

Ørretbestanden (*Salmo trutta*) i Krokavatn, Ullensvang
statsallmenning - én vellykket årsklasse kan gi overbefolkning

The population of brown trout (*Salmo trutta*) in Lake Krokavatn,
Ullensvang - one strong year-class may cause overpopulation

Monica Slåttum og Lene Takvam

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



Forord

Denne oppgaven markerer avslutningen på vårt Mastergradstudium ved Institutt for naturforvaltning, Universitetet for miljø- og biovitenskap (UMB). Oppgaven er på 30 studiepoeng.

Professor Reidar Borgstøm ved Institutt for naturforvaltning har vært veileder for oppgaven. Vi vil takke han for gode råd og stort engasjement underveis i skriveprosessen, og for god hjelp og instruksjon under feltarbeidet.

En stor takk til Instituttet for lån av telt, båt og utstyr under feltarbeidet, og til fellesstyret for Ullensvang statsallmenning som har stilt Krokavatn til vår disposisjon. Vi vil også takke John Gunnar Dokk, avdelingsingeniør ved Institutt for naturforvaltning, for en sterk rygg og god hjelp under feltarbeidet, samt seniorforsker Øystein Johnsen, ved Norsk institutt for skogforskning, for god hjelp med statistikken.

En stor takk til Hans Olav Haug Egge, Steinar Slåttum og Lars Takvam for trivelig selskap og uvurderlig hjelp under feltarbeidet.

Vertskapet på Litlos turisthytte har lagret utstyr, tørket telt, og bidratt til en trivelig avkobling fra fisket. Tusen takk!

Vi vil også takke Pernille Sandemose, Ragnhild Nesheim og Olav Mo for å ha lest korrektur på oppgaven.

Universitetet for miljø- og biovitenskap

Mai 2006

Monica Slåttum

Lene Takvam

Sammendrag

Målet for denne oppgaven har vært å undersøke hvilke konsekvenser en sterk årsklasse har hatt for diett, vekst og kvalitet hos ørreten (*Salmo trutta*) i Krokavatn. Krokavatn ligger øverst i Kvennavassdraget på den vestlige delen av Hardangervidda. Eneste fiskeart i vannet er ørret.

I alt ble 435 fisk fanget med settegarn (maskevidder 13-45 mm), pelagiske garn og profundale garn (maskevidder 16-45 mm) i perioden 22/7 til 3/8 2005. Det ble tatt otolitter, skjellprøver og målt lengde og vekt på alle fiskene. Mageprøver ble tatt av ti fisk i lengdeklassene 10,0–19,9 cm, 20,0-29,9 cm, 30,0–39,9 cm og ≥ 40 cm. Samtidig registrerte vi kjøttfarge, kjønn og kjønnsutvikling på alle fiskene. Bestandsstørrelsen ble estimert ut i fra fangst pr. innsatsenhet.

Det ble utført et lignende prøvefiske i Krokavatn i 1987/88. Estimatet for bestanden i 2005 ble betraktelig høyere enn de estimatene som ble gjort i 1987/88. Ut fra bestandsestimatene hadde biomassen økt fra henholdsvis 5,3 kg/ha og 2,6 kg/ha i 1987 og 1988 til 12,8 kg/ha i 2005.

Kondisjonsfaktoren viste en klar nedgang fra 1987/88 til 2005. Fisk som ble fanget i 2005 og var 10,0-19,9 cm og 20,0-29,9 cm hadde relativt god kondisjon ($k=0.98$, $k=0.92$), mens fisk som var 30-39,9 cm hadde dårlig kondisjon ($k=0.8$). Fisk over 40 cm var sterkt avmagret ($k=0.67$). Fisken i 1997-årsklassen (åtteåringer) utgjorde 90 % av fangsten. Den årlige tilveksten i denne årsklassen var lav i 2004, og noen fisk hadde stagnert i vekst.

Den store bestandstettheten har trolig ført til økt næringskonkurranse og nedbeiting av skjoldkreps (*Lepidurus arcticus*). Nedsatt næringstilgang har ført til lavere tilvekst og dårligere kondisjon hos fisken. Den store 1997-årsklassen ser ut til å ha ført til overbefolkning i vannet.

Slik forholdene nå er i Krokavatn vil det være sikrest å redusere maskevidden på garn fra 45 mm, som har vært minste tillatte maskevidde til nå, til å sette en øvre grense for tillatt maskevidde på f.eks. 35-39 mm. Dette for å øke beskatningen på mindre fisk og dermed redusere bestandstettheten og gi økte individuelle vekstrater. Dette kan i perioder med lav rekruttering gi dårlig vekstutnytting for rekruttene i bestanden, men siden store årsklasser gjentatte ganger har gitt overbefolkning i vannet er det likevel bedre å sikre seg mot en slik overbefolkning ved å sette slike maskeviddebegrensninger ved garnfisket.

Abstract

This paper is based on a study of brown trout (*Salmo trutta*) in Lake Krokavatn, located on the western part of Hardangervidda mountain plateau, in the upper part of the Kvenna watercourse. Brown trout is the only fish species in the lake. The objective of our study was to evaluate the effect of strong year-classes on diet, growth and quality of the brown trout.

A total of 435 brown trout were caught by gillnetting in the littoral (mesh size 13-45 mm), pelagic (mesh size 16-45 mm) and profundal (mesh size 16-45 mm) zone from July 22 to August 3. Otoliths and scales were taken for age determination and back-calculation of length. Weight and total length were measured on all fish. Stomach contents of 10 fish in length-classes 10,0–19,9 cm, 20,0–29,9 cm, 30,0–39,9 cm and ≥ 40 cm were analyzed. Flesh colour, sex and gonadal development were determined. The population density was estimated by catch per unit effort (CPUE).

A similar study was carried out in Lake Krokavatn in 1987/88. Estimated trout population was significantly higher in 2005 than in 1987/88. Estimated biomass had increased from 5,3 kg/ha and 2,6 kg/ha in 1987 and 1988 respectively, to 12,8 kg/ha in 2005.

From 1987/88 to 2005 there was a significantly decrease in the condition factor. Trout in length-classes 10,0-19,9 and 20,0-29,9 cm was in a relative good condition ($k=0,98$, $k=0,92$), while trout 30-39,9 cm was in poor condition ($k=0,8$). Trout ≥ 40 cm was in very poor condition ($k=0,67$). Year-class 1997 (eight years old) comprised 90 % of the total catch. The annual growth in length of individuals in this age-class was low in 2004, and some fish had no increase in growth this year.

The absence of *Lepidurus arcticus* is probably due to the high trout density. Reduced food resources have caused reduced growth rates and poor condition. The large number of fish in year-class 1997 seems to have resulted in overpopulation.

We suggest that mesh size of gillnets should be reduced from the minimum 45 mm allowed today, to maximum 35-39 mm, to increase the exploitation of smaller fish, and thereby reduce the population density, and increase individual growth rates.

Innholdsfortegnelse

Forord	i
Sammendrag	ii
Abstract	iii
1 Innledning.....	1
2 Områdebeskrivelse	3
2.1 Geologi	5
2.2 Siktedyp og pH.....	5
2.3 Temperatur	5
2.4 Fisket i Krokavatn	5
3. Metode.....	7
3.1 Siktedyp og vannfarge.....	7
3.2 Planktonprøver	7
3.3 Garnfiske	7
3.4 Prøvetaking.....	9
3.5 Aldersbestemming.....	10
3.6 Mageprøver	11
3.7 Kondisjonsfaktor og vekst.....	12
3.8 Bestandsestimering.....	14
3.9 Biomasse	14
3.10 Statistikk.....	14
4 Resultat.....	16
4.1 Fangst og habitatbruk	16
4.2 Habitatbruk hos hann- og hunnørret.....	22
4.3 Bestandstetthet	24
4.4 Aldersfordeling.....	24
4.5 Årlig vekst	25
4.6 Kondisjon og kjøttfarge.....	27
Lengde-vekt forhold	27
Kondisjon	28
Kjøttfarge	29
4.7 Kjønnsmodning	29
4.8 Ernæring	30
4.9 Zooplankton	34
5 Diskusjon.....	36
Bestandstørrelse, struktur og vekst.....	36
Næring og habitat	39
6 Konklusjon	41
7 Litteraturliste	42

1 Innledning

Ørreten (*Salmo trutta*) gyter helst i rennende vann, men kan også gyte i innsjøer (Jonsson 1992). Gyteplasser i en innsjø vil hovedsaklig være lokalisert der det er tilfredsstillende substrat og et konsentrert og kontinuerlig tilsig av grunnvann inn gjennom innsjøbunnen (Brabrand et al. 2002). Når ørreten gyter i rennende vann kan ørretungene vandre ut i innsjøen allerede i sin første sommer (Borgstrøm 2000). Den kan imidlertid også vandre ut i innsjøen når den er så gammel som 4 år og eldre (Borgstrøm & Museth 2005), eller den kan vandre frem og tilbake mellom innsjø og elv gjennom sommeren (Lien 1978). Hvilken strategi ørretungene bruker vil være avhengig av vannføring, substrattype, temperatur og oppvekstområder (Borgstrøm 1995). Øverst i et nedbørsfelt vil vannføringen ofte være liten, og ørreten vil ha lite oppvekstareal på rennende vann. Hvis det også er lite snø kan elven fryse og ta livet av hele årsklasser av egg og parr (Borgstrøm & Museth 2005).

Lave sommertemperaturer, kort vekstsesong og lave konsentrasjoner av næringssalter begrenser produksjon av planter og næringsdyr i høyfjellssjøer (Borgstrøm 2000), og primærproduksjon vil generelt synke med økende høyde over havet (Økland & Økland 1998). I Øvre Heimdalsvatn i Jotunheimen, utgjør lauv av vier (*Salix spp.*), dvergbjørk (*Betula nana*) og bjørk (*Betula pubescens*) det dominerende alloktone partikulære materialet (Larsson et al. 1978). Dette materialet utgjorde nesten halvparten av produksjonsgrunnlaget for evertebrater i innsjøen (Larsson et al. 1978). Innsjøer som ligger over lavalpin sone vil derfor ha betydelig mindre mengde evertebrater og gi lavere produksjonsgrunnlag enn innsjøer som Øvre Heimdalsvatn. Konsekvensen blir at vi må regne med lavere fiskeproduksjon i høyere liggende innsjøer.

Grunnlaget for fiskeproduksjonen i høyfjellet er evertebrater, dvs. i første rekke insekter, krepsdyr og snegl (Lien 1978, Borgstrøm 2000). Ørreten er en generalist, og dietten vil variere fra vann til vann og gjennom året (Johnsen 1978, Schei & Jonsson 1989).

I mange høyfjellsvann vil marflo (*Gammarus lacustris*) og skjoldkreps (*Lepidurus arcticus*) være spesielt viktig fiskeføde (Muniz 1968, Aass 1969). Men i tette ørretbestander kan skjoldkreps bli nedbeitet på et tidlig utviklingsstadium (Borgstrøm 1997), mens nedbeiting av marflo er kjent fra tette bestander av røye (Amundsen 1989). Etter utfisking i Øvre Heimdalsvatn økte innholdet av skjoldkreps og marflo i ørretmager (Lien 1978). De store næringsdyrene marflo, skjoldkreps og snegl gir grunnlaget for at ørreten kan vokse seg stor

også etter kjønnsmodning (Borgstrøm 1995). Det vil derfor være en klar sammenheng mellom bestandstetthet og potensialet ørreten har for å oppnå stor individuell vekst (Backiel & LeCren 1967, Borgstrøm 1995).

Krokavatn i Ullensvang statsallmenning på Hardangervidda var høyst sannsynlig fisketomt fram til 1936/37. Etter det ble det satt ut ørret her, sannsynligvis fra Bjornesfjorden (Sønstebø et al. 2006). Denne fisken hadde trolig bra vekst, siden det i 1949/50 ble fanget fisk på rundt fem kilo (Ingebrigtsen & Kambestad 1990). Utover 50-tallet var ørret på 2-3 kg vanlig, men ved prøvefisket i 1967 var fisken blitt mindre (Muniz 1968). Ved prøvefiske i 1979 bestod bestanden av hovedsakelig 7-9 åringer og noen 2-3 åringer (Kildal 1982). De mindre individene var i ganske god kondisjon, men fisk over 40 cm var relativt mager. I 1987/88 var tettheten lav, med mange årsklasser og mye gammel fisk i dårlig kondisjon (Ingebrigtsen & Kambestad 1990). Fra 1989 til 1996 var det ingen rekruttering (Borgstrøm & Museth 2005), og under prøvefisket i 1998 var fangsten mest eldre fisk over 30 cm, der halvparten hadde dårlig kondisjon (Gjelsvik 1999). I 1997 kom imidlertid en sterk årsklasse som nå dominerer bestanden i Krokavatn (Borgstrøm & Museth 2005). Målet for denne oppgaven har vært å undersøke hvilke konsekvenser denne sterke årsklassen har hatt for diett, vekst og kvalitet hos ørreten i Krokavatn.

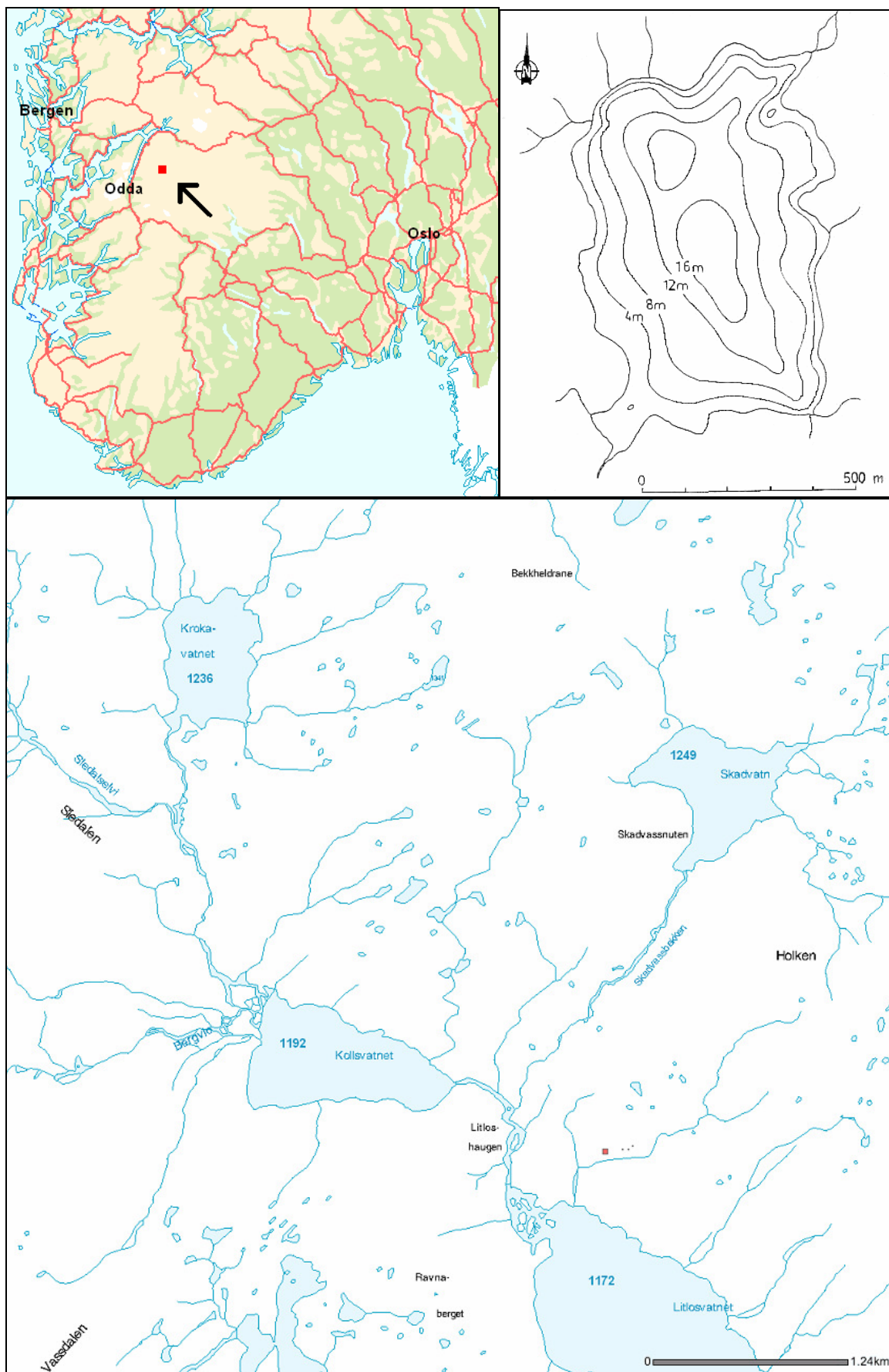
2 Områdebeskrivelse

Krokavatn, 1236 m.o.h., ligger sørvest i Hardangervidda nasjonalpark i Ullensvang statsallmenning (Figur 2.1 og 2.2) (Norges geologiske undersøkelse 04.05 2006).

Vannet har et nedslagsfelt på 4,5 km² og et areal på 0,45 km² (45 ha) (Ingebrigtsen & Kambestad 1990). Ingebrigtsen og Kambestad (1990) målte dyp ned til 16 m, men vi oppdaget dyp på over 20 m i den nordøstre delen av vannet (Figur 2.2). Vannet har flere små innløpsbekker. Utløpselven renner inn i Sledalselvi og gir et deltalignende innløp til Kollsvatn. Krokavatn ligger øverst i Kvennavassdraget, som drenerer sørøst til Skien/Porsgrunn (Norges geologiske undersøkelse 04.05 2006).



Figur 2.1: Krokavatn sett fra Sledalsrusti i juli 2005.



Figur 2.2: Geografisk plassering (Norges geologiske undersøkelse 04.05.06) og dybdekart (Ingebrigtsen & Kambestad 1990) av Krokavatn.

2.1 Geologi

Nedslagsfeltet ligger i en skyveforkastning og har hovedsakelig fylittgrunn med innslag av kvartsitt nordøst i feltet (Norges geologiske undersøkelse 04.05 2006). Fyllitt er en kalkholdig bergart som forvitrer lett (Andersen 1974). Dette gir god vannkvalitet og gode vekstforhold for kalkkrevende og botanisk interessante arter (Figur 2.4) (Abrahamsen 1974, Lye 1974). Vegetasjonen i feltet er karakteristisk for høyfjellet. Arter som gir mye alloktont materiale til innsjøen, f.eks. vier, er bare i liten grad til stede.

