

ØRRET *SALMO TRUTTA* I ØVRE HEIMDALSVATN- EN VIKTIG
PREDATOR PÅ ØREKYT *PHOXINUIS PHOXINUS*.

BROWN TROUT *SALMO TRUTTA* IN ØVRE HEIMDALSVATN- A MAYOR
PREDATOR ON EUROPEAN MINNOWS *PHOXINUS PHOXINUS*.

THOR ENDRE NYTRØ

UNIVERSITETET FOR MILJØ- OG BIOVITENSKAP
INSTITUTT FOR NATURFORVALTNING
MASTEROPPGAVE 30 STP. 2010



Forord

Dette er en masteroppgave ved Institutt for Naturforvaltning ved Universitetet for Miljø- og Biovitenskap. Veileder har vært professor Reidar Borgstrøm, og det var også han som kom med forslaget til oppgaven.

Sommeren ved Øvre Heimdalsvatn vil gå inn i hukommelsen som en god sommer til tross for mye jobbing med garn og mye banning, samt mye vær som ikke alltid var på vår side, både med å være alt for varmt, kaldt eller mye vind. Tålmodet har også tidvis vært slitt, men det holdt gjennom hele perioden.

Jeg vil gjerne takke veileder for god hjelp både under feltarbeid, lab-arbeid og skriving, Elisabeth Iversen for å ha holdt ut med meg en hel sommer i Heimdalen og med hjelp under laboratoriearbeidet, forskningstekniker John Gunnar Dokk for hjelp med merking og utlån av data fra NATF100-kurset, og professor John Brittain for utlån av husvære og båt i Heimdalen. Til slutt vil jeg takke mine foreldre for lån av bil til feltarbeid og økonomisk støtte under skriveprosessen.

Thor Endre Nytrø

Sammendrag

I denne masteroppgava er det gjennomført en bestandsestimering og -analyse av ørret *Salmo trutta* i Øvre Heimdalsvatn, samtidig med at dietten til ørret i vannet er undersøkt for å få beregnet hvor stor betydning ørekyt *Phoxinus phoxinus* har som næringsdyr for ørreten. For å få estimert størrelsen på ørretbestanden ble Petersen metoden brukt (merke- gjenfangst). Det ble fanget 570 ørret i slutten av juni 2009 med not og elektrofiske. Disse ble merket med Alcian blue ved basis av venstre bukfinne og ved klipping av fettfinne. Det påfølgende kontrollfisket med settegarn og flytegarn i løpet av juni-september 2009 ga 1090 fisk hvorav 70 var gjenfangster. Samlet estimat for lengdeklassen 12,0-34,9 cm ble 8123 ved vekststart i juni, som tilsvarer en biomasse på 13.8 kg pr hektar. Estimert antall fireåringer og eldre ørret var på 7169.

Totalt ble det tatt 205 mageprøver i tidsrommet juni-september 2009. Ørekyt var spist av ørret i alle undersøkte lengdeklasser (fra 9,3 cm til 39,8cm), gjennom hele tidsrommet. Som gjennomsnitt for hele perioden og for ulike lengdeklasser utgjorde ørekyt 16 % av det totale volumet av mageinnholdet, og det ser ut til at ørekyt har økt sin betydning som næringsdyr betraktelig sammenliknet med tidligere studier. Mengden marflo i dietten ser ut til å ha minket betraktelig. Det ble funnet en skjoldkreps *Lepidurus articus*, i mageinnholdet til en ørret, og i perioden 1993 – 2009 er dette kun andre året at arten er påvist i dietten til ørret i Øvre Heimdalsvatn.

Om det forutsettes at ørekyt etes hele året, og samlet energiinntak for ørret bestanden i løpet av ett år har vært om lag som i 1970, dvs. et år biomassen av ørret var om lag som i 2009, blir estimert mengde ørekyt konsumert av ørretbestanden i 2009 på hele 1162 kilo våtvekt. Hvis ørekyt kun har blitt predatert i perioden juni-september blir konsumestimatet likevel 511 kilo våtvekt med ørekyt. Dette er langt høyere enn det som tidligere er estimert i Øvre Heimdalsvatn.

Ørreten har en relativt lav individuell vekst i Øvre Heimdalsvatn, med vekststagnasjon ved relativt liten størrelse, og kondisjonsfaktoren er synkende med økende fiskestørrelse. Dette er klare tegn på matmangel som kan henge sammen med en kombinasjon av høy ørrettetthet og mye ørekyt. En reduksjon av både ørret- og ørekytbiomassen vil være nødvendig for å få økt

veksten og bedret kondisjonen på ørreten i Øvre Heimdalsvatn. Siden ørekyt hadde høyest forekomst i dietten til den største ørreten, vil mange store fisk i bestanden kunne bidra til å redusere ørekytbiomassen. I praksis kan et tiltak være å ta ut en større andel av den minste ørreten samtidig med at beskatningen på stor ørret blir holdt lav for å opprettholde predasjonstrykket på ørekyten. Dette tiltaket kan suppleres med et teinefiske etter ørekyt. Samlet kan dette bidra til å gjøre Øvre Heimdalsvatn til et attraktivt sportsfiskevann.

Summary

In this MSc-thesis the number of brown trout *Salmo trutta* in the lake, Øvre Heimdalsvatn, has been estimated, together with an analysis of the population dynamics and the diet of brown trout to evaluate the significance of European minnow *Phoxinus phoxinus* in diet of brown trout in this lake.

In the end of June 2009, a total of 570 brown trout captured by beach seining and electrofishing were marked by Alcian blue at the basis of the pectoral fin, and by removal of the adipose fin. By littoral and pelagic gillnetting from the end of June to the beginning of September, 1090 brown trout were controlled, of which 70 were recaptures. The number of brown trout in the length class 12.0-34.9 cm was estimated to be 8123 at the start of the growing season in June, corresponding to a density of 13.8 kg/ha. Estimated number of 4 years and older brown trout 7169.

A total of 205 stomach samples were taken between June and September. European minnows were found in all length classes (from 9.3 to 39.8 cm), and accounted for 16 % of the total volume of all the stomach samples, and minnows seem to have increased their significance as a prey for the brown trout compared to previous studies. *Gammarus lacustris* has decreased in the diet of brown trout since earlier studies, but *Lepidurus articus* which during the period 1993 - 2005 has not been observed in brown trout diet, except in 2001, was found in one trout. Provided that the predation on minnows is at the same level as in the period juni-september, and that the energy budget of brown trout was the same in 2009 as in 1970, the estimated consumption of European minnow was 1162 kg wet weight. If the predation on minnows took place in the period June to September only, the corresponding consumption estimate gives 511 kg wet weight of minnows. Both estimates are much larger than previous estimates of brown trout consumption of minnows in the lake, Øvre Heimdalsvatn.

The brown trout had a relatively low individual growth rate in the lake, Øvre Heimdalsvatn, with a condition factor decreasing with fish length. This is a strong indication of food lackage probably as a combined effect of high density of both brown trout and European minnow. A reduction of both brown trout and minnow biomass is probably necessary to increase both individual growth rate and condition of brown trout in the lake. Since minnows had the highest occurrence in diet of the larger brown trout, a high density of large fish may therefore be important to reduce the minnow biomass. In practice, a first step could be reduce the

recruitment to brown trout population by increased exploitation of young fish, simultaneously with a decreased exploitation of larger fish to sustain the predation pressure on minnows. In addition, minnows may be removed by using minnow traps. These actions may together contribute to make Øvre Heimdalsvatn to an attractive lake for recreational fishing.

1. Innledning.....	7
2. Områdebeskrivelse	8
3. Metode.....	9
3.1 Bestandsestimering	9
3.2 Prøvetaking	12
3.3 Aldersbestemmelse og vekst.....	12
3.4 Mageprøver.....	13
3.5 Kondisjon.....	14
3.6 Beregning av spist mengde ørekyt.....	14
4. Resultater	15
4.1 Bestandsestimering	15
4.2 Diett	20
4.3 Kjøttfarge, kondisjon og kjønnsmodning	24
5. Diskusjon	26
6. Referanseliste.....	31

1. Innledning

Globalt er det en økende introduksjon av fremmede arter ved menneskelig aktivitet, og etablering av eksotiske arter fører ofte til store endringer for lokale arter som følge av konkurranse, eller fordi innførte arter kan bli byttedyr eller predatorer (Mooney 1993, Weidema 2000). I Norge er det også et problem med innføring av nye arter, og dessuten spredning av arter som opprinnelig har hatt en naturlig innvandring (Tømmerås et al. 2003). Mange arter med naturlig forekomst i norsk fauna har de siste 30-50 år blitt spredt til nye lokaliteter, og har her ført til problemer (Tømmerås et al. 2003). Ørekyt (*Phoxinus phoxinus*) er et slikt eksempel (Museth et al. 2007). Ørekyt ser ut til å ha fått en negativ effekt på mange bestander av ørret (*Salmo trutta*) i høgfjellet (Hesthagen et al. 1992, Museth et al. 2007, Borgstrøm et al. 2010), på tross av at den inngår i ørretens diett (Lien 1981, Borgstrøm & Brabrand 1996, Museth et al. 2002).

Ørret var eneste fiskeart i Øvre Heimdalsvatn fram til 1969 da ørekyt ble observert for første gang (Lien 1978). Ørekytbestanden i Øvre Heimdalsvatn ser ut til å ha økt kraftig fra 1977 (Lien 1981) til 1999 (Museth et al. 2002). Ørretbestanden i Øvre Heimdalsvatn var nærmest overbefolket i 1957 da Jensen (1977) startet sine undersøkelser av bestanden. Ved utfiskingen av bestanden fra 1958 til 1963 ble biomassen mer enn halvert, fra 19,5 kg/ha til 8,2 kg/ha. Samtidig økte individuell vekstrate hos ørreten betydelig. I perioden fra 1958 og ut på sekstitallet lå årlig rekruttering av fireåringer til ørretbestanden i Øvre Heimdalsvatn på gjennomsnittlig 3700 (Jensen 1977). Imidlertid ser det ut til at rekrutteringen til ørretbestanden i vannet er halvert fra perioden tidlig på sekstitallet til perioden 1993-2006, og individuell vekst hos ørreten har dessuten vært lavere enn forventet ut fra biomassen av bestanden sammenliknet med ørretbiomassen på midten av sekstitallet (Borgstrøm et al. 2010). I alle diettstudier hos ørret i Øvre Heimdalsvatn etter 1988, har ørekyt vært en viktig del av sommerdietten (f. eks. Bruun 1988, Hasle & Skjølås 1995, Hame & Holen 2001, Hagen 2003, Bilstad & Bilstad 2006), men det har vært mindre fokus på hvor mye ørekyt faktisk betyr for produksjonen av ørret, bortsett fra en studie gjennomført av Museth et al. (2002). Kvikksølvkonsentrasjonen i ørreten i Øvre Heimdalsvatn er lavere enn i ørekyten (Jenssen et al. 2010), og det antyder at ørekyt på årsbasis må utgjøre en liten del av samlet matinntak hos ørret. Dessuten ser det ut til at størrelsen på ørretbestanden varierer en god del mellom år (Borgstrøm et al. 2010), trolig på grunn av årlige vekslinger i beskatning og

rekruttering til bestanden. Med dette som grunnlag er det gjennomført en estimering av ørretbestanden i 2009, samtidig med en bestands- og diettanalyse, for i) å få vurdert hvor stor ørekytmengde som blir konsumert av ørreten i vannet, og ii) vurdere tiltak som evt. kan settes inn for å få en attraktiv bestand for fritidsfiske.

