

Historiske aurebestander(*Salmo trutta*) på
Sentralvidda – Endringer i bestandsstruktur
og livshistorietrekk som følge av endring i
beskatning og variasjon i klimaforhold

Historical populations of brown trout (*Salmo trutta*) at
Sentralvidda – Changes in population structure and life-
history traits as a result of changes in exploitation and
climatic variation

Runar Myrvang & Dag Slettebø

Forord

Denne oppgava er skrevet ved Institutt for naturforvaltning ved Universitetet for miljø- og biovitenskap på Ås.

Først og fremst vil vi takke våre to veiledere, professor emeritus Reidar Borgstrøm og professor Thron O. Haugen. Underveis i skriveprosessen har de bidratt med grundige rettelser, innspill og diskusjoner. Reidar var også med under den første feltperioden i juli.

Vi vil også takke Gudbrand og Vilhelm Håvardrud som tillot oss å gjennomføre et prøvefiske i Flotatjønne og Langesjøtjønne i juli 2012, og dessuten holdt kost og losji under feltarbeidet i september, da vi var med dem ved fisket i de to tjerna og ved gjennomføring av prøvefisket i Langesjøen. Vi vil og takke Hans Olav Lægreid, bestyrer på Rauhelleren turisthytte, som var behjelpelig med lagring av utstyr og skyssing med båt, og tillot oss å bruke selveste «Ungkarsboligen» som feltlaboratorium.

Institutt for naturforvaltning
Universitetet for miljø- og biovitenskap
Ås, mai 2013

Runar Myrvang

Dag Slettebø

Sammendrag

Målsettinga for denne masteroppgava har vært å belyse hvordan klima- og beskatningsforhold kan ha påverka aurebestandene i Flotatjønne, Langesjøtjønn og Langesjøen på Hardangervidda fra 1930-tallet til i dag. I tillegg til Sømme undersøkelser på 1930-tallet, har det blitt gjennomført fiskeribiologiske undersøkelser i Langesjøen i 1989 og 2001. Vår undersøkelse ble gjennomført i 2012, med prøvefiske i juli i Flotatjønne og Langesjøtjønn, samt et prøvefiske i september i Langesjøen. Det drives et årlig næringsfiske i alle tre vatna, og fangsten fra Flotatjønne og Langesjøtjønn i september inngår også i vårt datamateriale.

Resultatene fra prøvefisket viser store variasjoner i bestandsstrukturen mellom de tre innsjøene. I Langesjøtjønn var mindre fisk (< 28 cm) nesten fraværende. I Flotatjønne var bestandsstrukturen jammere, men også her med forholdsvis lite små fisk. Dette tyder på dårlig rekruttering i begge bestandene, og det må forventes lave fangster i åra som kommer, da særlig i Langesjøtjønn. I Langesjøen derimot lå hovedvekta av fangsten innenfor 18-25 cm, og her var det relativt sett få fisk over 30 cm. Årsaka til at fisk over 30 cm var underrepresentert i materialet fra Langesjøen kan trolig relateres til det betydelige næringsfisket som var gjennomført forut for vårt prøvefiske. Estimert momentan dødsrate var signifikant høyere i 2012 enn på 1930-tallet i Langesjøen, og kan indikere at beskatninga har blitt hardere. Det samme gjelder for Langesjøtjønn, men her var ikke forskjellen signifikant.

Vi estimerte utgangsbstanden av fangbar fisk i Flotatjønne og Langesjøtjønn i begynnelsen av september 2012 ved hjelp av utfisking i flere omganger, der nedgang i dagsfangster danna grunnlaget for estimatet. Metoden er den samme som ble benytta av Sømme i de samme vatna på 1920- og 30-tallet. I Flotatjønne ble bestanden i 2012 estimert til 134 fisk, mens den i 1934 ble estimert til 202 fisk. Det høyere estimatet i 1934 skyldes trolig at bestanden hadde stått freda i over tre år før utfiskinga den gang, mens det ble fisket seinest i 2011. I Langesjøtjønn ble bestanden estimert til 71 fisk i 2012. Av de historiske estimatene var det estimatet fra 1935 (165 fisk) som skilte seg fra det i 2012, og en mulig forklaring kan være at én eller flere sterke årsklasser inngikk i fangstene i 1935. Materialet fra næringsfisket i Langesjøtjønn i 2012 antyder at bestanden har blitt yngre enn i 1933. Dette skyldes trolig en endring i beskatning fra å fiske høyst annett hvert år til å fiske hvert år. Den harde beskatninga fører til høyere dødelighet på eldre fisk, og dermed vil alderssammensetninga forskyves mot en yngre bestand.

Tilbakeberegna lengder viste at auren i Langesjøtjønne har svært god vekst fram til alder fem vintre, før vekstraten avtar noe. I Flotatjønne vokser fisken dårligere enn i Langesjøtjønne fram til alder fem vintre, men fra fem vintre er veksten bedre, slik at ved alder sju vintre er lengde ved fangst om lag den samme for auren i de to vatna. Auren i Flotatjønne ser ut til å ha en mer utholdende vekst. I Langesjøen har auren en jamn vekst alle år, og tilveksten ser ut til å være den samme som Sømme fant på 1930-tallet. Dermed har veksten hos auren i Langesjøen bedra seg fra undersøkelsene som ble gjennomført i 1989 og 2001. Den dårlige veksten som ble funnet i 1989 kan trolig forklares med for høg tetthet i bestanden den gang, i tillegg til relativt lave sommertemperaturer på slutten av 1980-tallet.

Marflo (*Gammarus lacustris*) var et viktig næringsdyr for auren i alle vatna i juli. I september kom skjoldkreps (*Lepidurus arcticus*) inn som det desidert viktigste næringsdyret i Flotatjønne, og den ble i tillegg registrert i Langesjøen. I Langesjøtjønne derimot ble ikke skjoldkreps registrert i mageprøvene til aure. Her dominerte marflo i dietten også i september, men også *Bythotrephes longimanus* var viktig. Det store innslaget av store krepsdyr i dietten er også et tegn på at bestandene ikke har stor tetthet.

Hunnfisken i Flotatjønne kjønnsmodner ved høg alder (>6 år). I Langesjøtjønne ser hunnfisken ut til å kjønnsmodne ved alder fem vintre eller tidligere, dvs. ved lavere alder enn i 1933. Også i Langesjøen ser det ut til at det har skjedd en endring i alder ved første gangs kjønnsmodning. Den harde beskatninga av fisk i størrelsesgruppa 35-45 cm, over lengre tid, kan ha ført til en seleksjon for tidligere kjønnsmodning.

De siste åra har uttaket av fisk i Langesjøen vist en nedadgående trend. Dette skyldes trolig naturlige svingninger i rekruttering. Garnfangstatistikk fra andre deler av Vidda viser også den samme utviklinga: en generell nedgang i fangstene etter de to gode åra i 2003 og 2004, da den sterke årsklassen 1997 kom inn i fangstene. Sommertemperaturen i åra etter 2006 har vært lav, og dermed må grunneierne være forberedt på lave fangster i alle tre vatna de kommende åra, fordi det kan ha gitt relativt lav rekruttering og noe lavere individuell vekst. Vi anbefaler derfor å sette tilbake levende maskebitere (små fisk), for å spare rekruttene. For Langesjøtjønne og Flotatjønne kan et alternativ være å legge om fra garnfiske til sportsfiske, men om dette er økonomisk lønnsomt i forhold til dagens drift er usikkert.

Abstract

The aim of this thesis has been to examine how climatic variation and different harvesting regimes may have affected the brown trout populations in Flotatjønne, Langesjøtjønne and Langesjøen, situated on the Hardangervidda mountain plateau, from 1930 until present day. In addition to the fish biologist Iakob D. Sømme's surveys in the 1930s, studies of brown trout have also been conducted in Langesjøen in 1989 and 2001. Our survey was conducted in 2012, with gill net sampling in July in Flotatjønne and Langesjøtjønne, and in September in Langesjøen. An annual commercial fishery is carried out in all the three lakes, and the catches from Flotatjønne and Langesjøtjønne in September are also included in our dataset.

The results from our gill net sampling show large variations in population structure between the three lakes. In Langesjøtjønne, smaller fish (<28 cm) were almost absent. The population structure was more even in Flotatjønne, but also here with a relatively modest amount of small fish. This indicates poor recruitment in both stocks, and low catches is therefore expected in the years to come, particularly in Langesjøtjønne. In Langesjøen, however, the main catch consisted of fish with lengths between 18 and 25 cm, and there were relatively few fish with lengths over 30 cm. The reason why fish over 30 cm were under-represented in the material from Langesjøen can probably relate to the significant commercial fishery that was conducted prior to our gill net sampling. Estimated instantaneous rate of mortality was significantly higher in 2012 than in 1930 in Langesjøen, and may indicate a more intense exploitation. The same applies for Langesjøtjønne, but the difference here was not significant.

We estimated the initial population of catchable fish in Flotatjønne and Langesjøtjønne in early September 2012 by the removal method, the same as that used by Sømme in the same lakes in the 1920s- and 30s. In Flotatjønne, the population in 2012 was estimated to 134 fish, while in 1934 it was estimated to 202 fish. The reason for the higher population estimate in 1934 is probably that the stock had not been exploited for over three years before the fishing at the time, while the population was exploited in 2011, i.e. the year prior to the estimation in 2012. In Langesjøtjønne the population was estimated to 71 fish in 2012. Of the historical estimates, the one from 1935 (165 fish) differed from that in 2012. A possible explanation may be that one or several strong year classes were included in the catches in 1935. The age structure of the fish from the commercial catches in Langesjøtjønne in 2012 suggests that the population was younger than in 1933. This is probably due to a change in the harvesting regime. The

heavy exploitation leads to higher mortality of older fish, and therefore the age composition shifts toward a younger population.

Back calculated lengths showed that the brown trout in Langesjøtjønn have very good growth up to the age of five winters, before the growth rate decreases somewhat. In Flotatjønn the growth is not as good as in Langesjøtjønn up to five winters, but from five winters the growth is better, and by age seven winters the length at capture is approximately the same for the brown trout in the two lakes. In Langesjøen the brown trout have an even growth every year, and the growth appears to be the same as that Sømme found in the 1930s. The growth of the brown trout in Langesjøen has improved from the surveys conducted in 1989 and 2001. The poor growth that was found in 1989 can probably be explained by the high population density at the time, in addition to the relatively low summer temperatures in the late 1980s.

Freshwater shrimp (*Gammarus lacustris*) was an important prey item for the trout in all lakes in July. In September, the tadpole shrimp (*Lepidurus arcticus*) was the most important prey for the brown trout in Flotatjønn, and it was also recorded in Langesjøen. In Langesjøtjønn however the tadpole shrimp was not registered in the stomach samples. Here the freshwater shrimp dominated the diet also in September, but *Bythotrephes longimanus* was also important. Occurrence of large crustaceans like *Gammarus* and *Lepidurus* may be an indication of low brown trout population densities.

Female fish in Flotatjønn mature at high age (> 6 years). In Langesjøtjønn females appear to mature at age five winters or younger, i.e. at lower age than in 1933. Also in Langesjøen, it appears that there has been a change in the age at first sexual maturity, and the heavy exploitation over time of fish in the 35-45 cm size group may have led to selection for earlier maturation.

In recent years the amount of harvested fish in Langesjøen has declined. This is probably due to natural fluctuations in recruitment. Catch statistics from other parts of the Hardangervidda mountain plateau also show the same trend: a general decline in the catches after two good years in 2003 and 2004. Summer temperatures in the years after 2006 have been low, and the landowners must therefore be prepared for low catches in all three lakes in the coming years. To save as many recruits as possible, we recommend to quit culling the small fish in the catches from Langesjøen, which has taken place over the last three years. For Langesjøtjønn and Flotatjønn it may be an option to switch from gillnet fishing to game fishing, however, such management may be less economically viable.

Innhold

1. Innledning.....	1
2. Områdebeskrivelse	3
3. Materiale og metode.....	8
3.1 Prøvefiske.....	8
3.2 Bestandsestimering ved fiske i flere omganger.....	9
3.3 Prøvetaking.....	10
3.4 Planktontrekk	12
3.5 Aldersbestemming.....	12
3.6 Kjønnsmodningsreaksjonsnormer	14
3.7 Mageprøver	14
3.8 Lengde-vekt-forhold og vekst	15
3.9 Årlig dødelighet og overlevelse	16
4. Resultat.....	17
4.1 Prøvefiske.....	17
4.2 Alder på garnfanga fisk	19
4.3 Årlig dødelighet og overlevelse	20
4.4 Næringsfangst.....	22
4.5 Bestandsestimeringer	25
4.6 Individuell årlig vekst.....	27
4.7 Kjønnsmodning	35
4.8 Aurens kvalitet	41
4.9 Dyreplankton	44
4.10 Diett.....	46
5. Diskusjon.....	49
5.1 Bestandsstørrelser, dødelighet og beskatning	49
5.2 Rekruttering og temperatur	51
5.3 Tetthetsuavhengig og tetthetsavhengig effekt på vekst og kvalitet.....	53
5.4 Endra kjønnsmodningsalder i Langesjøen og Langesjøtjønn	57
6. Konklusjon	59
7. Driftsplaninnspill.....	60
8. Litteratur.....	61
Vedlegg 1-5.....	67

1. Innledning

Aure er den vanligste fiskearten i ferskvann i Norge, og forekommer ofte som eneste fiskeart, særlig i høgfjellet i Sør-Norge (Jensen 1977; Museth 2002; Qvenild 2004). Den vide utbredelsen aure har i fjellområda i Sør-Norge skyldes både naturlig innvandring og utsetninger (Sømme 1941), og på Hardangervidda er aure nærmest enerådende som fiskeart (Qvenild 2009). Potensialet som ligger i aurebestandene på Hardangervidda er viktige for mange, både økonomisk og rekreasjonsmessig. Næringsfiske i dette fjellområdet har blitt drevet i flere århundrer, og settegarn har trolig vært det viktigste fiskeredskapet (Sømme 1933b). Dahl og Sømme gjennomførte en rekke studier av auren på Hardangervidda, og disse studiene har blitt stående som klassikere innen fiskeforvaltninga, og har gitt viktige bidrag til kunnskap om ørretbiologi og forvaltning av aurebestander i høgfjellet (Dahl 1917; Sømme 1941).

Settegarn er fortsatt det viktigste fiskeredskapet ved beskatninga av aure på Vidda. Garn er imidlertid et sterkt selektivt redskap (Jensen 1972), og dermed kan fiskeinnsats og maskevidde som brukes få stor innvirkning på bestandsstruktur, produksjon og avkastningspotensiale for en beskatta bestand (Donald & Alger 1989; Healey 1975; Langeland 1986; Miller 1947). Et eksempel på det finner vi i Øvre Heimdalsvatn (1088 moh) på østsida av Jotunheimen. I 1957 var aure eneste fiskeart i Øvre Heimdalsvatn, og bestanden var tett, med vekststagnasjon ved liten fiskestørrelse. Etter ei kraftig utfisking med garn, hovedsakelig med maskevidde 26- og 30 mm, i perioden 1958-1966, økte vekstraten til auren betydelig, samtidig med at bestanden ble langt yngre (Jensen 1977). I dette tilfellet var det stor årlig rekruttering til bestanden som var problemet, og før utfiskinga starta var gjennomsnittsvekta til ti år gammel fisk 165-170 gram, mens den lå på 650-700 gram i 1966 (Jensen 1986). Et annet eksempel finner vi i Kollsvatn på vestre del av Hardangervidda. Som i alle andre vatn på denne delen av Vidda, er aure den eneste fiskearten, men bestandsstrukturen endra seg vesentlig fra 1950 til 1990, fra en bestand med enkelte store fisk til en tett bestand med tidlig vekststagnasjon. Årsaka var trolig et for hardt beskatningstrykk på stor fisk, noe som kan ha ført til redusert predasjonstrykk på den mindre fisken og dermed gitt økt rekruttering (Pedersen & Scobie 1990). Ei lignende utvikling har også blitt vist i et nærliggende vatn, Krokavatn (1233 moh), i den samme perioden, og også her var trolig for hardt beskatningstrykk med store maskevidder årsaka (Ingebrigtsen & Kambestad 1990). Ei slik hard beskatning vil medføre større dødelighet for den rasktvoksende fisken, og det kan

selektere for fisk som vokser sakte og kjønnsmodner tidlig (Ernande et al. 2004), og er vist for flere fiskearter (Fukuwaka & Morita 2008; Haugen 2000).

I mindre høgfjellsvatn der det er stor fisk, ser det ut til at fangbarheten ved garnfiske er ekstra stor, og det medfører at hele den fangbare delen av bestanden kan tas ut i løpet av noen få netters fiske (Dahl 1933; Sømme 1934b). I Langesjøtjønn ble over 90 % av den fangbare delen av bestanden tatt ut etter tre netters fiske i 1925 og 1933 (Sømme 1934b). Dette viser sårbarheten slike bestander kan ha når det benyttes garn (Borgstrøm 2000b), og Dahl og Sømme (1934) pekte på nettopp et for hardt garnfiske for å forklare den generelle nedgangen i fangstene på Hardangervidda tidlig på 1900-tallet. Nærmere bestemt mente de at maskeviddene som ble brukt var så små, og beskatningstrykket så høyt, at hoveddelen av bestanden ble fanga før den fikk reproduisert, og dermed at rekrutteringa svikta. De gikk derfor inn for en sterk begrensning av fisketida med garn, og økning av minste tillatte maskevidde, i tillegg til ei begrensning av stangfisket på elvene for å spare ungfisken. I Langesjøen, på østre del av Vidda, ble det brukt maskevidder ned til 35 mm i årene før 1930. Da den nye eieren tok over i 1930, økte han innslaget av 45 mm garn år for år, fra 1931 til 1934, etter anbefaling fra Dahl og Sømme, og fangsten økte fra om lag 600 kg i 1931 til 1150 kg i 1934 (Dahl & Sømme 1934).

Sunde (1937) derimot trakk inn kalde somrer som den viktigste årsaka til den reduserte rekrutteringa på Hardangervidda, og ikke beskatninga. På vestre del av Hardangervidda ser det ut til å være en negativ sammenheng mellom snødybde på våren og tilvekst hos aure, fordi mye snø gir sein isløsning og kort vekstsesong (Borgstrøm 2001). Fraværet av flere årsklasser i høyereliggende vatn på denne delen av Vidda skyldes trolig at den sommergamle fisken (0+) får for liten tilvekst i kalde somrer, og dermed blir aureungenes energilager for lite til at de kan overleve vinteren (Borgstrøm & Museth 2005). Den Nord-Atlantiske Oscillasjonen (NAO) beskriver forflytninga av atmosfæriske luftmasser mellom Arktis og subtropisk del av Atlanterhavet, og kvantifiseres ved den såkalte NAO-indeksen som er et uttrykk for lufttrykkforskjellen mellom Island og Asorene. En positiv NAO-indeks betyr lavtrykk i Nord-Atlanteren, noe som fører til milde vintre med økt nedbørsmengde over Nord-Europa (Dai et al. 1997; Hurrell et al. 2003). På Hardangervidda vil mye av nedbøren falle som snø om vinteren, og dermed føre til sein isløsning i år med høg NAO-indeks (Borgstrøm 2001). Siden NAO-indeksen for perioden 1920-1930 var høg (Hurrell 2012), kan det tyde på at det var mye snø i høgfjellet i mange av disse åra, og dermed en tilsvarende svak rekruttering, slik den som er registrert fra 1980-tallet og utover på 2000-tallet (Borgstrøm & Museth 2005). På den andre

sida kan også kalde, snøfattige vintre (negativ NAO-indeks) påvirke rekrutteringa negativt ved at oppvekstbekker bunnfryser og både egg og yngel dør (Borgstrøm & Museth 2005).

Temperaturmålinger fra Dagali forteller at perioden 1920-1930 var prega av lave sommertemperaturer, med unntak av 1925-, 26- og 27, da sommertemperaturen var relativt høg. I perioden 1997-2012 har flere av somrene vært relativt varme, særlig i 1997 og 2006, men fra 2007 fram til 2012 har sommertemperaturene vært relativt lave (Meteorologisk institutt 2013). Siden både klimaforhold og beskatning kan påvirke rekruttering, bestandsstørrelse og bestandsstruktur hos aure i høgfjellet, har vi lagt opp til en studie av aurebestander på Hardangervidda der vi sammenligner fangstdata fra perioder med ulike klima- og beskatningsforhold. Dataene er henta fra Langesjøen, Langesjøtjønn og Flotatjønn, dvs. de samme bestandene som Sømme studerte på 1920- og 30-tallet (Sømme 1931; Sømme 1933a; Sømme 1934a; Sømme 1934b; Sømme 1941). Vi forventer yngre bestander og lavere bestandstettheter, med bedre vekst og tidligere kjønnsmodning, enn på 1920- og 30-tallet, på grunn av økt beskatning. Den gjennomsnittlige lufttemperaturen i juli-august har vist store årlige variasjoner i studieområdet for perioden 1920-2012. Vi forventer derfor at årsklassestyrke og årlig tilvekst vil vise store variasjoner i alle tre vatna på en slik måte at begge disse variablene responderer negativt på lave sommertemperaturer og snømengde om våren.

2. Områdebeskrivelse

Innsjøene Langesjøen, Flotatjønn og Langesjøtjønn ligger helt vest i Nore og Uvdal kommune i Buskerud (UTM sone 32, N 6679576, Ø 0432275), innenfor Hardangervidda nasjonalpark, vel 1200 meter over havet. Hardangervidda nasjonalpark er godt kjent for sine attraktive aurevatn (Borgstrøm 1995; Sømme 1931; Sømme 1933b). Flotatjønn og Langesjøtjønn renner begge ut i Langesjøen (Figur 1). Langesjøen har et areal på 10,9 km² og et nedbørsfelt på 124 km² (Tysse & Garnås 1990). Flotatjønn har et areal på ca 0,75 km², mens Langesjøtjønn har et areal på ca 0,26 km² (NVE 2013). Langesjøen har et middeldyp på 4,9 meter og et maksimumsdyp på 16 meter (Barlaup et al. 2002). De to andre innsjøene har et maksimumsdyp på rundt to meter. Alle tre innsjøene kan karakteriseres som grunne, næringsfattige (oligotrofe) høgfjellssjøer (Abrahamsen 1974). Innsjøene er privateide, men de leies ut for fritidsfiske på sommeren. I løpet av en måned på høsten driver grunneierne (Vilhelm og Gudbrand Håvardrud) sitt årlige næringsfiske etter aure, som er eneste fiskeart i de tre innsjøene. Mesteparten av fisken de får, legges til rak for videre salg.



Figur 1. Oversiktskart over studieområdet. Kartet viser Langesjøen (N 6700963.55, Ø 0100752.25) midt i kartet, med Flotatjønne (N 6702296.39, Ø 0102338.97) i nord og Langesjøtjønn (N 6699651.86, Ø 0105850.91) i sør-øst. UTM sone33 / Euref89.

Hovedinnløpselvene til Langesjøen er Lomavikelve og Bakketjønnbekken i vestenden av innsjøen. Andre større tilløp kommer fra Flotatjønne (Figur 2), Langesjøtjønn (Figur 3) og Skrekkestjønne. Alle innløpsbekkene har forholdsvis grov, storsteinet bunn (Tysse & Garnås 1990). Elveløpet mellom Flotatjønne og Langesjøen er om lag 240 meter langt, mens det mellom Langesjøtjønn og Langesjøen er i overkant av 900 meter. Utløpet i østenden av Langesjøen er den 7,5 km lange elva Djupa som renner ut i Geitsjøen, og videre ut i Numedalslågen. Djupa var tidligere kjent som ei god sportsfiskeelv med stor fisk. Sømme (1931) forteller at alle fiskene han undersøkte i Djupa et år, var mellom 750 og 1600 gram, og samtlige var gytefisk fra Langesjøen. I 1959 ble Djupa kanalisert for å senke Langesjøen med 2 meter, dette ble gjort for å bedre vanntilgangen til Nore-verkene. Normal vannstand ble gjenopprettet i 1960 ved å bygge en terskel i utløpsosen. Kanaliseringa har påvirket sportsfisket negativt i denne delen av elva siden strekningen ble mer stilleflytende (Tysse & Garnås 1990). Utløpet er restaurert flere ganger siden 1959 (Fylkesmannen i Hordaland; Buskerud; Telemark 2010). På grunn av kanaliseringa ble det vedtatt et utsettingspålegg av aure, og i perioden 1973 – 1990 ble det årlig satt ut 9000 ensomrig aure i Langesjøen (Tysse & Garnås 1990).



Figur 2. Langesjøen til venstre og Flotatjønne til høyre, sett fra Langesjønuten (foto: Dag Slettebø).



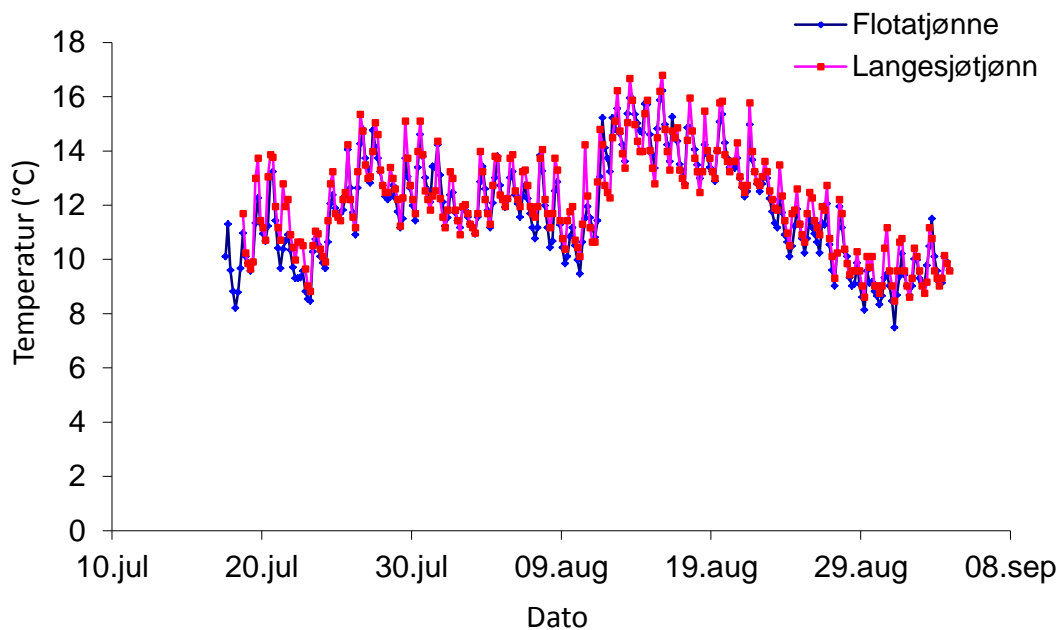
Figur 3. Langesjøtjønn sett fra Langesjønuten, med deler av Langesjøen i nedre del av bildet (foto: Dag Slettebø).

Nedbørsfeltet til Langesjøen ligger i hovedsak på granittisk grunnfjell, mens flere av toppene rundt er dekket av kalkrike, sedimentære og metamorfe bergarter som fyllitt (Tysse & Garnås 1990). Vegetasjonen i området rundt innsjøene hører til den subalpine sone, og er stort sett torvdekket og dominert av lav, lyng, og vierkratt (Barlaup et al. 2002).

