

Bestandsdynamikk hos ørret (*Salmo trutta*) i Øvre Heimdalsvatn
36 år etter etablering av ørekyt (*Phoxinus phoxinus*)

Population dynamics in brown trout (*Salmo trutta*) in the lake
Øvre Heimdalsvatn 36 years after establishment of European
minnow (*Phoxinus phoxinus*)

Anna Bilstad og Birgit Bilstad

UNIVERSITETET FOR MILJØ- OG BIOVITENSKAP
INSTITUTT FOR NATURFORVALTNING
MASTEROPPGAVE 30 STP. 2006



Forord

Dette er en mastergradsoppgave ved Institutt for Naturforvaltning, Universitetet for Miljø- og Biovitenskap. Oppgaven markerer avslutningen på fem års studier innen skogfag og naturforvaltning på Ås.

Veileder for denne oppgaven har vært professor Reidar Borgstrøm, og det var også han som kom med forslaget til oppgaven.

En av fordelene med at tidligere institutt for skogfag og institutt for biologi og naturforvaltning har blitt til ett institutt, er at valgfriheten har blitt enda større for oss studenter. Selv om vi er trofaste skogfagstudiner, har vi alltid vært like interessert i både vilt- og fiskeforvaltning, og en sommer med feltarbeid i Heimdalen har så absolutt levd opp til forventningene våre. Til tross for mye vær, litt banning og slit har oppholdet i Heimdalen fortonet seg som en av de beste somrene vi har hatt. Søsterforholdet har til tider vært litt frynsete, men alt i alt har det vært et strålende opphold i Heimdalen.

Vi vil gjerne takke veilederen vår for all utmerket rettleiding både under feltarbeidet, labarbeid og skriving, forsøkstekniker John Gunnar Dokk for hjelp med merking og kontrollfiske, professor John Brittain for lån av husvære og båter i Heimdalen, og elghunden Tass for trivelig selskap!

Ås, 10. mai 2006

Anna Bilstad

Birgit Bilstad

Sammendrag

Denne studien tar i hovedsak for seg bestandsdynamiske parametere som alder, vekst, kondisjon og ernæring for ørret i Øvre Heimdalsvatn før og etter etableringen av ørekyt. Ørekyt ble første gang observert i vannet 1969, og har økt i antall fra 14 550 ørekyt i 1977 til over 105 000 i 1999. I perioden før ørekyt ble observert første gang, ble det drevet omfattende garnfiske og bestandsundersøkelser i vannet, og etter utfiskingen i denne perioden fikk ørreten økt lengdevest og kondisjonsfaktor. Skjoldkreps og marflo var viktige næringsdyr i ørretens diett. I årene etter 1975 har beskatningen vært lav. Etter etableringen av ørekyt, på 90 – tallet og frem til 2005, er rekruttering, individuell vekst og kondisjon redusert, trolig som følge av konkurranse med ørekyt.

I begynnelsen av juli 2005 ble det merket 413 ørret. Kontrollfisket i juli, august og september ga totalt 1839 ørreter, hvorav 77 av disse var gjenfangster. Bestandsstørrelsen ble estimert ved hjelp av merke-gjenfangst (Petersen metoden). Estimert antall ørret i Øvre Heimdalsvatn i lengdeintervallet 6–43 cm var 9000 ørret ved vekststart 2005. Kontrollfisket for hele perioden tilsvarte en avkastning på 3,1 kg/ha. Biomassen ble beregnet til 1222 kg, med tilsvarende tetthet på 15 kg/ha ved vekststart 2005.

Det ble tatt mageprøver av 365 ørret. Skjoldkreps ble ikke påvist i diettanalysene, men analysene viste imidlertid at marflo fremdeles er et viktig næringsdyr for ørreten.

Av 773 undersøkte ørreter >20 cm, hadde 34 rester av ufordøyd fisk i magesekken, og det ble påvist ett tilfelle av kannibalisme. Gjennomsnittlig kondisjonsfaktor for all ørret tatt under kontrollfisket ble beregnet til 0,92, noe som er betydelig lavere enn før etableringen av ørekyt. Individuell tilbakeberegnet vekst for aldersklasse 4–7 er også redusert, men viste en økning fra 2001 til 2004. Økningen skyldes høyst sannsynlig at vekstsesongen 2004 var atskillig lengre enn normalt.

En sterk utfisking av ørekytbestanden, samt en reduksjon av ørretrekrutter vil trolig øke både kondisjonsfaktoren, veksten og andelen større ørret i Øvre Heimdalsvatn.

Abstract

This study compares population parameters, i.e. age, growth, condition and nutrition in the brown trout population in Lake Øvre Heimdalsvatn, before and after the introduction of minnows. The minnow was observed for the first time in 1969, and increased from 14 550 minnows in 1977, to over 105 000 in 1999. In the period before minnows were observed, there was an intensive harvesting with gill nets and study of the brown trout population. After this intensive harvesting period, the brown trout obtained a marked increase in growth rate and condition. *Lepidurus arcticus* and *Gammarus lacustris* were important prey species for brown trout before the introduction of minnows. After the introduction of minnows has annual recruitment, condition and individual growth rate in the brown trout population, have declined.

The reduction is likely related to the interactions with minnows.

The numbers of brown trout were estimated by mark-recapture (Petersen method). In the beginning of July 2005, 413 brown trout were marked. A total of 1839 brown trout were captured and checked for marks during July, August and September, of which 77 were recaptures. The numbers of brown trout present in the length classes 6–43 cm at start of the growing season 2005 were estimated to be 9000, corresponding to a biomass of 1222 kg.

Stomach contents of 365 brown trout were examined. *L. arcticus* was not found in the stomach contents, but *G. lacustris* still was an important part of the diet of brown trout. Of 773 examined brown trout >20 cm, 34 had undigested fish. One incidence of trout cannibalism was proved. The individual growth rate within age class 4–7 has been reduced after the minnow introduction, but showed an increase from 2001 to 2004. This increase is most likely caused by the long growth season in 2004.

A reduction in the minnow population and of brown trout recruits will probably increase the condition, growth and the number of larger trout in Øvre Heimdalsvatn.

1. Innledning.....	6
2. Områdebeskrivelse	8
2.1 Lokalitet	8
2.2 Klima.....	9
2.3 Produksjonsgrunnlaget.....	10
3. Materiale og metode	11
3.1 Biomasse- og bestandsestimering.....	11
3.2 Prøvetaking	14
3.3 Alder og vekstberegninger.....	16
3.4 Kjøttfarge, kjønnsstadium, kondisjon, lengde og vekt	17
3.5 Mageprøveanalyser	18
3.6 Fangst per innsatsenhet	19
4. Resultater	20
4.1 Bestandsestimat, biomasse og garnfangst.....	20
4.2 Diett.....	24
4.3 Vekst	28
4.4 Fangst per innsatsenhet	30
4.5 Kjønnsmodning, kjøttfarge og kondisjon	32
5. Diskusjon.....	36
6. Referanser.....	47

1. Innledning

Introduksjon av fremmede arter ved hjelp av mennesker til nye økosystemer, er et stort og økende globalt problem som gjennomgående viser å ha ulike negative effekter på eksisterende økosystem og arter (Mooney 1993, Weidema 2000). Også i Norge er introduksjon av nye arter og lokal spredning av organismer et problem (Tømmerås *et al.* 2003), og kan føre til irreversible skader på lokalt eksisterende økosystemer (Weidema 2000).

Innføring av fremmede organismer i høyfjellsvann er etter hvert blitt et kjent problem som kan medføre uforutsette effekter på eksisterende arter (Hessen 2000). Det finnes en rekke arter som naturlig har forekommet i enkelte vassdrag i Norge, men som de siste 30–50 år er spredd til nye områder der de har skapt problemer (Tømmerås *et al.* 2003). Som eksempel kan pungreke (*Mysis relicta*) og ørekyt (*Phoxinus phoxinus*) nevnes.

Effektene synes å være negative i de tilfellene ørekyt blir introdusert i ørretvann, fordi ørekyt både er en næringskonkurrent og en potensiell predator på ørretrogn og yngel (Borgstrøm og Brabrand 1996).

Frem til slutten av 60 – tallet var ørret (*Salmo trutta*) eneste fiskeart i Øvre Heimdalsvatn. Den første observasjonen av ørekyt ble gjort i 1969 (Lien 1978). Populasjonen av ørekyt har senere blitt undersøkt ved flere anledninger, og bestandsestimeringen av denne arten viser en kraftig økning fra 14550 ørekyt i 1977 (Lien 1981) til over 105 000 i 1999 (Herberg og Naalsund 2000).

Øvre Heimdalsvatn inngikk i 1969 i det internasjonale forskningsprogrammet IBP (International Biological Programme), og i perioden 1969 til 1975 var det kontinuerlig forskningsaktivitet i vannet. Etter dette er det blant annet skrevet flere hovedoppgaver som omhandler fiskebestanden i Øvre Heimdalsvatn.

Gjennom disse oppgavene har en studert alder, vekst, bestandsstruktur, ernæring og interaksjoner med ørekyt (Bruun 1988, Hasle & Skjølås 1995, Hame & Holen 2001 og Hagen 2003). Dette gir en unik mulighet til å studere utviklingen i ørretbestanden i Øvre Heimdalsvatn. Etter at Jensen redusert tettheten i ørretbestanden fra 19,5 kg/ha i 1958 til 8,2 kg/ha i 1963, ble ørretbestanden holdt nede rundt dette nivået frem til 1972. I årene etter 1972 og frem til 1983, var fisket lavere, men likevel betydelig.

Etter denne perioden har imidlertid beskatningen vært lav (personlig meddelelse fra professor John E. Brittain).

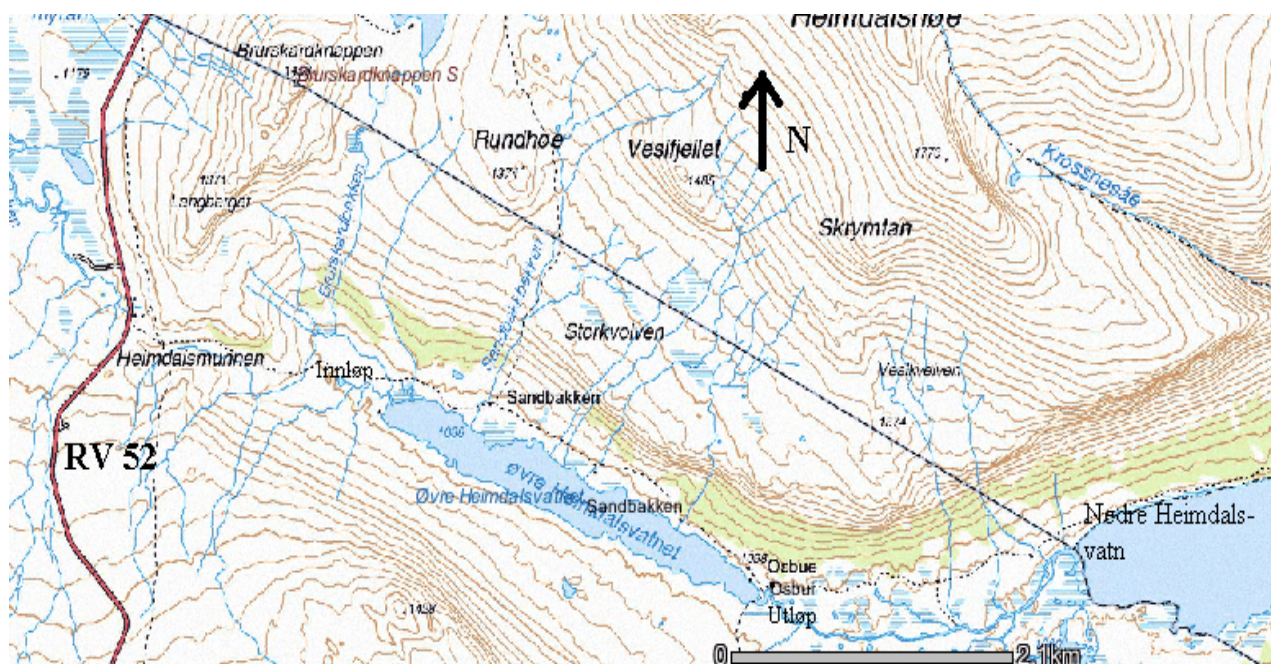
En kombinasjon av ørekyt og lav beskatning, kan medføre at bestandsstrukturen i Øvre Heimdalsvatn har endret seg. Vi ønsker derfor med denne oppgaven å beregne bestandsstørrelsen og se nærmere på eventuelle endringer i bestandsdynamiske parametere som alder, vekst, kondisjon og ernæring for å vurdere langtidseffekter av ørekyt i kombinasjon med lav beskatning.

2. Områdebeskrivelse

2.1 Lokalitet

Den subalpine innsjøen Øvre Heimdalsvatn ligger i den sørøstlige delen av Jotunheimen i Øystre Slidre kommune, Oppland fylke. (61°25'32" N, 8°52'10" Ø). Vannet ligger 1090 m.o.h. og har en maksimumslengde på 3 km og maksimumsbredde på 396 m. Innsjøarealet er 0,775 km². Maksimumsdybde 13 m, og middeldybde 4,7 m (Vik 1978).

Nedbørsfeltet til innsjøen er 23,6 km². Høyeste punktet i nedslagsfeltet er den 1843 meter høye Heimdalslø, nord for innsjøen (Grøterud og Kloster 1978). Innsjøen har flere små tilløpsbekker på begge sider, men hovedtilløpsbekken Brurskardbekken, renner inn ifra vestenden. Denne bekken kommer fra Brurskartjern (1309 m.o.h.). Utløpselva, Hinøgla, renner ut i østenden og ned i det betydelige større Nedre Heimdalsvatn (Figur 2.1.1) (Vik 1978).



Figur 2.1.1. Kart over Heimdalen med Øvre Heimdalsvatn (etter NVE atlas).

2.2 Klima

Øvre Heimdalsvatn er en subalpin, oligotrof innsjø med sommertemperaturer over 4 °C.

Overflatetemperaturen i vannet kan komme opp i 17 °C (Kloster 1978).

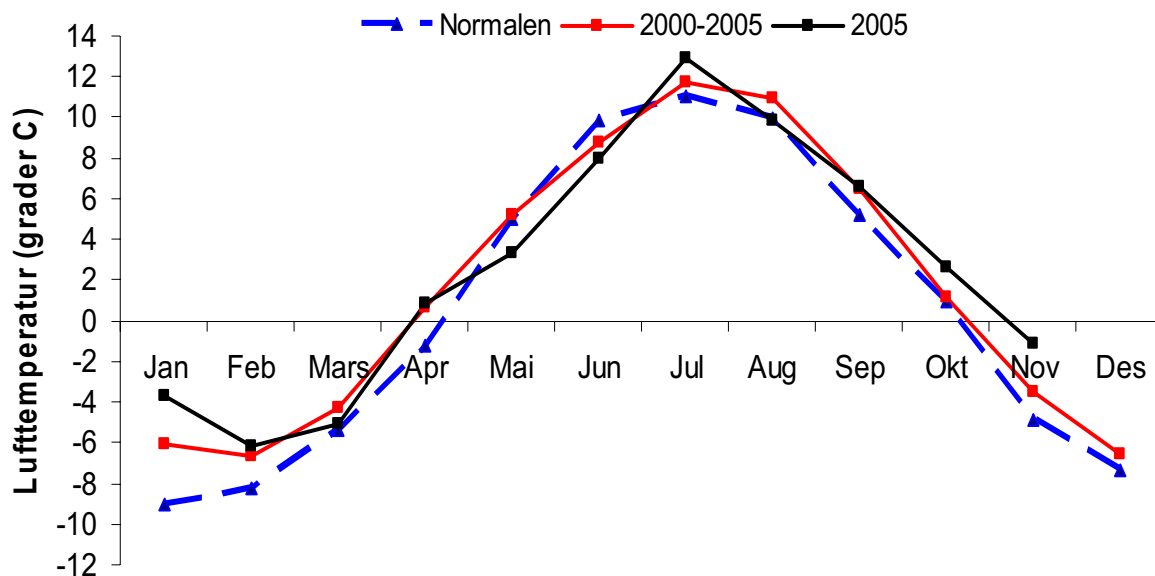
Topografien i området gjør vannet svært vindeksponert, slik at temperatursjiktning under den isfrie perioden hindres (Vik 1978). Innsjøen blir tilført betydelige mengder med grunnvann og er også i direkte kontakt med grunnvannreservoarer. Disse har innvirkning på vannstand og temperatur i innsjøen (Skjeseth og Kloster 1978).

Øvre Heimdalen ligger i en overgangssone mellom subarktisk og kontinentalt makroklima.

Den sammensatte topografien i området gjør de mikroklimatiske forholdene kompliserte og det er variasjoner fra nordsiden til sørsiden av vannet (Johannessen 1978). Innsjøen er vanligvis dekket av is fra midten av oktober til starten av juni (Jensen 1977). Sommeren 2005 var det imidlertid ikke isfritt før 15. juni (Brittain, pers.medd).

Maksimum istykkelse varierte i perioden 1969–1974 fra 70 til 90 cm (Vik 1978).

