

# 966 Ferskvannsbioologiske undersøkelser i Fundin, Oppdal og Folldal kommuner

NINA Rapport

Stein Ivar Johnsen  
Jon Museth  
Odd Terje Sandlund  
Sigurd Rognerud  
John Gunnar Dokk



## **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.

# Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Fundin, Oppdal og Folldal kommuner

Stein Ivar Johnsen  
Jon Museth  
Odd Terje Sandlund  
Sigurd Rognerud  
John Gunnar Dokk

Johnsen, S.I., Museth, J., Sandlund, O.T., Rognerud, S. & Dokk, J.G. 2013. Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Fundin, Oppdal og Folldal kommuner - NINA Rapport 966. 26 s.

Lillehammer, august 2013

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-2575-5

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Stein Ivar Johnsen

KVALITETSSIKRET AV

Morten Kraabøl

ANSVARLIG SIGNATUR

Jostein Skurdal

OPPDRAGSGIVER(E)

Glommens og Laagens Brukseierforening

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER

Trond Taugbøl

FORSIDEBILDE

Per Jordhøy (NINA)

NØKKEWORD

- Norge, Hedmark, Sør-Trøndelag, Folldal, Oppdal
- Ørret, harr, ørekyt, marflo, skjoldkreps
- Næringsnett
- Fiskeutsettinger
- Etterundersøkelse

KEY WORDS

[se nøkkelord]

#### 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., Museth, J., Sandlund, O.T., Rognerud, S. & Dokk, J.G. 2013. Ferskvannsbioologiske undersøkelser i Fundin, Oppdal og Folldal kommuner- NINA Rapport 966. 26 s.

Etter reguleringen av Fundin i 1970 er det gjennomført én fiskebiologisk undersøkelse i 1981, samt gjennomført et enkelt prøvefiske og samlet inn fangstskjemaer i hvert av årene 1999-2001. Da det var over 10 år siden forrige undersøkelse var det ønskelig med en ny oppdatert status av fiskesamfunnet i Fundin. Undersøkelsen har et særlig fokus på ørretbestanden og ørretutsettingene.

Garnfangstene i Fundin viser at ørreten bruker hele innsjøen til næringssøk. Det var imidlertid en størrelsessegregering mellom de ulike habitatene. I strandsonen ble det fanget ørret i alle størrelser, mens det kun ble fanget ørret større enn 22 cm i de frie vannmassene. At det også ble fanget en del ørret på dypere vann skyldes trolig gode forekomster av skjoldkreps og marflo i dette habitatet. Ørretbestanden i Fundin kunne karakteriseres som tynn (mot middels) med storvokst fisk. Relativ tetthet av ørret var omtrent på samme nivå som i 1999 og 2000.

Dag- og nattfiske med elfiskebåten langs damkrona (kledd med sprengsteinblokker) viste også at det var store forskjeller i ørretens habitatbruk gjennom døgnet. Sammenlignet med dagfiske ble det fanget relativt lite ørret større enn 14 cm om natten. Dette kan tyde på at fisk over denne størrelsen forlater skjulestedet etter mørkets frembrudd, trolig i forbindelse med næringsøk.

Undersøkelsen i 2012 viste at harrbestanden har økt kraftig de siste 10 årene, og den relative tettheten av harr i strandsona var på samme nivå som for ørret. At det har vært en økning i harrbestanden stemmer også med inntrykket til lokale fiskere. Harrbestanden i Fundin er knyttet til strandsonen.

Analysen av stabile karbonisotoper ( $\delta^{13}\text{C}$ ) i ørret fanget i strandsona, de frie vannmasser og på dypt vann reflekterer at fisken har tatt føde i det habitatet den ble fanget. Isotopsignaturen i muskel reflekterer fiskens næringsopptak de siste to-tre måneder. Den tydelige forskjellen mellom ørret fanget i strandsona og i de to andre habitatene tyder derfor på at det i sommerseongen ikke skjer noen særlig grad av vandring fram og tilbake mellom strandsona og de dype deler av innsjøen. Den fisken vi fanget ute i vannmassene og på dypt vann ser ut å ha oppholdt seg der gjennom sesongen. Forekomsten av marflo i relativt store mengder i magene til pelagisk ørret kan tyde på at fisken beveger seg mellom bunnære vannlag og de åpne vannmassene, men at den altså ikke oppsøker strandsona i særlig grad.

Det var en svak økning i  $\delta^{15}\text{N}$ -verdiene med økende fiskestørrelse hos ørreten. Økningen er imidlertid så liten at konklusjonen må være at ørreten i Fundin bare i svært liten grad spiser fisk.

En utfordring ved evalueringen av de pålagte utsettingene i Fundin er at utsettingsmengden har variert mye mellom år. Den utsatte ørreten kommer inn i de regulære garnfangstene fra fire års alder og tilslaget ser ut til å variere med antallet ørret satt ut fire til fem år tidligere. I 2007 og 2008 ble det satt ut et stort antall fisk, henholdsvis 28900 og 43000, og den relativt høye andelen settefisk (36 %) for ørret større enn 30 cm, skyldes i all hovedsak bidraget fra disse årsklassene. Da det i årene før 2007 ble satt ut relativt lite ørret var det flere skjulplasser og høyst sannsynlig var næringsgrunnlaget stort nok til å opprettholde vekst og kvalitet for det store antallet ørret satt ut i 2007 og 2008. Man bør derfor være forsiktig med å øke antall settefisk fra dagens pålegg da utsettingsmengdene har variert så mye at man ikke kjenner nivået for opprettholdelse av dagens vekst og kvalitet. I tillegg har harrbestanden økt betraktelig de siste 10 årene, og det er usikkert i hvilken grad dette vil påvirke ressursgrunnlaget for ørreten over tid.

Basert på lengdefordelingen fra elfisket i Elgsjøelva og Flombekken, synes det som at ørreten vandrer ut i innsjøen første eller andre sommeren. Ved utvandring til innsjøen er da ørretene mellom 5 og 10 cm. Dette er en størrelse som gjør at de er veldig avhengig av skjul, da de er veldig utsatt for predasjon og er konkurransesvake mot større fisk. Lite områder med egnet skjul når magasinet er fullt, og trolig i større grad når innsjøen er senket ned mot LRV, kan være en flaskehals for ørretproduksjon i Fundin.

Lite tilgjengelig arealer med skjul taler for at man bør øke størrelsen på den utsatte fisken. Ved å øke størrelsen på den utsatte fisken til rundt 15 cm (tosomrig) vil man redusere konkurransen om skjul med liten villfisk. I tillegg vil dette høyst sannsynlig øke overlevelsen på den utsatte fisken da den vil være langt mindre attraktiv som føde for større ørret. Da det erfaringsmessig vil være bedre overlevelse på større settefisk foreslås det å redusere utsettingsmengden til 10 000. Eventuelt kan det gjennomføres et forsøk med 5000 toårig og 10000 ensomrig settefisk. Dette bør følges opp med fangstregistreringer og et nytt prøvefiske fire til fem år etter oppstarten av utsettingsforsøket.

En reguleringshøyde på 11 meter og en endring fra to små tjern med et samlet overflateareal på 0,5 km<sup>2</sup> til et reguleringsmagasin på over 10 km<sup>2</sup> ved HRV vil i seg selv gjøre det naturlig å klassifisere Fundin som en sterkt modifisert vannforekomst. Videre vil det foreslåtte kriteriet for kvalitetselementet vannplanter også tilsi dette, da største reguleringshøyde som kan tolereres for å oppnå «god» tilstand med dette kvalitetselementet er 3 m.

For å oppnå et best mulig økologisk potensial for fiskebestanden vil det være viktig å se på mulighetene for en bedre rekruttering og overlevelse hos naturlig produsert ørret. Som nevnt ovenfor vil overgang til utsetting av tosomrig settefisk kunne bidra til dette. Ellers vil habitatforbedringer, særlig med hensyn på bedre skjul i strandsona sannsynligvis være et godt bidrag, men vi har ikke grunnlag for å vurdere om effektene av et slikt tiltak vil kunne stå i forhold til kostnadene. Eventuelle tiltak på gyteelver for å øke rekrutteringen kan virke positivt, men effekten vil nok begrenses av at det er lite skjulmuligheter i strandsonen.

Stein Ivar Johnsen, Fakkeltgården, 2626 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>6</b>
<b>1 Innledning.....</b>	<b>7</b>
<b>2 Områdebeskrivelse.....</b>	<b>8</b>
2.1 Reguleringen.....	8
2.2 Fiskesamfunnet.....	9
<b>3 Materiale og metoder.....</b>	<b>10</b>
3.1 Datainnsamling .....	10
3.1.1 Prøvefiske med garn .....	10
3.1.2 Elfiskebåt.....	10
3.1.3 Ungfiskregistreringer .....	10
3.2 Prøvetaking og analyse.....	11
3.2.1 Lengde og vekt.....	11
3.2.2 Alder og vekst.....	11
3.2.3 Diett.....	11
3.2.4 Stabile isotoper.....	11
<b>4 Resultater .....</b>	<b>13</b>
4.1 Fiskeartenes fordeling og relative tetthet i innsjøen .....	13
4.1.1 Prøvefiske med garn .....	13
4.1.1.1 Strandsonen og profundalen.....	13
4.1.1.2 Pelagialen .....	13
4.1.2 Båtefiske.....	13
4.2 Ørretbestanden .....	14
4.2.1 Lengdefordeling.....	14
4.2.2 Gyte- og oppvekstområder .....	18
4.3 Harrbestanden .....	18
4.4 Diett og energistrøm.....	19
4.4.1 Diettanalyser .....	19
4.4.2 Stabile isotoper.....	20
<b>5 Diskusjon.....</b>	<b>22</b>
5.1 Habitatbruk og fangster.....	22
5.2 Næringskjeden i Fundin .....	23
5.3 Forvaltningstiltak og fiskeutsettinger .....	23
5.4 Vurdering av Fundin i forhold til Vannforskriften.....	25
<b>6 Referanser .....</b>	<b>26</b>
<b>7 Vedlegg.....</b>	<b>27</b>



## Forord

Det har ikke blitt gjennomført fiskebiologiske undersøkelser i Fundin de siste 10 årene. Det var derfor ønskelig med en ny oppdatert status av fiskesamfunnet i Fundin. Undersøkelsen ble gjennomført i 2012.