Vannkjemiske prøver tatt av Tysse og Garnås (1990) i august 1989 viser at pH i Langesjøen ligger på ca 6,9. Konduktiviteten (ledningsevnen), som sier noe om innholdet av oppløst salter i vannet, ble målt til 1,37 mS/m (milliSiemens per meter). Alkalitet som er et mål på vannets bufferegenskaper, ble målt til 54 $\mu\text{ekv/l}$ (mikroekvivalenter per liter). De

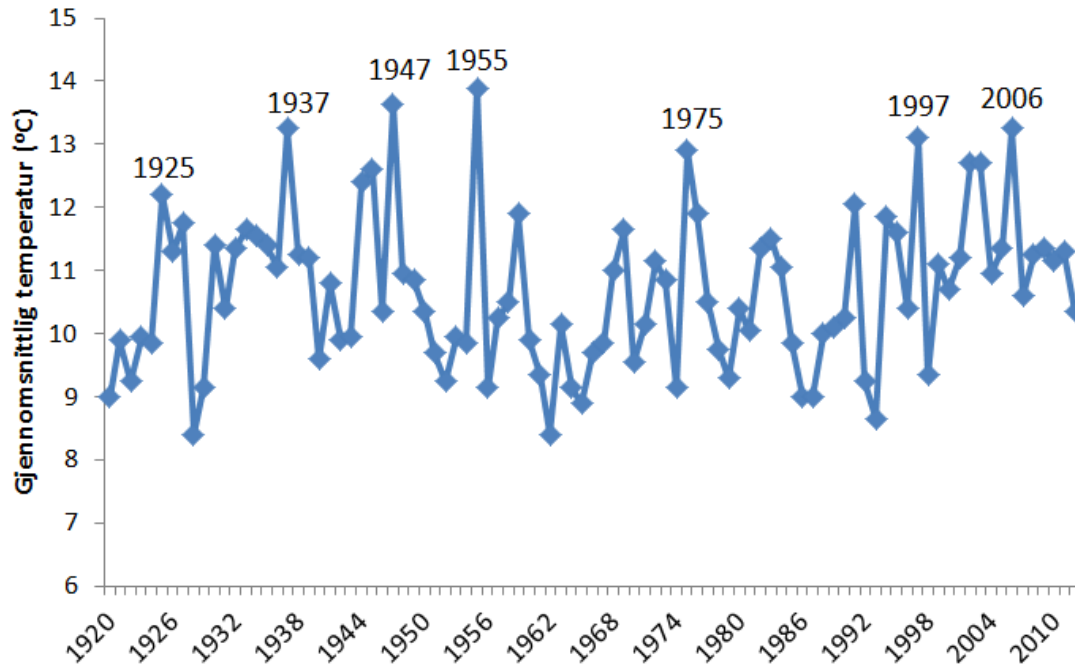
vannkjemiske prøvene fra august 2001 viser noenlunde de samme verdiene (Barlaup et al. 2002). Med tanke på produksjon av fisk og næringsdyr er vannkvaliteten i Langesjøen karakterisert som god (Tysse & Garnås 1990).

Som mange andre innsjøer på Hardangervidda er også Langesjøen, Flotatjønn og Langesjøtjønn grunne og vindeksponerte. Dette fører til fullsirkulasjon av vannmassen flere ganger i løpet av den isfrie perioden. Gode sirkulasjonsforhold gjør at oksygeninnholdet stort sett ligger mot metningspunktet (Abrahamsen 1974). Isen legger seg rundt oktober måned, og isløsning forekommer som oftest i midten av juni. Gjennomsnittlig vanntemperatur i Flotatjønn, målt med utlagt temperaturlogger (Tinytag¹²) ca. 0,5m under vannoverflata, var 11,9 °C i perioden 17. juli til 06. september, høyeste registrerte vanntemperatur var i midten av august, med 16,2 °C. Laveste registrerte temperatur var 7,5 °C 31. august. I Langesjøtjønn lå gjennomsnittlig vanntemperatur på 12,1 °C i perioden 18. juli til 07. september. Høyeste registrerte temperatur var her 16,8 °C, også det i midten av august. Laveste registrerte temperatur var 8,5 °C den 31. august (Figur 4). Værforholda var stort sett gode med oppholdsvær og lite vind under feltperioden i juli, mens feltperioden i september var prega av sterk vind (Figur 9). Dette medførte en del «grønske» i garna enkelte dager i september.



Figur 4. Vanntemperatur i Flotatjønn og Langesjøtjønn fra midten av juli 2012 til starten av september 2012, registrert ved hjelp av temperaturlogger (Tinytag¹²), hengt opp ca. 0,5 m under vannoverflata.

Det er en god samvariasjon mellom lufttemperatur og vanntemperatur i innsjøer på Hardangervidda (Rognerud et al. 2003). Meteorologiske registreringer fra Dagali, om lag 4 mil i luftlinje øst for studieområdet, dekker hele perioden 1920-2012, slik at vi kunne analysere lufttemperaturen og dermed vanntemperaturen i et historisk perspektiv (Figur 5).



Figur 5. Gjennomsnittlig lufttemperatur (for juli og august) fra Dagali, i perioden 1920-2012.

Av fugler som furasjerer i vatna, ble det observert blant annet sjøorre (*Melanitta fusca*) svartand (*Melanitta nigra*) og storlom (*Gavia arctica*) i området. Storlommen hekka ved Langesjøtjønn sommeren 2012 (Figur 6).



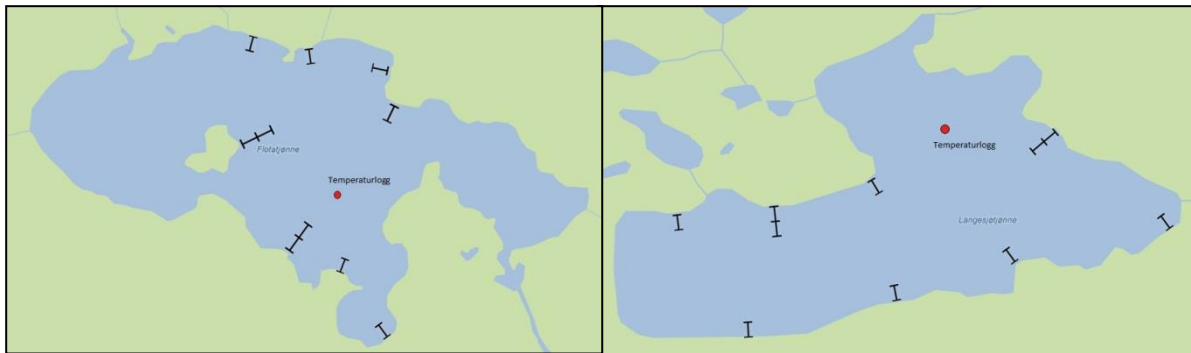
Figur 6. Storlom (*Gavia arctica*) med unge i Langesjøtjønn, 19. juli 2012 (foto: Reidar Borgstrøm).

3. Materiale og metode

Datagrunnlaget for denne oppgava er samla inn i løpet av to feltperioder: 16.07.2012 - 19.07.2012 og 03.09.2012 - 09.09.2012.

3.1 Prøvefiske

I perioden 16.07.2012 – 19.07.2012 gjennomførte vi prøvefiske i Langesjøtjønn og Flotatjønn. Vi brukte en prøvegarnserie på 10 settegarn à 25 x 1,5 meter med maskeviddene 16,5 mm, 19,5 mm, 22,5 mm, 26,0 mm, 29,0 mm, 31,0 mm, 35,0 mm, 39,0 mm, 45,0 mm og 52,0 mm. 35,0 mm og 39,0 mm lenka vi sammen, og det samme ble gjort med 45,0 mm og 52,0 mm. Tråden i garna var grå monofil, og 0,20 mm i diameter. For ikke å ta ut mye fisk, ble det kun fiska éi natt i hvert vatn med denne garnserien. Innsatsen i hvert av vatna ble dermed 10 garnnetter. Vi satte garna ut fra land i tilfeldig rekkefølge med hensyn til maskevidde (Figur 7).



Figur 7: Plasseringa av de 10 settegarna ved prøvefisket i Flotatjønn 16.7.-17.7 og i Langesjøtjønn 18.7.-19.7.2012.

I perioden 05.09.2012 – 07.09.2012 gjennomførte vi også et prøvefiske i Langesjøen. Her brukte vi den samme prøvegarnserien som i Flotatjønn og Langesjøtjønn, men økte innsatsen til 20 garnnetter (to prøveserienetter) (Figur 8).



Figur 8. Plassering av settegarna brukt ved prøvefisket i Langesjøen 5.9.-7.9.2012. Samla innsats ble 20 garnnetter.



Figur 9. På vei til trekking av settegarn i Langesjøen i sterk kuling (Foto: Dag Slettebø).

3.2 Bestandsestimering ved fiske i flere omganger

Den tradisjonelle avfiskingsmetoden for små vatn og tjern på Hardangervidda, beskrevet av Dahl (1933), går ut på at det fiskes med så stor garninnsats at en relativt stor del av den fangbare bestanden blir tatt ut hver natt fisket varer. Dette medfører at dagsfangstene stadig vil minke. Sømme brukte denne nedgangen i dagsfangster til å estimere utgangsbestanden av fangbar fisk i Langesjøtjønn i 1925, 1933 og 1935 og i Flotatjønn i 1934 (Sømme 1934b; Sømme 1941). Forutsetninga for ei slik estimering er at fangbarheten er konstant gjennom hele fiskeperioden (Sømme 1934b).

I perioden 3.9. - 9.9. i 2012 ble det gjennomført et tilsvarende intensivt garnfiske i Flotatjønn og Langesjøtjønn sammen med brødrene Gudbrand og Vilhelm Håvardrud. Planen var å gjennomføre bestandsestimeringa på samme måte som Sømme (1934b) hadde gjort på 1920- og 1930-tallet. I Flotatjønn ble det satt 27 settegarn over tre netter, det vil si en total innsats på 81 garnnetter. I Langesjøtjønn ble det satt 20 settegarn over 4 netter, eller 80 garnnetter som samla innsats.

Sømme (1934b) brukte ligninger med to ukjente, og regna seg frem til estimatet for utgangsbestanden. Vi har brukt Zippin-metoden (Zippin 1958) i R-biblioteket FSA (The R Development Core Team 2010). Modellens forutsetninger er at bestanden er i likevekt (lik utdøing og rekruttering) og lik fangstsannsynlighet for alle individ som blir utsatt for fangst

(Zippin 1958). Etter Sømme sine data fra Flotatjønne i 1934 (Sømme 1941) og Langesjøtjønne i 1925 og 1933 (Sømme 1934b), har vi estimert utgangsbestanden av fangbar fisk ved hjelp av Zippin-metoden, slik at disse estimeringene blir direkte sammenlignbare med de fra 2012. Vi har også beregna 95 % konfidensintervaller for bestandsestimatene for å kunne vurdere om forskjellen i bestandsstørrelser er statistisk signifikant. Når konfidensintervallene ikke overlapper, har vi ansett forskjellen som signifikant. Vi har ikke fått beregna konfidensintervall for estimatet i Langesjøtjønne i 1935 siden Sømme ikke har oppgitt dagsfangstenes størrelse dette året.

Fangstdødeligheten er regna ut slik:

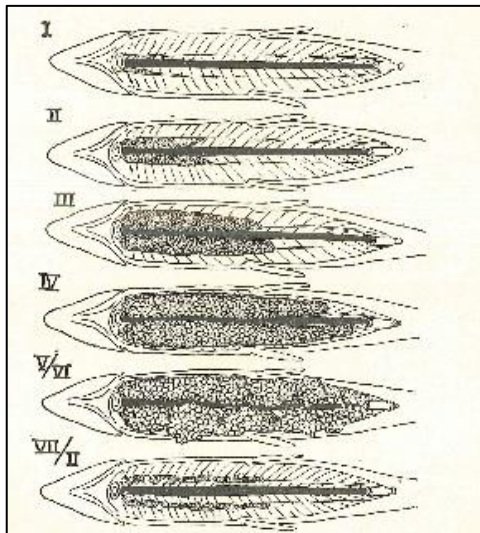
$$\text{Fangstdødelighet} = \frac{\text{antall fanga fisk}}{\text{estimert utgangsbestand}}$$

3.3 Prøvetaking

Etter at fisken var tatt ut av garna, ble den frakta til Rauhelleren for prøvetaking (Figur 10). All fisk ble lengdemålt og veid. Lengda ble målt fra snutespiss gjennom ei linje trukket mellom ytterste finnestråler i sporden, til nærmeste hele millimeter. Vekta ble bestemt til nærmeste hele gram. Også kjønn, gytestadium (Figur 11) og kjøttfarge (Figur 12) ble bestemt for all fisk, etter metoden til Dahl (1917).



Figur 10. Venstre: Ferdig med å trekke prøvegarnserien i Flotatjønne; høyre: provisorisk fiskelaboratorium i «Ungkarsboligen» på Rauhelleren (foto: Dag Slettebø).



Figur 11. Rognutviklinga hos hunnaure, inndelt i stadium, etter metoden til Dahl (1917), illustrert av (Sømme 1941).

Fra all fisk tatt ved prøv fisket i Langesjøtjønn og Flotatjønn ble det tatt otolitter, skjell og mageprøver. Otolitter tok vi ved å skjære av den øverste delen av skallen på fisken og deretter plukke ut det største otolittparet, *sagitta*, med en urmakerpinsett (Williams & Bedford 1974) (Figur 12). Skjell tok vi fra bakre del på fisken, om lag fra partiet mellom ryggfinna og fettfinna (Dahl 1910), siden skjella først anlegges rundt sidelinja i den bakre delen (Borgstrøm 2000a). Mageprøvene tok vi ved å klippe opp hele spiserøret (*oesophagus*) og bakover til slutten av magesekken, og deretter plukke ut alt innhold (Figur 12). Fyllingsgraden ble registrert etter en skala fra 0 (tom) til 100 (full).

For prøv fisket i Langesjøen tok vi de samme prøvene, men begrensa mageprøvene til et utvalg (23 stk). Fangsten i 26 mm-garnsettet (23 aure) som ble trukket 07.09.2012, fikk vi ikke mulighet til å ta otolitt- og skjellprøver av på grunn av mangel på konvolutter. Fiskene fra det intensive garnfisket i Flotatjønn og Langesjøtjønn ble prøvetatt på tilsvarende måte, men også her begrensa vi mageprøvene til et utvalg (23 stk). Vi fikk ikke tatt med otolitter fra dette materialet, fordi fisken skulle legges ned til salgbar rakfisk.



Figur 12. Venstre: uttak av otolitter; midten: mageprøvetaking; høyre: bestemming av gytestadium og kjøttfarge (foto: Dag Slettebø).

3.4 Planktontrekk

Vi gjennomførte planktontrekk i Langesjøtjønn og Flotatjønn i begge periodene.

Planktontrekk i Langesjøen ble bare gjort for den siste perioden. Selve trekket ble gjennomført ved å feste ei plastflaske (ca 150 ml) til en planktonhåv (ca 35 cm i diameter og maskevidde 100 μm), og slepe den etter båten i cirka 30 sekunder. Planktonprøven ble straks fiksert i Lugol.

Ved bestemming av innholdet i prøven, fordelte vi et utvalg utover en telleslede med en pipette, og telte individene under en binokularlupe (Leica MS5).

I den første prøven fra Langesjøtjønn målte vi lengda på 100 *Daphnia* sp. ved hjelp av måleokkular i binokularlupa. Lengda ble målt som vist i Figur 13, fra forenden til basis av halen.



Figur 13. Lengda til 100 *Daphnia* sp. ble målt fra toppen av hodet til enden av bakkroppen som vist på figuren (foto: Reidar Borgstrøm).

3.5 Aldersbestemming

Hos fisk som veksler mellom rask og sakte vekst, vil det danne seg vekstsoner i de harde kroppsdelene. I tempererte regioner vil disse vekstsonene vanligvis bli dannet én gang i året, og blir da kalt *årssoner* eller *annuli*. Tydeligheten til disse årssonene øker med økende kontrast mellom sommer og vinter (Ricker 1971).

Årssoner på et skjell blir til ved at avstanden mellom sklerittene, de sirkulære forhøyningene som blir avsatt på den ene siden av skjellet, blir liten i perioder med nedsatt vekst, det vil si gjennom vinteren og fram til fisken begynner å vokse igjen på våren eller forsommeren (Borgstrøm 2000a). Siden det er slutten på vinteren vi identifiserer på et skjell, er det vanlig å omtale alderen som vintret, t. d. sju vintret gammel eller 7+.

Årssoner i otolitter blir til ved at det i perioder med nedsatt vekst blir avsatt et materiale med høyere karboninnhold enn i perioder med god vekst (Dannevig 1956; Degens et al. 1969). Vintersonene vil framkomme som mørkere ringer når en hel otolitt blir studert i overlys mot en mørk bakgrunn, eller når bruddflaten av en delt og brent otolitt blir studert (Blacker 1974). Selv om fiskeveksten stopper helt opp, vil otolitten likevel få danna ei ny årssone eller *annulus* (Williams & Bedford 1974), og således blir otolitter langt sikrere å bruke ved aldersbestemming enn skjell (Barnes & Power 1984; Jonsson 1976; Kruse et al. 1997).

Vi starta med å aldersbestemme materialet fra prøvafisket i Flotatjønne og Langesjøtjønne. Her hadde vi både skjell og otolitter fra de samme fiskene, og kunne dermed avgjøre om alderen på skjellet og otolitten samsvarte.

For avlesing av alder fra skjell, ble skjellene først lagt med sklerittsida ned på en celluloidbit, og deretter ført gjennom ei skjellpresse slik at det ble et avtrykk av skjellet i celluloidbiten (Nesbit 1934; Smith 1954). Celluloidbiten med avtrykk (Figur 15) leste vi deretter i en mikrofilmprojektor (Figur 14).



Figur 14: Venstre: Skjellpresse og stereolupe; høyre: mikrofilmprojektor med skjellavtrykk (foto: Reidar Borgstrøm).

Otolittene delte vi på tvers gjennom sentrum, med skalpell. Deretter pussa vi ned bruddflata med fint sandpapir (P1200), la en otolithalvdel på en spatel, og holdt denne over en sprittflamme til otolitten var blitt «passe» mørk. Deretter ble den satt i en plastelinabit, med bruddflata opp, nedsenka i propandiol, før avlesing under binokularlupe og fotografering med et påmontert kamera (Leica DFC320). Flere av otolittene fra mindre fisk (<23 cm) kunne leses direkte, uten deling og brenning (Figur 15).

Fra prøvefisken i Langesjøen mangla skjell og otolitter for 23 fisk. Alderen på disse fiskene ble likevel estimert ved å sammenligne med aldersbestemt fisk fra Langesjøen som hadde tilsvarende lengder.



Figur 15. Til venstre en kløyvd og brent otolitt som viser fem vintre. I midten en otolitt som kunne leses hel og som viser fire vintre. Begge fiskene er fanga under prøvefiske i Langesjøen i september 2012 (foto: Reidar Borgstrøm). Til høyre: Skjellavtrykk fra aure som viser alder tre vintre (Borgstrøm 2000a).

3.6 Kjønnsmodningsreaksjonsnormer

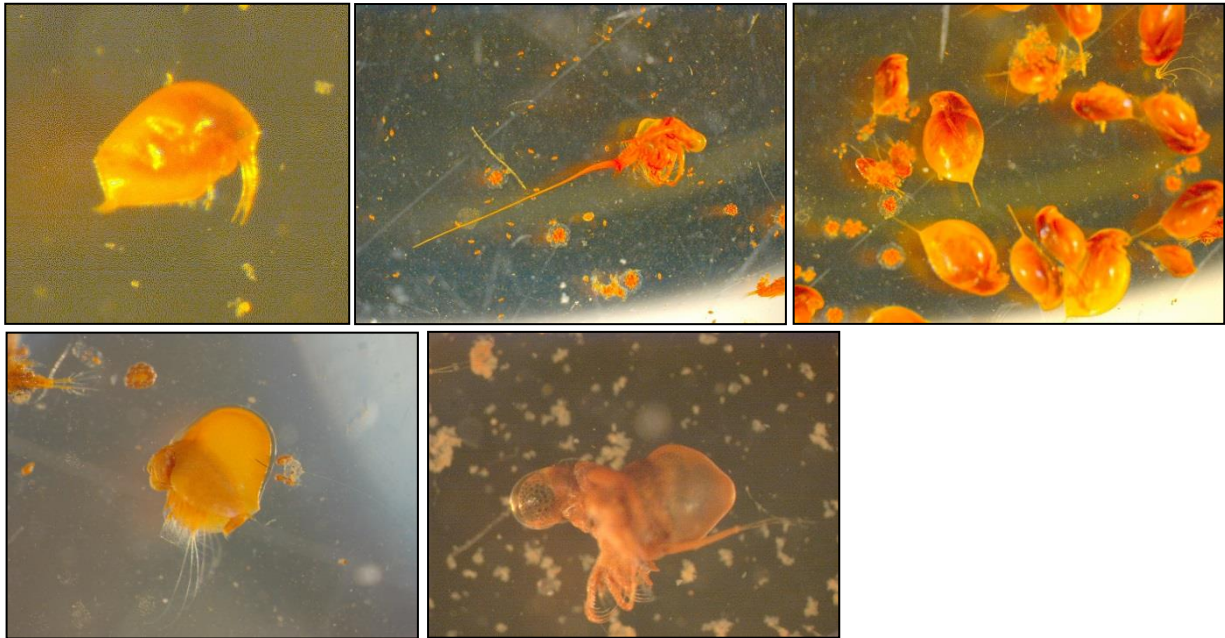
I framstillinga av tidspunkt for kjønnsmodning har vi brukt materiale fra Sømme sine undersøkelser i Langesjøen i 1931-33 og Langesjøtjønn i 1933 (Sømme 1934a) for å få et sammenligningsgrunnlag.

Modningsreaksjonsnormer kan beskrive en fisk sin sannsynlighet for å kjønnsmodne som funksjon av alder og størrelse. For å estimere den vekstrelaterte reaksjonsnormen for kjønnsmodning, tilpassa vi generaliserte lineære modeller (GLM) med alder og lengde som prediktorvariabler til modningsdataene (se f. eks. Haugen (2000)). En forutsetning for modellen er at all fisk må klassifiseres som enten moden (1) eller umoden (0). Vi har regnet fisk som er i stadium III eller høyere i juli, og IV eller høyere i september, som kjønnsmodne. En annen forutsetning er tilstrekkelig data av både moden og umoden fisk (Heino et al. 2002), og i Langesjøtjønn var datamaterialet av umoden fisk for lite til å modellere en reaksjonsnorm. GLM-modellene ble tilpassa vatn- og kjønnsvis til de binomiale modningsresponsdataene og det ble benytta en logit-link under parameteriseringen.

3.7 Mageprøver

Hver mageprøve ble analysert under binokularlupe. Når hver enkelt prøve var ferdig bestemt og næringsdyra var talt opp, gjorde vi ei skjønsmessig vurdering av den prosentvise volumfordelinga for de ulike næringsdyra i den enkelte mageprøven (Hynes 1950). Også frekvensen av de ulike næringsdyra (Allen 1935) ble notert. Videre har vi delt auren inn i

lengdeklasser med intervall på 10 cm (10-19,9; 20-29,9; 30-39,9; 40-49,9 og >50 cm). Lengdeklasser der kun én aure var representert, er ikke vektlagt i analysen. I framstillinga av resultatata har vi samla alle Cladocera- og Copepode-arter påvist i mageinnholdet, i éi gruppe kalt *småkreps* (Figur 16 og Figur 17).



Figur 16. Cladocera-arter fra planktontrekk i Flotatjønne og Langesjøtjønne i juli 2012. Øverst fra venstre: *Bosmina* sp., *Bytotrephes longimanus*, *Daphnia* sp., *Holopedium gibberum*, og *Polyphemus pediculus* (foto: Reidar Borgstrøm).



Figur 17. *Cyclops* sp. (Copepoda) fra planktontrekk i Langesjøtjønne, juli 2012 (foto: Reidar Borgstrøm).

3.8 Lengde-vekt-forhold og vekst

Vi benytta lengde-vekt-forholdet som et mål på kvaliteten på fisken, og fikk det fram ved å plote ln-transformerte verdier av lengde og vekt mot hverandre. Lengde-vekt-forholdet for fisk kan generelt beskrives ved: $\ln V = \ln a + b \ln L$, der v er vekt i gram, L er lengde i cm og a og b er konstanter. Konstantene a og b kan beregnes ved å finne regresjonslikninga for $\ln V$ og

InL. Dersom $b > 3$, betyr det at fisken blir feitere når lengda øker, men dersom $b < 3$, blir fisken magrere med økende lengde (Ricker 1975).

Ved tilbakeberegning av vekst har vi brukt metoden til Dahl (1910). Under forutsetning av at skjellet og fisken vokser proporsjonalt, kan den relative avstanden mellom sentrum på skjellet og vintersonene brukes til å estimere fiskelengda for hvert alderstrinn. Formelen ser slik ut:

$$l_v = \frac{l_{\text{tot}} \times S_v}{S_{\text{tot}}}$$

l_v = Fiskens lengde ved alder v

l_{tot} = Fiskens lengde ved prøvetaking

S_v = Avstanden mellom sentrum på skjellet til vintersone v

S_{tot} = Avstanden mellom sentrum og kanten på skjellet

I en bestand utsatt for hard beskatning, vil hurtigvoksende fisk innen en årsklasse bli fanga først. De gjenværende individene i årsklassen vil da bestå av langsomtvoksende fisk. Dette kalles Lee's fenomen (Lee 1912). Individuell årlig tilvekst har blitt beregna ved å se på den gjennomsnittlige tilbakeberegna lengda for hver aldersklasse i fangsten. Dersom Lee's fenomen er til stede, vil metoden for tilbakeberegning av lengde ved alder underestimere individuell årlig vekstrate. For å kompensere for Lee's fenomen, har vi derfor konstruert en teoretisk vekstkurve, basert på tilbakeberegna lengdeøkning i 2011. Den teoretiske vekstkurven viser hvordan fiskens vekst ville ha sett ut uten beskatning, gitt at veksten var tetthetsuavhengig (Ricker 1975).

I framstillinga av empirisk lengde til auren i Langesjøen i 2012, har vi også benytta data fra Sømme (1934a) for å få et sammenligningsgrunnlag.

3.9 Årlig dødelighet og overlevelse

Under forutsetning av å ha et representativt utvalg fra en fiskepopulasjon, og rekrutteringa har vært konstant over år, kan årlig overlevelse estimeres ut fra antallet fisk i ulike aldersklasser (Ricker 1975). I estimeringen av momentan dødsrate (Z) og årlig overlevelse (S), har vi brukt Chapman-Robson-metoden (Robson & Chapman 1961) i R-biblioteket FSA (The R Development Core Team 2010). Metoden forutsetter en stabil aldersstruktur, dvs. konstant årlig rekruttering og dødelighet. Årlig overlevelse (S) er beregna ved ligninga:

$S = T / (T+n-1)$, der n er antall aldersbestemte fisk som inngår i analysen, T er en parameter som blir beregna ut i fra antall fisk i de forskjellige aldersklassene fra de er fullrekruttert til fisket.

Den momentane dødsraten (Z) beregnes ved ligninga:

$Z = \log([1+\bar{a} - 1/n])$, der \bar{a} er gjennomsnittlig alder over rekrutteringsalder og n er antall fisk i datasettet.

Årlig dødelighet (A) får vi ved at $A = 1 - S$.

Vi har estimert momentan dødsrate, årlig overlevelse og årlig dødelighet for auren i Langesjøtjønn, Flotatjønn og Langesjøen i 2012. Datagrunnlaget for Flotatjønn og Langesjøtjønn stammer fra både prøvefisket og det intensive garnfisket, og var på henholdsvis 88 og 87 aure. Datagrunnlaget for Langesjøen stammer fra prøvefisket, og var på 118 aure.

Ved hjelp av Sømme (1934a) sine data, med 211 aldersbestemte aure fra Langesjøen (samla inn 1931-1933), og 43 aldersbestemte fisk fra Langesjøtjønn (samla inn i 1933), kunne vi gjøre de samme estimeringene med dette materialet, og få et historisk sammenligningsgrunnlag for Langesjøen og Langesjøtjønn. For Langesjøen har vi også skaffa nyere sammenligningsmateriale ved å bearbeide data fra prøvefiske gjennomført i 1989 (Tysse & Garnås 1990) og 2001 (Barlaup et al. 2002).