Døgnmiddeltemperaturer og temperaturnormaler er hentet fra målestasjonene på Storslåen i Skåbu, Nord-Fron 3 mil øst for Heimdalen. Målingene fra meteorologisk institutt viser at middeltemperaturen gjennom året for perioden 2000–2005 er en grad over normalen for perioden 1961–1990. Mai og juni måned i 2005 er kaldere enn det som er middeltemperaturen for både perioden 2000–2005 og 1961–1990. Juli derimot, var varmere enn normalen (Figur 2.2.1).



Figur 2.2.1. Lufttemperatur (°C), gitt i månedsmidler fra Skåbu – Storslåen målestasjon ca tre mil øst for Heimdalen i 2005, 2000–2005 og normaltemperaturen i perioden 1961–1990. Data hentet fra meteorologisk institutt.

2.3 Produksjonsgrunnlaget

Det alloktone materialet tilført Øvre Heimdalsvatn, stammer hovedsaklig fra fjellbjørk (*Betula pubescens*), dvergbjørk (*Betula nana*) og vier (*Salix* spp.). Dette utgjør en tredjedel av det totale, organiske materialet i innsjøen (Larsson *et al.* 1978). Fytoplanktonet i Øvre Heimdalsvatn er dominert av små arter. Fire grupper er av kvantitativ betydning, gullalger (Chrysophyceae), kryptomonader (Chryptophyceae), dinoflagellater (Dinophyceae) og grønnalger (Chlorophyceae) (Tangen og Brettum 1978).

To makrofyttarter dominerer i innsjøen (36 %), stivt brasmegras (*Isoetes lacustris*, Pteridophyta) og makkmoser (*Scorpidium scorpioides*, Bryophyta). Disse befinner seg hovedsaklig mellom 2 og 5 meter. Over dominerer stein, grus og sand. Under dominerer mudder (Tangen og Brettum 1978).

Det er tidligere funnet 47 zooplanktonarter i vannet, syv av disse er av kvantitativ betydning og utgjør til sammen mer enn 90 % av biomassen til zooplanktonet. Disse er cladocerene (*Holopedium gibberum*) og (*Bosmina longispina*), copepodene (*Cyclops scutifer*) og (*Heterocope saliens*), rotatoriene (*Conochilus unicornis*), (*Polyarthra vulgaris*) og (*Kellicottia longispina*) (Larsson 1978).

Bunndyrgruppene fjærmygg (Chironomidae), marflo (*Gammarus lacustris*), vårfluer (Trichoptera), biller (Coleoptera), døgnfluer (Ephemeroptera) og steinfluer (Plecoptera) utgjør over 90 % av totalt antall bunndyrindivider i ekponert sone (Brittain og Lillehammer 1978). Ørret og ørekyt er eneste fiskearter i Øvre Heimdalsvatn (Vik 1978).

3. Materiale og metode

3.1 Biomasse- og bestandsestimering

For å estimere størrelsen på ørretbestanden i Øvre Heimdalsvatn ved vekststart i 2005, brukte vi Petersen metoden (merke-gjenfangst). Forholdet mellom gjenfangster (R) og kontrollert (C) fisk er forutsatt å være lik forholdet mellom totalt antall merket (M) og totalt antall fisk i bestanden(N). Et tilpasset Petersen estimat (Ricker 1975) ble benyttet i bestandsestimeringen for alle lengdeklassene:

$$N = (C+1) * (M+1) / (R+1)$$

Der N = estimert antall fisk i bestanden, C = antall kontrollert fisk, M = antall merket fisk, og R = antall gjenfangster.

For at Petersen metoden skal gi best mulig estimat statistisk, må følgende forutsetninger oppfylles;

- fangbarhet og naturlig dødelighet må være lik for merket og umerket fisk
- all merket fisk må kunne gjenkjennes og registreres
- det må ikke forekomme merketap i perioden det pågår kontrollfiske
- fordelinga av merket fisk i innsjøen må være tilfeldig, og fangstinnsatsen må fordeles tilfeldig over hele innsjøen
- rekrutteringen til innsjøen må være ubetydelig i perioden mellom merking og kontrollfiske

Forutsetningen om at merket fisk må være tilfeldig fordelt i innsjøen er trolig ikke oppfylt, fordi ørreten i Øvre Heimdalsvatn er stasjonær (Jensen 1977), og fordi notfisket kun foregikk på utvalgte steder langs nordsida av vannet. For å kompensere for dette, ble det systematisk fisket rundt hele innsjøen, også i de frie vannmassene.

Grunnet sen isløsing ble merkingen av fisken utført i begynnelsen av juli. Fisken ble fanget med en 50 m lang og 4 m høy landnot, med avtagende maskevidder fra endene, til 3 mm i notposen. Notkastene foregikk på utvalgte steder der bunnssubstratet var uten større stein som nota kunne henges fast i (figur 3.1.1). Fangst og merking foregikk fra 4. juli til 6. juli, mellom kl. 22.00 og 04.00, altså på den mørkeste tiden av døgnet.



Figur 3.1.1. Notplasser (N1–N16) som ble brukt under merking av ørret i Øvre Heimdalsvatn, 4.– 6. juli 2005.

Fangstene i notkastene varierte fra 0 til 64 fisk. Fisken som ble fanget ble plassert i et plastkar. Deretter ble mellom 5 og 10 fisk, avhengig av størrelsen, overført til et mindre plastkar for bedøving og merking. Bedøvelsen som ble brukt var vanlig Nyco fruktsalt (ca 2 korker per 10 liter vann). Fisken ble merket i finnestrålene i venstre brystfinne med Alcian blue, ved hjelp av en Jet Inoculator (Hart og Pitcher 1969). I tillegg ble fettfinnen klipt for lette identifikasjonen av merket fisk. Samtidig ble lengden målt til nærmeste mm fra snutespiss til halefinnen, slik den ville vært i naturlig tilstand. Fisken ble deretter sluppet opp i en ny plastbalje for sjekking av fargemerket og tilstand før den slapp ut i vannet igjen. Veileder og John Gunnar Dokk fisket i tillegg opp 19 fisk med stang som ble merket i høyre bukfinne og klipt fettfinnen av. Totalt ble det fanget og merket 413 fisk i perioden 4.– 6. juli 2005 (Tabell 3.1.1).

Tabell 3.1.1. Antall notfanget fisk som ble merket på hver notplass i Øvre Heimdalsvatn, 4.– 6. juli 2005.

Notplass	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	N15	N16	Sum
Antall merket	43	39	21	48	34	1	2	25	32	17	15	0	23	14	16	64	394

Kontrollfisket med garn startet allerede dagen etter merkingen, den 8. juli, mens de to påfølgende dagene ble det ikke satt garn. Videre pågikk garnfisket i 6 perioder; 11. – 15. juli, 2. – 6. august, 8. – 12. august, 23. – 26. august, 2. – 3. september, og 6. – 9. september. I perioden 23. – 26. august fisket John Gunnar Dokk, og 2. – 3. september, var det både veileder og John Gunnar Dokk som fisket. Da ble det også benyttet noen få, nordiske oversiktsgarn, i tillegg til samme garnserie som under vårt eget fiske.

Under eget kontrollfisket ble det satt garn over hele innsjøen med både bunngarn og flytegarn (tabell 3.1.2.). Fisket som ble gjennomført av Dokk og Borgstrøm foregikk på samme måte som vårt eget, med garnsetting rundt hele vannet.

Tabell 3.1.2. Fordeling av fangstinnssats på bunngarn og flytegarn i de ulike månedene under eget kontrollfiske i Øvre Heimdalsvatn, 2005.

Maskevidde i mm		14	16	20	22.5	26	29	31	35	39	45	Totalinnsats
Juli	Bunngarn	4	9	8	5	8	8	24	4	3	4	77
	Flytegarn	0	4	4	6	6	6	4	4	4	4	42
August	Bunngarn	10	20	17	12	20	20	60	10	10	10	189
	Flytegarn	0	5	5	4	4	5	4	4	4	4	39
September	Bunngarn	0	7	7	3	7	8	17	7	4	3	63
	Flytegarn	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	8
Sum		14	46	42	31	46	48	110	30	25	26	418

Bunngarna ble satt vinkelrett ut fra land, mens flytegarna stod i øst - vest retning midt i innsjøen. Bunngarna ble satt med minst 50 m mellomrom. Garna stod ute rundt 12 timer hver natt (figur 3.1.2). Innsjøen ble delt inn i 4 soner; nordøst, nordvest, sørvest og sørøst. Fisket foregikk systematisk i hver sone rundt innsjøen, slik at det skulle fiskes like mye over hele innsjøen. I hver sone ble rekkefølgen for maskeviddene på bunngarna trukket tilfeldig før de ble satt ut. Bunngarna var 25 m lange og 1.5 m høye, og laget av monofilament, med maskeviddene 14, 16, 19.5, 22.5, 26, 29, 31, 35, 39 og 45 mm. I september fisket vi ikke med maskevidde 14 mm.



Figur 3.1.2. Trekking av bunngarn i Øvre Heimdalsvatn sommeren 2005. Bunngarna stod ute omtrent 12 timer hver natt (foto Anna Bilstad).

Flytegarna ble også brukt like mye over hele innsjøen. De ble festet sammen tilfeldig i lenker på 3 garn, og det ble foretatt loddtrekning om hvor lenkene skulle settes. Flytegarna som ble benyttet var 25 m lange og 4 m høye, av monofilament, med maskeviddene 16, 19.5, 22.5, 26, 29, 31, 35, 39 og 45 mm. Vi hadde 3 lenker med flytegarn, men innsatsen varierte etter hvert mellom en og tre lenker per natt, på grunn av liten fangst i forhold til innsatsen i disse garn. Totalt ga garnfisket 1839 fisker, fordelt på 1376 fisker som vi fikk, og 462 fisker som veileder og John Gunnar Dokk fisket.

Gjennomsnittsvektene fra juli og aldersklasseestimatene ved starten av vekstsesongen ble brukt til å beregne biomassen for aldersklasse 2–15 år. Tettheten målt i kg/ha ble også beregnet. Det totale uttaket i kg og kg/ha, ble beregnet og fordelt på ulike lengdegrupper.

3.2 Prøvetaking

Fisken ble sortert etter maskevidde og garntype (bunngarn eller flytegarn). Videre målinger og prøvetaking ble gjort inne på laboratoriet (Osui). All fisk ble først kontrollert for merker (figur 3.2.1.), deretter ble alle fiskene lengdemålt i mm, på samme måte som under merkingen, og veid til nærmeste gram på elektroniske vekter.



Figur 3.2.2. All fisk ble kontrollert for blått merke i brystfinner og avklipt fettfinne (foto Anna Bilstad).

Skjellprøvene ble tatt fra området mellom rygg- og fettfinnen. I juli tok vi ikke skjell og otolitter av alle de minste fiskene (< 20 cm) grunnet tidspress og fordi de ikke var nødvendig i og med at de var tatt kort tid etter merking, og dermed ikke hadde vokst nevneverdig siden merking. Videre ble det tatt otolitter av all fisk over 20 cm, samt et utvalg av fisk mindre enn 20 cm i juli (figur 3.2.3). Fra og med august ble det tatt skjell og otolitter av alle fiskene for aldersbestemming og vekststudier. I tillegg ble også kjønn, kjønnsstadiet og kjøttfargen bestemt på alle fisker over 21 cm, og på et stort utvalg av fisk < 21 cm. Totalt ble det tatt prøver av 1213 ørreter med denne fremgangsmåten.

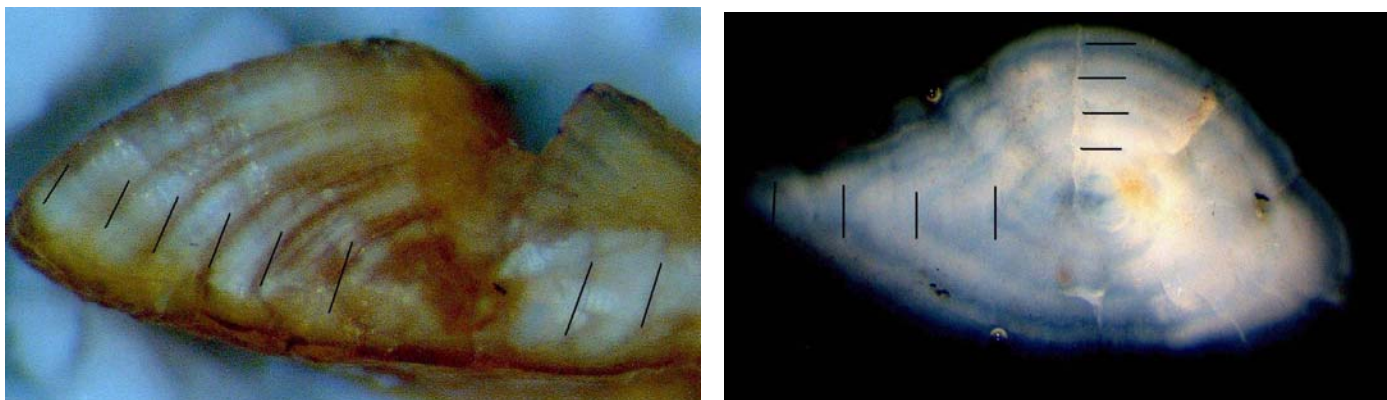
For de tre månedene kontrollfisket pågikk, ble det tatt mageprøver fra 365 tilfeldig utvalgte fisk, sortert i lengdeklassene 10–19,9 cm, 20–29,9 cm og 30–39,9, og fordelt på månedene juli, august og september. I tillegg ble mageprøver av 773 fisk undersøkt for å påvise eventuell fisk i dietten.



Figur 3.2.3. Otolittene ble plukket ut ved hjelp av pinsett, på samtlige ørret over 20 cm, og et stort utvalg ørret < 20 cm for aldersbestemmelse (foto Anna Bilstad).

3.3 Alder og vekstberegninger

For aldersbestemmelse brukte vi i all hovedsak otolitter. Dette fordi det gir et sikrere resultat enn skjell, og da særlig for fisk som har stagnert i vekst (Jonsson 1976). Bruk av skjell til aldersbestemmelse ble brukt i de tilfellene hvor otolitter manglet eller var hyaline, men bare på ørret < 20 cm der sannsynligheten for vekststagnasjon var svært liten. Otolitter fra fisk < 25 cm ble lest hele, dersom vi ikke var i tvil. Otolittene ble lest mot mørk bakgrunn i en lupe av typen Leica MS 5 med opptil 40 X forstørrelse, med 1.2 – propandiol som lysbrytningsmiddel (figur 3.3.1.b). Otolitter fra fisk > 25 cm, og otolitter vi var i tvil om, ble knekt på tvers gjennom sentrum, og brent over en spritlampe. Otolitten ble deretter satt på høykant i en klump av modellkitt i samme brytningsmiddel, og lest under lupe. Dette gjorde at vi kunne lese årssonene som mørke soner i otolitten (figur 3.3.1.a). I begynnelsen leste vi otolittene sammen med veileder for kontroll, senere samrådet vi med hverandre eller veileder hvis vi var i tvil. For fisk som var vanskelig å lese alder ut fra otolittene, sammenlignet vi med skjellalder for å få en mer sikker aldersbestemmelse. Totalt ble 1677 av 1839 fisk aldersbestemt, av disse var 336 aldersbestemt av John Gunnar Dokk.



Figur 3.3.1. a og b. Knekt og brent otolitt av seks år gammel ørret (til venstre), tatt 10. august på 29 mm bunngarn. Lengde 28,1 cm og vekt 214 gram.

Hel otolitt (til høyre) av fire vintre gammel ørret tatt 6. august på 14 mm bunngarn. Lengde 14,3 cm og vekt 28 gram (foto Anna Bilstad).

Ved tilbakeberegning av lengde har vi brukt metoden beskrevet av Lea (1910) og Dahl (1910), med forutsetningene om at det er direkte proporsjonalitet mellom fiskelengde og skjellradius.

Lea – Dahls formel: $L_n = (S_n / S) * L$

L_n er lengde av fisken ved alder n år, L er lengden på fisken da den ble fanget, S_n er lengden fra sentrum til årssone n , og S er skjelllets totalradius.

Skjellene ble i tillegg til aldersbestemmelse, brukt til tilbakeberegning av vekst og til vekststudier. Mellom 5 og 10 skjell fra hver fisk ble plukket ut under lupe og lagt på en celluloidstrimmel, for så å bli presset slik at det ble avtrykk av skjellet i strimmelen. Deretter ble avtrykket studert i en mikrofilmleser av typen Minox. Kun skjell med tydelig avsatt første årssone ble brukt til aldersbestemmelse, og der denne manglet målte vi bare siste års vekst (figur 3.3.2).



Figur 3.3.2. Skjell fra tre vintre gammel ørret tatt i 16 mm bunngarn 8. september 2005 i Øvre Heimdalsvatn (foto Anna Bilstad).

For et utvalg fisk ($n = 1203$) beregnet vi også veksten tidligere år, ved å måle avstanden fra sentrum og ut til hver årssone, samt skjellradiusen. For de større fiskene er dette bare mulig der alderen er bestemt ved hjelp av otolitter. Fisk fanget i juli ble ikke tilbakeberegnet grunnet stor arbeidsmengde, og fordi etter å ha studert veksten på et utvalg fisk fra denne perioden, viste det seg at ingen av disse hadde vokst sommeren 2005. I bestandsestimeringen ble derfor den lengden fisken hadde ved fangst brukt, og det ble forutsatt at disse ikke hadde vokst siden merketidspunktet. For større fisk der otolittalder var høyere enn skjellalder, ble det forutsatt vekststagnasjon, og for disse ble heller ikke lengden tilbakeberegnet.