Vi vil rette en stor takk til Fjellstyret ved Odd Enget for informasjon og husvær. En stor takk rettes også til Frode Næstad (Høgskolen i Hedmark) for bistand under feltarbeid og for informasjon vedrørende gytebekker. Til slutt rettes en takk til Trond Taugbøl i Glommens og Laagens Brukseierforening (GLB) for initiering og finansiering av prosjektet. NINA har bidratt med egne midler i forbindelse med bruk og uttesting av elfiskebåten i strandsonen.

04.10.13

Stein Ivar Johnsen



# 1 Innledning

Regulering av innsjøer kan innebære både heving og senkning av vannstanden. Når vannstanden heves kan store arealer demmes ned og innsjøarealet, ved høyeste regulerte vannstand (HRV), kan være mye større enn det opprinnelige arealet. Reguleringen av Unndalen er et slikt eksempel, hvor to små tjern med et samlet overflateareal på 0,5 km<sup>2</sup> ble neddemt og skapte magasinet Fundin med et innsjøareal på 10,1 km<sup>2</sup> ved HRV. På grunn av neddemningseffekten ble det tatt mye stor ørret av god kvalitet etter reguleringen i 1970 (Enerud 1981). Vekst og kvalitet har avtatt noe etter undersøkelser til Enerud i 1981, men er fortsatt god som følge av gode forekomster av skjoldkreps, marflo og linsekreps (Qvenild 2010). For å kompensere for reguleringen er regulant årlig pålagt å sette ut 20 000 ensomrig ørret. Disse fordeles med 10 000 på Oppdalsiden og 10 000 på Folldalsiden.

Det er ikke gjennomført større fiskebiologiske undersøkelser i Fundin siden 1981, men det ble i hvert av årene 1999-2001 gjennomført et enkelt prøvefiske og samlet inn fangstskjemaer fra lokale fiskere (Qvenild 2000, 2001, 2002), og det ble gjort en analyse av kvikksølvinnhold og næringsnettanalyser i 2002 (Rognerud og Qvenild 2002). Ørreten har vært den dominerende fiskearten i Fundin, og tidligere undersøkelser har vist at de to andre fiskeartene, harr og ørekyte, har vært fåtallige.

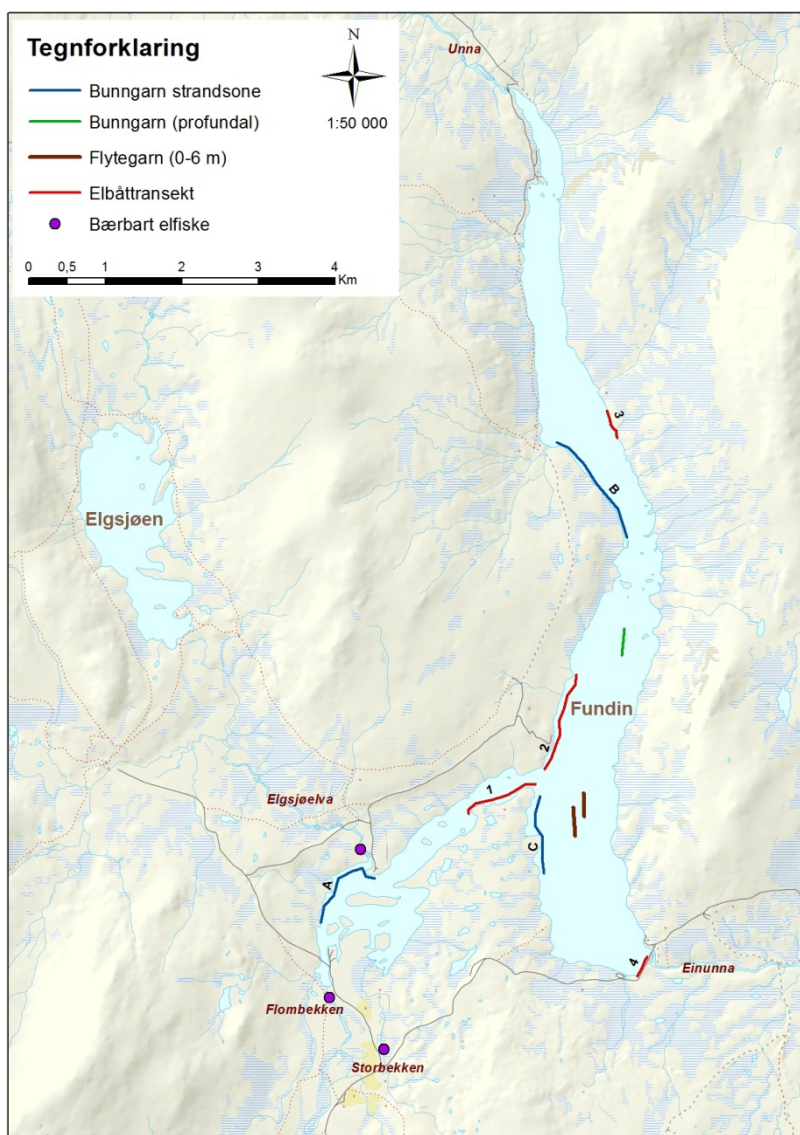
For å øke kunnskapen om fiskesamfunnet i Fundin ble NINA forespurt om å gjennomføre en fiskebiologisk undersøkelse. Undersøkelsen skulle:

- gi en generell beskrivelse av fiskesamfunnet
- gi en beskrivelse av rekrutteringen i tilløpsbekkene
- evaluere dagens utsettingspålegg for ørret
- gi en oversikt over mulige tiltak for bedre forvaltning og utnyttelse av ørret og eventuelt harr

## 2 Områdebeskrivelse

### 2.1 Reguleringen

Fundin (**figur 2.1**) ligger i Einunnavassdraget (Glommavassdraget) og har et areal på 10,1 km<sup>2</sup> ved HRV (1021,8 moh.) og 2,9 km<sup>2</sup> ved LRV (1010,8 moh.). Det finnes ikke dybdekart for Fundin, men Rognerud og Qvenild (2002) stipulerte maksdypet til ca. 23 m. Innsjøen er gjennomgående grunn, og de dypeste områdene finnes nær dammen (Qvenild 2008). Når magasinet er fullt ligger 54 % av Fundinmagasinet i Oppdal (Sør-Trøndelag), og resten ligger i Folldal (Hedmark). Ved LRV er magasinet helt nedtappet på Oppdalsiden (Qvenild 2008).



**Figur 2.1.** Kart over Fundin, med plassering av stasjoner for garnfiske, elbåtfiske og elfiske med bærbart apparat i tre tilløpselver.

## 2.2 Fiskesamfunnet

Etter reguleringen i 1970, hvor store arealer ble neddemmet, var det veldig god vekst på ørreten, og det ble tatt mye ørret av svært god kvalitet (Enerud 1981). Selv om veksten og kvaliteten har avtatt etter undersøkelsene i 1981, er kvaliteten på ørreten fortsatt god (Qvenild 2010). Dette skyldes bra forekomst av skjoldkreps, linsekreps og marflo (Qvenild 2010). Undersøkelser av stabile isotoper, viste at ørreten i Fundin kan bli over 2 kg med en diett bestående av skjoldkreps og marflo (Rognerud og Qvenild 2002). Ørret dominerer fiskesamfunnet, mens ørekytbestanden er stedvis tallrik. Ørekyt ble første gang observert i 1986 (Qvenild 2010). Harrbestanden er karakterisert som sparsom, men det har vært en økning i fangstene de siste årene (Qvenild 2010).

Som avbøtende tiltak etter reguleringen er regulant pålagt å sette ut 20 000 ensomrig ørret årlig. All utsatt ørret blir fettfinneklippet. Utsettingsmengden har imidlertid variert mye fra år til år (**tabell 2.1**), i snitt 19 730 for årene 2003-2012. Ørreten er stedegen, og stamfisk tas i fra Elgsjøelva og Flåmbekken. Settefisk settes ut i likt antall på Oppdal- og Follidsiden av innsjøen. Det er forholdsvis hard beskatning i Fundin (Qvenild 2010).

**Tabell 2.1.** Oversikt over antall ensomrig ørret satt ut i Fundin fra 2003 til 2012.

År	Antall
2003	9 400
2004	17 500
2005	20 700
2006	7 300
2007	28 900
2008	43 000
2009	13 850
2010	20 800
2011	25 850
2012	10 000

## 3 Materiale og metoder

### 3.1 Datainnsamling

#### 3.1.1 Prøvefiske med garn

Prøvefisket ble gjennomført i perioden 22.-24. august 2012. Det ble satt bunngarnserier i strandsonen (dybdeintervallet 0-10 meter) og langs bunn på 10-15 meters dyp. I strandsonen ble det brukt garnserier som besto av 11 bunngarn (1,5x25 meter) med maskevidder 10, 12, 16, 2x21, 26, 29, 35, 39, 45 og 52 mm. Langs bunn på dyp fra 10-15 meter ble det satt oversiktsgarn (1,5x30 m) som består av 12 integrerte maskevidder; 5, 6.25, 8, 10, 12.5, 15.5, 19.5, 24, 29, 35, 43 og 55 mm.

Det ble også fisket med flytegarn i dybdeintervallet 0-6 meter i de frie vannmasser (pelagialen). Denne garnserien besto av seks meter dype og 25 meter lange garn med maskeviddene: 16, 19, 22.5, 26, 29, 35, 39 og 45 mm. En oversikt over innsatsen i de ulike habitatene er gitt i **tabell 3.1**, og 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>).

#### 3.1.2 Elfiskebåt

Det ble gjennomført et forsøksfiske med en elektrofiskebåt i samme periode som garnfisket. Båten er utstyrt med en 200 hk vannjetmotor, har flat bunn og kan derfor brukes på svært grunne områder. I forkant av båten henger to stk. anodeelektroder (stålvaiere) fritt ned i vannet. Ved elfisket fungerer aluminiumbåtens skrog som katode. Når strømmen slås på (likestrøm) oppstår et elektrisk strømfelt rundt hver anode. Feltet har en horisontal rekkevidde på 5 m og vertikal rekkevidde på 2-3 m. Pulserende likestrøm (60 Hz) benyttes fra et 7,5 kW aggregat i båten. Strømstyrken er på 1 – 3 A (justeres etter vannets ledningsevne) og spenningen er på 1000 V. Den største forskjellen i forhold til tradisjonelt elfiske er at rekkevidden er større fordi man ikke er avhengig av å vade i vannet og pga. flere anoder som øker størrelsen på det effektive strømfeltet.