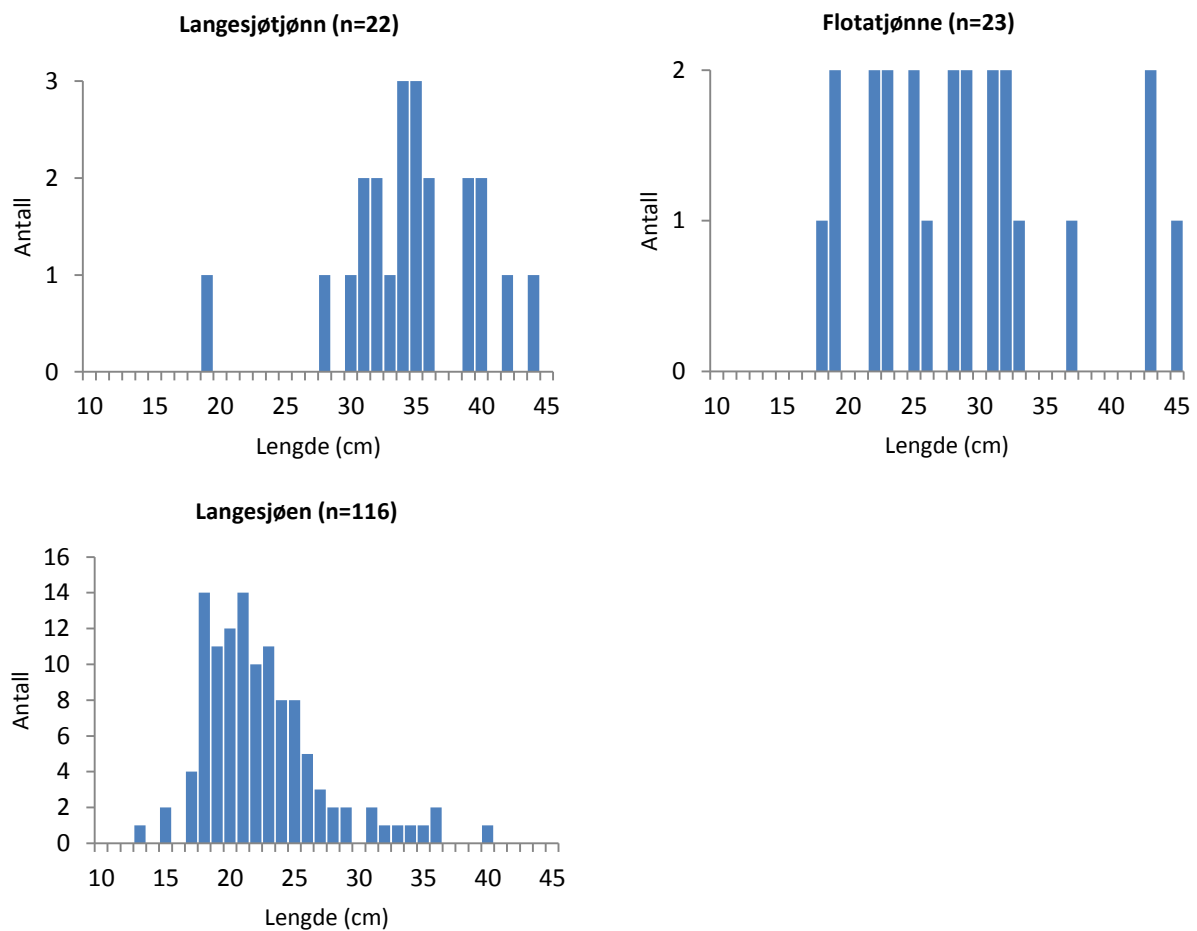
4. Resultat

4.1 Prøvefiske

Lengdefordelinga av materialet fra prøvefisket tyder på nokså ulike bestandsstrukturer i de tre vatna. Under prøvefisket med én settegarnserie i Flotatjønn 16.07. – 17.07. 2012 ble det fanga 23 aure, med lengde og vekt i henholdsvis intervallet 18 – 45 cm og 53-1075 gram. Hovedvekta av fangsten lå innenfor intervallet 18 - 33 cm (Figur 18). Det var ei relativt jamn lengdefordeling, uten topper. Gjennomsnittsvekta lå på 315 gram, og fangst i vekt per garnatt var 0,72 kg.

Ved fiske med samme settegarnserien i Langesjøtjønn 18.07. – 19.07. 2012 ble det fanga 22 aure. Fisken her var i lengdeintervallet 19 – 44 cm, med hovedvekta innenfor 31-40 cm, og bare én fisk hadde lengde under 28 cm (Figur 18). Vektene var i intervallet 94 – 835 gram. Både gjennomsnittsvekta, 471 gram, og fangst i vekt per garnatt, 1,04 kg, var høyere enn i Flotatjønn.

Ved prøvefisket med to settegarnserier i Langesjøen 05.09 – 07.09 2012 ble fangsten 116 aure, det vil si betydelig større fangst enn i de to mindre vatna. Lengda på fisken var 13 – 40 cm, med hovedmengden i intervallet 18-25 cm, med relativt sett få fisk over 30 cm (Figur 18). Vektene var i intervallet 28 – 632 gram. Gjennomsnittsvakta på 132 gram var lavere enn i de to tjerna, fordi det ble fanga mye små fisk.

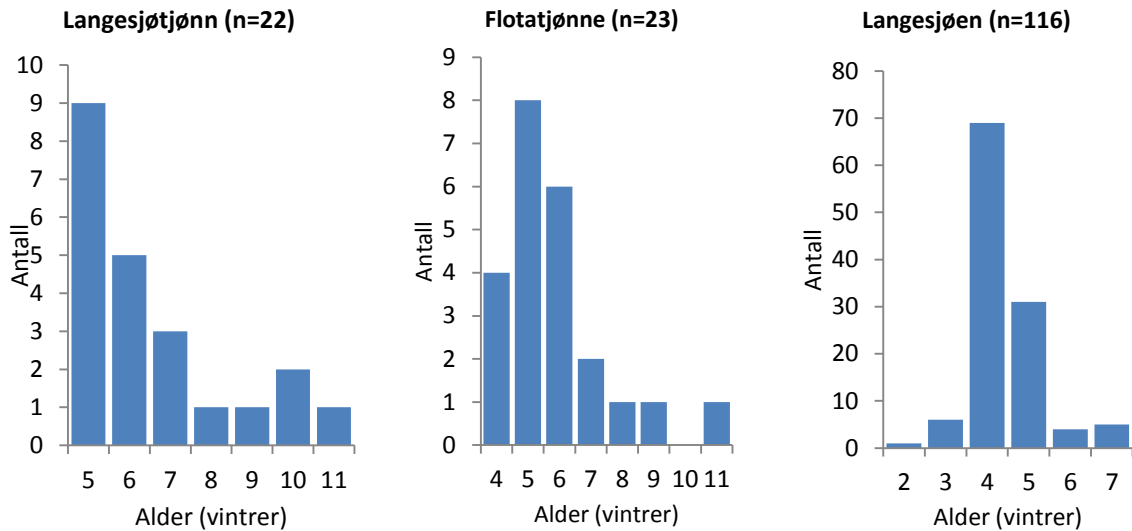


Figur 18. Lengdefordeling av materialet fra prøvefisket med settegarn i Langesjøtjønn, 18.07-19.07 i 2012 (én settegarnserie); Flotatjønnne, 16.07-17.07 i 2012 (én settegarnserie) og Langesjøen 05.09-07.09 i 2012 (to settegarnserier).

4.2 Alder på garnfanga fisk

4.2.1 Aldersfordeling av fangstene fra prøvefisket

I Flotatjønne ble det tatt aure med alder 4 – 11 år, mens aldersintervallet i Langesjøtjønn var 5 – 11 år. I begge vatna dominerte 5-åringene i settegarnfangstene (Figur 19). I Langesjøen varierte alderen fra 2 – 7 år, med en tydelig dominans av 4-åringer (Figur 19).

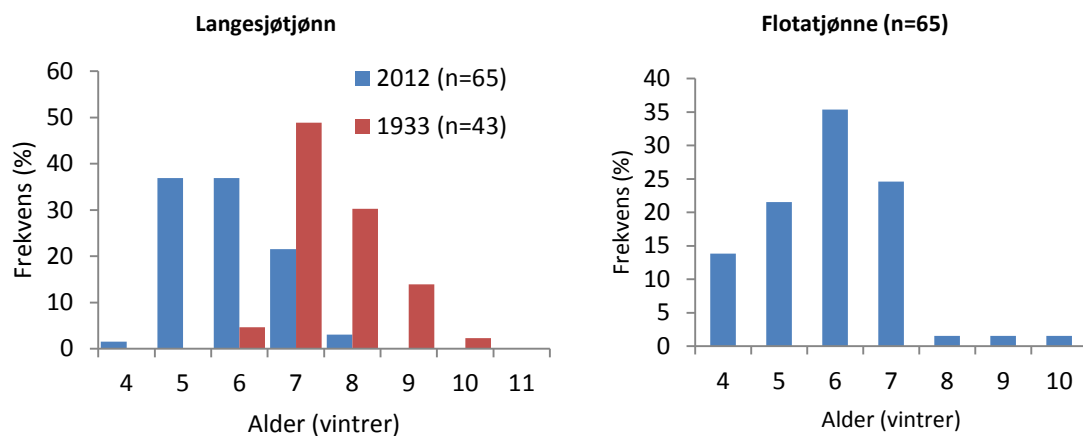


Figur 19. Aldersfordeling av aure fra prøvefisket med settegarn i Langesjøtjønn, 18.07-19.07 i 2012 (én settegarnserie); Flotatjønne, 16.07-17.07 i 2012 (én settegarnserie) og Langesjøen 05.09-07.09 i 2012 (to settegarnserier).

4.2.2. Aldersfordeling i næringsfiskefangsten

Under næringsfisket til Vilhelm og Gudbrand Håvardrud i september 2012, ble det fanga fisk med alder fra 4 - 8 år i Langesjøtjønn, der 5- og 6-åringer var de dominerende aldersgruppene. I 1933 lå alderen til aure tatt under ordinært fiske i Langesjøtjønn høyere, mellom 6 og 10 år, med 7-åringer som den mest tallrike aldersgruppa (Figur 20).

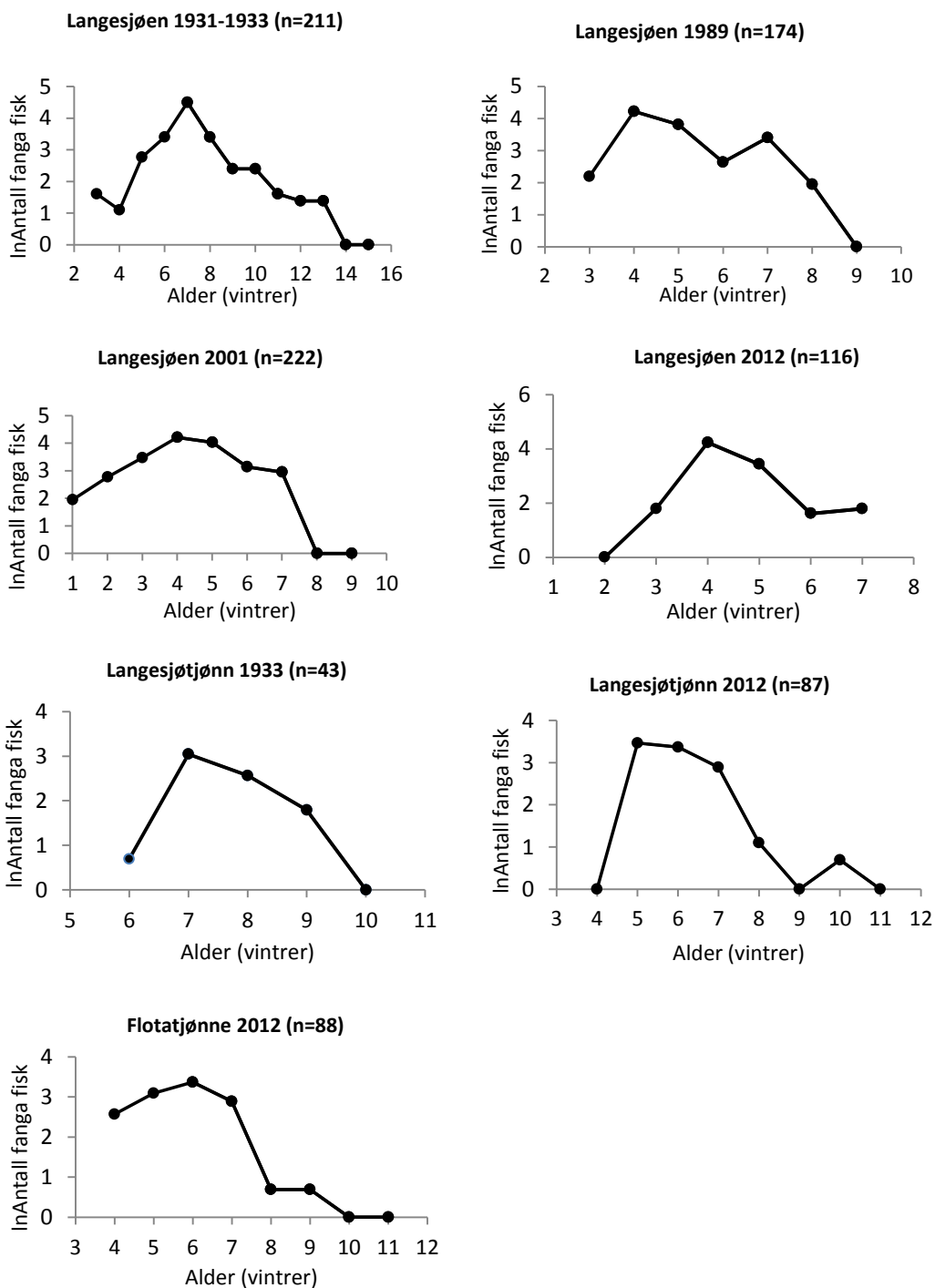
I Flotatjønn varierte alderen mellom 4 og 10 år i næringsfangstene i 2012. Her utgjorde 6-åringer den dominerende aldersgruppa, og det var relativt få fisk eldre enn 7 år (Figur 20).



Figur 20. Aldersfordelinga til auren tatt ved det ordinære garnfisket Langesjøtjønn i 1933 (Sømme 1934a) og 2012 og i Flotatjønn i 2012.

4.3 Årlig dødelighet og overlevelse

Estimert momentan dødsrate (Z) og årlig overlevelse (S), basert på fangstkurver av aldersbestemt fisk (Figur 21), i Langesjøen i 2012 lå på henholdsvis 1,052 (konfidensintervall: 0,846 - 1,258) og 34,9% (konfidensintervall: 27,6 - 42,2) i 2012 og er signifikant forskjellig fra 1931-1933 da momentan dødsrate lå på 0,668 (konfidensintervall: 0,560 - 0,776) og årlig overlevelse var 51,3% (konfidensintervall: 45,8 - 56,8). I Langesjøtjønn indikerer resultatene at dødeligheten var høyere i 1933 enn 2012, men forskjellen er ikke signifikant. I Flotatjønn ble momentan dødsrate i 2012 estimert til 0,878 (konfidensintervall: 0,631 - 1,125). Det er høyere enn i Langesjøtjønn i 2012, men forskjellen er ikke signifikant. Historisk sammenligningsgrunnlag mangler for Flotatjønn (Tabell 1).



Figur 21. Fangstkurver basert på aldersbestemt fisk fra garnfangst fra Langesjøen 1931-33, 1989, 2001 og 2012; Langesjøtjønn 1933 og 2012 og Flotatjønn 2012. Beregning av momentan dødsrate (Z) og årlig overlevelse (S) er gjort ved hjelp av Chapman-Robson-metoden og er gitt i tabell 1.

Tabell 1: Estimert momentan dødsrate (Z) og årlig overlevelse (S) med standardfeil (.se) og 95% konfidensintervall, basert på aldersbestemt fisk fra garnfangst i Langesjøen 1931-33, 1989, 2001 og 2012; Langesjøtjønn 1933 og 2012 og Flotatjønn 2012.

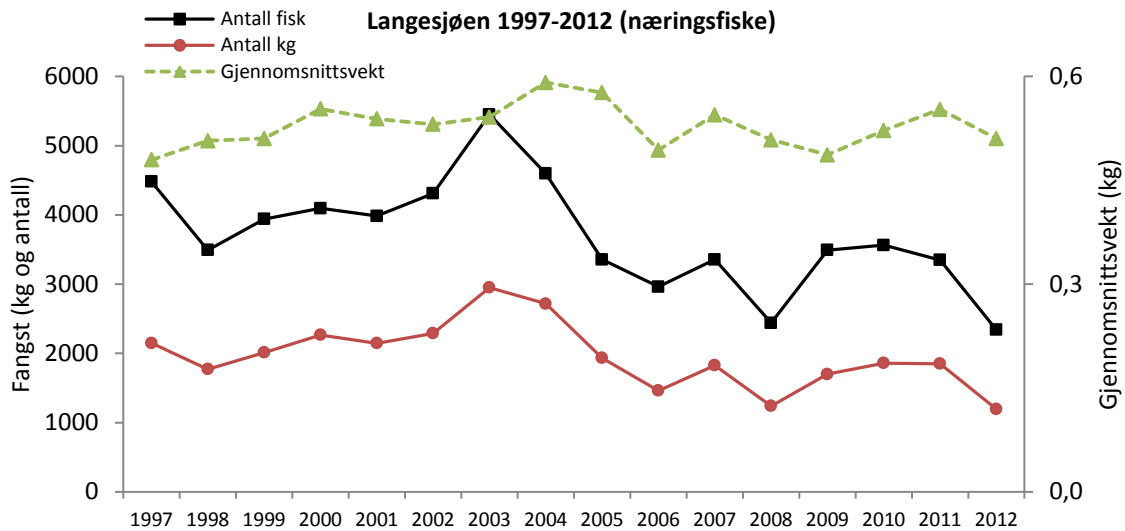
	n	S (%)	S.se	95% KI	Z	Z.se	95% KI
Langesjøen 1931-33	211	51,3	2,8	45,8 - 56,8	0,668	0,055	0,560 - 0,776
Langesjøen 1989	174	54,4	2,6	49,3 - 59,5	0,608	0,048	0,514 - 0,702
Langesjøen 2001	222	50,3	2,7	45,0 - 55,6	0,687	0,054	0,581 - 0,793
Langesjøen 2012	116	34,9	3,7	27,6 - 42,2	1,052	0,105	0,846 - 1,258
Langesjøtjønn 1933	43	41,2	6,0	29,4 - 53,0	0,887	0,146	0,601 - 1,173
Langesjøtjønn 2012	87	52,5	3,7	45,2 - 59,8	0,644	0,071	0,505 - 0,783
Flotatjønn 2012	88	41,6	5,3	31,2 - 52,0	0,878	0,126	0,631 - 1,125

4.4 Næringsfangst

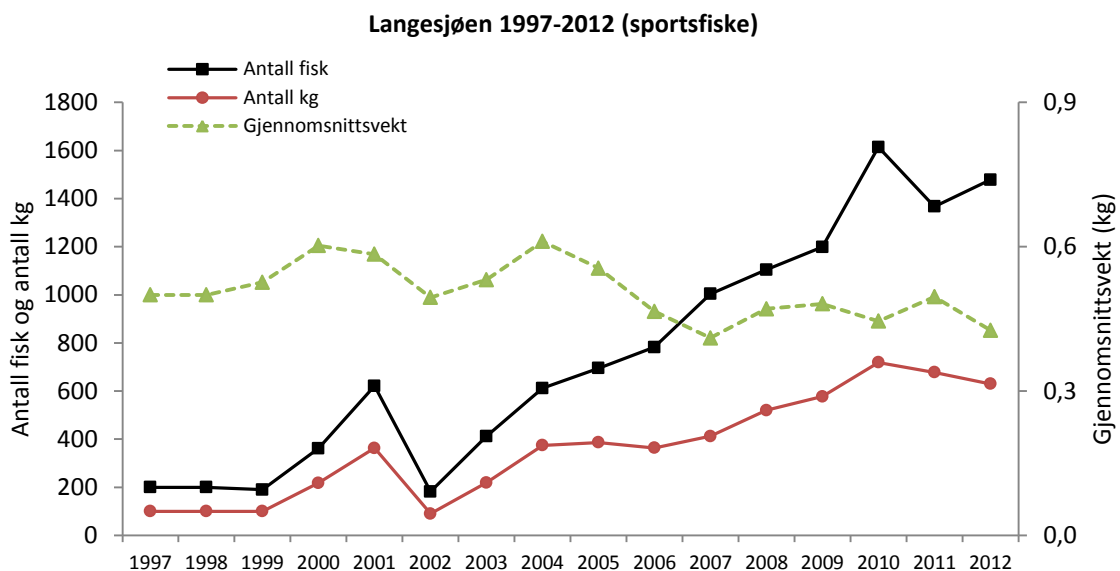
4.4.1 Langesjøen 1997-2012

I perioden 1997-2012 har årlig uttak ved grunneierenes næringsfiske i Langesjøen variert mellom 1195- og 2950 kg. I gjennomsnitt har uttaket vært 2326 kg per år. I perioden 2010 - 2012 har levende maskebitere (små fisk) blitt avlivet i Langesjøen. Alle maskebitere, levende og døde, utgjorde rundt 1000 fisk i året i 2010-2012. I samme periode har næringsfangsten gått tilbake fra 1860 til 1195 kg. Næringsfangsten (kg og antall) i 2012 er det laveste for Langesjøen i perioden 1997-2012 (Figur 22).

Sportsfiskeuttaket har derimot økt betraktelig i samme periode, fra 100 kg i 1997 til 630 kg i 2012, og utgjør i dag en ikke ubetydelig del av den totale fangsten (Figur 23).



Figur 22. Årlig total vekt, antall fisk og gjennomsnittsvekt av næringsfiskefangstene i Langesjøen 1997-2012.

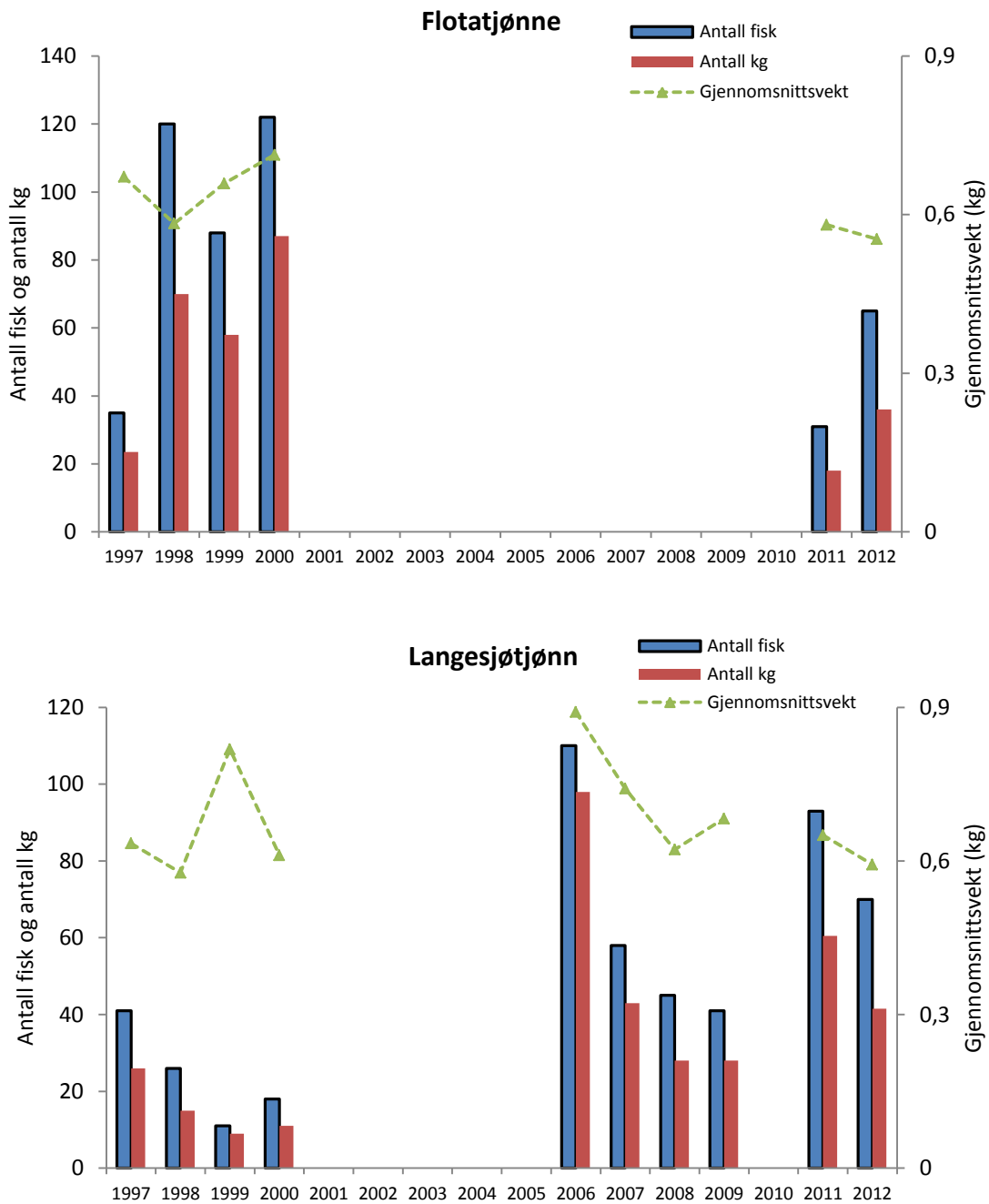


Figur 23. Årlig total vekt, antall fisk og gjennomsnittsvekt av sportsfiskeuttaket i Langesjøen 1997-2012.

4.4.2. Fisket i Langesjøtjønn og Flotatjønn 1997-2012

Fangststatistikken for Flotatjønn og Langesjøtjønn i perioden 1997-2012 er ufullstendig. Det har blitt fiska med settegarn stort sett hvert år, men nøyaktige fangstrapporter mangler for flere år (Figur 24). I Flotatjønn ble det fiska hvert år i perioden 2001-2010. De første åtte åra var årlig fangstutbytte rundt 50-80 kg, mens det i 2009 og 2010 gikk ned til henholdsvis 35 og 15 kg. Typisk for begge vatna er stor variasjon i årlig fangst: i Langesjøtjønn har fangsten variert mellom 9 og 98 kg, og mellom 35 og 125 kg i Flotatjønn. Fiskens gjennomsnittsvekt

for perioden var noe høyere i Langesjøtjønn med 682 gram, mot 627 gram i Flotatjønn (Figur 24).



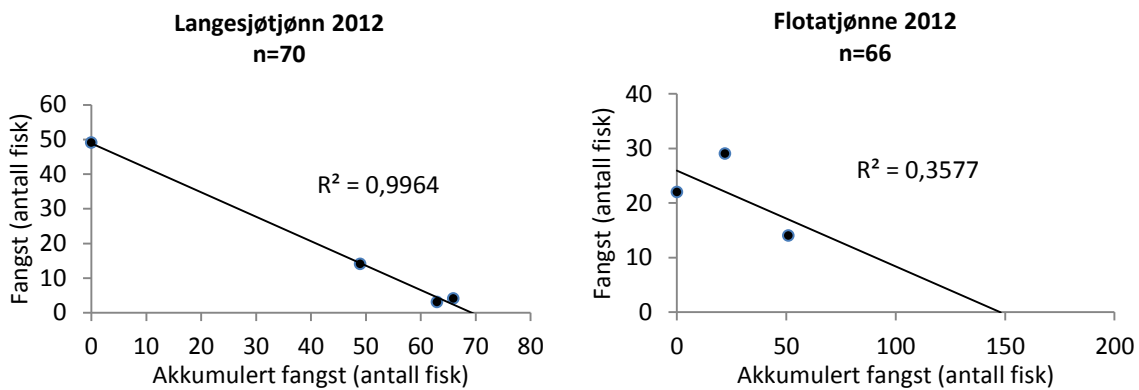
Figur 24. Årlig total vekt, antall fisk og gjennomsnittsvikt av næringsfangstene i Flotatjønn og Langesjøtjønn 1997-2012.

4.5 Bestandsestimeringer

4.5.1 Flotatjønne og Langesjøtjønn i 2012

Under næringsfisket til grunneierne i september ble nedgangen i dagsfangstene (Figur 25) brukt til å estimere utgangsbestanden av fangbar fisk i Langesjøtjønn og Flotatjønne. I Langesjøtjønn ble det fiska med 20 garn over fire døgn (total innsats 80 garnnetter), mens Flotatjønne ble fiska med 27 garn over tre døgn (total innsats 81 garnnetter).

I følge denne estimeringen var utgangsbestanden av fangbar fisk 71 (konfidensintervall: 69 - 73) individ i Langesjøtjønn og 134 (konfidensintervall: 2 - 266) individ i Flotatjønne i september 2012 (Tabell 2). Usikkerheten knytta til estimatet for Flotatjønne er betydelig større enn for Langesjøtjønn, og skyldest i stor grad at dagsfangsten andre døgn er høyere enn første døgn. Fangstdødeligheten i september 2012 blir, i følge denne estimeringen, 98,6% i Langesjøtjønn og 48,5% i Flotatjønne (Tabell 2).



Figur 25. Bestandsestimat for fangbar fisk i Langesjøtjønn og Flotatjønne i september 2012, basert på nedgangen i dagsfangstene ved grunneierenes næringsfiske. Det ble fiska fire døgn (80 garnnetter) i Langesjøtjønn og tre døgn (81 garnnetter) i Flotatjønne.

