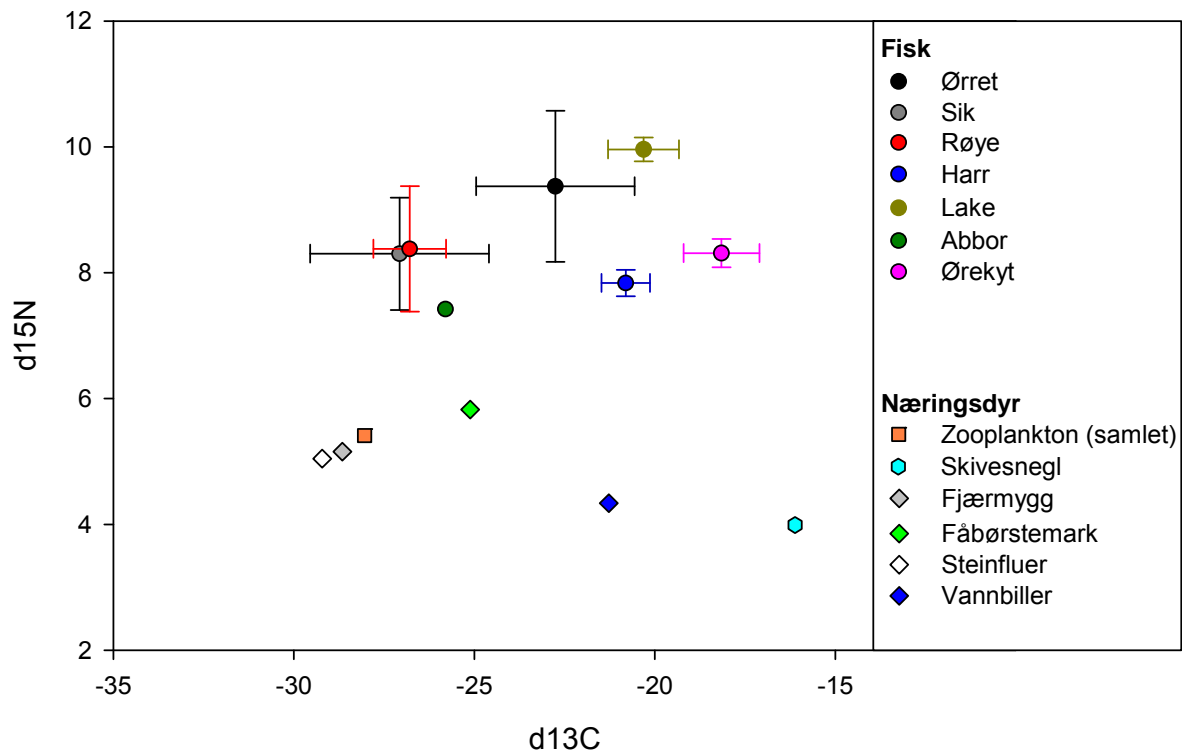
**Tabell 4.4.** Sammensetning av mageinnhold i volumprosent hos 8 røye og 9 harr fanget i Aursunden i 2011. Byttedyrgrupper > 10 % er uthevet.

Garn	Røye		Harr
	Juni pelagisk	Aug/sept Litoralt (0-20 m)	August Litoralt
Antall (N)	1	7	9
Antall tomme mager	0	0	0
<b>Krepsdyr</b>			
<b>Bunnlevende arter/grupper</b>			
Marflo			
Skjoldkreps			
Chydorider	50	6,4	
<b>Pelagiske arter/grupper</b>			
Cladocerer (vannlopper)	10	56,1	11,1
Copepoder (hoppekreps)		1,4	
<b>Vannlevende insekt</b>			
Døgnflue/steinflue			
Fjærmygglarver/pupper		0,9	
Vårfluelarve (husbyggende)		25,1	64,1
Vannkalv (imago)			
<b>Overflateinsekter</b>	40		24,8
<b>Bløtdyr</b>			
Skivesnegl			
Damsnegl			
Ertemuslinger		10	
<b>Fisk</b>			
<b>Annet</b>			
Totalt	100	100	100

#### 4.4.2 Stabile isotoper

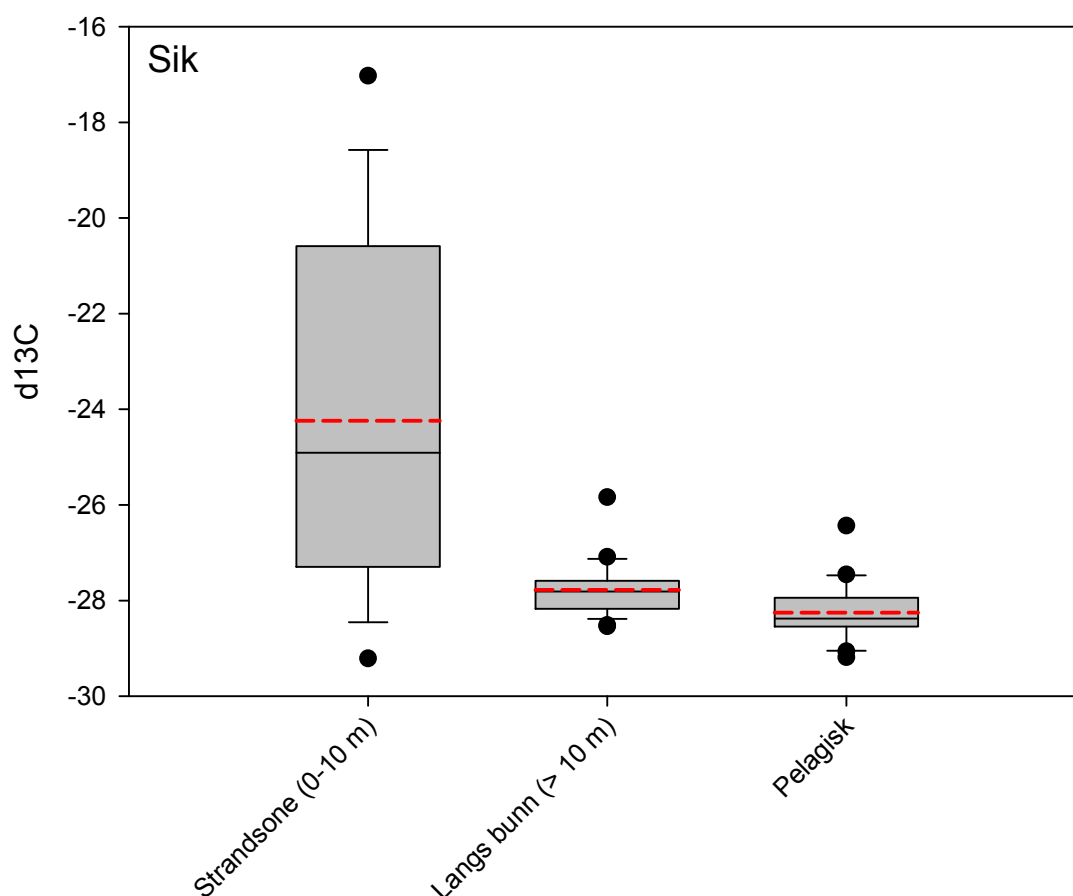
Resultatene av analysene av stabile isotoper av karbon og nitrogen er vist i et biplott (**figur 4.4.1**). Nitrogensignaturen ( $\delta^{15}\text{N}$ ) på den vertikale akse viser hvilken posisjon arten har i næringskjeden. Mens plantespisere har lave  $\delta^{15}\text{N}$ -verdier, vil en fiskespisende fisk ha høye  $\delta^{15}\text{N}$ -verdier. Den laveste  $\delta^{15}\text{N}$ -verdien fant vi i skivesnegl og andre plantespisere. De høyeste  $\delta^{15}\text{N}$ -verdiene hadde aure og lake, som begge har annen fisk i sin diett. Karbonsignaturen ( $\delta^{13}\text{C}$ ), langs den horisontale akse, viser hvilken type planteproduksjon som er grunnlaget for arten sjøl eller for de næringsdyra arten tar. Mens påvekstalgene på steiner i strandsona har høye  $\delta^{13}\text{C}$ -verdier, har planteplanktonet lave  $\delta^{13}\text{C}$ -verdier. Skivesnegl spiser påvekstalg og har en  $\delta^{13}\text{C}$ -signatur (-16) som er svært nær algene. Den lave  $\delta^{13}\text{C}$ -verdien (-28) i zooplanktonprøven viser at næringsgrunnlaget for denne gruppen er planteplankton. Samtidig viser den relativt høye  $\delta^{15}\text{N}$ -signaturen at denne prøven, som var en blanding av flere arter, sannsynligvis også inneholdt rovformer av zooplankton. Blant fiskeartene ser vi at både ørekyt, harr, sik og røye har en  $\delta^{15}\text{N}$ -signatur på omtrent samme nivå ( $\delta^{15}\text{N} \sim 8$ ), mens aure og lake ligger noe høyere, med  $\delta^{15}\text{N}$ -verdier oppunder 10. (Analysen av abbor omfatter bare én fisk og vil ikke bli diskutert her.) Dette reflekterer at mens de første fem artene har en diett nesten utelukkende bestående av invertebrater (bunndyr, zooplankton), spiser lake og aure også en del fisk. Vi legger også merke til at sik, røye og aure alle har stor variasjon i  $\delta^{15}\text{N}$ -signatur. For sik og røye reflekterer dette at de spiser både planteetere og rovformer av zooplankton.