2. Områdebeskrivelse

Øvre Heimdalsvatn ligger i den sørøstlige delen av Jotunheimen, i Øystre Slidre kommune, Oppland fylke (172500 X, 6825450 Y UTM 33). Innsjøen ligger 1090 m.o.h. og har et areal på 0.775 km², en maksimal lengde på 3 km og største bredde er på 396 m. Største dybde er 13 m og gjennomsnittsdybden er 4,7m (Vik 1978). Overflatetemperaturen om sommeren, kan komme opp i 17°C (Kloster 1978). Utløpselva Hinøgla, i østenden av vannet, renner ned i det større Nedre Heimdalsvatn. Det er flere små tilløpsbekker på begge sider av vannet, mens hovedinnløpet, Bruskardbekken, kommer inn i vestenden (Vik 1978) (Figur 2.1).

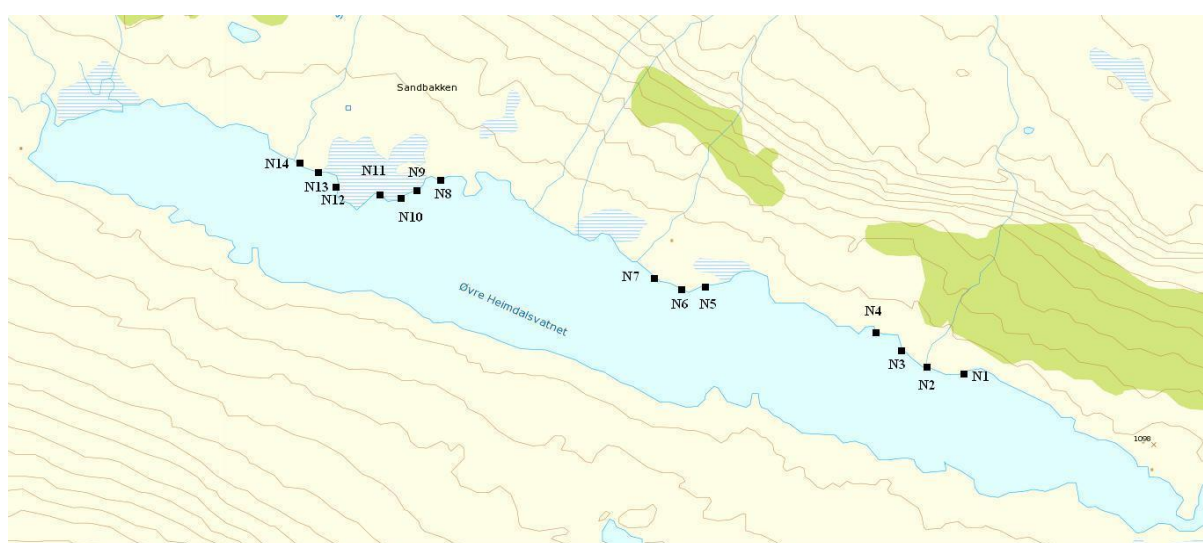


Figur 2.1 Kart over Øvre Heimdalsvatn med de nærmeste områder (Kart fra Statens Kartverk).

3. Metode

3.1 Bestandsestimering

For å få et estimat av antall ørret i bestanden i juni 2009, ble det gjennomført et merke-gjenfangst forsøk. Fangst av fisk for merking ble foretatt med en kastenot langs nordsiden av vannet, fordi det kun er på denne siden av vannet det er brukbare notplasser (figur 3.1). Noten er 50 meter lang, 4 meter høy, med avtagende maskevidder innover helt til posen, som hadde en maskevidde på 3 millimeter. Merkingen foregikk i perioden 23. til 26. juni, fra klokken 23 til 03, dvs på den mørkeste delen av døgnet.



Figur 3.1. Kart over notplasser i Øvre Heimdalsvatn som ble brukt i forbindelse med fangst og merking av ørret mellom 23. og 26. juni 2009.

Det ble gjennomført i alt 14 kast, og fangsten varierte mellom 2 og 90 fisk per kast (tabell 3.1). Fanget fisk ble oppbevart i en stor balje med vann fram til merking. Under merkingen som startet umiddelbart etter at notkastet var gjennomført, ble 5-6 fisk av gangen bedøvet med Nyco fruktsalt før merking. Det ble benyttet ca. en kork med Nyco til 3-4 l vatn. Nyco ble brukt siden andre bedøvningsmidler vil ha karantenetid for fisken (R. Borgstrøm pers. medd.). Lengde på fisken ble målt til nærmeste millimeter fra snute til enden av halefinnen i naturlig tilstand, og deretter ble fisken merket i venstre bukfinne (VBU) med Alcian Blue ved hjelp av en Jet Inoculator (Hart & Pitcher 1969). I tillegg ble fettfinnen klipt. På de aller minste fiskene, under 10cm, ble det kun brukt fettfinneklipping. Etter merking ble fiskene sluppet opp i en ny balje, med rent vann, og det ble kontrollert at alle hadde kommet seg før de ble sluppet ut i vannet igjen. John Gunnar Dokk merket 98 fisk som ble tatt med elektrofiske på

sørvest-siden av vannet. Det ble også fanget og merket to ørret tatt i en teine satt ut for fangst av ørekyt. Samlet antall merket var totalt 570 fisk (Tabell 3.1).

Tabell 3.1 Antall fisk merket fra de forskjellige notkastene, samt fra elektrofiske og teine fangst i Øvre Heimdalsvatn i juni 2009.

kast nr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	El fiske	Teine	Totalt
antall	69	26	20	32	75	32	2	39	14	24	11	13	23	90	98	2	570

Selve kontrollfisket startet den 28 juni (første morgen). Årsak til at det var to dager opphold mellom avslutning på merking og start på kontrollfisket, var at fisken skulle få mulighet til å spre seg fra merkestedene og være fullt ut restituert etter notfangst og merking. Vanlige settegarn med maskevidder fra 16,5 til 45 mm (Tabell 3.2) ble satt vinkelrett fra land med omtrent 50 meters mellomrom i tilfeldig rekkefølge rundt hele vannet. Flytegarna bestod av to nordiske oversiktsgarn som var bundet sammen og ble satt i øst-vestretning over de dypeste partiene. Garn som ble satt for kartlegge habitatbruk på ørekyt ble satt langs med land på dybden 0.5, 1.5, 3 og 6 meter. Alle garn som ble brukt under fisket var laget av monofilament.

Garnsettingen startet ca kl 20.00, og garnene ble trukket ca 08.00 neste morgen. Dermed ble garnene stående ute i omlag 12 timer hver natt. Det ble fisket totalt i fire perioder, hvorav jeg fisket i tre perioder, 28.6-3.7, 28.7-3.8, 1.9-3.9, mens John Gunnar Dokk fisket i en periode (18.8-21.8) i forbindelse med NATF100-kurset. Under dette fisket ble det ikke gjennomført fiske etter ørekyt. Alle datoene er gjeldene tid for garntrekking. I tabell 3.2 er det vist hvor mange netter det ble fisket i hver periode, og hvor mange garnnetter hver maskevidde/garntype er brukt.

For å få et estimat for ørretbestanden ble Petersen-metoden (merke-gjenfangst) brukt (Ricker 1975). Beregningen er gjort etter følgende formel:

$$N = \frac{(M+1)*(C+1)}{(R+1)} \quad \text{hvor}$$

N = antall i bestanden,

M = antall fisk merket,

C = antall fisk fanget,

R = antall gjenfangster,

Det forutsettes her at forholdet mellom antall fisk i bestanden, og antall fisk merket, er lik forholdet mellom antall fisk fanget og antall gjenfangster. Skal Petersen-metoden gi et korrekt resultat er det en del kriterier som må være oppfylt (Ricker 1975). Disse er:

- Det må være ubetydelig rekruttering til innsjøen i tiden mellom merking og gjenfangst- periode
- Det må ikke være forskjell i fangbarhet og dødlighet på merket og umerket fisk
- Fordelingen av merket fisk må være tilfeldig, og det må fiskes tilfeldig over hele innsjøen
- Det må ikke forekomme tap av merker i perioden mellom merking og fangst
- All merket fisk må kunne gjenkjennes og registreres

Tabell 3.2 Innsats med de forskjellige maskeviddene og garntypene i hver fangstperiode i Øvre Heimdalsvatn i 2009. Nordisk er nordiske oversiktsgarn. FG er flytegarn

Periode	24.6-3.7	28.7-2.8	18.8-21.8	31.8-2.9	Totalt
Antall netter	7	5	4	3	19
Maskevidde/Garntype					
16.5 mm settegarn	11	10	4	3	28
19.5 mm settegarn	11	10	7	6	34
22.5mm settegarn	6	5	4	3	18
26 mm settegarn	11	10	4	6	31
29 mm settegarn	6	5	8	3	22
31 mm settegarn	21	20	18	15	74
35 mm settegarn	11	10	19	6	46
39 mm settegarn	6	5	4	1	16
45 mm settegarn	11	10	8	6	35
Nordisk settegarn 0.5 M	7	5		3	15
Nordisk settegarn 1.5 M	7	5		3	15
Nordisk settegarn 3 M	7	5		3	15
Nordisk settegarn 6 M	7	5		3	15
Nordisk settegarn			2		2
19.5 mm FG			3		3
22.5 mm FG			3		3
26 mm FG			3		3
Nordisk FG	12	10		6	28
Totalt garnnetter	134	115	87	67	403

All fanget fisk er tilbakeberegnet til vekststart i 2009, og det betyr at en evt. rekruttering til lengdeklassene i løpet av sommeren er unngått. Punktet om at fordelingen av fisk over hele innsjøen må være tilfeldig fordelt er sannsynligvis ikke oppfylt, siden det tidligere er vist at fisken i Øvre Heimdalsvatn kan være stasjonær (Jensen 1977). For å kompensere for dette ble det fisket tilfeldig rundt i hele vannet, også med flytegarn i den fri vannmassen. Siden det ikke er påført noe ytre merke på fisken, er det lite trolig at merket og umerket fisk har forskjellig fangbarhet ved fiske med garn. Alle fisk over 10 cm ble merka både med Alcian blue og ved fettfinneklipping, og det betyr at det er svært liten eller ingen mulighet for merketap.