2.2 Siktedyp og pH

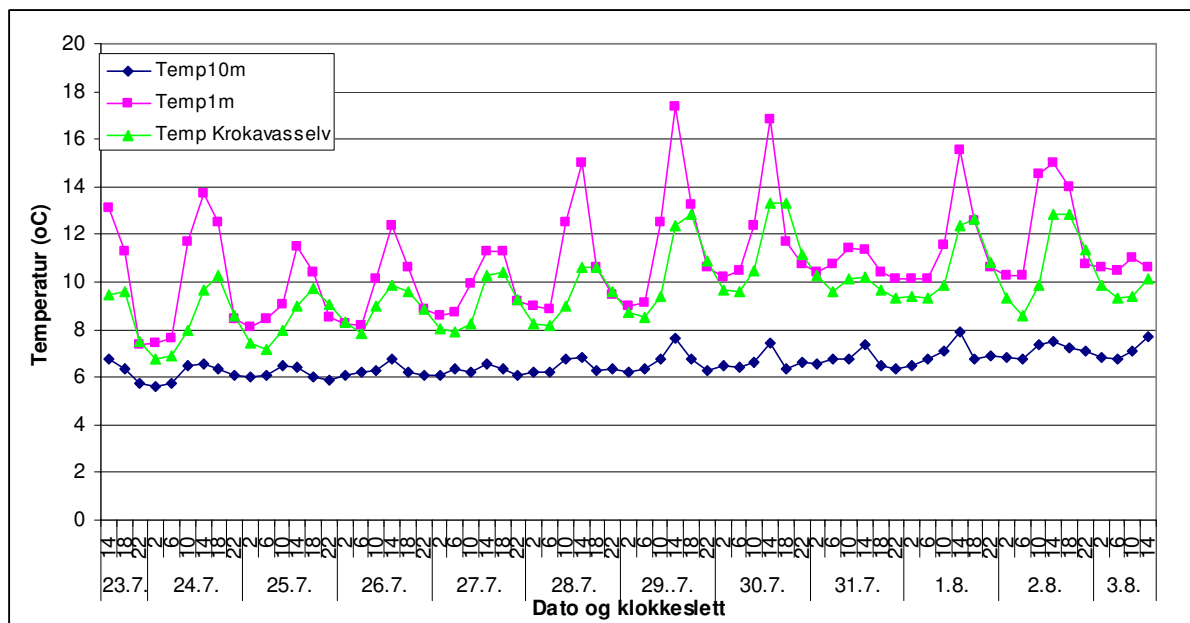
I Krokavatn 26/7 2005 ble det målt et siktedyp på 14 m, og vannets farge ble satt til blågrønn. Fargen tyder på at innsjøen er næringsfattig og rik på kalsium (Økland & Økland 1998). pH ble målt til 6,8 i 1988 og 1989 (Ingebrigtsen & Kambestad 1990). Hvis en sammenligner dette med nyere pH-målinger gjort i omliggende vann (Skjelkvåle & Henriksen 1998), er det sannsynlig at disse verdiene er uforandret.

2.3 Temperatur

I begynnelsen av feltperioden (22/7-3/8 2005) var det fortsatt litt is på vannet. Temperaturen i feltperioden gikk opp ca 3 °C i utløpselven og ved 1 m dybde i Krokavatn, mens den gikk opp ca 1 °C ved 10 m dybde (Figur 2.3). Temperaturen varierer regelmessig, og trenden med høy temperatur midt på dagen gjelder for både elv og innsjø. Variasjonene mellom dag og natt er større på 1 m dyp enn i utløpselven, mens temperaturen på 10 m dyp er relativt stabil. Utløpselven har lavere temperatur enn ved 1 m dyp fordi elven får innblandet vann fra dypere og kaldere vann.

2.4 Fisket i Krokavatn

Eneste fiskeart i Krokavatn er ørret (*Salmo trutta*), og det blir drevet fritidsfiske med garn i vannet av folk som er bosatt i Ullensvang og Odda kommune. Sportsfiske er også utbredt i vannet med hovedvekt på flue- og slukfiske med stang. Frem til i dag har garnfisket foregått med 45 mm som minste tillatte maskevidde (Borgstrøm 2005). I senere tid har det vært liten beskatning i vannet.



Figur 2.3: Temperatur i Krokavatn og utløpselven 23/7-3/8 2005. Automatisk avlesning med tinytag¹² temperaturloggere hver 4 time.



Figur 2.4: Reinrose (*Dryas octopetala*) og engsoleie (*Ranunculus acris*) ved Krokavatn i 2005

3. Metode

Feltarbeidet ble gjennomført i perioden 22/7 til 3/8 2005. Det ble målt siktedyp, tatt planktonprøver, utført prøvefiske, tatt otolitter, skjell- og mageprøver. Videre ble materialet bearbeidet på fiskelaboratoriet på Universitetet for miljø- og biovitenskap (UMB) i perioden 3/1 til 24/2 2006.

3.1 Siktedyp og vannfarge

Siktedypet og vannfargen ble målt for å finne ut hvilken innsjøtype Krokavatn var.

Siktedypet ble målt 100 m fra land på østsiden av vannet. Det ble brukt en Secci-skive med diameter på 25 cm. Siktedypet er definert som det dyp der skiven ikke lenger kan sees (Økland 1983). Vi registrerte vannfargen mot Secci-skiven ved halvparten av siktedypet.

3.2 Planktonprøver

Det ble tatt planktonprøver for å se på forekomsten av dyreplankton i vannet.

Planktonprøvene ble tatt 100 m fra land på østsiden av vannet; 26/7, 30/7 og 2/8 2005.

Prøvene ble tatt med en Schindlerfelle med volum på 15 liter og maskestørrelse 45µm på duken. Det ble laget en samleprøve fra 2, 4, 6, 8 og 10 meters dyp. Prøvene ble fiksert i Lugols løsning og sprit.

På laboratoriet ble alle individer av hoppekreps og *Bosmina sp.* fra prøvene 26/7, 30/7 og 2/8 2005 og 22/7 2004 (samlet inn av R. Borgstrøm) telt. Lengden ble målt på 100 *Bosmina sp.* i prøvene fra 30/7 2005 og 22/7 2004. Lengden ble målt med måleokular i lupe. Dette ble gjort for å se om det var forskjell på sammensetning og lengde på zooplankton fra 2004 til 2005.

3.3 Garnfiske

Garnfisket ble utført fra 22/7 til 3/8 2005, for bl.a. å få et estimat på bestandsstørrelsen med fangst pr. innsats, og for å få en oversikt over alderssammensetningen hos ørret i vannet.

Oversikt over garntyper, maskevidder og antall garnnetter er vist i tabell 3.1. En garnnatt er definert som garn satt ut kl. 20:00 og tatt opp kl. 08:00.

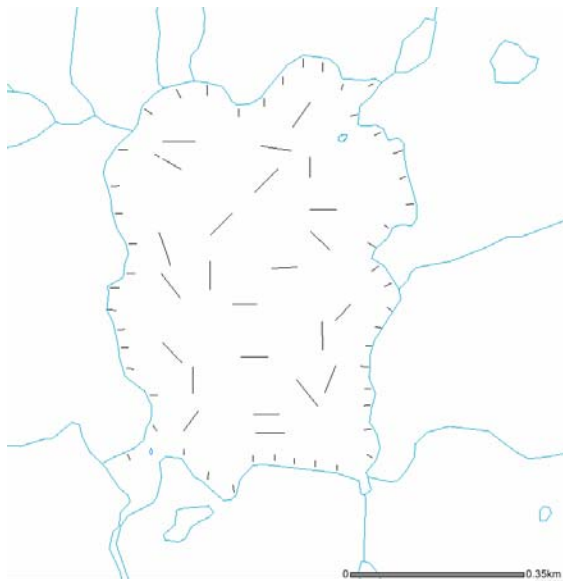
Tabell 3.1: Oversikt over hvilke maskevidder og garninnsats (garnnetter) som ble brukt under fisket i Krokavatn 22/7 – 3/8 2005. Størrelsen på garna er satt i parentes (høyde x lengde).

Maskevidde - mm	Settegarn (1,5 m x 25 m)	Pelagiske garn (4 m x 25 m)	Profundale garn (4 m x 25 m)
13	10	1	1
16	10 (1,5 m x 30 m)	8 (6 m x 25 m)	1 (6 m x 25 m)
19,5	10	8	1
22,5	10	8	1
26	10	8 (8 m x 25 m)	1 (8 m x 25 m)
29	10	8	1
32	10	8	1
35	10	8	1
39	10	8	1
45	10	8	1

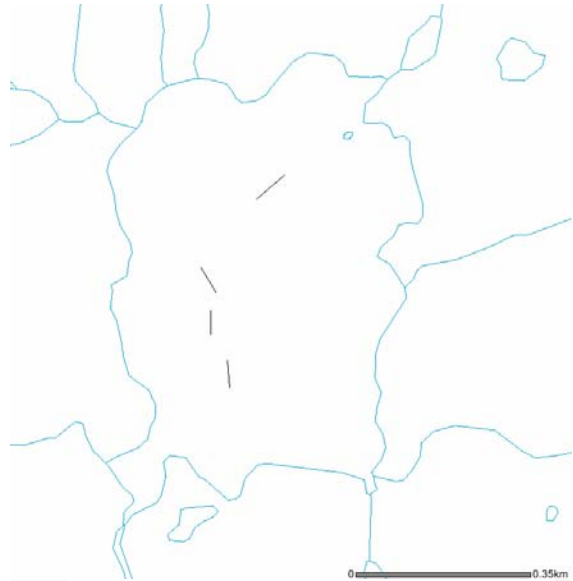
Den 22/7 og 23/7 2005 ble det utført fiske både på dagen og natten med settegarn og pelagiske garn. Grunnet dårlig fangst på dagen ble dagfisket avsluttet etter to dager. Garna om dagen ble satt ut kl. 10:00 og tatt opp kl. 18:00, dette er definert som en garndag. Alle maskeviddene i settegarn og pelagiske garn ble fisket med en garndag hver. Fra 24/7 ble det bare fisket om natten med pelagiske garn og settegarn. Det ble fisket en natt (31/7-1/8) med profundale garn (Figur 3.2).

De pelagiske og profundale garna var 25 meter lange og 4 meter dype, bortsett fra 16 mm og 26 mm, som var henholdsvis 6 og 8 meter dype. Settegarna var 25 meter lange og 1 ½ meter dype, bortsett fra 16 mm som var 30 meter langt. Ved beregning av fangst pr. innsatsenhet er det korrigert for de ulike garnarealene.

De pelagiske garna ble bundet sammen i lenker på tre og tre og satt en meter under vannets overflate. Garna ble satt jevnt fordelt utover innsjøen i løpet av perioden, slik at det ble fisket over hele vannet (Figur 3.1). Settegarna ble satt vinkelrett ut i fra land med ca. 50 meters mellomrom (Figur 3.1). Det ble fisket to ganger rundt hele vannet med settegarn.



Figur 3.1: Plassering av settegarn og pelagiske garn i Krokavatn i 2005.

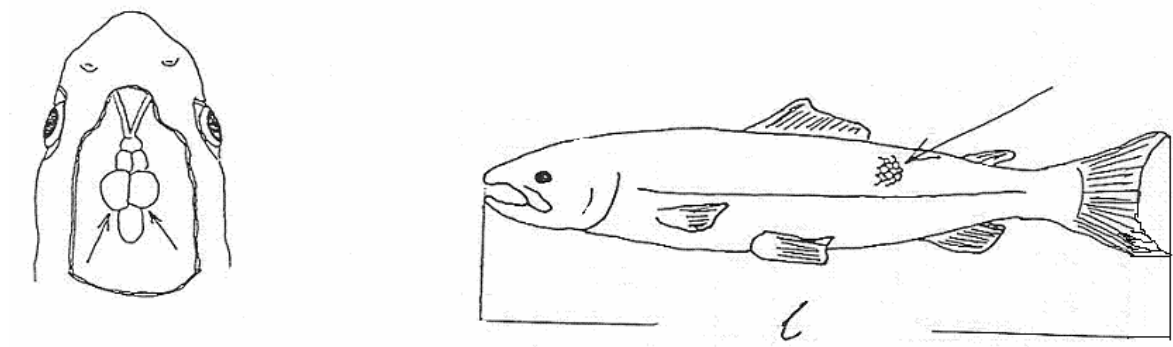


Figur 3.2: Plassering av profundale garn i Krokavatn i 2005.

Straks garna var tatt opp ble fisken tatt ut og fangsten i hvert garn ble holdt adskilt. Totallengden (Figur 3.3) ble målt på målebrett til nærmeste millimeter og vekten ble målt med en elektronisk vekt til nærmeste gram.

3.4 Prøvetaking

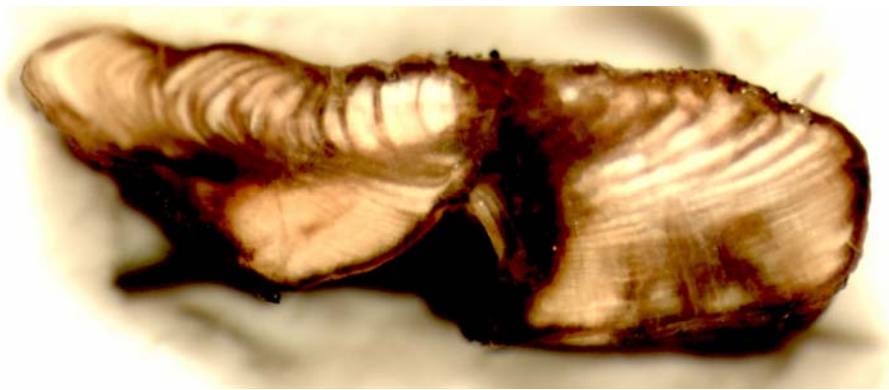
Kjønn, kjøttfarge og gonadeutvikling ble registrert på hver fisk vi fanget. Kjøttfargen ble klassifisert som hvit, lyserød eller rød. Gonadeutviklingen ble klassifisert fra I til VII (Sømme 1954). Det ble samlet inn otolitter og skjellprøver fra hver fisk. Disse prøvene ble lagt i konvolutter og brukt til å aldersbestemme fisken og tilbakeberegne tilveksten. Otolittene ble tatt ut ved å skjære av skalletaket på fisken (Figur 3.3). Skjellprøvene ble tatt med kniv på siden av fisken mellom fett- og ryggfinne.



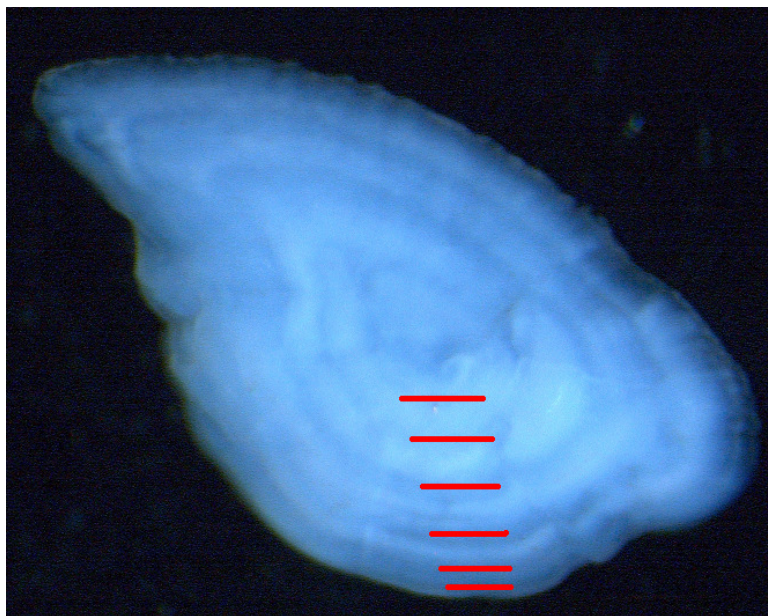
Figur 3.3: Figuren viser plassering av otolittene, og en skisse som viser hvor på ørreten (*Salmo trutta*) skjellprøvene er tatt og hvordan totallengden er målt (Gjelsvik 1999).

3.5 Aldersbestemming

Til aldersbestemmingen ble det benyttet otolitter. Otolittene ble delt på tvers med skalpell og brent til de var brune (Figur 3.4) (Power 1978, Kristoffersen & Klemetsen 1991), eller lagt i sprit noen timer (Figur 3.5). Otolittene ble så lagt i 1,2-propandiol mot svart bakgrunn, og antall vintersoner ble avlest i stereolupe. Otolitter til fisk mindre enn ca 20 cm kunne ofte avleses i stereolupe uten behandling. Av de 435 ørretene som det ble tatt otolitter av, var 20 hyaline og derfor ikke mulig å aldersbestemme. Antall vintersoner ble bestemt etter metoden Jonsson (1976) brukte. Alder avlest fra otolittene ble sammenlignet med alder avlest fra skjellene. Reidar Borgstrøm har kontrollert et utvalg av de leste otolittene og skjellene.



Figur 3.4: Brent og delt otolitt fra 29 år gammel ørret (*Salmo trutta*) i Krokavatn i 2005.



Figur 3.5: Otolitt som har ligget i sprit, fra 6 år gammel ørret (*Salmo trutta*) i Krokavatn i 2005.

3.6 Mageprøver

Det ble tatt mageprøver av fisken for å sammenligne dietten hos ørret i de forskjellige lengdeklassene og habitatene, og for å undersøke om det var noen forandring i dietten mellom de to innsamlingsperiodene.

Mageprøvene ble samlet inn i to perioder (23/7-26/7 og 28/7-31/7) fra fisk tatt med settegarn og pelagiske garn. Det ble tatt mageprøver av de ti første fiskene som det ble målt lengde og vekt på innenfor lengdeklasse 10,0-19,9 cm, 20,0-29,9 cm, 30,0-39,9 cm og ≤ 40 cm.

Mageprøvene innenfor en lengdeklasse, garntype og fangstperiode ble konserverert på sprit på samme glass. Mageprøver fra ørret tatt med stang i Krokavatn 23/7 2005 og ørret tatt i Kollsvatn 28/7 2004 (innsamlet av R. Borgstrøm), ble også undersøkt.

Innholdet i hvert enkelt glass ble bestemt. Mageinnholdet ble sortert i følgende grupper:

1) Fjærmygg (<i>Chironomidae</i>)	5) Steinfluer (<i>Plecoptera</i>)	10) Døgnfluer
2) Stankelbein (<i>Tipulidae</i>)	6) Vårfluer (<i>Trichoptera</i>)	(<i>Ephemeroptera</i>)
3) Andre akvatiske evertebrater	7) Snegl (<i>Lymnaea sp.</i>)	11) Skjoldkreps (<i>Lepidurus arcticus</i>)
4) Andre terrestriske evertebrater	8) Ertemusling (<i>Pisidium sp.</i>)	12) Linsekreps (<i>Eurycercus lamellatus</i>)
	9) Ubestemt	

Fjærmygggruppen består hovedsakelig av akvatiske larver og pupper. Stankelbein er hovedsakelig voksne terrestriske individer, mens andre akvatiske evertebrater er for eksempel vannbiller og uidentifiserte vannlevende insekter. Andre terrestriske evertebrater er landlevende biller og uidentifiserte landlevende insekter. Hver gruppe som ble sortert ble lagt på sprit i dramsglass. Etter alt var sortert målte vi innholdet i glassene ned til nærmeste halve millimeter med millimeterpapir. Ut ifra dette kunne vi se på prosentfordeling av de forskjellige næringsgruppene og om det var noen forskjell mellom lengdegrupper og garntyper.

3.7 Kondisjonsfaktor og vekst

Grunnen for å regne ut kondisjonsfaktoren er at den indirekte kan si oss noe om næringstilgangen, tilstanden til den enkelte fisk og bestandstettheten.

Kondisjonsfaktoren (k) for all fisk som ble fanget ble regnet ut ved hjelp av Fultons formel (Jensen 1984):

$$K = (V \cdot 100) / L^3$$

K = kondisjonsfaktor

V = vekt i gram

L = lengde i cm

Tilbakeberegning av ørretens lengde ved gitt alder er gjort på 93 fisk, med opptil 3 fisk i hver centimeterklasse hvis mulig. Det ble presset skjell og målt av vintersoner ved å forstørre de i en mikrofilmleser, lengden mellom vintersonene ble så tegnet av. Seks av fiskene var fra ca. 17 år og opp til ca. 32 år, disse ble ikke tatt med i tilbakeberegningen på grunn av usikker skjellavlesning. For tilbakeberegningen brukte vi Lea – Dahls metode (Dahl 1910, Lea 1910 (i følge Jensen 1984, Ingebrigtsen & Kambestad 1990)) (Figur 3.6).