Forskjellene i  $\delta^{13}\text{C}$ -signatur mellom fiskeartene reflekterer i stor grad i hvilket habitat de finner sin næring. Ørekyt, harr og lake er mest knyttet til strandsona. Både sik og ørret viser stor variasjon i  $\delta^{13}\text{C}$ -signatur. Dette betyr at disse to artene finner føde både i strandsona og i de frie vannmasser eller i dypere vannlag. Røya har derimot liten variasjon i  $\delta^{13}\text{C}$ -signatur, trolig fordi den finner føde i et relativt begrenset habitat. Vi kan legge merke til at sik og røye har stort overlapp i næringsnisje (**figur 4.4.1**).



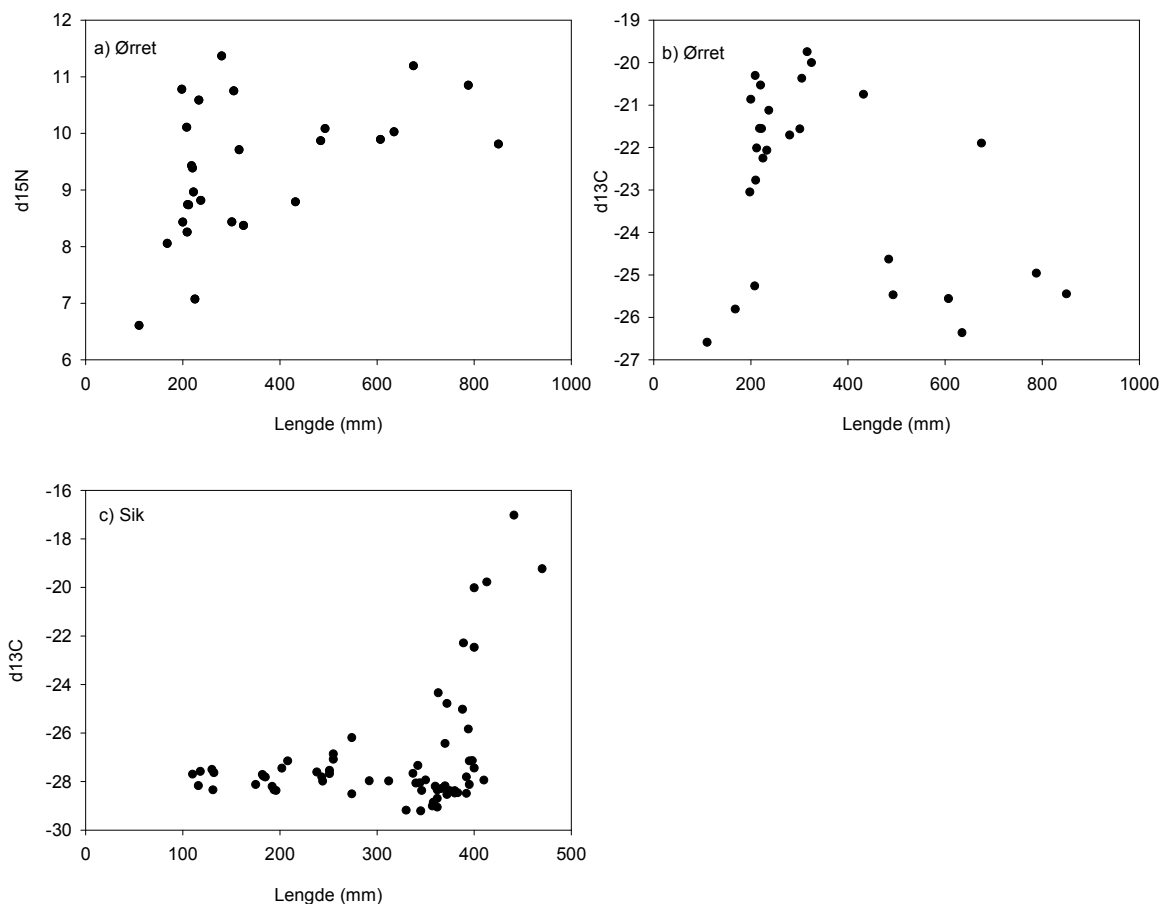
**Figur 4.4.1.** Biplott over stabile isotopsignaturer av karbon ( $\delta^{13}\text{C}$ ) og nitrogen ( $\delta^{15}\text{N}$ ) i ulike arter av fisk og næringsdyr i Aursunden (gjennomsnitt  $\pm$  SD). Fiskematerialet omfatter ørret ( $n=27$ ), sik ( $n=65$ ), røye ( $n=9$ ), harr ( $n=10$ ), abbor ( $n=1$ ), lake ( $n=4$ ) og ørekyt ( $n=5$ ).

En nærmere analyse av sik, som er den dominerende fiskearten i Aursunden, viser at det var en signifikant forskjell mellom  $\delta^{13}\text{C}$ -verdiene i sik fanget i strandsona (0-10 m), langs bunnen på dyp større enn 10 m og pelagisk (Kruskal-Wallis test,  $df=2$ ;  $H=24,7$ ;  $p<0,001$ ) (**figur 4.4.2**). En parvis sammenligning (Dunn's method) av  $\delta^{13}\text{C}$ -verdiene, viste signifikante forskjeller mellom alle habitat, med laveste  $\delta^{13}\text{C}$ -verdier for sik fanget pelagisk og høyest for sik fanget i strandsona ( $p<0,05$ ).



**Figur 4.4.2.** Box-plot som viser  $\delta^{13}\text{C}$ -verdier for sik fanget i strandsonen ( $n=16$ ), langs bunn på dyp større enn 10 m ( $n=27$ ) og i de frie vannmassene (pelagisk,  $n=22$ ). Boksen representerer de midterste 50 % av verdiene og viskere ( $\top$  og  $\perp$ ) 90 % av verdiene. Verdier utenfor dette intervallet er vist med svarte prikker. Medianverdien er vist med svart heltrukken horisontal linje, og gjennomsnittsverdien med rød stiple linje.

Som vist i **figur 4.4.3**, hadde stor ørret ( $> 45$  cm) lavere  $\delta^{13}\text{C}$ -verdier (gjennomsnitt  $\pm\text{SE}$ ;  $-24,91 \pm 0,54$ ) enn mindre ørret ( $< 45$  cm) (gjennomsnitt  $\pm\text{SE}$ ;  $-21,99 \pm 0,43$ ;  $F_{1,24}=13,51$ ;  $p<0,005$ ). Dette tyder på at stor ørret er mindre knyttet til strandsona enn liten ørret. Vi kan legge merke til at de tre minste ørretene i materialet, som alle var mindre enn 20 cm, hadde like lave  $\delta^{13}\text{C}$ -verdier som stor ørret. Dette kan tyde på at dette er fisk som ganske nylig hadde vandret ut fra bekkene der de hadde vokst opp. I bekkene er produksjonen i stor grad basert på tilførsel av materiale fra vegetasjonen på land langs bekken. Landplanter har en  $\delta^{13}\text{C}$ -signatur som ligner på planteplankton. Stor ørret hadde i tillegg signifikant høyere  $\delta^{15}\text{N}$  verdier (gjennomsnitt  $\pm\text{SE}$ ;  $10,24 \pm 0,21$ ) enn den mindre ørreten (gjennomsnitt  $\pm\text{SE}$ ;  $9,07 \pm 0,27$ ;  $F_{1,24}=5,94$ ;  $p=0,022$ ) (**figur 4.4.3**). Dette reflekterer at ørret over 45 cm i stor grad er fiskespisende, selv om vi i liten grad fant fisk i magene på ørret vi fanget i prøvefisket.



**Figur 4.4.3.** Sammenhengen mellom ørretens lengde og  $\delta^{15}N$  (a) og  $\delta^{13}C$  (b) og sikens lengde og  $\delta^{13}C$  (c).