Det ble kjørt flere transsektorer i strandsonen i Fundin. Totalt ble det kjørt fire transsektorer på dagtid og tre om natten. Det faktiske antallet sekunder som aggregatet (model Smith-Root Electrofisher 7.5 GPP) var i drift, ble registrert for hvert transsekt. De ulike transsektene (**figur 3.1**) ble valgt ut for å sikre en viss variasjon i bunnsubstrat og habitattyper.

Fiskene som ble lammet under elektrofisket ble håvet opp av to personer som stod i front av elfiskebåten. Fisken ble deretter plassert i et akvarium med konstant vanngjennomstrømming i midten av båten. Ved vanndybder > 2 m er fangbarheten redusert som følge av dårligere sikt og vanskeligheter med å manøvrere håvene på dypt vann.

#### 3.1.3 Ungfiskregistreringer

Det ble gjennomført ungfiskregistreringer med elektrisk fiskeapparat i Flombekken, Storbekken og Elgsjøelva. En stasjon i hver lokalitet ble avfisket og arealet ble oppmålt. De tre stasjonene ble overfisket én gang, og tettheten ble estimert ved å sette fangbarheten (p) til 0,5. I Elgsjøelva var vannføringen veldig høy som følge av at Elgsjøen ble nedtappet for å forberede arbeid på demningen. Ungfiskregistreringene ble derfor gjennomført den 27.9.2012.

## 3.2 Prøvetaking og analyse

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 ørret og harr.

Det ble tatt ut vevsprøver til analyse av stabile isotoper fra ørret, harr og ørekyt. Det ble i tillegg samlet inn zooplankton og bunndyr til analyse av stabile nitrogen- og karbonisotoper (se kap. 3.2.4).

### 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 ørret og harr er gjort fra otolitter. For ørret er lengdeveksten tilbakebe-regnet fra skjellradiene, basert på direkte proporsjonalitet mellom fiskelengde og skjellradius (Lea 1910).

### 3.2.3 Diett

Mageinnholdet ble dissekert ut og oppbevart dyptfryst fram til analyse under binokularlupe på laboratoriet. Andelen av de ulike næringsdyrgruppene i mageinnholdet ble bestemt til volum-prosent.

### 3.2.4 Stabile isotoper

Det ble analysert stabile karbon- ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ) og nitrogen- ( $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ ) isotoper på prøver fra ørret, harr, ørekyt, zooplankton og bunndyr i Fundin. 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  $\delta^{15}\text{N}$  (‰) =  $[(R_{\text{prøve}} / R_{\text{standard}}) - 1] \times 1000$ , 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 anrikt ( $0,2\text{ ‰}$  per trofisk nivå) i forhold til dietten, mens forskjellen i  $\delta^{15}\text{N}$  er  $3,4\text{ ‰}$  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 ( $-18$  -  $-22\text{ ‰}$ ). På den annen side har planteplankton, som er grunnlaget for næringskjeden i de frie vannmassene, lave  $\delta^{13}\text{C}$ -verdier ( $-30$  -  $-36\text{ ‰}$ ). 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 ( $-26$  -  $-29\text{ ‰}$ ).

## 4 Resultater

### 4.1 Fiskeartenes fordeling og relative tetthet i innsjøen

#### 4.1.1 Prøvefiske med garn

##### 4.1.1.1 Strandsone og profundalen

Totalt ble det fanget 129 fisk i strandsona under prøvefisket i august, og alle tre artene var representert. I antall ble det fanget noe mer harr ( $CPUE_{\text{antall}} = 5,49$ ) enn ørret ( $CPUE_{\text{antall}} = 4,85$ ), mens det kun ble fanget én ørekyt (**tabell 4.1**). Garnserienes maskeviddesammensetning er årsaken til at det ble fanget lite ørekyt. Ørreten var i gjennomsnitt noe større enn harren, noe som resulterte i en noe høyere biomasse ( $CPUE_{\text{vekt}}$ ) av ørret.

Under prøvefisket i strandsonen ble det fanget 46 ørret  $\geq 15$  cm i relevante maskevidder (Jensen + 16 mm, se Ugedal mfl. 2005). Dette tilsvarer en  $CPUE = 4,54$  for all ørret, og en  $CPUE = 4,05$  for naturlig rekruttert fisk.

I profundalen ble det fanget 7 ørret, tilsvarende 3,11 ørret per 100 m<sup>2</sup> garnflate (**tabell 4.1**). I forhold til antall fisk  $\geq 15$  cm i relevante maskevidder tilsvarte fangsten en  $CPUE = 3,81$ . Det ble ikke fanget andre arter enn ørret i dette habitatet.

##### 4.1.1.2 Pelagialen

I de øvre seks meterne av pelagialen ble det kun fanget ørret. Den relative tettheten av ørret tilsvarte 1,83 ørret per 100 m<sup>2</sup> garnflate (**tabell 4.1**).

**Tabell 4.1.** Garnareal, antall fisk fanget og antall fisk fanget per 100 m<sup>2</sup> garnflate per natt ( $CPUE$ ). \*  $CPUE$  beregnet for fangst av ørret  $> 15$  cm i maskeviddene 16 mm – 52 mm for å kunne karakterisere ørretbestanden etter Ugedal mfl. 2005. Bunngarn satt på 10-15 meters dyp viser  $CPUE$  i Nordic (oversiktsgarn), mens flytegarnserien består av maskevidder fra 16-45 mm (se kap. 3.1.1).

Periode/habitat	Art	Garnareal	Antall fisk	Vekt (g)	$CPUE_{\text{antall}}$	$CPUE_{\text{vekt}}$
Strandsone (0-10 m)		1238 (1013*)				
	Ørret		60 (46*)	13557	4,85 (4,54*)	1095
	Harr		68	12293	5,49	993
	Ørekyt		1	6		
Bunngarn (10-15 m)		225 (131*)	7	897	3,11 (3,81*)	399
Flytegarn (0-6 m)	Ørret	1200				
	Ørret		22	5782	1,83	482
Totalt		2663	158	32535		

##### 4.1.2 Båtefiske

Det ble fisket med elektrofiskebåt på fire stasjoner i strandsona i Fundin (se **figur 2.1**). Av de fire stasjonene ble tre avfisket natt og dag, mens den siste (EI 4) kun ble avfisket på dagtid. Med en total effektiv fisketid på 137,8 minutter ble det fanget 452 fisk fordelt på 316 ørret, 9 harr og 127 ørekyt (**tabell 4.2**). Det var særlig høye fangster langs damkrona (EI-4), med over

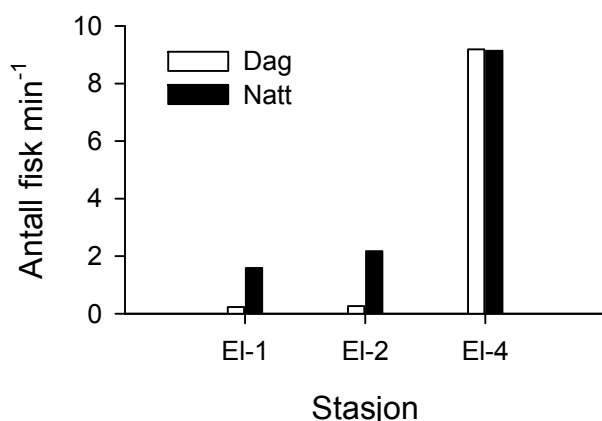


9 ørret per minutt båtelfiske. Dette er den høyeste relative tettheten av ørret som NINA har registrert ved bruk av elfiskebåten.

På stasjon EI-1 og EI-2 var antall ørret per minutt båtelfiske 6,9-8,3 ganger høyere om natten enn om dagen (**figur 4.1**). Det var imidlertid ingen forskjell i fangster gjort dag og natt ved damkrona (EI-4). En årsak til dette kan være at den relative tettheten av ørret oversteg håvernes kapasitet. Det var flere ørret som ble observert og ikke fanget.

**Tabell 4.2.** Oversikt over innsats og antall av ulike arter fanget under båtelfiske i Fundin i 2012. CPUE er gitt som antall fisk per minutt båtelfiske.

Periode/habitat	Art	Ant. min	Antall fisk	CPUE <sub>antall</sub>
Strandsone (dag+natt)		137,8		
	Ørret		316	2,29
	Harr		9	0,07
	Ørekyt		127	0,92
Totalt			452	3,28