Forutsetningen for å bruke denne metoden er at forholdet mellom strukturen (skjellet) og fiskelengden er rettlinjert og går gjennom origo:

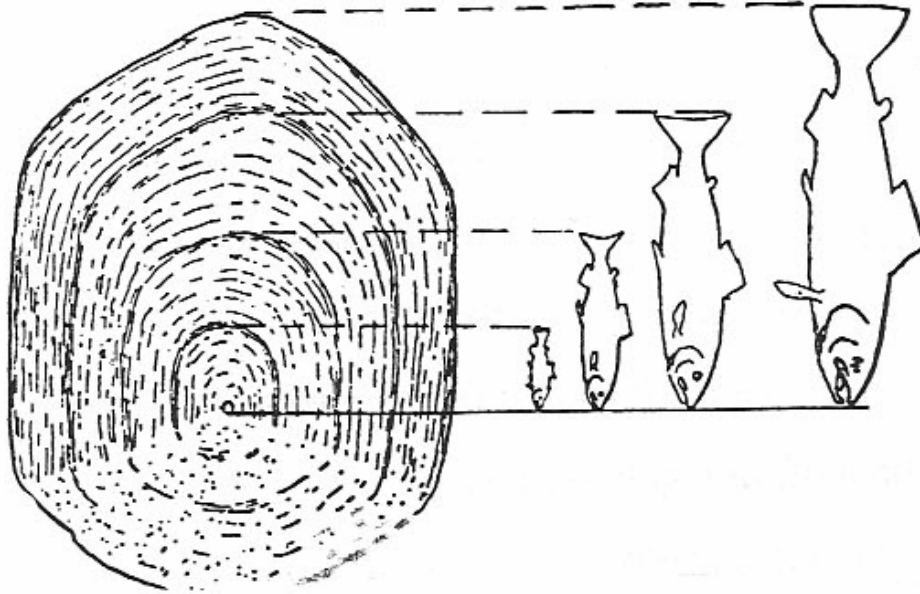
$$L_n = (L \cdot S_n) / S$$

L_n = Fiskelengde ved alder n

L = Lengde på fisken når den ble fanget

S_n = Avstanden fra sentrum av strukturen til vintersonen

S = Total radius av strukturen



Figur 3.6: Skjematisk fremstilling av antatt sammenheng mellom skjellvekst og fiskevekst (Sømme 1954).

Forholdet mellom lengde og vekt kan si oss noe om hvordan fiskens kroppsform forandrer seg med lengden. Forholdet kan generelt beskrives ved formelen (Borgstrøm 2000):

$$V = a \cdot L^b$$

V = vekt i gram

L = lengde i cm

a og b = konstanter

Når b er 3, slik som i Fultons formel, vil fiskens kroppsform forbli uforandret selv om lengden øker. Når b er mindre enn 3 vil fisken bli magrere med økende lengde.

3.8 Bestandsestimering

For å finne estimatet for bestanden i 2005 tok vi utgangspunkt i bestandsestimatet fra Krokavatt i 1987 (Ingebrigtsen & Kambestad 1990) og benyttet fangst pr. innsatsenhet for de to årene. Hvis vi forutsetter at fangbarheten er den samme, kan vi estimere dagens bestand (N_{2005}) ut fra forholdet:

$$N_{1987} / N_{2005} = C_{1987} / C_{2005}$$

eller

$$N_{2005} = (N_{1987} \cdot C_{2005}) / C_{1987}$$

N_{1987} = estimert bestand i 1987 beregnet ved merke-gjenfangst

C = fangst pr. innsats (dvs. fangst i 100 m² garn pr. 10 garnnetter, med maskeviddene 16, 22,5, 26, 35 og 45 i settegarn og pelagiske garn).

3.9 Biomasse

Biomassen ble regnet ut ved hjelp av formelen:

$$B = E \cdot V$$

B = biomasse

E = estimat for bestanden

V = gjennomsnittlig vekt

Biomassen for hele bestanden ble regnet ut fra det totale estimatet av antall fisk i 2005 og med den gjennomsnittlige vekten til all fisk fanget.

3.10 Statistikk

Det ble benyttet tre forskjellige statistiske tester, t-test, kji-kvadrat-test og multippel test. T-testene ble utført i Minitab, mens kji-kvadrat testene og den multipple testen ble utført i SAS. T-testene ble brukt for å se om det var forskjell på gjennomsnittslengden hos fisk fanget i littoralen og pelagialen, om det var forskjell i gjennomsnittslengden mellom hunn- og hannfisk om det var noen forskjell i gjennomsnittlig kondisjon mellom kjønnene ved alder 8

år, og om det var noen forskjell i gjennomsnittlig kondisjon hos fisk fanget i littoralen og pelagialen ved alder 8 år. Kji-kvadrat testene ble brukt for å se om det var noen forskjell i antall fisk fanget med maskeviddene 22,5-29 mm og maskeviddene som var mindre og større, antall fisk fanget i de forskjellige garntypene, antall fisk under 20 cm i de forskjellige garntypene, og antall hunner og hanner i lengdeklassene 20,0-29,9 cm og 30,0-39,9 cm. Multippel test ble brukt for å se om det var noen forskjell i fangst pr. innsatsenhet med garnserien 13-45 mm i littoralen, pelagialen og profundalen. Vi brukte Least Significant Differanse (LSD) og valgte her et forkastningsnivå på $p \leq 0,01$

4 Resultat

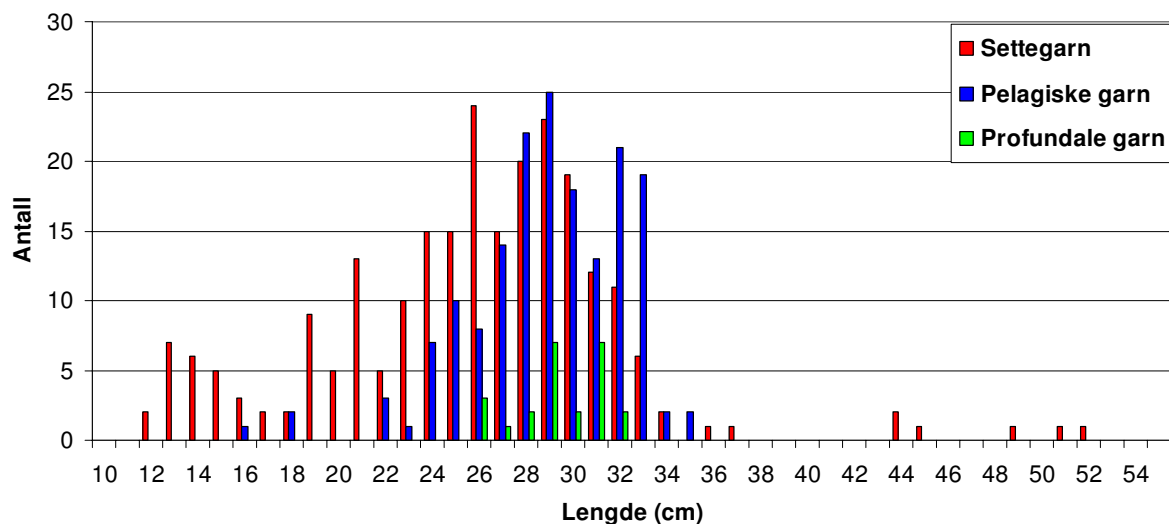
Totalt 435 ørret, med lengder fra 12 til 52 cm, ble tatt under fisket med settegarn, pelagiske- og profundale garn i Krokavatn 22/7 til 3/8 2005 (Figur 4.1). Det meste av fangsten hadde lengde mellom 24 og 33 cm.

4.1 Fangst og habitatbruk

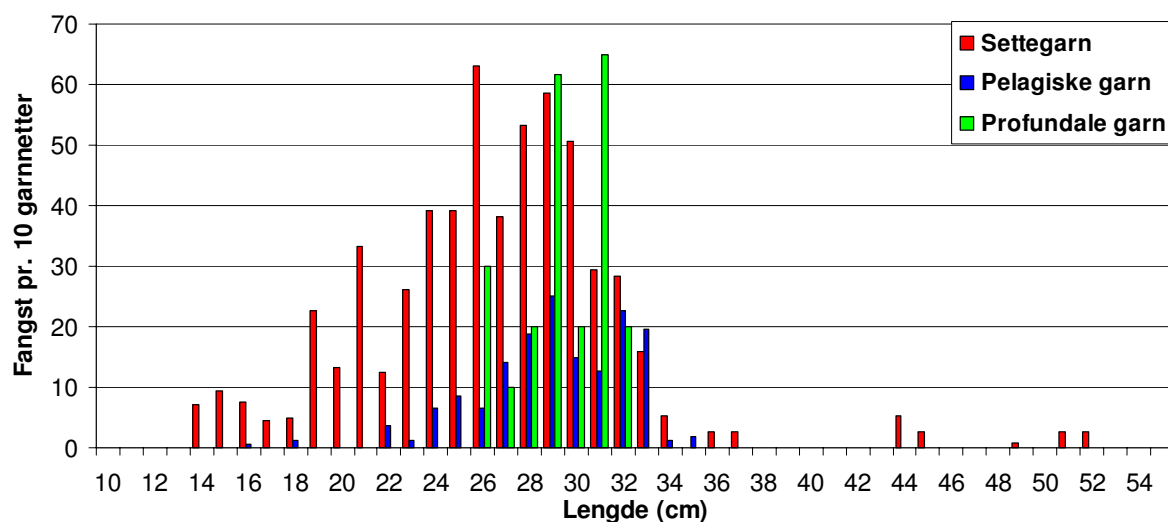
Nesten uavhengig av maskevidde er fangsten i pelagiske- og profundale garn konsentrert i intervallet 24-33 cm (Figur 4.3). Det var noen få unntak, i pelagiske garn var 7 fisk i lengdeintervallet 16-23 cm og 4 fisk 34-35 cm (Figur 4.1). Lengdeintervallet 24-33 cm dominerte også i settegarnene, men her var det større innslag av både stor og liten fisk (Figur 4.1). Det var 7 fisk mellom 44 og 52 cm, alle disse ble tatt i settegarn. Det var signifikant større fangster på maskeviddene 22,5-29 mm enn på både større og mindre maskevidder (kji-kvadrat-test, $\chi^2=35,08$, $DF=1$, $p<0,0001$) i pelagiske garn, fangstene er også større i maskeviddene 22,5-29 mm i settegarn og profundale garn, men forskjellene her er ikke signifikante (kji-kvadrat-test, $\chi^2=1,34$, $DF=1$, $p=0,2472$ og $\chi^2=1,50$, $DF=1$, $p=0,2207$). Fisken fanget i littoralsonen har en signifikant mindre gjennomsnittslengde (27,3 cm) enn fisken fanget i den pelagiske sonen (29,5 cm) (t-test, $T=6,06$, $DF=348$, $p=0,000$).

Ut fra fangst pr. innsatsenhet med garnserien 16, 19,5, 22,5, 26, 29, 32, 35, 39 og 45 mm i de tre habitatene er det en signifikant større tetthet av ørret tatt i settegarn, dvs. i littoralsonen (Least Significant Differanse (LSD), $DF=2$, $p<0,0001$) (Figur 4.2). Det er også signifikant mer fisk under 20 cm tatt på settegarn enn i pelagiske- og profundale garn (kji-kvadrat-test, $\chi^2=27,92$, $DF=1$, $p<0,0001$). Tettheten er lavest i det pelagiske området (Figur 4.2).

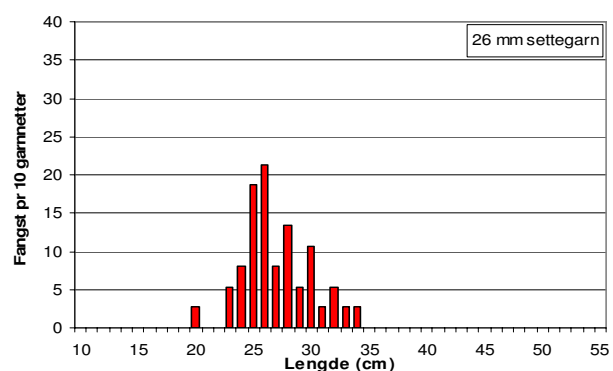
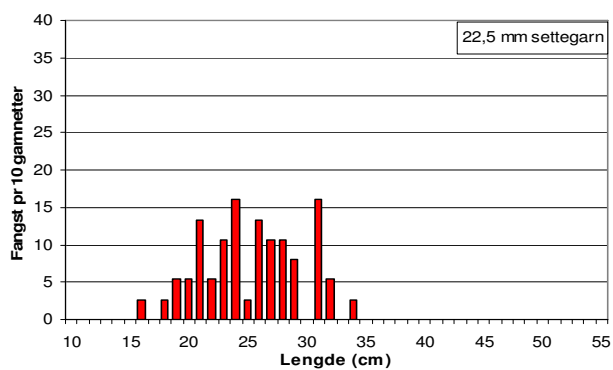
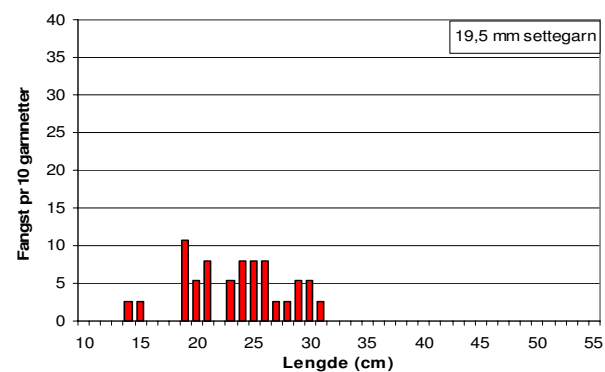
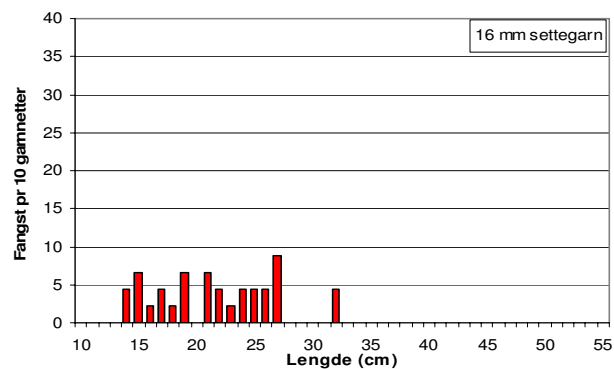
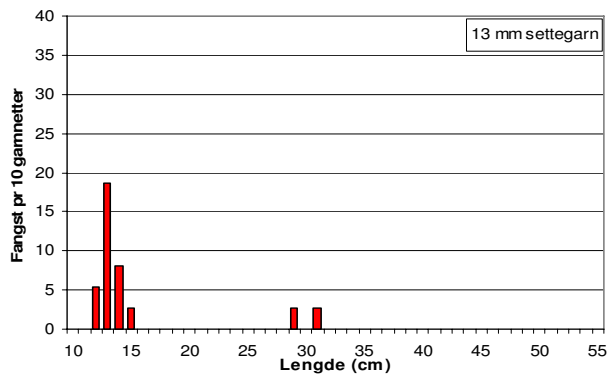
Fangst pr. innsatsenhet med garnserien 16, 22,5, 26, 35 og 45 mm i settegarn og pelagiske garn i 1987, 1988 og 2005 ga en betydelig større total fangst i 2005 (Figur 4.4). I 1987 var hovedmengden av fangsten mellom 30 og 42 cm. Også i 1988 var fangsten hovedsakelig over 30 cm, men noen få fisk var også under 16 cm (Figur 4.4). Hvis en ser på settegarn og pelagiske garn samlet for henholdsvis 1987, 1988 og 2005, var fangst pr. innsatsenhet størst i 2005 i lengdeklasse 20-29,9 cm. I 1987 og 1988 var fangst pr. innsatsenhet størst i lengdeklasse 30-39,9 cm (Figur 4.5).



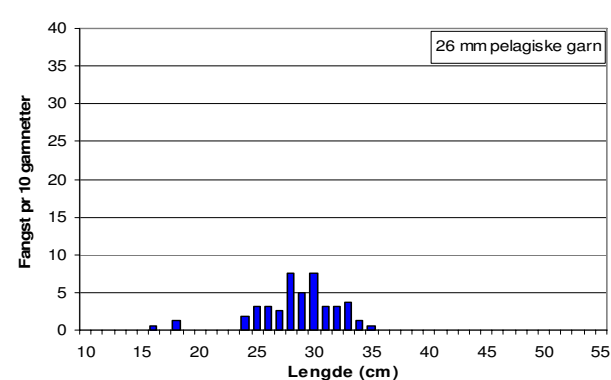
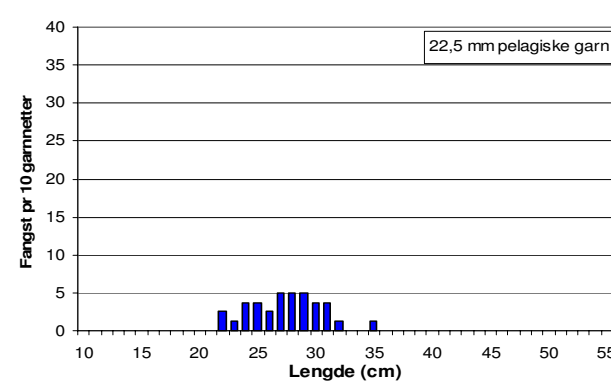
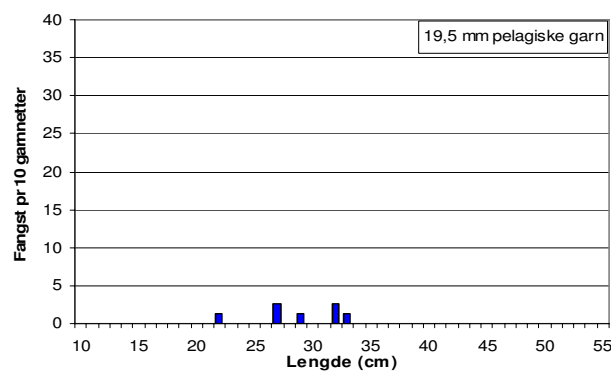
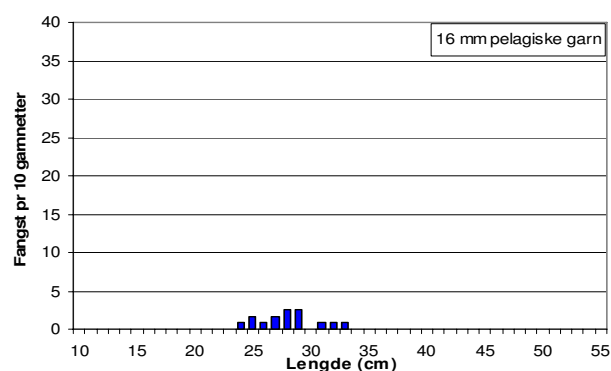
Figur 4.1: Samlet fangst på settegarn (13, 16, 19,5, 22,5, 26, 29, 32, 35, 39 og 45 mm), pelagiske garn (16, 19,5, 22,5, 26, 29, 32, 35, 39 og 45 mm) og profundale garn (16, 19,5, 22,5, 26, 29, 32, 35, 39, 45 mm) i Krokavtn i 2005. Fangsten er angitt som antall i hver cm-klasse.