Under estimering av bestanden for ulike lengdegrupper og enkeltlengder ble det gjort noen forutsetninger. Det ble antatt at innenfor hver 5 cm lengde var lik fangbarhet i noten, for å få anslag på antallet i hver cm klasse. For å estimere lengden fra 35.0 til 39.9 ble det forutsatt at disse har lik fangbarhet i garnet som lengdeklassen 30.0-34.9. For estimatet fra 9.0-11.9 ble det forutsatt at denne hadde lik fangbarhet under merking som lengdeklassen 12.0-14.9.

3.2 Prøvetaking

All prøvetaking og kontroll av ørreten tatt under prøvefisket, ble gjennomført på feltlaboratoriet til Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, ved utløpet av Øvre Heimdalsvatn. Fisken ble veid til nærmeste gram på en elektronisk vekt, og lengden målt til nærmeste millimeter på samme måte som under merkingen. All fisk ble kontrollert både for årets og tidligere års merkinger. Otolitter ble tatt ut, og skjell fra området mellom rygg og fettfinne rundt sidelinjen ble samlet inn og lagret i en skjellkonvolutt. Det ble bestemt kjøttfarge i klassene rød, lyserød og hvit. Det ble også bestemt kjønn og modningsgrad etter beskrivelsen til Dahl (1917). Det ble hver dag tatt mageprøver av de 5 første fiskene som hadde mageinnhold innen hver av lengdeklassene 9,3-19,9 cm, 20-29,9 cm og 30-39,8 cm. Totalt ble det tatt 205 mageprøver. Fyllingsgraden i magesekken ble notert før mageinnholdet ble tatt ut og konservert med 96 % etanol.

3.3 Aldersbestemmelse og vekst

For bestemmelse av alder ble det i all hovedsak brukt otolitter. I noen tilfeller var begge otolitter hyaline, og da ble det brukt skjell for å bestemme alderen. Otolitter fra mindre fisk ble lest hele, ved hjelp av en stereolupe av typen Leica MS 5 som forstørret maks 40 X. De ble her lest mot en mørk bakgrunn med 1.2 – propandiol som brytningsmiddel. For lesing av otolitter av større fisk, ble otolitten knekt gjennom sentrum ved hjelp av et skalpellblad.

Deretter ble den ene halvdelen brent over spritlampe og så satt på høykant i modelleire i samme brytningsmiddel, og lest under stereolupen. Brenningen gjør at vintersonene trer fram som mørke ringer i otolitten. Ved tvilstilfeller ble det sjekket opp mot skjellalder, eller spurt veileder om hjelp. Veileder var også med på lesing av de første otolittene for å kontrollere at vi hadde samme avlesing. All fisk ble aldersbestemt, dvs, 806 stk ble lest av meg, og 284 stk ble lest av John Gunnar Dokk.

Tilbakeberegning av vekst ble gjort ved hjelp av Lea-Dahls modell (Dahl 1910, Lea 1910). Denne forutsetter at det er direkte proporsjonalitet mellom skjellengde og lengde på fisken, og modellen er som følger:

$$L_n = (S_n / S) * L$$

hvor L_n er lengden på fisken ved år n , S_n er skjellradius fra sentrum og ut til år n , S er total skjellradius og L er fiskelengden ved fangst.

For måling av skjellalder og måling av lengde, ble 3-5 stk skjell lagt på en celluloidbit som så ble presset slik at det ble avtrykk av skjellet i celluloiden. Skjellavtrykkene ble lest i en mikrofilmleser av typen Minox. Avstanden fra sentrum og ut til hver årssone, og total skjellradius ble markert på en papirstrimmel. På fiskene fanget i den første perioden ble det ikke gjort tilbakeberegning av vekst, fordi vintersonen lå helt i ytterkant av skjellene. For de fiskene der otolittalderen var høyere enn skjellalderen ble det antatt vekststagnasjon, og dermed ble lengde ved fangst antatt å være lik lengde ved vekststart i 2009. Ved estimering av alder ble det forutsatt at alderen på ørreten som ikke ble fanget, fordelte seg likt innenfor lengdeklassene som de ørretene som ble fanget under kontrollfisket.

3.4 Mageprøver

Mageprøvene ble sortert i kategorier og det ble anslått hvor stor prosentandel hver kategori utgjorde av det totale mageinnholdet i hver fisk. Disse ble slått sammen til følgende litt mer oversiktelige grupper:

Stein-,vår-,døgnfluer (n. og im.)	Fjærmygg (l., p. og im.)	Ørekyt
Landinsekter	Marflo (<i>Gammarus spp.</i>)	Muslinger, snegler
Vannlopper	Skjoldkreps (<i>Lepidurus arcticus</i>)	
Annet og ubestemt	Andre vanninsekter (Vannkalver, knott, med flere)	

Etter sortering ble de ulike kategoriene lagt i separate dramsglass, og volumet av hver kategori ble målt ut fra høyden av innholdet i glasset. Volumet av ørekyt i mageinnholdet ble tilsvarende målt ved å senke ørekyten ned i en målesylinder med vann.

3.4 Kondisjon

Vekt kan beskrives som en funksjon av lengde med formelen $V = a \cdot L^b$ der V er vekten i gram, L er lengden i centimeter og a og b er konstanter som beregnes (Ricker 1975). Hvis $b > 3$ så øker kondisjonsfaktoren med lengden. Når $b = 3$, er veksten isometrisk og kondisjonsfaktoren endrer seg ikke med lengden. Hvis $b < 3$, så synker kondisjonsfaktoren med lengden. Kondisjonsfaktoren ble beregnet etter formelen $K = 100 \cdot V / L^3$ hvor V er vekt i gram, L er lengde i cm, og K er kondisjonsfaktoren (Fultons kondisjonsfaktor).

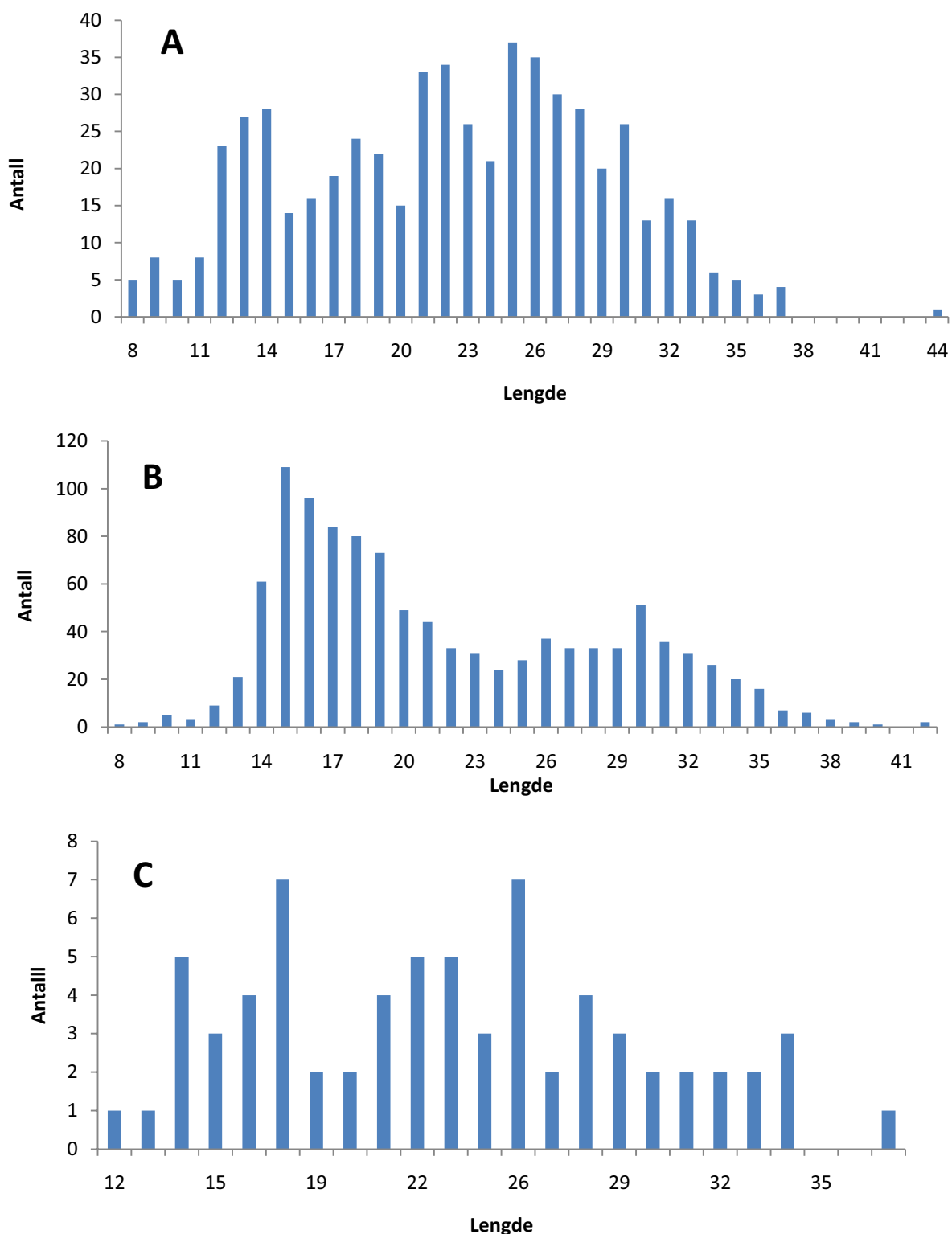
3.5. Beregning av spist mengde ørekyt

For beregningen av mengde spist ørekyt i vekt ble det tatt utgangspunkt i Lien (1978). I følge Lien (1978) hadde ørreten i 1970 et kalori inntak på $10,31 \text{ kcal m}^2$, for hele året. I månedene juni-september lå dette inntaket på $4,53 \text{ kcal m}^2$. Det var da en tetthet på $14,6 \text{ kg/ha}$, noe som lå nært tallene fra 2009 på $13,8 \text{ kg/ha}$. I det samme arbeidet ble det oppgitt at en liten ørret hadde ca 1.1 kcal pr gram våtvekt. Jeg antar her at næringsinnholdet i ørekyt er det samme. Overflate arealet av Øvre Heimdalsvatn er $775\,000 \text{ m}^2$. Vekt av konsumert ørekyt ble beregnet ut fra formelen $V = \frac{A \cdot I \cdot P}{N}$ hvor V er vekt av konsumert ørekyt i gram, A er arealet i m^2 , I er ørretens inntaket av næring i kcal pr m^2 , P er andelen av ørekyt i prosent og N er næringsinnholdet i ørekyten i kcal pr gram . For å få et gjennomsnittelig antall å regne konsumet ut fra, ble prosentandelen med ørekyt i hver lengdegruppe ganget opp med det estimerte antallet i den lengdegruppen.