3.4 Kjøttfarge, kjønnsstadium, kondisjon, lengde og vekt

Kjøttfargen til fisken ble subjektivt bestemt til henholdsvis hvit, lyserød eller rød ($n = 1213$).

Kjønn og stadium ble bestemt etter Dahl (1917) (figur 3.4.1).



Figur 3.4.1. Hannfisk i kjønnsstadium IV med rød kjøttfarge tatt på bunngarn 10. august 2005. (foto Anna Bilstad).

Kondisjonsfaktoren beskriver forholdet mellom lengde og vekt på fisken, og er således et mål på fiskens kondisjon. En kan da også sammenligne ulike lengdeklasser.

Kondisjonsfaktoren ble beregnet for alle fiskene ($n = 1839$) etter Fultons formel:

$$K = 100 V / L^3$$

Der K = kondisjonsfaktoren, V = vekt i gram, og L er lengde i cm.

Fisk som har k -faktor $< 0,95$ betegnes som slank, $0,95 < k < 1,05$ som i normalt god kondisjon og k -faktor $> 1,05$ som fet (Rognerud *et al.* 2003).

Sammenhengen mellom lengde og vekt kan beskrives ved

$$V = a * L^b, \text{ eller på logaritmisk form; } \ln V = \ln a + b \ln L$$

der V er vekt i gram, L er lengde i centimeter og a og b er konstanter som kan beregnes ved hjelp av enkel lineær regresjon (Ricker 1975). Hvis $b = 3$, har fisken isometrisk vekst, og kroppsformen endrer seg ikke med lengden. Er derimot $b > 3$, øker kondisjonsfaktoren med lengden, og motsatt hvis $b < 3$.

3.5 Mageprøveanalyser

For å undersøke dietten til ørretbestanden i Øvre Heimdalsvatn, ble det tatt mageprøver fra 365 tilfeldig utvalgte fisk i månedene juli, august og september. Mageprøvene ble konserverert i 96 % etanol, delt inn i de tre kontrollperiodene og fordelt på lengdeklasser (tabell 3.5.1). På

grunn av liten fangst i flytegarnene, mangler det data for lengdeklasse 10–19,9 cm i september. Nesten all ørret som ble tatt i flytegarnene ble det tatt mageprøver av.

Tabell 3.5.1. Fordelingen over antall mageprøver i de ulike lengdeklassene av fisk fanget i bunngarn og flytegarn under kontrollfisket i Øvre Heimdalsvatn juli, august og september 2005.

Lengdeklasse (cm)	Garntype	Antall mageprøver		
		8.– 15. Juli	2.– 12. Aug.	6.– 9. Sept.
10–19.9	Bunngarn	28	37	22
10–19.9	Flytegarn	10	11	0
20–29.9	Bunngarn	26	41	23
20–29.9	Flytegarn	23	34	10
30–39.9	Bunngarn	26	40	16
30–39.9	Flytegarn	8	8	2

Innholdet i prøvene ble senere undersøkt under lupe av samme type som den brukt til lesing av skjell og otolitter, og sortert inn i følgende grupper;

Andre vanninsekter	Vannlopper	Mollusker	Vårfluer	Ubestemte insekt
Marflo	Fjærmygg	Landinsekter	Fisk	Annet

Med andre vanninsekter menes biller, libeller og lignende.

Volumprosenten av hver næringsdyrgruppe ble estimert i forhold til totalvolumet av mageinnholdet i hver lengdeklasse (Hyslop 1980). Volumet av innholdet i hvert dramsglass ble beregnet som volumet av en sylinder, der høyden av næringsemne i dramsglasset ble målt til nærmeste mm. Volumet av fisken fra mageprøvene ble beregnet ved å senke fisken ned i en kolbe med sprit, der stigningen av væsken i kolben gjenspeiler volumet av byttefisken. Ved å få alt mageinnhold i volum kan en sammenligne fisk og annet mageinnhold.

I tillegg ble 773 fisk undersøkt med tanke på predasjon av fisk. Disse ble bare undersøkt for fisk som var lite fordøyd og lett synlige i magesekken. Da disse bare ble undersøkt for fisk som var lite fordøyd kunne vi også enklere skille mellom ørekyt- og ørretpredasjon. Vi kan derfor bare få et minsteestimat for frekvensen av fiskepredasjon.

3.6 Fangst per innsatsenhet

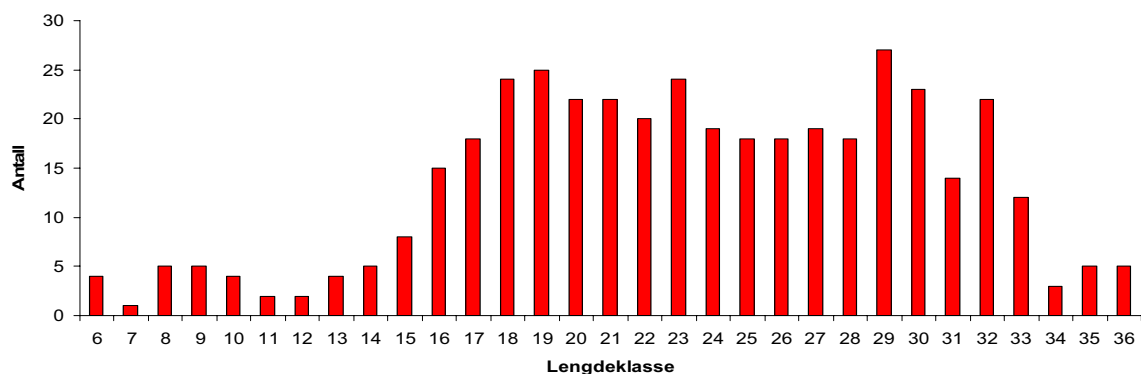
For å få et bilde av den relative bestandssammensetningen er det beregnet fangst per innsatsenhet. CPUE-verdiene ble beregnet som antall ørret fanget per 100 m²/garnareal/natt

for hver maskevidde i periodene juli, august og september, og for gjennomsnittet til henholdsvis bunngarn og flytegarn. I beregningene er det kun brukt data fra egne fangster i juli, august og september ($n = 1367$).

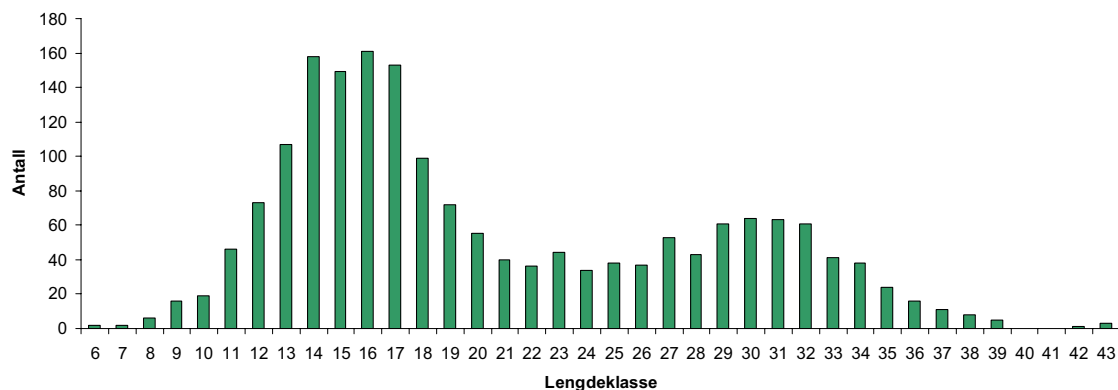
4. Resultater

4.1 Bestandsestimat, biomasse og garnfangst

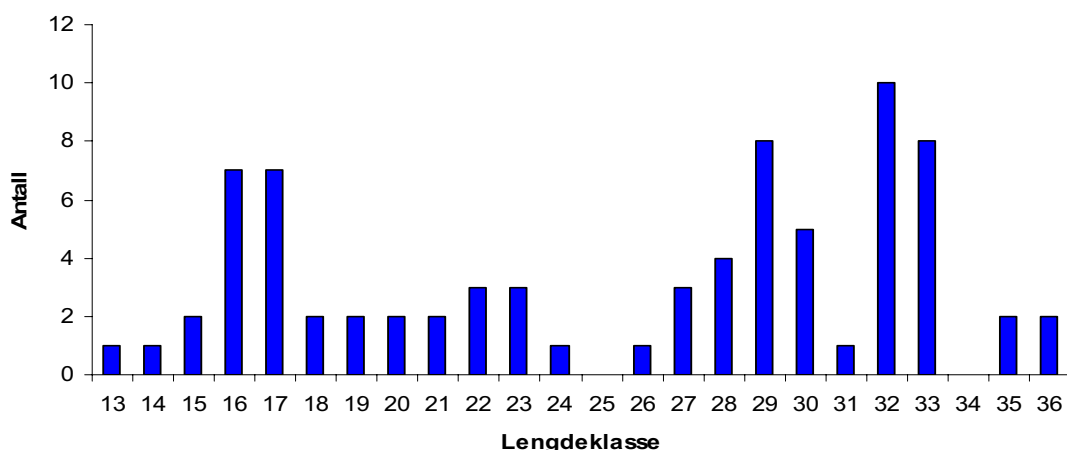
I begynnelsen av juli 2005 ble det merket 413 ørret mellom 6 og 36 cm (figur 4.1.a). Det var relativt få fisk under 14 cm og over 34 cm som ble fanget og merket. Det påfølgende kontrollfisket gav totalt 1839 fisk i lengdeintervallet 5,8–43,2 cm tilbakeberegnet til vekststart 2005 (figur 4.1.b), hvorav 77 var gjenfangster i lengdeintervallet 13–36 cm tilbakeberegnet til vekststart 2005 (figur 4.1.c). Totalfangsten viser en totoppet fordeling, med en tydelig topp rundt fisk i lengdeklasse 14–17, og en mindre tydelig i lengdeklasse 29–32 (figur 4.1.b).



Figur 4.1.a. Lengdefordeling av notfanget og merket ørret i begynnelsen av juli 2005, Øvre Heimdalsvatn ($n = 413$).



Figur 4.1.b. Lengdefordeling av ørret tatt under kontrollfisket i juli, august og september 2005 ($n=1839$). Lengden på fisk fanget i august og september er tilbakeberegnet til vekststart.



Figur 4.1.c. Gjenfangster av merkede ørret tilbakeberegnet til vekststart, ved kontrollfisket i juli, august og september 2005.

Bestandsestimatet gav henholdsvis 1956 fisk i lengdeintervallet 13 til 17,9 cm, 3753 fisk i intervallet 18,0 til 24,9 cm, 1384 stk i lengdeklasse 25 til 29,9 cm og 903 fisk i intervallet 30,0 til 36,9 cm. Totalt var det ifølge denne estimeringen 7996 fisk mellom 13,0–36,9 cm i Øvre Heimdalsvatn i begynnelsen av juli 2005 (tabell 4.1.1).

Med utgangspunkt i at lengdeklasse 6–13 cm har samme fangbarhet i noten som lengdeklasse 13–17,9 cm, ble det estimerte antallet i lengdeklasse 6–13 cm 901 ørret. Forutsatt samme fangbarhet med garn for lengdeklasse 37–43 cm som for lengdeklasse 30–36,9 cm, gir her proporsjonalitet i garnfangstene at det kan ha vært 103 ørret i intervallet 37–43 cm.

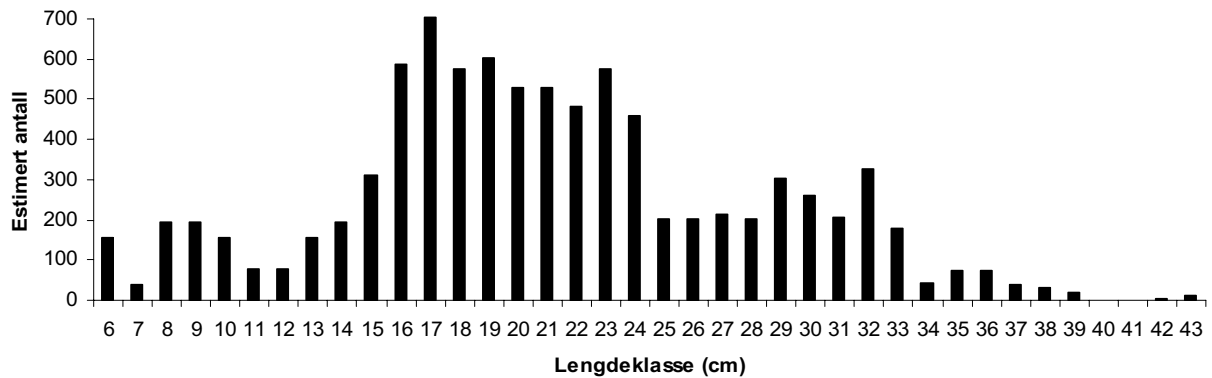
Totalestimatet for hele lengdeintervallet 6–43 cm ved vekststart 2005, i Øvre Heimdalsvatn, ble dermed 9000 ørret.

Tabell 4.1.1. Estimert antall ørret i Øvre Heimdalsvatn i juli 2005 i lengdeklasse 13–36,9 cm.

Lengdeklasse (cm)	Antall merket	Antall kontrollerte	Antall gjenfangster	Estimat	Konfidensintervall 95 %
13,0–17,9	50	728	18	1956	(1310–3178)
18,0–24,9	157	379	15	3753	(2422–6387)
25,0–29,9	100	232	16	1384	(906–2307)
30,0–36,9	84	307	28	903	(649–1336)
SUM	391	1646	77	7996	(5287–13208)

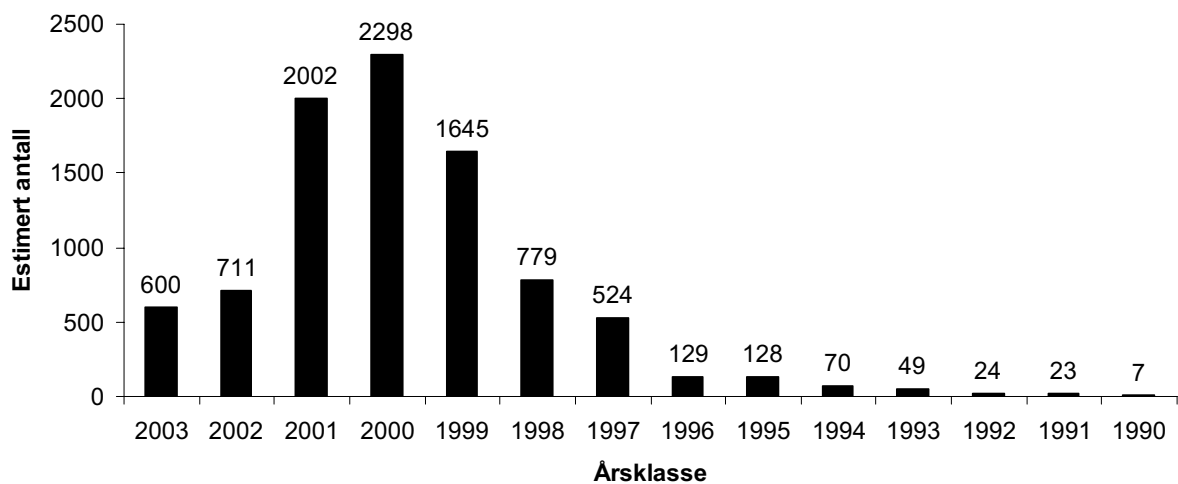
Av estimatet på antall fisk i hver cm klasse (figur 4.1.2), er det flest ørret i lengdeklassene 16–24 cm. Tallene for disse lengdeklassene ligger mellom 450–700 fisk i hver cm klasse. Mest

fisk finner vi i lengdeklasse 17 cm, med et estimat på 704. Det finnes relativt få fisker over 33 cm og under 16 cm.



Figur 4.1.2. Estimert lengdefordeling på ørret i lengdeklassene 6-43 cm, i Øvre Heimdalsvatn juli 2005.

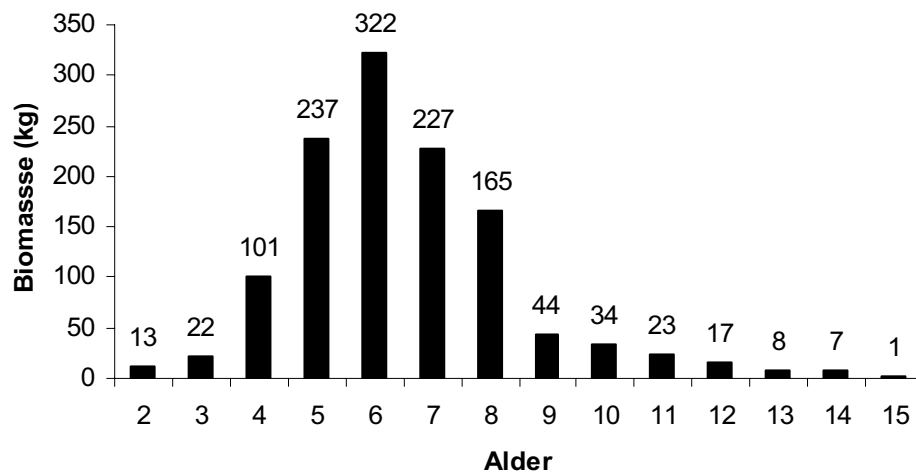
Årsklassene 1999–2001 er de mest tallrike, med årsklasse 2000 (femåringer) med flest individ (2298) (figur 4.1.3). Antall fisk i hver årsklasse avtar med økende alder. Estimert antall i årsklasse 1990–1996 utgjør til sammen 430 fisk (figur 4.1.3).