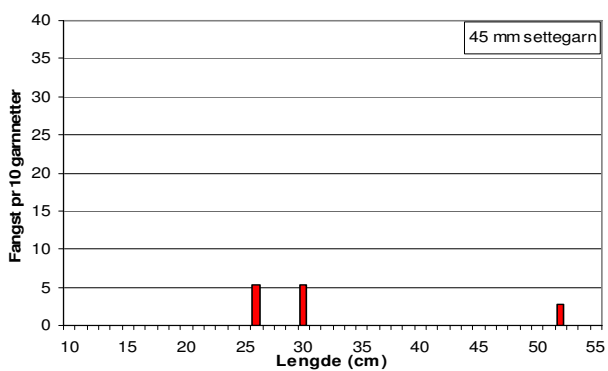
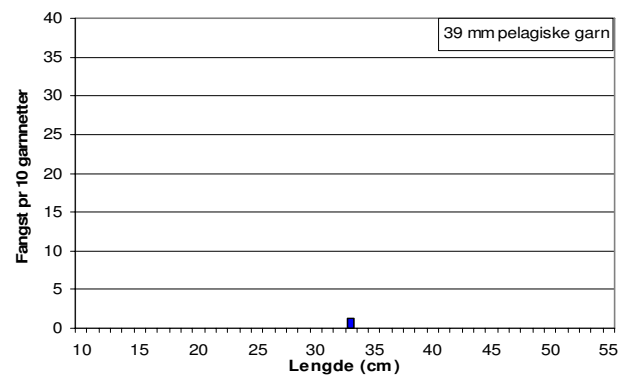
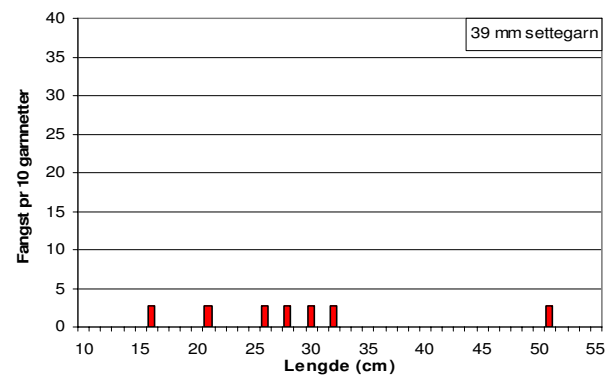
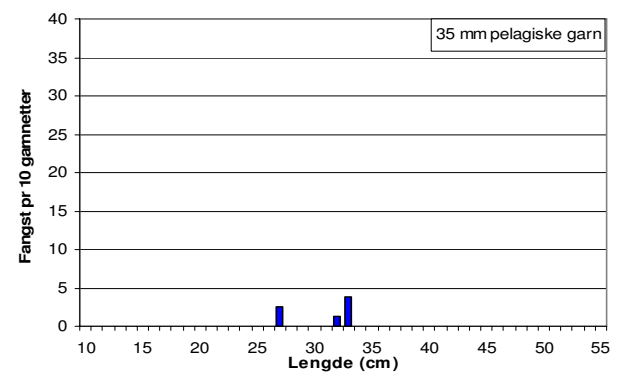
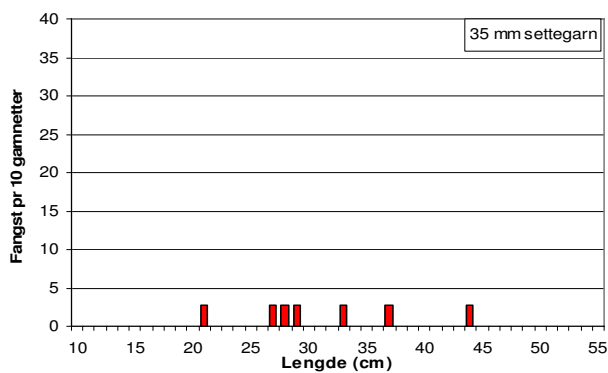
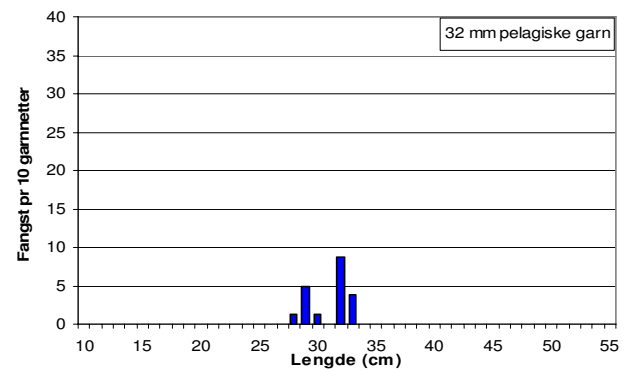
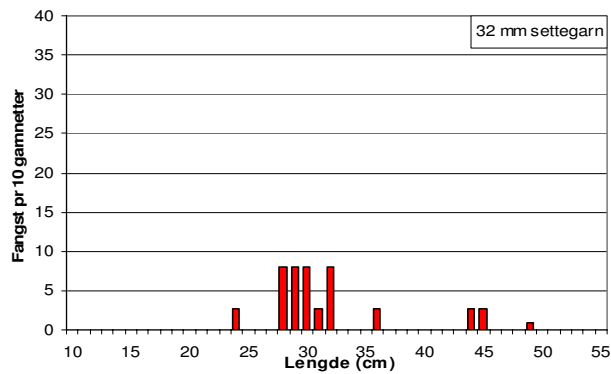
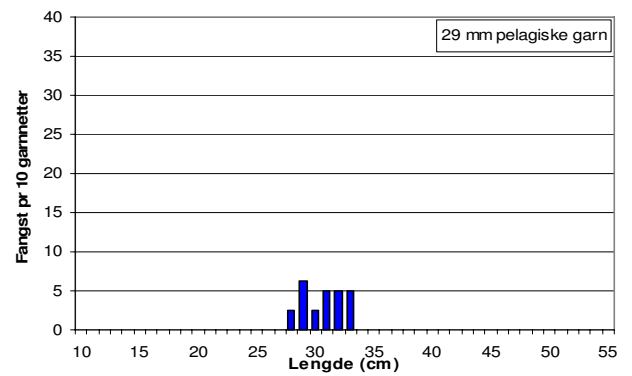
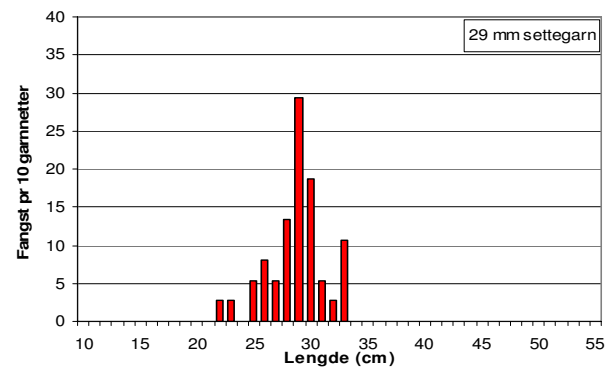


Figur 4.2: Fangst pr. 10 garnnetter med settegarn, pelagiske garn og profundale garn med maskeviddene 16, 19,5, 22,5, 26, 29, 32, 35, 39 og 45 mm i Krokavtn i 2005.

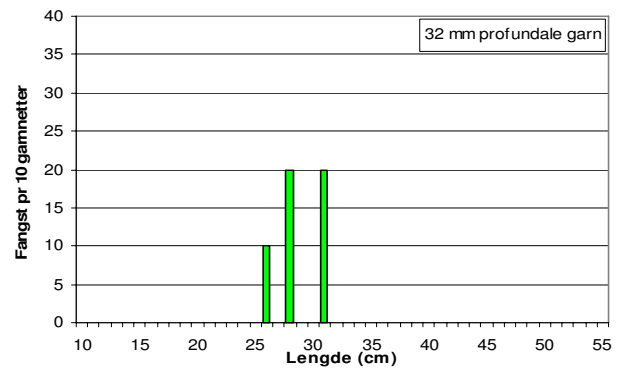
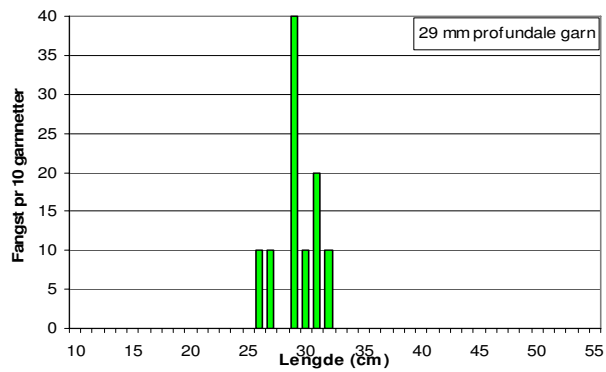
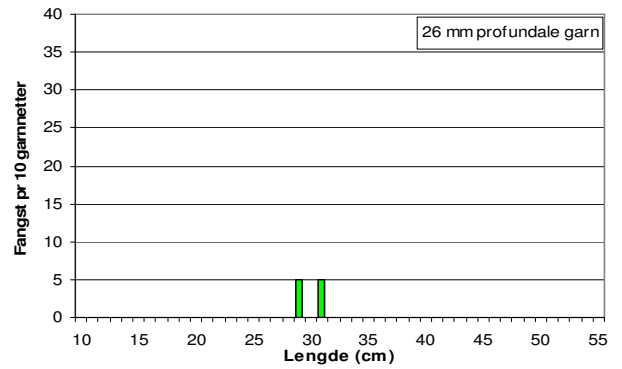
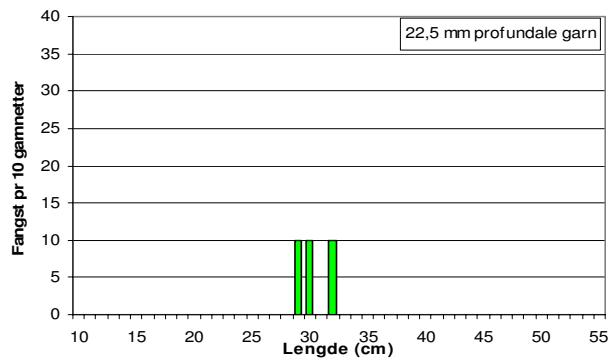
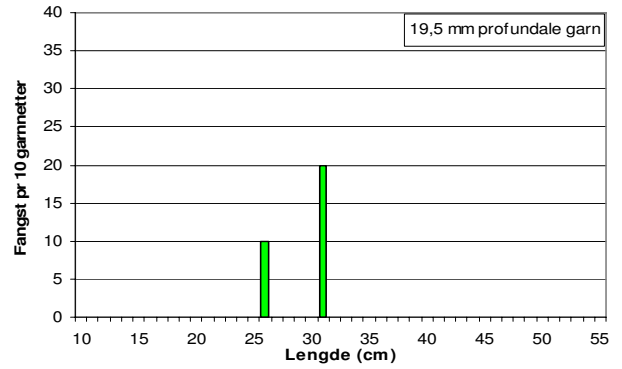
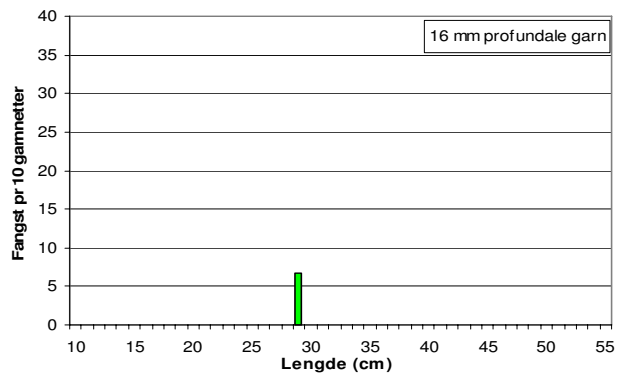


Figur 4.3: Fangst i de individuelle settegarn, pelagisk garn og profundale garn i Krokavatn i 2005. Fangst er angitt som fangst i hver cm-klasse pr. 10 garnneter for 100m² garn.

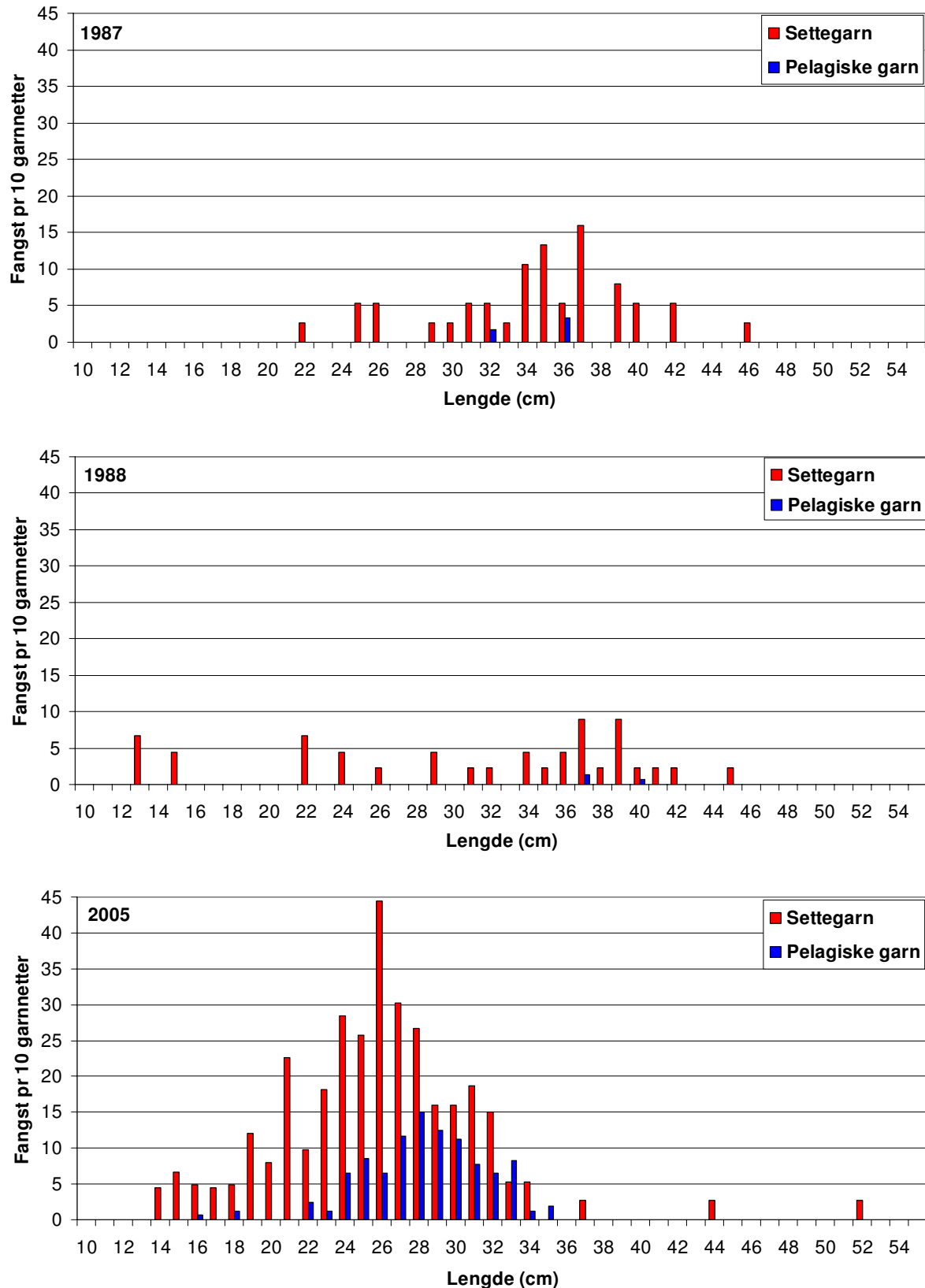




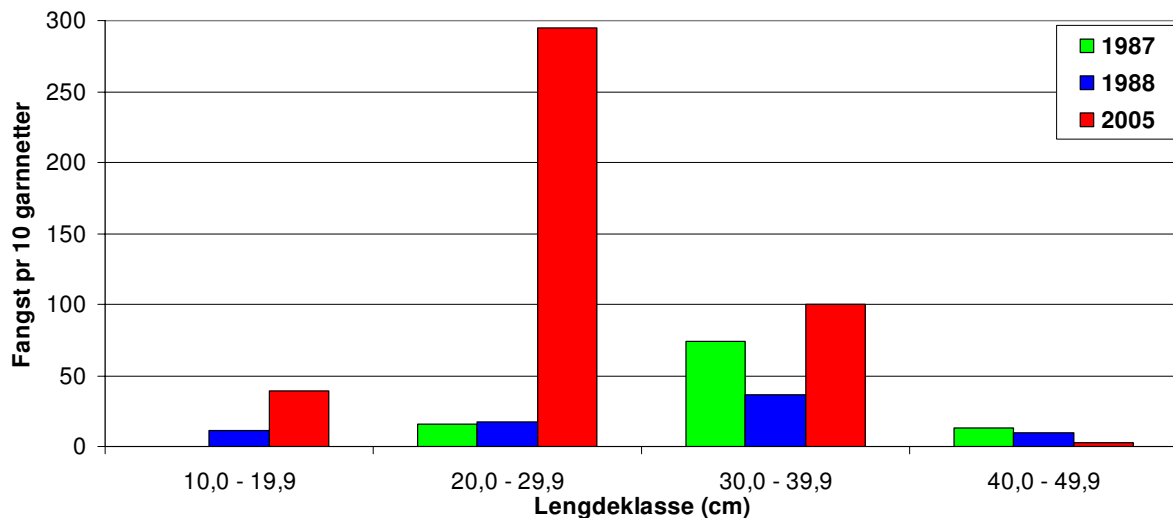
Figur 4.3: Fortsettelse fra forrige side.



Figur 4.3: Fortsettelse fra forrige side.



Figur 4.4: Fangsten pr. 10 garnnetter med pelagiske garn og settegarn med maskeviddene 16, 22,5, 26, 35 og 45 mm i Krokavtn i 1987, 1988 og 2005. (Fangst i 1987 og 1988 er hentet fra Ingebrigtsen og Kambestad (1990)).



Figur 4.5: Samlet fangst pr. ti garnnetter med pelagiske garn og settegarn med maskeviddene 16, 22,5, 26, 35 og 45 mm i Krokavatn i 2005. (Fangst i 1987 og 1988 er hentet fra Ingebrigtsen og Kambestad (1990)).