## 4.5 Zooplankton

Det ble totalt påvist fire arter vannlopper i planktonprøven fra Aursunden. Av vannloppene dominerte *Daphnia galeata* med ca. 50 % av individene i prøven (**tabell 4.5**). Gjennomsnittsstørrelsen til eggbærende *D. galeata* var 1,61 ( $\pm$  C.I. = 0,098,  $n=14$ ) mm. Det ble også fanget en god del gelekreps (*Holopedium gibberium*) og *Bosmina longispina* med henholdsvis 29,1 % og 16,7 % av antall individer. Det ble også fanget ett individ av rovformen *Leptodora kindti*. Fra mageprøvene vet vi også at rovformen *Bytotrephes longimanus* finnes i Aursunden.

Det ble påvist 5 arter av hoppekreps. Det var en klar dominans av yngre stadier av cyclopoide hoppekreps (nauplier og copepoditter) i prøven (**tabell 4.6**).

**Tabell 4.5.** Oversikt over antall og relativ fordeling av vannlopper (cladocerer) fra vertikalt hovtrekk (35 m) tatt i Aursunden den 1.9.2011.

Art	Antall	% av vannlopper
<i>B. longispina</i> u/egg	3	12,5
<i>B. longispina</i> m/egg	1	4,2
<i>H. gibberum</i> u/egg	5	20,8
<i>H. gibberum</i> m/egg	2	8,3
<i>D. galeata</i> u/egg	10	41,7
<i>D. galeata</i> m/egg	2	8,3
<i>L. kindti</i>	1	4,2
Totalt	24	100

**Tabell 4.6.** Oversikt over opptelt antall (utvalg) og relativ fordeling av hoppekreps (copepoder) fra vertikalt hovtrekk (35 m) tatt i Aursunden den 1.9.2011.

Art	Antall	% av copepoder
<i>H. saliens</i> (ad)	1	0,2
<i>H. appendiculata</i> (ad)	1	0,2
<i>Calanoide</i> (naup)	1	0,2
<i>Calanoide</i> (cop)	3	0,7
<i>A. denticornis</i> (ad)	4	0,9
<i>A. laticeps</i> (ad)	2	0,5
<i>Cyclopoide</i> (naup)	330	74,7
<i>Cyclopoide</i> (cop)	96	21,7
<i>C. scutifer</i> (ad)	4	0,9
Totalt	442	100,0

## 4.6 Ungfiskregistreringer og bekkebefaringer

Her gis en sammenstilling av ungfiskregistreringene gjort den 29. og 30. september 2011. Med unntak av i Borga ble det, på grunn av til dels høy vannføring og lave tettheter, fisket én gang per stasjon. Det ble lagt mest vekt på å gjennomføre en generell vurdering av de ulike elvene med tanke på gyte- og oppvekstområder.

Det synes som at de beste rekrutteringsområdene for ørret ligger øst (Brekkefjorden) og vest (Molinga) i Aursunden. I de østre deler er trolig Borga den viktigste gyteelva. Forekomsten av ungfisk (totalt 27,2 ørret per 100 m<sup>2</sup>) på den undersøkte stasjonen er ikke veldig tett, men da Borga er en relativt stor elv med varierte substrat-, vanddyp- og strømforhold er trolig denne elven en av de viktigste gyte- og oppvekstelvene for ørret fra Aursunden. Det er også kjent at stor ørret fra Aursunden bruker Borga som gyteelv (T. S. Westberg egen observasjon).

Glåma ble ikke befart, men da den er stor og ørreten kan vandre langt oppover i systemet kan man anta at Glåma har flere potensielle gyte- og oppvekstområder.

Av andre tilløpselver i Brekkefjorden er trolig Store Sjø også en viktig gyteelv for ørret fra Aursunden. Tettheten av ørret på elfiskestasjonen var relativt moderat (23,1 ørret per 100 m<sup>2</sup>), men da ørretførende strekning er ca. 2,5 km, kan Store Sjø bidra betydelig med ørret til Aursunden. Store Sjø var kraftig påvirket av flommen i 2011. Det ble knapt fanget årsyngel, og trolig var tettheten av ørret kraftig redusert som følge av flommen.

I Litj-Søa var det kun mulig for ørreten å vandre opp til fylkesveien (ca. 250 m). Inngang til kulverten under veien, samt små fosser/demninger nedstrøms veien fungerer sannsynlig som vandringshindere for oppstrøms passasje. Elfiske oppstrøms fylkesveien, gav kun 1 ørret (18 cm) på 137,5 m<sup>2</sup> avfisket areal.

Det ble også gjort en befaring i Gjelta. Med et vandringshinder (fossefall) rett oppstrøms fylkesveien er den ørreførende strekningen kort, og Gjelta har trolig liten betydning som gyte- og oppvekstelv.

I den nordvestre delen av Aursunden ligger Molinga naturreservat. Inn i naturreservatet renner de to større elvene Litj-Molina og Stor-Molina. Litj-Molina ble befart fra Folkesvollen (der veien krysser elva) og opp til vandingshinderet (fossefall) som ligger ca. 2,5 km (løpemeter elv) oppstrøms Folkesvollen. I de nedre delene av Litj-Molina (oppstrøms Folkesvollen) var det store områder med egnede gyteområder (subjektiv vurdering av substratstørrelsen). Det var imidlertid veldig lite egnede oppvekstområder. Dette underbygges av at det ble observert mye småørret i tilknytning til områder med grovere substrat. På et 6 m<sup>2</sup> område ble det fanget 7 ørret på en runde med elfiske. Ca. 1,5 km oppstrøms Folkesvollen økte fallgradienten, og innslaget av gode oppvekstområder økte. Elektrofiskestasjonen i dette området gav en beregnet tetthet på 75 ørret (40 årsyngel) per 100 m<sup>2</sup>. Litj-Molina var i liten grad påvirket av flommen i 2011.

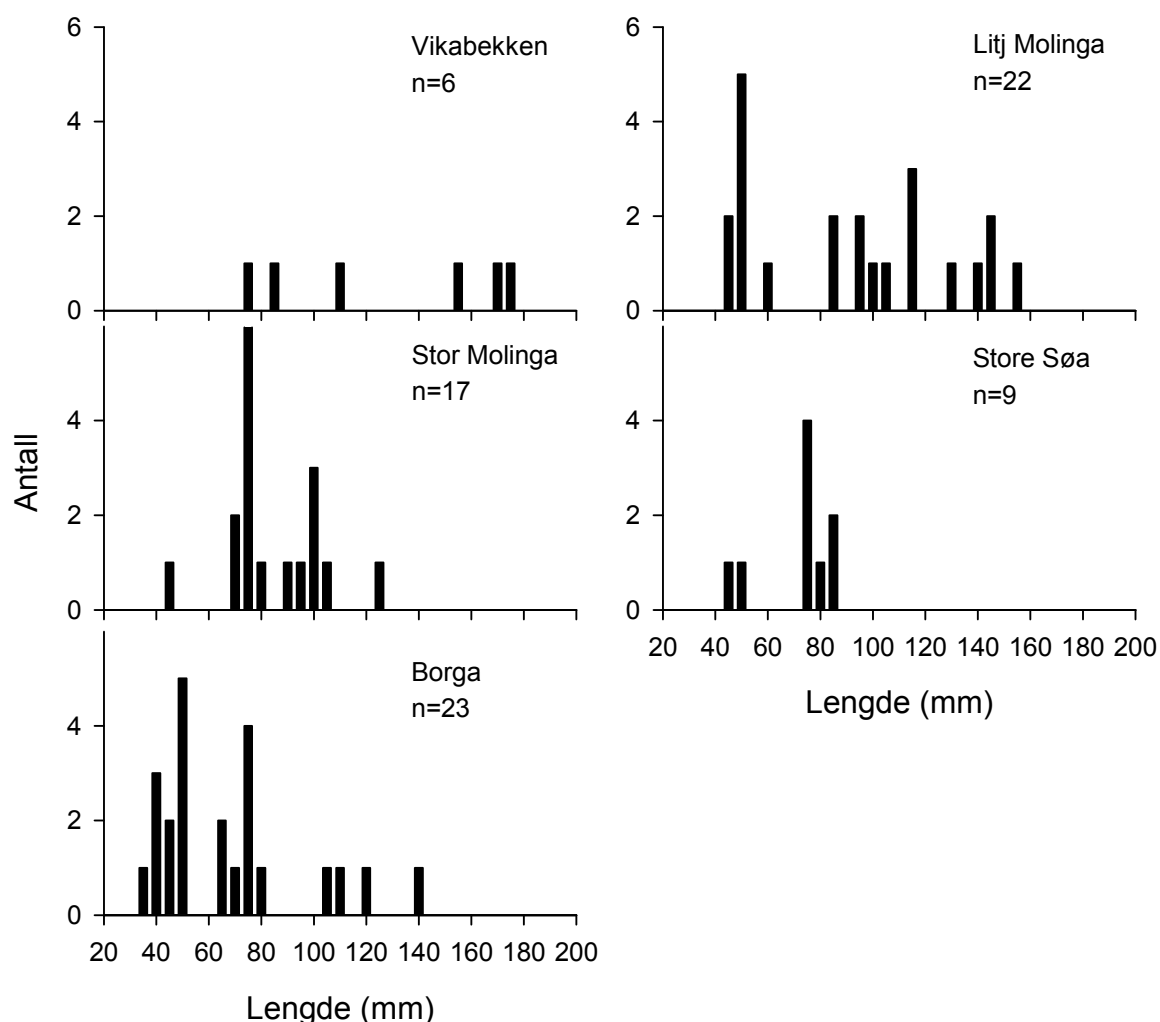
Stor-Molina er en relativt stor elv. Rett oppstrøm den nederste elfiskestasjonen var det et større fossefall som trolig er et vannføringsavhengig hinder. Ved moderate vannføringer vil trolig ørreten kunne passere greit forbi. Det er flere strykstrekninger i de nedre deler (basert på Norge i bilder, ikke befart), og det er usikkert hvor langt opp ørreten kan vandre. Tetthetene av ørret på nedre og øvre stasjon i Stor-Molina ble beregnet å være henholdsvis 40 og 27 ørret per 100 m<sup>2</sup>. Stor-Molina ble kraftig påvirket av flommen (utrasinger, kantvegetasjon revet opp osv.), og som i Store Søa var årsyngelen nærmest fraværende. Det er noe usikkert hvor lang den ørretførende strekningen er, men sammen med Litj-Molina utgjør høyst sannsynlig Stor-Molina de viktigste gyte- og oppvekstområdene vest i Aursunden.