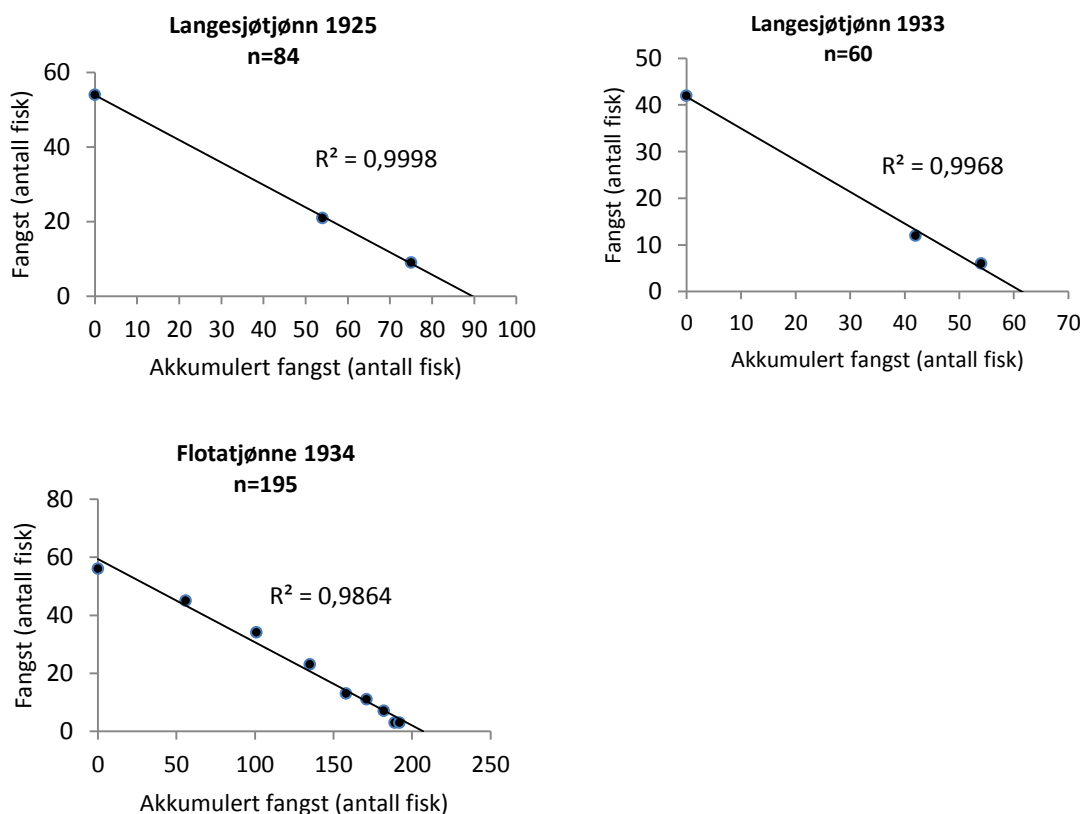
Tabell 2: Estimert utgangsbestand av fangbar fisk (Est) med standardfeil (SE), 95% konfidensintervall og fangstdødelighet (%) i Langesjøtjønn 1925, 1933 og 2012 og i Flotatjønn 1934 og 2012.

	Dagsfangstenes størrelse i de ulike fiskedøgna									Est	SE	95% KI	Fangstdødelighet (%)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9				
Langesjøtjønn 1925	54	21	9							89	3,67	82 – 96	94,4
Langesjøtjønn 1933	42	12	6							62	2,14	58 – 66	96,8
Langesjøtjønn 2012	49	14	3	4						71	1,15	69 – 73	98,6
Flotatjønn 1934	56	45	34	23	13	11	7	3	3	202	3,69	195 – 209	96,5
Flotatjønn 2012	22	29	14							134	67,27	2 – 266	48,5

4.5.2 Aurebestandene i Flotatjønn og Langesjøtjønn på 1920- og 1930-tallet

Utgangsbestanden av fangbar fisk i Langesjøtjønn i 1925 og 1933 ble estimert til henholdsvis 89 (konfidensintervall: 82 – 96) og 62 individ (konfidensintervall: 58 - 66) (Tabell 2) ved metoden med gjentatt utfisking (Figur 26). Fangstdødelighet blir dermed 94,4 % og 96,8 % i disse to åra (Tabell 2). Innsatsen i 1925 og 1933 var om lag 30 garn per døgn i tre døgn (til sammen ca. 90 garnnetter).

I Flotatjønn ble utgangsbestanden av fangbar fisk i 1934 estimert til 202 individ (konfidensintervall: 195 – 209) med den samme metoden (Tabell 2). Sikkerheten til dette estimatet er betydelig større enn for 2012. Fangstdødeligheten den gang ble beregna til 96,5 %, og er vesentlig større enn for 2012. Flotatjønn hadde ikke blitt fiska på tre og et halvt år da utfiskinga i 1934 starta. Innsatsen i 1934 var 13 garn over ni døgn (totalt 117 garnnetter).

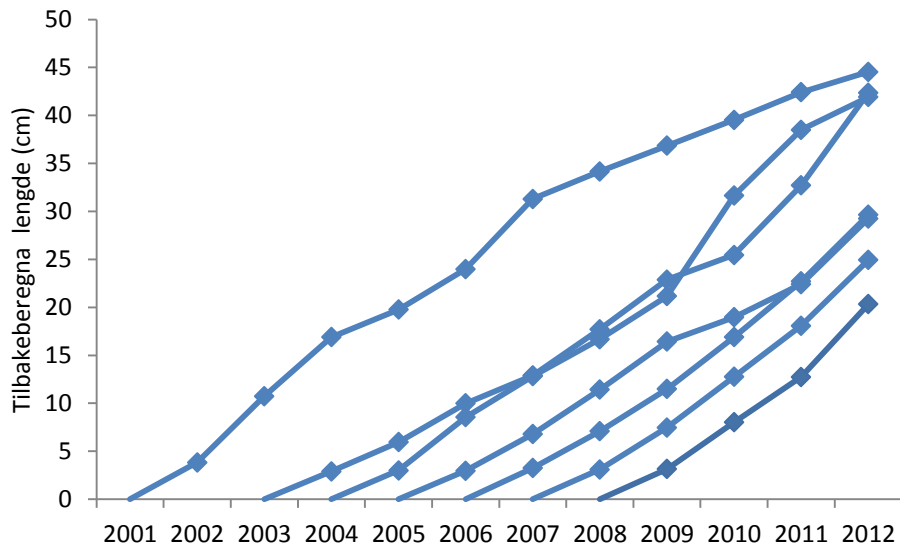


Figur 26. Bestandsestimat for fangbar fisk i Langesjøtjønn i 1925 og 1933 og Flotatjønn i 1934, basert på fangst per dag. Det ble fiska med ca 30 garn over tre døgn (ca 90 garnnetter) i Langesjøtjønn både i 1925 og 1933. I Flotatjønn ble det fiska med 13 garn over i ni døgn (totalt 117 garnnetter) i 1934.

4.6 Individuell årlig vekst

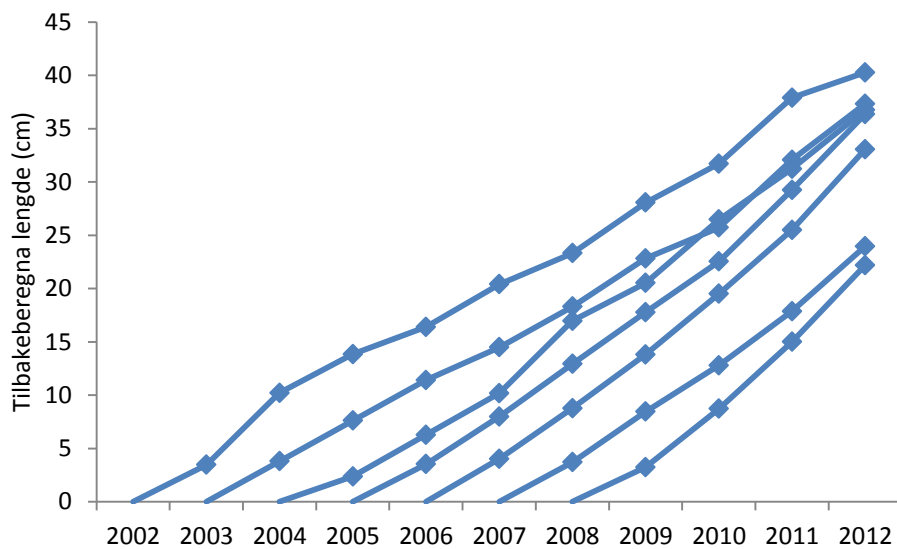
4.6.1 Flotatjønn

Den tilbakeberegna lengda hos auren tatt ved prøvefisket i Flotatjønn i juli 2012 gir en gjennomsnittlig årlig tilvekst på 4,7 cm/år fram til 6 vintre (Vedlegg 1). Tilbakeberegna lengde ved første vinter varierte fra 2,2 cm til 3,9 cm. De fleste årsklassene har en jamn vekst, og det er ingen tegn til stagnasjon med økende alder (Figur 27).



Figur 27. Gjennomsnittlig tilbakeberegna lengde for hver årsklasse i et materiale på 23 aure fra prøvefisket i Flotatjønne i juli 2012 (se også Vedlegg 1).

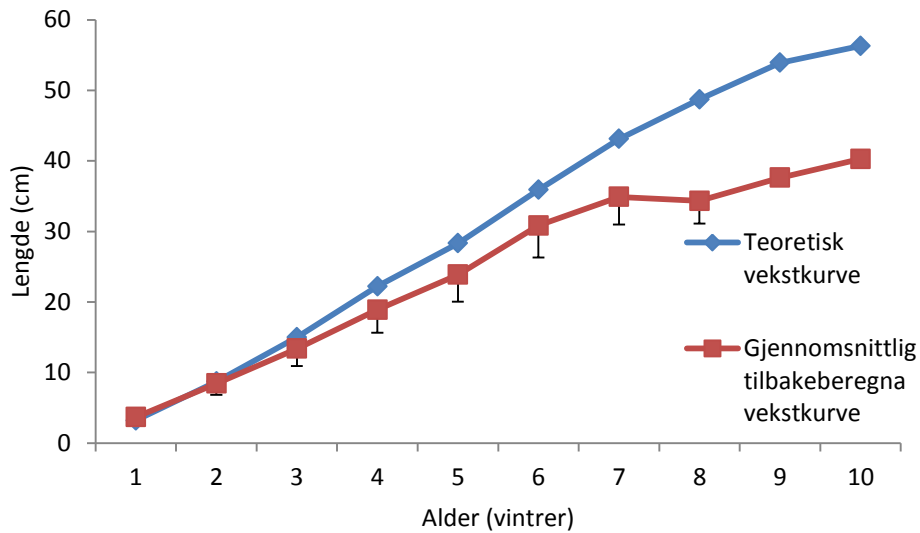
Den tilbakeberegna lengda hos auren tatt ved næringsfisket i Flotatjønne viser ingen tegn til stagnasjon i veksten ved økende alder (Figur 28). Det er noe forskjell i vekstmønster mellom årsklassene, og 2006-årsklassen (n=22) viste den beste veksten.



Figur 28. Gjennomsnittlig tilbakeberegna lengde for 65 aure tatt ved næringsfisket i Flotatjønne i september 2012, fordelt på årsklasser (se også Vedlegg 2).

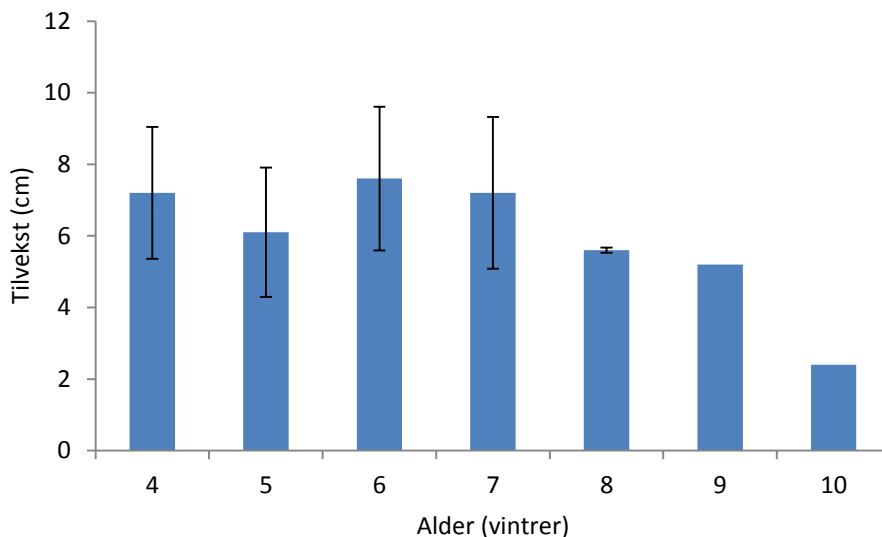
Den teoretiske vekstkurven viser bedre vekst fra alder to vintrær enn det som er tilfelle for den gjennomsnittlige tilbakeberegna vekstkurven. Fra sju vintrær er det tydelig forskjell mellom de

to kurvene, noe som antyder at de raskest voksende individene innen en årsklasse blir fanga før de som vokser dårligere (Figur 29).



Figur 29. Teoretisk vekstkurve basert på tilveksten til hver årsklasse i 2011 (Etter Ricker 1975) og gjennomsnittlig tilbakeberegna vekstkurve for auren i Flotatjønne. Standardavvik er angitt for gjennomsnittlig tilbakeberegna lengde for hvert alderstrinn.

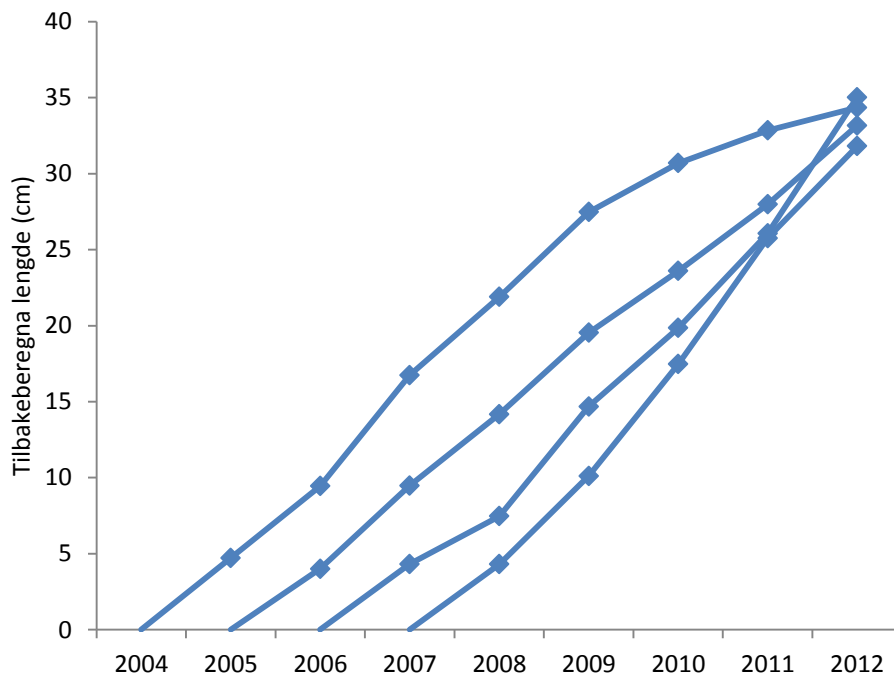
Gjennomsnittlig tilvekst i 2011 basert på den tilbakeberegna lengda lå mellom 6,1 cm og 7,6 cm for aldersklassene 4-7 vintre (Figur 30). Eldre fisk hadde mindre tilvekst, men her var det kun fire individer fordelt på tre aldersklasser.



Figur 30. Gjennomsnittlig tilvekst for hver aldersklasse i Flotatjønne i 2011 basert på den tilbakeberegna veksten hos auren tatt ved næringsfisket i 2012. Vertikale linjer angir standardavvik.

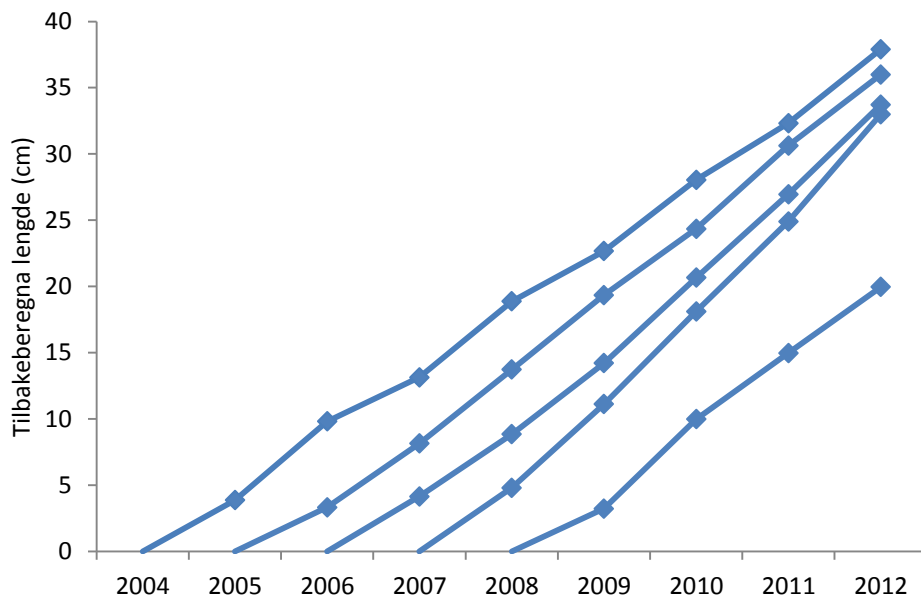
4.6.2 Langesjøstjønn

Den tilbakeberegna veksten hos auren tatt ved prøvefisket i Langesjøstjønn er jamnt over god (Figur 31). Gjennomsnittlig årlig tilvekst ut fra tilbakeberegna lengde lå på 5,4 cm fram til seks vintre (Vedlegg 3). Men fire individer hadde stagnert i vekst, slik at for disse var det ikke mulig å tilbakeberegne veksten ut fra skjellene. Dette var henholdsvis to hunnfisker på ti og elleve år (32,7 cm og 36,5 cm) og to hannfisker på ni og ti år (32,4 cm og 44,4 cm). Begge hunnfiskene var tidligere gytere (stadium VII/II og VII/III). Hos hannfiskene var det én tidligere gyter (VII/II) og én førstegangsgyter (III). I 2004 årsklassen var det kun én fisk. Dette var en kjønnsmoden hunnfisk i stadium VII/III som hadde hatt en reduksjon i den årlige tilveksten de to siste åra (Figur 31).



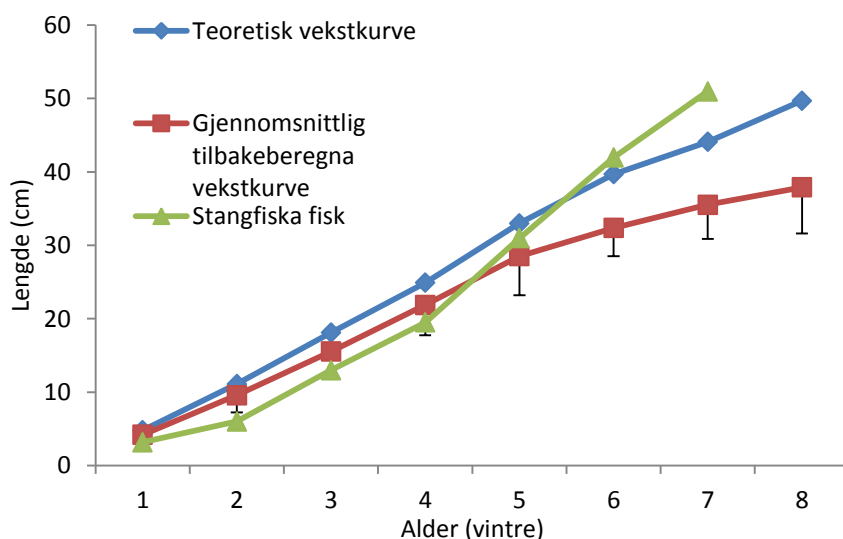
Figur 31. Gjennomsnittlig tilbakeberegna lengde for hver årsklasse i et materiale av 18 aure fra prøvefisket i Langesjøstjønn i juli 2012 (se Vedlegg 3).

Det var ingen tegn til stagnasjon i veksten hos fisken tatt ved næringsfisket i Langesjøstjønn i september. Årsklasse 2007 har hatt den klart beste veksten (Figur 32). Den gjennomsnittlige lengda til denne årsklassen ved fem vintre er om lag den samme som 2004-årsklassen hadde ved alder sju vintre, eller 2005-årsklassen ved alder 6 vintre. 2004-årsklassen besto kun av to individer.



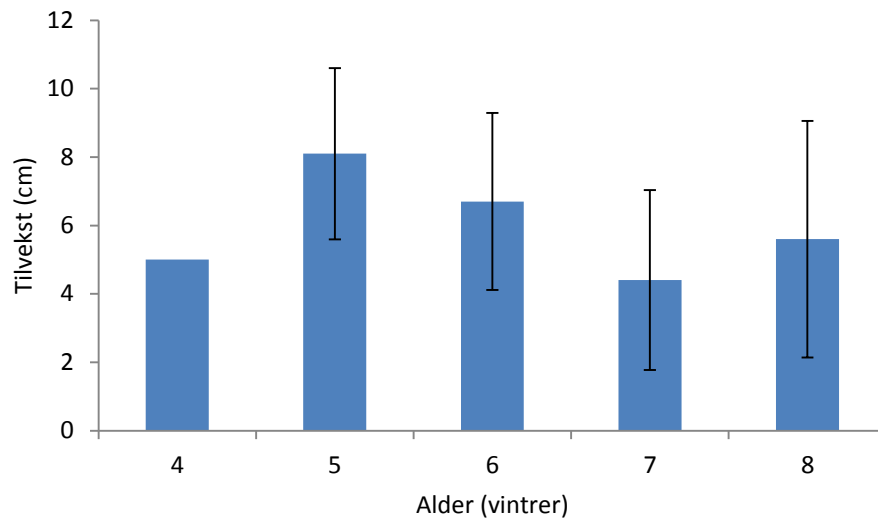
Figur 32. Gjennomsnittlig tilbakeberegna lengde for 64 aure fra næringsfisket i Langesjøtjønn i september 2012, fordelt på årsklasser (se Vedlegg 4).

Den teoretiske vekstkurven viser at den reelle tilveksten er bedre fra alder to vintre enn det som er tilfelle for den gjennomsnittlige tilbakeberegna vekstkurven. Forskjellen mellom de to kurvene blir større når alderen øker (Figur 33). I Langesjøtjønn ble det tatt en fisk på stang i juli, som det viste seg hadde hatt en markant bedre vekst fra fire vintre sammenligna med den fisken som ble tatt på garn (Figur 33).



Figur 33. Teoretisk vekstkurve basert på tilveksten til hver årsklasse i 2011 (etter Ricker 1975) og gjennomsnittlig tilbakeberegna vekstkurve for auren tatt ved næringsfisket i Langesjøtjønn. Grønn kurve viser veksten til én stangfiska aure tatt i juli. Standardavvik er angitt for den gjennomsnittlige tilbakeberegna vekstkurven.

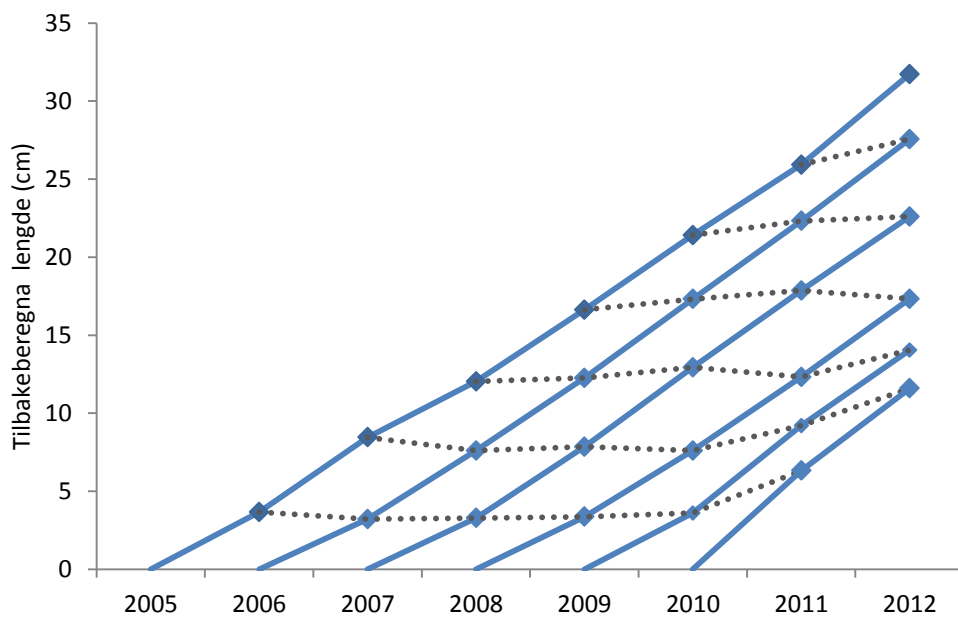
Gjennomsnittlig tilvekst i 2011 basert på den tilbakeberegna lengda hos den enkelte aldersklasse lå mellom 4,4 cm og 8,1 cm for aldersklassene 5-8 vintre (Figur 34). Aldersklassen fire vintre besto kun av én fisk, som hadde hatt en årlig tilvekst på 5 cm i 2011.



Figur 34. Gjennomsnittlig tilvekst for hver aldersklasse i 2011 basert på den tilbakeberegna veksten hos auren tatt ved næringsfisket i Langesjøtjønn i 2012, vertikale linjer angir standardavvik.

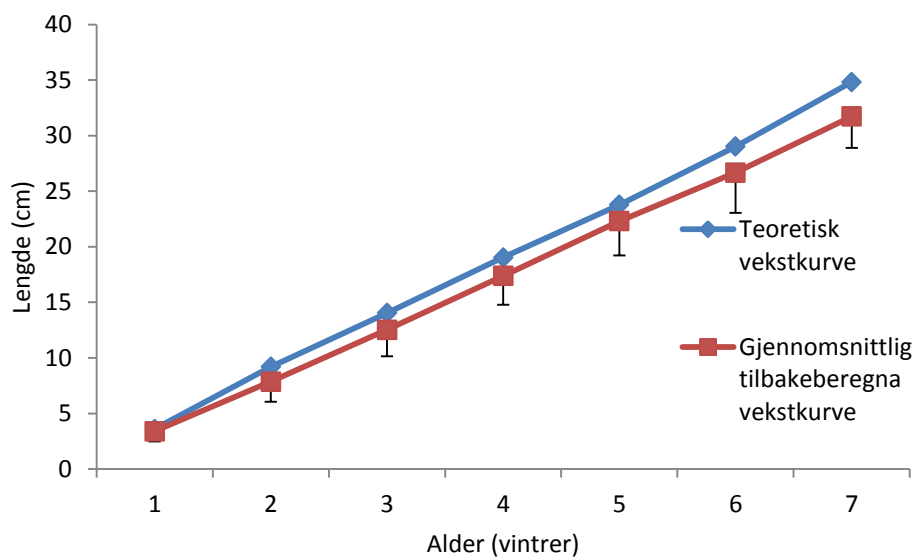
4.6.3 Langesjøen

Den tilbakeberegna veksten til 95 aldersbestemte aure fra prøvefisket i Langesjøen i september 2012 viser en jamn vekst for alle årsklassene (Figur 35), uten tegn til stagnasjon hos de eldste fiskene.



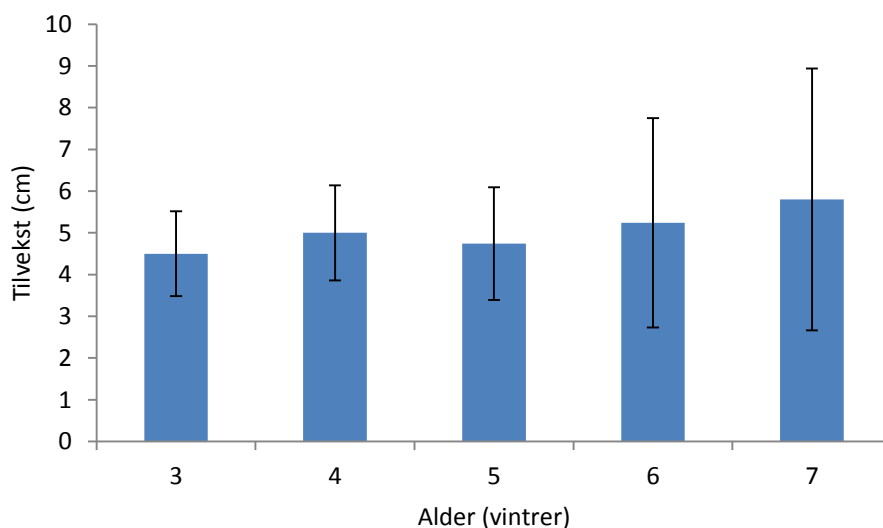
Figur 35. Gjennomsnittlig tilbakeberegna lengde for 96 aure fra prøvefisket i Langesjøen i september 2012, fordelt på årsklasser. 2010-årsklassen består kun av én fisk.

Det er liten forskjell mellom den teoretiske vekstkurven og gjennomsnittlig tilbakeberegna vekstkurve for auren i Langesjøen (Figur 36) sammenligna med Flotatjønn og Langesjøtjønn.