4. Resultater

4.1 Bestandsestimering

Det ble merket i alt 570 ørret i lengdeklassen mellom 4 og 44 cm (figur 4.1.a). Det ble merket relativt få fisk under 8 cm (5 stk) og over 37 cm (1 stk). Kontrollfisket ga totalt 1090 fisk mellom 8 og 42 cm, med en klar topp rundt 15 cm, og antydning til en topp rundt 30 cm (figur 4.1.b). Fra denne lengden avtar det jevnt utover. Totalt 70 av de kontrollerte fiskene var gjenfangster i lengdeintervallet mellom 12 og 37 cm (figur 4.1.c). Dette ga et totalt bestandsestimat på 8123 fisk i lengdeintervallet mellom 12 og 37 cm (tabell 4.1), fordelt med 897 i lengdeklasse 12.0 - 14.9 cm, 2502 i lengdeklasse 15.0 - 19.9 cm, 1392 i lengdeklasse 20.0 - 24.9 cm, 1466 i lengdeklasse 25.0 - 29.9 cm og 1031 i lengdeklasse 30.0 - 34.9 cm (Tabell 4.1).



Figur 4.1. A: Lengdefordelingen av fisk merket i juni 2009.

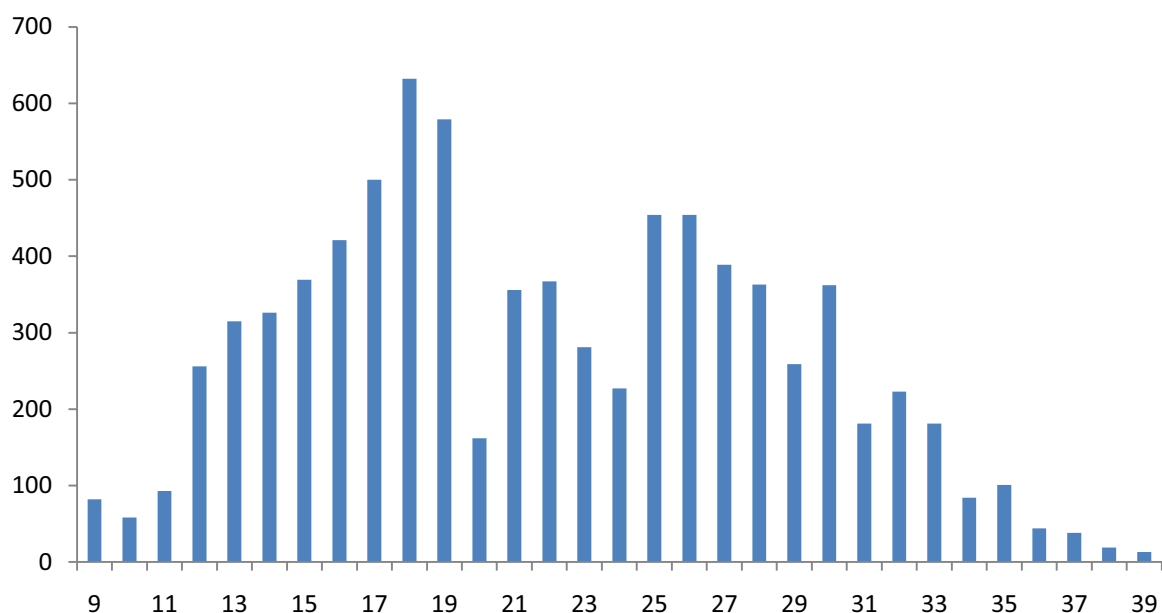
B: Lengdefordelingen av fisk fanget under kontrollfisket i Øvre Heimdalsvatn juni- september 2009. Tilbakeberegnet til lengde ved vekststart sesongen 2009.

C: Lengdefordeling av gjenfangster av merket ørret i Øvre Heimdalsvatn tilbakeberegnet til lengde ved vekststart sesongen 2009.

Tabell 4.1 Estimert antall ørret i Øvre Heimdalsvatn i juni 2009, fordelt på lengdeklasser.

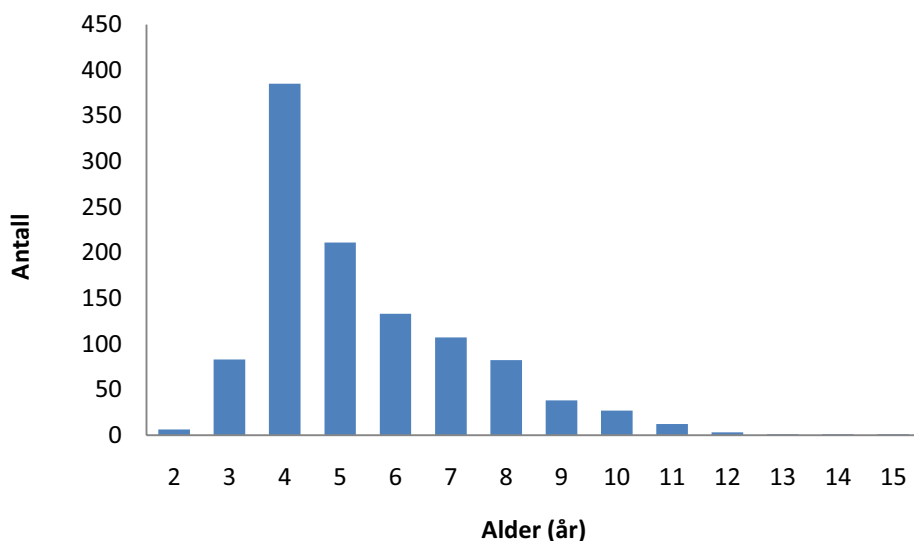
Lengdeklasse (cm)	Antall merket	Antall kontrollert	Antall gjenfangster	Estimat	95% Konfidensintervall
12.0-14.9	78	91	7	897	337-1457
15.0-19.9	95	442	16	2502	1380-3624
20.0-24.9	129	181	16	1392	785-1999
25.0-29.9	150	164	19	1466	970-1962
30.0-34.9	74	164	11	1031	498-1564
Totalt	570	1090	70	8123	6167-10079

Det ble også estimert antall fisk i hver cm klasse mellom 12.0 og 34.9 cm(Figur 4.2). Ørret over 39.9 cm ble ikke anslått, siden det ble fanget så få både i noten og under kontrollfisket.



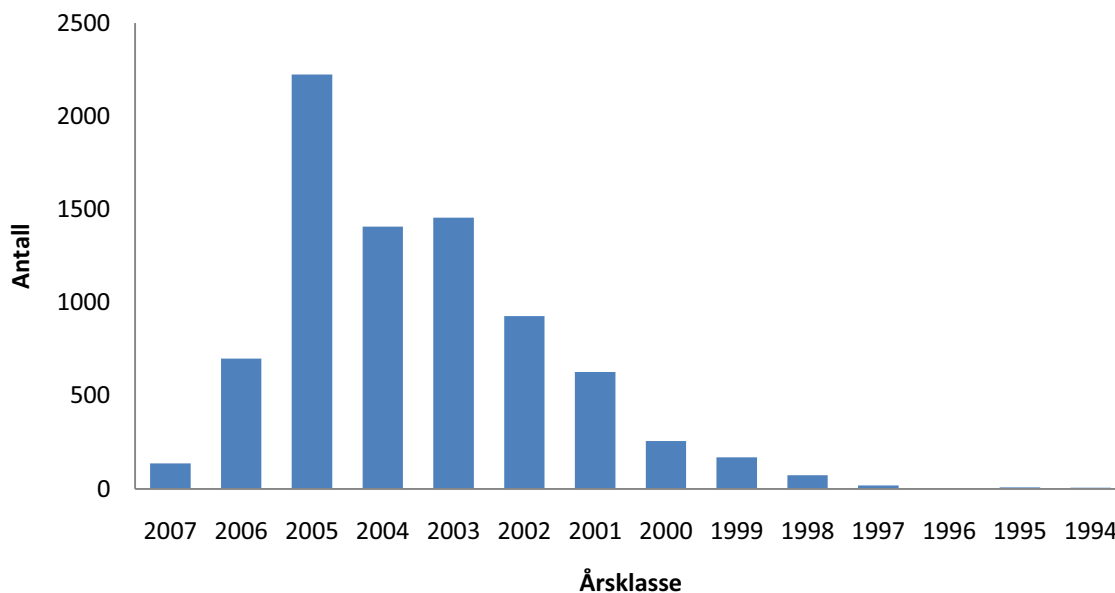
Figur 4.2 Estimert antall fisk innen hver cm-klasse i lengdeintervallet 9 – 39 cm, i Øvre Heimdalsvatn i juni 2009.

Hovedvekten av fangsten var i alderen 4 til 7 år, med 4 åringer som mest tallrike. Det ble fanget få fisk fra 12 år og oppover (figur 4.3).



Figur 4.3 Antall fisk fanget i hver aldersklasse under kontrollfisket i Øvre Heimdalsvatn i 2009.