Det ble også gjennomført en befaring og elfiske i Vikabekken. Vikabekken var regnet som en viktig gyteelv frem til 1970 (grunneier pers. med.). Det ble befart en strekning på ca. 500 m (fra utløpet i Aursunden), og det ble punktvis elfisket på strekninger som ble vurdert å være egnede oppvekstområder (samlet ca. 150 m<sup>2</sup>). Vikabekken er relativt liten (2-3 meter bred) og det var lite egnede gyteplasser på befart strekning. Store deler av strekningen var også kanalisert og det var lite variasjon i substratstørrelse. Kanaliseringen er trolig hovedårsaken til at Vikabekken har mistet sin funksjon som gyteelv. Det ble kun fanget 6 ørret på elfiske, og Vikabekken bidrar i dag trolig lite til rekruttering av ørret til Aursunden.



**Tabell 4.7.** Elektrofiskeresultater fra tilløpsbekker til Aursunden i september 2011. Underteksten "total" refererer til all fisk og underteksten "0+" refererer til årsyngelen. Under kolonnen "Fangst" er det oppgitt tre tall skilt med skråstrek (/). Disse angir henholdsvis 1., 2. og 3. gangs overfiske.  $N$ =bestandsestimat,  $SE$ =standard error. Tettheten er gitt i antall ørret per 100 m<sup>2</sup>.

Elv/bekk	Areal	Fangst <sub>tot</sub>	Fangst <sub>0+</sub>	$N_{tot} \pm 2SE$	$N_{0+} \pm 2SE$	Tetthet <sub>tot</sub>	Tetthet <sub>0+</sub>
Vikabekken*	Ca. 150	7/-/-	0/-/-	-	-	-	-
Litj-Molinga (nedre)	6	7/-/-	0/-/-	-	-	233,3	0,0
Litj-Molinga (øvre)	40	15/-/-	8/-/-	-	-	75	40,0
Stor-Molinga (nedre)	40	8/-/-	0/-/-	-	-	40	0,0
Stor-Molinga (øvre)	66	9/-/-	1/-/-	-	-	27,3	3,0
Store Sjø	78	9/-/-	2/-/-	-	-	23,1	5,1
Litj-Sjø	137,5	1/-/-	0/-/-	-	-	0,7	0,0
Borga	100	12/8/3	6/4/1	27,2 $\pm$ 9,4	12,3 $\pm$ 4,5	27,2	12,3



**Figur 4.6.1.** Lengdefordeling til ørret fanget ved elektrofiske i tilløpselver til Aursunden den 29. og 30.9.2011.

## 5 Diskusjon

### 5.1 Habitatbruk og fangster

De dominerende fiskeartene i prøvegarnfangstene i Aursunden var sik, som utgjorde ca. 83 % av antall fisk, og ørret, med ca. 15 %. Det ble bare fanget to røye (0,3 %) ved det ordinære prøvefisket. Dette bekrefter resultatene fra undersøkelsene i Aursunden de siste femti åra; røyebestanden i innsjøen er svært fåtallig (Borgstrøm 1976, Linløkken 1992, Langeland & Nøst 1993, Westgård 2012). Aursunden er dermed et godt eksempel på den negative effekten utsetting av sik har på røyebestander (Svårdson 1976, Sandlund mfl. 2010, 2012). I tillegg til sik og ørret var det bare harr som forekom i et lite antall i prøvefisket, og da begrenset til Brekkefjorden der nærheten til de største tilløpselvene trolig er gunstig for denne arten. Abbor og lake ble bare fanget i ett enkelt eksemplar hver. For abbor skyldes dette trolig at denne arten ikke finner seg til rette i en vegetasjonsfri reguleringszone som i Aursunden. Lake kan ofte være lite fangbar i garn, men en så begrenset fangst som i dette tilfellet tyder på at bestanden i Aursunden er fåtallig.

Prøvegarnfangstene viser fiskeartenes habitatbruk på det tidspunktet fisket foregikk. Den dominerende arten, sik, ble fanget i alle habitater, dvs. både i strandsona (0-10 m), på middels og stort dyp (10-20 m og >20 m) langs bunnen, og nær overflata og på dypere vann ute i vannmassene. Størrelsesfordelingen av sik i fangstene i de ulike habitatene viste imidlertid en tydelig og ganske vanlig tendens. Den store siken (>30 cm) dominerte på grunt vann, både inne ved land og ute i de frie vannmassene, mens små fisk (10-30 cm) dominerte i profundalsona, dvs. på dypt vann langs bunnen. På middels dyp langs bunnen (10-20 m) var det mest små sik, men også en del større fisk. På dypere vann (15-21 m) i de frie vannmasser var fangstene små, men både små og store sik var representert. Denne fordelingen av størrelsesgrupper av sik i de ulike habitatene i innsjøen samsvarer svært godt med det som er funnet i andre innsjøer, f.eks. i Femund (Saksgård mfl. 2002). Årsaken ligger trolig i at den små siken unngår de habitatene der den vil være mest utsatt for rovfisk. Våre fangster av ørret i Aursunden viser tydelig at denne arten kun oppholder seg i strandsona eller nær vannflata ute i vannmassene. Analyser av et stort materiale av ørretmager fra Femund viste at ørreten så smått begynte å ta sik når den nådde en lengde på vel 20 cm, og at flertallet ørret hadde fisk i magene fra 30 cm lengde (Sandlund mfl. 1997). Siken i ørretmagene fra Femund viste at det var fisk mellom 5 og 20 cm lengde som var det helt dominerende byttet. I Aursunden ble det ikke fanget sik mindre enn 20 cm verken i strandsona eller i flytegarn nær vannflata. Det var dermed nesten fullstendig habitatadskillelse mellom små sik (potensiell byttefisk) og ørret (potensiell predator).

I prøvefisket fanget vi bare to røyer, den ene på flytegarn dypere enn 15 m, den andre i strandsona. Tilleggsmaterialet som ble fanget av lokale fiskere ble fanget på dypt vann i Botnet, som er den dypeste delen av innsjøen. Det er kjent blant de som fisker med garn i Aursunden at den fåtallige røya i dag kan påtreffes i dette området (se også Westberg 2012). I innsjøer dominert av sik er det en vanlig observasjon at røya trenges ned på dypt vann, til deler av innsjøen som er mindre gunstige (Qvenild & Skurdal 1983, Museth mfl. 2008, Sundet 2010, Johnsen mfl. 2012, Sandlund mfl. 2012). Dette synes å være mest utpreget i innsjøer der siken ikke forekommer naturlig, men er introdusert av mennesker. Imidlertid er sameksistens mellom sik og røye trolig mest avhengig av at innsjøene har store områder dypere enn ca. 50 m, slik som f.eks. Storsjøen i Rendalen (Museth mfl. 2008, Sandlund mfl. 2010). I innsjøer med største dyp på 50-60 m kan det se ut til at et hardt fiske på siken bidrar til å bedre situasjonen for røya (Museth mfl. 2007).