Figur 36. Vekstkurve basert på tilveksten for hver årsklasse i 2011 (teoretisk vekstkurve) og gjennomsnittlig tilbakeberegna vekstkurve for auren i Langesjøen. Standardavvik er angitt for den gjennomsnittlig tilbakeberegna vekstkurven.

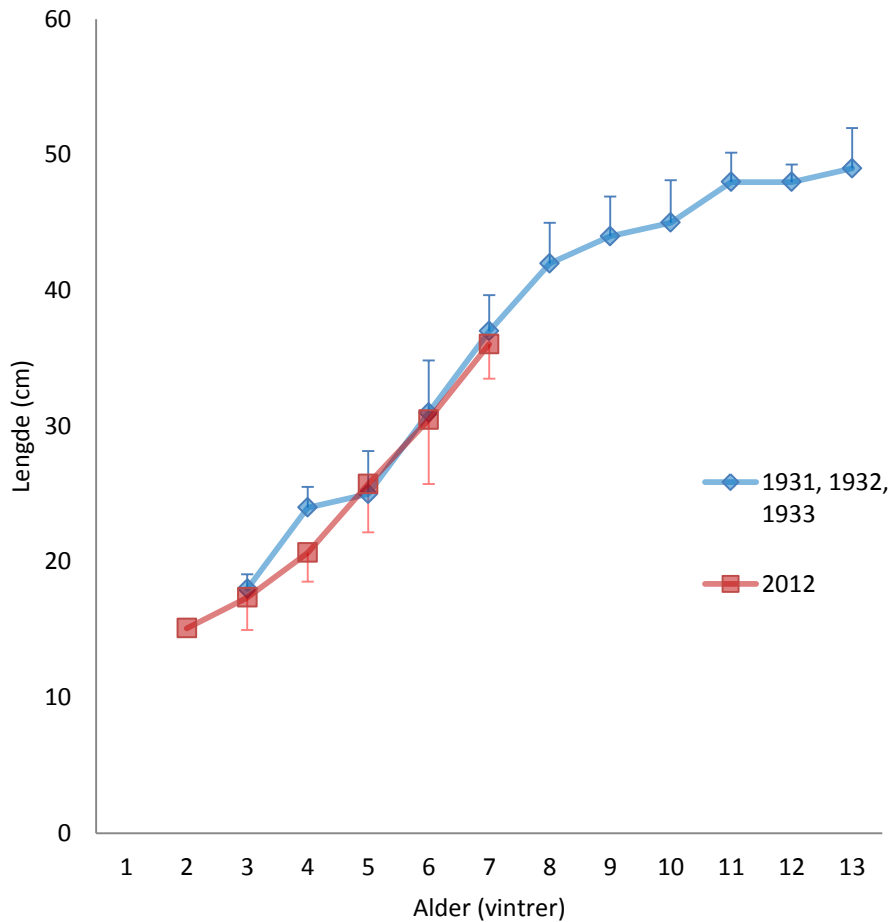
For aldersklassene 3-7 vintre lå gjennomsnittlig tilvekst hos den enkelte aldersklassen mellom 4,5 cm og 5,8 cm i 2011. Innen de eldste aldersklassene var det store individuelle forskjeller i siste års tilvekst, noe som framkommer ved store standardavvik for gjennomsnittsverdiene (Figur 37).



Figur 37. Gjennomsnittlig tilvekst for hver aldersklasse i 2011 basert på den tilbakeberegna veksten hos auren tatt ved prøvefisket i Langesjøen i 2012, vertikale linjer angir standardavvik.

Den årlige tilveksten til auren i Langesjøen basert på lengde ved fangst (empirisk lengde) for hver aldersklasse gir gjennomsnittlig årlig tilvekst på 4,2 cm fra 2 til 7 vintre (Figur 38).

Basert på den empiriske lengda, var tilveksten som ble funnet av Sømme på 1930-tallet gjennomsnittlig på 4,3 cm fra 3 til 8 vintre (Figur 38). Gjennomsnittlig empirisk lengde for sju vintre gammel fisk var i 1930-årene 37,1 cm, mens den gjennomsnittlige empiriske lengda for sju vintre gammel fisk i 2012 var 36,1 cm.



Figur 38. Empirisk gjennomsnittlig lengde ved fangst for hver aldersklasse av aure fra 2012 og fra 1931-1933, standardavviket er angitt med vertikale linjer.

4.7 Kjønnsmodning

Ved prøvofisket i Flotatjønne ble det ikke registrert kjønnsmoden hannfisk yngre enn åtte vintre, men ved næringsfisket i september var innslaget av kjønnsmoden hannfisk naturlig nok større. Da var en stor del av den fire vintre gamle hannfisk i stadium IV, dvs. kjønnsmodne fisker som skulle gyte samme høst (Tabell 3). Av de ti hunnfiskene tatt ved

prøvefisket var to kjønnsmodne. Ved næringsfisket i september fikk vi en god del kjønnsmoden hunnfisk i aldersklassene seks og sju vintre (Tabell 4). Gjennomsnittlig lengde for kjønnsmoden aure tatt ved næringsfiske var henholdsvis 32,3 cm (SD ± 6,8) for hannfisk og 38,3 cm (SD ± 3,6) for hunnfisk. Modningsreaksjonsnormen viser også at hunnfisken kjønnsmodner ved høg alder (>6 år) og stor størrelse. Hos hannfisken er modningsvinduet betydelig videre, og ved alder 4-7 vintre er det mange individer som har høyere modningssannsynlighet enn 50 % (Figur 39, Tabell 5).

Tabell 3. Hannaure tatt ved prøvefisket i Flotatjønne i juli 2012 og ved næringsfisket i september samme år, fordelt etter kjønnsmodningsstadium.

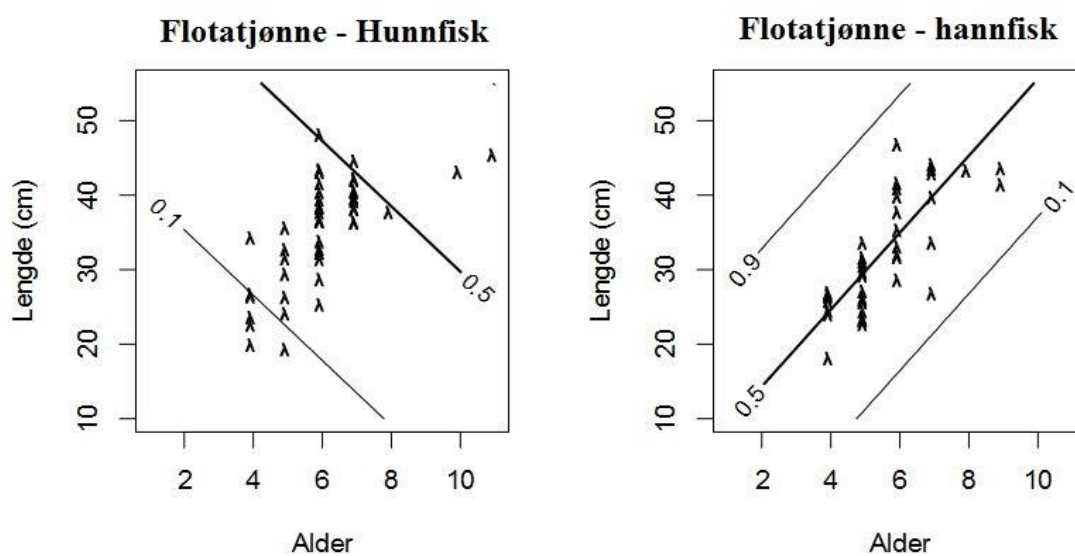
♂		Juli (prøvefiske)						♂		September (næringsfiske)					
Alder	n	I - II	III	IV	V/VI	VII/II	VII/III	n	I - II	III	IV	V/VI	VII/II	VII/III	
4	2	2						5	1		4				
5	5	5						10	3		7				
6	2	2						7	2	2	3				
7	2	2						4	1	1	1		1		
8	1		1					1			1				
9	1		1					1	1						

Tabell 4. Hunnaure tatt ved prøvefisket i Flotatjønne i juli og ved næringsfisket i september samme år, fordelt etter kjønnsmodningsstadium.

♀		Juli (prøvefiske)						♀		September (næringsfiske)					
Alder	n	I - II	III	IV	V/VI	VII/II	VII/III	n	I - II	III	IV	V/VI	VII/II	VII/III	
4	2	2						4	4						
5	3	3						3	2		1				
6	4	3	1					15	8	1	6				
7								12	3	2	6	1			
8								1	1						
9															
10								1		1					
11	1						1								

Tabell 5. Parameterestimer for kjønn- og populasjonsspesifikke GLM-modeller tilpassa kjønnsmodningsdataene for å fastsette reaksjonsnormer for kjønnsmodning.

Populasjon	Kjønn	Parameter	Koeffisient	Standardfeil
Flotatjønne	Hunn	Intercept	-5.492	2.254
		Alder	0.327	0.346
		Lengde	0.075	0.072
Flotatjønne	Hann	Intercept	-0.474	1.550
		Alder	-0.615	0.428
		Lengde	0.119	0.072
Langesjøen	Hunn	Intercept	-8.913	3.175
		Alder	-1.822	1.405
		Lengde	0.627	0.293
Langesjøen	Hann	Intercept	-2.879	1.469
		Alder	-0.661	0.612
		Lengde	0.202	0.110



Figur 39. Modningsreaksjonsnorm for hunn- og hannfisk i Flotatjønne basert på fisk samla inn under prøvefisket i juli og næringsfisket i september (parameterestimaterne er tilgjengelige i Tabell 5).

I prøvofiskefangsten fra Langesjøtjønn ble det registrert kjønnsmoden hannfisk fra alder fem vintrer, og det var en større andel kjønnsmoden hannfisk her enn i fangsten fra Flotatjønn. Også i næringsfisket var en større andel av hannfisken kjønnsmoden i Langesjøtjønn (Tabell 6). Blant hunnfisken tatt ved prøvofisket og næringsfisket i Langesjøtjønn var andelen kjønnsmoden fisk også her større enn i Flotatjønn (Tabell 7). Gjennomsnittlig lengde for kjønnsmoden aure tatt ved næringsfisket i Langesjøtjønn var henholdsvis 37,7 cm (SD \pm 3,2) for hannfisk og 38,8 cm (SD \pm 2,9) for hunnfisk.

Tabell 6. Hannaure tatt ved prøvofisket i Langesjøtjønn i juli 2012 og ved næringsfisket i september samme år, fordelt etter kjønnsmodningsstadium.

♂		Juli (prøvefiske)						♂		September (næringsfiske)					
Alder	n	I og II	III	IV	V/VI	VII/II	VII/III	n	I og II	III	IV	V/VI	VII/II	VII/III	
3															
4															
5	7	1	5			1		11	2		7	2			
6	2		1			1		9	1		5	3			
7	1						1	5	1		4				
8								1	1						
9	1		1												
10	1					1									

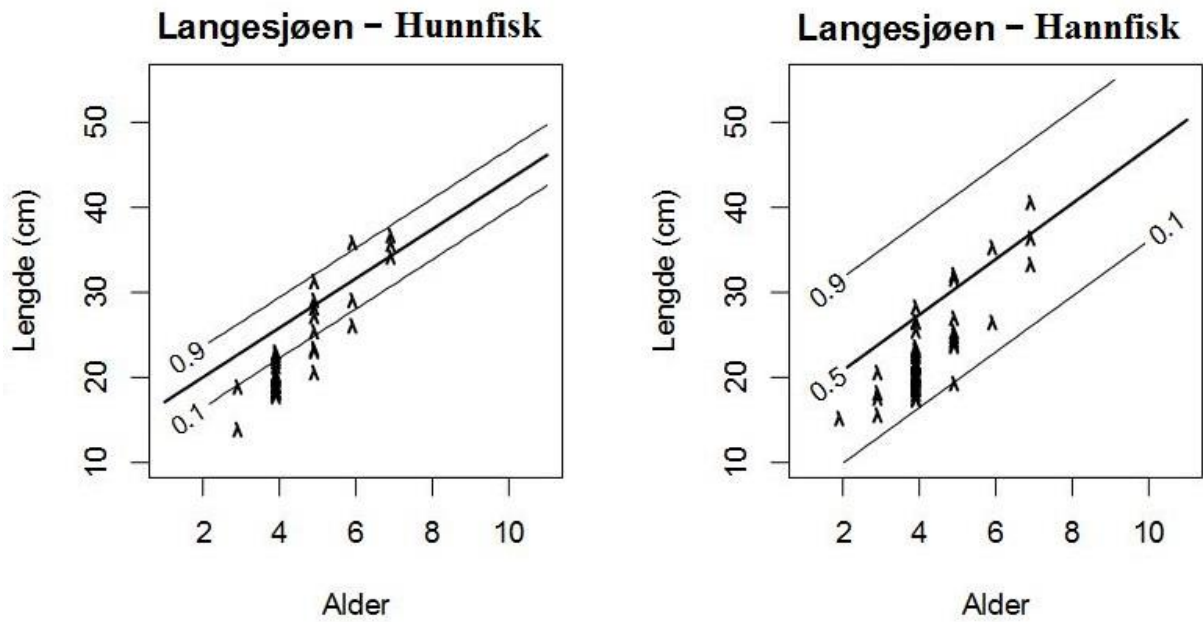
Tabell 7. Hunnaure tatt ved prøvofisket i Langesjøtjønn i juli 2012 og ved næringsfisket i september samme år, fordelt etter kjønnsmodningsstadium.

♀		Juli (prøvefiske)						♀		September (næringsfiske)					
Alder	n	I - II	III	IV	V/VI	VII/II	VII/III	n	I - II	III	IV	V/VI	VII/II	VII/III	
3															
4								1	1						
5	2		2					14	1		13				
6	3	2	1					15	2		13				
7	3		3					9			9				
8	1						1	1			1				
9															
10	1					1									
11	1						1								

I Langesjøen ble det fanga kjønnsmodne hannfisk fra og med alder tre vintre, mens det blant hunnfisken ble registrert kjønnsmodning fra alder fire vintre (Tabell 8). Den ene kjønnsmodne hannfisken blant treåringene var den lengste (20,5 cm) i den aldersklassen. Det samme gjaldt fire vintre gammel hunnfisk, hvor begge de kjønnsmodne fiskene var av de lengste i denne aldersklassen. Den mest tallrike aldersklassen i prøvefisket var fire vintre gammel fisk, og blant disse var om lag 24 % av hannfisken kjønnsmodne, mens 9 % av hunnfisken var kjønnsmodne (IV). Gjennomsnittlig lengde for kjønnsmoden fisk var henholdsvis 24,6 cm (SD ± 3,6) for hannfisk og 29,2 cm (SD ± 5,2) for hunnfisk. Hunnfisken kjønnsmodner dermed tilsynelatende noe senere (Tabell 8). Modningsreaksjonsnormen viser at hunnfisken kjønnsmodner ved alder rundt fem vintre og lengde større enn 28 cm i Langesjøen. Figur (40) viser også at det er de lengste i hver aldersklasse som kjønnsmodner først. Modningsreaksjonsnormen for hannene viser at også hos disse modner de raskestvoksende individene først og at kun noen få individer har større modningssannsynlighet enn 50 % - der alle er eldre enn fire vintre og større enn 25 cm.

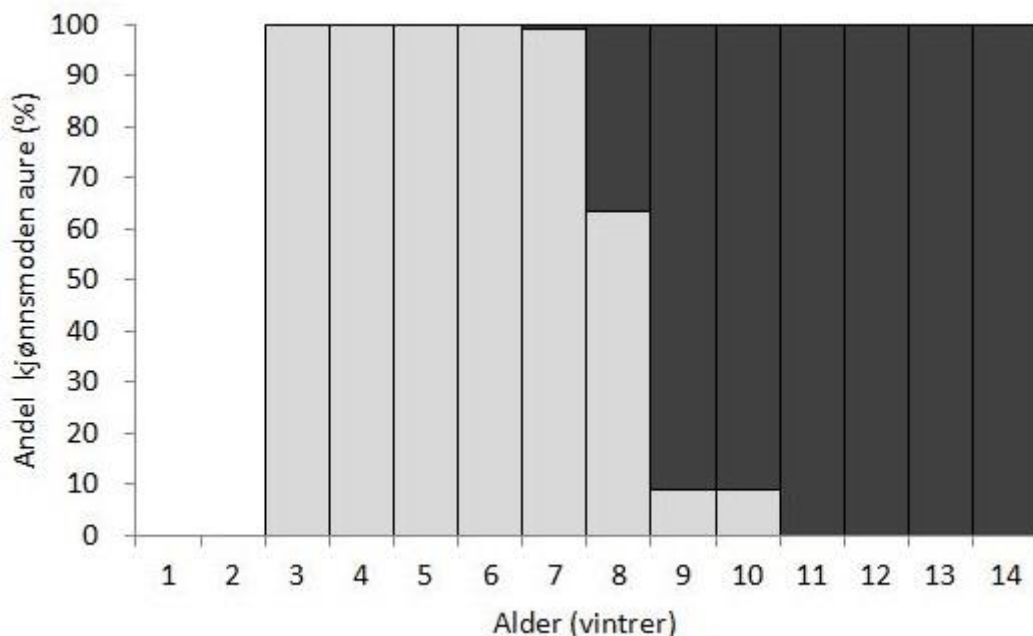
Tabell 8. Hann- og hunnaure tatt ved prøvefisket i Langesjøen i september 2012, fordelt etter kjønnsmodningsstadium.

♂		Hannfisk							♀		Hunnfisk				
Alder	n	I - II	III	IV	V/VI	VII/II	VII/III	n	I - II	III	IV	V/VI	VII/II	VII/III	
2	1	1						0							
3	4	3		1				2	2						
4	45	34		11				24	22		2				
5	17	10		7				16	10		4				
6	3	1		2				2	2						
7	3	2		1				3	1		2				
8	0							0							



Figur 40. Modningsreaksjonsnorm for hunnfisk og hannfisk i Langesjøen (parameterestimaterne er tilgjengelige i Tabell 5).

I et materiale på 210 aure fra Langesjøen i årene 1931-1933, var kun én sju vintre gammel fisk kjønnsmoden, og bare om lag 37 % av de åtte vintre gamle var kjønnsmodne (Figur 41). Eldre fisk var stort sett kjønnsmodne (Figur 41).

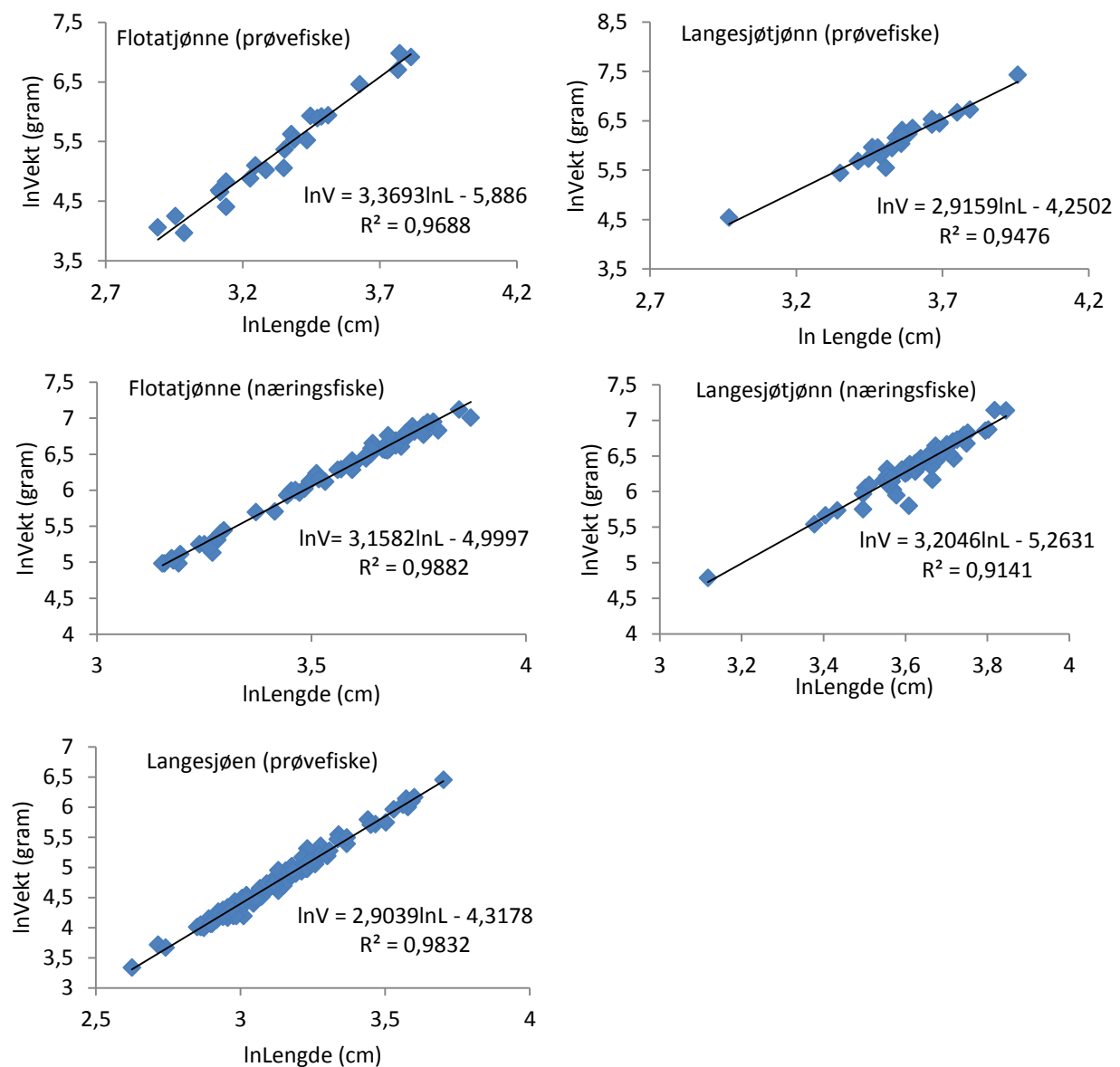


Figur 41. Kjønnsmodning hos 210 aure tatt i Langesjøen i åra 1931, 1932 og 1933. Grå søyle angir umoden fisk og svart søyle kjønnsmoden fisk. Data etter Sømme (1934a).

4.8 Aurens kvalitet

4.8.1 Lengde- vektforhold

Auren fra prøvefisket i Flotatjønn viser en tydelig økning i vekt ved økende lengde ($b=3,36$), i motsetning til fisken tatt ved prøvefisket i Langesjøtjønn hvor det er en svak tendens til at fisken blir magrere ved økende lengde ($b=2,92$). Auren tatt ved næringsfisket i Flotatjønn og Langesjøtjønn viser begge en økning i vekt ved økende lengde. I Langesjøen er $b < 3,0$, og det betyr at fisken blir magrere ved økende lengde (Figur 42). Når de fem populasjons- og metodenivåene (PopMet) inkluderes i en GLM-analyse finner vi en sterk interaksjonseffekt mellom PopMet og $\ln(\text{lengde})$ (ANCOVA: $p_{\text{PopMet}*\ln(\text{lengde})} < 0,0001$; Tabell 9).



Figur 42. Forholdet mellom lengde (L) og vekt (V) hos aure i Flotatjønn og Langesjøtjønn ved prøvefiske i juli og næringsfiske i september, samt for auren tatt ved prøvefiske i Langesjøen i september, satt opp logaritmisk.

Tabell 9. Parameterestimat og tilhørende effekttest for fullfaktoriell GLM som tester effekt av ln(lengde) og PopMet på ln(vekt). Modellen forklarer x % av variasjonen.

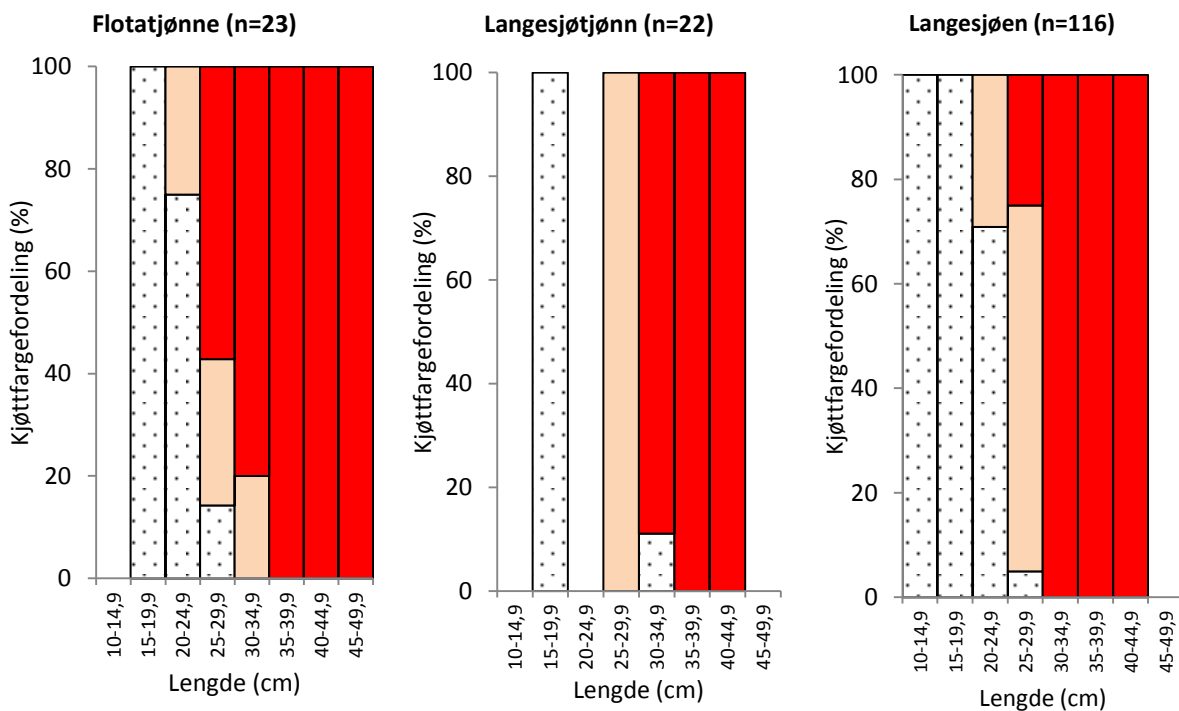
Parameter	Parameterestimat				Effekt	Effekttest					
	Est.	SE	t	p		Df	Devians	Resid. Df	Resid. Dev	F	P
Intercept	-5.000	0.205	24.38	<0.0001	ln(Lengde)	1	242.785	290	3.689	27204.31	<0.0001
ln(Lengde)	3.158	0.058	54.56	<0.0001	PopMet	4	0.851	286	2.838	23.84	<0.0001
PopMet[[Flotatjønne Prøvefiske]]	-0.886	0.334	-2.66	0.0083	ln(Lengde)*PopMet	4	0.322	282	2.517	9.01	<0.0001
PopMet[Langesjøen Prøvefiske]	0.694	0.251	2.76	0.0062							
PopMet[Langesjøtjønn Næringsfiske]	-0.263	0.437	-0.60	0.5473							
PopMet[Langesjøtjønn Prøvefiske]	1.106	0.482	2.30	0.0223							
ln(Lengde):PopMet[Flotatjønne Prøvefiske]	0.211	0.098	2.17	0.0312							
ln(Lengde):PopMet[Langesjøen Prøvefiske]	-0.259	0.074	-3.48	0.0006							
ln(Lengde):PopMet[Langesjøtjønn Næringsfiske]	0.046	0.121	0.38	0.7023							
ln(Lengde):PopMet[Langesjøtjønn Prøvefiske]	-0.345	0.136	-2.54	0.0117							

4.8.2 Kjøttfarge

Under prøvefisket i Flotatjønne 16.07-17.07 2012 ble det registrert rød eller lys rød kjøttfarge hos 70 % av fangsten. Fra fiskelengde 20-24,9 cm og oppover økte innslaget av lys rød kjøttfarge. Rød kjøttfarge dominerte hos fisk med lengde 25-29,9 cm og oppover (Figur 43).

Blant auren fra prøvefisket i Langesjøtjønn, 17.07-18.07 2012, var andelen med rød eller lys rød kjøttfarge større enn Flotatjønne, med 91 %. Hos fisk med lengde over 30 cm var kjøttfargen hovedsakelig rød, men kvit kjøttfarge ble registret blant fisk i lengdeintervallet 30-34,9 cm (Figur 43).

I materialet fra prøvefisket i Langesjøen, 05.09.-07.09. 2012, utgjorde aure med kvit kjøttfarge hoveddelen, med 61 % av fangsten. Hos fisk med lengde over 30 cm var rød kjøttfarge dominerende (Figur 43).



Figur 43. Frekvens (%) av rød, lys rød og kvit kjøttfarge i ulike lengdeklasser av aure fanga under prøvefiske med settegarn i Flotatjønne, 16.07-17.07.; Langesjøtjønn, 17.07-18.07. og Langesjøen 05.09.-07.09. 2012.