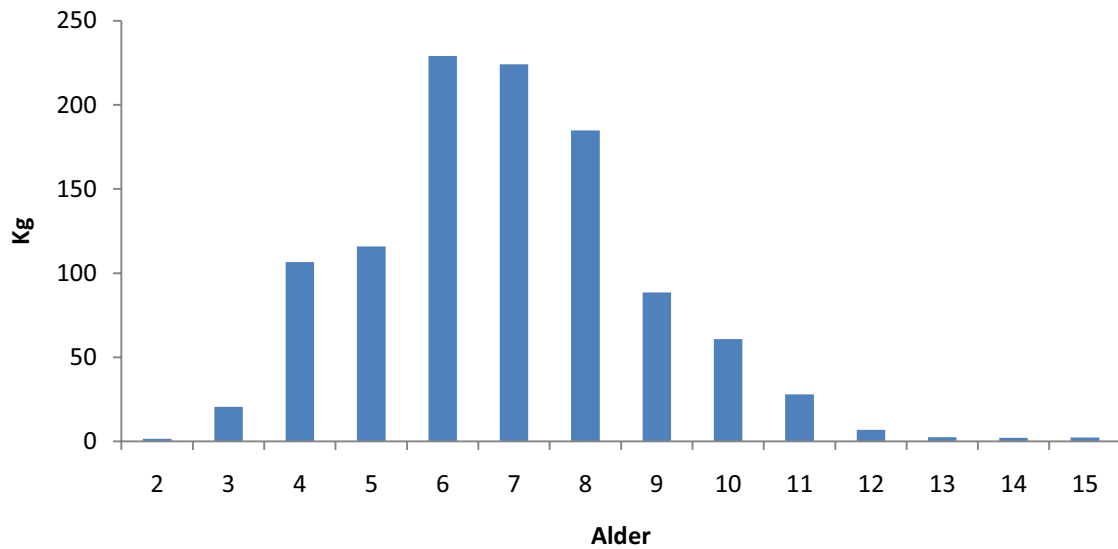
Estimat av antall fisk i hver årsklasse viste en dominans av 2005-årsklassen (fireåringer), med i alt 2223 (figur 4.4). Årsklassene 2005-2003 var helt klart dominerende i vannet. Estimert antall for årsklassene 2000-1994 ga totalt 530 fisk.



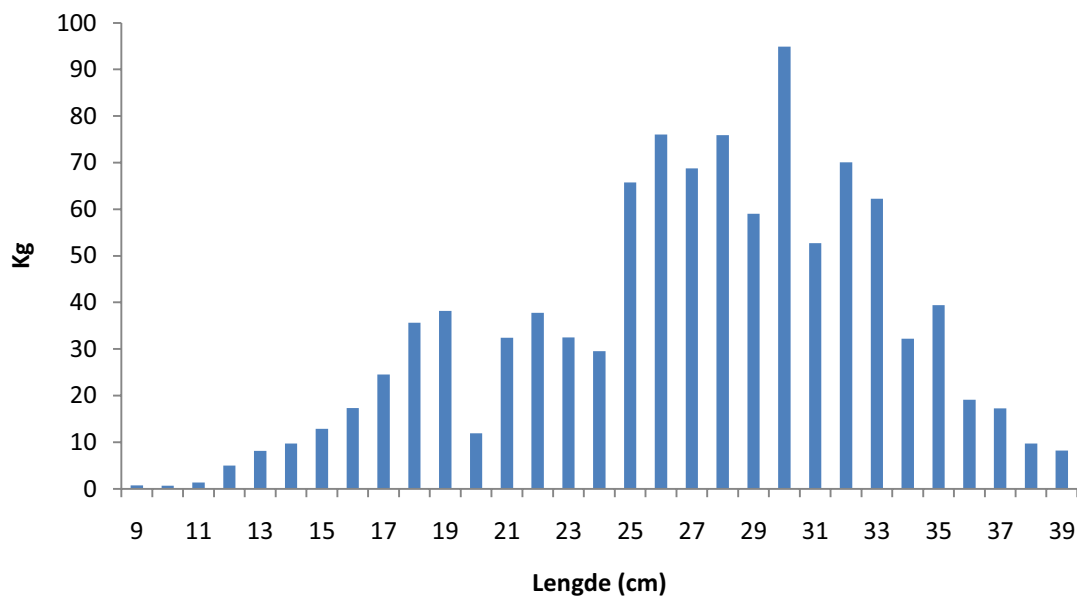
Figur 4.4. Estimert antall i hver årsklasse i Øvre Heimdalsvatn i juni 2009.

Ut fra gjennomsnittsvekter av ørret innen hver aldersklasse og antall i hver aldersklasse, blir estimert biomasse av ørreten i Øvre Heimdalsvatn sommeren 2009 på 1074 kg, eller 13,8

kg/ha. Aldersgruppen 4-8 år utgjorde i overkant av 80 prosent av biomassen (figur 4.5), og tilsvarende utgjør lengdeklasse 25,0-34,9 cm ca. 60 % av biomassen.



Figur 4.5 Estimert biomasse (kg) av ørret innen hver aldersklasse i Øvre Heimdalsvatn, i juni 2009.



Figur 4.6. Estimert biomasse (kg) av ørret innen hver cm- klasse i Øvre Heimdalsvatn, i juni 2009.

Under kontrollfisket ble det tatt ut totalt 139 kg, noe som gir en avkastning på 1,8 kg pr hektar (tabell 4.2). Det største uttaket finner vi i lengdeklassen 30,0-34,9 cm, med 50,2 kg eller 36

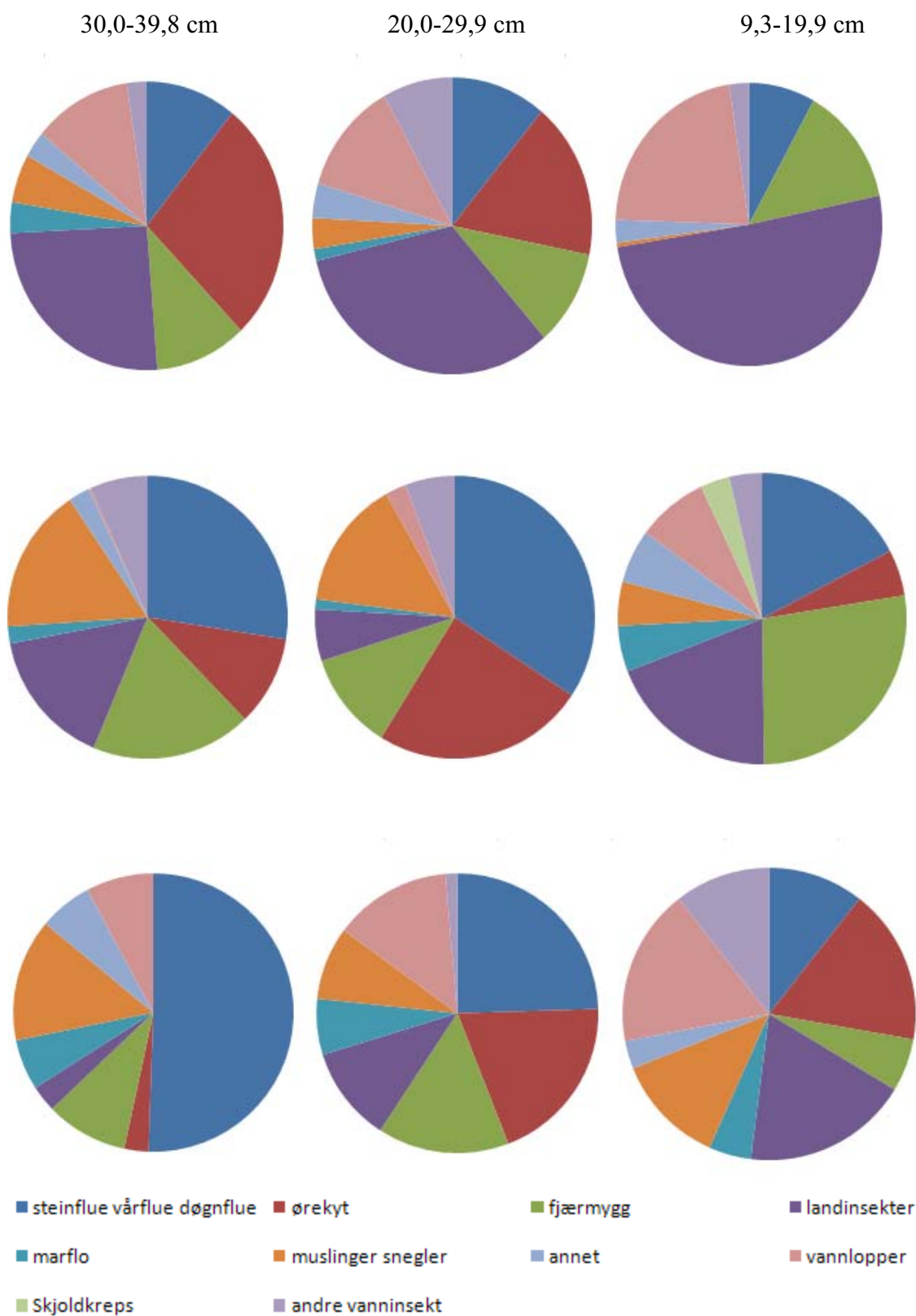
prosent av den totale fangsten i vekt. Lengdeklassen 15.0-19.9 ga klart flest antall fisk, men utgjorde bare 21.1 kg, eller 15 prosent av totaluttaket.