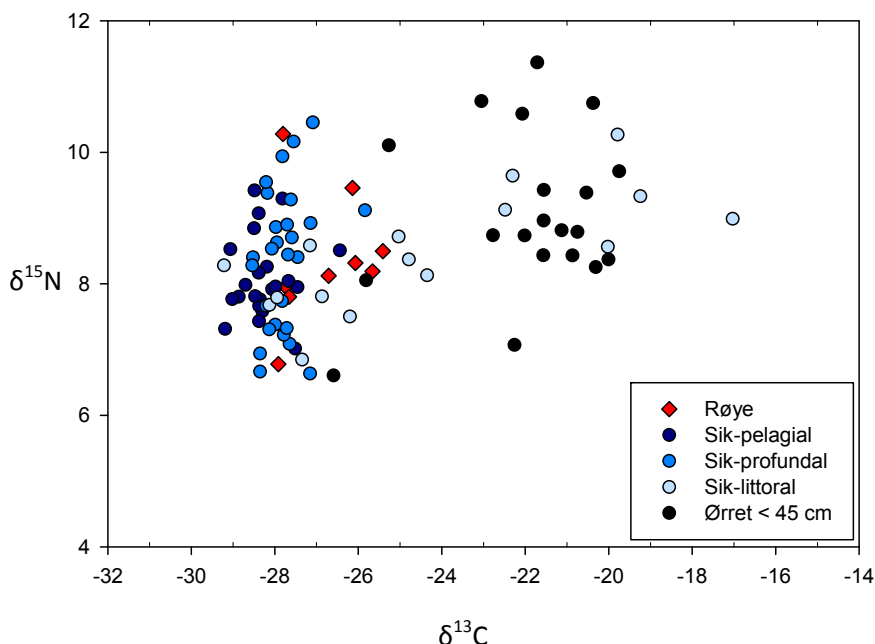
### 5.2 Næringskjeden i Aursunden

Næringskjedens lengde i Aursunden er relativt kort, bare ca. seks  $\delta^{15}\text{N}$ -enheter fra skivesnegl til gjennomsnittsverdien for lake. Dette tilsvarer bare ca. 1,8 trofiske nivåer. Enkelte individer av ørret har riktig nok  $\delta^{15}\text{N}$ -signaturer på ca. 11, dvs omkring to trofiske nivåer over bunndyr og

planteetende zooplankton, men det tyder likevel på at relativt få individer av de potensielle fiskepisserne i sjøen (dvs. lake og ørret) slår fullstendig over på fiskeføde.

Analysene av mageinnhold og stabile isotoper hos sik fanget i på grunt vann langs land (strandsona), på dypt vann (profundalen) og de frie vannmasser (pelagialen) stemmer svært godt overens. Pelagisk og profundal sik viser svært liten variasjon i  $\delta^{13}\text{C}$ -verdier. I magene hadde pelagisk sik nesten bare zooplankton, mens profundal sik hadde noe zooplankton samt bunndyr knyttet til dypt vann. Spesielt kan vi legge merke til at skjoldkrepser var vanlig føde for sik på dypt vann i august. Mageinnholdet og  $\delta^{13}\text{C}$ -signaturen er en sterk indikasjon på at habitatvalget til siken er stabilt gjennom sesongen. Dette betyr at fisken oppholder seg over tid i samme habitat og for eksempel ikke vandrer att og fram mellom pelagialen og strandsona. Siken fra strandsona hadde større variasjon i  $\delta^{13}\text{C}$ -signatur, og hadde også større bredde i sin diett, fra krepsdyrplankton, via insektlarver til snegl og muslinger. Dette er næringsdyr som alle forekommer i strandsona. Slik stabilitet i habitatbruk gjennom sesongen er også vist for siken i Osensjøen (Linløkken mfl. 2011).

Røya har en ganske variabel diett, vi fant både zooplankton, bunnlevende krepsdyr, insektlarver og overflateinsekter i magene. Forekomsten av overflateinsekter er overraskende, men vi kan merke oss at én av røyene i prøvefiskefangstene ble fanget i strandsona. Røya hadde en svært begrenset variasjon i  $\delta^{13}\text{C}$ -verdier, mens variasjonen i  $\delta^{15}\text{N}$ -signatur var omtrent som hos sik. Biplottet med de individuelle isotopsignaturene til sik, røye og ørret viser tydelig hvordan røya "skvises" av de to andre laksefiskartene (**figur 5.2.1**). Sik ser ut til nærmest å monopolisere ressursene i vannmassene og på dypt vann (med lavest  $\delta^{13}\text{C}$ -signatur), mens både sik og mindre ørret utnytter ressursene i strandsona (med høy  $\delta^{13}\text{C}$ -signatur). Ettersom røyas  $\delta^{13}\text{C}$ -signatur er begrenset til mellom ca. -26 og -28, betyr dette trolig at røya har små muligheter til å utnytte ulike næringskilder i innsjøen.

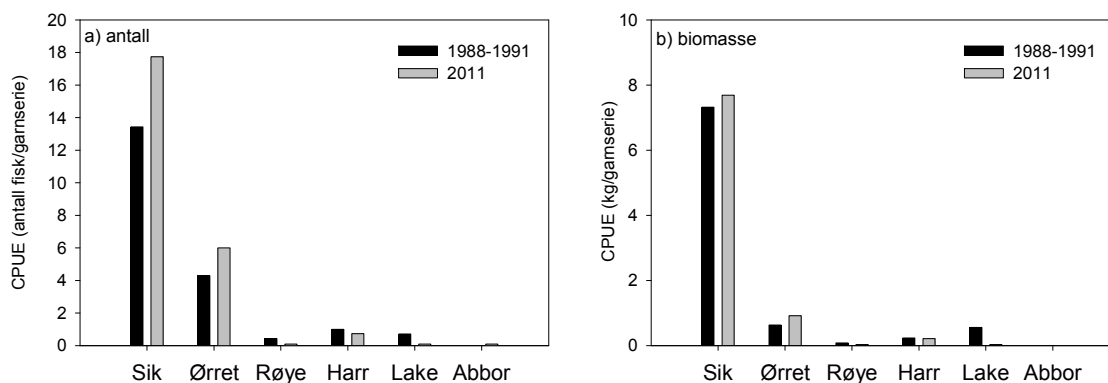


**Figur 5.2.1.** Biplott med individuelle målinger av  $\delta^{13}\text{C}$ - og  $\delta^{15}\text{N}$ -signatur) hos sik, røye og ørret i Aursunden.

### 5.3 Historiske endringer i fiskesamfunnet og sammenligning med andre innsjøer

Før 1913 var Aursunden en innsjø dominert av røye og ørret. I årene etter siken ble introdusert og frem til reguleringen i 1923 hevdes det at røyebestanden fortsatt var god. Etter reguleringen gikk både røye- og sikbestandene kraftig tilbake. Etter hvert tok sikbestanden seg imidlertid opp igjen, mens røyebestanden hadde fått sin endelige knekk. Den første undersøkelsen som ble gjennomført vinteren etter reguleringen i 1923 fant at store mengder rogn og yngel av røye ble liggende innefrosset og tørrlagt som følge av vintersenkningen (Dahl 1933). Sannsynligvis førte vannstandsvariasjonene og erosjon i reguleringssona på seks meter til at de viktigste gyteplassene for røya forsvant. I tillegg får røye alltid vanskelige leveforhold i relativt grunne innsjøer der det også finnes sik (Svårdson 1976, Sandlund mfl. 2010, 2012). Både undersøkelserne til Borgstrøm (1976), Linløkken (1992) og Langeland og Nøst (1993) viste at sik var fullstendig dominerende i Aursunden. En sammenligning av bunngarnfangster i strandsonen fra 1988-1991 (Linløkken 1992) med fangstene fra prøvefisket i 2011 viser at både sammensetning og relativ tetthet (både biomasse og antall) av de ulike artene er relativt uendret de siste 20 årene (**figur 5.3.1**). Den største endringen er trolig at røyebestanden synes å ha gått enda mer tilbake de siste 10-20 årene. Prøvefisket i Aursundens dypere områder (utenfor Tamneset og Botnet) gav i 1997 langt større fangster av røye enn i 2011 (Westberg 2012, denne undersøkelsen). Selv et målrettet fiske med mindre maskevidder i de dypere områdene i Botnet (områdene med høyest tetthet av røye i 1997) gav kun tre røyer. Det kan derfor synes som at røyebestanden er på sitt laveste nivå noensinne.

Ut fra det som finnes av data på ørreten, er det heller tegn på en svak økning i fangstene enn en nedgang. Relativ tetthet og biomasse var imidlertid relativt lik i 2011 som i 1988-91 (**figur 5.3.1**).