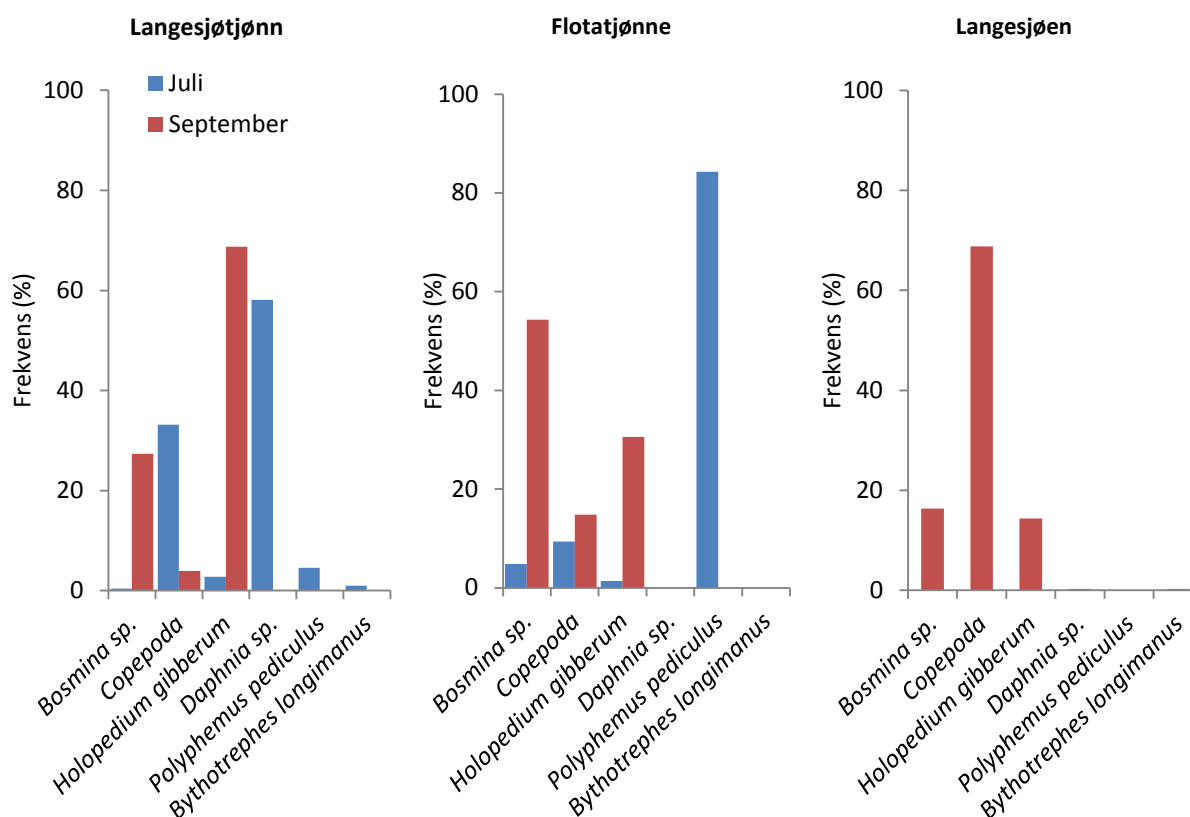
4.9 Dyreplankton

4.9.1 Flotatjønne og Langesjøtjønne

Dyreplanktonsamfunnet i Flotatjønne og Langesjøtjønne viste store sesongmessige variasjoner (Figur 44). I Langesjøtjønne dominerte *Daphnia* sp. og hoppekreps (Copepoda) i juli, mens gelékreps (*Holopedium gibberum*) og *Bosmina* sp. tok over i september. I Flotatjønne dominerte *Polyphemus pediculus* i juli. Også her tok *Bosmina* sp. og gelékreps over i september. Innslaget av *Daphnia* sp. var ubetydelig i både juli og september i Flotatjønne. Hoppekreps gikk tilbake i Langesjøtjønne fra juli til september, mens denne gruppa økte i Flotatjønne.

4.9.2 Langesjøen

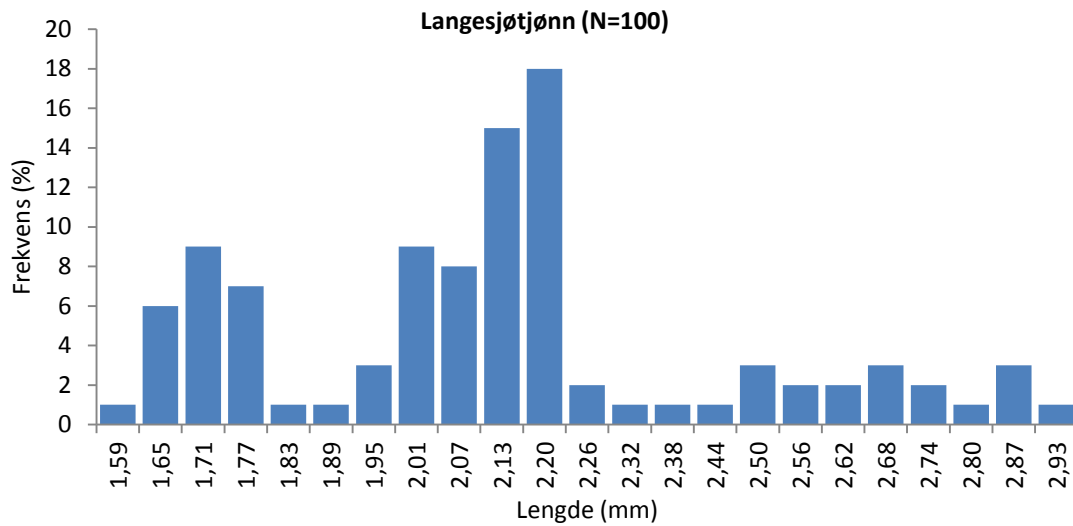
I Langesjøen dominerte hoppekreps i september, etterfulgt av *Bosmina* sp. og gelékreps (Figur 44). Materialet fra juli mangler for Langesjøen.



Figur 44. Frekvens (%) av dyreplankton i planktontrekk fra Langesjøtjønne og Flotatjønne i juli og september, og fra Langesjøen i september 2012. I Langesjøtjønne ble planktontrekk gjennomført 17.07 og 07.09 2012, i Flotatjønne 18.07 og 04.09 2012, og i Langesjøen 05.09 2012.

4.9.3 Lengdefordeling til *Daphnia* sp. i Langesjøtjønn

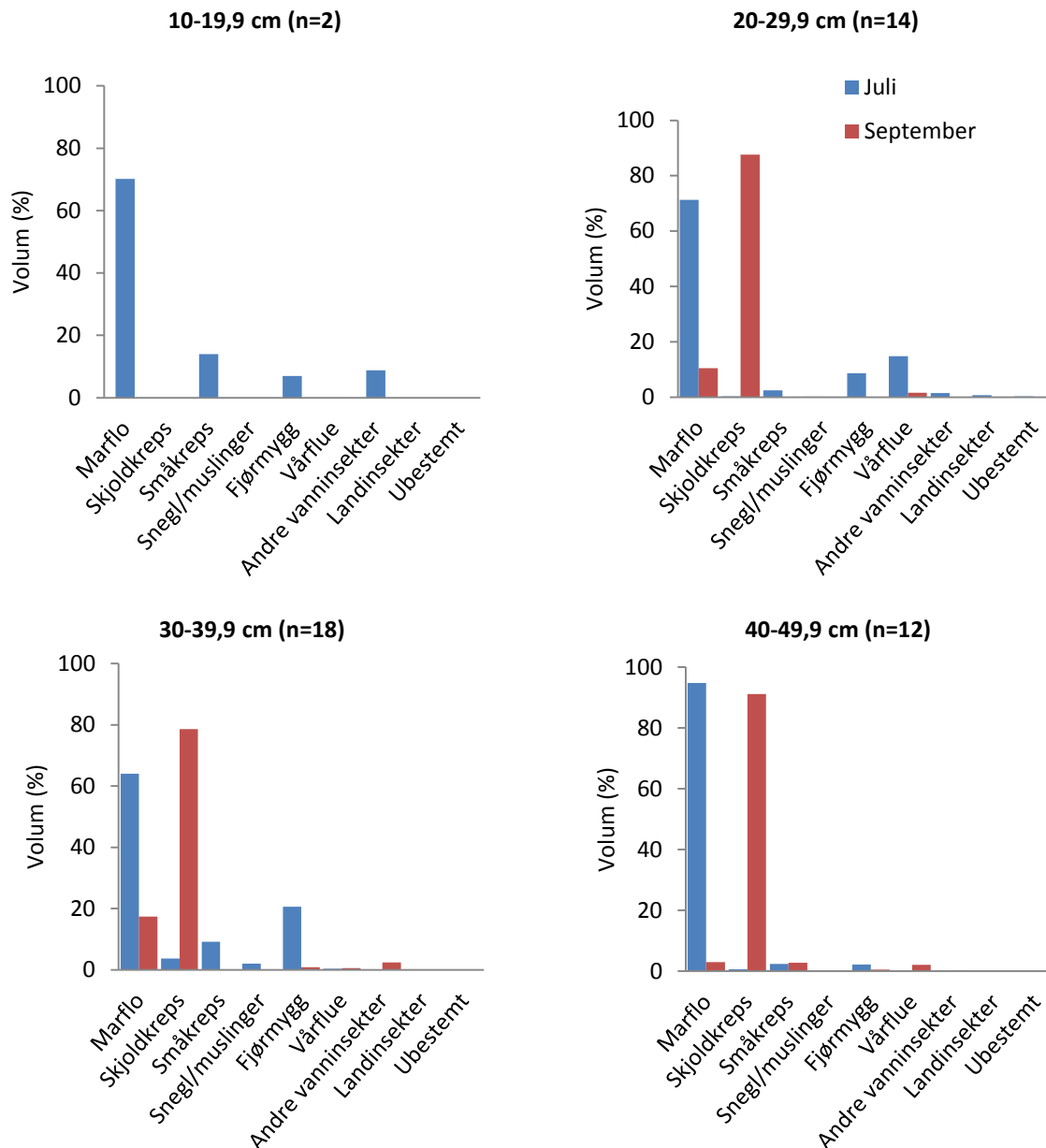
Lengdefordelinga til 100 *Daphnia* sp. fra Langesjøtjønn i juli lå i intervallet 1,59-2,93 mm, med en gjennomsnittslengde på 2,12 mm (SD \pm 0,33 mm). Hoveddelen lå innenfor lengdeintervallene 1,65 – 1,77 mm og 2,01 – 2,20 mm (Figur 45).



Figur 45. Lengdefordeling (%) til 100 *Daphnia* sp. i planktontrekk fra Langesjøtjønn i juli 2012.

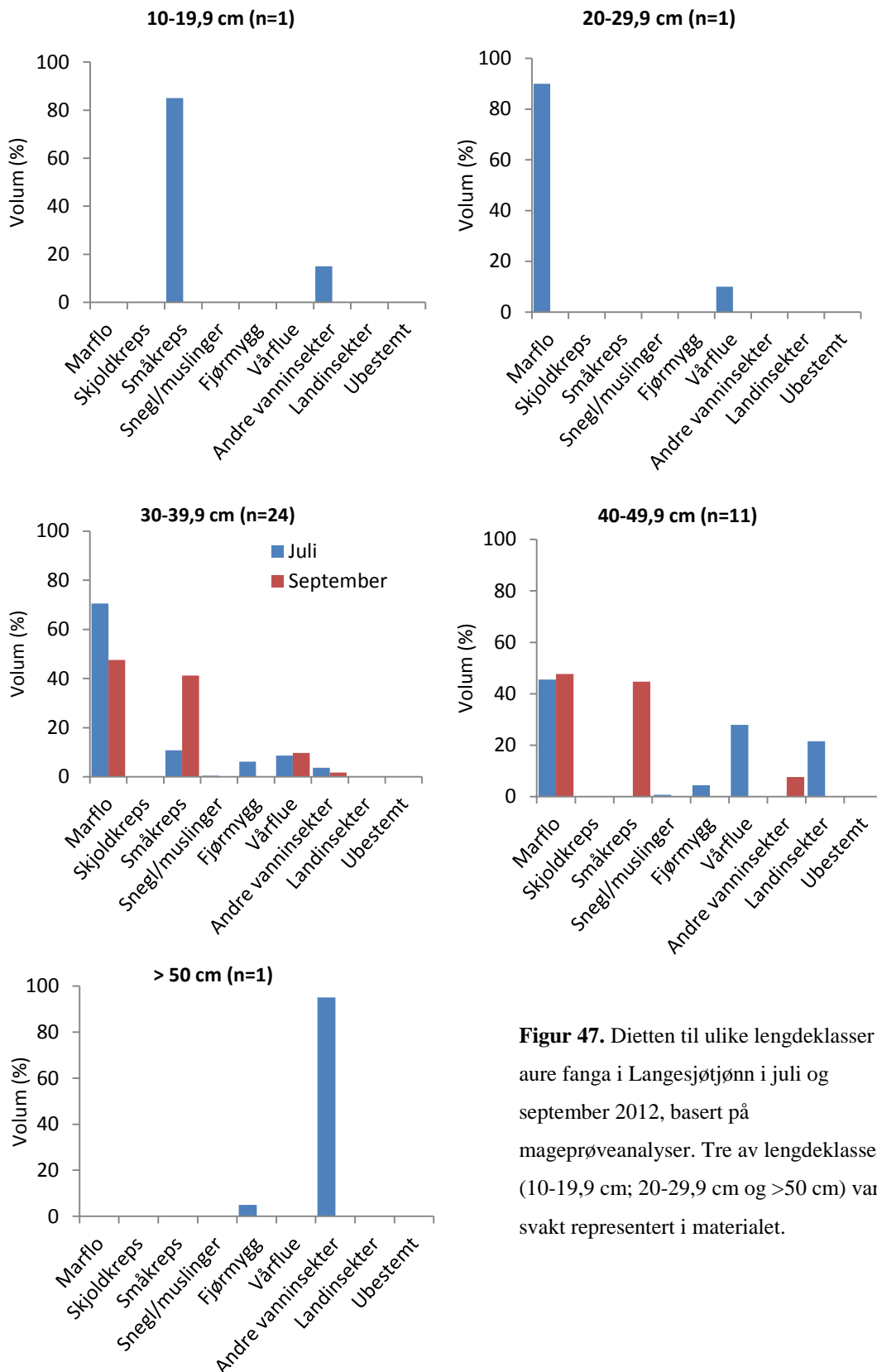
4.10 Diett

Dietten til auren viste store sesongmessige variasjoner. I Flotatjønne var marflo (*Gammarus lacustris*) (Figur 49) helt dominerende i mageprøver fra alle lengdeklasser av aure i juli (Figur 46). I september kom skjoldkreps (*Lepidurus arcticus*) (Figur 49) inn som det desidert viktigste næringsdyret (Figur 46). Den minste lengdeklassen av aure (10-19,9 cm) var ikke representert i materialet fra september.



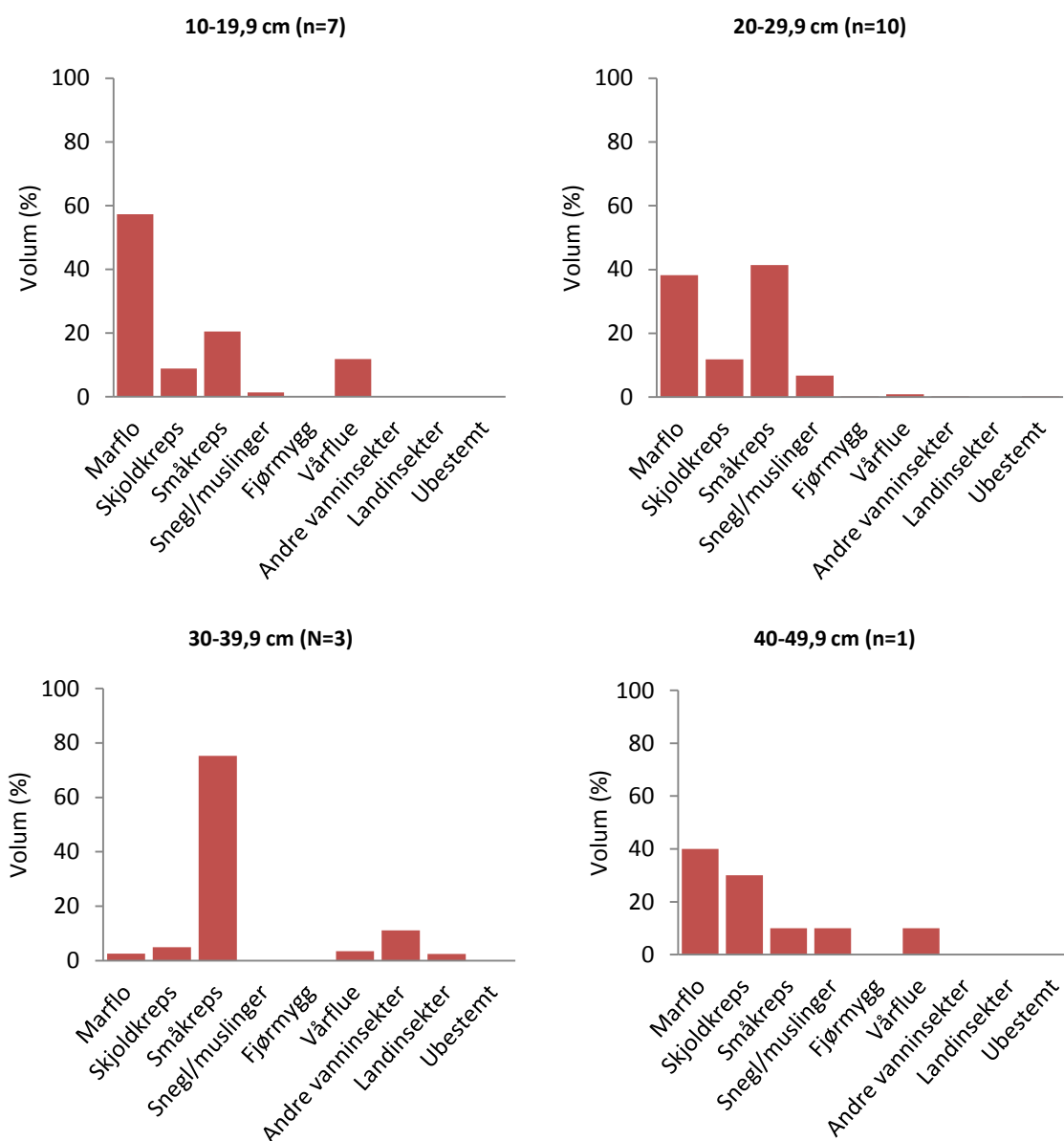
Figur 46. Diett til ulike lengdeklasser av aure fanga i Flotatjønne i juli og september 2012, basert på mageprøveanalyser. Den minste lengdeklassen av aure (10-19,9 cm) var ikke representert i materialet fra september.

I Langesjøtjønn dominerte marflo i mageprøvene til aure i lengdeklassene 30-39,9- og 40-49,9 cm i juli og september. Småkreps, utelukkende *Bythotrephes longimanus*, kom inn som viktig næringsdyr i september (Figur 47). Skjoldkreps ble ikke registrert i mageprøvene til aure fra Langesjøtjønn.

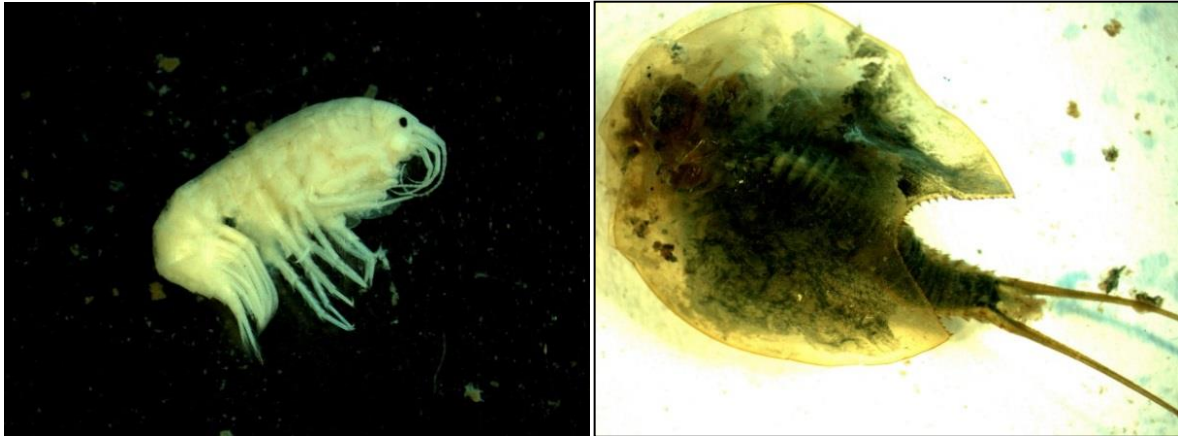


Figur 47. Dietten til ulike lengdeklasser av aure fanga i Langesjøtjønn i juli og september 2012, basert på mageprøveanalyser. Tre av lengdeklassene (10-19,9 cm; 20-29,9 cm og >50 cm) var svakt representert i materialet.

I Langesjøen i september dominerte marflo og småkreps (hovedsakelig linsekreps (*Eurycercus lamellatus*)) i mageprøvene fra den minste auren (10-19,9 cm). Hos den større fisken (20-29,9- og 30-39,9 cm) økte andelen småkreps i mageinnholdet (Figur 48). For lengdeklassen 20-29,9 cm ble småkreps utgjort av nær like deler linsekreps og *Bythotrephes longimanus*, mens *Bythotrephes longimanus* utgjorde hoveddelen av småkreps fra mageprøvene til fisk i lengdeklassen 30-39,9 cm (Figur 48).



Figur 48. Dietten til ulike lengdeklasser av aure fanga i Langesjøen i september 2012, basert på mageprøveanalyser. Den største lengdeklassen (40-49,9 cm) var svakt representert i materialet.



Figur 49. Marflo (til venstre) var et viktig næringsemne for aure i alle tre vatna. Skjoldkreps (til høyre) var viktig del av dietten i Flotatjønne og dels Langesjøen i september, men mangla i mageprøvene til auren fra Langesjøtjønne (foto: Dag Slettebø).

5. Diskusjon

5.1 Bestandsstørrelser, dødelighet og beskatning

Av de tre bestandsestimatene for Langesjøtjønne fra 1920- og 30-tallet, var det estimatet fra 1935 som skilte seg nevneverdig fra estimatet i 2012. I 1935 ble utgangsbestanden av fangbar fisk estimert til 165 aure (Sømme 1941). På dette tidspunktet hadde ikke Langesjøtjønne blitt fiska det foregående året, men det gjaldt også for 1925 og 1933 (Sømme 1934b). På tross av dette var utgangsbestanden i 1925 og 1933 langt mindre, henholdsvis på 89 og 62 individ. En mulig forklaring på den store bestanden i 1935 kan være at én eller flere sterke årsklasser inngikk i fangsten dette året, eller eventuelt at rekrutteringa hadde vært dårlig i årene før estimeringene i 1925 og 1933. 1926-årsklassen blir regna som en sterk årsklasse på Hardangervidda (Rognerud et al. 2003), og den utgjorde en stor del av fangsten i Langesjøtjønne i 1933 (Sømme 1934a). Det er mulig at deler av 1926-årsklassen ikke var kommet opp i fangbar størrelse i 1933, men ble fanga som niåringer i 1935.

I 1933 utgjorde sju og åtte vintrer gammel fisk hoveddelen av fangsten i Langesjøtjønne, mens fem og seks vintrer gammel fisk dominerte i 2012. Da Flotatjønne ble fiska i 1934, ble det utelukkende brukt garn med 45 mm maskevidde (Dahl & Sømme 1934), og det er nærliggende å tro at også Langesjøtjønne ble fiska med samme maskevidde på 1920- og 30-

tallet. I dag fiskes Langesjøtjønn og Flotatjønn fremdeles med garn med 45 mm maskevidde. Aldersforskyvinga av fangsten i Langesjøtjønn kan derfor skyldes at vatnet i dag fiskes årlig.

Selv om utgangsbstanden av fangbar fisk i Flotatjønn i 2012 ikke var signifikant forskjellig fra 1934, indikerer likevel resultatet fra 2012 at bestanden var større i 1934. Dette skyldes mest sannsynlig at vatnet hadde stått fredet i tre og et halvt år før et fiske ble gjennomført i 1934, mens det i 2012 hadde vært fiska seinest året før. Den relativt store usikkerheten for estimatet i 2012 skyldes trolig at fangsten andre døgn var langt større enn det første, og det igjen kan ha hatt sammenheng både med for liten garninnsats, 27 garn hvert døgn, og dessuten endringer i fangbarhet pga. værforhold, slik som Jensen (1972) beskriver. Det var sterk vind under fisket i Flotatjønn, og mye «grønnske» i garna, noe som kan gjøre garna mer synlige for fisken, og dette kan ha gitt varierende fangbarhet de tre nettene fisket varte. Vi fikk heller ikke fisket i den vestlige, grunne delen av vatnet. Sømme (1941) fiska med enda færre garn, 13 garn over ni døgn, og han fiska heller ikke i den vestlige delen av vatnet. Likevel fikk han en jamn nedgang i dagsfangstene, og dermed et tilsynelatende sikkert estimat av utgangsbstanden. Fangstdødeligheten var på 96,5 % i 1934, mot 48,5 % i 2012. Sømme (1941) forklarer nedgangen i dagsfangster, dvs. den høye fangbarheten, med aurens sterke vandring rundt i vatnet. Økning av fangbarhet med økende fiskestørrelse og maskevidde er vist for flere fiskearter (Borgstrøm 1989; Hamley & Regier 1973), og skyldes sannsynligvis at stor fisk tilbakelegger større svømmedistanser per tidsenhet enn mindre fisk (Rudstam et al. 1984). Aurens størrelse i 1934 er ikke kjent, men det er nærliggende å tro at en stor del av den fangbare delen av bestanden var stor fisk siden vatnet hadde stått fredet i over tre år, og i Ørretboka finnes et fotografi av Sømme fra 1934 der han poserer med to aure fra Flotatjønn, den største på 2,6 kg.

I Langesjøen var beregna momentan dødsrate (Z) i 2012 signifikant forskjellig fra perioden 1931-33, med $Z = 1,052$ (konfidensintervall: 0,846-1,258) i 2012 mot $Z = 0,668$ (konfidensintervall: 0,560 - 0,776) i 1931-33, tilsvarende en årlig overlevelse (S) på henholdsvis 34,9 % i 2012 og 51,3 % i 1931-1933, og indikerer at beskatninga har blitt hardere. I tråd med dette ser det ut som bestanden i Langesjøen var yngre i 2012 enn 1931-33. I materialet fra prøvefisket i 2012 var innslaget av seks vintre og eldre aure beskjedent, og ingen aure var eldre enn 7 år. I 1931-33 fikk Sømme fisk i aldersintervallet 3-15 år i Langesjøen. I Langesjøtjønn kan ikke den momentane dødsraten i 1933 og 2012 direkte sammenlignes, siden vatnet ikke ble fiska årlig på 1920- og 30 tallet. Sømme (1934b) sier om beskatninga av Langesjøtjønn: «For Langesjøtjønn, som fiskes etter denne metode med noen

års mellomrum (...).» Ut i fra dette, kan det se ut som om vatnet ble beskatta høyst annet hvert år.

Når fangbarheten er høy og garnfisket omfattende, vil benytta maskeviddestørrelse være bestemmende for bestandsstrukturen (Borgstrøm 2000b). Mange av de små tjerna på Hardangervidda har tidligere blitt fiska med garn med så store maskevidder at fangsten hovedsakelig besto av fisk med vekt over 1,5 kg (Sømme 1934b). Både i Flotatjønne og Langesjøtjønne ble det fanga få fisk over 42 cm i 2012, det vil si den lengda som fanges mest effektivt på 45 mm garn (Jensen 1972). Fisken i Flotatjønne viste ingen tegn til vekststagnasjon, men i Langesjøtjønne var det fire eldre fisker som hadde stagnerert i vekst. Ved å øke maskevidda, og dermed utsette rekrutteringsalderen til fisket, kan det trolig oppnås en tilvekstgevinst som vil gi større fisk i fangstene og en økning av uttaket i antall kg, gitt at næringstilgangen er tilfredsstillende (Borgstrøm 2000b; Borgstrøm & Hansen 2000). Her vil imidlertid foretrukket størrelse på rakfisken trolig være bestemmende for hvor stor fangststørrelsen skal være. I dag kunne en i første omgang økt maskevidda fra 45 til 50 mm, for å få en bedre utnytting av vekstpotensialet for den enkelte fisk. På 1930-tallet anbefalte Dahl og Sømme (1934) å bruke garn med maskevidde på 55 mm i tjerna rundt Langesjøen, men minte også om faren for redusert vekstrate på grunn av større bestand ved økning av maskevidden. Den negative korrelasjonen mellom bestandstetthet og individuell årlig tilvekst hos aure har blitt vist av blant annet Bærum et al. (2013), Jenkins et al. (1999) og Jensen (1977), og er en faktor som gjør at endringer i beskatningsmåte må følges opp med registrering av både fiskekvalitet, alder og vekstforløp for fanga fisk.