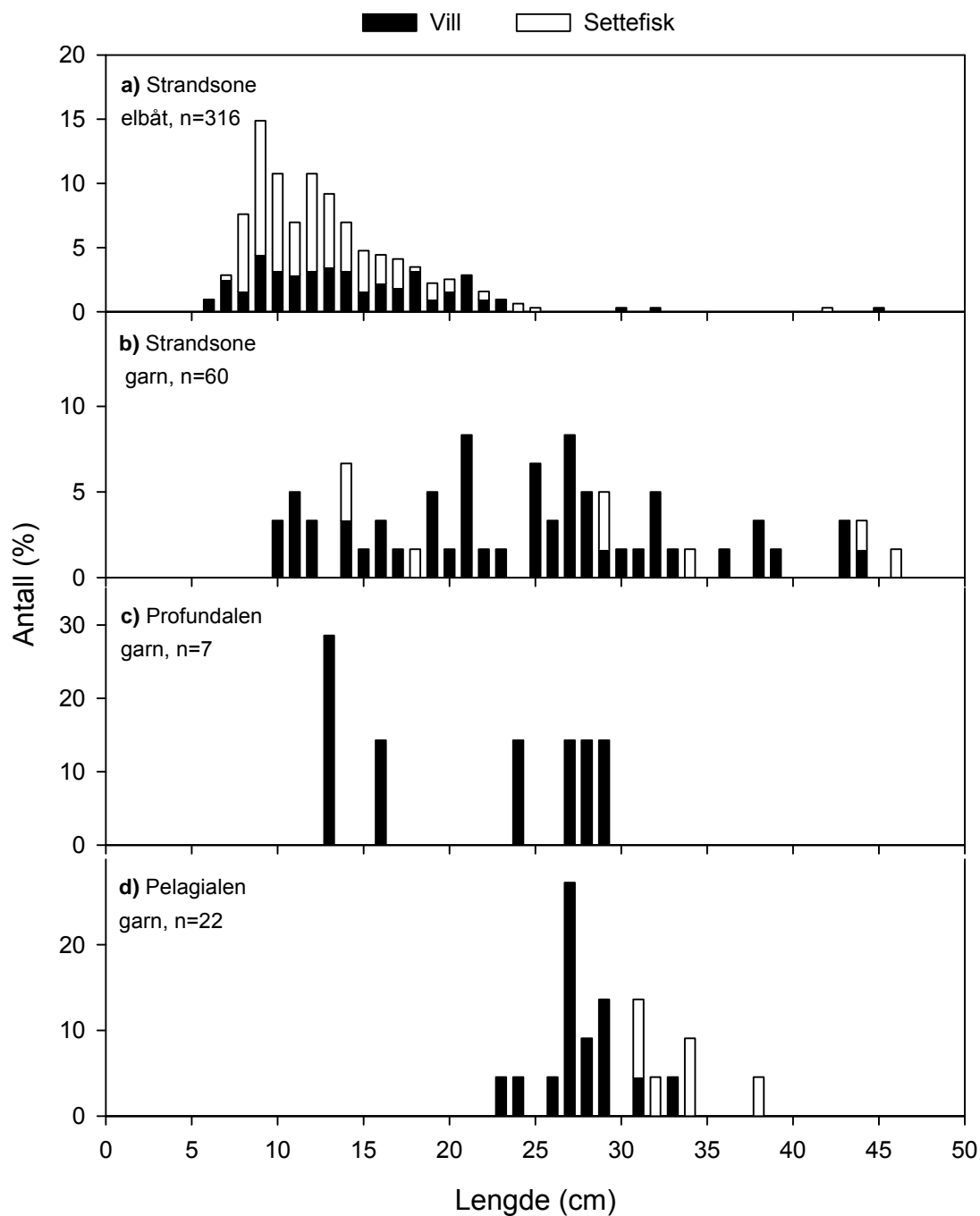
**Figur 4.1.** Antall ørret fanget per minutt båtelfiske på tre stasjoner i strandsona i Fundin.

## 4.2 Ørretbestanden

### 4.2.1 Lengdefordeling

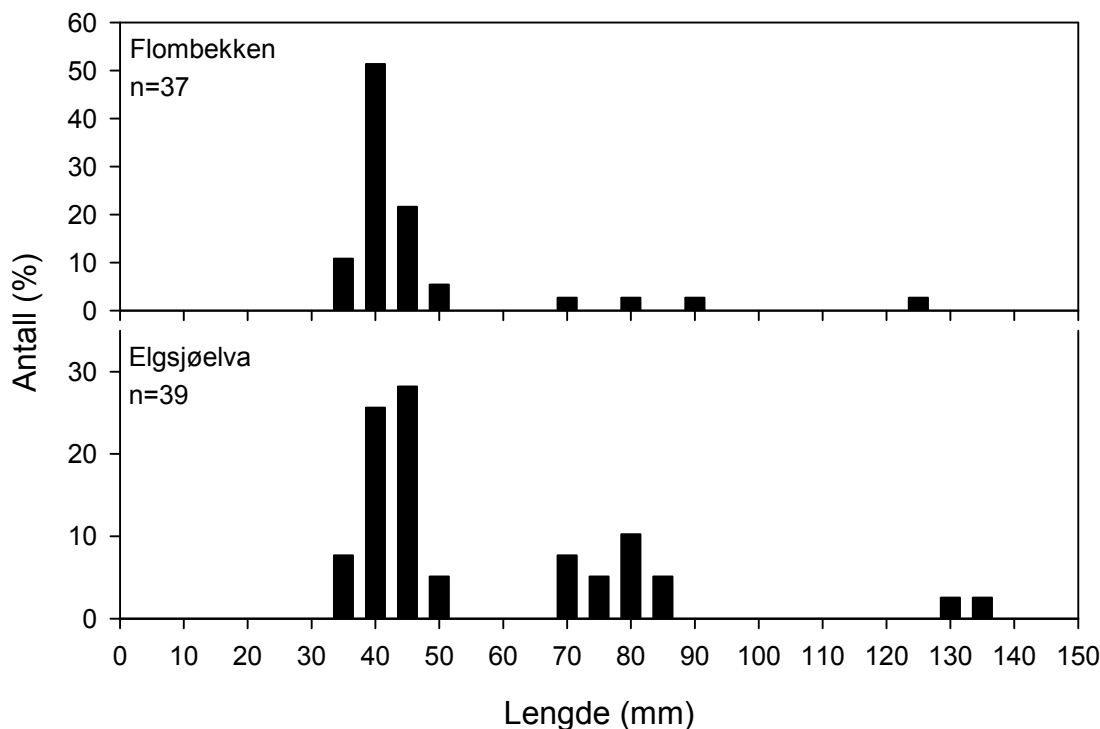
Det var stor forskjell i lengdefordelingene mellom ørret fanget ved bruk av elbåt og ørret fanget på garn. Ørret fanget under fiske med elbåt fordelte seg i intervallet 6-45 cm, men det ble fanget svært lite ørret større enn 25 cm (**figur 4.2 a**). Ørret fanget med garn i strandsona var imidlertid relativt jevnt fordelt i lengdeintervallet 10-46 cm (**figur 4.2 b**).

Ørret fanget i dypere områder langs bunnen fordelte seg fra 13-29 cm (**figur 4.2 b**). I de øvre delene av pelagialen ble det fanget ørret fra 23-38 cm (**figur 4.2 c**).



**Figur 4.2.** Lengdefordeling til villfisk (sorte søyler) og settefisk (hvite søyler) av ørret fanget ved a) elbåtfiske og på garn i b) strandsonen, c) profundalen og i d) pelagialen i Fundin i 2012.

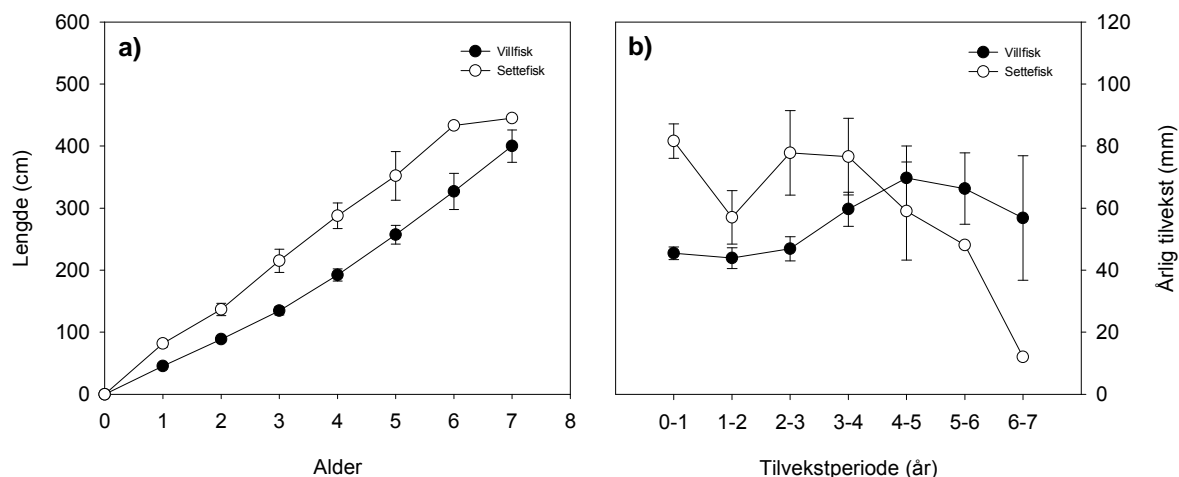
Ungfiskregistreringene i Flombekken og Elgsjøelva viste at årsyngelen (0+) fordelte seg i lengdeintervallet 35-50 mm, mens ettåringene lå mellom 70-100 mm (**figur 4.3**). I Flombekken ble det fanget svært få eldre ørret, og nær 90 % av fangsten var årsyngel. I Elgsjøelva var det også en klar dominans av årsyngel (67 %), men med et betydelig større innslag av ettåringer (**figur 4.3**). Estimert tetthet av ørretunger i Flombekken (108 ørret 100 m<sup>-2</sup>) og Elgsjøelva (78 ørret 100 m<sup>-2</sup>) var høy, mens det kun ble fanget en ørret (årsyngel) i Storbekken.



**Figur 4.3.** Relativ fordeling av ørret i ulike lengdeklasser fanget ved elektrofiske i Flombekken og Elgsjøelva den 27.9.2012.

Veksten til ørreten i Fundin var god, og villfisker var i gjennomsnitt 32,7 cm etter 6 år (**figur 4.4 a**). Tilveksten de tre første vekstsesongene var relativt beskjeden og varierte fra 44-47 mm for villfisker. Etter tredje vekstsesong øker tilveksten gradvis og er ca. 70 mm i den femte vekstsesongen før den avtar noe (**figur 4.4 b**).

På grunn av oppdrettsfasen var den utsatte fisken ca. dobbelt så stor som villfisker etter første vekstsesong (**figur 4.4 a**). Settefisken synes å vokse godt de første årene etter utsetting, og den hadde høyere aldersspesifikk tilvekst enn villfisk frem til fire års alder (**figur 4.4 b**). Etter dette avtar tilveksten. Årlig tilvekstkurve for den sjette og syvende vekstsesongen er imidlertid basert på én fisk, og må ikke tillegges særlig vekt. Uansett må veksten til den utsatte fisken karakteriseres som god, og ved fem års alder er den i gjennomsnitt 35 cm (n=5) (**figur 4.4 a**).



**Figur 4.4 a)** Tilbakeberegnet lengde ( $\pm 2SE$ ) og **b)** årlig tilvekst ( $\pm 2SE$ ) for 51 villfisk og 14 settefisk av ørret fanget på garn i Fundin i 2012.