**Figur 5.3.1.** Sammenligning av (a) antall fisk og (b) kg fisk per Jensen-serie fra juni/august i perioden 1988-1991 (Linløkken 1992) og undersøkelsen i 2011

Selv om ørretbestanden i Aursunden kan karakteriseres som tynn (med CPUE på ca. 3,0 ørret per 100 m<sup>2</sup> garnflate per garnnatt i strandsonen, etter Ugedal mfl. 2005), er den relativt god sammenlignet med ørretbestander i andre større innsjøer (både regulerte og uregulerte) med komplekse fiskesamfunn. Dette skyldes trolig flere forhold, hvor tilgjengelig gyte- og oppvekstareal og fravær av gjedde i Aursunden trolig er viktige forklaringsvariabler. I tillegg er det i enkelte større innsjøer utpregede storørretstammer, hvor ørreten i mindre grad oppholder seg i strandsonen etter utvandring fra elv. Randsfjorden (regulert) og Isteren (uregulert) er eksempler på innsjøer med utpregede storørretstammer, og her ligger fangstene av ørret i strandsonen langt lavere, med relative tettheter (CPUE) på henholdsvis 0,17 og 0,14 (data fra Ugedal mfl. 2005). I den uregulerte Sølensjøen er også ørretbestanden i strandsonen tynn, med CPUE på

0,56 (Sundet 2010). I Storsjøen (regulert) i Rendalen lå CPUE på ca. 2,0, men her ble det i motsetning til Aursunden også fanget en del ørret i pelagialen (Museth mfl. 2008). Dette skyldes trolig at strandsonen i Storsjøen er begrenset, samt at flere arter enn sik utøver et relativt hardt konkurransestrykk på ørreten. Som nevnt ovenfor er trolig størrelsen på gyte- og oppvekstarealene en viktig faktor for tettheten av ørret. I Savalen, hvor ørreten kun konkurrerer med en relativt tynn bestand av røye og ørekyt, ligger CPUE for ørret (inkludert settefisk) mellom 2 og 2,8 (Johnsen mfl. 2011). Både Savalen og Aursunden er regulert, men konkurransen med andre arter synes å være langt mindre i Savalen enn i Aursunden. At ørretbestanden i Aursunden er større enn i Savalen, skyldes derfor sannsynlig at Aursunden har langt større gyte- og oppvekstarealer. I innsjøer med omfattende innsjøgyting, som f. eks i Bandak i Telemark (også en innsjø med ørret, sik, røye) kan tettheten av ørret bli høy (CPUE=9,3) selv om tilgjengelig gyteareal i elver og bekker er noe begrenset i forhold til innsjøareal (Johnsen mfl. 2012).

Til tross for at sikbestanden i Aursunden bærer preg av forgubbing, består den pelagiske delen av bestanden hovedsakelig av sik mellom 30 og 40 cm. Den pelagiske siken i Aursunden har relativt lik størrelsesfordeling som i Storsjøen (Museth mfl. 2008) og Sølensjøen (Sundet 2010), men er gjennomgående større en f.eks. i Tyrifjorden, Femund, Mjøsa og Bandak (Qvenild mfl. 1983, Sandlund mfl. 1981, 1992, Johnsen mfl. 2012). På grunn av ulike garn typer og maskeviddebruk er en sammenligning av relativ tetthet av sik i pelagialen noe vanskelig. Det synes imidlertid som at fangstene i Aursunden er på omtrent samme nivå som i Sølensjøen, og ligger noe høyere enn i f.eks. Storsjøen.

## 5.4 Forvaltning av fiskebestandene

Vi vil her konsentrere oss om forvaltningen av sik-, røye- og ørretbestandene i Aursunden. De andre artene er relativt fåtallige, og har relativt liten interesse eller verdi både historisk og i dag.

Basert på ekkoloddregistreringene er det grunn til å feste lit til at totalmengden av sik i Aursunden er rundt 135 tonn, og i alle fall over 100 tonn. Et årlig uttak på 10-13 tonn vil derfor representere ca. 10 % av dagens bestand. Med dagens vekst vil det ta 8-10 år før siken når sin «høstingsvekt». Et uttak på 25 tonn voksen sik i året vil representere rundt 20 % av dagens bestand. Dette er i samme størrelsesorden som den årlige nåværende dødeligheten for voksen sik (24 %). En kan forvente at dødelighet gjennom økt fangst i større eller mindre grad vil bli kompensert gjennom redusert naturlig dødelighet, slik at økt fangst ikke kommer på topp av dagens dødelighet. Et årlig fangstuttak på inntil 25 tonn sik anses som gunstig i de første 2-3 årene, men vil kanskje være et høyere beskatningstrykk enn bestanden kan bære i det lange løp. Legger vi føre var-prinsippet til grunn, bør en bærekraftig beskatning av sikbestanden i Aursunden deretter holdes under 15 tonn i året. Her må viktigheten av oppfølgende undersøkelser også presiseres; nærmere undersøkelser av responsen på økt beskatning i sikbestanden vil være viktig for å evaluere og forbedre rådene i forhold til fangstregimet. Effektene av et hardt uttak på sikbestanden vil kunne forventes å bedre kvaliteten og veksten på siken gjennom redusert næringskonkurranse og uttak av gamle individer med lav kondisjonsfaktor. I tillegg vil det vil ha en positiv effekt på både røye- og ørretbestanden.

Som nevnt tidligere kan det i innsjøer med største dyp på 50-60 m se ut til at et hardt fiske på siken bidrar til å bedre situasjonen for røya (Museth mfl. 2007). Det igangsatte næringsfisket etter sik i Aursunden vil derfor være et positivt tiltak for røyebestanden da konkurransen med sik vil avta. Det er imidlertid lite realistisk å tro at røyebestanden i Aursunden vil kunne bli veldig attraktiv i fremtiden.

Ørretbestanden i Aursunden kan karakteriseres som tynn med fisk av middels størrelse (etter Ugedal mfl. 2005). I prøvefiskefangstene var det relativt lite ørret over 30 cm. Dette kan skyldes at garnfisket i strandsonen er relativt hardt. Tilveksten til ørret etter at den har passert 30 cm var overraskende god tatt i betraktning konkurransen med større sik og redusert produk-

sjon av næringsdyr som følge av reguleringen. En tynning av sikbestanden vil uansett føre til redusert konkurranse og bedre forhold for ørret i strandsonen. Rekrutteringsforholdene for ørret i Aursunden synes å være brukbare, med viktige gyte- og oppvekstelter på østsiden (Brekfjorden) og vestsiden (Molinga). I de nedre delene av Litj-Molinga kunne det imidlertid blitt lagt ut grupper av større stein for å bedre oppvekstforholdene for mindre ørret. Før sikbestanden er redusert og effekten på ørretbestanden er evaluert anbefaler vi at det ikke settes ut ørret i Aursunden.

Sikbestanden i Aursunden består av relativt mye gammel sik, og kan sies å være akkumulert (forgubbet). En aldersakkumulert bestand består av mange årsklasser med kjønnsmoden sik som antas å utkonkurrere sitt eget avkom. Dette vil igjen føre til begrenset rekruttering av sik (Næsje mfl. 1998), og relativt liten tilgang på byttfisk i egnet størrelse (sik mellom 5-20) for stor ørret (Sandlund mfl. 2012.). Begrenset tilgang på egnet byttfisk kan være hovedårsaken til at den større ørreten i Aursunden vokser relativt jevnt uten tydelige vekstomslag.

Ved å øke beskatningen av sik vil trolig rekrutteringen økes og bestanden vil etterhvert bestå av et større antall yngre sik (Amundsen 1988, Ugedal mfl. 2007, Sandlund mfl. 2012). En ulempe ved å øke beskatningen av sik ved bruk av garn, er imidlertid at bifangst av stor ørret vil øke (Sandlund mfl. 2012). I bestander hvor få ørret slår over på fiskediett og i gjennomsnitt trenger mange år for å oppnå størrelser opp mot 60-80 cm vil ørreten være sårbar for hardt garnfiske. Det vil derfor være mest hensiktsmessig å beskatte siken med f.eks. storruse. Dette gir mulighet for å sette ørret uskadd tilbake i vannet.