Tabell 4.2. Fangst (kg) og avkastning per ha av ørret i ulike lengdeklasser ved kontrollfisket i Øvre Heimdalsvatn sommeren 2009

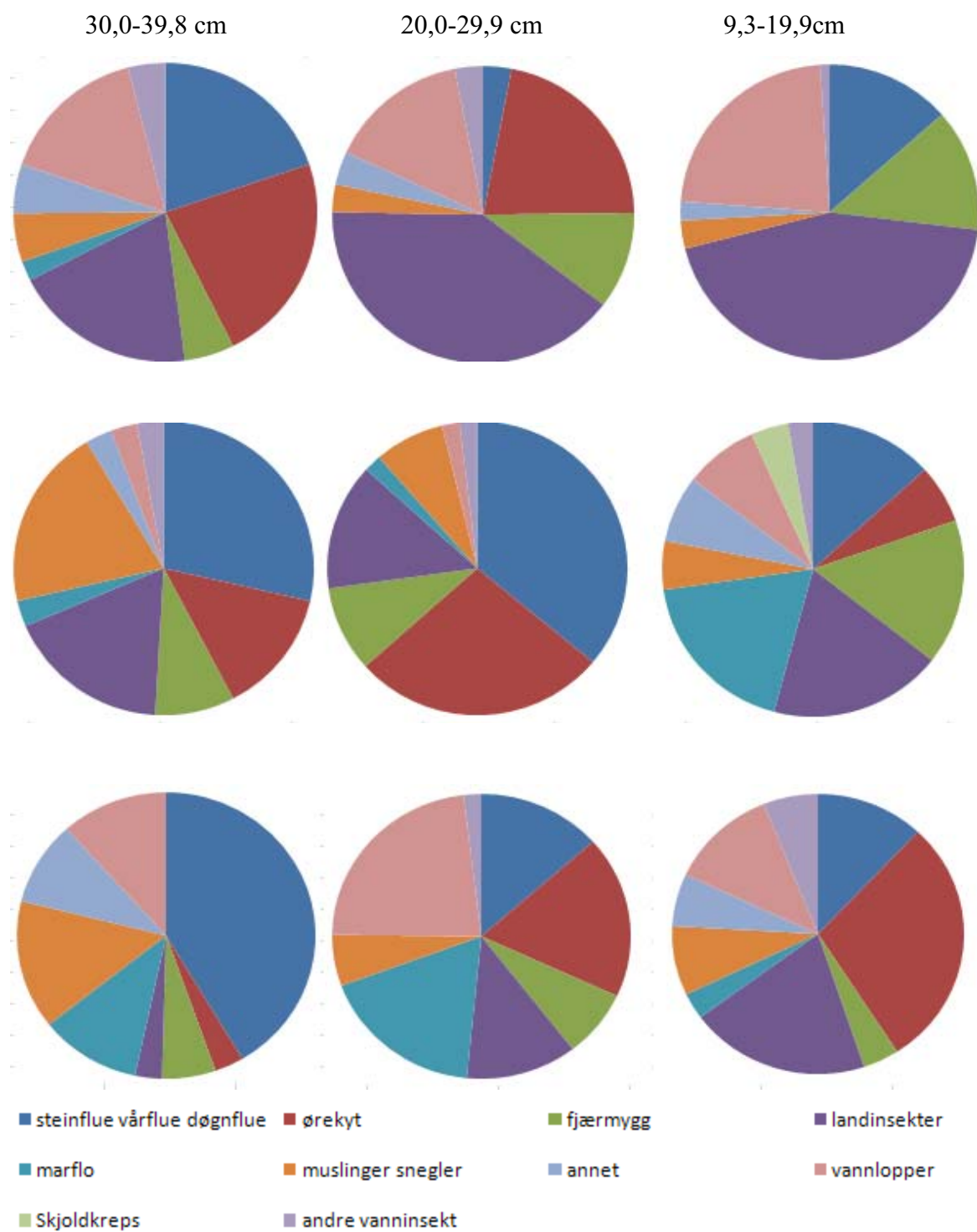
Lengdegrupper	Fangst(kg)	Avkastning (kg/ha)
9.0-14.9	2.6	0.03
15.0-19.9	21.1	0.27
20.0-24.9	17.7	0.23
25.0-29.9	30.5	0.39
30.0-34.9	50.2	0.65
35.0-39.9	14.8	0.19
40.0-42.9	2.3	0.03
Totalt	139.3	1.80

4.2 Diett

I den første perioden utgjorde landinsekter en forholdsvis stor del av det som ble registrert i mageprøvene, spesielt i lengdeklassen 9,0 - 20 cm (figur 4.7 og figur 4.8). Senere ble gruppen steinfluer, vårfluer og døgnfluer mer viktig. Det ble også funnet ørekyt i alle lengdegrupper i alle tre periodene, bortsett fra i lengdeklassen under 20 cm i første perioden. Mengden ørekyt som var spist varierte fra periode til periode. Av totalt 205 undersøkte mageprøver ble ørekyt funnet i 22, dvs. i 10,7 % av prøvene. Skjoldkreps ble funnet i en 17,7 cm lang ørret tatt i andre periode. Vannlopper hovedsakelig representert ved linsekreps (*Eurycercus lamellatus*), hadde et ganske bra innslag over hele sommeren, men var høyest representert i den første og den siste perioden. Marflo ble nesten ikke registrert i første periode, men gjorde litt mer innslag i de to påfølgende periodene, men fortsatt ikke veldig mye.



Figur 4.7 Volumprosent av ulike diettkategorier i tre lengdeklasser av ørret i Øvre Heimdalsvatn sommeren 2009 av totalt mageinnhold ved bruk av Hynes punktmetode for følgende tidsrom: Øverst: 24.6-3.7, i midten: 28.7-2.8, og nederst: 31.8-2.9.



Figur 4.8 Volumprosent av diettkategorier i mageprøver fra tre lengdeklasser av ørret i Øvre Heimdalsvatn sommeren 2009, basert på faktisk målt volum av diettkategoriene for følgende tidsrom: Øverst: 24.6-3.7, i midten: 28.7-2.8, og nederst: 31.8-2.9.

Den prosentvise mengden med landinsekter, og gruppen stein-, vår- og døgnfluer varierer forholdsvis mye mellom de to metodene. Mens for ørekyt virker det som om Hynes punktmetode er forholdsvis lik volummålingene som ble utført. Fjærmygg virker også å bli overestimert ved Hynes punktmetode. Det ser også ut som at de gruppene som det var forholdsvis lite av i den aktuelle lengdeklassen og perioden har hatt en tendens til å bli underestimert. Dette gjelder spesielt for vannlopper, mens de kategoriene som utgjør mye ser ut til å ha en tendens til å bli tilsvarende overestimert.

Den totale mengden med ørekyt som ble spist i perioden juni-september var 16 % hvis en tar hensyn til estimert antall fisk innenfor hver lengdegruppe. I gjennomsnitt var ørekyt viktigst for de to største lengdeklassene, med henholdsvis 18 og 19 % av mageinnholdet, mens den minste lengdeklassen hadde 12 % ørekyt (Tabell 4.3). Hvis dette er likt for resten av året, vil det si at ørreten i Øvre Heimdalsvatn spiste totalt 1162 kilo våtvekt med ørekyt. Dette fordeler seg med 399 kilo på lengdeklassen 9,3-19,9 cm, 546 kilo på lengdeklassen 20,0-29,9 cm og 217 kilo i lengdeklassen 30,0-39,8 cm. Dette forutsetter da at ørreten spiste den samme prosentandelen ørekyt i perioden oktober-mai som i perioden juni-september. Den høyeste predasjonsraten i prosent av magevolum, ble funnet i lengdeklassen 9,3-19,9 cm i september med 29 % (Tabell 4.3).

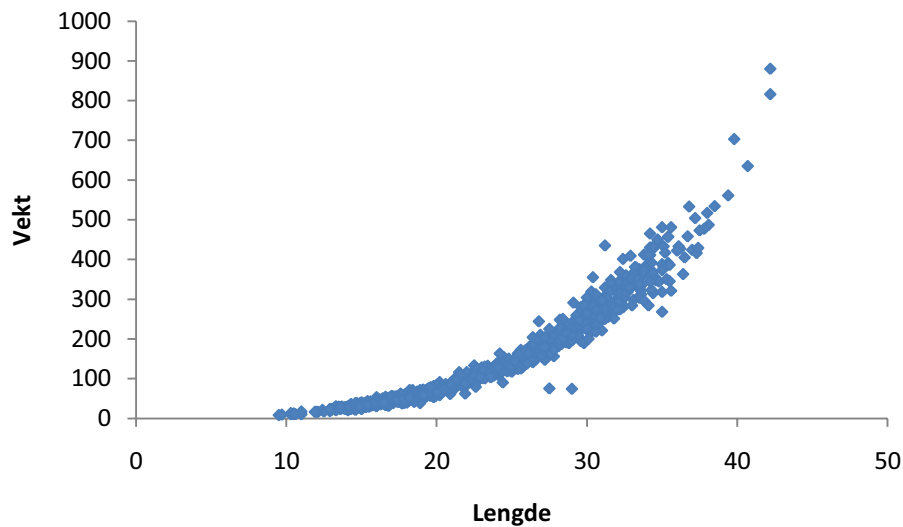
Tabell 4.3 Prosent ørekyt i mageprøvene for de ulike lengdeklassene for de forskjellige lengdeklassene i Øvre Heimdalsvatn Juni- September 2009.

Lengde/ Måned	9,3-19,9 cm	20,0-29,9 cm	30,0-39,8 cm
Juni-Juli	0 %	22 %	23 %
August	27 %	9 %	14 %
September	29 %	18 %	8 %
Gjennomsnitt	12 %	18 %	19 %

En tilsvarende beregning av mengden for kun månedene juni-september, gir at ørretbestanden har konsumert 511 kilo våtvekt med ørekyt.

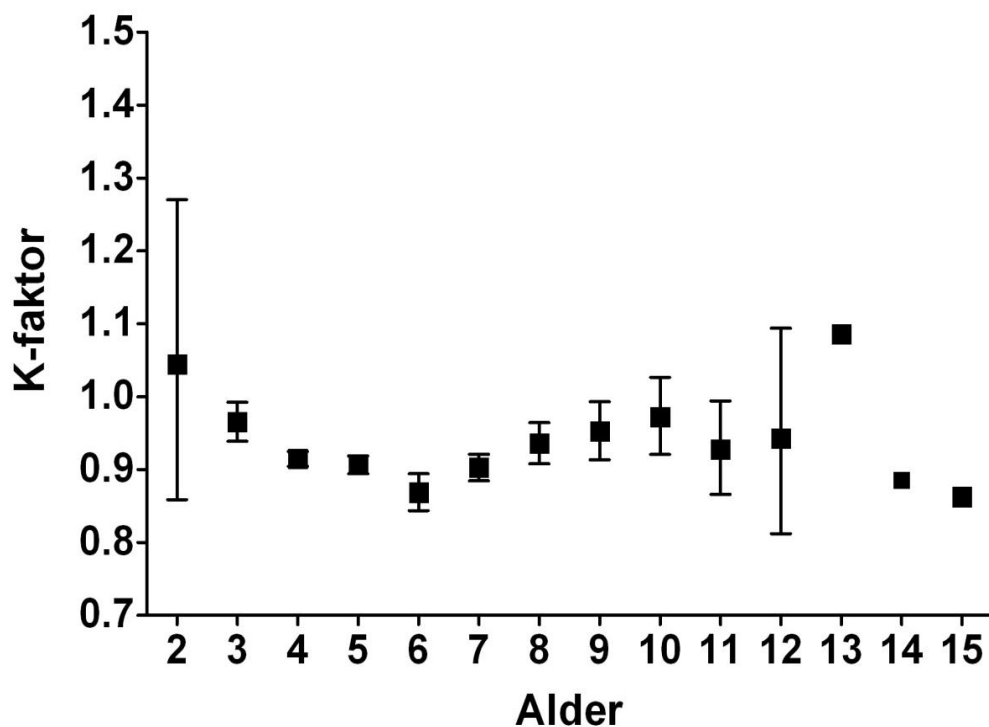
4.3 Kjøttfarge, kondisjon og kjønnsmodning

Individuell vekt av ørret i Øvre Heimdalsvatn sommeren 2009 kan beskrives som en funksjon av lengden ved $V \text{ (vekt i gram)} = 0,0105 * L \text{ (cm)}^{2,9542}$. Regresjonskoeffisienten ga en R^2 på 0,98 (figur 4.9). Med en b-verdi på 2,9542, dvs. like under 3,0, betyr dette at kondisjonsfaktoren minker med økende lengde på ørreten.