Kondisjonsfaktoren til villfisk av ørret i Fundin viste en svak, men signifikant økning med økende fiskelengde ( $F_{1,73}=9,87$ ,  $r^2=0,12$ ;  $p=0,002$ , lineær regresjon). For ørret på 15 cm var estimert k-faktor på 0,95, mens ørret på 45 cm hadde en estimert k-faktor på 1,05. For settefisk ble det ikke funnet noen endringer i k-faktor med lengde ( $p=0,58$ , lineær regresjon), og gjennomsnittlig kondisjonsfaktor var normalt god og lå på 1,02.

En andel på 20 % av ørrethanner med vill opprinnelse var kjønnsmodne som treåringer, og over halvparten av hanner som var fire år var kjønnsmodne (**tabell 4.3**). Det ble ikke funnet kjønnsmodne hunnørret (heller ikke «hvilere») med vill opprinnelse som var yngre enn seks år (**tabell 4.3**).

Ut fra det noe begrensede materialet på settefisk kan det synes som at hannene gyter første gang ved tre til fire års alder, mens hunnene kjønnsmodnes ett år senere.

**Tabell 4.3.** Andel kjønnsmodne villfisk i aldersklassene 1 til 7 år for ørret fanget ved prøvefiske i Fundin i august 2012. (x)= % «hvilere».

Alder	Kjønnsmodning			
	Hann		Hunn	
	n	% modne	n	% modne
1	2	0	0	-
2	2	0	4	0
3	5	20	3	0
4	7	57	6	0
5	7	43	6	0
6	1	100	6	17
7	1	100 (100)	2	100(50)

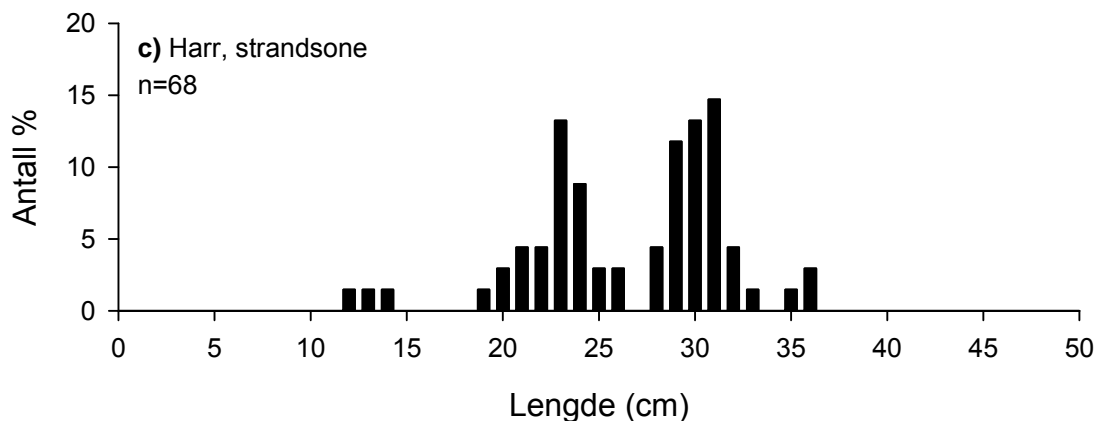
#### 4.2.2 Gyte- og oppvekstområder

Både i Elgsjøelva og Flombekken ble det funnet store tettheter av liten ørret. Felles for begge disse gyteelvene er at ørretførende strekning er relativt kort. I Flombekken er det observert gyting over et relativt stort område (vedlegg) opp til ca. 900 meter fra utløpet. Det er ikke vandringshinder for videre vandring, men oppstrøms blir substratet veldig fint, og det er ikke egnede gyte- og oppvekstområder. Ørretførende strekning i Elgsjøelva er på ca. 350 meter, og et vandringshinder (stryk/foss) umuliggjør videre vandring (se vedlegg).

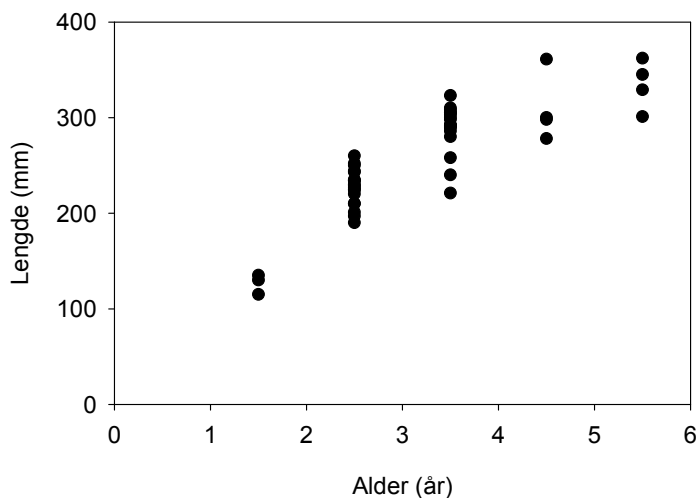
I Storbekken er elvebunnen veldig kompakt, og det er trolig lite gyte- og oppvekstområder i denne bekken.

### 4.3 Harrbestanden

Lengdefordelingen til harr fanget på garn fordelte seg i intervallet 12-36 cm (**figur 4.5**). Lengdefordelingen har flere tydelige topper. Fisk fra 12-14 cm er ettåringer (1+), toppen fra 19-26 består av nær 90 % toåringer, mens fisk større enn 28 cm er fisk i aldersgruppene 3-5 år (**figur 4.5**). Harren vokser bra, men veksten flater noe ut etter den har passert 30 cm (**figur 4.6**). Det ble i tillegg fanget 9 harr i lengdeintervallet 9-13 cm under båtelfiske. Åtte av disse ble fanget om natten.



**Figur 4.5.** Lengdefordeling til harr fanget på garn i strandsonen i Fundin i 2012.



**Figur 4.6.** Empirisk lengde mot alder for 48 harr fanget under prøvefisket i Fundin i 2012.

## 4.4 Diett og energistrøm

### 4.4.1 Diettanalyser

Ørret fanget i strandsonen hadde et relativt bredt spekter av næringsdyr i dietten. Husbyggen- de vårfluelarver var det viktigste næringsdyret og utgjorde 42,4 % av dietten (**tabell 4.4**). I tillegg utgjorde overflateinsekter (15,9 %), marflo (12 %) og skjoldkreps (10,9 %) en betydelig del av dietten.

I dietten til ørret fanget langs bunnen på dypere områder (profundalen) var skjoldkreps og marflo helt dominerende. Disse artene utgjorde henholdsvis 56,0 og 39,6 % av dietten (**tabell 4.4**).

Dietten til ørret som ble fanget i de frie vannmassene (pelagialen) var noe overraskende domi- nert av marflo (68,1 %). I tillegg til marflo utgjorde vannlopper (*Daphnia* spp. og *Bythotrephes longimanus*) og husbyggende vårfluer en vesentlig del av dietten, med henholdsvis 12,9 og 10 % (**tabell 4.4**).

Som for ørret fanget i strandsonen hadde harren utnyttet et bredt spekter av næringsdyr. Av næringsdyr som er knyttet til strandsonen utgjorde chydorider (trolig linsekreps) og husbyg- gende vårfluer henholdsvis 16,7 og 18,2 % av den totale dietten. Innslaget av hoppekreps (24,5 %) og vannlopper (i all hovedsak *Bosmina* spp.) var noe overraskende, men kan skyldes at disse gruppene kan opptre i store mengder langs land i enkelte perioder. I tillegg utgjorde overflateinnsekter (13,0 %) en vesentlig del av dietten (**tabell 4.4**).

**Tabell 4.4.** Sammensetning av mageinnhold i volumprosent hos ørret og harr fanget i Fundin den 22.8.-24.8.2012. Byttedyrgrupper > 10 % er uthevet.

	Ørret			Harr
	Strandsone	Profundalt	Pelagisk	Strandsone
Antall (N)	23	5	11	9
Antall tomme mager	1	0	2	0
<b>Krepsdyr</b>				
<b>Bunnlevende arter/grupper</b>				
Marflo	12,0	39,6	68,1	0,5
Skjoldkreps	10,9	56,0		3,5
Chydorider (linsekreps)	7,0	0,4		16,7
<b>Pelagiske arter/grupper</b>				
Cladocerer (vannlopper)			12,9	8,9
Copepoder (hoppekreps)			0,2	24,5
<b>Vannlevende insekter</b>				
Døgnfluer	1,4	4,0	2,5	5,5
Steinfluer	4,7			1,3
Fjærmygglarver/pupper				
Vårfluelarve (husbyggende)	42,4		10,0	18,2
Vannkalv (imago)				
<b>Overflateinsekter</b>	15,9		6,0	13,0
<b>Bløtdyr</b>				
Skivesnegl/damsnegl	4,9			
Ertemuslinger				
<b>Fisk</b>				
<b>Annet</b>	1,0		0,3	8,0
<b>Totalt</b>	100	100	100	100