Figur 4.1.3. Estimert antall ørret i årsklassene 1990–2003 i Øvre Heimdalsvatn i starten av juli 2005. Verdien øverst på søylene angir estimert antall ørret i hver årsklasse.

Samlet biomasse i Øvre Heimdalsvatn ble estimert til 1222 kg ørret ved starten av vekstsesongen 2005. Aldersklasse 4–8 utgjorde over 85 % av biomassen i vannet. Aldersklasse seks utgjorde den største biomassen, og biomassen avtar etter denne

aldersklassen (figur 4.1.4). Aldersklasse ≥ 9 utgjør 11 % av den totale biomassen i innsjøen. Tettheten av ørret i vannet ble beregnet til 15,8 kg/ha.



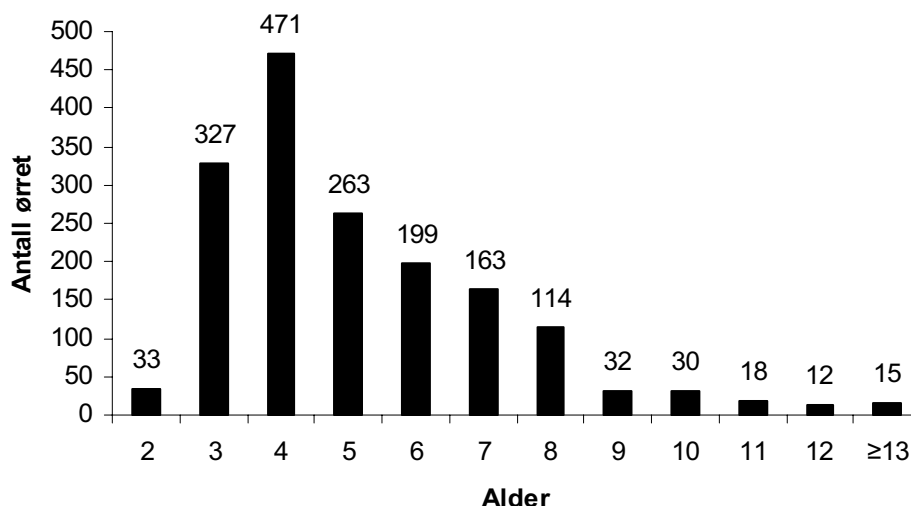
Figur 4.1.4. Estimert biomasse (kg) ørret i aldersklassene 2–15 år i starten av vekstsesongen 2005 i Øvre Heimdalsvatn. Verdiene øverst på søylene angir kg ørret for hver aldersklasse.

Totalt ble det fisket ut 240 kg ørret under kontrollfisket i Øvre Heimdalsvatn. Dette tilsvarer en avkastning på 3,1 kg/ha (tabell 4.1.2). Fisket gav størst biomasse i lengdegruppe 30–34,9 cm (97 kg). Dette utgjør 40 % av den totale fangsten. Til tross for at halvparten av kontrollert fisk var under 20 cm, utgjør disse bare 15,5 % av biomassen.

Tabell 4.1.2. Samlet uttak i kg av ørret i Øvre Heimdalsvatn under kontrollfisket i juli, august og september 2005, fordelt på ulike lengdegrupper (n = 1839).

Lengdegrupper	Fangst (kg)	Avkastning (kg /ha)
10–14.9	2.957	0.038
15–19.9	34.254	0.442
20–24.9	28.009	0.361
25–29.9	39.952	0.516
30–34.9	96.802	1.249
35–39.9	33.112	0.427
40–	5.185	0.067
Totalt	240.271	3.100

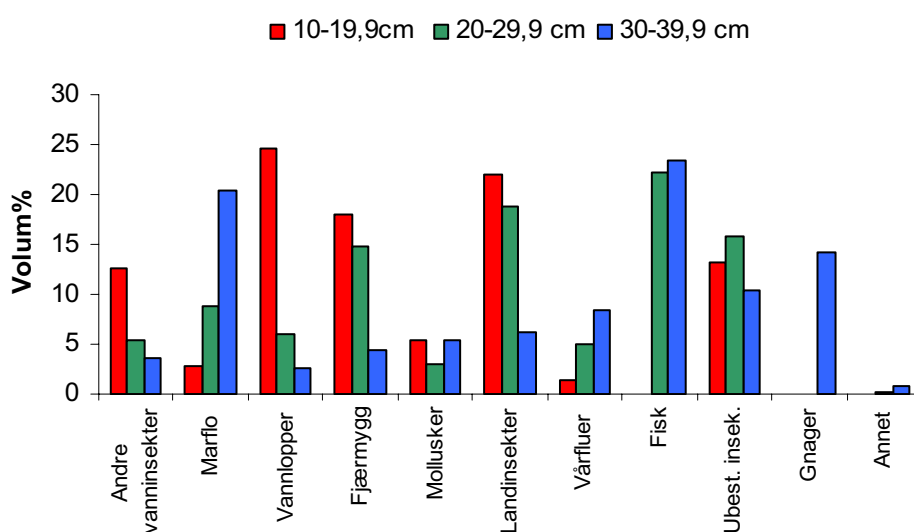
Fangstene var dominert av 3–5 år gammel ørret (over 60 %). Antall ørret fra 9 år og oppover utgjorde bare 6 % av den totale fangsten (figur 4.1.5).



Figur 4.1.5. Antall fanget ørret av hver aldersklasse under kontrollfisket i Øvre Heimdalsvatn 2005 (n = 1677). Verdien øverst på hver søyle angir antall ørret fanget i hver aldersklasse.

4.2 Diett

For lengdegruppen 10–19,9 cm utgjør vannlopper, fjærmygg, landinsekt og andre vanninsekt en stor andel av dietten (figur 4.2.1). For lengdegruppe 20–29,9 cm er dietten mer varierende. Ørekyt/fisk utgjør volummessig mest. Hos de største fiskene (30–39,9 cm) utgjør fisk og marflo over 50 % av det totale volumet i magesekken (figur 4.2.1). I to mageprøver fant vi gnagere og disse utgjorde volummessig en stor andel. Begge fiskene som hadde spist gnager, var over 35 cm lange og ble tatt på bunngarn henholdsvis 10. juli og 5. august. Ingen individer hadde spist skjoldkreps (*Lepidurus arcticus*).



Figur 4.2.1. Volumprosent av totalt mageinnhold hos tre lengdeklasser av ørret tatt på flytegarn og bunngarn i Øvre Heimdalsvatn juli, august og september.

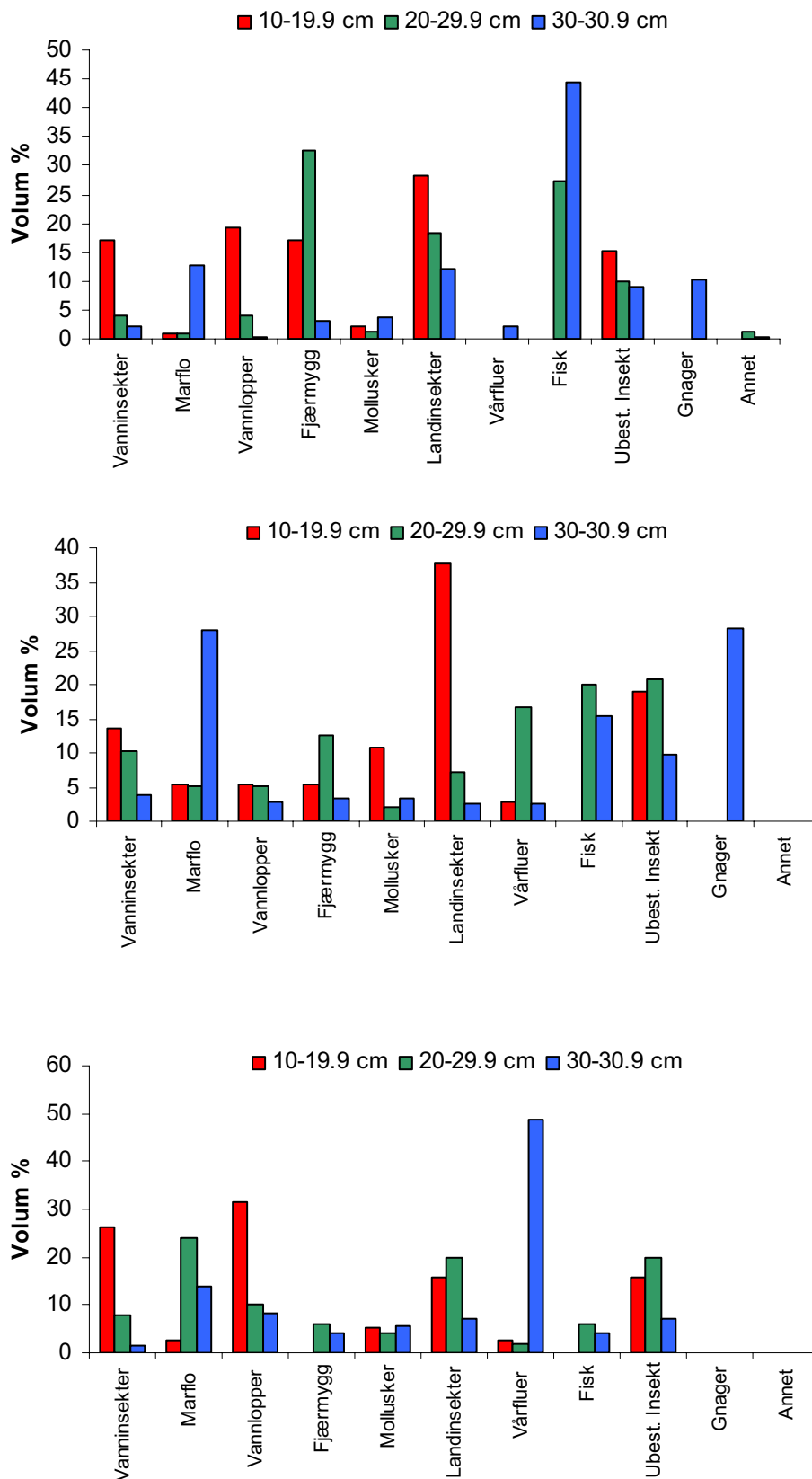
Av 773 ørret over 20 cm, hadde 34 nylig spist ørekyt/fisk. Dette gav en predasjonsfrekvens på 4,4 %. En ørret hadde spist en ørret som var 9,5 cm lang og veide 8 gram. Kannibalen ble tatt i bunngarn (29 mm) 9. september og var 32,1 cm lang og veide 312 gram (figur 4.2.2).



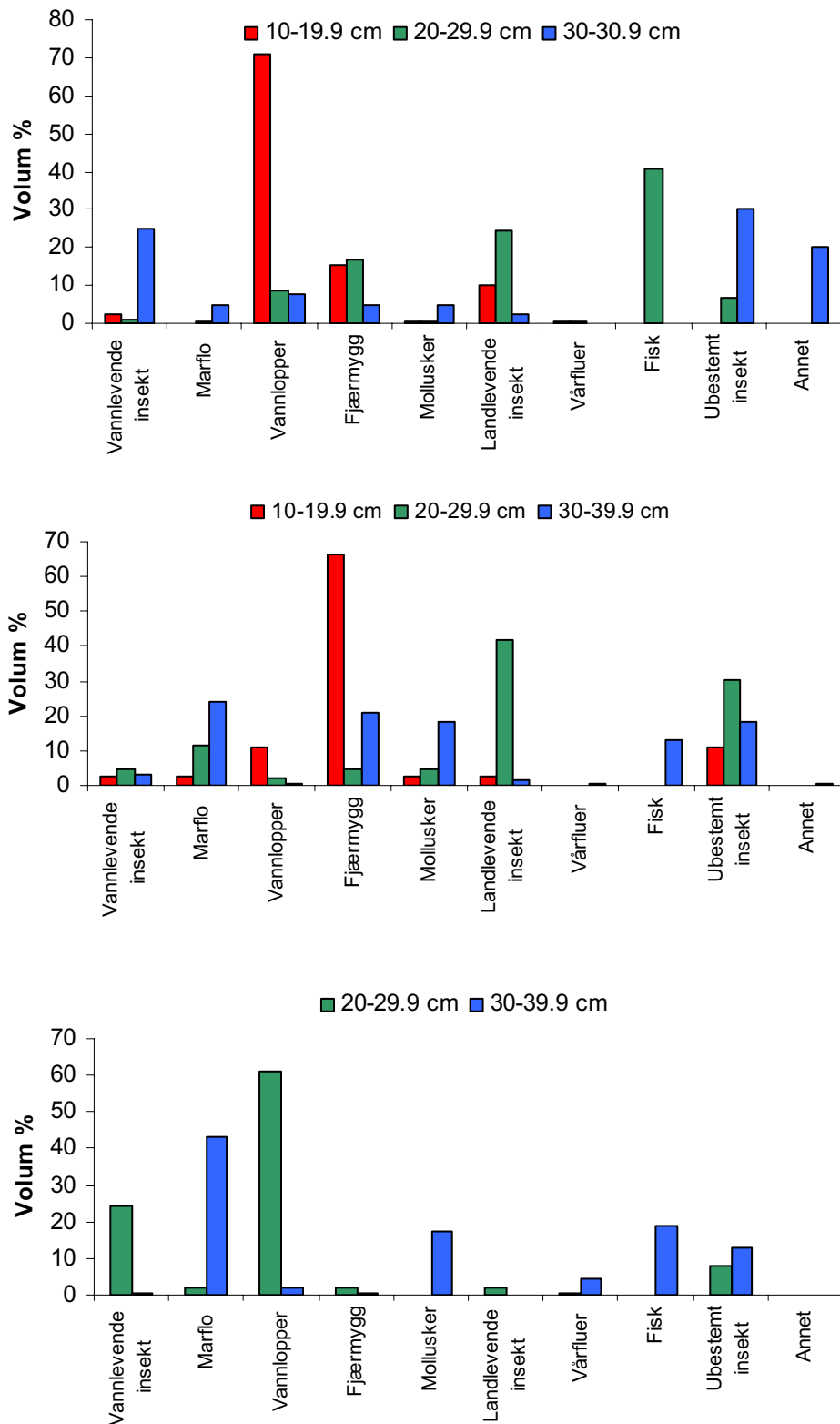
Figur 4.2.2. En kannibal, tatt i 29 mm bunngarn 9. september 2005, var 32,1 cm og 312 gram. Ørreten den hadde spist var 9,5 cm og 8 gram (foto Anna Bilstad).

I bunngarna var det i juli og august landinsekter som dominerte i dietten til ørret i lengdeklasse 10–19,9 cm (figur 4.2.2.a). I september var det andre vanninsektet og vannlopper som volummessig utgjorde over 50 prosent av dietten i denne lengdegruppen. For lengdeklasse 20–29,9 var fisk og fjærmygg viktige i juli. I de andre månedene var dietten mer variert, men fisk, ubestemte insekt og vårfluer dominerte i august. I september hadde marflo det største volumet i dietten til denne lengdeklassen. For ørret over 30 cm var fiskediett helt dominerende i juli (44 %), noe mindre i august (15 %) og betydelig mindre i september (4 %). I august var gnagere og marflo viktigst, mens i september utgjorde vårfluer nærmere 50 % av volumet i dietten.

For ørret i lengdeklasse 10–19,9 cm fanget i flytegarnene, var det i juli vannlopper som stod for over 70 prosent av det totale voluminnholdet i mageprøvene. I august var fjærmygg dominerende, med over 65 prosent (figur 4.2.3.b). Vannlopper var viktig også for ørret i lengdeklasse 20–29.9 cm tatt på flytegarn, og utgjorde over 60 % av dietten for denne lengdegruppen i september. Fisk var viktigst i juli og landinsekt i august. For ørret over 30 cm tatt i flytegarn utgjorde marflo den største andelen i dietten både i august og september. I juli derimot, dominerte insekter i mageinnholdet (figur 4.2.3.b).



Figur 4.2.3.a. Volumprosent av totalt mageinnhold hos tre lengdeklasser av ørret fanget i bunngarn juli (øverst), august (i midten) og september (nederst).



Figur 4.2.3.b. Volumprosent av totalt mageinnhold hos tre lengdeklasser av ørret fanget i flytegarnt juli (øverst), august (i midten) og september (nederst).

Merk at det for september ikke er data for lengdeklasse 10–19,9 cm.

4.3 Vekst

Av totalt 1677 aldersbestemte ørret, hadde 170 stagnert i vekst (10 %) (figur 4.3.1). I alt 94 % av ørretene som hadde stagnert var syv år og eldre. Gjennomsnittlig lengde for en syv år gammel ørret i Øvre Heimdalsvatn er 29,7 cm tabell (4.3.1).



Figur 4.3.1. En 11 vintre gammel hunnørret tatt 2. august 2005 i Øvre Heimdalsvatn. Ørreten ble tatt i 31 mm bunngarn, veide 508 gram og var 37,5 cm lang. Kondisjonsfaktoren ble beregnet til 0,96. Otolittalderen var høyere enn skjellalderen, og det ble derfor konkludert med at veksten hadde stagnert (foto Anna Bilstad).