4.2 Habitatbruk hos hann- og hunnørret

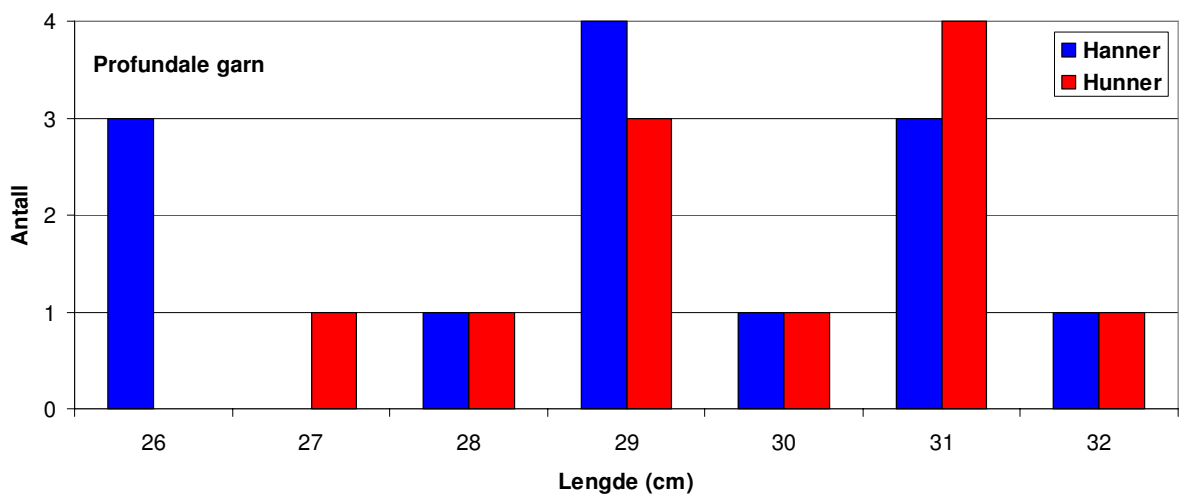
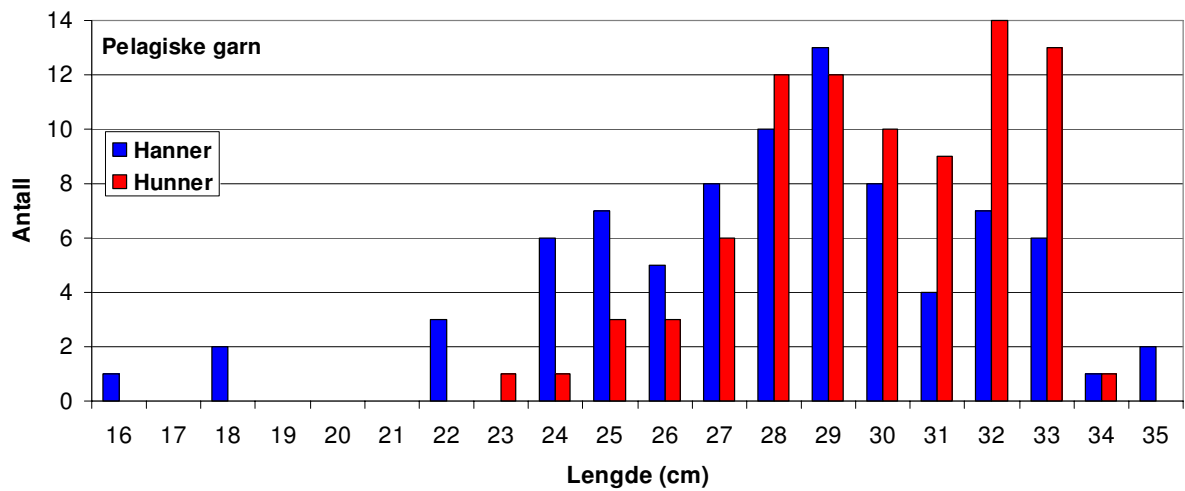
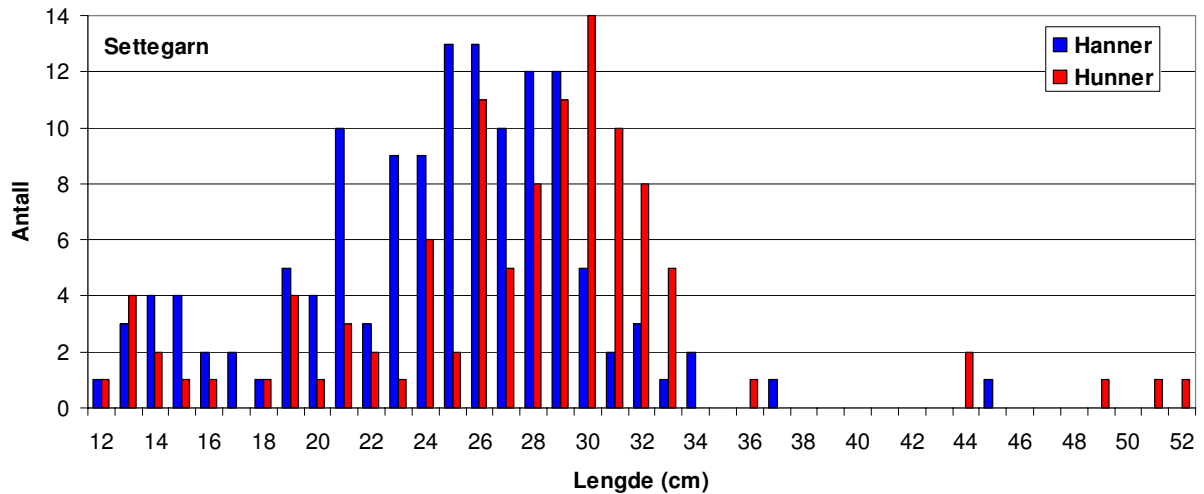
I fangsten fra Krokavatn i 2005 var 47 % hunnfisk og 53 % hannfisk, men det var signifikant flere hunner enn hanner i lengdeklasse 30-35 cm (kji-kvadrat-test, $\chi^2=14,02$, $DF=1$, $p=0,0002$). I settegarn var hovedmengden av hanner i lengdeintervall 21-30 cm og hunner i lengdeintervall 24-33 cm. I pelagiske garn var hovedmengden hanner i lengdeintervall 24-33 cm og hunner i lengdeintervall 27-33 cm. I profundale garn var fangsten liten, da vi bare fisket en garnnatt, det var aldri mer enn fire fisk i en centimeterklasse og ingen store forskjeller mellom hunner og hanner.

Det var signifikant flere hanner enn hunner i lengdeklasse 20-25 cm. (kji-kvadrat-test, $\chi^2=16,83$, $DF=1$, $p<0,0001$) (Figur 4.6).

Det ble fanget seks fisker under dagfiske i Krokavatn i 2005, disse er ikke tatt med i kjønnsfordelingen for littoralen, pelagialen og profundalen. Det er ingen stor forskjell på fordelingen mellom hunner og hanner i de tre habitatene. Den største forskjellen er i settegarn der 44,7 % av fangsten var hanner og 55,3 % var hunner (Tabell 4.1).

Tabell 4.1: Kjønnsfordeling i ulike garntyper og maskevidder.

	Antall hanner	Antall hunner	%hann	%hunn
Samlet	202	227	47,1	52,9
Profundalt garn (Pr)	11	13	45,8	54,2
Pelagisk garn (P)	85	83	50,6	49,4
Settegarn (S)	106	131	44,7	55,3



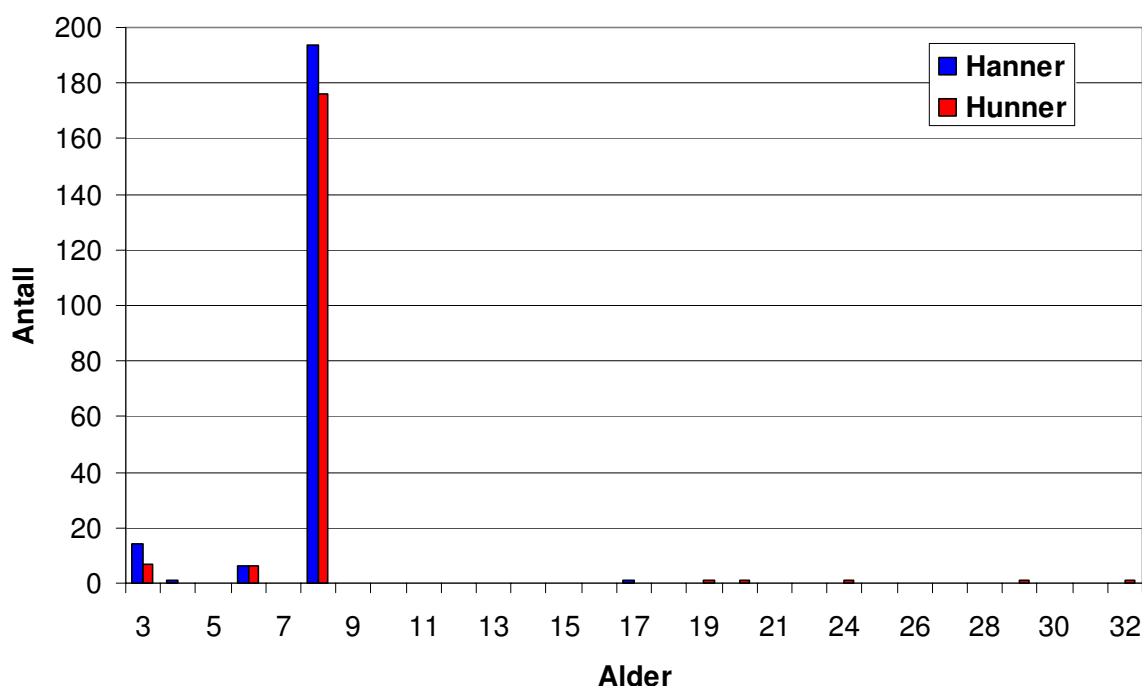
Figur 4.6: Lengdefordeling av hann- og hunnrørret (*Salmo trutta*) fanget littoralt, pelagialt og profundalt i Krokavtn i 2005.

4.3 Bestandstetthet

I juli 1987 ble bestanden i Krokavatn estimert til 676 fisk, med et 95 % konfidensintervall på 468-1014 fisk (Ingebrigtsen & Kambestad 1990). Vi har antatt at det var samme fangbarhet i 1987 og 2005. Fangst pr innsatsenhet er fangst i 100m² garn pr 10 garnnetter for settegarn og pelagiske garn, med garn mm 16, 22,5, 26, 35 og 45. Dette gir et estimat på 2847 fisk for bestanden i 2005, der en med et 95 % konfidensintervall får 1971 – 4270 fisk. Biomassen for bestanden i 1987 var 5,2 kg/ha og for bestanden i 2005 ble den beregnet til 12,8 kg/ha.

4.4 Aldersfordeling

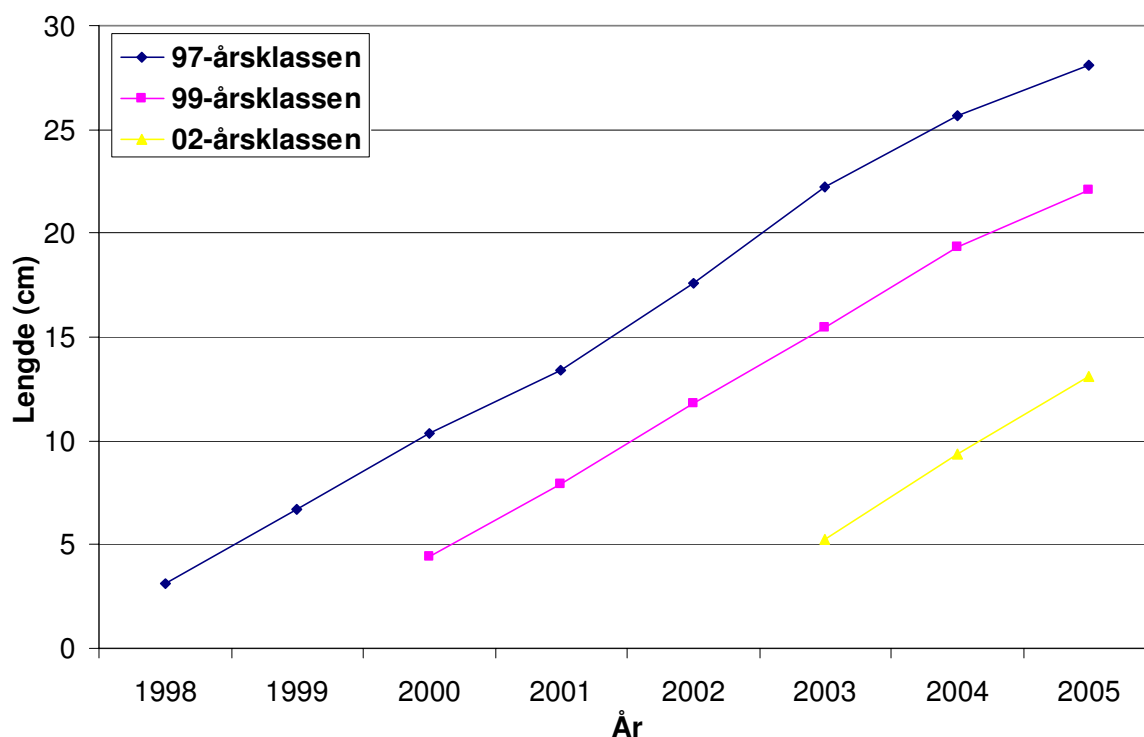
Fangsten er tydelig dominert av fisk fra 1997-årsklassen, dvs. åtteåringer. Av de 415 aldersbestemte fiskene var det 21 fisk på 3 år, 1 fisk på 4 år, 12 fisk på 6 år og 375 fisk på 8 år. Det ble også fanget seks eldre fisk på henholdsvis 17, 19, 20, 24, 29 og 32 år (Figur 4.7).



Figur 4.7: Aldersfordeling til ørret (*Salmo trutta*) i fangstene fra Krokavatn i 2005 fordelt på hunner og hanner.

4.5 Årlig vekst

For et utvalg av den aldersbestemte fisken ble det utført tilbakeberegning av lengde etter måling av skjell på 93 fisker. Det var seks fisker av disse 93 som var eldre enn 8 år og en fisk på 4 år, disse er ikke tatt med i fremstillingen fordi dette er lite og dermed usikkert materiale. Det ble også funnet færre vintersoner på disse skjellene enn hva det ble gjort på otolittene. For 18 fisk på alder 8 år ble ikke den første vintersonen på skjellet identifisert, derfor er det ikke tilbakeberegnet vekst for disse fiskene ved alder 1 år. Det har vært begrenset rekruttering fra 1998 og frem til 2005, det ble hovedsakelig fanget fisk fra 97-, 99-, 01- og 02- årsklassen i 2005. Der 97-årsklassen var overlegen i antall fisk. 97-årsklassen har hatt tregere vekst de første årene enn de to andre årsklassene, mens 02-årsklassen har hatt den raskeste veksten (Figur 4.8).



Figur 4.8: Tilbakeberegnet lengde hos ørret (*Salmo trutta*) i Krokavatn i 2005, for årsklassene 1997, 1999 og 2002. Vekstkurvene viser gjennomsnittslengden for aldersklassene år for år.

Det er stor forskjell på veksten hos fisk med samme alder, derfor blir standardavvikene store. Flertallet av fisken vokser mellom 3 og 5 cm i året (Tabell 4.2), men det er en variasjon fra 1,5 cm til 5,2 cm. Et tydelig trekk ved avlesning av skjell og otolitter er at det har vært en markert liten vekst i 2000. Et annet tydelig trekk er at veksten har avtatt det siste året. Det var fire fisker fra 1997-årsklassen som ikke hadde noen vekst i 2004.

Tabell 4.2: Gjennomsnittlig årlig tilvekst (cm) for ørret (*Salmo trutta*) i ulike årsklasser etter tilbakeberegnet lengde fra lesing av skjell (standardavvik i parentes).

Årsklasse (år)	n	1	2	3	4	5	6	7	8
2002	13	5,24 (1,76)	4,09 (1,14)	3,74 (0,73)					
1999	5	4,45 (2,58)	3,47 (1,42)	3,90 (1,49)	3,63 (0,93)	3,93 (1,85)	2,70 (1,48)		
1997	68	3,11 (1,75)	4,46 (1,68)	3,65 (1,30)	3,12 (0,90)	4,16 (1,75)	4,61 (1,73)	3,49 (1,60)	1,52 (5,01)

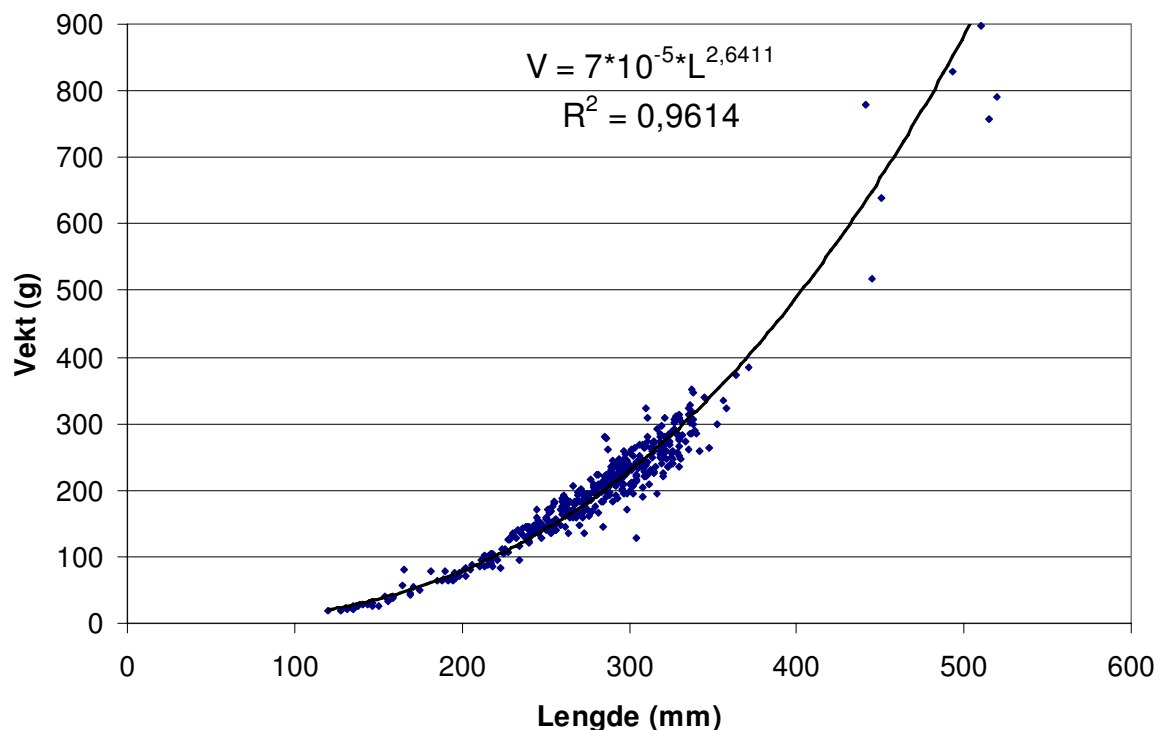
4.6 Kondisjon og kjøttfarge

Lengde-vekt forhold

Forholdet mellom lengde (L) og vekt (V) kan beskrives ved den eksponentielle funksjonen $V_{(\text{gram})} = a \cdot L^3$ (Jensen 1968). Kurven som viser forholdet mellom alder og vekt (Figur 4.9) gir en jevn økning i vekt etter som fisken blir lengre. Det er sju eldre fisk som ligger øverst i figur 4.9. Disse avviker fra den eksponentielle vektøkningen, og har en lavere vekt enn funksjonen skulle tilsi. I Krokavatn i 2005 kan forholdet mellom lengde (L) og vekt (V) hos ørret beskrives med formelen:

$$V = 7 \cdot 10^{-5} \cdot L^{2,6411}$$

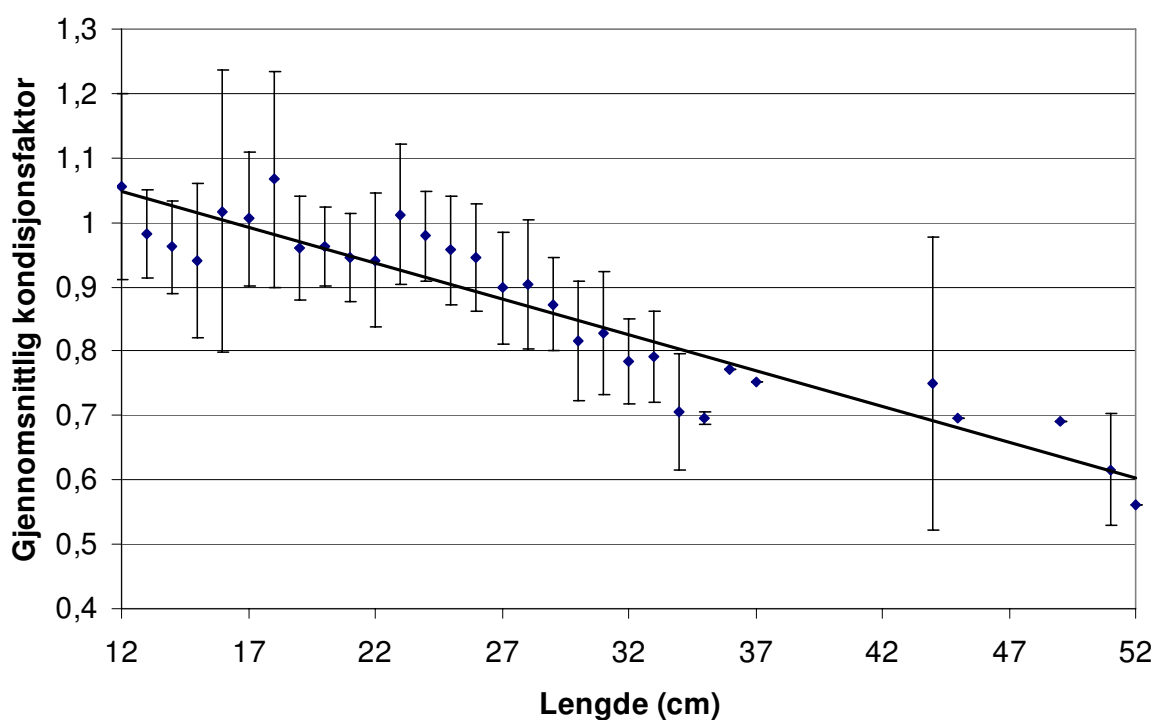
Lengden er opphøyd i et tall mindre enn 3, dvs. at ørreten blir magrere med økende lengde. Det er signifikant forskjell på lengden mellom kjønnene, hann- og hunnfisk har gjennomsnittslengder på henholdsvis 27,4 cm og 29,5 cm ved alder 8 år (t-test, $T=-5,89$, $DF=373$, $p=0,000$).