#### 4.4.2 Stabile isotoper

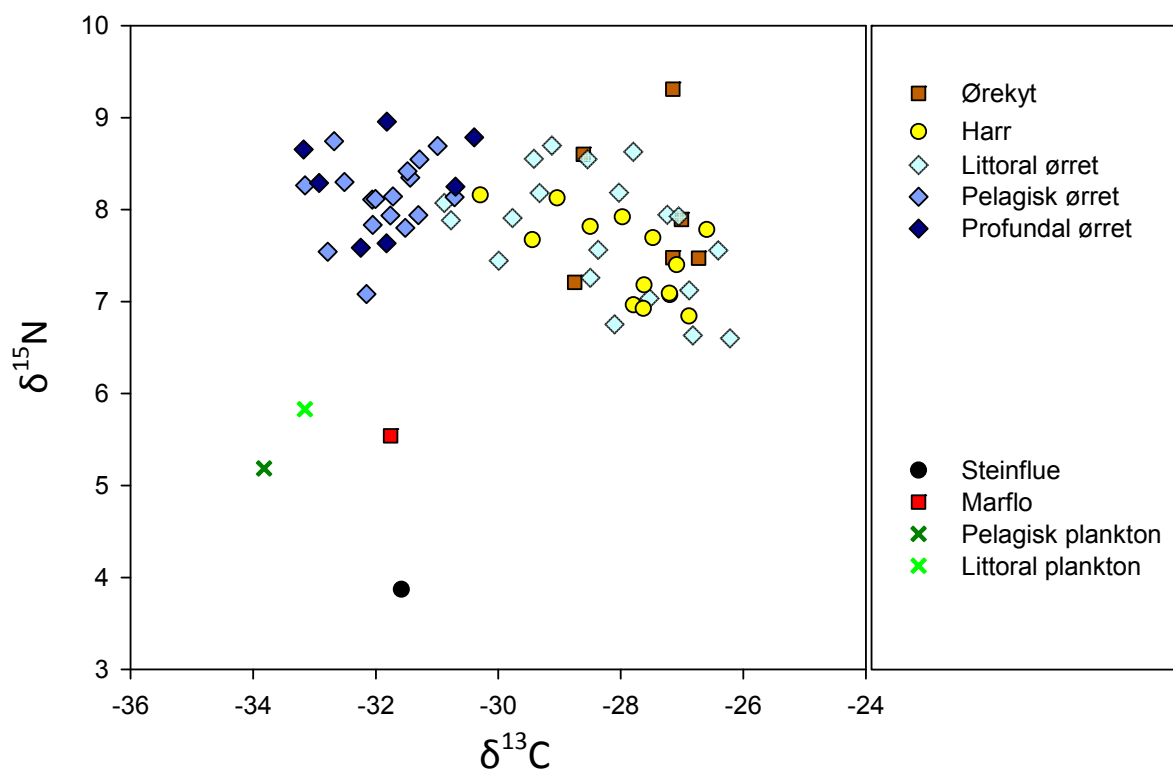
Analysene av stabile karbonisotoper viser at ørekyt og harr finner sin næring i litoralsona (høye  $\delta^{13}\text{C}$ -verdier, **figur 4.7**). Hos harr varierte  $\delta^{13}\text{C}$ -signaturene fra -26,6 til -30,3 ‰, og hos ørekyt fra -27,0 til -28,8 ‰. Ørretens  $\delta^{13}\text{C}$ -signatur, med verdier mellom ca. -33 og -26 ‰, viser derimot at denne arten henter føde både i strandsona og i pelagial- og profundalsona. Dette samsvarer med den bruken av habitater som garnfangstene viser. Det var også en klar forskjell i  $\delta^{13}\text{C}$ -signaturene mellom ørret fanget i strandsona og i de to andre habitatene (begge  $p=0.000$ , **tabell 4.5**), mens fisk fanget i pelagialen og profundalen var nær identiske mht. gjennomsnittlig  $\delta^{13}\text{C}$ -signatur ( $p=0,974$ ). Gjennomsnittlengden ( $\pm\text{SD}$ ) til ørret fra strandsona som ble analysert mhp stabile isotoper var 283 ( $\pm 114$ ) mm. Tilsvarende for ørreten fra de frie vannmasser og dypt vann var 273 ( $\pm 61$ ) mm. Gjennomsnittlig  $\delta^{13}\text{C}$ -signatur for hhv. ørret, harr og ørekyt fanget i litoralsona var ikke signifikant forskjellige (parvis t-test, alle  $p > 0,05$ , **tabell 4.5**).

Nitrogensignaturene hos fisken i Fundin varierte relativt lite mellom artene. Forskjellen mellom ørret og harr var signifikant ( $p=0,006$ , **tabell 4.5**), mens forskjellene mellom ørekyt og harr eller ørret ikke var signifikante ( $p > 0,05$ , **tabell 4.5**). Nitrogensignaturen hos ørret fanget i strandsona var signifikant lavere enn hos ørret fanget både i pelagialen ( $p=0.024$ ) og på dypt vann ( $p=0,031$ , **tabell 4.5**). Det var ingen signifikant forskjell mellom ørret fanget i pelagialen og profundalsona ( $p=0,35$ ). Det var en liten, men signifikant økning i  $\delta^{15}\text{N}$ -verdiene med økende fiskelengde hos ørreten i Fundin ( $\delta^{15}\text{N} = 0,003 \text{ L} + 7,04$ ,  $N=44$ ,  $R^2=0,24$ ,  $p=0,001$ ).

**Tabell 4.5** Gjennomsnittlige verdier av nitrogen- ( $\delta^{15}\text{N}$ ) og karbon- ( $\delta^{13}\text{C}$ ) isotoper ( $\pm$  standardavvik) hos ørret, harr og ørekyt fanget i strandsona (litoral), i de fri vannmasser (pelagial) og på dypt vann (profundal) i Fundin, 2012. Harr og ørekyt ble bare fanget i strandsona.

Art	Isotop	Litoral	Pelagisk	Profundal
Ørret	$\delta^{15}\text{N} \pm \text{SD}$	7,68 $\pm$ 0,65	8,12 $\pm$ 0,42	8,31 $\pm$ 0,54
Harr	$\delta^{15}\text{N} \pm \text{SD}$	7,48 $\pm$ 0,46		
Ørekyt	$\delta^{15}\text{N} \pm \text{SD}$	7,99 $\pm$ 0,81		
Ørret	$\delta^{13}\text{C} \pm \text{SD}$	-28,37 $\pm$ 1,42	-31,86 $\pm$ 0,66	-31,87 $\pm$ 1,04
Harr	$\delta^{13}\text{C} \pm \text{SD}$	-27,91 $\pm$ 1,06		
Ørekyt	$\delta^{13}\text{C} \pm \text{SD}$	-27,57 $\pm$ 0,88		





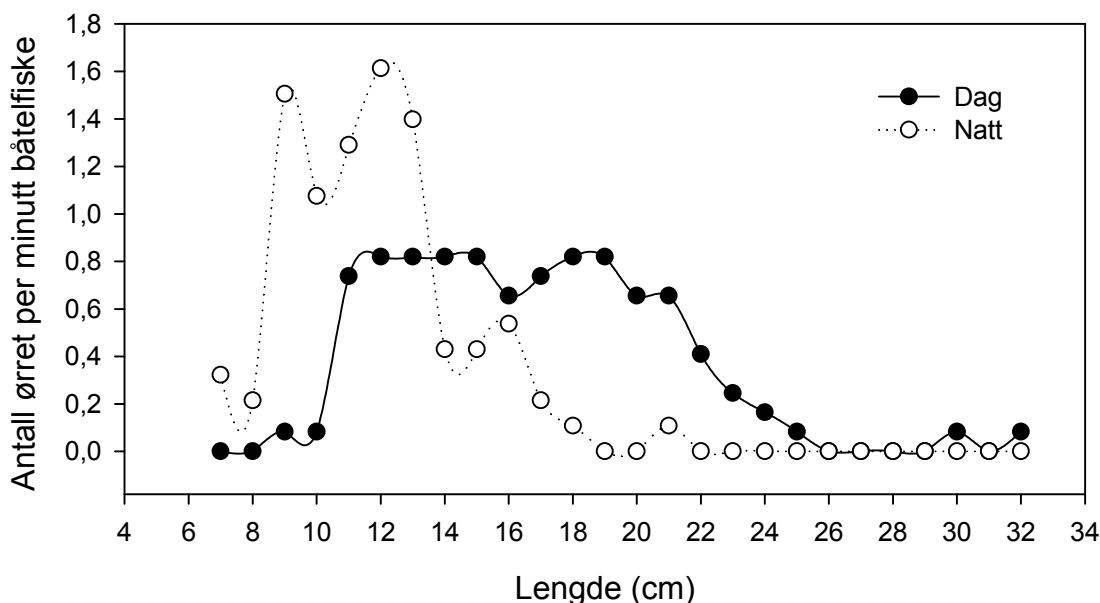
**Figur 4.7.** Biplott over stabile isotopsignaturer av karbon ( $\delta^{13}\text{C}$ ) og nitrogen ( $\delta^{15}\text{N}$ ) i ulike arter av fisk og næringsdyr fanget i Fundin i 2012. Fiskematerialet omfatter ørret ( $n=44$ ), harr ( $n=14$ ) og ørekyt ( $n=6$ ).

## 5 Diskusjon

### 5.1 Habitatbruk og fangster

Garnfangstene i Fundin viser at ørreten bruker hele innsjøen til næringssøk. Det var imidlertid en størrelsessegregering mellom de ulike habitatene. I strandsonen ble det fanget ørret i alle størrelser, mens det kun ble fanget ørret større enn 22 cm i de frie vannmassene. At ørret mindre enn 20 cm i liten grad oppholder seg i de frie vannmasser er vanlig i mange ørretbestander (for eksempel Hegge mfl. 1993, Johnsen og Hesthagen 2004, Johnsen 2005, 2006) og skyldes trolig predasjonsfare og aggressiv atferd fra større ørret (Hegge mfl. 1993). At det også ble fanget en del ørret på dypere vann skyldes trolig gode forekomster av skjoldkreps og marflo i dette habitatet.

Dag- og nattfiske med elfiskebåten langs damkrona (kledd med sprengsteinblokker) viste også at det var store forskjeller i ørretens habitatbruk gjennom døgnet. Sammenlignet med dagfiske ble det fanget relativt lite ørret større enn 14 cm om natten (**figur 5.1**). Dette kan tyde på at fisk over denne størrelsen forlater skjulestedet etter mørkets frembrudd, trolig i forbindelse med næringssøk. Vi ser også at fangstene av ørret mindre enn 14 cm var betydelig høyere under nattfisket enn under dagfisket. Dette skyldes enten at den minste fisken sto høyere opp fra bunnen inne i sprengsteinsfyllingen, eller at fangbarheten på mindre fisk økte som følge av fravær av større fisk (de ble lettere oppdaget). Det ble også fanget svært få ørret større enn 25 cm ved damkrona, noe som tyder på at fisk av denne størrelsen ikke er avhengige av skjul i forhold til predasjonsfare. På grunn av den store tettheten av mindre ørret på denne stasjonen kan man heller ikke utelukke at noen av de største ørretene jaktet på småfisk mellom steinblokkene.



**Figur 5.1.** Fangst av ørret per minutt båtelfiske under dag- og nattfiske langs damkrona (stasjon EI-4) i Fundin i august 2012.