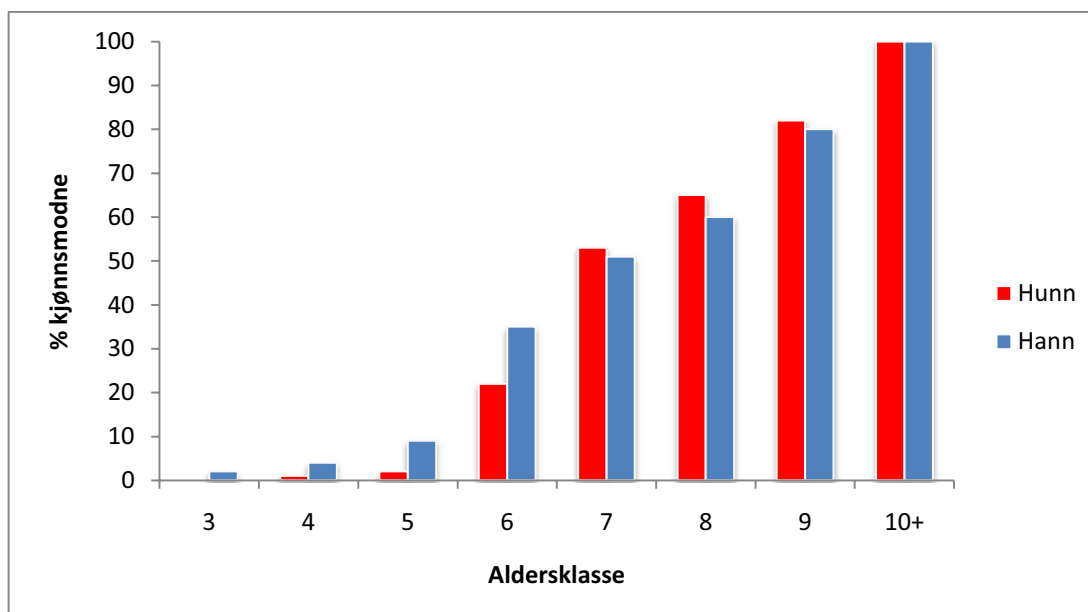
Figur 4.9 Sammenhengen mellom lengde (cm) og vekt (gram) for ørret tatt under kontrollfisket i Øvre Heimdalsvatn sommeren 2009. ($R^2=0,98$).

Bortsett fra den ene 13-åringen, er det bare to-åringer som har en gjennomsnittlig k-faktor over 1 (Figur 4.10). For 14- og 15-åringer er det også registrert kun en fisk i hver aldersklasse, men disse har en svært lav k-verdi (Figur 4.10).



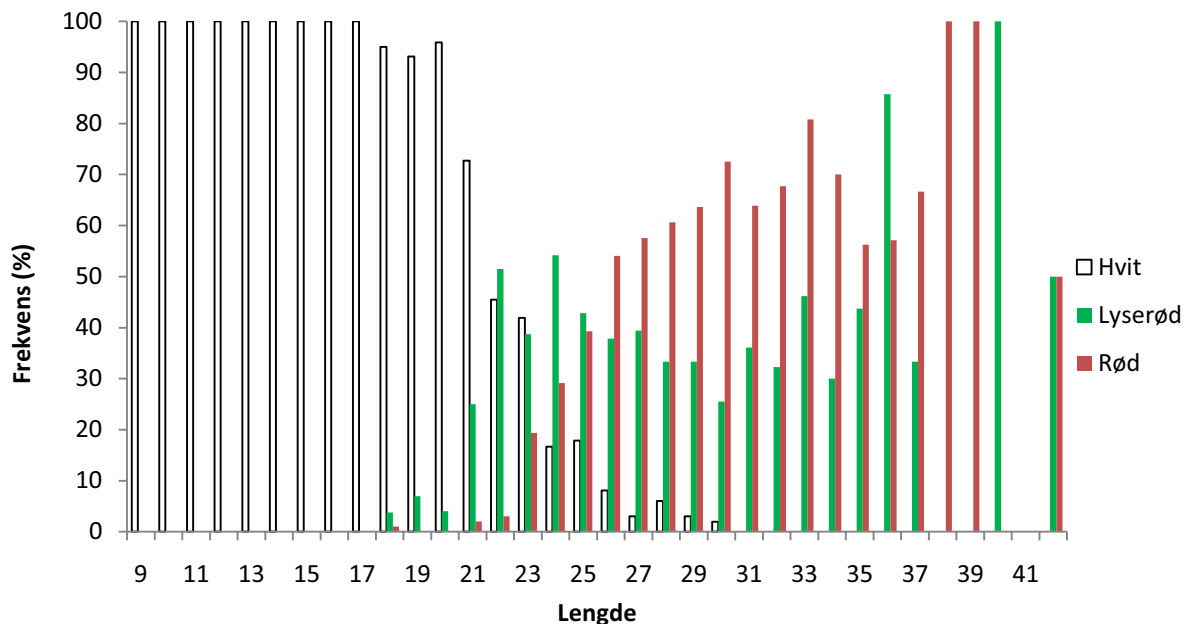
Figur 4.10. Gjennomsnittlig k-faktor for hver aldersklasse av ørret i Øvre Heimdalsvatn sommeren 2009. For 13-15-åringer er det kun én fisk i hver aldersklasse.

Det ble ikke registrert noen kjønnsmodne 2-åringer under kontrollfisket, men noen hanner ble kjønnsmodne som 3-åringer, mens ingen hunner ble kjønnsmodne før ved alder 4 år (Figur 4.12).



Figur 4.12. Andelen (%) kjønnsmodne hanner og hunner av ørret innen aldersklassene 3-10+ år tatt under kontrollfisket sommeren 2009.

Hvit er den helt klart dominerende fargen hos ørret opp til 21 cm, da tar lyserød over som den dominerende fargen (figur 4.13). Først ved 23 cm kommer rød kjøttfarge inn som mer vanlig, men det finnes noen få fisk med rød kjøttfarge alt fra 18 cm lengde.



Figur 4.13 Kjøttfarge (%) hos ørret tatt under kontrollfisket i Øvre Heimdalsvatn sommeren 2009.

5. Diskusjon

Totalestimatet for ørret i lengdeklasse 12,0-37,9 cm i juni 2009 var på 8123. Dette er det nest høyeste estimatet som foreligger etter 1993, men samtidig er det ingen tidligere estimat som har tatt med fisk helt ned i 12 cm (tabell 5.1) (Borgstrøm et al. 2010). Siden det ved notfisket som brukte de samme notplassene som tidligere, også ble tatt flere fisk enn i de andre årene, tyder det på at bestanden i juni 2009 har vært stor. Det høyeste estimatet etter 1993 er fra 2005 ,og viste da 8277 ørret mellom 13.0 og 36.9 cm (Bilstad & Bilstad 2006).

Tabell 5.1 Sammendrag av estimatene for ørret i Øvre Heimdalsvatn for perioden 1993-2006 (Borgstrøm et al. 2010) og for 2009.

år	lengde klasse (cm)	merket	kontrollert	gjenfangster	estimer antall i juni	95% konfidensintervall
1993	16.0-39.9	246	966	53	4560	3502-5932
1994	13.0-34.9	237	813	27	6919	4819-10305
1995	16.0-34.9	330	399	22	5757	3871-8946
1996	17.0-37.9	411	781	50	6317	4816-8479
1999	15.0-38.9	214	698	27	5367	3738-7994
2001	14.0-39.9	359	731	39	6588	4853-9182
2002	14.0-39.9	393	956	66	5628	4438-7131
2005	13.0-36.9	391	1646	77	8277	6640-10312
2006	15.0-37.9	383	522	40	4898	3619-6785
2009	12.0-37.9	570	1090	70	8123	6167-10079

Med en ørretbiomasse på 13,8 kg/ha i Øvre Heimdalsvatn i juni 2009, ville det trolig også uten ørekyt til stede begynt å nærme seg overbefolkning, dvs. markert for lite mat til den enkelte fisk. Med ørekyt til stede i tillegg, og med stort næringsoverlapp mellom ørret og ørekyt (Museth et.al 2010), vil det høyst sannsynlig bli næringsunderskudd. Med sluttresultat dårligere individuell tilvekst og lavere k-verdier. En viktig forskjell fra 2006 er at mens det dette året var en økning i k-faktor ved økende lengde, var det en synkende k-faktor ved økende lengde i 2009.

I 1958 ble ørretbestanden estimert til 16358 individer med alder fra 4 år og oppover i Øvre Heimdalsvatn (Jensen 1977). Bestanden ble halvert fram til 1963 ved hard utfisking (Tabell 5.2.), og andelen gammel fisk i bestanden gikk ned. Jevnlige undersøkelser etter 1993, viser at antall fisk over 4 år ligger ganske jevnt på rundt 6000, men med noe høyere antall både i 2005 og 2009.

Tabell 5.2 Estimert antall ørret ≥ 4 år ved vekststart i Øvre Heimdalsvatn 1958-1963 og 1970 (Jensen 1977), 1993-95 (Borgstrøm et al. 1996), 1996 (Markhus & Meland 1997), 2001-2002 (Hagen 2003), 2005 (Bilstad & Bilstad 2006) og i 2009 (egne data).