Tabell 4.3.1. Gjennomsnittlig tilbakeberegnet lengde for årsklasse 1991 – 2003 ved en gitt alder, for ørret fanget under kontrollfisket i Øvre Heimdalsvatn sommeren 2005. Standardavviket for fiskelengden +/- er gitt i parentes.

Årsklasse	n	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14
2003	32	3,8 (1,2)	9,2 (1,7)												
2002	291	3,1 (0,8)	7,6 (1,4)	13,0 (2,0)											
2001	375	2,6 (0,8)	6,5 (1,3)	10,9 (1,6)	15,6 (1,8)										
2000	194	2,8 (0,9)	6,5 (1,3)	10,7 (1,6)	14,9 (2,2)	19,4 (2,6)									
1999	129	2,9 (0,9)	7,0 (1,5)	11,0 (1,9)	15,7 (2,4)	20,6 (3,2)	25,2 (3,4)								
1998	107	3,0 (1,0)	7,3 (1,4)	11,9 (1,8)	16,1 (2,4)	21,0 (3,0)	25,8 (2,9)	29,6 (2,8)							
1997	54	3,1 (1,3)	7,3 (2,2)	11,4 (3,1)	15,7 (3,7)	19,9 (4,0)	24,5 (4,1)	28,4 (3,7)	31,5 (3,1)						
1996	9	2,7 (1,1)	6,8 (2,6)	10,7 (3,5)	15,3 (3,7)	20,0 (4,8)	24,7 (4,8)	28,4 (5,3)	30,6 (3,6)	31,8 (2,4)					
1995	3	3,4 (0,8)	8,0 (2,4)	13,1 (4,3)	16,6 (4,5)	22 (6,4)	26,9 (9,1)	30,7 (6,4)	32,4 (4,1)	33,3 (3,2)	33,3 (3,2)				
1994	5	4,2 (2,2)	8,9 (2,7)	13,8 (2,9)	18,2 (3,7)	22,7 (4,3)	26,9 (4,7)	30,6 (3,5)	33,3 (3,2)	35,2 (2,8)	35,9 (4,2)	35,9 (4,2)			
1993	1	2,3	4,9	9,8	15,9	19,7	25,4	28,4	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3		
1992	2	3,1 (1,2)	6,3 (2,7)	9,8 (2,0)	13,8 (2,0)	18,8 (1,4)	22,5 (3,3)	29,2 (2,7)	33,5 (0,6)	34,8 (1,3)	34,8 (1,3)	34,8 (1,3)	34,8 (1,3)		
1991	1	2,4	6,4	12	18	23,2	28	32	33,6	33,6	33,6	33,6	33,6	33,6	33,6
Total	1203	3	7,1	11,5	16	20,7	25,5	29,7	32,6	33,7	34,2	34,4	33,9	34,2	33,6

Tilveksten for ørreten i Øvre Heimdalsvatn er størst når fisken er mellom tre og seks vintre gammel (tabell 4.3.2). Årsklasse 2003 har en gjennomsnittlig bedre tilvekst som 0 + og 1 +, sammenlignet med eldre årsklasser. Gjennomsnittlig lengdetilvekst er størst for fire vintre gammel ørret, det vil si i den femte vekstsesongen. Tilveksten avtar betydelig ved økende alder etter dette, for så å stagnere helt når ørreten blir 11 vintre gammel (tabell 4.3.2).

Tabell 4.3.2. Gjennomsnittlig tilbakeberegnet årlig lengdetilvekst for årsklasse 1991–2003, for ørret fanget under kontrollfisket i Øvre Heimdalsvatn sommeren 2005. Standardavviket for lengdetilveksten +/- er gitt i parentes.

Årsklasse	n	0+	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+
2003	32	3,8 (1,2)	5,4 (1,2)									
2002	291	3,1 (0,8)	3,1 (0,9)	4,4 (1,2)								
2001	375	2,6 (0,8)	3,9 (0,9)	4,4 (1,1)	4,7 (1,4)							
2000	194	2,8 (0,9)	3,7 (0,9)	4,2 (0,9)	4,4 (1,3)	4,5 (1,4)						
1999	129	2,9 (0,9)	4,1 (1,1)	4,1 (1,1)	4,5 (1,4)	5,0 (1,5)	4,7 (1,5)					
1998	107	2,9 (1,0)	4,3 (0,8)	4,6 (0,9)	4,2 (1,3)	5,0 (1,7)	4,8 (1,4)	3,8 (1,3)				
1997	54	3,1 (1,1)	4,4 (1,0)	4,3 (1,1)	4,4 (1,5)	4,2 (1,3)	4,6 (1,5)	3,8 (1,4)	3,0 (1,6)			
1996	9	2,8 (1,1)	4,2 (1,7)	3,9 (1,2)	4,3 (0,8)	4,6 (1,4)	3,6 (3,0)	2,4 (1,7)	1,4 (1,7)			
1995	3	3,4 (0,8)	4,6 (1,7)	5,1 (1,9)	3,4 (0,3)	5,5 (2,3)	4,8 (2,8)	3,9 (3,6)	1,7 (2,9)	0,9 (1,6)	0,0	
1994	5	4,2 (2,2)	4,7 (1,0)	4,9 (0,6)	4,4 (1,1)	4,5 (1,4)	4,2 (1,3)	3,8 (1,5)	2,7 (1,8)	1,9 (2,1)	0,7 (1,5)	0,0
1993	1	2,3	2,6	4,9	6,1	3,8	5,7	3,0	4,9	0,0	0,0	0,0
1992	2	3,1 (1,2)	3,2 (1,5)	3,5 (0,7)	4,0 (0,0)	4,4 (0,6)	4,4 (1,8)	4,0 (0,5)	2,6 (0,0)	4,3 (3,3)	1,3 (1,9)	0,0
1991	1	2,4	4,0	5,6	6,0	5,2	4,8	4,0	1,6	0,0	0,0	0,0
Total	1203	3,1	4,2	4,5	4,4	4,7	4,6	3,8	2,3	1,7	0,5	0,0

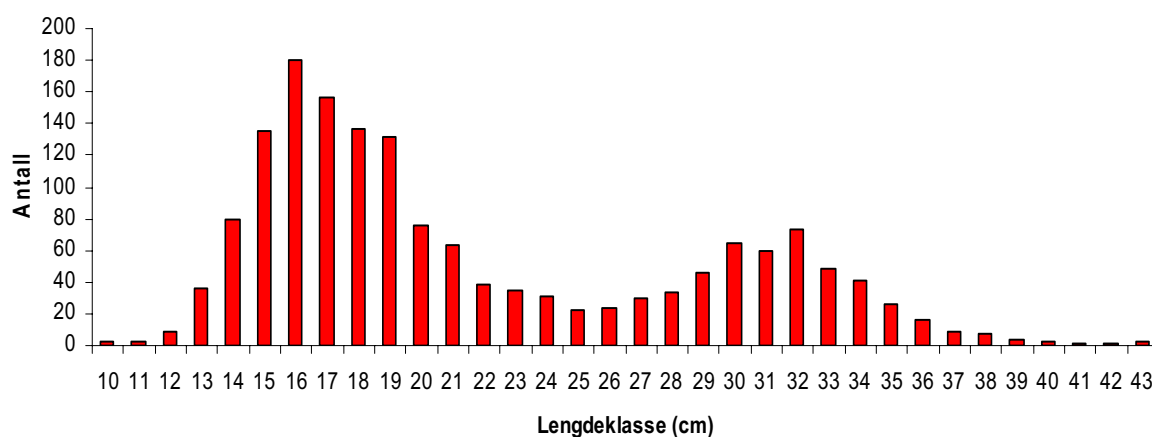
4.4 Fangst per innsatsenhet

Antall ørret fanget per 100 m² garnareal/natt (CPUE), varierer med maskevidde, periode, og om ørreten er fanget i bunngarn eller flytegarn. Bunngarn med maskevidde 14 mm og 16 mm ga høyest fangst per innsatsenhet (tabell 4.4.1). Tendensen er at fangst per innsatsenhet går ned med økende maskevidde for bunngarn. For flytegarnene som generelt ga lave fangster, er fangst per innsats høyest for 16, 19 og 22,5 mm. Det totale utbyttet av fisket gav en gjennomsnittlig fangst på 10,4 ørret per 100 m²/garnareal/natt for bunngarn samlet for alle maskevidder og perioder. Tilsvarende tall for flytegarn er 1,5 ørret per 100 m²/garnareal/natt. Gjennomsnittet for bunngarn i september er lavere enn i juli og august, men maskevidde 14 mm ble ikke brukt denne måneden.

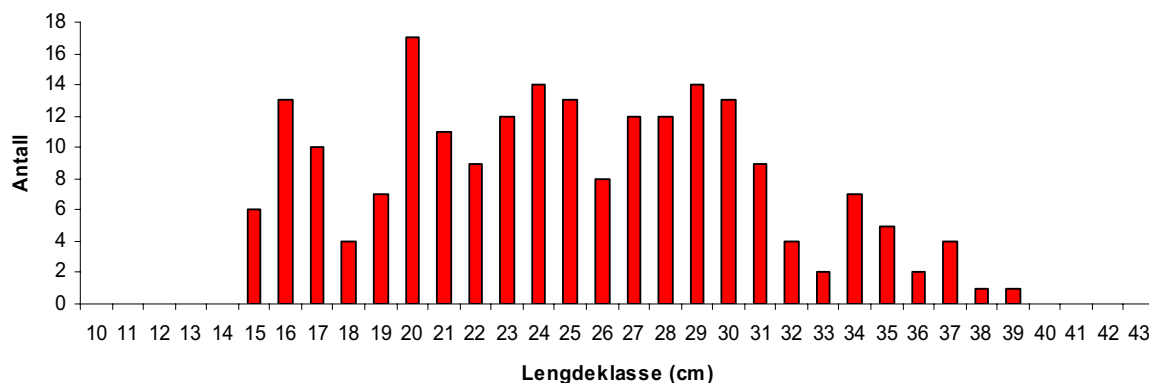
Tabell 4.4.1. Totalt antall ørret fanget og fangst per innsatsenhet, (antall ørret per 100 m²/garnareal/natt) (CPUE), på hver maskevidde, garntype.

Maskevidde	Juli				August				September			
	Bunngarn		Flytegarn		Bunngarn		Flytegarn		Bunngarn		Flytegarn	
	Antall fisk	CPUE	Antall fisk	CPUE	Antall fisk	CPUE	Antall fisk	CPUE	Antall fisk	CPUE	Antall fisk	CPUE
14	70	46.7			157	41.9						
16	106	31.4	23	5.8	254	33.9	15	3	78	29.7	0	0
19	29	9.7	5	1.3	101	15.8	27	5.4	39	14.9	7	7
22.5	15	8.0	23	3.8	23	5.1	9	2.3	15	13.3	2	2
26	17	5.7	8	1.3	45	6.0	7	1.8	24	9.1	0	0
29	23	7.7	6	1.0	30	4.0	9	1.8	17	5.7	0	0
31	28	3.1	1	0.3	83	3.7	9	2.3	28	4.4	1	1
35	3	2.0	0	0.0	8	2.1	3	0.8	5	1.9	2	2
39	2	1.8	0	0.0	4	1.1	1	0.3	4	2.7	0	0
45	0	0.0	0	0.0	1	0.3	0	0	0	0.0	0	0
Totalt	293	11.5	66	1.3	706	11.4	80	1.9	210	8.2	12	1.3

Totalt antall fisk fanget i bunngarn i hele perioden fordelt på lengdeklasse, gir en totoppet kurve (figur 4.4.1), mens samme fordeling over flytegarn ikke viser samme trend (figur 4.4.2). Antall fisk fanget i flytegarn er imidlertid mye lavere sammenlignet med bunngarnfangstene.



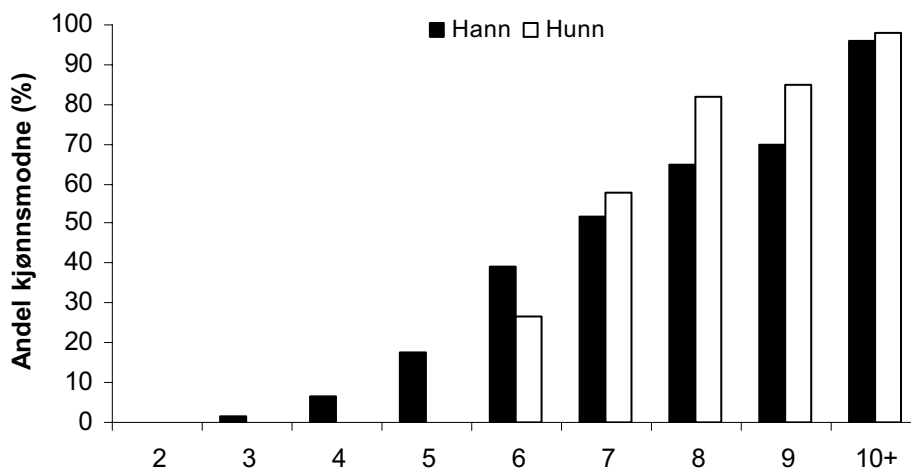
Figur 4.4.1. Totalt antall ørret i hver cm klasse fanget i bunngarn i Øvre Heimdalsvatn juli, august og september 2005.



Figur 4.4.2. Totalt antall ørret i hver cm klasse fanget i flytegarn i Øvre Heimdalsvatn juli, august og september 2005.

4.5 Kjønnsmodning, kjøttfarge og kondisjon

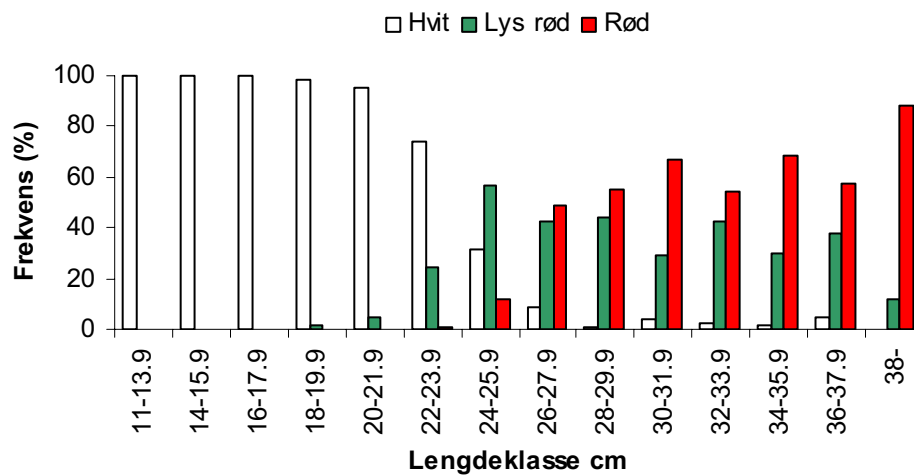
Ingen toårige ørreter, verken hanner eller hunner som ble undersøkt i Øvre Heimdalsvatn sommeren 2005, var blitt kjønnsmodne (figur 4.5.1). Noen få hanner ble kjønnsmodne allerede som treåringer. Kjønnsmodne hunner ble ikke registrert før ved seks års alder. Som syvåringer er over 50 % av begge kjønn kjønnsmodne.



Figur 4.5.1. Andel ørret i hver aldersklasse som var kjønnsmodne i Øvre Heimdalsvatn i 2005 (n = 1147).

Under kontrollfisket i Øvre Heimdalen ble kjøttfargen til 1213 ørreter bestemt til hvit, lyserød eller rød (figur 4.5.2). Andel ørret med hvit kjøttfarge er dominerende frem til ørreten når en lengde på 24 cm. Hvit fisk forekommer i alle lengdeklasser, utenom for fisk over 38 cm. Fra

og med lengdeklasse 24 begynner lys rød og rød kjøttfarge å dominere. Når ørreten oppnår en lengde over 38 cm er 88 % av fisken rød i kjøttet (n = 17).

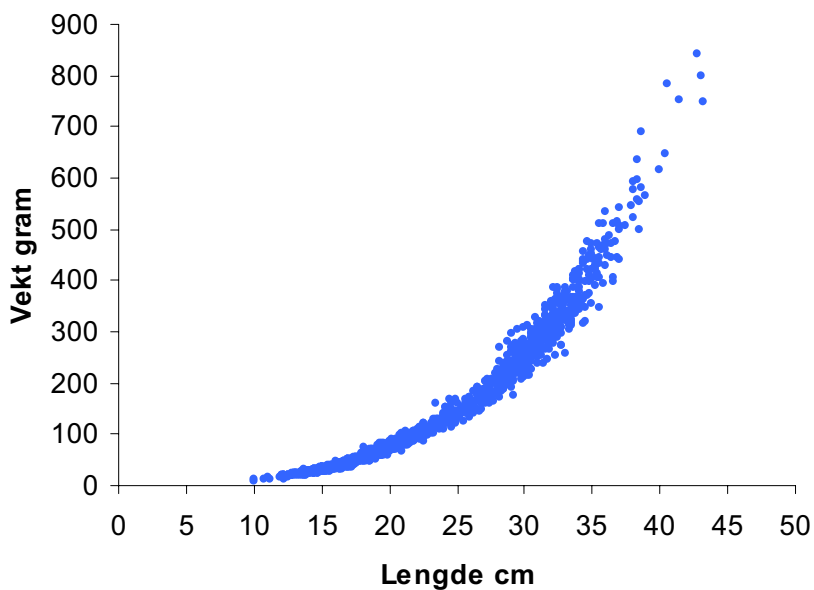


Figur 4.5.2. Andel ørret med henholdsvis hvit, lys rød eller rød kjøttfarge. Ørret fanget under kontrollfiske i Øvre Heimdalsvatn juli, august og september 2005 (n = 1213).