Med en fangst på ca. 4,5 ørret  $\geq 15$  cm i relevante maskevidder og med en gjennomsnittsstørrelse på kjønnsmodne hunner på ca. 38 cm (32–43 cm,  $n=4$ ), vil ørretbestanden i Fundin kunne karakteriseres som tynn (mot middels) med storvokst fisk (Ugedal mfl. 2005).

Harrbestanden i Fundin er knyttet til strandsonen. Ut i fra CPUE data er den relative tettheten av harr i dette habitatet på samme nivå som for ørret. I perioden 1999-2001 var andelen harr i prøvefiskematerialet fra 0-5 %, og harrbestanden synes å ha økt veldig i størrelse de siste 10 årene. Dette stemmer godt overens med inntrykket fra lokale fiskere.

## 5.2 Næringskjeden i Fundin

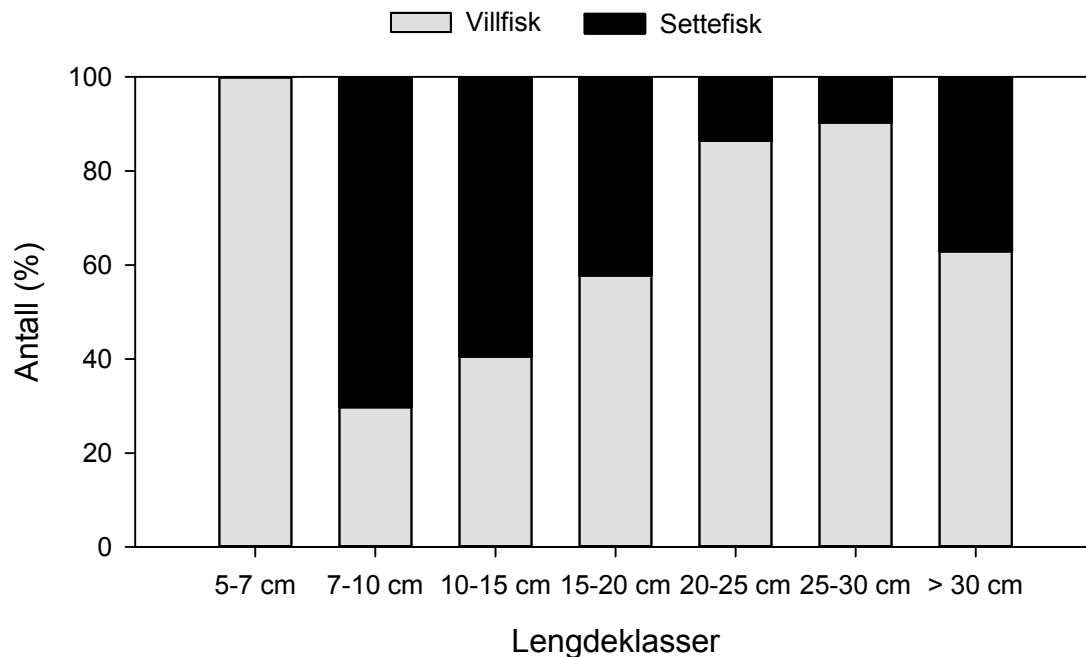
Analysen av stabile karbonisotoper ( $\delta^{13}\text{C}$ ) i ørret fanget i strandsona, de frie vannmasser og på dypt vann reflekterer at fisken har tatt føde i det habitatet den ble fanget. Isotopsignaturen i muskel reflekterer fiskens næringsopptak de siste to-tre måneder. Den tydelige forskjellen mellom ørret fanget i strandsona og i de to andre habitatene tyder derfor på at det i sommerseongen ikke skjer noen særlig grad av vandring fram og tilbake mellom strandsona og de dype-re deler av innsjøen. Den fisken vi fanget ute i vannmassene og på dypt vann ser ut å ha oppholdt seg der gjennom sesongen. Forekomsten av marflo i relativt store mengder i magene til pelagisk ørret kan tyde på at fisken beveger seg mellom bunnære vannlag og de åpne vannmassene, men at den altså ikke oppsøker strandsona i særlig grad.

Lengdefordelingen til ørret fra strandsona og de andre habitatene kan tyde på at ungfisken holder seg i strandsona mens større fisk (over 20-25 cm) også utnytter de andre habitatene. Den fisken fra de ulike habitatene som vi har analysert med hensyn på karbonisotoper omfattet omtrent samme størrelsesgrupper, slik at forskjellene i  $\delta^{13}\text{C}$ -signatur mellom strandsona og de andre habitatene neppe skyldes ulik fiskestørrelse.

Det var en svak økning i  $\delta^{15}\text{N}$ -verdiene med økende fiskestørrelse hos ørreten. Økningen er imidlertid så liten at konklusjonen må være at ørreten i Fundin bare i svært liten grad spiser fisk. Økningen i  $\delta^{15}\text{N}$ -verdier hos ørret fra strandsona til de åpne vannmassene skyldes trolig at rovformer i planktonet (f. eks. *Bythotrephes longimanus*) var viktig føde. Dette støttes også av at forskjellen i  $\delta^{15}\text{N}$ -verdier mellom ørret, harr og ørekyt er så liten. Våre data om  $\delta^{15}\text{N}$ - og  $\delta^{13}\text{C}$ -verdiene hos fiskens næringsdyr i Fundin er imidlertid for ufullstendige til en nærmere vurdering av dette. Dataene fra isotop- og diettundersøkelsene i 2012 støtter imidlertid konklusjonene i undersøkelsen til Rognerud og Qvenild (2002) som viste at ørreten kan bli storvokst med en diett som i stor grad består av marflo og skjoldkreps.

## 5.3 Forvaltningstiltak og fiskeutsettinger

Etter reguleringen av Fundin har det viktigste forvaltningstiltaket vært utsetting av ørret. En utfordring ved evalueringen av de pålagte utsettingene er at utsettingsmengden har variert mye mellom år. Den utsatte ørreten kommer inn i de regulære garnfangstene fra fire års alder og tilslaget ser ut til å variere med antallet ørret satt ut fire til fem år tidligere. En oversikt over andel vill og utsatt ørret i ulike størrelsesklasser av ørret viser dette relativt tydelig (**figur 5.2**). Settefisk er over 7 cm når den settes ut og følgelig er ikke settefisk representert i lengdeklassen mindre enn 7 cm. Videre ser vi at andelen settefisk gradvis avtar med økende størrelse til rundt 10 % for fisk mellom 25 og 30 cm, før andelen øker til ca 36 % for fisk større enn 30 cm (**figur 5.2**). I 2007 og 2008 ble det satt ut et stort antall fisk, henholdsvis 28900 og 43000, og økningen i andel settefisk for ørret større enn 30 cm, skyldes i all hovedsak bidraget fra disse årsklassene. Trolig er tilslaget ved «jevne» årlige utsettinger på 20000 ensomrig ørret relativt likt som i årene 1999-2001 hvor andelen settefisk i ordinære fangster (i all hovedsak ørret over 30 cm) varierte mellom 18 og 27 % (Qvenild 2000, 2001, 2002).



**Figur 5.2.** Relativ fordeling av vill og utsatt ørret ( $n=404$ ) fordelt på ulike lengdeklasser. Ørreten er fanget på garn og ved bruk av elfiskebåt i Fundin i august 2012.

Selv om økte utsettingsmengder gir et økt tilslag på settefisk i fangbar størrelse (fisk > 30 cm) er det viktig å vurdere utsettingsmengdene opp mot kvaliteten på fisken. Den viktigste forutsetningen ved utsetting av fisk, er at det er et ressurs-/næringsoverskudd i mottakersystemet som settefisken kan utnytte (Cowx 1994). Denne forutsetningen synes å være tilstede i Fundin da både vill og utsatt ørret vokser godt og er av god kvalitet. Da det i årene før 2007 ble satt ut relativt lite ørret var det høyst sannsynlig nok skjul og næring til å opprettholde vekst og kvalitet for det store antallet ørret satt ut i 2007 og 2008. Man bør derfor være forsiktig med å øke antall settefisk fra dagens pålegg da utsettingsmengdene har variert så mye at man ikke kjenner nivået for opprettholdelse av dagens vekst og kvalitet. I tillegg har harrbestanden økt betraktelig de siste 10 årene, og det er usikkert i hvilken grad dette vil påvirke ressursgrunnlaget for ørreten over tid.

Det er lite skjulmuligheter i strandsonen for mindre ørret. Med unntak av dammen (stasjon EI-4) som besto av grovere blokker, var det mye finsediment og relativt beskjedent med skjulmuligheter i strandsona. Den høye tettheten av fisk på stasjon EI-4 underbygger dette, da mindre ørret trolig aggregeres i de få områdene med skjul. Dette var også veldig tydelig på de andre stasjonene, hvor ørret ble fanget så snart vi fisket over områder med steingrupper. Høyst sannsynlig er oppvekstområder med skjul en begrensende faktor for ørretproduksjonen i Fundin. Basert på lengdefordelingen fra elfisket i Elgsjøelva og Flombekken, synes det som at ørreten vandrer ut i innsjøen første eller andre sommeren. Ved utvandring til innsjøen er da ørretene mellom 5 og 10 cm, en størrelse som gjør at de er veldig utsatt for predasjon og er konkurransesvake mot større fisk (Hegge mfl. 1993). Tilgjengelighet av områder med egnet skjul ved HRV, og trolig i større grad når innsjøen er senket ned mot LRV kan derfor være en flaskehals for ørretproduksjon i Fundin. Rekrutteringen i Flombekken og Elgsjøelva synes å være god, og disse er viktige gyteelver for ørreten i Fundin. Vi har ikke elfiskedata fra Unna, men trolig er dette den viktigste gyteelva på Oppdalsiden.

Lite tilgjengelig arealer med skjul taler for at man bør øke størrelsen på den utsatte fisken. Ved å øke størrelsen på den utsatte fisken til rundt 15 cm (tosomrig) vil man redusere konkurransen om skjul med liten villfisk. I tillegg vil dette høyst sannsynlig øke overlevelsen på den utsatte

fisken da den vil være langt mindre attraktiv som føde for større ørret. I perioden 1982-1989 ble det gjennomført utsettingsforsøk med stedegen yngel på bekk, samt med tosomrig og ensomrig ørret i Savalen (Aass 1989). Aass (1989) konkluderte med at utsetting av tosomrig settefisk gav det beste resultatet, og førte til en økning av ørretbestanden på 25-30 %. Johnsen (2006) fant at utsetting av toårig settefisk gav flere gjenfangster enn ettårig settefisk, selv om antallet ettåringer var det dobbelte. Da det erfaringsmessig vil være bedre overlevelse på den større settefisken foreslås det å redusere utsettingsmengden til 10 000. Eventuelt kan det gjennomføres et forsøk med 5000 toårig og 10000 ensomrig settefisk. Dette må følges opp med fangstregistreringer og et nytt prøvefiske fire til fem år etter oppstarten av utsettingsforsøket.