5.2 Rekruttering og temperatur

I enkelte år kan en ekstremt kald og snøfattig vinter eller ekstreme snømengder etterfulgt av kald vår og sommer ha dramatiske konsekvenser for rekrutteringa og tilveksten hos aure i høg fjellet (Borgstrøm & Museth 2005). Dette ser blant annet ut til å være tilfelle i de kalde somrene i perioden før 1925 som kan ha hatt en negativ effekt på rekrutteringa til aure på Hardangervidda (Sunde 1937). Borgstrøm og Museth (2005) trekker inn sammenhengen mellom positiv NAO-indeks og store snømengder i vestlige deler av Langfjella, nettopp i perioden 1920-1930, som en mulig årsak til redusert rekruttering. En indikasjon på de store snømengdene i høg fjellet på 1920-tallet er omtalen av 1928 som et stort skredår i Hardanger (Odda Fotoklubb 1977). Fisket på midten av 1920-tallet var dårlig flere steder på Vidda. I Hølen, rett øst for Langesjøen, fikk Johannes Dahl stort sett bare store fisker ved stangfiske i 1924 (Dahl 1944), og mangel på småfisk kan tyde på mange år med dårlig rekruttering.

Økinga i fangstene utover 1930-tallet kom trolig som følge av sterke årsklasser i 1925 og 1926 (Rognerud et al. 2003), siden sommertemperaturene var høyere i 1925 og 1926 enn på mange år. Sømme (1934a) er inne på årsklassenes tallrikhet og hvordan enkelte årsklasser kan være helt dominerende i fangstene. I 1931 var blant annet fem vintre gammel fisk (1926-årsklassen) helt dominerende i materialet fra Sleipa, elva mellom Øvre Hein og Halnefjorden. Den samme årsklassen dominerte i Halnefjorden året etter. I Langesjøen dominerte også fem og seks vintre gammel fisk, hovedsakelig som «maskebitere», i materialet til Sømme i 1931, men han fant ikke materialet godt nok til å kunne konstatere at enkelte årsklasser skulle være mer tallrike enn andre, og forklarte deres store innslag i fangsten med «småfiskens svermep periode» (Sømme 1934a). Ut over 1930-tallet fikk trolig 1926-årsklassen bedre vekstforhold gjennom økte sommertemperaturer, og i flere av innsjøene på Hardangervidda økte fangstene i denne perioden (Dahl 1944). Dahl (1944) skriver blant annet om Kringlesjø i Skvettavassdraget i 1937, hvor fisket var bra og de stort sett fikk stor fisk, sjelden under kiloen.

I prøvefisket i 1989 ble det fanga en forholdsvis stor andel sju vintre gammel aure (1982-årsklassen). Tysse og Garnås (1990) fikk over dobbelt så mange av denne som av 1983-årsklassen. Ut fra temperaturregistreringene ved Dagali var 1982 en av de varmeste somrene på mange år, slik at dette kan forklare denne årsklassens styrke. Lignende forhold er påvist på Vestvidda, der sterke årsklasser gjerne er knytta til år med høye sommertemperaturer og lite snø på våren (Borgstrøm & Museth 2005). I nyere tid er 1997-årsklassen kjent som en sterk årsklasse for auren på Hardangervidda (Borgstrøm & Museth 2005). Sommeren 1997 var særdeles gunstig med høg temperatur og lang vekstsesong. Åra før hadde vært særst dårlige, der bunnfrysing av gytebekker hadde ført til at årsklasser og rogn gikk tapt mange steder, og medførte at 1997-årsklassen fikk liten konkurranse fra eldre fisk (Borgstrøm & Museth 2005). Dette kan også ha vært tilfelle i Langesjøen der næringsfiskefangstene i 2003 og 2004 var ekstra store. Gode fangster var også tilfelle andre steder på Vidda i 2003 og 2004 (Eidfjord Fjellstyre 2011). Den økte fangsten disse åra skyldes nok 1997-årsklassen som har vokst seg inn i fangbar størrelse for næringsfangsten. Også i prøvefisket som Barlaup et al. (2002) gjennomførte i 2001 var det fire vintre gammel aure (1997 årsklassen) som dominerte.

Sommeren i 2006 var tilsvarende varm, men næringsfangstene i Langesjøen har ennå ikke vist noen markert topp, slik som i 2003 og 2004. En mulig årsak kan være at auren i denne årsklassen ikke har blitt stor nok til å inngå fullt ut i fangstene ennå. Gjennomsnittlig lengde for seks vintre gammel aure (2006-årsklassen) var ca 30 cm i september 2012. Minste

maskevidde brukt i Langesjøen i dag er 39 mm, og vil ikke fange fisk med lengde 30 cm effektivt (Jensen 1972). Da 1997-årsklassen for alvor gjorde seg gjeldende i næringsfangstene, i 2003 og 2004, var auren henholdsvis seks og sju vintrer gammel. Sommertemperaturen i 2002 og 2003 var relativt høg, og kan ha ført til en økning av årlig individuell tilvekst og dermed en tidligere rekruttering til fisket enn 2006-årsklassen. I motsetning til 1997-årsklassen, har 2006-årsklassen bare opplevd relativt kalde somrer. En annen årsak kan være at 2006-årsklassen i Langesjøen ikke *ble* en sterk årsklasse, noe prøvefisket i 2012 kan tyde på, siden sjuåringene utgjorde en større del av fangsten enn seksåringene (2006-årsklassen). Vinteren 2005/2006 var snøfattig over store deler av Hardangervidda, med spesielt lite snø på Østvidda (NVE 2006), og da kan bunnfrysing av gytebekker ha tatt livet av rogn, og svekka 2006-årsklassen i Langesjøen. På en annen side vil bunnfrysing av Langesjøens gytebekker trolig ikke ha like stor negativ effekt på rekrutteringa som f. eks. i Krokavatn (Borgstrøm & Museth 2005), siden den store utløpselva Djupa er det viktigste gyte- og oppvekstområdet (Barlaup et al. 2002; Tysse & Garnås 1990), i tillegg til at innsjøgyting, trolig med god eggoverlevelse, også forekommer (Barlaup et al. 2002).

Alders- og lengdefordelinga til auren fanga under prøvefisket i Flotatjønne og Langesjøtjønn tyder på lav årlig rekruttering i begge vatna, særlig i Langesjøtjønn. Dette er ganske vanlig i mindre vatn på Hardangervidda (Dahl & Sømme 1934), og Sømme (1934b) kaller dette fraværet av småfisk i garnfangstene i mindre, grunne tjern om sommeren for et gjennomgående trekk på Hardangervidda. Sommertemperaturene etter 2006 har vært relativt lave, slik at dette kan ha virket negativt på rekrutteringen de siste årene. En annen mulig forklaring på den svært lave andelen rekrutterer i Langesjøtjønn kan være at storlom (*Gavia arctica*) hekka ved innsjøen. Et storlompar kan trenge om lag 160 kg fisk for å få fram en flygedyktig unge, om fôrintaket er som hos islom (*Gavia immer*) (Kerekes 1989). Voksen storlom og større unger foretrekker aure i størrelsesgruppa 120-240 mm. Dette vil da utgjøre flere tusen fisk i løpet av en sesong (Jackson 2003). Hovedfisket for lommen som hekka i Langesjøtjønn i 2012 foregår sannsynligvis i Langesjøen, for tilgjengeligheten til aure i Langesjøtjønn er trolig for liten. Men det er høyst sannsynlig at lommen bidrar til å holde rekrutteringa nede også i Langesjøtjønn.

5.3 Tetthetsuavhengig og tetthetsavhengig effekt på vekst og kvalitet

Ut fra tilbakeberegna og teoretiske vekstkurver for aure i både Flotatjønne og Langesjøtjønn, kan det se ut som om hard beskatning effektivt fjerner de mest hurtigvoksende individene for de yngre aldersklassene. Dette medfører en underestimert av den gjennomsnittlige lengda

til yngre fisk når tilbakeberegning er gjort med skjell fra eldre fisk (Lee 1912). I Langesjøen er de to kurvene nesten helt like, mest sannsynlig fordi fangsten stort sett består av ung fisk. Forklaringa på den lave andelen eldre fisk i alle tre vatna er trolig at det gjennomgående er en svært hard beskatning, som fjerner mesteparten av den fisken som har en passende størrelse for de maskevidder som benyttes.

I Langesjøen var gjennomsnittslengdene for de forskjellige årsklassene tilnærmet de samme i 2012 som de var på 1930-tallet. Gjennomsnittslengda til sju vintre gammel fisk var ca. 37 cm i begge periodene. I undersøkelsene fra 1989 og 2001, særlig i 1989, ble det imidlertid funnet en dårligere tilvekst enn på 1930-tallet og i 2012. Tysse og Garnås (1990) beskrev bestanden i Langesjøen i 1989 som en tett aurebestand av middels kvalitet, og de anbefalte å stoppe utsettinga av fisk fordi bestanden var for stor i forhold til næringsgrunnet. Den utsatte fisken utgjorde 15 % av prøvfiskefangsten, men bare 8 % av næringsfiskefangsten (Tysse & Garnås 1990), og sju vintre gammel fisk hadde en gjennomsnittlengde på bare 29,6 cm i 1989. Etter at utsettinga av fisk opphørte i 1991 (Barlaup et al. 2002) kan det se ut til at veksten hos auren har blitt bedre, men i og med at den utsatte fisken kun utgjorde en liten del av fangsten i 1989 er det lite trolig at utsettinga alene hadde så negativ effekt på tilveksten hos auren. Det er en klar sammenheng mellom vanntemperatur og tilvekst hos fisk. Tilveksten øker som oftest med økende vanntemperatur opp til om lag 13°C som er den optimale for vekst, før veksten kan avta igjen hvis vanntemperaturen blir høyere (Elliott 1976). Jensen (1977) utarbeidet en modell for individuell vekst hos auren i Øvre Heimdalsvatn. Han fant at veksten var positivt korrelert med junitemperatur og negativt korrelert med bestandstettheten, og at de to effektene virka additivt på veksten. Bærum et al. (2013) fant også at bestandstetthet og temperatur påvirker tilveksten til en bekkpopulasjon av aure, men på en ikke-additiv måte. De fant at den individuelle vekstraten avtok ved økende bestandstetthet, men en økning i temperaturen ga økt vekstrate, selv om bestandstettheten var høg. Den gjennomsnittlige lufttemperaturen for juli og august ved Dagali var gjennomgående lav på slutten av 1980-tallet, og kan forklare den lave tilveksten som ble funnet hos auren i 1989 (Tysse & Garnås 1990).

Kvaliteten på auren ser ut å være om lag den samme i 2012 som på 1930-tallet, men seks vintre gammel aure hadde likevel en noe lavere gjennomsnittsvekt i 2012, med 280 gram mot 333 gram på 1930-tallet. Materialet vårt for denne årsklassen er likevel svært begrensa (n=5), og dessuten kan det tenkes at en stor del av den seks vintre gamle auren med best vekst var tatt ut tidligere på sommeren og høsten gjennom både fritidsfisket og næringsfisket. I 2001

ble funnet at fisken ble feitere ved økende lengde, mens fisken i vårt materiale ble magrere ved økende lengde. En viktig forskjell er at materialet fra 2001 besto av fisk fra både prøvefiske og næringsfiske, mens vår analyse av lengde-vekt-forholdet er basert på fisk kun fra prøvefisket, og medfører at innslaget av stor fisk er betydelig mindre i vårt materiale. I materialet til Barlaup var det fisken fra næringsfisket, altså den største fisken, som hadde den beste kondisjonen. Dermed kan det begrensa innslaget av stor fisk i vårt materiale muligens forklare hvorfor fisken blir magrere ved økende lengde.

Den gode veksten hos alle årsklassene som ble fanga i Flotatjønne og Langesjøtjønn i 2012 tyder på at tilgangen på næringsdyr her har vært god. Det er riktignok noe variasjon i lengdevekst fra år til år, som kanskje har sammenheng med temperaturvariasjoner (Elliott 1975). Det er også noe variasjon i veksten mellom yngre og eldre fisk i tjerna, med klare vekstomslag hos noen, noe som kan antyde en endring i næringstilgangen, kanskje ved vandring fra elv til innsjø, og da med bedre næringstilgang i innsjøen (Sømme 1931). Aurens individuelle veksthastighet vil øke med økende næringstilgang (Alm 1959). Det kunne også tenkes at fisk med et klart vekstskifte hadde gått over til fiskediett (Jonsson et al. 1999), men i Langesjøtjønn virker dette lite trolig da andelen småfisk var såpass lav. Auren i Langesjøtjønn har veldig god vekst de første leveåra, før veksten ser ut til å avta noe etter fem vintre. Fem vintre gammel fisk er nesten 10 cm lenger i Langesjøtjønn enn i Flotatjønne. Men gjennomsnittslengde for fem, seks og sju vintre gammel fisk er om lag den samme i Langesjøtjønn. Det kan derfor se ut som at tilveksten fra fem til sju vintre er bedre i Flotatjønne. Sømme (1934a) omtaler Flotatjønne som et vatn med høg maksimalstørrelse på fisken, mens bestanden i Langesjøtjønn har en mer middels veksthastighet. Grunnen til at auren i Flotatjønne har en mer utholdende vekst etter kjønnsmodning kan være tilstedeværelsen av skjoldkreps (Borgstrøm 1995; Borgstrøm 2000b; Sømme 1941). I andre vatn på Vidda oppnår auren vekter på godt over fem kilo basert på en diett av skjoldkreps og marflo (Borgstrøm 2012).

Skjoldkreps og marflo blir av Sømme (1931) trukket fram som de viktigste næringsdyra for auren på Hardangervidda, særlig på den østlige delen. Dette stemmer også overens med våre funn i mageinnholdet til auren i 2012, og blir også gjenspeila i kjøttfargen som blir rødere ved økende fiskelengde i alle tre vatna. Skjoldkreps og marflo inneholder mye kartenoider, som overføres til fiskekjøttet og gir det en rød farge (Qvenild 1994). Marflo dominerte i mageprøvene på sommeren, mens skjoldkreps var et viktig næringsemne i Langesjøen og Flotatjønne, særlig i sistnevnte vatn, på høsten. Det er vanlig at skjoldkreps blir et viktig

næringsemne for aure i mange høgfjellsvatn fra slutten av juli til ut i september (Lien 1978; Sømme 1941). Så lenge fisken er liten kan den ha god vekst utelukkende ved å leve av dyreplankton, men veksten vil avta når fisken blir kjønnsmoden (Brabrand & Borgstrøm 2000). *Daphnia longispina* er et attraktivt byttedyr for aure, og har blitt vist bl.a. i Bjornesfjorden, sør for Langesjøen (Sægrov et al. 1996). Det kan tenkes at store *Daphnia* sp. favoriseres av mindre fisk i Langesjøtjønn, noe som kan gi god vekst i ung alder. Det er kjent at store *Daphnia* sp. kan være en viktig del av dietten til regnbueaure (*Oncorhynchus mykiss*) mindre enn 25 cm, og regnbueaure i innsjøer med høg tetthet av *Daphnia* sp. viste bedre vekst enn fisk i innsjøer med lav tetthet av *Daphnia* sp. (Tabor et al. 1996). I og med at vi fikk svært lite mindre fisk er det vanskelig å si noe om dietten til denne delen av bestanden, men den ene fisken under 20 cm vi fikk i Langesjøtjønn hadde et mageinnhold dominert av *Daphnia* sp. Fraværet av *Daphnia* sp. i planktontrekk fra Langesjøen i 2012 kan forklares ved en betydelig tettere bestand, og dermed større beitepress på store vannlopper, enn i Langesjøtjønn og Flotatjønne (Gjelsvik 1999). I Flotatjønne var *Daphnia* sp. nesten fraværende både i planktontrekk og mageinnhold, men kan trolig ikke forklares av tetthet av småfisk. Det er kjent at skoldkreps kan være en effektiv predator på *Daphnia pulex* (Christoffersen 2001). Siden *Daphnia pulex* er om lag samme størrelse som *Daphnia longispina* (Ranta et al. 1993), er det en mulighet for at mangelen av *Daphnia* sp. i Flotatjønne har sammenheng med predasjon fra skjoldkreps.

Noe som ikke var forventa, var det totale fraværet av skjoldkreps i mageprøvene til aure fra Langesjøtjønn. Skjoldkreps har en nordlig sirkumpolar utbredelse (Brtek & Thiéry 1995; Sars 1896). På Hardangervidda har skjoldkreps en vid utbredelse, men Langesjøtjønn er ikke oppgitt som lokalitet (Dahl 1917; Dahl 1943; Økland & Økland 2002). Fraværet av skjoldkreps i vatn innenfor utbredelsesområdet har blitt forklart med høg tetthet av fisk (Aass 1969; Borgstrøm 1975; Jeppesen et al. 2001) og med næringstilgang (Borgstrøm 1975; Christoffersen 2000). I fisketomme, nærliggende småvatn i lavlandet på Grønland, mangla skjoldkreps i noen av dem, og årsaka var trolig mangel på organisk materiale på bunnen (K. Christoffersen pers. medd. 2013). Både prøvefisket og bestandsestimeringa i 2012 tyder på at aurebestanden i Langesjøtjønn må karakteriseres som tynn, og kan dermed ikke forklare fraværet av skjoldkreps. Bunnen i Langesjøtjønn består, i større grad enn Flotatjønne, av mudder, og kan trolig heller ikke forklare mangelen på skjoldkreps. I mageprøvene til aure fra Langesjøtjønn i september utgjorde *Bythotrephes longimanus* en betydelig andel. Denne arten predaterer andre vannlopper (*cladocera*) og kan påvirke tettheten av dem (Barbiero &

Tuchman 2004; Schulz & Yurista 1998). I et furasjeringseksperiment med *Daphnia* sp. og *Bythotrephes longimanus*, viste *Bythotrephes longimanus* en preferanse for store (>2mm) *Daphnia* sp. (Schulz & Yurista 1998). De to første fritt svømmende stadiene av skjoldkreps er henholdsvis 1,6-2,4 og 2,4-3,0 mm lange (Borgstrøm & Larsson 1974), og vi kan dermed ikke se bort i fra at de i stor grad blir predatert av *Bythotrephes longimanus* i Langesjøtjønn. Dette er likevel meget usikkert, og bør eventuelt undersøkes i flere potensielle skjoldkrepsvann med og uten stor tetthet av *Bythotrephes longimanus*.

5.4 Endra kjønnsmodningsalder i Langesjøen og Langesjøtjønn

Tidspunkt for kjønnsmodning i Langesjøen ser ut til å ha endra seg noe siden 1930-tallet. I fangstene til Sømme (1934a) ble det ikke registrert kjønnsmoden hunnfisk med alder under åtte vintrer. Av de åtte vintrer gamle hunnfiskene var 50 % kjønnsmodne. Gjennomsnittlig lengde for åtte vintrer gammel aure på 1930-tallet var om lag 42 cm. Størrelsen på kjønnsmoden hunnfisk er interessant i forbindelse med karakterisering av aurebestander fordi dette er en funksjon av bestandens dødelighets- og vekstforhold (Ugedal et al. 2005). Størrelsen på kjønnsmoden hannfisk sier mindre, siden hannfisken kan ha flere strategier for å maksimere det reproduktive utbyttet (Jonsson 1987). Den reproduktive suksessen hos hunnfisk derimot er ofte en funksjon av fiskens størrelse, blant annet fordi mengden rogn og størrelsen på rogn øker med økende kroppsstørrelse (Fleming 1996). Selv om materialet av kjønnsmodne hunnfisker ved prøvefisket i 2012 ikke var spesielt stort, ser det ut til at hunnfisken kjønnsmodner ved en lengde rundt 30 cm. Også i 2001 (Barlaup et al. 2002) og 1989 (Tysse & Garnås 1990) ble det funnet at hunnfisken kjønnsmodnet ved lengder rundt 30 cm. I 2001 var dette ca seks vintrer gammel fisk, men i 1989 var det trolig eldre fisk, i og med at veksten var dårligere. Ut fra empirisk lengde i 1989 tilsvarer dette ca. sju vintrer gammel fisk. Hunnfisken ser ut til å kjønnsmodne ved yngre alder i 2012 enn i 1989 og 2001, da vi registrerte enkelte kjønnsmodne hunnfisk allerede fra alder fire vintrer.

Beskatninga i Langesjøen har trolig økt siden 1930-tallet, noe som kan forklare grunnen til den tidligere kjønnsmodninga. Moderate økninger i individuell veksthastighet på grunn av bedre næringstilgang innen en bestand vil gi lavere alder ved første kjønnsmodning (Jonsson et al. 1984). Tidligere kjønnsmodning fra 1989 og 2001 til i dag kan forklares ved fenotypisk plastisitet siden veksten har bedra seg. Likevel er lengda om lag den samme, så det kan se ut til at kjønnsmodning er styrt av lengde. Jensen (1981) og Healey (1980) fant at ved økt beskatning av sik, kjønnsmodna fisken ved lavere alder. Dette kan skyldes at når antall fisk synker, blir beitekonkurransen blant gjenværende individer mindre, noe som vil gi bedre

vekstforhold (Lorenzen & Enberg 2002). Dette forklarer likevel ikke hvorfor auren på 1930-tallet kjønnsmodna ved høyere alder og større størrelse. Veksten ser ut til å være den samme i dag som den gang, i hvert fall ut i fra gjennomsnittlengder for hver aldersklasse. Ved høg beskatning vil individer som kjønnsmodner sent trolig aldri overleve til gyting, mens de som kjønnsmodner tidlig i hvert fall vil få muligheten til å gyte minst én gang. Hvis tidspunkt for kjønnsmodning er arvbart, noe som er vist gjentatte ganger (Carlson & Seamons 2008), vil et hardt fiske selektere for de individene som kjønnsmodner tidlig, og genotypesammensetninga vil kunne forandre seg over generasjoner (Olsen et al. 2004). I og med at det fiskes på den størrelsesgruppen hvor hunnfisken så ut til å kjønnsmodne på 1930-tallet, kan det tenkes at den harde beskatninga har ført til en seleksjon for tidligere kjønnsmodning.

Kjønnsmodninga ser også ut til å ha endra seg i Langesjøtjønn i forhold til i 1933. Nesten 90 % av auren fra næringsfisket i 2012 var kjønnsmoden mot kun 10 % i 1933 (Sømme 1934a). Det kan tyde på at fisken har en bedre vekst i ung alder nå enn da, men ut fra det begrensa materialet til Sømme av yngre fisk er det vanskelig å si noe sikkert. Sømme beskriver veksten til fisken i Langesjøtjønn som lik den til fisken i Langesjøen (Sømme 1934a), og dette er ikke tilfelle i dag. Fisken vokser mye raskere fram til fem vintre i Langesjøtjønn enn i Langesjøen. Sømme (1934a) trekker fram Grønntjønn som den innsjøen hvor han fant den største lengda for fem vintre gammel fisk. Dette var åtte fisker med en gjennomsnittslengde på 35 cm. I vårt materiale har fem vintre gammel fisk i Langesjøtjønn ei gjennomsnittlig lengde på ca 37 cm. Hvis det er slik at veksten har blitt bedre siden 1933, kan det forklare hvorfor en større andel av fisken nå var kjønnsmoden.

6. Konklusjon

Utgangsbestandene av fangbar fisk i Flotatjønne og Langesjøtjønn var større på 1930-tallet enn i 2012, og den tilsynelatende bestandsnedgangen er mest sannsynlig et resultat av at det nå har blitt fiska hvert år i de to vatna, mens det på 1930-tallet kun ble fiska høyst hvert andre år. Sammenligning av næringsfangstene i Langesjøtjønn på 1930-tallet og 2012 viser en aldersforskyving mot en yngre bestand i 2012.

Årlig rekruttering ser i dag ut til å være svært lav i de to tjerna. I Flotatjønne og Langesjøtjønn, særlig i sistnevnte, ble det fanga svært få fisk yngre enn fem vintre. Det kan skyldes relativt lave sommertemperaturer i perioden 2007-2012, som har gitt svake årsklasser. Storlom med unge ble observert i Langesjøtjønn og kan ha ført til ytterligere redusert rekruttering. I Langesjøen var andelen yngre fisk langt større enn i tjerna, noe som tyder på vesentlig bedre rekruttering.

Gjennomsnittlig sommertemperatur har vist store variasjoner i perioden 1920-2012. Tidlig på 1920-tallet var sommertemperaturene svært lave, og medførte trolig dårlig rekruttering og lave fangster på Hardangervidda. Økinga av fangstene utover på 1930-tallet var trolig et resultat av de relativt høge sommertemperaturene i 1925- og 26, noe som gav sterke årsklasser. De store næringsfangstene i Langesjøen i 2003 og 2004 var også trolig et resultat av en sterk 1997-årsklasse. I 2006 var sommertemperaturen ekstra høg, men aldersfordelinga i materialet fra prøvefisket tyda ikke på at dette ga opphav til en sterk årsklasse. Det er mulig at dette skyldes bunnfrysing av gytebekker på grunn av lave snømengder på Sentral- og østvidda vinteren 2005/2006.

I Langesjøen har auren en vekstrate som er om lag den samme i dag som på 1930-tallet, men årlig dødelighet ser ut til å ha økt, trolig som et resultat av at årlig beskatning er høyere nå. På slutten av 1980-tallet var veksten betydelig dårligere enn i dag. Den gangen var bestanden tettere, men de lave sommertemperaturene i den samme perioden kan også ha virka negativt på veksten. I Langesjøtjønn derimot ser det ut til å ha skjedd en endring i vekstraten siden 1930-tallet, og veksten fram til alder fem vintre er vesentlig bedre i dag. I Flotatjønne viser fisken en mer utholdende vekst enn i Langesjøtjønn, noe som også var tilfelle på 1930-tallet.

Tidspunkt for kjønnsmodning ser ut til å ha endra seg i Langesjøen. I dag blir hunnfisken kjønnsmoden ved alder rundt fem vintre og fra lengder rundt 28 cm, mens den på 1930-tallet ble kjønnsmoden ved alder åtte vintre og lengde rundt 40 cm. Dette kan trolig skyldes dagens harde beskatning på fisk med lengder rundt 40 cm, noe som vil selektere for fisk som

kjønnsmodner tidligere. Også i Langesjøtjønn ser det ut til at fisken blir kjønnsmoden ved en lavere alder i dag, og det kan ha sammenheng med at veksten er vesentlige raskere i dag enn på 1930-tallet, kanskje som følge av lav bestandstetthet.

7. Driftsplaninnspill

Nedgangen i aurefangsten ved næringsfisket i Langesjøen de siste åra kan mellom annet skyldes naturlige variasjoner i rekruttering, noe som også støttes av garnfangststatistikken fra Eidfjord statsallmenning der det har vært den samme utviklinga som i Langesjøen, med en generell nedgang i uttaket etter de to gode åra 2003 og 2004 (Eidfjord Fjellstyre 2011). Det høge utbyttet ved garnfisket i disse to åra hadde trolig sammenheng med at den sterke 1997-årsklassen kom opp i fangbar størrelse. For å spare flest mulig rekrutter, anbefaler vi å slippe levende maskebitere tilbake, i stedet for å avlive dem. Varme somrer på Vidda ser generelt ut til å gi sterke årsklasser, men selv om sommeren 2006 var spesielt varm, tyda ikke prøvefisket i 2012 på at 2006-årsklassen har blitt en sterk årsklasse i Langesjøen. Videre kan de relativt lave sommertemperaturene etter 2006 ha ført til svak rekruttering i Langesjøen, og dermed vil næringsfangsten trolig holde seg på et forholdsvis lavt nivå i de nærmeste åra. Svak rekruttering de siste åra ser også ut til å være fremtredende i Flotatjønne og Langesjøtjønn, særlig i sistnevnte. Derfor må grunneierne også her være foreberedt på lavt fangstutbytte de kommende åra. Et alternativ kan derfor være å erstatte garnfisket i Flotatjønne og Langesjøtjønn med sportsfiske. Begge vatna, og kanskje særlig Flotatjønne, har potensiale for stor fisk, og kan dermed bli et vatn med høg sportsfiskekvalitet. Nærheten til Rauhelleren vil dessuten gjøre fisket i tjerna attraktivt for de som ikke ønsker å gå lange avstander for å få stor fisk. I en spørreundersøkelse fra Femund-Engerdal går det fram at håpet om å fange stor fisk er en svært viktig del av drivkraften til sportsfiskerne der (Kildahl 2013). Et begrensa antall fiskekort (til relativt høg pris) for fluefiske i begge tjerna kunne for eksempel selges via Rauhelleren turisthytte. På grunn av lav bestandstetthet i begge vatna, bør kortsalg være sterkt begrensa. Om et slikt fiske blir iverksatt, bør det vurderes innføring av «bag-limit», dvs. sette et tak for antall fisk fanga per dag, og i tillegg fastsette minstestørrelse og krav om fangstrapportering for å ha en viss kontroll med uttak og bestandsutvikling. ”Bag-limit” har blitt vanlig i norske lakseelver (Miljøverndepartementet 1999). En slik regulering vil ikke nødvendigvis senke etterspørselen etter fiskekort, siden matauk ikke er så utbredt blant norske sportsfiskere i dag (Kildahl 2013; Skullerud 2012). Om dette vil øke grunneierenes økonomiske fortjeneste er usikkert, og kommer an på hva folk er villige til å betale for et fiskekort.