Figur 4.9. Lengde (L) -vekt (V) forholdet for ørret (*Salmo trutta*) fanget i Krokavatn i 2005.

Kondisjon

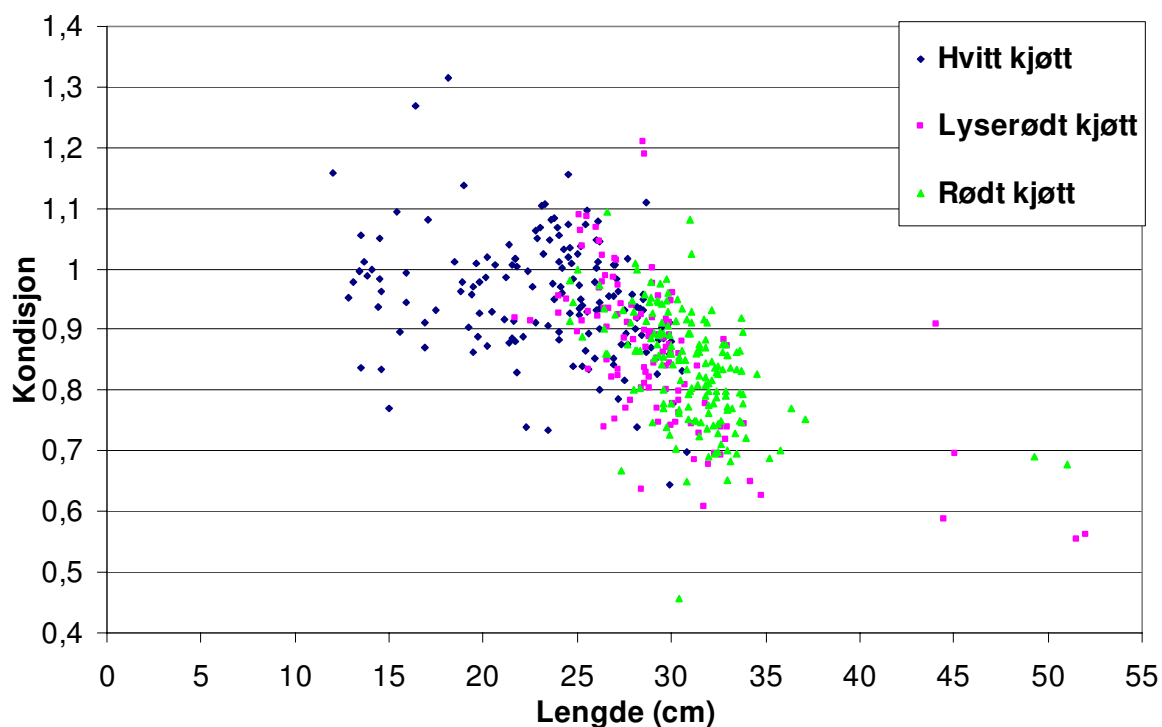
Kondisjonsfaktoren er beregnet for all fisk fanget i Krokavatn i 2005. Ørretens kondisjon varierte mellom 0,55 og 1,32 i de ulike lengdeklassene. Den gjennomsnittlige kondisjonen for all fisk var 0,84. Kondisjonen var 0,98 for lengdeklasse 10,0-19,9 cm (n=38), 0,92 for lengdeklasse 20,0-29,9 cm (n=250), 0,8 for lengdeklasse 30,0-39,9 cm (n=137) og 0,67 for lengdeklasse ≥ 40 cm (n=7). Trendlinjen i figur 4.10 viser at den gjennomsnittlige kondisjonsfaktoren går ned ettersom lengden øker. Det ble brukt lengde i stedet for alder fordi det var få aldersklasser i fangsten. Det er ingen signifikant forskjell i kondisjonsfaktoren mellom hunner og hanner ved lik alder (8år) (t-test, $T=-0,62$, $DF=373$, $p=0,533$). Men derimot er det signifikante forskjeller mellom kondisjonsfaktoren på fisk i årsklasse 8 år fanget i littoralen ($k=0,91$) og pelagialen ($k=0,85$) (t-test, $T=-5,14$, $DF=343$, $p=0,000$).



Figur 4.10: Gjennomsnittlig kondisjonsfaktor med standardavvik og trendlinje for lengdeklasser av ørret (*Salmo trutta*) i Krokavatn i 2005.

Kjøttfarge

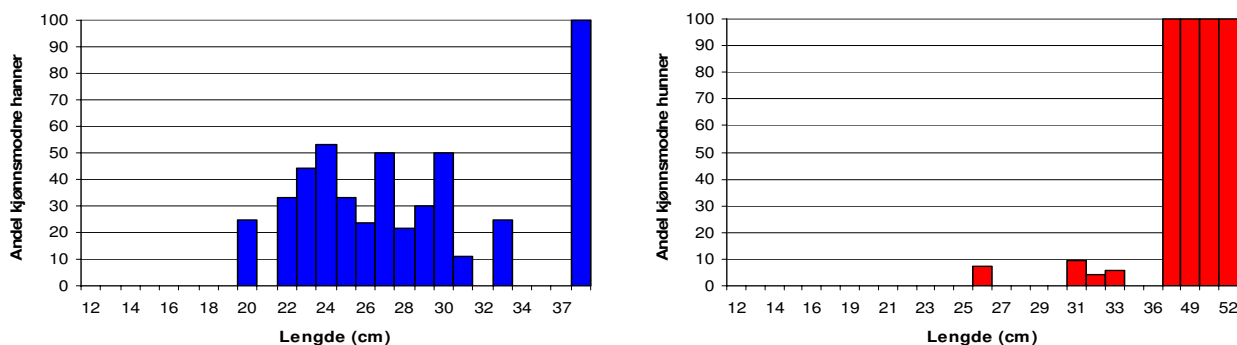
Fargen på fisken går fra hvit til lyserød og rød med økende fiskelengde. Det meste av fisken opptil 25 cm er hvit i kjøttet, lyserød fra 25 til 35 cm og rød fra 30 cm og oppover, men det er mye overlapp (Figur 4.11).



Figur 4.11: Kjøttfarge og kondisjonsfaktor på ørret (*Salmo trutta*) i Krokavatn i 2005 ved gitt lengde.

4.7 Kjønnsmodning

Fra fangsten i Krokavatn i 2005 var 31 % av fisken kjønnsmoden, av disse var 5 % hunnfisk og 26 % hannfisk. Hannfisken blir kjønnsmoden ved lavere lengde enn hunnfisken og en større andel av hannfisk på åtte år er blitt kjønnsmoden sammenlignet med hunnfisken. Kjønnsmodning for hannfisk ser ut til å inntreffe ved lengde rundt 20 cm og ved lengde 26 cm hos hunnfisk (Figur 4.12). Det er ingen kjønnsmoden fisk under åtte år, men 28 % av hannfisk på åtte år er blitt kjønnsmoden og 3 % av hunnfisken. All fisk over 8 år var kjønnsmoden.

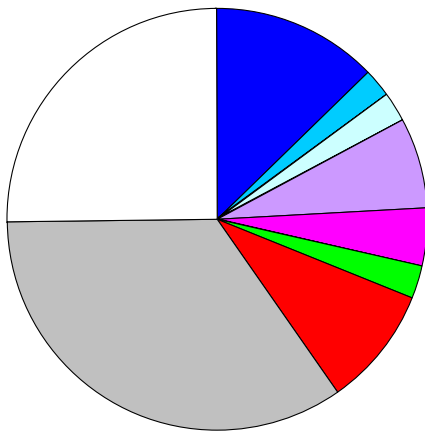


Figur 4.12: Andel kjønnsmodne hann- og hunnrørret (*Salmo trutta*) i Krokavatn i 2005 fordelt på aldersklasser.

4.8 Ernæring

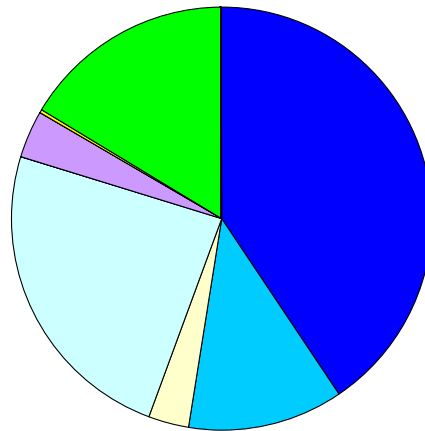
Dietten til lengdeklasse 10,0-19,9 cm tatt i littoralsonen var dominert av fjærmygg, steinflue, snegl, og andre akvatiske- og terrestriske evertebrater (Figur 4.16). Fisk ≥ 40 cm er også tatt i littoralsonen og her er dietten dominert av terrestriske evertebrater, med små innslag av akvatiske evertebrater (Figur 4.15). I lengdeklasse 20,0-29,9 cm er dietten dominert av fjærmygg, men i første periode var i tillegg innslaget av terrestriske evertebrater og akvatiske evertebrater stort (Figur 4.16). Terrestriske evertebrater og akvatiske evertebrater var også tilstede i andre periode. I denne lengdeklassen var det ubetydelige forskjeller på dietten til fisk i littoralsonen og det pelagiske området. I lengdeklasse 30,0-39,9 cm er dietten også dominert av fjærmygg, men med et stort innslag av terrestriske evertebrater (Figur 4.17). Forskjellene i dietten hos fisk fanget littoralt og pelagisk er også i denne lengdeklassen ubetydelig. Fisk i lengdeklassen 30,0-39,9 cm fra andre periode med settegarn (Figur 4.17) og fisk ≥ 40 cm (Figur 4.15), dvs. stor fisk i littoralsonen, er de eneste som har et innhold av snegl av betydning. Fisk tatt på fiskestang var i lengdeklasse fra 30,0-39,9 cm (Figur 4.14) og dietten var den samme som for fisk i omtrent samme lengdeklasse tatt med settegarn og pelagiske garn (Figur 4.16 og 4.17). Prøven fra Kollsvatn i 2004 (Figur 4.13) er sterkt avvikende fra prøvene i Krokavatn 2005. I Kollsvatn var skjoldkreps og vannloppen linsekreps dominerende næring. Disse næringsementene ble ikke funnet i prøvene fra Krokavatn. Døgnflue var også en del av dietten her, mens det i fisk fra Krokavatn bare ble funnet noen få eksemplarer av arten.

Kollsvatn 28/7-04



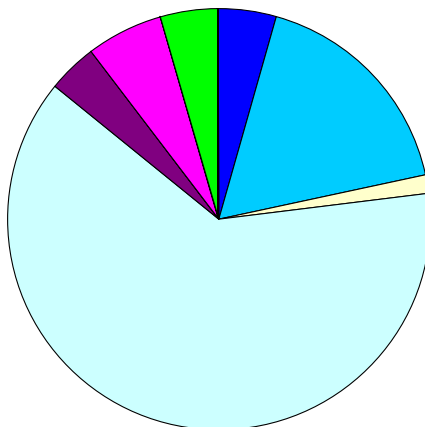
Figur 4.13: Mageinnhold fra fisk i Kollsvatn. Fisken var tatt i juli i 2004.

Stang 30-39,9cm 23/7-05



Figur 4.14: Mageinnhold fra to fisk tatt på stang i Krokavatn i 2005

SG ≥ 40 cm 23-26/7-05

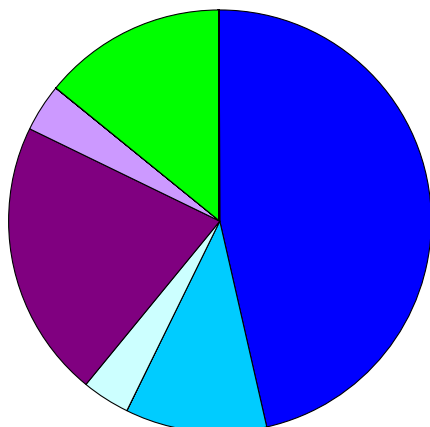


Figur 4.15: Samlet mageinnhold fra 6 fisk over 40 cm tatt i Krokavatn i 2005.

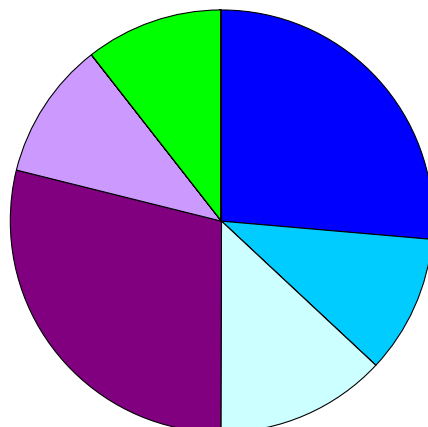
- Fjærmygg
- Stankelbein
- Akvatiske evertebrater
- Terrestriske evertebrater
- Steinflue
- Vårflue
- Lymnea
- Ertemusling
- Ubestemt
- Døgnflue
- Linsekreps
- Skjoldkreps

1 PERIODE:

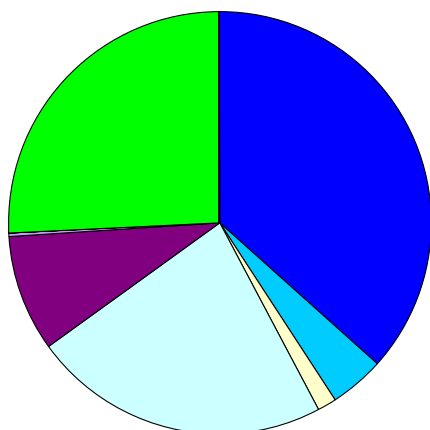
SG 10-19,9cm 23-25/7-05

**2 PERIODE:**

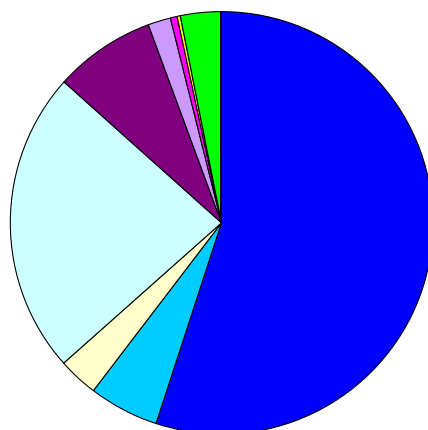
SG 10-19,9cm 28-31/7-05

**1 PERIODE:**

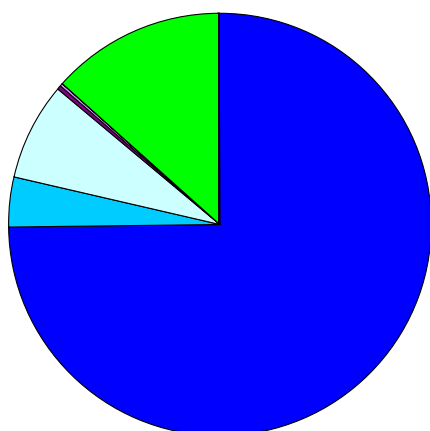
SG 20-29,9cm 23-24/7-05



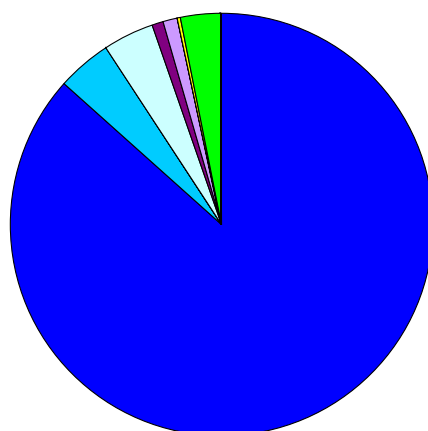
FG 20-29,9cm 23-24/7-05

**2 PERIODE:**

SG 20-29,9cm 28/7-05



FG 20-29,9cm 28/7-05



■ Fjærmygg

■ Stankelbein

■ Akvatiske evertebrater

■ Terrestriske evertebrater

■ Steinflue

■ Vårflue

■ Lymnea

■ Ertemusling

■ Ubestemt

■ Døgnflue

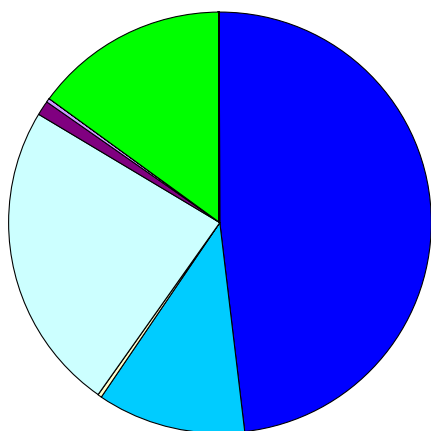
■ Linsekreps

■ Skjoldkreps

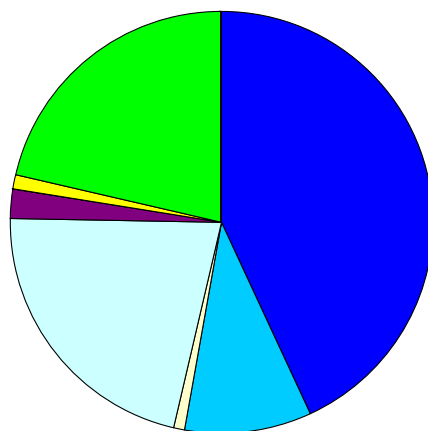
Figur 4.16: Hvert diagram angir samlet mageinnhold fra 10 fisk. Øverst vises fisk fanget i settegarn (SG) i lengdeklasse 10,0-19,9 cm. I midten og nederst vises fisk tatt i settegarn (SG) og pelagiske garn (FG) i lengdeklasse 20,0 – 29,9 cm. Mageprøvene er tatt over to perioder i Krokavtn i 2005.