## 5.4 Vurdering av Fundin i forhold til Vannforskriften

En reguleringshøyde på 11 meter og en endring fra to små tjern med et samlet overflateareal på 0,5 km<sup>2</sup> til et reguleringsmagasin på over 10 km<sup>2</sup> ved HRV vil i seg selv gjøre det naturlig å klassifisere Fundin som en sterkt modifisert vannforekomst. Videre vil kvalitetselementet vannplanter også tilsi dette, da største reguleringshøyde som kan tolereres for å oppnå «god» tilstand med dette kvalitetselementet er 3 m (Mjelde mfl. 2013). Dette er et kriterium som sannsynligvis vil bli inkludert i den reviderte Klassifiseringsveilederen (under arbeid i Direktoratets gruppa for vannforskriften).

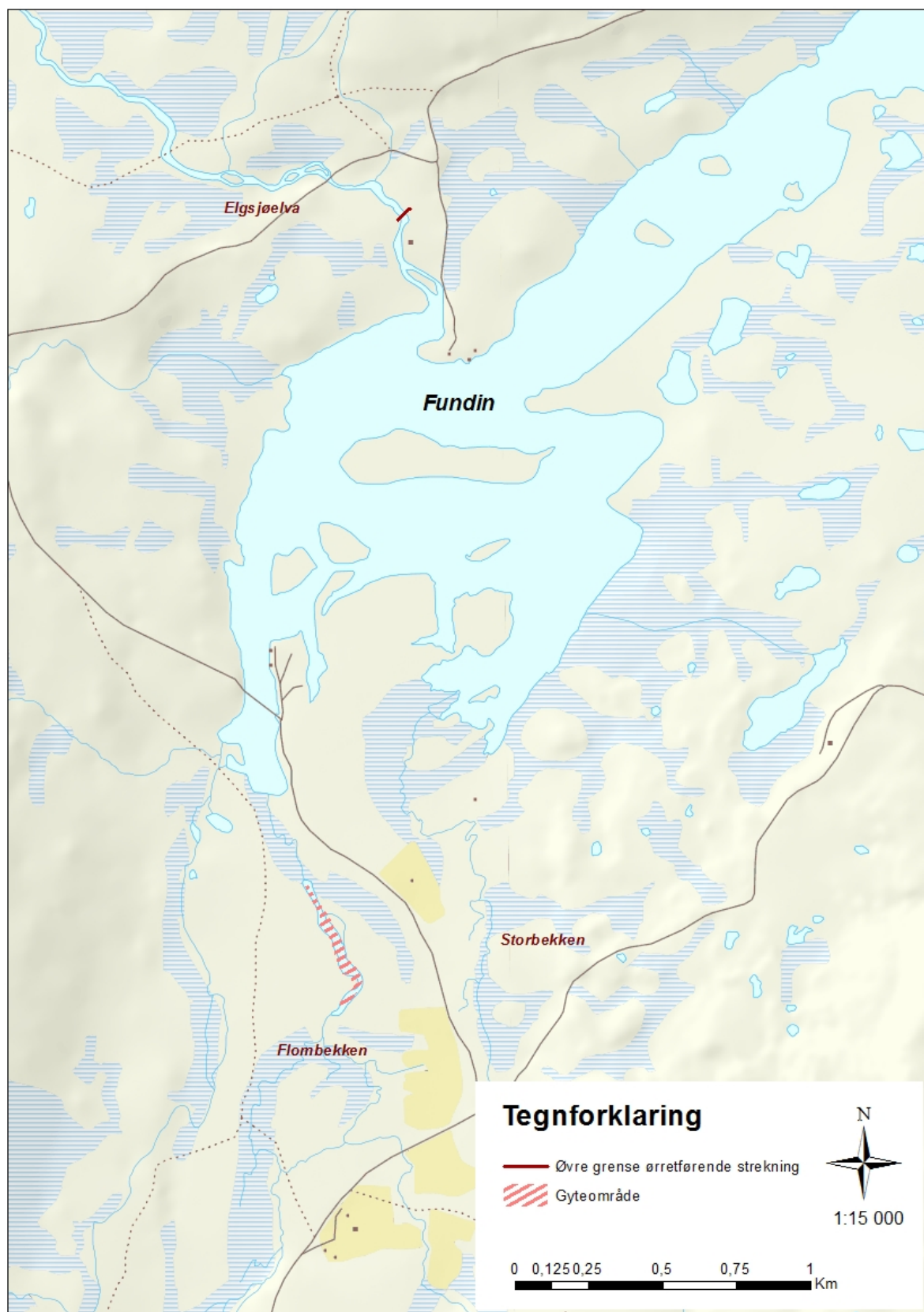
Det er ennå ikke utarbeidet klare kriterier for klassifisering av økologisk tilstand i reguleringsmagasiner på grunnlag av fisk som kvalitetselement. Spesielt er vurderingene knyttet til om vannforekomsten skal klassifiseres etter økologisk tilstand (det skal med rimelige tiltak kunne oppnås minst «god økologisk tilstand») eller om vannforekomsten må klassifiseres som «sterkt modifisert», da forvaltningsmålet vil være godt økologisk potensial. Basert på viktige næringsdyr for fisk i fjellsjøer og – magasiner er det foreslått en grense for marflo på 6 m reguleringshøyde, og for snegl på 8 m (Sandlund mfl. 2013). I Fundin er marflo et viktig næringsdyr til tross for at reguleringshøyden er 11 m, og ettersom ørretens vekst og kondisjon er god, er bestanden i relativt bra tilstand. For å kunne fastslå ørretbestandens tilstand noe sikrere på grunnlag av garnfangstene er det nødvendig å kjenne til hvor stort rekrutteringspotensial bestanden har. Dette måles ved «oppvekstratio», som er tilgjengelig gyte- og oppvekstareal i rennende vann (målt i m<sup>2</sup>) og innsjøens overflateareal (målt i hektar) (Sandlund mfl. 2013). Slik informasjon finnes ennå ikke for Fundin.

For å oppnå et best mulig økologisk potensial for fiskebestanden vil det være viktig å se på mulighetene for en bedre rekruttering og overlevelse hos naturlig produsert ørret. Som nevnt ovenfor vil overgang til utsetting av tosomrig settefisk kunne bidra til dette. Ellers vil habitatforbedringer, særlig med hensyn på bedre skjul i strandsona sannsynligvis være et godt bidrag, men vi har ikke grunnlag for å vurdere om effektene av et slikt tiltak vil kunne stå i forhold til kostnadene. Eventuelle tiltak på gyteelver for å øke rekrutteringen kan virke positivt, men effekten vil nok begrenses av at det er lite skjulmuligheter i strandsonen.

## 6 Referanser

- Cowx, I.G. 1994. Stocking strategies. *Fisheries Management & Ecology* 1; 15-31
- 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.
- Enerud, J. 1981b. Fiskeribiologiske undersøkelser i Fundin og Einunna. Fiskerikonsulenten i Øst-Norge. Rapport, 36 s.
- Johnsen, S.I. 2005. Bedre bruk av fiskeressursene i regulerte vassdrag i Oppland. Fagrapport 2004. - Rapport. Fylkesmannen i Oppland. Miljøvernavdelingen 7/05. 62 pp.
- Johnsen, S. 2006. Bedre bruk av fiskeressursene i regulerte vassdrag i Oppland - Fagrapport 2005. Fylkesmannen i Oppland, miljøvernavdelingen. Rapp. nr. 2/06, 54 s.
- Johnsen, S. og Hesthagen, T. 2004. Bedre bruk av fiskeressursene i regulerte vassdrag i Oppland - Fagrapport 2003. Fylkesmannen i Oppland, miljøvernavdelingen. Rapp. nr. 3/04, 57 s.
- Mariotti, A. 1983. Atmospheric nitrogen is a reliable standard for natural abundance  $^{15}\text{N}$  measurements. *Nature* 303: 685-687.
- Mjelde, M., Hellsten, S., Ecke, F. 2012. A water level drawdown index for aquatic macrophytes in Nordic lakes. *Hydrobiologia* DOI 10.1007/s10750-012-1323-6. September 2012.
- 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. 2000. Glommaprosjektet – Årsmelding 1999. Fylkesmannen i Hedmark, miljøvernavdelingen. Rapport nr. 7/99, 29 s.
- Qvenild, T. 2001. Glommaprosjektet – Årsmelding 2000. Fylkesmannen i Hedmark, miljøvernavdelingen. Rapport nr. 1/01, 32 s.
- Qvenild, T. 2002. Glommaprosjektet – Årsmelding 2001. Fylkesmannen i Hedmark, miljøvernavdelingen. Rapport nr. 1/02, 27 s.
- Qvenild, T. 2008. Fisken i Glommavassdraget. Fylkesmannen i Hedmark, miljøvernavdelingen. Rapport nr. 2/08, 134 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.
- Rognerud, S & Qvenild, T. 2002. Kvikksølv i fisk og næringskjedens struktur i fjellsjøer i Nord-Østerdalen. NIVA. Rapport LNR 4540-2002, 25 s.
- Sandlund, O.T. (red.), Bergan, M.A., Brabrand, Å., Diserud, O., Fjeldstad, H.-P., Gausen, D., Halleraker, J.H., Haugen, T., Hegge, O., Helland, I.P., Hesthagen, T., Nøst, T., Pulg, U., Rustadbakken, A. & Sandøy, S. 2013. Vannforskriften og fisk – forslag til klassifiseringssystem. Miljødirektoratet, Rapport M22-2013, 60 s.

## 7 Vedlegg



Vedlegg. Oversikt over gyteområde og ørretførende strekning i Elgsjøelva og Flombekken.









*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: 978-82-426-2575-5

## 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