8. Litteratur

- Aass, P. (1969). Crustacea, especially *Lepidurus arcticus* PALLAS, as brown trout food in Norwegian mountain reservoirs: Report. Institute of Freshwater Research. Drottningholm. 183-201 s.
- Abrahamsen, J. (1974). Limnologien på Hardangervidda. I: *NOU 30 B: Hardangervidda: Natur - Kulturhistorie - Samfunnsliv*, s. 59-60. Oslo: Universitetsforlaget.
- Allen, K. R. (1935). The Food and Migration of the Perch (*Perca fluviatilis*) in Windermere. *Journal of Animal Ecology*, 4 (2): 264-273.
- Alm, G. (1959). Connection between Maturity, Size and Age in Fishes: Institute of Freshwater Research, Drottningholm. 145 s.
- Barbiero, R. P. & Tuchman, M. L. (2004). Changes in the crustacean communities of Lakes Michigan, Huron, and Erie following the invasion of the predatory cladoceran *Bythotrephes longimanus*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 61 (11): 2111-2125.
- Barlaup, B. T., Kleiven, E. & Skoglund, H. (2002). Fiskebiologiske undersøkelser i Langesjøen, august 2001: Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI), Zoologisk institutt, Universitetet i Bergen. 39 s.
- Barnes, M. A. & Power, G. (1984). A comparison of otolith and scale ages for western Labrador lake whitefish, *Coregonus clupeaformis*. *Environmental Biology of Fishes*, 10 (4): 297-299.
- Blacker, R. W. (1974). Recent Advances in Otolith Studies. I: Jones, H. (red.) *Sea Fisheries Research*, s. 67-90. London: Paul Elek (Scientific Books) Ltd.
- Borgstrøm, R. & Larsson, P. (1974). The first three instars of *Lepidurus arcticus* (Pallas), (Crustacea: Notostraca). *Norwegian Journal of Zoology*, 22: 45-52.
- Borgstrøm, R. (1975). Skjoldkreps, *Lepidurus arcticus* Pallas, i regulerte vann. I. Forekomst av egg i reguleringssonen og klekking av egg. *LFI-Rapport 22*. 14 s.
- Borgstrøm, R. (1989). Direct estimation of gill-net selectivity for roach (*Rutilus rutilus* (L.)) in a small lake. *Fisheries Research*, 7 (3): 289-298.
- Borgstrøm, R. (1995). Ørret på Hardangervidda - viktig ressurs i fare. *Fagnytt naturforvaltning*, 9: 4 s.
- Borgstrøm, R. (2000a). Bestandsanalyser - Alder, vekst og dødelighet. I: Borgstrøm, R. & Hansen, L. P. (red.) *Fisk i ferskvann - Et samspill mellom bestander, miljø og forvaltning*, s. 179-215. Oslo: Landbruksforlaget.
- Borgstrøm, R. (2000b). Fiskesamfunn i sørnorske høyfjellssjøer. I: Borgstrøm, R. & Hansen, L. P. (red.) *Fisk i ferskvann - Et samspill mellom bestander, miljø og forvaltning*, s. 74-108. Oslo: Landbruksforlaget.
- Borgstrøm, R. & Hansen, L. P. (2000). Fiskeforsterkningstiltak og beskatning. I: Borgstrøm, R. & Hansen, L. P. (red.) *Fisk i ferskvann - Et samspill mellom bestander, miljø og forvaltning*, s. 277-291. Oslo: Landbruksforlaget.
- Borgstrøm, R. (2001). Relationship between Spring Snow Depth and Growth of Brown Trout, *Salmo trutta*, in an Alpine Lake: Predicting Consequences of Climate Change. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 33 (4): 476-480.
- 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 (4): 375-384.
- Borgstrøm, R. (2012). *Driftsplan for fisket i Ullensvang statsallmenning 2012-2015*. Tilgjengelig fra: <http://www.ullensvang->

- statsallmenning.org/index.php?option=com_remository&Itemid=67&func=fileinfo&id=85 (lest 10.04.2013).
- Brabrand, A. & Borgstrøm, R. (2000). Fiskesamfunn og miljø. I: Borgstrøm, R. & Hansen, L. P. (red.) *Fisk i ferskvann. Et samspill mellom bestander, miljø og forvaltning*, s. 66-82. Oslo: Landbruksforlaget.
- Brtek, J. & Thiéry, A. (1995). The geographic distribution of the European Branchiopods (Anostraca, Notostraca, Spinicaudata, Laevicaudata). I: Belk, D., Dumont, H. J. & Maier, G. (red.) *Developments in Hydrobiology*, b. 103 *Studies on Large Branchiopod Biology and Aquaculture II*, s. 263-280: Springer Netherlands.
- Bærum, K. M., Haugen, T. O., Kiffney, P., Olsen, E. M. & Vøllestad, A. (2013). Interacting effects of temperature and density on individual growth performance in a wild population of brown trout. *Freshwater Biology*: 11 s.
- Carlson, S. M. & Seamons, T. R. (2008). A review of quantitative genetic components of fitness in salmonids: implications for adaptation to future change. *Evolutionary Applications*, 1 (2): 222-238.
- Christoffersen, K. (2000). Distribution and density of *Lepidurus arcticus* in ponds and shallow lakes around Zackenberg. I: Caning, K. & Rasch, M. (red.) *Zackenberg Ecological Research Operations 5th Annual Report*, s. 54. Copenhagen: Ministry of Research and Information Technology.
- Christoffersen, K. (2001). Predation on *Daphnia pulex* by *Lepidurus arcticus*. *Hydrobiologia*, 442 (1-3): 223-229.
- Dahl, J. (1944). *Hardangervidda - viddas eget liv*. Oslo: Forlagt av Johan Grundt Tanum. 184 s.
- Dahl, K. (1910). *Alder og Vekst hos Laks og Ørret belyst ved Studiet av deres Skjæl*. Kristiania: Centraltrykkeriet. 115 s.
- Dahl, K. (1917). *Studier og forsøk over ørret og ørretvand*. Kristiania: Centraltrykkeriet. 107 s.
- Dahl, K. (1933). Forsøk over lønnsomheten av å utslippe ørretyngel i fiskevann. *Norges jæger- og fiskerforenings Tidsskrift*, 62 (7): 361-370.
- Dahl, K. & Sømme, I. D. (1934). Ørretfisket på Hardangervidda. *Norges jæger- og fiskerforenings Tidsskrift*, 63: 609-630.
- Dahl, K. (1943). *Ørret og ørretvann. Studier og forsøk. Ny utgave*. Oslo: Cappelens Forlag.
- Dai, A., Fung, I. Y. & Del Genio, A. D. (1997). Surface Observed Global Land Precipitation Variations during 1900–88. *Journal of Climate*, 10 (11): 2943-2962.
- Dannevig, E. H. (1956). Chemical composition of the zones in cod otoliths. *Conseil Permanent International pour l'Exploration de la Mer*, 21: 157-158.
- Degens, E. T., Deuser, W. G. & Hædrich, R. L. (1969). Molecular structure and composition of fish otoliths. *Marine Biology*, 2 (2): 105-113.
- Donald, D. B. & Alger, D. J. (1989). Evaluation of Exploitation as a Means of Improving Growth in a Stunted Population of Brook Trout. *North American Journal of Fisheries Management*, 9 (2): 177-183.
- Eidfjord Fjellstyre. (2011). *Garnfiskestatistikk*. Tilgjengelig fra: <http://www.eidfjord.kommune.no/filnedlasting.aspx?FilId=1563&ct=.pdf> (lest 02.05.2013).
- Elliott, J. M. (1975). The Growth Rate of Brown Trout (*Salmo trutta* L.) Fed on Maximum Rations. *Journal of Animal Ecology*, 44 (3): 805-821.
- Elliott, J. M. (1976). Body Composition of Brown Trout (*Salmo trutta* L.) in Relation to Temperature and Ration Size. *Journal of Animal Ecology*, 45 (1): 273-289.

- Ernande, B., Dieckmann, U. & Heino, M. (2004). Adaptive changes in harvested populations: Plasticity and evolution of age and size at maturation. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 271 (1537): 415-423.
- Fleming, I. A. (1996). Reproductive strategies of atlantic salmon: ecology and evolution. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 6: 379-416.
- Fukuwaka, M. & Morita, K. (2008). Increase in maturation size after the closure of a high seas gillnet fishery on hatchery-reared chum salmon *Oncorhynchus keta*. *Evolutionary Applications*, 1 (2): 376-387.
- Fylkesmannen i Hordaland; Buskerud; Telemark. (2010). Regional plan for Hardangervidda (fylkesdelplan) 2011-2025 Høringsutgave. 62 s.
- Gjelsvik, L. (1999). *Størrelse og pigmentering hos Daphnia longispina i forhold til tettheten av ørret (Salmo trutta L.) i innsjøer på Hardangervidda*. Ås: Norges Landbrukshøgskole, Institutt for Biologi og Naturforvaltning. 50 s.
- Hamley, J. M. & Regier, H. A. (1973). Direct Estimates of Gillnet Selectivity to Walleye (*Stizostedion vitreum vitreum*). *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 30 (6): 817-830.
- Haugen, T. O. (2000). Growth and Survival Effects on Maturation Pattern in Populations of Grayling with Recent Common Ancestors. *Oikos*, 90 (1): 107-118.
- Healey, M. C. (1975). Dynamics of Exploited Whitefish Populations and their Management with Special Reference to the Northwest Territories. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 32 (3): 427-448.
- Heino, M., Dieckmann, U. & Godø, O. R. (2002). Measuring probabilistic reaction norms for age and size at maturation. *Evolution*, 56: 669-678.
- Hurrell, J. W., Kushnir, Y. & Ottersen, G. (2003). An overview of the North Atlantic oscillation. I: Hurrell, J. W., Kushnir, Y., Ottersen, G., Visbeck, M. & Visbeck, M. H. (red.) Geophysical Monograph Series, b. 134 *The North Atlantic Oscillation: Climatic Significance and Environmental Impact*, s. 1-35: American Geophysical Union.
- Hurrell, J. W. (2012). *The Climate Data Guide: Hurrell North Atlantic Oscillation (NAO) Index (station-based)*. I: Staff, N. C. f. A. R. (red.). Tilgjengelig fra: <http://climatedataguide.ucar.edu/guidance/hurrell-north-atlantic-oscillation-nao-index-station-based> (lest 14.04.2013).
- Hynes, H. B. N. (1950). The Food of Fresh-Water Sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*), with a Review of Methods Used in Studies of the Food of Fishes. *Journal of Animal Ecology*, 19 (1): 36-58.
- Ingebrigtsen, S. & Kambestad, O. (1990). *Struktur, dynamikk og habitatbruk for bestanden av aure, Salmo trutta L., i Krokavatn på Hardangervidda*. Ås: NLH. 46 s.
- Jackson, D. B. (2003). Between-lake differences in the diet and provisioning behaviour of Black-throated Divers *Gavia arctica* breeding in Scotland. *Ibis*, 145 (1): 30-44.
- Jenkins, T. M., Diehl, S., Kratz, K. W. & Cooper, S. D. (1999). Effects of population density on individual growth of brown trout in streams. *Ecology*, 80 (3): 941-956.
- Jensen, K. W. (1972). *Drift av fiskevann*. Fisk og fiskestell, b. 5. Trondheim: Direktoratet for jakt, viltstell og ferskvannsfiske. 61 s.
- Jensen, K. W. (1977). On the dynamics and exploitation of the brown trout, *Salmo trutta L.*, in lake Øvre Heimdalsvatn, southern Norway: Report. Institute of Freshwater Research. Drottningholm. 56. 18-69 s.
- Jensen, K. W. (1986). Fiskestell. I: Frislid, R. & Rom, K. (red.) b. 4 *Jakt Fiske Friluftsliv*, s. 352-373. Oslo: Tiden Norsk Forlag.
- Jeppesen, E., Christoffersen, K., Landkildehus, F., Lauridsen, T., Amsinck, S., Riget, F. & Søndergaard, M. (2001). Fish and crustaceans in northeast Greenland lakes with

- special emphasis on interactions between Arctic charr (*Salvelinus alpinus*), *Lepidurus arcticus* and benthic chydorids. *Hydrobiologia*, 442 (1-3): 329-337.
- Jonsson, B. (1976). Comparison of scales and otoliths for age determination in brown trout, *Salmo trutta* L. *Norwegian Journal of Zoology*, 24: 295-301.
- Jonsson, B., Hindar, K. & Northcote, T. G. (1984). Optimal age sexual maturity of sympatric and experimentally allopatric cutthroat trout and dolly varden charr. *Oecologica*, 61: 319-325.
- Jonsson, B. (1987). Aure. I: Borgstrøm, R. & Hansen, L. P. (red.) *Fisk i ferskvann. Økologi og ressursforvaltning*, s. 66-79. Oslo: Landbruksforlaget.
- Jonsson, N., Næsje, T. F., Jonsson, B., Saksgård, R. & Sandlund, O. T. (1999). The influence of piscivory on life history traits of brown trout. *Journal of Fish Biology*, 55 (6): 1129-1141.
- Kerekes, J. J. (1989). Possible correlation of summer Common loon (*Gavia immer*) population with the trophic state of the water body. *Verhandlungen Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie*, 24: 349-353.
- Kildahl, H. B. (2013). *Segmentering av fiskere basert på motivasjon. En undersøkelse i Femund-Engerdal*. Ås: Universitetet for miljø- og biovitenskap, Institutt for naturforvaltning. 22 s.
- Kruse, C. G., Hubert, W. A. & Rahel, F. J. (1997). Using otoliths and scales to describe age and growth of Yellowstone Cutthroat Trout in a high-elevation stream system, Wyoming. *Northwest Science*, 71 (1): 30-38.
- Langeland, A. (1986). Heavy Exploitation of a Dense Resident Population of Arctic Char in a Mountain Lake in Central Norway. *North American Journal of Fisheries Management*, 6 (4): 519-525.
- Lee, R. M. (1912). An investigation into the methods of growth determination in fishes. *Conseil Permanent International pour l'Exploration de la Mer, Publications de Circonstance*, 63: 35.
- Lien, L. (1978). The energy budget of the brown trout population in Øvre Heimdalsvatn. *Holarctic Ecology*, 1: 279-300.
- Lorenzen, K. & Enberg, K. (2002). Density-dependent growth as a key mechanism in the regulation of fish populations: evidence from among-population comparisons. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 269 (1486): 49-54.
- Meteorologisk institutt. (2013). Tilgjengelig fra: http://sharki.oslo.dnmi.no/portal/page?_pageid=73,39035,73_39049&_dad=portal&_schema=PORTAL (lest 10.04.2013).
- Miljøverndepartementet. (1999). Til laks åt alle kan ingen gjera? Om årsakene til nedgangen i de norske villaksbestandene og forslag til strategier og tiltak for å bedre situasjonen. *NOU 1999: 9*. Oslo. 394 s.
- Miller, R. B. (1947). The Effects of Different Intensities of Fishing on the Whitefish Populations of Two Alberta Lakes. *The Journal of Wildlife Management*, 11 (4): 289-301.
- Museth, J. (2002). *Dynamics in European minnow Phoxinus phoxinus and brown trout Salmo trutta populations in mountain habitats: effects of climate and inter- and intraspecific interactions*. Doctor scientiarum thesis. Ås: Norges Landbrukshøgskole, Institutt for biologi og naturforvaltning. 32 s.
- Nesbit, R. A. (1934). A Convenient Method for Preparing Celluloid Impressions of Fish Scales. *Journal du Conseil*, 9 (3): 373-376.
- NVE. (2006). Vannet vårt 2006. Hydrologi i Norge. Norges vassdrags- og energidirektorat, hydrologisk avdeling. Oslo. 31 s.

- NVE. (2013). *NVE Atlas*. Tilgjengelig fra: <http://atlas.nve.no/ge/Viewer.aspx?Site=NVEAtlas> (lest 15.02.2013).
- Odda Fotoklubb. (1977). *Det gamle Odda - Et billedalbum*. Haugesund: Worum's trykkeri A/S. 92 s.
- Olsen, E. M., Heino, M., Lilly, G. R., Morgan, M. J., Brattery, J., Ernande, B. & Dieckmann, U. (2004). Maturation trends indicative of rapid evolution preceded the collapse of northern cod. *Nature*, 428 (6986): 932-935.
- Pedersen, K. Å. & Scobie, L. (1990). *Dynamikk, habitatbruk og redskapsseleksjon for ørretbestanden i Kollsvatn, en innsjø på Hardangervidda*. Ås: NLH. 59 s.
- Qvenild, T. (1994). *Ørret og ørretfiske*. Oslo: H. Aschehoug & Co (W. Nygaard). 420 s.
- Qvenild, T. (2004). Fiskeforholdene i høyfjellet. I: Kirkemo, O. (red.) b. 2 *Jakt, fiske og friluftsliv*, s. 160-165. Oslo: Kunnskapsforlaget ANS, H. Aschehoug & Co (W. Nygaard) A/S og Gyldendal Norsk Forlag ASA.
- Qvenild, T. (2009). *Fiskeguide for Hardangervidda*. Oslo: Tun Forlag as. 222 s.
- Ranta, E., Bengtsson, J. & MacManus, J. (1993). Growth, size and shape of *Daphnia longispina*, *D. magna* and *D. pulex*. *Annales Botanici Fennici*, 30: 299-311.
- Ricker, W. E. (1971). *Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters*. 2 utg.: Blackwell Scientific Publications. 348 s.
- Ricker, W. E. (1975). *Computation and Interpretation of Biological Statistics of Fish Populations*. Ottawa: Department of the environment fisheries and marine service. 382 s.
- Robson, D. S. & Chapman, D. G. (1961). Catch Curves and Mortality Rates. *Transactions of the American Fisheries Society*, 90 (2): 181-189.
- Rognerud, S., Borgstrøm, R., Qvenild, T. & Tysse, Å. (2003). Ørreten på Hardangervidda. Næringsnett, kvikksølvinnhold, ørekytspredning og klimavariasjoner - følger for fiske og forvaltning. *Rapport LNR 4712 - 2003*. 68 s.
- Rudstam, L. G., Magnuson, J. J. & Tonn, W. M. (1984). Size Selectivity of Passive Fishing Gear: A Correction for Encounter Probability Applied to Gill Nets. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 41 (8): 1252-1255.
- Sars, G. O. (1896). *Beskrivelse af de hidtil kjendte norske Arter af Underordenne Phyllocarida og Phyllopoda*. Fauna Norvegica. Christiania: Aktie-Bogtrykkeriet. 129 s.
- Schulz, K. L. & Yurista, P. M. (1998). Implications of an invertebrate predator's (*Bythotrephes cederstroemi*) atypical effects on a pelagic zooplankton community. *Hydrobiologia*, 380 (1-3): 179-193.
- Skullerud, E. S. (2012). *Segmentering av laksefiskere og undersøkelse av deres motivasjon for å fiske i Lakselva, Finnmark*. Ås: Universitetet for miljø- og biovitenskap, Institutt for naturforvaltning. 57 s.
- Smith, S. H. (1954). Method of Producing Plastic Impressions of Fish Scales Without Using Heat. *The Progressive Fish-Culturist*, 16 (2): 75-78.
- Sunde, S. E. (1937). Hardangervidda i vest. *Stangfiskeren*, 5: 31-35.
- Sægrov, H., Hobæk, A. & L'Abée-Lund, J. H. (1996). Vulnerability of melanic *Daphnia* to brown trout predation. *Journal of Plankton Research*, 18 (11): 2113-2118.
- Sømme, I. D. (1931). Næringsvandring og gytevandring hos ørret på Hardangervidda. *Norges jæger- og fiskerforenings Tidsskrift*, 60 (9): 381-402.
- Sømme, I. D. (1933a). Merkingforsøk med ørret på Hardangervidda 1932 (Foreløbig meddelelse). *Norges jæger- og fiskerforenings Tidsskrift*, 62 (3): 105-124.
- Sømme, I. D. (1933b). Ørretfiskets utvikling på Hardangervidda og de viktigste driftsmåter. *Norges jæger- og fiskerforenings Tidsskrift*, 62 (4): 169-187.

- Sømme, I. D. (1934a). Aldersfordeling, vekst og kjønnsmodning hos ørret på Hardangervidda (Foreløbig meddelelse). *Norges jæger- og fiskerforenings Tidsskrift*, 63 (6): 269-290.
- Sømme, I. D. (1934b). Fiskets beskatning av ørretbestanden på Hardangervidda. *Norges jæger- og fiskerforenings Tidsskrift*, 63: 405-421, 478-489, 512-522, 590-594.
- Sømme, I. D. (1941). *Ørretboka*. Oslo: Jacob Dybwads Forlag. 591 s.
- Tabor, R., Luecke, C. & Wurtsbaugh, W. A. (1996). Effects of *Daphnia* availability on growth and food consumption of rainbow trout in two Utah reservoirs. *North American Journal of Fisheries Management*, 16: 591-599.
- The R Development Core Team. (2010). *R: A language and environment for statistical computing*. 2. 10. 1. utg. Vienna, Austria: R: Foundation for Statistical Computing.
- Tysse, Å. & Garnås, E. (1990). Fiskeribiologisk undersøkning i Langesjøen og Bjornesfjorden, Nore og Uvdal kommune: 1989: Fylkesmannen i Buskerud, Miljøvernavdelingen. 47 s.
- Ugedal, O., Forseth, T. & Hesthagen, T. (2005). Garnfangst og størrelse på gytefisken som hjelpemiddel i karakterisering av aurebestander: NINA. 52 s.
- Williams, T. & Bedford, B. C. (1974). The use of otoliths for age determination. I: Bagenal, T. B. (red.) *The Ageing of Fish*, s. 114-123. Surrey: Unwin Brothers Limited.
- Zippin, C. (1958). The Removal Method of Population Estimation. *The Journal of Wildlife Management*, 22 (1): 82-90.
- Økland, J. & Økland, K. A. (2002). Funn av skjoldkreps og tusenbeinkreps i Norge - sluttrapport. Oslo: Biologisk institutt, Universitetet i Oslo. 16 s.

Vedlegg 1-5

Vedlegg 1: Gjennomsnittlig tilbakeberegna lengde (cm), \pm standardavvik, etter Dahls metode (1910) for fire til elleve vintre gammel aure fra prøvefisket i Flotatjønnen 2012.

Alder	Antall (n)	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11
4	4	3,2 \pm 0,7	8,0 \pm 1,3	12,7 \pm 1,9	20,3 \pm 3,2							
5	8	3,1 \pm 0,6	7,5 \pm 1,6	12,8 \pm 2,2	18,1 \pm 3,0	24,9 \pm 4,4						
6	6	3,3 \pm 0,3	7,1 \pm 1,1	11,5 \pm 1,9	16,9 \pm 3,4	22,7 \pm 2,9	29,7 \pm 4,1					
7	2	3,0 \pm 0,1	6,8 \pm 1,1	11,4 \pm 0,5	16,4 \pm 1,2	19,0 \pm 0,3	22,4 \pm 1,7	29,3 \pm 4,6				
8	1	3,0	8,6	12,8	16,7	21,2	31,7	38,5	42,0			
9	1	2,9	6,0	10,0	12,9	17,7	22,9	25,5	32,7	42,4		
11	1	3,8	10,8	16,9	19,8	24,0	31,3	34,2	36,9	39,6	42,4	44,5

Vedlegg 2: Gjennomsnittlig tilbakeberegna lengde (cm), \pm standardavvik, etter Dahls metode (1910) for fire til ti vintre gammel aure fra næringsfisket i Flotatjønnen 2012.

Alder	Antall (n)	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
4	9	3,2 \pm 0,6	8,7 \pm 1,8	15,0 \pm 3,0	22,2 \pm 2,7						
5	14	3,7 \pm 0,7	8,5 \pm 1,6	12,8 \pm 2,5	17,9 \pm 3,5	24,0 \pm 4,5					
6	22	4,0 \pm 0,7	8,8 \pm 1,5	13,8 \pm 2,2	19,5 \pm 2,9	25,5 \pm 3,5	33,1 \pm 4,4				
7	16	3,5 \pm 0,4	8,0 \pm 1,3	12,9 \pm 2,1	17,8 \pm 2,6	22,5 \pm 2,8	29,2 \pm 2,7	36,4 \pm 2,5			
8	2	2,4 \pm 0,5	6,3 \pm 1,6	10,2 \pm 2,3	17,0 \pm 4,6	20,5 \pm 3,9	26,5 \pm 3,1	31,2 \pm 2,6	36,8 \pm 2,7		
9	1	3,8	7,6	11,4	14,5	18,3	22,8	25,7	32,1	37,3	
10	1	3,5	10,2	13,9	16,4	20,4	23,3	28,1	31,7	37,9	40,3

Vedlegg 3: Gjennomsnittlig tilbakeberegna lengde (cm), \pm standardavvik, etter Dahl (1910) for fire til åtte vintre gammel aure fra prøvefisket i Langesjøtjønn 2012

Alder	Antall (n)	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8
4	1	5,3	13,1	22,6	32,0				
5	9	4,3 \pm 1,3	9,1 \pm 3,1	17,5 \pm 4,4	25,7 \pm 4,7	31,8 \pm 6,3			
6	4	4,3 \pm 1,2	7,4 \pm 1,5	14,7 \pm 1,9	19,8 \pm 2,8	26,1 \pm 4,5	35,0 \pm 5,6		
7	3	4,0 \pm 0,2	9,5 \pm 1,3	14,2 \pm 2,8	19,5 \pm 6,1	23,6 \pm 6,6	27,8 \pm 6,1	33,2 \pm 3,9	
8	1	4,7	9,4	16,7	21,9	27,5	30,7	32,8	34,3

Vedlegg 4: Gjennomsnittlig tilbakeberegna lengde (cm), \pm standardavvik, etter Dahls metode (1910) for fire til åtte vintre gammel aure fra næringsfisket i Langesjøtjønn 2012

Alder	Antall (n)	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8
4	1	3,2	10	15	20				
5	24	4,8 \pm 1,0	11,1 \pm 2,4	18,1 \pm 3,3	24,9 \pm 4,3	33,0 \pm 4,2			
6	23	4,1 \pm 0,8	8,8 \pm 1,6	14,2 \pm 2,7	20,7 \pm 2,7	27,0 \pm 3,5	33,7 \pm 3,1		
7	14	3,3 \pm 0,6	8,1 \pm 2,2	13,7 \pm 2,7	19,3 \pm 3,2	24,7 \pm 4,1	31,3 \pm 3,5	36,0 \pm 4,0	
8	2	3,9 \pm 0,2	9,8 \pm 1,1	13,1 \pm 2,5	18,9 \pm 4,9	22,6 \pm 5,1	28,0 \pm 7,5	32,3 \pm 9,8	37,9 \pm 6,3

Vedlegg 5: Gjennomsnittlig tilbakeberegna lengde (cm), \pm standardavvik, etter Dahls metode (1910) for to til sju vintre gammel aure fra prøvefisket i Langesjøen 2012.

Alder	Antall (n)	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7
2	1	6,3	11,6					
3	6	3,6 \pm 1,1	9,2 \pm 1,9	14,0 \pm 2,2				
4	59	3,4 \pm 0,8	7,6 \pm 1,6	12,3 \pm 2,2	17,3 \pm 2,2			
5	18	3,3 \pm 0,9	7,8 \pm 2,0	12,9 \pm 2,8	17,9 \pm 3,4	22,6 \pm 3,3		
6	5	3,2 \pm 0,5	8,0 \pm 0,8	12,3 \pm 1,9	17,3 \pm 1,4	22,3 \pm 1,5	27,6 \pm 3,8	
7	6	3,7 \pm 1,6	8,5 \pm 2,7	12,0 \pm 3,5	16,6 \pm 4,2	21,4 \pm 3,8	25,9 \pm 3,6	31,7 \pm 2,8