Vekten som en funksjon av lengden gir $V = 0,00633 * L^{3,053}$.

b er større enn 3, og kondisjonsfaktoren til ørreten i Øvre Heimdalsvatn, øker dermed med lengden.

Regresjonskoeffesienten er 0,992, og det betyr at det er en svært god sammenheng mellom lengde og vekt på ørret (figur 4.5.3).



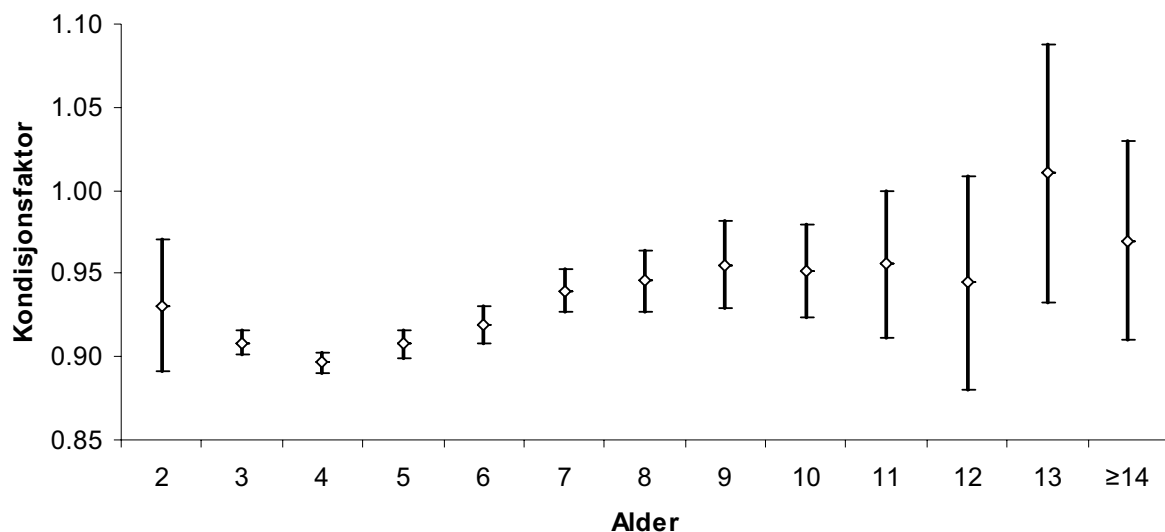
Figur 4.5.3. Sammenhengen mellom lengde og vekt, for ørret fanget under kontrollfiske i Øvre Heimdalsvatn, juli, august og september 2005 (n = 1823) ($R^2 = 0,992$).

Kondisjonsfaktoren for ørret fanget i juli, august og september 2005, viser ingen trender i forhold til hvilken måned de er fanget (tabell 4.5.1). K-faktoren ser imidlertid ut til å øke med økende lengde for alle månedene. Gjennomsnittlig kondisjonsfaktor for ørret i lengdeintervallet 10–39,9 cm, fanget under kontrollfisket sommeren 2005, er 0,92.

Tabell 4.5.1. Gjennomsnittlig kondisjonsfaktor innen tre lengdeklasser ørret fanget i Øvre Heimdalsvatn juli, august og september 2005.

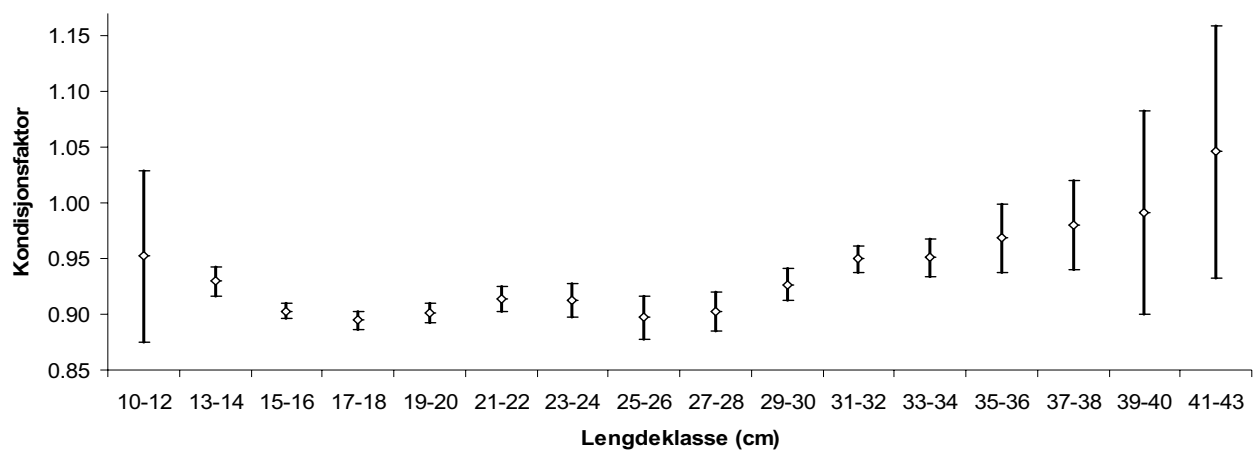
Lengdeklasse (cm)	Kondisjonsfaktor			
	Juli	August	September	Juli - september
10–19,9	0,90	0,91	0,90	0,90
20–29,9	0,92	0,91	0,92	0,91
30–39,9	0,97	0,95	0,94	0,95

Kondisjonsfaktoren til ørreten i Øvre Heimdalsvatn synker fra aldersklasse 2–4, for deretter å øke jevnt frem til aldersklasse 11 (n = 1675) (figur 4.5.4). For ørret eldre enn dette varierer gjennomsnittet fra 0,95 til 1,00. Her er imidlertid konfidensintervallene brede på grunn av relativt få fangster sammenlignet med de andre klassene. Estimaten for k-faktoren er lavest for fire vintre gammel ørret, og høyest for 13 vintre gammel ørret. Det er imidlertid store variasjoner innen hver aldersklasse som ikke kommer til uttrykk på figuren.



Figur 4.5.4. Gjennomsnittlig kondisjonsfaktor for ørret fanget under kontrollfisket i Øvre Heimdalsvatn juli, august og september 2005, fordelt på alder (vintre) (n = 1675). Et 95 % konfidensintervall er gitt for gjennomsnittet i hver aldersklasse.

Gjennomsnittlig k-faktor fordelt på lengde i 2 cm klasser varierer med fiskens lengde (figur 4.5.5). For ørret i lengdeklasse 10–12 frem til lengdeklasse 17–18 er k-faktoren avtagende, for deretter å variere frem til 25–26 cm. Fra og med denne lengdeklassen øker den gjennomsnittlige k-faktoren. Lengdeklasse 17–18 har laveste gjennomsnittlig k-faktor på 0,89, og lengdeklasse 41–43 har høyest med 1,05. Konfidensintervallet er imidlertid bredt for de siste lengdeklassene. Av 1824 undersøkte ørret i 2005 var 68 % i dårlig kondisjon, 27,5 % var i normalt god kondisjon, mens 4,5 % kunne karakteriseres som fet. Henholdsvis høyeste og laveste k-faktor beregnet for ørret i innsjøen var 1,23 og 0,57. Ørreten med høyest registrerte k-faktor i innsjøen var 5 vintre, 23,5 cm lang og veide 160 gram, og tilsvarende tall for den med lavest k-faktor var 7 vintre, 26,7 cm og 108 gram.



Figur 4.5.5. Gjennomsnittlig kondisjonsfaktor for ørret fanget under kontrollfisket i Øvre Heimdalsvatn juli, august og september 2005, fordelt på klasser på 2 cm. (n = 1837). Et 95 % konfidensintervall er gitt for gjennomsnittet til hver lengdeklasse.

5. Diskusjon

Totalt ble det estimerte antall ørret i Øvre Heimdalsvatn ved vekststart 2005, 9000 ørret mellom 6–43 cm. Antall ørret mellom 6–13 cm ble estimert til 900. Dette estimatet ble gjort ut fra de forutsetningene at denne lengdeklassen hadde samme fangbarhet i noten som lengdeklasse 13–17,9 cm. Trolig har fisk i lengdeklasse 6–13 cm lavere fangbarhet enn lengdeklasse 13–17,9 fordi småørret utsatt for predasjon fra større fisk, ofte oppholder seg i grovere bunnsubstrat med stein, der den lettere finner skjul (Borgstrøm 2000). Notfisket vårt foregikk imidlertid på slett bunnsubstrat for at nota ikke skulle sette seg fast. Estimater i denne lengdeklassen er derfor trolig betydelig underestimert. Ørret i lengdeklasse 37–43 cm ble estimert til drøye 100, under forutsetning at fangbarheten i disse lengdeklassene var likt som ørret i lengdeklasse 30–36 cm. Ørret av ulik lengde har ikke nødvendigvis samme fangbarhet (Borgstrøm og Plathe 1992), derfor er estimatet usikkert.

I 1958 ble ørretbestanden i Øvre Heimdalsvatn estimert til over 16 000 individer fra aldersklasse fire og oppover (Jensen 1977). Etter perioden med utfisking gikk bestanden ned til under halvparten i 1963, samtidig som alderssammensetningen i bestanden endret seg, og andelen gammel fisk i bestanden gikk ned. De senere år har det blitt fisket forholdsvis lite i Øvre Heimdalsvatn (Brittain pers.medd.), men jevnlig undersøkelser i innsjøen viser at bestanden likevel har holdt seg noenlunde stabil rundt 6000 ørret ≥ 4 år (tabell 5.1).

Tabell 5.1. Antall estimert ørret ved vekststart fra aldersklasse fire og oppover i Øvre Heimdalsvatn 1958–1963(Jensen 1977), 1993–95 (Borgstrøm *et al.* 1996), 1996 (Markhus og Meland 1997), 1999 (Hame og Holen 2001), 2001–2002 (Hagen 2003) og 2005 (egne data).

Alders- klasse	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1993	1994	1995	1996	1999	2001	2002	2005
4	5048	3857	2387	3304	2207	4702	1202	2466	1470	174	—	2334	2467	2002
5	3338	3596	2775	1649	2149	1540	851	1071	2294	1480	—	742	1695	2298
6	2649	2418	2486	1765	928	1168	654	718	1038	2300	—	377	463	1645
7	2254	1786	1511	1271	724	401	506	392	619	981	1041	544	256	779
8	1786	1174	959	585	394	189	811	216	257	388	1135	673	293	524
≥ 9	1283	936	897	588	289	161	1376	888	208	445	942	1717	703	430
Sum	16358	13767	11015	9162	6691	8161	5400	5751	5886	5768	—	6387	5877	7678

Bestandsestimatet vårt er det høyest registrerte siden 1963 (tabell 5.1), og ligger for første gang over et av estimatene fra 60 – tallet. Estimater for 2005 gir over 1000 flere fisk enn det Hagen (2003) fant i 2001. Det er særlig antall ørret mellom fem og syv år som bidrar til økningen, noe som kan skyldes utfiskingen til Hagen (2003) i 2001 og 2002, skapte mindre intraspesifikk konkurranse, og dermed bedre forhold for nye rekrutter til innsjøen.

Antall fireåringer i Øvre Heimdalsvatn i perioden 1958–1963 er signifikant høyere enn for perioden 1993–2005 (T-test, $T = 3,21$, og $P = 0,009$).

Det lave estimatet for fire år gammel ørret i 1996 (tabell 5.1) skyldes trolig to faktorer.

Vinteren 1995–96 var snøfattig og svært kald, noe som kan ha medført at deler av bunnleiene i elva og bekkene frøs (Sand og Brittain 1998). Årsklasse 1993–96 kan dermed ha blitt redusert fordi ørreten i Øvre Heimdalsvatn blir stående på rennende vann til de er 3–4 år gamle (Lien 1978). Det er likevel trolig at estimatet for fireåringer i 1996 likevel er litt for lavt, fordi Markhus og Meland (1997) ikke fisket med mindre maskevidder enn 19,5 mm under kontrollfisket, og derfor fikk relativt få gjenfangster av denne årsklassen, og dermed var det mulighet for underestimering.

Hypotesen om at årsklasse 1993–1996 var redusert (Hagen 2003), blir ytterligere forsterket når Hame og Holen (2001) under notfisket juni 1999 fikk få ørret < 25 cm, og bestandsestimeringen til Hagen (2003) i 2001 og 2002 ga lave estimat for årsklassene 1995 og 1996. Også i vår bestandsestimering er ørret eldre enn ni år fåtallig, men dette kan også ha sammenheng med at Hagen (2003) fisket ut en god del av den eldre fisken i 2001–2002. I 1958 bestod ørretbestanden av forholdsvis gammel fisk sammenlignet med årene etter at utfiskingen startet (tabell 5.1). Antall ørret eldre enn syv år gikk jevnt nedover i løpet av perioden 1958–1963. I 1993 ble det et nytt bestandsestimat utført. Den totale bestanden hadde da gått ytterligere ned, samtidig som andelen gammel fisk igjen hadde økt.

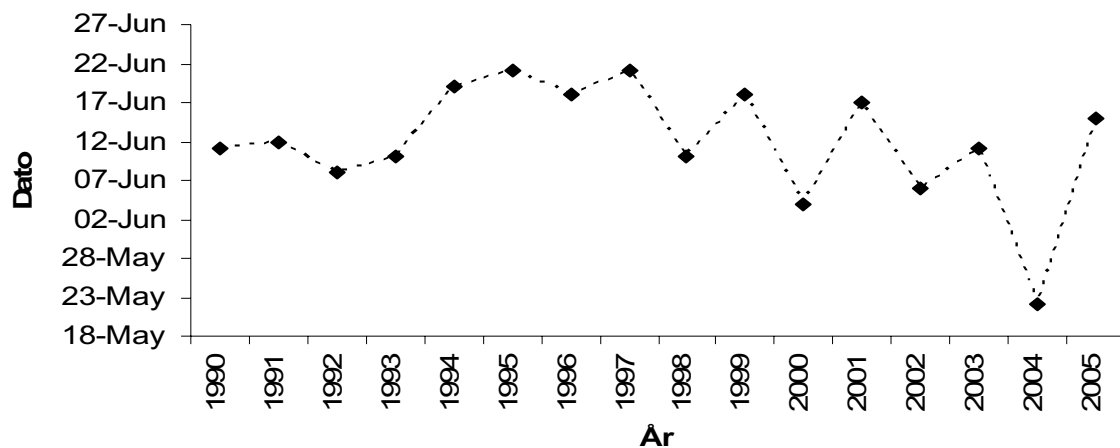
I 1993 ble det fisket opp minst 277 kg ørret, tilsvarende 3,6 kg/ha, og i 1994 var fangsten ca 200 kg tilsvarende 2,7 kg/ha (Hasle og Skjølås 1995), noe som trolig forklarer nedgangen i antall ørret eldre enn seks år i bestandsestimatene fra 1995 og 1996. I 2001 er det en stor andel fisk eldre enn ni år i bestanden, som raskt synker etter fisket sommeren 2001 og 2002. Av den totale ørretbestanden som ved vekstart i 2005 var fire år eller eldre, bestod 80 % av bestanden av ørret yngre enn 7 år, det vil si en høy andel unge individer.

Alderssammensetningen for ørretbestanden i Øvre Heimdalsvatn ligner mye på forholdene etter utfiskingen på 60 – tallet, med unntak av antall fireåringer som ser ut til å være noe redusert. Dette på tross av at det ikke er utført utfisking i Øvre Heimdalsvatn av på langt nær samme omfang som Jensen (1977) i sin tid utførte. Antallet fisk i hver aldersklasse er imidlertid også redusert sammenlignet med 60 – tallet, noe som vanskelig kan forklares med annet enn at interaksjonen med ørekyt har medført lavere rekruttering til ørretbestanden, slik det ble foreslått av Borgstrøm *et al.* (1996). Grunnen til at aldersstrukturen er omtrent lik i 2005 som den var på begynnelsen av 60 – tallet skyldes trolig at mye av den gamle ørreten ble fisket ut av Hagen (2003) i 2001 og 2002.

Sommertemperaturen sammen med snømengden og tidspunktet for isløsing og andre klimatiske forhold vil ha innvirkning på rekruttering, tilvekst, årsklassestyrker og avkastning til ørretbestander i høyfjellsvann (Rognerud *et al.* 2003, Borgstrøm og Museth 2005). Ørretens lengdevekst er avhengig av tettheten i bestanden og temperaturen (Jensen 1977). Jensen fant en negativ sammenheng mellom tettheten av ørret og lengdeveksten, og en positiv sammenheng mellom lufttemperaturen i juni og ørretens lengdevekst i Øvre Heimdalsvatn. Den totale, gjennomsnittlige lengdeveksten for ørret i aldersklasse 4–7 i Øvre Heimdalsvatn, var 16,8 cm i perioden 1960–68, og 16,6 cm i 1992 (tabell 5.1). Etter 1992 har tilveksten holdt seg jevnt på et lavere nivå, før våre beregninger for 2004 igjen viser en relativt stor økning i lengdetilvekst sammenlignet med 2001. Økningen fra 2001 til 2004 er imidlertid ikke signifikant (ANOVA, $F = 5,80$, $p = 0,053$), men likevel betydelig. Dette kan skyldes at vekstsesongen 2004 var atskillig lenger enn normalt, på grunn av at isen reiste tidlig dette året, allerede 22. mai (Brittain pers. medd.) (figur 5.1).