1 PERIODE:

SG 30-39,9cm 23-25/7-05

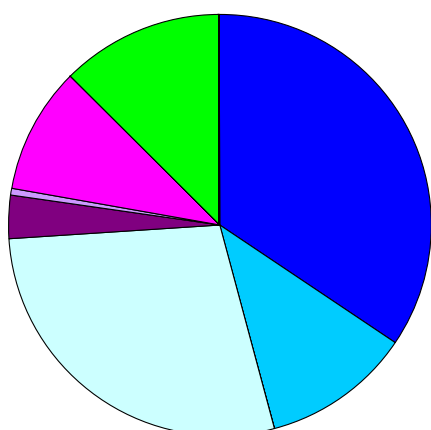


FG 30-39,9cm 23-24/7-05

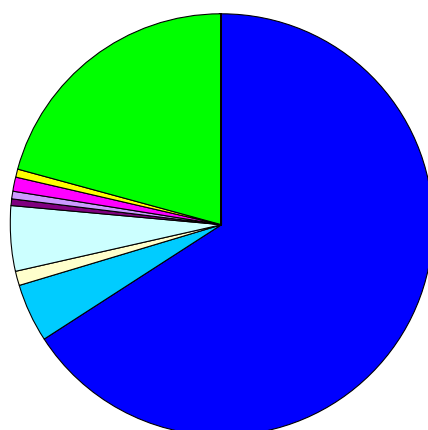


2 PERIODE:

SG 30-39,9cm 28-31/7-05



FG 30-39,9cm 28-30/7-05



■ Fjærmygg

■ Terrestriske evertebrater

■ Lymnea

■ Døgnflue

■ Stankelbein

■ Steinflue

■ Ertemusling

■ Linsekreps

■ Akvatiske evertebrater

■ Vårflue

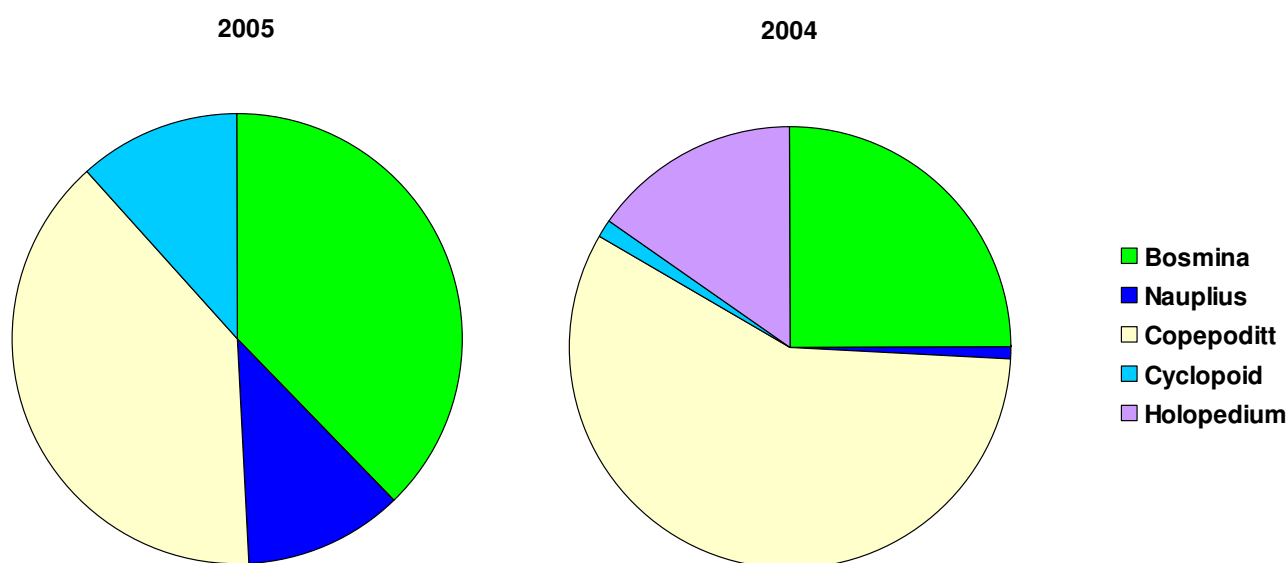
■ Ubestemt

■ Skjoldkreps

Figur 4.17: Hvert diagram angir samlet mageinnhold fra 10 fisk, i lengdeklasse 30,0–39,9 cm, tatt i settegarn (SG) eller pelagiske garn (FG) i Krokavátn i 2005. Mageprøvene er tatt over to perioder, der en periode ble avsluttet når det var tatt 10 mageprøver.

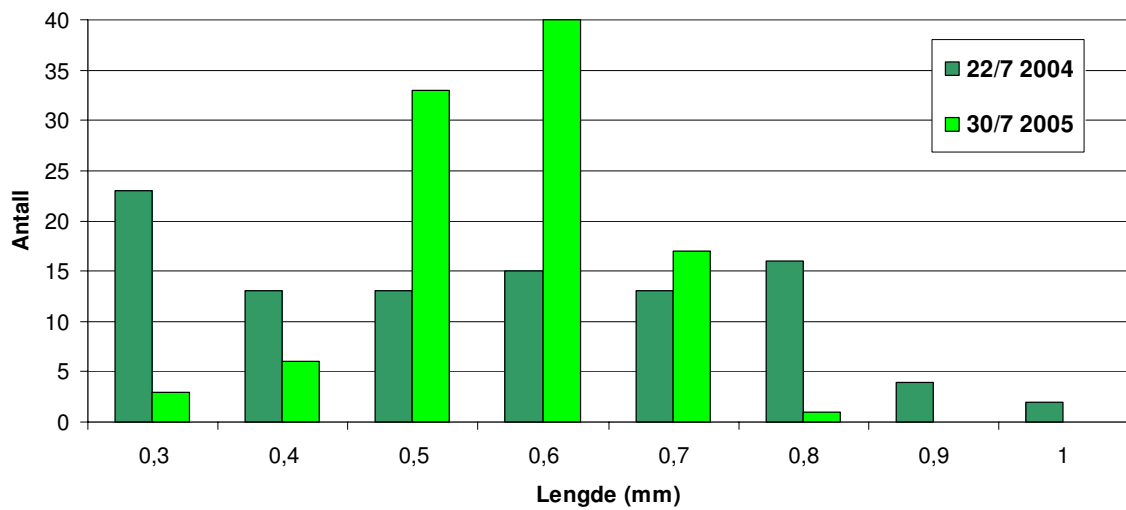
4.9 Zooplankton

Det ble ikke funnet zooplankton i mageprøvene fra Krokavatn i 2005. I planktonprøvene tatt 22/7 i 2004 og 26/7, 30/7 og 2/8 i 2005 dominerte copepoditter (Figur 4.18). Alle prøvene inneholdt cyclopoide hoppekreps, nauplius- og copepodittstadier og vannloppen *Bosmina sp.* Prøven fra 2004 hadde lite cyclopoide hoppekreps og naupliusstadier, men i tillegg fant vi vannloppen *Holopedium gibberum*.



Figur 4.18: Zooplanktonprøve fra Krokavatn i 2004 og 2005. Hvert diagram angir andelen av de ulike zooplankton artene i prøven. Cyclopoid er cyclopoide hoppekreps, mens copepoditt og nauplius er utviklingsstadium til hoppekreps. *Holopedium gibberum* (Gelékreps) er en vannloppe.

I figur 4.19 er 100 *Bosmina sp.* fra hver av prøvene tatt 22/7-04 og 30/7-05 målt. I prøven fra 2005 hadde *Bosmina sp.* en bredere lengdefordeling med flere større og mindre individer. I prøven fra 30/7-05 er lengden på *Bosmina sp.* konsentrert rundt 0,5-0,7 mm, der ingen individer er større enn 0,8 mm.



Figur 4.19: Lengdefordeling av 100 *Bosmina* sp. fra planktonprøver fra Krokavatn i juli i 2004 og 2005.

5 Diskusjon

Bestandstørrelse, struktur og vekst

Det ble fanget 435 fisk under vårt feltarbeide i Krokavatn i 2005, og basert på fangst per innsatsenhet ble bestanden estimert til 2847 fisk. Samlet vekt for bestanden ble estimert til 575 kg noe som gir 12,8 kg/ha (12,0-52,0 cm). Ut fra dette kan bestanden karakteriseres som tett sammenlignet med beregnet biomasse på henholdsvis 5,3 kg/ha og 2,6 kg/ha i 1987 og 1988 (Ingebrigtsen og Kambestad 1990). I andre vann øverst i Kvennavassdraget har også tettheten variert. I Kollsvatn i 1988 og 1989 ble tettheten beregnet til henholdsvis 16,4 kg/ha (7,0-40,9 cm) og 13,4 kg/ha (20,0-44,9 cm) (Pedersen & Scobie 1990). I Litlosvatnet ble det i 1993 beregnet en biomasse på 7,2 kg/ha (Simonsen & Valderhaug 1994). I Øvre Heimdalsvatn i Jotunheimen var biomassen rundt 20 kg/ha før utfiskingen startet i 1958, men med en reduksjon til under 10 kg/ha økte den individuelle vekstraten hos ørret mye (Jensen 1977).

I Øvre Heimdalsvatn utgjorde det alloktone materialet omlag halvparten av produksjonsgrunnlaget for evertebrater i innsjøen (Larsson et al. 1978). Krokavatn har i motsetning til Øvre Heimdalsvatn lite vier i nedslagsfeltet, og får dermed liten tilførsel av alloktont materiale. På denne delen av Hardangervidda vest er det i tillegg en kort vekstsesong, med isløsning ofte langt ut i juli og islegging i slutten av september (Borgstrøm & Museth 2005). Dette fører til at det høyst sannsynlig blir overbefolkning i Krokavatn ved lavere fisketetthet enn i Øvre Heimdalsvatn, og andre vann med lengre vekstsesong og større tilførsel av alloktont materiale.

I likhet med tidligere undersøkelser i Krokavatn (Ingebrigtsen & Kambestad 1990, Borgstrøm & Dokk 2004) fant vi sterkt varierende årsklassestyrker. Våre undersøkelser i 2005 tyder på at ørretbestanden i vannet er tett og helt dominert av fisk fra 1997-årsklassen. Denne ene årsklassen utgjorde 90 % av fangsten i 2005. I følge Borgstrøm og Museth (2005) er det en klar sammenheng mellom de sterke årsklassene og temperaturen i vekstsesongen. Det var også en nær sammenheng mellom fraværende årsklasser og snømengde i perioden 1970-2002. Lite snø kan føre til økt dødelighet av egg og parr fordi elvene bunnfryser, mens mye snø kan føre til sen isløsning og kort vekstsesong. Dessuten kan lave temperaturer i vekstsesongen begrense tilgjengelighet og kvaliteten på næringen i vannet (Borgstrøm & Museth 2005).

I Krokavatn gyter ørreten på utløpselv, og deler av 1997-årsklassen blir stående på elven i mange år, mens en del av årsklassen forlot elven allerede første sommer og vandret opp i vannet (Borgstrøm & Museth 2005). Grunnen til at 1997-årsklassen har blitt så sterk i forhold til andre årsklasser er trolig at produksjonsforholdene var særdeles gunstige i 1997, med høye temperaturer og lang produksjonssesong (Borgstrøm & Museth 2002). Mangel på konkurranse fra eldre og yngre fisk i oppvekstelven kan også ha bidratt til at denne årsklassen ble så sterk (Borgstrøm & Museth 2005). Årsklassen 1997 ser ut til å være sterk over store deler av Hardangervidda, og vekstforholdene i flere av årene etter 1997 har også vært gode, slik at deler av 1997-årsklassen raskt kom opp i fangbar størrelse i mange innsjøer (Rognerud et al. 2003).

Ørretens kondisjonsfaktor kan være et godt mål på tettheten av ørret i forhold til tilgjengelig næringsmengde i et vann. I 2005 hadde ørreten fanget i Krokavatn en gjennomsnittlig kondisjonsfaktor på 0,84, og i følge Jensen (1968) er dette noe mager fisk. Resultatene våre viste at kondisjonen var bra hos fisk i lengdeklasser 10,0-19,9 cm og 20,0-29,9 cm, dårlig i lengdeklasse 30,0-39,9 cm og svært dårlig hos den eldre fisken med lengde ≥ 40 cm. Sammenligner vi k-faktorverdiene fra 1987/88 (Ingebrigtsen & Kambestad 1990) med de fra 2005, er det en klar tendens at kondisjonen har gått ned i flere lengdeklasser, men hos den lengste fisken var kondisjonen lav i alle årene. Resultatene til Ingebrigtsen og Kambestad (1990) viste at det var mye eldre fisk i 1987/88-bestanden, og at det var den eldste fisken som hadde den laveste kondisjonen. Den store andelen av eldre fisk (≥ 14 år) ga derfor et inntrykk av at bestanden bestod av mager fisk av dårlig kvalitet, men yngre fisk i bestanden hadde god kondisjon. Grunnen til at de eldre fiskene har dårligere kondisjon er mest sannsynlig at de er flergangsgytere som etter hvert ikke greier å erstatte energitapet ved gyting (Lien 1978). Våre resultater viste også en vesentlig lavere kondisjon hos de eldste fiskene, med alder 17-32 år. I 2004 hadde 3-8 åringene i Krokavatn en gjennomsnittlig tilvekst på 2,9 cm. En gjennomsnittlig vekst på 4,0 til 4,5 cm pr. år blir regnet for å være normalt god vekst i norske høyfjellsvann (Kildal 1982), men den årlige tilveksten hos ørret ved lav fisketetthet kan være betydelig høyere enn dette på Hardangervidda, helt opp i 10-15 cm (Borgstrøm 2001). Det er en klar sammenheng mellom vekstrate og populasjonstetthet (Backiel & LeCren 1967) og det er i flere forsøk blitt vist at ved å redusere tettheten av fisk øker den individuelle veksten (Jensen 1977, Langeland 1986, Amundsen 1988). Denne effekten er forklart med at det blir flere og større næringsdyr tilgjengelig for hver fisk (Backiel & LeCren 1967). Ved endringer av fisketettheten kan det tenkes at rekrutteringen også endres, bl.a. kan en sterk utfisking av

eldre fisk gi økt rekruttering (Borgstrøm 1992). Når næringsressursen som frigjøres under utfisking bare blir utnyttet av et større antall yngre fisk, vil dette resultere i at resterende eldre fisk ikke får nevneverdig økning i vekstraten (Borgstrøm 1994).

Når isen ligger på vannet fra oktober til ut i juli blir vekstsesongen kort, selv om veksten pr. dag kan bli svært god sammenlignet med vann som har en lengre vekstsesong (Simonsen & Valderhaug 1994). Den årlige tilveksten for 1997-årsklassen i Krokavatn ligger i gjennomsnitt på 3,6 cm hvert år, ut i fra våre tilbakeberegninger gjort på fisken fanget i 2005. Det har likevel vært en klar nedgang i tilveksten de to siste årene. I 2004 var beregnet tilvekst for 1997-årsklassen 2,3 cm, og noen fisk fra denne årsklassen hadde allerede stagnert i vekst. Liten årlig tilvekst og vekststagnasjon allerede ved lengder rundt 30 cm tyder på at bestanden er overbefolket, særlig fordi nedgang i vekstraten kom i en sommer med tidlig isløsning (2004). Et markert trekk i våre beregninger er at det var liten vekst også i 2000, dette kan skyldes at det vinteren 1999/2000 var særlig mye snø som lå lenge utover våren og sommeren (Borgstrøm og Dokk 2004).

Sømme (1954) fant at kjønnsmodning for hunnfisk på sentrale deler av Hardangervidda stort sett inntreffer mellom 7 og 10 år. Det var ingen kjønnsmodne fisk under 8 år i Krokavatn i juli 2005, og hos åtteåringene var kun 28 % av hannene og 3 % av hunnene kjønnsmodne. Ingebrigtsen og Kambestad (1990) fant at hunnfisken ble kjønnsmoden ved en alder på 9 vintre og at en del hannfisk ble kjønnsmodne som femåringer i Krokavatn i 1987/88. At hunnfisk blir senere kjønnsmodne enn hanner, og at hannene ofte blir kjønnsmodne ett eller to år tidligere enn hunnene er et trekk som man stort sett ser over hele Norge (Sømme 1954). Årsaken til forskjellene i kjønnsmodningsalder mellom kjønnene kan være forskjellene i vekstraten (Alm 1959) eller nedarvede forskjeller (Jonsson 1989). En annen forklaring kan være at hanner, i større grad enn hunner, lever i littoralsonen og rennende vann (Jonsson 1989). Vi fant signifikante forskjeller mellom lengdefordelingen av hunner og hanner i aldersklasse 8 år, der hunnene dominerte lengdeklasse 30,0-39,9 cm og hannene 20,0-29,9 cm. Garnfisket og sportsfisket skjer i større grad langs land og i elvene, og dette kan gjøre at hannene bli hardere beskattet enn hunnfisken (Borgstrøm et al. 1992b), men det er lite trolig at det har vært særlig stor beskatning i Krokavatn siden minste tillatte maskevidde er 45 mm. I våre resultater var det ingen signifikant forskjell mellom antall hanner og hunner i littoralsonen. Mest sannsynlig skyldes forskjellene i størrelsen mellom hunn- og hannørreten at en stor del av bestanden har hatt et lengre opphold på utløpselven før innvandring til innsjøen, noe Jonsson (1989) påpeker.

Næring og habitat

Fjærmygg, steinfluer, snegl og andre akvatiske evertebrater sammen med terrestriske evertebrater, dominerte i dietten til både pelagisk og littoral fisk i Krokavatn. Dette kan tyde på at ørreten vandrer mellom littoralen og pelagialen. Schnell et al. (1997) har påvist tydelige vertikale døgnvandring hos fjærmyggelarver. Det ble registrert mange ganger flere larver pr. m³ om natten enn om dagen. De vandret ca. en meter opp fra sedimentet. Dette kan være med å forklare hvorfor fangst per innsats i profundale garn ble høyere enn i pelagialen.

Hos fisk ≥ 40 cm (≥ 17 år) skilte dietten seg ut fra de andre lengdeklassene. Denne fisken ble bare fanget i settegarn, og dietten var dominert av terrestre insekter og edderkoppdyr. Fisk ≥ 40 cm har samtidig en svært dårlig kondisjonsfaktor. I Øvre Heimdalsvatn gikk stor ørret over til å spise større næringsdyr som marflo, skjoldkreps og snegl med høyere næringsinnhold (Lien 1978).