Alders- klasse	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1970	1993	1994	1995	1996	2001	2002	2005	2009
4	5048	3857	2387	3304	2207	4702	4178	1202	2466	1470	174	2334	2467	2002	2223
5	3338	3596	2775	1649	2149	1540	2856	851	1071	2294	1480	742	1695	2298	1406
6	2649	2418	2486	1765	928	1168	1000	654	718	1038	2300	377	463	1645	1454
7	2254	1786	1511	1271	724	401	586	506	392	619	981	544	256	779	926
8	1786	1174	959	585	394	189	-	811	216	257	388	673	293	524	627
>9	1283	936	897	588	289	161	-	1376	888	208	445	1717	703	430	533
Sum	16358	13767	11015	9162	6691	8161	-	5400	5751	5886	5768	6387	5877	7678	7169

Etter undersøkelsen til Bruun (1988) ser det ut til at predasjonen på ørekyt økte betraktelig (Hasle & Skjølås 1995, Markhus & Meland 1997, Hame & Holen 2001, Hagen 2003, Bilstad & Bilstad 2006), og reflekterer trolig at ørekytbestanden har vært stor. I 2005 utgjorde ørekyt den volummessig viktigste næringen for fisk over 20 cm (Bilstad & Bilstad 2006), og også i min undersøkelse utgjorde ørekyt et av de større bidragene i dietten til ørret. I tidligere undersøkelser har juni vært den måneden med størst predasjon på ørekyt (Lien 1981, Hasle & Skjølås 1995, Markhus & Meland 1997, Museth et al. 2002, Hagen 2003, Bilstad & Bilstad 2006). I 2009 begynte ikke diettundersøkelsen før den 24. juni, men predasjonen på ørekyt var høy også i august og september.

Ifølge beregningene for konsum av ørekyt i 2009, kan det se ut som om det er konsumert langt mer enn i 1999 da konsumestimatet var 138 kg (Museth et al. 2003). Men i motsetning til det som ble funnet i 1999, ser det nå ut til at det er et forholdsvis jevnt innslag av ørekyt gjennom hele sesongen. I 1999 utgjorde ørekyt kun 0,8 % av mageinnholdet til lengdeklassen over 30 cm i tidsrommet fra juli til september (Museth et al. 2003), mens det i 2009 ble funnet 11 % for samme lengdeklasse i august - september. Tilsvarende er det vesentlig høyere innslag av ørekyt i de andre lengdeklassene i 2009 sammenliknet med 1999. Det totale estimatet på 1162 kilo spist er langt høyere enn totalestimatet på 365 kg for ørekyt over 55 mm i innsjøen i 1999 (Museth et al. 2002). Bestandsestimatet for ørekyt over 55 mm i 2000 var på 163 kilo (Museth et al. 2002). Ut fra dette er det lite trolig at ørreten skal ha spist like mye ørekyt gjennom hele året som den gjorde i perioden juni-september, for den vil i så fall

ha konsumert tre ganger så mye som det ble estimert i vannet i 1999. Hvis konsumet foregikk kun i perioden juni-september blir likevel estimatet på 511 kilo, større enn totalbestanden i 1999. En mulig forklaring på dette kan være at mengden ørekyt i vannet har vært underestimert, men også at predasjonen i 2009 er noe overestimert. Det er nok også sannsynlig at energiinntaket som ble regnet med er for høyt siden ørreten i 2009, og i årene etter 1993, har hatt en betydelig dårligere vekst enn i 1970 (Borgstrøm et al. 2010). Men selv ved et halvert energiinntak, er konsumet av ørekyt mye høyere enn ved tidligere undersøkelser (Museth et al. 2003). Siden biomassen av ørret var stor i 2009, kan det jo også tenkes at viktige næringsdyr som bl. a. marflo er mer nedbeitet enn tidligere, og at ørreten av den grunn har slått mer over på ørekytdiett. Dersom det er en faktisk økning i konsumet av ørekyt, kan det slå ut i høyere kvikksølvinnhold i ørreten enn det som ble funnet av Jenssen et al. (2010), og dette burde følges opp med flere kvikksølvanalyser i årene som kommer.

Både skjoldkreps og marflo er viktig næring for ørret i høyfjellsvann (Aass 1969). Dette var også tilfellet i Øvre Heimdalsvatn i perioden 1969-72, mens ørekyten ennå kun var i etableringsfasen (Lien 1978). En liknende undersøkelse utført i tidsrommet 1975-77 viste en nedgang i mengden med marflo og skjoldkreps, mens ørekyt da hadde kommet inn i dietten (Lien 1981), og marflo i Øvre Heimdalsvatn er trolig begrenset av ørekyt (Brittain et al. 1988). En undersøkelse i 1985 viste en ytterligere reduksjon av mengden marflo i dietten, men skjoldkreps forekom fremdeles (Bruun 1988). Mengden marflo i dietten økte igjen i senere undersøkelser (Hasle & Skjølås 1995, Markus & Meland 1997) for så å gå ned igjen til 1999 (Hame & Holen 2001). Mens den på 2000 tallet igjen gikk opp til mengden som var midt på 1990 tallet (Hagen 2003, Bilstad & Bilstad 2006), og det er ikke noe som tyder på at bestanden har gått ned noe særlig de senere år. I 2009 ble det registrert forholdsvis lite marflo i dietten. Det høye innslaget av ørekyt i ørretens diett, kan være en indikasjon på at ørekytbestanden er større enn tidligere, eller at andre næringsdyr som marflo nå er sterkere nedbeitet enn før. Likevel ble skjoldkreps funnet i en mageprøve, og dette er kun andre gang etter 1993 at den er funnet i mageinnholdet hos ørret i Øvre Heimdalsvatn. Hagen (2003) fant tre eksemplarer av skjoldkreps i mageinnholdet hos ørret i 2002.

Siden biomassen av ørret var nærmere 14 kg/ha i juni 2009, kan det alene antyde at bunndyrene blir hardt beita. Også den nedadgående trenden i k-verdi med økende fiskelengde er en antydning om at det er for lite mat tilgjengelig for ørreten i Øvre Heimdalsvatn. Tidligere er det vist at det ved økt beskatning var mulig på få år å redusere ørretbestanden i

Øvre Heimdalsvatn, fra nesten 20 kg/ha til rundt 8 kg/ha (Jensen 1977). En reduksjon fra dagens nivå vil høyst sannsynlig gi bedre individuell vekst og kvalitet på fisken. Samtidig vil det være viktig å opprettholde predasjonstrykket på ørekyt for å holde denne bestanden nede. Dette kan kanskje gjøres ved å ta ut mer ung fisk og dermed redusere bestanden, men samtidig begrense uttaket av stor fisk, dvs. ørret i lengdeklassen over 30 cm, siden den største ørreten har mest ørekyt i sin diett. I tillegg kan det også settes inn teinefiske etter ørekyt. For selv om et slikt fiske har vist seg å være mest effektivt i mindre og grunnere vann (Taugbøl et al. 2002), vil det bidra til å redusere bestanden. Samlet kan en manipulering med sammensetningen av ørretbestanden og teinefiske etter ørekyt bidra til at Øvre Heimdalsvatn blir et attraktivt sportsfiskevann.

6. Referanser

- Aass, P. 1969.** Crustacea, especially *Lepidurus articus* Pallas, as brown trout food in Norwegian mountain reservoirs. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 49: 183-201.
- Bilstad, A., Bilstad, B. 2006.** Bestandsdynamikk hos ørret (*Salmo trutta*) i Øvre Heimdalsvatn 36 år etter etablering av ørekyt (*Phoxinus phoxinus*). Masteroppgave i skogfag, Institutt for naturforvaltning, Universitetet for Miljø- og Biovitenskap Ås. 51 s.
- Borgstrøm, R., Brabrand, Å. 1996.** Spredning av fiskearter; Mindre geografisk variasjon og endret artsdominans. Fagnytt naturforvaltning 3(5): 1-4.
- 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., Museth, J., Brittain, J. E. 2010.** The brown trout (*Salmo trutta*) in the lake, Øvre Heimdalsvatn: long term changes in population dynamics due to exploitation and the invasive species, European minnow (*Phoxinus phoxinus*). Hydrobiologia 642: 81-91.
- 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.
- 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.
- 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*). Hovedoppgave 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. Journal of Fish Biology 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.
- Hesthagen, T., Hegge, O., Skurdal, J. 1992.** Food choice and vertical distribution of European minnow, *Phoxinus phoxinus*, and young native stocked brown trout, *Salmo trutta*, in the littoral zone of a subalpine lake. *Nordic Journal of Freshwater Research* 67:72-76.
- 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.
- Jenssen, M.T.S, Borgstrøm, R., Salbu, B., Rosseland, B.O. 2010.** The importance of size and growth rate in determining mercury concentrations in European minnow (*Phoxinus phoxinus*) and brown trout (*Salmo trutta*) in the subalpine lake, Øvre Heimdalsvatn. *Hydrobiologia* 642: 115-126.
- Kloster, A. E. 1978.** Physical and chemical properties of the waters of Øvre Heimdalen. *Holarctic Ecology* 1: 117–123.
- 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. *Holarctic Ecology* 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 subalpine lake: habitat use and longterm changes in population dynamics. – *Journal of Fish Biology* 60:1308–1321.
- Museth, J., Borgstrøm, R., Hame, T., Holen, L. Å. 2003.** Predation by brown trout: a major mortality factor for sexually mature European minnows. *Journal of Fish Biology* 62: 692-705.
- Museth, J., Hesthagen, T., Sandlund, O. T., Thorstad, E. B., Ugedal, O. 2007.** The history of the minnow *Phoxinus phoxinus* (L.) in Norway: from harmless species to pest. *Journal of Fish Biology* 71: 184-195 .

- Ricker, W. E. 1975.** Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Board Can. 191, 382s.
- Taugbøl, T., Hesthagen, T., Museth, J., Dervo, B., 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., Sundheim, L. 2003.** Introduerte arter. Med fokus på problemarter for Norge. NINA oppdragsmelding 772:1–58.
- Vik, R. 1978.** The lake Øvre Heimdalsvatn – a subalpine freshwater ecosystem: Introduction. Holarctic Ecology 1: 84–88.
- Weidema, I. R. (red) 2000.** Introduced Species in the Nordic Countries. – NORD 2000:13. 244 p.