Tabell 5.2. Gjennomsnittlig tilbakeberegnet lengdevekst i cm for aldersklasse 4–7 i Øvre Heimdalsvatn 1960–68 (Jensen 1977), 1992–94 (Borgstrøm *et al.* 1996), 1995 (Markhus og Meland 1997), 1998 (Hame og Holen 2001), 2001 (Hagen 2003) og 2004 (egne data).

Aldersklasse	1960–68	1992	1993	1994	1995	1998	2001	2004
4	4.9	4.3	3.8	4.3	4.6	3,7	3.0	4.5
5	4.6	5.7	3.6	4.1	4.1	3,7	3.3	4.7
6	3.9	3.9	3.4	3.1	3.2	3.4	3.1	3.8
7	3.4	2.7	2.7	3.1	2.3	2.5	2.7	3.0
Total lengdevekst	16.8	16.6	13.5	14.6	14.2	13.3	12.1	16.0



Figur 5.1. Dato for isløsing i Øvre Heimdalsvatn fra 1990 til 2005 (Brittain pers. medd.).

I 2004 hadde ørreten i Øvre Heimdalsvatn en samlet lengdevekst på 16,0 cm for aldersklasse 4–7. Flesteparten av ørreten i Øvre Heimdalsvatn blir ikke kjønnsmoden før ved 7–8 års alder. Endringen i lengdetilvekst sammenlignet med 2001 var størst for aldersklasse 4–6, noe som kan skyldes at en stor del av ørreten i disse aldersklassene ikke er kjønnsmodne ennå, og dermed fremdeles har en relativt god lengdevekst. En kombinasjon av relativt sen kjønnsmodning, og en unormalt lang sommer, er trolig årsaken til økningen i lengdeveksten i 2004 sammenlignet med tidligere undersøkelser.

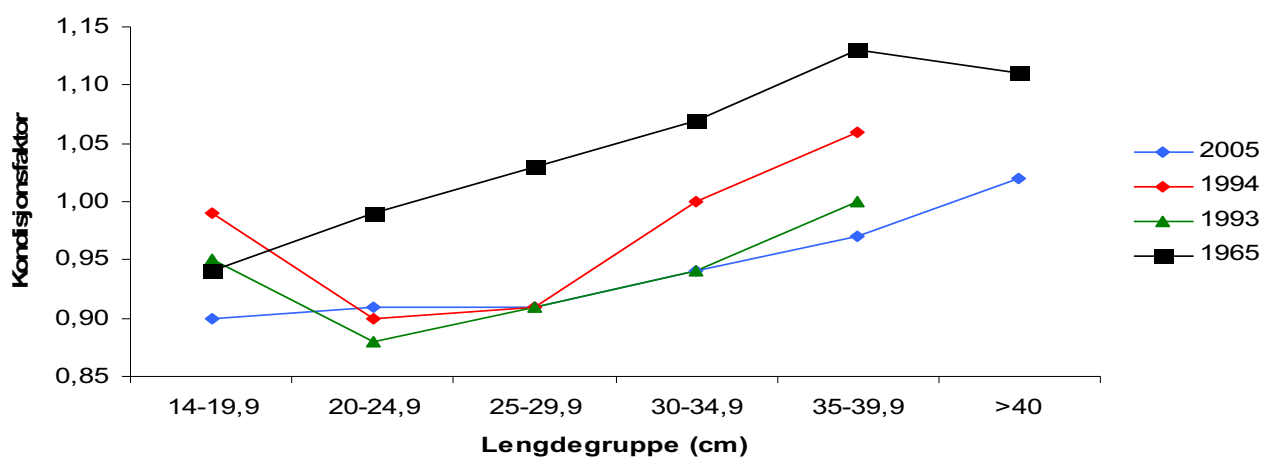
I 1958 ble samlet biomasse i Øvre Heimdalsvatn estimert til 1505 kg med en tetthet på 19,4 kg/ha. Dette var før ørekyt kom til vannet, og innsjøen var overbefolket (Jensen 1977). I 1965 derimot, hadde man redusert biomassen til 850 kg, med en tetthet på 11 kg/ha. Kvaliteten målt i k-faktoren til ørreten var på dette tidspunktet god (Jensen 1977).

En ny estimering i 1993 viste at biomassen var 682 kg, tilsvarende en tetthet på 8,8 kg/ha. Det var særlig de yngre årsklassene som viste en nedgang i antall (Hasle og Skjølås 1995). I 2001 ble biomassen av ørret ≥ 4 år beregnet til 923 kg, mens tilsvarende beregninger i 2005 viste en økning til 1187 kg, selv om alderssammensetningen i 2005 skulle tilsi noe lavere biomasse enn i 2001, fordi ørretbestanden da bestod av en høyere andel eldre individer. I våre beregninger har vi brukt gjennomsnittsvekter fra juli måned, og ikke juni som de andre årene. Det kan derfor være at vi har overestimert biomassen noe sammenlignet med tidligere år, fordi det kan skje en biomasseøkning fra juni til juli.

Estimatet vårt for den totale biomassen i 2005, var 1222 kg, noe som er langt høyere enn en kunne forvente ut fra rekrutteringen til bestanden, sammenlignet med perioden før

etableringen av ørekyt. Dette kan skyldes at selv om antallet ørret var høyt i perioden på slutten av 1950-tallet, var også veksten, og trolig gjennomsnittsvektene lavere enn de var i 2005, og dermed også biomassen.

K-faktoren til ørreten var redusert i 1993, sammenlignet med 1965, selv om biomassen var sterkt redusert (Hasle og Skjølås 1995) (figur 5.1). Kondisjonsfaktoren i 2005 er generelt noe lavere enn i 1993–1994, og betydelig lavere enn i 1965. At kondisjonen i 2005 er dårligere enn i 1965 er ikke overraskende siden biomassen var mindre i 1965, samtidig som det ikke var konkurranse med ørekyt i den perioden.

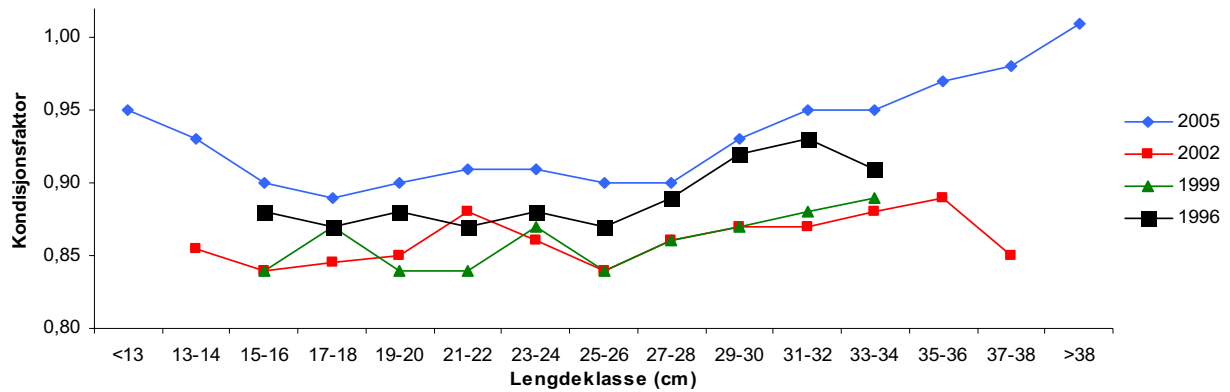


Figur 5.2. Gjennomsnittlig kondisjonsfaktor i ulike lengdeklasser til ørret i Øvre Heimdalsvatn i 1965 (Jensen 1977), 1993–94 (Hasle og Skjølås 1995) og 2005 (egne data).

Gjennomsnittlig kondisjonsfaktor for ørreten i Øvre Heimdalsvatn i 2005 var 0,92, alle lengdeklasser og fangstmånedene juli–september sett under ett. K-faktoren økte med økende lengde, noe som stemmer godt overens med tidligere resultater i Øvre Heimdalsvatn (Jensen 1977, Hame og Holen 2001). En k-faktor på 0,92 vil si at ørreten er under normalt god kondisjon (Qvenild 1994, Rognerud *et al.* 2003), men dette er til gjengjeld et felles estimat på alle fiskene sommeren 2005. Ørreten i Øvre Heimdalsvatn blir generelt ikke karakterisert som i normalt god kondisjon, før den har nådd en lengde på 30 cm.

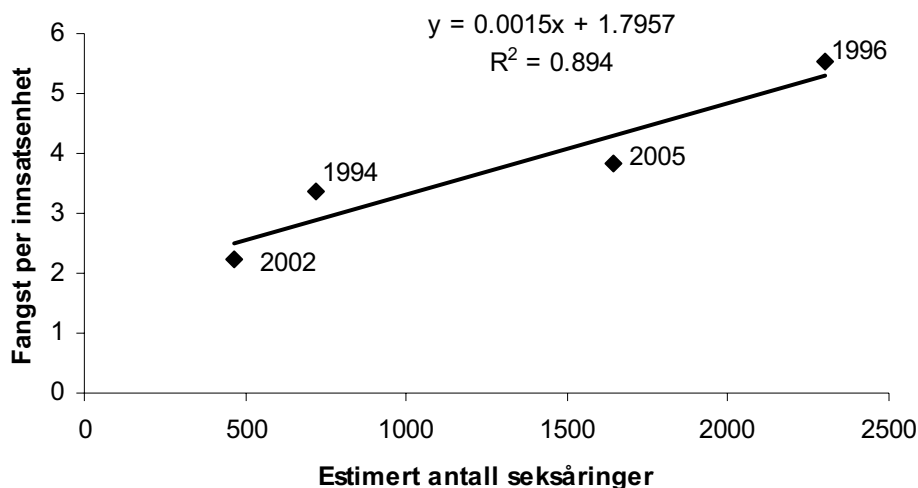
Sammenlignet med tidligere undersøkelser ga våre beregninger jevnt over høyere k-faktor for alle lengdeklassene. Økningen er størst for ørret < 14 cm, og for ørret > 33 cm (figur 5.3). Endringen i k-faktor er størst sammenlignet med 2002, men dette kan skyldes at Hagen (2003) brukte ørreten i fangstene fra juni og juli til å beregne k-faktoren, mens vi ikke fisket i juni og

dermed brukte dataene fra juli, august og september. Vi kan derfor ha fått en overestimering av k-faktoren i forhold til tidligere undersøkelser.



Figur 5.3. Kondisjonsfaktoren til ørret i Øvre Heimdalsvatn, fordelt på 2 cm lengdeklasser i 1996 (Markhus og Meland 1997), 1999 (Hame og Holen 2001), 2002 (Hagen 2003) og 2005 (egne data).

Fangst per innsatsenhet kan gi en indikasjon på hvordan bestandstørrelsen endrer seg mellom år (Jensen 1977). Jensen (1977) fant en god sammenheng mellom antall seksåringer i bestanden og fangst per innsatsenhet gjennom sine studier. det er også en svært god sammenheng mellom antall seksåringer i bestanden i årene 1994, 1996, 2002 og 2005, og fangst per innsatsenhet med 26–29 mm bunngarn (figur 5.4). Det indikerer at bestandsstørrelsen kan estimeres ut fra fangsdata. Datagrunnlaget er imidlertid litt for lite til å trekke klare konklusjoner.



Figur 5.4. Fangst per innsatsenhet (antall ørret per 100 m²/garnareal/garnnatt) for bunngarn i maskeviddene 26, 29, 31, 35 og 39 mm, som funksjon av estimert antall seksåringer i ørretbestanden i Øvre Heimdalsvatn i 1994 (Hasle og Skjøsås 1995), 1996 (Markhus og Meland 1997), 2002 (Hagen 2003) og 2005 (egne data).

Fangst per innsatsenhet i bunngarn viste ingen spesielle trender når en ser på gjennomsnittet totalt i perioden 1994–2005 (tabell 5.3). Våre verdier sammenlignet med 1999 og 2002 viser imidlertid en økning i fangst per innsatsenhet for bunngarn med maskevidde 16 og 19,5 mm. For flytegarn derimot, er vår gjennomsnittsverdi lavere enn for tidligere år. I 1993 er det for maskevidde 35 mm bunngarn, en usannsynlig høy verdi sammenlignet med 31 mm og 39 mm samme år. Det er lite trolig at 35 mm skulle mange ganger så høy fangbarhet som de nærliggende maskeviddene.

I bunngarnfangstene er lengdeklassene 22–28 cm noe underrepresentert, mens det ikke er samme tendensen i flytegarnfangstene. Det kan dermed se ut til at ørret i lengdeklasse 22–28 cm står mer pelagialt enn de andre lengdeklassene.

Maskeviddene 16–22,5 har tidligere år gitt større fangster per innsats enn våre flytegarn, noe som kan gi en indikasjon på at den mindre fisken går mindre pelagialt enn tidligere.

Forklaringen på dette resultatet kan være at ørretbestanden består av få eldre individer, og at den intraspesifikke konkurransen dermed er noe redusert. Vi har i motsetning til ved andre undersøkelser, brukt fire meter høye garn i stedet for seks meter, og flytegarna stod derfor svært sjelden på bunn. Øvre Heimdalsvatn er en relativt grunn innsjø, og med 6 meter høye garn, vil nok disse ved enkelte anledninger stå på bunnen. Det kan tenkes at det står mer fisk på bunn enn i de frie vannmassene, og at andre derfor har fått mer fisk enn oss i flytegarna.

Tabell 5.3. Fangst per innsats (antall ørret per 100 m²/garnareal/garnnatt) fordelt på ulike maskevidder i (mm), flytegarn og bunngarn i perioden 1994–2005. 1993–1994 (Hasle og Skjølås 1995), 1996 (Markhus og Meland 1997), 1999 (Hame og Holen 2001), 2002 (Hagen 2003) og 2005 (egne data).

Maskevidde (mm)	Flytegarn						Bunngarn					
	1993	1994	1996	1999	2002	2005	1993	1994	1996	1999	2002	2005
16	8.5	6.2	—	1.3	6.1	3.8	21.7	47.0		12.3	26.7	32.4
19.5	2.8	9.1	9.1	5.2	5.4	3.9	11.0	14.3	26.1	8.7	6.1	14.1
22.5	7.7	4.4	10.2	3.9	3.5	3.1	8.7	5.7	20.1	9.7	5.2	7.1
26	1.2	1.9	3.0	3.7	2.3	1.4	4.7	5.3	12.5	9.8	4.7	6.6
29	1.2	0.9	2.1	2.1	2.3	1.3	4.7	1.3	9.4	11.6	1.9	5.2
31	0.2	1.4	1.4	1.1	2.2	1.2	3.7	7.3	4.3	9.3	2.6	3.7
35	1.7	0.4	0.4	0.6	0.8	0.6	17.3	2.3	0.8	4.8	1.7	2.0
39	—	—	0.5	0.1	0.2	0.1	1.7	0.7	0.6	2.1	0.3	1.6
45	—	—	0.0	0.4	0.0	0.0	0.3	0.3	0.4	0.0	0.3	0.2
Gjennomsnitt	3.3	3.5	3.3	2.0	2.5	1.7	8.2	9.4	9.3	7.6	5.5	8.1

Skjoldkreps og marflo er to viktige næringsdyr for ørret i høyfjellssjøer (Qvenild 1994). I Øvre Heimdalsvatn var dette også tilfelle. I perioden 1969–1972 da introduksjonen av ørekyt i Øvre Heimdalsvatn var i startfasen, var marflo og skjoldkreps dominerende i ørretens diett (Lien 1978). Predasjon på ørekyt forekom ikke i denne perioden. Lien (1981) foretok lignende studier i 1975–1977, og fant da en betydelig reduksjon av marflo, og skjoldkreps var fraværende, samtidig med at ørekyt ble påvist i dietten. Bruun (1988) fant en ytterligere reduksjon av marflo i dietten, men skjoldkreps forekom. Bruun (1988) fant kun 3 tilfelle av ørret som hadde predatert fisk. I senere studier av Hasle og Skjølås (1995) og Markus og Meland (1997), ble det funnet et økt innslag av marflo i dietten, for så å finne en nedgang igjen i 1999 (Hame og Holen 2001). Hagen (2003) fant at innslaget av marflo var omtrent likt som i studiene på midten av 90 – tallet viste. I studier etter Bruun (1988), har predasjonen på ørekyt økt (Hasle og Skjølås 1995, Markhus og Meland 1997, Hame og Holen 2001, Hagen 2003).