## 6 Referanser

- Balk, H. & Lindem, T. (2006) Sonar4, Sonar5 and Sonar6 post processing systems. Operator manual version 5.9.6. Lindem Data Acquisition, Oslo, Norway.
- Bodholt, H. (1990) Fish density derived from echo-integration and in situ target strength measurements. In, CM 1990/B:11, 10 pp (mineo).
- Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G. & Saltveit, S.J. 1989. Electrofishing: theory and practice, with special emphasis on salmonids. - *Hydrobiologia* 173, 9-43.
- Borgstrøm, R. 1976. Fisket i Aursunden. Forslag til drift. – LFI Rapport (Univ. i Oslo). 29.
- Borgstrøm, R. 2005. Kan røyebestanden i Aursunden økes? Institutt for naturforvaltning, UMB, Notat, 7 s.
- Cochran, W.G. (1977) Sampling techniques, 3 edn. Wiley, New York.
- Craig, H. 1953. The geochemistry of stable isotopes. *Geochim. Cosmochim. Acta.* 3.: 53-93.
- Dahl, K. 1917. Studier og forsøk over ørret og ørretvann. Centraltrykkeriet, Kristiania.
- Dahl, K. 1933. Vassdragsregulerings virkninger på fisket i innsjøer. J.W.Cappelens forlag, Oslo. 120 s.
- Eckmann, R. (1998) Allocation of echo integrator output to small larval insect (*Chaoborus* sp.) and medium-sized (juvenile fish) targets. *Fisheries Research*, 35, 107-113.
- Forseth, T. & Forsgren, E. (red.) 2008. El-fiskemetodikk – Gamle problemer og nye utfordringer. – NINA Rapport 488. 74 s.
- Grimås, U. 1962. The effect of increased water level fluctuations upon the bottom fauna in Lake Blåsjøen, Northern Sweden. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm, 44, 14-41.
- Huitfeldt-Kaas, H. 1918. Ferskvandsfiskenes utbredelse og indvandring i Norge med et tillegg om kræbsen. Centraltrykkeriet, Kristiania, 108 s.
- Jolly, G.M. & Hampton, I. (1990) A stratified random transect design for acoustic surveys of fish stocks. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 47, 1282-1291.
- Johnsen, S.I., Kraabøl, M., Brabrand, Å., Saltveit, S.J., Dokk, J.G. & Pavels, H. 2012. Fiskebiologiske undersøkelser i Bandak og Tokkeåi 2011. - NINA Rapport 862. 50 s.
- Johnsen, S.I., Kraabøl, M., Sandlund, O.T., Rognerud, S., Linløkken, A., Wærvågen, S.B. & Dokk, J.G. 2011. Fiskesamfunnet i Savalen, Alvdal og Tynset kommuner - Betydningen av reguleringsinngrep, beskatning og avbøtende tiltak - NINA Rapport 720. 47 s. + vedlegg.
- Jonsson, N., T.F. Næsje, B. Jonsson, R. Saksgård & O.T. Sandlund 1999. The influence of piscivory on life history traits of brown trout. *Journal of Fish Biology* 55, 1129-1141.
- Kjellberg, G. & O.T. Sandlund 1983. Næringsrelasjoner i Mjøsas pelagiske økosystem. – DVF Mjøsundersøkelsen. Rapport nr. 6: 61 s.
- Koksvik, J. I. 1999. Aursundregulerings betydning for fisket. Fiskerisakkyndig uttalelse til Gauldal herredsrett, Sak 361/97 B, 41 s.

- Lindem, T. & Sandlund, O.T. (1984) New methods in assessment of pelagic freshwater fish stocks - coordinated use of echosounder, pelagic trawl and pelagic nets. *Fauna*, 37, 105-111.
- Langeland, A. & Nøst, T. 1993. Siken i Aursunden – bestandsstruktur og ernæring. – NINA Oppdragsmelding 184: 1-11.
- Lea, E. 1910. On the methods used in herring investigations. *Publ. Circ. Cons. perm. int. Explor. Mer.*, 53, 7-174.
- Linløkken, A. 1992. Fiskeundersøkelser i Aursunden, Røros kommune i 1988 og 1991. – Glommaprosjektet. Rapport nr. 10: 1-17. Fylkesmannen i Hedmark, Miljøvern avdelingen / Hedmark Energi AS, Hamar, Norway.
- Linløkken, A. N., Rognerud, S. & Sandlund, O. T. 2011. Fiskeundersøkelser i Osensjøen 2010 – 2011. – NINA Rapport 737: 1-26.
- Linløkken, A. & O.T. Sandlund 2003. Fisk og fiskerier i Osensjøen – et sammendrag av 25 års undersøkelser. – NINA Oppdragsmelding 794: 1-18.
- Mariotti, A. 1983. Atmospheric nitrogen is a reliable standard for natural abundance  $^{15}\text{N}$  measurements. *Nature* 303: 685-687.
- Museth, J., Sandlund, O. T., Johnsen, S. I., Rognerud, S. & Saksgård, R. 2008. Fiskesamfunnet i Storsjøen i Åmot og Rendalen kommuner. Betydningen av reguleringsinngrep, endret beskatning og avbøtende tiltak – NINA Rapport 388, 63 s.
- Museth, J., O.T. Sandlund & R. Borgstrøm 2007. Coexistence between introduced whitefish (*Coregonus lavaretus*) and native Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) depends on heavy whitefish exploitation. – In: Jankun, M., Brzuzan, P., Hliwa, P., Luczynski, M. (Eds.) *Biology and Management of Coregonid Fishes 2005*. – *Advances in Limnology* 60: 343-350.
- Næsje, T.F., Sandlund, O.T. & Saksgård, R. 1992. Auren i Femund - vekst og ernæring. - NINA-Oppdragsmelding 153: 1-15.
- Post, D., et al. 2007. Getting to the fat of the matter: models, methods and assumptions for dealing with lipids in stable isotope analyses. *Oecologia* 152: 179-189.
- Qvenild, T. & Skurdal, J. 1983. Fisk. S. 104-115 i: D. Berge (red.) *Tyrifjordundersøkelsen 1978-1981. Sammenfattende sluttrapport. Trifjordutvalget, Drammen*.
- Qvenild, T., Skurdal, J. & Kildal, T. 1983. Populasjonsbiologi for ørretbestanden i Tyrifjorden. – Tyrifjordundersøkelsen. Rapport nr. 22. 81 s.
- Ricker, W. E. 1979. Growth rates and models. 1: W. S. Hoar, D. J. Randall & J. R. Brett (red.). *Fish Physiology* 8. Bioenergetics and growth. Academic Press, New York, 677-743.
- Saksgård, R., Næsje, T.F., Sandlund, O.T. & Ugedal, O. 2002. The effect of potential predators on whitefish (*Coregonus lavaretus*) habitat use in Lake Femund, a deep Norwegian Lake. – *Archiv für Hydrobiologie Special Issues Advanced Limnology* 57: 537-552. Sandlund m fl. 1997 Femund
- Sandlund, O.T., Næsje, T.F., Klyve, L. & Lindem, T. 1985. The vertical distribution of fish species in Lake Mjøsa, Norway, as shown by gill net catches and echo sounder. *Rep. Inst. Freshwat. Res. Drottningholm* 62: 136-149.



- Sandlund, O.T., Museth, J., Næsje, T.F., Rognerud, S., Saksgård, R., Hesthagen, T. & Borgstrøm, R., 2010: Habitat use and diet of sympatric Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) and whitefish (*Coregonus lavaretus*) in five lakes in southern Norway: not only interspecific population dominance? – *Hydrobiologia* **650**: 27-41. DOI 10.1007/s10750-009-0075-4
- Sandlund, O.T., Hesthagen, T. & Brabrand, Å. 2012. Coregonid introductions in Norway: well-intended and successful, but destructive. *Advances in Limnology*, in press.
- Sandlund, O.T. & Næsje, T.F. 2000. Komplekse, laksefiskdominerte fiskesamfunn på Østlandet. – I: R. Borgstrøm & L.P. Hansen (red.) *Fisk i ferskvann*. Landbruksforlaget, Oslo. Sandlund og Næsje 2000
- Sandlund, O.T., Næsje, T.F., Forseth, T., Breistein, J. & Saksgård, R. 1997. Aure som predator. – S. 14-20 i: A. Langeland & B. Jonsson (red.) *NINAs Strategiske Instituttprogrammer 1991-95. Innsjøers produktivitet*, NINA Temahefte 6.
- Shotton, R. & Bazigos, G.P. (1984) Techniques and considerations in the design of acoustic surveys. *Rapp.P.v.Réun.Cons.Int.Explor.Mer*, 184, 34-57.
- Stensaas, J., 1941: Aursundsjøens fiskerihistorie. – Avisartikkel, Adresseavisen, Trondheim, 25. Januar 1941.
- Sundet, H.B. 2010. Habitatbruk, diett og individuell vekst hos røye (*Salvelinus alpinus*) og sik (*Coregonus lavaretus*) i Sølensjøen sterkt påvirket av beskatning. – Masteroppgave, UMB, 59 s. + vedlegg.
- Svärdson, G. 1976. Interspecific population dominance in fish communities of Scandinavian Lakes. – Report. Institute of Freshwater Research, Drottningholm 55: 144-171.
- Taugbøl, T. 1995. Operasjon Mjøsørret. Sluttrapport, Fylkesmannen i Oppland, miljøvernavdelingen, 17 s.
- Von Bertalanffy, L. 1938. A quantitative theory of organic growth. *Human Biol.* 10: 181-213.
- Ugedal, O., Forseth, T. & Hesthagen, T. 2005. Garnfangst og størrelse på gytefisk som hjelpemiddel i karakterisering av aurebestander. *NINA rapport* 73. 52 s.
- Westberg, T.S. 1999. Småfiskbestander av sik (*Coregonus lavaretus*) og røye (*Salvelinus alpinus*) i profundale habitater i Aursunden. Rapport, 14 s + vedlegg.
- Westberg, T.S. 2012. Ernæring og habitatbruk hos sik (*Coregonus lavaretus*) og røye (*Salvelinus alpinus*) i Aursunden. Masteroppgave, NTNU, 61 s. + vedlegg.
- Zippin, C. 1958. The removal method and population estimation. *Journal of wildlife management*. 22: 82-90.