Skjoldkreps og marflo er regnet som spesielt viktige næringsdyr for ørreten i sørnorske fjellsjøer (Aass 1969, Borgstrøm 1970, Borgstrøm 2000), men i 2005 ble ingen av disse påvist i mageprøver i Krokavatn. Siden store næringsdyr som marflo og skjoldkreps mangler, og snegl bare finnes i små mengder i dietten, kan det bli for lavt energiinntak for fisken når bestanden samtidig er tett.

På slutten av 60-tallet og begynnelsen av 70-tallet var det observert marflo i Krokavatn (Muniz 1968, NOU 1974), men i en undersøkelse gjort i Krokavatn 1978 ble ingen av artene observert (Walseng et al. 1978). Under prøvefiske 24/8 1979 utgjorde derimot skjoldkreps 63,9 volumprosent av mageinnholdet hos ørreten, men marflo ble ikke observert (Kildal 1982). Det ble også registrert skjoldkreps i mageprøver fra 1991 i Krokavatn (Borgstrøm pers. medd). Skjoldkrepsene klekker etter isløsning, som regel ut i juni eller juli.

Skjoldkrepsen vokser raskt og allerede i august kan den være kjønnsmoden (Borgstrøm 1997). Klekking og utvikling av skjoldkrepsen er temperaturavhengig, og en sein isløsning vil forsinke klekking og vekst kraftig. På vestre delen av Hardangervidda er det vanlig at isen kan ligge til ut i slutten av juli eller til begynnelsen av august når det har vært mye snø (Borgstrøm 1997). I perioden 1989-2002 var det mange vintre med mye nedbør på Vestlandet (Meteorologisk institutt 01.05 2006), som snø i høyfjellet, og dette har dermed gitt sein isløsning (Borgstrøm & Museth 2005). Dette er antagelig ikke eneste grunnen til at det ikke ble observert skjoldkreps i 2005, for i Kollsvatn bestod mageprøvene fra juli 2004 av ca. 25 % skjoldkreps, mens det ikke ble påvist skjoldkreps i mageprøvene fra ørret i Krokavatn i 2004 (Bjørkhaug & Hamre 2004). Kollsvatn ligger 2 km sør for Krokavatn og bare 51 m lavere.

Derfor skulle det forventes at skjoldkrepsen også var i Krokavatn, men fraværet av skjoldkreps i både 2004 og 2005 kan indikere at det er den store bestanden av ørret som holder bestanden av skjoldkreps nede (Borgstrøm 1997, Lien 1978).

Det ble ikke påvist zooplankton i mageprøvene fra 2005. Planktonprøvene tatt med Schindlerfelle inneholdt både hoppekreps, på flere stadier, og *Bosmina sp.* I 1998 fant Gjelsvik (1999) *Daphnia* i både mageprøver og planktonprøver fra Krokavatn. *Daphnia* utgjorde en vesentlig del av mageinnholdet hos ørreten i 1998, selv om innsamlingsperioden falt sammen med klekking av stankelbein og vårfluer (Gjelsvik 1999). Ørretbestanden i 1998 ble vurdert til å være tynn, mens den i 2005 var tett. Økt beitetrykk på *Daphnia* fra ørret har antagelig ført til at den har blitt nedbeitet.

De yngste aldersklassene av ørret står hovedsaklig langs land, i første rekke på grovere bunnsubstrat, fordi dette gir bedre skjul (Haraldstad & Jonsson 1983, Jonsson 1989). Vår fangst i Krokavatn viste en tilsvarende fordeling, med signifikant flere fisk under 20 cm fanget i littoralsonen enn ellers i vannet.

Fiskens valg av habitat har nær sammenheng med hvilket habitat som kan gi det største næringsutbytte (Werner & Mittelbach 1981). Habitatbruken kan være styrt gjennom sosiale interaksjoner som konkurranse (Keast 1977) og antipredator atferd (Mittelbach 1981). Den mindre fisken vil trolig okkupere et habitat der konkurransen og predasjonsrisikoen er lav, mens den større fisken vil okkupere et habitat med god næringstilgang. Kannibalisme kan være en viktig bestandsregulerende mekanisme, og observasjoner av mageprøver fra ørret på Hardangervidda viser at det forekommer kannibalisme (Borgstrøm 1991, Rognerud et al. 2003).

I 1987 og 1988 ble pelagialen bare benyttet av fisk i lengdeklasse 30,0-39,9 cm (Borgstrøm et al. 1992b). Vår fangst viste imidlertid at en god del av fisken oppholder seg i den frie vannmassen, noe som kan bety at bestanden må bruke flere habitater enn det som er mest preferert (Krebs 2001).

6 Konklusjon

Krokavatn er et overbefolket høyfjellsvann bestående av ørret med lav kondisjon og liten årlig tilvekst, dette som følge av en sterkt dominerende årsklasse som gir høy bestandstetthet.

Bestandsstruktur, næringsgrunnlag og rekruttering er dynamiske faktorer i en fiskebestand.

Ved å endre på en av disse faktorene kan de to andre faktorene bli påvirket.

Vann på vestsiden av Hardangervidda som ligger over 1200 m.o.h., slik som Krokavatn, vil lett bli overbefolket av ørret når det kommer inn mange rekrutter. Dette vil si at det lett blir ubalanse mellom næringsbehovet til ørreten og næringstilgangen. Varme somre kan gi økt rekruttering til bestanden og muligheter for rekruttering i høyereliggende vann der det vanligvis ikke er rekruttering. I en slik situasjon med stor rekruttering vil vekstraten for ørret i disse lavtproduserende vannene bli svært lav når fisken er kommet opp i en viss størrelse (20-30 cm). Under slike forhold vil det være sikrest å redusere maskevidden på garn fra minimum 45 mm som den har vært til nå, til heller å sette en øvre grense for tillatt maskevidde, f.eks. 35-39 mm. Dette for å øke beskatningen på mindre fisk, og dermed redusere bestandstettheten og gi økte individuelle vekstrater. Det kan tenkes at dette i perioder med lav rekruttering gir en dårlig vekstutnytting for rekruttene i bestanden, men siden store årsklasser gjentatte ganger har gitt overbefolkning i vannet, er det likevel bedre å sikre seg mot en slik overbefolkning ved å ha en permanent øvre grense på maskevidden ved garnfiske.

Det vil være gunstig å overvåke rekrutteringen med f.eks. elektrofiske. Hvis det blir mange år mellom hver rekruttering vil bestanden kunne bli tynn og de nye rekruttene møter begrenset konkurranse. Fiske med finmasket garn i årene etterpå vil da kunne hindre overbefolkning og dårlig vekst hos fisken før den kommer inn i interessant størrelse for fiske.

7 Litteraturliste

Aass, P. 1969. Crustacea, especially *Lepidurus arcticus* Pallas, as brown trout food in Norwegian mountain reservoirs. Reprinted from Institute of Freshwater Research Drottningholm 49: 183-201.

Abrahamsen, J. 1974. Limnologien på Hardangervidda. s. 59-60. I: NOU 30B: Hardangervidda: Natur-Kulturhistorie - Samfunnsliv. Oslo, Universitetsforlaget.

Alm, G. 1959. Connection between maturity, size and age in fishes. Reprinted from Institute of Freshwater Research Drottningholm 40: 5-145.

Amundsen, P. A. 1988. Effects of an intensive fishing programme on age structure, growth and parasite infection of stunted whitefish (*Coregonus lavaretus* L. s.l.) in Stuorajavri, northern Norway. Finnish Fisheries Research 9: 425-434

Amundsen, P. A. 1989. Mange munner å mette. Ottar 176 (3):19-24.

Andersen, A. 1974. Hovedpunkt om geologi m.v. s. 38-44. I: NOU 30B: Hardangervidda: Natur - Kulturhistorie –Samfunnsliv. Oslo, Universitetsforlaget.

Backiel, T., LeCren, E. D. 1967. Some density relationships for fish population parameter. s. 251-293. I: Gerking, S. (red.) The Biology Basis of Freshwater Production. Oxford, Blackwell Scientific Publications.

Bjørkhaug, E., Hamre, B. 2004. Vekst hos ørretunger (*Salmo trutta* L) i en vest- øst gradient på Hardangervidda. Hovedoppgave. Ås, Universitetet for miljø- og biovitenskap. 43 s.

Borgstrøm, R. 1970. Skjoldkreps, *Lepidurus arcticus*, i Stordalsmagasinet i Hallingdal. Fauna 23: 12-20.

- Borgstrøm, R. 1991. Fiskets innvirkning på rekrutteringen i aurebestander. s. 239-255. I: Naturforvaltning, Informasjonsmøte 4-5 nov. 1991 ved Institutt for biologi og naturforvaltning. Faginfo, Statens fagtjeneste for landbruket, Nr. 23
- Borgstrøm, R. 1992. Relationship between annual recruitment and density in a lacustrine population of allopatric brown trout (*Salmo trutta*). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 49: 1107-1113.
- Borgstrøm, R. 1994. Production in a lacustrine brown trout population with large recruitment potential and low natural mortality: Implications for management. North American Journal of Fisheries Management 14: 488-499.
- Borgstrøm, R. 1995. Dynamiske endringer i ørretbestander. s. 58-66. I: Borgstrøm, R., Jonsson, B., L'Abée-Lund, J. H. (red.) Ferskvannsfisk: økologi, kultivering og utnytting. Sluttrapport fra forskningsprosjektet «Fiskeforsterkningstiltak i norske vassdrag» (FFT), Oslo, Norges Forskningsråd.
- Borgstrøm, R. 1997. Skjoldkreps – et arktisk dyr i norske innsjøer. Fagnytt 4(9): 1-4.
- Borgstrøm, R. 2000. Fiskesamfunn i sørnorske høyfjellssjøer. s. 74-82. I: Borgstrøm, R. & Hansen, L. P. (red.) Fisk i ferskvann: Et samspill mellom bestander, miljø og forvaltning. 2 utg. Oslo, Landbruksforlaget.
- Borgstrøm, R. 2001. Vatnalivatn - frå lite fisk til god bestand på få år. NF Fiskerapport 14: 1-6.
- Borgstrøm, R. 2005. Tynningsfiske i vatn i Ullensvang statsallmenning 2005. Faktaark 3(3): 1-6.
- Borgstrøm, R., Dokk, J. G. 2004. Auren i Krokavatn, Skavatn, Ambjørgsvatn og Grøndalsvatna. Faktaark 2(3):1-6.

Borgstøm, R., Ingebrigtsen, S., Kambestad, O., Pedersen K., Scobie L. 1992. Effect of population density on habitat utilization in four lentic populations of allopatric brown trout (*Salmo trutta*). s. 147-171. I: Borgstrøm, R. 1993. Dynamics and resource use in populations of brown trout, *Salmo trutta*. Dr. agric. thesis, Department of Biology and Nature Conservation, Agricultural University of Norway.

Borgstrøm, R., Museth, J. 2002. Snow and temperatures in high mountain areas. Impact of climate on recruitment to brown trout populations. I: Museth, J. Dynamics in European minnow *Phoxinus phoxinus* and brown trout *Salmo trutta* populations in mountain habitats: effects of climate and inter- and intraspecific interactions. Dr. scient theses, Department of Biology and Nature Conservation, Agricultural University of Norway.

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

Brabrand, Å., Koestler, A., G., Borgstrøm, R. 2002. Lake spawning of brown trout related to groundwater influx. Journal of Fish Biology 60: 751-763

Dahl, K. 1910. Alder og vekst hos laks og ørret belyst ved studier ved deres skjæl. Centraltrykkeriet, Kristiania. (Sitert etter Jensen 1984, Ingebrigtsen og Kambestad 1990)

Gjelsvik, L. 1999. Størrelsen og pigmentering hos *Daphnia longispina* i forhold til tettheten av ørret (*Salmo trutta* L.) i innsjøer på Hardangervidda. Hovedoppgave. Ås, Norges Landbrukshøgskole. 50 s.

Haraldstad, Ø., Jonsson, B. 1983. Age and sex segregation in habitat utilization by brown trout in a Norwegian Lake. Transactions of the American Fisheries Society 112: 27-37.

Ingebrigtsen, S., Kambestad, O. 1990. Struktur, dynamikk og habitatbruk for bestanden av aure, *salmo trutta* L., i Krokavatn på Hardangervidda- og perspektiv for forvaltning av aurebestanden i Ullensvang statsallmenning. Hovedoppgave. Ås, Norges Landbrukshøgskole.

Jensen, K. W. 1968. Sea trout (*Salmo trutta* L.) of the River Istra, western Norway. Rep. Institute of Freshwater Research Drottningholm 48:187-213

Jensen, K. W. 1977. On the dynamics and exploitation of the population of brown trout, *Salmo trutta* L., in Lake Øvre Heimdalsvatn, Southern Norway. Institute of Freshwater Research Drottningholm 56: 18-69.

Jensen, K. W. 1984. Kondisjon s. 781-782. I: Jensen, K. W. (red.). Sportfiskerens leksikon. Kunnskapsforlaget, Oslo.

Johnsen, B. O. 1978. Seasonal variations in the diet of the brown trout (*Salmo trutta* L.) in a Norwegian mountain lake compared with the variations in the plankton and bottom fauna. Astarte: Journal of Arctic Biology. 11: 37-42

Jonsson, B. 1976. Comparison of scales and otoliths for age determination in brown trout, *Salmo trutta* L. Norwegian Journal Zoology 24: 295-301.

Jonsson, B. 1989. Life history and habitat use of Norwegian brown trout (*Salmo trutta*). Freshwater Biology 21: 71-86

Jonsson, B. 1992. Ørret. s. 110-118. I: Jonsson, B., Semb-Johansson, A. (red.) Norges dyr, Fiskene 1: Krypdyr, amfibier, ferskvannsfisker. J. W. Cappelens Forlag a. s.

Keast, A. 1977. Mechanisms expanding niche width and minimizing intraspecific competition in two centrarchid fishes. s. 333-395. I: Steere, M K., Wallace, B. (red.) Evolutionary biology 10. Plenum Press, New York, USA.

Kildal, T. 1982. Rapport frå fiskeribiologiske undersøkingar i Kvenna 1979. Direktoratet for Vilt og Ferskvannsfisk, Fiskerikonsulenten i Øst- Norge. Rapport nr. 2. 36 s.

Krebs, C. J. 2001. Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance. 5th Ed. Benjamin Cummings, San Francisco. 672 s.

Kristoffersen, K., Klemetsen, A. 1991. Age determination of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) from surface and cross section of otoliths related to otolith growth. Nordic Journal of Freshwater research 66: 98-107.

Langeland, A. 1986. Heavy exploitation of dense resident population of Arctic Carr. North American journal of fisheries management 6: 519-525

Larsson, P., Brittain, J. E., Lillehammer, A. 1978. The lake ecosystem of Øvre Heimdalsvatn. Holarctic Ecology 1: 304-320

Lea, E. 1910. On the methods used in herring investigations.- Publs. Circonst. Cons. Perm. Int. Explor. Mer. 53: 7-174. (Sitert etter Jensen 1984, Ingebrigtsen og Kambestad 1990)

Lien, L. 1978. The energy budget of the brown trout population of Øvre Heimdalsvatn. Holarctic Ecology. 1:279-300

Lye, K. 1974. Plantelivet på Hardangervidda. s. 72-73. I: NOU 30B: Hardangervidda: Natur - Kulturhistorie - Samfunnsliv. Oslo, Universitetsforlaget.

Mittelbach, G. G. 1981. Foraging efficiency and body size: a study of optimal diet and habitat use by bluegills. Ecology 62: 1370- 1386.

Muniz, I. P. 1968. Rapport fra de fiskebiologiske undersøkelser i Odda og Ullensvang statsallmenninger sommeren 1967. Konsulenten for ferskvannsfisk i Vest-Norge, Bergen. 73 s.

NOU 1974: 30 Liv i vatn, illustrasjon 015b. Hardangervidda: Natur - Kulturhistorie- Samfunnsliv. Universitetsforlaget.

Pedersen, K. Å., Scobie, L. 1990. Dynamikk, habitatbruk og redskapsseleksjon for ørretbestanden i Kollsvatn, en innsjø på Hardangervidda – og perspektiv for forvaltning av ørretbestandene i Ullensvang statsallmenning. Hovedoppgave. Ås, Norges Landbrukshøgskole. 59 s.

Rognerud, S., Borgstrøm, R., Qvenild, T., Tysse, Å. 2003. Ørreten på Hardangervidda: Næringsnett, kvikksølvinnhold, ørekytespredning og klimavariasjoner – følge for fisker og forvaltning. Norsk institutt for vannforskning (NIVA) LNR 4712. 68 s.

Schei, T. A., Jonsson, B. 1989. Habitat Use of Lake-Feeding, Allopatric Brown Trout in Lake Oppheimsvatnet, Norway. s. 156-168. I: Brannon, E., Jonsson, B. (ed.) Salmonid Migration and Distribution Symposium. 2th international symposium, 23-25 June 1987. University of Washington, School of Fisheries.

Schnell, Ø. A., Hellen, B. A., Barlaup, B. T., Fjellheim, A., Halvorsen, L. C. S., Håvardstun, J., Raddum, G. G. 1997. Bæreevne i høyfjellsinnsjøer, en undersøkelse av fjærmygg og aure i fire innsjøer i Stølsheimen, Hordaland. Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske, Zoologisk institutt, Universitetet i Bergen. Rapport nr. 95. 109 s.

Simonsen T. A., Valderhaug, N. A. 1994. Bestandsdynamikk, habitatbruk og ernæring for aure i Litlosvatn – ein innsjø på Hardangervidda. Hovedoppgave. Ås, Norges Landbrukshøgskole. 65 s.

Skjelkvåle, L. B., Henriksen, A. 1998. Vannkjemi, forsuringsstatus og tålegrense i nasjonalparker; Hardangervidda. Norsk institutt for vannforskning (NIVA). Rapport LNO 3895-98. 49s.

.

Sømme, I. D. 1954. Ørretboka. 4 utg. Jacob Dybwads Forlag, Oslo. 617 s.

Sønstebø, J. H., Borgstrøm, R., Heun, M. 2006. Genetic structure of brown trout (*Salmo trutta* L.) from the Hardangervidda mountain plateau (Norway) analyzed by microsatellite DNA: A basis for conservation guidelines. (In press) 15 s.

Power, G. 1978. Fish population structure in Arctic lakes. Journal of the fisheries research board of Canada 35: 53-59.

Walseng, B., Halvorsen, G., Schartau, A. K. L. 1978. Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Kvenna, 1978. Norsk institutt for naturforskning (NINA) Oppdragsmelding 321. 33s

Werner, E. E., Mittelbach, G. G. 1981. Optimal foraging: Field test of diet choice and habitat switching. *American Zoologist* 21: 813-829

Økland, J. 1983. Ferskvannets verden 1, Miljø og prosesser i innsjø og elv. Universitetsforlaget. 202 s.

Økland, J. og Økland, A. K. 1998. Vann og vassdrag 3 - Kjemi, fysikk og miljø. Vett & Viten as. 206 s.

Meteorologisk institutt. 2006. Veret dei siste 100 åra [Online]. Lippestad, H.(red.).

Tilgjengelig fra:

http://met.no/met/ver_100/temp_100/geografisk/index.html [siteret: 01.05.06]

http://met.no/met/ver_100/nedbor_100/geojpg/rra_r3m24.jpg [siteret: 01.05.06]

Norges geologiske undersøkelse. 2006. Arealisdata på nett [Online]. NGU. Tilgjengelig fra:

<http://www.ngu.no/kart/arealisNGU/> [siteret: 04.05.06]