Våre undersøkelser sommeren 2005 viser at marflo utgjør volummessig en betydelig andel av dietten, særlig for ørret større enn 30 cm, og i månedene august og september. I motsetning til Hagen (2003) som fant at tre ørreter hadde spist skjoldkreps, fant vi ingen individer av denne arten i våre mageprøver. Ørekyt kan beite ned unge individer av skjoldkreps i innsjøen, og gjør dermed skjoldkreps utilgjengelige for ørreten. I Stolsmagasinet i Buskerud var dette tilfelle (Borgstrøm *et al.* 1985). Dette kan ha sammenheng med at ørekytbestanden har tatt seg opp igjen etter reduksjonen i 1999, og at den dermed har bidratt til nedbeiting av

skjoldkrepsen igjen. Ørekyt var volummessig sett det viktigste innslaget i dietten for ørret over 20 cm, hele kontrollfiskeperiodene sett under ett. Ørekyt utgjorde mer av dietten i juli og august enn i september, noe som sammenfaller med tidligere studier (Lien 1981, Hasle og Skjølås 1995, Markhus og Meland 1997, Museth *et al.* 2002, Hagen 2003). I tidligere studier er det juni måned som har høyeste frekvens av predasjon på ørekyt. Sommeren 2005 ble det imidlertid ikke fisket i denne måneden. Hyppigheten av ørekyt i dietten kan derfor ha vært større enn det våre resultater viser. Det ble også funnet ett tilfelle av kannibalisme i Øvre Heimdalsvatn sommeren 2005. Forutsatt at kannibalisme forekommer blant 0,13 % av den estimerte ørretbestanden over 25 cm, og hver kannibal spiser annen hver dag gjennom sommermånedene, gir dette at 3 kannibaler til sammen spiser 140 ørretrekrutter. Siden hver enkelt byttefisk ikke alltid var identifiserbar, kan det ikke utelukkes at det var flere tilfeller av kannibalisme som ikke ble registrert. Dette kan igjen føre til en underestimert forekomsten av kannibalisme, og følgelig kan antall ørretrekrutter som blir predatert være mye høyere.

Ørekyt er trolig en begrensende faktor på bestanden av marflo i Øvre Heimdalsvatn (Brittain *et al.* 1988), og det er lite som tyder på at bestanden av ørekyt har gått ned. En mulig forklaring på at marflo fortsatt er viktig i ørretens diett, kan være at økt predasjonsrisiko på ørekyt fra ørret har gjort at ørekyten drives inn på grunt vann, og marflo dermed har fått et refugium på litt dypere vann. Dette støttes av Næstad (2004) som fant at bestanden av marflo var større på dybder fra 1 til 5 meter, og at ørekyt i Øvre Heimdalsvatn hovedsaklig benytter littoralsonen med dybder under 1 m (Museth *et al.* 2002).

Mageprøveanalyser gir bare et øyeblikksbilde av hva ørreten spiser, og trenger ikke nødvendigvis representere hva ørreten faktisk bygger opp muskelmassen sin av (Rognerud 2003). Det ville derfor vært interessant og foretatt en undersøkelse ved hjelp av stabile isotoper og konsentrasjonen av kvikksølv, for å se på hva ørreten faktisk lever av i Øvre Heimdalsvatn.

Selv om bestand, alderssammensetning, biomasse og individuell lengdevekst er på omtrent samme nivå som etter utfiskingen til Jensen på 60 – tallet, oppnår ikke ørreten samme høye kondisjonsfaktor som den gang. Kondisjonsfaktoren øker imidlertid noe med økende lengde, som tyder på at næringsforholdene ikke er svært dårlig for ørreten (Qvenild 1994). At kondisjonsfaktoren likevel generelt er lav, skyldes trolig at bæreevnen til ørretbestanden i

Øvre Heimdalsvatn er redusert som følge av næringskonkurranse med ørekyt, og en må trolig ned på et lavere bestandsnivå for at det skal bli tilstrekkelig med næring til å oppnå bedre kondisjon, eller en må redusere ørekytbestanden til et lavmål slik at næringskonkurransen med ørreten blir mindre. Ved å redusere ørekytbestanden kraftig vil en kunne redusere beitetrykket på marflo, men kanskje særlig på skjoldkreps, slik at ørreten igjen kan utnytte disse viktige næringsdyrene og oppnå bedre kondisjon og vekst.

Rekrutteringen til ørretbestanden er imidlertid tilstrekkelig selv med en stor ørekytbestand, såfremt det ikke forekommer lignende tilfeller som det gjorde for årsklasse 1993–1996.

Det er fremdeles en stor andel ørret over 25 cm som er lys rød eller rød i kjøttet, og derfor er attraktiv som matfisk. Andelen ørret som er rød i kjøttet, og dermed attraktiv som matfisk, ville trolig blitt enda høyere ved at de viktige næringsdyrene skjoldkreps og marflo igjen ble de viktigste i dietten.

Trofisk posisjon har stor betydning for akkumuleringen av miljøgifter i fisk. Alder og trofisk posisjon er derfor de viktigste forklaringsvariablene for kvikksølv i ørret (Rognerud 2003). En positiv effekt av at dietten igjen ville bestå mest av marflo og skjoldkreps i stedet for fisk, er at kvikksølvkonsentrasjonen i ørreten da trolig ville blitt redusert. Siden kvikksølv akkumuleres i ørret med økende alder, kan det være hensiktsmessig å unngå en bestand bestående av høy andel gamle individer.

Under feltarbeidet i Øvre Heimdalsvatn 2005 observerte vi en god del fritidsfiskere som drev stangfiske i innsjøen. Det var ingen fangstrapporteringsplikt i forbindelse med salget av fiskekort, og det er derfor vanskelig å anslå hvor mye ørret disse faktisk fikk, men noen av de vi snakket med hadde fisket over 100 ørret i løpet av sommeren. Det er derfor grunn til å tro at interessen for fritidsfisket er til stede, men at omfanget ikke er veldig stort, trolig som følge av forholdsvis beskjeden gjennomsnittsstørrelse og lite innslag av stor ørret.

For at fritidsfisket skal bli mer attraktivt, bør en prøve å øke innslaget av ørreter over 30 cm med vekter over 300 gram i bestanden. Dette kan også være viktig med tanke på ørekytpredasjon. Tiltak som trolig vil øke andelen større ørret kan være at en i første omgang reduserer ørekytbestanden betraktelig, og holder denne på et lavt nivå, samtidig som en tar ut en del av den minste ørreten gjennom garnfisket for å redusere rekrutteringen til ørretbestanden, og dermed øke den individuelle veksten til ørreten. Dette kan gjøres gjennom et større felles prosjekt én sesong, og senere basere seg på frivillig arbeid fra fritidsfiskere. Den større fisken bør skånes ved å sette største tillatte maskevidde til for eksempel 29 mm, og

i tillegg drive med teinefiske etter ørekyt. Hvis det skal bli aktuelt med garnfiske må en del utstyr være tilgjengelig, som for eksempel båt og teiner til å fange ørekyt.

Rekrutteringen til ørretbestanden i Øvre Heimdalsvatn er vesentlig redusert sammenlignet med perioden før 1969. Dette skyldes høyst sannsynlig etableringen av ørekyt, men kannibalisme kan også bidra til å redusere rekrutteringen ytterligere. I tillegg kan klimatiske faktorer ha betydning for rekrutteringen enkelte år.

Etableringen av ørekyt har også ført til redusert individuell vekst og lavere kondisjonsfaktor for ørreten i Øvre Heimdalsvatn, og den negative utviklingen forsterkes av lav beskatning.

Utfisking av ørekytbestanden har blitt utført mange steder med varierende hell (Taugbøl *et al.* 2002), men resultatene tyder på at effektene på ørretbestanden er mer positiv i mindre, grunne innsjøer, der det samtidig er lettere å fiske ut ørekyt.

Effektene på ørretens lengdevekst, kondisjonsfaktor og rekruttering ved å redusere ørekytbestanden til et minimum i Øvre Heimdalsvatn, ville gi svar på om den negative utviklingen i kondisjonsfaktor og rekruttering sammenlignet med 60 – tallet kun skyldes etableringen av ørekyt, eller om også klimatiske faktorer har betydning.

6. Referanser

Borgstrøm, R. 2000. Fiskesamfunn i sørnorske høyfjellssjøer. – I: Borgstrøm, R. og Hansen, L.P. (red.) Fisk i ferskvann. Et samspill mellom bestander, miljø og forvaltning. – Landbruksforlaget, Oslo: 74–82.

Borgstrøm, R. og Brabrand, Å. 1996. Spredning av fiskearter, mindre geografisk variasjon og endret artsdominans. – Fagnytt Naturforvaltning, Norges Landbrukshøgskole: 4 s.

Borgstrøm, R., Brittain, J.E., Hasle, K., Skjølås, S og Dokk, J. G. 1996. Reduced recruitment in brown trout *Salmo trutta*, the role of interactions with the minnow *Phoxinus phoxinus*. – Nord. Journ.of Freshw. Research 72: 30–38.

Borgstrøm, R., Garnås, E. og Saltveit, S. J. 1985. Interactions between brown trout, *Salmo trutta* (L.), and minnow, *Phoxinus phoxinus*, (L.), for their common prey, *Lepidurus arcticus* (Pallas). – Verein. Limnol. 22: 2548–2552

Borgstrøm, R. og Museth, J. 2005. Accumulated snow and summer temperature – critical factors for recruitment to high mountain populations of brown trout (*Salmo trutta* L.). Ecol. of Freshw. Fish 2005: 14: 375–384.

Borgstrøm, R. og Plathe, E. 1992. Gillnet selectivity and a modell for capture probabilities for a stunted brown trout (*Salmo trutta*) population. – Can. J. Fish. Aquat. Sci. 49: 1546–1554.

Brittain, J. E., Brabrand, Å., Saltveit, S. J., Bremnes, T. og Røsten, E. 1988. The biology and population dynamics of *Gammarus lacustris* in relation to the introduction of minnows, *Phoxinus phoxinus*, into Øvre Heimdalsvatn, a Norwegian subalpine trout lake. – Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo, 109:56s.

Brittain, J. E. og Lillehammer, A. 1978. The fauna of the exposed zone of Øvre Heimdalsvatn: Methods, sampling stations and general results. – Holarct. Ecol. 1: 221–228.

Bruun, P. D. 1988. Populajonskarakterer og ernæring hos ørret i Øvre Heimdalsvatn I 1985: Effekter av økt populasjonstetthet og introduksjon av ørekyt. – Hovedoppgave i zoologi, Universitetet i Oslo: 1–51.

Dahl, K. 1910. Alder og vekst hos laks og ørret belyst ved studier av deres skjæl. – Centraltrykkeriet, Kristiania: 115 s.

Dahl, K. 1917. Studier og forsøk over ørret og ørretvand. – Centraltrykkeriet, Kristiania: 107 s.

Grøterud, O. og Kloster, A. E. 1978. Hypsography, meteorology and hydrology of the Øvre Heimdalen catchment. – Holarct. Ecol. 1: 111–116.

Hagen, E. 2003. Fiskeetende ørret (*Salmo trutta*) i høyfjellsvannet Øvre Heimdalsvatn; Kannibalisme og predasjon på ørekyt (*Phoxinus phoxinus*). – Hovedoppgave i akvatisk økologi for graden *Candidatum scientiarum*, Institutt for biologi og naturforvaltning Ås. 57 s.

Hame, T. og Holen, L. Å. 2001. Aure (*Salmo trutta*) i Øvre Heimdalsvatn; bestandstilhøve og predasjon på ørekyt (*Phoxinus phoxinus*). – Hovedoppgåve i fiskeforvaltning, Institutt for biologi og naturforvaltning, Norges Landbrukshøgskole, Ås. 1–48 + appendix.

Hart, P.J.P og Pitcher, T. J. 1969. Field trials of fish marking using a Jet Inoculator. – Journ. of Fish Biol. 1: 383–385.

Hasle, K. og Skjølås, S. 1995. Ørret (*Salmo trutta*) i Øvre Heimdalsvatn – dynamikk og endringer i bestanden etter etablering av ørekyt (*Phoxinus phoxinus*). – Hovedoppgave i fiskeforvaltning, Institutt for biologi og naturforvaltning, Norges Landbrukshøgskole, Ås: 78 s.

Herberg, I. og Naalsund, C. 2000. Ørekyt (*Phoxinus phoxinus*) i Øvre Heimdalsvatn; bestandsstørrelse, ressursbruk og interaksjon med ung ørret (*Salmo trutta*). – Hovedoppgave i fiskeforvaltning, Institutt for biologi og naturforvaltning, Norges Landbrukshøgskole: 1–51 + appendiks.

Hessen, D. O. 2000. Spredning av evertebrater. – I: Borgstrøm, R. og Hansen, L.P. (red.) Fisk i ferskvann. Et samspill mellom bestander, miljø og forvaltning. – Landbruksforlaget, Oslo: 194–215.

Hyslop, E. J. 1980. Stomach content analysis – a review of methods and their application. – Journ. Fish Biol. 17: 1–20.

Jensen, K. W. 1977. On the dynamics and exploitation of the population of brown trout, *Salmo trutta* L., in the lake Øvre Heimdalsvatn, Southern Norway. – Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 56: 18–69.

Johannessen, T. W. 1978. The local climate of the Øvre Heimdalen valley. – Holarct. Ecol. 1: 93–102.

Jonsson, B. 1976. Comparison of scales and otoliths for age determination in brown trout, *Salmo trutta* L. – Norw. J. Zool. 24:295–301.

Kloster, A. E. 1978. Physical and chemical properties of the waters of Øvre Heimdalen. . – Holarct. Ecol. 1: 117–123.

Larsson, P. 1978. The life cycle dynamics and production of zooplankton in Øvre Heimdalsvatn. – Holarct. Ecol. 1: 162–218.

Larsson, P., Brittain, J. E., Lien, L., Lillehammer, A. og Tangen, K. 1978. The lake ecosystem of Øvre Heimdalsvatn .- Holarct. Ecol. 1:304–320.

Lea, E. 1910. On the methods used in herring-investigation. – Publs. Cons. perm. int. Explor. Mer. 53: 7–174.

Lien, L. 1978. The energy budget of the brown trout population of Øvre Heimdalsvatn. – Holarct. Ecol. 1: 279–300.

Lien, L. 1981. Biology of the minnow *Phoxinus phoxinus* and its interactions with brown trout *Salmo trutta* in Øvre Heimdalsvatn, Norway. – Holarctic Ecology 4:191-200.

Markhus, J. og Meland, V. 1997. Dynamikk og avkastningspotensiale hos ørret *Salmo trutta* L. I et høyfjellsvann – effekter av interaksjoner med ørekyt *Phoxinus phoxinus* (L.) – Hovedoppgave i fiskeforvaltning, Institutt for biologi og naturforvaltning, Norges Landbrukshøgskole: 1–60 + vedlegg.

Mooney, H. A. 1993. Biodiversity components in a changing world. I: Proceedings of the Norway/UNEP expert conference on biodiversity 24-28 May 1993. 30–33.

Museth, J., Borgstrøm, R., Brittain, J.E., Herberg, I og Naalsund, C. 2002. Introduction of European minnow into a subalpin lake: habitat use and longterm changes in population dynamics. – Journ. Fish Biol. 60:1308–1321.

Næstad, F. 2004. Effekten av ørekyt *Phoxinus phoxinus* på bunndyrsamfunnet, med spesiell vekt på marflo *Gammarus lacustris* i Øvre Heimdalsvatn og tre nærliggende innsjøer. – Cand. scient. thesis. Institutt for Naturforvaltning, Norges Landbrukshøgskole, Ås. 47 s.

Ricker, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. – Bull. Fish. Res. Board Can. 191, 382s.

Rognerud, S., 2003. Hjerkinns skytefelt 2002 Vannkvalitet og forurensningsgrad av metaller i vann og biota. NIVA – Rapport l. nr OR 4623. 35 s.

Rognerud, S., Borgstrøm, R., Qvenhild, T. og Tysse, Å. 2003. Ørreten på Hardangervidda. Næringsnett, kvikksølvinnhold, ørekytspredning og klimavariasjoner – følger for fiske og forvaltning. NIVA – Rapport LNR 4712-2003. 68 s.

Sand, K. Og Brittain, J. E. 1998. Bunndyr i i alpine bekker. – I: Virkning av flom på vannlevende organismer, HYDRA-rapport Mi02 (Brabrand, Å., red.):22–29.

Skjeseth, S. og Kloster, A. E. 1978. The geology of the Øvre Heimdalen valley. – Holarct. Ecol. 1:89–92

Tangen, K. og Brettum, P. 1978. Phytoplankton and pelagic primary productivity in Øvre Heimdalsvatn. . – Holarct. Ecol. 1:128–147.

Taugbøl, T., Hesthagen, T., Museth, J., Dervo, B. og Andersen, O. 2002. Effekter av ørekyteintroduksjoner og utfiskingstiltak – en vurdering av kunnskapsgrunnlaget. – NINA oppdragsmelding 753:1–31.

Tømmerås, B. Å., Hofsvang, T., Jelmert, A., Sandlund, O. T., Sjursen, H. og Sundheim, L. 2003. Introduserte arter. Med fokus på problemarter for Norge. – NINA oppdragsmelding 772:1–58.

Vik, R. 1978. The lake Øvre Heimdalsvatn – a subalpine freshwater ecosystem: Introduction. – *Holarct. Ecol.* 1: 84–88.

Weidema, I. R. (red) 2000. Introduced Species in the Nordic Countries. – NORD 2000:13. 244 p.

Qvenild, T. 1994. Ørret og ørretfiske. – Aschehoug forlag, Oslo: 420 s.