## 7 Vedlegg

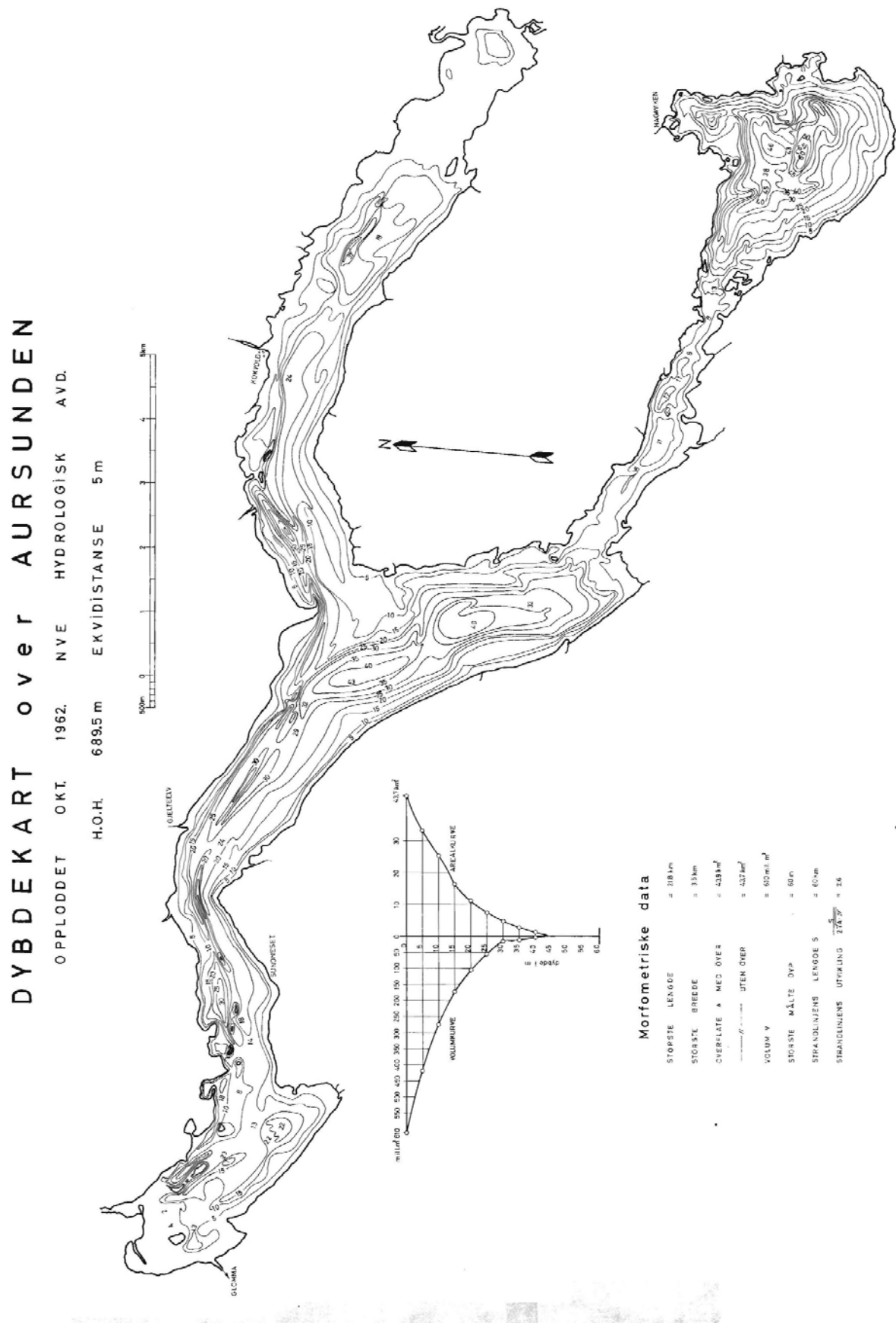
**Vedlegg 1.** Garnareal, antall fisk fanget og antall fisk fanget per 100 m<sup>2</sup> garnflate per natt (CPUE). \* CPUE beregnet for maskevidder 16 mm – 52 mm for å kunne karakterisere ørretbestanden etter Ugedal mfl. 2005. \*\* viser CPUE i Nordic (oversiktsgarn) for maskevidder 16 -43 mm, for å bedre kunne sammenligne med prøvafiske i juni.

Periode/habitat	Art	Garnareal	Antall fisk	Vekt (g)	CPUE <sub>antall</sub>	CPUE <sub>vekt</sub>
<b>JUNI</b>						
<b>Strandsone (0-10 m)</b>		<b>2888 (2363*)</b>				
	Ørret		70 (69*)	7718 (7685*)	2,42 (2,92*)	267 (325*)
	Sik		82	38946	2,84	1349
	Abbor		1	33	0,04	1
<b>Bunngarn (10-20 m)</b>		<b>413</b>				
	Sik		16	1513	3,88	366
<b>Bunngarn (&gt; 25 m)</b>		<b>825</b>				
	Sik		22	1634	2,67	198
<b>Flytegarn (0-6 m)</b>		<b>2400</b>				
	Ørret		1	3685	0,04	154
	Sik		282	97414	11,75	4059
<b>Flytegarn (15-21 m)</b>		<b>2400</b>				
	Sik		18	2850	0,79	119
	Røye		1	48	0,04	2
<b>Totalt juni</b>		<b>8926</b>	<b>493</b>			
<b>AUGUST</b>						
<b>Strandsone (0-10 m)</b>		<b>1650 (1350*)</b>				
	Ørret		47 (44*)	5558 (5507*)	2,85 (3,26*)	337 (408*)
	Sik		114	46668	6,91	2828
	Røye		1	332	0,06	20
	Harr		8	2346	0,48	142
	Lake		1	362	0,06	22
	Abbor		1	35	0,06	2
<b>Bunngarn (10-20 m)</b>		<b>825</b>				
	Sik		56	11356	6,79	1376
<b>Bunngarn (&gt; 25 m)</b>		<b>413</b>				
	Sik		11	1065	2,67	258
<b>Flytegarn (0-6 m)</b>		<b>540 (270**)</b>				
	Sik		20	7473 (7473**)	3,70 (7,41**)	1384 (2768**)
<b>Flytegarn (15-21 m)</b>		<b>540 (270**)</b>				
	Sik		8 (7**)	1729 (1712**)	1,48 (2,59**)	320 (634**)
<b>Totalt</b>		<b>3668</b>	<b>267</b>			

**Vedlegg 2.** Andel kjønnsmodne individer i aldersklassene 1 til 34 år for sik fanget ved prøvefiske i Aursunden i august 2011.

Alder	Kjønnsmodning			
	Hann		Hunn	
	n	% modne	n	% modne
1	3	0	1	0
2	3	0		-
3	3	0	2	0
4	6	0	2	0
5	4	0	6	17
6		-	1	0
7	9	100	1	100
8	7	86	4	75
9	4	100	4	50
10	8	88	3	67
11	3	100	3	67
12	1	100		-
13	1	100		-
14	2	100		-
17	2	100	1	100
18	1	100		-
19	1	100	1	0
21	1	0		-
24	1	100	1	100
26		-	1	100
27		-	2	0
31		-	1	100
34		-	1	0
Totalt	54		35	

**Vedlegg 3. Dybdekart over Aursunden (Kilde: NVE Atlas)**







*Norsk institutt for naturforskning (NINA) er et nasjonalt og internasjonalt kompetansesenter innen naturforskning. Vår kompetanse utøves gjennom forskning, utredningsarbeid, overvåking og konsekvensutredninger.*

*NINAs primære aktivitet er å drive anvendt forskning. Stikkord for forskningen er kvalitet og relevans, samarbeid med andre institusjoner, tverrfaglighet og økosystemtilnærming. Offentlig forvaltning, næringsliv og industri samt Norges forskningsråd og EU er blant NINAs oppdragsgivere og finansieringskilder.*

*Virksomheten er hovedsakelig rettet mot forskning på natur og samfunn, og NINA leverer et bredt spekter av tjenester gjennom forskningsprosjekter, miljøovervåking, utredninger og rådgiving.*

ISSN:1504-3312  
ISBN: 978-82-426-2459-8

## Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Sluppen, NO-7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, NO-7047 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00, Telefaks: 73 80 14 01

E-post: [firmapost@nina.no](mailto:firmapost@nina.no)

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>

Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger